



مجموعه تحقیق درس تصمim گیری چند معیاره

دانشجویان مهندسی صنایع

دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

استاد: دکتر هادی شیرویه زاد

گرد آوری: الهام ربانی

ز ه س ت ا ن

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

MCDM و برنامه ریزی دروس دانشگاهی

تهیه کننده: مرضیه عباس زاده

1- تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)

روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) به دودسته ی کلی تقسیم می شوند:

1- مدل های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) Multiple Additive Decision Making

2- مدل های تصمیم گیری چند هدفه (MODM) Multiple Objective Decision Making

مدل های چند هدفه برای طراحی استفاده می شوند، درحالیکه مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه ی برتر و به طور کلی رتبه بندی گزینه ها به کار می روند.

1-1- مدل های MADM :

مدل های MADM به دو بخش کلی تقسیم می شوند :

1- مدل های جبرانی

2- مدل های غیر جبرانی

مدل های جبرانی آن دسته از مدل های MADM را شامل می شوند که تغییر در یک شاخص توسط تغییری مخالف در شاخص یا شاخص های دیگر جبران می شود. مانند روش هایی چون میانگین وزنی ساده، -TOPSIS-SAW-ELECTRE، -AHP- تخصیص خطی و غیره.

مدل های غیر جبرانی، مدل هایی از MADM هستند که نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود در شاخص دیگر جبران نمی شود. روش های غیر جبرانی روش هایی مانند تسلط، لکسیکوگراف، حذف ماکسی مین، ماکسی ماکس، رضایت بخش خاص و رضایت بخش عام است. (عادل آذر، 1389، 1)

1-2- مدل های MODM :

در بسیاری از وضعیت ها و مسائل واقعی، تصمیم گیرندگان برای تصمیم گیری بیش از یک هدف را مد نظر قرار می دهند. در تصمیم گیری چندهدفه، روش های مختلفی برای حل اینگونه مسائل وجود دارد که جواب هر روش با روش دیگر لزوماً یکسان نیست، زیرا مفروضات هر روش و همچنین میزان مشارکت تصمیم گیرنده در فرایند حل متفاوت است.

شکل ریاضی مدل های چندهدفه:

به طور کلی یک مدل چندهدفه به صورت زیر نشان داده می شود:

$$Z_1(x) = \text{Max}(\text{Min}) F_1(X_j)$$

$$Z_2(x) = \text{Max}(\text{Min}) F_2(X_j)$$

.

$$Z_k(x) = \text{Max}(\text{Min}) F_k(x_j)$$

St:

$$g_i(x_j) \leq b_i \quad , \quad i=1,2,\dots,m$$

(محدودیت های عملیاتی)

$$x_j \geq 0 \quad , \quad j=1,2,\dots,n$$

(محدودیت های غیر منفی)

درواقع یک مسأله چند هدفه به وسیله k بردار هدف مشخص می شود که به صورت ریاضی میتوان آن را به صورت زیر نشان داد:

$$Z(x) = [Z_1(x) , Z_2(x) , \dots , Z_k(x)]$$

مقیاس سنجش برای هرهدف ممکن است با بقیه اهداف متفاوت بوده و نتوان به سادگی آنها را با یکدیگر جمع کرد. به طور کلی، نمی توان بردار تابع هدف را همزمان بهینه کرد.

برای پیدا کردن جواب بهینه لازم است تا اطلاعاتی در مورد ترجیحات در دسترس باشد، بدون اینگونه اطلاعات، اهداف متناقض و غیر قابل مقایسه بوده و جواب بهینه قابل تحصیل نیست، زیرا تمامی جواب های موجه قابل مقایسه نیستند. رتبه بندی کامل جواب در اینصورت تنها با وارد کردن قضاوت های ارزشی در فرایند تصمیم گیری میسر خواهد بود.

مسائل چند هدفه را به سه گروه تقسیم کرده اند :

(الف) روش های تولید مجموعه غیر مسلط:

مانند روش وزن دهی به توابع هدف، روش حداقلی برای هرهدف، روش فیلپ و روش زلنی.

(ب) روش هایی با فهرست اولیه ی رجحانها:

می توان به روش برنامه ریزی آرمانی اشاره کرد که به وسیله داک استین و سودارفسکی برای نخستین بار ارائه شده است و اکنون به صورت وسیعی استفاده می شود. روش ارزیابی تابع مطلوبیت که توسط کینی و رایفا ارائه شده است و روش مبادله ارزش جایگزین.

(ج) روش هایی با ورود تدریجی رجحانها:

مانند روش برنامه ریزی سازشی که در آن جواب ایده ال مشخص می شود و جوابی که کمترین فاصله را به نقطه ایده ال داشته باشد، به عنوان جواب منتخب، برگزیده می شود. (منصور مؤمنی، 1384، 8)

2- برنامه ریزی دروس دانشگاهی:

برنامه ریزی درسی هر نیمسال در گروه های دانشگاهی یکی از مسائل مهم و وقت گیر حوزه ی آموزش است، که این موضوع نمونه ای از مسئله عمومی زمان بندی می باشد. (مهدی ترک نژاد، 1384) برنامه ریزی درسی بر اساس معیارهای متعددی همچون ساعات حضور اساتید، امکانات آموزشی و مشخصات دروس ارائه شده صورت می گیرد، که هدف ارائه ی یک برنامه ریزی درسی قابل اجرا و بهینه از نقطه نظرهای گوناگون (مانند حداقل تداخل دروس دانشجویان، ساعات بهینه حضور اساتید و دانشجویان، امکانات آموزشی و...) است. (رویامجدی، جعفرپور، 1391،)

در بسیاری از دانشگاه‌ها مسئولین آموزش برای تدوین برنامه زمان بندی نیمسال تحصیلی از برنامه های سال های گذشته که با سعی و خطا بدست آمده است، را تغییرات مختصری داده و برنامه ی جدیدی را ارائه می دهند. به هر حال با تغییرات مداوم، وصله زدن به برنامه های گذشته بهترین سیاست نخواهد بود. در چنین شرایطی می توان بابت بهره گیری از فن آوری های مهندسی و اطلاعات، سیستمی مکانیزه به منظور فرایند زمان بندی کلاس های درس ارائه نمود.

مسئله ی زمان بندی کلاس های درس به صورت " فرایند تخصیص دروس دانشگاهی به زمان های مشخص از برنامه هفتگی با در نظر گرفتن کلاس مناسب و امکانات مورد نیاز ارائه دروس " تعریف می گردد.

هر برنامه آموزشی اگر بخواهد مورد استفاده قرار گیرد، باید محدودیت های زیر را رعایت نماید، در این صورت است که آن برنامه ی آموزشی، یک برنامه ی صحیح می باشد:

تداخل برنامه اساتید، تداخل برنامه دانشجویان، تداخل برنامه کلاس، زمان های حضور اساتید، تعداد جلسات مورد نیاز در هفته، وسایل و تجهیزات مورد نیاز به منظور ارائه ی دروس و...

البته باید در نظر داشت که این محدودیت ها با توجه به شرایط دانشگاه ها ممکن است از دانشگاهی با دانشگاه دیگر متفاوت باشد. (امین امیدوار، علیرضا هاشمی گلپایگانی، 1388، 2)

3- نمونه ای از کارهای انجام شده:

تاکنون برای حل مسائل زمان بندی دروس دانشگاهی از روش های مختلفی استفاده شده، که خلاصه ای از این روش ها در زیر آورده شده است.

3-1- برنامه ریزی عدد صحیح صفویک

بر اساس این روش، مدل صفویک برای مسئله ی زمان بندی کلاس های دانشگاهی ارائه شده است. این مدل قوانین آموزش و نیازهای مؤسسات آموزشی را در بر می گیرد. تابع هدف این مدل حداقل کردن تابع خطی جریمه می باشد. با این تابع هدف، می توان اولویت میان روزهای هفته، دوره های زمانی در طول روز، کلاس های ارائه ی دروس و حتی اساتید را اعمال نمود. علاوه بر این با تعریف مناسب ضرایب جریمه، می توان فاصله های خالی بین برنامه ی نیمسال برای گروه دانشجویان را کاهش داد. (رضازنجیرانی فراهانی، سیامک حاجی یخچالی، 1384، 4)

3-2- الگوریتم ژنتیک

کلرنی و همکاران اولین کسانی بودند که در سال 1990 برنامه ریزی درسی را با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای استفاده در مدارس ایتالیا بنام نهادن نتایج موفقیت آمیزی گزارش کردند. (امیدوار، هاشمی گلپایگانی، 1388، 2)

بر اساس این روش، الگوریتم جدیدی ارائه شده، که در آن بایک نمایش جدیدی داده ها و معیار های خوشه بندی، جداسازی مناسب دانشجویان انجام گردیده است. این تفکیک باعث کاهش میزان تداخل دروس دانشجویان در برنامه ی هفتگی می شود. ابتدا با استفاده از خوشه بندی K میانگین فازی، دانشجویان به K دسته تقسیم می شوند. سپس با توجه به معیارهای میزان دور بودن مراکز خوشه ها، میزان متراکم بودن هر خوشه، میزان هم ورودی بودن دانشجویان هر خوشه و نسبت

ابعاد خوشه ها و با استفاده از یک تابع فازی، ارزش خوشه بندی تعیین می شود. با انتخاب ویژگی های (دروس) مناسب، بهترین تفکیک دانشجویان بدست می آید. (محمودامین طوسی، هادی صدوقی یزدی، 1382، 6)

3-3- برنامه ریزی عدد صحیح

معروف ترین و شاید جامع ترین مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح، مدل عدد صحیح داسکالکی و همکارانش می باشد. مدل عدد صحیح ارائه شده برای زمان بندی دروس دانشگاهی شامل تابع هدف زیر می باشد که ازدو عبارت براساس تابع هزینه تشکیل شده، که عبارت اول مربوط به هزینه ی تخصیص درس m به کلاس n م، در روز i م و دوره ی زمانی j م به استاد i م می باشد. عبارت دوم هزینه تخصیص درس m به استاد i م می باشد.

$$\text{Minimize} \{ \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \sum_{n \in N} \sum_{j \in J} S_{ijlmn} + \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} P_{im} * Y_{im} \}$$

و 11 محدودیت که مربوط به شرایط و محدودیت های دانشگاه مورد مطالعه مقاله مربوطه است. (امیدوار، هاشمی کلپایگانی، 1388، 2)

4- ارائه مدل MODM برای برنامه ریزی دروس دانشگاهی

همانطور که دیده شد، مدل بالا شامل یک تابع هدف بود. ولی در واقعیت ممکن است در برخورد با مسئله ای، یک تابع هدف جوابگوی مانباشد، در چنین مسائلی از MODM استفاده می کنیم که در این صورت با مشکل وجود تقابل میان اهداف متعدد روبرو می شویم، بگونه ای که دستیابی و حرکت در راستای بعضی از آنها موجب فاصله گرفتن از دیگر اهداف می شود، به این سبب یافتن مجموعه متغیرهایی که بتواند همزمان تمامی اهداف را در مقایسه با حالتی که فقط یک هدف دنبال می شود، مشکل است.

مدل ارائه شده در این بخش یک مدل ریاضی چند هدفه برای مسائل زمان بندی دروس دانشگاهی می باشد، در مدل ارائه شده، سعی شده است تا اکثر محدودیت ها و نیازهای یک مرکز آموزشی مورد بررسی قرار گیرد. (محدثه کاویانی، هادی شیرویه زاد، مجتبی سجادی، 1391، 5)

4-1- تعریف مدل :

مدل پیشنهادی MODM به صورت زیر تعریف شده است،
فرض کنید که:

جدول 4-1- اندیس ها و پارامتر و متغیرهای تصمیم به کار رفته در مدل

اندیس ها و پارامترها	تعریف
i	مجموعه دروس $i = \{1, 2, \dots, I\}$
j	مجموعه روزها $j = \{1, 2, \dots, J\}$
k	مجموعه دوره های زمانی در روز $k = \{1, \dots, K\}$
m	مجموعه کلاس ها، $m = \{1, \dots, M\}$
p	مجموعه اساتید، $p = \{1, \dots, P\}$

اگر استاد p در روز j و دوره ی زمانی kم در دسترس باشد، مقدار یک دارد در غیر این صورت مقدار صفر می گیرد.	MT_{pjk}
ظرفیت کلاس m	C_m
حداکثر تعداد دانشجو که می تواند درس را اخذ کند.	S_i
تعداد دفعات ارائه درس آ در هفته	L_i
اگر درس i توسط استاد p تدریس گردد، مقدار یک می گیرد در غیر این صورت مقدار صفر می گیرد.	CT_{pi}
اگر درس آ در برنامه درسی q (به عنوان مثال ورودی 91 می تواند بیش از یک برنامه داشته باشد) وجود داشته باشد مقدار یک می گیرد در غیر این صورت، مقدار صفر می گیرد.	Pr_{qi}
اگر درس آ در روز j دوره k ارائه گردد، مقدار یک می گیرد در غیر این صورت، مقدار صفر می گیرد.	C_{ijk}
اگر درس آ در کلاس m برگزار شود مقدار یک می گیرد در غیر این صورت، مقدار صفر می گیرد.	F_{im}

توابع هدف :

$$\text{Maximum objective function } I = \frac{\sum_i^I C_{ijk} * CT_{pi}}{\sum_k^K MT_{pjk}}, \forall j, p \quad (4-1)$$

$$(4-2) \text{ Minimum objective function } II = \frac{C_m - \sum_{i=1}^I C_{ijk} * F_{im} * S_i}{C_m}, \forall j, m, k$$

st :

$$(4-3) \quad \forall i \quad \sum_j^J \sum_k^K C_{ijk} = L_i$$

$$(4-4) \quad \forall j, k, p \quad \sum_i^I C_{ijk} * CT_{pi} \leq MT_{pjk}$$

$$(4-5) \quad \forall j, k, p \quad \sum_i^I C_{ijk} * CT_{pi} \leq 1$$

$$(4-6) \quad \forall j, k, m \quad \sum_i^I C_{ijk} * F_{im} \leq 1$$

$$(4-7) \quad \forall j, k, m \quad \sum_i^I S_i * C_{ijk} * F_{im} \leq C_m$$

$$(4-8) \quad \forall j, k, p \quad \sum_i^I C_{ijk} * Pr_{qi} \leq 1$$

مدل فوق یک مدل چندهدفه بایک هدف حداقل سازی و یک هدف حداکثر سازی می باشد.

تابع هدف اول (1-4) سعی در حداقل سازی بیکاری اساتید در یک روز دارد و در نظر دارد در صورت حضور اساتید در دانشگاه از تمام مدت حضور او در دانشگاه استفاده نماید. تابع هدف دوم (2-4) به حداقل سازی مازاد ظرفیت کلاس ها کمک می کند، بدین صورت که از قرار گرفتن دروسی که ظرفیتی بیشتر از ظرفیت کلاس دارند، در آن کلاس جلوگیری می کند. محدودیت (3-4) تضمین می کند که همه واحدهای یک درس در هفته ارائه می گردد، محدودیت (4-4) بیان می کند که باید دروس هر استاد در هر روز از حداقل تعریف شده برای آن استاد بیشتر نباشد بدین معنی که اگر یکی از اساتید در یک روز و یک دوره ی زمانی در دسترس نیست، درسی به آن استاد تخصیص داده نشود. محدودیت (5-4) از تداخل در برنامه اساتید جلوگیری می نماید. محدودیت (6-4) از قرار گرفتن بیش از یک درس در یک کلاس در یک روز و دوره ی زمانی جلوگیری می کند. محدودیت (7-4) بیان می کند که تعداد دانشجویانی که یک درس را اخذ می کنند از ظرفیت کلاس بیشتر نباشند. محدودیت (8-4) از تداخل در برنامه ی دانشجویان جلوگیری می نماید. (کاویانی، شیرویه زاد، سجادی، 1391، 5)

5- منابع و مراجع

- 1- دکتر عادل آذر، دکتر علی رجب زاده، "تصمیم گیری کاربردی رویکرد MADM"، چاپ پنجم 1391، تهران انتشارات نگاه دانش 1389.
- 2- امین امیدوار، علیرضا هاشمی گلپایگانی، 1388، "طراحی و ساخت سیستم تصمیم یار زمان بندی دروس دانشگاهی با استفاده از روش برنامه ریزی خطی عدد صحیح"، پانزدهمین کنفرانس بین المللی سالانه انجمن کامپیوتر ایران، تهران، انجمن کامپیوتر، مرکز توسعه فناوری نیرو.
- 3- رویا امجدی، مریم جعفرپور، 1391، "برنامه ریزی درسی با استفاده از رویکردی جدید در الگوریتم ژنتیک" یازدهمین کنفرانس سراسری سیستم های هوشمند، انجمن سیستم های هوشمند ایران، دانشگاه خوارزمی.
- 4- رضازنجیرانی فراهانی، سیامک حاجی یخچالی، 1384، "مدل عدد صحیح برای مسئله زمان بندی دروس دانشگاهی"، چهارمین کنفرانس ملی مهندسی صنایع، تهران دانشگاه تربیت مدرس.
- 5- محدثه کاویانی، هادی شیرویه زاد، سید مجتبی سجادی، 1391، "ارائه مدلی ریاضی برای زمان بندی دروس دانشگاهی"، اولین کنفرانس مهندسی صنایع و سیستم ها، دانشگاه آزاد، واحد نجف آباد.
- 6- محمود امین طوسی، هادی صدوقی یزدی، 1382، "کلاس بندی فازی بهینه دانشجویان با استفاده از یک تابع فازی در حل مسئله برنامه ریزی ژنتیکی دروس هفتگی دانشگاه"، نهمین کنفرانس سالانه انجمن کامپیوتر ایران.
- 7- مهدی ترک نژاد، 1384، "روشی ابتکاری بر پایه منطق محدودیت ها جهت تنظیم برنامه هفتگی"، چهارمین کنفرانس ملی مهندسی صنایع، انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه تربیت مدرس.
- 8- منصور مؤمنی، 1384، "مدل تصمیم گیری چند هدفه برای تخصیص نمایندگان مجلس به کمیسیون های تخصصی"، مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی.

MCDM و برنامه ریزی دانشگاهی

تهیه کننده: احمدپور

الگوهای برنامه ریزی درسی دانشگاهی

آموزش عالی در طول دو دهه ی اخیر با چالش ها و مسائل بسیاری روبرو بوده است که از میان آنها می توان به این موارد اشاره کرد: ناتوانی در تولید دانش نظری و مصرف دانش های بنیادی و نظری تولید شده در سایر کشورهای جهان، کاربردی نبودن آموزش های دانشگاهی، فقدان رابطه مناسب بین دانشگاه و سایر بخش های اجتماعی، بی توجهی به کاربردهای پژوهش و ارائه خدمات در دانشگاه ها، مشکل تعدد مراکز تصمیم گیری و وجود متولیان متعدد، رشد فزاینده دانشجویان و متقاضیان ورود به دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی، گسترش کمی نظام آموزش عالی بدون توجه به ظرفیت های موجود و توان اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جامعه برای پذیرش دانش آموختگان دانشگاهی، کاهش منابع مالی و فشار از سوی جامعه برای مسئولیت پذیری و پاسخ گویی. برای مقابله با این چالش ها، برنامه های درسی دانشگاهی نقش کلیدی ایفا می کنند و برنامه های درسی بعنوان قلب مراکز دانشگاهی در تحقق اهداف نظام آموزش عالی از جایگاه برجسته ای برخوردار هستند. لیکن تاریخچه برنامه ریزی درسی در آموزش عالی، الگوهای متعددی را در این خصوص نشان می دهد. در این پروسه زمانی، دیدگاه متخصصان نیز با توجه به تحولات ساختاری نظام های آموزش عالی دچار تحولاتی شده است که حاصل آن رویکردهای مختلف به برنامه ریزی درسی است. از این رو همگام با تحولات مختلف تکنولوژیک؛ اقتصادی و علمی باید متحول گردد و عدم توجه و بازبینی دقیق و مداوم نسبت به برنامه ریزی درسی می تواند یکی از دلایل عمده نارسایی آموزش عالی در هر جامعه ای باشد. به همین دلیل باید زمینه های لازم را برای بررسی و سپس ارائه برنامه های جالب تر و پویاتر فراهم نمود تا دانشگاه ها بتوانند جایگاه خود را در دنیای حاضر بعنوان مراکز و پایگاه های دانش و پژوهش و توسعه حفظ نمایند. لذا در شرایط کنونی و با توجه به تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه ها، لازم است در این زمینه و در راستای برنامه ریزی موثر و بازنگری و بهبود برنامه های درسی فعالیت های متعدد از جمله پژوهش هایی در رشته های گوناگون به طور مجزا انجام گیرد. در ادامه ضمن تشریح ویژگیها و اهداف برنامه درسی دانشگاه ها، به معرفی الگوهای برنامه درسی مناسب سطوح دانشگاهی پرداخته و با توجه به جهان در حال تغییر مداوم، الگوی برنامه ریزی راهبردی بعنوان الگوی مطلوب پذیرفته شده است.

ویژگیهای برنامه درسی در دانشگاه ها

برنامه های درسی یکی از عناصر یا خرده نظام های اصلی آموزش عالی هستند که نقش تعیین کننده و غیر قابل انکاری در راستای تحقق اهداف و رسالت های آموزش عالی از نظر کمی و کیفی ایفا می کنند. یکی از ویژگیهای برنامه درسی در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی این است که قبل از هر قضاوت و تصمیم گیری نسبت به برنامه های درسی موجود، نخست باید بطور سیستماتیک به شناسایی جریانهای تکنولوژی اقتصادی، سیاسی، جمعیتی، اجتماعی و فرهنگی که بر آموزش عالی و عناصر آن تاثیر می گذارند

پرداخته شود و از نوع و میزان تاثیرات و مسائل چالش های ایجاد شده ناشی از آن ها در هر یک از اجزای مربوطه آگاه شد. بطوریکه تدوین کنندگان برنامه های درسی در قرن بیست و یکم باید به این نکته توجه داشته باشند که در ارائه برنامه درسی مناسب ، نه تنها بایستی خط مشی های داخلی سازمانها بلکه باید واقعیات جهانی و شرایط دنیای کنونی را نیز مدنظر قرار دهند . برنامه های درسی در راستای اهداف و رسالت های دانشگاهی باید پاسخگویی شرایط و دغدغه های فعلی و آینده باشند و نقش سازنده ای در راستای حل مسائل و رشد جامعه ایفا می نمایند. و رشته های مختلف در راستای نیازها و تحولات قرار داده ، بنحوی که از جامعیت و مناسبت لازم برخوردار بوده و ضمن پاسخگویی و توجه هب نیازهای فردی دانشجویان به مشکلات اجتماعی و به ارزشها و میراث فرهنگی نیز پردازد. برنامه درسی بعنوان یک مفهوم از توضیحات و تعابیر متعددی همچون فعالیت های یاددهی ، یادگیری ، یادگیری طراحی شده ، طرح کلی برای یادگیری ، اطلاعات و تجربیات اساسی که همه یادگیرندگان بایستی کسب نمایند و مجموع دروس پیشنهادی و برنامه زمانی آنها ، محتوای یک دیسیپلین خاص برخوردار می باشد و مسئولین مربوطه در دانشگاهها ، طرف نظر از اینکه کدامیک از تعابیر مربوط به برنامه درسی را بپذیرند باید آنرا به عنوان یک سازه اجتماعی بشناسند که بایستس مستمراً در معرض بازنگری و اصلاح قرار گیرد و بطور دینامیک یا پویا در مقابل تغییر و تحولات عوامل خارجی عکس العمل موثر نشان دهد تا بتواند نقش مهم خود را بعنوان ابزار مهم رشد و تکامل یادگیرندگان جهت دست یافتن به نتایج تربیتی ایفا نمایند.

اهداف برنامه های درسی در دانشگاهها

برنامه های درسی از مهمترین ابزار و عناصر تحقق بخشیدن به اهداف و رسالت های کلی دانشگاهی هستند و طبیعتاً همراه با تغییر محورهای اصلی مورد توجه دانشگاهها آنها نیز از تغییرات لازم برخوردار می شوند. میتوان اهداف اساسی برنامه های درسی در آموزش عالی را بر مبنای توجه به اهداف و رسالتهای کلی آموزش عالی در چند حیطه مطرح نمود:

- 1- حیطه تخصصی: این حیطه تحت عنوان تربیت تخصصی یا پرورش نیروی انسانی متخصص و مورد نیاز بخش های مختلف جامعه بیان می شود و از آنجا که این حیطه وپه و تخصصی است در رشته های تحصیلی متفاوت است .
 - 2- حیطه پرورش و توسعه دانش: این حیطه در راستای یکی از رسالت های مهم دانشگاه ها یعنی تولید و توسعه دانش بر مبنای انجام پژوهش توسط متخصصان مربوطه می باشد. لذا یکی از اهداف عمده برنامه های درسی در دانشگاه ها در کلیه سطوح آن توجه به این حیطه و سازماندهی عناصر در این راستا و پرورش پژوهشگران شایسته می باشد.
 - 3- حیطه پرورش معلمان و مربیان: هرچند که این حیطه جزئی از حیطه اول به شمار می آید، بدلیل اهمیت نقش آن و در نتیجه مشخص تر ساختن جایگاه آن در برنامه های درسی دانشگاهی آن را بعنوان یک بعد مجزا مطرح می سازند .
 - 4- حیطه آموزش عمومی: این حیطه مختص یک موضوع از دانش بشری و رشته های علمی نیستند و مربوط به پرورش قابلیت های شخصی همچون خلاقیت و توانایی های فکری ، انتقال میراث فرهنگی و ارزش ها و بررسی شهروندان متعهد و مسئول است.
- شناسایی اهداف عمده برنامه های درسی در دانشگاه ها بعنوان یکی از ابعاد مهم در آموزش عالی محسوب می شود . اصولاً در هر برنامه ریزی و بازنگری و نوآوری و یا هر نوع تغییر در برنامه های درسی توجه به رابطه سطوح اهداف از جمله طبقه بندی کرات اول و بین و گزارش پژوهشی آموزش و پرورش در آسیا مطرح شده است. در این گزارش سطوح اهداف در سه سطح بیان شده است :

- 1- آرمانها: بیانگر غایت و مقصود و یا هدف نهایی کلی سیستم آموزش و پرورش است
- 2- مقاصد: بیانگر اهداف خرده سیستم های آموزش و پرورش اعم از اهداف کلی مقاطع و رشته های تحصیلی است.
- 3- اهداف جزئی: بیانگر اهداف دروس و موضوعات درسی می باشند .

رشد دانش و برنامه های درسی در آموزش عالی

به نظر می رسد که در دنیای امروز هیچ نظام آموزش عالی قادر به کنترل رشد دانش نباشد. جریانی بی نهایت قوی نشأت گرفته از مقیاسی باورنکردنی و غیر قابل تصور از پژوهش در همه ی موضوعات درسی و میان رشته ای که هیچ کس تولید ، بازنویسی و توزیع انرا در سطح بین المللی کنترل نمی کند. تیلچر نیز به دو مفهوم غیر ملی کردن و جهانی نمودن دانش اشاره می کند و با بیان اینکه مرزها برای دانش برجیده شده اند، ابعاد دیگری برای آموزش عالی و برنامه های درسی آن و همه فعالیت های پژوهشی و آموزشی درون آن تصویر می کند. در چنین شرایطی درک ابعاد برنامه درسی پنهان بطور فزاینده ای دشوارتر می شود.

الگوهای برنامه درسی دانشگاهی

الگوی برنامه درسی عبارتست از ساختار و سازماندهی اهداف، محتوی، فرآیند تحصیلات دوره های آموزشی که بگونه ای تنظیم شده که باعث ایجاد پیشرفت در سطوح آموزشی شود. انواع متنوعی از الگوهای برنامه ریزی درسی دانشگاهی ارائه شده است. الگوها ارتباطات نظری را بازنمایی می نمایند و رفتارهای رویت پذیر را توصیف می کنند. الگوهای برنامه درسی صورتهای بسیار مختلفی به خود می گیرند . یک دلیل آن این است که نظریه پردازان نتایج مختلفی را مورد توجه قرار می دهند. دو شیوه طراحی الگوهای برنامه درسی در آموزش عالی عبارتند از:

1- الگوی نهادی - ساختاری:

این الگوها نشان دهنده ماهیت و سازمان دهنده های اصلی برنامه درسی آشکار هستند . بدین معنی که با آنها ، روشهای مفهومی کردن و تحلیل ساختار سازمانی موسسات آموزش عالی ، دانشکده ها ، گروه های آموزشی و نظیر آنها بدست می آید.

2- الگوی رشد دانشجو :

این الگوها تعامل بین دانشجو و محیط دانشکده را که به تجربه یادگیری منتهی می شود توصیف می کنند.

عناصر مشترک الگوهای برنامه ریزی درسی

هانیون و بریگز (1980) معتقد که در اکثر الگوی برنامه ریزی درسی چند عنصر مشترک وجود دارد که عبارتند از:

- طرح ریزی، تدوین، ارائه و ارزشیابی آموزشی بر نظریه سیستم ها مبتنی است.
- هدفها و مقاصد کلی مبتنی بر اساس تجزیه و تحلیل از محیط سیستم صورت می گیرد.
- طراحی برنامه درسی نسبت به پرورش صلاحیت های دانشجویان و هدف های کوتاه مدت و بلند مدت آنها بسیار حساس است.
- بر راهبردهای برنامه ریزی درسی و انتخاب رسانه توجه قابل ملاحظه ای می شود.
- ارزشیابی بخشی از فرآیند طراحی و بازبینی برنامه درسی است.

- دانشجویان بر مبنای میزان دستیابی شان به استانداردهای معینی مورد سنجش قرار می گیرند و به ندرت مقایسه دانشجویان مبنای ارزشیابی آنها را تشکیل می دهد.

- هانیون و بریگر در پژوهش خود به این نتیجه دست یافتند که این الگوها دارای محدودیتها و نواقص زیر می باشد:

1- الگوهای برنامه درسی کمتر به دنبال محتوا یا آنچه که تدریس می شوند هستند و تمرکز اصلی آنها بر نحوه‌ی عرضه یا ارائه آموزش است.

2- بیشتر برای طراحی یک درس خاص مناسب هستند تا طراحی برنامه های درسی و دوره های مختلف بلند مدت دانشگاهی هیچ الگوی برنامه ریزی درسی نمی تواند به تنهایی برای تمامی طرح های برنامه درسی یک موسسه تربیتی که می خواهد جهت متنوعی را با اهداف چند جانبه سرویس دهد کافی باشد.

طبقه بندی الگوهای برنامه درسی دانشگاهی

فتحی و اجارگاه (2006) الگوهای برنامه ریزی درسی آموزش عالی را بر اساس مفاهیم مختلف برنامه درسی (به عنوان پایه و اساس برای طبقه بندی) به شرح زیر طبقه بندی کرده است. وی مفاهیم مختلف برنامه درسی را در حوزه های زیر طبقه بندی و الگوهای مربوط به هر یک را ذکر نموده است:

1- برنامه درسی به عنوان طرح یا دستور کار: این الگو برنامه‌ی درسی سندی نوشتاری درباره‌ی موضوع درسی یا برنامه های خاص است و مبتنی بر استعاره تولید است.

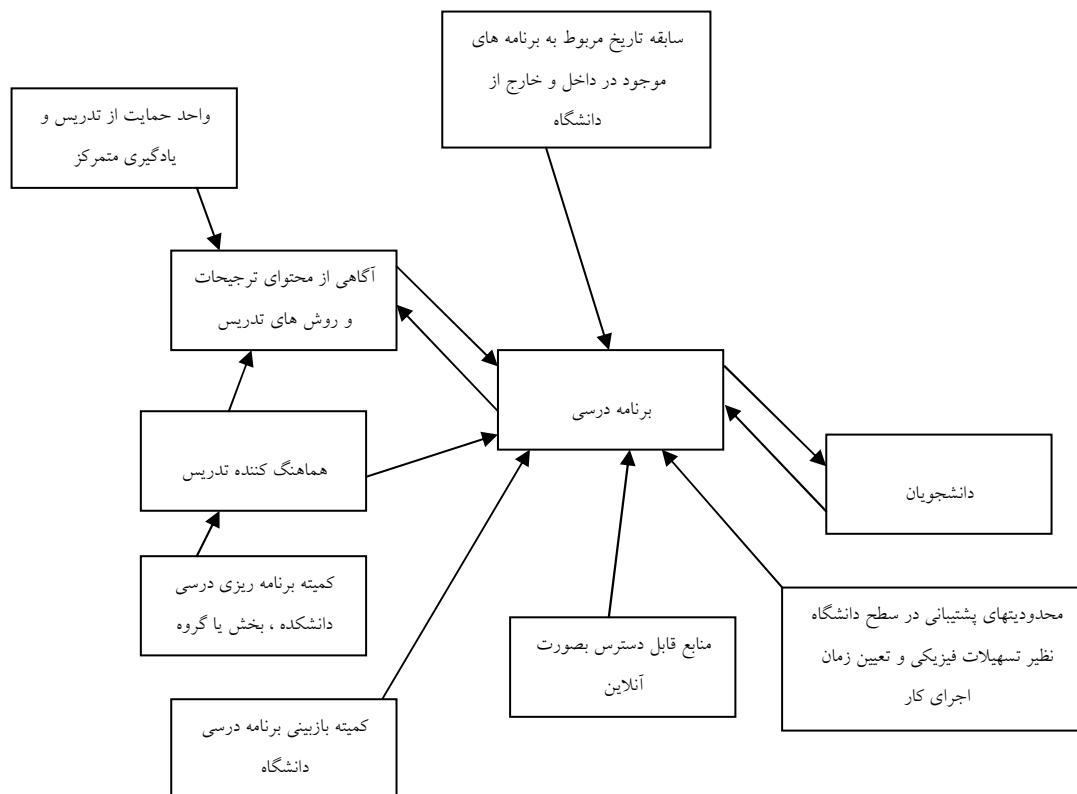
2- برنامه درسی بعنوان یک نظام: این الگو یک نظام مفهومی است که تعاملات بالقوه را برای تصمیم گیری برنامه‌ی درسی توصیف می کند و مبتنی بر استعاره نظام است.

3- برنامه درسی بعنوان تجربه: تعریف دیویی از برنامه درسی بهنوع تجربه، همه‌ی تجاربی که فراگیرندگان تحت نظارت مراکز آموزشی داشته اند. این الگو مبتنی بر استعاره رشد است.

4- برنامه درسی بعنوان حوزه پژوهشی دانش پژوهانه: این الگو، برنامه ای است که مرزها و شاخص های ویژه‌ای دارد. ما میتوانیم مکانهای رایج و دامنه‌ی حوزه را از متون و پژوهش های اخیر درباره‌ی یک حوزه مطالعه را درک کنیم. این الگو مبتنی بر استعاره تهیه نقشه (کشور یا قلمرو یا جغرافیای خاص) است.

نمودار زیر عوامل موثر در برنامه درسی را که استادان در تلاشهای خود برای ساختارمند کردن برنامه ریزی درسی مورد استفاده قرار می دهند، به تصویر می کشد. واژه برنامه ریزی درسی به این نکته اشاره می کند که برنامه های درسی از طریق یک فرآیند دائمی تدوین می شوند. این امر در نقطه مقابل آنچه که نوسازی برنامه درسی نامیده می شود قرار می گیرد. این نمودار بیان کننده مفهومی از عناصر

مختلفی است که بر تدریس و یادگیری اثر می گذارد. این الگو در حقیقت نشان دهنده نوعی شناخت و آگاهی از عوامل و زمینه های مختلفی است که ماهیت تصمیم گیری برنامه درسی را تحت تاثیر قرار می دهد.



شکل 1 - عوامل موثر بر برنامه درسی

مدل MODM

از جمله مدل های تصمیم گیری چند معیاره است. در مدل های تصمیم گیری چند معیاره تصمیم گیرندگان در انتخاب یک گزینه از میان گزینه های متعدد، غالباً چندین معیار را همزمان در تصمیم گیری مدنظر قرار می دهند. معیارها گاهی هم جهت و گاهی متقابل و متضادند. مدل های کلاسیک تحقیق در عملیات مانند برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی عدد صحیح، برنامه ریزی غیر خطی و مانند آن، مدل های تصمیم گیری هستند که بهینه سازی را فقط بر اساس یک معیار به انجام می رسانند. لذا این مدل ها در زمره مدل های تک هدفه طبقه بندی می گردند. هدف انتخاب شده این گونه مدلها عموماً اولی ترین و مهمترین هدف بوده است و سایر اهداف در سایه این هدف به فراموشی سپرده می شوند.

تصمیم گیری، مستلزم انتخاب راهی از میان راه هاست و این انتخاب هنگامی هوشیارانه و حساب شده است که بیش از یک معیار در گزینش آن بکار گرفته شود. تصمیم گیری با یک معیار فرآیندی ساده و یک بعدی است.

در مسائل واقعی، نکته قابل ذکر وجود تقابل میان اهداف متعدد است، بگونه ای که دستیابی و حرکت در راستای بعضی از آنها موجب فاصله گرفتن از دیگر اهداف می شود. به این سبب یافتن مجموع متغیرهایی که بتواند همزمان تمامی اهداف را در مقایسه با حالتی که فقط یک هدف دنبال می شود، نادر و مشکل است. در میان مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری، مدل کلاسیک تخصص، تنها با در نظر گرفتن یک معیار نسبت به تخصیص افراد به مشاغل و عبارتی معلمان به مدارس با بکارگیری متغیرهای تصمیم صفر - یک اقدام می کند.

در عمل معمولاً تصمیم‌گیرندگان به جای یک معیار، معیارهای مختلف و احياناً متضادی را در نظر می گیرند. بنابراین مدل‌هایی طراحی شد که به مدل‌های چند معیاره معروفند. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به دو دسته عمده تقسیم می شوند: مدل‌های چند هدفه و مدل‌های چند شاخصه. مدل‌های چند هدفه برای طراحی استفاده می شوند. در حالیکه در مدل‌های دارای چند شاخص به منظور انتخاب گزینه برتر و بطور کلی رتبه بندی گزینه‌ها بکار می روند. طبقه بندی و مقایسه روش‌های حل مسائل چند هدفه در منابع گوناگون مانند سیمونویک، اکتر، 2002، مارتل 1999، صص 135-139؛ کوهن، فالو. کارلسون 1996؛ داک و سودراس، 1994 صص 220-208 و مارکز (1975) مرور شده است. کوهن و مارکز سه معیار را برای ارزیابی تکنیک‌های حل مسائل چند هدفه ارائه کردند که عبارتند از: کارایی محاسباتی، تصریح مبادله میان اهداف و میزان اطلاعاتی که برای تصمیم‌گیری تولید می شود. بر اساس این معیارها، آنها مسائل چند هدفه (با یک تصمیم‌گیرنده) را به سه گروه تقسیم کردند:

الف) روش‌های تولید مجموعه غیر مسلط

ب) روش‌های با فهرست اولیه رجحانها

ج) روش‌هایی با ورود تدریجی رجحانها

از بین روش‌های گروه الف، می توان به روش وزن دهی به توابع هدف، روش حداقلی برای هر هدف، روش فیلیپ و روش زلنی اشاره کرد. در دو روش فیلیپ و زلنی لازم نیست که مسئله چند هدفه به شکل یک مسئله یک هدفه تبدیل شود بلکه می توان به صورت مستقیم روی بردار اهداف به منظور کسب جواب‌های غیر مسلط عمل کرد. هر دو روش مذکور منحصراً برای حل مسائل خطی قابل استفاده می باشند.

از بین روش‌های گروه ب، می توان به روش‌های برنامه ریزی آرمانی اشاره کرد که به وسیله داک استین و سودار فسکی برای نخستین بار ارائه شده است و اکنون به صورت وسیعی استفاده می شود. روش ارزیابی تابع مطلوبیت نیز که به وسیله کینی و رایفا ارائه شده است نیز ثر گروه ب قرار می گیرد. روشی نیز به نام مبادله ارزش جایگزین ارائه شده که آن هم در این گروه قرار می گیرد.

از بین روش‌های گروه ج می توان به روش برنامه ریزی سازشی اشاره کرد که در آن جواب ایده آل مشخص می شود و جوابی که کمترین فاصله را به نقطه ایده آل داشته باشد، بعنوان جواب منتخب برگزیده می شود.

روش‌های فوق برای حل مسائل چند هدفه پیوسته بودند. برای حل مسائل چند شاخصه گسسته نیز روش‌هایی از جمله AHP وجود دارد که از آن برای تعیین میزان اهمیت شاخص‌ها و همچنین رتبه بندی گزینه‌ها استفاده می گردد.

در مسائل چند هدفه، مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با بقیه اهداف متفاوت بوده و نتوان بسادگی آنها را با یکدیگر جمع کرد. بطور کلی، نمی توان بردار توابع هدف را همزمان بهینه کرد.

برای پیدا کردن جواب بهینه لازم است تا اطلاعاتی در مورد ترجیحات در دسترس باشد. بدون اینگونه اطلاعات، اهداف متناقض و غیر قابل مقایسه بوده و جواب بهینه قابل تحصیل نیست. زیرا تمامی جواب های موجه قابل مقایسه نیستند. رتبه بندی کامل جواب در این صورت تنها با وارد کردن قضاوت های ارزشی در فرآیند تصمیم گیری میسر خواهد بود. در بسیاری از مواقع مجموعه ای از جوابهای غیر مسلط جستجو می شود.

نتیجه گیری

از جمله کاربردهای MODM در برنامه ریزی درسی دانشگاهی می توان به تخصیص اساتید به کلاس های درس اشاره نمود. متغیرهای این مدل از نوع صفر و یک هستند که تخصیص یک استاد را به درسی نشان می دهند. بر اساس میزان علاقه، میزان ارتباط تحصیلات، میزان سابقه تدریس، عضویت در هیئت علمی دانشگاه ها و غیره می توان مدل تخصیص چند هدفه طراحی شود. همچنین محدودیت هایی از جمله رعایت الگوهای برنامه درسی، محدودیت ناشی از تعداد کلاس های درس، محدودیت های ناشی از عدم حضور اساتید در دانشگاهها و یا محدودیتهای ناشی از پراکندگی درس ها در طول هفته و یا فشردگی در یک روز و غیره اشاره نمود. مزیت این مدلها نسبت به تخصیص سنتی، کاربرد یک مدل علمی برای تخصیص اساتید دانشگاه ها به دانشکده ها و یا کلاس های درس می باشد. بطوریکه در این مدل ها معیارهای گوناگون در نظر گرفته می شوند و بر اساس آنها مناسبترین تخصیص صورت می گیرد. در تحقیقاتی که تاکنون انجام شده است این روش کارایی و رضایت بیشتری را ایجاد کرده است.

منابع :

- 1- مقاله الگوهای برنامه درسی دانشگاهی؛ دکتر کورش فتحی واجارگاه و مرتضی خانی زاده؛ مجله راهبردهای آموزش مرکز مطالعات و توسعه علوم پزشکی دانشگاه بقیه الله (عج)
- 2- مفهوم پردازی الگوهای برنامه ریزی درسی آموزش عالی (تجربیات و دستاوردها)؛ طلعت دیبا واجاری، محمد یمینی دوزی سرخابی، محبوبه عارفی، هاشم فردانش.
- 3- ارائه مدلی چند هدفه برای تخصیص معلمان به مدارس ابتدایی؛ دکتر محمدرضا مهرگان، مهدی اجلی قشلاجوقی، سید رحیم صفوی میرمحله.
- 4- مدل تصمیم گیری چند هدفه برای تخصیص نمایندگان مجلس به کمیسیونهای تخصصی؛ منصور مومنی.

MCDM و بهبود تطبیقی

تهیه کننده: محمدامین اختردانش

تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود.

MCDM چیست؟

مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM به دو دسته عمده مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه² MODM و مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه³ MADM تقسیم می‌شود. به طور کلی روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

الف) مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه: در این مدل‌ها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب پول سنجش می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می‌شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می‌کنند. مثلاً تصمیم‌گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می‌خواهد هزینه‌های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه برنامه‌ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Cooper&Charns ارائه شده است.

ب) مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه: در این مدل‌ها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم‌گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می‌گردد.

¹Multiple Criteria Decision Making

²Multiple Objective Decision Making

³Multiple Attribute Decision Making

۷ انواع مختلفی از مسایل MADM وجود دارند که تمامی آنها در خصوصیات زیر مشترکند :

1. گزینه ها: در این مسایل تعدادی مشخص گزینه باید مورد بررسی قرار گرفته و در مورد آنها اولویت گذاری، انتخاب و یا رتبه بندی صورت می گیرد. تعداد گزینه های مورد نظر می تواند محدود و یا خیلی زیاد باشند. برای مثال، یک تولید کننده اتومبیل ممکن است فقط چند گزینه محدود برای انتخاب محل تولید اتومبیل داشته باشد، ولی یک دانشگاه درجه یک انتخاب دانشجوی خود را از بین هزاران متقاضی می تواند انجام دهد.

2. شاخصهای چند گانه : هر مسئله MADM چندین شاخص دارد که تصمیم گیرنده، باید در مسئله آنها را کاملاً مشخص کند. تعداد شاخصها بستگی به ماهیت مسئله دارد. برای مثال، در یک مسئله خرید اتومبیل اگر قرار به ارزیابی چند اتومبیل باشد شاخص های مختلف قیمت، میزان سوخت مصرفی، نحوه ضمانت و ساخت ممکن است مد نظر باشند. در حالی که در یک مسئله جایابی برای یک طرح کارخانه 100 شاخص و یا بیشتر می توانند مد نظر باشند. واژه شاخص به صورت واژگان دیگری از قبیل اهداف یا معیارها قابل بیان است.

3. واحدهای بی مقیاس: هر شاخص نسبت به شاخص دیگر دارای مقیاس اندازه گیری متفاوت است. لذا جهت معنادار شدن محاسبات و نتایج از طریق روشهای علمی اقدام به بی مقیاس کردن داده ها می شود به گونه ای که اهمیت نسبی داده ها حفظ گردد.

4. وزن شاخصها : تمامی روشهای MADM مستلزم وجود اطلاعاتی هستند که بر اساس اهمیت نسبی هر شاخص به دست آمده باشند. این اطلاعات معمولاً دارای مقیاس ترتیبی یا اصلی هستند. وزنهاى مربوط به شاخصها میتوانند مستقیماً توسط تصمیم گیرنده و یا به وسیله روشهای علمی موجود به معیارها تخصیص داده شود. این وزنها اهمیت نسبی هر شاخص را بیان می کنند.

۷ در حالت کلی مدل های چند هدفه به منظور طراحی و مدل های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می گیرند. تفاوت اصلی مدل های تصمیم گیری چند هدفه با مدل های تصمیم گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم گیری گسسته تعریف می گردند.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد:

تبدیل معیارهای کیفی به کمی

بی مقیاس کردن معیارها

تعیین وزنهاى نسبی معیارها

چگونگی تحلیل

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می باشند:

- یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف
- تصمیم گیرنده‌ها گروهی از تصمیم گیران
- مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی
- مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم
- مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم
- مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذی‌نفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود (fa.wikipedia.org).

مدل های جبرانی

مدل هایی که از شاخص هایی تشکیل شده اند که با یکدیگر در تعامل اند، به این معنی که مقادیر نامطلوب یک شاخص می تواند توسط مقادیر مطلوب شاخص دیگر پوشانده شود. از جمله مدل های جبرانی به موارد زیر می توان اشاره کرد:

AHP⁴

فرایند تحلیل سلسله مراتبی با به کارگیری معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و نیز قابلیت بررسی ناسازگاری در قضاوت ها می تواند در بررسی موضوعاتی همچون برنامه ریزی شهری و منطقه ای، بهینه سازی ترکیب تولید محصولات در یک واحد صنعتی، بودجه بندی دستگاههای دولتی، برنامه ریزی حمل و نقل، برنامه ریزی تخصیص منابع انرژی، اولویت بندی در صنعت برق، اولویت بندی پروژه های تحقیقات انرژی و محیط زیست و... کاربرد مطلوبی داشته باشد. همچنین این روش زمینه ای را برای تحلیل و تبدیل مسایل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی ساده تر فراهم می آورد که در چارچوب آن برنامه ریزی بتواند ارزیابی گزینه ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام داد

Fuzzy AHP

تئوری فازی برای مواجهه با اکثر پدیده های جهان واقع که در آنها عدم قطعیت وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرد و بسیاری از مجموعه ها، اعداد و اتفاق های دنیای واقعی را می توان با منطق فازی توجیه کرد. در Fuzzy AHP با تعمیم مفاهیم فازی در تعیین ماتریس های مقایسه زوجی دخالت داده می شود

⁴Analytic Hierarchy Process

ANP⁵

روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی توان از روش AHP استفاده کرد. ANP شکل کلی تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می دهد و تعاملات و بازخورد های میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می گیرد

SAW⁶

در روش (SAW) سعی به برآورد تابع مطلوبیتی به ازای هر گزینه است تا گزینه ای با بیشترین مطلوبیت انتخاب شود. در این روش فرض بر استقلال ارجحیت و مجزا بودن آثار شاخص ها از یکدیگر است. در این روش با محاسبه اوزان اهمیت شاخص ها می توان به راحتی به ارجحیت گزینه ها دست یافت

LINMAP⁷

این روش به دنبال یافتن گزینه ایست که کمترین فاصله را با ایده آل ترین حالت ممکن داشته باشد. در این روش m گزینه و n شاخص از یک مسئله مفروض به صورت m نقطه برداری در یک فضای n بعدی مورد توجه است که از طریق یافتن فاصله اقلیدسی گزینه ها با بهترین گزینه ارجح ترین گزینه انتخاب می شود

TOPSIS⁸

این روش بر این مفهوم تکیه دارد که بهترین گزینه، گزینه ایست که نزدیکترین فاصله به گزینه ایده آل مثبتیترین فاصله از ایده آل منفی را داشته باشد

VIKOR⁹

در این روش به منظور رتبه بندی و یافتن بهترین گزینه از مفهوم بدیدترین گزینه استفاده می کند و میزان سازش میان فاصله گزینه ها نسبت به بهترین گزینه و به این علت جزء روش های برنامه ریزی سازشی طبقه بندی می شود. این روش در مقایسه با روش تاپسیس، در محاسبه فواصل گزینه ها میزان اهمیت فاصله مطلوب نسبت به بهترین حالت و بدترین حالت را در نظر می گیرد

ELECTRE¹⁰

در این روش به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیررتبه ای استفاده می شود. به طور مثال ممکن است از نظر ریاضی گزینه ای هیچ ارجحیتی به دیگر گزینه نداشته باشد اما تصمیم گیرنده و تحلیلگر بهتر بودن آن گزینه به دیگری را بپذیرد. در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه های غیرموثر حذف می شوند. کلیه مراحل اجرای این روش بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه غیرهماهنگ

⁵Analytic Network Process

⁶Simple Additive Weighted

⁷Linear-programming for Multidimensional Analysis of Preference

⁸Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

⁹Višekriterijumsko KOMPromisno Rangiranje

¹⁰Elimination et Choice in Translating to Reality

پایه ریزی می شوند که به این دلیل این روش معروف به آنالیز هماهنگی هم می باشد

PROMETHEE¹¹

این روش بر دو مفهوم ترجیح و بی تفاوتی استوار است. به این معنی که گزینه A بر گزینه B ترجیح و برتری دارد اگر از نظر توابع ترجیح - که میزان ارجحیت گزینه A بر گزینه B از نظر تصمیم گیرنده را ارائه می دهد- مقدار تابع ترجیح گزینه A بیشتر از تابع ترجیح گزینه B باشد. همینطور گزینه A نسبت به گزینه B بی تفاوت است اگر مقدار تابع ترجیح گزینه A با تابع ترجیح گزینه B برابر باشد

SMART¹²

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کیفی و کمی را برای رتبه بندی گزینه های مورد بررسی استفاده کرد. ابتدا به منظور محاسبه وزن و سطح بندی شاخص ها از نظر هر گزینه، محدوده انتخابی برای هر کدام از شاخص ها تعریف می شود و از طریق فرمول های تعریف شده شاخص ها به تفکیک هر گزینه رتبه بندی می شوند. در مرحله بعدی وزن و اهمیت هر شاخص نسبت به هم سنجیده می شود. در پایان وزن و اولویت نهایی گزینه ها از تلفیق اوزان فوق به دست می آید.

REGIME¹³

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کمی و کیفی را به کار برد. درحالی که نیازی به تبدیل شاخص های کیفی به کمی نباشد، با ساخت ماتریس REGIME که حاصل مقایسات زوجی گزینه ها از نظر تمامی شاخص هاست، شاخص های راهنما را محاسبه می کنیم و از این طریق گزینه ها را رتبه بندی کرد

SIR¹⁴

این روش جزء روش های جدید و به نسبت پیچیده تصمیم گیری چندمعیاره طبقه بندی می شود. در این روش مانند روش PROMETHEE توابع ترجیحی وجود دارند که پس از محاسبه ارجحیت هر کدام از گزینه ها نسبت به شاخص ها و یافتن مقدار توابع ترجیح زوجی گزینه ها از نظر شاخص ها، ماتریس superiority و inferiority را تشکیل داد. در مرحله بعد مانند روش های SAW و TOPSIS ماتریس وزن جریان را تشکیل می دهیم. با محاسبه جریان ها می توان گزینه ها را رتبه بندی کرد

EVAMIX¹⁵

در این روش شاخص ها به دو دسته کیفی (اوردینال) و کمی (کاردینال) تفکیک می شوند و محاسبات مربوط به هر دسته از شاخص ها به صورت مجزا انجام می شود. مقدار غلبه نیز برای ماتریس های تفاضلی محاسبه میشود و در پایان پس از محاسبه امتیاز ارزیابی گزینه ها، گزینه ها رتبه بندی می شوند

مدل های غیر جبرانی

¹¹Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations

¹²Simple Multi Attribute Ranking Technique

¹³

¹⁴Superiority and Inferiority Ranking

¹⁵Evaluation and Mixed criteria

در این مدل تعامل و مبادله میان شاخص ها مجاز نیست یعنی به طور مثال نقطه ضعف موجود در یک شاخص ها توسط مزیت موجود در یک شاخص دیگر جبران نمی شود. مطلوبیت این مدل ها زمانی روشن می شود که تحلیلگر با محدود بودن اطلاعات مواجه و یا دسترسی به تصمیم گیرندگان محدود باشد از جمله روش های غیر جبرانی می توان به روش تسلط، روش حذف، روش لکسیکوگراف، روش رضایت بخش شمول، روش رضایت بخش خاص، روش Max-Min و روش Min-Min اشاره کرد.

مدل هایی که در مرز جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرند :

PERMUTATION¹⁶

در این روش تعداد حالات رتبه بندی گزینه ها (جایگشت ها) مشخص می شود و هر رتبه بندی مورد آزمایش قرار می گیرد و نهایتا مناسب ترین آنها برای رتبه بندی انتخاب می گردد

QUALIFLEX¹⁷

در این روش ابتدا جایگشت های مختلف گزینه ها تشکیل می شود. در مرحله بعدی گزینه ها براساس شاخص ها رتبه بندی می شوند به این ترتیب که اگر گزینه ای در شاخصی از بقیه بهتر است عدد 1 و به همین ترتیب سایر گزینه ها طبقه بندی می شود. مقادیر غالب و غیر غالب از طریق مقایسه جایگشت و رتبه بندی به دست می آیند. براینده مراحل فوق را با داشتن اطلاعات شاخص ها و جایگشت ها در ماتریسی گرد آورده و جمع مقادیر مربوط به هر جایگشت را که مشخص کننده اولویت جایگشت هاست محاسبه می کنیم (Gwo Hshiong Tzeng & Jih-Jeng Huang).

بهبود تطبیقی¹⁸

بهبود تطبیقی ابزاری است متداول و قدرتمند برای خود ارزیابی و خود بهسازی در صنعت و بازرگانی. این تکنیک سازمان را قادر می سازد تا خود را با دیگران مقایسه کند توانایی ها و ضعف های نسبی خود را شناسایی کند و بر این اساس شیوه های کاری خود را بهبود بخشد

Benchmarking مقایسه و الگوبرداری یک سازمان از سازمانهای موفق دیگری باشد و با توجه به رویکرد **Benchmarking** که یک فرآیند اندازه گیری پیوسته می باشد و در مقایسه فرآیندهای تجاری خود با فرآیندهای قابل مقایسه در سازمان پیشرو برای بدست آوردن اطلاعاتی است که به سازمان کمک خواهد که بهبودها را تعیین و آنها را انجام دهد

سازمانها برای تعیین، پیاده سازی و بهبود چشم انداز، استراتژیها و ماموریتها از رویکرد استفاده نموده و در جهت تعالی سازمانی نسبت به ارتقاء فرآیندها، عملکردها، **Benchmarking** محصولات و سایر فعالیتها در مقایسه با سازمانهای موفق اقدام می نمایند.

¹⁶ جایگشت

¹⁷ Qualitative Flexible assessment

¹⁸ Benchmarking

شناسایی، انتخاب و معرفی شرکت های برتر، تعریف و گسترش مفاهیم و روش های تعالی سازمانی به عنوان رویکردی اثربخش در بهبود رقابت پذیری ملی و رشد سازمان های آن کشورها بوده است. مدل های تعالی سازمانی یا سرآمدی کسب و کار، به عنوان ابزاری قوی برای سنجش عملکرد سازمان ها و مشخص سازی نقاط قوت و ضعف سازمان ها می باشند. با مشخص شدن نقاط ضعف سازمان، طرح ها و پروژه های بهبود سازمان قابل تعریف می باشد. از بین این مدلها، EFQM مدل مناسب تری جهت اجرا در سازمانهای ایرانی می باشد. در واقع برای بهبود بهره وری در ابتدا باید نواقص و کاستی های سیستم را شناخته و در جهت رفع این کاستی ها تلاش کرد. گسترش فرهنگ تعالی سازمانی و علاقه مندی مدیران و کارشناسان عرصه صنعت و خدمات به بهبود مستمر، منجر به افزایش تقاضا برای استقرار سیستم EFQM شده است. سازمان ها برای تعیین نقاط قوت، حوزه های بهبود و مشخص نمودن مسیر تعالی، به طور گسترده از این مدل استفاده می نمایند. (mohsenahmadi.net)

بنچ مارکینگ یا الگو برداری از بهترین ها یا بهبود تطبیقی

بنچ مارک از حوزه نقشه برداری اقتباس شده و منظور از آن، نقطه ی مرجعی است که سایر نقاط و موقعیت های زمین (پستی و بلندی) را با آن مقایسه می کنند. در کل یادگیری بر دو نوع است: مستقیم و غیر مستقیم (یادگیری از دیگران) که بنچ مارکینگ مصداق عینی یادگیری از دیگران است.

تعریف بنچ مارکینگ در مدیریت عبارت است از یک فرآیند پیوسته و سیستماتیک ارزیابی و مقایسه محصولات، خدمات و فرایندهای کاری یک سازمان، با پیشروان همان صنعت و یا سایر صنایع. یا در تعریفی دیگر بنچ مارکینگ عبارتست از جستجو برای یافتن بهترین تجربیات صنعت یا خدمات برای رسیدن به بالاترین سطح عملکرد.

۷ بنچمارکینگ کمی

شامل استفاده از استانداردهای اندازه گیری برای مقایسه کمی عملکرد با شرکتها و سازمانهای الگو در زمینه هزینه، کیفیت و زمان می باشد.

۷ بنچمارکینگ کیفی

در جستجوی مقایسه روشهای عملیات جاری (نه نتایج آن) با روشهای بکار گرفته شده توسط شرکتها و سازمانهای الگو است.

تاریخچه بنچ مارکینگ

در دهه 1950 ژاپنی ها این تکنیک را در مقیاسی وسیع و سازماندهی شده مورد استفاده قرار دادند. آنها از طریق بازدید صدها شرکت و کارخانه در سراسر جهان و بخصوص ایالات متحده آمریکا و اروپا در الگو برداری از ایشان تلاش نمودند. اما تولد بنچ مارکینگ به معنی امروزی آن به سال 1979 باز می گردد، زمانی که شرکت زیراکس آمریکا به سبب کاهش سهم خود از بازار و عرضه محصولات مشابه با قیمت ارزانتر توسط رقبای ژاپنی مجبور شد در رقابت با شرکت های رقیب خود از این تکنیک استفاده کند.

ضرورت بنچ مارکینگ

برای توجیه استفاده از بنچ مارکینگ دلایل زیادی وجود دارد که مهمترین آنها بازار رقابتی شدیدی است که ایجاب می کند برای حفظ وضع موجود و تعالی سازمان از این روش استفاده کرد. همچنین مدیران سازمان ها می توانند از این روش در رویارویی با شرایطی که تا به حال با آن مواجه نشده اند و نیز باقی ماندن در سطح اول بازار جهانی استفاده کنند. برخی از دلایلهکسازمانها به بنچمارکینگ رو می آورند، عبارتند از:

- برآوردن نیازها و انتظارات مشتری
 - یافتن روش ها و اقدامات مورد نیاز برای دسترسی به اهداف سازمان
 - دستیابی به عملکرد بهتر
 - پیاده سازی بهترین اقدامات
 - توسعه اهداف و برنامه های استراتژیک شرکت
 - ترویج تفکر خلاق
 - سنجش رقبا
 - تسریع در بهبود فرایندها
 - شناخت تکنولوژی های نوین
- انواع بنچ مارکینگ

این روش را می توان بر مبنای چیزی که مقایسه می شود و نیز چیزی که مقایسه در قبال آن صورت می گیرد تعریف نمود.

1- بر مبنای چیزی که مقایسه میشود

الف- بنچ مارکینگ عملکرد یا خروجی : مقایسه ای از اندازه گیری های عملکردی (اغلب مالی و عملیاتی) با این هدف که مشخص گردد شرکت خودی در مقایسه با بقیه شرکت ها (بهترین ها) تا چه حد خوب عمل می کند.

ب- بنچ مارکینگ فرآیند : مقایسه روش ها و شیوه های اجرایی (فرایندها، مراحل تولید محصول یا ارائه خدمات و یا فرآیند های پشتیبانی) به منظور یادگیری از بهترین مورد برای بهبود فرآیندهای شرکت خودی می باشد.

ج- بنچ مارکینگ راهبردی : بروی برنامه ریزی کلان و بلند مدت سازمان ها تمرکز دارد و به منظور شناخت بهترین ها در کلاس جهانی، تعیین شکاف های موجود تا سطح رقبا و بهترین ها، طرح ریزی و توسعه استراتژی های مربوطه و آگاهی از وضعیت توسعه بازارها صورت می گیرد.

2- بر مبنای چیزی که مقایسه در قبال آن صورت می گیرد

الف: بنچ مارکینگ داخلی : مقایسه فرآیند های تجاری بین قسمت ها، واحدها و شرکت های تابعه درون همان شرکت یا سازمان است.

ب- **بنچ مارکینگ رقابتی** : مقایسه مستقیم از عملکرد یا نتایج سازمان خودی در مقابل بهترین رقیب واقعی (رقیبی که همان محصول یا خدمت را تولید و ارائه می نماید) است.

ج- **بنچ مارکینگ کارکردی یا صنعتی** : مقایسه فرآیندها یا کارکردها با شرکت های غیر رقیب در همان صنعت یا حوزه تکنولوژیکی است. به علت عدم وجود رقابت مستقیم، شرکای بنچ مارکینگ کارکردی بیشتر تمایل دارند یکدیگر را یاری کرده و تبادل اطلاعات نمایند.

د- **در بنچ مارکینگ ژنریک** : مقایسه فرآیندهای خودی با بهترین فرآیند نزدیک به آن ، صرف نظر از نوع صنعت و یا خدمات است. در ترکیب انواع بنچ مارکینگ ، عملکرد رقابتی، راهبردی رقابتی ، فرآیند کارکردی و فرآیند ژنریک بیشترین فایده را برای بررسی دارند. نمودار زیر بیان کننده ترکیب مختلف انواع بنچمارکینگ و روش انجام آن با توجه به میزان سوددهی و بهبود عملکرد است:

از چه طریق چگونه	داخلی	رقابتی	عملیاتی	عمومی
عملکردی	□	△	□	○
فرآیندی	□	○	△	△
استراتژیک	○	△	○	○

○ : کم □ : متوسط △ : زیاد

مراحل و فرایند انجام کار در بنچ مارکینگ:

1- طرح : مرحله طرحریزی از همه مراحل مهم تر است زیرا طرحریزی کامل ، پایه و اساس یک بنچ مارکینگ موثر را

می سازد ، اقدامات لازم در این مرحله عبارتند از:

- انتخاب فرآیندی که بر اساس استراتژی شرکت باید بنچ مارک شود.
- تشکیل تیم بنچ مارکینگ.
- درک و مستندسازی فرآیندی که بنچ مارکینگ می شود.
- ایجاد معیارهای اندازه گیری عملکرد فرایند (کیفیت ، زمان ، هزینه)

۲- جستجو : وظیفه اولیه در این مرحله ، یافتن شرکای مناسب برای بنچ مارکینگ است ، که شامل فعالیتهای زیر است :

- طراحی فهرستی از معیارهایی که یک شرکت بنچ مارکینگ مطلوب باید داشته باشد.
 - جستجوی شرکای بنچ مارکینگ مستعد و بالقوه.
 - مقایسه نامزدها و انتخاب بهترین شریک مناسب بنچ مارکینگ.
 - برقراری تماس با شریک انتخابی و به دست آوردن پذیرش برای شریک شدن در بررسی بنچ مارکینگ.
- 3- مشاهده : هدف از این مرحله ، بررسی شرکای منتخب بنچ مارکینگ برای شناخت فرایندهای آنها می باشد ، اقدامات لازم در این مرحله عبارتند از :

- تشخیص نیازهای اطلاعاتی.
 - انتخاب روش یا وسیله برای جمع آوری اطلاعات و داده ها.
 - مشاهده و بسط.
- 4- تجزیه و تحلیل: هدف اصلی این مرحله ، آشکارسازی فاصله های سطوح عملکرد ، بین خود و فرایند شرکا ، و علت ریشه ای برای این فاصله ها و عوامل موثر در این امر باشد ، روش انجام کار بدین صورت است :

- مرتب سازی و جمع آوری داده ها و اطلاعات.
 - کنترل کیفیت اطلاعات و داده ها.
 - نرمال سازی داده ها.
 - تشخیص فاصله و شکاف در عملکرد.
 - تشخیص علل فاصله عملکرد.
- 5- تطبیق: منظور اصلی بنچ مارکینگ ، ایجاد تغییر و بهبود است ، روش انجام کار عبارت است از :

- اطلاع دادن یافته های مرحله تحلیل و فراهم کردن زمینه پذیرش آنها
- ایجاد اهداف عملیاتی برای بهبودها.
- طراحی یک برنامه اجرا برای بهبودها.
- اجرای برنامه بهبود.
- نمایش پیشرفت کار.
- اتمام بررسی با یک گزارش نهایی و بررسی از طریق بازخورد.

مدل های اجرایی بنچ مارکینگ

مدل های مختلفی جهت انجام بنچ مارکینگ وجود دارد که همگی از چرخه بهبود مستمر الگو برداری شده اند. از جمله این

روش ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

فرآیند 12 مرحله ای AT&T

مدل 11 مرحله ای Spondolini

مدلهای 10 مرحله ای Xerox-camp, Texas instrument و نیروی دریایی آمریکا

روش 9 مرحله ای Coopers & Lybrand

مدل 8 مرحله ای GM

مدل 7 مرحله ای Westinghouse

مدلهای 6 مرحله ای Watson, Aloca, Goal/QPC

مدل 4 مرحله ای AQPC و نیروی هوایی آمریکا

به دلیل کاربرد بیشتر مدل Xerox-Camp شرح این مدل به اختصار آمده است:

فاز اول- طرح ریزی : شامل 1- تعیین موضوع مورد نظر برای بنچ مارکینگ ، 2- تعیین شرکای بنچ مارکینگ یا شرکت

های مقایسه شونده ، 3- تعیین روش و جمع آوری داده ها

فاز دوم- تجزیه و تحلیل : شامل 4- تعیین شکاف های رقابتی موجود ، 5- تعیین سطوح عملکرد برای آینده

فاز سوم- تطبیق : شامل 6- تعیین اهداف عملکردی ، 7- تدوین برنامه های عملکردی و اجرایی

فاز چهارم- اجرا : شامل 8- اجرای اقدامات برنامه ریزی شده ، 9- مشاهده نتایج و گزارشات پیشرفت ، 10- سنجش

مجدد

فاز پنجم- بلوغ : شامل کسب موقعیت رهبری، عین شدن کامل فرآیند در کارها و رفتارهای کاری

فواید بنچ مارکینگ

- ارایه راه حل های نو و تازه برای حل مسایل سازمان
- افزایش آگاهی عمومی کارکنان از وضعیت عملکرد سازمان و تعیین نقاط قوت و ضعف سازمان در مقابل رقبا
- کمک به توسعه راهبردهای کلان و بلند مدت سازمان و ایجاد روند توسعه همگن و منظم بین ارکان سازمان
- ایجاد و افزایش رضایت شغلی کارکنان با شرکت آنها در رقابتی هدف دار و بالا رفتن سطح پیشرفت و عملکرد آنها
- ایجاد آگاهی پیوسته از نیازها و سطح رضایت مشتری و کاهش زمان سیکل اعمال تغییرات در سازمان
- بهبود در عملکرد فرآیند
- کمک به انجام سریع تر سیستم مدیریت فراگیر
- کاهش در نوسان های فرآیند
- جلب انتظارات و خشنودی مشتریان
- کاهش در هزینه های کیفیت

معایب روش بنچ مارکینگ

1. امتناع از دادن اطلاعات به رقبا از سوی سازمانهای پیشرو

2. عدم استفاده از پنج مارکینگ به دلیل خودبینی و غرور

3. نداشتن صبر و حوصله در مراحل مختلف پنج مارکینگ به خصوص مراحل اولیه طرح ریزی

نکات کلیدی پنج مارکینگ

- پنج مارکینگ را نباید یک اقدام موقتی محسوب کرد یعنی باید پیوسته و مستمر باشد زیرا همیشه زمینه های نو برای پنج مارک کردن وجود دارد.
- پنج مارکینگ هم تجزیه تحلیل کمی و هم کیفی را در بر دارد.
- چون پنج مارکینگ ابزاری کاملاً خلاقانه است نیازمند بکارگیری خلاقیت فردی و گروهی کارکنان و پشتیبانی صریح و معتمدانه مدیریت عالی است.
- همچنین در اجرا کردن پنج مارکینگ موانعی چون مقاومت کارکنان در برابر تغییرات، عدم اطمینان از صحت اطلاعات جمع آوری شده، نیاز به آگاهی کامل از وضعیت موجود محصولات و فرآیندهای سازمان و هزینه های زیاد پروژهای پنج مارکینگ وجود دارد (اندرسن - بی و پیترسون - پی)

کاربرد MCDM در پنج مارکینگ

روشهایی مانند DEA¹⁹ به تنهایی راهبرد واضح و مشخصی در پنج مارکینگ به عنوان انتخاب فرایندی که میخواهیم بهبود ببخشیم، ندارند. اما با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره در پنج مارکینگ مدیران شرکت ها را قادر میسازد تا واحدهای سرویس مناسب را در یک سطح ثابت و فرایندهای مناسب را در یک سطح ثابت سرویس نگه دارند. همچنین این تکنیک به مدیران این امکان را میدهد که اولین فرایندی را که میخواهند بهبود ببخشند و همچنین فرایندی که به عنوان مرجع باید انتخاب شود را پیدا کنند. همچنین برای انتخاب بهترین رقیب برای انجام پنج مارکینگ هم میتوان از تکنیک های تصمیم گیری در پنج مارکینگ استفاده کرد. به عنوان نتیجه، این رویکرد بسیار سودمند برای عملیاتی مردن و مدیریت کردن فرایندهای یک شرکت است.

منابع

1. Multiple Attribute Decision Making, Gwo Hshiong Tzeng & Jih-Jeng Huang

2. راهنمای کاربرد روش بهبود تطبیقی (پنج مارکینگ) - اندرسن - بی. پیترسون - پی.

¹⁹ Data Envelopment Analysis

MCDM و زنجیره تامین

تهیه کننده: بهناز امانی

تصمیم گیری چند معیاره:

تصمیم گیری چند معیاره را می توان مجموعه ای از روش ها و رویه هایی تعریف نمود که سعی دارند بر روی چندین شاخص یا معیار اغلب ناسازگار، تحلیلی مناسب جهت انتخاب یک گزینه انجام دهند. تصمیم گیری چند معیاره اساساً شامل دو شاخه بهینه سازی چند معیاره و تحلیل تصمیم چند معیاره است. در حالی که تمرکز تصمیم چند معیاره بر مسائل چند معیاره ای با تعداد کمی گزینه و تحت شرایط عدم اطمینان است، بهینه سازی چند معیاره مسائلی را پوشش می دهد که در یک ساختار برنامه نویسی ریاضی قابل حل بوده و تعداد اهداف آنها بیش از یکی است. از دهه 60 این مبحث علمی آغاز شده و همچنان در حال تولید علم است و تعداد زیادی تئوری و الگوریتم در مقاله ها و کتاب های گوناگون ارائه شده است. [9] درک سهم خاص این بحث در توسعه مسئله پژوهش عملیاتی و به ویژه حوزه تصمیم گیری دارای اهمیت فراوانی است. در بحث تحلیل تصمیم چند معیاره این مسئله مطرح است که مقایسه بین کنش های بالقوه باید جامع و فراگیر بوده و همه معیارها را در نظر بگیرد. به همین منظور روش های مختلفی برای دسترسی به این هدف پیشنهاد شده اند. از اولین نظریه های اواخر قرن 91 میلادی که توسط پارتو پیشنهاد و توسعه یافت تا امروز، بسیاری از سیستم های پشتیبانی تصمیم از ترکیب روش های مختلفه منظور مواجهه با اهداف متناقض استفاده می کنند. موضوعی که بهینه سازی چند معیاره مطرح می کند انتخاب تصمیمی مناسب از بین تعدادی گزینه با در نظر داشتن چندین معیار و یا تابع هدف است. لذا این مطلبکه مبدأ و خاستگاه این بحث تئوری اقتصاد بوده، تعجب آور نیست. اولین تلاش ها به اواخر قرن 91 و زمانی باز می گردد که تئوری مطلوبیت و رفاه اقتصادی برای اولین بار مطرح گردید [13].

ادرس توابع مطلوبیت و منحنی های بی تفاوتی را که توسط پارتو به منظور تعریف تعادل اقتصادی مورد استفاده قرار گرفت، معرفی نمود [12]. امروزه به این نقطه تعادل در اصطلاح بهینه محلی پارتو گفته میشود. از آن زمان تئوری مطلوبیت به عنوان شاخه ای از علم اقتصاد مطالعه و توسعه یافت. از دیدگاه ریاضی، بهینه سازی چند معیاره یا همان بهینه سازی برداری بر تعیین عناصر حد اکثر کننده (یا حداقل کننده) از مجموعه های رتبه های تمرکز دارد. به همین جهت شاید به نوعی بتوان زادگاه بهینه سازی چند معیاره را در کارهای کانتوردنبال کرد [14].

با این وجود شاخه بهینه سازی چند معیاره بسیار جوان و نوین است. یک دهه پس از تعریف مسئله بزرگترین بردار جنبه های الگوریتم یان برای اولین بار توسط چارلز و کوپر مطرح گردید. سپس اصول برنامه ریزی هدف در این زمینه مطرح شد که امروزه آنرا شاخه ای مجزا از پژوهش عملیاتی به شمار می آورند. در سال 1901 مفهوم رتبه بندی و روش تصمیم گیری چند معیاره گسسته الکره به طور جامع مطرح شد. در اوایل دهه 76 مطالعاتی برای طرح روشهای ترسیمی به منظور حل مسائل چند معیاره و چند هدفه صورت گرفت. با توجه به محدودیت ابعاد در نمایش

گزینه ها، مشکل اصلی نحوه ساخت یک فضای دوبعدی و یاسه بعدی برای نمایش داده هایی بود که در آن تعداد معیارها از دو یاسه تجاوز میکنند. در سال 1972 دوروش منحنی های اندرو و صورتکهای چرنوف برای نمایش داده های چند معیاره مطرح شدند. [8]

(اصغرپور، محمد جواد 1387) تصمیم گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه حل های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه حل ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می نماید. در اکثر موارد تصمیم گیری ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم گیرنده است که تصمیم گیری بر اساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم گیری چند معیاره که در دهه های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می شود. [9]

واژه تصمیم گیری چند معیاره و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره به جای یکدیگر بکار می روند، مسایل مبتنی بر $MCDM^1$ معمولاً در رابطه با مجموعه ای از گزینه ها بکار گرفته می شود که بر پایه معیار های متعرض و ناسازگاری ارزیابی شده باشند [3].

(روی، 1972) $MCDA^2$ را بعنوان حامی تصمیم گیری و ابزار محاسباتی تعریف میکند که به منظور راهنمایی تصمیم گیرنده به سوی یک انتخاب معقول، امکان مقایسه گزینه ها و یا سناریو ها را مطابق با معیار های مختلف و اغلب نامتناقض فراهم می کند [3].

MCDM چیست؟

(اصغرپور و همکاران 1387) مدل های تصمیم گیری چند معیاره $MCDM$ به دو دسته ی عمده مدل های تصمیم گیری چند هدفه $MODM$ و مدل های تصمیم گیری چند شاخصه $MADM$ تقسیم می شود. در حالت کلی مدل های چند هدفه به منظور طراحی و مدل های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می گیرند. تفاوت اصلی مدل های تصمیم گیری چند هدفه با مدل های تصمیم گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم گیری گسسته تعریف می گردند. [9]

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد:

الف - تبدیل معیارهای کیفی به کمی

ب - بی مقیاس کردن معیارها

ج - تعیین وزنهای نسبی معیارها

چگونگی تحلیل:

¹Multi Criteria Decision Making

²Multi Criteria Decision Analysis

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل 6 مولفه می باشند:

1. یک هدف یا مجموعه ای از اهداف
 2. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران
 3. مجموعه ای از معیارهای ارزیابی
 4. مجموعه ای از گزینه های تصمیم
 5. مجموعه ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم
 6. مجموعه ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار
- عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه ای از سطرها و ستون هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه ای از گزینه ها و معیارهای ارزیابی بیان می کند. [10]
- مسائل تصمیم گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه های ذینفع نیز گفته می شود. تصمیم گیرنده می تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت های منحصر به فرد خود مشخص می شوند. که اولویت ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه های تصمیم می باشند. همچنین اولویت ها می توانند بصورت وزن های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می توان بهترین گزینه را انتخاب نمود. [2]

زنجیره تامین:

در اوایل دهه 1960 اولین کتابی به نوشته هند فیلد در زمینه مدیریت زنجیره تامین نوشته شد و کارشناسان مطالعه در مورد رابطه داخلی بین انبارش و حمل و نقل را آغاز کردند. حاصل این مطالعات، مدیریت توزیع بود که انبار و حمل و نقل را یکپارچه نموده و باعث کاهش موجودی ها از طریق ایجاد حمل و نقل سریع تر و مطمئن تر گردید. از نتایج دیگر این تغییر، کاهش هم زمان برآورده شدن سفارش، کاهش دوره های پیش بینی و افزایش دقت پیش بینی ها بود. در این مرحله، ارتباط اطلاعاتی بین سطوح مختلف در انبارش (کارخانه، توزیع کننده منطقه ای، توزیع کننده محلی) نیز بهبود یافت. [5]

در این مقطع زمانی خاص، مدیریت زنجیره تامین را نوعی مدیریت لجستیک گسترده تر و وسیع تر می دانستند و به همین دلیل، در سال 1962 شورای ملی مدیریت توزیع فیزیکی (NCPDM) مدیریت توزیع فیزیکی را به شرح زیر تعریف می کند:

« اصطلاحی که در تولید و تجارت به کار می رود و به توصیف محدوده وسیعی از اقدامات و فعالیت های اساسی می پردازد که از انتهای خط تولید کالاهای ساخته شده تا مصرف کننده را در بر میگیرند و در بعضی موارد فعالیت ها و اقداماتی که مربوط به تامین مواد خام تا شروع خط تولید می باشند را نیز شامل می شود» [6]

پس از بی نظمی هایی که در اواخر دهه 1970 و اوایل 1980 در حمل و نقل صورت گرفت، ضرورت هماهنگ کردن اقدامات داخلی و خارجی سیستم تولید به وجود آمد که قبلاً به آن ها توجهی نمی شد و به همین دلیل NCPDM تعریف خود را اصلاح نمود و تاکید بیشتری بر ادغام و یکپارچه سازی عالیت های مختلف اعمال نمود که تعریف زیر کاملاً مشخص است :

«مدیریت تولید فیزیکی، اصطلاحی است در فرایند موجودی کالاها ساختن شده، ادغام و یکپارچه سازی دو یا چند فعالیت را به منظور طرح ریزی، اجرا و کنترل موثر جریان مواد خام، از نقطه شروع تا نقطه مصرف در بر میگیرد» [6] در تعریف بالا تاکید بر ادغام سازی و یکپارچه سازی فعالیت های درونی و بیرونی باعث شد حرکت به سوی SCM صورت بگیرد. که در تعریف نهایی زیر به طوری چشمگیری خود را نشان میدهد.

«زنجیره تامین به کلیه فعالیت هایی اطلاق میشود که مرتبط با جریان محصول و خدمات و همچنین تبدیل آنها از منبع مواد خام تا مصرف کننده نهایی می شوند که شامل اطلاعات ملازم جریان تولید را نیز در بر میگیرد و مدیریت به یکپارچه سازی و ادغام چنین فعالیت هایی چه در داخل و چه در خارج شرکت اطلاق می گردد» [7] کوپر، لمبرت و پاگ نیز با تعریف بالا موافقت از نظر آنان SCM عبارت است از : « هماهنگی فعالیت ها و فرایند های زنجیره تامین چه در درون و چه در بیرون سازمان ها به گونه ای که فراتر از لجستیک است » [8]

SCM و MCDM:

در بین سال های 1960 تا 1970 شرکت ها مجبور شدند تا جزئیات استراتژی های بازار خود را که بر ایجاد، تسخیر و حفظ مشتری متمرکز بود بهبود بخشند. آنها همچنین باید در مدیریت شبکه تمام شرکت های پیش از خود که ورودی را تهیه می کنند (به صورت مستقیم و غیر مستقیم) و شبکه های شرکت های بعد از خود که کار تحویل و خدمات پس از فروش را انجام میدهند، مشارکت کنند. از این رو مفهوم زنجیره تامین پدیدار شد. [4] اولین مقالاتی که در خصوص مساله انتخاب تامین کننده، منتشر شد به اوایل دهه 1960 بر میگردد. این جمله در سال 1998 قدسی پور و س. او برین سیستم پشتیبانی تصمیم گیری برای انتخاب تامین کننده با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی خطی ارائه کرده اند [11].

در سال 2004 ف.ت.س.چان و چ.ک.چان مدلی را برای انتخاب تامین کننده ایجاد کرده و کاربرد آن را در صنایع تکنولوژیکی پیشرفته را مورد بررسی قرار داده اند. آن ها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و اصول سیستم مدیریت کیفیت در ساختن مدل انتخاب تامین کننده استفاده کرده اند. از آنجا که کلیه معیارهای مساله انتخاب تامین کننده نمیباشد تنها تعداد کیم یفرموله سازی بهینه به کار گرفته شده است [1]

حاتمی مارینی و همکاران در مقاله خود برای تعیین نرخ ها و وزن ها از ارش های گفتاری استفاده شده است. نرخ های گفتاری می تواند بصورت اعداد فازی مثلثی یا دوزنقه ای بیان گردند. سپس تصمیم گیری چند معیاره گروهی بر اساس مفهوم مجموعه های فازی بیان شده است تا تیم تصمیم گیری در محیطی از معیار های مبهم و گنگ، توانایی انتخاب تامین کنندگان مناسب را در سیستم زنجیره تامین بدست آورد. بر اساس مفاهیم اولیه الکره، ترجیحات توسط

مقیاسات دودویی در محیط فازی مدل گشته و در ادامه، با توجه به گراف تصمیم گیری، تعیین می‌شود که کدام یک از تامین کنندگان مرجع غیر قابل مقایسه یا بی تفاوت می‌باشد و در نهایت یک مثال محاسباتی ارائه شده است. [15]

سلیمانی شیری در مقاله خود به ارائه یک مدل تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین تامین کنندگان در زنجیره تامین با تلفیق فرایند سلسله مراتبی مراتبی و برنامه ریزی آرمانی پرداخته با مطالعه موردی صنایع خودروسازی در این تحقیق به بررسی روند پژوهشی این مقاله می‌پردازیم.

در این مقاله اشاره شده است که انتخاب تامین کننده گام ضروری در طراحی زنجیره تامین می‌باشد. معمولاً این مساله شامل چندین معیار شده و یافتن راه حل بهینه آن دشوار می‌باشد. تکنیک‌های معمول در این زمینه با معیارهای کمی سر و کار داشته و این در حالی است که معیارهای کیفی فراوانی در زنجیره تامین وجود دارد. بنابراین، به تکنیکی نیاز است که هم معیارهای کمی و هم معیارهای کیفی را در بر گیرد. شورای زنجیره تامین چارچوب توصیفی را به نام مدل مرجع عملیاتی زنجیره تامین تشکیل داده اند. این مدل یک مدل استاندارد مرجع عملیاتی زنجیره تامین می‌باشد که در کلیه صنایع کاربرد دارد. مدل مرجع عملیاتی زنجیره تامین شرکت‌ها را قادر به اندازه گیری عملکرد و شناسایی اهداف بهبود عملکرد می‌سازد. مدل مرجع عملیاتی زنجیره تامین شامل کلیه معیارهایی که ممکن است در زنجیره تامین وجود داشته باشد می‌گردد. مدل مرجع عملیاتی زنجیره تامین همچنین فرمول‌های مربوط به معیارها، مرجعی از بهترین عملکرد معیارها و تکنولوژی که در دستیابی به عملکردهای بهینه کمک می‌کند را شامل می‌شود. عبارتند از:

1- تحویل دهی به موقع

2- انعطاف پذیری

3- هزینه

4- دارایی‌ها

این معیارها ارزیابی به عنوان معیار ارزیابی به عنوان معیارهای استاندارد به منظور ارزیابی عملکرد شرکت به کار می‌روند. باید توجه کرد که روش مورد استفاده روشی عمومی بوده و به معیارهای استفاده شده وابسته نمی‌باشد. به عبارت دیگر از همین روش می‌توان برای شرکتی که از معیارهای دیگری استفاده می‌کند بهره برد. متدولوژی حل مساله که هم معیارهای کمی و هم معیارهای کیفی را مورد ملاحظه قرار می‌دهد مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی می‌باشد. در اینجا از رویکرد تجزیه - ترکیب برای حل مساله انتخاب تامین کننده استفاده می‌شود. مدلی که در اینجا ارائه شده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی که مقایسه‌های زوجی برای توازن عوامل کمی و کیفی و محاسبه رتبه بندی تامین کنندگان استفاده می‌کند بهره می‌برد. با استفاده از این رتبه بندی‌ها به عنوان ضرایب تابع هدف در برنامه ریزی آرمانی مدل مربوطه قادر به تخصیص مقادیر سفارش بین تامین کنندگان مطلوب خواهد بود، به طوری که سازمان تولید کننده یا مشتری‌ها مطلوب‌ترین و حداقل تعداد تامین کنندگان را برای دستیابی به کارایی حداکثر انتخاب کنند. گام‌های این الگوریتم که مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی می‌باشد، در صورتی که تعدادی محدودیت مانند ظرفیت تامین کننده، تعداد تامین کنندگان مورد نیاز و غیره وجود داشته باشد، باید از وزن نهایی تامین کنندگان به عنوان ضرایب تابع هدف در مدل برنامه ریزی آرمانی استفاده نمود تا مقادیر سفارش به تامین کنندگان

انتخاب شده تعیین شود. چگونه میتوان با وارد ساختن معیارهای چندگانه (به عنوان مثال معیارهای عملکردی مدل مرجع عملیاتی زنجیره تامین در روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی از اطلاعات موجود به شکل منعطف و جامعی برای تصمیم گیری در خصوص انتخاب تامین کننده استفاده نمود. همچنین نشان داده شد که چگونه میتوان از وزنهای فرایند تحلیل سلسله مراتبی در مدل برنامه ریزی آرمانی استفاده کرد تا محدودیتهای ظرفیت را در فرایند انتخاب تامین کننده شامل ساخت. این روش که حاصل تلفیق فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی میباشد، میتواند بهترین تامین کنندگان که محدودیت ظرفیت تولید را برآورده میسازند انتخاب کند [10].

منابع:

- 1-Chan F. T. S and H. K Chan. Development of the supplier selection model—A case study in the advanced technology industry. 2004.
- 2-Patrick Bech. Supply Chain Differentiation – A Multiple Criteria Decision Support Methodology. 2013 Milan Zeleny. Multiple Criteria Decision Making. 19753-
- 4-Huan_jyh shyur. A hybrid Model For Strategic Vendor Selection, 2005
- 5-M.T Melo. Facility Location and Supply Chain Management _ A Review. European Journal of Operational Research.
- 6-Handfield, R.B. Introduction to Supply Chain Management. 1999.
- 7-Tsay, A.A., Nahmias, S. A review Quantitative Models For Supply Chain Management 1999.
- 8-cooper, M & et al. Supply chain Management: More than A New Name For Logistics. The International Journal Of Logistics Management. 1997.
- 9- اصغرپور، م. تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران
- 10- سلیمانی، غ. ارائه یک مدل تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین تامین کنندگان در زنجیره تامین با تلفیق فرایند سلسله مراتبی و برنامه ریزی فرایند آرمانی، فصلنامه مدیریت سال ششم ش 15 پاییز 1388.
- 11- قدسی پور، ح. فرایند سلسله مراتبی AHP، نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، 1384.
- 12- امیری، م. رحیمی، م. تابعی، ح. روشی جدید برای حل مسایل تصمیم گیری چند معیاره. فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال نهم شماره 24 بهار 91 ص 45-65.
- 13- بلوری، م. مدیریت زنجیره تامین SCM. فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، سال اول، شماره 1. پاییز 1383.
- 14- سعیدی کیا، ع. مظفری فرد، ج. مدیریت زنجیره تامین. مجله مهندسی صنایع در ایران. سال دهم. شماره 61.
- 15- حاتمی مارینی، ع. ساعتی، م. تصمیم گیری چند معیاره در انتخاب تامین کنندگان در مدیریت زنجیره تامین با توجه به رویکرد الکترون. 1386.

MCDM در تعیین احتیاجات نت

تهیه کننده: ایل گلدی عزیزی

1. تصمیم گیری با معیارهای چندگانه

1.1 اهمیت تصمیم گیری

تصمیم گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه حل های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه حل ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می باشد. کیفیت مدیریت اساسا تابع کیفیت تصمیم گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می نماید. در اکثر موارد تصمیم گیری ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم گیرنده است که تصمیم گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم گیری چند معیاره که در دهه های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می شود. [1]

2.1 MCDM چیست؟

مدلهای تصمیم گیری چند معیاره MCDM به دو دسته عمده مدل های تصمیم گیری چند هدفه MODM و مدل های تصمیم گیری چند شاخصه MADM تقسیم می شود. در حالت کلی مدل های چند هدفه به منظور طراحی و مدل های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می گیرند. تفاوت اصلی مدل های تصمیم گیری چند هدفه با مدل های تصمیم گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم گیری گسسته تعریف می گردند [1]

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد:

الف - تبدیل معیارهای کیفی به کمی

ب - بی مقیاس کردن معیارها

ج - تعیین وزنهای نسبی معیارها

3.1 چگونه تحلیل

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. [1] به طور کلی می توان گفت مسائل تصمیم گیری چند معیاره MCDM شامل 6 مولفه می باشند:

1. یک هدف یا مجموعه ای از اهداف

2. تصمیم گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم گیران

3. مجموعه ای از معیارهای ارزیابی

4. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

5. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم

6. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذینفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود. [1]

2. درباره نگهداری و تعمیرات (نت)

1.2 تعریف نگهداری و تعمیرات

مانند تمام مفاهیم موجود در علم و تکنولوژی درگاه ورودی به این حوزه نیز با تعریف نگهداری و تعمیرات آغاز می‌شود و این به جهت وجود تصورات غلط بسیاری است که در این حوزه مطرح می‌شود. [5] متأسفانه این تصورات غلط در ذهن بسیاری از مدیران و حتی کارشناسان و شاغلان در امر نگهداری و تعمیرات نیز وجود دارد. اساساً نگهداری و تعمیرات (به اختصار نت)، تنها حوزه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را شامل نمی‌شود، اگر چه این حوزه یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات است. نگهداری و تعمیرات روغنکاری نیست، اگر چه روغنکاری یکی از فعالیت‌ها و اقدامات مقدماتی در حوزه نگهداری و تعمیرات است. نگهداری و تعمیرات یک اقدام بحرانی و سریع برای تعمیر دستگاه‌ها نیست؛ اگر چه سرعت بالا در اجرای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات یکی از شاخص‌های مهم در این زمینه است. نگهداری و تعمیرات یک هنر است؛ چرا که پیش از وقوع یک مشکل و همچنین در هنگام وقوع آن، توانایی انتخاب رویکردها و فعالیت‌های مختلف وجود دارد. لذا مدیران، سرپرستان و کارشناسان و مسئولان نگهداری و تعمیرات از نقش پررنگ‌تری نسبت به سایر پارامترهای دیگر حتی «ماهیت مشکل ایجاد شده» برخوردار خواهند بود. [5]

نگهداری و تعمیرات نقش مهمی در حفظ قابلیت اطمینان، در دسترس بودن، کیفیت تولیدات، کاهش ریسک، افزایش بازدهی، امنیت تجهیزات و ... بر عهده دارد. کارایی مناسب یک سیستم نگهداری و تعمیرات مربوط به تبیین فعالیت‌های اجزای داخل آن سیستم و تعامل آن با دیگر واحدهای سازمانی می‌باشد. [4]

2.2 لزوم پیاده سازی سیستم‌های نگهداری و تعمیرات

هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، در مجموع، بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولید را در بر می‌گیرد. با توجه به نوع صنعت مورد بررسی، این هزینه چیزی حدود ۱۵ تا ۶۰ درصد هزینه محصول تولید شده را در بر می‌گیرد. تحقیقات نشان داده‌است که حدود ۳۳ سنت از هر دلار که برای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات هزینه می‌شود، مربوط به فعالیت‌های غیر ضروری در حوزه نگهداری و تعمیرات می‌باشد این در حالی است که صنایع آمریکا سالانه حدود ۲۰۰ میلیارد دلار برای نگهداری و تعمیرات تجهیزات خود هزینه می‌نمایند. این بدان معنی است که مدیریت صحیح فرآیند نگهداری و تعمیرات، سالانه، ۶۰ میلیارد دلار صرفه جویی در این حوزه را به همراه خواهد داشت. [6] ژاپنی‌ها با درک اهمیت ویژه‌ای که در مدیریت فرآیند نگهداری و تعمیرات در سیستم‌های تولیدی احساس می‌کردند، اقدام به طراحی سیستم‌های مختلف نگهداری و تعمیرات، از جمله TPM نمودند و آن را به عنوان یکی از زیر سیستم‌های سه گانه تولید ناب به جهان معرفی نمودند. [7]

3.2 استراتژی نگهداری و تعمیرات و انواع آن:

عبارت استراتژی نگهداری و تعمیرات معمولاً به عنوان مجموعه خط مشی‌ها و مفاهیم نگهداری و تعمیرات تفسیر شده‌است اما از دیدگاه کلان تر این خط مشی‌های نگهداری و تعمیرات و مفاهیم، یکی از چند مولفه اصلی استراتژی نگهداری و تعمیرات را شکل می‌دهند. سایر مولفه‌های ساختاری در تعریف استراتژی نگهداری و تعمیرات عبارت است از ظرفیت نگهداری و تعمیرات، تجهیزات و تسهیلات نگهداری و تعمیرات، تکنولوژی نگهداری و تعمیرات و یکپارچه سازی افقی. [8] در ادبیات این حوزه، استراتژی نگهداری و تعمیرات، به عنوان یک الگوی منسجم و جدا نشدنی و یکپارچه ساز تصمیم‌ها در عناصر استراتژی‌های متفاوت در تجانس با تولید، شرکت و استراتژی‌های سطح کسب و کار معرفی می‌شود. استراتژی نگهداری و تعمیرات اهداف سازمان را آشکار می‌سازد و طبیعت کارکردهای اقتصادی و غیر اقتصادی را که قصد دارد برای سازمان به شکل یکپارچه انجام دهد، تعریف می‌کند. [9]

بر این اساس و در نتیجه تغییر و تحول در استراتژی‌های کسب و کار و نیز تغییر در پارادایم‌های حاکم در تولید و پاره‌ای عوامل دیگر نظیر پیشرفت جوامع به سمت جامعه اطلاعاتی، استراتژی‌های مختلف نگهداری و تعمیرات به وجود آمده‌اند. برخی از مهم‌ترین این استراتژی‌ها عبارت‌اند از نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه [10] (PM)، نگهداری و تعمیرات پیشگویانه [11] (PM)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط [10] (CBM)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان [12] (RCM)، نگهداری و تعمیرات ناب [13] (Lean maintenance)، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر [14] (TPM)، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر ناب [15] (Lean TPM)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک [16] (RBM)، نگهداری و تعمیرات چابک [17] (Agile Maintenance)، نگهداری و تعمیرات مجازی [18] (Virtual Maintenance).

در ادبیات نگهداری و تعمیرات استراتژی‌های متنوعی مورد بررسی قرار گرفته‌است. دیدگاه‌های مختلفی نیز در مورد این استراتژی‌ها وجود دارد. برای نمونه از دیدگاه (Swanson (2001) [19] استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات به سه گروه تقسیم می‌شود:

1. استراتژی‌های واکنش به خرابی
2. استراتژی‌های خود فعال (پیشگیرانه یا پیشگویانه)

3. استراتژی های تهاجمی - نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر (TPM)

3. استفاده از MCDM در تأمین احتیاجات سیستم نت

همانطور که در بالا ذکر شد استراتژی های متفاوتی برای اعمال سیستم نت وجود دارد که برای ارزیابی و انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات ابتدا باید اهداف موسسات تولیدی را به عنوان معیارهای مقایسه ای تنظیم کرد. مسئله سیاست مناسب «نت» را می توان یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) دانست. تولیدکنندگان مختلف ممکن است دارای اهداف نت متفاوتی باشند که در این میان می توان مواردی از قبیل ایمنی، هزینه، ارزش افزوده و توجیه پذیری را نام برد. [2]

انتخاب استراتژی مناسب برای سیستم نت به ظاهر بیشترین کاربرد MCDM در حوزه نگهداری و تعمیرات است. هر کدام از استراتژی ها یک گزینه را تشکیل می دهند و معیارهایی نیز برای سنجیدن این گزینه ها مشخص می شوند. در ادامه به بررسی اجمالی برخی از استراتژی ها می پردازیم.

4. بررسی استراتژی های مختلف نگهداری و تعمیرات

1.4 "نت" عکس عملی

"نت" عکس عملی را "نت" اصلاحی یا نت مبتنی بر خرابی و یا "نت" از کار افتادگی نیز می نامند. در این روش دستگاه نا زمانی که خراب نشده است، هیچ گونه تعمیراتی در آن صورت نمی پذیرد. [19] هر چند این روش را می توان در مورد ماشین های سبک و کم اهمیت به کار برد، ضعف آن در تضمین کارکرد مداوم و مطمئن کارخانه، واضح است، زیرا خرابی ناگهانی یک دستگاه حساس، می تواند منجر به توقف خط تولید شود و حتی ممکن است به سایر ماشین آلات مرتبط نیز صدماتی وارد کند. این گونه توقف های غافلگیرانه، ممکن است برای یافتن قطعات یدکی و انجام تعمیرات، تا مدت طولانی ادامه یابد که ضررهای سنگینی به همراه دارد. "نت" اصلاحی در واقع همان استراتژی قدیمی "نت" است که هنوز در برخی از صنایع که سود حاشیه ای آنها زیاد است استفاده می شود این روش "نت" بهره برداری تا شکست نیز نامیده می شود. [2]

2.4 "نت" دوره ای

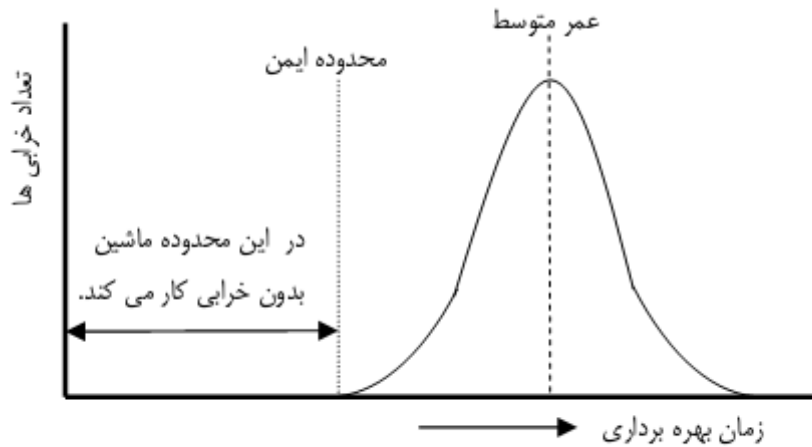
در روش نت دوره ای که به "نت پیشگیرانه" نیز مشهور است، تعمیر و یا تعویض به صورت دوره ای در فواصل زمانی معین انجام می گیرد. به منظور جلوگیری از خرابی ناگهانی ماشین، فاصله زمانی بین تعمیرات کمی کوتاه تر از عمر ماشین انتخاب و برای تخمین عمر از روش های آماری استفاده می شود. عمر ماشین یک متغیر تصادفی در نظر گرفته شده و توزیع تعدد خرابی ماشین بر حسب زمان کارکرد، به شکل یک توزیع نرمال، مانند شکل (1) و فاصله زمانی بین تعمیرات بر اساس این شکل تعیین می شود. اجرای روش PM هر چند از تعداد خرابی های ناگهانی و توقف خارج از برنامه می کاهد، ولی نمی تواند آن را به صفر کاهش دهد. این مسئله در شکل (2) که نرخ $h(t)$ بر حسب زمان که دلالت بر دوره عمر تجهیزات می کند را نشان می دهد. نرخ خطر

مقیاس نرخ لحظه ای شکست است یعنی احتمال شکست مابین زمان t و $t+dt$

که نشان می دهد در آنجا هیچ شکستی تا زمان t وجود ندارد و به صورت فرمول زیر نشان داده می شود:

$$h(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)}$$

در این فرمول $f(t)$ تابع چگالی شکست و $F(t)$ تابع توزیع شکست نام دارند. [2]



شکل ۱- توزیع نرمال خرابی ها در روش پیشگیرانه

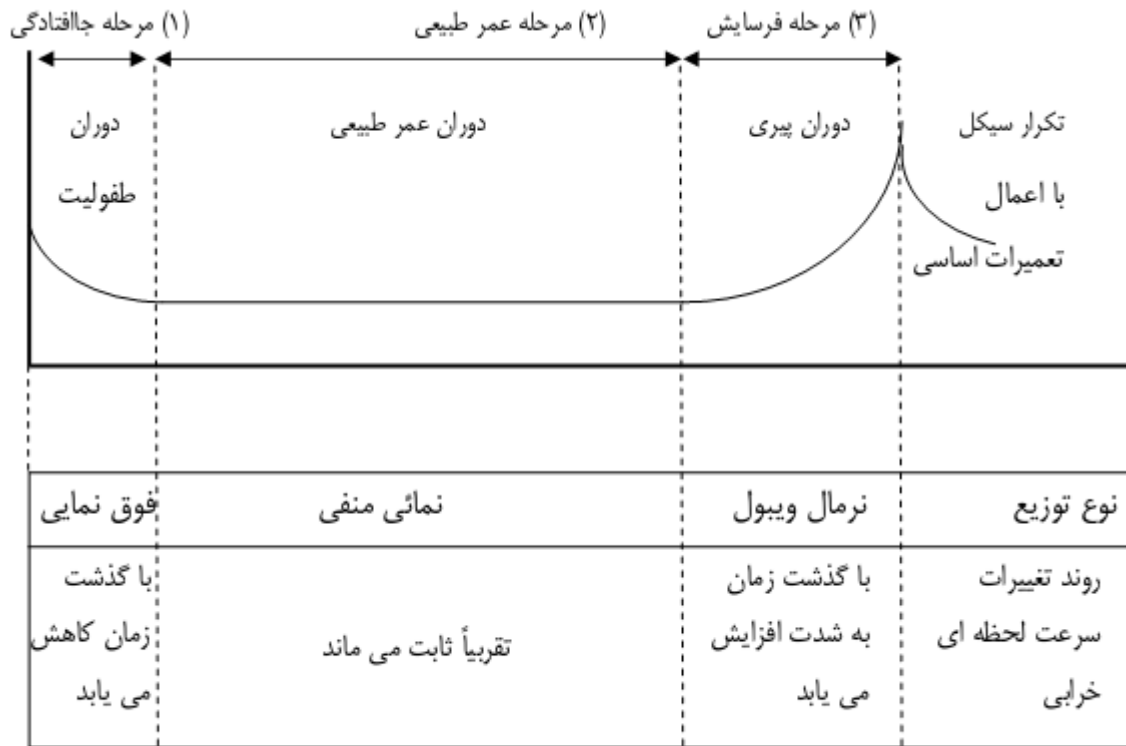
منحنی شکل (2) بنام منحنی وان حمام (bathtub curve) معروف است. این منحنی دوره عمر تجهیزات را نشان می دهد.

همانطور که از منحنی وان حمام در شکل (2) مشخص است دوره عمر تجهیزات می تواند به سه دوره زیر تقسیم شود:

1. ناحیه شکست اولیه یا مرحله جا افتادگی

2. ناحیه شکست ضمنی یا تصادفی

3. ناحیه شکست فرسایشی



شکل ۲- منحنی وان حمام

اشکال اصلی روش نت دوره ای این است که دفعات تعمیر و در نتیجه هزینه "نت" را افزایش می دهد. در حقیقت، تعداد زیادی از ماشین آلات که در وضعیت نامناسبی در حال کار کردن هستند و تا مدت ها می توانند به کار کردن خود بدون مشکلی ادامه بدهند، با فرارسیدن دوره تعمیر، متوقف شده، قطعات آنها تعمیر یا تعویض می گردند. بروز خرابی ها و مشکلات بعد از تعمیر نیز از طرف دیگر بر تعداد تعمیرات می افزاید. [2]

3.4 "نت" بر اساس وضعیت

به خاطر رفع ایرادی که در روش نت دوره های مبتنی بر زمان (TBM¹) وجود دارد، روش CBM² به کار گرفته شده است. در این شیوه، که به "نت پیش گوینه" (PDM³) نیز مشهور است، تعمیر و یا تعویض، بر اساس وضعیت کارکرد ماشین انجام می شود. در این روش به جای کارهای تعمیراتی دوره ای که در TBM انجام می گیرد، کار تشخیص عیب و نظارت بر عملکرد ماشین، به صورت دوره ای انجام میگیرد. به زبان ساده تر، در CBM، کاری که در دوره های زمانی ثابت مختلف انجام می گیرد، کار تعمیراتی نیست بلکه کار نظارت بر عملکرد ماشین است و تعمیرات دوره ای برنامه ریزی شده، جای خود را به مانیتورینگ (رویت و چک کردن) دوره ای دستگاه می دهد. حسن اصلی برنامه CBM، در واقع کم کردن هزینه های "نت" و نیز به حداقل رساندن احتمال خرابی ها و توقف ماشین است.

4.4 "نت" فعال

در روش نت فعال که شامل "نت پیشگویانه" و "نت پیشگیرانه" می باشد، علاوه بر پیش بینی خرابی دستگاه با کمک داده برداری از وضعیت دستگاه سعی می شود که علل بروز عیوب و مشکلات مختلف نیز فهمیده و سعی در برطرف کردن آن عوامل، عمر دستگاه طولانی تر گردد. بدین ترتیب علاوه بر مزایای روش CBM، تعداد خرابی ها کمتر، عمر ماشین آلات طولانی تر و حجم کارهای تعمیراتی کاهش می یابد. به کارگیری این روش، احتیاج به یک گروه متخصص و با تجربه دارد، که با کمک وسایل و ابزار دقیق اندازه گیری، بتوانند از وضعیت ماشین مطلع شوند. باید توجه داشت که در این روش، علاوه بر تشخیص بروز مشکل در ماشین، با انجام بررسی های دقیق، علت بروز مشکل شناسایی و نسبت به رفع آن اقدام شود. [2]

1. TBM: Time Based Maintenance
2. CBM: Condition Based Maintenance
3. PDM: Predictive Maintenance

5. معیار(شاخص) های مقایسه

برای مقایسه و انتخاب استراتژی مناسب بسته به وضعیت و نوع کاری که در مؤسسات تولیدی انجام می شود شاخص های مختلفی می توان در نظر گرفت. [2] برای نمونه در مقاله ای با عنوان "بررسی استراتژی های مختلف نگهداری و تعمیرات"، (شاکری و همکاران) معیارهای کلی زیر برای مقایسه استراتژی ها در نظر گرفته شده است. [2]

ایمنی: در اکثر کارخانجات مواد شیمیایی و انرژی، بحث ایمنی بسیار مهم است. عوامل مؤثر در ایمنی عبارتند از:

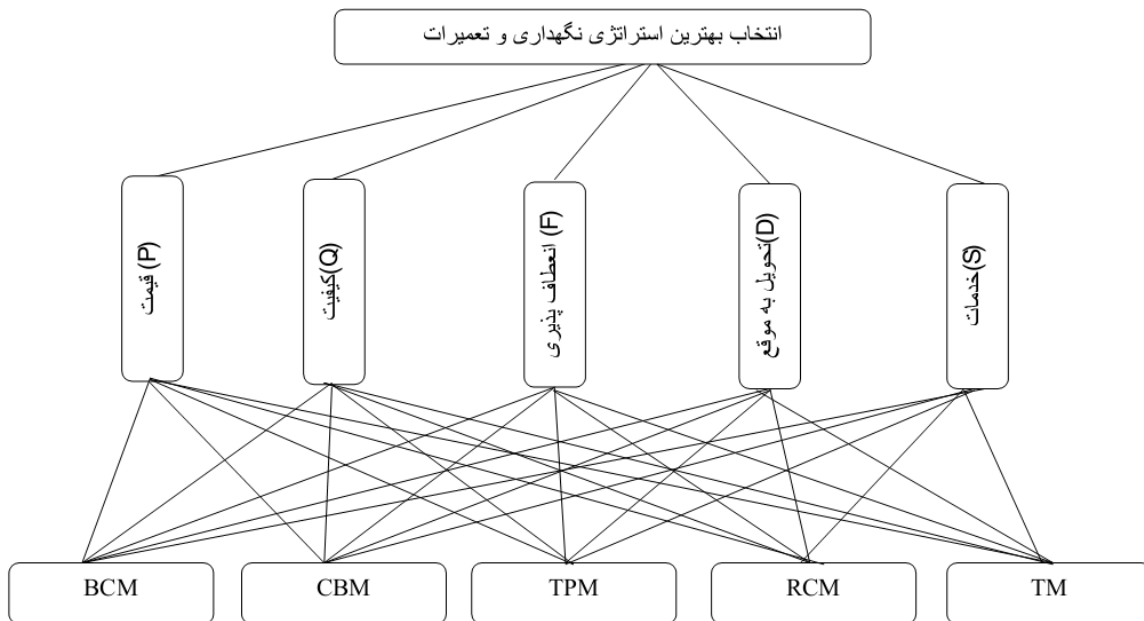
- پرسنل
- تجهیزات
- محیط

هزینه: استراتژی مختلف "نت" دارای هزینه های سخت افزاری، نرم افزاری و آموزش پرسنل متفاوتی هستند که در انتخاب این استراتژی ها تأثیرگذار هستند.

ارزش افزوده: یک برنامه مناسب نت باید بتواند با کاهش در موجودی قطعات یدکی، کاهش در ضایعات تولید و روش شناسایی سریع خرابی، ارزش افزوده کسب کند.

توجه پذیری: توجه پذیری استراتژی مختلف نت به دو عامل "پذیرش توسط اپراتور ها" و "درجه اطمینان از روش مورد استفاده" بستگی دارد.

در مطالعه موردی دیگری که توسط ابراهیمی و همی و رستمیان در مقاله ای با عنوان "انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات با استفاده از رویکرد MADM گروهی فازی" انجام شده است، شاخص های مقایسه استراتژی های نت برای شرکت تولیدی و صنعتی کارا نوین نیکو(سهامی خاص) که در زمینه طراحی و ساخت ماشین آلات و تجهیزات صنایع سیم و کابل فعالیت می نماید، شامل پنج مورد است که در شکل (3) نمودار تحلیل سلسله مراتبی (AHP) آن و استراتژی های مختلف نت نشان داده شده است. [4]



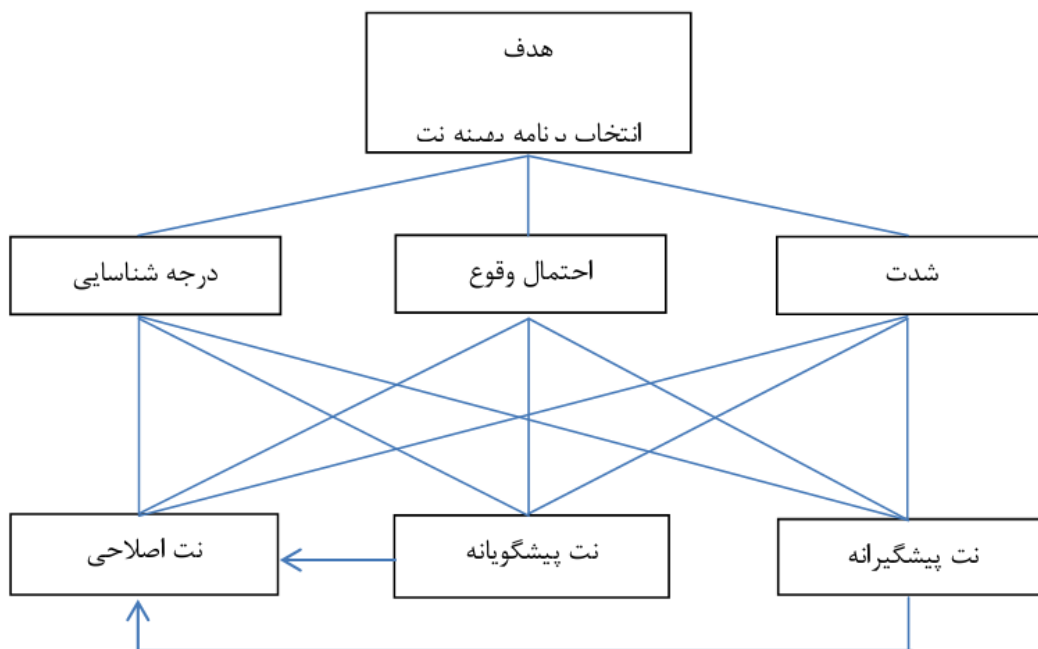
شکل (3): ساختار سلسله مراتبی

6. ابزارهای MCDM برای مقایسه

دانش MCDM شامل روش های مختلفی برای مقایسه گزینه های انتخابی می باشد. روش هایی مانند "تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، "روش SAW"، "روش برنامه ریزی توافقی" و بسیاری روش دیگر که بسته به موقعیت باید آنها را برگزید. [1] ابراهیمی و همکاران در مقاله ذکر شده در بالا برای رتبه بندی استراتژی نگهداری و تعمیرات در شرایط فازی بر اساس استراتژی کسب و کار سازمان و به دلیل ارائه یک مدل تصمیم گیری گروهی جهت انتخاب، از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی بصورت تصمیم گیری گروهی استفاده کرده اند. [4]

در مقاله ای دیگر با عنوان "راهبردهای نگهداری و تعمیرات- کاربرد FMEA، MADM و برنامه ریزی خطی"، (ربانی و بهنیا) برای دستیابی به هدف که انتخاب برنامه بهینه نت است از روش "ANP فازی" برای رتبه بندی استراتژی های نت استفاده شده است که در شکل (4) ساختار سلسله مراتبی آن آمده است. [3]

همانگونه که از شکل مشخص است شاخص های در نظر گرفته شده عبارتند از 1. شدت 2. احتمال وقوع 3. درجه شناسایی



شکل 4: ساختار شبکه ای انتخاب سیاست نگهداری و تعمیرات

در صنایعی که تعمیرات سنتی دارند همه تلاش ها برای کاهش هزینه ها با وقوع یک خرابی نقش بر آب شده چرا که تعمیرات بزرگترین عامل هزینه ساز در صنعت است، ولی در عین حال با انتخاب روش های علمی و مدرن و از طرفی با توسعه رو به رشد تکنولوژی باید خواسته های مشتری مورد توجه قرار گیرد و یک خرابی ممکن است باعث ناتوانی در تأمین خواسته های مشتری و متعاقب آن وارد شدن ضرر و زیان جبران ناپذیری به مؤسسات شود. بنابراین با یک انتخاب دقیق و علمی با استفاده از ابزارهای MCDM در روش نگهداری و تعمیرات می توان احتمال وقوع چنین پیشامدهایی را کاهش داد.

منابع

- [1] اصغرپور، محمدجواد، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران
- [2] محسن شاکری، جلال برادران مطیع، رسول خدابخشیان: بررسی استراتژی های نگهداری و تعمیرات (468)، دانشگاه فردوسی
- [3] علی ربانی و فروغ بهنیا: راهبردهای نگهداری و تعمیرات - کاربرد FMEA، MADM و برنامه ریزی خطی
- [4] سید کاظم ابراهیمی، محمد همتی و مهدی رستمیان: انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات با استفاده از رویکرد MADM گروهی فازی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد سمنان

[5] Lindley R. Higgins, R. Keith Mobley, Ricky Smith, Maintenance Engineering Handbook, 6th edition, McGraw-Hill, 2002

[6] R. Keith Mobley, AN INTRODUCTION TO PREDICTIVE MAINTENANCE, 2nd edition, Elsevier Science, 2002

- [7] Feld, W.M., Lean Production: Tools, Techniques and how to use them. APICS Series on Resource Management, 1998.
- [8] Srinivas Kumar Pinjala, Liliane Pintelon, Ann Vereecke, An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies, *Int. J. Production Economics* 104 (2006) 214–229
- [9] Hax, A.C., Majluf, N.S., *The Strategy Concept and Process—A Pragmatic Approach*. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey. 1991
- [10] A.K.S. Jardine, D. Lin, D. Banjevic, A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance, *Mechanical Systems and Signal Processing* 20 (2006) 1483–1510.
- [11] M. Carmen Carnero Moya, The control of the setting up of a predictive maintenance programme using a system of indicators, *Omega* Volume 32, Issue 1, February 2004, Pages 57-75
- [12] S. Eisinger and U. K. Rakowsky, Modeling of uncertainties in reliability centered maintenance — a probabilistic approach, *Reliability Engineering & System Safety* Volume 71, Issue 2, February 2001, Pages 159-164
- [13] C. Davis, *Measuring the Effectiveness of Lean Thinking in Maintenance*, London University, 2004
- [14] http://www.plant-maintenance.com/maintenance_articles_tpm.shtml
- [15] Dennis McCarthy and Dr Nick Rich, *Lean TPM - A Blueprint for Change*, Elsevier, 2004
- [16] N.S. Arunraj, J. Maiti, Risk-based maintenance—Techniques and applications, *Journal of Hazardous Materials* 142 (2007) 653–661
- [17] Naresh Jain, *Offshore Agile Maintenance*, AGILE 2006 (AGILE'06) pp. 327-336
- [18] Van Houten F., Kimura F., «The Virtual Maintenance System: A Computer-based support tool for robust design, product monitoring, fault diagnosis and maintenance planning», Laboratory of Design, Production and Management, University of Twente, Netherlands, Department of Precision Machinery Engineering, University of Tokyo, Japan, 2000..
- [19] Swanson ,L., linking maintenance strategies to performance. *International journal of production Economics*, 2001 , 244-70,237

MCDM در مکان‌یابی

تهیه‌کننده: احمد رضا پورباقرانی

مقدمه

تصمیم‌گیری در مورد مکان‌یابی تسهیلات عمدتاً از تصمیم‌گیری‌های بلندمدت و استراتژیک است. در این تصمیم‌گیری، اهداف مختلفی باید مورد توجه قرار گیرند که بعضاً با یکدیگر تعارض و منافات دارند.

به طور مثال مکان‌یابی دفن زباله، مکان‌یابی نامطلوب به شمار می‌رود و غالباً مردم تمایل دارند این مکان‌ها حتی المقدور با فاصله زیادی از محل زندگی آن‌ها استقرار یابد. از این رو مراکز دفن زباله باید دور از مراکز تجمع جمعیت قرار گیرند. از طرف دیگر به منظور کاهش هزینه حمل زباله، مطلوب است فاصله این مراکز با مناطق تمرکز جمعیت (که تولید زباله بیشتری دارند) حداقل گردد. بنابراین در این مسأله با دو هدف مواجهیم: اولاً حداکثر کردن فاصله از مراکز جمعیتی و ثانیاً حداقل کردن هزینه حمل و نقل. در نهایت باید جوابی را بدست آوریم که تعادل بین این دو هدف را برقرار کند. (Daskin, 1997).

علاوه بر مثال فوق، نمونه‌های بسیار زیاد دیگری نیز در زمینه مکان‌یابی چندهدفه وجود دارند که تعدادی از آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم، اما آنچه باید به آن توجه خاص کرد، این است که مسائل فوق عموماً در قالب مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه و در حالت خاص‌تر، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه ارائه می‌گردند. لذا لازم است که ابتدا گذری بر این حوزه و شیوه‌های حل در آن داشته باشیم.

تصمیم‌گیری، فرایند یافتن زیرمجموعه‌ای از تصمیمات از مجموعه تمام تصمیمات قابل اتخاذ (فضای موجه) بر اساس معیارهای مختلف است. غالباً معیارهایی که برای سنجش بهینگی تصمیم مورد استفاده قرار می‌گیرند، متعدد هستند. در چنین شرایطی با تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مواجهیم. روش‌های بسیار متنوعی در تصمیم‌گیری چندمعیاره به کار گرفته می‌شوند، ولی تمام آن‌ها در سه عنصر ذیل مشترکند:

الف) مجموعه‌ای از معیارها برای قضاوت،

ب) مجموعه‌ای از متغیرهای تصمیم‌گیری،

ج) فرایندی شامل مقایسه تصمیمات،

مروری بر تصمیم‌گیری چندمعیاره

مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره خود به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM)
- مسائل تصمیم‌گیری چندهدفه

تفاوت اصلی این دو دسته این است که در تصمیم‌گیری چندشاخصه معمولاً تعداد محدودی (قابلاً کم و قابل شمارش) جواب (تصمیم) از پیش تعیین شده وجود دارد که هر جواب، هر یک از معیارها را تا سطح خاصی برآورده می‌سازد (نه لزوماً از لحاظ کمی) و با مقایسه سطح برآورده شدن معیارها توسط جواب‌های مختلف، می‌توان جواب نهایی را به دست آورد، اما در تصمیم‌گیری چندهدفه بر خلاف حالت قبل با جواب‌های گسسته و از پیش تعیین شده مواجه نیستیم، بلکه با فضای موجهی روبرو هستیم که تعداد جواب‌های آن می‌تواند بی‌کران باشد و می‌خواهیم بهترین جواب را با توجه به اهداف مختلف به دست آوریم. این دسته مسائل غالباً در ویژگی‌های ذیل مشترک هستند:

- مجموعه‌ای از اهداف کمی،
- مجموعه‌ای از محدودیت‌ها،
- فرایندی جهت کسب اطلاعات معاوضه‌ای (بده بستانی).

1- تصمیم‌گیری چندهدفه

مقدمه

مدل کلی مسئله چندهدفه (VMP) به شکل زیر فرمول‌بندی می‌شود.

بدون ایجاد اشکال در کلیت، در این تحقیق، اهداف را از نوع پیشینه‌سازی در نظر می‌گیریم. ابتدا تعاریف زیر را ارائه می‌کنیم: جواب بهینه: جوابی که تمام اهداف را به طور همزمان بهینه کند که غالباً به علت تعارض اهداف چنین جوابی قابل حصول نیست. جواب مؤثر (غیرمغلوب): جوابی مانند \bar{X} مؤثر است؛ اگر هیچ جواب دیگری وجود نداشته باشد که به ازای حداقل یک هدف از \bar{X} بهتر بوده، به ازای سایر اهداف از آن بدتر نباشد.

جواب برتر: جوابی که توسط تصمیم‌گیرنده (DM) از بین جواب‌های مؤثر انتخاب می‌شود. روش‌های مواجهه با MOLP بر اساس اطلاعاتی که از جانب DM در اختیار تحلیل‌گر مسئله قرار می‌گیرد، به چهار دسته تقسیم بندی می‌شوند.

در ذیل به بررسی این روش‌ها بر اساس دسته‌بندی چهارگانه می‌پردازیم، ولی با توجه به تعدد روش‌ها تنها به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم.

1-1 عدم دسترسی به اطلاعات در مورد ارجحیت DM

مزیت اصلی این روش‌ها این است که DM درگیر پیچیدگی‌ها و مباحث مربوط به تحلیل مسئله نمی‌گردد، ولی همین امر تحلیل‌گر را ملزم می‌کند مفروضاتی را در مورد ارجحیت DM در نظر بگیرد که امری بسیار دشوار است. در این مورد تنها به بررسی روش‌های LP-Metric می‌پردازیم. هدف این روش‌ها حداقل کردن انحراف توابع هدف موجود از یک جواب بهینه است. با

توجه به این که جواب بهینه غالباً موجود نیست، ابتدا جواب بهینه هر یک از k تابع هدف را به طور جداگانه تحت محدودیت‌های مسأله به دست می‌آوریم.

2-1 دسترسی به اطلاعات پیشینی در مورد ارجحیت‌های DM

در این حالت اطلاعات به دست آمده از DM قبل از حل مدل به تحلیل‌گر ارائه می‌گردد و بر دو نوع است: اطلاعات اصلی و

اطلاعات ترکیبی (اولویتی و اصلی)

- اطلاعات اخذشده اصلی هستند.

دو روش اصلی موجود در این قسمت عبارتند از:

1- روش تابع مطلوبیت: در این روش ابتدا لازم است DM مطلوبیت خود نسبت به توابع، که نشان‌دهنده ارجحیت‌های او است را ارائه دهد. Hurber (1974) و Keeny و Raiffa (1976) از جمله محققانی هستند که به بررسی روش‌ها و مسائل مطرح در مورد تابع مطلوبیت پرداخته‌اند. بزرگترین مزیت این روش این است که اگر بتوان صورت مسأله را به‌طور صحیح مورد استفاده قرار داد، به دست آوردن جوابی که حداکثر رضایت را برای DM ایجاد می‌کند، تضمین می‌گردد.

2- روش اهداف کران‌دار: در این روش DM یکی از اهداف را به عنوان هدف اصلی انتخاب کرده، برای سایر اهداف یک حداقل سطح قابل قبول ارائه می‌دهد. روش اهداف کران‌دار به علت مواجهه با مشکلات زیر، امروزه کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اولاً انتخاب تابع هدف اصلی برای DM غالباً امری گنگ و مبهم است و ثانیاً تعیین حدود پایین (و بالا) برای توابع هدف در بسیاری موارد منجر به ایجاد مجموعه محدودیت‌هایی ناسازگار می‌گردد.

- اطلاعات اخذ شده به شکل ترکیبی (اولویتی و اصلی) هستند.

در این روش قبل از حل مدل اطلاعاتی راجع به اصل توابع هدف و یا اولویت (ارجحیت) آن‌ها از DM اخذ می‌گردد. در این قسمت نیز دو روش وجود دارد: روش لکسیکو گراف و برنامه‌ریزی آرمانی.

در روش لکسیکو گراف، DM اهداف را بر اساس اهمیت آن‌ها اولویت‌بندی می‌کند. تاکنون تحقیقات زیادی در مورد برنامه‌ریزی آرمانی صورت گرفته است. از نقاط مثبت این روش، انعطاف‌پذیری آن در برخورد با مسائل مختلف است.

3-1 دسترسی به اطلاعات تعاملی در مورد ارجحیت‌های DM

در روش‌های مربوط به این بخش، نیازی به کسب اطلاعات از DM قبل از حل مدل نیست، بلکه DM در جریان حل مدل قرار داشته، اطلاعات وی در حین حل مدل اخذ می‌گردد.

از مزایای این روش‌ها، علاوه بر حضور DM در فرایند حل و کسب دانش برای او که موجبات تسهیل در اجرایی شدن راه حل فراهم می‌آورد، وجود مفروضات محدود کننده کم‌تر نسبت به روش‌های قبل است. در این روش‌ها DM ارجحیت‌های خود را به طور

موضعی در حین حل مدل اعلام می‌کند. در مقابل می‌توان از وابستگی جواب‌های نهایی به دقت DM و نیاز به انجام تلاش بیش‌تر از جانب وی به عنوان نقاط ضعف این مدل یاد کرد. این روش‌ها به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- اطلاعات اخذ شده به شکل صریح هستند:

در این بخش لازم است DM تعدیل‌های ترجیحی خود را در مورد سطح خاصی از اهداف ارائه کند. این روش که توسط Benson (1975) ارائه شده، از روش اهداف کراندار استفاده می‌کند ولی سعی دارد در تعامل با DM جواب نهایی را بهبود بخشد.

- اطلاعات اخذ شده به شکل ضمنی هستند:

در این بخش نیازی به کسب اطلاعات صریح از DM وجود ندارد که به عنوان مزیت این روش‌ها به حساب می‌آید. روش ایده‌آل جایگزین شده

این روش توسط Zeleny (از جمله تألیفات 1974 و 1976) برای مواجهه با MOLP ارائه گردید. یکی از گام‌های MOLP یافتن مجموعه‌ای از جواب‌های مؤثر است، اما مشکل این است که این روش‌ها عموماً مجموعه بزرگی از جواب‌های کارا را ارائه می‌دهند که انتخاب یک جواب برتر از بین آن‌ها بسیار مشکل است. روش ایده‌آل جایگزین شده کمک می‌کند تا بتوانیم این مجموعه جواب‌های مؤثر را تقلیل دهیم. البته به این منظور روش‌های تکمیلی دیگری هم ارائه شده است. الگوریتم روش ایده‌آل جایگزین شده:

گام 1: مجموعه N را که شامل تعدادی از جواب‌های مؤثر است بیابید. (با هر روش دلخواه).

گام 2: جواب‌های بهینه هر یک از اهداف را به شکل جداگانه به دست آورید.

گام 3: مجموعه سازشی C^i را که زیرمجموعه‌ای از N است و اعضای آن نزدیک‌تری جواب‌ها به جواب‌های خاص از گام 2 هستند طبق هر معیار دلخواه بیابید.

گام 4: اگر C^i به اندازه کافی کوچک بود که DM بتواند جوابی برتر از بین اعضای آن انتخاب کند، الگوریتم به اتمام می‌رسد وگرنه جواب ایده‌آل جدید تعریف کرده، به گام 3 بروید.

ویژگی مثبت روش فوق، مناسب بودن آن برای مسائلی است که اهداف پیچیده و مبهمی دارند. همچنین این روش نیاز به اطلاعات چندانی از جانب DM ندارد.

4-1 دسترسی به اطلاعات پسینی در مورد ارجحیت‌های DM

روش‌های این بخش در نهایت زیرمجموعه‌ای از جواب‌های مؤثر را به DM ارائه می‌دهند و او خود جواب برتر را برمی‌گزیند. مزیت این روش‌ها این است که نیازی به پذیرش مفروضات و یا اطلاعاتی در مورد ارجحیت DM ندارند، ولی ضعف مهمی که موجب محدود شدن کاربرد علمی این روش‌ها شده، بزرگ بودن مجموعه جواب‌های مؤثر است که انتخاب جواب برتر را برای DM دشوار

می‌سازد. به همین جهت این روش‌ها عموماً به همراه روش‌های تعاملی از جمله روش ایده‌آل جایگزین شده به کار می‌روند. لازم به ذکر است که این روش‌ها لزوماً مجموعه تمام جواب‌های مؤثر را ایجاد نخواهند کرد.

(1) روش پارامتریک (روش وزین)

(2) روش محدودیت‌های b_i

(3) روش‌های MOLP

2- تصمیم‌گیری چندشاخصه

مدل‌های چندشاخصه اصولاً برای انتخاب یک یا چند گزینه برتر از بین تعدادی گزینه موجود استفاده می‌شود. در واقع فضای تصمیم‌گیری در تصمیم‌گیری چندشاخصه گسسته است، یعنی حتماً گزینه‌هایی وجود دارد و هدف ما یا انتخاب یک گزینه است یا امتیازدهی به گزینه‌های مختلف بر مبنای یک تعداد شاخص. به‌طور کلی فرایند تصمیم‌گیری چندشاخصه شامل چهار فاز است که به شرح زیر می‌باشد:

2-1 فاز 1: تعریف ساختار مسأله

در این فاز ساختار مسأله تعریف می‌شود و شامل سه گام است:

گام 1: تعریف هدف

گام 2: تعیین شاخص‌ها

گام 3: تعیین گزینه‌ها

2-2 فاز 2: امتیازدهی گزینه‌ها

این فاز نیز شامل سه گام است:

گام 1: تعیین امتیازها

گام 2: بی‌مقیاس کردن

گام 3: رفع تعارض

2-3 فاز 3: وزن دهی شاخص‌ها

معمولاً شاخص‌ها اهمیت متفاوتی دارند. این تفاوت را با وزن‌دهی شاخص‌ها تعیین می‌کنیم. دو روش عمده برای وزن‌دهی شاخص‌ها وجود دارد:

الف) وزن‌دهی شاخص‌ها بدون استفاده از امتیاز گزینه‌ها

ب) وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از امتیاز گزینه‌ها

2-4 فاز 4: ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب گزینه برتر

در این فاز گزینه‌ها را ارزیابی و گزینه برتر را انتخاب می‌کنیم. دو گروه عمده در این فاز مطرح است:

الف) گروه غیر جبرانی (non-compensatory)

در این روش مبنا بر این است که شاخص‌ها یکدیگر را جبران نکنند، یعنی تبادل بین معیارها مجاز نیست، بدین معنا که نقطه ضعف یک گزینه در یک شاخص توسط مزیت آن گزینه در شاخصی دیگر جبران نمی‌شود. در این روش‌ها شاخص‌ها با هم تجمیع و تعدیل نمی‌شوند، بلکه معمولاً فقط یک شاخص تعیین‌کننده و غالب است. با این روش‌ها ممکن است گزینه‌ای که فقط یک نقطه قوت دارد انتخاب شود و یا گزینه‌ای که فقط یک نقطه ضعف دارد رد شود. با این حال این روش‌ها کاربردهای خاص خود را دارند. مزیت این روش‌ها سادگی آن‌ها است که با رفتار DM و محدودیت اطلاعات او تطابق دارد. در برخی از این روش‌ها ممکن است نیازی به کسب اطلاعات از DM نباشد. کاربرد این روش‌های نسبتاً ساده بستگی به موقعیت داشته، دقت بیشتری را از سوی تحلیل‌گر می‌طلبد.

ب) گروه جبرانی (compensatory)

در این روش‌ها مبنا بر این است که شاخص‌ها یکدیگر را جبران کنند، یعنی تبادل بین معیارها مجاز است، بدین معنا که نقطه ضعف یک گزینه در یک شاخص توسط مزیت آن گزینه در شاخصی دیگر جبران می‌شود. در این روش‌ها شاخص‌ها با هم تجمیع و تعدیل می‌شوند. لذا فقط یک شاخص تعیین‌کننده و غالب نیست، بلکه اجماع شاخص‌ها است که تعیین‌کننده است. در واقع در این روش‌ها هیچ شاخصی حق و تو ندارد.

در این گروه سه زیر گروه وجود دارد:

1) زیر گروه نمره‌گذاری و امتیاز دهی (scoring):

در روش‌های این زیر گروه سعی در برآورد یک تابع مطلوبیت به ازای هر گزینه است. لذا گزینه با بیشترین مطلوبیت انتخاب می‌شود. بنابراین چالش اصلی در این زیر گروه برآورد تابع مطلوبیت چند شاخصه است.

چهار روش متداول در این زیر گروه عبارتند از:

-مجموع وزین ساده (SAW)

-حاصلضرب وزین ساده (SMW)

-مجموع وزین رده بندی شده (HAW)

-مجموع وزین با تعامل متقابل (IAW)

2) زیر گروه سازشی (compromising)

در روش این گروه مبنای سازش یا توافق با جواب ایده ال و عدم سازش با جواب ضد ایده آل است. لذا در این روش ها گزینه ای انتخاب می شود که نزدیک ترین گزینه از راه حل ضد ایده آل باشد. چهار روش عمده در این زیر گروه عبارتند از:

LINMAP, TOPSIS, MRS, MDS

(3) زیر گروه هماهنگ (concordance)

خروجی این گروه به صورت یک مجموعه از رتبه ها است، به نحوی که هماهنگی لازم را به مناسب ترین صورت تأمین می کند. در این زیر گروه معمولاً از مفهوم outranking استفاده می شود.

برخی از روش های این گروه عبارتند از:

ELECTRE, PROMETHEE, ORESTE, LAM

3- برخی مسائل مکان یابی چندمعیاره

در سال های اخیر مدل های مکان یابی پیوسته با معیارهای چندگانه مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. در حال حاضر مسائل مختلفی به عنوان ادبیات این حوزه معرفی می گردند. مسأله هدف نقطه، (به عنوان نمونه Wendell و Hurter، 1973؛ Hansen و همکارانش، 1980؛ Pelegrin و Fernandez، 1988؛ Carrizosa و همکارانش، 1993) مسأله مکان یابی تسهیلات پیوسته حداقل مجموع با معیارهای چندگانه (Nickel و Hamacher، 1996؛ Puerto و Fernandez، 1999) و مسأله مکان یابی میانه شبکه با معیارهای چندگانه (Hamacher و همکارانش، 1998؛ Wendell و همکارانش، 1997) نمونه هایی از آن هستند.

از طرف دیگر مسائل مکان یابی گسسته با معیارهای چندگانه، کمتر مورد توجه بوده اند، ولی محققان متعددی نیز به بررسی این مدل ها و کاربرد آن ها پرداخته اند. از جمله Ross و Soland (1980) مسائل چند فعالیت - چند تسهیل را مطالعه کردند. Lee و همکارانش (1981) کاربردی از مدل های آرمانی عدد صحیح برای مکان یابی تسهیلات با اهداف رقابتی چندگانه را بررسی کردند. همچنین Ogryczak (1999) به جستجوی الگوهای مؤثر متقارن در مکان یابی، برای یک مسأله گسسته چند معیاره پرداخت.

امروزه بهینه سازی ترکیباتی چندهدفه (MOCO) (Ehrogott و Gandibleux، 2000؛ Ulungu و Teghem، 1994) چارچوب مناسبی را برای مواجهه با مسائل گسسته چندمعیاره، از جمله مسائل مکان یابی فراهم آورده، در روشهای مختلفی نیز ارائه گردیده است.

1-3 برخی مسائل مکان یابی چندهدفه

1-1-3 مسأله مکان یابی چندهدفه کارخانه بدون محدودیت ظرفیت (UPLP)

UPLP یکی از نمونه‌های قدیمی و مطرح در حوزه مسائل مکان‌یابی گسسته است که تاکنون تحقیقات زیادی در مورد آن انجام گرفته و روش‌های مؤثری برای حل آن ارائه گردیده است. این مسأله شامل تأسیس و مکان‌یابی تعدادی کارخانه در میان مجموعه‌ای از نقاط بالقوه و تخصیص مجموعه‌ای دیگر از مشتریان به آن‌هاست، به طوری که مجموع هزینه راه‌اندازی و تخصیص مشتریان حداقل گردد. در این مسأله، ظرفیت کارخانه‌ها برای تأمین تقاضای مشتریان نامحدود در نظر گرفته می‌شود.

Fernandez و Pureto (2003) مدل UPLP را در حالتی که به پارامترهای آن بر اساس تنوع سناریوهای اتخاذ شده از جانب تصمیم‌گیر، مقادیر مختلفی تخصیص داده می‌شود بررسی کردند. به عبارتی این تمایل وجود دارد که پارامترهای مدل به علل مختلفی از جمله ملاحظه عدم قطعیت در تخمین، ملاحظه استراتژی‌های مختلف مدیریتی، ملاحظه شرایط فصل و زمانی و ... لزوماً مقادیر یکنمایی نداشته باشند. در این حالت به ازای هر مقدار از مجموعه مقادیر پارامترها، یک تابع هدف به دست می‌آید. در ضمن به ازای مجموعه مقادیر آن‌ها که هر یک در نتیجه ملاحظه سناریو حاصل می‌شود، مجموعه‌ای از توابع هدف به دست می‌آید و در نتیجه با یک مدل مکان‌یابی چندهدفه روبرو خواهیم بود.

3-1-2 مسأله مکان‌یابی چندهدفه مراکز توزیع

در دهه‌های اخیر، صنعت پخش و توزیع کالا و خدمات رشد بسیار سریعی داشته است، به طوری که در سال 1992 بیش از یک سوم مبادلات خرده فروشی به این صنعت اختصاص داشته که ارزش آن بالغ بر 800000000000 دلار بوده و این رقم برای سال 2000 حدود 1000000000000 دلار تخمین زده شده است (Franchise Association International, 1995). در اصطلاح بازاریابی توزیع کالا و خدمات، امتیازی است که از طرف شرکت‌های صاحب امتیاز کالا و خدمات به شرکت‌های خریدار آن (شرکت‌های توزیع) داده می‌شود و طبق آن شرکت خریدار امتیاز، عموماً تحت نام تجاری و یا با استفاده از آرم تجاری شرکت صاحب امتیاز، حق فروش و انجام مبادلات تجاری محصولات و خدمات آن را به دست می‌آورد و در قبال آن ملزم به پرداخت مبالغی است. یکی از تصمیمات کلیدی در این صنعت، مکان‌یابی مراکز توزیع در بازار است. معرفی مراکز توزیع جدید در میان مراکز موجود، تصمیمی بسیار کلیدی است که مستقیماً برای استراتژی‌های شرکت‌های توزیع بستگی دارد.

تاکنون در زمینه مکان‌یابی مراکز فروش، محققان زیادی از جمله Achabal و همکارانش (1982) Craig و Ghosh (1984)، Davies و Rogers (1984)، Goodchild و Mclaffetry (1987)، Jones و Simmons (1990) و Durvasula و همکارانش (1992) فعالیت کرده‌اند. البته بین مکان‌یابی مراکز توزیع و مراکز فروش معمولی تفاوت وجود دارد و علت آن این است که در صنعت، توزیع باید علاوه بر سود شرکت‌های توزیع، شرکت صاحب امتیاز کالا و خدمات نیز حداکثر گردد و تصمیم‌گیری در این مورد باید با موافقت هر دو واقع گردد. به طور مثال، شرکت‌های توزیع، بدون موافقت شرکت‌های صاحب امتیاز نمی‌توانند مکان مراکز توزیع را تغییر دهند. قابل ذکر است که غالباً بین منافع شرکت‌های توزیع و شرکت‌های صاحب امتیاز تضاد وجود دارد. از جمله این تضادها این است که شرکت‌های صاحب کالا و خدمات تمایل دارند به منظور کسب سهم بیشتر بازار با شرکت‌های توزیع جدیدی مرتبط شوند که این امر موجب کاهش سهم بازار شرکت‌های توزیع فعلی می‌شود. Pirkul و

همکارانش (1987) یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح برای مسأله تأسیس مراکز توزیع با در نظر گرفتن محدودیت‌های سرمایه و فضای انبار و با هدف حداکترسازی سود فرمول‌بندی و حل کردند. Kaufman و Rangan (1990) به بررسی تضاد بین گسترش بازار شرکت‌های صاحب امتیاز و سود مورد انتظار شرکت‌های توزیع پرداختند. Ghosh و Craig (1991) با در نظر گرفتن این تضاد، سه مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح 0-1 با هدف حداکترسازی سود شرکت‌های صاحب امتیاز، شرکت‌های توزیع موجود و شرکت‌های توزیع جدید فرمول‌بندی کرده، حل کردند. Current و Storbeck روشی چندهدفه برای مکان‌یابی سیستم‌های توزیع با در نظر گرفتن مسأله تحویل به مشتریان ارائه کرده، آن را حل کردند. همچنین Evans و Kolli (1995) به بررسی مسأله مکان‌یابی مراکز توزیع با استفاده از برنامه‌ریزی عدد صحیح چندمعیاره پرداختند. نیز Kolli و Evans (1999) به بررسی مکان‌یابی مراکز توزیع جدیدالتأسیس پرداختند که به عنوان یکی از نمونه‌های این حوزه، آن را مورد بررسی قرار می‌دهیم. فرض کنید قرار است مراکز توزیع جدیدی مکان‌یابی و تأسیس گردند و با یک شرکت صاحب امتیاز کالا و خدمات، برای فروش محصولات آن قرارداد ببندند. در مناطقی که قرار است این مراکز مکان‌یابی شوند، تعدادی از مراکز توزیع طرف قرارداد با شرکت صاحب امتیاز و همچنین تعدادی از مراکز فروش رقیب قرار دارند. واضح است که حضور هر مرکز توزیع جدید، بخشی از مشتریان هر دو نوع مرکز موجود را جذب می‌کند که در مجموع برای شرکت صاحب امتیاز کالا و خدمات مطلوب است. از طرف دیگر، این مراکز جدید به مراکز توزیع موجود و مرتبط با این شرکت صاحب امتیاز آسیب می‌رسانند که امری نامطلوب است. بنابراین، تحت این شرایط با تضاد مواجه هستیم. لازم به ذکر است که جذب مشتری سایر مراکز فروش از هر جهت مطلوب است. Kolli و Evans با فرمول‌بندی کردن یک مدل چندهدفه سعی کردند مکان‌یابی مراکز توزیع جدید را با در نظر گرفتن همه اهداف فوق انجام دهند. همچنین برخلاف مدل‌های قبل از خود در مورد مکان‌یابی مراکز توزیع، فرض این که هر مشتری لزوماً از نزدیک‌ترین تأمین‌کننده نیاز خود را برطرف می‌کند را در نظر نگرفته، بلکه فرض کردند که هر مشتری به علل مختلفی، از جمله کیفیت محصول یا خدمات ممکن است از مراکز دورتر نیاز خود را برطرف کند.

2-3 برخی مسائل مکان‌یابی چندشاخصه

1-2-3 مسأله مکان‌یابی چندمعیاره انبارهای لجستیک

مسأله‌ای که می‌خواهیم بررسی کنیم مسأله مکان‌یابی انبارهای پشتیبانی در سیستم لجستیک نیروهای مسلح است. در واقع این مسأله یک مسأله چندمعیاره ترکیبی است به این معنا که هم چندهدفه است و هم چندشاخصه، ولی ما به جنبه چندشاخصه آن بیشتر تأکید می‌کنیم. روش کار ما این است که ابتدا مسأله مکان‌یابی موردنظر را تبیین می‌کنیم. سپس آن را با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مدل‌سازی و تجزیه تحلیل می‌کنیم. در پایان مسأله را شبیه‌سازی می‌کنیم؛ یعنی با دادن مقادیر فرضی به پارامترها مسأله را به کمک الگوریتم‌ها و نرم‌افزارهای کامپیوتری حل می‌کنیم تا نتایج ملموسی به دست آید.

اگر سیستم لجستیک نیروهای مسلح (military logistics system) به صورت یک زنجیره تأمین تصور شود، شامل سه جزء اساسی است:

مبادی (origins)، مراکز (انبارهای) پشتیبانی (supportive centers)، رده‌های تحت پوشش (supported centers) مبادی شامل بندرگاه‌ها، فرودگاه‌ها و کارخانجات داخلی‌اند که منبع اصلی مواد و کالاهای مورد نیاز رده‌های نیروهای مسلح هستند. مراکز پشتیبانی شامل انبارها، تعمیرگاه‌ها و پایانه‌های حمل و نقل می‌شوند که مواد و کالاها را از مبادی دریافت و به رده‌های نظامی ارسال می‌کنند. رده‌های تحت پوشش، شامل یگان‌های نظامی (تیپ‌ها، لشکرها و ...) می‌شوند که مواد و کالاها را دریافت و مصرف می‌کنند.

تعداد و محل مبادی و رده‌های تحت پوشش معلوم و ثابت فرض می‌شود، ولی تعداد و محل انبارهای پشتیبانی نامعلوم است و قرار است تعیین شود. هیچ محدودیتی در روابط بین مبادی و انبارهای پشتیبانی وجود ندارد، به این معنا که کالای مورد نیاز هر انبار می‌تواند توسط هر کدام از مبادی تأمین شود، اما در روابط انبارها و رده‌های تحت پوشش، محدودیت‌هایی وجود دارد. هر انبار فقط می‌تواند تعداد محدودی رده نظامی را تحت پوشش قرار دهد. این تعداد به شعاع پوشش آن انبار بستگی دارد. بعلاوه هر رده - بجز در موارد استثنایی - فقط و فقط باید به یک انبار تخصیص داده شود. نکته دیگر این که برخی از کالاها می‌توانند به‌طور مستقیم از مبادی به رده‌ها ارسال شوند.

همان‌طور که گفتیم مسأله مکان‌یابی ما از نوع پوشش است. دو نوع عمده از مسائل پوشش عبارتند از: مسأله حداکثر پوشش (maximum covering) که در آن، تعداد وسایل جدید مشخص است و هدف، یافتن مکان این وسایل است، به گونه‌ای که بتوان حداکثر تعداد ممکن از نقاط تقاضا را پوشش داد؛ و دسته دیگر مسأله پوشش مجموعه (set covering) است که در آن، محل و تعداد وسایل جدید نامعلوم است و قرار است به گونه‌ای تعیین شود که بتوان با حداقل تعداد از وسایل جدید یک مجموعه از نقاط تقاضا را پوشش داد. مسأله ما از نوع پوشش مجموعه (set covering) است.

به‌طور خلاصه، مسأله شامل یافتن حداقل تعداد ممکن و بهترین محل انبارهای پشتیبانی به منظور پوشش تقاضای رده‌های موجود و سپس تخصیص متعادل هر یک از رده‌های موجود به یکی از این انبارها است.

1-1-2-3 مدل‌سازی

بر اساس تعریف مسأله، توابع هدف و محدودیت‌های مسأله به صورت زیر هستند:

اهداف: یافتن

- حداقل تعداد انبارهای پشتیبانی،
- بهترین مکان برای انبارهای پشتیبانی،
- تخصیص رده‌های تحت پوشش به انبارهای پشتیبانی،

محدودیت‌ها:

- پوشش همه رده‌های نظامی موجود،

- تعادل بار انبارهای پشتیبانی.

دقت کنید که این یک مسأله مکان‌یابی گسسته است، یعنی محل انبارهای پشتیبانی باید از میان تعداد محدودی مکان‌کاندید انتخاب شود. ما مسأله را با یک رویکرد سلسله‌مراتبی مدل‌سازی می‌کنیم دو هدف اول با محدودیت اول در یک مدل، و هدف سوم با محدودیت دوم در یک مدل دیگر جای می‌گیرند در واقع مسأله به دو زیر مدل تقسیم می‌شود:

- مدل چند هدفه مکان‌یابی

$$\begin{aligned} \text{Min } z_1 &= \sum_{i=1}^m x_i \\ \text{Max } z_2 &= \sum_{i=1}^m c_i x_i \\ \text{st:} \\ \sum_{i=1}^m a_{ij} x_i &\geq 1; \quad j=1, \dots, n \\ x_i &\in \{0,1\} \end{aligned}$$

فرض بر این است که مکان m کاندید برای احداث انبار و n رده نظامی موجود است.

x_i یک متغیر صفر و یک است که اگر مکان کاندید i برای استقرار یک انبار مناسب باشد مقدار یک خواهد گرفت و در غیر این صورت، مقدار صفر خواهد داشت. لذا تابع هدف اول، تعداد انبارهای پشتیبانی را حداقل و تابع هدف دوم، کیفیت انبارهای انتخاب شده را حداکثر می‌کند. به این صورت که برای هر انبار، یک شاخص کیفیت به نام c_i را در نظر می‌گیریم بعد می‌گوییم که این پارامتر را چگونه حساب می‌کنیم.

به این ترتیب، تابع هدف دوم مجموع این شاخص را برای مکان‌های انتخاب شده حداکثر می‌کند. a_{ij} نیز یک پارامتر صفر و یک است، بطوری که اگر مکان کاندید i بتواند رده j را پوشش بدهد مقدار یک خواهد گرفت و در غیر این صورت، مقدار صفر خواهد داشت. این پارامتر به شعاع پوشش بستگی دارد. با داشتن شعاع پوشش می‌توان ماتریس پوشش A را که درایه‌های آن همین a_{ij} ها هستند تشکیل داد. لذا محدودیت مسأله تضمین می‌کند که همه رده‌های نظامی پوشش داده شوند.

بار دیگر تأکید می‌کنیم که مدل فوق مدل پوشش مجموعه (*set covering*) است.

مدل تک هدفه تخصیص

$$\text{Min}_y U = \text{Max}_{1 \leq k \leq q} \left\{ \sum_{j=1}^n w_j b_{kj} y_{kj} \right\}$$

St:

$$\sum_{k=1}^q b_{kj} y_{kj} = 1$$

$$y_{kj} \in \{0,1\}$$

فرض کنید از حل مدل تول به این نتیجه برسیم که q مکان ($q \leq n$) از بین مکان‌های کاندید برای استقرار انبار انتخاب شده است. حال می‌خواهیم رده‌های موجود را به این مکان‌ها تخصیص بدهیم به گونه‌ای که بار انبارها متعادل شود. در این مدل b_{kj} یک پارامتر صفر و یک است، بطوریکه اگر رده j توسط مکان منتخب k قابل پوشش باشد مقدار یک خواهد گرفت و در غیر این صورت مقدار صفر

خواهد داشت. b_{kj} متعلق به ماتریس پوشش اصلاح شده B است که با حذف ستون های مربوط به مکان های غیر منتخب از ماتریس پوشش اولیه A به دست می آید. y_{kj} یک متغیر صفر و یک است که اگر رده j به انبار مستقر در مکان منتخب k تخصیص داده شود مقدار یک خواهد گرفت و در غیر ای صورت، مقدار صفر خواهد داشت. w_j وزن رده j است که نشان دهنده اهمیت یا مقدتر تقاضای آن رده است.

تابع هدف این مدل تضمین میکند که تقاضای تخصیص داده شده به انبار های مختلف تا حد امکان برابر باشد. همان طور که می دانید تابع هدف مینیماکس اصولاً برای ایجاد تعادل و یافتن نقطه تعادل (نقطه مرکز) استفاده می شود. در این مسأله نیز کل تقاضا مقدار ثابتی است و چنانچه به طور مساوی بین انبار های مختلف تقسیم شود ماکزیمم مقدار تخصیص داده شده مینیمم میگردد. محدودیت مسأله تضمین می کند که هر رده نظامی فقط به یکی از انبار های منتخب تخصیص داده شود.

مدل فوق یک مدل افراز بندی مجموعه (*set partitioning*) است. در واقع در مدل اول، تعداد افراز ها را مشخص کردیم (تعداد انبار های پشتیبانی) و در این مدل، رده موجود را افراز می کنیم.

3-2-1-2-3 حل مسأله

در این بخش مسأله را در سه فاز متوالی حل می کنیم:

فاز 1: در این فاز می خواهیم اولاً از بین مکان های متعددی که برای استقرار انبار پیشنهاد شده اند تعدادی را به عنوان مکان های کاندید انتخاب کنیم. در واقع می خواهیم از بین تعدادی گزینه های اولیه، تعداد کمتری را برای ورود به مدل اول انتخاب و ثانیاً برای مکان های انتخاب شده پارامتر کیفیت را حساب کنیم. پس در این فاز به نوعی، گردآوری اطلاعات (*data gathering*) داریم تا بتوانیم بعداً مدل را حل کنیم. این کار را به طور سیستماتیک با فرایند تصمیم گیری چندشاخصه (*MADM*) انجام می دهیم.

فاز 2: در این فاز با استفاده از اطلاعات فاز اول، مدل *set covering* را دقیقاً مشخص کرده، به کمک تکنیک های تصمیم گیری چندهدفه (*MODM*) حل می کنیم. در واقع جواب های مؤثر و جواب های برتر را مشخص می سازیم.

فاز 3: در این فاز به کمک نتایج فاز دوم، مدل *set partitioning* را دقیقاً مشخص و سپس به کمک تکنیک های برنامه ریزی صفر و یک آن را حل می کنیم.

4- جمع بندی

اساساً مسائل مکان یابی در جهان واقع ماهیت چندمعیاره دارند و لذا آشنایی با این دسته مسائل برای پژوهشگران ضروری است. با توجه به گستردگی مسائل حوزه مکان یابی و نیز طیف وسیع تکنیک های *MCDM* به نظر می رسد در این حوزه جای کار زیاد است. رویکردهای سلسله مراتبی و تقلیلی در حل چنین مسائلی می تواند نوآوری ایجاد کنند. در این تحقیق به بررسی نمونه هایی از مسائل چندهدفه در حوزه مکان یابی پرداختیم. تاکنون محققان زیادی به بررسی مسائل این حوزه پرداخته اند که در این میان می توان از *Revelle, Cohon, Current* و *Min* نام برد. *Min, Current, Shilling* (1990) با بررسی 45 مقاله از 20 نشریه، مدل های مکان یابی چندهدفه را به چهار دسته تقسیم بندی کردند. طبق نتایج تحقیقات آن ها بزرگ ترین دسته این مدل ها آن هایی هستند که هدفشان کمینه سازی هزینه و همچنین مسافت است. دومین دسته رایج، مدل هایی با اهدافی تقاضا محور هستند

که بر پوشش دادن تقاضاها و تخصیص آن‌ها تمرکز دارند. مدل‌های دسته سوم، بیشینه‌سازی سود و در نهایت دسته چهارم ملاحظات محیطی را مورد توجه قرار می‌دهند.

Cohon (1978) یک فصل از کتاب «برنامه‌ریزی و طراحی با اهداف چندگانه» را به بحث مکان‌یابی چندهدفه اختصاص داده، در آن دو نمونه عملی در مورد مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی و تسهیلات انرژی منطقه‌ای را بررسی کرده است. همچنین Revelle و همکارانش (1981) «اهداف چندگانه در مکان‌یابی» را تألیف کردند. کارهای Current، Cohon، Revelle و Daskin از دیگر نمونه‌های این تحقیقات هستند که مورد اخیر به بررسی الگوریتم‌های ژنتیک در حل مسائل مکان‌یابی چندهدفه می‌پردازد.

منابع:

1. قدسی پور، سید حسن، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، (AHP) انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران 1379.
2. قدسی پور، سید حسن، برنامه‌ریزی چندهدفه (روش‌های وزن دهی بعد از حل) انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران 1382.
3. اصغرپور، محمدجواد، تصمیم‌گیری چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران 1377.
4. رضا زنجیرانی فراهانی، طراحی سیستم‌های صنعتی (مکانیابی تسهیلات)، جزوه دانشگاه صنعتی امیرکبیر 1385.
5. بشیری، مهدی، طراحی سیستم‌های صنعتی (مکانیابی واستقرار تسهیلات)، انتشارات دانشگاه شاهد

MCDM¹ & GSCM²

تهیه کننده: حمیدرضا براتی

بخش اول

مدیریت زنجیره تامین سبز

[ایمانی و احمدی] امروزه تضمین توسعه پایدار هر کشور منوط به حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود و غیر قابل جایگزین در آن کشور شده است و اقدامات گوناگونی برای مواجهه با این مسئله توسط دولت ها انجام گرفته است که از جمله آن ها اعمال قوانین و اصول سبز مانند استفاده از مواد خام سازگار با محیط زیست در مراکز تولیدی و صنعتی کاهش استفاده از منابع انرژی فسیلی و نفتی بازیابی کاغذها و استفاده مجدد ضایعات بر شرکت ها و سازمان های بخش دولتی و خصوصی است. تسری مقررات دولتی جهت اخذ استانداردهای زیست محیطی و تقاضای رو به رشد مصرف کنندگان برای عرضه محصولات سبز به زنجیره تامین که تمام فعالیت های مرتبط با جریان کالا از مرحله ماده خام تا تحویل کالا به مصرف کنندگان به انضمام جریان اطلاعات در سرتاسر زنجیره را در بر میگیرد موجب ظهور مفهوم جدید "مدیریت تامین زنجیره سبز" یا GSCM شده است که در بر گیرنده مراحل چرخه عمر محصول از طراحی تا بازیافت است. اتخاذ استراتژی سرمایه گذاری در زمینه بهبود عملکرد زیست محیطی زنجیره ی تامین مزایا و منافع زیادی را مانند صرفه جویی در منابع انرژی کاهش آلاینده ها حذف یا کاهش ضایعات ایجاد ارزش برای مشتریان و در نهایت ارتقای بهره وری را برای شرکت ها و سازمان ها به همراه خواهد داشت.

مقدمه:

در دیدگاه مرسوم و گذشته مدیریت زنجیره تامین شامل هدایت تمام زنجیره تامین به صورت یکپارچه و هماهنگ با هدف بهبود عملکرد جهت ارتقا بهره وری و سود بیشتر بود و مدیران زنجیره تامین به دنبال تحویل سریع کالا و خدمات کاهش هزینه و افزایش کیفیت بودند اما بهبود عملکرد زیست محیطی زنجیره ی تامین و اهمیت هزینه های اجتماعی و تخریب محیط زیست لحاظ نمیگردید. با فشار مقررات دولتی برای اخذ استانداردهای زیست محیطی از یک طرف و رشد فزاینده ی تقاضای مشتریان برای عرضه ی محصولات سبز (بدون اثر مخرب بر محیط زیست) مفهوم زنجیره ی تامین سبز و مدیریت آن را پدیدار ساخت. امروزه مدیران زنجیره تامین سبز در شرکت های پیشرو از طریق ایجاد مطلوبیت و رضایت مندی از منظر زیست محیطی در سراسر زنجیره تامین می کوشند تا از لجستیک سبز و بهبود عملکرد محیطی خود در کل زنجیره تامین به عنوان یک سلاح استراتژیک جهت کسب مزیت رقابتی پایدار سود ببرند و اهداف خود را بر اساس سه موضوع مهم:

طراحی سبز (محصول)- تولید تولید سبز (فرایند) و بازیافت محصول پایه گذاری میکنند.

(1)- در گذشته چرخه عمر محصول شامل فرایندها از فاز طراحی تا مصرف بود.

¹ Multi Criteria Decision Making

² Green Supply Chain Management

(2)-در حالی که با رویکرد مدیریت محیط زیست شامل فرایند های تهیه مواد اولیه طراحی ساخت استفاده و بازیافت و مصرف مجدد و تشکیل یک حلقه بسته از جریان مواد برای کاهش مصرف منابع و اثرات مخرب زیست محیطی است.

(3)-لذا سازمان ها باید مدیریت محیط زیست را در تمام چرخه عمر محصولاتشان به کار گیرند تا از بهبود عملکرد زیست محیطی زنجیره ی تامین اطمینان حاصل کنند. در واقع اساس زنجیره تامین سبز بر یکپارچگی مدیریت محیط زیست و مدیریت زنجیره تامین برای کنترل اثرات زیست محیطی در چرخه ی عمر محصول به وسیله تسهیم اطلاعات و هماهنگی و همکاری تمام اعضای زنجیره تامین است. مدیریت زنجیره تامین سبز یکپارچه کننده مدیریت زنجیره تامین با الزامات زیست محیطی در تمام مراحل طراحی محصول انتخاب و تامین مواد اولیه تولید و ساخت فرایند های توزیع و انتقال تحویل به مشتری و بالاخره پس از مصرف مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به منظور بیشینه کردن میزان بهره وری مصرف انرژی و منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تامین است.

اهمیت و مزایای مدیریت زنجیره تامین سبز:

شاید با بحث در مورد زنجیره تامین سبز به اذهان تنها ممانعت استفاده از مواد شیمیایی سمی و خطرناک یا کاهش انتشار آلاینده ها یا ضایعات به محیط زیست خطور کند اگرچه این موارد مهم هستن اما اهمیت و مزایای GSCM محدود به کاهش مصرف مواد سمی و خطرناک یا کاهش آلاینده های مضر نمی شود. اصول GSCM می تواند برای تمام بخش های یک سازمان به کار گرفته شود و اثرات آن میتواند در تمام زمینه های ملموس و ناملموس گسترش یابد . می توان مزایای انتباق با GSCM را به سه دسته ی مادی غیر مادی و احساسی تقسیم کرد:

*مزایای مادی: مدیریت زنجیره ی تامین سبز به کاهش بار زیست محیطی بر محیط زیست کاهش هزینه های تامین کنندگان تولید کنندگان و مشتریان کمک میکند و به کاهش مصرف انرژی و منابع در جامعه منجر می شود .

*مزایای غیر مادی : مدیریت زنجیره تامین سبز می تواند کاهش رد تامین کنندگان سهولت دستیابی برای تولید کنندگان و رضایت مشتریان و ارضای بهتر نیازهای اجتماعی را موجب میشود .

*مزایای احساسی:مدیریت زنجیره تامین سبز به ترغیب سهامداران و ذی نفعان نسبت به محیط زیست تصویر بهتر و ارتقای کیفیت زندگی برای مشتریان و وادار کردن صنایع برای قبول مسئولیت در برابر جامعه کمک میکند. ده دلیل که شرکت ها باید رویکرد سبز و انطباق با مدیریت زنجیره تامین سبز را بپذیرند عبارتند از:

*پایداری منابع

*کاهش هزینه ها

*افزایش بهره وری

*کسب مزیت رقابتی

*انطباق با قوانین

*کاهش ریسک

*کسب شهرت نام تجاری

*بازگشت سرمایه

*دلگرمی کارکنان

*الزامات اخلاقی

محرك های سازمان ها به سمت پذیرش مدیریت زنجیره تامین سبز:

فاکتورهای تاثیر گذار بر سازمان ها برای پذیرش GSCM یا محرك های انطباق به سه دسته ی اصلی تقسیم میشوند:

*دولت : قوانین و لوايح دولتی سازمان های مسئول حفاظت محیط زیست مانند EPA و استانداردهای زیست محیطی ISO 14000 که در سال 1996 به وسیله ی موسسه بین المللی استاندارد تامین شد از جمله محرك های مهم برای پذیرش GSCM در سازمان هاست.

*بازار و رقبا: دوستدار محیط زیست بودن و سازگاری با الزامات زیست محیطی راهی برای تمایز از سایر رقباست. در صورتی که رقبا از GSCM بهره مند شده باشند شرکت تحت فشار بیشتری برای استقرار مدیریت زنجیره تامین سبز خواهد بود. از طرفی مشتریان نیز روی تصمیم برای استقرار سیستم GSCM نقش مهمی دارند.

*سازمان: دو عامل بالا فاکتور خارجی هستند در حالی که بعضی از مواقع عمل سوق دهنده و محرك خود سازمان است. مطالعات نشان داده است که استقرار GSCM می تواند موجب کاهش هزینه ها شود. همچنین میتواند افزایش بازده حذف یا کاهش الانده ها و ضایعات شهرت تجاری و مدیریت منابع انسانی دلگرمی بیشتر کارکنان را از برنامه های سبز باعث شود.

متغیرهای موثر در مدیریت زنجیره ی تامین سبز:

در واقع اساس مدیریت زنجیره تامین سبز بر یکپارچگی مدیریت محیط زیست و مدیریت زنجیره تامین برای کنترل اثرات مخرب زیست محیطی در چرخه عمر محصول به وسیله تسهیم اطلاعات و هماهنگی و همکاری تمام اعضای زنجیره تامین است. بخش های درگیر در زنجیره تامین دارای روابط متقابلی هستند طوری که لا تغییر یک متغیر متغیرهای متعددی در زنجیره تامین تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. در زنجیره تامین سبز به طور کلی سعی میشود تا در تصمیمات مدیران زنجیره تامین علاوه بر هزینه های مشهود هزینه های نامشهودی که در قیمت تمام شده محصول لحاظ نمیشود و بر محیط زیست اثرات منفی و مخرب دارند و به طور غیر مستقیم توسط شرکت پرداخت میشود (هزینه های اجتماعی) حداقل گردد. به عبارت دیگر مدیران در زنجیره تامین سبز علاوه بر حداقل سازی هزینه های معمول زنجیره تامین (هزینه سفارش هزینه موجودی کالا و ...) در راستای پاسخگویی به مسئولیت اجتماعی سازمانو راتقای بهره وری به دنبال حداقل کردن هزینه های اجتماعی هستند. تا از این طریق به خلق ارزش و ارضای نیازهای مشتریان (مخصوصا مشتریان مطلع و حامی محیط زیست) پرداخته و از اصلاح و یا ایجاد تقاضای جدید دستیابی به بخش های جدیدی از بازار و تغییرات در هزینه ها با دست یابی به شیوه های جدید تولید محصول به عنوان منابع عمده نوآوری بهره مند شوند. که این امر در نهایت مزیت رقابتی را برای سازمان به همراه خواهد داشت. زنجیره تامین سبز به طور کلی به سه بخش تقسیم میشود:

1- لجستیک داخلی

کلیه فعالیت های مرتبط با دریافت ذخیره کردن و جابجایی مواد خام را در بر میگیرد. متغیرهای مهم تصمیم گیری توسط مدیران که بر محیط زیست اثر میگذارند عبارتند از:

*خرید مواد خام

*انتخاب فروشنده

*محل استقرار فروشنده

*بهبود حمل و نقل

*انتخاب نحوه عمل

*کنترل مواد خام

*انبار داری

انتخاب نحوه حمل کالا اثر چشمگیری روی محیط زیست خواهد داشت و مدیران لجستیک باید این مقوله را در تصمیمات خود لحاظ کنند. حمل و نقل به وسیله سه عامل محیط زیست را متاثر میسازد:

*ساختار شبکه های حمل و نقل

*دسترسی به قطعات و لوازم یدکی

2- تولید سبز

فعالیت های مشتمل بر ورود مواد اولیه و تبدیل آن ها به کالای نهایی از طریق فعالیت های مونتاژ ساخت و بسته بندی است. مدیریت موجودی کالا از موضوعات مهم در کل فرایند زنجیره تامین می باشد که در اکثر تصمیمات آن هزینه های محیط زیست و هزینه ای بالقوه اجتماعی لحاظ نمی شود. تمامی محصولات به استثنای اندکی نیاز به بسته بندی دارند بسته بندی به طور کلی به سه نوع بسته بندی ابتدایی بسته بندی کمکی (ثانویه) و بسته بندی جهت حمل کالا تقسیم میشود. بسته بندی از موضوعات فوق العاده مهمی است که اثر مستقیمی بر محیط زیست دارد. استفاده از بسته بندی های سازگار با محیط زیست و قابل برگشت به محیط زیست (تجزیه پذیر) سهم بازار شرکت ها را افزایش خواهد داد. شرکت ها از طریق تغییر در اندازه محصول بسته بندی ابتدایی و کمکی و اندازه پالت های حمل و نقل کالا و همچنین کمک گرفتن از برنامه های کامپیوتری برای بهینه سازی بسته بندی می توانند صرفه جویی های قابل ملاحظه ای را در بسته بندی انبار داری و حمل کالا داشته باشند. این بهبود کارایی بر روی محیط زیست تاثیر مستقیمی خواهد داشت. تولید سبز عواملی چون: تولید پاک- طراحی محصول با در نظر گرفتن محیط زیست- تولید مجدد- تولید ناب را در بر میگیرد.

متغیر های تولید سبز عبارتند از:

*به کار گیری مواد خام سازگار با محیط زیست

*حذف مواد خامی که ممکن است اثر مضر بر محیط زیست داشته باشد.

*دقت در زمینه معیارهای سازگار با محیط زیست

*دقت در طراحی به نحوی که سازگار با محیط زیست باشد.

*بهینه سازی فرایند ها در زمینه کاهش ضایعات

*به کار گیری تکنولوژی های پاک طوری که منجر به صرفه جویی در مصرف انرژی و آب و کاهش آلاینده ها شود.

*بازیافت مواد اولیه در مرحله تولید

*به کار گیری اصول مدیریت کیفیت فراگیر

3- لجستیک خارجی

فعالیت های لجستیک خارجی با لجستیک داخلی تفاوت چندانی ندارد به جز اینکه لجستیک خارجی با کالای ساخته شده و با ارزش افزوده بالاتر و متغیر های قابل کنترل تری سروکار دارد . ولی اکثر تصمیمات در رابطه با تبادل در لجستیک داخلی با خارجی فرق می کند . لجستیک خارجی کلیه فعالیت های توزیع فیزیکی را در بر میگیرد و مشتمل بر جمع آوری ذخیره سازی و توزیع کالای ساخته شده بین خریداران میگردد. اکثر تصمیمات در لجستیک خارجی مستلزم در نظر گرفتن بازار مشتری محصول و منابع شرکت میباشد. تصمیمات مرتبط با موجودی کالا در لجستیک خارجی عبارتند از: میزان موجودی کالا- محل انبار ها - تمرکز یا عدم تمرکز در مراکز توزیع- خط مشی ارائه خدمات به مشتریان برای کالاهای مختلف- مدیریت کالاهای مرجوعی و خط مشی تهیه مجدد موجودی کالا.

بازاریابی :

میزان ارائه خدمات به مشتریان و کانال های توزیع تاثیر مستقیمی بر زنجیره تامین دارند . اکنون اکثر تولید کنندگان به کامپیوتر های خرده فروشان متصل هستند و به آسانی به تبادل اطلاعات می پردازند. سیستم های اطلاعاتی تاثیر مستقیمی بر محیط زیست دارد و از طریق پیش بینی و هماهنگی بهتر موجب جلوگیری از موجودی کالای زیادی در انبار و جلوگیری از حمل و نقل ناکارآمد می شود.

ارائه خدمات پس از فروش:

حفظ یک شبکه گسترده ارائه خدمات پس از فروش بخش مهمی از محصول را در کالاهای صنعتی با دوام تشکیل میدهد. از بین فعالیت های متعدد مدیران زنجیره تامین بر حمل کالاهای مرجوعی مدیریت تامین قطعات حفظ شبکه تامین به نحوی تاکید دارند که خدمات سریع و مطمئن را برای مشتریان فراهم سازد. در سالیان اخیر به دلیل تاکید فزاینده بر حمل مواد خطرناک و قابل بازیافت مدیریت کالاهای مرجوعی از اهمیت زیادی برخوردار شده است.

نتیجه گیری:

مدیریت تامین زنجیره سبز یکپارچه کننده مدیریت زنجیره تامین با الزامات زیست محیطی در تمام مراحل طراحی محصول انتخاب و تامین مواد اولیه تولید و ساخت فرایند های توزیع و انتقال تحویل به مشتری و بالاخره پس از مصرف مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به منظور پیشینه کردن میزان بهره وری مصرف انرژی منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تامین است. زنجیره تامین سبز به دلیل بهره مندی از مزایای استراتژی کاهش هزینه ها و نوآوری در تولید محصولات (استراتژی تمایز) از استراتژی های موفق در کسب مزیت رقابتی در شرکت های تولیدی در سال های اخیر محسوب میشود. زنجیره تامین سبز به تحویل سریع تر کالا و خدمات کاهش زمان تاخیر کاهش هزینه ها و افزایش کیفیت منجر خواهد شد و با ایجاد ارزش افزوده بیشتر برای مشتریان به دلیل عرضه محصولات سبز به مزیت رقابتی منتهی خواهد شد.

بخش دوم

کاربرد تصمیم گیری چند معیاره در زنجیره تامین سبز

در صورتیکه زنجیره تامین را بصورت عمومی شامل تامین کنندگان، تولید کنندگان، توزیع کنندگان، خرده فروشان و مشتریان در نظر بگیریم، مدیریت تامین کنندگان به عنوان یکی از عناصر اصلی زنجیره تامین، یکی از مهمترین فرایندهای این زنجیره است. [زائری و رمضانی] در مقاله ای تحت عنوان «ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین سبز با رویکرد تصمیم گیری چند معیاره» بعد از بررسی مقالات مختلف و بیان معیارها و راهکارهای آنها خود دو دسته دسته دوم به عنوان معیارهای زیست محیطی شامل: وضعیت سیستم مدیریت محیط زیست، طراحی سبز، داشتن سیستم بازیافت محصول، خرید مواد و تکنولوژی دوستدار محیط زیست. که این معیارها را براساس پرکاربردترین معیارها بی که در ادبیات آورده است انتخاب نموده است. پس از تعیین سلسله مراتب معیارها و وزن دهی به معیارها با استفاده از روش AHP، گزینه ها را با استفاده از روش TOPSIS رتبه بندی کرده است. به شرح زیر: معیار برای ارزیابی تامین کنندگان انتخاب کرده است. دسته اول به عنوان معیارهای محصولی شامل: کیفیت، زمان تحویل دهی و قیمت و

تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

AHP تکنیکی است که در سال 1980 توسط Saaty برای حل مسائل تصمیم گیری چندمعیاره ابداع شد. در این روش در اولین سطح، معیارها، در سطح دوم (در صورت نیاز) زیر معیارها و در سطح سوم گزینه ها، قرار می گیرند. تصمیم گیرندگان بر اساس ذهنیت خود نسبت به معیارها و گزینه ها امتیاز داده و در نهایت گزینه ای که بیشترین امتیاز را از آن خود نماید به عنوان گزینه برتر انتخاب خواهد شد. AHP ابزاری است که با رویکرد سیستمی، تصمیم گیرندگان را در اولویت بندی معیارها یاری می نماید. یکی از مزایای AHP در این است که با توجه به ساختار سلسله مراتبی، تصمیم گیرندگان را وادار می سازد تا مسئله خود را بصورتی ساخت یافته تعریف نمایند. AHP با مقایسات زوجی معیارها و گزینه ها، تصمیم گیری را آسان می سازد اما از سویی این روش بسیار متکی به ذهنیات افراد بوده و می تواند وقت گیر باشد.

تکنیک TOPSIS

این تکنیک که یکی از تکنیکهای تصمیم گیری چندمعیاره است، اولین بار توسط Hwang و Yoong ارائه شد که مورد استقبال محققین و کاربران مختلف واقع گردید. در این روش گزینه ها بر اساس شباهت به حل ایده آل رتبه بندی می شوند. بدین ترتیب که هر چه یک گزینه شبیه تر به حل ایده آل باشد رتبه بیشتری دارد. حل ایده آل حلی است که از هر جهت بهترین باشد که غالباً در عمل وجود نداشته و سعی در نزدیک تر شدن به آن است. اصولاً برای اندازه گیری شباهت یک طرح به حل ایده آل آن و ضد ایده آل فاصله آن طرح از ایده آل و ضد ایده آل در نظر گرفته می شود. این روش از ذهنیات افراد برای انتخاب گزینه ها استفاده نمی کند از اینرو سرعت اجرای آن در عمل بسیار بالاست.

از آنجا که تصمیم گیری در خصوص وزن معیارها در عمل کمتر از تصمیم گیری در خصوص انتخاب گزینه انجام می شود، لذا جهت ایجاد ساختار مسئله و کمک به تصمیم گیرندگان در وزن دهی صحیح به معیارها، چارچوب پیشنهادی این تحقیق، در مرحله تعیین اوزان معیارها از روش AHP و به منظور سرعت عمل در تصمیم گیری برای انتخاب گزینه ها، که به دفعات در عمل اتفاق می افتد، از روش سریع TOPSIS استفاده می نماید.

بدست آوردن وزن‌ها به روش AHP

یکی از کاربردهای روش AHP وزن دهی به معیارهای تصمیم‌گیری، از طریق مقایسات زوجی است. پس از تعیین سلسله مراتب معیارها، برای تعیین وزن معیارها گام‌های زیر طی می‌شود:

گام 1) مقایسه زوجی

ماتریس مقایسه زوجی معیارها بصورت زیر تشکیل شده و بر اساس طیف 5 نقطه‌ای لیکرت، معیارها با یکدیگر مقایسه می‌گردند:

	C_1	C_2	C_3	...	C_n													
C_1	1	S_{12}	S_{13}	...	S_{1n}	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">مقیاس‌های مقایسه زوجی</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>بی تفاوت</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>کمی ارجح</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>ارجحیت قوی</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>ارجحیت خیلی قوی</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>کاملاً ارجح</td> </tr> </table>	مقیاس‌های مقایسه زوجی		1	بی تفاوت	3	کمی ارجح	5	ارجحیت قوی	7	ارجحیت خیلی قوی	9	کاملاً ارجح
مقیاس‌های مقایسه زوجی																		
1	بی تفاوت																	
3	کمی ارجح																	
5	ارجحیت قوی																	
7	ارجحیت خیلی قوی																	
9	کاملاً ارجح																	
C_2	$1/S_{12}$	1	S_{23}	...	S_{2n}													
C_3	$1/S_{13}$	$1/S_{23}$	1	...	S_{3n}													
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots													
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots													
C_n	$1/S_{1n}$	$1/S_{2n}$	$1/S_{3n}$...	1													

S_{ij} : اولویت معیار i نسبت به معیار j ام

همچنین در مقایسات زوجی می‌توان از اعداد زوج نیز در اولویت دهی به معیارها استفاده نمود.

گام 2) محاسبه وزن معیارها

$$M_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n A_{ij}} \quad (\text{رابطه 1})$$

A_{ij} : درایه سطر i ام و ستون j ام ماتری مقایسات زوجی معیارها

M_i : وزن معیار i ام پیش از نرمالیزه شدن (میانگین هندسی)

پس از محاسبه میانگین هندسی، از طریق رابطه 2، وزن نرمال شده و وزن نهایی هر معیار محاسبه می‌شود.

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{k=1}^n M_k} \quad (\text{رابطه 2})$$

W_i : وزن نهایی معیار i ام

در نهایت ماتریس اوزان بصورت زیر بدست می‌آید:

$$W = \begin{pmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix}$$

گام 3) محاسبه وزن زیر معیارها

در صورت وجود زیر معیار، گام 2 برای زیر معیارهای هر معیار تکرار شده و وزن نسبی هر یک از زیر معیارها بدست می آید. در نهایت وزن نهایی هر زیر معیار از حاصلضرب وزن معیار در وزن نسبی زیر معیار مربوطه بدست می آید.

گام 4) محاسبه نرخ ناسازگاری

در AHP برای سنجش میزان سازگاری نظرات ارائه شده توسط تصمیم گیرندگان، نرخ ناسازگاری طی مراحل زیر محاسبه می گردد:

الف) محاسبه مقادیر مختلف λ از رابطه 3 و محاسبه $\bar{\lambda}$:

(رابطه 3)

$$WAW = \lambda W$$

ب) محاسبه شاخص ناسازگاری II طبق رابطه 4:

(رابطه 4)

$$II = \frac{\bar{\lambda} - n}{n - 1}$$

n: تعداد معیارها

ج) محاسبه نرخ ناسازگاری بر طبق رابطه 5 و جدول زیر:

(رابطه 5)

$$\frac{II}{IIR} =$$

مقادیر ثابت IIR بر اساس تعداد معیارها								
n	2	3	4	5	6	7	8	9
IIR	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

از آنجا که ناسازگاری همواره وجود دارد، نرخ ناسازگاری کمتر از 0.1 مورد قبول بوده و در غیر اینصورت اولویت بندی و مقایسات زوجی مجدداً انجام خواهد شد.

رتبه بندی گزینه ها به روش TOPSIS

پس از تعیین وزن معیارها، گزینه های موجود باید اولویت بندی گردند. این کار طی گامهای زیر صورت می پذیرد:

گام 1) تشکیل ماتریس تصمیم با m گزینه و n معیار

اگر در پایگاه داده m گزینه با n معیار فرض شود، ماتریس تصمیم بصورتی تشکیل خواهد شد که مولفه های آن (X_{ij}) بیانگر کمیت گزینه i ام در معیار j ام است. همچنین معیارها، برحسب اثر گذاری روی گزینه ها، ممکن است منفی یا مثبت باشد.

گام 2) بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم

در این مرحله داده ها با مقیاس های مختلف به داده های بی مقیاس تبدیل می شوند. در این الگوریتم از رابطه 6 استفاده می شود.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (6) \quad i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n$$

گام 3) وزن دار کردن ماتریس تصمیم بی مقیاس شده

واضح است که اهمیت معیارهای اولویت بندی یکسان نیستند. لذا به تمامی معیارها وزنی تعلق می گیرد. ماتریس وزن در ماتریس تصمیم بی مقیاس شده، ضرب می شود تا ماتریس بی مقیاس شده وزن دار بدست آید. با فرض $V_{ij} = r_{ij} \times W_j$ این ماتریس عبارت خواهد بود از:

$$V = \begin{matrix} & V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1n} \\ & V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2n} \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ & V_{m1} & V_{m2} & \dots & V_{mn} \end{matrix}$$

گام 4) مشخص کردن راه حل ایده آل و راه حل ضد ایده آل

در تعیین راه حل ایده آل و راه حل ضد ایده آل از رابطه 7 استفاده می شود. اگر حل ایده آل با A^* ، حل ضد ایده آل با A^- ، مجموعه معیارهای مثبت با J^+ و مجموعه معیارهای منفی با J^- نشان داده شود، آنگاه:

$$J^+ = \{j \in J \mid V_{ij} = \max_{i=1,2,\dots,m} V_{ij}\} \quad (7)$$

$$J^- = \{j \in J \mid V_{ij} = \min_{i=1,2,\dots,m} V_{ij}\}$$

آلترناتیو هایی که در A^* و A^- قرار می گیرند به ترتیب نشان دهنده گزینه های کاملاً بهتر و کاملاً بدتر هستند.

گام 5) محاسبه فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل

برای یافتن فاصله از حالت ایده آل برای هر گزینه از رابطه 8 استفاده می گردد.

$$i=1,2,\dots,m S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (\text{رابطه 8})$$

همچنین فاصله از حالت ضد ایده آل از رابطه 9 قابل محاسبه است.

$$i=1,2,\dots,m S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (\text{رابطه 9})$$

گام 6) معیار نهایی رتبه بندی گزینه ها

معیار نهایی جهت رتبه بندی گزینه ها از رابطه 10 محاسبه می شود:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (\text{رابطه 10})$$

کاملاً واضح است که اگر $A_i = A_i^*$ آنگاه $S_i^* = 0$ و $C_i^* = 1$ است و در صورتی که $A_i = A_i^-$ آنگاه $S_i^- = 0$ و $C_i^* = 0$ خواهد بود. بنا بر این هر اندازه گزینه A_i به راه حل ایده آل A^* نزدیکتر باشد ارزش C_i^* به واحد نزدیکتر خواهد شد.

گام 7) رتبه بندی گزینه ها

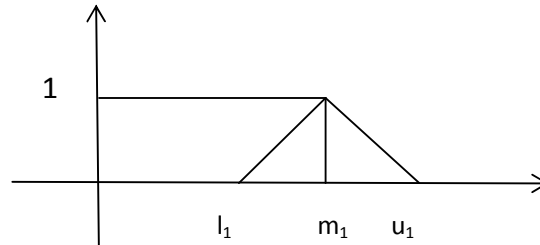
رتبه بندی بر اساس مقدار C_i^* خواهد بود، بدین ترتیب، گزینه ای که دارای بیشترین C_i^* است، به عنوان انتخاب اول و گزینه دارای کمترین C_i^* ، حائز رتبه آخر خواهد بود.

واضح است که روش TOPSIS بجای استفاده از نظر خبرگان و تکیه بر داده های ذهنی از داده های موجود برای مقایسه گزینه ها بهره می جوید. همین امر موجب سرعت بالای این روش در تصمیم گیری و در نتیجه تناسب آن با شرایط کاربردی است.

[زنجیرچی و همکاران] در تحقیقی با عنوان «ارائه چارچوب ارزیابی سبز بودن صنایع تولیدی بر اساس عملکرد محیطی و رویکرد فازی» با استفاده از رویکرد تصمیم گیری چند معیاره فازی، سبز بودن زنجیره تامین را بررسی می نمایند. در این مقاله بعد از بررسی مقالات مختلف این نتیجه حاصل می شود که محققان مختلف شاخص های متعددی را برای سنجش سبز بودن زنجیره تامین بیان کرده اند که با وجود تعدد، دارای همگرایی قانع کننده ای هستند. با مرور کتاب شناسی مدیریت زنجیره تامین سبز و مدیریت محیطی روشن می شود که اکثر مطالعات انجام شده در زمینه ارزیابی میزان سبز بودن زنجیره تامین بر پنج شاخص تامین کننده و خرید سبز، طراحی سبز، تولید سبز، بسته بندی سبز و حمل و نقل و توزیع سبز تمرکز داشته اند. لذا در این تحقیق نیز از همین معیارهای پنج گانه برای ارزیابی سبز بودن زنجیره تامین استفاده شده است. در این راستا سعی بر آن شده است تا نقص وارد بر تکنیک سلسله مراتبی فازی یعنی عدم بررسی سازگاری در این روشها مرتفع شود. بدین منظور از روشهای غضنفری و میخایلووف به ترتیب برای بررسی سازگاری و وزن یابی استفاده شده است. به شرح زیر:

نظریه مجموعه فازی

نظریه فازی در سال 1965 توسط پروفیسور Zadeh برای لحاظ کردن عدم اطمینان و ابهام در حل مسائل مختلف بیان شد. در این تحقیق از عدد فازی مثلثی استفاده شده است که ساختار آن در شکل زیر نشان داده شده است. یک عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{a}(l_1, m_1, u_1)$ نشان داده می شود که $l_1 \leq m_1 \leq u_1$ است. تابع عضویت آن به صورت زیر است.



$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0 & x < l_1 \text{ or } x > u_1 \\ \frac{x - l_1}{m_1 - l_1} & l_1 \leq x \leq m_1 \\ \frac{u_1 - x}{u_1 - m_1} & m_1 \leq x \leq u_1 \end{cases}$$

در این پژوهش برای رتبه بندی نهایی اعداد از روش احتمال بزرگی اعداد فازی استفاده شده است که به شرح زیر است:

درجه احتمال بزرگ بودن عدد مثلثی فازی $\tilde{a}_1(l_1, m_1, u_1)$ نسبت به عدد مثلثی فازی $\tilde{a}_2(l_2, m_2, u_2)$ برابر با رابطه 11 است:

$$V(\tilde{a}_1 > \tilde{a}_2) = \text{suby} \geq x [\min(\mu_{\tilde{a}_1}(x), \mu_{\tilde{a}_2}(y))] \quad \text{(رابطه 11)}$$

برای مقایسه \tilde{a}_1 و \tilde{a}_2 محاسبه هر دو مقدار $V(\tilde{a}_2 \geq \tilde{a}_1)$ و $V(\tilde{a}_1 \geq \tilde{a}_2)$ ضروری است. درجه احتمال بزرگتر بودن یک عدد فازی محذب (\tilde{a}) از K عدد فازی محذب دیگر $(\tilde{a}_i; i=1, 2, \dots, k)$ به صورت زیر تفکیک می شود:

$$V(\tilde{a} \geq \tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_k) = V[(\tilde{a} \geq \tilde{a}_1), (\tilde{a} \geq \tilde{a}_2), \dots, (\tilde{a} \geq \tilde{a}_k)] = \min V(\tilde{a} \geq \tilde{a}_i) \quad i=1, 2, \dots, k \quad \text{(رابطه 12)}$$

فازی AHP

AHP شیوه ای برای تجزیه حالت پیچیده به بخش های ترکیبی آن و چیدن این بخش ها، یا تغییر ها بر اساس نظم سلسله مراتبی است. این روش با وجود سادگی و کارایی بالا به دلیل عدم در نظر گرفتن بی دقتی و عدم اطمینان ذاتی ادراکات تصمیم گیرندگان و انعکاس آرای آنها به صورت عدد قطعی اغلب مورد انتقاد قرار گرفته است. راه مناسب برای تعامل با این عدم اطمینان، بیان ارزش های مقایسه ای با استفاده از مجموعه ها، یا اعداد فازی است که ابهام موجود در تفکر انسانی را در نظر میگیرد. این روش را برای اولین بار Van Laarhoven و Pedrycz، با جایگزینی اعداد فازی مثلثی در ماتریس مقیسه هاس زوجی به حوزه فازی توسعه داده شد.

پس از آن محققان زیادی با توسعه AHP به فضای فازی، روشهای FAHP را توسعه دادند. یکی از مهمترین و کم انتقادترین روشهایی که می توان در این زمینه نام برد، روش میخایلو ف است.

اولویت گذاری غیر خطی فازی میخایلو ف

مدل اولیه ارائه شده توسط میخایلو ف مبتنی بر مدل خطی و نیازمند محاسبه برش های الفای برای قضاوت ها، حل مدل و سپس ادغام وزن ها در سطوح مختلف الفای برای بدست آوردن وزن نهایی بود. وی در تکمیل کار خود پیشنهاد کرد که استفاده از مدل برنامه ریزی غیر خطی که در ادامه توضیح داده شده است می تواند تعدادی از این مراحل را در دستیابی به اوزان نهایی حذف کند. فرض کنید قضاوت های اولیه به صورت $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ باشد، در این صورت برای محاسبه اوزان داریم: $\frac{w_i}{w_j} \leq u_{ij}$ یا $\frac{w_i}{w_j} \geq l_{ij}$. بجای تبدیل عبارت فوق به دو ناحیه ساده خطی، می توان برای هر قضاوت، تابع عضویتی بسازیم که نسبت به $\frac{w_i}{w_j}$ خطی باشد:

$$\mu_{ij}\left(\frac{w_i}{w_j}\right) = \begin{cases} \frac{\left(\frac{w_i}{w_j} - l_{ij}\right)}{m_{ij} - l_{ij}} & \frac{w_i}{w_j} \leq m_{ij} \\ \frac{u_{ij} - \frac{w_i}{w_j}}{u_{ij} - m_{ij}} & \frac{w_i}{w_j} \geq m_{ij} \end{cases} \quad (\text{رابطه 13})$$

اکنون می توان منطقه موجهی را از فصل مشترک محدودیت ها و با استفاده از رویکرد max - min جواب مدل را تعیین کرد:

Max λ

St :

(رابطه 14)

$$(m_{ij} - l_{ij}) \lambda w_j - w_i + l_{ij} w_j \leq 0$$

$$(u_{ij} - m_{ij}) \lambda w_j + w_i - u_{ij} w_j \leq 0$$

$$w_k > 0, k = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, n-1, j = 2, 3, \dots, n, j > i$$

این مدل افزون بر وزن گزینه ها، مقدار ناسازگاری را مشخص می کند. مقدار مثبت برای شاخص λ نشان دهنده سازگاری نسبی و مقدار منفی برای آن، نشان از قضاوت های فازی بشدت ناسازگار دارد.

روش غضنفری و نوجوان

سازگاری ماتریس تصمیم گیری چه در حالت قطعی، و یا در حالت فازی، تاثیر تعیین کننده ای بر صحت نتایج تحلیل های مقایسه ای دارد. موضوع سازگاری را اولین بار Saaty مطرح کرد و مشخصه های سازگاری کامل و سازگاری قابل قبول توسط وی

تعریف شدند. انتقادی که به کار بسیاری از محققان در حوزه تحقیقات فرایند FAHP وارد است این است که آنها فقط به ارائه روش برای بدست آوردن وزن بسنده کرده اند و گاهی حتی اشاره ای به لزوم سازگار بودن ماتریس ها برای دست یافتن به وزن های قطعی نکرده اند. غضنفری و نوجوان بر مبنای روش Leung و Cao شیوه ای را برای شناسایی ناسازگاری در ماتریس های قضاوت فازی و اصلاح آن ارائه دادند. این محققان با در نظر گرفتن مقیاس 9 تایی ساعتی در مقایسه های زوجی ، اعداد داخل مجموعه $\Psi = \left\{ \frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \right\}$ را «نقاط مجاز» نامیده و قضاوت هارا در قالب این مجموعه پذیرفتند. روش این محققان بر مبنای قضاوت های دوزنقه ای (m, l, u, d) قرار گرفته است. برای این اعداد ساختاری بصورت (λ, θ, π) ارائه می شود. که در آن λ فاصله بین m و θ ; θ فاصله بین l و u و π سرانجام π فاصله بین u و d است.

در روش ارائه شده فرض می شود که با وجود امکان تغییر عناصر چهارگانه قضاوت فازی ، این ساختار ثابت می ماند. بدین ترتیب مدل مورد نظر تلاش می کند تا ضمن اعمال حد اقل تغییر در قضاوت ها (تابع هدف) ، سازگاری اوزان ارائه شده را نیز برقرار کند. حفظ ساختار، حفظ تقارن و حرکت در مجموعه نقاط مجاز نیز توسط محدودیت های این مدل نشان داده شده اند:

$$MinZ = \sum_i \sum_j P_{ij} (l'_{ij} - l_{ij})^2 \quad \forall (i, j) \in \Omega$$

s.t :

$$\ln(1 - \delta)L_{ij1} \leq \ln w_i - \ln w_j \leq \ln(1 + \delta)U_{ij1}, \quad \forall i \neq j$$

(رابطه)

$$l'_{ji} = \frac{1}{u'_{ij}} \quad \forall (i, j) \in \Omega$$

$$u'_{ji} = \frac{1}{l'_{ij}} \quad \forall (i, j) \in \Omega$$

$$1 \leq l'_{ij} \leq 9 - (\pi_{ij} + \theta_{ij}) \quad \forall (i, j) \in \Omega$$

$$u'_{ij} = l'_{ij} + \theta_{ij} \quad \forall (i, j) \in \Omega$$

$$l'_{ij} = \text{حجیح} \quad \forall (i, j) \in \Omega$$

l'j: حد پایین جدید قضاوت پس از اصلاح ناسازگاری

u'j: حد بالای جدید قضاوت پس از اصلاح ناسازگاری

δ: انحراف مجاز از سازگاری کامل

CFij: شاخص اطمینان درایه Rj

Pij: ضریب جریمه تغییر در Rj که بر مبنای CFj محاسبه می شود. اده قرار می گیرد:

$$P_j = P_{\min} + (F$$

که P min و P max توسط تصمیم گیرنده تعیین می شوند.

فازی TOPSIS

این روش به طور گسترده ای برای حل مسائل رتبه بندی استفاده می شود. اما به دلیل ناتوانی آن در مد نظر قرار دادن ابهام ذاتی در ادراکات تصمیم گیرندگان مورد انتقاد قرار گرفته است. یکی از محققانی که به نحو مناسبی توانسته است تکنیک TOPSIS را به فضای فازی منتقل کند، Chen است. شیوه معرفی شده توسط چن با توجه به نوع استفاده ای که در این تحقیق از آن خواهد شد به قرار زیر است:

گام اول: تشکیل ماتریس توافقی فازی آرای افراد در مورد اهمیت هر کدام از افراد در مورد اهمیت هر کدام از سنجه های سبز بودن، درایه های این ماتریس به صورت \tilde{X}_{ij} در نظر گرفته می شود:

\tilde{X}_{ij} : نظر فرد i ام درباره مولفه j ام که به صورت عدد فازی زیر محاسبه شده است:

$$\tilde{X} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

از سویی وزن و میزان اهمیت نظرات خبرگان با \tilde{W}_{ij} نشان داده می شود که به صورت عدد فازی زیر بیان می شود:

$$\tilde{W}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$$

گام دوم) بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم گیری: در این گام بایستی ماتریس تصمیم گیری فازی نظرات افراد را به یک ماتریس بی مقیاس شده فازی (\bar{R}) تبدیل کنیم. برای به دست آوردن ماتریس \bar{R} ، کافی است از یکی از روابط 17 یا 18 استفاده کرد.

گام سوم) ایجاد ماتریس بی مقیاس وزین فازی \bar{V} با مفروض بودن بردار \bar{W}_{ij} به عنوان ورودی به الگوریتم با استفاده از رابطه 19 محاسبه می شود:

$$\bar{r}_{ij} = (l_{ij}/c_j^*, m_{ij}/c_j^*, u_{ij}/c_j^*) \quad \bar{R} = [\bar{r}_{ij}]_{m \times n} \quad C_j^* = \max_i c_{ij} \quad (\text{رابطه 17})$$

$$\bar{r}_{ij} = (\bar{l}_j/c_{ij}, \bar{m}_j/b_{ij}, \bar{u}_j/c_{ij}) \quad \bar{a}_j = \min_i a_{ij} \quad (\text{رابطه 18})$$

$$\bar{V} = [\bar{v}_{ij}]_{m \times n} \quad \bar{v}_{ij} = \bar{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{رابطه 19})$$

گام چهارم) مشخص کردن ایده ال مثبت فازی ($FPIS, A^+$) و ایده ال منفی فازی ($FNIS, A^-$).

$$\tilde{v}_j^+ = (1, 1, 1), \quad \tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$$

گام پنجم) محاسبه مجموع فواصل هر یک از مولفه ها از ایده ال مثبت فازی و ایده ال منفی فازی، در صورتیکه \tilde{a}_1 و \tilde{a}_2 دو عدد فازی به شرح زیر باشند، آنگاه فاصله بین این دو عدد فازی به واسطه رابطه 20 به دست می آید:

$$\tilde{a}_1(l_1, m_1, u_1) \quad \tilde{a}_2(l_2, m_2, u_2)$$

$$D(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_2 - l_1)^2 + (m_2 - m_1)^2 + (u_2 - u_1)^2]}$$

بدین ترتیب ، فاصله هر یک از مولفه ها از ایده ال مثبت و ایده ال منفی با استفاده از رابطه 21 بدست می آید:

$$d_j^+ = \sum_{j=1}^n d(\check{v}_j - \check{v}_j^+) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{رابطه 20})$$

$$d_j^- = \sum_{j=1}^n d(\check{v}_j - \check{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{رابطه 21})$$

گام ششم) محاسبه نزدیکی نسبی مولفه i ام از ایده ال مثبت و در پایان رتبه بندی آنها به ترتیب نزولی CC_i . این نزدیکی نسبی به صورت رابطه 22 تعریف می شود:

$$CC_i = d_i^- / (d_i^+ + d_i^-) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

[الف و همکاران] در مقاله ای با عنوان « مقتضیات تحقق مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت خودرو سازی ایران» به شناسایی مقتضیات (محرک ها، موانع، اقدامات و نتایج) لازم جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت خودرو سازی ایران پرداخته اند. بدین منظور با توجه به ادبیات موضوع اقدامات لازم جهت دستیابی به مدیریت زنجیره تامین سبز، استخراج و این اقدامات برای نهایی شدن از طریق پرسشنامه به نظرسنجی خبرگان گذارده شده است. در نهایت اقدامات اجرایی به کمک روش TOPSIS فازی اولویت بندی شده اند.

منابع

1. ایمانی و احمدی، مدیریت زنجیره تامین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی، ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته ، سال اول، شماره 10، شهریور 1388، صفحه 14-19
2. الف و همکاران ، مقتضیات تحقق مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت خودرو سازی ایران ، فصلنامه علوم مدیریت ایران ، سال ششم، شماره 21، بهار 1390، صفحه 123-140
3. زائری و رضانی. (2011). «ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین سبز با رویکرد تصمیم گیری چند معیاره»
4. زنجیرچی و همکاران، ارئه چارچوب ارزیابی سبز بودن صنایع تولیدی بر اساس عملکرد محیطی و رویکرد فازی (مطالعه موردی: صنایع کاشی، فولاد و نساجی استان یزد)، محیط شناسی، سال سی و نهم، شماره 1، بهار 1392، صفحه 39-52

MCDM در زنجیره معکوس

تهیه کننده: یاسر بیدرام

عنوان مقاله: استفاده از روش های تعاملی در طراحی شبکه لجستیک معکوس بادر نظر گرفتن ملاحظات کارایی زیست محیطی

چکیده:

بارشده اهمیت توسعه پایدار مفهوم کارایی زیست محیطی نیز جایگاه ویژه ای را در ادبیات یافته است. کارایی زیست محیطی یعنی تولید کالا و ارائه ی خدمات با به کارگیری انرژی مواد اولیه کمتر که ضایعات، آلودگی و هزینه ی کمتر را نیز به دنبال داشته باشد. هدف این مقاله طراحی شبکه لجستیک معکوس به گونه ای است که کارایی زیست محیطی شبکه، نظر تصمیم گیرنده را تامین کند. بدین منظور یک مدل برنامه ریزی ریاضی دوهدفه (کمینه کردن هزینه و اثرات زیست محیطی) برای طراحی شبکه بازیافت کاغذ ارائه شده و نقاط موثر مدل بدست می آید. در ادامه با استفاده از روش تعاملی STEM¹ که موازنه بین اهداف اقتصادی و زیست محیطی را در تعامل با تصمیم گیرنده در نظر دارد. یک شبکه ی بازیافت کارا به لحاظ زیست محیطی ارائه خواهد شد.

لغات کلیدی: توسعه پایدار، کارایی زیست محیطی، روش های تعاملی، STEM

1) مقدمه

یکی از مفاهیمی که امروزه در سیاست های بین المللی مورد توجه خاص قرار گرفته است مفهوم "پایداری"² است. پایداری طبق گزارش برتلند به معنی "برآوردن نیاز نسل امروز بدون اینکه نسل آینده در برآوردن نیاز خود با کمبود و مشکل مواجه شوند". توسعه پایداری یک مفهوم پیچیده است که جنبه های مختلفی در بر میگیرد. در پایداری سه جنبه ی اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی با هم به طور کامل در تعامل هستند و اغلب محققان در این سه جنبه ی اصلی³ زیست محیطی و اقتصادی پایداری را بررسی می کنند. در توسعه پایدار اهداف باید در سه جنبه به طور همزمان به صورت ذیل در نظر گرفته شود:

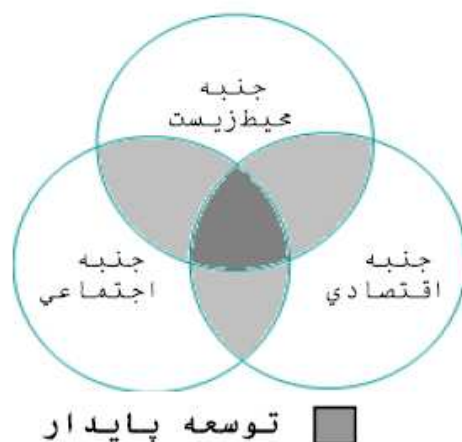
- رشد اجتماعی را که در آن نیازهای همه ی افراد برآورده شده فراهم آورد.

1 Step Method (STEM)

2 Sustainability

3 Triple Bottom Line (TBL)

- حفاظت موثری از محیط زیست به عمل آورده و در مصرف منبع طبیعی با دقت عمل نماید.
- رشد پایدار اقتصادی را به همراه داشته باشد.



شکل ۱- اجزای توسعه پایدار [۱]

واقعیت این است که کشورهای توسعه یافته دربرهه ای از تاریخ مراحل اساسی توسعه را طی کرده اند که ضمن بیشترین استفاده از منابع و ذخایر طبیعی، بیشترین آسیب رابه آن وارد ساخته و هزینه ای برای آن نپرداخته اند.

این اتفاق از انقلاب صنعتی تا قرن 20 به طور چشم گیری صورت گرفت. لیکن در حال حاضر شرایط به گونه ای است که ادامه ی این روند بسیار خطرناک و تقریباً غیرممکن است و لذا مسائل زیست محیطی و توجه به توسعه ی پایدار عملاً به یک شعار و جنبش جهانی تبدیل شده است. جامعه ی جهانی و خصوصاً کشورهای توسعه یافته توجه خود رابه محیط زیست معطوف کرده و اعلام می کنند که در کلیه ی مراحل تولید باید هزینه های زیست محیطی آن لحاظ شود. (2)

"کارایی زیست محیطی" یعنی تولید کالا و ارائه ی خدمات بابه کارگیری انرژی و مواد اولیه ی کمتر که ضایعات، آلودگی و هزینه ی کمتر را نیز به دنبال داشته باشد. کارایی زیست محیطی بعد از آنکه Schmidheiny در سال 1992 در کتاب "Changing Course" مطرح کرد، عمومیت یافت (این کتاب در کنفرانس UNCED ارائه شده که درباره توسعه ی پایدار و مسائل زیست محیطی بود). این کتاب اغلب به عنوان سرچشمه ی مفهوم کارایی زیست محیطی یاد می شود. Schmidheiny در این کتاب اصولاً روی ظرفیت طبیعت به منظور جذب ضایعات و کاهش تشعشعات به همراه رشد اقتصادی، تمرکز داشته است. کمیسیون جهانی توسعه پایدار (WBCSD) نقش مهمی در شناخته شدن این مفهوم در صنعت دارد و از طریق راه های مختلف از جمله وب سایت اطلاعات و مطالعات موردی مختلفی راز کارایی زیست محیطی در اختیار صنعت قرار می دهد.

بحث های زیادی در رابطه با ملزومات و مدل زندگی برای توسعه ی پایدار آغاز شده است. اما این بحث هادرگام های نخستین خود است. امروزه واکنش های زیادی را در مورد آلودگی محیط زیست در سطوح ملی شاهد هستیم.

دولت ها قوانینی رابه صورت ملی و بین المللی برای در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی تدوین نموده اند. به عنوان مثال میتوان به پیمان کیوتو برای کاهش گازهای گلخانه ای برای جلوگیری از گرم شدن زمین اشاره نمود. در حال حاضر اتحادیه اوپا اصلی ترین حامی توسعه پایدار شده است. پارلمان اروپا توسعه پایدار را برای آینده ی اروپا بسیار حیاتی میدانند و درگام های ابتدایی قوانینی رابرای ضایعات

قطعات الکترونیکی وضع نموده است {3}. در ایران نیز قانون مدیریت پس ماندها برای نحوه ی مدیریت پس ماندها در حوزه های تولیدی و کشاورزی در سال 83 تصویب شده است. این مقاله برآن است تا به طراحی شبکه بازیافت کاغذ بادر نظر گرفتن عوامل اقتصادی و زیست محیطی به طور همزمان بپردازد. با توجه به اینکه آنالیز کارایی زیست محیطی نیز به 2 جنبه زیست محیطی و اقتصادی میپردازد در واقع این مقاله به دنبال شبکه اشی است که به لحاظ زیست محیطی کارا باشد.

2. مرور ادبیات

مرور ادبیات کارایی زیست محیطی در حوزه طراحی شبکه نشان دهنده تنها دو مقاله در این زمینه است. ابتدا Frotaneto و همکاران {4} چارچوبی را برای طراحی و ارزیابی شبکه های پایدار لجستیک بر اساس تحلیل پوششی داده و برنامه ریزی چند هدفه ارائه نموده اند. آن ها در این مقاله، کمینه سازی هزینه و اثرات زیست محیطی به عنوان دو هدف در طراحی شبکه ی لجستیک در نظر گرفته شده است.

1 Eco-efficiency

2 United Nations Conference on Environment and Development

3 World Business Council for Sustainable Development

Frotaneto و همکاران {5} روشی به نام اکو-توپولوژی را برای ارزیابی کارایی زیست محیطی در شبکه های لجستیک ارائه کرده اند. جمع آوری ضایعات قطعات الکترونیکی در آلمان به عنوان مطالعه موردی و پیاده یازی روش اکو توپولوژی در نظر گرفته شده است. مدل مطالعه موردی مقاله، به صورت یک مدل سه هدفه ارائه شده است. توابع هدف این مدل به صورت ماکزیمم کردن سود و کمینه سازی کل تقاضای انرژی و ضایعات است. آن ها با ثابت در نظر گرفتن یک تابعه هدف، نقاط موثر مدل با دو هدف دیگر را به دست آورده اند. به دین طریق می توان به سادگی موازنه بین سه هدف را به طور کمی ارزیابی نمود. مزیت دو مقاله یاد شده در بالا نسبت به تحقیقات گذشته در زمینه کارایی زیست محیطی در این است که روشی کارا با قابلیت موازنه بین اهداف اقتصادی و زیست محیطی ارائه می کند. نقطه ضعف مدل های ارائه شده در این مقالات این است که تعاملی را با تصمیم گیرنده در طی فرایند تصمیم گیری ندارد. این مقاله سعی بر آن دارد تا با استفاده از روش های تعاملی به طراحی شبکه بازیافت کاغذ بادر نظر گرفتن مسائل زیست محیطی و اقتصادی بپردازد. روش های تعاملی برای رسیدن به جواب مورد رضایت تصمیم گیرنده در طی فرایند تصمیم گیری با تصمیم گیرندگان در تعامل بوده و نظرات آنها را در مدل لحاظ می کنند. در این مقاله از روش STEM برای این منظور استفاده می شود.

3- معرفی روش:

Benayoun و همکاران {6} در سال 1971 روش STEM را معرفی نموده اند. این روش در حل یک مدل چند هدفه به کار رفته است. در ضمن این روش طی گام های ذیل به تصمیم گیرنده در حین عملیات فرصت یادگیری و تشخیص راه حل های مناسب را می دهد. گام صفر- یک ماتریس بهره وری را برای مدل چند هدفه تشکیل می دهیم. برای این کار راه حل های ایده آل را برای هر f_z^* از حل مسائل زیر بدست می آوریم:

$$\begin{aligned} \text{Max : } Z_j &= f_j(x) = C_j^t x \quad ; j = 1, 2, \dots, k \\ \text{s.t. } Ax &\leq b \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

باتوجه به بهینه های حاصل از فوق، ماتریس بهره وری رابه گونه ای تشکیل می دهیم که در هر ردیف j ام آن مربوط به راه حلی است که هدف j ام را بهینه می کند و هر Z_{ij} بیانگر ارزش هدف j ام است وقتی که هدف j ام به ایده آل (f_j^*) خود رسیده است. گام یکم - مرحله ی محاسبات. برنامه خطی زیر در سیکل j ام حل میگردد به طوری که Z_{ij} در مفهوم (مینی ماکس) بیانگر نزدیک ترین فاصله ممکن از بهینه f_j^* است.

$$\begin{aligned} \text{Min } \gamma \\ \text{s.t. } \gamma &\geq (f_j^* - f_j(x)) \cdot \beta_j \quad ; j = 1, 2, \dots, k \\ x &\in S^m \\ \gamma &\geq 0 \end{aligned}$$

S^m شامل محدودیت های $\begin{cases} Ax \leq b \\ x \geq 0 \end{cases}$ بانضمام محدودیت هایی که در $m-1$ سیکل قبلی به مسئله افزوده شده باشند نیز می گردد.

نشان دهنده اهمیت نسبی فواصل از بهینه اهداف میباشد و اینکه این ضرائب به β_j طور موضعی موثر بوده و مانند اوزان در روشهای مطلوبیت نشان دهنده اهمیت همه جانبه نیستند. محاسبه β_j به گونه زیر خواهد بود: اگر می نیمم ارزش موجود برای ستون j

از ماتریس بهره وری موجود در فوق رابا f_j^{\min} نشان دهیم، داریم:

$$\beta_j = \frac{\alpha_j}{\sum_{i=1}^k \alpha_i}$$

$$\alpha_j = \begin{cases} \frac{f_j^* - f_j^{\min}}{f_j^*} \left[\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^k (C_{ij})^2}} \right] & f_j^* > 0 \\ \frac{f_j^{\min} - f_j^*}{f_j^*} \left[\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^k (C_{ij})^2}} \right] & f_j^* < 0 \end{cases}$$

نشان دهنده ضرایب هدف j ام به ازای n متغیر موجود می باشد. α_j همانطور که ملاحظه می شود از حاصل ضرب

دو عبارت حاصل می شود به طوریکه استنباط از عبارت یکم چنین است که ارزش f_j از ایده آن چندان تغییراتی نسبت به تغییرات راه حل X نداشته باشد بدان مفهوم خواهد بود که هدف j ام حساس به تغییرات اوزان فاصله نیست و در نتیجه ارزش کوچکی از β_j رامیتوان به این هدف واگذار نمود. اما عبارت دوم در فوق برای نرمالیزه کردن ارزش های موجود از توابع هدف مختلف (به روش اقلیدسی) منظور شده است.

به علاوه β_j به گونه ای است که $\sum \beta_j = 1$ خواهد بود و بنابراین راه حل های مختلف حاصل از استراتژی های مختلف از اوزان به سادگی قابل مقایسه خواهد بود.

گام دوم - مرحله تصمیم. راه حل (F^m نتیجه شده از x^m) و حاصل از قدم یکم در فوق را به تصمیم گیرنده معرفی مینماییم. تصمیم

گیرنده برخی از f_j^m ها را در مقایسه با مقادیر ایده آل (f_j^*) آنها نیز رضایت بخش تشخیص داده که نتیجا ممکن است حاضر به

تعدیل مقداری (Δf_j) از آنها به منظور بهبود در بقیه اهداف بشود. در این صورت ناحیه عملی مسئله برای سیکل بعدی از انتقالات به صورت ذیل خواهد بود:

$$S^{m+1} = \begin{cases} S^m \\ f_j(x) \geq f_j(x^m) - \Delta f_j \\ f_l(x) \geq f_l(x^m); l \neq j; l = 1, 2, \dots, k \end{cases}$$

ضریب β_j به ازای هدف j ام به منظور حل مسئله حاصل از سیکل $m+1$ را برابر با صفر قرار داده و حل مسئله موجود از قدم

یکم را برای سیکل $m+1$ به ازای S^{m+1} راتکرار نموده تا آنکه ارزش کلیه ها مورد رضایت تصمیم گیرنده واقع گردند.

4- طراحی شبکه بازیافت کاغذ

می خواهیم شبکه بازیافت کاغذ در کلان شهر تهران را طراحی کنیم. مسئله بدین شکل است که برای هر منطقه از شهر تهران یک انبار جمع آوری ضایعات کاغذ در نظر گرفته شده که میزان ضایعات کاغذ در این مناطق به صورت سالیانه مشخص است. یکسری نقاط کاندید برای احداث کارخانه های بازیافت کاغذ در نظر می گیریم. سوال این است که کارخانه هارا در کدام تقاط کاندید احداث

نماییم واز کدام مناطق (انبارهای جمع آوری ضایعات کاغذ) برای اینها کاغذ تامین کنیم. هر کارخانه سه نوع فرایند برای بازیافت می تواند داشته باشد که اثرات زیست محیطی متفاوتی دارند.

طراحی شبکه بازیافت کاغذ بادو تابع هدف (اقتصادی وزیست محیطی) مدل سازی شده است:

1- اقتصادی: حداقل کردن هزینه ها که شامل هزینه های حمل و نقل و هزینه راه اندازی و عملکرد کارخانه هاست.

2- زیست محیطی: حداقل کردن اثرات زیست محیطی که شامل اثرات زیست محیطی حمل و نقل و فرایند های تولیدی است.

4-1- مدل ریاضی

نشان گذاری زیر برای مدل ریاضی استفاده می شود:

تعریف مجموعه ها و اندیس ها:

$i \in I$	اندیس انبارهای جمع آوری ضایعات کاغذ
$i \in I$	اندیس مکان های کاندید برای احداث کارخانه
$k \in K$	اندیس روش های تولید

تعریف پارامتر های مدل:

نشانه پارامتر	شرح
f_{jk}	هزینه ی سالیانه کارخانه در مکان j باروش تولیدی k
c_{ij}	هزینه حمل و نقل از انبار i به کارخانه j
ec_{ij}	اثر زیست محیطی حمل و نقل از انبار i به کارخانه j
cp_{jk}	هزینه سالیانه تولید یک تن محصول باروش k در کارخانه j
ecp_{jk}	اثر زیست محیطی روش تولیدی k در کارخانه j
V_i	ظرفیت انبار i
V'_j	ظرفیت کارخانه در مکان j
m	تعداد کارخانه احداثی

تعریف متغیر های تصمیم گیری مدل:

متغیر	شرح
z_j	اگر در مکان j کارخانه ای احداث شود
y_{jk}	اگر در کارخانه j روش تولیدی k رابه کار گیرد

مقدار کاغذی که از انبار i به کارخانه درمکان j ارسال می شود	x_{ij}
--	----------

مدل ریاضی مسئله به صورت ذیل ارائه میشود:

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} f_{jk} \cdot y_{jk} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} cp_{jk} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} ec_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} ecp_{jk} \cdot x_{ij} \quad (2)$$

s.t.

$$x_{ij} \leq z_j \cdot V'_j \quad \forall i, j \quad (3)$$

$$\sum_{k \in K} y_{jk} = z_j \quad \forall j \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = V_i \quad \forall i \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = V'_j \quad \forall j \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J} z_j = m \quad (7)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (8)$$

$$z_j \in \{0,1\} \quad (9)$$

$$y_{jk} \in \{0,1\} \quad (10)$$

رابطه (1) مربوط به تابع هدف اقتصادی است که به دنبال کمینه سازی هزینه های سالیانه راه اندازی و فرایند های تولیدی کارخانه ها همچنین هزینه حمل و نقل بین انبار تا کارخانه ها است. رابطه (2) به دنبال کمینه سازی اثرات زیست محیطی حاصل از حمل و نقل بین انبار تا کارخانه و فرایند های تولیدی کارخانه هاست. محدودیت شماره (3) موید این مطلب اسصت که فقط در صورتی به کارخانه کاغذ ارسال می شود که احداث شده باشد (تا حد اکثر ظرفیت). محدودیت شماره (4) بیان می کند که هر کارخانه باید یک روش تولیدی داشته باشد. محدودیت شماره (5) مربوط به محدودیت ظرفیت خروجی انبار هاست. محدودیت های شماره (6) (7) به ترتیب محدودیت ظرفیت و تعداد کارخانه ها را بیان می کند. محدودیت شماره هی (8) (9) (10) نیز مربوط به محدودیت های علامت و نوع متغیرهای مورد استفاده در مدل هستند.

4-2 طراحی شبکه بازیافت کاغذ در تهران

اندیس ها و مجموعه ها به صورت زیر تعریف می شود:

در هر یک از مناطق 22 گانه یک انبار برای جمع آوری کاغذ در نظر گرفته شده است

$$i \in I, I = \{1, 2, 3, \dots, 22\};$$

برای احداث کارخانه ها در هر منطقه یک مکان کاندید در نظر گرفته شده است: $j \in J, J = \{1, 2, 3, \dots, 22\}$

داریم که عبارت اند از:

۱. Bleach sulphate
۲. Unbleached sulphate
۳. Bleached sulphite
۴. Bleached thermo-mechanical pulp

برآورد ظرفیت انبارها

در اینجا مقدار زباله جمع آوری شده در تیر ماه 87 به عنوان متوسط ظرفیت ماهانه انبار در هر منطقه فرض شده است. بدین منظور برای بدست آوردن ظرفیت سالانه انبارهای مناطق مقدار زایدات کاغذ و مقوا در تیر ماه در عدد 12 ضرب می شود و ظرفیت انبارهای 22 منطقه به صورت جدول 1 بدست آمده است:

جدول-1 ظرفیت انبارهای مناطق

مناطق	کاغذ و مقوا جمع آوری شده در ماه (بر حسب گیلوگرم)	کاغذ و مقوا جمع آوری شده در سال (بر حسب کیلوگرم)
1	66322	795864
2	1365072	16380864
3	169571	2034852
4	569266	6831192
5	329666	3955992
6	679425	8153100
7	257138	3085656
8	456386	5476632
9	171715	2060580
10	48164	577968
11	643120	7717440
12	528511	6342132
13	222430	2669160
14	353851	4246212
15	170801	2019612
16	285780	3429360
17	45492	545904
18	87871	1054452
19	19437	233244
20	144110	1729320
21	54030	648360
22	99040	1188480

V_j'

ظرفیت کارخانه های احداثی

مناطق 22 گانه به صورت مجموعه مکان های کاندید برای احداث کارخانه فرض شده است. سه نوع ظرفیت برای مکان های کاندید برای احداث کارخانه در نظر گرفته شده است. تهران به سه بخش تقسیم شده و برای اینکه تقاضای ضایعات کاغذ انبارها پاسخ داده شود ظرفیت متوسطی بر اساس اطلاعات جدول ضایعات کاغذ و مقوا در تیرماه 87 تخمین زده شده است.

 f_{jk}'

هزینه سالیانه کارخانه ها

برای بدست آوردن اطلاعات مربوط به هزینه احداث و عملیات کارخانه های بازیافت با تکنولوژی های مختلف از نظرات حسابداری شرکت بازیافت کاغذ صالح آباد استفاده شده است. طبیعی است که این هزینه ها تا حدودی تخمینی است.

محاسبه اثرات زیست محیطی

در این مدل تابع هدف محیطی شامل اثر زیست محیطی روش تولیدی کاغذ در کارخانه ها و اثر زیست محیطی حاصل از حمل و نقل بین انبار و کارخانه ها در نظر گرفته شده است. برای محاسبه این اثرات زیست محیطی از اطلاعات زیست محیطی موجود در صنعت کاغذ و خمیر اروپا که در مقاله Bloemhof و همکاران (7) به عنوان مطالعه موردی بررسی شده، استفاده می شود. در این مقاله مسا ئل زیست محیطی مربوط به گرم شدن جهانی، اسید زدایی، نیتروژن زدایی، مسمومیت بشری، سم زدایی، اسید زدایی فتوشیمیایی و ضایعات جامد در نظر گرفته شده است و اثرات زیست محیطی حاصل از چهار روش تولید کاغذ و حمل و نقل (برای که تن محصول) برای هر کدام از شاخص های بالا در صنعت کاغذ و خمیر اروپا، محاسبه شده و نرمال سازی شده است و جدول 2 این شاخص ها را نشان میدهد.

ضایعات جامد	نیتروژن زدایی	اسیدزدایی	اسیدزدایی فتوشیمیایی	سم زدایی	مسمومیت بشری	گرم شدن جهانی	فرایند
81	31	53	35	79	42	16	روش تولیدی 1
52	17	36	31	32	33	7	روش تولیدی 2
80	100	100	100	100	100	56	روش تولیدی 3
92	13	58	35	52	43	100	روش تولیدی 4
0	0	0.003	0.001	0	0.002	0.004	حمل و نقل

برای محاسبه اثرات زیست محیطی روش های تولید کاغذ (ecpij) و حمل و نقل از میانگین اثرات زیست محیطی در دسته های مختلف استفاده شده است. در واقع میانگین اعداد هر سطر جدول 2 بیانگر اثر زیست محیطی روش تولیدی مربوط است.

3-4- حل مدل با استفاده از روش های تعاملی

در اینجا مدل طراحی شبکه بازیافت کاغذ با استفاده از روش STEM و در نظر گرفتن یک تصمیم گیرنده فرضی (مثلا شهرداری به عنوان مسئول جمع آوری و بازیافت) حل می شود.

مدل ریاضی مطالعه موردی طراحی شبکه بازیافت کاغذ بانرم 8 Lingo کد شده است.

قدم های روش STEM به روش زیر است:

سیکل اول

جدول ۳- ماتریس بهره‌وری

	Z ₁	Z ₂
Z ₁	15203280	20860530

- 1 Global Warming
- 2 Acidification
- 3 Nitrification
- 4 Human Toxicity
- 5 Ecotoxicity
- 6 Photo-Chemical Oxidation
- 7 Solid waste

قدم صفر- تشکیل ماتریس بهره وری. ماتریس بهره وری برای مدت شبکه بازیافت کاغذ در جدول 3 نشان داده شده است.

Z ₂	28083040	19068700
----------------	----------	----------

قدم یک- مرحله محاسبه.

در این مرحله مقادیر α_1, α_2 برای دوتابع هدف زیست محیطی و اقتصادی بدست می آوریم. و سپس مقادیر از

α_1, α_2 از β_1, β_2 محاسبه می شوند.

$$\alpha_2 = \frac{f_2^{\min} - f_2^*}{f_2^*} \left[\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (C_{2i})^2}} \right] = 0.5 \quad \alpha_1 = \frac{f_1^{\min} - f_1^*}{f_1^*} \left[\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (C_{1i})^2}} \right] = 0.5$$

$$\beta_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = 0.5; \quad \beta_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} = 0.5$$

سپس باید برنامه خطی زیر را حل کنیم:

$$\begin{aligned} \min : & \gamma \\ \text{s.t. } & \gamma \geq (15203280 - f_1(x)) \cdot (0.5) \\ & \gamma \geq (19068700 - f_2(x)) \cdot (0.5) \\ & x \in S^m \\ & \gamma \geq 0 \end{aligned}$$

راه حل بهینه حاصل از حل این مدل به صورت زیر می شود:

قدم دوم-تصمیم گیری. جواب های بدست آمده از مرحله قبل به تصمیم گیرنده توابع هدف را با مقادیر (19068700، 1503280) که در ماتریس بهره وری محاسبه شده، مقایسه می کند.

$$\begin{aligned} F^* &= (f_1^*, f_2^*) = (15203280, 19068700) \\ F^1 &= (f_1^1, f_2^1) = (21159040, 19250630) \end{aligned}$$

هزینه های اقتصادی شبکه بازیافت کاغذ (f_1^1) برای تصمیم گیرنده رضایت بخش بوده اما اثرات زست محیطی بازیافت کاغذ (f_2^1) رضایت بخش نیست و همچنین تصمیم گیرنده تمایل به تعدیل $\Delta f_1 = 200$ از هزینه های اقتصادی شبکه بازیافت کاغذ (f_1^1) به منظور بهبود در اثرات زیست محیطی شبکه بازیافت کاغذ f_2^1 دارد. از این رو ناحیه عملی جدید برای سیکل دوم STEM به قرار ذیل خواهد بود:

$$S^2 = \begin{cases} S^1 \\ f_1(x) \leq f_1(x^1) + \Delta f_1 \\ f_2(x) \leq f_2(x^1) \end{cases} \Rightarrow S^2 = \begin{cases} S^1 \\ f_1(x) \leq 21159040 + \Delta f_1 \\ f_2(x) \leq 19250630 \end{cases}$$

سپس به مرحله دوم از روش STEM میرسیم و دوباره مراحل ادامه می یابد.

سیکل دوم

قدم یکم-ارزش های جدید برای β_1, β_2 عبارت انداز $\beta_2 = 1$ و $\beta_1 = 0$

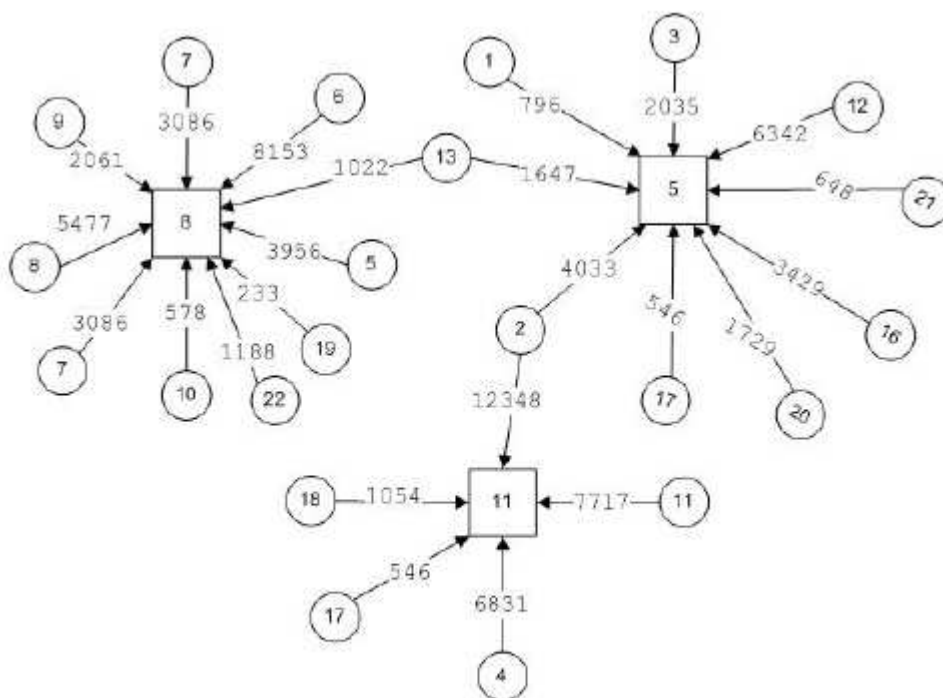
مسئله موجود از سیکل دوم را باید حل کنیم:

$$\begin{aligned} \min : & \gamma \\ \text{s.t. } & \gamma \geq 19068700 - f_2(x) \\ & x \in S^2 \\ & \gamma \geq 0 \end{aligned}$$

باحل این مدل، نرم افزار به جواب شدنی برای مدل درسیکل دوم نرسید و مسئله نشدنی است. تصمیم گیرنده باروش STEM به طراحی شبکه بازیافت کاغذ باهزینه اقتصادی 21159040 و اثرات زیست محیطی 19250630 رضایت می دهد.

شبکه پیشنهادی روش STEM

شکل 2 طراحی شبکه بازیافت این تصمیم گیرنده را نشان می دهد که کارخانه در مناطق 5، 8 و 11 احداث شده اند و جریان تامین کاغذ و مقدار کاغذ ارسالی از انبارها به کارخانه مطابق شکل (8) است. مقدار هزینه های اقتصادی شبکه برابر 21159040 و مقدار هزینه های زیست محیطی شبکه برابر 19250630 است.

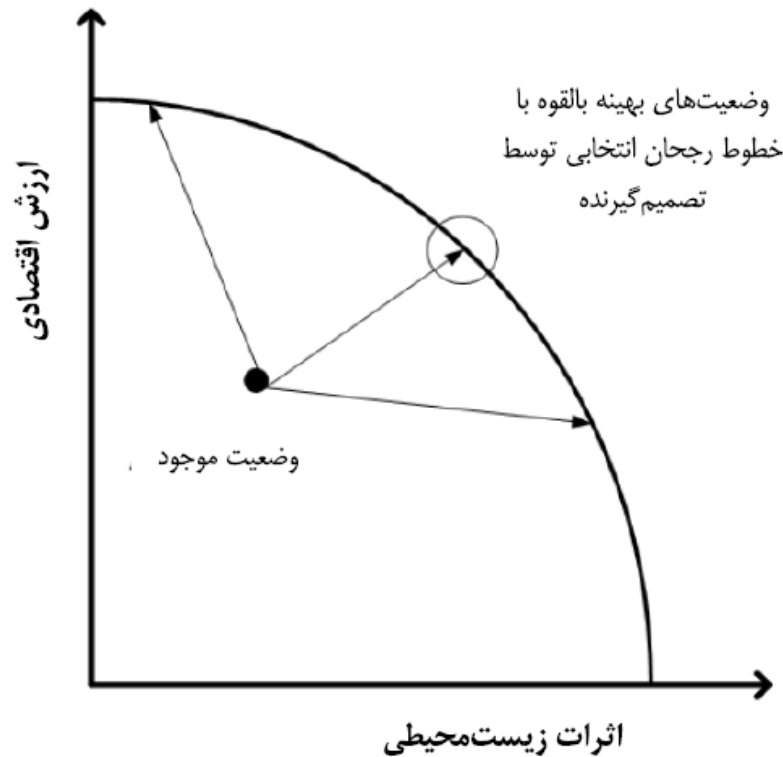


شکل ۲- شبکه بازیافت حاصل از روش STEM

5-مقایسه روش STEM باروش های غیر تعاملی

برای ارزیابی مزایای این روش، این روش را با چند روش غیرتعاملی که در ادبیات آمده است مقایسه میکنیم. روش های غیرتعاملی عمدتاً مجموعه جواب های موثر را بدست آورده و سپس سعی می کنند وضعیت موجود را با توجه به مجموعه جواب های موثر بهبود

دهند. شکل 3 چنین وضعیتی را نشان میدهد. در مورد طراحی شبکه مرز موثر (پارتو) با توجه به توابع هدف اقتصادی وزیست محیطی بدست می آید در ادامه بایستی برای وضعیت واقعی، راه کاری ارائه کنیم که به مرز موثر برسد.



شکل ۳- بهبود کارایی زیست محیطی در شبکه لجستیک [۸]

مطابق ادبیات، تصویر شعاعی و استفاده از مدل برنامه ریزی غیرخطی روش هایی هستند که به منظور رساندن به مرز موثر میتوان به کاربرد در روش تصویر شعاعی از مبدا مختصات به وضعیت فعلی خطی را ترسیم میکنیم و محل تلاقی این خط با مرز موثر نقطه ای است که برای رسیدن به کارایی باید به آن نقطه منتقل شویم. (Error! Bookmark not defined).

Frota Neto و همکاران [4] مدل برنامه ریزی غیرخطی را برای تصویر کردن وضعیت موجود غیر موثر بر روی مرز موثر است. این مدل وضعیت موجود را دست آوردن مینیمم فاصله ی مورد نیاز برای تصویر کردن وضعیت موجود غیر موثر بر روی مرز موثر است. این مدل وضعیت موجود را از نزدیک ترین مسیر (یعنی کمترین افزایش در شاخص های زیست محیطی و ارزش اقتصادی) به مرز کارایی میرساند. اگر (a, b) را مختصات وضعیت موجود غیر موثر (a) مختصات روی محور افقی تابع هدف زیست محیطی و b مختصات روی محور عمودی تابع هدف اقتصادی و (a_j, b_j) مختصات نقاط روی مرز پارتو در نظر بگیریم و ماکزیمم فاصله افقی مختصات زیست محیطی نقطه غیر موثر (a) تا مرز پارتو (a_j) و ماکزیمم فاصله عمودی مختصات اقتصادی نقطه غیر موثر (b) تا مرز پارتو (b_j) باشد، مدل ریاضی به صورت زیر بیان می شود:

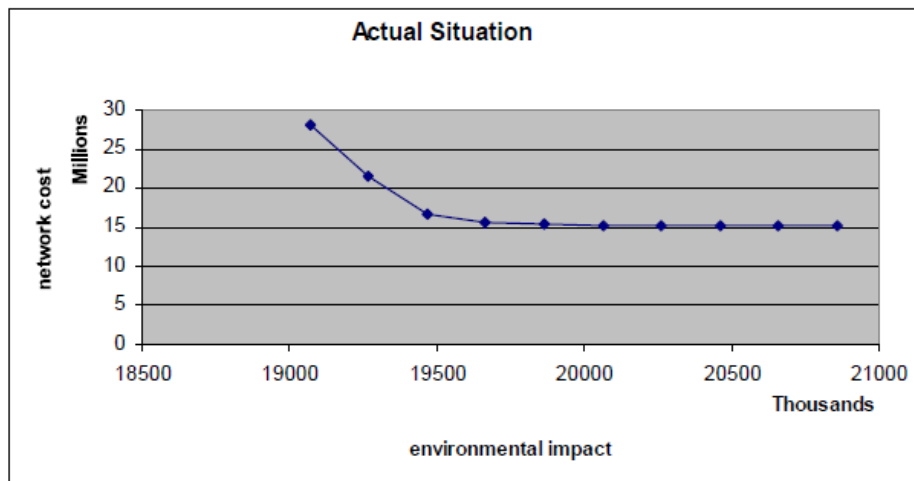
1 Radial Projection

$$\begin{aligned} & \text{Min } \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2} \\ & \text{s.t. } a - \delta_1 - a^j < 0 \\ & \quad b - \delta_2 - b^j < 0; \forall (a^j, b^j) \in ND \end{aligned}$$

برای پیاده سازی دو روش گفته شده در مطالعه موردی این مقاله، با استفاده از روش محدودیت نقاط موثر برای طراحی شبکه بازیافت کاغذ در جدول 4 و شکل 4 آمده است.

جدول 4- نقاط موثر برای مدل شبکه بازیافت کاغذ

منطقه	تابع هدف اقتصادی (Z_1)	تابع هدف زیست محیطی (Z_2)
1	15203280	20860530
2	15203280	20661438
3	15203300	20462346
4	15203340	20263253
5	15203390	20064161
6	15457760	19865069
7	15630900	19665977
8	16637210	19466884
9	21613130	19267792
10	28083040	19068700



شکل 4- نقاط موثر برای مدل شبکه بازیافت کاغذ

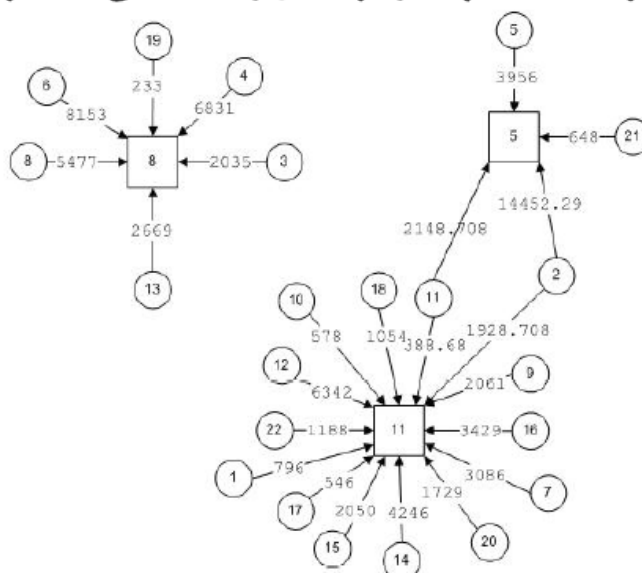
بهبود وضعیت موجود:

در تهران، دو کارخانه بازیافت کاغذ در مناطق 18 و 20 موجود است که ظرفیت تولید آنها به ترتیب 224 و 100 تن در سال است که در مجموع 324 تن مقوا تولید می کنند. ظرفیت کارخانه های موجود نمی تواند پاسخ گوی ضایعات کاغذ بوجود آمده در انبارهای مناطق باشد و این امر باعث می شود که مقداری از ضایعات کاغذ جمع آوری شده سوزانده و یا دفن شوند که از لحاظ اقتصادی به صرفه نمی باشد. برای اینکه بتوان این مقدار ضایعات کاغذ را که به دلیل کمبود ظرفیت کارخانه های موجود نمی توان بازیافت کرد به چرخه حیات بازگرداند نیاز به احداث کارخانه های جدید است که بدین منظور کاری که در این مطالعه موردی بحث شده است در زمینه طراحی شبکه بازیافت برای این قسمت از ضایعات است که سوزانده یا دفع می شود. در طراحی شبکه بازیافت کاغذ موجود در تهران اصلاً بحث های زیست محیطی لحاظ نشده است و این خود دلیلی بر اهمیت بهبود طراحی شبکه به حساب می آید. هزینه های اقتصادی شبکه بازیافت کاغذ موجود برابر 20625130 و اثرات زیست محیطی برابر 20752352 است.

در روش تصویر شعاعی، باید از مبدا مختصات به وضعیت فعلی خطی را ترسیم کند و محل تلاقی این خط با مرز پارتو نقطه ای است که برای رسیدن به کارایی بالاتر زیست محیطی باید به آن نقطه منتقل شویم. پیشنهاد روش تصویر شعاعی رفتن به نقطه ای است با تابع هدف اقتصادی 15203351 و هزینه های زیست محیطی 20263248 است.

شبکه پیشنهادی روش تصویر شعاعی

کارخانه در مناطق 5، 8، 11 و 11 احداث شده اند و جریان تامین کاغذ و مقدار کاغذ ارسالی از انبارها به کارخانه ها در شکل 5 نشان داده شده است. مقدار هزینه های اقتصادی شبکه برابر 15203351 و مقدار هزینه های زیست محیطی شبکه برابر 20263248 است.

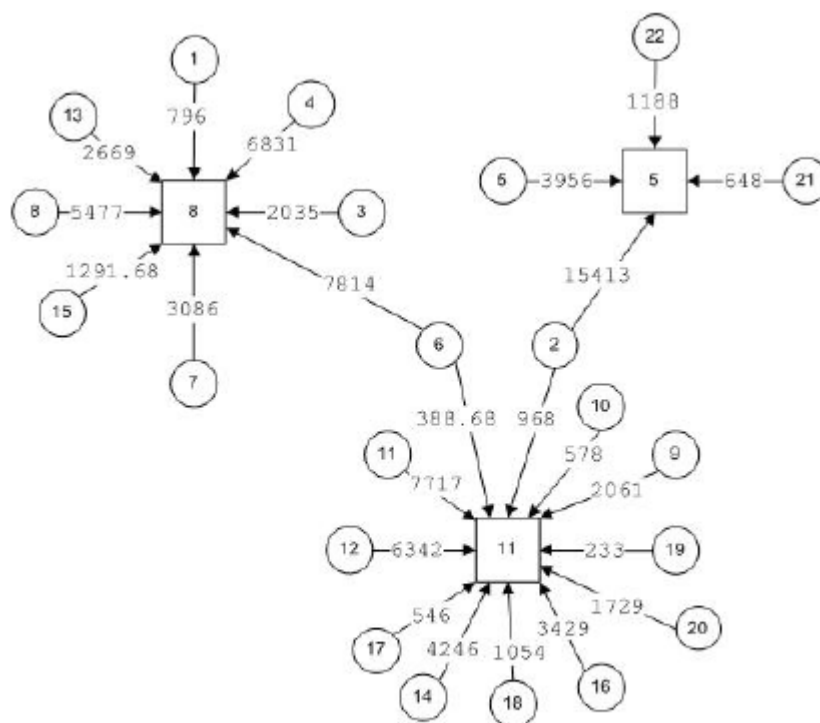


شکل 5- شبکه بازیافت حاصل از روش تصویر شعاعی

در روش برنامه ریزی غیر خطی، مفهوم حل مدل غیر خطی اینست که وضعیت فعلی را به نزدیکترین نقطه پارتو برسانیم. پیشنهاد روش برنامه ریزی غیر خطی طراحی شبکه بازیافت کاغذی با هزینه اقتصادی 15203280 و اثرات زیست محیطی 20661438 است.

شبکه پیشنهادی روش برنامه ریزی غیر خطی

کارخانه در مناطق 8 و 11 احداث شده اند و جریان تامین کاغذ و مقدار کاغذ ارسالی از انبار ها به کارخانه ها در شکت 6 نشان داده شده است. مقدار هزینه های اقتصادی شبکه برابر 15203280 و مقدار هزینه های زیست محیطی شبکه برابر 20661438 است.



شکل ۶- شبکه بازیافت حاصل از روش برنامه ریزی غیرخطی

یکی از مهم ترین مشکلات روش شعاعی و برنامه ریزی غیر خطی این است که ممکن است در حالت عملی دست یافتنی نباشد. جدول 5 نتایج حاصل برای توابع هدف طراحی شبکه بازیافت کاغذ را نشان می دهد. طبیعی است که نتایج روش STEM با توجه به تعامل با تصمیم گیرنده نتایج رضایت بخش تری نسبت به بقیه ی روش هاست.

جدول 5- مقایسه بین روش های استفاده شده برای کارا کردن وضعیت موجود در شبکه

موازنه حاصل شده بین دوجنبه ی زیست محیطی و اقتصادی		روش
اثرات زیست محیطی	هزینه ها	
20263248	15203351	تصویر شعاعی
20661438	15203280	برنامه ریزی غیر خطی
19250630	21159040	روش

مرور ادبیات کارایی زیست محیطی در حوزه طراحی شبکه لجستیک معکوس نشاندهنده عدم استفاده از روشهای تعاملی در طراحی شبکه با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی است. در این مقاله روش STEM که یکی از روش های تعاملی در حل مدل های چند هدفه است برای طراحی شبکه بازیافت کاغذ در شهر تهران استفاده شده است. بدین منظور مدل طراحی شبکه با دو هدف کمینه کردن هزینه و اثرات زیست محیطی نوشته شده و با استفاده از تعامل بایک تصمیم گیرنده فرضی جوابی پیشنهاد شده است که به لحاظ کارایی زیست محیطی نظر تصمیم گیرنده را تامین می کند. این روش با دوروش غیر تعاملی مقایسه شده و نتیجه گیری شده است که نتایج روش STEM رضایت بیشتر تصمیم گیرنده را فراهم می کند.

مراجع

- [1] Cowell S. J., Parkinson S., Localisation of UK food production: an analysis using land area energy as indicators, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 94, ,2003, pp. 221–236.
- [2] حسن تاجیک، راهبرد توسعه پایدار سیاست خارجی، همایش راهبردهای توسعه پایدار در بخش های اجرایی کشور، سازمان حفاظت محیط زیست 1382.
- [3] European Union (EU 2003a). 2003. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE), *Official Journal*, L 037, 13/02/2003, 24-39, Brussels, European Union.
- [4] Frota Neto, J. Q., Bloemhof, J.A.A.E. van Nunen, and E. van Heck. Designing and evaluating sustainable logistics networks. *International Journal of Production Economics*, 111 (2008) 195–208.
- [5] Frota Neto, J.Q., Walther, G., Bloemhof, J., van Nunen, J.A.E.E, Spengler, T., A methodology for assessing eco-efficiency in logistics networks, *European Journal of Operational Research* (2007), doi: 10.1016/j.ejor.2007.06.056.
- [6] BENAYOUN, R., MONTGOLFIER, J., TERGNY, J., LINEAR PROGRAMMING WITH MULTIPLE OBJECTIVE FUNCTIONS: STEP METHOD (STEM), *Mathematical Programming*, 1971, 366-375.
- [7] Bloemhof, J.M., Van Wassenhove, L., Gabel, H.L., Weaver, P.M., 1996. Environmental life cycle optimization model for the European pulp and paper industry. *Omega-International Journal of Management Science* 24 (6), 615–629.
- [8] Huppel, G., Ishikawa, M., A framework for quantified eco-efficiency analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4):25–41, 2005.
- [9] Korhonen, P., Stenfors, S., Syrjanen, M., Multiple objective approach as an alternative to radial projection in DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 20(3):305–321, 2003

MCDM در حمل و نقل

تهیه کننده: محمد قاسمی

انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چندگانه

مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

Multiple Criteria Decision Making, MCDM

یکی از مباحث اخیر که دانشجویان مدیریت و صنایع در داخل کشور به آن اهمیت می‌دهند مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است. در این گونه تصمیم‌گیریها چندین شاخص یا هدف که گاه با هم متضاد هستند در نظر گرفته می‌شوند. در زمینه مسایل سازمانی، در انتخاب استراتژی یک سازمان معیارهایی از قبیل درآمد سازمان در طی یک دوره، قیمت سهام سازمان، سهم بازاری، تصویر سازمان در جامعه و ... اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه MCDM منظور از معیار شاخص باشد آنرا به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه یا MADM می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه MODM گویند.

تصمیم‌گیری یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب‌نظران حوزه تصمیم‌گیری هربرت سایمون، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است. یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. مدیر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم‌سازی نماید. تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می‌شود. مدل‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود بکار می‌روند. در MADM معمولاً داده‌های مربوط به گزینه‌ها از منظر شاخص‌های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می‌شوند.

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (Multiple Objective Decision Making)

در این مدل‌ها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می‌گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب پول سنجش می‌شود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش می‌شود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل می‌کنند. مثلاً تصمیم‌گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر می‌خواهد هزینه‌های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه برنامه ریزی آرمانی است که اولین بار توسط Charns & Cooper ارائه شده است.

- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (Multiple Attribute Decision Making)

در این مدل‌ها، انتخاب یک گزینه از بین گزینه‌های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم‌گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می‌گردد. در پایان نامه‌های مدیریت بیشتر بر این مدل تاکید می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی AHP و مدل ANP نیز از نوع مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه هستند.

ترابری یا حمل و نقل (که در انگلیسی transport، خوانده می‌شود)، جابجایی و انتقال انسان و کالا است از جایی به جای دیگر. این عبارت از کلمات لاتین trans به معنای از یک سو به سوی دیگر و portare به معنی حمل کردن ریشه گرفته است.

جنبه‌های حمل و نقل

رشته حمل و نقل دارای جنبه‌های گوناگونی است: در یک طبقه‌بندی کلی می‌توان آن را به سه بخش زیر ساخت، وسایل نقلیه و بهره‌برداری تقسیم نمود. زیر ساخت شامل شبکه‌های حمل و نقل «جاده‌ها، خطوط راه آهن، راه‌های هوایی، راه‌های آبی، خطوط لوله حمل مواد، غیره» مورد استفاده و همچنین گره‌ها یا پایانه‌ها (مانند فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های راه آهن، ایستگاه اتوبوس، بنادر، وسایل نقلیه عموماً در شبکه‌ها حرکت می‌کنند، مانند اتومبیل‌ها، قطارها و هواپیماها).

بهره‌برداری، شامل فعالیت‌هایی است که کنترل سیستم را انجام می‌دهند. مانند: چراغ‌های راهنمایی و شیب سنج‌ها، سوئیچ‌های راه آهن، کنترل ترافیک هوایی، غیره و همچنین سیاست‌هایی مثل چگونگی اداره امور مالی حمل و نقل (مانند استفاده از عوارض جاده‌ای یا مالیات سوخت در حمل و نقل بزرگراهی)

در حالت کلی، طراحی شبکه در حوزه «مهندسی عمران» و برنامه‌ریزی شهری، طراحی وسایل نقلیه، در حوزه مهندسی مکانیک و زیرشاخه‌های تخصصی آن مانند مهندسی دریایی و مهندسی هوا-فضا و بهره‌برداری‌ها نیز معمولاً تخصصی شده‌اند. هرچند که ممکن است متعلق به پژوهش بهره‌بردار یا مهندسی سیستم‌ها باشد.

مدل‌های حمل و نقل

مدل‌ها، ترکیبی از شبکه‌ها، وسایل نقلیه و بهره‌برداری هستند و شامل پیاده‌رفتن، سیستم اتومبیل/بزرگراه، ریلی، حمل و نقل دریایی (کشتی‌ها، راه‌های آبی و کنترل ترافیک هوایی).

طبقه‌بندی‌های حمل و نقل

• غیر انسانی: حمل و نقل با استفاده از نیروی حیوانات

• هوانوردی

• حمل و نقل کابلی

• حمل و نقل انتقالی

• حمل و نقل با نیروی انسانی

• حمل و نقل پیوندی

• حمل و نقل جاده ای موتوری

• حمل و نقل غیر جاده ای موتوری

• ترانزیت سریع شخصی (شبیه یک سرویس تاکسی خودکار)

• حمل و نقل لوله ای

• حمل و نقل ریلی

• حمل و نقل دریایی

• حمل و نقل فضایی

• حمل و نقل در سایر سیاره ها

• حمل و نقل پیشنهاد شده برای آینده

حمل و نقل و ارتباطات

حمل و نقل و ارتباطات جایگزین و مکمل یکدیگرند. با اینکه ممکن است ارتباطات کاملاً پیشرفته بتواند جایگزین حمل و نقل شود و شخص به جای دیدن از نزدیک کسی به او تلگراف ، تلفن ، فکس یا نامه الکترونیک بزند ، ثابت شده است که این مدهای ارتباطی در واقع در کل اثرات متقابل بیشتری را ایجاد می کنند. پیشرفت در حمل و نقل بدون ارتباطات غیر ممکن است. ارتباطات برای سیستمهای حمل و نقلی پیشرفته حیاتی و ضروری اند. از خطوط راه آهن دارای یک خط که می خواهند در هر دو جهت از آنها قطار عبور کند تا کنترل خطوط هوایی که همواره باید از محل هواپیما در آسمان اطلاع داشته باشد. بنابراین ، مشاهده شده که افزایش و پیشرفت یکی ، منجر به توسعه بیشتر دیگری می گردد.

حمل و نقل ، فعالیت ها و کاربری زمین

یک رابطه و ارتباط مشهور بین تراکم توسعه و انواع حمل و نقل وجود دارد. تراکم عبارت است از نسبت مساحت فضای طبقه (ساخته شده) به مساحت زمین. طبق قانون شست ، تراکمهای یک و نیم یا کمتر برای اتومبیل ها مناسب هستند و تراکم های شش و بیشتر برای قطار. محدوده تراکم های بین حدود دو تا چهار از قواعد قراردادهای حمل و نقل خصوصی یا همگانی خیلی تبعیت

نمی کنند. بسیاری از شهرها دارای این میزان تراکم بوده و از مشکلات ترافیکی رنج می برند. ترانزیت سریع شخصی ممکن است این خلاء را پر کند.

کاربری زمین از فعالیت‌ها پشتیبانی می کند. این فعالیت‌ها از لحاظ فضایی از هم فاصله دارند. مردم احتیاج دارند از نقطه ای با نقطه ای دیگر بروند. (به عنوان مثال از خانه به محل کار یا خرید و بازگشت به خانه).

حمل و نقل یک تقاضای متجاست که وجودش برای فعالیت‌هایی که در انتهای سفرها انجام می شود لازم است. استفاده مطلوب از کاربری زمین فاصله بین فعالیت‌های عادی و روزمره را کم کرده و کاهش می دهد. (مانند خانه و خرید آذوقه)، و مکان‌های توسعه یافته‌ی دارای تراکم بیشتر را نزدیک خطوط حمل و نقل و مراکز فعالیت قرار می دهد. کاربری زمین نامناسب باعث تمرکز فعالیت‌ها (مانند مشاغل) در محل به دور از سایر مقصدها (مانند خانه و مراکز خرید) می شود.

راههایی برای صرفه جویی در تراکم وجود دارد. بسیاری از زمین‌ها می توانند کاربری‌های بهتری از کاربری حمل و نقلی داشته باشند. تسهیلات حمل و نقلی به زمین نیاز دارند و در شهرها سطوح آسفالت و سنگفرش شده (شامل خیابانها و پارکینگ‌ها) به راحتی تا بیش از بیست درصد کل کاربری زمین‌ها را در بر می گیرند. یک سیستم حمل و نقل کارا می تواند از هدر رفتن زمین جلوگیری نماید.

حمل و نقل؛ انرژی و محیط زیست

حمل و نقل یکی از بخشهای عمده و اصلی مصرف کننده انرژی است. بیشتر وسایل حمل و نقل از سوخت‌هایی هیدروکربنی استفاده می کنند. اگر این سوخت‌ها ناقص بسوزند، تولید آلودگی می کنند. با وجود اینکه وسایل نقلیه در ایالات متحده نسبت به گذشته به علت مقررات زیست محیطی آلودگی کمتری ایجاد می کنند، اما در عمل این امر به دلیل افزایش تعداد وسایل نقلیه و میزات استفاده ای که از هر یک از آنها می شود، بی اثر شده است. سوخت‌های کم آلوده کننده می توانند آلودگی را کاهش دهند. در حال حاضر معمولترین سوخت کم آلوده کننده گاز مایع است. هیدروژن نیز یک سوخت؛ حتی از گاز هم کمتر هوا را آلوده می کند.

یک روش دیگر بالا بردن کارایی وسایل نقلیه است که کاهش آلودگی و اتلاف را بوسیله ایجاد کاهش در مصرف انرژی به همراه دارد. اگر امکان استفاده از نیروی الکتریسیته در وسایل نقلیه وجود داشته باشد، موتورهای الکتریکی بهترین و کاراترین گزینه هستند. راه دیگر تولید انرژی با استفاده از سلولهای سوختی است که کارایی شان در تا پنج برابر موتورهای حرارتی مرسوم است که در وسایل نقلیه وجود دارد. یک روش ترکیبی و بسیار موثر طراحی وسایل نقلیه زمینی به شکلی است که مقاوت هوا در مقابل آن کم شود، زیرا این وسایل هفتاد و پنج درصد از انرژی خود را صرف غلبه بر مقاومت هوا می کنند. روش دیگری نیز وجود دارد که بازیافت نمودن انرژی است که در اثر ترمز از دست می رود. بکارگیری این روش نیازمند یک وسیله نقلیه پیچیده تر می باشد.

حمل و نقل پایدار در جوامع پیشرفته یک نیاز لاینفک است. رشد صعودی غیر قابل پیش بینی شده ای در تعداد سفرها و حمل و نقل در سال های اخیر به چشم می خورد و پیش بینی می شود این روند همچنان در سال های آتی ادامه یابد. که این مسئله در واقع محیط زیست پیرامون ما را با مسائلی چون آلودگی هوا، آلودگی صوتی و غیره تحت تاثیر قرار می دهد که موجب کاهش کیفیت زندگی در جوامع پیشرفته می گردد. برای گذر از این بحران شهرداری ها بر روی حمل و نقل پایدار سرمایه گذاری می کنند که نه تنها کار آمد مطمئن و اقتصادی است بلکه جنبه های زیست محیطی نیز در آن لحاظ گردیده باشد و سازگار با طبیعت باشد. موانع سر راه مسئولین در این مسیر مسئله بسیار مهمی چون چگونگی ارزیابی و انتخاب سیستم حمل و نقل مناسب است روش های پیشنهادی 3 مرحله است:

(1) شناسایی معیارهای موثر در تصمیم گیری

(2) شناسایی گزینه ها

(3) ارزیابی گزینه ها با الگوریتم Fuzzy Topsis

منابع

اصغرپور. محمدجواد(1383)تصمیم گیری چندمعیاره انتشارات دانشگاه تهران

پایگاه علمی پارس مهر

مومنی منصور.تحقیق در عملیات(1387)انتشارات دانشگاه تهران چاپ دوم

قاضی عسگرارمان(1383)مکان یابی پارکینگ طبقاتی

MCDM و انتخاب تامین کننده

تهیه کننده: بهنام جعفری پور

تصمیم گیری با معیارهای چندگانه (MCDM)

تصمیم گیری یکی از مهمترین و اساسی ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از نگاه یکی از صاحب نظران حوزه تصمیم گیری هربرت سایمون، تصمیم گیری جوهر اصلی مدیریت است. مدل های بهینه سازی از دوران نهضت صنعتی در جهان و به خصوص از زمان جنگ جهانی دوم، همواره مورد توجه ریاضیدانان و دست اندرکاران صنعت بوده است. همان طوری که در تئوری های مطرح شده در فوق مشاهده شده است، تاکید اصلی مدل های کلاسیک بهینه سازی، داشتن یک معیار سنجش (یا یک تابع هدف) با مجموعه ای از محدودیت ها می باشد. مدل مذکور می تواند در مجموع به صورت خطی، غیر خطی یا مخلوط باشد. اما در بسیاری از مسائل واقعی، به طور همزمان چندین معیار ناسازگار وجود دارند و بر این اساس مدل هایی که فقط یک معیار را مورد توجه قرار می دهند، کارایی چندانی نخواهند داشت. لذا، توجه محققین در دهه های اخیر معطوف به مدل های چند معیاره (MCDM) برای تصمیم گیری های پیچیده گردیده است. در این تصمیم گیری ها، به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی، ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده شود. مدیر با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره می تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم سازی نماید.

روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) به دو دسته کلی تقسیم میشوند:

مدل های تصمیم گیری چند هدفه (MODM)

مدل های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM)

تصمیم گیری های چند هدفه (MODM)

در این مدل های تصمیم گیری چندین هدف بطور همزمان جهت بهینه شدن، مورد توجه قرار می گیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود است که بر حسب واحد پول سنجش می شود و هدف دیگر حداقل استفاده از نیروی کار است که بر حسب ساعت سنجش میشود. گاهی این اهداف در یک جهت نیستند و به صورت متضاد عمل میکنند. مثلاً تصمیم گیرنده از یک طرف تمایل دارد رضایت کارکنان را افزایش دهد و از طرف دیگر میخواهد هزینه های حقوق و دستمزد را حداقل کند. بهترین تکنیک تصمیم گیری چند هدفه برنامه ریزی آرمانی 53 است که اولین بار توسط چارلز کوپر ارائه شده است.

تصمیم گیری های چند شاخصه (MADM)

با توجه به ماهیت مساله مکان یابی، معیارها و شاخصهای کیفی فراوانی وجود دارند که بوسیله روابط ریاضی قابل بیان نیستند و استفاده از روشهای چند شاخصه، ما را قادر به تحلیل ساده تر این شاخصها خواهد کرد. در این مدل ها انتخاب یک گزینه از بین گزینه ای موجود مدنظر است. در یک تعریف کلی تصمیم گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی)

مانند ارزیابی، علامتگذاری و یا انتخاب از بین گزینه های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام میشود) اطلاق میگردد.

از مدل های چند هدفه معمولا به منظور طراحی و از مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می شود. لازم به ذکر است که در مدل های چند هدفه، گزینه ها از قبل مشخص نیستند ولی در عوض مجموعه ای از توابع هدف برای بهینه شدن، تحت مجموعه ای از محدودیت ها وجود دارند. در مقابل، در مدل های چند شاخصه، تعداد کمی گزینه از پیش تعیین شده وجود دارند. این گزینه ها با توجه به شاخص های مطرح در مساله، با هم مقایسه می شوند و گزینه برتر انتخاب میشود.

انواع مدل های MADM

مدل های MADM از دیدگاه فنون مختلف در پردازش اطلاعات، بر مبنای شاخص های ارائه شده توسط تصمیم گیرنده قابل بررسی است. در این ارتباط داده های MADM به دو بخش کلی تقسیم می شوند:

1) مدل های غیر جبرانی :

این مدل شامل روش هایی می شود که در آنها مبادله بین شاخصها مجاز نیست. یعنی نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود از شاخص دیگر جبران نمی شود. بنابراین هر شاخص در این روشها، به تنهایی مطرح است و مقایسات بر اساس شاخصها صورت می گیرد. ویژگی این مدلها سادگی آنهاست و با محدود بودن اطلاعات تطابق دارد.

مدل های جبرانی :

این مدل شامل روش هایی است که در آنها مبادله در بین شاخصها مجاز است. یعنی تغییری کوچک در یک شاخص می تواند با تغییری مخالف در شاخص یا شاخص های دیگر جبران شود. این مدلها شامل سه گروه زیر گروه هماهنگ، سازشی و نمره گذاری می شود. از این دسته روشها به ترتیب میتوان روشهای Electre، Topsis، میانگین وزنی ساده و AHP را نام برد.

فرایند سلسله مراتبی یکی از پرکاربردترین تکنیکهای تصمیم گیری و اولویت دهی چند معیاره میباشد که در فرایندهای تصمیم

گیری پیچیده تامین کننده

با معرفی روش های نوین برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی (مانند MRP، JIT)، توجه بسیاری از صنعتگران و واحدهای خدماتی به این سیستم های نوین معطوف گردید. با ظهور بحث مدیریت زنجیره تامین نیز توجه آنان از درون (فرآیندهای داخلی سازمان) به برون و تحلیل اعضای بالایی و پایینی زنجیره تامین جلب شد. در حال حاضر در کشورهای پیشرفته واحدهای صنعتی و خدماتی دریافته اند که سود بلندمدت آنها، در تعادل و یکپارچگی اجزا و کارکرد صحیح زنجیره تامین نهفته است و دیگر سیاست های انتخاب تامین کنندگان بر مبنای قیمت پیشنهادی چاره ساز نمی باشد. فرصت ها و تهدیدها، ارزیابی رقبا و توانایی تولید، کیفیت و قیمت فاکتورهای هستند که یک معمای پیچیده را در برابر مدیران به وجود می آورد. مهمترین نکته نیز آن است که در این تصمیم گیری شاید جایی برای ورود سعی و خطا وجود نداشته باشد، چرا که شکست در آن ممکن است به ورشکسته شدن و از بین رفتن منجر شود.

از طرفی دیگر انتخاب تامین کنندگان از حالت سنتی خارج شده و دیگر انتخاب بر اساس قیمت پیشنهادی مطرح نمی باشد، تولید کنندگان به خوبی دریافته اند که تضمین کیفیت از سرمنشاء ورود مواد و قطعات کارساز است و بازرسی های کالای ورودی نیز روش کارایی نمی باشد. در این میان فاکتورهای چون مدت زمان دریافت سفارش، کیفیت، گارانتی، سابقه همکاری و ... در انتخاب دخالت مستقیم دارند.

در مجموع فضای به وجود آمده مدیران را مجبور کرده تا از روشهای پیچیده در آنالیز همزمان فاکتور های مختلف استفاده نمایند. در این مقاله یک مدل تصمیم گیری جهت انتخاب بهترین تامین کنندگان ارائه شده است. در این مدل ابتدا تامین کنندگان بر

اساس معیارها توسط تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی رتبه بندی شده و در نهایت با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی و در نظر گرفتن توابع هدف بهترین تامین کنندگان برای دوره های مختلف به همراه مقدار خرید از هر یک تامین می گردند.

اهمیت انتخاب تامین کنندگان و تحقیقات منتشر شده

طبق تحقیقات به عمل آمده یکی از اساسی ترین قدم ها در مدیریت تامین کنندگان زنجیره تامین تقلیل تامین کنندگان می باشد.^[2] این عمل مزایای زیر را برای تولید کنندگان می تواند به همراه داشته باشد :

- 1) تقلیل هزینه کل محصول تولید شده
- 2) خرید از بهترین تامین کنندگان
- 3) استفاده از تمامی امکانات تامین کنندگان
- 4) هزینه کمتر مدیریت تامین کنندگان و توانایی اجرای سیاست های پیشرفته خرید
- 5) توانایی ایجاد توسعه تامین کنندگان

برای نیل به هدف فوق مدلهای مختلفی ارائه شده است. کارهای انجام شده تا بحال در این مورد را می توان در دو دسته انتخاب معیار و انواع تکنیک ها جهت انتخاب و ارزیابی تامین کنندگان مورد مطالعه قرار داد.

انتخاب معیارها جهت ارزیابی تامین کنندگان

در دیدگاه کلاسیکی که تا بحال در ارتباط با ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان بالقوه ارائه شده است فاکتورهای متنوع و مختلفی برای این امر توسط نویسندگان مقالات مختلف ارائه شده است که اغلب این معیارها بر اساس تجارب خریداران در ارتباط با تامین کنندگان ارائه شده است^[3]. در مطالعات اولیه ای که در این ارتباط توسط دیکسون^[4] انجام گرفته است نزدیک به 23 معیار مجزا برای تصمیم گیری در ارتباط با انتخاب تامین کنندگان ارائه نموده است، این فاکتورها مستقل از نوع محصول می باشند و در جدول (1) نشان داده شده اند. بعدها توسط وبر و دیسی^[5] نشان داده شده که مساله انتخاب تامین کنندگان ذاتاً چند هدفه می باشد و از طرفی دیگر توجه به بیش از یک معیار می تواند موجب موفقیت ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان شود. سپیکمن^[6] بر ایجاد روابط طولانی مدت بین خریدار و تامین کننده برای رسیدن به موقعیت های رقابتی مستحکم تاکید نموده است. همچنین بر روی ایجاد همکاری و بهبود در روابط با تامین کنندگان ناب و منحصر به فرد به جای روابط کوتاه مدت با چندین تامین کننده تاکید شده است^[7]. عبارتی معیارهای سنتی دیگر جای خود را به معیار های جامع و جدیدی داده است که بین اعضای زنجیره تامین روابط استراتژیک ایجاد نماید. معیارهایی که توسط الرام^[8] در ارتباط با انتخاب تامین کنندگان ارائه شد، سعی در بدست آوردن اعضا استراتژیک دارد. این معیارها مطابق با جدول (2) می باشد. ترسی^[9] بر روی معیارهای کیفیت، میزان اطمینان به تحویل و بالا بردن عملکرد محصول جهت انتخاب تامین کنندگان تاکید نموده و علاوه بر آن، برنامه بهبود مستمر و تیم های طراحی محصول را جهت توسعه روابط با تامین کنندگان مناسب دانسته است. مین^[10] در تحقیقی که انجام داد بر معیارهای دیگری مطابق جدول (3) تاکید کرده است.

جدول 1: معیارهای ارائه شده توسط دیکسون [4]

ردیف	فاکتور تاثیر گذار در ارزیابی تامین کنندگان
1	قیمت خالص (شامل تخفیفات و هزینه های حمل) که توسط هر تامین کننده پیشنهاد می شود.
2	توانایی اینکه هر تامین کننده به ویژگی های کیفی دست یابد.
3	سرویس هایی که بعد از فروش داده می شود.
4	توانایی هر تامین کننده برای آن که بتواند به زمان بندی تحویل دست یابد.
5	موقعیت جغرافیایی هر تامین کننده
6	موقعیت مالی هر تامین کننده
7	تسهیلات تولیدی و ظرفیتی که هر یک از تامین کنندگان دارند.
8	مدت زمان سابقه کاری که هر تامین کننده داشته است.
9	ظرفیت تکنیکی (شامل تسهیلات برای تحقیق و توسعه) که هر تامین کننده داراست.
10	مدیریت و سازمان مربوط به هر تامین کننده
11	خریدهای آینده ای که هر شرکت (خریدار) ممکن است در آینده از تامین کننده اکتیاع نماید.
12	سیستم اطلاعاتی (با اطلاعات در حال پردازش) با هر تامین کننده
13	کنترلهای عملیاتی (شامل گزارش دهی، کنترل کیفیت و سیستم های کنترل موجودی) از هر تامین کننده
14	موقعیت مربوط به هر صنعت (شامل رهبری و اعتبار) برای هر تامین کننده
15	سوابق در ارتباط با افراد مربوط به هر تامین کننده
16	رفتار سازمانی مربوط به تامین کننده
17	میزان علاقه همکاری تجاری تامین کننده با شرکت خریدار
18	سیاست های مربوط به گارانتی و کلیم های برای هر تامین کننده
19	توانایی هر تامین کننده برای رسیدن به بسته بندی نیازمندی های محصول
20	اثرات مربوط به عقد قرارداد با تامین کننده در ارتباط با قراردادهای دیگر
21	موجود بودن کمک های آموزشی برای محصول از طرف تامین کننده
22	قبول رویه ها و دستورالعمل های مربوط به شرکت خریدار بوسیله تامین کننده
23	تاریخچه عملکرد مربوط به هر تامین کننده

جدول 2: معیار های ارائه شده توسط الرام [8]

معیار	زیر معیار
امور مالی	عملکرد اقتصادی پایداری مالی
استراتژی و فرهنگ سازمانی	احساس صداقت با تامین کننده مدیریت در ارتباط با رفتار و چشم انداز سازمان مناسب بودن استراتژیک توانایی مدیریت ارشد در سازگاری با شرایط سازگار بودن سطوح عملکرد بین تامین کننده با شرکت خریدار ساختار سازمانی مربوط به شرکت تامین کننده
موارد در ارتباط با تکنولوژی	میزان تخصیص تسهیلات و استفاده از ظرفیتها تخصیص ظرفیت های ساخت برای آینده قابلیت های طراحی تامین کننده سرعت توسعه تامین کننده
دیگر فاکتورها	سابقه مطمئن از تامین کننده مرجع تجاری به عنوان پایه ای مورد توجه برای مشتریان

جدول 3: معیارهای ارائه شده توسط مین [10]

معیار	زیر معیار
مالی	هزینه های جریمه نحوه پرداخت
تضمین کیفیت	ممیزی تیم های کیفیت کنترل کیفیت
ریسک های پیش بینی شده	ثبات در سیاست مسائل پرسنلی و کارگری امکان انجام کلیم به صورت قانونی کنترل قیمت
عملکرد سرویس دهی	تحویل به موقع مساعدت فنی
روابط میان تامین کننده - خریدار	ثبات مالی امکان بحث و گفتگو میان طرفین
موانع مربوط به فرهنگ و ارتباطات	مشابهت فرهنگی موازین اخلاقی ظرفیت مربوط به تبادل الکترونیکی داده ها
محدودیت های تجاری	تعرفه ها و تعهدات گمرکی تعداد معاملات

انواع تکنیک های مورد استفاده برای ارزیابی تامین کنندگان

از ابتدایی ترین مدل ها در انتخاب تامین کنندگان می توان به مدل های طبقه بندی اشاره کرد که توسط تیمرمن^[11] ارائه شد. این مدل ها بر اساس سوابق و تجربیات گذشته تامین کنندگان در ارتباط با یکسری از معیارها پایه گذاری شده است. در صورتی که تامین کننده معیار مورد نظر را دارا باشد در این صورت امتیاز مثبت دریافت کرده و در غیر این صورت نمره منفی را به خود اختصاص می دهد که متعاقب آن جمع جبری امتیازات کسب شده رتبه نهایی تامین کننده را نشان می دهد. متدهایی که متعاقب آن جهت انتخاب تامین کنندگان مورد استفاده قرار گرفت متدهای وزنی خطی¹ بودند که با وزن دهی معیارها سعی داشتند تا متد طبقه بندی را بهبود دهند، که در نهایت با محاسبه امتیاز نهایی عملکرد، تامین کنندگان رتبه بندی می شدند. گراندو^[12] یک مدل غیر جبرانی² را پیشنهاد کرد، این مدل به علت اینکه نمی توانست امتیازات مربوط به معیارهای مختلف را با هم ترکیب کند، تصمیم گیرنده را جهت انتخاب نهایی دچار ابهام می نمود.

1 - Linear weight models

2 - Non-Compensatory

ماسیلا^[13] در مطالعه ای که انجام داد در انتخاب تامین کنندگان بر روی یکپارچگی لجستیک و استراتژیک میان تامین کننده و خریدار تاکید کرد و از روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان ابزاری یاد کرد که می تواند یکپارچگی را بین معیارهای مختلف ایجاد کند. از دیگر مقالاتی که به تکنیک AHP جهت انتخاب تامین کننده استفاده کرده اند می توان به مقالات^[14-18] اشاره کرد. در این مقالات بیشتر بر روی چند معیاره بودن، تا چند هدفه بودن موضوع انتخاب تامین کنندگان تاکید شده است و آنالیزهای آنها منحصر به قضاوت کیفی بوده و از آنالیز کمی عاری می باشند.

همزمان با استفاده از مدل های وزنی از تکنیک های دیگری همانند برنامه ریزی ریاضی در ارتباط با انتخاب تامین کنندگان استفاده شده است. کارنت و وبر^[19] از مدل های برنامه ریزی ریاضی جانمایی تسهیلات برای انتخاب تامین کننده استفاده کرده اند.

از دیگر مدل های ریاضی مربوط به انتخاب تامین کننده می توان به مقالات^[20-22] اشاره کرد. بسیاری از مدل های برنامه ریزی ریاضی در مقالات^[23-26] محدودیت های مربوط به کیفیت، سرویس دهی و تحویل را در نظر گرفته اند. مدل های دیگر برای محاسبه هزینه بر پایه انجام فعالیتها¹ و تکنیک های محاسبه کل هزینه های پرداختی مربوطه² (مجموع هزینه های مرتبط با خرید، دریافت سرویس، کیفیت و اقلام برگشتی، تکنولوژی) تاکید کرده اند^[27-28]. ضعف عمده مربوط به مدل های ریاضی تاکید زیاد آنها بر عوامل کمی است، به صورتی که معیارهای کیفی در این مدل ها جلوه کم رنگی دارد. از دیگر مدل های ارائه شده می توان به مدل های آماری اشاره کرد که توسط رانن^[29] ارائه شده و یا به مدل شبیه سازی ارائه شده توسط تامپسون^[30] اشاره کرد که این مدل ها به علت پیچیده بودن روش های بکار گرفته شده کاربرد بسیار کمی در انتخاب تامین کنندگان دارند و کارهای اندکی در ارتباط با توسعه آنها انجام گرفته است.

1- Activity Based Cost (ABC)

2- Total Cost Of Ownership (TCO)

تصمیم‌گیری چند معیاره و انتخاب‌تأمین‌کننده

گزینش یا ارزیابی تأمین‌کننده مسئله‌ای متداول در کسب‌ملزومات موردنیاز برای پشتیبانی از خروجی‌های سازمان‌هاست. مشکل سازمانها یافتن و ارزیابی دوره‌ای بهترین یا مناسب‌ترین تأمین‌کننده یا تأمین‌کنندگان براساس قابلیت‌های گوناگون آنهاست. این مسأله معمولاً هنگامی رخ می‌دهد که خریدی پیچیده با ارزش ارزی بالا و احتمالاً احساس درپیشرو باشد همچنین فرآیند رسمی برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان امری ضروری است. در واقع فرآیند گزینش تأمین‌کننده نوعی فرآیند حل مسأله است، زیرا فرآیند گزینش تأمین‌کننده تمامی مراحل حل مسأله از قبیل، تعریف مسأله، فرموله کردن معیارها، ارزیابی بدیل‌ها و گزینش را پوشش می‌دهد. بسیاری از مقالات به مراحل ارزیابی بدیل‌ها و گزینش که تکنیک‌های مربوط به پژوهش عملیاتی برای آنها سازگار شده است پرداخته‌اند.

تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره که از جمله تکنیک‌های کمی در ارزیابی تأمین‌کنندگان می‌باشند را میتوان به طور تقریبی در پنج دسته تقسیم‌بندی کرد: تصمیم‌گیریهای چندشاخصه (مبنای عمومی مدل‌های وزن دارخطی)، بهینه‌سازی با اهداف چندگانه (مبنای عمومی از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی/ریاضیاتی)، رهیافت‌های آماری/احتمالی، رهیافت‌های هوشمند و دیگر روشها. پنج دسته، هر کدام با رهیافت‌ها و مثال‌های مرتبط در جدول زیر ذکر شده‌اند.

جدول طبقه‌بندی رهیافت‌های ارزیابی تأمین‌کننده

دسته	رهیافت
(1) مدل‌های MADM	فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی تحلیل توأم روش وزن دارخطی روش غیررتبه‌ای
(2) مدل‌های MODM	روش اپسیلون محدودیت تحلیل پوششی داده‌ها برنامه‌ریزی آرمانی
(3) رهیافت‌های آماری/احتمالی	احتمالی روش طبقه‌بندی تحلیل خوشه‌ای تحلیل عدم اطمینان
(4) رهیافت‌های هوشمند	استدلال مبتنی بر مورد پژوهی سیستم‌های خبره الگوریتم ژنتیک شبکه عصبی
(5) دیگر روشها	هزینه بر پایه انجام فعالیتها مدلسازی ساختار تفسیری

دسته اول فرآیندگزینی است، که تعداد محدود و قابل شمارشی از گزینه های از پیش تعیین شده از طریق معیارها یا شاخص های چندگانه مورد بررسی قرار می گیرند. گزینه برتر با توجه به میزان ارضاء هر چه بیشتر معیارها یا شاخصها گزینش میشود. اگرچه هنوز از روی اطمینان نمیتوان گفت که آیا این تکنیکها کمی هستند یا خیر. شاخص ها به عنوان معیارهایی که بر مبنای آنها گزینش نهایی صورت می گیرد، عمل می کنند. بیشتر رهیافت های به کار رفته همچون، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل توأم¹، روش وزن دارخطی² و روش غیررتبه ای³ در این دسته جای می گیرند.

دومین دسته با انتخاب بهترین گزینه با در نظر گرفتن تعاملات گوناگون درون محدودیتها که به بهترین شکل خواسته های تصمیم گیرنده را با کسب چند سطح قابل قبول از مجموعه ای از اهداف قابل اندازه گیری ارضاء میکند انجام میشود. گزینه های ایندسته به طور ضمنی در منطقه موجهی که مجموعه از محدودیت ها بیان میشوند، تا رضایت بخش ترین گزینه انتخاب شود. تکنیک هایی همچون روش اسپیلون محدودیت⁴ تحلیل پوششی-داده⁵، و برنامه ریزی آرمانی⁶ در ایندسته جای میگیرند. سومین دسته با محوریت تعداد بزرگی از آزمونها یا بررسی ها و با عدم اطمینان آماری به ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان میپردازند. روش طبقه بندی⁷، تحلیل خوشه ای⁸ و تحلیل عدم اطمینان⁹ همگی در این مقوله میگنجد. چهارمین دسته بابت بهره گیری از چند تکنیک هوشمند که بهتازگی توسعه یافته اند، مانند استدلال مبتنی بر مورد پژوهی¹⁰، سیستم های خبره¹¹، الگوریتم های ژنتیک¹² و شبکه های عصبی¹³ به ارزیابی می پردازد. انتظار می رود که گزینه مناسب با استفاده از یک یا ز رهیافت های فوق گزینش شود. از آنجایی که فرآیند ارزیابی تأمین کننده برای موضوعات و اهداف تأمین مواد گوناگون و خدمات به طور گسترده قابل بکارگیری است، چندین تکنیک خاص ارائه و در دسته پنجم گروه بندی شده اند.^[31]

- 1- Conjoint analysis
- 2- Linear weighting method
- 3- Outranking method
- 4- ϵ -constraint
- 5- Data envelopment analysis
- 6- Goal programming
- 7- Categorical method
- 8- Cluster analysis
- 9- Uncertainty analysis
- 10- Case-based reasoning
- 11- Expert systems
- 12- Genetic algorithms
- 13- Neural networks

نمونه مقاله جهت استفاده از تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب تأمین کننده

عنوان مقاله

ارائه یک مدل پشتیبانی تصمیم گیری جهت برنامه ریزی، ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان

چکیده

زنجیره تأمین در سالهای اخیر نظر بسیاری از محققین و صنعتگران را بخود جلب کرده است. در بازار رقابتی امروزه تولید کنندگان تنها در صدد بهبود وضع داخلی نیستند، بلکه انتخاب بهترین بازارها (با توجه به پدیده جهانی شدن) و بهترین تأمین کنندگان در

صدد برنامه های آنها قرار گرفته است. انتخاب بهترین گزینه ها در هر یک از تصمیم گیری های فوق نیاز به آنالیز فاکتورهای زیادی دارد که در نتیجه، سازمان ها را با یک مساله تصمیم گیری چند معیاره روبرو می نماید. از طرفی کاربردهای تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی¹ در ارتباط با در نظر گرفتن معیارها در مسائل گوناگون مدیریتی و عملیاتی در مقالات فراوانی اشاره شده است و در کنار آن برنامه ریزی آرمانی² می تواند چندین هدف را به ترتیب اولویت تصمیم گیرنده در نظر بگیرد. ترکیب این دو تکنیک می تواند مدلی ایجاد کند که همزمان با در نظر گرفتن معیارهای گوناگون، آرمان های مختلف را نیز در نظر بگیرد. مدلی که در این مقاله معرفی خواهد شد سعی دارد با در نظر گرفتن معیارهای پیش ارزیابی تامین کنندگان و سپس به دست آوردن توابع هدف وزنی تامین کنندگان بر اساس معیارها، وزن های نهایی و حداقل کردن هزینه در چارچوب یک مدل برنامه ریزی آرمانی، در نهایت تامین کننده ای را انتخاب نماید که همزمان با حداقل نمودن هزینه های تامین، معیارهای مورد نظر را نیز دارا باشد. در بسیاری از مقالات ارائه شده تامین کنندگان با توجه به شرایط موجود هر دوره انتخاب می شوند و بدین علت مدل جدید با شرایط واقعی دارای همخوانی بیشتری می باشد. مدل ارائه شده بر اساس داده های جدول سر برنامه زمان بندی تولید³ و نیز وضعیت موجودی و همچنین لیست قطعات مورد نیاز، برنامه ریزی خرید قطعات را برای دوره های مختلف محاسبه و ارائه می نماید. لازم به ذکر است روش دسته به دسته⁴ (سفارش به اندازه مورد نیاز) مبنای محاسبات برنامه ریزی خرید قرار گرفته است.

معرفی مدل پیشنهادی

مدل پیشنهادی یک مدل چند معیاره و از طرفی یک مدل چند هدفه می باشد. این مدل ابتدا بر اساس تکنیک AHP پیش ارزیابی تامین کنندگان را بر اساس معیارهای کیفی انجام می دهد و در نهایت بوسیله برنامه ریزی آرمانی ارزیابی کمی انجام می دهد.

1- Analytic Hierarchy Process (AHP)

2- Goal Programming (GP)

3- Master Production Scheduling (MPS)

4- Lot For Lot (LFL)

مبنای انتخاب معیارهای تصمیم گیری در این مدل بر پایه فاکتورهای معرفی شده و علاوه بر آن، موضوعات جدید مدیریت همچون نظام مدیریت کیفیت بر اساس استاندارد ایزو 9001-2000 و سیستم اطلاعاتی بین سازمانی¹ می باشد.

مدل ارائه شده یک مدل ترکیبی می باشد که همزمان با در نظر گرفتن معیارهای تصمیم گیری می خواهد بهترین جواب را از لحاظ حداقل کردن کل هزینه ها برای تصمیم گیرنده ارائه نماید. گام های مدل ارائه شده جهت تعیین و برنامه ریزی تامین کنندگان توسط خریداران به صورت ذیل می باشد:

1) جستجو برای تامین کنندگان قطعات خریدنی و مشخص کردن معیارهای کمی و کیفی و همچنین دریافت مشخصات از تامین کنندگان.

2) پیش ارزیابی² تامین کنندگان با در نظر گرفتن معیارها و متد AHP و سپس رتبه بندی اولیه تامین کنندگان بر اساس معیارهای تعریف شده.

3) فرموله کردن و در نظر گرفتن محدودیتها و متغیرهای مربوطه.

4) ارزیابی نهایی برای تعیین تامین کنندگان نهایی با استفاده از برنامه ریزی آرمانی (تابع هزینه و توابع وزن دهی حاصل از پیش ارزیابی در مرحله قبل) و تعیین میزان مورد نیاز سفارش از تامین کنندگان در هر دوره.

نتیجه گیری

در این مقاله مدل تصمیم گیری چند معیاره و چند هدفه جهت ارزیابی، انتخاب و برنامه ریزی تامین کنندگان ارائه گردیده است. همانطور که ملاحظه می گردد فرآیند انتخاب تامین کنندگان یک فرآیند دینامیک می باشد (بر خلاف مدل های قبلی که به طور

ایستا فقط یکبار تامین کننده را برای کل دوره ها انتخاب می کردند). به صورتی که این مدل قادر است که برای شرایط مختلف در هر دوره تامین کنندگان را مورد ارزیابی قرار دهد. این مدل علاوه بر انتخاب تامین کنندگان برنامه خرید را بررسی و در هر دوره محاسبه می نماید.

مدل ارائه شده در نوع خود بیشترین معیارها را در بر گرفته و مورد ارزیابی قرار می دهد. از جمله معیارهای مهم که در این مدل بطور اختصاصی اشاره شده معیارهای مهم که در این مدل بطور اختصاصی اشاره شده معیارهای سیستم های اطلاعاتی بین سازمانی و نظام مدیریت کیفیت می باشد که در مقالات دیگر کمتر به آن توجه شده است. این مدل با استفاده از روش AHP و بر اساس 3 معیار اساسی به پیش ارزیابی تامین کنندگان پرداخته و سپس با استفاده از روش برنامه ریزی آرمانی فرآیند ارزیابی را تکمیل نموده و به انتخاب تامین کنندگان می پردازد. در انتها مدل پیشنهادی با مدل بوتامقایسه شده است، همانطور که شرح داده شد این مدل ارزیابی کمی و کیفی را توأمآ انجام می دهد و در نتیجه جوابهای روشن و شفاف را ارائه می نماید و نیاز به اجرای مدل به صورت ارزیابی های جداگانه کمی و کیفی نمی باشد.^[32]

1-Inter-Organizational Information Systems (IOIS)

2- Qualification

منابع

- 1- عادل آذر، علی رجب زاده (1381). تصمیم گیری کاربردی رویکرد MADM. نشرنگاه دانش
- 2- Monczka, R., Trent, R. and Handfield R. (1998). Purchasing and Supply Chain Management. South Western College Publishing.
- 3- Monczka, R., Giunipero, L. and Reck, R. (1981). "Perceived importance of supplier information." International Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 17, No.1, PP. 21-29.
- 4- Dickson, G. W. (1966). "An analysis of vendor selection systems and decisions." Journal of Purchasing, Vol. 2, No. 1, PP. 28-41.
- 5- Weber, C. A. and Desai, A. (1996). "Determination of paths to vendor market efficiency using parallel co-ordinates representation: a negotiation tool for buyers." European Journal of Operational Research, Vol. 90, No. 1, PP. 142-155.
- 6- Spekman, R. (1988). "Strategic supplier selection: understanding long-term buyer relationships." Business Horizons, Vol. 31, No. 4, PP. 75- 81.
- 7- Nydick, R. L. and Hill, R. P. (1992). "Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure." International Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 28, No. 2, PP. 31-36.
- 8- Ellram, L. M. (1987). "The supplier selection decision in strategic partnerships." Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 26, No. 3, PP. 8-14.
- 9- Tracey, M. (2001). "Empirical analysis of supplier selection and involvement." Supply chain management. An International Journal, Vol. 6, No. 4, PP. 174-188
- 10- Min, H. and Galle, W. P. (1994). "International supplier selection." International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 24, No. 5, PP. 24-33.
- 11- Timmerman, E. (1986). "An approach to vendor performance evaluation." The Journal

- of Supply Chain Management, Vol. 22, No. 4, PP. 2-8.
- 12- Grando, A. and Sianesi, A. (1996). "Supply management: a vendor rating assessment." *CEMS Business Review*, Vol. 1, PP. 199-212.
 - 13- MASELLA, (2000). "A contingent approach to the design of vendor selection systems for different types of co-operative customer/supplier relationships." *International Journal of Operation & Production Management*, Vol. 20, No. 1, PP. 70- 84 .
 - 14- Barbarosoglu, G. and Yazgac, T. (1997). "An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem." *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 38, No. 1, PP. 14-21.
 - 15- Narasimhan, R. (1983). "An analytic approach to supplier selection." *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 19, No. 1, PP. 27-32.
 - 16- Razmi, j., Rahnejat, H. and Khan, M. K. (1998). "Use of analytic hierarchy process in classification of push, pull, and hybrid push-pull systems for production planning." *International Journal of operation & production management*, Vol. 18 , No. 11, PP. 1134-1151 .
 - 17- Razmi, j. and Ghaderi, S. F. (2002). "Application of analytic hierarchy process in supply chain management." 30th of computer and industrial eng. Conference, tinos island, greece.
 - 18- Handfield, R. and Walton, S. V. (2002). "Applying environmental criteria to supplier assessment: a study in the application of the analytical hierarchy process." *European Journal of Operational Research*, Vol. 141, No. 1, PP. 70-87.
 - 19- Current, J. and Weber, C. (1994). "Application of facility location modeling constructs to vendor selection problems." *European Journal of Operational Research*, Vol. 76, No. 3, PP. 387-392.
 - 20- Chaudhry, S. S., Forst, F. G. and Zydiak, J. L. (1993). "Vendor selection with price breaks." *European Journal of Operational Research*, Vol. 70, No. 1, PP. 52-66.
 - 21- Das, C. and Tyagi, R. (1994). "Wholesaler: a decision support system for wholesale procurement and distribution." *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 24, No. 10, PP. 4-12.
 - 22- Buffa, F. P. and Jackson, W. M. (1983). "A goal programming model for purchase planning." *Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 19, No. 3, PP. 27- 34.
 - 23- Pan, A. C. (1989). "Allocation of order quantities among suppliers." *Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 25 , No. 2, PP. 36- 39.
 - 24- Sadrian, A. A. and Yoon, Y. S. (1994). "A procurement decision support system in business volume discount environments." *Operations Research*, Vol. 42 , No. 1, PP. 14- 23.
 - 25- Degraeve, Z. and Roodhooft, F. (2000). "A mathematical programming approach for procurement using activity based costing." *Journal of Business Finance and*

Accounting, Vol. 27, No. 6, PP. 69- 98.

26- آریانزاد، م. ب. ق.، تیموری، ا. "مدل یکپارچه تصمیم گیری برای انتخاب و توسعه تامین کنندگان." مجله امیرکبیر، شماره د-54 صص. 548-564 بهار (1382)

27- Ellram, L. M. (1995). "Activity-based costing and total cost of ownership: a critical linkage." *Journal of Cost Management*, Vol. 8, No. 4, PP. 22- 30.

28- Ellram, L. M. (1993). "Total cost of ownership: elements and implementation." *International Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 29, No. 2, PP. 3-11.

29- Ronen, B. and Trietsch, D. (1988). "A decision support system for purchasing anagement of large projects." *Operations Research*, Vol. 36, No. 6, PP. 882-890.

30- Thompson, K. (1990). "Vendor profile analysis." *Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 26, No. 1, PP. 11-18.

31- دکتر اکبر عالم تبریز، محمد باقرزاده آذر (1388). تلفیق ANP فازی و TOPSIS تعدیل شده برای گزینش تامین کننده راهبردی. فصلنامه پژوهشهای مدیریت، شماره سوم.

32- جعفر رزمی، مسعود ربانی، کامران رضایی، سعید کرباسیان (1383). ارائه یک مدل پشتیبانی تصمیم گیری جهت برنامه ریزی، ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان. نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، شماره پنجم.

DEA & TOPSIS

تهیه کننده: سید سیروان کریمی

مفهوم تحلیل پوششی داده ها:

واژه DEA مخفف Data Envelopment Analysis می باشد که به معنی تحلیل پوششی داده ها یک مدل برنامه ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده ای (DMU) است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. اندازه گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار داشته است. فارل در سال 1957، با استفاده از روشی همانند اندازه گیری کارایی در مباحث مهندسی، به اندازه گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارل برای اندازه گیری کارایی مد نظر قرار داد شامل یک ورودی و خروجی بود (1).

چارنز، کوپر و رودز، دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردن که توانایی اندازه گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو، تحت عنوان تحلیل پوششی داده ها نام گرفت و اول بار در رساله دکترای ادوارد رودز به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا در سال 1976، در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت (مهرگان: 1391).

از آنجا که این الگو توسط چارنز، کوپر و رودز ارائه گردید به الگوی (CCR) که از حروف اول نام سه فرد یاد شده تشکیل شده است، معروف گردید. در سال 1978 در مقاله با عنوان اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیرنده ارائه شد (چارنز: 1978).

در واقع تحلیل پوششی داده ها مبتنی بر یکسری بهینه سازی با استفاده از برنامه ریزی خطی می باشد که به آن روش ناپارامتریک نیز گفته می شود. در این روش منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به وسیله برنامه ریزی خطی تعیین می شود ایجاد می گردد. برای تعیین این نقاط می توان از دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. روش برنامه ریزی خطی پس از یک سری بهینه سازی مشخص می کند که آیا واحد تصمیم گیرنده مورد نظر روی مرز کارایی قرار گرفته است و یا خارج آن قرار دارد؟ بدین وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می شوند. تکنیک DEA تمام داده ها را تحت پوشش قرار داده و به همین دلیل تحلیل پوششی داده ها نامیده شده است (1).

استفاده از الگوی DEA، برای ارزیابی نسبی واحدها، نیازمند تعیین دو مشخصه اساسی، ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو می باشد که در زیر به تشریح هر یک پرداخته می شود:

الف: ماهیت ورودی، در صورتی که در فرایند ارزیابی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی ها، سعی در حداقل سازی ورودی ها داشته باشیم ماهیت الگوی مورد استفاده ورودی است.

ب: ماهیت خروجی، در صورتی که در فرایند ارزیابی، با ثابت نگه داشتن سطح ورودی ها، سعی در افزایش سطح خروجی داشته باشیم ماهیت الگوی مورد استفاده خروجی است.

در الگوی DEA با دیدگاه ورودی، به دنبال به دست آوردن ناکارایی فنی به عنوان نسبتی می باشیم که بایستی در ورودی ها کاهش داده شود تا خروجی، بدون تغییر بماند و واحد در مرز کارایی قرار گیرد. در دیدگاه خروجی، به دنبال نسبتی هستیم که باید خروجی ها افزایش یابند، بدون آنکه تغییری در ورودی ها به وجود آید تا واحد مورد نظر به مرز کارایی برسد.

بازده به مقیاس بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی ها و خروجیهای یک سیستم می باشد. یکی از توانایی های روش DEA، کاربرد الگوهای مختلف متناظر با بازده به مقیاس های متفاوت و همچنین اندازه گیری بازده به مقیاس واحدهاست.

الف: بازده به مقیاس ثابت: یعنی هر مضربی از ورودیها همان مضرب از خروجی ها را تولید می کند. الگوی CCR بازده به مقیاس واحدها را ثابت فرض می کند. بنابراین واحدهای کوچک و بزرگ، با هم مقایسه می شوند.

ب: بازده به مقیاس متغیر: یعنی هر مضربی از ورودی ها، می تواند همان مضرب از خروجی ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را، در خروجی ها تولید کند. الگوی BCC بازده به مقیاس را متغیر فرض می کند (1).

در سال 1984، بنکر، چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که بر اساس حروف اول نام خانوادگی آنان به مدل BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدل های تحلیل پوششی داده هاست که به ارزیابی کارایی نسبی واحدهای با بازده متغیر نسبت به مقیاس می پردازد (مهرگان: 1391).

انواع مدل ها:

اگر چه تعداد مدل های تحلیل پوششی داده ها روز به روز افزایش یافته ، اما مبنای همه آنها مدل CCR و BCC است که در ادامه آورده شده است.

مدل CCR :

این مدل یک الگوی برنامه ریزی خطی است که به دنبال حداکثر کردن کارایی نسبی واحد p از طریق انتخاب مجموعه ای از اوزان برای تمامی ورودی ها و خروجی هاست ، به طوریکه امتیاز هر واحد باید کوچکتر یا مساوی 1 شود .

مدل CCR مضربی ورودی محور:

$$\text{Max } e_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}$$

$$s. t: \sum_{i=1}^m v_i x_{ip} = 1.$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad , \quad i = 1, \dots, m.$$

مدل فوق برای هر یک از واحدها باید اجرا شود.

اگر در مدل CCR تعداد واحد ها در مقایسه با مجموع تعداد ورودی ها و خروجی ها اختلاف چندانی نداشته باشد پس از حل مسئله خواهیم دید که اکثر واحدها کارا خواهد شد و مدل غیر واقعی خواهد بود. برای اجتناب از این مشکل از مدل دوگان استفاده می شود. علاوه بر این، حل مدل دوگان راحتتر نیز می باشد و مهمتر اینکه متغیرهای دوگان، بهبودهای هدف را برای یک واحد ناکارا مستقیماً تولید می کنند.

مدل CCR پوششی ورودی محور:

$$\begin{aligned} \text{Min } z_p &= \theta . \\ \text{s.t: } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{ip} \quad i = 1, \dots, m . \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq y_{rp} \quad r = 1, \dots, s . \\ \lambda_j &\geq 0 \text{ و } \theta \text{ آزاد در علامت} \end{aligned}$$

به منظور اطمینان از اینکه به هیچ وزنی عدد صفر تعلق نگیرد و بتوانیم تمام ورودی ها و خروجی ها را در حل مدل داشته باشیم با استفاده از ε که معمولاً مقدار کوچکی مثل 0/001 یا 0/0001 در نظر گرفته می شود مدل به صورت زیر اصلاح می شود.
مدل CCR مضربی اصلاح شده:

$$\begin{aligned} \text{Max } e_p &= \sum_{r=1}^s u_r y_{rp} . \\ \text{s.t: } \sum_{i=1}^m v_i x_{ip} &= 1 . \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \quad j = 1, \dots, n . \\ u_r &\geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s . \\ v_i &\geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m . \end{aligned}$$

مدل CCR پوششی اصلاح شده:

$$\begin{aligned} \text{Min } z_p &= \theta - \varepsilon [\sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^-] . \\ \text{s.t: } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta x_{ip} \quad i = 1, \dots, m . \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ &= y_{rp} \quad r = 1, \dots, s . \\ \lambda_j &\geq 0 \quad s_r^+ \text{ و } s_i^- \geq 0 \text{ و } \theta \text{ آزاد در علامت} \end{aligned}$$

مدل BCC:

این مدل با اضافه کردن قید $\sum \lambda_j = 1$ به برنامه ریزی خطی اولیه CCR حاصل می شود. بدین ترتیب بازده به مقیاس می تواند ثابت، افزایشی و یا کاهششی باشد. افزودن این محدودیت به مدل CCR باعث ظاهر شدن متغیر جدیدی (w) در مدل دوگان BCC خواهد شد. مدل BCC مضربی ورودی محور:

$$\begin{aligned} \text{Max } e_p &= \sum_{r=1}^s u_r y_{rp} + w . \\ \text{s.t: } \sum_{i=1}^m v_i x_{ip} &= 1 . \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + w &\leq 0 \quad j = 1, \dots, n . \\ u_r, v_i &\geq 0 \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m, \text{ و } w \text{ آزاد در علامت} . \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Min } z_p &= \theta . \\ \text{s. t: } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta x_{ip} \quad i = 1, \dots, m . \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq y_{rp} \quad r = 1, \dots, s . \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 . \\ \lambda_j &\geq 0 \quad , \theta \text{ آزاد در علامت} \end{aligned}$$

روش Topsis

روش تاپسیس یکی از روش‌های جبرانی تصمیم‌گیری چند معیاره محسوب می‌شود. این روش در سال 1980 توسط هوانگ و یون ارائه گردید (آذر و رجب زاده، 1389). همچنین تاپسیس یک روش تصمیم‌گیری قوی و روشی برای اولویت‌بندی به وسیله شباهت به جواب ایده‌آل می‌باشد. بر این اساس گزینه انتخاب شده باید کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از بدترین جواب داشته باشد. این روش در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چندین عامل کمی و کیفی روبه‌رو است، می‌تواند مفید باشد (اصغر-پور، 1390).

این روش از پشتوانه ریاضی قوی برخوردار است و همانند بسیاری از روش‌های علمی، دانستن و رعایت مفروضات محدوده و شرایط قابل قبول بودن جواب‌ها بسیار حائز اهمیت است (عطایی، 1389). در ادامه، الگوریتم مزبور به اختصار توضیح داده شده است (آریانزاد، 1389):

مرحله اول- تشکیل ماتریس تصمیم نرمالیزه شده: این فرایند تلاش می‌کند تا شاخص‌هایی با ابعاد مختلف را تبدیل به شاخص‌هایی بدون بُعد نماید. عنصر r_{ij} ماتریس نرمالیزه شده R به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

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

مرحله دوم- تشکیل ماتریس نرمالیزه وزین شده: مجموعه $W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n)$ با شرط $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ از سوی تصمیم‌گیرنده به ماتریس R اضافه می‌شود. خاطر نشان می‌سازد که این ضرایب یا توسط تصمیم‌گیرنده داده می‌شود یا توسط یکی از روش‌های ارزیابی اوزان نظیر آنتروپی محاسبه می‌گردد. این ماتریس را می‌توان از طریق ضرب هر ستون ماتریس R در w_j متناظر با آن محاسبه کرد. بنابراین ماتریس نرمالیزه وزین شده V برابر است با:

$$\text{مرحله سوم } V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_j r_{1j} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_j r_{2j} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_j r_{mj} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1j} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2j} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mj} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

سوم- تعیین راه‌حل‌های ایده‌آل و ایده‌آل منفی: راه‌حل ایده‌آل A^* و راه‌حل ایده‌آل منفی A^- به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$A^* = \left\{ (\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J) | i=1,2,\dots,m \right\} \quad (3)$$

$$A^- = \left\{ (\min V_{ij} | j \in J), (\max V_{ij} | j \in J) | i=1,2,\dots,m \right\} \quad (4)$$

به گونه ای که:

$$J = \{j=1,2,\dots,n | \text{شخص های مربوط به شاخص}\} \quad \text{و} \quad \bar{J} = \{j=1,2,\dots,n | \text{هزینه شاخص به مربوط های}\}..$$

مرحله چهارم - محاسبه اندازه جدایی (فاصله): فاصله یا جدایی بین هر گزینه را می توان از طریق فاصله اقلیدسی n بعدی اندازه گیری کرد. فاصله یا جدایی هر راه حل از راه حل ایده آل و ایده آل منفی به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$S_i^* = \left(\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad i=1,2,\dots,m \quad (5)$$

$$S_i^- = \left(\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad ; \quad i=1,2,\dots,m \quad (6)$$

مرحله 5 - محاسبه نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل: نزدیکی نسبی A_i بصورت زیر محاسبه می گردد:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^* + S_i^-)} \quad ; \quad 0 < C_i^* < 1 \quad ; \quad i=1,2,\dots,m \quad (7)$$

هر چه C_i^* به عدد یک نزدیکتر باشد، گزینه A_i نیز به A^* نزدیکتر خواهد بود.

مرحله 6 - رتبه بندی گزینه ها: مجموعه گزینه ها را به ترتیب نزولی C_i^* مرتب می کنیم.

DEA-Topsis

سکمه، بایراک داروغلو و کاهرامان (2009) با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و Topsis به ارزیابی عملکرد فازی صنعت بانکداری ترکیه می پردازند. در این تحقیق ارزیابی عملکرد کلان بانکها در دو بخش مالی و غیرمالی مورد بررسی قرار می گیرد. شاخص کفایت سرمایه، کیفیت داراییها، سودآوری، نقدینگی، ساختار درآمد و هزینه و گروه سهام برای ارزیابی عملکرد مالی و شاخص قیمت گذاری، بازاریابی، بهره وری و ارائه خدمات برای ارزیابی عملکرد غیرمالی مورد بررسی قرار می گیرند (Secme, Yalcin, 2009). تحلیل پوشش داده ها که توسط چارنژود دیگران مطرح گشت معمولاً واحد تصمیم گیری را از زاویه بهترین میزان کارآیی مورد بررسی قرار می دهد. اگر در ارزیابی مذکور متوجه شویم که یک واحد تصمیم گیری به بهترین حالت کارآیی دست یافته است آنرا یک واحد تصمیم گیری کارآمی نامیم و در غیر این صورت واحد تصمیم گیری مورد نظر نا کارآ خوانده میشود. فرض بر این است که واحد تصمیم گیریهای کارآ همیشه بهتر از واحد تصمیم گیریهای نا کارآ عمل می نمایند. اگر در حالتی که ازدیدگاه بدترین بهره وری ممکن به مسئله نگاه میکنیم واحد تصمیم گیری کارآی مابهره وری کمتری از واحد تصمیم گیری نا کارآی ما داشته باشد آیا هنوز

میتوان گفت که واحد تصمیم گیری کارآ بهتر از واحد تصمیم گیری ناکارآ عمل مینماید؟ درچنین حالتی به طور قطع نتیجه گیری ما نامطمئن خواهد بود. پس آشکار است که برای یک ارزیابی صحیح باید به نحوی بهترین و بدترین میزان کارآیی یک واحد تصمیم گیری رادر کنارهم مدنظر قرارداد. (wang lou;2006)

مدلی که دراین تحقیق مورد استفاده قرار گرفته، ابتدا توسط وانگولو مطرح شد و سپس توسط وو بهبود یافت دراین روش از دو واحد تصمیم گیری مجازی، A، واحد تصمیم گیری و a واحد تصمیم گیری، برای تعیین بهترین و بدترین میزان کارایی نسبی هر واحد تصمیم گیری استفاده خواهیم کرد. از دو مقدار بدست آمده برای کارایی، به کمک روش Topsis، برای ایجاد یک شاخص به نام نزدیکی نسبی (RC) به اواحد تصمیم گیری استفاده میکنیم. از شاخص RC برای ارزیابی تمام واحد تصمیم گیری ها و رتبه بندی آنها استفاده خواهیم نمود. ورودی و خروجی A واحد تصمیم گیری و اواحد تصمیم گیری بصورت زیر تعیین میشود:

$$\{x_i^{min} = \min_j \{x_{ij}\} \text{ and } y_r^{max} = \max_j \{y_{rj}\} , i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s\} \dots$$

$$\{x_i^{max} = \max_j \{x_{ij}\} \text{ and } y_r^{min} = \min_j \{y_{rj}\} , i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s\} \dots$$

کارایی واحد تصمیم گیری ایده آل به صورت زیر تعیین می شود:

$$Max \theta_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{min}}$$

s. t: (مدل 1).

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m$$

u_r و v_i متغیرهای تصمیم و ε یک مقدار ناارشمیدسی مثبت بسیار کوچک است. کارایی واحدهای تصمیم گیرنده دیگر براساس واحد تصمیم گیری ایده آل بصورت زیر تعیین میشود:

$$Max \theta_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}}$$

s. t: (مدل 2).

$$\theta_{IDMU}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{min}}$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m.$$

j_0 همان واحد تصمیم گیری مورد بررسی است و θ_{IDMU}^* بهترین بهره وری ممکن IDMU است.

کارایی واحد تصمیم گیرنده ضد ایده آل به صورت زیر تعیین می گردد:

$$\text{Min } \varphi_{\text{ADMU}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\text{min}}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\text{max}}}$$

s. t: (مدل 3).

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\text{max}}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\text{min}}} \geq \gamma, \gamma \in [1, \theta_{\text{IDMU}}^*]$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m.$$

لایین مقداری کو کارایی واحد تصمیم گیری ایده آل از آن جهت تعیین می گردد تا مقدار کارایی واحد تصمیم گیری ضد ایده آل از مقدار کارایی واحد تصمیم گیری ایده آل کمتر گردد.

کارایی واحدها بتصمیمگیرنده دیگر بر اساس واحد تصمیمگیری ضد ایده آل بصورت زیر تعیین میشود:

$$\text{min } \varphi_{j0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}}$$

s. t: (مدل 4).

$$\theta_{\text{ADMU}}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\text{min}}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\text{max}}}$$

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m.$$

نتایج حاصل از حل مدل‌های 1 و 2 و 3 و 4 را در فرمول شاخص RC قرار میدهیم تا مقدار RC مربوط به هر واحد تصمیم گیری را بدست آوریم:

$$RC_{j0} = \frac{\varphi_{j0}^* - \varphi_{\text{ADMU}}^*}{(\varphi_{j0}^* - \varphi_{\text{ADMU}}^*) - (\theta_{\text{IDMU}}^* - \theta_{j0}^*)}$$

واضح است که تفاوت بیشتر بین φ_{ADMU}^* و φ_{j0}^* و تفاوت کمتر بین θ_{IDMU}^* و θ_{j0}^* نشان دهنده عملکرد بهتر DMU_0 است، پس بزرگتر بودن RC_{j0} نشان دهنده عملکرد بهتر DMU_0 است.

در ادامه مباحث مقاله دیگری را مرور میکنیم که از Topsis و CCR اصلاح شده برای کلاس بندی ورودی ها و خروجی ها توسط سهند دانشور و رقیه نیک نامی تحت عنوان "کلاس بندی ورودی ها و خروجی ها براساس روش Topsis با استفاده از مدل DEA اصلاح شده" ارائه شده، استفاده کرده است. در کاربردهای معمولی از DEA فرض بر این است که موقعیت ورودیها و خروجی ها بصورت شناخته شده میباشد. درمواقعی، متغیرها یا مقیاسهایی وجود دارند که هم بعنوان ورودی و هم بعنوان خروجی رفتاری کنند و تعیین موقعیت مناسب شان آسان نیست. کوکودو [9] این مقیاسها را مقیاسهای انعطاف پذیر نامیده اند، که محاسبه ی کارایی دانشگاهها، بیمارستان ها و کارکنان خدماتی راه مثالی از مقیاسهای انعطاف پذیر می باشد. کوکودو یک مدل DEA برای کلاس بندی موقعیت مقیاس های انعطاف پذیر و محاسبه ی کارایی واحدهای تصمیم گیری مطرح کردند که بعداً طلوع [10] کردند که بعداً طلوع در مواردی ممکن است درجه ی کارایی نادرستی را مشخص نماید بطوری که یک عدد مثبت بسیار بزرگی در نتیجه مسأله ی محاسبه ای در مدل کوکودو میشود. فلذا یک مدل اصلاح شده برای مسأله محاسبه ای بدست آمده در مدل کوکودو مطرح کرد.

تعیین موقعیت مقیاسهای انعطاف پذیر

فرض کنید DMU_n مستقل وجود داشته باشد و هر m ($j=1,2,\dots,n$) DMU_j ورودی x_i ($i=1,2,\dots,m$) را برای تولید S خروجی y_{rj} ($r=1,2,\dots,S$) مصرف کند و هر DMU_j شامل L مقیاس انعطاف پذیر w_{lj} ($l=1,2,\dots,L$) میباشد که برای هر مقیاس l ، متغیرباینری $\{d_l \in \{0,1\}$ را تعریف میکنیم که $d_l = 1$ نشان میدهد که فاکتور l ، بعنوان خروجی است و $d_l = 0$ نشان میدهد که فاکتور l بعنوان ورودی است.

در مدل کوکودو موقعیت متغیرهای انعطاف پذیر از طریق مدل خارج قسمت جمعی ورودیها و خروجیها تعیین میشود یعنی:

$$\text{Max} \quad \frac{\sum_{r=1}^S u_r \left(\sum_{j=1}^n y_{rj} \right) + \sum_{l=1}^L d_l \gamma_l \left(\sum_{j=1}^n w_{lj} \right)}{\sum_{i=1}^m v_i \left(\sum_{j=1}^n x_{ij} \right) + \sum_{l=1}^L (1-d_l) \gamma_l \left(\sum_{j=1}^n w_{lj} \right)}$$

$$\text{S. t} \quad \frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj} + \sum_{l=1}^L d_l \gamma_l w_{lj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{l=1}^L (1-d_l) \gamma_l w_{lj}} \leq 1 \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$d_l \in \{0,1\}$$

$$\gamma_l \geq 0 \quad , \quad l = 1, 2, \dots, L$$

$$u_r \geq 0 \quad , \quad r = 1, 2, \dots, S$$

$$v_i \geq 0 \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

فرم اصلاح شده ی خطی از مدل بالا که توسط طلوع [10] انجام شد بصورت زیر می باشد:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_r^{\sim} + \sum_{l=1}^L \delta_l w_l^{\sim} \\
 & \text{S.t } \sum_{i=1}^m v_i x_i^{\sim} + \sum_{l=1}^L \gamma_l w_l^{\sim} - \sum_{l=1}^L \delta_l w_l^{\sim} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + 2 \sum_{l=1}^L \delta_l w_{lj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{l=1}^L \gamma_l w_{lj} \leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\
 & 0 \leq \delta_l \leq d_l, l = 1, 2, \dots, L \\
 & \delta_l \leq \gamma_l \leq \delta_l + (1 - d_l), l = 1, 2, \dots, L \\
 & d_l \in \{0, 1\} \\
 & 0 \leq \gamma_l \leq 1, l = 1, 2, \dots, L \\
 & 0 \leq u_r \leq 1, r = 1, 2, \dots, s \\
 & 0 \leq v_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, m \\
 & y_r^{\sim} = \sum_{j=1}^n y_{rj}, x_i^{\sim} = \sum_{j=1}^n x_{ij}, w_l^{\sim} = \sum_{j=1}^n w_{lj}
 \end{aligned}$$

در مدل های بالا، همگی واحدهای تصمیم گیری نقش یکسانی در تعیین موقعیت مقیاسهای انعطاف پذیر دارند. بعداً سلطانی فر [11] ترجیح داد که واحدهای تصمیم گیری با درجه ی کارایی بالاتر نقش مهمتری را در تعیین موقعیت مقیاسهای انعطاف پذیر ایفا نمایند. در نهایت از روش Topsis برای کلاس بندی موقعیت مقیاسهای انعطاف پذیر استفاده نمودند.

این فرایند در زیر خلاصه شده است توجه داشته باشید که در روش Topsis واحدهای تصمیم گیری را بعنوان شاخص های تصمیم گیری با اولویت بندی موقعیت ورودی و خروجی از مقیاسهای انعطاف پذیر در نظر گرفته شده است.

مرحله 1): ماتریس قطری را، از وزن های بدست آمده برای شاخصها ایجاد میکنیم (بدون در نظر گرفتن مقیاسهای انعطاف پذیر درجه ی کارایی هر واحد تصمیم گیری را با استفاده از مدل CCR ورودی محور مضربی، بدست آورده و سپس درجه ی کارایی هر واحد تصمیم گیری را بر مجموع درجه ی کارایی همگی واحدهای تصمیم گیری تقسیم میکنیم تا عضو قطری ماتریس بدست آید.

مرحله 2): ایجاد ماتریس تصمیم گیری (هر مقیاس انعطاف پذیر را یکبار بعنوان ورودی در نظر میگیریم و درجه ی کارایی هر کدام از DMU ها را با استفاده از مدل CCR ورودی محور مضربی بدست میآوریم و یکبار هم بعنوان خروجی در نظر میگیریم و باز درجه ی کارایی هر کدام از DMU ها را با استفاده از مدل CCR ورودی محور مضربی بدست میآوریم.

حال نتایج بدست آمده در دو مرحله ی بالا را برای ایجاد ماتریس تصمیم گیری بکار میبریم.

مرحله 3): در این مرحله با استفاده از روش Topsis موقعیت مقیاسهای انعطاف پذیر را از نقطه نظر ورودی و خروجی بودن بدست میآوریم.

حال میتوانیم کارایی های بدست آمده با استفاده از مدل CCR اصلاح شده رادر الگوریتم سه مرحله ای دکترسلطانی فریکاربریم و موقعیت مقیاسهای انعطاف پذیر را بطور دقیقتر تعیین نماییم.

مثال عددی:

برای روشن شدن موضوع مثال زیر را که در آن هر DMU، تنها شامل دو مقیاس انعطاف پذیر میباشد رادر نظر بگیرید:

DMU	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M
input 1	3	6	1	3	8	12	1	1	6.1	40	1.5
Input2	3	1.5	7	7.5	5	2.25	20	7.1	1.5	1.5	18
Output	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Flexibl1	20	45	36	9	15	22	44	20	7	10	6
Flexibl2	15	18	60	14	30	17	70	11	20	5	40

(جدول ۱)

قبل از بکار بردن مدل اصلاحی CCR وقتی الگوریتم سه مرحله ای دکترسلطانی فررا برای مثال عددی بالا بکار میبریم، در انتها نتایج زیر بدست میآیند:

$$\begin{array}{l}
 CL_1^+ = 0.254 \\
 CL_2^+ = 0.458 \\
 CL_3^+ = 1 \\
 CL_4^+ = 0.882
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 \text{output 1} \\
 \text{output 2} \\
 \text{input 2} \\
 \text{input 1}
 \end{array} \right.$$

و این بدان معناست که هر دو متغیر انعطاف پذیر بعنوان خروجی عمل میکنند.

پس از اجرای مدل اصلاح CCR در الگوریتم فوق برای همان مثال، حاصل بصورت زیر خواهد بود:

$CL_1^+ = 0.537$	} output 1 output 2 input 1 input 2
$CL_2^+ = 0.369$	
$CL_3^+ = 0.676$	
$CL_4^+ = 0.661$	

مشاهده میکنیم که نتایج بدست آمده همان نتایج قبلی میباشد یعنی هر دو متغیر انعطاف پذیر بعنوان خروجی عمل میکنند ولی در مدل اصلاح CCR اعداد بسیار دقیقتر و به هم نزدیکتر میشوند لذا دقت این روش از روش قبل بیشتر میباشد.

منابع:

- 1- محمد رضا مهرگان، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها (تحلیل پوششی داده‌ها) نشر کتاب دانشگاهی، 1391
- 2- آذر، عادل و رجب‌زاده، علی، (1389)، "تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد MADM"، تهران، انتشارات نگاه دانش.
- 3- اصغرپور، محمدجواد، (1390)، "تصمیم‌گیری‌های چند معیاره"، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ نهم.
- 4- عطایی، محمد، (1389)، "تصمیم‌گیری‌های چند معیاره"، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود
- 5- آریانزاد، میربهادرقلی و صفاکیش، سعید، (1389)، "تصمیم‌گیری‌های چند معیاره"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه آزاد واحد بروجرد.
- 6- Secme, Nese; Yalcin; Bayrakdaroglu, Ali; Kahraman; (2009), Fuzzy performance evaluation in Turkish banking sector using analytic hierarchy process and Topsis, Expert Systems with Applications, 36, pp11699-11709.
- 7- Wang, Ying-Ming; Luo, Ying; (2006), «DEA efficiency assessment using ideal and anti-ideal decision making units, Applied Mathematics and Computation», 173, pp902-915.
- 8- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 429-444
- 9- Cook w.D., Zho J., Classifying input and output in data envelopment analysis, European Journal of Operational Research, 2007, vol. 180, p.p.692- 699.
- 10- Toloo M., On classifying inputs and outputs in DEA: A revised model, European Journal of Operational Research, 2009, vol. 198. p.p. 358-360.
- 11- Soltanifar M., Classifying inputs and outputs in data envelopment Analysis based on TOPSIS method, national conference on Data envelopment analysis ,Augus t4-5,2010, p.p.1-2.

MCDM در انتخاب تکنولوژی

تهیه کننده: محمد حسن خرم روز

مقدمه

در دهه های اخیر با دستیابی به تجهیزات محاسباتی و سیستمهای تصمیم گیری توانمند، امکان انتخاب دقیقتر گزینه ها، تحلیل مشخصه های کمی و کیفی موثر و بررسی اثرات متقابل آنها بر هم فراهم شده است. امروزه با شدت گرفتن مباحث مربوط به تصمیم گیریهای چند معیاره و از طرفی دیگر، گرایش روز افزون به سمت علوم میان رشته ای و استفاده از نظریات گروهها و تخصصهای مختلف در حل مسائل پیچیده، لزوم توجه به تکنیکهای تحلیل تصمیم گیری و بهره گیری از آنها در حل مسائل پیچیده از اهمیت بالایی برخوردار گردیده و به نظر میرسد کلید بسیاری از مشکلات باشد. فرآیند ارزیابی و انتخاب راه حلها، روشها و گزینه های مناسب به دلیل دخالت گروههای مختلف تصمیم گیر فرآیندی است پیچیده و نیاز به بررسی نظریات متفاوت و گاه متضاد صاحب نظران، در نظر گرفتن عوامل متعدد و پیچیده کمی و کیفی و بررسی روابط متقابل میان آنها دارد. [7]

با توجه به مسأله تصمیم گیری، ارزیابی صحیح روشها و فناوریها و انتخاب مناسب ترین پروژه ها، با توجه شرایط مختلف حفاظتی، اقتصادی، تکنولوژیکی، محیطی، اجتماعی و فرهنگی، یکی از مسائل مهمی است که پیش روی تصمیم گیران، مدیران، سیاست گذاران قرار دارد. ماهیت چند معیاره بودن تصمیم گیری و گروهی بودن آن در فرآیند ارزیابی و انتخاب سیستمها و فناوریهای مناسب و همچنین، وجود مشکلاتی چون فقدان اطلاعات کامل و به روز، کم تجربه بودن تصمیم گیران در درک مسائل محیطی، تکنولوژیکی و فناوری، عدم بررسی تأثیرات متقابل فاکتورهای مختلف، بر ماهیت و توانایی درک اهمیت عوامل و گزینه ها اثر گذاشته و موجب پیچیدگی موضوع و ایجاد چالش در انتخاب راه حلها و تکنولوژیهای مناسب گردیده است. [7]

تصمیم گیری با معیارهای چندگانه (MCDM)

تصمیم گیرندگان در انتخاب یک گزینه از میان گزینه های متعدد، غالباً چندین معیار را هم زمان در تصمیم گیری مدنظر قرار می دهند. معیارها گاه هم راستا و بعضاً متقابل و متضاد می باشند. مدل های کلاسیک تحقیق در عملیات مانند برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی عدد صحیح، برنامه ریزی غیر خطی و مانند آن مدلهای تصمیم گیری هستند که بهینه سازی را فقط براساس یک معیار به انجام می رسانند. لذا این مدلها در زمره مدلهای تک هدفه طبقه بندی میگردند. هدف انتخاب شده این گونه مدلها عموماً اولی ترین و مهم ترین هدف بوده و سایر اهداف در سایه این هدف به فراموشی سپرده می شوند. [9]

تصمیم گیری انتخاب یک گزینه از میان گزینه های مختلف است و این انتخاب هنگامی هوشیارانه و حساب شده است که بیش از یک معیار در گزینش آن به کار گرفته شود. تصمیم گیری با یک معیار فرآیندی ساده و یک بعدی می باشد.

فرایند تصمیم گیری ، شامل 3 مرحله است :

1- شناسایی و درک محیط

2- حالت‌های ممکن برای پاسخ به محیط

3- تبدیل کردن به یک مسئله قابل حل

زمانی که برای رسیدن به هدفی چندین راه مختلف را در نظر می‌گیریم ، باید در هنگام بررسی این راه‌ها روابط متقابلی که بین آنها است را در نظر بگیریم چون ممکن است کم یا زیاد شدن عاملی بر عوامل دیگر تاثیر گذار باشد.

در نظریه تصمیم گیری ، راه‌های مختلف تصمیم گیری را ، با توجه به روابط متقابل آنها به یک مدل تبدیل می‌کنیم. به عنوان مثال ممکن است سهمیه بندی کردن بنزین موجب کاهش استفاده مردم از خودروهای شخصی شود اما از طرف دیگر سبب تورم در جامعه شود.

یکی از مهم ترین بخش‌ها تعریف یک مسئله ، شناسایی متغیرهاست . ممکن است برای موضوعی خاص ، متغیرهای مختلفی را بتوانیم تعریف کنیم اما باید ببینیم هدفمان چیست و سپس بر اساس آن هدف برای مسئله متغیر تعریف کنیم . سپس باید پیامدهای جواب‌های متغیرها را هم بررسی کنیم . [9]

مراحل حل یک مسئله تصمیم گیری به شرح زیر است :

1- تعریف مسئله

2- شناسایی متغیرها

3- شناسایی عامل‌های اصلی

4- راه حل‌های شدنی

تصمیم گیری چند معیاره شامل تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) و تصمیم گیری چند هدفه (MODM) می‌شود.

[8]

تصمیم گیری چند شاخصه با یک هدف (MADM) :

روش‌های موجود در این روش به دو مدل جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می‌شوند .

مدل‌های جبرانی: مدل‌هایی که از شاخص‌هایی تشکیل شده‌اند که با یکدیگر در تعامل‌اند، به این معنی که مقادیر

نامطلوب یک شاخص می‌تواند توسط مقادیر مطلوب شاخص دیگر پوشانده شود. از جمله روش‌های جبرانی می‌توان به

AHP ، TOPSIS ، ELECTRE و ... اشاره کرد.

مدل‌های غیر جبرانی: در این مدل تعامل و مبادله میان شاخص‌ها مجاز نیست یعنی به طور مثال نقطه ضعف موجود

در یک شاخص‌ها توسط مزیت موجود در یک شاخص دیگر جبران نمی‌شود. مطلوبیت این مدل زمانی روشن می‌شود که

تحلیلگر با محدود بودن اطلاعات مواجه و یا دسترسی به تصمیم‌گیرندگان محدود باشد. از جمله روش‌های غیر جبرانی می

توان به روش تسلط، روش رضایت بخش شمول، روش Max-Min و روش Min-Min اشاره کرد.

تصمیم گیری با چند هدف (MODM) :

گاهی در تصمیم گیری ها چند تصمیم گیرنده داریم . چند تصمیم گیرنده داشتن با بیش از یک هدف داشتن در ارتباط است . زمانی که چند تصمیم گیرنده وجود داشته باشد، هر کدام ممکن است دارای هدف های متناقضی با دیگر افراد باشند. ممکن است با سود بردن یکی دیگری ضرر کند و بالعکس . در این حالت باید طوری تصمیم گیری شود که همه راضی شوند . [9]

تکنولوژی

تکنولوژی را می توان کلیه دانش ها، ابزارها، روش ها و سیستم های بکار رفته در ساخت محصولات و ارائه خدمات، تعریف کرد. در بیانی ساده تر، تکنولوژی روش انجام کار و ابزاری است که توسط آن به اهداف خود نایل می شویم. هر تکنولوژی شامل سه جزء قابل تمایز از یکدیگر و دارای اهمیت یکسان است. این اجزا عبارتند از: سخت افزار - نرم افزار - مغز افزار . [6]

طبقه بندی تکنولوژی

تکنولوژی جدید: به آن دسته از تکنولوژی هایی که جدیداً عرضه یا پیاده سازی شده اند، اطلاق می شود و بایستی تاثیر روشن و شفاف بر عملکرد سازمان داشته باشد.

تکنولوژی نوظهور: به تکنولوژی خاصی اطلاق می شود که تا کنون بطور کامل تجاری نشده باشد، ولی در طی 5 سال آینده، تجاری می شود.

تکنولوژی پیشرفته: به تمام تکنولوژی های پیچیده یا پیشرفته اطلاق می شود. تکنولوژی های پیشرفته در بسیاری از صنایع، استفاده می شوند. هر شرکتی دارنده این تکنولوژی قلمداد می شود که دارای شرایط زیر باشد:

- افرادی با تحصیلات بالا را استخدام کند که بافت اصلی آن را دانشمندان و مهندسين تشکیل می دهند.
- نرخ تغییر تکنولوژی آن نسبت به دیگر صنایع بیشتر باشد.
- مخارج زیادی صرف تحقیق و توسعه کند.
- می تواند از تکنولوژی برای رشد سریع خود استفاده کند.

تکنولوژی پست: به تکنولوژی هایی اطلاق می شود که در سطح گسترده ای از جامعه مورد استفاده قرار میگیرند.

تکنولوژی پست در بسیاری از صنایع که از خصوصیات زیر برخوردارند، استفاده می شوند:

- از نیروهای کاری با سطح آموزش یا مهارت نسبتاً پایین استفاده میکنند.
- از روشهای دستی یا نیمه اتوماتیک استفاده می کنند.
- اعتبارات تحقیقاتی آنها محدود است.
- زیربنای تکنولوژی آنها نسبتاً پایدار بوده و از تغییرات کمی برخوردار است.
- محصولات تولید شده آنها، نیازهای اساسی انسان از قبیل غذا، مسکن، لباس و خدمات اولیه را تامین می کند.

تکنولوژی متوسط: به تکنولوژی هایی اطلاق می شود که بین تکنولوژی پیشرفته و سنتی قرار می گیرد. معمولاً جزء

تکنولوژیهای بلوغ یافته ای است که برای انتقال تکنولوژی، بیشتر از سایر تکنولوژیها مورد توجه اند.

تکنولوژی مستند در مقابل نهفته: تکنولوژی می تواند ثبت و نگهداری شود و به استفاده کنندگان انتقال یابد، به شرط آنکه بتوان آن را در قالب نشانه ها و علائم استاندارد شده ای مستند کرد. تکنولوژی پنهان، همان دانش غیرقابل لمس و غیرقابل بیان است. هیچ روش مشخصی جهت ارایه آن به گروهی از مردم وجود ندارد. [6]

مدیریت تکنولوژی

تخصصی میان رشته‌ای است که علوم پایه، مهندسی، علوم انسانی و دانش و روش‌های مدیریت را یکپارچه می‌کند و بر تکنولوژی به عنوان عامل خلق ثروت توجه می‌شود. در تعریفی دیگر مدیریت تکنولوژی به مفهوم مدیریت سیستم‌هایی است که به ایجاد، کسب و استفاده از تکنولوژی کمک می‌کنند.

رشته مدیریت تکنولوژی برای اولین بار در سال 1981 توسط انستیتو تکنولوژی ماساچوست (MIT) در مقطع کارشناسی ارشد ارائه شد. از آن موقع تاکنون ده‌ها دانشگاه اقدام به ایجاد دوره‌های آموزشی متنوعی در مقاطع مختلف تحصیلی، شامل دوره‌های کوتاه‌مدت چندروزه تا دوره‌های دکتری تخصصی نموده‌اند و در حال حاضر صدها تشکل ملی و بین‌المللی اعم از انجمن‌های تخصصی، مؤسسات آموزشی، شرکت‌های مشاوره‌ای و مانند آنها در بخش مدیریت تکنولوژی، در کشورهای مختلف فعال می‌باشند. [8]

مدیریت تکنولوژی، مدیریت سیستمی است که خلق، کسب، و به‌کارگیری تکنولوژی را ممکن می‌سازد و شامل مسوولیتی است که این فعالیت‌ها را در راستای خدمت به بشر و برآورده ساختن نیازهای مشتری قرار می‌دهد. تحقیق، اختراع، و توسعه اساسی‌ترین مولفه‌های خلق تکنولوژی و وقوع پیشرفت‌های تکنولوژیک هستند. [5]

هدف اصلی مدیریت تکنولوژی آن است که با شناخت صحیح ماهیت تحولات فنی، بالاخص در بخش تکنولوژی‌های پیشرفته تلاش نماید تحولات فوق را آنچنان ساماندهی نماید که نه تنها شرکت‌ها و بنگاه‌های مختلف بتوانند با اطمینان به تکنولوژی‌های خود اتکا نمایند، بلکه با فرصت‌طلبی، زمینه موفقیت آنها را در عرصه رقابت جهانی نیز فراهم نماید.

مدیریت تکنولوژی در کنار رشته‌های مدیریت صنعتی که هدف اصلی خود را صرف بهبود و ارتقای کارایی تولید نموده‌است، سعی دارد با تمرکز بر روی تکنولوژی و فرآیندهایی همچون تحقیق و توسعه، نوآوری، انتقال تکنولوژی و همکاری تکنولوژی، نحوه به‌کارگیری تکنولوژی‌های جدید و تعمیق تکنولوژی‌های موجود را در بنگاه‌های مختلف تولیدی و خدماتی، تعیین و مدیریت نماید. [8]

مباحث اصلی رشته مدیریت تکنولوژی به‌شرح زیر هستند:

- مدیریت نوآوری و تغییرات تکنولوژیک
- مدیریت واحدهای تحقیق و توسعه
- روش‌های ارزیابی تکنولوژی
- روش‌های انتقال تکنولوژی
- تصمیم‌گیری در خصوص تکنولوژی‌های جدید
- برنامه‌ریزی استراتژیک تکنولوژی‌های جدید

انتقال تکنولوژی

انتقال تکنولوژی فرایند پیچیده و دشواری است و بدون مطالعه و بررسی لازم نه تنها مفید نیست بلکه ممکن است علاوه بر هدر رفتن سرمایه و زمان، به تضعیف تکنولوژی ملی هم بیانجامد. فرایند انتقال تکنولوژی را می‌توان به سه بخش عمده تقسیم کرد: [4]

- انتخاب و کسب تکنولوژی
- انطباق، کاربرد و جذب تکنولوژی
- توسعه و انتشار تکنولوژی

انتخاب و کسب تکنولوژی

مجموعه تکنولوژیهای مورد نیاز هر بخش اقتصادی بر مبنای اولویتهای بخش مربوطه تعیین می شوند و سپس در مرحله بعد، روش تامین هر کدام تعیین می گردد. اگر چه در مرحله تعیین نیازهای تکنولوژی هر بخش اقتصادی، با دیدگاهی مشخص و بخشی مجموعه نیازهای خود را طرح می کند، اما در مرحله انتخاب پروژه های انتقال تکنولوژی، انتخاب فوق بر اساس دیدگاهی ملی و فرابخشی صورت می پذیرد. [4]

انطباق، کاربرد و جذب تکنولوژی

انطباق تکنولوژی : فرایند تطابق و پیوند تکنولوژی وارداتی با شرایط اقتصادی - اجتماعی از جمله توان سرمایه گذاری، سطح مهارت نیروی انسانی، امکانات زیر بنایی، شرایط آب و هوایی، اهداف و سیاستهای اقتصادی را انطباق تکنولوژی می گویند. استفاده از تکنولوژی وارداتی بدون در نظر گرفتن موارد فوق اگر امکان پذیر باشد قطعاً باعث گسیخته شدن زنجیره منظم فرایند انتقال تکنولوژی خواهد شد و مراحل دیگر « جذب، توسعه و اشاعه » تحقق نخواهد یافت.

کاربرد تکنولوژی : فرایند بهره برداری از تکنولوژی به منظور تولید کالا و خدمات و همچنین دستیابی به روشهای تولید و انجام فعالیتهای و اقدامات قبل از بهره برداری را کاربرد تکنولوژی می گویند. در این مرحله طراحی، احداث ساختمان و تاسیسات، نصب و راه اندازی ماشین آلات و استقرار نظامها و سازمانهای مدیریتی انجام می شود.

جذب تکنولوژی : فرایند جذب تکنولوژی از بررسی مبانی طراحی، نصب و راه اندازی ماشین آلات شروع و به فراگیر شدن تکنولوژی در سطح جامعه ختم می گردد، به گونه ای که دانش فنی تکنولوژی وارداتی جزئی از مجموعه دانش و مهارت عمومی کشور وارد کننده تلقی گردد. [4]

توسعه و انتشار تکنولوژی

توسعه تکنولوژی : اگر مراحل پیش یعنی انطباق، کاربرد و جذب تکنولوژی به درستی انجام گیرد، می توان گفت که امر انتقال تکنولوژی تحقق یافته است، یعنی آنچه که انتقال دهنده طبق قرارداد تعهد کرده است انجام پذیرفته ولی فرایند انتقال تکنولوژی تمام نشده است. این فرایند وقتی تداوم خواهد داشت که با استفاده از دانش انتقال دهنده، مهارت و تجربه کسب شده، تکنولوژی جدیدی خلق شود. در این صورت ما به مرحله توسعه تکنولوژی قدم گذاشته ایم. یعنی توانسته ایم که با تلفیق تکنولوژی کسب شده با دستاوردهای حاصل از دانش، مهارت و تجربه خود، تکنولوژی نوینی متناسب با نیازهای جامعه خلق کنیم.

انتشار تکنولوژی : توسعه تکنولوژی در سطح یک بنگاه اقتصادی و حتی در سطح یک بخش بدون گسترش آن به کل ساختار علوم و تکنولوژی جامعه کارساز نخواهد بود. مراد از انتشار تکنولوژی، فراگیر شدن تکنولوژی کسب شده و تکنولوژی های نوین در تمامی زمینه های آن از جمله آموزش، جذب، کاربرد و توسعه است. [4]

مورد کاوی برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه در انتخاب تکنولوژی

در زمینه تکنولوژی بررسی های مختلفی در حوزه های انتخاب و انتقال تکنولوژی و ارزیابی تکنولوژی صورت گرفته است و با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری با معیارهای چندگانه از جمله TOPSIS ، AHP فازی ، ELECTRE ، به انتخاب ، الویت بندی و تحلیل گزینه ها پرداخته است .

در ادامه به چند مورد این بررسی ها می پردازیم و در نهایت یکی از آن موارد را تشریح می نمایم .

1) « انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی در صنعت میکروالکترونیک » که توسط علیرضا توکلی و علیرضا علی احمدی انجام شده است ، با استفاده از تئوری تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) مدل تصمیم گیری TOPSIS و با معیارهای حداقل هزینه، حداکثر جذب تکنولوژی، حداقل زمان انتقال، حداکثر دسترسی به بازار و حداکثر همراهی با تحولات تکنولوژی ارائه کرده و برای ارزیابی آن و تایید صحت نتایج از مدل تصمیم گیری ELECTRE بهره برده است که به صورت مفصل توضیح داده خواهد شد. [۱]

2) « مدل تصمیم گیری ارزیابی تکنولوژی در سطح کلان صنعت برق کشور » که توسط محمد علی دشتی و همکارانش انجام شده است ، تلفیقی از روشهای تحلیل سلسله مراتبی گروهی (G-AHP) و TOPSIS می باشد. در مدل پیشنهادی برای این ارزیابی از ۳۰ زیرمعیار مختلف تصمیم گیری در چهار گروه معیارهای اقتصادی و مالی، فنی، تکنولوژیک و ایمنی و محیط زیست، استفاده شده که این زیر معیارها با همفکری خبرگان صنعت برق شناسایی و انتخاب شده اند. [۲]

3) « انتخاب روش مناسب انتقال تکنولوژی با استفاده از AHP فازی در صنعت ماشین آلات کمپوست و قارچ خوراکی » که توسط اسماعیل کندری انجام شده است ، با بهره گیری از روش AHP و رویکرد فازی ، به ارائه راهکار که انتخاب بهترین گزینه (انتقال تکنولوژی) است، دست می یابد. [۳]

1) انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی در صنعت میکروالکترونیک [۱]

فرایند انتقال تکنولوژی در هر مرحله نیازمند تصمیم گیری است . از قبیل انتخاب تکنولوژی، انتخاب پروژه انتقال تکنولوژی، انتخاب عرضه کنندگان، انتخاب گیرندگان و انتخاب روش انتقال تکنولوژی . در هر پروژه پس از شناخت اجزای فوق، اولویت بندی روشهای ممکن از اهمیت بالایی برخوردار است تا در مذاکرات بر آن تاکید شود . میکروالکترونیک یعنی صنعت طراحی و ساخت قطعات و سیستم های الکترونیکی و مخابراتی بطور فشرده و مجتمع (آی سی) و براساس مواد نیمه هادی . در فرآیند طراحی و ساخت میکروالکترونیک پس از تعریف قطعه یا سیستم مورد نظر، اولین مرحله طراحی است که با نرم افزارهای خاصی صورت می گیرد . مرحله دوم، ساختن صفحه ای از جنس شیشه است که "ماسک" نام دارد و در مرحله بعدی، توسط ماسک می توان صدها و بلکه هزاران بار، کپی مدار یا سیستم طراحی شده را روی یک ویفر یا قرص سیلیکان (ماده ای سخت و شفاف از جنس سیلیکان) در زمانی بسیار سریع منتقل کرد . این از خصیصه های صنعت میکروالکترونیک است که توسط آن می توان تولید بسیار انبوه مدارات و سیستم های الکترونیکی بسیار کوچک و ظرفیت را انجام داد.

در این عمل، که پردازش ویفر نامیده می شود یک مدار الکترونیکی پس از گذر از 80 تا 120 مرحله تفاوت ساخته می شود . طی این مراحل حدوداً از 20 تا 25 نوع تجهیزات و وسائل پیشرفته و گران قیمت استفاده میشود و چیزی بالغ بر یک تا دو ماه و نیم طول می کشد.

لازم به ذکر است از آنجا که در این صنعت از اندازه هایی در حدود کمتر از یک هزارم قطر موی سر صحبت میشود محیط کاری فوق العاده تمیز و ماشینهای بسیار دقیق برای تولید انبوه مدارات و سیستمهای الکترونیکی و مخابراتی مورد نیاز است. ماهیت و ویژگی تکنولوژی میکروالکترونیک :

- رشد صنعت الکترونیک، خصوصاً میکروالکترونیک در جهان بسیار سریع است.
- سمت و سوی الکترونیک به سوی مجتمع شدن و استفاده بیشتر از صنعت میکروالکترونیک است.
- فرآیند ساخت قطعات میکروالکترونیک در دنیا، بسیار متحول شده است.

- نقطه سر به سر تولید در صنعت میکروالکترونیک بسیار بالاست.
- ارزش افزوده میکروالکترونیک در سطح تکنولوژی عمدتاً در بخش طراحی است.
- در تکنولوژی ساخت IC در رده تجاری، امکان انحصار وجود ندارد.
- برای یک طراح خوب، به منظور رقابت دنیا، تبادل اطلاعات و ارتباط با بخش ساخت بسیار مهم است.
- معمولاً سرویس دهندگان ساخت تکنولوژی درجه یک خود را در اختیار قرار نمی دهند.

مدل MCDM برای انتخاب روش انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک [1]

در بین مدل‌های MCDM با توجه به اینکه مطلوبیت شاخصهای مورد نظر برای انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی بطور یکنواخت افزایش (یا کاهش) بود و نرخ تبادل جانشینی بین آنها نیز اقلیدسی است و با توجه به قابل فهم و پذیرش بودن مدل برای تصمیم گیران، مدل TOPSIS انتخاب شده است .

لازم به ذکر است که برای ارزیابی مدل ارائه TOPSIS شده، لازم است داده های ورودی مدل بوسیله مدل دیگری مانند مدل ELECTRE پردازش شده و صحت نتایج بدست آمده تأیید شود.

برای تعیین معیارهای انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی به دو طریق می توان عمل نمود، بررسی ادبیات انتقال تکنولوژی و استفاده از نظرات صاحب نظران، در بررسی ادبیات تکنولوژی معیارهای ذیل برای انتخاب تکنولوژی مدنظر قرار گرفت :

حداقل هزینه - حداکثر جذب تکنولوژی - حداقل زمان انتقال - حداکثر دسترسی به بازار - حداکثر همراهی با تحولات تکنولوژی

با بررسیهای انجام شده ، از بین روشهای موجود انتقال تکنولوژی تنها روشهای ذیل برای انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک عملی ارزیابی شده است:

A1: روش کلید در دست

A2: سرمایه گذاری مشترک

A3: واردات کالاهای سرمایه ای و ماشین آلات

A4: بیع متقابل

برای تشکیل ماتریس تصمیم گیری، معیارهای کمی از اطلاعات موجود و مذاکرات اولیه با دارندگان تکنولوژی بدست آمده و معیارهای کیفی پس از جلسات متعدد با صاحب نظران و مشخص شدن ابعاد موضوع، توسط مسئول پروژه مشخص شده است.

	همراهی با تحولات تکنولوژی	بازار در دسترس	جذب تکنولوژی	زمان (سال)	هزینه (میلیون دلار)
A1	کم	کم	کم	۳	۱۲۰
A2	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	۵	۶۰
A3	متوسط	کم	زیاد	۶	۵۰
A4	زیاد	زیاد	متوسط	۴	۱۲۰

پس از محاسبات مدل TOPSIS، نتایج زیر به دست آمده است :

$$Cl_1 = 0.212$$

$$Cl_2 = 0.845$$

$$Cl_3 = 0.409$$

$$Cl_4 = 0.577$$

بنابراین رتبه بندی گزینه ها به ترتیب ارجحیت عبارتند از:

A2: سرمایه گذاری مشترک

A4: بیع متقابل

A3: واردات کالاهای سرمایه ای و ماشین آلات

A1: روش کلید در دست

بنابراین با استفاده از مدل TOPSIS، اولویت روشهای انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک مشخص گردید. برای ارزیابی مدل و صحت نتایج بدست آمده، داده های ورودی این مدل توسط مدل تصمیم گیری ELECTRE نیز پردازش شده و نتایج مقایسه شده است.

ماتریس نهایی و نتایج به دست آمده توسط مدل ELECTRE به این ترتیب است:

$$H = \begin{matrix} A1 & \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ A2 & \begin{bmatrix} 1 & - & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ A3 & \begin{bmatrix} 1 & 0 & - & 0 \end{bmatrix} \\ A4 & \begin{bmatrix} - & 0 & 1 & - \end{bmatrix} \end{matrix}$$

از ماتریس نهایی H، روابط ارجحیت ذیل بدست می آید:

$$A2 > A1$$

$$A3 > A1$$

$$A4 > A3$$

$$A2 > A4$$

بنابراین رتبه بندی گزینه ها به ترتیب ارجحیت عبارتند از:

A2: سرمایه گذاری مشترک

A4: بیع متقابل

A3: واردات کالاهای سرمایه ای و ماشین آلات

A1: روش کلید در دست

نتیجه گیری

با بررسی های انجام شده بر روی ماهیت تکنولوژی، شرایط نیازمند و دارندگان تکنولوژی به نظر می رسد نتایج بدست آمده از مدل TOPSIS با نتایج بدست آمده از مدل ELECTRE همخوانی کامل دارد. به عنوان نمونه در بررسی ماهیت تکنولوژی، به متحول بودن تکنولوژی، نقطه سر به سری بالا و هزینه های تحقیق و توسعه اشاره شده بود بنابراین گزینه ای که مشارکت دارنده تکنولوژی در سرمایه گذاری و هزینه های تحقیق و توسعه و امکان دسترسی به بازار صاحب تکنولوژی را فراهم کرده و بیشترین جذب تکنولوژی را دارد، سرمایه گذاری مشترک باید بالاترین اولویت را داشته باشد.

بیع متقابل که جذب تکنولوژی کمتری داشته و همراهی آن با تحولات تکنولوژی کمتر است در رتبه دوم قرار گرفته است. بین دو روش واردات کالاهای سرمایه ای و ماشین آلات و روش کلید در دست، روش اول که سرمایه گذاری کمتری را

دربر دارد و جذب تکنولوژی بیشتری در آن انجام می شود اولویت یافته است. [1]

2) مدل تصمیم گیری ارزیابی تکنولوژی در سطح کلان صنعت برق کشور [۲]

مساله ارزیابی تکنولوژی با رویکرد تصمیم گیری، لازم است تا چهار جزء مهم به نحوی صحیح در کنار یکدیگر قرار گرفته تا بتوان یک ارزیابی تکنولوژی مبتنی بر تحلیل تصمیم را به درستی به اجرا گذاشت. این چهار جزء عبارتند از (1) محتوا، که همان ورودیهای تصمیم گیری است و مواردی مانند اطلاعات مربوط به تکنولوژی، محیط، ارزشهای اجتماعی و پیامدهای استفاده از تکنولوژی را شامل میشود. (2) فرآیند، که همان دستورالعمل نحوه ترکیب ورودیهای تصمیم گیری به منظور اجرای ارزیابی و مقایسه گزینه هاست. (3) روشها، که اقسامی مانند: مدلسازی ریاضی، تکنیکهای پیش بینی و ... دارند و کارکردشان تسهیل نمودن فرآیند میباشد. (4) مدیریت، که عبارتست از مهارتها و تعهداتی که باید نزد مدیران وجود داشته باشد تا همگی این اجزا در کنار یکدیگر به نتیجه برسند.

در این تحقیق، مدلی بر اساس دو روش مشهور و پرکاربرد تصمیم گیری چندمعیاره یعنی G-AHP و TOPSIS که هدف آن ارزیابی تکنولوژیهای نوین تولید برق است که در اینجا 2 روش تکنولوژی تولید برق با استفاده از سلولهای فتوولتائیک و تکنولوژی تولید برق با استفاده از توربینهای بادی مورد بررسی قرار گرفته است.

G-AHP روشی است که در آن می توان به خوبی مسائل پیچیده را مدلسازی کرد و جنبه های مختلف کمی و کیفی مساله را مدنظر قرار داد و با انجام مقایسات زوجی به وزن نسبی معیارها و آنگاه رتبه بندی گزینه ها رسید. ولی باید در نظر داشت که پس از مرحله تعیین وزن نسبی معیارها، حجم محاسبات روش بسیار زیاد است و لازم است تا تک تک گزینه ها ذیل AHP هریک از معیارها مقایسه شوند و این مساله باعث میشود تا هنگامی که معیارها فزونی میابند، محاسبات طاقت فرسا شوند. همچنین اگر یک گزینه جدید اضافه شود لازم است تا حجم جدیدی از محاسبات دوباره صورت پذیرد و مقایسه آن گزینه جدید با دیگر گزینه ها و در ذیل تمامی معیارها، تکرار شود.

با مرور روش TOPSIS درمی یابیم که این روش، دارای سه مزیت اصلی است: (1) منطق روشن و قابل درک؛ (2) فرآیندهای محاسباتی با مبنایی قوی و سراسر است؛ (3) استفاده از اوزان نسبی در رویه های مقایسه ای. مزایایی که باعث بکارگیری گسترده روش TOPSIS شده است و می تواند نویدبخش حل مشکلاتی باشد که پیشتر در رابطه با G-AHP به آن اشاره شد.

ابتدا ادبیات علمی مربوط به ارزیابی تکنولوژی در خصوص تکنولوژیهای حوزه انرژی به دقت بررسی شد و همچنین گروهبندیهای گوناگونی که برای دسته بندی معیارها وجود داشت مورد مطالعه قرار گرفت و نهایتاً 4 عنوان به صورت معیارهای اصلی تصمیم گیری مطرح شده است (اقتصادی و مالی - فنی - تکنولوژیک - ایمنی و محیط زیست). در ادامه زیرمعیارهایی برای هریک از معیارها با کمک مطالعه ادبیات علمی، ترازایی و نظر کارشناسان تهیه شده است.

زیرمعیارهای هر معیار در جدول تصمیم گیری به این ترتیب هستند.

معیارهای اقتصادی و مالی (EAF):

- 1) حجم سرمایه گذاری اولیه مورد نیاز - 2) هزینه های عملیاتی - 3) بازگشت سرمایه - 4) سهولت در تامین مالی - 5) شرایط پرداخت و قرارداد - 6) عمر مفید
- معیارهای فنی (TEC):

- 1) کیفیت - 2) راندمان - 3) قابلیت اطمینان، امنیت و قابلیت دسترسی - 4) سهولت در کاربرد و در تعمیرات و نگهداری - 5) وجوه فنی متمایز - 6) اندازه - 7) ظرفیت
- معیارهای تکنولوژیک (TCN):

1) شایستگی ارابه دهنده تکنولوژی - 2) محدودیتهای دستیابی به تکنولوژی - 3) وجود تکنولوژیهای مکمل و پیشنیاز - 4) تطابق تکنولوژی با سطح توانمندیها - 5) لزوم داشتن گواهینامه ها و استانداردها - 6) امکان بومی کردن تکنولوژی در کشور

معیارهای ایمنی و محیط زیست (SAE):

1) آلودگی هوا - 2) آلودگی خاک - 3) آلودگی آب - 4) آلودگی بصری - 5) آلودگی صوتی - 6) آلودگی نور - 7) آلودگی بویایی - 8) امواج الکترومغناطیس - 9) میزان استفاده از منابع و تخریب آنها - 10) پسماندهای غیرقابل بازیافت - 11) ایمنی انسانها

جدول تصمیم گیری:

معیار	زیرمعیار	فتوولتایک	باد
EAF: 0.307	EAF1: 0.058	9	9
	EAF2: 0.059	9	7
	EAF3: 0.048	5	5
	EAF4: 0.048	7	7
	EAF5: 0.039	9	9
	EAF6: 0.055	8	8
TEC: 0.304	TEC1: 0.078	8	6
	TEC2: 0.054	7	7
	TEC3: 0.068	5	5
	TEC4: 0.042	6	5
	TEC5: 0.028	5	5
	TEC6: 0.017	4	4
	TEC7: 0.017	4	6
TCN: 0.226	TCN1: 0.013	8	9
	TCN2: 0.066	9	7
	TCN3: 0.037	5	7
	TCN4: 0.038	7	7
	TCN5: 0.038	7	7
	TCN6: 0.034	5	7
SAE: 0.163	SAE1: 0.022	8	10
	SAE2: 0.015	9	10
	SAE3: 0.027	9	10
	SAE4: 0.006	5	5
	SAE5: 0.010	10	8
	SAE6: 0.009	5	5
	SAE7: 0.007	5	5
	SAE8: 0.012	5	5
	SAE9: 0.019	5	4
	SAE10: 0.015	5	5
	SAE11: 0.021	5	5

در ادامه ، الگوریتم TOPSIS کار خود را آغاز کرده و پس از نرمال کردن مقادیر ماتریس تصمیم گیری ، نقاط (A^+) و نقاط (A^-) را تعیین می کند و آنگاه فاصله هریک از گزینه ها تا این نقاط بررسی می شود تا بتوان مقیاس نزدیکی نسبی را برای هریک از گزینه های تکنولوژیک اندازه گرفت.

پس از محاسبات انجام شده و از آنجایی که بر اساس مقیاس فاصله نسبی ، فاصله گزینه تکنولوژی فتوولتایک از ایده آل منفی بیشتر است ، لذا این گزینه به عنوان گزینه برتر انتخاب میشود. [۲]

نتیجه گیری

انجام ارزیابی تکنولوژی باید به نحوی دقیق، پرکیفیت و سریع صورت پذیرد تا صنعت بتواند خود را در مسیر پیشرفت قرار داده و حفظ کند.

با استفاده از مدل پیشنهادی در نوشتار حاضر اولاً مساله پیچیده ارزیابی تکنولوژیهای صنعت برق به مراحل مجزایی تفکیک میشود که قابل مدیریت شدن میباشد؛ ثانیاً سازگاری در اطلاعات تضمین می شود و نهایتاً نتایج بر اساس تکنیکها و ساختارهایی منطقی و نظام مند ارایه می شوند. از طرف دیگر باید به این نکته اشاره کرد که مدل پیشنهادی، انعطاف پذیری مناسبی دارد و می توان گزینه های تکنولوژیک نوینی را به آن افزود و ارزیابی کرد و آرام آرام لیستی را مهیا نمود که اولویتهای سرمایهگذاری صنعت برق را در سطح کلان، شکل میدهد . مطالعه حاضر می تواند مبنایی منطقی برای طرح ریزی یک نرم افزار کاربردی پشتیبان تصمیم گیری در حوزه ارزیابی تکنولوژی باشد. [۲]

منابع :

- 1) مهندس علیرضا توکلی و دکتر علیرضا علی احمدی ، مدل انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی (مطالعه موردی: میکروالکترونیک) ، اولین کنفرانس مدیریت تکنولوژی
- 2) محمدعلی دشتی و دیگران ، مدل تصمیم گیری ارزیابی تکنولوژی در سطح کلان صنعت برق کشور ، نهمین کنفرانس جهانی انرژی
- 3) اسماعیل کندری ، انتخاب روش مناسب انتقال تکنولوژی با استفاده از AHP فازی در صنعت ماشین آلات کمپوست و قارچ خوراکی ، مجله روش
- 4) سیدعبدالحمید عربی ، روشهای انتقال تکنولوژی ، مجله تدبیر شماره 179
- 5) حامد خراسانی طرقي ، بررسی مفاهیم تکنولوژی و مدیریت تکنولوژی ، پایگاه مقالات علمی مدیریت
- 6) دکتر سهیل سرمد سعیدی ، مدیریت تکنولوژی
- 7) اصغر محمد مرادی و مهدی اخترکاوان ، روش شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم گیری چند معیاره ، آرمانشهر
- 8) دانشنامه آزاد (ویکی پدیا) <<http://fa.wikipedia.org/wiki>>
- 9) مدیریت سرآمد ایرانیان <<http://www.msi.co.ir/knowledge/articles>>

MCDM در نرم افزار

پارسا علیمردانی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یا AHP

یکی از مسائل تصمیم سازی مدیران، چگونگی انتخاب کردن یک گزینه از میان چندین گزینه موجود است که می بایست با توجه به معیار هایی که برای انتخاب مطرح است این کار صورت پذیرد. حتی در صورتی هم که انتخاب کردن مورد نظر نباشد ممکن است احتیاج داشته باشیم بدانیم اولویت گزینه ها نسبت به یکدیگر چه میزان است. بعنوان مثال در انتخاب چندین پیمانکار برای انجام یک طرح عمرانی ممکن است معیارهایی از قبیل هزینه دریافتی، مدت زمان انجام کار، سابقه اجرایی و ... بعنوان معیارهای تصمیم سازی مورد نظر باشند. در این مساله به هر گزینه با توجه به امتیازهای تخصیص یافته در مقایسه با هم و نیز با توجه به امتیاز اهمیت شاخص ها نسبت به هم، امتیازی داده می شود که نشاندهنده قابلیت بهتر آن گزینه با توجه به معیارهای تعریف شده است. اما تعیین امتیازها به طور مستقیم کار ساده ای نیست و ممکن است در نتایج نهایی انحراف ایجاد کند لذا احتیاج به یک راهکار یا فرآیند تحلیل سلسله AHP روشمند برای امتیاز دهی هستیم. بدین منظور در دهه 1970 تکنیک مراتبی توسط توماس ال ساعتی 1 برای حل چنین مساله ای طراحی شد که در ادامه مختصری از تئوری این روش ارائه شده و سپس روش به کار گیری آن و نتایج حاصله ارائه می شود. (منابع ش 7 و 8 و 9)

نرم افزار AHP Master

متدولوژی تحلیل سلسله مراتبی، یکی از تکنیک های معروف در مجموعه تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره می باشد که برای تعیین اوزان اهمیتی مجموعه ای از شاخصهای کیفی و کمی و یا گزینه ها و رتبه بندی آنها مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش ماتریسهای مقایسات زوجی توسط طریق گروهی از خبره ها تکمیل و الگوریتم AHP محاسبه می شود و در نهایت وزنها نهایی بدست می آید. سیستم نرم افزاری-AHP Master نیز با هدف ایجاد بستر مناسب برای به کار گیری این روش طراحی و تولید شده است و در مواقعی که نیاز به تعیین اوزان اهمیتی و یا رتبه بندی شاخصها می باشد قابل استفاده است. (ص منابع ش 1 و 7)

ویژگی ها و قابلیت های نرم افزار

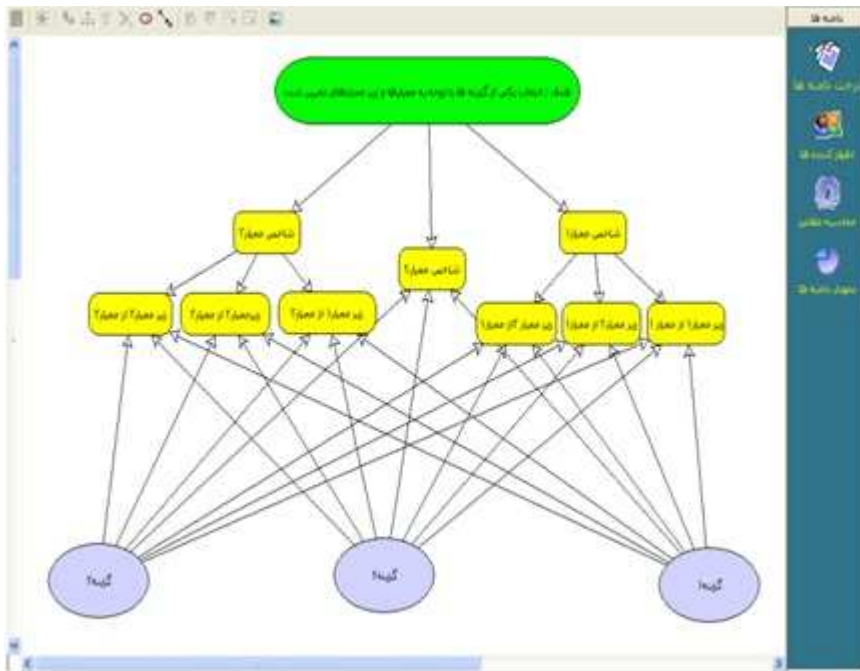
1. تعریف و ویرایش درخت سلسله مراتبی شاخصها
2. تعریف و ویرایش گزینه ها
3. تشکیل ماتریس مقایسات زوجی
4. انجام نظر سنجی گروهی
5. محاسبه اوزان اهمیتی شاخصها و گزینه ها
6. محاسبه نرخ ناسازگاری هر یک از نظر دهندگان
7. ارائه نتایج در قالب نمودارها و گزارشات مختلف



نرم افزار تصمیم گیری تحلیل سلسله مراتبی

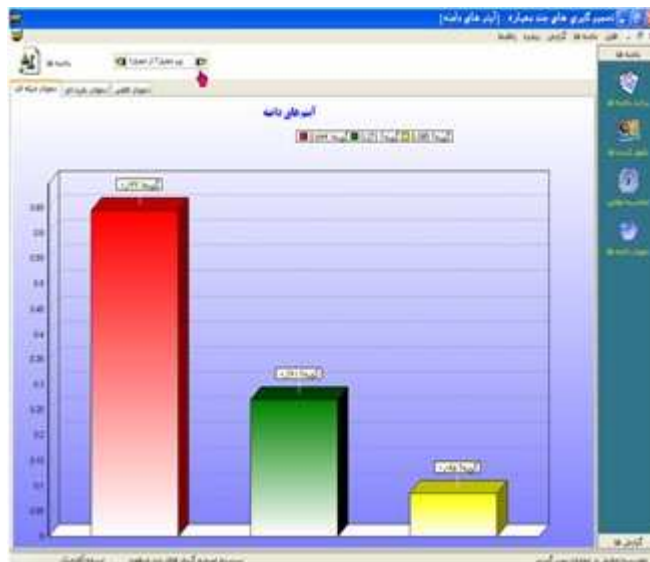
ماژول تعریف درخت گزینه ها و معیارها

در این بخش از نرم افزار امکان تعریف معیارها (شاخص ها) و گزینه های مورد ارزیابی برای انتخاب وجود دارد.



ماژول نظرسنجی از افراد خبره

در این سیستم این امکان وجود دارد که خبرگان مورد نظر سنجی به مقایسه زوجی میان معیارها و گزینه ها پرداخته و وزن دهی ها را انجام دهند. در این بخش این امکان وجود دارد که پرسشنامه های نظرسنجی از افراد در قالبی مناسب برای چاپ آماده گردد.



ماژول محاسبه امتیاز هر یک از گزینه ها

پس از تعریف شاخص ها و گزینه ها در سیستم و نظرسنجی از خبرگان در قالب ماتریس های مقایسات زوجی، نرم افزار به محاسبه امتیاز و وزن هر یک از گزینه ها پرداخته و گزینه برتر را مشخص می نماید. نرم افزار این قابلیت را دارد که میزان ناسازگاری میان نظرات افراد خبره را نیز محاسبه نماید.

(ص منابع ش 1)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک روش تصمیم گیری است که توسط آن می توان تصمیماتی که وابسته به معیارهای مختلف (چند معیاره) هستند را اتخاذ نمود. توسط AHP، مسئله تصمیم گیری ابتدا ساختار داده شده، گزینه های مختلف بر اساس معیارهای مطرح در تصمیم گیری با هم مقایسه شده و در نهایت اولویت انتخاب هر یک از آن ها مشخص می شود . در مجموع این روش در مسائل رتبه بندی، انتخاب، ارزیابی و پیش بینی که همگی نیازمند تصمیم گیری هستند، مورد استفاده قرار می گیرد . نرم افزار (Expert Choice EC)، یک ابزار پشتیبان تصمیم گیری چند معیاره بر اساس روش AHP می باشد. این نرم افزار دارای توانایی های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی تصمیم گیری و طراحی سؤالات، تعیین ترجیحات و اولویت ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسئله را نیز دارا می باشد. این نرم افزار همچنین در بسیاری از موارد از نمودارها و گراف ها برای ارائه نتایج و عملکردها استفاده می کند. (ص منابع ش 2)

نرم افزار تاپسیس TOPSIS

واژه TOPSIS مخفف Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution به معنی روشهای ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده آل است. نرم افزار تاپسیس TOPSIS ویژه محاسبات فازی و تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره MCDM و شاخه های آن MADM و MODM است. (ص منابع ش 3 و 10)

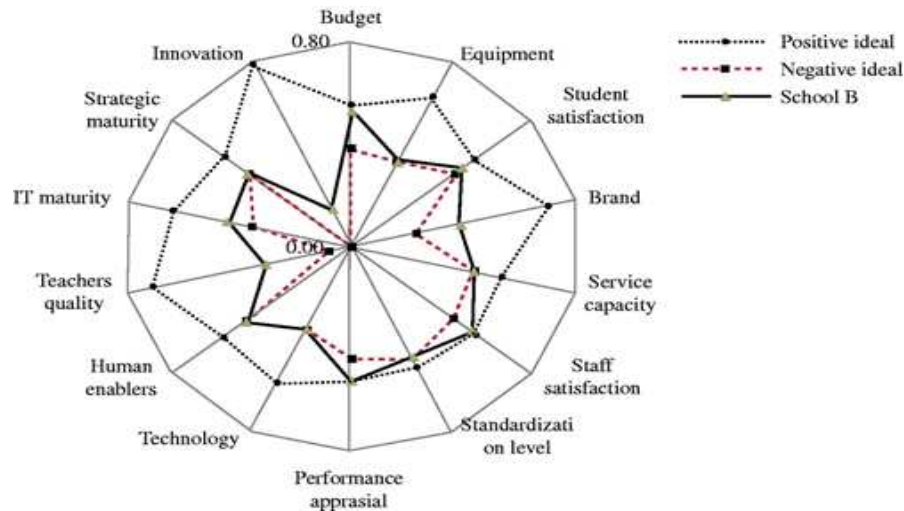
معرفی نرم افزار:

نرم افزار Topsis، یکی از ده ها نرم افزار است که توسط موسسه طراحی آماری آمریکا طراحی شده است. در واقع محصولات این کمپانی در راستای تحقیقات کاربردی، توسعه، بهبود، استقرار و پیاده سازی داده ها از طریق فرآیندهای آماری و 6 سیگما طراحی شده اند. نرم افزار Topsis، با استفاده از روش معیارهای کمی، گزینه های طراحی شده برای یک کار تعریف شده را ارزش گذاری و رتبه بندی می کند.

نام TOPSIS در اصل مخفف عبارت (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) که تعریفی کلی را از این نرم افزار بیان می کند.

این نرم افزار در درجه ی اول، به وسیله ی تکنیک تصمیم گیری مسائل را از نظر کیفی به روش Pugh و از نظر کمی به روش SDI بهینه می کند. ایده اصلی این روش این است که گزینه های انتخاب شده ی طراحی باید کوتاه ترین فاصله از راه حل ایده آل و بیشترین فاصله از راه حل ایده آل منفی (از نظر هندسی) داشته باشند

در Topsis فرض بر این است که هر انتخاب یا طراحی می خواهد به حداقل (Min) و یا حداکثر (Max) برسد. بنابراین راه حل مثبت ایده آل برای مسائلی که می خواهند حداکثر (Max) گردند این است که حداکثر میزان ارزش از میان همه ی گزینه های طراحی شده در نظر گرفته شود و به همین ترتیب در مسائل Min حداقل میزان ارزش از بین همه ی گزینه های طراحی در نظر گرفته می شود. (ص منابع ش 4)



تاپسیس فازی - (Fuzzy Topsis Solver 2013) نرم افزار تاپسیس



یکی دیگر از روش های تصمیم گیری چندمعیاره، تاپسیس فازی است که برای اولین بار توسط چن و هونگ در سال 1992 ابداع شد. در

این مدل وزن‌ها و ماتریس تصمیم‌گیری به صورت اعداد فازی تعریف می‌شوند و همانند تاپسیس کلاسیک بر اساس فاصله از ایده آل مثبت و منفی رتبه‌بندی می‌کند.

نرم افزار تاپسیس فازی به عنوان یک ابزار قدرتمند جهت حل تصمیم‌گیری چند معیاره به کمک اعداد فازی مثلثی، طراحی شده است. به علت فراوانی استفاده از این تکنیک در مقالات و پایان‌نامه‌ها و هم‌چنین عدم وجود یک نرم افزار جامع در این خصوص بسیاری از پژوهشگران با حجم زیادی از محاسبات روبرو می‌شوند که علاوه بر صرف وقت زیاد در بیشتر اوقات با اشتباهات محاسباتی همراه می‌شود. نرم افزار تاپسیس فازی قادر است با دریافت اطلاعاتی چون معیارها، وزن معیارها (اعداد فازی یا اعداد قطعی)، نوع معیارها (مثبت یا منفی)، گزینه‌ها و داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری (بصورت اعداد فازی مثلثی)، کلیه گام‌های روش تاپسیس فازی را بصورت خودکار انجام دهد و در خروجی، ضریب نزدیکی هر یک از گزینه‌ها را محاسبه نماید و علاوه بر آن گزینه‌ها را بر اساس ضریب نزدیکی، اولویت بندی و در یک نمودار گرافیکی زیبا نمایش دهد. (ص منابع ش 10)

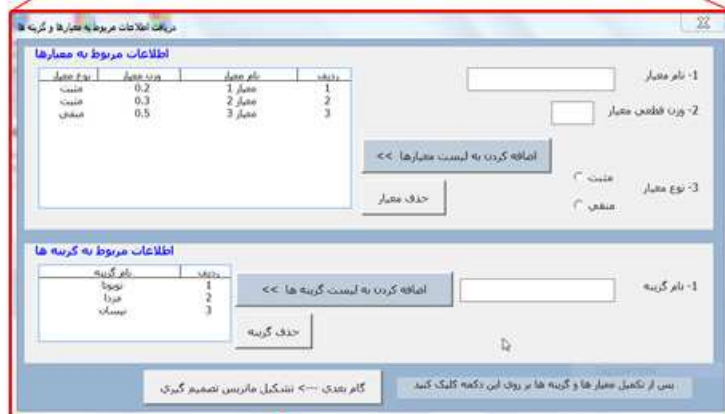
ویژگی‌های نرم افزار تاپسیس فازی 2013

1. توانایی حل روش تاپسیس فازی حداکثر با 20 معیار و 20 گزینه
2. توانایی در نظر گرفتن اعداد فازی و اعداد قطعی به عنوان وزن معیارها
3. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری به کمک اعداد فازی مثلثی
4. توانایی حل روش تاپسیس با معیارهای مثبت و منفی
5. بهنجار سازی (نرمال سازی) خودکار وزن معیارها
6. بهنجار سازی خودکار ماتریس تصمیم‌گیری
7. سرعت بسیار بالای تحلیل
8. رسم نمودار گرافیکی زیبا جهت رتبه بندی گزینه‌ها
9. کاربر پسند بودن محیط نرم افزار

شرایط لازم جهت نصب نرم افزار تاپسیس فازی

- داشتن یکی از نسخه‌های 32 بیتی ویندوز
- نصب میکروسافت اکسل 2007 یا 2010

حل روش تاپسیس فازی در سه گام



		معیارها		
		معیار ۱	معیار ۲	معیار ۳
گزینه ها	نوپنا	(2,3,4)	(3,4,5)	(1,2,3)
	مزدا	(1,2,3)	(1,2,3)	(4,5,6)
	نیسان	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)





(ص منابع ش 5)

نرم افزار MCDM Engine

این نرم افزار قادر به حل مسائلی MCDM به روشهای Entropy, SAW, TOPSIS و ELECTRE می باشد. با انتخاب هر یک از مدل های مذکور در این نرم افزار و وارد نمودن داده های مسئله، جدول نهایی و جواب بهینه آن محاسبه و نمایش داده می شود. این نرم افزار نیاز به کرک ندارد. نرم افزار MCDM Engine در دانشکده مدیریت و گروه MBA دانشگاه تهران توسط جناب آقای دکتر منصور مؤمنی و همکاران ایشان تهیه گردیده است. (ص منابع ش 6)

منابع:

1-مقاله سایت behin-gostar.com

2-سایت محمد باقری میلانو mtm.ir

3-parsmodir.com

4-azmonnkadeh.com

5-vbiran.com

6-systemmanegment.blogfa.com

7-Saaty, t.l, 1980. the Analytic Hierarchy Process, New York, McGraw-Hill

8-قدسی پور، ح، 1379، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، دانشگاه تهران

9-Seager Meriaux, A. & Hansson, B., 1995, Selection of Contractor Evaluation of Bids, Dept. of Construction Management, School of Civil Engineering, Inud University

10-Wong, C. & Holt, G., 2001, Developing a Contractor Classification Model Using a Multivariate Discriminate Analysis Approach, University of Wolverhamton, Uk

ERP در انتخاب MCDM

تهیه کننده: احسان علمیرزایی

مقدمه

سالیان متمادی برنامه های کاربردی مورد استفاده در سیستمهای اطلاعاتی بصورت مجزا ارائه میشد و هیچ ارتباطی با یکدیگر نداشتند. چنین نرم افزارهایی مورد توجه و علاقه شرکتهای کوچک بود و براحتی نیازهای خود را توسط این برنامه های کاربردی¹ برآورده میکردند. اما پس از مدتی با گذشت زمان و با شروع فرایند مهندسی مجدد فرایندها در سازمانها، نیاز به انواع مختلف سیستمهای اطلاعاتی احساس شد و تولید سیستمهای اطلاعاتی یکپارچه که بتواند نرم افزارهای حوزه های مختلف از جمله حسابداری، تولید، فروش، انبار و... را بصورت منسجم و همراه هم بکار گیرد آغاز گردید. برای تولید چنین نرم افزارهایی، ارائه رویکرد های جدیدی از جمله معماری مبتنی بر client/server و همینطور نرم افزارهای یکپارچه ضروری بنظر میرسید...

در سال 1992 ساختار یک سیستم اطلاعاتی یکپارچه توسط دو نفر به نامهای Yakhou و Rahali توسعه یافت. در این ساختار، به اشتراک گذاری داده ها بین کاربران این امکان را ایجاد میکرد تا به سادگی و بسرعت داده های مورد نیاز واحدهای دیگر را در اختیارشان قرار دهند و همچنین مدیران بخشهای دیگر نیز قادر بودند بصورت یک سیستم جامع و یکپارچه با یکدیگر در ارتباط باشند و گزارشات مورد نیاز خود را از یک سیستم واحد استخراج نمایند.

ERP چیست ؟

برنامه ریزی منابع سازمانی² (به اختصار ERP)، سیستم جامعی است که سعی در یکپارچه سازی همه وظایف و بخشهای موجود در یک سازمان با استفاده از یک سیستم کامپیوتری واحد را دارد که بتواند نیازهای خاص و ویژه این بخشها را برآورده سازد. این کار با استفاده از یک نرم افزار کامپیوتری انجام میشود که بوسیله یک دیتابیس واحد، امکان به اشتراک گذاری اطلاعات و ارتباط بخشهای مختلف را با یکدیگر برقرار میسازد. ERP توسط برنامه های کاربردی که شامل چندین زیربرنامه کاربردی دیگر است پشتیبانی می شود بطوریکه فعالیتها را در گستره واحدهای عملیاتی سازمان یکپارچه می سازد. این فعالیتها می توانند بازه وسیعی از مدیریت تولید، خرید قطعات، کنترل موجودی انبار، ارسال مواد به واحدهای تولیدی تا ردگیری سفارشات را شامل شود. ERP همچنین می تواند زیر برنامه های کاربردی در زمینه مدیریت مالی و مدیریت منابع انسانی سازمان را هم در بر داشته باشد. یک سیستم ERP از اجزای سخت افزاری و نرم افزاری متعددی برای دست یابی به این مجموعه عظیم اطلاعات استفاده می کند. یک عامل کلیدی در بیشتر

¹functional

²application

³Enterprise resource planning

سیستم‌های (ERP) استفاده از پایگاه داده واحد به منظور ذخیره سازی داده برای واحدهای مختلف سیستم است. بطور کلی هدف اصلی و اولیه ERP آن است که فرآیند دریافت سفارش از مشتری (در بخش صنعت یا خدمات) و پردازش آن تا مرحله نهایی را بهبود بخشد.

ویژگی های سیستم های ERP

سیستم های ERP اصولاً باید حداقل شامل ویژگی های زیر باشند:

- سیستمی یکپارچه که حداقل دو بخش مختلف یک شرکت و یا سازمان را به صورت یکنواخت و بدون نیاز به لینک چند نرم افزار پاسخ دهد.
 - سیستمی یکپارچه که به صورت آنلاین، بدون تکیه بر به روز رسانی تناوبی، پاسخ دهی⁴ اطلاعات را نگهداری میکند.
 - سیستمی با یک پایگاه داده مشترک، که تمام اطلاعات برنامه ها و ماژول⁵ های کاربردی در آن ذخیره شده و قابل استفاده در تمامی بخشهای سیستم میباشند.
 - سیستمی با نگاه مداوم و احساس یکنواخت در طول تمامی ماژولها
- به طور ایده آل یک ERP یک پایگاه داده خاص را در بر دارد که شامل همه داده های لازم برای واحدهای نرم افزاری است :

• ساخت و تولید

مهندسی، هزینه مواد، برنامه و جدول زمانی، ظرفیت، مدیریت کارکنان، کنترل کیفیت، مدیریت هزینهها، فرایندهای ساخت و تولید، پروژه های ساخت، جریان تولید.

• مدیریت زنجیره ای ملزومات

صورت موجودی، خرید، ترکیب محصولات، برنامه ریزی ملزومات.

• مالی

جدول زمانی تقاضاها، تفتیش یا بازرسی کالا، مطالبات، حق کمیسیون، مدیریت نقدینگی، پرداخت صورتحسابها، دریافت صورت حسابها، دارایی های ثابت.

• پروژه

هزینه، ساخت، زمان و هزینه، مدیریت فعالیتها.

• منابع انسانی

پرداخت، آموزش، زمان و رسیدگی، سود و مزایا.

تجارت و منابع مشتری

فروش و بازار، کمیسیون (حق العمل)، خدمات، ارتباط با مشتری، حمایت مرکز تلفنی.

• انبار داده ها

ارتباط مختلف سلف سرویس⁶ برای مشتریها، متقاضیان و کارمندان.

⁴replication

⁵Module

همه واحدهای کاربردی که در فعالیت یا تولید درگیرند در یک سیستم ERP جمع شده‌اند. که علاوه بر تولید، انبارداری، محاسبات و اطلاعات فنی، موارد زیر را در بر می‌گیرد:

حسابداری، منابع انسانی، تجارت، مدیریت استراتژی. در واقع ERP نوعی مهندسی باز مؤلفه هاست.

مزایا

درغیاب یک سیستم ERP، یک تولید کننده بزرگ خود را در میان سیلی از تقاضاهای نرم‌افزار می‌بیند که هیچ یک با یکدیگر صحبت نکرده و به طور مؤثر با یکدیگر روبه رو نشده‌اند. امور مهمی که نیاز به رودررویی با یکدیگر دارند احتمالاً شامل این‌ها هستند:

1. مهندسی طراحی (چگونگی ساخت محصول به بهترین نحوه)
2. دنباله گیری سفارش از طرف پذیرش در اجرای پروژه
3. چرخه درآمد (از صورت حساب تا دریافت صندوق)
4. مدیریت وابستگی‌های متقابل و پیچیده صورت حساب‌های مواد.

بطور کلی موارد زیر از مزایای ERP هستند:

- تسریع زمان پاسخ دهی اطلاعاتی
- افزایش تعامل در سراسر سازمان
- بهبود مدیریت چرخه سفارش
- کاهش سیکل بستن حساب‌های مالی
- بهبود تعامل با مشتریان
- بهبود ارسال به موقع
- بهبود تعامل با تامین کنندگان
- کاهش هزینه‌های مستقیم عملیات
- کاهش سطح موجودی^۷

محدودیت‌های ERP

پایه سازی موفقیت آمیز سیستم ERP در سازمان بسیار مشکل است. در واقع پروژه های تکنولوژی اطلاعات از جمله ERP در زمره پروژه های پرریسک هستند. بنابراین، با وجود مزایای بیشمار پیاده سازی ERP برای سازمان تازمانی که توجیه لازم برای اجرای آن وجود ندارد هیچ سازمانی نباید خود را درگیر آن کند [1]. موفقیت این ابزار به مهارت و تجربه نیروی کاربردی دارد که شامل آموزش این است که چگونه موجب کارکرد درست سیستم شویم؟

چه عواملی اغلب باعث ناکامی در اجرای پروژه ERP میگردد؟

⁶SELF_SERVICE

⁷Inventory levels

مهمترین عامل ناکامی در پیاده سازی و اجرای این پروژه ، کارکنان و پرسنل استفاده کننده از نرم افزارها در بخشهای مختلف شرکت میباشد . اگر آنها نپذیرند که ERP روند اجرای کارها و فعالیتهای آنها را نسبت به سیستمهای قبلی بهبود میبخشد ، در برابر اجرای آن مقاومت نشان میدهند و آن را با شکست مواجه میکنند . بنابراین اجرای مدیریت تغییر که از مباحث عمده در مدیریت بشمار میرود قادر است روند این ناکامی و شکست را متوقف سازد. همچنین مهمترین مشکلاتی که در این سیستم ها وجود دارد، ناشی از برآورده نشدن دو عامل نیازهای کسب و کار و کیفیت پایین نرم افزارهای کاربردی است. [1]

اما موضوعی که زمینه ساز عدم موفقیت پیاده سازی ERP است، این واقعیت است که بسیاری از مدیران پروژه پیاده سازی سیستم تنها به جنبه های تکنیکی و مالی پروژه توجه داشته، از سایر جوانب غافل مانده اند. [2] محمودی & احمدی، 2008

MCDM و کاربرد آن در پیاده سازی سیستم ERP

ارائه دهندگان سیستم های برنامه ریزی منابع سازمان ادعای کنند که محصول آنها بارها امتحان و آزمایش شده و تحت تجربیات فراوان ایجاد گردیده است و این مهم آنها را قادر میسازد که راه حل های فوق العاده ای را برای بخش های مختلف صنعت و خدمات ارائه کنند . این واقعیت در بسیاری از سازمان ها ملموس است، اما تجارب نشان میدهند این محصولات در بسیاری دیگر از سازمانها نتوانسته اند آنگونه که باید مفید و کارگشا باشند، بنابراین پرداختن به عوامل موفقیت سیستمهای ERP در سازمانهای مختلف از چالشهای مهم محققان از زمان پیدایش ERP بوده است) [2]. محمودی & احمدی، 2008. (انتخاب دقیق گزینه مناسب برای در اختیار گرفتن یک سیستم گسترده در سطح سازمان بسیار مهم است؛ زیرا تأثیر شدیدی بر مقبولیت، مفید بودن و ایجاد همکاری در سازمان دارد . از سوی دیگر، کمابیش تعداد زیادی شرکت های تولید کننده وجود دارند که مدعی ارائه و فروش سیستم ERP هستند و همیشه باید این سؤال برای مدیران سازمانهای خواهان به کارگیری ERP وجود داشته باشد که کدامیک از این سیستم های وابسته های موجود در بازار برای سازمانشان مناسبتر است؟ [3]

برای اجرای موفقیت آمیز ERP در سازمان، انتخاب یک سیستم مناسب با توجه به عوامل مؤثر و شاخص های متناسب پروژه ضرورت دارد [4]. و انتخاب دقیق نرم افزار و گزینش یک محصول مطابق با نیازمندیهای سازمان با تکیه بر شاخصهای مورد نظر سازمان باعث کاهش زمان و هزینه پیاده سازی سیستم میشود و موفقیت استقرار سیستم را افزایش میدهد . که رتبه بندی و اولویت این عوامل می تواند به وسیله تکنیک های تصمیم گیری با معیار های چندگانه صورت پذیرد.

همچنین برای اجرای اثربخش پیاده سازی ERP لازم است سازمان میزان آمادگی خود را برای پیاده سازی این سیستم ها ارزیابی کرده و وضعیت کنونی سازمان را با توجه به عوامل اثر گذار بر میزان آمادگی مشخص سازد.

از جمله تحقیقات انجام شده در این زمینه استفاده از روش بردار ویژه برای انتخاب بین 5 فاکتور اصلی آمادگی صنعت خودروسازی برای پیاده سازی ERP در مقاله (صارمی ، موسی خانی 1386) اشاره کرد که طی آن پس از شناسایی و جمع اوری عوامل با نظر

خبرگان توسط تکنیک تحلیل عاملی 5 فاکتور اصلی شناسایی شده و با تهیه ماتریس مقایسات زوجی و تکنیک بردار ویژه رتبه بندی شده اند. [3]

در مقاله (مصدق خواه، مسعود، و محمدمیر نیکجو، 1386) با استفاده از تکنیکهای تصمیم گیری و تلفیق آن با برنامه ریزی آرمانی، ERP مناسبی برای یکی از شرکت های اقماری سازمان مدیریت پروژه های نیروگاهی ایران (مینا) - شرکت توگا- که تنها تولید کننده توربین های گازی در ایران است انتخاب شده و مدلی برای فرآیند انتخاب با استفاده از زبان مدل سازی UML ارائه شده است. [6]

(بهبودی اصل، منوچهر و همتی، علی اکبر 1386) با ارائه یک مورد مطالعاتی از انتخاب ERP در یک سازمان ایرانی، یک رویکرد مبتنی بر روش FAHP⁸ را برای انتخاب سیستم مناسب ERP پیشنهاد میدهد. براین اساس، در این مقاله پس از شناسایی مهمترین معیارهای انتخاب ERP که با مروری جامع بر ادبیات تحقیق بدست می آید، مناسبترین سیستم با استفاده از روش FAHP بدست می آید. دلیل استفاده از منطق فازی غلبه بر ابهام موجود در تصمیم گیری های خبرگان درباره اولویت ها و مقایسات زوجی میان معیارها و گزینه ها میباشد.

نتایج تحقیق علاوه بر انتخاب مهمترین گزینه، نشان میدهد هزینه پیاپی سازی و فروشندگی مهمترین شاخص های انتخاب ERP در سازمان مورد مطالعه است [7].

همچنین در مطالعه ای که توسط (حاجی آقابزرگی امیری، علی، و مبین دارائی، 1387) انجام شده مهمترین عوامل و همچنین میزان تاثیر هر کدام در انتخاب سیستم ERP مناسب برای سازمان شناسایی شده و سپس با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی بهترین سیستم مشخص شده است. در الگوریتم سه مرحله ای پیشنهادی در این مقاله، با بکارگیری AHP توسعه داده شده در محیط فازی، ابتدا وزن هر معیار محاسبه می گردد. سپس از طریق فرایند تحلیل سلسله مراتبی گزینه ها انجام می شود. در نهایت یک مثال محاسباتی ارائه شده است تا الگوریتم پیشنهاد شده را شفاف سازد و مشخص شود که مدل پیشنهادی ابزار تصمیم گیری بسیار مناسبی در محیطهای فازی برای انتخاب یک سیستم ERP می باشد.

در مقالات خارجی نیز در این زمینه تحقیقات بسیاری انجام شده که از جمله می توان به مقاله (Wei, Chien, & Wang, 2005) در زمینه انتخاب ERP با رویکرد AHP که چارچوب جامعی برای انتخاب سیستم ERP فراهم میکند. [9]

چارچوبی که اهداف انتخاب این سیستم را با اهداف تجاری و استراتژی های سازمان همسو می سازد و استانداردهای مناسبی را برای تسهیل در فرایند تصمیمات گروهی شناسایی میکند و دهها مطالعات دیگر در این زمینه وجود دارد که اکثر آنها با استفاده از روش AHP فازی یا ANP می باشد.

منابع

Yusuf Y., A. Gunasekaran Marks. Abthorpe. Enterprise information systems project implementation: A case study of ERP in Rolls- Royce. International Journal of Production Economics 2004; 87: 251-266.

⁸Fuzzy AHP

محمودی، ج. و، احمدی، ف. (2008). تعیین عوامل کلیدی موفقیت ERP در سازمانهای دولتی ایران. فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین (13) 67-88.

صارمی محمود، موسی خانی محمد، عابدینی مهدی. استخراج و ارزیابی شاخص های مرتبط با آمادگی صنعت خودروسازی جهت یاده سازی ERP نشریه دانش مدیریت . 60-47: 20(77)؛ 1386

اصلی، م. ب.، یوشانلوئی، ح. ر.، انصاری، م. و، مودو، م. م. (2012). شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب سیستم های برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP) از دیدگاه خبرگان. فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات، 4(12)، 1-22.

Cebeci U. Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP5- systems in textile industry by using balanced scorecard, Expert Systems with Applications 2009; 36 (5): 8900-8909

مصدق خواه، مسعود، و محمدامیرنیکجو، 1386، ارائه مدلی برای انتخاب و ارزیابی سیستم (ERP) با استفاده از تئوری تصمیم گیری چند معیاره، نخستین کنفرانس بین المللی مدیریت زنجیره ی تامین و سیستم های اطلاعات، انجمن مدیریت استراتژیک ایران (بهیودیاصل، منوچهر و همتی، علی اکبر 1386) ارائه الگو مدلی برای انتخاب سیستم برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP) بارویکرد AHP فازی، انجمن مدیریت استراتژیک ایران

حاجی آقابرگی امیری، علی، و مبین دارائی، 1387، ارائه مدلی جهت انتخاب یک سیستم ERP مناسب با استفاده از رویکرد AHP فازی، ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، تهران، انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه صنعتی شریف،

-Wei, C.-C., Chien, C.-F., & Wang, M.-J. J. (2005). An AHP-based approach to ERP system selection *International journal of production economics*, 96(1), 47-62

MCDM و داده های بازه ای

تهیه کننده : محمد ملارضایی

1. روش های تصمیم سازی

انسان عموماً جهت اجرای تصمیم گیری یکی از دو روش زیر را به کار می برد:

1-روش آزمون و خطا

2-روش مدلسازی

در روش آزمون و خطا تصمیم گیرنده با واقعیت برخورد می کند بدین ترتیب که یکی از گزینه ها را انتخاب کرده و نتیجه را مشاهده می کند، چنانچه خطای تصمیم زیاد بوده و مشکلاتی بروز کند تصمیم را عوض کرده و گزینه ای دیگر را انتخاب می کند. در روش مدلسازی، تصمیم گیرنده مسأله واقعی را مدلسازی نموده، عناصر آن و تأثیر آنها بر یکدیگر را مشخص می نماید و به تجزیه و تحلیل مدل و پیش بینی عملکرد مسأله واقعی می پردازد. در یک بررسی و اظهار نظر کلی گفته می شود که مدلسازی عموماً یک فرآیند بوده که نیازمند کار کارشناسی متناسب نیز می باشد. استفاده از متخصصین در امر مدلسازی ضروری بوده در مقابل، فوائد زیر بدست می آید:

1-صرفه جویی در هزینه

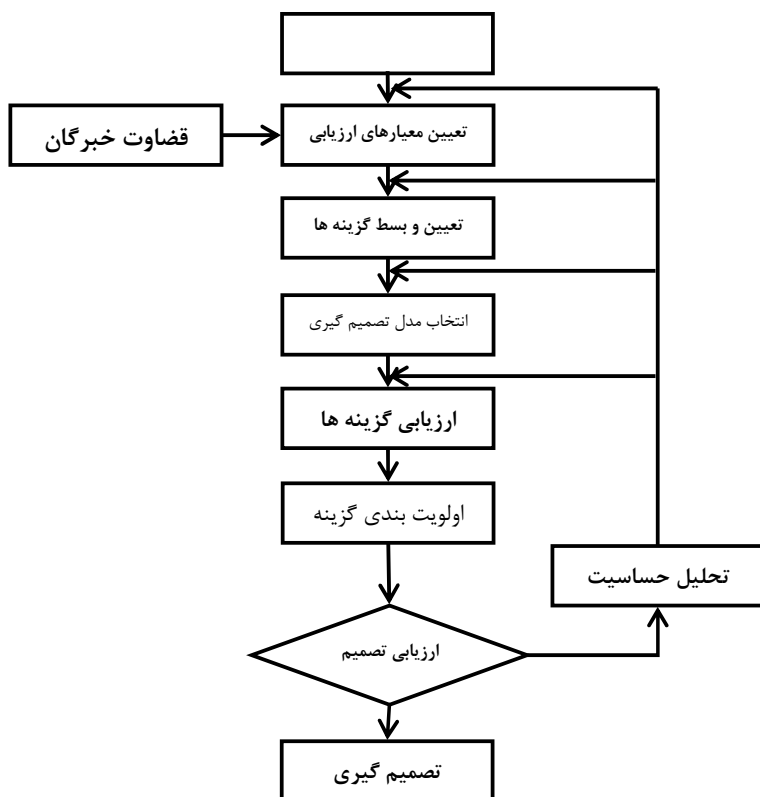
2-صرفه جویی در زمان

3-استفاده در طراحی

4-پیش بینی رفتار و عملکرد سیستم

5-کمک به اهداف آموزشی

مدل کلی فرآیند تصمیم گیری



1.1. مدل های تحلیل تصمیم

مدلهای تحلیل تصمیم رابه سه گروه اصلی میتوان تقسیم نمود:

1-سیستمهای چندمعیاره

2-سیستمهای پشتیبان تصمیم

3-سیستمهای تک هدفی

1.1.1. سیستم های چندمعیاره

جهت تبیین بیشتر موضوع می توان مسائل چندمعیاره رابه صورت یک سامانه در نظر گرفت .به طور کلی عناصر یک سامانه چندمعیاره عبارتنداز:

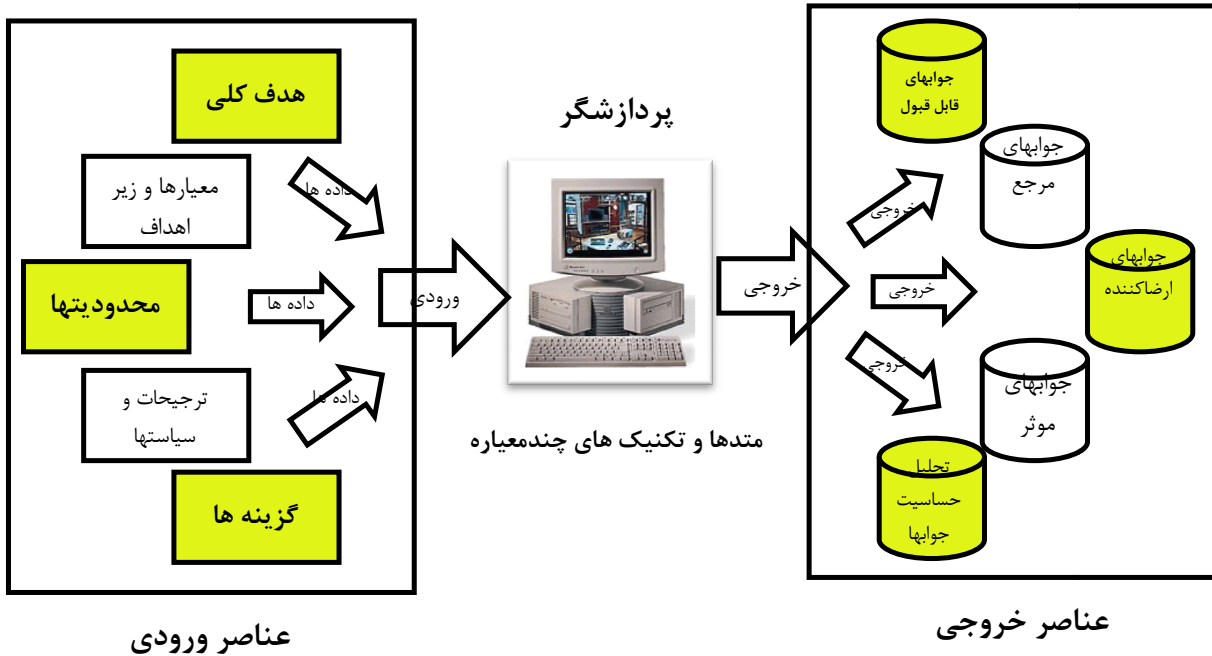
• عناصر ورودی: گزینه ها،هدف کلی،معیارها،زیراهداف،ترجیحات،سیاست هاومحدودیت ها.

• پردازشگرها: تکنیک های چندمعیاره

• عناصر خروجی: جواب های مرجع،جواب های موثر،جواب های قابل قبول،جواب های ارضاکننده وتحلیل حساسیت جواب ها.

برای تحلیل یک سامانه چندمعیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت وآنهارابه طوردقیق تعریف کردوسپس به مدلسازی وتجزیه وتحلیل آن پرداخت . در شکل عناصر یک سامانه چندمعیاره رانشان می دهیم.

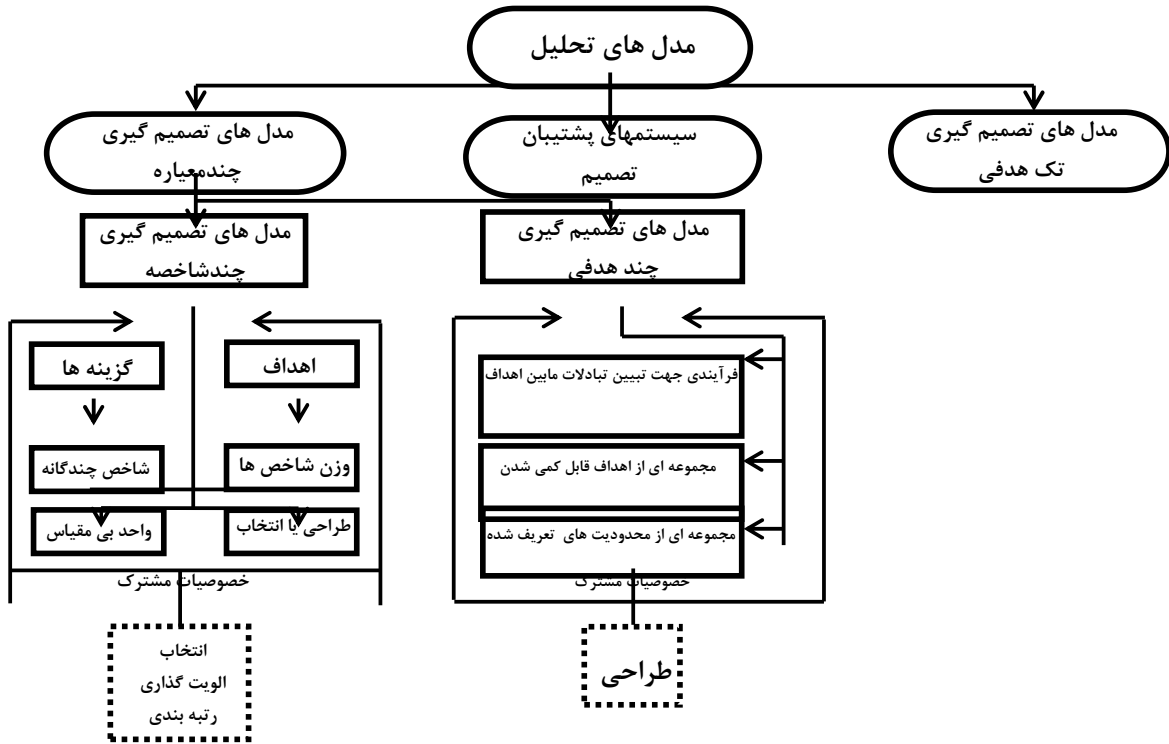
عناصر یک سامانه چندمعیاره



2.1. تصمیم گیری بامعیارهای چندگانه

تصمیم گیری بامعیارهای چندگانه (MCDM) مبحثی است که به فرآیند تصمیم گیری در حضور معیارهای متفاوت و گاهی متناقض با یکدیگر می پردازد علیرغم گستردگی موارد استفاده ی (MCDM)پاره ای مفاهیم مشترک در تمامی مسائل (MCDM) وجود دارند که در شکل این خصوصیات مشترک رانشان می دهیم.

خصوصیات مشترک انواع مدل های تصمیم گیری چندمعیاره

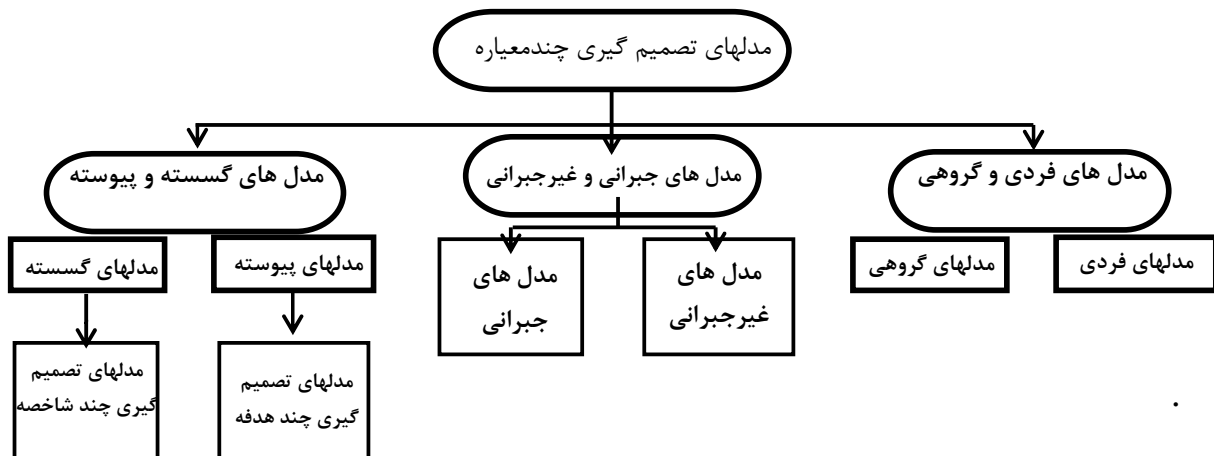


هرمسأله می تواند دارای اهداف چندگانه یا معیارهای چندگانه باشد. معیارها ممکن است در تعارض باهم باشند، اهداف و معیارهای متفاوت ممکن است دارای مقیاس های اندازه گیری متفاوت نیز باشند. حل اینگونه مسائل می تواند بیا به معنای طراحی بهترین جواب و یا انتخاب بهترین جواب از میان جواب های موجود باشد.

1.2.1. دسته بندی کلی تصمیم گیری چندمعیاره

مدل های تصمیم گیری چندمعیاره را می توان به سه دسته کلی تقسیم نمود. در شکل دسته بندی کلی تصمیم گیری چندمعیاره را نشان می دهیم.

دسته بندی کلی تصمیم گیری چندمعیاره



2.1.2. انواع مدل های تصمیم گیری

از دیدگاه کلی می توان مدل های تصمیم گیری چند معیاره را به دو دسته اصلی ذیل تقسیم نمود:

۱- مدل های تصمیم گیری چند هدفه

۲- مدل های تصمیم گیری چند شاخصه

در مدل های تصمیم گیری چند هدفه می بایست بهترین آلترناتیو، بر اساس محدودیت های سیستم اهداف متفاوت و نیز مقدار مطلوب مورد نظر تصمیم گیرنده برای این اهداف طراحی گردد. مسائل تصمیم گیری با اهداف چندگانه را می توان به صورت کلی زیر در نظر گرفت:

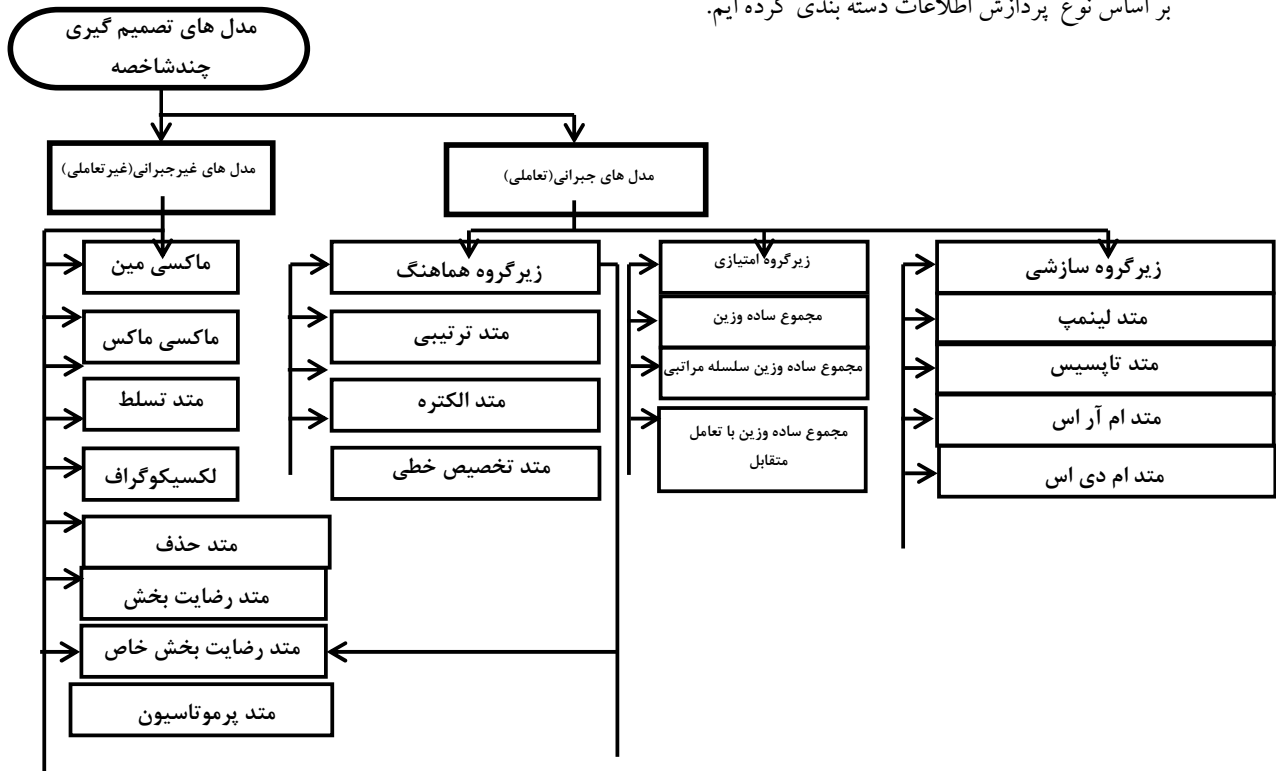
$$(1) \max[f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)].$$

$$\text{st: } g_i(x) \leq 0 \quad (i=1, 2, \dots, m).$$

در مدل های تصمیم گیری چند شاخصه، با تعدادی از آلترناتیوهای از پیش تعریف شده و محدود می باشد که هر یک از آلترناتیوها، سطحی از مشخصه های مورد نظر تصمیم گیرنده را ارضا می کنند. حال می باید تصمیم گیرنده بر اساس میزان و نوع اطلاعات در دسترس از آلترناتیوها و معیارها، بهترین آلترناتیو را انتخاب نماید.

3.2.1. انواع مدل های تصمیم گیری چند شاخصه

تکنیک های تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) همگی سعی دارند مشخص نمایند که چگونه به کمک اطلاعات مشخصه ها، می توان بهترین آلترناتیو را (از دیدگاه تصمیم گیرنده) انتخاب نمود. دو نوع برخورد عمده در پردازش اطلاعات در MADM وجود دارد؛ مدل های غیر جبرانی (غیر تعاملی) و مدل های جبرانی (تعاملی). در شکل مدل های مختلف MADM را بر اساس نوع پردازش اطلاعات دسته بندی کرده ایم.



4.2.1. مشخصه هادرمدل های چندشاخصه

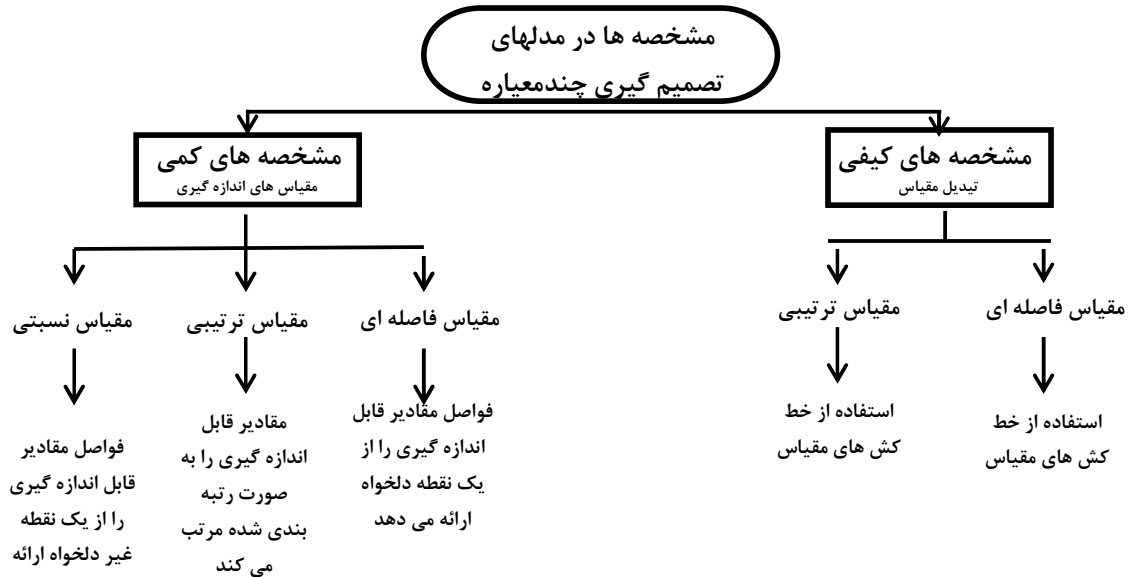
هرآلترناتیو در مدل های تصمیم گیری چندشاخصه معمولاً با دو نوع مشخصه تعریف می گردند:

• مشخصه های کمی

• مشخصه های کیفی

در شکل انواع مقیاس های تبدیل و اندازه گیری مشخصه های کیفی و کمی ارائه شده است. [1]

مشخصه ها در مدل های تصمیم گیری چندمعیاره



2. اعداد بازه ای

عدد بازه ای قطعی، به صورت بازه ای تعریف میشود که حد بالا و پایین این بازه معین و مشخص است. برای مثال $a = [a^L, a^U]$ یک عدد بازه ای است که a^L حد پایین و a^U حد بالای عدد بازه ای a می باشد. در صورتی که مقدار $a^U = a^L$ باشد، آنگاه عدد بازه ای a به عدد قطعی تبدیل می شود. اگر $0 \leq a^L \leq a^U$ باشد آنگاه عدد بازه ای $a = [a^L, a^U]$ یک عدد بازه ای مثبت نامیده می شود. با توجه

به تعریف اعداد بازه ای، برخی از خواص ریاضی این اعداد در ادامه آورده میشود.

فرض کنید که $a = [a^L, a^U]$ و $b = [b^L, b^U]$ دو عدد بازه ای قطعی باشند، داریم:

$$a + b = [a^L \quad a^U] + [b^L \quad b^U] = [a^L + b^L \quad a^U + b^U]..$$

$$a - b = [a^L \quad a^U] - [b^L \quad b^U] = [a^L - b^L \quad a^U - b^U]..$$

$$a * b = [a^L \quad a^U] * [b^L \quad b^U] = \begin{cases} [a^L b^L \quad a^U b^U] & \text{if } b^U > 0 \\ [a^U b^L \quad a^L b^U] & \text{if } b^U < 0 \end{cases}..$$

معکوس یک عدد بازه ای نظیر $b = [b^L, b^U]$ برابر است با:

$$b = \left[\frac{1}{b^U} \quad \frac{1}{b^L} \right]..$$

با توجه به تعریف معکوس یک عدد بازه ای و تعریف ضرب دو عدد بازه ای، داریم:

$$\frac{a}{b} = \left[\frac{a^L}{b^L} \quad \frac{a^U}{b^U} \right] = [a^L \quad a^U] * \left[\frac{1}{b^U} \quad \frac{1}{b^L} \right] = \begin{cases} \left[\frac{a^L}{b^U} \quad \frac{a^U}{b^L} \right] & \text{if } \frac{1}{b^L} > 0 \\ \left[\frac{a^U}{b^U} \quad \frac{a^L}{b^L} \right] & \text{if } \frac{1}{b^L} < 0 \end{cases} \dots$$

1.2. مقایسه اعداد بازه ای

دو عدد بازه ای $a = [a^L, a^U]$ و $b = [b^L, b^U]$ را در نظر بگیرید:

تعریف: عدد a بزرگتر از عدد b است اگر و فقط اگر:

$$a^U \geq b^U, a^L \geq b^L$$

تعریف: در حالتی که $a \leq b$ و $b \subseteq a$ آنگاه عدد بازه ای a بزرگتر از عدد بازه ای b است اگر و فقط اگر:

$$a^L + a^U \geq b^L + b^U, a^U - a^L \leq b^U - b^L$$

که مرکز a بزرگتر از مرکز b است و پهنای a باریکتر از b است. [2]

3. داده های بازه ای در تصمیم گیری چند معیاره

در روش های کلاسیک MADM، مقادیر وزن داده های ماتریس تصمیم، بصورت دقیق بیان می شوند. در حالیکه در بسیاری از موارد، این نوع داده برای تشریح مدلها در موقعیتهای واقعی چندان مناسب نیستند و تعیین دقیق این مقادیر، امری مشکل و یا غیرممکن است. بنابراین ممکن است داده های به فرم هادیگری مانند فازی یا بازه ای باشند.

1.3. توسعه روش VIKOR برای مسائل تصمیم گیری با داده های بازه ای

روش VIKOR یکی از روشهای برنامه ریزی سازشی برای حل مسائل MADM است. این روش برای حل مسائل MADM، یک لیست رتبه بندی شده ای از حل های سازشی را تعیین می نماید. روش فوق بر رتبه بندی و انتخاب مجموعه ای از گزینه هادر حضور معیارهای متعارض، تمرکز می کند. معیار رتبه بندی گزینه هادر این روش بر اساس میزان نزدیکی به حل ایده آل می باشد. در مقاله ای تحت همین عنوان، هدف توسعه روش VIKOR برای مسائلی است که در آنها، داده های ماتریس تصمیم بصورت بازه ای باشند. برای حل این گونه مسائل روشهای زیادی ارائه نشده است. در این روش ابتدا همه محاسبات بصورت بازه انجام شده و بازه های نهایی بر اساس سطح خوشبینی تصمیم گیر (α) بایکدیگر مقایسه شده و رتبه بندی نهایی ارائه میشود.

فرض شده است که ماتریس تصمیم با داده های فاصله ای بصورت زیر مفروض باشد:

	C_1	C_2	...	C_n
A_1	$[f_{11}^L \quad f_{11}^U]$	$[f_{12}^L \quad f_{12}^U]$	...	$[f_{1n}^L \quad f_{1n}^U]$
A_2	$[f_{21}^L \quad f_{21}^U]$	$[f_{22}^L \quad f_{22}^U]$	...	$[f_{2n}^L \quad f_{2n}^U]$
...			...	
A_m	$[f_{m1}^L \quad f_{m1}^U]$	$[f_{m2}^L \quad f_{m2}^U]$	...	$[f_{mn}^L \quad f_{mn}^U]$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

الگوریتم روش VIKOR توسعه یافته شامل مراحل زیر است:

الف: تعیین نقاط ایده ال مثبت و ایده آل منفی:

$$A^* = \{f_1^*, \dots, f_n^*\} = \{(\max_i f_{ij}^U \mid j \in I) \text{ or } (\min_i f_{ij}^L \mid j \in J)\} \quad j = 1, 2, \dots, n..$$

$$A^- = \{f_1^-, \dots, f_n^-\} = \{(\min_i f_{ij}^L \mid j \in I) \text{ or } (\max_i f_{ij}^U \mid j \in J)\} \quad j = 1, 2, \dots, n..$$

که در آن A اندیس معیارهایی از جنس سود و A^* اندیس معیارهایی از جنس هزینه است. A^- به ترتیب نقاط ایده آل مثبت و منفی می باشند.

ب: محاسبه مقادیر $[S_i^L, S_i^U]$ و $[R_i^L, R_i^U]$ به ازای $i = 1, 2, \dots, m$

$$S_i^L = \sum_{j \in I} w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^U}{f_j^* - f_j^U} \right) + \sum_{j \in J} w_j \left(\frac{f_{ij}^L - f_j^*}{f_j^L - f_j^*} \right) \quad i = 1, \dots, m.$$

$$S_i^U = \sum_{j \in I} w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^L}{f_j^* - f_j^L} \right) + \sum_{j \in J} w_j \left(\frac{f_{ij}^U - f_j^*}{f_j^U - f_j^*} \right) \quad i = 1, \dots, m..$$

$$R_i^L = \max \left\{ w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^U}{f_j^* - f_j^U} \right) \mid j \in I, w_j \left(\frac{f_{ij}^L - f_j^*}{f_j^L - f_j^*} \right) \mid j \in J \right\} \quad i = 1, \dots, m..$$

$$R_i^U = \max \left\{ w_j \left(\frac{f_j^* - f_{ij}^L}{f_j^* - f_j^L} \right) \mid j \in I, w_j \left(\frac{f_{ij}^U - f_j^*}{f_j^U - f_j^*} \right) \mid j \in J \right\} \quad i = 1, \dots, m..$$

ج: محاسبه مقادیر $[Q_i^L, Q_i^U]$ به ازای $i = 1, 2, \dots, m$

$$Q_i^L = v \left(\frac{S_i^L - S^*}{S^- - S^*} \right) + (1 - v) \left(\frac{R_i^L - R^*}{R^- - R^*} \right) S^* = \min_i S_i^L, \quad S^- = \max_i S_i^U..$$

$$Q_i^U = v \left(\frac{S_i^U - S^*}{S^- - S^*} \right) + (1 - v) \left(\frac{R_i^U - R^*}{R^- - R^*} \right) R^* = \min_i R_i^L, \quad R^- = \max_i R_i^U.$$

د: براساس تعاریف روش VIKOR گزینه ای بعنوان بهترین گزینه انتخاب می شود که به ازای $i = 1, 2, \dots, m$ دارای کمترین مقدار Q_i باشد. اما از آنجاکه در این نوع مسائل، مقادیر Q_i بصورت بازه می باشد بنابراین توسعه روشی که بتوان بر مبنای آن عمل مقایسه بی نازه هارا انجام داد، لازم و ضروری به نظر میرسد. در این مقاله روشی معرفی می شود که بر مبنای سطح خوش بینی تصمیم گیر اقدام به مقایسه بازه هانموده انهارا رتبه بندی می نماید. این روش بصورت زیر است:

فرض کنید $[a^L, a^U]$ و $[b^L, b^U]$ دوبازه مفروض باشند که می خواهیم از این آندوبازه مینیمم را انتخاب نماییم برای اینکار سه حالت زیر را در نظر میگیریم:

(1) اگر بازه های هیچ اشتراکی با هم نداشته باشند در این حالت بازه مینیمم بازه ای با مقادیر کوچکتر خواهد بود. به بیان دیگر: اگر $a^U < b^L$ آنگاه $[a^L, a^U]$ بعنوان بازه مینیمم معرفی خواهد شد.

(2) اگر رابطه $a^L < b^L < b^U < a^U$ بین بازه ها برقرار باشد بشرط این که رابطه $(1 - \alpha)(a^U - b^U) \geq (b^L - a^L)$ برقرار باشد در این حالت بازه $[a^L, a^U]$ بعنوان بازه مینیمم انتخاب میشود در غیر این صورت بازه مینیمم $[b^L, b^U]$ خواهد بود.

(3) در حالتی که رابطه $a^L < b^L < a^U < b^U$ بین بازه ها برقرار باشد بشرط اینکه $(1 - \alpha)(b^U - a^U) \geq (b^L - a^L)$ باشد در این حالت بازه $[a^L, a^U]$ بعنوان بازه مینیمم انتخاب میشود. در غیر این صورت بازه $[b^L, b^U]$ انتخاب خواهد شد.

در عبارت های فوق $0 < \alpha \leq 1$ معرف سطح خوش بینی تصمیم گیر است. مقدار α برای تصمیم گیر خوشبین مقدار بزرگتر از 0.5 و برای تصمیم گیر بدبین کمتر از 0.5 خواهد بود. [4]

2.3 الگوریتم توسعه روش TOPSIS برای مسائل تصمیم گیری با داده های بازه ای

تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) در مواردی ممکن است به صورت فرآیندی پویا و پیچیده فرض شود که دربرگیرنده یک سطح مدیریتی و یک سطح مهندسی می باشد. سطوح مدیریتی اهداف را تعیین و گزینه بهینه نهایی را انتخاب می کنند. تصمیم گیرندگان حاضر در سطح مدیریتی قدرت پذیرش یا رد راه حل های پیشنهادی ارائه شده سطح مهندسی را دارند. این تصمیم گیرندگان ساختار اولویت بندی را ایجاد می کنند که از رویه بهینه سازی انجام گرفته در سطح مهندسی مجزا است.

در بسیاری از موارد از دنیای واقعی، تعیین صریح مقادیر دقیق از گزینه ها کار دشواری است و در نتیجه مقادیر به صورت بازه ای تعریف می شوند. روش TOPSIS بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت و کمترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی داشته باشد. این مقاله در تلاش است روش TOPSIS را برای داده های بازه ای گسترش دهد.

الگوریتم توسعه روش TOPSIS جهت تعیین برترین گزینه زمانیکه داده ها به صورت بازه ای هستند به شرح زیر است:

گام اول: برقراری سیستم سنجش معیارها تا ظرفیت های سیستم جهت دستیابی به اهداف را بازگو کند.

گام دوم: توسعه و گسترش مجموعه گزینه ها برای دستیابی هر چه بیشتر به اهداف

گام سوم: سنجش و ارزیابی گزینه ها بر حسب معیارها (این مقادیر به صورت بازه ای تعریف می شوند)

گام چهارم: تعیین وزن معیارها

گام پنجم: ماتریس تصمیم با داده های بازه ای و تشکیل ماتریس تصمیم بی مقیاس شده بازه ای با استفاده از فرمول زیر:

	C ₁	C ₂	...	C _n
A ₁	$[X_{11}^L, X_{11}^U]$	$[X_{12}^L, X_{12}^U]$	...	$[X_{1n}^L, X_{1n}^U]$
A ₂	$[X_{21}^L, X_{21}^U]$	$[X_{22}^L, X_{22}^U]$	...	$[X_{2n}^L, X_{2n}^U]$
...				
A _m	$[X_{m1}^L, X_{m1}^U]$	$[X_{m2}^L, X_{m2}^U]$	...	$[X_{mn}^L, X_{mn}^U]$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

$$\bar{n}_{ij}^L = x_{ij}^L / \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij}^L)^2 + (x_{ij}^U)^2}, \quad j = 1, \dots, m, \quad i = 1, \dots, n..$$

$$\bar{n}_{ij}^U = x_{ij}^U / \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij}^L)^2 + (x_{ij}^U)^2}, \quad j = 1, \dots, m, \quad i = 1, \dots, n..$$

گام ششم: تشکیل ماتریس تصمیم بی مقیاس وزن دهی شده بازه ای با استفاده از فرمول های زیر:

$$\bar{v}_{ij}^L = w_i \bar{n}_{ij}^L \quad j = 1, \dots, m, \quad i = 1, \dots, n..$$

$$\bar{v}_{ij}^U = w_i \bar{n}_{ij}^U \quad j = 1, \dots, m, \quad i = 1, \dots, n..$$

گام هفتم: تعیین راه حل ایده آل و ضد ایده آل:

$$\bar{A}^+ = \{\bar{v}_1^+, \dots, \bar{v}_n^+\} = \{(\max_j \bar{v}_{ij}^U | i \in I), (\min_j \bar{v}_{ij}^L | i \in J)\}..$$

$$\bar{A}^- = \{\bar{v}_1^-, \dots, \bar{v}_n^-\} = \{(\min_j \bar{v}_{ij}^L | i \in I), (\max_j \bar{v}_{ij}^U | i \in J)\}..$$

گام هشتم: محاسبه فاصله هر گزینه از حل ایده آل و ضد ایده آل:

$$\bar{d}_j^+ = \left\{ \sum_{i \in I} (\bar{v}_{ij}^L - \bar{v}_i^+)^2 + \sum_{i \in J} (\bar{v}_{ij}^U - \bar{v}_i^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad j = 1, \dots, m..$$

$$\bar{d}_j^- = \left\{ \sum_{i \in I} (\bar{v}_{ij}^U - \bar{v}_i^-)^2 + \sum_{i \in J} (\bar{v}_{ij}^L - \bar{v}_i^-)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad j = 1, \dots, m..$$

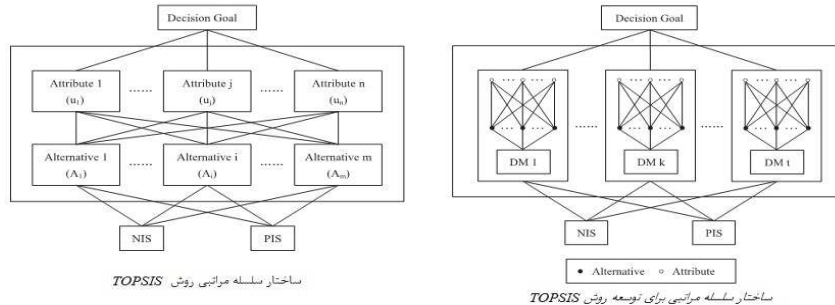
$$\bar{R}_j = \bar{d}_j^- / (\bar{d}_j^+ + \bar{d}_j^-), \quad j = 1, \dots, m .. \quad \text{گام نهم: محاسبه نزدیکی نسبی هر گزینه از گزینه ایده آل:}$$

گام دهم: رتبه بندی تمام گزینه ها براساس ضریب نزدیکی [3] R_j

3.3 توسعه روش TOPSIS برای تعیین وزن تصمیم گیرندگان در تصمیم گیری گروهی با اعداد بازه ای

در این مقاله، روش TOPSIS برای تعیین وزن تصمیم گیرندگان در شرایط تصمیم گیری گروهی توسعه داده شده است که اطلاعات تصمیم هر تصمیم گیرنده توسط یک ماتریس با اعداد بازه ای بیان شده است. در این روش راه حل ایده آل گروهی از

میانگین ماتریس های تصمیم گیرندگان حاصل می شود و راه حل ضد ایده آل گروهی نیز از حداکثر فاصله از راه حل ایده آل بدست می آید. فاصله هر ماتریس تصمیم منحصر بفرد از راه حل ایده آل ، فاصله نسبی حاصل می شود که این فاصله براساس فاصله اقلیدسی محاسبه می شود. بدین ترتیب وزن هر تصمیم گیرنده برطبق مقادیر فاصله نسبی بدست می آید.



به منظور سهولت در فهم موارد زیر را تعریف می کنیم:

$$M = \{1,2,3,\dots,m\} , \quad N = \{1,2,3,\dots,n\} , \quad T = \{1,2,3,\dots,t\}$$

مجموعه گزینه های موجود $A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_m\}$ به ازای $(m \geq 2)$

$$U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$$

مجموعه متناهی شاخص ها

$$\sum w_j = 1 \quad \text{و} \quad 0 \leq w_j \leq 1 \quad \text{که} \quad W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$$

بردار وزن شاخص ها

$$D = \{d_1, d_2, d_3, \dots, d_t\}$$

گروه تصمیم گیرندگان

$$\sum \lambda_k = 1 \quad \text{و} \quad 0 \leq \lambda_k \leq 1 \quad \text{که} \quad \lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_t)^T$$

بردار وزن تصمیم گیرندگان

ماتریس X_k ، ماتریس تصمیم k امین تصمیم گیرنده است که هر بخش آن به صورت اعداد بازه ای تعریف می شود:

$$X_k = ([x_{ij}^{k(l)}, x_{ij}^{k(u)}])_{m \times n} = \begin{matrix} A_1 & \left(\begin{matrix} [x_{11}^{k(l)}, x_{11}^{k(u)}] & \dots & [x_{1n}^{k(l)}, x_{1n}^{k(u)}] \\ \vdots & & \vdots \\ [x_{m1}^{k(l)}, x_{m1}^{k(u)}] & \dots & [x_{mn}^{k(l)}, x_{mn}^{k(u)}] \end{matrix} \right) \end{matrix}$$

الگوریتم ارائه شده به صورت زیر می باشد:

گام 1: نرمالیزه کردن ماتریس $X_k = ([x_{ij}^{k(l)}, x_{ij}^{k(u)}])_{m \times n}$ و تبدیل آن به ماتریس $Y_k = ([y_{ij}^{k(l)}, y_{ij}^{k(u)}])_{m \times n}$ با

بکارگیری فرمول های زیر:

$$\begin{cases} y_{ij}^{k(l)} = \frac{x_{ij}^{k(l)}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^{k(u)}} \\ y_{ij}^{k(u)} = \frac{x_{ij}^{k(u)}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^{k(l)}} \end{cases} , \quad (\text{سود}) \quad , \quad i \in M, j \in N, k \in T..$$

$$\begin{cases} y_{ij}^{k(l)} = \frac{1/x_{ij}^{k(u)}}{\sum_{i=1}^m 1/x_{ij}^{k(l)}} \\ y_{ij}^{k(u)} = \frac{1/x_{ij}^{k(l)}}{\sum_{i=1}^m 1/x_{ij}^{k(u)}} \end{cases} , \quad (\text{منفی}) \quad , \quad i \in M, j \in N, k \in T..$$

از آنجا که Y_k باید در بازه $[0,1]$ قرار گیرد ، ماتریس $R_k = ([r_{ij}^{k(l)}, r_{ij}^{k(u)}])_{m \times n}$ به صورت زیر بدست می آید:

$$\begin{cases} r_{ij}^{k(l)} = \frac{y_{ij}^{k(l)}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left((y_{ij}^{k(l)})^2 + (y_{ij}^{k(u)})^2 \right)}} \\ r_{ij}^{k(u)} = \frac{y_{ij}^{k(u)}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left((y_{ij}^{k(l)})^2 + (y_{ij}^{k(u)})^2 \right)}} \end{cases}, i \in M, j \in N, k \in T..$$

گام 2: محاسبه ماتریس تصمیم نرمالیزه وزن دهی شده بازه ای V_k به صورت زیر:

$$V_k = ([v_{ij}^{k(l)}, v_{ij}^{k(u)}])_{m \times n} = ([w_j r_{ij}^{k(l)}, w_j r_{ij}^{k(u)}])_{m \times n} \quad (k \in T)$$

گام 3: تعیین راه حل ایده آل و ضد ایده آل:

$$\begin{aligned} A^+ &= \left([v_{ij}^{+(l)}, v_{ij}^{+(u)}] \right)_{m \times n} \quad A^- = \left([v_{ij}^{-(l)}, v_{ij}^{-(u)}] \right)_{m \times n} \dots \\ &= A_1 \begin{pmatrix} [v_{11}^{+(l)}, v_{11}^{+(u)}] & \dots & [v_{1n}^{+(l)}, v_{1n}^{+(u)}] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [v_{m1}^{+(l)}, v_{m1}^{+(u)}] & \dots & [v_{mn}^{+(l)}, v_{mn}^{+(u)}] \end{pmatrix} = A_1 \begin{pmatrix} [v_{11}^{-(l)}, v_{11}^{-(u)}] & \dots & [v_{1n}^{-(l)}, v_{1n}^{-(u)}] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [v_{m1}^{-(l)}, v_{m1}^{-(u)}] & \dots & [v_{mn}^{-(l)}, v_{mn}^{-(u)}] \end{pmatrix} \dots \\ v_{ij}^{+(l)} &= \frac{1}{t} \sum_{k=1}^t v_{ij}^{k(l)}, v_{ij}^{+(u)} = \frac{1}{t} \sum_{k=1}^t v_{ij}^{k(u)}, v_{ij}^{-(l)} = \min_{1 \leq k \leq t} \{v_{ij}^{k(l)}\}, v_{ij}^{-(u)} = \max_{1 \leq k \leq t} \{v_{ij}^{k(u)}\} \dots \end{aligned}$$

گام 4: محاسبه میزان فاصله هر ماتریس تصمیم منحصر بفرد از راه حل ایده آل و ضد ایده آل:

$$\begin{aligned} S_k^+ &= \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left((v_{ij}^{k(l)} - v_{ij}^{+(l)})^2 + (v_{ij}^{k(u)} - v_{ij}^{+(u)})^2 \right)}, \quad k \in T.. \\ S_k^- &= \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left((v_{ij}^{k(l)} - v_{ij}^{-(l)})^2 + (v_{ij}^{k(u)} - v_{ij}^{-(u)})^2 \right)}, \quad k \in T.. \end{aligned}$$

گام 5: محاسبه فاصله نسبی هر ماتریس تصمیم منحصر بفرد با استفاده از فرمول زیر و سپس رتبه بندی تصمیم گیرندگان بر طبق

$$RC_k = \frac{S_k^-}{S_k^+ + S_k^-}, \quad k \in T \dots \quad \text{مقادیر فاصله نسبی:}$$

$$\lambda_k = \frac{RC_k}{\sum_{k=1}^t RC_k}, \quad k \in T \dots \quad \text{گام 6: تعیین وزن هر تصمیم گیرنده از رابطه زیر:}$$

با توجه به الگوریتم بالا، وزن λ_k برای هر تصمیم گیرنده محاسبه می شود.

به این ترتیب می توان تمامی ماتریس های تصمیم گروهی V_k را با توجه به رابطه زیر در ماتریس مجموع V جمع کرد:

$$V = \sum \lambda_k V_k = ([v_{ij}^{(l)}, v_{ij}^{(u)}])_{m \times n}.$$

سپس با جمع اعداد بازه ای در هر ردیف از ماتریس مجموع V ، ارزیابی بازه ای کلی از هر گزینه A_i تعیین می شود:

$$v_i = [v_i^{(l)}, v_i^{(u)}] = \sum [v_{ij}^{(l)}, v_{ij}^{(u)}].$$

در این شرایط، می توان ماتریس مکمل P را از رابطه زیر بدست آوریم:

$$P = (p(v_i \geq v_j))_{m \times m} = (p_{ij})_{m \times m} \quad p_{ij} \geq 0, p_{ij} + p_{ji} = 1, p_{ii} = 1/2, i, j = 1, 2, \dots, m.$$

سپس با توجه به رابطه زیر مجموع عناصر در هر سطر از P را محاسبه کنید:

$$p_i = \sum p_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

به این ترتیب می توان تمام v_i ها را به طور نزولی بر مبنای مقادیر p_i رتبه بندی کرد و در نهایت رتبه بندی گزینه های A_i بر طبق

ترتیب نزولی p_i ها حاصل می شود. [5]

4.3. یک دیدگاه TOPSIS محور برای تصمیم گیری چندمعیاره با اعداد بازه ای

در گستره تصمیم گیری های مبهم، بعلت ویژگی نامعین بودن ذاتی این نوع مسائل، مقایسه گزینه ها براساس شاخص ها به صورت اعداد بازه ای بیان می شود. Bryson و Mobolurin با استفاده از تعدادی مدل برنامه ریزی خطی، روشی را ارائه می دهند که در آن به محاسبه وزن های شاخص ها و ارزش کلی گزینه ها به صورت بازه ای می پردازد. در این روش ارزش کلی گزینه ها به مقادیر نقطه ای برای مقایسه تبدیل می شوند. در حالیکه وزن های شاخص ها به دلیل استفاده از مدل های برنامه ریزی خطی متفاوت هستند. بنابراین چگونگی مقایسه گزینه ها به دلیل تفاوت در وزن های شاخص ها یک سوال اصلی بشمار می آید. در این مقاله دیدگاهی ارائه شده است که بر اشکالات روش مذکور فائق می شود. در این دیدگاه با تعیین راه حل ایده آل و ضد ایده آل و در نتیجه محاسبه فاصله نسبی، یک مدل برنامه ریزی جهت محاسبه وزن های شاخص ها به کار گرفته می شود و به این ترتیب رتبه بندی گزینه ها انجام می شود.

تعاریف:

$S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ مجموعه m گزینه ممکن

$Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$ مجموعه n شاخص با فرض مثبت بودن کلیه شاخص ها

بردار بازه ای وزن شاخص ها $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ بطوریکه $w = [w_j^l, w_j^u]$ و $\sum w_j^u \geq 1$ و $\sum w_j^l \leq 1$ و $w_j^l, w_j^u \geq 0$

ماتریس تصمیم با اعداد بازه ای $B = [b_j]_{m \times n}$ بطوریکه $b_j = [b_j^l, b_j^u]$ ، ماتریس B نرمالیزه شده و $b_j^l, b_j^u \in [0, 1]$

تعیین بهترین و بدترین مقدار در هر شاخص

بهترین و بدترین مقدار برای هر شاخص Q_j ، یعنی $val_j^+ = [best_j^l, best_j^u]$ و $val_j^- = [wor_j^l, wor_j^u]$ به صورت

زیر تعریف می شوند:

$$best_j^l = \max_{1 \leq i \leq m} \{b_{ij}^l\}, \quad j = 1, \dots, n..$$

$$best_j^u = \max_{1 \leq i \leq m} \{b_{ij}^u\}, \quad j = 1, \dots, n..$$

$$wor_j^l = \min_{1 \leq i \leq m} \{b_{ij}^l\}, \quad j = 1, \dots, n.$$

$$wor_j^u = \min_{1 \leq i \leq m} \{b_{ij}^u\}, \quad j = 1, \dots, n.$$

بنابراین مقدار راه حل ایده آل و ضد ایده آل برابر است با:

$$Ideal^+ = \{[best_1^l, best_1^u], \dots, [best_n^l, best_n^u]\}.$$

$$Ideal^- = \{[wor_1^l, wor_1^u], \dots, [wor_n^l, wor_n^u]\}.$$

محاسبه فاصله نسبی بین گزینه ها و راه حل ایده آل و ضد ایده آل

روابط زیر فاصله وزن دهی شده بین گزینه S_i و راه حل ایده آل و ضد ایده آل را محاسبه می کند:

$$Dis_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n [(b_{ij}^l - best_j^l)^2 + (b_{ij}^u - best_j^u)^2]} w_j^2, \quad i = 1, \dots, m.$$

$$Dis_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n [(b_{ij}^l - wor_j^l)^2 + (b_{ij}^u - wor_j^u)^2]} w_j^2, \quad i = 1, \dots, m.$$

بنابراین فاصله نسبی بین گزینه S_i و راه حل ایده آل برابر است با:

$$RDIS_i^* = \frac{Dis_i^+}{Dis_i^+ + Dis_i^-}, \quad i = 1, \dots, m..$$

بکارگیری مدل برنامه ریزی

مدل برنامه ریزی زیر برای محاسبه وزن شاخص ها به کار گرفته می شود که در آن هدف مینیمم کردن فاصله نسبی کلی بین گزینه ها و راه حل ایده آل است:

$$\min \sum_{i=1}^m \frac{Dis_i^+}{Dis_i^+ + Dis_i^-}$$

$$Dis_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n [(b_{ij}^L - best_j^L)^2 + (b_{ij}^U - best_j^U)^2]} w_j^2$$

$$Dis_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n [(b_{ij}^L - wor_j^L)^2 + (b_{ij}^U - wor_j^U)^2]} w_j^2$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

$$w_j^L \leq w_j \leq w_j^U, \quad j = 1, \dots, n.$$

رتبه بندی گزینه ها

بر اساس حل مدل بالا، وزن شاخص ها و فاصله نسبی تعیین می شود و در نتیجه می توان گزینه ها را رتبه بندی کرد. کوچکترین فاصله نسبی $RDIS_i^*$ ، بهترین گزینه بشمار می آید. [6]

5.3. توسعه الگوریتم های LINMAP و ELECTRE I برای داده های بازه ای

در این مقاله، سعی شده است که الگوریتم LINMAP به گونه ای توسعه داده شود که قادر به بدست آوردن وزن بازه ایشاخص هادرماتریسهای تصمیم بازه ای باشد. سپس، از وزن بازه ای شاخص های بدست آمده از الگوریتم توسعه یافته LINMAP ، در توسعه الگوریتم ELECTRE I استفاده شده است.

1.5.3. روش LINMAP برای داده های بازه ای

بکارگیری روش LINMAP برای داده های بازه ای ، تفاوتی چندانی بکارگیری این روش برای داده های قطعی ندارد. بدلیل اینکه در حالت داده های بازه ای، کلیه داده های موجود در ماتریس تصمیم بصورت اعداد بازه ای هستند، لذا وزنهای بدست آمده از این روش نیز بصورت بازه ای خواهند بود. فاصله از ایده آل به صورت فاصله اقلیدوسی وزین (D_i) برای گزینه A_i بصورت زیر تعریف می شود.:

$$D_i = \left\{ \sum_{j=1}^n w_j^L (x_{ij}^L - x_j^*)^2 + \sum_{j=1}^n w_j^U (x_{ij}^U - x_j^*)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, \dots, m.$$

$$d_i = D_i^2 = \sum_{j=1}^n w_j^L (x_{ij}^L - x_j^*)^2 + \sum_{j=1}^n w_j^U (x_{ij}^U - x_j^*)^2, \quad i = 1, \dots, m.$$

باتوجه به تعریف d_i و در نظر گرفتن مجموعه $S = \{(k, l)\}$ ، مقدار $d_l - d_k$ برابر است با :

$$d_l - d_k = \sum_{j=1}^n w_j^L ((x_{lj}^L)^2 - (x_{kj}^L)^2) - 2 \sum_{j=1}^n w_j^L x_j^* (x_{lj}^L - x_{kj}^L) + \sum_{j=1}^n w_j^U ((x_{lj}^U)^2 - (x_{kj}^U)^2) - 2 \sum_{j=1}^n w_j^U x_j^* (x_{lj}^U - x_{kj}^U).$$

با در نظر گرفتن $u_j^L = w_j^L x_j^*$ و $u_j^U = w_j^U x_j^*$ نتیجه نهائی زیر را داریم:

$$d_l - d_k = \sum_{j=1}^n w_j^L ((x_{lj}^L)^2 - (x_{kj}^L)^2) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^L (x_{lj}^L - x_{kj}^L) + \sum_{j=1}^n w_j^U ((x_{lj}^U)^2 - (x_{kj}^U)^2) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^U (x_{lj}^U - x_{kj}^U).$$

مراحل الگوریتم توسعه یافته LINMAP ، مشابه مراحل این الگوریتم برای داده های قطعی است. تفاوت اصلی در تعریف فاصله اقلیدوسی از ایده آل و مدل سازی برنامه ریزی خطی برای نرمالیزه کردن وزن شاخص ها است.

در این مقاله، از الگوریتم LINMAP برای بدست آوردن اوزان شاخص ها استفاده میشود و اوزان بدست آمده، در روش ELECTRE I برای دستیابی به گزینه نهائی بکار گرفته میشوند. یکی از نکات قابل ملاحظه این است که اوزان

بدست آمده از روش LINMAP نرمالیزه نیستند؛ در حالیکه اوزان مورد استفاده در روش ELECTRE I باید نرمالیزه باشند. لذا برای رفع این مشکل از محدودیت‌هایی برای نرمالیزه کردن وزن هادرمدل نهائی الگوریتم LINMAP استفاده شده است.

تعریف: یک بردار وزنی بازه ای $W = [[w_1^L, w_1^U], [w_2^L, w_2^U], \dots, [w_n^L, w_n^U]]$ نرمالیزه گفته میشود، اگر فقط اگر:

$$\begin{aligned} \sum_i w_i^U - \max_j (w_j^U - w_j^L) &\geq 1. \\ \sum_i w_i^L - \max_j (w_j^U - w_j^L) &\leq 1. \end{aligned}$$

همچنین روابط بالا را میتوان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$w_i^L + \sum_{i=1, j=1}^n w_j^U \geq 1 \quad , j = 1, \dots, n.$$

$$w_i^U + \sum_{i=1, j=1}^n w_j^L \leq 1 \quad , j = 1, \dots, n.$$

تئوری: اگر یک بردار وزنی بازه ای وجود داشته باشد که در رابطه بالا صادق باشند، آنگاه یک بردار وزنی $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ وجود دارد که:

$$\sum w_j = 1, \quad w_j^L \leq w_j \leq w_j^U, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

بنابراین، هدف پیدا کردن اوزان بازه ای $W = [[w_1^L, w_1^U], [w_2^L, w_2^U], \dots, [w_n^L, w_n^U]]$ است که در شرایط بیان شده در

نرمالیزه بودن بردار صدق کند و همچنین این اوزان باید به گونه ای بدست آیند که تا حد ممکن فاصله بین حد بالا و حد پایین مینیمم

$$\min_{w_j^L, w_j^U} \sum_j (w_j^U - w_j^L) \quad \text{شود. لذا تابع هدف زیر را می توان مورد ملاحظه قرارداد:}$$

باتوجه به اصل روش برای الگوریتم LINMAP برای دستیابی به اوزان بازه ای، نیاز به حل مسأله دوهدفه زیر است:

$$\min \sum_{(k,l) \in S} \alpha_{k,l}.$$

$$\min_{w_j^L, w_j^U} \sum_j (w_j^U - w_j^L).$$

$$\begin{aligned} \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n w_j^L \left((x_{ij}^L)^2 - (x_{kj}^L)^2 \right) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^L (x_{ij}^L - x_{kj}^L) + \sum_{j=1}^n w_j^U \left((x_{ij}^U)^2 - (x_{kj}^U)^2 \right) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^U (x_{ij}^U - x_{kj}^U) + \\ & \alpha_{k,l} \quad \forall (k,l) \in S. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n w_j^L \sum_{(k,l) \in S} \left((x_{ij}^L)^2 - (x_{kj}^L)^2 \right) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^L \sum_{(k,l) \in S} (x_{ij}^L - x_{kj}^L) + \sum_{j=1}^n w_j^U \sum_{(k,l) \in S} \left((x_{ij}^U)^2 - (x_{kj}^U)^2 \right) - \\ & 2 \sum_{j=1}^n u_j^U \sum_{(k,l) \in S} (x_{ij}^U - x_{kj}^U) = h. \end{aligned}$$

$$w_i^L + \sum_{i=1, j=1}^n w_j^U \geq 1 \quad , j = 1, \dots, n.$$

$$w_i^U + \sum_{i=1, j=1}^n w_j^L \leq 1 \quad , j = 1, \dots, n.$$

$$\forall j \quad w_j^L \leq w_j^U \quad , j = 1, \dots, n.$$

$$\forall j \quad w_j^L \geq \varepsilon \quad , j = 1, \dots, n.$$

$$\alpha_{k,l} \geq 0 \quad u_j^L, u_j^U : \text{free}.$$

در مسأله برنامه ریزی فوق ε یک مقدار مثبت کوچک است.

مسأله برنامه ریزی بالا یک مسأله MODM است. از آنجائی که در ابتدای حل روش LINMAP از تصمیم گیرنده اطلاعاتی

در مورد مقایسات زوجی گزینه ها اخذ میشود، لذا فرض میشود که برای حل مسأله MODM نیز میتوان در ابتدا با تصمیم گیرنده

ارتباط برقرار کرد. براین اساس یکی از روش های حل مسأله MODM مورد نظر، بکارگیری برنامه ریزی آرمانی است. لذا مسأله

برنامه ریزی آرمانی زیر برای مسأله بالا نتیجه می شود:

$$\min \{ \sum_p d_p^- + d_q^- - d_q^+ + \sum_r d_r^- + \sum_s d_s^+ + \sum_t d_t^- + \sum_v d_v^-, d_y^-, d_z^- \}.$$

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n w_j^L \left((x_{ij}^L)^2 - (x_{kj}^L)^2 \right) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^L (x_{ij}^L - x_{kj}^L) + \sum_{j=1}^n w_j^U \left((x_{ij}^U)^2 - (x_{kj}^U)^2 \right) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^U (x_{ij}^U - x_{kj}^U) + \\ & \alpha_{k,l} + d_p^- - d_p^+ = 0 \quad p = 1, \dots, n(S). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n w_j^L \sum_{(k,l) \in S} \left((x_{ij}^L)^2 - (x_{kj}^L)^2 \right) - 2 \sum_{j=1}^n u_j^L \sum_{(k,l) \in S} (x_{ij}^L - x_{kj}^L) + \sum_{j=1}^n w_j^U \sum_{(k,l) \in S} \left((x_{ij}^U)^2 - (x_{kj}^U)^2 \right) - \\ & 2 \sum_{j=1}^n u_j^U \sum_{(k,l) \in S} (x_{ij}^U - x_{kj}^U) + d_p^- - d_p^+ = h \quad , q = n(S) + 1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
w_i^L + \sum_{j=1}^n w_j^U + d_r^- - d_r^+ &= 1, \quad j = 1, \dots, n, r = q + 1, \dots, q + n + 1. \\
w_i^U + \sum_{j=1}^n w_j^L + d_s^- - d_s^+ &= 1, \quad j = 1, \dots, n, s = q + n + 2, \dots, q + 2n + 2. \\
\forall j \quad w_j^L - w_j^U + d_t^- - d_t^+ &= 0, \quad j = 1, \dots, n, t = q + 2n + 3, \dots, q + 3n + 3. \\
\forall j \quad w_j^L - \varepsilon + d_v^- - d_v^+ &= 0, \quad j = 1, \dots, n, v = q + 3n + 4, \dots, q + 4n + 4. \\
\sum_{(k,l)} \alpha_{k,l} + d_y^- - d_y^+ &= 0, \quad y = q + 4n + 5. \\
\sum_j (w_j^U - w_j^L) + d_z^- - d_z^+ &= 0, \quad z = y + 1. \\
\alpha_{k,l} \geq 0 \quad u_j^L, u_j^U : free \quad \forall e = p, q, r, s, t, v, y, z \quad d_e^-, d_e^+ &\geq 0.
\end{aligned}$$

(S) در مدل فوق معرف تعداد اعضای مجموعه S است. با حل مسأله فوق مقادیر اوزان بازه ای بدست می آیند. روشهای متعددی برای حل برنامه ریزی آرمانی وجود دارد. در این تحقیق از روش انتقالات متوالی برای حل مسأله برنامه ریزی آرمانی استفاده شده است.

2.5.3. روش ELECTRE I برای داده های بازه ای

برای بکارگیری روش ELECTRE I برای داده های بازه ای، قدم های الگوریتم ELECTRE I به گونه ای توسعه داده میشود که قابل استفاده برای این داده ها باشد. بنابراین کلیات روش مطابق قبل است و تنها برخی از تعاریف و مفاهیم بکارگیری خواص اعداد بازه ای تغییر پیدا میکنند. لذا با بنابر کردن ماتریس تصمیم بازه ای گامهای زیر را میتوان برای الگوریتم توسعه یافته ELECTRE I متصور شد:

قدم 1) تبدیل ماتریس تصمیم گیری D به یک ماتریس بی مقیاس با استفاده از روابط زیر:

$$\begin{cases} r_{ij}^L = \frac{x_{ij}^L}{\sqrt{\sum_{i=1}^m ((x_{ij}^L)^2 + (x_{ij}^U)^2)}} & i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n \\ r_{ij}^U = \frac{x_{ij}^U}{\sqrt{\sum_{i=1}^m ((x_{ij}^L)^2 + (x_{ij}^U)^2)}} & i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n \end{cases} \Rightarrow D = [[r_{ij}^L, r_{ij}^U]]_{m \times n}.$$

قدم 2) تشکیل ماتریس بی مقیاس وزین (V) با استفاده از بردار معلوم و بازه ای W

$$V = [[v_{ij}^L, v_{ij}^U]] \quad \text{بطوریکه} \quad [v_{ij}^L, v_{ij}^U] = [r_{ij}^L, r_{ij}^U] * [w_j^L, w_j^U]$$

قدم 3) برای هر زوج گزینه مانند (k,l)، مجموعه های هماهنگ و ناهماهنگ به ترتیب، بصورت زیر مشخص میشود:

$$\begin{aligned}
C_{k,l} &= \{j | v_{kj}^U \geq v_{lj}^U, j: benefit\} \cup \{j | v_{kj}^L \leq v_{lj}^L, j: cost\}. \\
D_{k,l} &= \{j | v_{kj}^L < v_{lj}^L, j: benefit\} \cup \{j | v_{kj}^U > v_{lj}^U, j: cost\}.
\end{aligned}$$

قدم 4) ماتریس های هماهنگی و ناهماهنگی بصورت زیر ساخته میشود:

$$\begin{aligned}
CM &= [[c_{kl}^L, c_{kl}^U]]_{m \times m}, \quad c_{k,l} = \sum_{j \in C_{k,l}} [w_j^L, w_j^U]. & \text{ماتریس هماهنگی} \\
\Rightarrow CM &= \begin{bmatrix} A_1 & - & [c_{12}^L, c_{12}^U] & \dots & [c_{1m}^L, c_{1m}^U] \\ A_2 & [c_{21}^L, c_{21}^U] & - & \vdots & [c_{2m}^L, c_{2m}^U] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & [c_{m1}^L, c_{m1}^U] & [c_{m2}^L, c_{m2}^U] & \dots & [c_{mm}^L, c_{mm}^U] \end{bmatrix} \\
DM &= [[d_{kl}^L, d_{kl}^U]]_{m \times m}, \quad d_{k,l} = \frac{\max_{j \in D_{k,l}} [v_{kj}^L, v_{kj}^U] - [v_{lj}^L, v_{lj}^U]}{\max_{j \in J} [v_{kj}^L, v_{kj}^U] - [v_{lj}^L, v_{lj}^U]}. & \text{ماتریس ناهماهنگی}
\end{aligned}$$

$$\Rightarrow DM = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} - & [d_{12}^L, d_{12}^U] & \dots & [d_{1m}^L, d_{1m}^U] \\ [d_{21}^L, d_{21}^U] & - & \vdots & [d_{2m}^L, d_{2m}^U] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [d_{m1}^L, d_{m1}^U] & [d_{m2}^L, d_{m2}^U] & \dots & [d_{mm}^L, d_{mm}^U] \end{bmatrix}$$

قدم 5 ساختن ماتریس چیرگی: برای ساختن ماتریس چیرگی دو مفهوم میانگین هماهنگی و میانگین ناهماهنگی به صورت زیر تعریف میشوند:

$$\text{ماتریس هماهنگی: } \bar{c} = \frac{\sum_l \sum_k |c_{k,l}^l - c_{k,l}^u|}{m(m-1)}$$

$$\text{ماتریس ناهماهنگی: } \bar{d} = \frac{\sum_l \sum_k |d_{k,l}^l - d_{k,l}^u|}{m(m-1)}$$

ماتریس چیرگی E به صورت زیر تعریف میشود:

$$e_{k,l} = \begin{cases} 1 & \text{if } c_{k,l} \geq \bar{c}, d_{k,l} \leq \bar{d} \\ 0 & \text{o.w} \end{cases} \Rightarrow E = [e_{k,l}]_{m \times m}$$

تمامی اعداد در ماتریس چیرگی صفر یا ۱ هستند. برای نتیجه گیری نهائی در مورد راجحیت گزینه ها، گزینه ای که در سطر دارای تعداد عدد ۱ بیشتری است برتر از گزینه های دیگر است. [7]

منابع:

1. محمد مرادی، ا.، اختر کاوان، م. (1388). روش شناسی مدل های تحلیل تصمیم گیری چند معیاره. معماری و شهرسازی آرمان شهر. 2(2): 113-125.
2. Sengupta A, Pal TK. On comparing interval numbers. European Journal of Operational Research. 2000;127(1):28-43.
3. Jahanshahloo GR, Lotfi FH, Izadikhah M. An algorithmic method to extend TOPSIS for decision-making problems with interval data. Applied mathematics and computation. 2006;175(2):1375-84.
4. Sayadi MK, Heydari M, Shahanaghi K. Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers. Applied Mathematical Modelling. 2009;33(5):2257-62
5. Yue Z. An extended TOPSIS for determining weights of decision makers with interval numbers. Knowledge-Based Systems. 2011;24(1):146-53.
6. Quan Z, Yue-xin S, Xiao-dong S, editors. A TOPSIS-based approach to multiple attribute decision making with interval numbers. Control and Decision Conference (CCDC), 2012 24th Chinese; 2012: IEEE.
7. امامی، س.، راهدار، م.، حجازی، ر. توسعه الگوریتم های ELECTRE I و LINMAP برای داده های فاصله ای. پنجمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.

رتبه بندی کردن گزینه ها

3-1 سنجش نرخ ناسازگاری

محاسبه بردار مجموعه وزنی (WSV): ماتریس مقایسات زوجی D در بردار وزن های نسبی ضرب کنید. $WSV = D * W$

محاسبه بردار سازگاری (CV): عناصر بردار مجموعه وزنی را بر بردار وزن های نسبی تقسیم کنید.

محاسبه ی بزرگترین مقدار ویژه ی ماتریس مقایسات زوجی (λ_{max}): برای محاسبه بزرگترین مقدار میانگین عناصر بردار

سازندگی محاسبه می شود:

$$(II) = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

محاسبه شاخص ناسازگاری (II):

1-3-1 محاسبه نرخ ناسازگاری

$$IR = \frac{II}{IRI}$$

محاسبه نرخ ناسازگاری (IR):

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IRI	0	0	.58	.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

اگر نرخ ناسازگاری، کوچکتر یا مساوی 0/1 باشد در مقایسات زوجی سازگاری وجود دارد و می توان کار را ادامه داد. اگر نه

تصمیم گیرنده باید در مقایسات زوجی بازنگری کند. [9]

4-1 نگاره مقیاس AHP

نمره	تعریف	شرح
1	اهمیت یکسان	دو عنصر اهمیت یکسانی داشته باشند.
3	برتری متوسط	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری متوسطی داشته باشد.
5	برتری زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری زیادی داشته باشد.
7	برتری بسیار زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری بسیار زیادی داشته باشد.
9	برتری فوق العاده زیاد	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر برتری فوق العاده زیادی دارد.
8,6,4,2	ارزش های بینابین	موارد بینابین در قضاوت ها

2-DEA (تحلیل پوششی داده ها)

1-2 آشنائی با تکنیک DEA

واژه DEA مخفف Data Envelopment Analysis می باشد که به معنی تحلیل پوششی داده ها یک مدل برنامه ریزی

ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحد های تصمیم گیرنده ای (DMU) است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. اندازه

گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار داشته است. فارل در سال 1957، با استفاده از روشی همانند اندازه گیری کارایی در مباحث مهندسی، به اندازه گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارل برای اندازه گیری کارایی مد نظر قرار داد شامل یک ورودی و یک خروجی بود. چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو، تحت عنوان تحلیل پوششی داده ها، نام گرفت و اول بار، در رساله دکترای ادوارد رودز و به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا در سال 1976، در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت [2]

از آن جا که این الگو توسط چارنز، کوپر و رودرز ارائه گردید، به الگوی (CCR) که از حروف اول نام سه فرد یاد شده تشکیل شده است، معروف گردید و در سال 1978 در مقاله ای با عنوان اندازه گیری کارایی واحد های تصمیم گیرنده ارائه شد. در واقع تحلیل پوششی داده ها مبتنی بر یکسری بهینه سازی با استفاده از برنامه ریزی خطی می باشد که به آن روش ناپارامتریک نیز گفته می شود. در این روش منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که بوسیله برنامه ریزی خطی تعیین می شود ایجاد می گردد. برای تعیین این نقاط می توان از دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. روش برنامه ریزی خطی پس از یک سری بهینه سازی مشخص می کند که آیا واحد تصمیم گیرنده مورد نظر روی مرز کارایی قرار گرفته است و یا خارج آن قرار دارد؟ بدین وسیله واحد های کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می شوند. تکنیک DEA تمام داده ها را تحت پوشش قرار داده و به همین دلیل تحلیل پوششی داده ها نامیده شده است.

یکی از ابتدایی ترین و در عین حال معمول ترین روش های اندازه گیری کارایی، استفاده از نسبت ها می باشد. این نسبت ها در زمینه های مختلف مالی، اقتصادی و صنعتی بکار گرفته می شوند. در صورتی که کارایی به عنوان نسبتی از خروجی ها به ورودی ها تعریف شود، محاسبه و تحلیل آن برای واحدهای تک ورودی-تک خروجی آسان خواهد بود اما در اکثر مسادل دنیای واقعی با واحدهایی با چندین ورودی و خروجی رو به رو بوده و در نتیجه نیازمند روش هایی هستیم که با ترکیب ورودی ها و خروجی ها به صورت یک شاخص واحد، به معیار مناسبی جهت سنجش کارایی دست یابیم.

2-2 دو مشخصه اساسی برای الگوی (DEA)

استفاده از الگوی DEA، برای ارزیابی نسبی واحدها، نیازمند تعیین دو مشخصه اساسی، ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو می باشد که در زیر به تشریح هر یک پرداخته می شود؛

2-2-1 ماهیت الگوی مورد استفاده:

الف: **ماهیت ورودی**: در صورتی که در فرایند ارزیابی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی ها، سعی در حداقل سازی ورودی ها داشته باشیم ماهیت الگوی مورد استفاده ورودی است.

ب: **ماهیت خروجی**: در صورتی که در فرایند ارزیابی با ثابت نگه داشتن سطح ورودی ها، سعی در افزایش سطح خروجی داشته باشیم ماهیت الگوی مورد استفاده خروجی است.

در الگوی DEA، با دیدگاه ورودی، به دنبال به دست آوردن ناکارایی فنی به عنوان نسبتی می باشیم که بایستی در ورودی ها کاهش داده شود تا خروجی، بدون تغییر بماند و واحد در مرز کارایی قرار گیرد. در دیدگاه خروجی، به دنبال نسبتی هستیم که باید خروجی ها افزایش یابند، بدون آنکه تغییر در ورودی ها به وجود آید تا واحد مورد نظر به مرز کارایی برسد. در الگوی CCR، مقادیر به دست آمده برای کارایی در دو دیدگاه مساوی هستند ولی در مدل BCC این مقادیر متفاوت هستند. علت انتخاب دیدگاه برای یک الگو DEA، در ارزیابی نسبی عملکرد واحدها این است که در بعضی موارد مدیریت واحد هیچ کنترلی بر میزان خروجی ندارد و مقدار آن از قبل مشخص و ثابت می باشد. و برعکس در بعضی از موارد میزان ورودی ثابت و مشخص است و میزان تولید (خروجی) متغیر تصمیم است و در چنین شرایطی، دیدگاه خروجی مناسب می باشد. در نهایت انتخاب ماهیت ورودی و خروجی بر اساس میزان کنترل مدیر، بر هر یک از ورودی ها و خروجی ها تعیین می گردد.

2-2-2 بازده به مقیاس الگوی مورد استفاده:

بازده به مقیاس بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی ها و خروجی های یک سیستم می باشد. یکی از توانایی های روش DEA، کاربرد الگوهای مختلف متناظر با بازده به مقیاس های متفاوت و همچنین اندازه گیری بازده به مقیاس واحدهاست. **الف: بازده به مقیاس ثابت:** یعنی هر مضربی از ورودی ها همان مضرب از خروجی ها را تولید می کند. الگوی CCR بازده به مقیاس واحد را ثابت فرض می کند. بنابراین واحدهای کوچک و بزرگ، با هم مقایسه می شوند. **ب: بازده به مقیاس متغیر:** یعنی هر مضربی از ورودی ها، می تواند همان مضرب از خروجی ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را، در خروجی ها تولید کند. الگوی BCC بازده به مقیاس را متغیر فرض می کند.

2-3 آشنایی با انواع الگوهای DEA

انواع الگوهای DEA

الگوهای DEA به طور کلی عبارتند از: الگوی CCR الگوی BCC

1-3-2 الگوی CCR:

این الگو دارای بازده ثابت به مقیاس است و سعی دارد، با انتخاب وزن های بهینه، برای متغیرهای ورودی و خروجی واحد تحت بررسی، کسر کارایی این واحد (واحد صفر) را، به گونه ای بیشتر کند که کارایی سایر واحدها، از حد بالای یک، تجاوز نکند. این الگو در دو ماهیت ورودی و خروجی و در سه شکل کسری، مضربی و پوششی مطرح شده است و در ادامه، به بیان فرم های مختلف در بیان فرم های مختلف در ماهیت ورودی می پردازیم. با توجه به ویژگی فرم پوششی، الگوی CCR در ماهیت ورودی با شکل پوششی، برای این نوشته انتخاب شد. بنابراین در این قسمت، تنها به تشریح این شکل از CCR در ماهیت ورودی می پردازیم.

در تحلیل پوششی داده ها دوگان فرم مضربی همواره شکل پوششی را نتیجه می دهد در صورتی که ، دوگان فرم مضربی CCR را بنویسیم شکل پوششی CCR به صورت زیر به دست می آید:

مدل CCR ماهیت نهادهای

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta + \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right] \\ & \text{s.t.} \\ & y_{rp} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_r^+ \quad , r=1, \dots, s \\ & \theta x_{ip} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_i^- \quad , i=1, \dots, m \\ & \lambda_j \geq 0 \quad \quad \quad j=1, \dots, n \\ & S_r^+ , S_i^- \geq 0 \quad \quad r=1, \dots, s , i=1, \dots, m \end{aligned}$$

همانگونه که در شکل پوششی دیده می شود ، متغیر متناظر با محدودیت مساوی در فرم مضربی آزاد در علامت می باشد. در این الگو انتخاب هر بردار λ مجاز ، یک حد بالا برای ستاده ها و یک حد پایین برای dmu ایجاد می کند و در مقابل ای محدودیت ها ای مرتبط با $\theta \geq 0$ گزینه بهینه برای مرتبط شدن با $\theta = \min \theta$ را ارائه می دهد.

الگوی پوششی ، مجموعه ای از راه حل ها را ارائه می دهد. این راه حل ها ، حد بالایی ایجاد می کند که تمام مشاهدات را می پوشاند و به عنوان تحلیل پوششی داده ها عینیت می بخشد. شکل پوششی این امکان را می دهد که ترکیب محدب ایجاد شده ، برای هر واحد ناکارا و میزان دخیل بودن واحدهای کارا در این ترکیب λ مشخص شود. بنابراین ، مزیت اساسی شکل پوششی در نوع جوابی است که برای کارایی واحدهای مختلف به دست می دهد.

جواب شکل پوششی در ماهیت ورودی به طور مستقیم میزان کارایی نسبی واحد تحت بررسی را نشان می دهد در صورتی که به دست آمده برای یک واحد مساوی یک باشد ، بدین مفهوم است که واحد تحت بررسی یا DMU کارا است و در صورتی که مقدار آن کوچکتر از یک باشد DMU یا واحد تحت بررسی ناکارا می باشد [10].

2-3-2 الگوی BCC :

این مدل بر اساس حرف اول نام پدید آورندگان یعنی بنکر ، چارنز و کوپر نامگذاری شده است. بر خلاف مدل CCR که فرض بر بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است در مدل BCC فرض بر بازدهی متغیر نسبت به مقیاس می باشد. استفاده از بازده متغیر نسبت به مقیاس موجب می شود با محاسبه کارایی فنی بر حسب مقادیر کارایی ناشی از مقیاس و کارایی ناشی از مدیریت ، تحلیل بسیار دقیقی ارائه گردد. برای ساخت مدل های نهاده گرا و ستاده گرا در مدل اصلی BCC از همان مبانی مدل CCR استفاده میشود در مدل نهاده گرا با کاهش نهاده ها میزان کارایی افزایش می یابد ولی در مدل ستاده گرا با افزایش ستاده ها میزان کارایی افزایش می یابد. مدل مضربی BCC با شکل نهاده گرا به شکل زیر است:

مدل ماهیت نهادهای BCC

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta + \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right] \\ & \text{s.t.} \\ & y_{rp} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_r^+ \quad , r=1, \dots, s \\ & \theta x_{ip} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_i^- \quad , i=1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j=1, \dots, n \\ & S_r^+, S_i^- \geq 0 \quad r=1, \dots, s, i=1, \dots, m \end{aligned}$$

3- پیشینه تحقیق در خصوص تلفیق 2 روش (AHP, DEA)

تحلیل پوششی داده ها (DEA) به عنوان یک روش برنامه ریزی خطی در تخمین کارایی واحدهای تولیدی شامل چند ورودی و چند خروجی، سابقه ای نسبتاً طولانی دارد. در این روش فرض می شود که N واحد تصمیم گیری (DMU) برای ارزیابی وجود دارد هر واحد مقادیر متفاوتی از m نوع ورودی را برای تولید S نوع خروجی مصرف می کند. هدف این شیوه ارزیابی کارایی نسبی این واحدها با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی است.

محققین از این روش برای سنجش عملکرد واحدهای تعمیرات بزرگراه ها در تایوان استفاده کرده اند. در تحقیقی دیگر گروه های تعمیر و نگهداری کارخانجات تولیدی مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه حاصل از این تحقیق، فراهم آوردن ابزار ارزیابی واحد های تعمیراتی به صورت کمی بوده است. در ضمن با معرفی یک واحد به عنوان الگو مشخص شد هزینه تعمیر و نگه داری به عنوان بزرگترین هزینه ی قابل کنترل در سطح کارخانه است.

بررسی 117 شعبه بانک در تایوان، 188 مرکز درمانی سرپایی در آمریکا، شعب شرکت پست برزیل و نیروگاه های تولید برق در چین نمونه هایی دیگر از کاربرد DEA در بخش صنعت و خدمات است.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نیز برای حل مسائل پیچیده چند معیاره نیز به کار گرفته می شود و به تصمیم گیرندگان اجازه می دهد که اولویت های خود را با به کارگیری مقیاس ها و قضاوت های ذهنی تعیین کنند. از مدل AHP برای ارزیابی واحدهای تولیدی استفاده شده است.

در بسیاری از کاربردها، تلفیق DEA و AHP برای مطالعه و بررسی بسیاری از مسائل پیچیده ارزیابی عملکرد به کار گرفته شده است. در برخی از این کاربردها ابتدا شاخص های کیفی توسط روش AHP به شاخص های کمی تبدیل شده اند و سپس از مدل DEA به منظور ارزیابی عملکرد و شناسایی واحدهای کارا استفاده شده است. از تلفیق مدل های DEA و AHP به صورت یاد شده، برای توسعه و بهینه سازی سیستم حمل و نقل ریلی استفاده شده است. همچنین برای تعیین چگونگی توزیع انبارهای یک شرکت، حل مسائل جانمایی کارخانه، بررسی وابستگی اهمیت طرز کار منابع انسانی و عملکرد سازمان از رویکرد فوق استفاده

شده است. برای مثال با مدنظر قرار دادن 129 کارخانه صنایع الکترونیک در تایوان و 112 شعبه در چین، اثر طرز کار منابع انسانی بر عملکرد سازمان را با مدل مذکور نمایش داده اند. با تلفیق DEA و AHP در حسابداری، و با روش AHP معیارهای غیر پولی در ارتباط با اهداف بلند مدت سازمان، تبدیل به شاخص های عددی شده است.

از سوی دیگر برخی مقالات ابتدا مدل DEA را میان هر زوج از واحدها به کار گرفته و پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی از مدل AHP برای تولید وزن هر واحد و رتبه بندی کامل استفاده کرده اند. در مطالعه یی دیگر، با استفاده از چنین رویکردی مدل DEA از حالت کارا/ناکارا به رتبه بندی کامل توسعه یافته و ارزیابی دانشکده های دانشگاه بر این اساس انجام شده است. محققین دیگر، پیش از استفاده از شیوه ی AHP از DEA برای وزن دهی به معیارها استفاده کرده و نیز این روش را در انتخاب تامین کنندگان مد نظر قرار داده اند.

روش DEA در مقایسه با شیوه هایی نظیر تجزیه و تحلیل رگرسیونی و تحلیل نسبت های عملکردی دارای مزایای بسیاری است، و همین امر این روش را به عنوان ابزار مناسب مدیریتی در صنایع مختلف مطرح ساخته است. DEA یک روش ناپارامتر است، یعنی فاقد هر گونه پارامتر برای تحلیل است. در روش DEA از کلیه مشاهدات گردآوری شده برای اندازه گیری کارایی استفاده می شود. برخلاف روش رگرسیون که با میانگین سازی در مقایسه واحدها به بهترین عملکرد موجود واحدهای تحت بررسی دست می یابد، تحلیل پوششی داده ها هر کدام از مشاهدات را در مقایسه با مرز کارا بهینه می کند.

روش پارامتری نیازمند یک تابع ریاضی است که بر اساس آن با به کارگیری متغیرهای مستقل، متغیر وابسته تخمین زده می شود. علاوه بر آن، فرضیاتی در مورد تابع توزیع داده ها همراه با محدودیت های مدل نیز باید مورد توجه قرار گیرد. اما تحلیل پوششی داده ها نیازمند به دست آوردن تابع توزیع و فرضیاتی در مورد آن نیست. این روش به طور کلی با ترکیب تمامی واحدهای تحت بررسی، یک واحد مجازی با بالاترین کارایی را ساخته و واحدهای ناکارا را با آن می سنجد، از جمله مزایای این روش عبارت اند از:

1. مناسب برای استفاده همزمان از ورودی ها و خروجی ها متعدد؛
 2. امکان به کارگیری ورودی ها و خروجی های مختلف با مقیاس های اندازه گیری متفاوت.
 3. فراهم آوردن یک مقیاس نسبی برای سنجش DMU ها؛
 4. مستقل از قضاوت های ذهنی به عبارتی نیازمند آگاهی از وزن ها یا قیمت ورودی ها یا خروجی ها نبوده و از ارزش گذاری بی نیاز است؛
 5. مستقل از آگاهی درباره ی شکل تابع توزیع و روابط تابعی میان ورودی ها و خروجی ها؛
 6. فراهم آوردن معیار قابل دسترس برای بخش های با کارایی کم تر؛
- روش DEA علاوه بر مزایای فوق محدودیت هایی نیز دارد:

1. در این شیوه واحدها به دودسته ی کارا و ناکارا تقسیم می شوند و رتبه بندی کامل بین واحدها انجام نمی شود؛

2. تعداد مدل های مورد نیاز و حل آن ها به تعداد واحدهای تحت بررسی وابسته است که می تواند تا حدودی حجم محاسبات را افزایش دهد؛

3. اضافه کردن واحدی جدید به مجموعه واحدهای بررسی شده قبلی، موجب تغییر در امتیاز کارایی تمامی واحدها می شود.

4. چنانچه مجموعه ورودی ها و خروجی ها نسبت به مجموعه واحدهای تصمیم گیرنده زیاد باشد، به دلیل قرار گرفتن واحدهای بیشتری بر مرز کارایی، تفکیک واحدها به درستی صورت نخواهد پذیرفت و تعداد واحدهای کارا با وجود ناکارآمدی برخی از واحدها افزایش خواهد یافت.

به دلیل وجود محدودیت های یاد شده و با توجه به این که می توان به ارزیابی عملکرد و رتبه بندی واحدهای یک سازمان به عنوان یک هدف و نیز یک تصمیم نگریست، با تلفیق مدل DEA با تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره می توان در جهت رفع معایب و افزایش قابلیت اطمینان روش DEA گام برداشت. روش AHP رویه ای سازمان یافته برای حل مسئله به شکل سلسله مراتبی است. AHP آگاهی، بینش و تجربه را به منظور اولویت دهی و رتبه بندی گزینه ها به کار گرفته و مبتنی بر سه اصل است: تجزیه، قضاوت های ذهنی- مقایسه ای و ترکیب اولویت ها. در این روش، در گام نخست با تجزیه ی یک مسئله چند معیاره پیچیده به سطح سلسله مراتبی که هر سطح شامل عناصر قابل مدیریت محدودی است و خود به مجموعه دیگری از عناصر تجزیه می شود، بررسی آغاز خواهد شد. سپس در دومین گام با استفاده از متدولوژی برای ایجاد اولویت ها در میان عناصر و در بین هر سطح از سلسله مراتب اقدام می شود. و در گام آخر به منظور ایجاد اولویت های کلی برای گزینه های تصمیم گیری، اولویت های عناصر ترکیب می شوند.

از آنجا که شیوه ی AHP مبتنی بر یک نظریه قوی است و از قابلیت ساختار دهی به مسئله و تجدیدنظر در آن برخوردار است، و شاخص های کمی و کیفی را در تصمیم گیری ها دخالت می دهد یکی از کارآمدترین شیوه های تصمیم گیری محسوب می شود. از محدودیت های این شیوه می توان به وجود قضاوت های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی اشاره کرد. همچنین به هنگام کاربرد روش AHP، استقلال شاخص ها نیز باید مورد توجه قرار گیرد، چرا که عدم استقلال شاخص ها باعث ایجاد ساختار شبکه ای خواهد شد.

با تلفیق دو روش DEA و AHP می توان محدودیت های دو مدل فوق را تا حدودی برطرف کرده و بر توانمندی های سیستم ارزیابی عملکرد افزود. بدین ترتیب که ابتدا مدل DEA برای هر زوج از واحدها، بدون در نظر گرفتن سایر واحدها، حل شده و سپس با استفاده از نتایج به دست آمده از حل مدل DEA یک ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و راه حل AHP دو سطحی برای رتبه بندی کامل مورد استفاده قرار می گیرد. لذا علاوه بر رتبه بندی کامل واحدها از وجود قضاوت های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی پیشگیری می شود. [4]

4- تلفیق تحلیل پوششی داده ها با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی:

فلسفه وجودی این روش تلفیقی عبارت است از:

- 1- یکی از مشکلات AHP که معمولاً موجب نگرانی تصمیم گیرندگان می شود، وجود قضاوت‌های ذهنی در ماتریس مقایسات زوجی است که در اینجا با بکارگیری DEA این مشکل مرتفع می شود [2].
 - 2- داشتن اندازه کارایی در خیلی از مواقع به تنهایی کافی نیست آنچه مهم است که بدانیم این است که کدام یک از ورودی ها (منابع) موجب ناکارایی شده و تا چه اندازه می تواند بهبود یابد [3].
 - 3- در بسیاری از مسایل ما با دو نوع کیفی و کمی داده ها مواجه هستیم که جهت اندازه گیری تاثیر داده های کیفی از AHP و جهت اندازه گیری داده های کمی از DEA استفاده می کنیم [2].
 - 4- در موارد زیادی در رتبه بندی واحدها ما با تعداد زیادی (صدها یا هزاران) از واحدها مواجه هستیم که در این موارد AHP عملاً کارایی خود را از دست می دهد که وانگ و همکاران برای حل این مشکل از یک روش DEA-AHP ادغام شده استفاده کرده اند و نیز توشی یوکی سویوشی روش دیگر را برای حل این دو گونه مسایل ارایه کرده اند [8].
 - 5- گاهی نیاز است که تکنیکهای MCDM را با استفاده از یک روش مناسب با یکدیگر مقایسه کنیم که آقای علی یوسفی و همکاران در مساله انتخاب اتومبیل یک مطالعه ای مورد را در این باره انجام داده اند [7].
- حال به ترتیب موارد بالا بصورت جزئی شرح داده می شود.

1-4 رتبه بندی کامل با استفاده از DEA/AHP :

در این قسمت با یک مدل دو مرحله ای برای رتبه بندی کامل واحدهای تصمیم گیرنده با چندین خروجی آشنا می شوید. در این مدل DEA برای هر زوج از واحدها، بدون در نظر گرفتن سایر واحدها، حل می شود. با استفاده از نتایج بدست آمده و حل مدل‌های DEA به شیوه ای که گفته خواهد شد یک ماتریس مقایسات زوجی تشکیل و با یک مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یک سطحی، رتبه بندی کامل انجام می شود [2].

مرحله اول: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از DEA:

برای هر زوج از واحدهای A و B مدل CCR اجرا می شود.

مسئله 1:

$$E_{AA} = MAX Z_{AA} = \sum_{r=1}^S U_r y_{rA}$$

s. t..

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{iA} = 1.$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rA} \leq 1.$$

$$\sum_{r=1}^S u_r y_{rB} - \sum_{i=1}^m v_i x_{iA} \leq 0.$$

$$u_r, v_i \geq 0.$$

این مدار دارای m+S متغیر و سه محدودیت است. از آنجا که مساله دارای سه محدودیت است و تعداد متغیرهای اساسی با محدودیت ها برابر است، تنها یک v_i از معادله 1 و دو متغیر برای محدودیت های (2 و 3) مثبت خواهند شد. اگر A کارا باشد ($Z_{AA}=1$) آنگاه محدودیت دوم بایستی بصورت تساوی برقرار شود و در نتیجه $S_2=0$ خواهد شد و اگر واحد A کارا نباشد، از آنجا که کارایی نسبی محاسبه می شود، واحد B کاراست، بنابراین باید

$$\left(\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rB}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{iB}} = 1 \right).$$

باشد و محدودیت سوم به صورت تساوی ($S_3=0$) برقرار شود. در نتیجه اگر $S_2=0$ باشد، واحد A کارا و واحد B ناکارا و $S_3>0$ است و اگر $S_3=0$ باشد واحد B کارا و واحد A ناکارا و $S_2>0$ است.

برای محاسبه کارایی متقاطع، مدل زیر باید حل شود.

مسئله 2:

$$E_{BA} = \text{MAX } Z_{BA} = \sum_{r=1}^s u_r y_{rB}.$$

s. t.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{iB} = 1.$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rB} \leq 1.$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rA} - E_{AA} \sum_{i=1}^m v_i x_{iA} = 0.$$

$$u_r, v_i \geq 0.$$

که E_{AB} مقدار بهینه ارزیابی واحد B است.

مقارن با دو مساله 1 و 2 دو مساله دیگر نیز باید حل شود تا E_{AB} (مشابه مساله 2 با این تفاوت که کارایی B نسبت به A سنجیده می شود) و E_{AB} (مشابه مساله 3 ولی حسب A) محاسبه می شود. به این ترتیب چهار مساله حل می شود و مقادیر E_{AA} ، E_{BB} ، E_{AB} ، E_{BA} به دست می آید. با بکارگیری نتایج مدلهای فوق و با استفاده از رابطه زیر، ماتریس مقایسات زوجی که هر عنصر آن از رابطه زیر بدست می آید، تشکیل می شود.

$$a_{jk} = \frac{E_{jj} + E_{jk}}{E_{kk} + E_{kj}}, a_{ij} = 1.$$

ماتریس مقایسات برای هر دو واحد به شیوه ای که برای دو واحد A و B گفته شد تکمیل و تشکیل می شود. در این ماتریس

$$a_{jk} = \frac{1}{a_{kj}}.$$

خواهد بود.

مرحله دوم، رتبه بندی با استفاده از AHP

در این مرحله یک مدل AHP با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی تشکیل یافته حل و رتبه بندی انجام می شود. لازم است محاسبات زیر را انجام دهید.

الف) مجموعه اعداد هر ستون را انجام دهید.

ب) هر عنصر را بر مجموع آن ستون تقسیم کنید و یک ماتریس جدید به این صورت به دست می آید و آن را ماتریس نرمال شده بنامید.

پ) میانگین هر سطر ماتریس نرمال شده را محاسبه کنید. میانگین بدست آمده وزن رتبه ای هر واحد را نشان می دهد.

2-4 تحلیل پوششی داده ها و روش نوین AHP/IEP جهت رتبه بندی کامل واحدهای تصمیم گیرنده:

1- در این روش ابتدا بایستی معلوم کنید که کدام خروجی (ها) حاصل از کدام ورودی (ها) می باشد سپس برای هر کدام از ورودی ها با خروجی مرتبط با آن یک مدل DEA حل می شود و عدد کارایی بدست آمده نشان دهنده درصد کارایی برای آن

ورودی می باشد سپس نتایج مدل‌های حل شده برای همه گزینه‌ها در یک جدول بصورت مثالی که در ادامه می‌آید گردآوری می‌شود.

2. به کار گیری *AHP*:

الف) با استفاده از نتایج مرحله قبل، ماتریس مقایسات زوجی واحدها را بر مبنای هر معیار بدست می‌آوریم.

ب) ماتریس مقایسات زوجی شاخصها را نیز بدست می‌آوریم.

پ) اکنون با بدست آوردن ماتریس مقایسات زوجی، مراحل مختلف جهت بدست آوردن اوزان و رتبه بندی واحدها را با

استفاده از *AHP* انجام می‌دهیم.

مثال: مساله انتخاب یک نیروگاه برق در یکی از 6 کشور ایتالیا، بلژیک، آلمان، بریتانیا، پرتغال و فرانسه با توجه به 6 معیار زیر:

الف) ورودی‌ها

1- نیروی انسانی مورد نیاز (X_1)

2- هزینه ساخت بر حسب میلیون دلار (X_2)

3- هزینه نگهداری سالانه بر حسب میلیون دلار (X_3)

4- تعداد دهکده‌هایی که باید خالی شوند (X_4)

ب: خروجی‌ها

1- مقدار برق تولید شده بر حسب مگاوات (y_1)

2- سطح امنیت (y_2)

داده‌های مساله در جدول زیر آمده است (جدول نگاره ص 45)

جدول 2: داده‌های مسئله مکان‌یابی جهت ایجاد نیروگاه برق

معیار کشور	X_1	X_2	X_3	X_4	y_1	y_2
ایتالیا	80	600	54	8	90	5
بلژیک	65	200	97	1	58	1
آلمان	83	400	72	4	60	7
بریتانیا	40	1000	75	7	80	10
پرتغال	52	600	20	3	72	8
فرانسه	94	700	36	5	96	6

ورودی‌های 1، 2 و 3 مرتبط با هر دو خروجی بوده و ورودی چهارم فقط با خروجی دوم مرتبط است.

نتایج حل مدل *DEA* برای هر معیار ورودی با خروجی مرتبط با آن (تست مدل پروفایل) در جدول زیر آمده است:

جدول 3: نتایج مدل درصد کارایی برای هر ورودی

معيار	X1	X2	X3	X4
کشور				
ایتالیا	56	70	46	23
بلژیک	45	100	17	37.5
آلمان	36	100	24	66
بریتانیا	100	57	33	54
پرتغال	69	78	100	100
فرانسه	51	67	74	45

ماتریس مقایسات زوجی واحدها بر مبنای ورودی های مختلف به صورت زیر بدست می آوریم.

جدول 4: ماتریس مقایسات زوجی کشورها با توجه به X1

X1	ایتالیا	بلژیک	آلمان	بریتانیا	پرتغال	فرانسه
ایتالیا	1	56/45	56/36	56/100	56/69	56/51
بلژیک	45/56	1	45/36	45/100	45/69	45/51
آلمان	36/56	36/45	1	36/100	36/69	36/51
بریتانیا	100/56	100/45	100/36	1	100/69	100/51
پرتغال	69/56	69/45	69/36	69/100	1	69/51
فرانسه	51/56	51/45	51/36	51/100	51/69	1

با استفاده از نظر متخصصان ماتریس مقایسات زوجی شاخصها ورودی نسبت به هم به صورت جدول زیر بدست آمده است.

جدول 5: ماتریس مقایسات زوجی شاخص های ورودی نسبت به هم

	X1	X2	X3	X4
X1	1	5	7	3
X2	0.2	1	5	0.2
X3	0.14	0.2	1	0.14
X4	0.33	5	7	1

دست آخر با طی مراحل مختلف *AHP* رتبه بندی کشورها انجام می گیرد که نتایج بصورت زیر آمده است.

3-4-4 حالتی که با دو نوع کیفی و کمی از داده ها روبرو هستیم:

آزاده و همکاران یک شبیه سازی یکپارچه و تحلیل چند متغیره را برای بهبود و بهینه سازی راه آهن نشان داده اند. این مدل یکپارچه بر پایه *DEA* و *AHP* بنا شده است که با شبیه سازی کامپیوتری ادغام شده است [7].

در مطالعه موردی یک مسیر 800 راه آهن در نظر گرفته شده است. هدف مدل افزایش قابلیت اطمینان به جدول زمانی قطارهای باری می باشد.

شاخص های مورد استفاده عبارت است از: قابلیت اطمینان مرتبط با جدول زمانی قطارهای مسافری، زمان سفر قطارهای باری، زمان توقف برنامه ریزی نشده قطارهای باری خطای انسانی با سرعت غیر مجاز و هزینه های مرتبط با نصب تجهیزات جدید که در شاخص اخیر بصورت کیفی می باشد.

سپس سناریوهای مختلف طی تحقیق از خبران حوزه راه آهن بدست آمده است و شامل 22 سناریو از قبیل کنترل اتوماتیک قطارهای مسافرتی نیمه سریع السیر، کنترل اتوماتیک قطارهای سریع السیر، کنترل اتوماتیک قطارهای باری و ... می باشد. زمانبندی حرکت قطارها یکی از مسایل برنامه ریزی بسیار پیچیده است.

مدل *DEA/AHP* یکپارچه در زیر آورده می شود:

ابتدا با شبیه سازی کامپیوتری سیستم مورد بررسی قرار می گیرد و داده های کمی مرتبط با مساله از آن استخراج می شود. از *AHP* برای کمی کردن داده های کیفی و بدست آوردن بردار وزنی اظهار شده اهمیت نسبی گزینه ها برای هر یک از معیارها می باشد.

داده های کمی بدست آمده از شبیه سازی و نتایج *AHP* به عنوان ورودی ها و خروجی ها برای استفاده در یک مدل پوششی ترکیبی تحلیل پوششی داده ها مورد استفاده قرار می گیرد و سناریوهای بهینه انتخاب می شود.

3-4-4 رتبه بندی تعداد بسیار زیاد واحدها در حالتی که دیگر *AHP* جوابگو نیست:

در این حالت دو روش معرفی شده است:

1-4-4-4 ارایه یک روش یکپارچه *DEA-AHP* برای ارزیابی ریسک پلها توسط وانگ و همکاران:

تحلیل سلسله مراتبی فقط تعداد بسیار محدودی از گزینه ها را می تواند مقایسه کند که معمولا تا 16 گزینه می باشد. در این تحقیق برای اولویت بندی تعمیر و نگهداری صدها و یا هزاران ساختمان پل های در معرفی از یک روش یکپارچه *DEA-AHP* استفاده شده است [8].

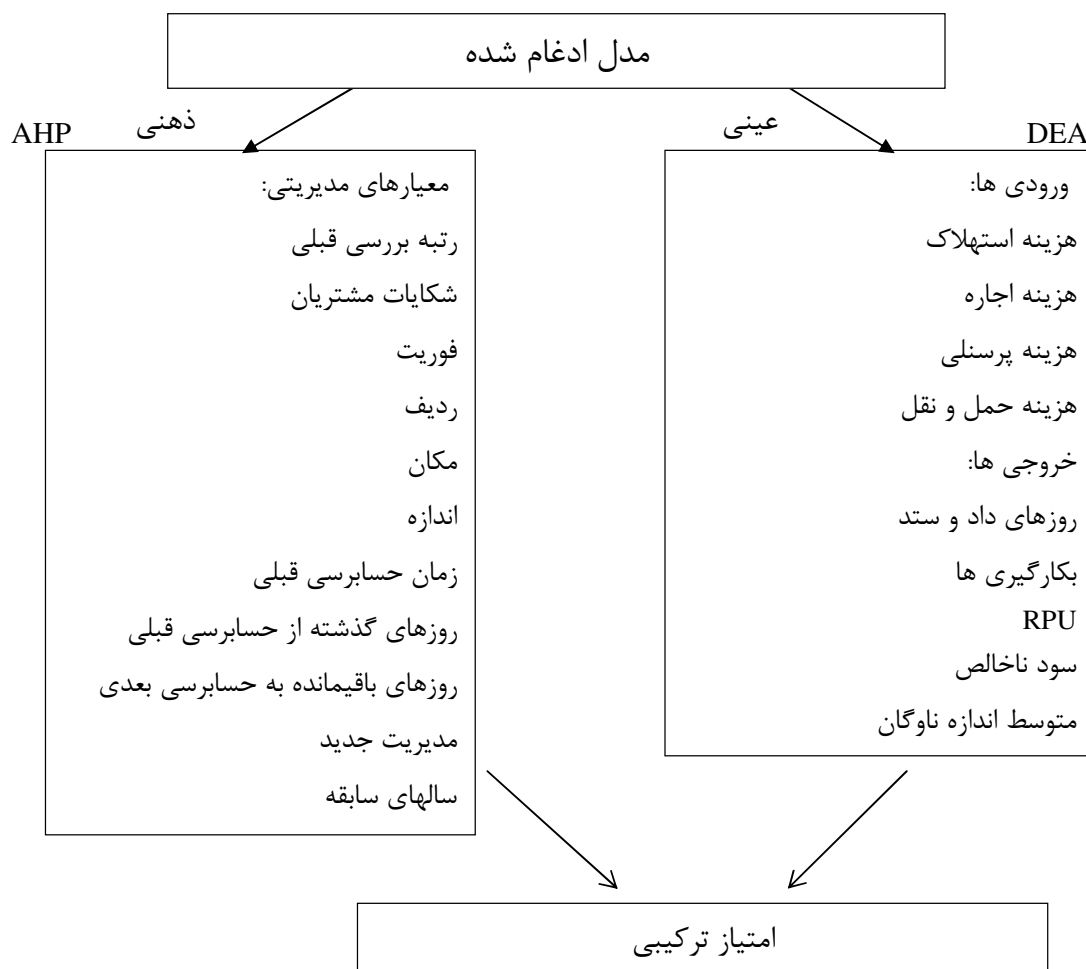
خلاصه روش:

1- انتخاب معیارهای تصمیم گیری و در صورت وجود زیر معیارها و بنا نهادن یک چهارچوب سلسله مراتبی برای مساله *MCDM* تحت تحقیق.

2- محاسبه اوزان معیارها و زیر معیارها با استفاده از *AHP*

بر اساس نتایج حسابرسی، شرکتها می توانند توصیه نامه یا رهنمودهایی تهیه کنند. با توجه به محدودیت منابع و نیروی انسانی شرکت ها اغلب یک بخش کوچکی از واحدهای کسب و کار را که در معرض ریسک بالا هستند را حسابرسی می کنند. مطالعه موردی در شرکت اجاره ماشین که از این پس آن را *RSC* می نامیم انجام شده است که شامل 1000 شرکت می باشد. نوع فعالیت این شرکت ها به دو نوع کلی است که عبارتند از فروشگاههای دارای مالک و فروشگاههای فرانسیزی . درآمد شرکت شامل 84 درصد از فروشگاههای دارای مالک و 16 درصد از فروشگاههای فرانسیزی بابت لیزینگ خودرو و خدمات می باشد. لازم به ذکر است که مکان فعالیت فروشگاههای دارای مالک در فرودگاههای اصلی و فروشگاههای فرانسیزی در مناطق محلی می باشد.

با توجه با استراتژی درآمدی شرکت و اینکه عمده در آمد از فروشگاههای دارای مالک می باشد. پس عمده کنترل هم بروی عملیات آنها می باشد. زمان حسابرسی اینگونه فروشگاهها بیشتر از نوع فرانسیزی می باشد. بنابراین و با توجه به محدودیت منابع گروه حسابرسی نیازمند یک راه کار جهت تخصیص بهینه منابع خود می باشد. در این تحقیق از یک مدل ترکیبی *DEA-AHP* استفاده شده است معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی شامل اندازه متوسط ناوگان، فراوانی حسابرسی، تاریخ آخرین حسابرسی، حاشیه سود، خدمت دهی، درآمد هر واحد، شکایات مشتریان، درجه کنترل، درجه کیفیت و مدیر می باشد. مدل کارایی عملیاتی، عملکرد مالی و منحنی ریسک را برای هر فروشگاه مشخص می کند و فروشگاهها را اولویت بندی می کند و بر روی فروشگاههای دارای ریسک بالا تمرکز می کند. شکل زیر چهارچوب مدل پیشنهادی را نشان می دهد.



شکل 1: چهارچوب پیشنهادی

در این مدل از *AHP* برای اندازه گیری شاخصهای کیفی و از مدل *BCC* تحلیل و پوششی داده ها برای اندازه گیری شاخصهای کمی استفاده شده است.

نتایج *AHP* و *DEA* در قالب نمودار ریسک بصورت شکل زیر نمایش داده می شود.

		زیاد
	ریسک زیاد	کارایی
ریسک کم	مستعد حسابرسی	
	ریسک زیاد	ورودیهای مدیریتی
ریسک کم	مستعد حسابرسی	
	کم	زیاد

محور افقی این شکل تحت عنوان داده های مدیریتی از نتایج رتبه بندی *AHP* استفاده می کند و محور عمودی تحت عنوان کارایی از نتایج *DEA* استفاده می کند و شرکتهای تحت بررسی را در چهار منطقه دسته بندی می کند و با توجه به این نمودار می توان شرکتهای نیازمند حسابرسی فوری را تشخیص داد [8].

4-5 مقایسه تکنیکها MCDM با یکدیگر با استفاده از DEA. آقای علی یوسفی و همکاران از روش های مختلف *MCDM* برای بدست آوردن شاخصهای مهم در انتخاب اتومبیل استفاده کرده اند که در آن برای مقایسه این روشها با هم از *DEA* استفاده شده است [7].

منابع :

- [1] عطایی محمد (2010) تصمیم گیری چند معیاره، شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود
- [2] مهرگان محمدرضا (2012) تحلیل پوششی داده ها، تهران نشر کتاب دانشگاهی
- [3] صارمی محمود و شهربازی سلطانعلی (2004) تحلیل پوششی داده ها و روش نوین *AHP/IEP* جهت رتبه بندی کامل واحدهای تصمیم گیرنده دانش مدیریت، شماره 63، ص. 39-51
- [4] عبدالحمید اشراق نیا جهرمی و همکاران (1391) ارزیابی عملکرد در سازمان های فرکتال ، فصل نامه علمی پژوهشی شریف ، دوره ای 1-28 ، شماره 2 ، ص. 33-41

[5] Azadeh, A., Ghaderi, S.F., and Izadbaksh, H(2008) . Integration of DEA and AHP with computer simulation for railway system improvement and optimization, Applied Mathematics and Computation, Vol. 195, pp. 775-785

- [6] Sueyoshi, T., Shang, J., and Chiang, W.(2009). A decision support framework for internal audit prioritization in a rental car company: A combined use between DEA and AHP, *European Journal of Operational Research*, Vol. 199, pp.219-231.
- [7] Yousefi, A., and Hadi, A (2010). An integrated group decision making model and evaluation by DEA for automobile industry, *Expert System with Applications* , Vol. 37, pp. 8543-8556.
- [8] Wang, Y.M., Liu, J., and Elhag, T. (2008) An integrated AHP- DEA methodology for bridge risk assessment, *Computer & Industrial Engineering*, Vol 54, pp. 513-525.

MODM و تحلیل پوششی داده ها

تهیه کننده: ریحانه نیجه

چکیده:

تصمیم گیری چند معیاره فرایند جستجو برای انتخاب بهترین گزینه از میان مجموعه ای از گزینه های ممکن تحت معیار های گوناگون و متضاد می باشد. در روش های تصمیم گیری چند معیاره در بسیاری مواقع مقادیر نهایی گزینه ها به حدی بهم نزدیک است که نمیتوان با قاطعیت گزینه برتر را مشخص نمود. مدل های تصمیم گیری چند معیاره به دو دسته عمده تقسیم میشوند: 1- مدل های چند شاخصه 2- مدل های چند هدفه 0 مدل های چند هدفه برای طراحی استفاده میشوند در حالی که مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر و به طور کلی رتبه بندی به کار میروند. (هوانگ یون 1981) تحلیل پوششی داده ها DEA یک روش ناپارامتریک ارزیابی بهره وری می باشد. از مدل های DEA برای تخمین خروجی و بهبود کارایی استفاده میشود (نورا- عباسعلی و سارا- رشیدی) محاسبه میزان کارایی در گروه هایی که عملکرد یکسانی دارند از اهمیت به سزایی برخوردار است (فارول 1957) مدل های اصلی تحلیل پوششی داده ها مدل های ریاضی هستند که توسط نرم افزار قابل حل می باشند. در این تحقیق ابتدا به معرفی توابع MODM سپس معرفی تکنیک DEA به اختصار پرداخته شده است. در نهایت مقاله ای با مدل تلفیقی MODM و DEA شرح داده میشود.

MODM چیست؟

طبقه بندی و مقایسه روش های حل مسائل چند هدفه در منابع گوناگون مانند سیلونویک 2002 و مارتل 1999- فالو و کارسون 1996 و داکوسودراس 1994 مرور شده است. کوهن و مارکز سه معیار را برای ارزیابی تکنیک های حل مساوول چند هدفه ارائه کردند که عبارتند از کارایی محاسباتی- تصریح مبادله میان اهداف و میزان اطلاعاتی که برای تصمیم گیری تولید میشوند. بر اساس این معیارها آنها مسائل چند هدفه با یک تصمیم گیرنده را به سه گروه تقسیم کردند: الف) روش های تولید مجموعه غیر مسلط ب) روش هایی با فهرست اولیه رجحان ها ج) روش هایی با ورود تدریجی رجحان ها (مهرگان- محمدرضا و مهدی قشلاجوقی و حسین صفوی 1387). در این مدل ها چندین هدف به طور همزمان جهت بهینه شدن مورد توجه قرار میگیرند. مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است متفاوت باشد. بهترین تکنیک تصمیم گیری چند هدفه برنامه ریزی ارمانی است که اولین بار توسط chams&cooper ارائه شده است. مدل کلی تصمیم گیری چند هدفه به صورت زیر است:

$$\text{Optimize: } \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)\} = F(X)$$

$$g_i(x) \ll 0, \geq 0, = 0$$

مدل های MODM به دنبال یافتن یک جواب غیر مسلط هستند. جواب غیر مسلط نشان دهنده ی یک نقطه در فضای متغیر تصمیم است که نمی توان از این نقطه به نقطه ای دیگر برای بهبود یک هدف در منطقه موجه حرکت کرد مگر مقدار بهینه یکی از توابع

بدتر شود. برای حل مدل های MODM روش های مختلفی وجود دارد مثل روش وزن دهی به اهداف-روش اولویت مطلق- روش برنامه ریزی ارمانی و روش تبدیل تابع هدف به محدودیت. مهرگان و مهدی اجلی و حسین صفوی (1387) به ارائه مدلی چند هدفه برای تخصیص معلمان به مدارس ابتدایی استفاده کردند. داوود کریمی و کیخسرو پاکیده (1387) به بررسی اثرات متعارض شاخص های فنی محصول بر خواسته های مشتری که کاربرد MODM در QFD است پرداختند. fan shaoshuai, shi wenxiao, wang nan, liu yan (2001) به ارائه مدلی چند هدفه جهت ارزیابی کیفیت خدمات پرداختند.

DEA چیست؟

واژه DEA که مخفف data envelopment analysis می باشد به معنی تحلیل پوششی داده ها یک مدل برنامه ریزی ریاضی برای ارزیابی کارایی واحد های تصمیم گیری DMU است که چندین ورودی و خروجی دارند. فارول در سال 1957 با استفاده از روشی همانند اندازه گیری کارایی در مباحث مهندسی به اندازه گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارول مدنظر قرار داد شامل یک ورودی و یک خروجی بود. چارلز و کوپر دیدگاه فارول را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. در این روش منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به وسیله ی برنامه ریزی خطی تعیین میشوند ایجاد میگردد. روش برنامه ریزی خطی پس از یک سری بهینه سازی مشخص میکند که آیا واحد تصمیم گیرنده ی مورد نظر روی مرز کارایی قرار دارد یا خیر؟ بدین وسیله واحد های کارا و ناکارا تفکیک میشوند. مدل های ابتدایی تحلیل پوششی داده ها CCR دارای فرض بازده به مقیاس ثابت است. پس از آن مدل BCC با فرض بازده به مقیاس متغیر ایجاد شد. مدل برنامه ریزی خطی چند هدفه DEA با هدف حداکثر کردن خروجی ها:

$$\text{MAX } Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_n]$$

$$Z_1 = \sum \lambda_j y_{1j}$$

$$Z_2 = \sum \lambda_j y_{2j}$$

.

.

$$Z_s = \sum \lambda_j y_{sj}$$

$$\text{st: } x_{i0} - \sum \lambda_j x_{ij} \geq 0$$

قابلیت های DEA: 1- تعیین کارایی 2- رتبه بندی 3- تعیین مرجع از میان واحد های تصمیم گیرنده 4- تعیین مقادیر مطلوب ورودی و خروجی ها 5- تعیین مقادیر مطلوب شاخص های واجد شرایط مهدی حمزه پور و روح اله محمدی (1391) به بررسی کارایی شعب سازمان بیمه اجتماعی استان تهران با استفاده از DEA پرداختند. بدین منظور رتبه هریک از شعب سازمان تامین اجتماعی استان تهران محاسبه شده و نوع بازدهی به مقیاس برآورد شده است. در ادامه واحد های کارا و ناکارا ی شعب

سازمان شناسایی شده و مقادیر بهینه نهاده ها در واحد های ناکارای شعب سازمان برآورد و بر اساس میانگین شعب مختلف رتبه بندی شده است. همچنین معصومه دشتی زاده (1391) به تحلیل کارایی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار با استفاده از تحلیل پوششی داده ها پرداخته است. بدین منظور شرکت های کارا و ناکارا در بورس مشخص شده و با رتبه بندی شرکت های ناکارا الگو های کارا جهت رسیدن آنها به مرز کارایی ارائه شده است. نتایج این تحقیق حاکی بر آن است که از بین 96 شرکت مورد بررسی 18 شرکت کارا و مابقی ناکارا هستند.

مدل MODM و DEA:

فرانک حسین زاده و فرانک حاج محمدی (1391) با استفاده از تحلیل پوششی داده های چند معیاری برای مسائل تخصیص مکان در یک محیط فازی استفاده کردند. مدل ترکیبی حاصل یک مدل برنامه ریزی غیر خطی چند هدفی فازی است که برای مساله تعیین موقعیت امکانات و واگذاری تقاضا به کار می رود و سپس مسئله چند هدفه به یک مساله تک هدفه تبدیل و روش ها مقایسه میشوند. هم چنین مجتبی خزائی و حمیدرضا ایزد بخش (1388) به رتبه بندی کامل واحدهای تصمیم گیرنده با DEA چند هدفه پرداختند که در ادامه شرح داده میشود.

رتبه بندی کامل واحدهای تصمیم گیرنده با DEA چند هدفه:

در این روش برای افزایش قدرت تمایز بین واحدهای کارا و ناکارا بایستی تعداد واحدهای مورد ارزیابی متناسب با تعداد متغیر های ورودی و خروجی باشد. برای رفع این ضعف ابتدا به جای متغیر های اصلی از نسبت تک خروجی به تک ورودی استفاده شده است و با استفاده از تحلیل مولفه های اصلی کاهش بعد انجام میشود. در روش DEA کارایی نسبی هر یک از واحدهای تصمیم گیری DMU نسبت به واحدهای همسان برابر است با نسبت موزون خروجی ها به نسبت موزون ورودی ها. ضعف این روش این است که تعداد واحدهای مورد ارزیابی به تعداد متغیر های ورودی و خروجی مرتبط است. هر چه متغیر ها بیشتر باشد تحلیل انجام شده از قدرت تمایز کمتری میان واحدهای کارا و ناکارا برخوردار خواهد بود. برای کاهش متغیرها جنگینس و همکاران (2003) از ماتریس کواریانس جزئی برای حذف متغیرهایی که با یکدیگر همبستگی زیادی دارند استفاده کردند. آلدو و همکاران در سال 2002 به جای خروجی ها و ورودی های اصلی که به مدل DEA وارد میشوند مولفه های اصلی ورودی و خروجی گرا را جایگزین متغیر های اصلی کردند. هدف این مقاله تلفیق DEA چند هدفه و PCA جهت کاهش ابعادی داده ها و رتبه بندی واحدهای تصمیم گیری است. برای انجام محاسبات از تابع princomp نرم افزار s-plus استفاده شده است. اگر هدف بررسی و رتبه بندی n واحد تصمیم گیری بر اساس m ورودی و s خروجی باشد نسبت هر خروجی به هر یک از ورودی ها DMU به صورت زیر تعریف میشود:

$$r=1, \dots, s \quad D_{ir}^j = y_{ij} / x_{ij}$$

$$i=1, \dots, m$$

که هرچه این نسبت بزرگتر باشد نشان دهنده عملکرد بهتر DMU بر حسب آیین خروجی و آیین ورودی است. در ادامه d_{ij} با d_{ij} نشان داده میشود.

$$D=[d_{ij}]=[d_1, d_2, \dots, d_p]$$

بردارهای d_i مشاهدات متناظر متغیرهای جدیدند. برای این که واحد های اندازه گیری یکسان شود استاندارد سازی زیر انجام میشود:

$$\tilde{d}_{ij}=(d_{ij}-\bar{d}_i)/\sqrt{s_{ij}}$$

\bar{d}_i = میانگین نمونه ای

$$S_{ij}=1/n-1 \sum (d_{1j}-\bar{d}_1) (d_{1j}-\bar{d}_1)$$

$$R_{ij}=s_{ij}/\sqrt{s_{ij}s_{ii}}$$

$$S_{ii}=1/n-1 \sum (d_{ij}-\bar{d}_i)(d_{ij}-\bar{d}_i)$$

$$R=[r_{ij}]_{p \times p}$$

اگر ماتریس مقادیر مولفه های اصلی نمونه با PC نشان داده شوند:

$$P_c=\tilde{d}[l_1, \dots, l_p]$$

P مولفه اصلی که به ترتیب برای p متغیر تعریف میشوند دو به دو ناهمبسته بوده و مجموع واریانس آنها با مجموع واریانس p متغیر اولیه برابر است. واریانس کل ملاکی برای سنجش تغییر پذیری در داده های چند متغیره است. هرچه این تغییر پذیری بیشتر باشد داده ها را بهتر میتوان تمیز داد. و نسبت λ_i/p سهم مولفه ی اصلی ام از واریانس کل را نشان میدهد و میتوان برای کاهش بعد مولفه های اصلی با سهم کوچک را کنار گذاشت. برای انتخاب مولفه های اصلی M طوری انتخاب میشود که

$$0.8=q \text{ و } i=1, \dots, M \quad 1/q \sum \lambda_i \geq p$$

مولفه های منتخب را به عنوان متغیرهای اصلی مدل DEA در نظر میگیریم. برای محاسبه کارایی DMU به صورت زیر تعریف میشود (در حالت ورودی گرا):

$$\text{Max } w_0 = \sum p_l z_{l0}$$

St:

$$\sum p_l z_{lj} \leq 1$$

$$P_l - p_{l+i} \geq \epsilon_i$$

$$j=1, \dots, n \quad i=1, \dots, m-1 \quad l=1, \dots, m$$

برای تبدیل این مدل به مدل چند هدفه d_0 را به عنوان سطح ناکارایی DMU به صورت زیر تعریف میکنیم:

$$D_0=1-W$$

$$\text{Max } \sum(1-d_0)$$

St:

$$\sum p_{i0}z_{i0}+d_0=1$$

$$\sum p_{l0}z_{lj} \leq 1$$

$$P_{i0}-p_{(l+1)0} \geq \epsilon_{i0}$$

$$J=1, \dots, n \quad l=1, \dots, m-1$$

در روش تحلیل پوششی داده ها برای افزایش قدرت تمایز بین واحد های کارا و ناکارا بایستی تعداد واحدهای مورد ارزیابی متناسب با تعداد متغیر های ورودی باشد و این مقاله برای جبران این ضعف ابتدا به جای متغیر های اصلی از نسبت تک خروجی به تک ورودی استفاده کرد و با استفاده از روش تحلیل مولفه های اصلی کاهش بعد انجام شد. از این روش برای رتبه بندی یکی از بانک های ایران استفاده شد.

منابع:

1. کریمی-داوود و یاکیده - کیخسرو. 1387 اثرات متعارض شاخص های فنی محصول بر خواسته های مشتری
2. مهرگان-محمدرضا و مهدی اجلی قشلاجوقی و رحیم صفوی میر محله - 1387 ارائه مدلی چند هدفه برای تخصیص معلمان به مدارس ابتدایی
3. حمزه پور-مهدی و روح اله محمدی-1391-بررسی کارایی شعب سازمان بیمه تامین اجتماعی در استان تهران-نشر پایگاه علمی پژوهشی پارس مدیر
4. دشتی زاده-معصومه-1391-تحلیل کارایی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار استان تهران
5. حسین زاده -فرانک و حاج محمدی-فرانک-1391-تخصیص مکان در یک محیط فازی با استفاده از تحلیل پوششی داده های چند معیاری
6. خزایی-مجتبی و حمید رضا ایزد بخش -1388- رتبه بندی کامل واحد های تصمیم گیرنده با DEA چند هدفه - نشریه مدیریت صنعتی دوره 1
7. شیرویه زاد-هادی-جزوه تحلیل پوششی داده
8. Fan shaoshuai, shi wenxiao, wang nan, liu yan-2001-modm based evaluation model of service quality in the internet of things.

MCDM در ایمنی

تهیه کننده: الهام ربانی

1- ایمنی

1-1- تعریف ایمنی

ایمنی (safety)، به معنی در امان بودن از ریسک غیر قابل قبول یک خطر می باشد و یا به عبارتی " میزان و درجه دور بودن از خطرات " را گویند.

ایمنی شاخه‌ای از علم است که به تجزیه و تحلیل عوامل مخاطره‌آمیز می‌پردازد، آن را آنالیز کرده و راهکارهای کنترل و کاهش آن را پیگیری می‌کند.

ایمنی یکی از پرکاربردترین کلماتی است که در رابطه با انسان و در زمینه‌هایی چون پزشکی، صنعت و مواردی از این قبیل استفاده می‌شود. تعریف ایمن و غیر ایمن به طور دقیق و مطلق ممکن نیست و به حدود و میزان قابل قبول بستگی دارد که میزان خطر قابل قبول نیز در محیط‌های مختلف و در زمان‌های گوناگون متفاوت است. واژه (Hazard) که در تعریف علمی ایمنی آمده است در واقع شرایطی است که دارای پتانسیل رساندن صدمه به کارکنان، تجهیزات، ساختمانها، از بین بردن مواد یا کاهش کارایی در اجرای یک وظیفه از پیش تعیین شده می باشد. ایمنی به طور صد در صد و مطلق وجود ندارد و عملاً " نیز هیچ گاه حاصل نخواهد شد. از این جهت است که گفته می‌شود ایمنی حفاظت نسبی در برابر خطرات است. یک مکان کار معین و یا یک دستگاه زمانی ایمن انگاشته می‌شود که احتمال خطر مرگ، مجروح شدن و یا ابتلا به بیماری برای کسانی که در آنجا بوده و یا با آن دستگاه کار می‌کنند در حد قابل قبول پایین باشد. اگر این احتمال در محیط یا کار با دستگاهی از حد قابل قبول بیشتر باشد آن دستگاه یا محل غیر ایمن تلقی می‌شود. [1]

1-2- مهندسی ایمنی

مقررات یا اصولی که برای کاهش وقوع حوادث و وقایع به کمک حذف یا کنترل خطرات به کار می‌روند را مهندسی ایمنی گویند. مهندسی ایمنی صنعتی به مسائلی که برای ایمن کردن محیط کار مورد استفاده قرار می‌گیرند توجه می‌کند که عبارتند از:

جلوگیری و پیشگیری از حوادث

فاکتورهای انسانی

طراحی و آرایش منظم تجهیزات و دستگاهها

مدیریت و رهبری ایمنی

آموزش

مشاوره ایمنی برای تمام رده‌های شغلی

در کارخانه هایی که به صورت سنتی اداره می شوند ایمنی به عنوان بخشی از هزینه ها در نظر گرفته می شود اما کشورهای پیشرفته ایمنی را به صورت یک سرمایه گذاری با سود برگشتی زیاد چه از نظر انسانی و چه از نظر اقتصادی می بینند و این گونه با آن برخورد می کنند. امروزه صنعتی شدن مخاطرات زیادی را برای نیروی کار به همراه آورده است و موجب شده نیروی انسانی در معرض عوامل زیان آور قرار بگیرد، عواملی که جزء جدایی ناپذیر صنعت و تولید به شمار می آید و همواره سلامتی آنان را تهدید می کند. [2]

3-1- تعریف حادثه

حادثه در دایره المعارف سازمان بین المللی کار (ILO) چنین بیان شده است:

حادثه عبارت است از یک اتفاق پیش بینی نشده و خارج از انتظار که سبب صدمه و آسیب گردد. حادثه در ماده 60 قانون تامین اجتماعی چنین تعریف شده است:

"حادثه ناشی از کار عبارت است از حادثه ای که در حین انجام وظیفه برای بیمه شده اتفاق می افتد. مقصود از حین انجام وظیفه تمامی اوقاتی است که بیمه شده در کارگاه، موسسات وابسته، ساختمان ها و محوطه آن مشغول کار می باشد و یا به دستور کارفرما در خارج از محوطه کارگاه مامور انجام کاری می شود. ضمناً تمام اوقات رفت و آمد بیمه شده از منزل به کارگاه و به عکس جزء این اوقات محسوب می گردد."

کارشناسان معتقدند که بیش از 80٪ حوادث و بیماری های ناشی از کار با روش های بسیار ساده و کم هزینه قابل پیشگیری هستند. همچنین بر اساس بررسی ها و تحقیقات انجام شده، هزینه جبران حادثه حدود 4 برابر بیشتر از هزینه پیشگیری از بروز حادثه می باشد. سیستم ایمنی نگاهی به پیشگیری از حادثه است که تشخیص نواقص در سیستم و اجزای آن که دارای پتانسیل حادثه هستند را شامل می شود.

هر ساله میلیونها حادثه ناشی از کار در دنیا اتفاق می افتد. برخی از این حوادث باعث مرگ و میر و برخی دیگر موجب از کار افتادگی دائم و یا موقت می گردند. در اغلب موارد، حوادث باعث از کار افتادگی موقت می شوند که ممکن است ماه ها دوام یابد. به این جهت جلوگیری از آنها وظیفه ای مهم و اساسی است. [2]

4-1- معیارهای سنجش عملکرد ایمنی

علیرغم پیشرفت های حاصله در یک قرن گذشته، باید سوال نمود که متخصصان ایمنی تا چه حد توانسته اند سیستم هایی را ایجاد نمایند که بتواند به طور واقعی خسارات را کنترل نماید. برای پاسخ به این پرسش باید به روش های اندازه گیری عملکرد در ایمنی رجوع کرد. از این دیدگاه تعیین معیارهای ویژه برای سنجش میزان موفقیت یا شکست یک سیستم مدیریت ایمنی امری ضروری است.

یکی از راه‌های تعیین معیار آن است که شرکت‌های موفق در امر ایمنی شناسایی شده و عناصری از برنامه‌ها یا سیستم مدیریت ایمنی که واقعا "بیشترین تاثیر را در موفقیت آنها داشته است، شناسایی کردند. در این صورت می‌توان معیارهای کلیدی ایمنی را گام به گام شناسایی کرد.

بررسی‌های انجام شده در مورد موفقیت سیستم‌های مدیریت ایمنی در کشورهای مختلف به ویژه ایالات متحده نشان می‌دهد که 6 معیار زیر کلید دستیابی به بهترین عملکرد ایمنی می‌باشد: [3]

1- اطمینان از برخورد پویا و فعال سرپرستان و گروه‌های کاری با امر ایمنی

2- اطمینان مدیران میانی از عملکرد ایمنی زیر دستان

3- انجام اقدامات اجرایی قابل مشاهده برای همه کارکنان

4- اقدامات روزانه با تعهد به امر ایمنی

5- دادن حق انتخاب به همه افراد در خصوص انجام اقدامات

6- تلقی مثبت نیروی کار از ایمنی

1-5- فرهنگ ایمنی

"فرهنگ ایمنی" از باورها، روش‌ها و نگرش‌های موجود در یک گروه، تشکیل شده و رفتار آنها را شکل می‌دهد. در یک فرهنگ قوی ایمنی، تک تک افراد نسبت به ایمنی احساس مسئولیت می‌کنند. بدون داشتن مدارک کافی در زمینه باورها، هنجارها، نگرش‌ها و تصوراتی که رفتار افراد را شکل می‌دهند، حتی بهترین تلاش‌های برنامه‌ریزی شده نیز به درستی هدایت نخواهند شد. نقطه آغازین دستیابی به فرهنگ موثر ایمنی، انجام یک ارزیابی از فرهنگ جاری سازمان است. در ارزیابی فرهنگ، شاخص‌هایی ارزیابی می‌شوند که می‌توانند برنامه ایمنی را ایجاد، تقویت و یا از بین ببرند. این ارزیابی همانند ذره بینی است که از طریق آن می‌توان کل سازمان را مشاهده نمود. سیستم مدیریت HSE، یک ابزار مدیریتی برای کنترل و بهبود عملکرد بهداشت ایمنی و محیط زیست در همه برنامه‌های توسعه و پروژه‌های صنعتی یا تشکیلات سازمانی است. موضوع HSE یک موضوع فرهنگی است و تنها با داشتن یک فرهنگ موثر می‌توان در نهایت به هدف بدون حادثه، بدون آسیب و بدون صدمه به محیط زیست نزدیک شد. ایجاد یک فرهنگ موثر از تلاش‌های انجام شده در زمینه HSE حمایت کرده و آنها را ارتقاء می‌بخشد. HSE یک عنصر کلیدی در بهبود عملکرد می‌باشد. [4]

چهار ویژگی یک فرهنگ موثر HSE:

کلیه کارکنان مسائل HSE را یک ارزش می‌دانند.

کلیه کارکنان نسبت به موضوعات HSE احساس مسئولیت می‌کنند.

هرکدام از کارکنان می‌خواهد و قادر است که فراتر از وظیفه خود در قبال مسائل HSE عمل نماید.

هرکدام از کارکنان به طور عادی و فعالانه به خاطر سود و منفعت سایرین رفتارهای ایمن از خود نشان می‌دهد.

موضوع HSE یک موضوع و بحث فرهنگی است. بسیاری از متخصصان در زمینه HSE یک خط مشی مکثوب را به عنوان راه حلی برای مسائل و مشکلات HSE مد نظر قرار می دهند، ولی تنها با توسعه روش های اجرایی نمی توان به فرهنگ صحیح HSE دست یافت. ایجاد فرهنگ به سال ها کار سخت و طاقت فرسا نیاز دارد. سه ضلع اصلی مثلث فرهنگ عبارتند از: رهبری، تعهد و اعتماد. اساس سیستم مدیریت HSE بر رهبری و تعهد مدیریت ارشد سازمان و آمادگی او به منظور فراهم نمودن منابع کافی برای حل مسائل HSE بنا شده است. درست همانند یک جراح که قبل از عمل جراحی باید با استفاده از آزمایشات متعدد مشکل را تشخیص دهد، یک سازمان نیز باید قبل از ایجاد تغییر، فرهنگ حاکم خویش را ارزیابی نماید. بدون بررسی باورها، هنجارها و تصوراتی که رفتار افراد را شکل می دهد حتی بهترین تلاشهای برنامه ریزی شده نیز به درستی هدایت نخواهند شد. این بررسی باید شامل موارد زیر باشد:

شرح فرهنگ حاکم بر سازمان

ارزیابی اشتیاق فرهنگی به ایجاد تغییر

شناسایی گروههای تحت تاثیر

تعیین زمینه های مناسب برای مداخله

ارزیابی فرهنگ ایمنی شاخص های هدایت کننده فرایند ایمنی را مشخص می نماید. این شاخص ها چشم انداز جامعی از فرایند ایمنی جاری را شکل می دهند. در مجموع یک ارزیابی فرهنگ ایمنی می تواند به عنوان کاتالیست برای تغییر، عمل نماید. [4]

1-6- ایمنی صنعتی

ایمنی صنعتی یا ارگونومی یا همان مهندسی فاکتورهای انسانی، علمی ترکیبی است که سعی دارد ابزارها، دستگاه ها، محیط کار و مشاغل را با توجه به توانایی هایی جسمی - فکری و محدودیت ها و علائق انسانها، طراحی نماید. این علم با هدف افزایش بهره وری، با عنایت بر سلامتی، ایمنی و رفاه انسان در محیط، شکل گرفته است. همچنین این علم در تلاش است به جای متناسب سازی انسان با محیط، محیط را با انسان متناسب سازد. در این راستا، سازمان بین المللی کار، واژه ارگونومی را به معنای متناسب کردن کار و شغل برای انسان تعریف کرده است.

این علم برای طراحی و ساخت ابزار و سیستم های تولیدی از ساده تا پیچیده و بفرنج، حل مشکلات مربوط به تکنولوژی نوین و حتی ابزار و وسائل زندگی روزمره، کاربرد دارد. امروزه، از طراحی یک ابزار ساده نظیر انبردستی ساده (از نظر نوع جنس، مصالح بکار رفته، اندازه دسته، نوع و ترکیب پلاستیکی دسته آن و...) و یا یک خودکار (از نظر قطر، اندازه، رنگ و ...) گرفته تا طراحی یک سیستم تولیدی کامل، از ارگونومی استفاده می شود. عمدتاً "زمینه هایی که ارگونومی در آنها مطالعه و اقدام می کند، عبارتند از: طراحی ابزار، وسائل، ماشین ها و تاسیسات به طرز صحیح و مطلوب، طراحی روش انجام کار با توجه به بهترین نحوه اجراء و متناسب با سیستم عضلانی و ساختمان فیزیکی بدن انسان و با هماهنگی روانی میان افراد و محیط کار و ابزار کار، وضعیت صحیح قرار گرفتن بدن و حرکات انسان حین انجام کار، شرایط فیزیکی مناسب در محیط کار (با توجه به عواملی از قبیل: دما، رطوبت، جریان هوا، ارتعاشات، سر و صدا، نور و روشنایی، گرد و غبار، تشعشعات و آلودگی های مختلف).

واژه «ارگونومی» از دو کلمه یونانی "ارگو" به معنی کار و "نوموس" به معنی قانون و قاعده طبیعی مشتق شده است و در لغت به معنای قوانین طبیعی کار است. اما در اصطلاح کاربردی، علم ارگونومی مجموعه دانشی است که از تلفیق علوم زیستی، فیزیولوژی انسانی، سیستم‌ها و روش‌ها، طراحی مشاغل و محیط کار به وجود آمده است که سعی دارد ابزارها، دستگاه‌ها و محیط کار را با توجه به در نظر گرفتن توانایی‌های جسمانی، فکری و محدودیت‌ها و علائق انسان‌ها، طراحی کند. این علم با هدف افزایش بهره‌وری با توجه به سلامتی، ایمنی و رفاه کارکنان در محیط کار شکل یافته است.

برخی از تعاریفی که متخصصان و کارشناسان این علم از ارگونومی نموده‌اند، به عنوان نمونه در زیر آورده می‌شود:

- ارگونومی علم مطالعه انسان‌ها در حین انجام کار، برای درک ارتباط پیچیده میان افراد و جنبه‌های فیزیکی و روانشناختی محیط کار، نیازهای شغلی و روشهای کار می‌باشد.
- ارگونومی علمی است که انسان و تعامل آن را با محصولات، تولیدات، تجهیزات، امکانات، روش‌ها و محیط کار و زندگی مورد مطالعه قرار می‌دهد و علیرغم علوم فنی و مهندسی (که عمدتاً به تکنیک‌ها و فنون می‌پردازد)، بر انسان و طراحی و مسائل برای افراد تأکید دارد.
- ارگونومی عبارت است از کاربرد اطلاعات علمی موجود درباره انسان (و روش‌های علمی کسب چنین اطلاعاتی) برای حل مشکلات طراحی.
- انجمن بین‌المللی ارگونومی، ارگونومی را چنین تعریف می‌کند: ارگونومی علمی است که دانش حاصل از علوم انسانی را با مشاغل، سیستم‌ها، محصولات و محیط زیست را با توجه به توانایی‌های جسمانی و روانی و محدودیت‌های انسانی مرتبط می‌سازد.

ارگونومی علمی چند نظامه است که در چهار حیطه عمده زیر فعالیت دارد:

(a) روانشناسی مهندسی:

در حیطه اول، یعنی روانشناسی مهندسی، جنبه‌های پردازش اطلاعات مرتبط با کار، مورد بررسی قرار می‌گیرد. از دیدگاه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای این بعد از ارگونومی، طراحی روشهای کار با هدف کاهش حوادث ناشی از خطاهای انسانی محسوب می‌شود.

(b) فیزیولوژی کار:

در حیطه دوم (فیزیولوژی کار)، تبادلات انرژی و متابولیسم بدن مطرح است. مفاهیم خستگی، بررسی کارهای ایستا و پویا و رژیم‌های کار و استراحت از دیدگاه فیزیولوژی کار مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

(c) بیومکانیک شغلی:

در مباحث بیومکانیک شغلی، ویژگیهای مکانیکی اندام‌های بدن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این حیطه، حرکت اندام‌ها و اعمال نیرو در بافت‌های مختلف بدن تجزیه و تحلیل می‌شود. به کمک این معادلات می‌توان الگوها و ابعاد مناسب ایستگاه‌های کاری را با هدف کاهش فشارهای مکانیکی خارجی بر بدن بدست آورد. به طور خلاصه می‌توان گفت که چگونگی انتقال نیرو و حرکت دادن اجسام و ابزارآلات از جمله مباحث بیومکانیک شغلی هستند.

(d) آنترپومتری:

آنترپومتری، به سنجش ابعاد فیزیکی بدن و کاربرد داده های ابعادی در اصلاح شرایط فیزیکی ایستگاه های کار می پردازد و از آنجایی که یکی از دلایل فشارهای وارده بر اندامها، عدم تطابق ابعاد محل کار با ویژگی های ابعادی بدن کارگر یا کاربر می باشد، داده های آنترپومتریک را می توان به طور مؤثری در طراحی تجهیزات، ایستگاه های کار، ابزارآلات و محصولات بکار بست. لازم به یادآوری است که برای محاسبات آنترپومتریک، اغلب از جداولی که قبلا برای این منظور تهیه گردیده است، استفاده می شود. اما باید خاطر نشان کرد که مردم هر منطقه خاصی، دارای اندازه های آنترپومتریک ویژه خود می باشند که باید در تعیین اندازه های لازم در محیط کار و ابزار کار ملحوظ گردد. ولی متأسفانه در کشور ما هنوز داده های آنترپومتریک در دست نیست و برای طراحی یک محیط کار به ناچار از داده های آنترپومتریک سایر کشورها (به ویژه از داده های آنترپومتریک که توسط ناسا تهیه شده است)، استفاده می شود. با توجه به اینکه اندازه های رسمی و تائید شده ای برای مردم کشورمان در دسترس نمی باشد، بنابراین اکثر کارشناسان ارگونومی، با توجه به اشتراکات قومی و نژادی میان نژادهای ایرانی و آلمانی (این دو ژرمن)، داده های آنترپومتریک آلمانی را برای استفاده در کارهای تحقیقاتی کشورمان توصیه می نمایند. استفاده از این داده ها در کشور ما مسلماً با مشکلاتی روبرو خواهد شد؛ زیرا این داده ها، با شرایط اقلیمی و قد و قامت مردم کشور ما تدوین نشده است و ممکن است با اندازه های مردم کشور ما اختلاف هایی داشته باشد. [5]

1-7- آیین نامه ها و دستورالعمل های ایمنی

با توجه به فراگیر بودن بحث ایمنی در کلیه بخشهای زندگی فردی و اجتماعی بشر، لزوم ایجاد چارچوب هایی جهت ایجاد نظم و اجرای حداقل های لازم ایمنی در زندگی آشکار می شود. با توجه به این موضوع، آیین نامه هایی جهت حصول این امر توسط سازمان های مرتبط شکل گرفته که افراد یا گروه های کاری را به منظور جلوگیری از حادثه و مدیریت ایمنی بهتر، ملزم به رعایت این آیین نامه ها می نماید. بخشی از آیین نامه ها از سایت www.imeny.com گردآوری شده که در زیر جهت شناخت و آگاهی نسبت به تنوع مباحث ایمنی، آورده شده است. [6]

اثنین نامه حفاظتی صنایع چوب	اثنین نامه حفاظت فنی و بهداشت در کار کشاورزی
آیین نامه و مقررات حفاظتی حفر چاه‌های دستی	آیین نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی
آیین نامه حفاظتی مولد بخار و دیگ‌های آبگرم	آیین نامه حفاظتی پرس‌های تزریقی پلاستیک و دایکاست
آیین نامه حفاظت حمل و نقل، ذخیره سازی و توزیع گاز مایع	آیین نامه و مقررات حفاظت در مقابل خطر پرتوهای یونساز
آیین نامه و مقررات حفاظتی ماشین‌های بهم‌زن	آیین نامه و مقررات حفاظتی در ماشین‌های کنکاسور، خردکن و آسیاب
آیین نامه و مقررات حفاظت در ریخته‌گری-آهنگری-جوشکاری	آیین نامه و مقررات حفاظتی ماشین‌های افزار
آیین نامه ایمنی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی	آیین نامه ایمنی دستگاه‌های مخلوط کن و همزن
آیین نامه مدیریت ایمنی حمل و نقل و سوانح رانندگی	اثنین نامه حفاظتی تاسیسات الکتریکی در کارگاهها
حریم ایمنی خطوط لوله انتقال گاز	دستورالعمل شرایط و ویژگیهای ائبار های مواد شیمیایی و سموم
مقررات ملی ساختمان با موضوع علایم و تابلوها	مقررات ملی ساختمان با موضوع ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا
آیین نامه بررسی سوانح و حوادث هوایی (غیرنظامی)	دستورالعمل اجرایی گودبرداریهای ساختمانی
بورده تخصصی ایمنی شیمیایی آمریکا	تعیین غرامت ناشی از صدمات بدنی
موسسه بهداشت و ایمنی - HSI	جمعیت کاهش خطرات زلزله ایران
آیین نامه ایمنی در کارگاه‌های دامپروری	آیین نامه ایمنی کار در ارتفاع
حدود مجاز مواجهه شغلی با مواد شیمیایی	اثنین نامه ایمنی کار در صنایع چاپ
اثنین نامه ایمنی در عملیات انتقال برق	آیین نامه ایمنی در بنادر
آیین نامه حفاظتی ماشین‌های سنگزنی	آیین نامه ایمنی افراد دارای اختلال شنوایی در کارگاهها
آیین نامه ایمنی کار با ماشین‌آلات عمرانی	آیین نامه حفاظتی مواد خطرناک و مواد قابل اشتعال و مواد قابل انفجار
آیین نامه ایمنی در معادن	دستورالعمل اجرایی آیین نامه ایمنی امور پیمانکاری
آیین نامه پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی در کارگاهها	آیین نامه علایم ایمنی در کارگاه ها
مقررات ملی ساختمان با موضوع حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق	جداول حدود مجاز مواجهه شاغلین با عوامل زبان اور
آیین نامه آموزش ایمنی کارفرمایان، کارگران و کارآموزان	دستورالعمل حمل نقل جاده ای مواد شیمیایی و سموم
اثنین نامه ایمنی امور پیمانکاری	آیین نامه تشکیل کمیسیون ایمنی راههای کشور
ایمنی ماشین‌های افزار	آیین نامه راهنمایی و رانندگی
آیین نامه ایمنی مخازن آب و استخرها	قانون حفاظت در برابر اشعه
آیین نامه مشاورین حفاظت فنی و خدمات ایمنی	آیین نامه اجرایی قانون حفاظت
آیین نامه مدیریت ایمنی حمل و نقل و سوانح رانندگی	آیین نامه حفاظتی کار روی خطوط و تجهیزات برقدار
آیین نامه حفاظت در مقابل خطرات وسایل انتقال نیرو	آیین نامه حفاظت و بهداشت عمومی در کارگاهها
اثنین نامه ایمنی تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب	آیین نامه ایمنی معادن
آیین نامه ایمنی در آزمایشگاه ها	آیین نامه بهداشتی حمل دستی بار
آیین نامه حمایت از ابداعات مؤثر در بهبود ایمنی و مصرف سوخت وسایل نقلیه	آیین نامه حفاظتی وسایل حمل و نقل و جابجاکردن مواد و اشیاء در کارگاهها
آیین نامه عمومی ایمنی در تعمیرگاه‌های وسایل نقلیه	آیین نامه سیستم اتصال به زمین (ارتینگ)
اثنین نامه علایم ایمنی در کارگاهها	آیین نامه حفاظتی ماشین سمباده
آیین نامه و مقررات حفاظتی ساختمان کارگاهها	آیین نامه حفاظتی تاسیسات و ماشین‌های اره چوب
قانون ایمنی راه ها و راه آهن	آیین نامه وسایل حفاظت فردی
آیین نامه طبقه بندی و برچسب گذاری مواد شیمیایی کشور	آیین نامه ایمنی ماشین های لیفتراک
آیین نامه ایمنی در صنایع شیشه	اثنین نامه ایمنی جوشکاری و برشکاری گرم

2- تصمیم گیری

1-2- تعریف تصمیم گیری

تصمیم گیری جوهر اصلی مدیریت است و عمل تصمیم گیری در واقع دشوارترین و در بعضی مواقع خطرناک ترین کار هرمدیر می تواند تلقی شود. یک مدیر با یک تصمیم گیری نادرست ممکن است صدمات جبران ناپذیری را به سازمان وارد آورد. از نظر هربرت سیمون و گروه دیگری از صاحب نظران، مدیریت و تصمیم گیری را یکی و هم معنی تعریف کرده اند و مدیریت را چیزی جز تصمیم گیری ندانسته اند.

برخی از تصمیم ها چنان به راحتی صورت می گیرند که شاید چندان توجهی به آنها نشود. در مقابل مسائلی نیز در زندگی وجود دارند که اقدام به تصمیم گیری در مورد آنها به زمان طولانی تری نیاز دارد. پیچیدگی، هزینه بالای عملیات و وسعت تشکیلات سازمانی، لزوم به کار گیری شیوه های تصمیم گیری مناسب را برای مدیران روشن می سازد. لذا مدیران نیاز به ابزارهای راحت و مطمئن دارند که آنها را در امر خطیر تصمیم گیری هدایت کند. [7]

2-2- تصمیم گیری چند معیاره

یکی از تکنیک های تصمیم گیری با استفاده از داده های کمی، تصمیم گیری چندمعیاره می باشد. مدیر با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره می تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم گیری که گاه با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم سازی نماید. تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته تصمیم گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم گیری چندهدفه (MODM) تقسیم می شود. مدل ها و تکنیک های تصمیم گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب ترین گزینه از بین m گزینه موجود بکار می روند. در مدل های تصمیم گیری چند شاخصه (Multiple Attribute Decision Making)، انتخاب یک گزینه از بین گزینه های موجود مد نظر است. در یک تعریف کلی تصمیم گیری چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت گذاری، و یا انتخاب از بین گزینه های موجود (که گاه باید بین چند شاخص متضاد انجام شود) اطلاق می گردد. [7]

3- مقالات ارائه شده در خصوص کاربرد تکنیک های MCDM در ایمنی

1-3- مقالات فارسی

✚ ارائه متدلوژی نیازسنجی و امکان سنجی احداث پیاده راه ها (مطالعه موردی)

امروزه پیاده راه ها به عنوان بستر اصلی حرکت پیاده، یکی از مهمترین های مشخصه های سیستم های حمل و نقل انسان و از مبانی اصلی توسعه پایدار شهرها به حساب می آیند. در فرایند تبدیل معابر گذر وسایل نقلیه به مسیرهای ویژه پیاده، پس از تعیین محورهای مستعد بر مبنای قضاوت مدیریتی، باید نیاز تغییر معابر مستعد به پیاده راه با استفاده از شاخص های کمی مانند حجم عابران پیاده، وضعیت ایمنی معبر و

غیره در یک روند مدون بررسی گردد. پس از احراز نیاز ایجاد پیاده راه، برای تبدیل شدن یک معبر به پیاده راه، لازم است تا امکان سنجی احداث آنها نیز بررسی شود. مهمترین شاخص های تاثیرگذار در فرایند امکان سنجی احداث پیاده راه ها شامل شاخص های ترافیکی، محیطی، اجتماعی و غیره می باشد. در نهایت پس از بررسی شاخص های مورد نیاز در فرایند نیازسنجی و امکان سنجی ارائه شده و با استفاده از متدولوژی های طراحی شده، درباره احداث یا عدم احداث پیاده راه در معبر شهید دکتر آیت (سی متری نارمک) واقع در منطقه 8 شهرداری تهران، به عنوان یک مطالعه موردی، تصمیم گیری می شود. [8]

ارائه مدلی جهت شناسایی نقاط پر حادثه در جاده های بین شهری با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره

موضوع ایمنی مانند بسیاری از مسائل حاکم بر سیستم حمل و نقل، از بسیاری پارامترها متأثر می گردد. در کشور ما بیش ترین توجه در بخش مهندسی متمرکز شده و تصور بر این بوده که صرفاً با اصلاحات فیزیکی، می توان از میزان تصادفات کاست. بحث شناسایی و رفع نقاط پر حادثه در سال های اخیر مدنظر کارشناسان حمل و نقل کشور قرار گرفته است. این در حالی است که معیارهای مؤثری مانند سابقه حادثه خیزی، شدت وقوع تصادف و شرایط ترافیکی نقاط و غیره، در شاخص حادثه خیزی در نظر گرفته نمی شوند. در این مقاله ضمن برخورد علمی و نه صرفاً تجربی، معیارهای حادثه خیزی و وزن هر معیار تعیین و در نهایت مدلی جهت شناسایی نقاط پر حادثه طراحی گردیده است. در تعیین معیارهای حادثه خیزی از مدل های آماری نرم افزار SPSS و در طراحی مدل، از روش تصمیم گیری چند معیاره استفاده شده است. [9]

ارزشیابی ریسک در محیط های کاری با استفاده از یک مدل چند معیاره فازی

ارزشیابی ریسک، یک مرحله حساس از فرایند مدیریت ایمنی است. اساساً ارزشیابی ریسک، در انجام فعالیت های کاری تلقی می گردد به طوریکه اطلاعات مناسب جهت پرداختن به اقدامات کنترلی مداخله ای را برای مدیران فراهم می نماید. مهمترین فعالیت در ارزشیابی ریسک، انجام ارزشیابی ریسک می باشد اما علیرغم این اهمیت، هرگز مقررات ملی یا بین المللی یک متدولوژی استاندارد را برای پرداختن به این مهم، فرموله نکرده اند و لذا سازمانها جهت پذیرش یک رویکرد مناسب، آزادند. در نتیجه، عموماً سازمان ها به متدولوژی های ساده روی می آورند که مکرراً قادر به تاکید بر کلیه جنبه های اصلی تاثیرگذار بر ریسک های محیط کار و ایجاد یک رتبه بندی دقیق از فعالیت های خطرناک نیستند. در این مقاله سعی بر معرفی یک متدولوژی جدید برای ارزشیابی ریسک با هدف فائق آمدن بر محدودیت های رویکرد سنتی بوده و روش جدیدی جهت رتبه بندی فعالیت های خطرناک با استفاده از تصمیم گیری چند معیاره را ارائه می نماید. متدولوژی ارائه شده مبتنی بر یک رویکرد تخمینی بر اساس تئوری منطق فازی می باشد. [10]

ارزشیابی ریسک زیست محیطی سد شفارود در مرحله بهره برداری به روش تصمیم گیری چند معیاره

سد شفارود در 27 کیلومتری شهر هشتمدر در استان گیلان واقع شده است. ساخت این سد با هدف بهره برداری آن جهت تامین آب شرب و کشاورزی مناطق پایین دست شهرهای رضوان شهر و پره سر و آب مصرفی صنایع چوکا و تولید انرژی برقابی به انجام رسیده است. در این

مطالعه نخست ریسکهای ناشی از سد شفارود در مرحله بهره برداری شناسایی و طبقه بندی گردید. بدین منظور ابتدا منابع مولد ریسکهای زیست محیطی، تکنیکی، ایمنی و بهداشت شغلی ناشی از مرحله بهره برداری سد شناسایی و سپس با استعانت از روش تحلیلی TOPSIS اولویت بندی گردید. [11]

ارزیابی نقش فرهنگ و رفتار ترافیکی در بهبود ایمنی و روانسازی حمل و نقل و تصمیم سازی چند منظوره AHP

در کشور ما، آمار مرگ و میر ناشی از تصادفات رانندگی بسیار رقت بار و تاسف انگیز است. اصولاً حوادث، علت نخست مرگ و میر در سنین زیر 40 سال بوده و در صدر آن حوادث ترافیکی قرار دارد. عواملی همچون نحوه رانندگی، قوانین راهنمایی و رانندگی و نظارت بر اجرای آنها، وضعیت ایمنی جاده ها، کیفیت خودروها، و فرهنگ عابری و سرنشینان خودروها در بالا رفتن آمار مربوط به تلفات انسانی موثرند. در این تحقیق، اهمیت و نقش فرهنگ و رفتار ترافیکی در بهبود ایمنی و روانسازی حمل و نقل مورد ارزیابی واقع شده است. در میان عوامل انسانی دخیل در امر خطیر رانندگی، عواملی چون میزان آشنایی رانندگان با علائم راهنمایی و رانندگی و میزان احترام به قوانین ترافیکی، میزان آشنایی با فرهنگ صحیح عبور و مرور، تاثیر مسائلی همانند خستگی، بی خوابی و اثر مواد مخدر، عوامل محرک های اجتماعی و روانی، کیفیت آموزش های رسانه ای به آحاد مختلف، نقش و تاثیر مجریان قوانین راهنمایی و رانندگی و تاثیر عوامل ایمنی جاده ای و امداد رسانی در سوانح از اهم فاکتورهای تاثیر گذار و نقش آفرین در شکل گیری پدیده «فرهنگ و رفتار ترافیکی» است که هر کدام از این عوامل به تفکیک در این نوشتار مورد بررسی قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی، توانایی برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است که امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسائل دارد، در این تحقیق نیز فرآیند AHP در تصمیم سازی جهت بهسازی رفتار و فرهنگ ترافیکی بررسی شده است. آنالیز و تحلیل مساله نیز به کمک نرم افزار Expert Choice و بر اساس تکنیک فرآیند یاد شده، صورت پذیرفته است. نتایج حاصل از تحلیل و ارزیابی نشان می دهد که از بین تدابیر و سیاستهای مختلف جهت بهسازی رفتار و فرهنگ ترافیکی در راستای بهبود ایمنی و روانسازی حمل و نقل، عنصر «آموزش و فرهنگ سازی در میان اقشار مختلف جامعه» با وزن و اولویت نسبی نزدیک به 50٪ بیشترین سهم را در میان مولفه های دیگر دار است. [12]

استفاده از رویکرد تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) در مدیریت محیط زیست

مدیریت محیط زیست روشی برای نظارت زیست محیطی است که تمامی جنبه های اکولوژیکی، سیاست گذاری، برنامه ریزی و توسعه های اجتماعی را در بر می گیرد. تصمیم گیری در پروژه های محیط زیستی پیچیده می باشد و این امر اصولاً به دلیل مبادلات اساسی بین عوامل اقتصادی، بوم شناسی، محیط زیستی، اجتماعی و سیاسی است. انتخاب استراتژی های اصلاحی مناسب برای مکان های آلوده اغلب شامل معیارهای چندگانه دیگری مانند: توزیع سود و هزینه، تاثیرات زیست محیطی جمعیت های مختلف، ایمنی، ریسک های اکولوژیکی و ارزش های انسانی می باشد. عموماً "بهینه کردن مسائل با توجه به یک تابع هدف، مورد توجه مدیران بوده، حال آن که امروزه با در نظر گرفتن چندین معیار، به مسائل بهینه سازی، توجه بیشتری شده است به طوری که گاه این معیارها با هم متضاد می باشند. روش های آنالیز

تصمیم‌گیری چند معیاره در واکنش به عدم توانایی افراد در تجزیه و تحلیل فرآیند‌های چند گانه، تحول یافته‌اند. روش مورد استفاده در این پژوهش، مطالعات کتابخانه‌ای و جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی بوده که در آن به معرفی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) و کاربردهای ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیر در مدیریت محیط زیست پرداخته شده است. [13]

استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به منظور انتخاب روش مناسب برای استخراج سنگهای گرانیت خراسان

جنوبی

سنگهای ساختمانی در ایران از تنوع زیادی برخوردارند که بهره‌برداری بهینه از این ذخایر می‌تواند نقش مهمی در تولید ناخالص ملی و اقتصاد کشور ایفا نماید. لذا می‌توان گفت که استخراج مطلوب این سنگ‌ها از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. برای این منظور روش‌های مختلفی نیز توسعه یافته‌اند که انتخاب مناسب‌ترین روش برای استخراج هر یک از انواع سنگ‌های ساختمانی، هدف بهره‌برداران می‌باشد. هدف این تحقیق انتخاب روش مناسب برای استخراج سنگهای ساختمانی گرانیتی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی است. انتخاب روش مناسب از میان روش‌های موجود یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره بوده که در ابتدا می‌بایست معیارهای موردنظر مشخص شده و سپس با توجه به این معیارها، روش مناسب انتخاب گردد. در این مقاله روش‌های معمول استخراج سنگهای ساختمانی با توجه به معیارهای مختلف از قبیل میزان سود ناخالص، ایمنی، مرغوبیت و کاهش اثرات نامطلوب زیست‌محیطی، ضایعات و کاهش زمان استخراج با استفاده از روش AHP مورد بررسی قرار گرفته است. [14]

2-3- مقالات لاتین

استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور ترکیب هزینه و ایمنی

به دنبال معرفی مختصری از ارزیابی ایمنی سواحل دریایی، تصمیم‌گیری در خصوص مسائل ایمنی مربوطه مورد بحث واقع شده است. در این مقاله، مدلی جدید از ترکیب هزینه و ایمنی تشریح و با یک مثال اثبات گردیده و سه نوع روش از تصمیم‌گیری چند معیاره برای ترکیب هزینه و ایمنی ارائه شده است. مسئولیت قوانین ایمنی سواحل دریایی از دپارتمان سلامت و ایمنی (HSC) و روش‌های اجرایی آن از انجمن سلامت و ایمنی (HSE)، به عنوان تنها تصویب‌کننده قوانین ایمنی سواحل دریایی گرفته شده است. [15]

ارزیابی ریسک ایمنی با استفاده از فرایند سلسله مراتبی AHP در برنامه ریزی و بودجه بندی پروژه های ساختمانی

ریسک‌های مهم پروژه‌های ساختمانی اغلب در بین ساختمان‌سازها مورد بحث می‌باشد. ریسک‌های سلامت و ایمنی در لیست ریسک‌های مهم پروژه‌های ساختمانی از زمانی وارد شد که صنعت ساخت و ساز با میزان بیشتری از جراحات و مرگ در مقایسه با سایر صنایع مواجه شد. در مدیریت پروژه‌های ساختمانی، ارزیابی ریسک ایمنی، مرحله مهمی در معرفی خطرات بالقوه و ارزیابی ریسک‌های که با این خطرات ارتباط دارند، می‌باشد. رتبه بندی ریسک‌های ایمنی در خلال ارزیابی ریسک و در مراحل همچون برنامه ریزی، بودجه بندی و

مدیریت ریسک های ایمنی ضروری است. در این مقاله از چارچوب ارزیابی ریسک ایمنی براساس تئوری هزینه ایمنی (COS) و فرایند سلسله مراتبی AHP استفاده شده است. مهمترین نتیجه از مدل پیشنهادی، ارائه یک روش پایدار برای رتبه بندی ریسک های ایمنی در پروژه های ساختمانی به منظور برنامه ریزی عقلایی بودجه و تنظیم اهداف واقعی با در نظر گرفتن مسائل ایمنی می باشد. [16]

استفاده از روش AHP برای انتخاب تجهیزات ایمن در ماشین آلات صنعتی

ماشین آلات ایمن، مهم ترین نقش در ایمنی فردی در هر محیط کاری را دارا است. ایمنی تجهیزات اغلب منجر به بالا رفتن ایمنی ماشین آلات می گردد. انتخاب تجهیزات ایمنی، یک روش تصمیم گیری چند معیاره است. در این مقاله، یک روش سیستماتیک جهت انتخاب روش اندازه گیری ایمنی با هدف کاهش خطرات صنعت ماشین آلات، ارائه می گردد. این روش در ابتدا خطرات ماشین آلات را دسته بندی کرده، سپس تجهیزات ایمنی کاربردی را معرفی و یک لیست جامع شامل 15 فاکتور مفید برای قضاوت در خصوص مناسب بودن تجهیزات ایمنی ارائه می دهد. مقایسه میزان اهمیت معیارها با مدل AHP انجام می گردد. مزایای این مدل، سرعت رتبه بندی گزینه ها و انتخاب بهترین و مناسب ترین تجهیز برای ماشین ارائه شده می باشد. در پایان، یک مثال کاربردی برای اثبات استفاده از نتایج مدل ارائه شده، آمده است. [17]

استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به منظور بررسی ایمنی ترافیک جاده

در این مقاله، به منظور دستیابی به فاکتورهای تاثیرگذار بر ایمنی ترافیک جاده و جلوگیری از خطرات بالقوه، روش AHP پیشنهاد شده است. ابتدا با استفاده از این روش، وزن علل تصادفات ناشی از ترافیک جاده ای محاسبه، سپس فاکتورهای تاثیرگذار بر ایمنی ترافیک جاده ای رتبه بندی شده است. نتیجه تحقیقات نشان داد که فاکتورهای مربوط به راننده، بخش بزرگی از علل تصادفات ترافیکی است و از بین این فاکتورها، سرعت بیشترین وزن را دارد. در پایان چندین توصیه پیش گیرانه پیشنهاد شده که نقش راهنما برای بهبود ایمنی ترافیک جاده ای دارد. [18]

استفاده از AHP برای رتبه بندی فرآیندهای سیستم مدیریت ایمنی

در این مقاله از روش سلسله مراتبی برای رتبه بندی فرآیندهای راهنمای BS8800 جهت سیستم مدیریتی سلامت و ایمنی صنعت ساختمان کشور هنگ کنگ استفاده شده است. از آنالیز واریانس نیز برای مقایسه تفاوت سه نوع مختلف از بنگاه های سرمایه گذاری ساختمان استفاده گردیده که عبارتند از: سرمایه گذاری گروهی (JV)، سرمایه گذاری خوب (WE) و کوچک و سبک متوسط (SME). این مطالعه با بررسی 32 بنگاه سرمایه گذار ساختمانی، JV و SME را پیشنهاد می کند که قادر هستند همکاری قوی تری را در خصوص کاربرد سیستم مدیریت ایمنی ایفا کنند. همچنین نتایج نشان داد که آموزش ایمنی مهمترین مساله در این سه دسته می باشد. زمانی که تفاوت های فی مابین این سه گروه مورد توجه قرار گیرد، این رتبه بندی می تواند به منظور راهنمایی برای اجرای استاندارد مدیریت ایمنی BS8800

در بنگاه های سرمایه گذار در هنگ کنگ مورد استفاده واقع شود. [19]

تحلیل سلسله مراتبی به منظور انتخاب استراتژی تعمیرات و نگهداری

بیشتر شرکت ها فکر میکنند که تعمیرات و نگهداری هزینه است. برای این شرکت ها فعالیت های تعمیراتی، تنها نقش تصحیح کننده در شرایط استثنایی حادث شده را دارد. امروزه این دیدگاه مورد قبول نیست زیرا، بررسی اجزاء بحرانی همچون کیفیت، محصول، ایمنی تجهیز و هزینه های بخش تعمیرات نشان میدهد که 15 تا 70 درصد از هزینه های تولید شامل هزینه های ناشی از این موارد می باشند. لذا مدیران مجبورند که بهترین سیاست تعمیرات و نگهداری را برای هر تجهیز یا سیستم از بین گزینه های ممکن انتخاب کنند. این مقاله کاربرد AHP را برای انتخاب بهترین استراتژی تعمیرات و نگهداری در یکی از مهمترین پالایشگاه های نفت ایتالیا استفاده می کند. در این خصوص، پنج گزینه مهم مورد توجه می باشند: جلوگیری از اتفاق، آشکارسازی اتفاق، شرایط رخداد، تصحیح و تعمیرات به موقع. بهترین سیاست تعمیرات و نگهداری بایستی برای هر تسهیل در پالایشگاه که در حدود 200 عدد دستگاه می باشند، اتخاذ گردد. این ماشین ها پس از بررسی روشهای اجرایی داخلی پالایشگاه، در سه گروه دسته بندی می شوند. سپس با استفاده از تکنیک AHP و با استفاده از مقایسات زوجی، استراتژی های تعمیراتی رتبه بندی می گردند. به منظور تایید اثربخشی روش AHP، آنالیز حساسیت نیز استفاده شده است. [20]

استفاده از فرایند سلسله مراتبی به منظور تصمیم گیری در قضاوت ماهرانه در بحث زیرساخت تعمیرات و نگهداری

راه آهن

در این مقاله از فرایند تصمیم گیری AHP و فرایند مدیریت ریسک و ایمنی استفاده شده است. خطرات و ریسک موجود در صنعت راه آهن مورد تحلیل قرار گرفته، سپس با مدل تصمیم گیری رتبه بندی شده است. [21]

استفاده از تصمیم گیری فازی در رتبه بندی شاخص های کیفی سیستم ایمنی

در این مقاله از روش FUZZY AHP استفاده و مساله در ساختار 4 سطحی نشان داده شده است. در اولین سطح، شاخص های کلیدی، در سطح دوم، معیارهایی نظیر ایمنی، هزینه و مسئولیت اجتماعی و در سومین سطح، زیرمعیارها مثل تکنولوژی، نیروی انسانی، سازمان و فاکتورهای محیطی و در چهارمین سطح، شاخص های کلیدی زیر معیارها آمده است. از مقایسات زوجی برای تحلیل معیارها و زیر معیارها استفاده و نتایج زیر حاصل شده است: ایمنی در کار مهمترین معیار و دو معیار هزینه و مسئولیت اجتماعی در رده های بعدی قرار گرفته اند. در خصوص ریسک ایمنی، نیروی انسانی و سازمان مهم بوده و در شاخص های کلیدی زیر معیارها، بیشترین اهمیت مربوط به ایمنی در بخش نیروی انسانی و اثربخشی منابع ایمن در بین فاکتورهای محیطی به عنوان مهمترین شاخص ها شناخته شده اند. [22]

✚ بررسی کاربرد MCDM در ارزیابی ایمنی دریا

ایمنی دریایی یک موضوع بحرانی و جذاب برای دانشگاهیان، کارشناسان و سیاستمداران است. مقالات متعددی در این زمینه موجود است ولیکن بیشتر آنها از روشهای تصمیم گیری MCDM استفاده نکرده اند. در حالی که کیفیت نتایج اخذ شده از داده ها با استفاده از روش MCDM حاصل می شود. در بخش اول مقاله، کاربرد MCDM در موضوع ایمنی دریا ارائه می شود. سپس چارچوبی برای کاربردهای جامع تر نیز ارائه می گردد. در پایان نیز یک مثال گویا از انتخاب تجهیز ایمنی مناسب نشان داده شده و مورد بحث قرار می گیرد. این مقاله، استفاده از تکنیک های MCDM را در محیط دریایی، برای پایه ریزی استفاده از آنها همانند روشهای رسمی ارزیابی ایمنی (FSA) ارائه می کند. اگرچه این تکنیک ها به طور گسترده ای در مسائل مربوط به ایمنی به کار رفته ولیکن در مقالات مربوط به مطالعات دریایی، بسیار کم از روش MCDM استفاده شده است. لذا کاربرد آنها هم در تحقیقات دانشگاهی و هم در زندگی واقعی، جرقه خوبی برای استفاده بیشتر در تحقیقات آتی می باشد. در مقالات دریایی، محققان از روش های متنوعی استفاده می کنند و روشهای دشواری را به منظور تصمیم گیری و انتخاب به کار می برند و فقط در پاره ای از موارد از ابزارهای MCDM استفاده شده است. موضوع ایمنی هسته اصلی مهندسی دریا است. محققان و بنیان گذاران این علم مجبورند که قانون های ایمنی را در این علم وارد کنند. انتظار می رود که قوانین ایمنی موجب کاهش خطرات و افزایش قابلیت اطمینان سیستم دریایی گردد. همه کارهای روزمره بایستی به طور پیوسته تحت منشور ایمنی باشند. نه تنها ایمنی بلکه هزینه، رقبا و امنیت و حفاظت محیط دریایی معیارهایی هستند که تصمیمات این صنعت را مورد تاثیر خود قرار می دهند. در اولین بخش مقاله روی ایمنی به عنوان مفهومی مهم و استفاده از MCDM تمرکز شده است و سپس روی مدل های تصمیم گیری توجه می گردد که این فرآیند با یک مطالعه موردی و یک مثال دنبال می شود. [23]

✚ کاربرد تکنیک MCDM در مدیریت ایمنی جاده ها

این مقاله به طور مبسوط در بخش چهارم تحقیق ترجمه شده است. [24]

4- کاربرد تکنیک MCDM در مدیریت ایمنی جاده ها

4-1- چکیده

با افزایش اختراهای ایمنی جاده ها، تمرکز محققین ایمنی جاده بر علل تصادف یا جراحت نسبت به آمار و ارقام آن بیشتر می شود. شاخص عملکرد ایمنی (SPIS) ارتباط مستقیمی با تعداد تصادف یا مجروحان حاصل از تصادف دارد. اندازه گیری ایمنی جاده تنها با یک شاخص قابل دسترسی نیست و تلفیقی از شاخص های عملکرد ایمنی جاده برای تصمیم گیری در خصوص افزایش ایمنی جاده ها لازم و ضروری می باشد. بنابراین یک سیستم پشتیبانی جهت تصمیم گیری مناسب لازم است تا به کمک آن بتوان شاخص ها را تلفیق نموده و به نتیجه مطلوب رسید. در این مقاله استفاده از روش MCDM در مدیریت ایمنی جاده به کار برده شده و دو مطالعه موردی در این خصوص با استفاده از MCDM ارائه می گردد.

روش پیشنهادی، یک سیستم خبره تصمیم‌گیری به منظور ارزیابی عملکرد ایمنی جاده، برای نمونه مورد مطالعه از کشورهای اروپایی را فراهم کرده و شاخص‌های ایمنی را در جاده‌ها رتبه‌بندی می‌نماید. اهمیت به کارگیری این روش برای بالا بردن کیفیت و بهبود سیستم مدیریت ایمنی و پشتیبانی مالی برای نگهداری تعمیرات و بهبود ایمنی جاده می‌باشد.

4-2- مقدمه

در طول دهه‌های گذشته مطالعات در خصوص ترافیک جاده‌ها افزایش داشته که به دلیل افزایش مشکلات ترافیکی می‌باشد. مطابق آمار جهانی سالانه 1.2 میلیون نفر در تصادف‌های جاده‌ای کشته و حدود 50 میلیون زخمی می‌شوند. در کنار آمار بدست آمده از تصادفات و تلفات، به فاکتورهای ریسک نیز بایستی توجه گردد. در پایان این مقاله در نظر است که الگویی جهت بالا بردن سطح ایمنی جاده‌ها در کشور داشته باشیم.

توسعه اقتصادی و ساختاری در جامعه فعلی براساس بهبود مستمر در حمل و نقل امکان‌پذیر است. با پیشرفت ارتباطات و حمل و نقل کالا و افراد، سیستم حمل و نقل یکی از بخش‌های بسیار مهم و موثر در ارتباطات اجتماعی اقتصادی شده است. مسلماً استفاده از تکنولوژی‌های جدید بدون هزینه نخواهد بود و هزینه‌هایی اعم از آلودگی محیطی، استرس و بدتر کردن کیفیت هوا خواهند داشت که همه و همه مستقیماً با سیستم حمل و نقل مدرن مرتبط است. بالاتر از این، حمل و نقل هرچقدر افزایش یابد به همان ترتیب اثرات منفی روی ایمنی بالا می‌رود و موجب کاهش عمر بشر و افزایش جراحات احتمالی جدی خواهد شد.

همانند همه سیستم‌هایی که بشر هر روز با آن سروکار دارد، ترافیک جاده‌ای بیشترین پیچیدگی و خطرات را از منظر تصادفات جاده‌ای نسبت به سایر مدل‌های حمل و نقل (ریلی هوایی و دریایی و غیره) دارد. در دهه‌های گذشته رشد سریع در ترافیک جاده‌ای موجب افزایش مسائل و مشکلات ایمنی همانند تصادفات جاده‌ای، مرگ‌های نابهنگام و نقص فیزیکی و فیزیولوژیکی افراد شده است. این مورد نه تنها روی کاهش کارایی افراد و زندگی شخصی قربانیان اثر می‌گذارد بلکه سبب استرس‌های مالی و احساسی زیادی برای میلیون‌ها نفر می‌شود. در بیشتر کشورها، بالا رفتن هزینه خدمات سلامتی باعث تحمیل 1 تا 3٪ از رشد ناخالص ملی (GDP) به این موضوع شده است. نتیجتاً جراحات و تلفات امروزه یکی از مهمترین موضوعات سلامت عمومی است که به منظور مقابله و جلوگیری اثربخش، نیاز به توجه بیشتری دارد.

بهترین بینش نسبت به ایمنی جاده با مطالعه اطلاعات موجود و مقایسه داده‌ها با موضوعات دیگر ایجاد می‌گردد. امروزه این مقایسه در بخش ایمنی جاده عمدتاً روی داده‌های تصادف متمرکز است. برای مثال، تعداد تلفات جاده‌ای نسبت به کل افراد را به عنوان سطح ایمنی جاده در هر کشور معرفی می‌کنند، ولیکن این مقایسه قادر نیست که میزان ایمنی جاده را نشان دهد. بنابراین کشورها باید سطوح جزئی تری را نیز مقایسه کنند.

تعداد زیادی از متدهای استراتژیک به منظور سازماندهی شاخص‌های ایمنی برای بالا بردن بهره‌وری ایمنی جاده وجود دارند. در این مقاله از MCDM در مدیریت ایمنی جاده و استفاده از روش‌های مختلف آن، به منظور بالا بردن عملکرد ایمنی جاده استفاده شده است.

3-4- بررسی کلی

MCDM یکی از معروفترین شاخه های تصمیم گیری است. این روش در واقع یکی از مدل های تحقیق در عملیات (OR) می باشد که در خصوص مسائل تصمیم گیری با توجه به معیارهای اثرگذار بر تصمیم بحث می کند. مدل های سطح بالاتر تصمیم گیری به عنوان روش های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) نامیده می شود. MCDM نیز به دو مورد تصمیم گیری چند هدفه (MODM) و تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) تقسیم می شود.

MODM زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که فرایند تصمیم گیری پیوسته باشد. یک مثال عمومی آن مسائل برنامه ریزی ریاضی با تابع هدف چندگانه است. از طرف دیگر MADM روی مسائلی که گسسته هستند متمرکز است. در چنین مسائلی مجموعه ای از گزینه های تصمیم پیش بینی شده است. نکاتی در خصوص گزینه ها و شاخص ها (یا معیارها و اهداف) در قسمت بعدی آمده است.

- گزینه ها

گزینه ها بیانگر انتخاب های موجود برای تصمیم گیرنده هستند. معمولاً تعداد گزینه ها محدود و بین چندین گزینه تا هزاران گزینه می باشد. فرض بر این است که گزینه ها قابل ارائه، دسته بندی و مرتب سازی بر اساس اهمیت هستند.

- شاخص های چندگانه

هر مساله MADM شامل چندین شاخص می باشد. شاخص ها به اهداف یا معیارهای تصمیم گیری اطلاق می گردد. شاخص ها ابعاد متفاوتی از گزینه ها را بیان می کنند. برخی از شاخص ها، شاخص های اصلی هستند که خود شامل چندین زیر شاخه می باشند و به همین ترتیب یک درخت تصمیم ایجاد می گردد. اگرچه برخی از روش های MADM، شاخص های سلسله مراتبی دارند، برخی دیگر تنها یک سطح از شاخص ها را دارا می باشند.

- مراحل کلی تصمیم گیری چند معیاره

سه مرحله برای آنالیز گزینه ها در فرایند تصمیم گیری بایستی انجام شود:

تعیین گزینه ها و شاخص های مناسب

انتساب اندازه کمی، عددی مطابق با میزان اهمیت معیارها با توجه به اثر گزینه ها روی معیارها

فرایند رتبه بندی گزینه ها

- تکنیک های رتبه بندی گزینه ها

مدل جمع وزنی: بیشترین استفاده از روش جمع وزنی (WSM) در مسائل تک بعدی استفاده می گردد.

مدل فرآیند وزنی: روش مذکور (WPM) با روش WSM مشابه است. اختلاف عمده این دو روش با هم این است که به جای جمع از ضرب استفاده می گردد.

روش فرآیند سلسله مراتبی (AHP): این روش مخصوص مسائل سلسله مراتبی است.

روش AHP بازنگری شده: به علت عدم سازگاری که در روش AHP اتفاق می افتد در سال 1983 توسط بلتن و گیر این روش

پیشنهاد گردید.

روش الکتیره: بر اساس مقایسات زوجی بین گزینه ها برای هر کدام از معیارها انجام می گیرد.

روش تاپسیس (TOPSIS): انتخاب براساس گزینه ای که حداقل فاصله با ایده آل مثبت و حداکثر فاصله با ایده آل منفی دارد، انجام می شود.

روش تاپسیس فازی: با تلفیق عدم قطعیت از این روش استفاده می شود.

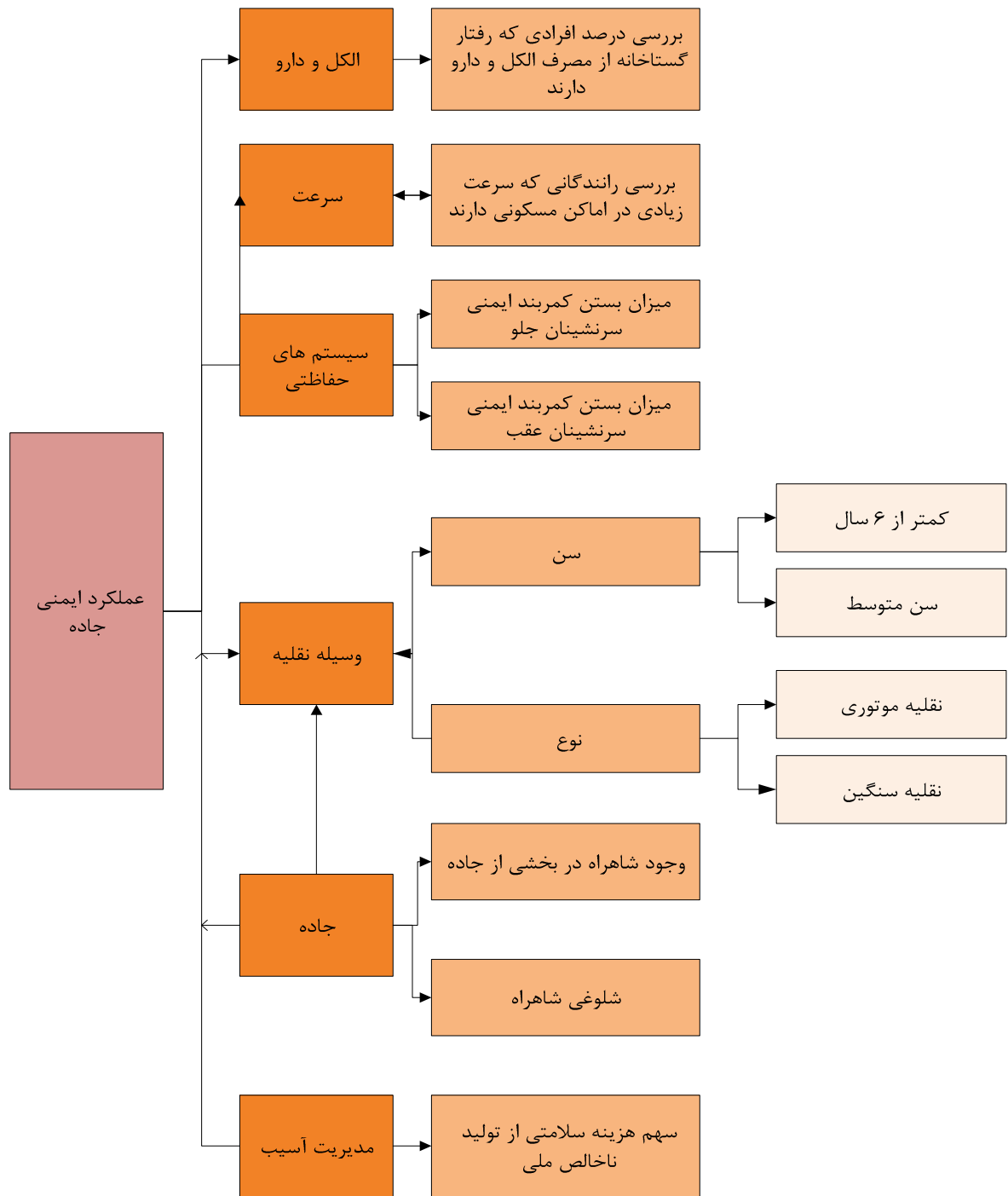
روش تاپسیس فازی سلسله مراتبی: در صورت وجود زیر معیارها و ایجاد سلسله مراتب معیارها، از این روش استفاده می گردد.

4-4- مطالعه موردی

دو مطالعه موردی انجام گردیده است که در مطالعه اول، از روش تاپسیس فازی برای ارزیابی عملکرد ایمنی جاده استفاده و در مطالعه دوم از روش تاپسیس برای رتبه بندی فاکتورهای ایمنی جاده استفاده شده است.

∇ ارزیابی عملکرد ایمنی جاده با استفاده از تاپسیس فازی سلسله مراتبی

به منظور ارزیابی ایمنی جاده با یک شاخص نمی توان به نتیجه رسید و ترکیبی از شاخص های عملکرد ایمنی جاده لازم است تا براساس تلفیق آنها تصمیم گیری انجام شود. بدین منظور نیاز به سیستم پشتیبانی مناسبی جهت تصمیم گیری می باشد. در این مطالعه موردی از روش تاپسیس فازی به منظور ترکیب شاخص های ایمنی (SPI) استفاده شده است. استفاده از تعداد رخداد به ازاء هر میلیون ساکن یک مقیاس مناسب می باشد. مطالعه موردی در خصوص کشورهای اروپایی انجام شده است. درخت سلسله مراتبی شاخص ها به صورت زیر می باشد:



مقایسه نتایج استفاده از مدل تاپسیس فازی، با توجه به سهولت به کار گیری این مدل برای مقایسه تعداد زیادی از شاخص های ارزیابی عملکرد و نهایتاً "تصمیم اخذ شده از بین آنها، نشانگر برتری این روش نسبت به روش های دیگر است.

۷ رتبه بندی فاکتورهای ایمنی جاده با استفاده از روش TOPSIS

در این مطالعه مهندسان تلاش می کنند که شاخص های ایمنی جاده را یافته و آنها را با توجه به اثر آنها روی شدت و میزان تصادف جاده ها، رتبه بندی کنند. در این مطالعه ابتدا شاخص های ایمنی جاده در کشورهای مختلف جستجو می شود و سپس نویسنده سوالاتی را فراهم می آورد که این سوالات توسط متخصصین و خبرگان ایمنی جاده جواب داده می شود. این سوالات براساس اثر شاخص ها روی میزان و شدت تصادفات جاده ای بنا شده است. بعد از آن، داده ها طی فرآیند داده کاوی جمع آوری گردیده، سپس شاخص ها با استفاده از مدل TOPSIS رتبه بندی می شوند. نتایج رتبه بندی به شرح زیر است:

1. درصد رانندگانی که از کمربند ایمنی استفاده می کنند
2. درصد رانندگانی که بیشتر از سرعت استاندارد رانندگی می کنند
3. درصد جاده هایی که با پلیس پوشش داده می شوند
4. میانگین زمان آمدن پلیس به صحنه تصادف
5. درصد استفاده از ایربگ و ترمز ABS
6. درصد نقاط پرخطر و از بین رفته در جاده ها
7. میزان تخصیص بودجه مالی جاده ها
8. هزینه نگهداری تعمیرات و ایمنی پروژه های جاده ای
9. درصد پوشش شاهراه ها و اتوبان ها با دوربین مدار بسته
10. درصد آموزش سالیانه رانندگان و افراد پیاده
11. درصد پوشش جاده بوسیله اورژانس های استاندارد
12. تعداد ایستگاههای اورژانس پزشکی در هر هزار کیلومتر
13. میانگین زمان رسیدن تیم پزشکی به نقطه حادثه
14. درصد مرگ و میر ناشی از تصادفات در حین انتقال به مرکز پزشکی
15. تعداد وسیله نقلیه نجات به ازاء هر هزار کیلومتر جاده
16. زمان متوسط آموزش معلمان و دانش آموزان در خصوص ایمنی جاده

4-5- نتیجه گیری

به منظور ارزیابی عملکرد، از ترکیب شاخص ها به عنوان ابزار مفیدی به جهت تحلیل مسائل استفاده می گردد. در این مطالعه روی متد تصمیم گیری چند معیاره برای ترکیب شاخص های ایمنی جاده تمرکز شده است. در این بحث، دو مطالعه موردی مورد توجه قرار گرفت که اولین مطالعه مربوط به جمع بندی اطلاعات متخصصین به صورت بیانی و منعکس کردن اطلاعات آنها در ساختار سلسله مراتبی طبقه بندی شده به

عنوان شاخص های تصمیم گیری بود و ارزش استفاده از روش جدید تاپسیس فازی سلسله مراتبی به عنوان سیستم پشتیبانی خبره تصمیم گیری جهت ارزیابی عملکرد ایمنی جاده، ثابت گردید.

مطالعه دوم در خصوص رتبه بندی شاخص های عملکرد ایمنی با روش TOPSIS بود. در این مطالعه 16 شاخص رتبه بندی شده ایمنی جاده حاصل گردید که نشان می دهد کدام شاخص اول و دارای بالاترین اهمیت است که صرف هزینه برای آن ارزشمند و سودمند بوده و برای چه شاخصی نباید هزینه صرف نمود و در جمع شاخص ها از اهمیت کمتری برخوردار است.

این مقاله استفاده از متد MCDM در بحث ایمنی جاده و حمل و نقل، به منظور رتبه بندی شاخص های ایمنی در جاده را نشان می دهد که با این روش مهندسان می توانند برای افزایش کیفیت ایمنی و بالابردن ایمنی در جاده ها، به دسته بندی و رتبه بندی شاخص ها پردازند.

5- منابع و مواخذ

[1]- جلوداری، بهرام " آشنایی با نیازمندی های سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای OHSAS 18801 و راهنمای استقرار یک سیستم OH & S بر اساس استاندارد BS8800 " انتشارات آزاده، 1383.

[2]- جلو داری، بهرام " سیستم ارزیابی ایمنی و بهداشت حرفه ای بر اساس استانداردهای بین المللی OHSAS 18001 " انتشارات آزاده، چاپ سوم، 1383.

[3] Bail Y C. "Managerial Factors Related to Safety Program Efevtiveness" Profesional Safety. AUG. 1997.

[4] - علیزاده، سید شمس الدین و یزدانی، رضا " ارزیابی فرهنگ ایمنی با استفاده از مدل تغییر فرهنگ " ماهنامه کار و جامعه، شماره 108، خرداد 88، ص 128-135.

[5]- کارزار جدی وند، رضا " ارگونومی و کاربرد آن " نشریه روش، شماره 74، ص 48-54.

[6]- سایت رسمی ایمنی و بهداشت (HSE)، " www.imeni.com ".

[7]- عطایی، محمد " تصمیم گیری چند معیاره " انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، چاپ اول، 1389.

[8]- خشایی پور، مرتضی و خطیب زاده، آرمین و همکاران " ارائه مدلوزی نیازسنجی و امکان سنجی احداث پیاده راهها (مطالعه موردی: خیابان شهید دکتر آیتدر منطقه 8 شهرداری تهران) " دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، 1391.

[9]- حیم اف، کامران و حاجعلی، مجتبی " ارائه مدلی جهت شناسایی نقاط پرحادثه در جاده های بین شهری با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره " ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، 1390.

[10]- شهرکی، علیرضا و علیزاده، مجید و مرادی، معصومه " ارزشیابی ریسک در محیط های کاری با استفاد از یک مدل چند معیار فازی " هفتمین همایش سراسری بهداشت حرفه ای، 1390.

[11]- جوزی، سیدعلی و ثابت رودسری، سوره اسمعیلی " ارزیابی ریسک زیست محیطی سد شفارود در مرحله بهره برداری به روش تصمیم

گیری چند معیاره " دومین کنفرانس بین المللی سلامت، ایمنی و محیط زیست، 1388.

[12]- پور معلم، ناصر و تیموری، حمید " ارزیابی نقش فرهنگ و رفتار ترافیکی در بهبود ایمنی و روانسازی حمل و نقل و تصمیم سازی چند

منظوره AHP " هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، 1385.

[13]- شناور، بامشاد و حسینی، سیدمحمد و اورک، ندا " استفاده از رویکرد تصمیم گیری چند معیاره (MCDA) در مدیریت محیط زیست "

دومین کنفرانس بین المللی سلامت، ایمنی و محیط زیست، 1388.

[14] - حسین آبادی، مهدی و آریافر، احمد و میکائیل، رضا " استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به منظور انتخاب روش مناسب برای

استخراج سنگهای گرانیت خراسان جنوبی Fulltext " سی امین گردهمایی علوم زمین، 1390.

[15] J B Yang, J Wang et al, "Multiple Criteria Decision Analysis Applied Safety and Cost Synthesis" Journal of Safety Research, 2013.

[16] Aminbakhsh, Saman and Gunduz, Murat and Sonmez, Rifat "Safety risk assessment using analytic hierarchy process during planning and budgeting of construction projects" Department of Civil Engineering, 2013.

[17] Caputo, Antonio and Pelagagge, Pacifico and Salini, Paolo "AHP-based methodology for selecting safety devices of industrial machinery" Department of Mechanical, Energy and Management Engineering, 2013.

[18] Computational Sciences and Optimization (CSO) "An AHP Method for Road Traffic Safety" Forth International Joint Conference, 2011.

[19] Chan, Alan and W.y.Kwok and Duffy, Vincent "Using AHP for determining Priority in safety management system" Industrial Management and Data Systems, 2004.

[20] M. Bevilacqua and M, Braglia "The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection " Reliability Engineering and System Safety, 2000.

[21] Soderholm, Piter and Nystrom, Birre "The Analytic Hierarchy Process for decision-making and expert judgment in railway infrastructure maintenance" International Railway Safety Conference, Sweden, 2009.

[22] Savic, Suzana and Stankovic, Miomir and Janackovic, Goran "Fuzzy AHP Ranking of Occupational Safety System Quality Indicators" The Ministry of Education and Science, 2012.

[23] Schinas, Orestis "Examining the use and application of Multi-Criteria Decision Making Techniques in Safety Assessment"

[24] Tatari, Ashkan and Rahimi, Milad et al, "Implementation of MCDM Method in Road Safety Management" International Conference on Transport, Civil, Architecture and Environment engineering, 2012.

MCDM در مدیریت ریسک

تهیه کننده: علی رفیعی

"توجه محققین در دهه های اخیر معطوف به مدل های چند معیاره (MCDM)¹ برای تصمیم گیری های پیچیده گردیده است. در این تصمیم گیری ها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش ممکن است استفاده گردد. این مدل های تصمیم گیری به دو دسته عمده تقسیم می گردند. مدل های چند هدفه MODM² و مدل های چند شاخصه MADM³ به طوری که مدل های چند هدفه به منظور طراحی به کار گرفته می شوند. در حالی که مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می گردند." ⁱ

مدل های MADM معمولاً برای انتخاب گزینه برتر از بین چند گزینه موجود استفاده می شوند. ماتریس زیر را در نظر بگیرید:

شاخص ها	C ₁	C ₂	.	.	.	C _n
گزینه ها						
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	.	.	.	a _{1n}
A ₂	a ₂₁	a ₂₂	.	.	.	a _{2n}
.
.
.
A _m	a _{m1}	a _{m2}	.	.	.	a _{mn}

این ماتریس که به آن ماتریس تصمیم گیری میگوئیم. یکی از اصلی ترین داده های یک مسئله MADM است. در این ماتریس a_{ij} نشان دهند ارزش شاخص j ام برای گزینه i ام است.

انواع شاخص ها:

شاخص ها به دو دسته کلی تقسیم می شوند.

1- شاخص های کمی

در ماتریس تصمیم گیری در MADM میبایست کلیه a_{ij} ها به صورت کمی ارائه شوند. لذا به منظور کمی نمودن شاخص های کیفی از روش های مختلفی استفاده می شوند. که در این جا به دو روش طیف ساعتی و طیف لیکرت به اجمال می پردازیم:

1- روش طیف ساعتی:

در این روش از اعداد 1 تا 9 به منظور نشان دادن وضعیت شاخص استفاده می شود. لذا عدد 9 برای خیلی زیاد و عدد 1 برای خیلی کم، برای شاخص های مثبت و بالعکس عدد 9 برای خیلی کم و عدد 1 برای خیلی زیاد، برای شاخص های منفی استفاده می شود. در این روش از اعداد زوج برای نشان دادن حد فاصل بین دو مقدار کمی استفاده می شود.

نوع شاخص	1	3	5	7	9
مثبت	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد

¹ Multi Criteria Decision Making
² Multi Objective Decision Making
³ Multi Attribute Decision Making

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	منفی
---------	----	-------	------	-----------	------

در این روش از اعداد زوج برای نشان دادن حد فاصل بین دو مقدار کیفی استفاده میشود . بطور مثال :

نوع شاخص	1	2	3	4	5	6	7	8	9
مثبت	خیلی کم	نسبتا کم	کم	اندکی کم	متوسط	اندکی زیاد	زیاد	نسبتا زیاد	خیلی زیاد
منفی	خیلی زیاد	نسبتا زیاد	زیاد	اندکی زیاد	متوسط	اندکی کم	کم	نسبتا کم	خیلی کم

2- روش طیف لیکرت

در این روش به جای اعداد 1 تا 9 از اعداد 1 تا 5 استفاده می شود .

نوع شاخص	1	2	3	4	5
مثبت	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
منفی	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم

دومین نکته ای که در MADM می بایست رعایت شود بی مقیاس سازی اعداد ماتریس تصمیم گیری است . و این کار به این منظور انجام می شود که اعداد در ماتریس تأثیر یکسانی در نتیجه نهایی داشته باشند .

روش های بی مقیاس سازی :

1- روش مستقیم : در این روش هر درایه به مجموع ستونی همان درایه تقسیم میشود و جایگزین می شود .

$$n_{ij} = a_{ij} / \sum a_{ij} \text{ برای معیار های مثبت}$$

$$n_{ij} = 1/a_{ij} / \sum 1/a_{ij} \text{ برای معیار های منفی}$$

2- روش خطی : در این روش هر درایه به ماکزیمم (می نیمم) ستونی همان درایه تقسیم میشود و جایگزین می شود .

$$n_{ij} = a_{ij} / \text{Max } a_{ij} \text{ برای معیار های مثبت}$$

$$n_{ij} = a_{ij} / \text{Min } a_{ij} \text{ برای معیار های منفی}$$

3- روش نرم : در این روش هر درایه به مجموع ریشه دوم مجذور ستونی همان درایه تقسیم میشود و جایگزین می شود .

$$n_{ij} = a_{ij} / \text{SQRT}(\sum a_{ij})^2 \text{ برای معیار های مثبت و منفی}$$

معرفی روش های حل مسائل MADM

برای حل مسائل MADM روش های زیادی ارائه شده اند . که به دو دسته اصلی جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می شوند:

1. روش های جبرانی در این روش ها ضعف در یک شاخص در سایر شاخص ها جبران می شود .

1-1- روش SAW میانگین وزنی ساده شده

1-2- روش TOPSIS روش شباهت به گزینه ایده آل

1-3- روش AHP تحلیل سلسه مراتبی

1-4- روش برنامه ریزی توافقی

1-5- روش VIKOR راه حل توافقی و بهینه سازی چند معیاره

1-6-روش تخصیص خطی

1-7-روش ELECTRE روش حذف و محاسبه با واقعیت

1-8-روش ANP توسعه یافته روش AHP است.

2-روش های غیر جبرانی

در این روش ها ضعف در یک روش در سایر شاخص ها جبران نمی شود

2-1-روش تسلط

2-2-روش ماکسی مین MaxMin

2-3-روش ماکسی ماکس MaxMax

2-4-روش هوریتز Huritz

2-5-روش رضایتبخش شمول

2-6-روش جایگشت

ارزیابی و مدیریت ریسک

"پیچیده تر شدن سیستم های جامعه امروزی از یک طرف و الزامات سیستم های کنترل کیفی از سوی دیگر لزوم ارزیابی تجزیه و تحلیل و مدیریت ریسک را به وضوح نشان می دهد. " ii

تعریف ریسک: ریسک عبارت است از احتمال اینکه یک عمل باعث زیان و یا خروجی های ناخوشایند گردد. تقریباً بیشتر اعمال انسان حاوی ریسک است اگرچه برخی از این اعمال ریسک بیشتری دارند.

ریسک در ایمنی: عبارت است از احتمال بوجود آمدن آسیب یا صدمه برای انسان که ایمنی انسان را به خطر می اندازد. برای تحلیل ریسک های ایمنی روش های زیادی بوجود آمده اند که در اینجا به اختصار به برخی از این روش ها می پردازیم.

" روش های کیفی آنالیز ریسک

آنالیز مقدماتی ریسک PHA⁴

مطالعه خطر و قابلیت عملیاتی HAZOP⁵

آنالیز حالات بالقوه خرابی و تجزیه و تحلیل اثرات آن FMEA⁶

روشهای تجزیه و تحلیل درختی

روش تجزیه و تحلیل درخت خطا FTA⁷

روش تجزیه و تحلیل درخت رویداد ETA⁸

روش تجزیه و تحلیل اثرات و پیامد CCA⁹

روش درخت ریسک غفلت مدیریت MORT¹⁰

⁴ Preliminary Hazard Analysis

⁵ Hazard And Operability Study

⁶ Failure Mode and Effect Analysis

⁷ Fault Tree Analysis

⁸ Event Tree Analysis

⁹ Cause Consequence Analysis

¹⁰ Management Oversight Risk Tree

روش درخت ریسک ایمنی غفلت مدیریت¹¹ SMORTⁱⁱⁱ

روش استفاده از مل سازی ریاضی جهت کاهش ریسک

استفاده از تصمیم گیری با معیار های چند گانه در مدیریت ریسک

استفاده از تصمیم گیری با هدف های چند گانه در مدیریت ریسک

در این بخش از تحقیق به معرفی یک مقاله که از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی برای مدیریت ریسک استفاده کرده است می پردازیم .

عنوان مقاله :

بهره گیری از تحلیل سلسله مراتبی فازی جهت ارزیابی ریسک رفتار خطرناک در محیط کار

دکتر عبدالحمید اشراق جهرمی

مژده رسولی پور خامنه

ژینوس روشندل

چکیده

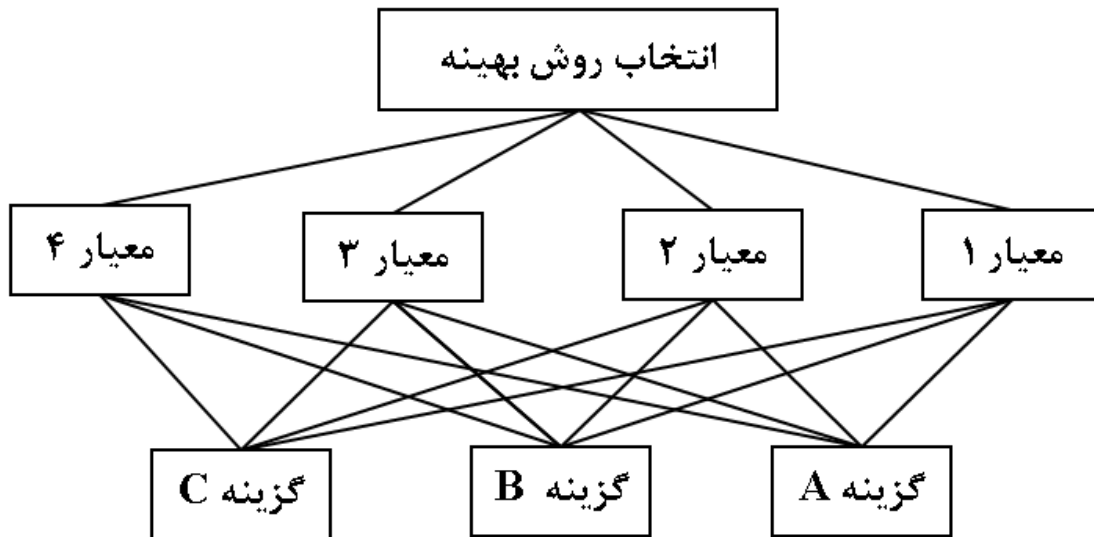
"مدیریت ایمنی یکی از مهمترین عناصر در حفظ و ارتقاء وضع جسمی، روانی و اجتماعی کارکنان همه مشاغل به عالی ترین درجه ممکن و پیشگیری از بیماری های شغلی می باشد. در این راستا، سیستم های ایمنی در محیط کار جهت ارزیابی و کنترل پارامترها و عوامل موثر در مدیریت ایمنی بکارگرفته می شوند. با توجه به آن که گزینه های متعدد به همراه معیارهای گوناگون در حوزه سیستم جهت تعیین اولویت و اهمیت هر یک از این معیارها مناسب (AHP) های ایمنی مطرح است، استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به نظر می رسد. لیکن عدم توانایی در اندازه گیری دقیق متغیرها و معیارهای سیستم به عنوان یکی از محدودیت های بحث مدیریت ایمنی مطرح است. لذا استفاده از ساختار اعداد فازی می تواند بعنوان روشی کار آمد در محاسبات "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی" حل مسئله بکار گرفته شود. در این مقاله ضمن مروری بر خصوصیات "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی" و مفاهیم آن، نسبت به اصلاح، بهبود و توسعه یکی از مدل های ارائه شده بمنظور تخمین میزان ریسک رفتار خطرناک 2 در محیط کار اقدام شده و یافته های آن در قالب یک مطالعه موردی، به مرحله اجرا درآمده است."^{iv} در این مقاله ابتدا به معرفی تکنیک تحلیل سلسله مراتبی پرداخته است .

2- (AHP): مفاهیم اصلی روش تحلیل سلسله مراتبی

"اولین گام در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نشان دادن شکل درختی مساله است که در آن هدف ها، معیارها و گزینه ها نشان

داده شده است. همانطور که در شکل (1) می بینید سطح اول هدف مسئله، سطح دوم معیارهای گوناگون و سطح سوم گزینه های هدف را در بر دارد. بر این اساس باید هر یک از گزینه ها به صورت زوجی مطابق هر معیار با هم مقایسه شوند به عبارت دیگر ماتریس مقایسه زوجی برای گزینه ها نسبت به هر معیار تشکیل می گردد. از سوی دیگر معیارها خود نیز به صورت زوجی مقایسه و ارزیابی می شوند.

شکل (1): نمایش ساده گرافیکی یک مساله فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با 4 معیار و 3 گزینه



در شکل فوق درخت سلسله مراتبی ارائه شده است. "iv"

در ادامه راجع به چگونگی محاسبه وزن معیارها توضیحاتی ارائه شده است.

3- روش های محاسبه وزن در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

"محاسبه وزن در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در دو بخش مجزا بحث می شود:

وزن نسبی

وزن نهایی

وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی به دست می آید حال آنکه وزن نهایی رتبه نهایی هر گزینه است که از تلفیق وزن های نسبی محاسبه می شود. بدین صورت است که از مجموع حاصلضرب معیارها در وزن گزینه ها به دست می آید.

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می گردد، سپس با استفاده از این ماتریس وزن نسبی عناصر محاسبه می گردد. "iv"

در بخش بعدی راجع به منطق فازی صحبت شده است که مرتبط با موضوع این مقاله نیست. در پایان با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی به بررسی ریسک می پردازد.

"در این قسمت چگونگی استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای تعیین سطح ریسک رفتار خطرناک سیستم کاری نشان داده می شود:

گام 1: شناسایی فاکتورها و زیر فاکتورهای به کار رفته در مدل

گام 2: تشکیل ساختار سلسله مراتبی و سطوح چند گانه آن بر اساس فاکتورها و زیر فاکتورها

گام 3: تعیین اوزان نسبی با استفاده از مقایسه زوجی مبتنی بر اعداد فازی، شکل (2) و جدول 1

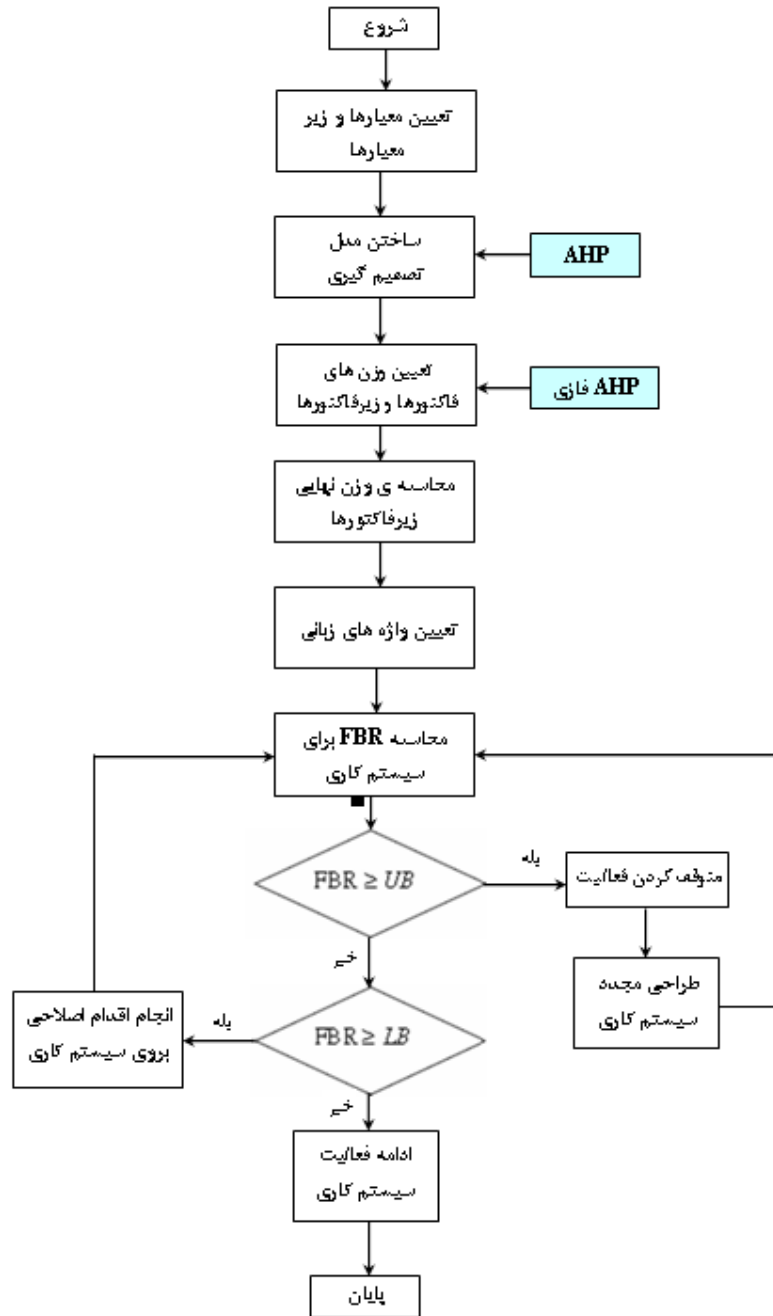
گام 4: محاسبه اوزان نهایی برای زیر فاکتورها که از ضرب کردن وزن نسبی زیر فاکتورها در وزن نسبی فاکتور مربوطه بدست می آید.

گام 5: اندازه گیری زیرفاکتورها بر اساس معیار مقایسه چنگ. توابع فازی مطابق شکل (3) و جدول (2) می باشند.

25 و بیشینه (LB) با مقادیر مرزی کمینه FBR سیستم کار با استفاده از اوزان نهایی زیر فاکتورها و سپس مقایسه FBR

گام 6: محاسبه FBR سیستم کار با استفاده از اوزان نهایی زیر فاکتورها و مقایسه FBR با مقادیر مرزی کمینه و بیشینه و چنانچه FBR کمتر از مقدار کمینه باشد عملکرد سیستم مورد قبول است. "iv"

کلیات روش کار در شکل زیر ارائه شده است.



منابع :

ⁱ تصمیم گیری چند معیاره دکتر محمد جواد اصغر پور (1377)

ⁱⁱ ارزیابی و مدیریت ریسک مهندس قراچورلو (1384)

ⁱⁱⁱ ارزیابی و مدیریت ریسک مهندس قراچورلو (1384)

^{iv} دکتر عبدالحمید اشراق جهرمی ، مزده رسولی پور خامنه ، ژینوس روشندل

MCDM و برون سپاری

تهیه کننده: علیرضا رنجبر

1- تصمیم گیری با معیارهای چندگانه

1-1- آشنایی با تصمیم گیری با معیارهای چندگانه

تصمیم گیری با معیارهای چندگانه (MCDM)¹ یک زیر رشته از علم تحقیق در عملیات² می باشد، که به طور مشخص با معیارها و ضوابط چندگانه در محیط های تصمیم گیری مواجه است. از زندگی روزمره گرفته تا تصمیمات حرفه ای و خاص، عموماً معیارهای چندگانه و متناقضی وجود دارند که جهت تصمیم گیریها نیاز به محاسبه و بررسی آنها داریم. معمولاً هزینه یا قیمت یکی از معیارهای اصلی می باشد. مقیاس کیفیت نیز معمولاً معیار دیگری است که با هزینه متضاد است. در خرید یک خودرو هزینه، راحتی، ایمنی و مصرف سوخت می توانند برخی از معیارهای اصلی باشند که ما با آن مواجه هستیم. این غیر عادی است که راحت ترین و ایمن ترین خودرو، ارزان ترین نیز باشد. در مدیریت دارایی ها³، ما می خواهیم که سود بالایی کسب کنیم ولی در عین حال ریسکهایمان را کاهش دهیم. به همین صورت، دارایی هایی که پتانسیل کسب سود بالایی داشته باشند معمولاً دارای ریسک زیان بالایی هستند. در صنایع خدماتی، رضایت مشتری و هزینه ارائه خدمت دو معیار متناقض هستند که مدیریت آنها پرفایده خواهد بود.^[1]

در زندگی روزانه، معمولاً معیارهای چندگانه را به صورت ضمنی وزن دهی میکنیم و ممکن است با پی آمد این تصمیمات که صرفاً بر اساس درک شخصی و ضمنی بوده است خرسند باشیم. از طرف دیگر، وقتی ریسک زیاد است سازماندهی درست و صحیح مساله و محاسبه شفاف معیارهای چندگانه دارای اهمیت زیادی است. در تصمیم گیری برای احداث یا عدم احداث یک نیروگاه اتمی و محل احداث آن، نه تنها مسایل خیلی پیچیده معیارهای چندگانه را متاثر می سازند، بلکه طرفهای مختلفی که از پی آمد آن متاثر هستند نیز بر این معیارها اثر گذارند.

ساختار بندی خوب مسایل پیچیده با معیارهای چندگانه به طور صریح به تصمیمات بهتر و آگاهانه تر منجر خواهد شد. از آغاز علم تصمیم گیری با معیارهای چندگانه مدرن در اوایل دهه ی 1960 میلادی پیشرفت های مهمی صورت پذیرفته است. یک گوناگونی و تنوع در روشها و دیدگاههای تصمیم گیری توسعه یافته است که بسیاری از آنها به وسیله نرم افزارهای تخصصی تصمیم گیری^[2] به کارگیری شده است.

1-2- اصول، مفاهیم و تعاریف تصمیم گیری با معیارهای چندگانه

تصمیم گیری با معیارهای چندگانه به ساختار بندی و حل تصمیم و مسایل برنامه ریزی که معیارهای چندگانه را شامل می شوند می پردازد و هدف آن کمک به تصمیم گیری افرادی است که با اینگونه مسایل مواجه هستند. برای اینگونه مسایل تقریباً یک راه حل بهینه یکتا وجود ندارد و لذا ضروری است از اولویت های تصمیم گیرندگان برای متمایز نمودن جوابها استفاده گردد.

"حل کردن" می تواند به صورتهای مختلف تفسیر شود. یک تفسیر به معنای انتخاب بهترین گزینه از میان مجموعه ای از گزینه های موجود است (وقتی که "بهترین" به عنوان "ارجح ترین گزینه" یک تصمیم گیرنده معنی می شود). تفسیر دیگر "حل کردن" می تواند به معنای انتخاب مجموعه کوچکی از گزینه های خوب و یا گروه بندی گزینه ها به گروه های ترجیحی متفاوت باشد. نهایتاً یک تفسیر دیگر "حل کردن" می تواند یافتن تمامی گزینه های کارآمد یا غیر مسلط باشد (که به زودی آن را تعریف خواهیم نمود).

دشواری یک مساله به خاطر وجود بیش از یک معیار و یا ضابطه برای تصمیم گیری است. بدون ترکیب اطلاعات اولویت، دیگر یک جواب بهینه یکتا برای مساله ی MCDM بدست نخواهد آمد. غالباً مفهوم جواب بهینه با دسته ای از جوابهای غیرمسلط جایگزین می شود. خاصیت یک جواب غیرمسلط این است که نمیتوان از آن جواب به جواب دیگر جابجا شد مگر آنکه حداقل یک معیار را نادیده گرفت. بنابراین برای تصمیم گیرنده منطقی است که جواب را از میان دسته ی غیرمسلط انتخاب نماید. در غیر این صورت تصمیم گیرنده می تواند گزینه هایی که در برخی و یا همه معیارها بهتر هستند انتخاب کند و گزینه هایی که در هر کدام از معیارها بدتر است انتخاب ننماید. به هر حال عموماً مجموعه جوابهای غیر مسلط بزرگتر از آن است که به عنوان انتخاب نهایی تصمیم گیرنده ارایه شود. از این رو ما به ابزارهایی نیاز داریم که به تصمیم گیرنده برای تمرکز بر جوابها یا گزینه های ارجح کمک نماید.

MCDM از دهه 1970 میلادی یک زمینه فعال تحقیقاتی بوده است^[3]. چندین سازمان مرتبط با MCDM

وجود دارند به نامهای:

-جامعه بین‌المللی تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه^۱

-گروه کاری اروپا برای MCDM^۲

-بخش MCDM اینفرمز^۳

دانش تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در بسیاری از زمینه‌ها به ویژه بخشهای زیر کاربرد دارد:

- ریاضیات
- تئوری تصمیم‌رفتاری^۴
- اقتصاد
- تکنولوژی رایانه
- مهندسی نرم‌افزار
- سیستمهای اطلاعاتی^۵

1-3- گونه شناسی

طبقه‌بندی‌های متفاوتی از روشها و مسایل تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه وجود دارد. یک طبقه‌بندی مهم در مسایل MCDM بر اساس مشخص یا مبهم بودن جواب‌ها است:

- مسایل ارزیابی با معیارهای چندگانه^۶: در این گونه مسایل گزینه‌های جواب به تعدادی معین که از همان ابتدای فرآیند حل مساله مشخص شده‌اند محدود شده است. هر گزینه به وسیله کارایی آن در معیارهای چندگانه مشخص می‌شود. مساله می‌تواند به عنوان یافتن بهترین گزینه برای یک تصمیم‌گیرنده یا انتخاب یک دسته از گزینه‌های خوب تعریف شده باشد. همچنین ممکن است طبقه‌بندی یا رتبه‌بندی جوابها نیز مدنظر باشد.
- مسایل طراحی با معیارهای چندگانه^۷: در این مسایل گزینه‌های جواب به طور آشکار شناخته شده نیستند و یک گزینه (جواب) می‌تواند به وسیله‌ی حل یک مدل ریاضی ایجاد شود. در این مسایل

¹ International Society on Multi-criteria Decision Making

² Euro Working Group on MCDA

³ INFORMS Section on MCDM

⁴ Behavioral decision theory

⁵ Information systems

⁶ Multiple-criteria evaluation problems

⁷ Multiple-criteria design problems (multiple objective mathematical programming problems)

تعداد گزینه ها یا نامحدود است و قابل شمارش نیست (هنگامی که برخی متغیرها پیوسته هستند) و یا غالباً قابل شمارش اما بسیار زیاد هستند (هنگامی که همه متغیرها گسسته هستند).

در یک مساله چه از نوع مساله ارزیابی باشد و چه از نوع مساله طراحی باشد، اطلاعات اولویت بندی تصمیم گیرنده مورد نیاز است تا به وسیله آن بین جوابها تمایز ایجاد گردد. روشهای حل مسایل MCDM عموماً بر پایه‌ی نظم اطلاعات اولویت بندی که از تصمیم گیرنده بدست می آید استوار است.

روشهایی وجود دارد که اطلاعات اولویت های تصمیم گیرنده را در ابتدای فرآیند نیاز دارد و مساله را با این داده‌ها اساساً به یک مساله با یک معیار تبدیل می کند. این روشها بوسیله‌ی "ساختار بندی قبلی اولویتها"¹ عمل می کنند. روشهای بر پایه‌ی برآورد یک تابع مقدار² یا بکارگیری مفهوم "روابط غیر رتبه‌ای"³، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی⁴ و برخی روش های بر پایه نقش تصمیم⁵ تلاش می کنند تا مسایل ارزیابی با معیارهای چندگانه را با استفاده از ساختار بندی قبلی اولویتها حل نمایند. به طور مشابه روشهایی نیز برای حل مسایل طراحی با معیارهای چندگانه توسعه یافته‌اند که با ساخت یک تابع مقدار بوسیله‌ی ساختار بندی قبلی اولویتها اینگونه مسایل را حل می نمایند.

بعضی روشها اطلاعات اولویت های تصمیم گیرنده را در میان فرآیند حل نیاز دارند. این روشها، روشهای تعاملی یا روشهایی با "ساختار بندی تدریجی اولویتها" نامیده میشوند. این روش ها برای هر دو گروه مسایل ارزیابی و طراحی معیارهای چندگانه به خوبی توسعه داده شده‌اند. مسایل طراحی با معیارهای چندگانه غالباً به جواب مدل های برنامه ریزی ریاضی نیاز دارد تا جوابهای مبهم و نامرئی را آشکار نماید. همچنین برای این نوع مسایل ممکن است یک تقریب از جوابهای کارآمد مفید باشد. این طبقه که از آن به عنوان "ساختار بندی موخر اولویت ها" یاد می شود به ورود تصمیم گیرنده در فرآیند حل مساله پس از آشکار سازی صریح جواب های مورد علاقه دلالت دارد.

¹ prior articulation of preferences

² value function

³ outranking relations

⁴ Analytical Hierarchy Process (AHP)

⁵ decision rule-based methods

MCDM روشهای 4-1

روشهای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه زیر موجود هستند که بسیاری از آنها توسط نرم افزارهای تخصصی تصمیم گیری به کار گرفته شده اند:

- Aggregated Indices Randomization Method (AIRM)
- Analytic hierarchy process (AHP)
- Analytic network process (ANP)
- Data envelopment analysis
- Decision EXpert (DEX)
- Dominance-based rough set approach (DRSA)
- ELECTRE (Outranking)
- The evidential reasoning approach (ER)
- Goal programming
- Grey relational analysis (GRA)
- Inner product of vectors (IPV)
- Measuring Attractiveness by a categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)
- Disaggregation – Aggregation Approaches (UTA*, UTAIL, UTADIS)
- Multi-Attribute Global Inference of Quality (MAGIQ)
- Multi-attribute utility theory (MAUT)
- Multi-attribute value theory (MAVT)
- New Approach to Appraisal (NATA)
- Nonstructural Fuzzy Decision Support System (NSFDSS)
- Potentially all pairwise rankings of all possible alternatives (PAPRIKA)
- PROMETHEE (Outranking)
- Superiority and inferiority ranking method (SIR method)
- Technique for the Order of Prioritisation by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
- Value analysis (VA)
- Value engineering (VE)
- VIKOR method^[4]
- Fuzzy VIKOR method^[5]
- Weighted product model (WPM)
- Weighted sum model (WSM)

2- برون سپاری

2-1- تاریخچه

در دهه‌های 1950 و 1960 نگرش مشترک عبارت بود از تنوع بخشی به محصولات، گسترش شرکت و بهره‌مندی از مزایای اقتصادی مقیاس بزرگ. اما در دهه 1970 شرکت‌ها به این موضوع رسیدند که فاقد چابکی لازم برای رقابت پذیری هستند و به این موضوع اذعان شده است که شرکت‌های بزرگ و جهانی در بازار ناکارآمد می‌باشند. در دهه 1980 این ناکارآمدی با شروع رکود اقتصاد جهانی همراه شد و این اعتقاد توسعه یافت که علت ناکارآمدی شرکت‌ها پیوند و گسترش آنهاست. بنابراین اجماعی حاصل شد که استراتژی شرکتی باید سمت و سویی معکوس پیدا کند و شرکت‌ها برای افزایش انعطاف پذیری و خلاقیت بهتر است توان و تلاش خود را بر تعداد محدودی فعالیت متمرکز کنند.

در دهه ی 1980 میلادی تغییری در سبک مدیریت پدیدار شد بدین صورت که در استراتژی‌های تجاری ایده تجارت محوری به ایده غالب تبدیل شد و مشاوران، مدیران شرکت‌ها را ترغیب به استفاده از این خط مشی کردند و از اوایل دهه 1980 میلادی گرایش و تمایل عمومی شرکتها به ویژه در برخی حوزه‌های بازار در راستای کاهش میزان یکپارچگی عمومی بوده است.

در دهه 1990 استفاده از شبکه تأمین کنندگان مورد استفاده‌ی خودروسازان ژاپن قرار گرفت و از سوی خودروسازان غربی هم تقلید شد. پس از آن صنایع داروسازی از جمله صنایعی بودند که اقدام به کاهش سطوح یکپارچگی عمومی کردند و تمرکز خود را بر فعالیتهای تحقیق و توسعه و نیز توسعه‌ی برخی مراحل فرآیند تولید معطوف نمودند که ارزش آفرینی بالاتری نسبت به سایر فعالیت‌ها داشت و پس از آن صنایع الکترونیکی از جمله صنایعی بودند که در این مسیر گام برداشتند.

2-2- تعاریف برون سپاری

تعاریف مختلفی که از برون سپاری وجود دارد به صورت خلاصه در ذیل آمده است:

- برون سپاری عبارت است از واگذاری برخی فعالیتهای داخلی یک سازمان به تأمین کننده آن در بیرون از سازمان و واگذاری حق تصمیم‌گیری به تأمین کننده بیرونی بر اساس قرارداد. در واقع در برون سپاری علاوه بر واگذاری فعالیتها و عوامل تولید (کارکنان، تسهیلات، تجهیزات، فناوری و سایر تجهیزات)، اختیار تصمیم‌گیری (مسئولیت و حق تصمیم‌گیری در مورد فعالیتها) نیز در اغلب موارد واگذار می‌گردد.

- برون سپاری یعنی کالاها و خدماتی که قبلا در داخل سازمان تولید میشد، از دیگران خریداری شود و از خدمات آنها استفاده گردد.
- برون سپاری عبارت است از واگذاری بخشی از فعالیتهای محوری یا غیر محوری سازمان بر مبنای تصمیمات اخذ شده، که منجر به کاهش نرخ یکپارچه سازی عمودی میشود.
- برون سپاری عبارت است از واگذاری برخی از فعالیتهای تکراری و متناوب داخلی و نیز اختیارات تصمیم گیری شرکت به پیمانکاران خارج از آن در قالب یک قرارداد و یا تفاهم نامه.
- برون سپاری را می توان طراحی فعالیتهای به وسیله ارکان ثالث، قرارداد بستن کارا و سیستماتیک با سازمانهای بیرونی برای خرید فعالیتهای و یا درجه پایینی از یکپارچه سازی عمودی در یک زنجیره تأمین تعریف نمود.

3-2- دلایل برون سپاری

الف: دلایل سازمانی

1. بهبود و افزایش تمرکز بر صلاحیتهای بنیادی: سازمانها به برون سپاری به دید یک استراتژی تجاری می نگرند. این موضوع در مورد شرکتهای صاحب تکنولوژی پیشرفته ملموس تر است.
2. دستیابی به توانمندیها و امکانات در کلاس جهانی.
3. افزایش انعطاف پذیری در بلند مدت: افزایش انعطاف پذیری در مواجه شدن و پاسخگویی بهتر به تغییر شرایط بازار، تقاضای محصولات، خدمات و تکنولوژی از ملاحظات کلیدی اکثر شرکت ها به حساب می آید.
4. گام برداشتن سریع و شتاب گرفتن مزایای مهندسی مجدد.
5. افزایش بخش ها و وظایف (دگرگونی و تحول در سازمان).
6. توسعه فروش و امکانات کلیدی در گذر زمان، هنگامی که امکان فراهم کردن منابع مالی جهت چنین توسعهای فراهم نباشد.
7. کسب فرصتها و موقعیتهای تجاری بیشتر و دستیابی به بازارهای جدید به واسطه دسترسی به شبکهی تأمین کنندگان.
8. بهبود عملکرد عملیاتی همچون کیفیت بالاتر، افزایش بهره‌وری، زمان پیشبرد کوتاه تر، استفاده ی بهتر تجهیزات، افزایش خروجی ها و سود بیشتر.

9. دسترسی مناسب به بهترین تجربیات و کسب مهارت‌های جدید.
10. افزایش و شتاب بخشیدن به توسعه از طریق بهره‌برداری از سیستم‌ها، فرآیندها و توانمندی‌های توسعه یافته‌ی تأمین‌کننده.
11. دسترسی به خدمات جدید.
12. بهبود مدیریت و کنترل.
13. بهبود مدیریت ریسک.
14. تحصیل و کسب ایده‌های نوآورانه.
15. کسب وجهی تجاری مناسب به واسطه‌ی همکاری با پیمانکاران پیشرو.

ب: دلایل مربوط به امور مالی و هزینه‌ها

1. کاهش هزینه‌ها و قیمت تمام‌شده‌ی محصولات به واسطه دستیابی به تأمین‌کننده با عملکرد مناسب و هزینه‌های پایینتر.
2. ایجاد نقدینگی.
3. تغییر هزینه‌های ثابت به متغیرها.

ج: دلایل مرتبط با نیروی انسانی

1. بهره‌مندی از خبرگی نیروی انسانی متعلق به پیمانکاران.
2. متمرکز کردن توان و تعهد افراد بر فعالیتهای محوری.
3. حل مشکل (مثل مشکل پرسنلی و ...).

موارد بسیاری از موفقیت‌های برون‌سپاری در سراسر جهان گزارش گردیده است. به عنوان مثال شرکت بوئینگ طی قراردادی با چند شرکت، تامین ابزار و تجهیزات فنی مورد نیاز خود را به پیمانکار واگذار نموده و بدین ترتیب توانسته است تعدادی از انبارهای خود را تعطیل کند. شرکت نایک بزرگترین فروشنده کفشهای ورزشی در جهان، مالک هیچ کارخانه، دستگاه، ابزار و مستغلات عمده‌ای نیست. آنچه دارد نظام اطلاعات گسترده‌ای است که به هم می‌آمیزد و از آنها بهره‌برداری میکند. کامپک رایانه را خود طراحی میکند ولی تولید آنرا به شرکتی در کالیفرنیا سپرده است. شرکت صنعتی بوتان تعداد پرسنل خود را از 900 نفر به حدود 200 نفر کاهش داد ولی میزان فروش آن چندین برابر افزایش یافت. حدود 120 پیمانکار و بیش از هزار سرویسکار خدماتی و به همین تعداد نماینده فروش در شبکه این شرکت، کار تولید و فروش محصولات و همچنین ارائه خدمات را به عهده دارند

2-4- انواع برون سپاری

به طور کلی مسایل انتخاب تامین کننده بر دو نوع است:

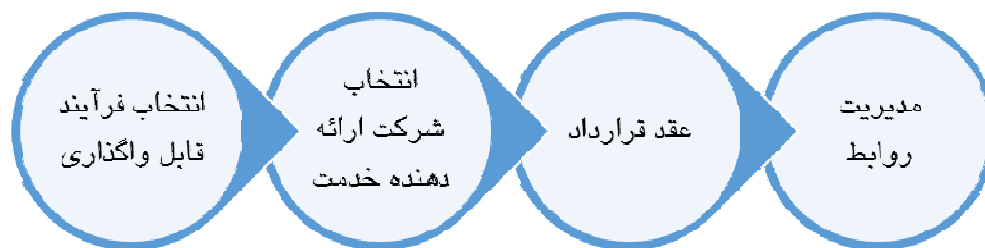
1. انتخاب تامین کننده هنگامی که هیچ محدودیتی ندارد. به عبارتی هر کدام از تامین کنندگان به تنهایی قادرند که نیاز های (احتیاجات) خریدار را از جمله میزان تقاضا، کیفیت، زمان تحویل و ... را برآورده سازند.
 2. انتخاب تامین کننده در حالتی که محدودیتهایی در ظرفیت تامین کننده، کیفیت محصول تامین کننده و ... وجود دارد. به عبارتی یک تامین کننده به تنهایی قادر به برآورد احتیاجات خریدار نمی باشد و خریدار به اجبار باید بخشی از تقاضای خود را از یک تامین کننده و بخش دیگر تقاضایش را از تامین کننده دیگر به منظور جبران کمبود ظرفیت یا کیفیت پایین تامین کننده اول برآورده سازد.
- در خصوص مورد اول یک تامین کننده می تواند تمام نیاز خریدار را برآورده سازد، (منبع یابی منفرد) که در این حالت مدیریت تنها یک تصمیم اتخاذ می کند و اینکه کدام تامین کننده، بهترین است. در حالی که در مورد دوم، هیچ کدام از تامین کنندگان بتنهایی قادر نیستند که تمامی احتیاجات خریدار را برآورده سازند. بنابراین در این حالت بیشتر از یک تامین کننده باید انتخاب شود (منبع یابی چند گانه). در این حالت مدیریت باید دو تصمیم اخذ کند: اول اینکه کدام تامین کنندگان، بهترین هستند؟ و دوم، از هر یک از تامین کنندگان انتخابی چه مقدار باید خریداری کرد؟^[6]

3- برون سپاری و تصمیم گیری با معیارهای چند گانه

3-1- مراحل برون سپاری

برون سپاری موفق را می توان حاصل گذار از چهار مرحله دانست. در اولین مرحله شرکت به بررسی و نظارت فرآیندها، تجزیه و تحلیل کارایی آنها و ارزیابی آنچه باید برون سپاری شود، می پردازد. به عبارت دیگر تصمیم به برون سپاری یا تأمین داخلی یک فرآیند در این مرحله اتخاذ می شود. پس از مشخص شدن فرآیندهای قابل برون سپاری، نوبت به انتخاب تأمین کننده ای می رسد که صلاحیت انجام آن فرآیندها را داشته باشد. لازمه تحقق این مهم تجهیز شدن به ابزاری جهت ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان مختلف است. در گام بعدی، عقد قرارداد با تأمین کننده واجد شرایط مورد بررسی قرار می گیرد. هدف از این مرحله دستیابی سازمان به یک قرارداد برون

سپاری قابل اجرا است. سرانجام، سازمان برون سپار باید بتواند بر عملکرد شرکت ارائه دهنده خدمت نظارت کرده، نتایج را ارزیابی و مسائل احتمالی پیش رو را حل و فصل نماید.



به طور کلی آنچه که یک مدیر به هنگام تصمیم گیری در امور برون سپاری باید در نظر بگیرد، پاسخ به چهار سوال کلیدی زیر می باشد:

1. چرا برون سپاری؟ آیا سازمان شما در کل باید استراتژی برون سپاری را انتخاب کند یا خیر؟ منافع و ریسکهای آن چیست؟
2. کدام فعالیتهای سازمان شما چه فعالیتهایی را باید برون سپاری کند؟
3. به چه کسی؟ سازمان شما فعالیتهای انتخاب شده برای برون سپاری را باید به چه ارائه دهندگان خدمتی واگذار کند؟
4. چگونه؟ در سازمان شما پس از برون سپاری فعالیت ها چگونه باید اداره شود؟

2-3- انتخاب تامین کنندگان

در برخی از موارد به سادگی می توان با در نظر گرفتن چند معیار ساده تکلیف یک قلم را از نظر ساخت یا خرید روشن کرد، اما در مورد برخی از نیازمندی های سازمان، تعیین تکلیف ساخت یا خرید به سادگی و با یک برداشت اولیه ممکن نیست، در این حالت به استفاده از روشهای تصمیم گیری نیاز است که برای این مهم روشهای مختلفی توسعه یافته اند. بسیاری از سازمان ها در سراسر جهان نیز متناسب با مقتضیات خود و با ترکیب دو یا چند عامل تأثیرگذار روشهای تصمیم سازی ویژه ای ایجاد کرده اند. شایان ذکر است که حتی تست کردن ساخت یا خرید در مواردی نیز که به موضوع بدیهی و روشن به نظر می رسد نیز می تواند مهر تأییدی بر آن تصمیم تلقی

شود. مسئله ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان به طور اساسی یک مسئله تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است. از ویژگی های خاص این مسئله وجود معیارهای کیفی و کمی در ارزیابی است که امر تصمیم گیری را با دشواری و پیچیدگی خاصی همراه می سازد .

روشهای مختلفی برای انتخاب بهترین تامین کننده در برونسپاری فعالیتهای یک سازمان مورد استفاده قرار میگیرد اما در این میان میتوان از روشهای تحلیل سلسله مراتبی ، فرایند تحلیل شبکه‌ای، روشهای مبتنی بر مفهوم روابط غیررتبه‌ای همچون ELECTRE¹ تئوری مطلوبیت چند شاخصه²، مجموعه‌های فازی و مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی به عنوان رایج‌ترین روشها نام برد.^[7]

سوالی که در اینجا مطرح میگردد آن است که یک سازمان باید از کدام روش جهت انتخاب تامین کنندگان استفاده نماید؟ از آنجایی که این مساله به اهداف مختلفی اعم از تناسب داده‌ها³ و ساختار مسأله، عملی و اجرایی بودن روش، پذیرش تصمیم⁴ و غیره وابسته است، بایستی روش مناسب را از بین روشهای موجود انتخاب نمود. برخی از محققین بر این باورند که استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب بهترین روش موجود مفیدتر است. در این میان برخی از محققین نیز استدلال میکنند که استفاده از چنین رویکردی در انتخاب بهترین روش منجر به یک دور باطل میگردد.^[8]

در مطالعه‌ای با هدف انتخاب بهترین روش تصمیم گیری چند معیاره، یک بررسی از 29 روش تصمیم گیری چند معیاره مورد ارزیابی قرار گرفت. دستاورد این تحقیق دسته بندی 29 روش در قالب روشهای اولیه(مقدماتی)، روشهای معیار ترکیب انفرادی⁵، روشهای رتبه بندی و روشهای ترکیبی بود.^[9]

در ادامه این بخش ابتدا پیشینه تحقیقات قبلی در این حوزه را بیان مینماییم و سپس دو روش انتخاب تامین کنندگان بوسیله تکنیکهای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه را بیان مینماییم.

¹ Elimination Et Choice in Translating to Reality
² Multi Attribute Utility Theory (MAUT)
³ Appropriateness
⁴ Acceptance of Decision
⁵ Single Synthesizing Criterion Methods

3-3- پیشینه تحقیقات قبلی

اولین تحقیق در زمینه انتخاب تامین کنندگان به وسیله دیکسون در سال 1966 میلادی انجام شد. در این تحقیق یک پرسشنامه، مشتمل بر 23 معیار برای 273 نفر از مدیران و عوامل خرید 4 از آمریکا و کانادا ارسال و از آنها خواست معیارهای مشخص شده را در مقیاس صفر (غیر مهم)، تا چهار (بسیار مهم) رتبه بندی کنند.^[10]

همچنین در سال 1991 م. وبر و همکاران در یک مرور جامع در این زمینه، 74 مقاله را بررسی کردند که برخی از آنها فقط یک معیار (فقط هزینه) و برخی دو معیار (هزینه و کیفیت) و گروهی، چندین معیار را ذکر کردند. در این تحقیق وبر و همکاران تعداد مقالات را برحسب معیارهای دیکسون دسته بندی کردند.^[11]

هانگ و هایا به تجزیه و تحلیل خرید و تدارکات در سیستم تولید JIT پرداختند. آنها تقسیم یک مقدار سفارش بزرگ را بین تحویل دهندگان چندگانه یا تامین کنندگان چندگانه به منظور کاهش اندازه دسته سفارش مورد بحث قرار دادند.^[12]

قدسی پور و ابرین یک سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS) را به منظور کاهش تعداد تامین کنندگان ارائه کردند، آنها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه ریزی عدد صحیح مختلط در سیستم پشتیبانی تصمیمشان استفاده کردند.^[13]

قدسی پور و ابرین همچنین در مقاله دیگری، یک مدل برنامه ریزی خطی مختلط با AHP را توسعه دادند که می تواند به مدیران به منظور لحاظ کردن ویژگیهای کیفی و فاکتورهای کمی در فعالیت خرید و تدارکات، در قالب یک روش سیستماتیک کمک کند.^[14]

قدسی پور و ابرین در مقاله دیگر، یک مدل برنامه ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط را برای حل مسأله انتخاب تامین کننده در حالت منبع یابی چندگانه ارائه کردند که کل هزینه لجستیک را در نظر می گیرد.^[15]

کومار و دیگران از برنامه ریزی آرمانی فازی برای حل مسأله انتخاب فروشنده (تامین کننده) با اهداف چندگانه و پارامترهای فازی استفاده کردند. آنها از داده های دنیای واقعی برای نشان دادن اثربخشی مدل پیشنهادی استفاده کردند.^[16]

زعیم و همکاران در تحقیقی به منظور حل مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب تامین‌کنندگان، روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی¹ را پیشنهاد کردند. مطالعه موردی آنها، FAHP با روش غیر فازی قیاس شد و نتایج نشان داد که این روش، روش بهتری برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده است.^[17]

هانگ هونگ و همکاران، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی که تغییر در قابلیت‌های تامین‌کنندگان و نیازهای مشتری در طی دوره زمانی را لحاظ می‌کند، ارائه کردند. مدل ارائه شده برای انتخاب تامین‌کننده در صنعت کشاورزی کشور کره به کار گرفته شد.^[18]

چن و همکاران یک روش تصمیم‌گیری فازی را برای مسأله انتخاب تامین‌کننده در سیستم زنجیره تامین (تامین) ارائه کردند. آنها بیان داشتند که در طی سالهای اخیر تعیین تامین‌کنندگان مناسب در زنجیره تامین به عنوان مسأله قابل توجه استراتژیک تبدیل شده است.^[19]

باسنت و لونگ مسأله انتخاب تامین‌کننده را با لحاظ اندازه دسته سفارش² برای موجودی‌ها بررسی کردند. در این تحقیق تقاضای کالاها در افق برنامه‌ریزی مشخص است و هر کدام از کالاها را می‌توان از مجموعه‌ای از تامین‌کنندگان مورد تأیید خریداری کرد.^[20]

فرانکلین و های در مقاله تحقیقی خود یک روش جدید به نام فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی رأی‌گیری³ را برای انتخاب تامین‌کننده ارائه دادند. این روش یک روش وزن‌دهی جدید به جای مقایسه‌های زوجی AHP برای انتخاب تامین‌کننده بود. شایان ذکر است که این روش علاوه بر اینکه روش ساده‌تری نسبت به AHP است، اما رویکرد منظم اقتباس اوزان استفاده شده و نمره‌دهی به عملکرد تامین‌کنندگان را از دست نمی‌دهد.^[21]

جستجو برای تحقیقات داخلی انجام شده در حوزه انتخاب تامین‌کننده حاکی از وجود اندکی کار مکتوب در این زمینه بوده است که در ادامه عنوان می‌شود.

تیموری (1378) به تحقیقی تحت عنوان "توسعه مدل انتخاب تامین‌کنندگان و توزیع با نگرش مدیریت زنجیره تامین" پرداخت. در این تحقیق مجموعه‌ای از مدل‌های ریاضی در راستای بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تامین ارائه شد. محقق در این تحقیق، دو فعالیت عمده در مدیریت تامین را بررسی کرد و با توجه به شکافهای تحقیقاتی موجود به ارائه مدل ریاضی برای بهینه‌کردن آنها پرداخت. این دو فعالیت عمده عبارت بودند از انتخاب و ارتقای تامین‌کنندگان به عنوان عضوی در زنجیره تامین و توزیع اقلام موجود در یک انبار مرکزی از طریق انبارهای

¹ FHAP: Fuzzy Analytic Hierarchy

² Lot- Sizing

³ VHP: Voting Analytic Hierarchy Process

فرعی. در این تحقیق مدل‌های ریاضی یکپارچه ای برای انتخاب تامین کنندگان ارجح و ارتقای همزمان آنها، در صورت نیاز، ارائه شد. از سوی دیگر مدل ارائه شده به وسیله محقق مسأله توزیع بهینه اقلام را نیز در نظر گرفت.^[22]

ریاضی (1379) به تحقیقی تحت عنوان "طراحی یک رویه تصمیم گیری برای ارزیابی، انتخاب و توسعه تامین کنندگان در مدیریت زنجیره تامین" پرداخت. محقق ضمن تأکید بر اهمیت استراتژیک خرید در موفقیت یک شرکت، رویه ای گام به گام برای انتخاب تامین کننده ارائه داده. در این رویه، ارتباط انتخاب تامین کنندگان با استراتژیهای کلان شرکت نیز مد نظر قرار گرفت. از نقاط قوت این تحقیق می توان به دید فرایندی و یکپارچگی آن اشاره کرد. محقق فرایند انتخاب تامین کننده را از شناسایی تامین کنندگان بررسی کرد؛ سپس با توجه به معیارهای انتخاب شده، اقدام به دسته بندی آنها به تامین کنندگان مناسب، قابل توسعه و نامناسب نمود. در هر گام، در صورت نیاز به مدل‌های ریاضی، مدل موردنظر طراحی و به کار گرفته شده است.^[23]

گودرزی (1382) در تحقیقی تحت عنوان "طراحی مدل تصمیم گیری استراتژیک صنعتی زنجیره تامین قطعات در ابعاد تولید در مقیاس جهانی" به بحث در خصوص انتخاب تامین کننده استراتژیک جهانی در شرکت ایران خودرو پرداخت.^[24]

ریعه (1384) در تحقیقی تحت عنوان مدل‌سازی کنترل موجودی و برنامه ریزی سفارشات در حالت وجود چندین تامین کننده - مطالعه موردی: شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان" به بحث انتخاب تامین کننده مواد اولیه با لحاظ مباحثی از مدیریت موجودی و ترکیب بهینه مصرف این مواد برای مطالعه موردی خاص (واحد آگلومراسیون شرکت‌سهامی ذوب آهن اصفهان) پرداخت. در این تحقیق، ابتدا موجودی‌ها (مواد اولیه) با استفاده از روشهای طبقه بندی موجودیها (VED و ABC) طبقه بندی شد و دو نوع مواد اولیه به عنوان مهمترین مواد شناسایی و سپس مدل تامین این مواد با لحاظ هزینه های کل لجستیک، ویژگیهای تامین کنندگان و خریدار، همچنین لحاظ ترکیب بهینه مصرف طراحی گردید. ایشان یک مدل مینا (مدل قدسی پور و ابرین (2001) را لحاظ و 5 مدل دیگر ارائه داد. او که از بین این مدلها، دو مدل (از نوع برنامه ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط) را مناسب تشخیص داد و با داده های واقعی دو سال متوالی آزمون کرد، سپس مشخص شد که مدلها نسبت به هزینه واقعی عملکرد مطلوبی را نشان می دهند.^[25]

افسر، ریعه و صادقی مقدم (1385)، به تحقیقی تحت عنوان "بسط مدل کنترل موجودی ترکیبی با استراتژی انتخاب تامین کننده و رویکرد الگوریتم ژنتیک" پرداختند. آنها در این تحقیق به بسط مدل قدسی پور و ابرین (2001) با لحاظ محدودیت فضای انبار اجاره ای و استراتژی کاهش تعداد تامین کنندگان پرداخته و سپس

مدل پیشنهادی به کمک رویکرد الگوریتم ژنتیک و یک روش جستجوی الگو حل و نتایج تحقیق نشان می دهد که الگوریتم ژنتیک نسبت به روش جستجوی الگو از توانایی بالاتری در حل مدل برخوردار است.^[26]

ریعه و آرمان (1385) در تحقیقی تحت عنوان " طراحی مدل انتخاب تامین کننده در حالت دریافت آنی دریافت همزمان از تامین کنندگان و رویکرد کاهش تعداد تامین کنندگان" به بسط مدل قدسی پور وابرین (2001) (مدل مبنا) پرداختند، با فرض اینکه محموله های دریافتی از تامین کنندگان به دلایل شرایطی خاص به اجبار باید در ابتدای پریود سفارش دریافت شده و برای حالت های خاصی که مدل قدسی پور و ابرین قابل کاربرد نباشد، به کار آید. همچنین در این تحقیق به ایجاد تغییراتی در مدل مبنا در قالب کاهش محدودیت پرداخته شد.^[27]

هوشمندی ماهر (1385)، در تحقیقی تحت عنوان " طراحی مدل ریاضی انتخاب تامین کننده با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره، مطالعه موردی: فروشگاه زنجیره ای شهروند" پرداخت. محقق رویکردی یکپارچه را برای انتخاب تامین کننده و سهمیه بندی تقاضا « شهروند بین آنان ارائه داد. محقق به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، به طراحی مدلی می پردازد که همزمان از توانمندی های دو تکنیک تصمیم گیری چند معیاره، یعنی فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) و برنامه ریزی خطی چند هدفه صحیح مختلط سود برده است. خروجی این مدل، انتخاب مناسب ترین تامین کنندگان برای برآوردن تقاضای اقلام انتخاب شده، به همراه میزان سهمیه آنان، با توجه به اهداف مورد نظر می باشد.^[28]

با مرور ادبیات تحقیق مشخص شد که در منبع یابی منفرد، مدل های MCDM (مدل های نرم) قابل کاربرد بوده و در این خصوص از تکنیک AHP بیشتر و از سایر مدل های MCDM استفاده کمتری شده است.

3-4- روش Topsis فازی برای انتخاب یک تامین کننده منفرد

در روش های MCDM کلاسیک، وزن معیارها و عملکرد هر گزینه نسبت به هر معیار با اعداد قطعی نشان داده می شود. با مرور پیشینه تحقیقات در زمینه انتخاب تامین کننده این نتیجه حاصل شده است که مقالاتی که از روش های MCDM استفاده کرده اند، بیشتر از تکنیک متداول AHP استفاده کرده و در موارد کمتری از سایر روشها برای مسائل انتخاب تامین کننده (مسأله منبع یابی منفرد) استفاده کرده اند. تکنیک Topsis یکی از رایج ترین تکنیک های استفاده شده در مسائل MCDM است که نقش اصلی را در مدل های توسعه یافته برای انتخاب تامین کنندگان دارد. بهترین گزینه در روش Topsis گزینه ای است که کمترین فاصله را از جواب ایده آل مثبت¹ و

¹ PIS: Positive Ideal Solution

بیشترین فاصله را از جواب ایده آل منفی¹ داشته باشد. در بسیاری از شرایط، داده های قطعی برای مدلسازی شرایط واقعی، ناکافی به نظر می رسند. قضاوت های انسانی دارای ماهیت ابهام بوده و نمی توان آنها را با داده های عددی مشخص بیان کرد. بنابراین استفاده از متغیرهای کلامی به جای مقادیر عددی مناسبتر به نظر می رسد. به عبارت دیگر وزن معیارها و رتبه بندی گزینه ها به وسیله متغیرهای کلامی بیان می شود.^[29]

در این بخش یک روش برای توسعه تکنیک TOPSIS جهت رتبه بندی و انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین ارائه شده است. در روش TOPSIS قطعی، وزن معیارها و عملکرد هر گزینه نسبت به معیارها به وسیله مقادیر عددی و قطعی بیان می شود. در این روش از عبارتهای کلامی به جای اعداد قطعی برای تعیین وزن معیارها و رتبه بندی گزینه ها نسبت به هر معیار استفاده شده است. در جداول 1 و 2 عبارتهای کلامی استفاده شده توضیح داده شده است.^[30]

جدول ۱ عبارتهای کلامی مرتبط با اهمیت معیارها

(۰,۰,۰/۱)	خیلی کم VL
(۰,۰/۱,۰/۳)	کم L
(۰/۱,۰/۳,۰/۵)	نسبتاً کم ML
(۰/۳,۰/۵,۰/۷)	متوسط M
(۰/۵,۰/۷,۰/۹)	نسبتاً زیاد MH
(۰/۷,۰/۹,۱)	زیاد H
(۰/۹,۱,۱)	خیلی زیاد VH

جدول ۲ متغیرهای کلامی مرتبط با عملکرد گزینه ها نسبت به معیارها

(۰,۰,۱)	خیلی ضعیف VP
(۰,۱,۳)	ضعیف P
(۱,۳,۵)	نسبتاً ضعیف MP
(۳,۵,۷)	متوسط F
(۵,۷,۹)	نسبتاً خوب MG
(۷,۹,۱۰)	خوب G
(۹,۱۰,۱۰)	خیلی خوب VG

¹ NIS: Negative Ideal Solution

انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین، یک مسأله تصمیم گیری چند معیاره است که مجموعه های استفاده شده در آن عبارتند از:

- الف: $E = \{d_1, \dots, d_k\}$ نشان دهنده k تصمیم گیرنده.
- ب: $A = \{A_1, \dots, A_m\}$ مجموعه نشاندهنده تعداد m تامین کننده که باید رتبه بندی شوند.
- ج: $C = \{C_1, \dots, C_n\}$ مجموعه نشاندهنده تعداد n معیار تصمیم گیری است که تامین کنندگان با توجه به آنها با یکدیگر مقایسه می گردند.

یک مسأله تصمیم گیری چند معیاره را می توان به فرم ماتریسی زیر نشان داد:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

$\{A_1, \dots, A_m\}$ گزینه های تصمیم گیری هستند که تصمیم گیرنده می خواهد بهترین آنها را انتخاب و یا رتبه بندی کند. $\{C_1, \dots, C_n\}$ معیارهای تصمیم گیری بوده که عملکرد هر گزینه نسبت به آنها سنجش می شود. X_{ij} رتبه گزینه A_i نسبت به معیار C_j و W_j نیز وزن معیار C_j میباشد. در روش TOPSIS گزینه ها براساس میزان نزدیکی به جواب ایده آل مثبت و دوری از جواب ایده آل منفی رتبه بندی میشوند. اگر گروه تصمیم گیری شامل K تصمیم گیرنده باشد و قضاوت تصمیم گیرنده k ام در مورد اهمیت معیار j ام و عملکرد گزینه i ام نسبت به معیار j ام به ترتیب با متغیرهای \bar{X}_{ij}^k و \bar{W}_j^k نشان داده میشود. برای تلفیق قضاوت تصمیم گیرندگان در مورد اهمیت معیار j ام عملکرد گزینه i نسبت به معیار j از روابط زیر استفاده میشود:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} \otimes \left(\tilde{x}_{ij}^1 (+) \tilde{x}_{ij}^2 (+) \tilde{x}_{ij}^3 (+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^K \right)$$

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{K} \otimes \left(\tilde{w}_j^1 (+) \tilde{w}_j^2 (+) \tilde{w}_j^3 (+) \dots (+) \tilde{w}_j^K \right)$$

بنابراین مسأله تصمیم گیری چند معیاره گروهی فازی را می توان به وسیله ماتریس زیر نشان داد:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]$$

که $\forall i, j, \tilde{x}_{ij}$ و $j = 1, 2, \dots, n, \tilde{w}_j$ متغیرهای کلامی هستند که به وسیله اعداد فازی مثلثی (جدولهای ۱ و ۲) بیان می شوند. $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ، $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$

$$\tilde{x}_{ij}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & x \in [l, m] \\ \frac{u-x}{m-u}, & x \in [m, u] \\ \cdot, & otherwise \end{cases}$$

$\forall i, j, \tilde{x}_{ij}$ عدد فازی مثلثی خواهد بود. در این فرمول u و l به ترتیب حد بالا و حد پایین و m مقدار حد وسط عدد فازی $\forall i, j, \tilde{x}_{ij}$ می باشد. برای نرمالایز کردن عناصر ماتریس تصمیم از روابط زیر استفاده می شود. [۲۴].

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right]$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j \in \Omega_B$$

$$u_j^+ = \max_i u_{ij}, j \in \Omega_B$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left[\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right]$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j \in \Omega_C$$

$$l_j^- = \min_i l_{ij}, j \in \Omega_C$$

Ω_C مجموعه معیارهای هزینه و Ω_B ، مجموعه معیارهای سود بوده و بعد از نرمالایزکردن، ماتریس تصمیم فازی نرمالایز شده، $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ ، به دست می آید، ولی با توجه به تفاوت در ضریب اهمیت معیارها، ماتریس فازی نرمالایز شده وزنی، $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ ، به دست می آید که $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j$ می باشد. با استفاده از ماتریس $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ ، جواب ایدئال مثبت فازی ($FPIS.A^*$) و جواب ایدئال منفی فازی ($FNIS.A^-$) به صورت زیر تعیین می شود:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \tilde{v}_3^*, \dots, \tilde{v}_n^*)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \tilde{v}_3^-, \dots, \tilde{v}_n^-)$$

که $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$ و $\tilde{v}_j^* = (1, 1, 1)$ برای $j = 1, 2, \dots, n$ است. اگر \tilde{m}, \tilde{n} دو عدد فازی مثلثی باشند فاصله بین آنها، $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ ، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} \left((l_m - l_n)^2 + (m_m - m_n)^2 + (u_m - u_n)^2 \right)}$$

بنابراین فاصله هر گزینه از $(FPIS.A^*)$ و $(FNIS.A^-)$ به صورت زیر تعیین می‌شود [10]:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m$$

در نهایت شاخص نزدیکی نسبی برای هر گزینه به صورت زیر به دست می‌آید:

$$CC_i = \frac{d_i^*}{d_i^* + d_i^-}, i = 1, 2, \dots, m$$

واضح است که هر چه گزینه A_i به $(FPIS.A^*)$ نزدیکتر و از $(FNIS.A^-)$ دورتر باشد، شاخص نزدیکی نسبی CC_i ، به یک نزدیکتر خواهد بود.

توسعه روش TOPSIS فازی برای انتخاب تامین کنندگان

در روش قبل علی‌رغم اینکه عناصر ماتریس تصمیم $(\bar{W}_{ij}, \bar{X}_{ij})$ مقادیر فازی بودند ولی با محاسبه فاصله هر گزینه از جواب ایده‌آل مثبت و جواب ایده‌آل منفی، شاخص نزدیکی نسبی CC_i به صورت مقادیر قطعی به دست می‌آید، در حالی که بهتر است CC_i نیز به صورت مقادیر فازی و غیرقطعی باشد.^[31] در این بخش با استفاده از برشهای α و به کمک اصل گسترش، شاخص نزدیکی نسبی CC_i به صورت مقادیر فاصله‌ای محاسبه می‌شود. با توجه به اصل گسترش، هر عدد فازی مانند B را میتوان به صورت زیر نشان داد:

$$\tilde{B} = \bigcup_{\alpha} B_{\alpha}, 0 \leq \alpha \leq 1$$

که :

$$B_{\alpha} = \{x \in U / \tilde{B}(x) \geq \alpha\} = [\min\{x \in U / \tilde{B}(x) \geq \alpha\}; \max\{x \in U / \tilde{B}(x) \geq \alpha\}]$$

همانطور که ذکر شد، با استفاده از ماتریس $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ ، جواب ایدئال مثبت فازی $(FPIS.A^*)$ و جواب ایدئال منفی فازی $(FNIS.A^-)$ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-)$$

که $\tilde{v}_j^* = (1, 1, 1)$ و $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$ ، $j = 1, 2, \dots, n$ است. با استفاده از برشهای α خواهیم داشت: $w_{j\alpha} = \{w_j^l, w_j^u\}$ و $r_{ij\alpha} = \{r_{ij}^l, r_{ij}^u\}$. بنابراین رابطه ۱۱-۳ را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$CC_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^{\gamma}}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^{\gamma} + \sum_{j=1}^n (w_j (1 - r_{ij}))^{\gamma}}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

s.t

$$(w_j)_{\alpha}^l \leq w_j \leq (w_j)_{\alpha}^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(r_{ij})_{\alpha}^l \leq r_{ij} \leq (r_{ij})_{\alpha}^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

واضح است که CC_i نیز به صورت مقدار بازه ای خواهد بود که حد بالا و حد پایین آن به ازای هر سطح از α با حل دو مسأله برنامه ریزی کسری زیر به دست می‌آید:

$$(CC_i)_\alpha^L = \min \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma + \sum_{j=1}^n (w_j (1-r_{ij}))^\gamma}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

s.t

$$(w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(r_{ij})_\alpha^l \leq r_{ij} \leq (r_{ij})_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(CC_i)_\alpha^u = \max \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j r_{ij})^\gamma + \sum_{j=1}^n (w_j (1-r_{ij}))^\gamma}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

s.t

$$(w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(r_{ij})_\alpha^l \leq r_{ij} \leq (r_{ij})_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

با توجه به اینکه $\frac{\partial CC_i}{\partial r_{ij}} > 0$ است، پس CC_i یک تابع صعودی نسبت به r_{ij} می باشد.

بنابراین CC_i به ازای $r_{ij} = (r_{ij})_\alpha^l$ مینیمم و به ازای $r_{ij} = (r_{ij})_\alpha^u$ ماکزیمم می شود. بنابراین

مسائل برنامه ریزی کسری فوق را می توان به شکل ساده تر زیر تبدیل کرد:

$$(CC_i)_\alpha^l = \min \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^l)^\gamma}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^l)^\gamma + \sum_{j=1}^n (w_j (1-(r_{ij})_\alpha^l))^\gamma}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

s.t

$$(w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$(CC_i)_\alpha^u = \max \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^u)^\gamma}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (r_{ij})_\alpha^u)^\gamma} + \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j (1 - (r_{ij})_\alpha^u)^\gamma)^\gamma}}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

s.t

$$(w_j)_\alpha^l \leq w_j \leq (w_j)_\alpha^u \quad j = 1, 2, \dots, n$$

برای m گزینه، m شاخص نزدیکی نسبی CC_i به ازای هر سطح از α به دست می آید. مسائل برنامه ریزی کسری فوق را میتوان به وسیله برنامه $SOLVER$ در نرم افزار $EXCEL$ (اکسل) و یا نرم افزار $LINGO$ به راحتی حل کرد. برای انتخاب بهترین گزینه و رتبه بندی گزینه ها باید شاخص نزدیکی نسبی را به مقادیر غیرفازی تبدیل کرد. برای این منظور از میانگین سطوح برش (ALC) استفاده می شود.

به ازای $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_N$ که $0 = \alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3, \dots < \alpha_N = 1$ است. مقدار قطعی CC_i به صورت زیر به دست می آید:

$$(CC_i)_{ALC}^* = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N \left(\frac{(CC_i)_{ap}^L + (CC_i)_{ap}^U}{2} \right)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

3-5- به کارگیری روش AHP برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان

تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)¹ روش مناسبی برای تصمیم گیری است. این روش بر پایه یک ساختار سلسله مراتبی استوار است و از طریق تشکیل ماتریس های مقایسات زوجی، تصمیم گیری می کند. علاوه بر مزایایی که این روش نسبت به سایر روش های تصمیم گیری دارد، ولی زمانی که معیارها دارای وابستگی باشند، روش AHP چندان مناسب نخواهد بود.

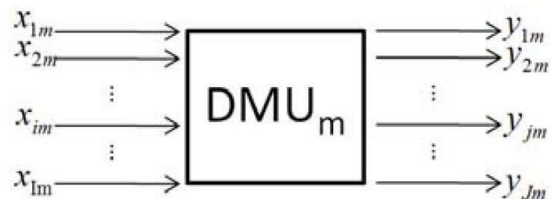
روش AHP روش مناسبی است که استفاده از آن در منابع بسیاری توصیه شده است ولی با توجه حجم محاسبات بالا، دشواری دستیابی به سازگاری مناسب ماتریس مقایسات زوجی و به احتمال وجود قضاوت های ذهنی خبرگان در تصمیم گیری این روش چندان مناسب به نظر نمی رسد. در این مقاله یک مدل ترکیبی IDEA/AHP برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان، زمانی که معیارهای تصمیم گیری هم کیفی و هم کمی باشند، ارائه شده است. در این مدل معیارها به دو دسته ورودی و خروجی تقسیم می شوند و هر معیار توسط خبرگان سنجیده می شود. کارایی هر تامین کننده بر مبنای معیارهای محاسبه شده با استفاده از روش IDEA سنجیده می شود و نتایج در قالب ماتریس کارایی متقاطع نمایش داده می شود. ماتریس حاصل، یک ماتریس مقایسات زوجی است که می توان به کمک آن با استفاده از روش AHP تامین کنندگان را به صورت کامل رتبه بندی کرد.

روش IDEA/AHP

در این بخش یک مدل دو مرحله ای برای رتبه بندی کامل تامین کنندگان در یک مسئله ارزیابی و انتخاب ارائه می شود. در این مدل ابتدا یک مدل DEA برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم گیری، در حالتی که معیارها کیفی و غیر دقیق هستند، به کار می رود و سپس با توجه به نتایج این مدل و استخراج ماتریس کارایی متقاطع، از مدل AHP و ماتریس مقایسات زوجی برای رتبه بندی کامل و تصمیم گیری نهایی استفاده می شود:

1. مرحله اول) مدل IDEA:

فرض کنید N واحد تصمیم گیری (DNU) داریم و برای هر کدام از آنها، I ورودی و L خروجی وجود دارد. تابع هدف مدل DEA سعی در شناسایی DMU هایی دارد که با حداقل ورودی حداکثر خروجی را تولید میکنند. DMU_m با I ورودی و L خروجی را در نظر بگیرید، مدل ضریبی محاسبه کارایی DMU_m به صورت زیر است:^[32]



$$\begin{aligned}
 & \text{MAX} \quad \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}} \quad (1) \\
 & \text{s.t.} \quad 0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}} \leq 1 \\
 & v_{jm}, u_{im} \geq \varepsilon; n = 1, 2, \dots, N; i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J
 \end{aligned}$$

در رابطه (1)، i اندیس ورودی ها، j اندیس خروجی ها و n اندیس DMU ها است. متغیرهای این مدل v_{jm} و u_{im} به ترتیب بیانگر وزن ورودی ها و خروجی ها هستند. در این مدل متغیرها به گونه ای تعیین می شوند که DMU_m سعی کند کارایی خود را نسبت به دیگر DMU ها حداکثر کند. مدل ارایه شده توسط چارلز و دیگران (مدل CCR) در حالت کلی تحت شرایطی ارایه شده است که ورودی ها و خروجی ها قطعی باشند.

در بسیاری از موارد (به خصوص در مسئله ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان) ورودی ها و خروجی ها که همان معیارهای تصمیم گیری هستند، غیر قطعی و کیفی و اندازه گیری آن ها بر اساس نظر خبرگان صورت می گیرد. در این شرایط استفاده از مدل IDEA (زمانی که داده ها بازه ای و غیر قطعی هستند) پیشنهاد می شود.^[33] در این مدل نتایج سنجش معیارهای ارزیابی تامین کنندگان (ورودی ها و خروجی ها) به صورت بازه ای بیان می شود. گفتنی است، معیارهای ورودی آن دسته از معیارها هستند که با افزایش آن ها، با حفظ سایر عوامل دیگر، کارایی یک DMU کاهش می یابد. معیارهای خروجی آن دسته از معیارها هستند که با کاهش آن ها، با حفظ سایر عوامل دیگر، کارایی یک DMU کاهش می یابد.

حال فرض کنید ورودی x_{im} به صورت بازه $[x_{im}^L, x_{im}^U]$ و خروجی y_{jm} به صورت بازه $[y_{jm}^L, y_{jm}^U]$ نمایش داده شود. در این صورت مدل خطی محاسبه کارایی قطعی DMU_m به

صورت رابطه (2) نشان داده می شود: ^[33]

$$\begin{aligned} x_{im} \in [x_{im}^L, x_{im}^U] &\Rightarrow x_{im} = x_{im}^L + \lambda'_{im} (x_{im}^U - x_{im}^L) \\ y_{jm} \in [y_{jm}^L, y_{jm}^U] &\Rightarrow y_{jm} = y_{jm}^L + \lambda_{jm} (y_{jm}^U - y_{jm}^L) \end{aligned} \quad (2)$$

بر این اساس مدل DEA-CCR در این حالت به صورت زیر بیان می شود (مدل IDEA-CCR):

$$\begin{aligned} \text{MAX} \quad & \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}^L + \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot \lambda_{jm} (y_{jm}^U - y_{jm}^L) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}^L + \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot \lambda'_{im} (x_{im}^U - x_{im}^L) = 1 \\ & \cdot \leq \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}^L + \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot \lambda'_{im} (x_{im}^U - x_{im}^L) - [\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}^L + \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot \lambda_{jm} (y_{jm}^U - y_{jm}^L)] \\ & \cdot \leq \lambda'_{im}, \lambda_{jm} \leq 1 \\ & \varepsilon \leq v_{jm}, u_{im} \quad n = 1, 2, \dots, N; \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad j = 1, 2, \dots, J \end{aligned} \quad (3)$$

رابطه (3) مقدار کارایی نسبی قطعی DMU_m یا E_{mm} را می دهد.

در ادامه به تشریح مدل AHP بر اساس نتایج مدل IDEA برای رسیدن به یک رتبه بندی کامل و انتخاب نهایی پرداخته می شود.

2. مرحله دوم) مدل AHP بر اساس نتایج مدل DEA:

ملاحظه شد، چگونه با استفاده از مدل IDEA کارایی نسبی DMU_m استخراج شده است (رابطه 3). کارایی نسبی DMU_m یا E_{mm} بر اساس وزن های دلخواه (V_{jm}, U_{im}) و مطابق میل آن است. حال کارایی نسبی واحد دیگری نظیر k را با استفاده از وزن های دلخواه DMU_m محاسبه می کنیم (E_{mk}) :

$$E_{mk} = \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jk}^L + \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot \lambda_{jk} (y_{jk}^U - y_{jk}^L)}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{ik}^L + \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot \lambda'_{ik} (x_{ik}^U - x_{ik}^L)} \quad (4)$$

به مقدار E_{mk} اصطلاحاً کارایی متقاطع¹ گویند. اگر برای تمام DMU ها مدل IDEA را حل کنیم و بر اساس وزن های محاسبه شده مقدار کارایی متقاطع را محاسبه کنیم و کلیه نتایج را در یک ماتریس نمایش دهیم، حاصل ماتریس کارایی متقاطع خواهد شد.^[34] رابطه (5) این ماتریس را نشان می دهد.

$$\begin{pmatrix} E_{11} & E_{12} & \dots & E_{1n} & \dots & E_{1N} \\ E_{21} & E_{22} & \dots & E_{2n} & \dots & E_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{n1} & E_{n2} & \dots & E_{nn} & \dots & E_{nN} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{N1} & E_{N2} & \dots & E_{nN} & \dots & E_{NN} \end{pmatrix} \quad (5)$$

باتوجه به اینکه در ماتریس کارایی مقاطع، کارایی هر واحد تصمیم گیری با وزن های کلیه ی واحدهای تصمیم گیری دیگر به صورت ترکیب زوجی محاسبه می شود و بدین ترتیب کارایی هر واحد با شرایط محاسبه کارایی های سایر واحدها مقایسه می شود، این ماتریس به تعبیری یک ماتریس مقایسات زوجی است که می توان به کمک آن با استفاده از اصول روش AHP اوزان نهایی را برای رتبه بندی واحدهای تصمیم گیری به دست آورد. به این منظور باید ابتدا ماتریس به دست آمده را به صورت ستونی نرمال و هر عنصر ماتریس را بر جمع ستون تقسیم کرد:

$$\begin{bmatrix} \frac{E_{11}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}} & \dots & \frac{E_{1N}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{E_{N1}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}} & \dots & \frac{E_{NN}}{\sum_{n=1}^N E_{nN}} \end{bmatrix} \quad (6)$$

میانگین عناصر هر سطر ماتریس نرمال شده وزن نهایی هر DMU است که از این طریق رتبه بندی نهایی صورت می گیرد:

$$\begin{bmatrix} \frac{\sum_{m=1}^N \frac{E_{1m}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}}}{N} \\ \vdots \\ \frac{\sum_{m=1}^N \frac{E_{Nm}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}}}{N} \end{bmatrix} \quad (7)$$

- [1] Multiple-criteria decision analysis , <http://en.wikipedia.org>
- [2] McGinley, P. (2012), "Decision analysis software survey", *OR/MS Today* 39.
Weistroffer, H. R., Smith, C. H., and Narula, S. C., "Multiple criteria decision support software", Ch 24 in: Figueira, J., Greco, S., and Ehrgott, M., eds, *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys Series*, Springer: New York, 2005
- [3] Köksalan, M., Wallenius, J., and Zionts, S. (2011). *(Multiple Criteria Decision Making: From Early History to the 21st Century)*. Singapore: World Scientific.
- [4] Opricovic Serafim, Tzeng Gwo-Hshiung (2007) "Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods". *European Journal of Operational Research*, Vol. 178, No 2, pp. 514–529.
- [5] Opricovic Serafim (2011) "Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning", *Expert Systems with Applications* 38, pp. 12983-12990.
- [6] Ghodsypour S. H., O'Brien C.;"A decision support system for supplier selection using onintegrated analytic hierarchy process and linear programming"; *International Journal of Production Economics*,Vol.56-57,1998. pp. 199-212
- [7] Alder, D.(2003).“Making the HR outsourcing decision”,*MIT Sloan Management Review*,59(1),53- 60.
Oshima M & Kao T & Tower J. (2005). “Achieving Postoutsourcing success”, *Human Resource Planning*, 28(2), pp. 7-12.
- [8] Guitouni, A. and Martel, J-M. (1998). “Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 109 No. 2 pp: 501-21.
- [9] Figueira, J., Greso, S. and Ehrgott, M. (2006). “Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys”, Springer Science & Business Media, Inc., Boston, MA.
- [10] A.Dickson G.W.; “An analysis of vendor selection systems and management”; *Journal of Purchasing*,Vol. 2,1,No 1996. pp.7-12
- [11] Weber C.A., Current J.R., Benton W.E.; “Vendor selection criteria and methods”; *European Journal of Operation Research*, Vol.50, 1991. pp. 2-18
- [12] Hong, J.D., Hayya Jc.; Just- in time purchasing single or multiple sourcing?; *International Journal of Production Economics*, Vol. 27,1992. pp.175-181
- [13] Chodsypour S.H., O'Brien C."A decision support system for reducing the number of suppliers and managing the supplier partnership in A JIT/ TQM environment"; *The proceeding of 3rd international symposium on logistics*, University of Padua, Italy,1997.
- [14] Ghodsypour S. H., O'Brien C.;"A decision support system for supplier selection using onintegrated analytic hierarchy process and linear programming"; *International Journal of Production Economics*,Vol.56-57,1998. pp. 199-212
- [15] Ghodsypour S.H., O'Brien C.1998; The total cost of Logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint; *International Journal of Production Economics*, Vol. 73,2001 .pp. 15-27
- [16] Kumar M.,Vrat P., Shankar R; A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain; *Computers & industrial Engineering*, Vol.46,2004. pp. 58-69
- [17] Zaim S., Sevki M., Tarim M.; "Fuzzy analytic hierarchy based approach for supplier selection"; www.Fatih-edu.tr/~msevki/Fahp.pdf, jun2005.

-
- [18] Hang Hong G., Chanpark S., Sikjang D., Min Rho H. "An effective supplier selection method For constructing a competitive supply-relationship"; Expert system with applications, Article in Press, 2005. pp. 2-11
- [19] Chen C-T., Lin C-T., Muang S-F. "A fuzzy approach For supplier evaluation and selection in supply chain management"; Internation Jouranal of Production Economics, Article in Press,2005.
- [20] Basnet C., leang J.M.Y; Inventory lot- sizing with supplier selection; Computers & Operations Research, Vol. 32,2005. pp. 1-14
- [21] Franklin L. F-H H. H-L; "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier"; International Journal of Production Economics, (Article in press),2005
- [22] تیموری ا.، " توسعه مدل انتخاب تأمین کنندگان و توزیع با نگرش مدیریت زنجیره تأمین "، . پایان نامه دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، 1378.
- [23] ریاضی ا.، "طراحی یک رویه تصمیم گیری جهت ارزیابی، انتخاب و توسعه تأمین کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین"، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، 1379.
- [24] گودرزی غ.، " طراحی مدل تصمیم گیری استراتژیک صنعتی زنجیره تأمین قطعات در ابعاد تولید در مقیاس جهانی"، پایان نامه دکتری مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، 1382.
- [25] ربیعه م.، " مدل سازی کنترل موجودی و برنامه ریزی سفارشات در حالت وجود چندین تأمین کننده (مطالعه موردی: شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان)"، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه شیراز، 1384
- [26] افسر ا. ربیعه م. صادقی مقدم م.ر.، " بسط مدل کنترل موجودی ترکیبی با استراتژی انتخاب تأمین دومین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تأمین، کننده و رویکرد الگوریتم ژنتیک"، 1385.
- [27] ربیعه م. آرمان م.ح.، " طراحی مدل انتخاب تأمین کننده در حالت دریافت آتی، دریافت همزمان از تأمین کنندگان و رویکرد کاهش تعداد تأمین کنندگان"، دومین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تأمین، 1385.
- [28] هوشمندی م.، " طراحی مدل ریاضی انتخاب تأمین کننده با استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاره، مطالعه موردی: فروشگاه زنجیره ای شهروند"، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، 1385.
- [29] Chen C.T, Lin C.T., Huang S.F.; " A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain anagement"; International Journal of Production Economics, Vol. 102, 2006.
- [30] Chen C.T, Lin C.T., Huang S.F.; " A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management"; International Journal of Production Economics, Vol. 102, 2006. pp. 289-301.
- [31] Ying-Ming W. Taha M.S. E.; "Fuzzy Topsis method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment"; Expert Systems with Applications xx,2005. pp. 1-11
- [32] Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E (1978). Measuring the efficiency of decision making units, European Journal Operation Research; 2(6), 429-444.
- [33] Cooper W.W., Park K.S., Yu G. (2001). IDEA (imprecise data envelopment analysis) with CMDs (column maximum decision making units), Journal of Operation Research Society; Vol 52(2): 176–181.
- [33] Cooper W.W., Park K.S., Yu G. (2001). IDEA (imprecise data envelopment analysis) with CMDs (column maximum decision making units), Journal of Operation Research Society; Vol 52(2): 176–181.
- [34] Doyle, J. R., Green, R. H. (1994). Efficiency and Cross Efficiency, Journal of Operation Research Society; 45(5): 567-578.

MCDM در تفکر ناب

تهیه کننده: محسن شفیعی ورزنه

تفکر ناب چیست و چه اصولی دارد؟

عرصه کنونی کسب و کار، تصویری جدید از سازمان ارائه می‌کند که با این نگرش جدید، سازمان مجموعه‌ای از فرآیندهایی است که هدف آنها ایجاد ارزش برای مشتری است و مستلزم ایجاد ارزش برای مشتری، آفرینش ارزش در خود سازمان است. برنامه سازمانی که می‌خواهد رویکرد فوق را دنبال کند در وهله اول ورود به حوزه سیگماها است و در مرحله بعد طی مراحل بهبود تا رسیدن به سطح شش سیگما (Six Sigma) یعنی 3.4 خطا در یک میلیون فرصت می‌باشد. مفهوم بنیادی تفکر ناب، در ریشه کن کردن اتلاف و آفرینش ارزش در سازمان نهفته است. تفکر ناب نگرشی است برای افزایش بهره‌وری و ارزش‌آفرینی مستمر و حداقل کردن هزینه‌ها و اتلافات؛ به این ترتیب می‌توان دروازه ورود به سرزمین سیگماها را رفع عیوب، اتلافات و خطاهای مشهود از طریق روشهای سریع، نظیر مفاهیم و تکنیکهای تفکر ناب (Lean Thinking) دانست؛ چرا که برای افزایش نرخ سیگما نیاز است افزایش نمایی در کاهش عیوب و اتلافات بوجود آید. تفکر ناب را می‌توان در پنج اصل خلاصه نمود؛ با درک دقیق این اصول و سپس با تلاش برای گره زدن آنها به یکدیگر، می‌توان ضمن بکارگیری کامل شیوه‌ها و فنون ناب به راهکاری پایدار در ناب‌سازی سازمان و فرآیندهای آن دست یافت. این پنج اصل عبارتند از:

1. تعیین دقیق ارزش هر محصول معین (Value)
2. شناسایی جریان ارزش محصول (Value Stream)
3. ایجاد حرکت بدون وقفه در این ارزش (Flow)
4. امکان دادن به مشتری تا بتواند این ارزش را از تولید کننده بیرون بکشد (Pull)
5. تعقیب کمال (Perfection)

اصل اول: تعیین ارزش (Value):

نقطه شروع اساسی تفکر ناب، ارزش است. این تنها مصرف کننده نهایی است که می‌تواند ارزش را تعریف کند و ارزش، تنها هنگامی دارای معنا و مفهوم است که در چهارچوب یک محصول معین بیان شود، محصولی که نیازهای مصرف کننده خود را با قیمتی معین و در زمانی معین برآورده سازد. توجه داشته باشیم که این تولید کننده است که ارزش را می‌آفریند.

در این اصل دو موضوع بایستی مورد توجه قرار گیرد؛ یکی محصولات معینی است که تولید کننده منتظر است تا مصرف کنندگان معینی در ازای قیمت معینی آنها را خریداری کنند تا سبب چرخش کسب و کار شرکت باشد و دیگری نحوه اصلاح عملیات تولید و کیفیت تحویل این محصولات است به گونه‌ای که بطور پیوسته از هزینه‌های اصلی آنها کاسته شود. از این رو، تفکر ناب باید با تلاشی آگاهانه

آغاز شود، برای تعریف دقیق ارزش در چهارچوب محصولاتی معین که واجد قابلیت‌های معینی هستند و در ازای بهایی معین ارائه می‌شوند که حاصل برقراری گفتگو با مشتریان معین است.

بنگاههای اقتصادی ناب، پیوسته باید همراه با گروه‌های محصول خود، به بازنگری مستمر ارزش پردازند و همواره از خود پرسند که آیا بهترین تعریف را برای آن یافته‌اند؟ ضرورت بسیار دارد که تولید کنندگان به تعریف مجدد ارزش پردازند چرا که این امر کلید دستیابی به خریداران بیشتر است و توانایی یافتن خریداران بیشتر و فروش سریعتر، اهمیت بسیاری برای موفقیت در تفکر ناب دارد. سازمانهای ناب در این صورت، خواهند توانست مقادیر قابل توجهی از منابع و ذخایر خود را آزاد کنند. عنصر نهایی در تعریف ارزش، هزینه هدف است. وقتی محصول تعریف می‌شود، مهمترین وظیفه در امر تعیین ارزش، آن است که بر اساس مقدار منابع و نیروی موردنیاز برای ساخت محصولی که واجد مشخصات و قابلیت‌های معینی است هزینه هدف تعیین شود، به شرط آنکه اتلاف (Muda) مشهود و موجود در فرآیند حذف شده باشد.

بنگاههای اقتصادی ناب، مجموعه قیمت‌ها و مشخصه‌هایی را که توسط شرکتهای معمول و متعارف به خریداران پیشنهاد می‌شود، بررسی می‌کنند و سپس می‌پرسند از طریق کاربرد شیوه‌های ناب، چه مقدار از هزینه‌ها قابل کاهش است و آنها در واقع می‌پرسند که هزینه بدون مودای (Muda Free Cost) این محصول، وقتی که گامهای غیرضروری حذف شوند و ارزش به حرکت درآید، چقدر خواهد بود؟ چنین هزینه هدفی به طور قطع، بسیار پایتتر از هزینه‌هایی است که رقبا متحمل می‌شوند. کوتاه سخن اینکه تعیین درست ارزش، نخستین گام در راستای تفکر ناب است و راهی که به تهیه کالا یا خدمات اشتباه می‌انجامد همانا اتلاف (Muda) است.

اصل دوم : شناسایی جریان ارزش (Value Stream) :

جریان ارزش مجموعه‌ای است از کلیه اعمال ضروری برای یک محصول معین، این موضوع شامل همه فرآیندهای تولید محصولات و خدمات یعنی از انگاره تا ورود محصول و خدمات به بازار را دربر می‌گیرد. شناسایی کل جریان ارزش برای هر محصول معین و گاهی برای خانواده هر محصول گام بعدی تفکر ناب است. به این طریق وجود حجم بسیار زیاد اتلاف (Muda) در سازمان بر ملا می‌گردد. نقشه جریان ارزش همه اعمال لازم برای طراحی، سفارش و ساخت یک محصول معین را شناسایی می‌کند، تجزیه و تحلیل جریان ارزش، نشان می‌دهد که در طول جریان ارزش سه نوع فعالیت صورت می‌گیرد:

- 1- فعالیتهایی که معلوم می‌شود آشکارا ارزش آفرینند.
- 2- فعالیتهایی که معلوم می‌شود ارزش آفرین نیستند ولی بدلیل دانش فنی موجود و داراییهای تولیدی، اجتناب ناپذیرند (مودای نوع اول).

- 3- فعالیتهای اضافی بسیاری که معلوم می‌شود هیچ ارزشی نمی‌آفرینند و بی‌درنگ قابل حذف هستند (مودای نوع دوم).

توجه داشته باشیم پس از تفکیک فعالیتهای سازمان به سه دسته فوق، موداهای نوع دوم بی‌درنگ می‌توانند حذف شوند و راه برای رفتن به سوی رفع فعالیتهای باقیمانده‌ای (مودای نوع اول) که ارزش آفرین نیستند هموار خواهد شد.

اصل سوم : ایجاد حرکت بدون وقفه در این ارزش (Flow) :

هنگامی که ارزش به طور دقیق تعیین می‌شود و بنگاه اقتصادی ناب جریان ارزش یک محصول معین را نقشه‌برداری کرده و گامهای پر اتلاف حذف می‌شوند، آنگاه نوبت گام بعدی تفکر ناب فرا می‌رسد که همانا به حرکت درآوردن گامهای ارزش‌آفرین است. حرکت (Flow) عبارت است از انجام وظایف بطور پیش‌رونده در طول جریان ارزش به گونه‌ای که یک محصول بدون توقف، بدون ضایعات و بدون پسروری، از طراحی به بازار، از سفارش به تحویل و از مواد خام به دست خریدار برسد. برای دستیابی به این منظور، وقتی ارزش تعریف شد و کل جریان ارزش مشخص شد، نخستین گام، توجه بر یک هدف واقعی است؛ یعنی تمرکز بر یک طرح معین، یک سفارش معین، خود محصول و پیش چشم داشتن آن از آغاز تا پایان. گام دوم نادیده گرفتن مرزهای سنتی مشاغل، مسیرهای شغلی، کارکردها و شرکتها است تا بنگاه اقتصادی ناب شکل گیرد، پدیده‌ای که می‌تواند همه موانع موجود بر سر راه حرکت پیوسته محصول معین را از میان بردارد. سومین گام، بازاندیشی وظایف معین و ابزارآلات است، به این منظور که هرگونه پسروری و وقفه از بین برود و طراحی، سفارش و تولید یک محصول معین بتواند پیوسته پیش برود.

بطور خلاصه شیوه به حرکت درآوردن ارزش عبارتند از:

1- عطف توجه به یک هدف واقعی، یعنی تمرکز بر یک طرح معین یا یک سفارش معین و یا خود محصول و تحت نظر گرفتن آن از آغاز تا پایان.

2- نادیده گرفتن مرزهای سنتی مشاغل، مسیرهای شغلی، کارکردها و سازمانها تا یک سازمان ناب پدید آید.

3- بازاندیشی وظایف کاری به این منظور که موداها حذف شوند.

این سه مرحله باید همزمان انجام شوند؛ این اصل تمامی ساختارها یا فعالیتهایی که موجب مودادر جریان تولید می‌شوند و زمان انتظار ساخت را افزایش می‌دهند، شناسایی و حذف می‌کند.

اصل چهارم: ایجاد سیستم کششی (Pull):

امکان دادن به مشتری تا بتواند این ارزش را از تولیدکننده بیرون بکشد؛ بیرون کشیدن (Pull) به معنای آن است که هیچ شرکتی در بالای جریان، کالا یا خدماتی را تولید نکند مگر آنکه مشتری پایین جریان، آنرا خواسته باشد. بهترین راه برای درک منطق بیرون کشیدن آن است که ابتدا به سراغ یک مشتری واقعی برویم که یک محصول واقعی می‌خواهد، سپس به عقب بازگردیم و همه گامهایی که باید برداشته شود تا محصول مورد نظر به دست مشتری برسد را مورد بررسی قرار دهیم.

این سیستم در تقابل با بیرون راندن (Push) قرار می‌گیرد. اصل بیرون کشیدن قوانین و قواعد مربوط به برنامه‌ریزی و کنترل موجودی مواد و محصولات (کامل و یا نیمه‌ساخته)، همچنین نحوه تغذیه خطوط تولید و نحوه ارتباط کارخانه مادر با تأمین کنندگان (Supplier) را دگرگون خواهد نمود. بکارگیری تکنیک تولید به موقع (JIT)، راهگشای کار سازمانها در امکان دادن به مشتری است تا بتواند این ارزش را از تولیدکننده بیرون بکشد.

اصل پنجم: تعقیب کمال (Perfection):

هنگامیکه سازمان ها به تعیین درست ارزش، شناسایی کل جریان ارزش، ایجاد گامهای ارزش آفرین برای ایجاد حرکت پیوسته محصولات معین دست می‌یازند و اجازه می‌دهند تا مشتری ارزش را از بنگاه اقتصادی بیرون کشد، زمان پرداختن به اصل پنجم تفکر ناب، یعنی تعقیب کمال است.

کمال عبارت است از بین بردن کامل مودا (Muda) به گونه‌ایکه همه فعالیت‌هایی که طی جریان ارزش انجام می‌گیرند، ارزش آفرین باشند.

بستر سازی و توسعه فرهنگ سازمانی با مفاهیم تفکر ناب سازمانها جهت تبدیل شدن به بنگاه اقتصادی ناب، بایستی بسترهای مناسب را جهت نهادینه شدن تفکر ناب در کلیه سطوح مهیا نمایند؛ نهادینه شدن این تفکر ارتباط تنگاتنگی با نوع نگرش و ارزشهای حاکم بر سازمان و کارکنان آن دارد.

ناب اندیشیدن بایستی در سازمان به یک فرهنگ تبدیل شود و بدانیم هر قدر التزام و تعهد افراد به ارزشهای اساسی و محوری سازمان (نظیر ناب اندیشیدن) بیشتر باشد و اعضای بیشتری به این ارزش معتقد باشند آن فرهنگ و ارزش قوی‌تر است و تأثیر بیشتری بر رفتار اعضای سازمان دارد؛ در یک فرهنگ قوی توافق بیشتری درباره رسالت سازمان وجود دارد و وحدت هدف موجب همبستگی، وفاداری، تعهد سازمانی و کاهش ترک خدمت می‌شود؛ در یک فرهنگ قوی، مدیریت برای هدایت رفتار کارکنان نیاز کمتری به قوانین و رویه‌های رسمی دارد چرا که وقتی کارکنان فرهنگ سازمان را بپذیرند راهنماهای رفتار، درونی می‌شود؛ از طرفی برای آنکه افراد سازمان ارزشهای فرهنگ را بپذیرند باید آنها را بشناسند. بنابراین اولین اقدام عملی جهت بسترسازی برای نهادینه شدن تفکر ناب در یک سازمان، آموزش این مفاهیم به کارکنان آن سازمان است و رسیدن به این باور که تغییر نتایج یعنیما باید رفتارمان را تغییر دهیم و برای تغییر رفتار، ما باید تفکرمان را تغییر دهیمو چون همه چیز برخاسته از اندیشه آدمیان است نه تکنولوژی و دانش، انسان در شیوه نوین تولید در مرکز سیستم جای می‌گیرد و به آن روح و معنا می‌بخشد.

پیاده سازی و اجرای تفکر ناب :

همانگونه که در قسمت های قبل توضیح داده شد، هدف سازمان ها ایجاد ارزش برای مشتریان است و این امر مستلزم خلق ارزش در خود سازمان است. مفهوم بنیادی تفکر ناب، در ریشه کن کردن اتلاف ها و آفرینش ارزش ها در سازمان ها است. همچنین بیان شد که تفکر ناب را می توان در پنج اصل خلاصه نمود و با درک دقیق این اصول و سپس با جاری سازی آنها می توان به راه کاری پایدار در ناب سازی سازمان و فرآیندهای آن دست یافت.

یکی از شیوه ها و فنون ناب در ناب سازی سازمان و فرآیندهای آن، استفاده از فنون تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است. در ادامه ابتدا موضوع تصمیم گیری و مدل سازی به طور اجمال ارائه می گردد و در پایان کاربرد فنون تصمیم گیری با معیارهای چندگانه در پیاده سازی اصول تفکر ناب در سازمان ها بیان می شود.

روشهای تصمیم گیری :

انسان عموماً جهت اجرای تصمیم گیری یکی ازدوروش زیررابه کارمی برد:

1. روش آزمون وخطا

2. روش مدل‌سازی

در روش آزمون و خطا تصمیم گیرنده با واقعیت برخورد می‌کند. بدین ترتیب که یکی از گزینه‌ها را انتخاب کرده و نتیجه را مشاهده می‌کند، چنانچه خطای تصمیم زیاد بوده و مشکلاتی بروز کند تصمیم را عوض کرده و گزینه‌ای دیگر را انتخاب می‌کند. در روش مدل‌سازی، تصمیم گیرنده مسأله واقعی را مدل‌سازی نموده، عناصر آن و تأثیر آنها بر یکدیگر را مشخص می‌نماید و به تجزیه و تحلیل مدل و پیشبینی عملکرد مسأله واقعی می‌پردازد. در یک بررسی و اظهار نظر کلی گفته می‌شود که مدل‌سازی عموماً یک فرآیند بوده که نیازمند کارشناسی متناسب نیز می‌باشد. استفاده از متخصصین در امر مدل‌سازی ضروری بوده و در مقابل، فواید زیر بدست می‌آید:

1. صرفه جویی در هزینه
2. صرفه جویی در زمان
3. استفاده در طراحی
4. پیشبینی رفتار و عملکرد سیستم
5. کمک به اهداف آموزشی

باتوجه به مزایای مدل‌سازی، انواع مدل‌سازی را مورد بررسی قرار می‌دهیم:

انواع مدلها :

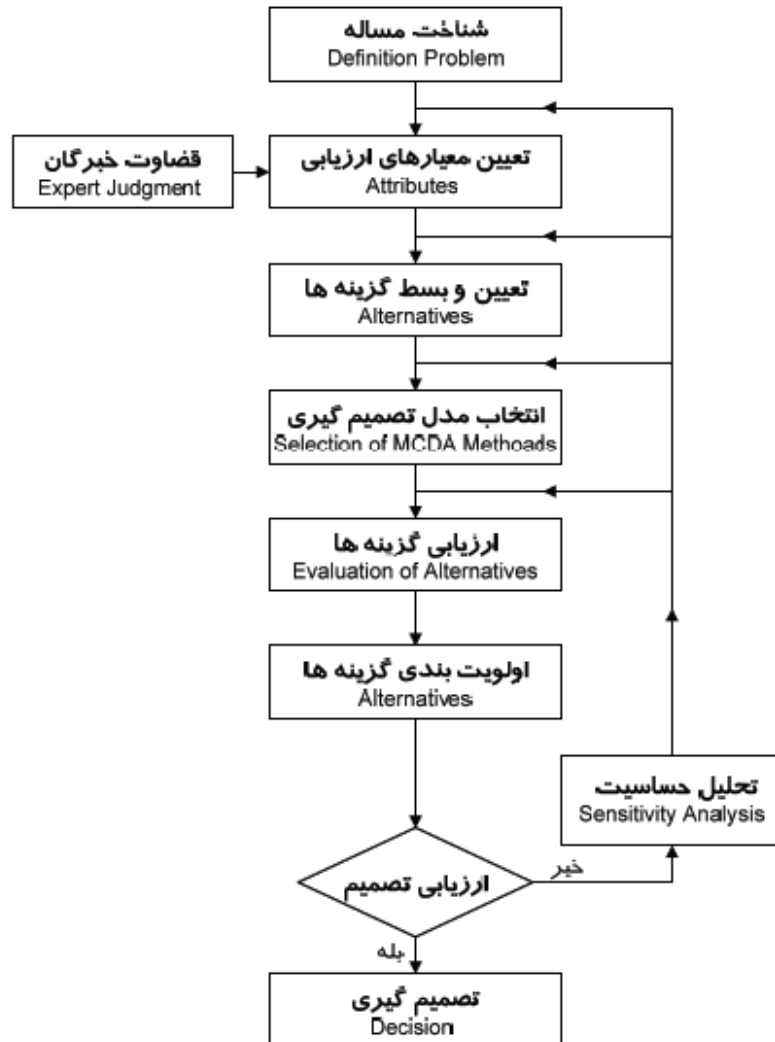
انواع مدلها را می‌توان به 4 دسته تقسیم نمود:

- مدلهای فیزیکی
- مدلهای شماتیک
- مدلهای مفهومی
- مدلهای ریاضی

مدلهای فیزیکی واقعیت را در ابعادی کوچکتر ارائه می‌کنند. مانند نقشه یک ساختمان، ماکتیک محوطه بزرگ و غیره؛ مدل‌های شماتیک واقعیت را به صورت سمبلیک یا شماتیک ارائه می‌کنند، این مدلها مانند واقعیت رفتار می‌کنند و نسبت به مدل‌های فیزیکی کمتر به واقعیت نزدیک هستند. مانند چارتهای سازمانی، معرفی یک نقشه بارنگهای مختلف و غیره؛ مدل‌های مفهومی با مجموعه‌ای از مفاهیم و جملات بیان میشوند؛ مدل‌های ریاضی روابط عناصر را از طریق متغیرها و پارامترها بیان می‌کنند.

روشهای حل مدلها :

مدل سازی یا تبدیل مسائل به صورت مفاهیم و عباراتی که حل آن نیز ذوق خاصی می‌طلبد. گاهی اوقات ساخت مدل به تنهایی منجر به بهبود شده و حل بهینه یا مناسب را ارائه می‌کند، اما گاهی حل مدل نیاز به بررسی و تعمق بیشتری دارد و به راحتی نمیتوان جواب قابل قبولی برای مدل پیدا کرد. روشهای آماری، حل بهینه، شبیه سازی و روشهای ابتکاری از جمله روشهای حل مدلها می‌باشند. مدل کلی فرآیند تصمیم گیری در شکل صفحه بعد نمایش داده شده است.



مدلهای کلان در تصمیم گیری :

از نظر بسیاری از دانشمندان علم مدیریت، تصمیم گیری جوهره اصلی مدیریتی باشد. سایمون، نظریه پرداز بزرگ، مدیریت را مترادف با تصمیم گیری میدانند و این میتواند اهمیت تصمیم گیری را نشان دهد. فرآیند تصمیم گیری بنا به نظر جان دیویی، میتواند در سه مرحله خلاصه گردد:

1. مشکل کجاست؟
2. راه حلها کدامند؟
3. بهترین راه حل کدام است؟

اگر این نظریه بسط یابد، میتوانیم مراحل دقیقتر فرآیند تصمیم گیری را بصورت زیر مورد بررسی قرار دهیم.

مدلهای تحلیل تصمیم :

مدلهای تحلیل تصمیم رابه سه گروه اصلی میتوان تقسیم نمود:

1. سیستمهای چندمعیاره
2. سیستمهای پشتیبان تصمیم
3. سیستمهای تک هدفی

سیستمهای چندمعیاره :

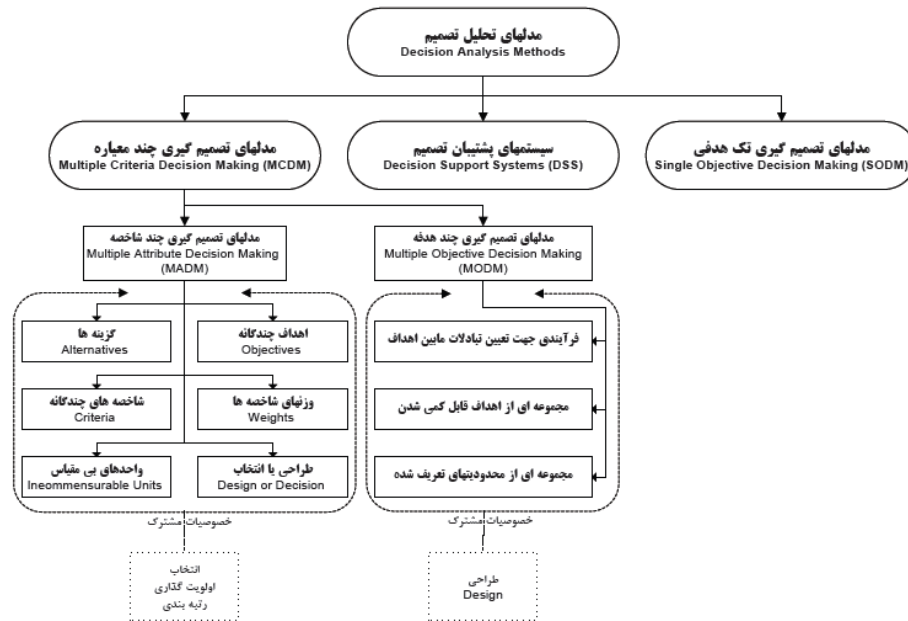
جهت تبیین بیشتر موضوع میتوان مسائل چندمعیاره را به صورت یک سامانه در نظر گرفت. به طور کلی عناصر یک سامانه چندمعیاره عبارتند از :

- عناصر ورودی : گزینه ها، هدف کلی، معیارها، زیراهداف، ترجیحات، سیاست ها و محدودیت ها.
 - پردازشگرها : تکنیک های چندمعیاره.
 - عناصر خروجی : جوابهای مرجح، جوابهای مؤثر، جوابهای قابل قبول، جوابهای ارضاکننده و تحلیل حساسیت جوابها.
- برای تحلیل یک سامانه چندمعیاره باید عناصر آن را به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت.

تصمیم گیری با معیارهای چندگانه :

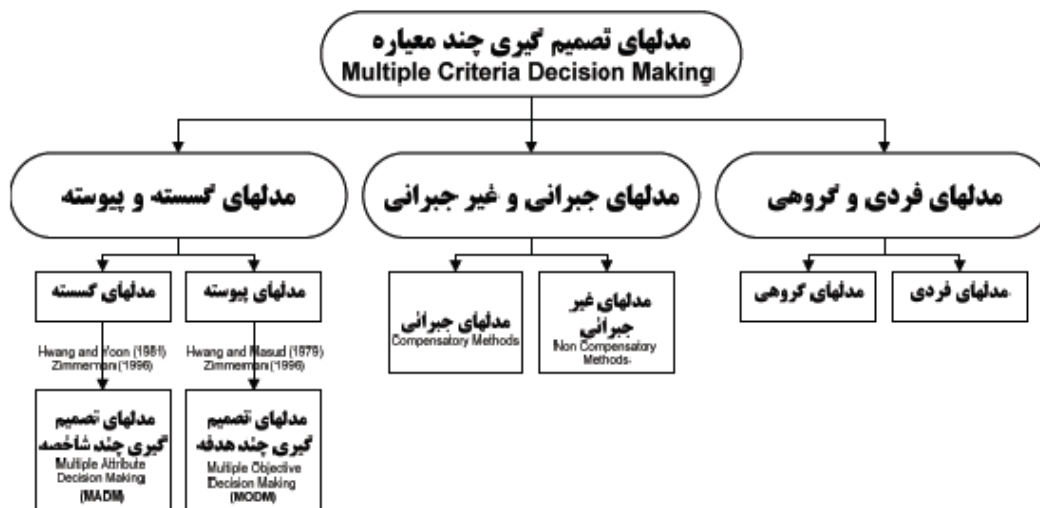
تصمیم گیری با معیارهای چندگانه مبحثی است که به فرآیند تصمیم گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض بایکدیگر میپردازد. علیرغم گستردگی موارد استفاده ی MCDM، پاره ای مفاهیم مشترک در تمامی مسائل MCDM وجود دارند که در شکل صفحه بعد این خصوصیات مشترک را نشان میدهم.

هرمسأله میتواند دارای اهداف چندگانه یا معیارهای چندگانه باشد. معیارها ممکن است در تعارض باهم باشند، اهداف و معیارهای متفاوت ممکن است دارای مقیاسهای اندازه گیری متفاوت نیز باشند. حل اینگونه مسائل میتواند یابه معنای طراحی بهترین جواب و یا انتخاب بهترین جواب از میان جوابهای موجود باشد.



دسته بندی کلی تصمیم گیری چندمعیاره :

مدلهای تصمیم گیری چندمعیاره رامیتوان به سه دسته کلی تقسیم نمود. در زیر دسته بندی کلی تصمیم گیری چندمعیاره را نشان میدهم.



انواع مدل های تصمیم گیری MADM و MODM :

از دیدگاه کلی میتوان مدل های تصمیم گیری چندمعیاره را به دودسته اصلی ذیل تقسیم نمود:

1. مدل های تصمیم گیری چندهدفه
2. مدل های تصمیم گیری چندشاخصه

در مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه میبایست بهترین آلترناتیو، بر اساس محدودیتهای سیستم، اهداف متفاوت و نیز مقدار مطلوب مورد نظر تصمیم‌گیرنده برای این اهداف طراحی گردد.

در مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، با تعدادی از آلترناتیوهای از پیش تعریف شده و محدود می‌باشد که هر یک از آلترناتیوها، سطحی از مشخصه‌های مورد نظر تصمیم‌گیرنده را ارضاء میکنند. حال میباید تصمیم‌گیرنده بر اساس میزان و نوع اطلاعات در دسترس از آلترناتیوها و معیارها، بهترین آلترناتیو را انتخاب نماید.

جدول ۱: مقایسه MADM و MODM

MODM	MADM	MCDM موارد متفاوت
اهداف	شاخص‌ها	معیارها
ضعیف بیان شده‌اند	صریح بیان شده‌اند	اهداف
ضمنی بیان شده‌اند	صریح بیان شده‌اند	شاخص‌ها
کاملاً مشخص	غیر مشخص	محدودیت‌ها
تعداد نامحدود	تعداد محدود، مشخص	گزینه‌ها
زیاد	کم	تعامل با DM
طراحی	ارزیابی و انتخاب	نحوه استفاده

محیط‌های تصمیم‌گیری:

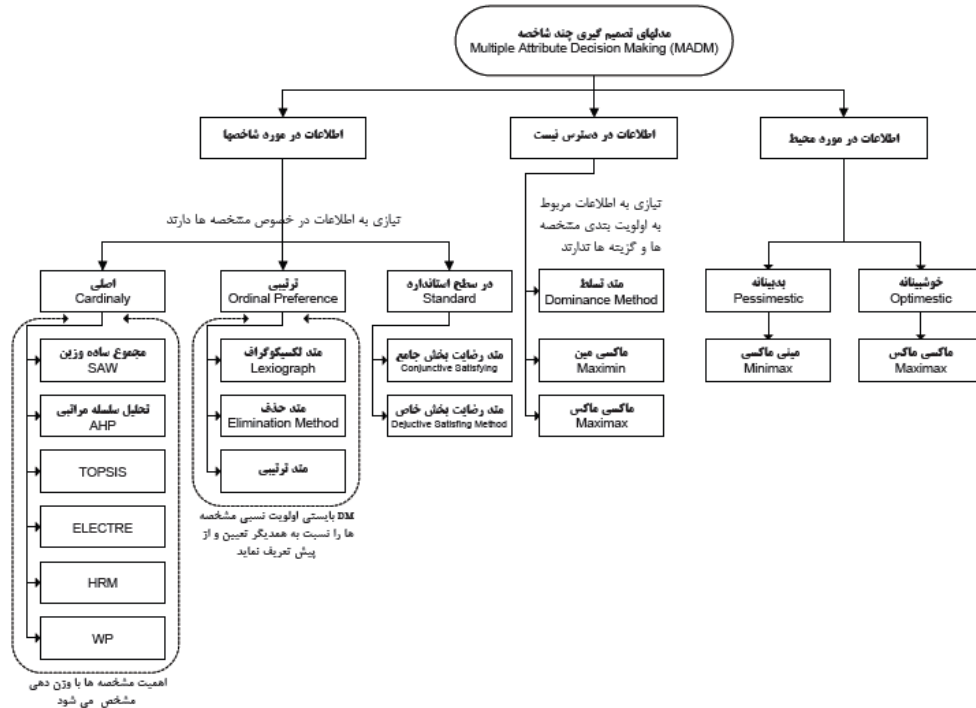
محیط‌های تصمیم‌گیری را میتوان به سه دسته اصلی محیط تحت قطعیت، محیط تحت ریسک و محیط تحت عدم قطعیت تقسیم نمود. شکل صفحه بعد ویژگیهای هر یک از این محیط‌ها را نشان میدهد. از دیدگاه در دسترس بودن داده‌ها، قطعیت و عدم قطعیت نشانگر دو نقطه غایب هستند، در حالیکه ریسک، یک موقعیت بینابینی را نشان میدهد.



دسته بندی انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه از نظر نحوه کاربرد:

مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه را از نظر نحوه کاربرد میتوان به سه دسته اصلی تقسیم نمود. این دسته بندی از مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در شکل زیر مشخص شده است. طبق این شکل اگر هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد شاخص در دسترس نباشد، بهتر است از روش تسلط استفاده شود. اگر اطلاعات موجود در مورد محیط باشد، یعنی درباره شاخصها اطلاعاتی موجود نباشد، استفاده از روش

ماکسی مینومینی ماکس پیشنهاد میشود. اگر اطلاعات در مورد شاخص ارائه شده باشد، آنگاه اطلاعات یا در سطح استاندارد است، یعنی به میزان قابل قبولی شاخص مربوطه و وزن آنها را بیان میکند، که در این صورت ممکن است باداده های برخوردار از مقیاسهای ترتیبی یا اصلی اندازه گیری شود.



کاربرد تصمیم گیری با معیارهای چندگانه در پیاده سازی تفکر ناب :

در این قسمت با توجه به توضیح ارائه شده در خصوص چستی تفکر ناب و همچنین مدل تصمیم گیری با معیارهای چندگانه، به بیان کاربرد مدل در پیاده سازی تفکر ناب می پردازیم.

جاری سازی تفکر ناب در سازمان ها از طریق بکارگیری پنج اصل شرح داده شده در قسمت های قبل می باشد. اصل اول تعیین ارزش است. تعیین درست ارزش، نخستین گام در راه تفکر ناب است. عنصر نهایی در تعریف ارزش، هزینه هدف است. مهمترین وظیفه در امر تعیین ارزش، آن است که بر اساس مقدار منابع مورد نیاز برای ساخت محصولی که واجد مشخصات و قابلیت های معینی است، هزینه هدف تعیین شود، به شرط آنکه ائتلاف مشهود و موجود در فرآیند حذف شده باشد. در اینجا می توان با استفاده از فنون تصمیم گیری با معیارهای چندگانه با هدف می نیمم کردن هزینه ها، بهترین شیوه و فرآیند را برگزید.

اصل دوم شناسایی جریان ارزش می باشد. این اصل به مفهوم شناسایی و حذف فعالیت هایی است که هیچ ارزشی در سازمان نمی آفرینند. واضح است که بکارگیری شیوه های تصمیم گیری با معیارهای چندگانه نیز در دسته بندی فعالیت ها و فرآیندهای ارزش آفرین و اضافی راه کاری مفید و قابل اجرا است.

گام و اصل بعدی در پیاده سازی تفکر ناب، ایجاد حرکت بدون وقفه در ارزش های تعیین شده می باشد. در این مرحله باید تمامی ساختارها یا فعالیت هایی که موجب مودا در جریان تولید می شوند و زمان انتظار ساخت را افزایش می دهند، شناسایی و حذف نمود.

برای انتخاب و تصمیم‌گیری در خصوص این ساختارها یا فعالیت‌ها، می‌توان مسئله را در قالب یک مسئله چند معیاره تعریف و سپس با استفاده از فنون تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه آن را حل کرد.

اصل چهارم ایجاد سیستم‌کشی برای مشتری است. این اصل بدان مفهوم است که بدانیم مشتری چه چیزی از ما انتظار دارد. برای شناسایی دقیق نیازهای مشتریان و همچنین تعریف دقیق ساختارها و نیازمندی‌های سیستمی جهت درک و اجرای خواست مشتریان می‌توان از شیوه‌ها و فنون تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه بهره‌جست.

در آخر اصل تعقیب کمال به مفهوم فرهنگ‌سازی مفاهیم تفکر ناب و ناب‌اندیشی در سازمان است. ناب‌اندیشیدن بایستی در سازمان به یک فرهنگ تبدیل شود و بدانیم هر قدر التزام و تعهد افراد به ارزش‌های اساسی و محوری سازمان بیشتر باشد، آن فرهنگ و ارزش قوی‌تر است و تأثیر بیشتری بر رفتار اعضای سازمان دارد. بنابراین اولین اقدام عملی جهت بستر سازی برای نهادینه شدن تفکر ناب در یک سازمان، آموزش این مفاهیم به کارکنان آن سازمان است. اولویت‌بندی مسائل و همچنین تصمیم‌گیری در خصوص شیوه جاری سازی آنها در سازمان‌ها می‌تواند از طریق بکارگیری فنون و شیوه‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه انجام شود.

نتیجه‌گیری:

در تحقیق حاضر، موضوع تفکر ناب و اصول حاکم بر آن توضیح داده شد و بیان شد که راه‌پایه سازی و اجرای تفکر ناب در سازمان‌ها، اجرای اصول و گام‌های پنج‌گانه است. همچنین گفته شد که برای دست‌یافتن به راه‌کاری پایدار در ناب‌سازی سازمان‌ها و فرآیندهای آن‌ها می‌بایست از شیوه‌ها و فنون ناب‌بهره‌برد. یکی از این شیوه‌ها و ابزارها فنون تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشد که در این تحقیق ضمن تعریف تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه به کاربرد این ابزار در جاری سازی اصول تفکر ناب در سازمان‌ها اشاره شد.

منابع و مراجع

- اصغر محمد مرادی، مهدی اختر کاوان. "روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره". فصلنامه آرمانشهر. شماره 2. بهار و تابستان 1388، صفحه 113 تا 125
- سید محمد حسینی، امیر بیات ترک. "ارزیابی عوامل تولید ناب در سازمان‌های تولیدی غیر پیوسته (سفارشی)". فصلنامه مدرس علوم انسانی. دوره 9. شماره 2. تابستان 1384، صفحه 59 تا 84
- هوشنگ تقی‌زاده، غفار تاری، صنم اورنگی. "بررسی میزان انطباق سازمان‌های تولیدی با اصول تفکر ناب". فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج. سال پنجم. شماره 12. تابستان 1389، صفحه 41 تا 52
- جیمز پی ووماک، دانیل تی جونز (2006). "تفکر ناب". ترجمه آزاده راد نژاد. انتشارات آموزه.
- اصول تفکر ناب. پایگاه الکترونیکی www.leaniran.org

MCDM و شبیه سازی

تهیه کننده: عفت سلیمانی

تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM):

یکی از تکنیک های تصمیم گیری با استفاده از داده های کمی تصمیم گیری چندمعیاره می باشد. مدیر با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره می تواند با در نظر گرفتن معیارهای متفاوت برای تصمیم گیری که گاهی با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی تصمیم سازی نماید. تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM) به دو دسته:

تصمیم گیری چندشاخصه (MADM) و تصمیم گیری چند هدفه (MODM) تقسیم می شود.

مدل ها و تکنیک های تصمیم گیری چند شاخصه به منظور انتخاب مناسب ترین گزینه از بین m گزینه موجود به کار می روند. در (MADM) معمولا داده های مربوط به گزینه ها از منظر شاخص های مختلف در یک ماتریس نمایش داده می شود. مدل های تصمیم گیری چندشاخصه از نظر نوع شاخص های مورد نظر به مدل های جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می شوند.

مدل های جبرانی:

مدل هایی که از شاخص هایی تشکیل شده اند که با یکدیگر در تعامل اند، به این معنی که مقادیر نامطلوب یک شاخص می تواند توسط مقادیر مطلوب شاخص دیگر پوشانده شود. از جمله مدل های جبرانی به موارد زیر می توان اشاره کرد.

AHP – (Analytic Hierarchy Process)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی با به کارگیری معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و نیز قابلیت بررسی ناسازگاری در قضاوت ها می تواند در بررسی موضوعاتی همچون برنامه ریزی شهری و منطقه ای، بهینه سازی ترکیب تولید محصولات در یک واحد صنعتی، بودجه بندی دستگاههای دولتی، برنامه ریزی حمل و نقل، برنامه ریزی تخصیص منابع انرژی، اولویت بندی در صنعت برق، اولویت بندی پروژه های تحقیقات انرژی و محیط زیست و... کاربرد مطلوبی داشته باشد. همچنین این روش زمینه ای را برای تحلیل و تبدیل مسایل مشکل و پیچیده به سلسله مراتبی ساده تر فراهم می آورد که در چارچوب آن برنامه ریز بتواند ارزیابی گزینه ها را با کمک معیارها و زیرمعیارها به راحتی انجام داد.

Fuzzy AHP

تئوری فازی برای مواجهه با اکثر پدیده های جهان واقع که در آنها عدم قطعیت وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرد و بسیاری از مجموعه ها، اعداد و اتفاق های دنیای واقعی را می توان با منطق فازی توجیه کرد. در Fuzzy AHP با تعمیم مفاهیم فازی در تعیین ماتریس های مقایسه زوجی دخالت داده می شود.

ANP – (Analytic Network Process)

روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی توان از روش AHP استفاده کرد. ANP شکل کلی تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می دهد و تعاملات و بازخورد های میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می گیرد.

SAW – (Simple Additive Weighted)

در روش (SAW) سعی به برآورد تابع مطلوبیتی به ازای هر گزینه است تا گزینه ای با بیشترین مطلوبیت انتخاب شود. در این روش فرض بر استقلال ارجحیت و مجزا بودن آثار شاخص ها از یکدیگر است. در این روش با محاسبه اوزان اهمیت شاخص ها می توان به راحتی به ارجحیت گزینه ها دست یافت.

(Linear-programming for Multidimensional Analysis of Preference)-LINMAP

این روش به دنبال یافتن گزینه ایست که کمترین فاصله را با ایده آل ترین حالت ممکن داشته باشد. در این روش m گزینه و n شاخص از یک مسئله مفروض به صورت m نقطه برداری در یک فضای n بعدی مورد توجه است که از طریق یافتن فاصله اقلیدسی گزینه ها با بهترین گزینه؛ ارجح ترین گزینه انتخاب می شود.

(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)-TOPSIS

این روش بر این مفهوم تکیه دارد که بهترین گزینه، گزینه ایست که نزدیکترین فاصله به گزینه ایده آل مثبت و بیشترین فاصله از ایده آل منفی را داشته باشد.

(VišekriterijumskoKOMPromisnoRangiranje)-VIKOR

در این روش به منظور رتبه بندی و یافتن بهترین گزینه از مفهوم بدبندترین گزینه استفاده می کند و میزان سازش میان فاصله گزینه ها نسبت به بهترین گزینه و به این علت جزء روش های برنامه ریزی سازشی طبقه بندی می شود. این روش در مقایسه با روش تاپسیس، در محاسبه فواصل گزینه ها میزان اهمیت فاصله مطلوب نسبت به بهترین حالت و بدترین حالت را در نظر می گیرد.

(Elimination et Choice in Translating to Reality)-ELECTRE

در این روش به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیررتبه ای استفاده می شود. به طور مثال ممکن است از نظر ریاضی گزینه ای هیچ ارجحیتی به دیگر گزینه نداشته باشد اما تصمیم گیرنده و تحلیلگر بهتر بودن آن گزینه به دیگری را بپذیرد. در این روش کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه های غیر موثر حذف می شوند. کلیه مراحل اجرای این روش بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه غیرهماهنگ پایه ریزی می شوند که به این دلیل این روش معروف به آنالیز هماهنگی هم می باشد.

-PROMETHEE

(Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)

این روش بر دو مفهوم ترجیح و بی تفاوتی استوار است به این معنی که گزینه A بر گزینه B ترجیح و برتری دارد اگر از نظر توابع ترجیح - که میزان ارجحیت گزینه A بر گزینه B از نظر تصمیم گیرنده را ارائه می دهد- مقدار تابع ترجیح گزینه A بیشتر از تابع ترجیح گزینه B باشد. همینطور گزینه A نسبت به گزینه B بی تفاوت است اگر مقدار تابع ترجیح گزینه A با تابع ترجیح گزینه B برابر باشد. پس از تعیین وضعیت دو به دوی گزینه ها نسبت به هم در یک گراف رتبه بندی نمایش

(Simple Multi Attribute Ranking Technique)-SMART

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کیفی و کمی را برای رتبه بندی گزینه های مورد بررسی استفاده کرد. ابتدا به منظور محاسبه وزن و سطح بندی شاخص ها از نظر هر گزینه، محدوده انتخابی برای هر کدام از شاخص ها تعریف می شود و از طریق فرمول های تعریف شده شاخص ها به تفکیک هر گزینه رتبه بندی می شوند. در مرحله بعدی وزن و اهمیت هر شاخص نسبت به هم سنجیده می شود. در پایان وزن و اولویت نهایی گزینه ها از تلفیق اوزان فوق به دست می آید.

REGIME

در این روش می توان ترکیبی از شاخص های کمی و کیفی را به کار برد در حالی که نیازی به تبدیل شاخص های کیفی به کمی نباشد. با ساخت ماتریس REGIME که حاصل مقایسات زوجی گزینه ها از نظر تمامی شاخص هاست، شاخص های راهنما را محاسبه می کنیم و از این طریق گزینه ها را رتبه بندی کرد.

(Superiority and Inferiority Ranking-SIR)

این روش جزء روش های جدید و به نسبت پیچیده تصمیم گیری چندمعیاره طبقه بندی می شود. در این روش مانند روش PROMETHEE توابع ترجیحی وجود دارند که پس از محاسبه ارجحیت هر کدام از گزینه ها نسبت به شاخص ها و یافتن مقدار توابع ترجیح زوجی گزینه ها از نظر شاخص ها، ماتریس superiority و inferiority را تشکیل داد. در مرحله بعد مانند روش های SAW و TOPSIS ماتریس وزین جریان را تشکیل می دهیم. با محاسبه جریان ها می توان گزینه ها را رتبه بندی کرد.

(Evaluation and Mixed criteria)-EVAMIX

در این روش شاخص ها به دو دسته کیفی (اوردینال) و کمی (کاردینال) تفکیک می شوند و محاسبات مربوط به هر دسته از شاخص ها به صورت مجزا انجام می شود. مقدار غلبه نیز برای ماتریس های تفاضلی محاسبه میشود و در پایان پس از محاسبه امتیاز ارزیابی گزینه ها، گزینه ها رتبه بندی می شوند.

مدل های غیر جبرانی:

در این مدل تعامل و مبادله میان شاخص ها مجاز نیست یعنی به طور مثال نقطه ضعف موجود در یک شاخص ها توسط مزیت موجود در یک شاخص دیگر جبران نمی شود. مطلوبیت این مدل ها زمانی روشن می شود که تحلیلگر با محدود بودن اطلاعات مواجه و یا دسترسی به تصمیم گیرندگان محدود باشد.

از جمله روش های غیر جبرانی می توان به روش تسلط، روش حذف، روش لکسیکوگراف، روش رضایت بخش شمول، روش رضایت بخش خاص، روش Max-Min و روش Min-Min اشاره کرد.

مدل هایی که در مرز جبرانی و غیر جبرانی قرار می گیرند

PERMUTATION

در این روش تعداد حالات رتبه بندی گزینه ها (جایگشت ها) مشخص می شود و هر رتبه بندی مورد آزمایش قرار می گیرد و نهایتا مناسب ترین آنها برای رتبه بندی انتخاب می گردد.

(Qualitative Flexible assessment)-QUALIFLEX

در این روش ابتدا جایگشت های مختلف گزینه ها تشکیل می شود. در مرحله بعدی گزینه ها براساس شاخص ها رتبه بندی می شوند به این ترتیب که اگر گزینه ای در شاخصی از بقیه بهتر است عدد 1 و به همین ترتیب سایر گزینه ها طبقه بندی می شود. مقادیر غالب و غیر غالب از طریق مقایسه جایگشت و رتبه بندی به دست می آیند. براینده مراحل فوق را با داشتن اطلاعات شاخص ها و جایگشت ها در ماتریسی گرد آورده و جمع مقادیر مربوط به هر جایگشت را که مشخص کننده اولویت جایگشت هاست محاسبه می کنیم.

عدم اطمینان فرایند تصمیم گیری چند معیاره:

در فرایند تصمیم گیری چند معیاره، رتبه بندی گزینه های تصمیم تحت تأثیر دو نوع عدم اطمینان قرار دارند:

الف) عدم اطمینان مربوط به شرایط و خصوصیات آینده محیط تصمیم گیری:

این نوع عدم اطمینان به وسیله مجموعه ای از سناریوها بیان می‌شود. تجزیه و تحلیل سناریو اغلب برای پیش بینی شرایط آینده محیط تصمیم‌گیری به کار می‌رود. سناریوها در حقیقت تجزیه شرایط آینده محیط تصمیم‌گیری به تعدادی وضعیت مجزا می‌باشند. این نوع عدم اطمینان در فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

ب) عدم اطمینان موجود در قضاوتها و عناصر ماتریس تصمیم:

عدم اطمینان موجود در قضاوتها و عناصر ماتریس تصمیم (ماتریس بازده)¹ به وسیله توزیع احتمال مربوط به آن بیان می‌شود. البته باید به این نکته اشاره کرد که معیارهای تصمیم‌گیری به دو دسته تفکیک می‌شوند که عبارتند از: 1- معیارهای غیر مشهود و کیفی که به ارزیابی ذهنی نیاز داشته و در بیشتر موارد امکان اندازه‌گیری دقیق آنها وجود ندارد. 2- معیارهای مشهود و کمی که به صورت دقیق و مشخص قابل اندازه‌گیری می‌باشند. البته احتمال بروز خطا در اندازه‌گیری معیارهای کمی وجود دارد که این امر نتیجه خطای نمونه‌گیری و یا فنون شمارش و اندازه‌گیری می‌باشد. در این نوع خطاها روشهای استاندارد آماری برای مشخص ساختن میزان عدم اطمینان وجود دارد.

عدم اطمینان قضاوتها به وسیله دو منبع مشخص می‌شود:

1- منبع خارجی عدم اطمینان به محیط تصمیم‌گیری و فرایند جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط می‌شود.
2- منبع داخلی عدم اطمینان به ابهام و عدم اطمینان ناشی از محدودیت میزان اطلاعات در دسترس تصمیم‌گیرنده و میزان تسلط و درک او از مسأله اشاره می‌کند.

اولسن و وو نشان داده‌اند که چگونه می‌توان از شبیه‌سازی برای انعکاس ورودی‌های فازی در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرد و تحلیل احتمالی کاملتری از نتایج مدل ارائه داد.

لی بیان می‌کند: تحقیقات اندکی در زمینه تصمیم‌گیری چند معیاره فازی تحت شرایط عدم اطمینان انجام گرفته است، در حالی که این زمینه از تحقیقات علمی کاربردهای فراوانی در عمل دارند. او راه حلی برای مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی تحت شرایط عدم اطمینان ارائه داد که اطلاعات عینی و قضاوت‌های ذهنی را به صورت توأم در نظر می‌گیرد. در این مقاله روش مقایسه زنجیره زوجی تعیین درجه عضویت و وزن گزینه‌ها در وضعیتهای مختلف معیارهای کیفی بیان شده است.

باستوس و رویز بیان می‌کنند که منطق فازی در علوم اجتماعی می‌تواند به عنوان یک ابزار تحلیل و پیش‌بینی به صورت مؤثری به کار گرفته شود. ترکیب منطق فازی و تصمیم‌گیری چند معیاره به میزان زیادی پیچیدگی‌های طبیعی و عدم اطمینان موجود در مسائل اجتماعی را مورد توجه قرار می‌دهد. در این تحقیق، ابتدا محدودیت روشهای آماری در شرایط عدم اطمینان بیان شده و سپس برای تحلیل و پیش‌بینی شرایط سیاسی و اجتماعی از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی استفاده شده است.

بعضی از روشهای بالا بردن سطح اعتماد تصمیم‌گیری شامل:

1- تکنیک پراکنی خطاها: در مدل AHP بسیاری از مقایسات ذهنی DM در ماتریس مقایسات زوجی ناسازگار هستند فرمول‌سازی مدل AHP با استفاده از تکنیک پراکنی خطاها توسعه داده شده است. جهت تشریح بیشتر و درک بهتر، این مدل نوین در فرایند

¹ Decision matrix (pay-off matrix)

تصمیم‌گیری بر اساس AHP در یک مثال واقعی اعمال شده است. در این مدل DM می‌تواند با ملاحظه واریانس اوزان مرکب، تصمیم دقیق‌تر با سطح اعتماد بالاتری را اتخاذ نماید.

Best-2: یعنی فرد در هر سطر بیشترین f را پیدا کند. وقتی به ازای هر سیاست یا راهکار بیشترین f مشخص شد نهایتاً موردی انتخاب می‌شود که در بین بیشترین‌ها بیشترین باشد. این در واقع معیاری است که افراد ریسک‌پذیر به آن گرایش زیادی دارند.

Satisficing-3: یعنی فرد یک سطح تراز تعریف کند. این سطح به عنوان کف مطلوبیت شناخته می‌شود. سپس در هر سطر تعداد مواردی که مساوی یا بیشتر از این کف مطلوبیت هستند شمارش می‌شوند. وقتی به ازای هر سیاست یا راهکار این تعداد مشخص شد نهایتاً سطری انتخاب می‌شود که بیشترین تعداد را داشته باشد. این معیاری است که اکثر انسان‌های موفق و البته محافظه‌کار هنگام مواجهه با عدم قطعیت عمیق از آن استفاده می‌کنند و در واقع نشان‌دهنده ترکیب "رضایت و کفایت" است.

Absolute Regret-4: یعنی فرد پیش‌خود فکر کند که بعداً در آینده چقدر افسوس می‌خورد. مثلاً شاید در ستون $X1$ بیشترین مطلوبیت یا ارزش ممکن با سیاست یا راهکار Lj متناظر باشد. اما اگر فرد Li را انتخاب کرده باشد و وضعیت آینده $X1$ اتفاق بیافتد افسوس می‌خورد که ای کاش Lj را انتخاب می‌کرد. در نتیجه در هر ستون تفاوت بین مطلوبیت یا ارزش سیاست یا راهکار منتخب با بیشترین حالت ممکن ستون، تاسف مطلق را نشان می‌دهد. برای تشکیل ماتریس تاسف‌های مطلق کافی است که در هر ستون بیشترین مورد مشخص شود و به آن صفر نسبت داده شود و سپس در درایه‌های بالا و پائین آن تفاوت‌ها یادداشت شود. آنگاه می‌توان به ازای هر سیاست یا راهکار مشخص (یعنی در هر سطر) بیشترین تاسف مطلق را بر روی مجموعه وضعیت‌های آینده پیدا کرد. نهایتاً موردی انتخاب می‌شود که در بین بیشترین تاسف‌های مطلق، تاسف کمتری از بقیه داشته باشد.

Relative Regret-5: منطبق حکم می‌کند وقتی شما در معامله‌ای که حداکثر سود آن ۲۰ میلیون تومان است صد هزار تومان ضرر می‌کنید کمتر افسوس می‌خورید تا زمانی که در معامله‌ای که حداکثر سود آن دویست هزار تومان است همان مقدار صد هزار تومان ضرر می‌کنید. روشن است که در هر دو حالت تاسف مطلق یکسان است اما مهم این است که بدانیم این تاسف نسبت به چه مقدار پایه‌ای محاسبه شده است. بنابراین باید پس از محاسبه تفاوت‌ها، آنها بر بیشترین مقدار ممکن تقسیم شوند تا نشانگر این واقعیت ساده باشند که تاسف نسبی قوی‌تر از تاسف مطلق است. وقتی به ازای هر سیاست یا راهکار مشخص بیشترین تاسف نسبی به دست آمد مشابه حالت قبلی موردی انتخاب می‌شود که در بین بیشترین تاسف‌های نسبی، تاسف نسبی کمتری از بقیه داشته باشد.

Satisficing Relative Regret-6: این معیار که در واقع ترکیبی است از معیار دوم با معیار قبلی تلاش می‌کند که فضای تصمیم‌فرد را به اصطلاح جارو کند و کانون توجه و بنابراین انتخاب را فقط معطوف به بیشترین تاسف‌های نسبی نکند. همانطور که در معیار Satisficing یک سطح تراز تعریف می‌شود در اینجا نیز برای تاسف نسبی یک سطح تراز تعریف می‌شود. این سطح در واقع یک سقف برای تاسف نسبی است. در هر سطر تعداد موارد تاسف‌های نسبی که مساوی یا کمتر از این سقف هستند شمارش می‌شوند. وقتی به ازای هر سیاست یا راهکار این تعداد مشخص شد نهایتاً موردی انتخاب می‌شود که بیشترین تعداد را داشته باشد. یا بر عکس، در هر سطر تعداد مواردی که مساوی یا بیشتر از این سقف هستند شمارش می‌شوند. وقتی به ازای هر سیاست یا راهکار این تعداد مشخص شد نهایتاً موردی انتخاب می‌شود که کمترین تعداد را داشته باشد.

در بین معیارهای بالا، آخرین معیار یعنی SRR به پابرجائی تصمیم‌کمک بیشتری می‌کند و البته فرد را از پذیرش ریسک زیاد برای رسیدن به بهترین منافع ممکن باز می‌دارد. ولی در صورت کاربرد این معیار خاص می‌توان امیدوار بود که "صرف نظر از اینکه کدام یک از وضعیت‌های آینده رخ خواهند داد تاسف نسبی از حد مشخصی بیشتر نخواهد شد."

شبیه‌سازی:

. شبیه سازی فرایند تکنیکی است که به سازمانها کمک می کند تا نتایج عملکرد و فرآیند تصمیم گیری خود را پیش بینی، مقایسه و بهینه سازی کنند، بدون اینکه هزینه و ریسک تغییر فرآیندهای جاری و اجرای جدید را متحمل شوند.

شبیه سازی (APPLIEDSIMULATION) فرآیندی تکنیکی است که امکان نمایش فرآیند ها، منابع، کالاها و خدمات را در مدل دینامیک رایانه ای فراهم می کنند، در حقیقت شبیه سازی رایانه ای ابزاری نیرومند جهت پشتیبانی از تصمیمات مدیریت و کاهش ریسک فرآیند تصمیم گیری با استفاده از ارزیابی و تحلیل استراتژی های مختلف است استفاده از مدل های شبیه سازی به عنوان یک تکنیک پشتیبانی از تصمیمات مدیریت و کاهش ریسک فرآیند تصمیم گیری به وسیله ارزیابی و تحلیل استراتژی های مختلف طراحی و بهبود سیستم، همواره روند افزایشی داشته است. گستره کاربرد آن مباحث بازرگانی، اقتصاد، بازاریابی، تعلیم و تربیت، علوم فضایی و بسیاری علوم دیگر را دربرمی گیرد (رابرت شاتون)

تعریف شبیه سازی

بر اساس تعریف شاتون، شبیه سازی عبارت است از فرآیند طراحی مدلی از سیستم واقعی و انجام آزمایشهایی با این مدل که با هدف پی بردن به رفتار سیستم بازاریابی، استراتژی های گوناگون (در محدوده ای که به وسیله معیار و یا مجموعه ای از معیارها اعمال شده است) را برای عملیات سیستم تبیین می کند.

مدل شبیه سازی توانایی یا قابلیت طراحی شده ای است که یک راه حل آماری قدرتمند را ایجاد می کند و مدیر را از دست یابی به اهداف سازمان مطمئن می سازد. (Ferrin 2002)

یک مدل حالت کوچکی از یک سیستم پیچیده واقعی با مفهوم حقیقی است. ارزش یک مدل به آن جهت است که پیش بینی های آن پاسخهای مناسبی برای حل مشکل مورد نظر را فراهم می آورد.

یک مدل شبیه سازی گونه ای از پدیده ها یا سیستم های دینامیک را نشان می دهد که می تواند مسائل موجود در سازمان را بیش از آنکه تبدیل به مشکل شوند، نشان دهد.

هدف اصلی مدل های شبیه سازی فراهم آوردن بنیانی برای پیش بینی رفتار سیستم است. به طور کلی شبیه سازی زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که به علت پیچیدگی سیستم مورد نظر، استفاده از روشهای تحلیلی غیر عملی است. از این رو روشهای مطالعه سیستم از طریق شبیه سازی مطرح می شود.

غالباً پیچیدگی موجود در سیستم های واقعی به صورت اشکال زیر نمود پیدا می کند :

* حالت عدم اطمینان در سیستم: شبیه سازی مکانیزمی، منصف و سودمند را برای غلبه بر عدم اطمینان فراهم می آورد بدون آنکه محدودیتی برای سیستم ایجاد کند.

* رفتار پویا : رفتار سیستم در طول زمان ثابت نیست و متغیرهای اصلی موجود همانند بهره وری و... نیز در طول زمان متغیرند. برای تشخیص علت تغییرات و کنترل آنها بایستی از مدل پویا و متناسب تغییرات، استفاده شود.

* مکانیزم های بازخورد: رفتارهای انجام شده و تصمیمات اتخاذ شده در یک مرحله از یک فرآیند، قسمتهای دیگر فرآیند را به طور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تأثیر قرار می دهد و شناسایی این اثرات و علل آنها بسیار ضروری است.

برای اخذ تصمیم درست در هر مرحله از فعالیتهای یک سیستم، موارد ذکر شده فوق بسیار تأثیرگذار است.

با استفاده از شبیه سازی می توانیم اثرات هر یک از عوامل یاد شده را آزمایش و پیش بینی کنیم. شبیه سازی در حقیقت آزمایش کردن یک سیستم واقعی با مدل است. زیرا آزمایش کردن روی یک سیستم واقعی مشکلات زیادی در پی دارد به طور مثال شاتون در کتاب خود به نام (علم و هنر شبیه سازی سیستم ها) به نقل از بریش این مشکلات را چنین ذکر می کند:

- 1- آزمایشها روی سیستم واقعی می توانند عملیات سازمان را مختل کنند.
 - 2- اگر افراد مردم، جزء جدانشدنی سیستم باشند، ممکن است رفتارشان را تغییر دهند.
 - 3- ممکن است یکسان نگهداشتن شرایط عمل، برای هر بار تکرار آزمایش، بسیار مشکل باشد.
 - 4- شاید به دست آوردن حجم نمونه ای یکسان به زمان و هزینه زیادی نیاز داشته باشد.
- با توجه به موارد فوق، مجبور هستیم برای پیش بینی نتایج حاصل از تصمیمات و کاهش ریسک آن، از روش شبیه سازی استفاده کنیم.
- فرآیند شبیه سازی اصولاً یک پروژه مبتنی بر مدل شبیه سازی زمانی آغاز می شود که در سیستم مسئله ای به وجود آید. در این زمان اولین گام تدوین مسئله است، زیرا برای یافتن جواب مسئله باید فهمید که اصل آن چیست؟
- بنابراین اولین قدم در آزمایش شبیه سازی (همانند هر آزمایش دیگری)، تعیین هدف آزمایش است، چون این هدف است که نحوه آزمایش، جزئیات لازم و نتایج نهایی را تعیین می کند.
- دومین گام تعریف سیستم است. در این مرحله باید تعیین کرد که از چه روشها و تکنیکهایی می توان برای بررسی و مطالعه سیستم استفاده کرد. تعریف سیستم در حقیقت، تعیین اجزای سیستم، عناصر و عوامل داخلی و خارجی محیط سیستم، پارامترها و متغیرهای سیستم را شامل می شود. پس از آن روابط و قوانین حاکم میان ویژگیهای سیستم و متغیرهای آن مشخص و یا فرموله شده، سپس چگونگی رفتار سیستم مورد بررسی قرار گرفته و جزئیات حاصل از تغییر متغیرها در سیستم معلوم می شود.
- گام سوم پاسخ به این سوال است که آیا در تمامی تصمیم گیریها می توان از مدل شبیه سازی استفاده کرد یا خیر؟ اگر شرایط واقعی چندان پیچیده نباشد و بتوانیم با استفاده از روشهای تجزیه و تحلیل به حل مسئله پردازیم، طبیعتاً نیازی به استفاده از مدل شبیه سازی نیست. ولی اگر با توجه به شرایط پیچیده و ریسک بالا، فقط از شبیه سازی می توان استفاده کرد، پس کاربرد روش شبیه سازی الزامی است.
- گام چهارم، تدوین مدل است. هنر مدل سازی عبارت است از توانایی تحلیل مسئله، چکیده سازی خصایص آن، انتخاب مفروضات و سپس تکمیل و توسعه مدل تا زمانی که تقریبی مفید از واقعیت به دست آید. هر چه مدل کامل تر باشد، وضعیت پیچیده را روشن تر منعکس می کند.
- گام پنجم، تدارک داده هاست. هر مطالعه ای مستلزم جمع آوری داده هاست. در یک مدل شبیه سازی، داده های ورودی باید با اطلاعات مربوط با اجزای سیستم و ارتباط میان آنها رابطه نزدیک داشته باشد.
- در این زمان تحلیلگر باید تصمیم بگیرد چه داده هایی مورد نیازند و چگونه باید این اطلاعات را جمع آوری کرد.
- گام ششم با بر گرداندن مدل برداشته می شود. در این مرحله باید مدلی که از سیستم تهیه شده است برای کامپیوتر توصیف کنیم. مدلها شبیه سازی از لحاظ منطقی بسیار پیچیده بوده و دارای فعل و انفعالات متقابل بسیاری در بین عناصر سیستم هستند. در گام هفتم، اعتبار مدل را تعیین می کنیم. این مرحله مهمترین و مشکل ترین مرحله از مراحل شبیه سازی است. تعیین اعتبار یعنی آنکه آیا مدل ساخته شده رفتار سیستم واقعی را به درستی شبیه سازی و توصیف می کند یا خیر؟ بنابراین آنچه که اهمیت دارد قابل اعتبار بودن مدل است نه حقیقت ساختار آن.
- گام هشتم، برنامه ریزی استراتژیک و تاکتیکی است. به طور کلی برنامه استراتژیک یعنی طرح آزمایشی که اطلاعات مطلوب از آن حاصل می شود و برنامه ریزی تاکتیکی یعنی تعیین این موضوع که هر یک از آزمونهای مشخص شده در طرح آزمایش، چگونه انجام می گیرد.

در گام نهم آزمایش و تفسیر (تحلیل حساسیت) آن صورت می‌گیرد. در این مرحله اشتباهات و نواقص برنامه ریزی آشکار می‌شود و مراحل اجرا شده مورد بازبینی قرار می‌گیرد.

گام دهم با پیاده سازی و مستند سازی برداشته می‌شود. موفقیت یک پروژه شبیه سازی را تنها می‌توان زمانی محقق دانست که مدل پذیرفته شده، تفهیم شود و مورد استفاده قرار گیرد. مستند سازی دقیق و کامل از چگونگی ایجاد، توسعه و نحوه عمل مدل می‌تواند عمر مفید و شانس پیاده سازی موفق آن را بسیار افزایش دهد. مستند سازی خوب، نحوه اصلاح را آسان‌تر ساخته، حتی در صورت نبودن ایجاد کننده های اصلی آن، استفاده از آن را ممکن می‌سازد.

شبیه سازی مستقیماً از طریق پیش بینی اثرات و نتایج حاصل از اعمال تغییرات بر فرآیند، کیفیت، بهره وری و چرخه زمان، به تصمیم گیری مدیران کمک می‌کند. همچنین مسائل موجود در مدیریت تغییر را حل می‌کند و هدف آن اجرای فرآیندها در عملیات کیفی است که از نظر هزینه، نحوه طبقه بندی و کیفیت با محدودیت مواجه است. (Raffo 2000 1999 Kellner&Tarbet&Madachy)

در حقیقت شبیه سازی، ابزاری است که تعیین می‌کند، این محدودیتها باید چگونه باشند. از طریق شبیه سازی می‌توانیم سطح بالا و سطح پایین (محدوده تغییر) متغیرهای مستقل را تعیین کنیم تا در نهایت بتوانیم محدودیتهای هزینه، کیفیت و مبنای طبقه بندی را اعمال کنیم می‌توان گفت تکنولوژی همان تولید محصول با استفاده از مدل در شرایط واقعی است و در واقع از طریق مدل سازی، عکس العمل محیط واقعی بر تکنولوژی جدید از قبل پیش بینی می‌شود.

رفتار محیط در قبال متغیرهای واقعی را می‌توان مدل سازی کرد و متغیرهایی که دست یابی به آنها آسان نیست را نادیده گرفت. در واقع از طریق محیط شبیه سازی شده می‌توان بسیار آسان تر از شرایط محیط واقعی به نتیجه دست یافت.

بیشتر مواقع، مدل‌های شبیه سازی به ما کمک می‌کنند که تصمیم بگیریم که یک فرآیند متوقف شود و یا به فعالیت خود ادامه دهد. تکنیک‌های شبیه سازی که برای ارزیابی سیستم‌ها به کار می‌روند، ابزار بسیار مناسبی برای بهبود کیفیت مقیاس، و معیارهای مورد استفاده در فرآیند طراحی، کدگذاری، و آزمایش گام‌های سازمان ارائه می‌دهند که می‌توان آن را در شرایط واقعی به کار گرفت. در نتیجه احتمال وجود نقص در محصولات و خدماتی که به مشتری ارائه می‌شوند کاهش یافته، نیازها و خواسته‌های مشتریان برآورده شده و سازمان به کامیابی در مأموریت خود دست می‌یابد.

از سوی دیگر با استفاده از تکنیک شبیه سازی می‌توان هزینه‌ها را پیش بینی و اولویتها را تعیین کرد، محصولات و خدمات را طبقه بندی کرده و نیروی کار مورد نیاز را تشخیص داد و در حقیقت با استفاده از داده‌های حاصل از به کارگیری تکنیک شبیه سازی، مدیریت با اطمینان بیشتری در مورد هزینه، بودجه، نیروی انسانی و... برنامه ریزی و تصمیم گیری می‌کند.

با این وجود شبیه سازی همواره راه گشا نیست، تنها زمانی سودمند واقع می‌شود که هم مدل و هم داده‌های مورد استفاده در آن، تا حد زیادی شرایط واقعی را بنماید. قدرت متصور برای شبیه سازی شدیداً به میزان اعتبار مدل بستگی دارد. از آنجا که شبیه سازی، ساده سازی جهان واقعی است و اعتبار آن، اساساً تقریبی است، پس صحت نتایج حاصل از یک مدل شبیه سازی نیز به ارزش واقعی پارامترهای مدل بستگی دارد.

در بسیاری از نمونه‌های جهان واقعی این پارامترها و یا اندازه گیری آنها، دقت لازم را ندارد.

برای غلبه بر این مشکلات می‌توان راهبردهای زیر را اتخاذ کرد:

* مقادیر موجود می‌تواند با متغیرهای مطلوب احتمالی، یکسان فرض شود.

* مقدارها می‌توانند بر اساس مطالب، اسناد و مدارک صحیح دیگری تعیین شوند.

* در صورت لزوم می توان تعیین پارامترها را با استفاده از تجربیات افراد درگیر در کار یا تئوری های موجود انجام داد.

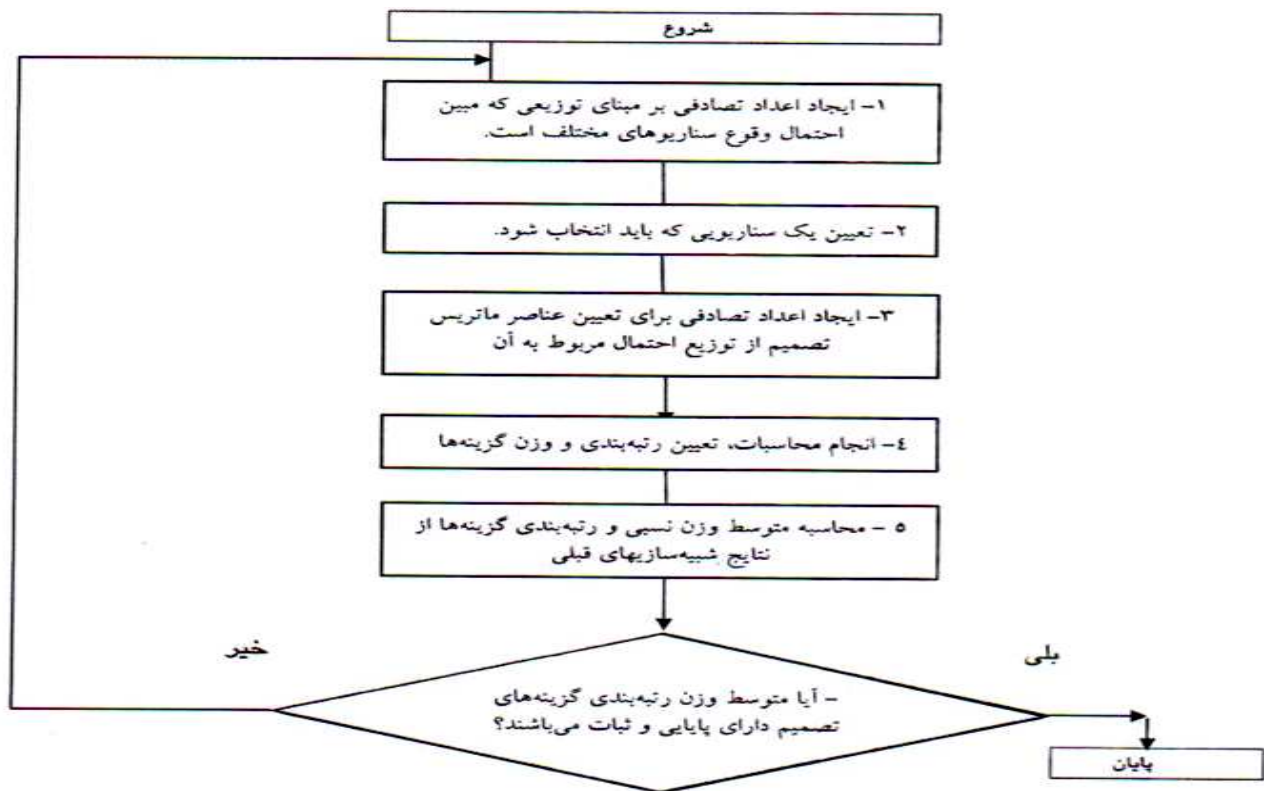
MCDM و شبیه سازی:

تکنیک شبیه سازی برای تشریح هر دو نوع عدم اطمینان را در فرآیند تصمیم گیری می توان بیان کرد. مراحل این روش به شرح زیر است:

الف) مرحله نخست حل مسائل تصمیم گیری تحت شرایط عدم اطمینان، تعریف چند سناریو می باشد که هر یک نشان دهنده یک مجموعه از شرایط عدم اطمینان، را تحت تأثیر قرار دهد، سپس احتمال وقوع هر یک از سناریوها مشخص می شود برای این کار می توان از روش دلفی و یا نظر گروهی از متخصصان استفاده کرد.

ب) در این مرحله عناصر ماتریس تصمیم بر مبنای هر یک از سناریوها تعیین می شود. برای نشان دادن عدم اطمینان عناصر ماتریس تصمیم می توان از روش فاصله ای و تعیین توزیع آماری یکنواخت برای کلیه اعداد آن فاصله و یا استفاده از توزیع مثلثی و تخمین سه مقدار خوشبینانه، بدبینانه و متحمل برای هر یک از عناصر ماتریس تصمیم استفاده کرد.

ج) بعد از تعیین کلیه عناصر دارای عدم اطمینان برای مشخص کردن رتبه بندی گزینه های تصمیم از الگوریتم شبیه سازی ارائه شده در شکل 1 استفاده می شود.



شکل 1: الگوریتم شبیه سازی تعیین وزن گزینه ها در شرایط عدم اطمینان

وزن نسبی و رتبه بندی گزینه‌های تصمیم در تکرارهای مختلف شبیه سازی ممکن است با یکدیگر تفاوت داشته باشند. با افزایش تعداد تکرارهای شبیه سازی، متوسط وزن نسبی و رتبه بندی گزینه‌های تصمیم به حالت ثبات و پایایی می‌رسد. با توجه به ماهیت تصادفی ورودی‌های شبیه سازی، خروجی‌های آن نیز دارای ماهیت تصادفی می‌باشند. در نتیجه استفاده از فنون آماری جهت تحلیل خروجی‌های شبیه سازی ضروری است. از اطلاعات به دست آمده در شرایط پایایی شبیه سازی برای تحلیل آماری خروجی‌های شبیه سازی می‌توان استفاده کرد.

روش شبیه سازی برای بررسی و برخورد با عدم اطمینان مربوط به شرایط آینده محیط تصمیم گیری بسیار منعطف می‌باشد و توان از آن برای شرایط پیچیده تصمیم گیری که عوامل متعدد با احتمالهای ویژه موثر می‌باشند، استفاده کرد. البته باید به این نکته توجه داشت که هر روش تئوریک و تحلیلی که به کار گرفته می‌شود باید توزیع‌های احتمال مختلف مربوط به عوامل مؤثر در محیط را در نظر بگیرد. در بسیاری از شرایط امکان مشخص کردن یک توزیع آماری استاندارد برای عوامل مؤثر در محیط تصمیم گیری مشکل و یا غیر ممکن خواهد بود. به همین دلیل استفاده از روش شبیه سازی برای برخورد با عدم اطمینان موجود در شرایط و محیط تصمیم گیری بسیار کارا تر و عملی تر از توسعه یک روش تئوریک و تحلیلی است.

با استفاده از روش شبیه سازی تصمیم گیرنده شرایط و حالت‌های مختلفی را که در محیط واقعی تصمیم گیری می‌تواند رخ دهد، بررسی کرده و احتمال رخداد هر یک را مشخص می‌کند. این توانایی شبیه سازی و انعطاف پذیری آن کمک زیادی به تصمیم گیرنده در شناخت رویدادهای آتی محیط تصمیم گیری می‌کند.

تأثیر عدم اطمینان در رتبه بندی و وزن نهایی گزینه‌های تصمیم

هر دو منبع عدم اطمینان مذکور می‌توانند منجر به نقض شدن رتبه بندی‌ها و کاهش میزان اطمینان تصمیم گیرنده به نتایج به دست آمده شوند. احتمال نقض شدن رتبه بندی‌ها و نتایج به دست آمده در نتیجه عدم اطمینان وجود دارد. تصمیم گیرندگان معمولاً علاقه‌مندند که احتمال تغییر در گزینه مسلط را به تعیین کنند. فرض اساسی این است که عدم اطمینان موجود در ماتریس تصمیم در نتیجه شک و تردید تصمیم گیرنده در مورد صحت قضاوتها بوده و در نتیجه عدم توافق تعدادی از تصمیم گیرندگان نمی‌باشد. بر اساس روش ساعتی معیار جامع عدم اطمینان رتبه بندی‌ها^۲ را می‌توان از فرمول ۱ محاسبه کرد

$$(1) \quad RU = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \left(\frac{\delta_i}{w_i} \right)^2}$$

$$\delta_i = \text{انحراف معیار وزن گزینه } i \quad |w_i = \text{وزن گزینه ها}$$

در جدول ۱ نتایج شبیه سازی میزان تغییر در عدم اطمینان عناصر ماتریس تصمیم آورده شده است. با افزایش میزان عدم اطمینان عناصر ماتریس تصمیم، انحراف معیار وزن نهایی گزینه‌های حاصل از شبیه سازیهای متعدد افزایش پیدا می‌کند. این مورد در شکل ۲ برای

² RU: Rank Uncertainty

ماتریس تصمیم با سه گزینه نشان داده شده است. همان طور که در شکل نیز مشخص است با افزایش میزان عدم اطمینان عناصر ماتریس تصمیم، انحراف معیار وزن نهایی گزینه‌ها (1، 2، 3)، حاصل از شبیه سازی‌های متعدد افزایش پیدا کرده است.

جدول 1: نتایج شبیه سازی تغییر در میزان عدم اطمینان عناصر ماتریس تصمیم

احتمال نقض شدن رتبه بندی‌های	عدم اطمینان رتبه بندی‌ها (RU)	عدم اطمینان عناصر ماتریس تصمیم
0/227	0/2238	1/44
0/334	0/2701	2/88
0/337	0/3007	4/43
0/414	0/3227	5/77
0/440	0/3411	7/21
0/464	0/3543	8/66
0/487	0/3653	10/10
0/50	0/3742	11/54

با افزایش تعداد تکرارهای شبیه سازی، وزن نسبی گزینه‌های تصمیم به حالت ثبات³ و پایایی می‌رسد. در این حالت افزایش تعداد تکرارهای شبیه سازی تأثیری در رتبه بندی گزینه‌های تصمیم ندارد. این حالت زمانی به دست می‌آید که افزایش تکرارهای شبیه سازی تأثیر بسیار اندکی در متوسط وزن نسبی و رتبه بندی گزینه‌های تصمیم حاصل از تکرارهای قبلی شبیه سازی داشته باشد. البته، هر چه میزان عدم اطمینان عناصر ماتریس تصمیم افزایش پیدا کند، تکرارهای شبیه سازی بیشتری برای رسیدن وزن نسبی گزینه‌ها به وضعیت ثبات و پایایی لازم است.

منابع:

1. اصغرپور، محمدجواد، تصمیم گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران 1389
2. شانون رابرت، علم و هنر شبیه سازی سیستم‌ها، مرکز نشر دانشگاهی، 1371
3. دکتر حسن صالح فتح آبادی: شبیه سازی سیستم‌ها به وسیله کامپیوترهای رقمی، نشر دانشگاهی، 1378
4. مومنی، منصور: پژوهش عملیاتی (مدلهای احتمالی)، انتشارات سمت، 0831
5. جری بنکس و جان کارسن، شبیه سازی سیستم‌های گسسته - پیشامد، انتشارات دانشگاه شریف، 1376
6. اسکندری، حمیدرضا، و محمدجواد اصغرپور، 1380، توسعه مدل AHP در شرایط عدم اطمینان، اولین کنفرانس ملی مهندسی صنایع، تهران، انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه صنعتی شریف، http://www.civilica.com/Paper-IIEC01-IIEC01_005.html

³ stabilized

MCDM در تسهیلات شهری

تهیه کننده: شیوا واحد دهکردی

MCDM

تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) زیر رشته ای از تحقیق در عملیات است که معیارهای متعدد محیط های تصمیم گیری را مورد ارزیابی قرار می دهد. در زندگی روزمره ما و یا در تنظیمات مهندسی حرفه ای، معیارهای متعددی که نیاز به بررسی و تصمیم گیری داشته و منجر به تغییر در انتخابات ما می شوند، وجود دارد. در حقیقت MCDM ابزاری برای دست یافتن به جواب های علمی و بر پایه ی نظریه های منطقی است.

روشها و رویکرد های MCDM در رشته های نظری به صورت های متفاوتی تعریف شوند. به عنوان مثال می توان MCDM را از یک دیدگاه به چهار قسمت طبقه بندی کرد:

(1) برنامه نویسی ریاضی چند هدفه،

(2) نظریه ابزار چند شاخصه،

(3) رویکرد رتبه بندی روابط، و

(4) روش جداسازی ترجیحات

موضوعات بالقوه تصمیم گیری با معیارهای چند گانه شامل موارد زیر است:

- برنامه نویسی چند منظوره
- تصمیم گیری چند معیاره
- بهینه سازی ترکیبی در تصمیم گیری چند هدفه
- الگوریتم ها، روش ها، و برنامه های کاربردی فازی MCDM،
- برنامه نویسی چند هدفه فازی
- هوش مصنوعی و MCDM

... و

به بیان بهتر می توان گفت هدف MCDM، آشنایی و آموزش ابزارهای کمی، روش ها و مدل های ریاضی جهت کمک به فرایند تصمیم گیری است.

تسهیلات شهری:

تسهیلات شامل شاخص های نشانگر خدمات شش گانه آموزشی، اورژانسی، بهداشتی و درمانی، حمل و نقل، فرهنگی و تفریحی و ورزشی می باشد.

برنامه ریزی تسهیلات در به حداقل رساندن ترافیک ناشی از حرکت کالا در مناطق شهری بسیار حیاتی است. در سال های اخیر، فعالیت های حمل و نقل فوق العاده افزایش یافته است و این امر بدون شک شرایط تردد برای کسانی که در مناطق شهری زندگی می کنند را تحت تاثیر قرار داده است

با توجه به رشد حمل و نقل های شهری و اثرات منفی آن بر روی ساکنین شهر و محیط زیست، ادارات شهرداری در حال اجرای مقررات حمل و نقل سازگار با محیط زیست مانند محدودیت زمان تحویل، مناطق تحویل اختصاصی، تراکم شارژ و غیره هستند. با اجرای این مقررات، اپراتورهای تدارکات با چالش های جدیدی در برنامه ریزی مکان برای مراکز توزیع مواجه هستند. برای مثال، اگر مراکز تسهیلات نزدیک به محل های مشتری قرار داده شوند، تراکم ترافیک در مناطق شهری افزایش پیدا می کند. اگر دور از مکان های مشتری قرار گیرند، هزینه های توزیع برای اپراتورها بسیار بالا خواهد بود. تحت این شرایط، روشن است که برنامه ریزی مکان تسهیلات در مناطق شهری تصمیمی پیچیده است که شامل در نظر گرفتن معیارهای متعدد مانند حداکثر پوشش مشتری، حداقل هزینه های توزیع، حداقل اثرات بر روی ساکنان شهر و محیط زیست، و انطباق با مقررات حمل و نقل شهری خواهد بود.

در این پژوهش، بر رویکرد تصمیم گیری چند معیاره برای برنامه ریزی محل مراکز توزیع شهری متمرکز می شویم. بدین منظور تئوری فازی MCDM را برای پارامترهای مدل تصمیم گیری استفاده می کنیم.

تئوری فازی:

تئوری فازی اولین بار توسط Zadeh (پرفسور لطفی زاده) برای مقابله با شرایط عدم اطمینان و ابهام در تصمیم گیری معرفی شد. تا قبل از تئوری فازی، تمام مسائل با منطق دو ارزشی (OK/NOT OK) بررسی می شدند. این مدل برای سیستم هایی که تعریف دقیقشان سخت است، استفاده می شود. به بیان دیگر وقتی داده ها غیر قطعی باشند از سه حالت استفاده می شود.

- عدم قطعیت و احتمال
- داده های بازه ای
- متغیرهای کلامی

در محیط فازی، پارامترها با واژه های زبانی به جای مقادیر عددی دقیق تعریف می شوند.

تعیین محل تسهیلات

مسئله ی محل تسهیلات معمولاً شامل مجموعه ای از مکان های انتخابی است که با مجموعه ای از معیارهای وزن مستقل از یکدیگر مورد بررسی قرار می گیرند. در نهایت با توجه به تمام معیارهای بررسی شده، برای اجرا بهترین انتخاب، در نظر گرفته می شود.

پیشینه ی تحقیق

روش های متعددی در پیشینه ها برای حل مشکل محل تسهیلات ارائه شده است. Agrawal در حال حاضر یک روش سیستم ایمنی ترکیبی تاگوچی برای بهینه سازی مشکل طراحی زنجیره تامین یکپارچه با چند حمل و نقل ارائه کرده است. Sun و همکاران یک مدل برنامه نویسی Bi-level برای محل تدارکات مراکز توزیع معرفی کرده و ... لازم به ذکر است که مقالاتی که در بالا به آنها اشاره شده مسئله ی انتخاب محل مراکز تسهیلات را در یک محیط مشخص بررسی کرده اند، که پارامترهای عددی ثابت و شناخته شده را در پیش داشته اند. در واقع، اغلب پارامترها را نمی توان با اطمینان به دست آورد برای مقابله با چنین شرایطی، نظریه فازی استفاده شد.

استفاده از تئوری فازی برای برنامه ریزی مکان تسهیلات توسط محققان زیادی بررسی شده است. لیانگ و وانگ الگوریتمی برای انتخاب سایت مراکز توسعه مبتنی بر تئوری مجموعه های فازی و تجزیه و تحلیل ساختار سلسله مراتبی ارائه کردند. چن رای مشکل انتخاب محل مراکز توزیع یک رویکرد تصمیم گیری چند معیاره ی فازی را استفاده نمود. چو یک مدل TOPSIS فازی برای حل مشکل انتخاب محل تاسیسات تحت تصمیم گیری گروهی بررسی کرد. Kahraman و همکاران چهار روش تصمیم گیری چند معیاره گروهی فازی را در ارزیابی محل تسهیلات نمودند. چو و همکاران سیستم های توزین افزودنی ساده فازی تحت تصمیم گیری گروهی برای انتخاب محل تسهیلات با ویژگی های عینی و ذهنی را استفاده کردند. لی و لین یک روش SWOT کمی فازی برای ارزیابی زیست محیطی از یک مرکز توزیع بین المللی ارائه کردند.

روش های متداولی که اغلب مورد استفاده قرار می گیرند را می توان به مدل مکان مداوم، مدل های محل شبکه و مدل های برنامه نویسی عدد صحیح طبقه بندی کرد.

- در مدل مکان مداوم، هر نقطه در سطح یک کاندیدا برای محل تسهیلات است و متریک فاصله مناسب برای انتخاب محل استفاده می شود.
 - در مدل های محل شبکه، فاصله ی کوتاه ترین مسیر در یک گراف محاسبه می شود.
 - مدل های برنامه نویسی عدد صحیح با مجموعه ای از مکان های بالقوه مرکز شروع شده با استفاده از برنامه نویسی عدد صحیح بهترین مکان برای تسهیلات شناسایی میگردد.
- در این پژوهش مسئله مکان یابی تسهیلات با مدل جاذبه بررسی می شود .

مدل سازی مسئله مکان یابی متوازن با استفاده از مدل جاذبه

در این پژوهش مفهوم جدیدی در حوزه مکان یابی ، به نام "مسئله مکان یابی با بارکاری متوازن بر مبنای مدل جاذبه" بررسی شده است . متوازن سازی به معنای توزیع عادلانه تقاضا یا برقراری تعادل در ظرفیت تسهیلات هنگام پاسخگویی به تقاضای مشتریان است. بنابراین تصمیمات مکان یابی این مسائل می تواند استقرار مراکز در مکان هایی باشد که با در نظر گرفتن معیارهای خاصی، با کاربران به روش عادلانه رفتار شود. یک طبقه بندی از اهداف مکان یابی، آنها را بر اساس مفاهیم فیزیکی نیروهای کششی، فشاری و تعادل به سه دسته تقسیم کرده است :

- 1- دسته اول اهداف کششی هستند و تمایل دارند به هر طریقی نزدیک بودن تسهیلات و نقاط تقاضا را تضمین کنند، مانند حداقل کردن هزینه های حمل و نقل یا حداکثر کردن سهم بازار.
- اکثر تحقیقات انجام گرفته تا اواسط دهه 1960 ، در بر گیرنده این دسته از اهداف هستند. این مدل ها برای مکان یابی تسهیلات مطلوب یا جاذب به کار می روند.
- در میان هزاران مدل بررسی شده، میتوان به چهار مدل مکان یابی p-میانه ، p-مرکز ، مکان یابی با ظرفیت نامحدود و تخصیص نمایی اشاره کرد که زمانی با عنوان مسائل مکان یابی الگو شناخته می شدند و همچنان نقش بارزی در این حوزه ایفا می کنند .
- 2- از دهه 1970 محققان به مطالعه مدل هایی پرداختند که در آنها مشتریان خواهان دور کردن تسهیلات و استقرار آنها در دورترین نقطه بودند. این نوع اهداف با عنوان اهداف فشاری نام گذاری می شوند و شامل مکان یابی تسهیلات نامطلوب یا زیان آور و مدل های پراکنندگی است.
- 3- سومین دسته از اهداف ، دستیابی به تعادل است. این مدل ها تلاش می کنند تسهیلات را طوری مکان یابی کنند که مثلاً فواصل نقاط تا حد امکان "مشابه" یکدیگر باشند.

مشخصه دیگری که در مکان یابی مورد توجه قرار دارد، نحوه انتخاب خدمت دهنده است. در این حالت، اغلب فرض می شود مشتریان نزدیکترین تسهیل را انتخاب می کنند. چنین فرضی [فرض مجاورت]، هنگامی منطقی به نظر می رسد که تخصیص تقاضا توسط برنامه ریز انجام گیرد یا تسهیلات به طور مساوی جذاب هستند. در این صورت، نزدیکترین تسهیل، بهترین انتخاب به شمار می آید.

جدول 1: انواع معیارهای مورد استفاده در مسائل توازن

نام	شماره در منابع	سال	معیار	کاربرد
لورنز	[9]	1951	معیار منحنی لورنز	توزیع ثروت
شوتز	[10]	1951	انحراف میانگین	توزیع درآمد
ارکوت	[11]	1953	خروجی نسبی (معیار شوتز)	اقتصاد
مولیگان	[12]	1991	انحراف از میانگین	مکان یابی
هانسنو ژنگ	[13]		خروجی مطلق	شبکه
برمن و کاپلان	[13]		مکان یابی	
میمن	[15]	1986	واریانس	مکان یابی
کینکید و میمن	[16]	1989		مسائل گراف
برمن	[17]	1990		مکان یابی
تامیر	[18]	1991	حداکثر انحراف مطلق	سیستم های حمل و نقل و توزیع
مزوس و مسا	[19]	2001	مجموع انحراف مطلق های موزون	مکان یابی تحت شبکه
درزرن	[20]	2007	واریانس و دامنه فاصله تا تسهیلات	مکان یابی
درزرن و همکاران	[21]	2009	ضریب جینی	مکان یابی
برمن و همکاران	[22]	2009	دامنه حداکثر و حداقل فاصله	مکان یابی تسهیلات مسیر شکل
جانتا و همکاران	[23]	2001	envy	مکان یابی مراکز اورژانس
بارباتی	[24]	2012	ضریب جینی	مکان یابی
هووانگ و همکاران	[25]	2012	انحراف کارایی در پاسخ گویی به دریافت کنندگان	مسیر یابی و تخصیص
مریم امیدبخش و همکاران	-	2012	حداکثر بار کاری موجود (ظرفیت)	مکان یابی تحت شبکه عمومی با سرویس عادلانه

مدل جاذبه (تعریف)

در اکثر مدل های مکان یابی، انتخاب خدمت دهنده توسط مشتریان بر اساس فرض نزدیکترین تسهیل [فرض مجاورت] انجام می گیرد، در حالی که این فرض در بسیاری از موقعیت ها واقعی به نظر نمی رسد.

مدل جاذبه اولین بار توسط ریلی در سال 1931 مطرح شد. در مسئله مورد نظر، با فرض این که یک مشتری در یک شهر میانی نزدیک دو شهر بزرگ قرار دارد، احتمال انتخاب یکی از شهرها نسبت مستقیم با اندازه شهر و نسبت عکس با مربع فاصله تا آن شهر دارد. هدف

مکان یابی، به صورت ترکیبی از کاهش هزینه های استقرار تسهیلات و حمل و نقل مشتریان در کنار توزیع عادلانه کل تقاضا بین تسهیلات خدمت دهنده است.

تشریح مسئله

مکان یابی تعدادی تسهیل مشابه را در یک منطقه جغرافیایی با تقاضای معلوم در نظر بگیرید. ظرفیت تسهیلات باید برای پاسخ گویی به کل تقاضای مورد انتظار کافی باشد. همچنین هر مشتری خواهان دریافت سرویس از "جذاب ترین تسهیل" است. مسئله مکان یابی، معادل یافتن مکان هایی در نظر گرفته می شود که علاوه بر کمینه سازی هزینه های استقرار و جابجایی، حجم تقاضای مشغول ترین تسهیل را حداقل می کند. بنابراین مکان های ایده آل، مکان هایی هستند که تقاضای بین تسهیلات به صورت یکسان پخش شده باشد.

جذابیت

مدل توصیف رفتار مشتری به کمک قانون جاذبه، اغلب بر اساس فرمول $G_{ij} = \frac{A_j}{F_{ij}}$ است. G_{ij} میزان جریان از گره A_j به گره A_i است که به جذابیت تسهیل A_i بستگی دارد. مفهوم این وزن ها بسته به کاربرد مسئله و اهمیت آنها متاثر از مشخصه های متفاوتی است. در اینجا $A_i = A_i(a_1, a_2, \dots, a_p)$ ، تابعی از ویژگی های تسهیل در نظر گرفته شده است. اختلاف نقاط نیز بر اساس تابع F_{ij} از فاصله i و j ، محاسبه می شود. برای مثال، در مکان یابی مراکز خرید برای تخمین جذابیت، می توان فاصله تا مرکز، قیمت کالاها، تنوع فروشگاه ها، تعداد پارکینگ های کافی، میزان امنیت، دسترسی به سیستم های حمل و نقل عمومی، وجود کافی شاپ یا رستوران، ویژگی های ظاهری، مارک های تجاری مورد علاقه، سرگرمی ها و ... را در نظر گرفت [63].

گام های زیر برای تخمین جذابیت تسهیلات، بر اساس داده های گذشته و روش های برآورد، استفاده می شود:

(1) شناسایی معیارهای موثر در ارزیابی تسهیلات:

بسته به ماهیت مسئله و نوع تسهیل ممکن است معیارها با پیچیدگی تحلیل آنها متفاوت باشد. $M = \{m_1, m_2, \dots, m_l\}$

(2) تعیین وزن هر معیار: هر معیار ارزیابی از نظر مشتری اهمیت خاصی دارد و ممکن است اهمیت یک

معیار در یک چارچوب تصمیم گیری بیش از سایرین باشد. از این رو میتوان به کمک روش های تعیین

وزن، مثل ماتریس مقاسات زوجی یا روش دلفی، اهمیت معیارها را لحاظ کرد. به این ترتیب، وزن معیارها

$E = (e_1, \dots, e_k)$ محاسبه می شود. e_k وزن k امین معیار

(m_k) و $0 < e_k < 1$ است.

تعیین نمره ارزیابی هر تسهیل برای هر معیار: این گام می تواند توسط برنامه ریزان یا با تکمیل پرسشنامه توسط مشتریان انجام

شود. میانگین نمره داده شده به عنوان نمره ارزیابی، A_k ، در نظر گرفته می شود.

تجربه نشان می دهد که نتایج تحلیل به انتخاب تابع نزولی حساسیت ندارد.

جدول 2: تخمین جذابیت تسهیلات

جذابیت تسهیلات A_j	معیار 1- ϵ_1	...	معیار 2- ϵ_2	...	معیار n- ϵ_n
$A_1 = \epsilon_1 E_{11}(s_j) + \epsilon_2 E_{21}(s_j) + \epsilon_n E_{n1}(s_j)$	مشتری 1	...	مشتری n	...	مشتری n
	$E_{n1}(s_j)$		$E_{21}(s_j)$		$E_{11}(s_j)$
$A_2 = \epsilon_1 E_{12}(s_j) + \epsilon_2 E_{22}(s_j) + \epsilon_n E_{n2}(s_j)$	مشتری 1	...	مشتری n	...	مشتری n
	$E_{n2}(s_j)$		$E_{22}(s_j)$		$E_{12}(s_j)$
	:		:		:
$A_m = \epsilon_1 E_{1m}(s_j) + \epsilon_2 E_{2m}(s_j) + \epsilon_n E_{nm}(s_j)$	مشتری 1	...	مشتری n	...	مشتری n
	$E_{nm}(s_j)$		$E_{2m}(s_j)$		$E_{1m}(s_j)$

جدول 3: پارامترها و متغیرهای تصمیم برای مدل مسئله

مجموعه‌ها و اندیس‌ها	متغیرها و اندیس‌ها
$I = \{1, \dots, n\}$	t_{ij} هزینه هر واحد مسافت بین نقطه i و تسهیل j
$J = \{1, \dots, m\}$	d_{ij} کوتاهترین فاصله بین نقطه تقاضای i و مکان تسهیل kتدید j. سایر معیارها: تعداد پیمایش‌ها، زمان یا هزینه سفر
α	ضریبی که فاصله بر اساس آن افزایش می‌یابد.
i	$A = (A_{ij})_{i,j=1}^n$ ماتریس $n \times n$ از جذابیت تسهیلات
j	U یک مقدار بسیار بزرگ (می‌توان آنرا $\max_{i,j} \{d_{ij}\}$ در نظر گرفت.)
پارامترها	
n	تعداد نقاط تقاضا
m	حداکثر تعداد تسهیلات برای مکان‌یابی $1 \leq m \leq n$
f_j	هزینه ثابت استقرار تسهیل روی گره kتدید $j: z_j \in J$ $f_j > 0$
w_i	وزن گره یا نرخ تقاضا در نقطه i
متغیرهای تصمیم	
x_j	$x_j = \begin{cases} 1 & \text{اگر تسهیلی در گره } j \text{ مستقر شود} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$
y_{ij}	$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر گره } i \text{ به تسهیل } j \text{ اختصاص یابد} \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$

مفروضات مدل

فرض اولیه این است که کل تقاضای هر مشتری به طور دقیق توسط یک تسهیل تامین شود. بدون از دست دادن عمومیت مسئله فرض می‌شود مکان کاندید برای تسهیلات با نقاط تقاضا یکسان است. احتمال خدمت دهنده قرار دادن یک تسهیل، به طور مستقیم متناسب با جذابیت تسهیل و به صورت عکس با تابعی چند جمله‌ای از فاصله تا آن مرتبط است. تصمیم گیرنده دارای اطلاعات کاملی از گذشته در رابطه با جذابیت تسهیلات از دیدگاه مشتریان است.

تابع هدف

دو معیار Z_1 و Z_2 را در نظر بگیرید. اگر $\min(x, y)$ و $\min(x, y)$ بردارهایی در مجموعه محدودیت‌ها باشند (بردارهای موجه) که به ترتیب توابع Z_1 و Z_2 را حداقل می‌کنند، آنگاه بر اساس وزنی متریک داریم:

$$p(U(x, y)) = \frac{Z_1(x, y) - Z_1(x, y)_{\min}}{Z_1(x, y)_{\min}}$$

$$V(x, y) = \frac{z(x, y) - z(x, y)_{\min}}{z(x, y)_{\max} - z(x, y)_{\min}}^p$$

بنابراین برای ایجاد تابع هدف مدل با یکدیگر ترکیب می شوند و تابع هدف مدل به صورت زیر به دست می آید:

$$Z(x, y) = \lambda \cdot U(x, y) + (1 - \lambda) \cdot V(x, y)$$

λ وزن اختصاص یافته به هر یک از معیارها را تعیین می کند.

جدول 4: الگوریتم ابتکاری

مقادیر پارامترهای ثابت مسئله شده است.

گام 1: به ازای همه $i, j \in N$ به کمک یکی از الگوریتم های یافتن کوتاه ترین مسیر، فواصل میان گره ها (ماتریس مسافت) را محاسبه کنید. (ما از الگوریتم دایجسترا که پیچیدگی زمانی کم دارد، استفاده کرده ایم).

گام 2: به ازای $m, \dots, k-1$ تعداد k مکان تصادفی کاندید را روی گره های شبکه در نظر گرفته و کوتاه ترین فاصله نقاط تقاضا تا آن گره را بیابید.

گام 3: پس از هر تخصیص تقاضا با محاسبه کسر جذابیت تسهیل، $A_j / (d_{ij}^\alpha + 1)$ ، و میزان تراکم، δ_j ، نتیجه بر تابع فاصله تقسیم و به این صورت معیار انتخاب تسهیل برای هر مشتری مشخص می شود.

گام 4: با تخصیص همه مشتریان به تسهیلات، ظرفیت تسهیل، هزینه استقرار و حمل و نقل و در نتیجه مقدار تابع هدف به ازای هر تخصیص محاسبه و با مقایسه بهترین جواب های m حالت جواب بهینه تعیین می شود.

الگوریتم ابتکاری

فرض میکنیم تراکم جمعیت از مهمترین عوامل محرک انتخاب مشتریان است. بنابراین جاذبه تسهیل J را می توان علاوه بر A_j مرتبط با عکس تراکم و به صورت $T = \frac{A_j}{\delta_j + 1}$ تعریف کرد. در این معادله δ_j میزان تراکم در تسهیل J است. عدد 1 در مخرج کسر برای جلوگیری از ایجاد جاذبه نامحدود وقتی $\delta_j = 0$ است. از این رو عبارت نهایی تعیین جاذبه تسهیل J به صورت $(d_{ij} + 1)$.

$$G_{ij} = \frac{A_j}{\delta_j + 1}^{-\alpha} \quad (1) \text{ خواهد بود.}$$

مثال های تصادفی

در این بخش عملکرد الگوریتم های ابتکاری و دقیق با استفاده از مثال های تصادفی تولید شده با ابعاد و پارامترهای متفاوت ارزیابی شده است. ولی با توجه به آنکه مشابه آن تا به حال حل نشده برای اعتبار سنجی الگوریتم نمی توان خروجی مدل را با تحقیقات قبل مقایسه کرد.

پارامترهای پایه ای برای مسائل تولید شده عبارتند از:

- پارامتر مقادیر تقاضا، W_i که به صورت $U(10, 50)$ تولید شده است. نماد $U(a, b)$ به معنای توزیع یکنواخت در بازه $[a, b]$ است.

- دامنه جذابیت تسهیلات A_j ، در بازه 1 تا 10 قرار دارد.
 - مقادیر فواصل موجود بین نقاط شبکه، $d(V_i, V_j) = d_{ij}$ به صورت $U(1,10)$ تولید شده است.
 - هزینه های مکان یابی و تخصیص، ثابت در نظر گرفته شده و شاما هزینه واحد مسافت هر واحد تقاضا (برای همه مشتریان به صورت متوسط برابر $t_{ij} = t = 5$ واحد) و استقرار تسهیلات $f_j(500=$ واحد) است.
 - در نهایت حداکثر تعداد مجاز برای تسهیلات که بسته به مقتدر تعداد نقاط تقاضا عددی بین 1 تا n است.
- بدین منظور، 13 مجموعه مسئله و 3 مثال برای هر یک برای ارزیابی کارایی رویکردها ایجاد شده است.

جدول 5: نماد های مورد استفاده در حل مثال های عددی

نماد	توضیحات	نماد	توضیحات
CT_H	زمان محاسباتی (ثانیه)	$(n) = |I|$	تعداد نقاط تقاضا
Z_H	شاخص های رویکرد ابتکاری	$(m) = |J|$	حداکثر تعداد تسهیلات کاندید
$L_{max(H)}$			حداکثر بار کاری تخصیص یافته به تسهیلات
CT_E	زمان محاسباتی (ثانیه)	m_{opt}	تعداد تسهیلات بهینه
Z_E	شاخص های روش دقیق (مثال های با ابعاد کوچک)		مقدار تابع هدف
$L_{max(E)}$		GAP_{ave} (%)	حداکثر بار کاری تخصیص یافته به تسهیلات

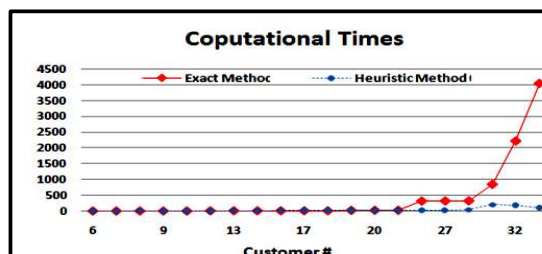
جدول 6: عملکرد الگوریتم های پیشنهادی برای مسائل با مقیاس کوچک t-5

n	W_i	m	A_j	f_i	d_{ij}	CT_H	L_{max_H}	Z_H	M_{opt}	CT_E	L_{max_E}	Z_E	M_{opt}	GAP_{ave}
# 6	U (10,50)	27	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	0.31
# 7	U (10,50)	27	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	1.72
# 8	U (10,50)	27	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	1.51
# 9	U (10,50)	27	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	6.1
# 10	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	5.39
# 11	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	5.40
# 12	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	5.82
# 13	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	6.73
# 14	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	6.91
# 15	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	13.54
# 16	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	15.0
# 17	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	15.20
# 18	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	26.70
# 19	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	26.29
# 20	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	27.23
# 21	U (10,50)	32	U (10,50)	1	U (0,1)	1	(0,1) ¹	500	500	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	U (1,10)	29.4

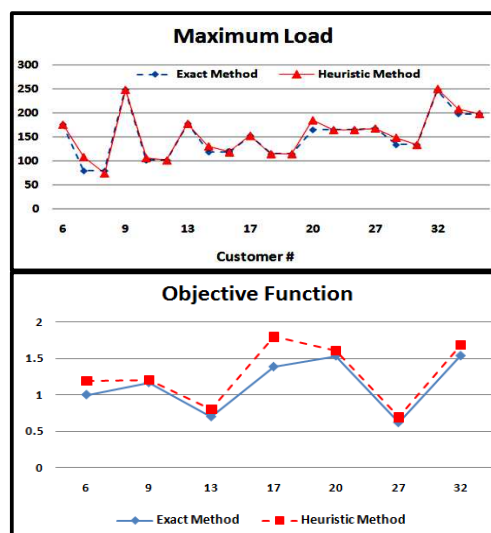
جدول 7: الگوریتم های پیشنهادی برای مسائل با مقیاس متوسط و بزرگ t-5

n	W_i	m	A_j	f_i	d_{ij}	CT_H	$L max_H$	Z_H	M_{opt}	CT_E	$L max_E$	Z_E	M_{opt}	GAP_{ave}
#8	39	U (10,50)	5	U (0,1)	50	U (1,10)	209.6	2489	3.198	6	14.219	247	3.160	7
			12				221.3	2062	3.160					
			20				238.4	2062	3.160					
#9	46	U (10,50)	8	U (0,1)	50	U (1,10)	219.9	2149	4.108	8	-	-	-	-
			17				226.3	2149	4.108					
			27				238.5	2149	4.108					
#10	55	U (10,50)	9	U (0,1)	50	U (1,10)	246.4	2215	5.714	8	-	-	-	-
			20				249.2	2141	4.251					
			32				258.0	2141	4.951					
#11	63	U (10,50)	10	U (0,1)	50	U (1,10)	265.5	3153	5.992	10	-	-	-	-
			22				281.8	2918	5.202					
			35				295.8	2887	5.202					
#12	75	U (10,50)	10	U (0,1)	50	U (1,10)	308.8	2006	6.009	12	-	-	-	-
			25				319.4	2006	5.596					
			48				334.0	2006	5.796					
#13	83	U (10,50)	15	U (0,1)	50	U (1,10)	341.1	2898	8.278	17	-	-	-	-
			32				362.6	242.1	7.902					
			57				377.1	242.1	8.037					

شکل 1: مقایسه زمان حل روش های دقیق و ابتکاری



شکل 2: اختلاف میانگین حداکثر بار کاری و مقادیر هدف



نتیجه گیری :

در این پژوهش به بررسی نوع جدیدی از مدل های مکان یابی ، با عنوان متعادل سازی بار کاری بین تسهیلات به کمک قانون جاذبه (GBELP) بررسی شده است .

مسائل مکان یابی از جمله تصمیم گیری های استراتژیک بوده که تغییر در آن مستلزم هزینه های سنگین و زمان طولانی است . هدف متعادل سازی از جمله اهدافی است که در مکان یابی تسهیلات عمومی مثل بیمارستان ، فرودگاه ، آتش نشانی ، ATM ها و غیره که توزیع عادلانه تقاضای مشتریان بین آنها حائز اهمیت است از جمله اهداف کلیدی به شمار می آید . در این مدل ، احتمال انتخاب سرویس دهنده علاوه بر کوتاه ترین فاصله ، بر حسب معیارهای مرتبط با تسهیلات تعریف می شود . بدین ترتیب بهترین مکان برای تسهیلات طوری تعیین می شود که علاوه بر کمینه سازی هزینه های مکان یابی - تخصیص ، یکسان سازی ظرفیت تسهیلات با در نظر گرفتن معیار انتخاب مناسب تامین شود . پس از تعیین نحوه تخمین تابع جاذبه ، مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح برای مسئله ارائه و یک الگوریتم بر مبنای ساختار مسئله طراحی شد و برای دست یابی سریعتر هدف متعادل سازی راهکاری تعبیه شد .

الگوریتم پیشنهادی روی مثال های تصادفی با ابعاد مختلف آزمون شده و نشان می دهد که این رویکرد با میانگین اختلاف تقریباً 6 درصد و زمان محاسباتی قابل قبول ، روشی بسیار کاراست .

مراجع (منابع و مآخذ)

1. مدل سازی تسهیلات با بار کاری متوازن - مریم امید بخش و همکاران , دانشگاه الزهرا (س)
2. ارائه الگویی جهت جایابی تسهیلات ارائه دهنده خدمات شهری - رحیم فوکردی و لیا الفت , دانشگاه صنعتی علامه طباطبایی 2011

3. ReVelle, C.S. and Eiselt, H.A. "Facility Location analysis: A synthesis and survey." *European Journal of Operational Research* (2005)

4. Drezner, Z. "Competitive location strategies for two facilities." *Regional Science & Urban Economics* (1982)

5. L.A. Zadeh, Fuzzy sets, Information and Control (1965)

6. Huijun Sun, Ziyu Gao, Jianjun Wu, A bi-level programming model and solution algorithm for the location of logistics distribution centers, *Applied Mathematical Modelling* (2008)

7. T.C. Chu, Facility location selection using fuzzy TOPSIS under group decisions, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* (2002).

8. **Route/Site Selection of Urban Transportation Facilities: An Integrated GIS/MCDM Approach** , András Farkas (2009)

MCDM در انتخاب استراتژی نت

تهیه کننده: مژده یونس نیا

تصمیم گیری چیست؟

تصمیم گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محقق قرار گرفته است بجای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود.

تصمیم گیری چند معیاره چیست؟

مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM به دو دسته عمده مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه MODM و مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM تقسیم می‌شود. در حالت کلی مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی و مدل‌های چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند.

در مورد معیارهای به کار رفته در مسائل بطور کلی سه کار باید انجام گیرد :

- تبدیل معیارهای کیفی به کمی
- بی‌مقیاس کردن معیارها
- تعیین وزنهای نسبی معیارها

چگونگی تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره:

برای تحلیل یک سیستم چند معیاره باید عناصر آنرا به خوبی شناخت و آنها را به طور دقیق تعریف کرد و سپس به مدلسازی و تجزیه و تحلیل آن پرداخت. به طور کلی می‌توان گفت مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM شامل ۶ مولفه می‌باشند:

۱. یک هدف یا مجموعه‌ای از اهداف

۲. تصمیم‌گیرنده (DM) یا گروهی از تصمیم‌گیران

۳. مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی

۴. مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم

۵. مجموعه‌ای از متغیرهای مجهول یا متغیرهای تصمیم

۶. مجموعه‌ای از نتایج حاصل شده از هر زوج گزینه - معیار

عنصر مرکزی این ساختار، یک ماتریس تصمیم است که شامل مجموعه‌ای از سطرها و ستون‌هاست. این ماتریس نتایج تصمیم را برای مجموعه‌ای از گزینه‌ها و معیارهای ارزیابی بیان می‌کند.

مسائل تصمیم‌گیری پیچیده عموماً از تعدادی تصمیم‌گیرنده تشکیل شده که به آنها گروه‌های ذی‌نفع نیز گفته می‌شود. تصمیم‌گیرنده می‌تواند یک نفر یا گروهی از مردم از قبیل دولت یا نهادهای حقوقی باشد که این افراد با اولویت‌های منحصر به فرد خود مشخص می‌شوند. که اولویت‌ها بر اساس اهمیت نسبی معیارها و گزینه‌های تصمیم می‌باشند. همچنین اولویت‌ها می‌توانند بصورت وزن‌های اختصاص داده شده برای معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با اولویت بندی نتایج تصمیم می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود. انواع روشهای جبرانی تصمیم‌گیری چند معیاره:

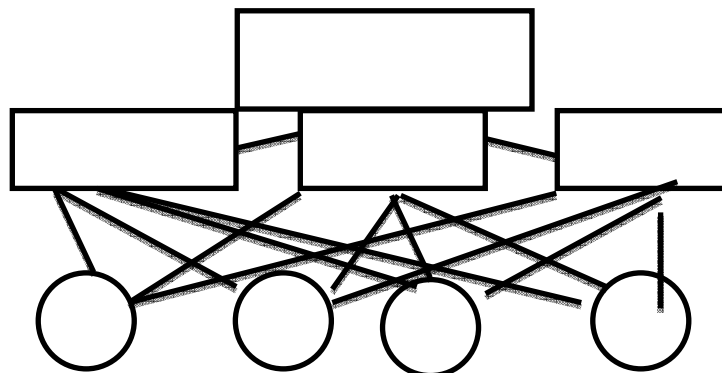
روش AHP:

تحلیل سلسله‌مراتبی AHP

روشی است که امکان تصمیم‌گیری صحیح با حضور معیارهای کیفی و کمی و ترکیبی را فراهم می‌کند.

پیاده‌سازی AHP در یک تصمیم‌گیری شامل 3 فاز است:

فاز 1: تشکیل درخت سلسله‌مراتبی: در فاز اول باید عواملی که در تصمیم‌گیری مهم می‌باشند را در قالب یک درخت تصمیم‌گیری بصورت سلسله‌مراتبی بیان کنیم بطور مثال تصور کنید که از بین چهار اتومبیل A، B، C، D می‌خواهیم یکی را انتخاب کنیم در انتخاب با تو میباید سه معیار هزینه، کیفیت و زیبایی مطرح می‌باشند. درخت سلسله‌مراتبی برای این مثال بصورت زیر خواهد بود:



در هر صورت تکنیک AHP برای هر کدام از اجزای این درخت اعم از اینکه گزینه باشند یا معیار امتیازی را بدست می‌آورد. به هر کدام از اجزای این درخت، چه گزینه‌ها و چه معیارها و زیر معیارها در اصطلاح، آیت می‌گوییم.

در متدولوژی AHP، برای هر کدام از گزینه‌ها یک امتیاز بدست می‌آوریم و گزینه‌ها بر حسب امتیازی که کسب کرده اند رتبه‌بندی می‌شوند.

مسئله‌گزینه‌ای که بیشترین امتیاز را کسب کرده بهترین گزینه برای انتخاب شدن است .

روشی که در AHP برای محاسبه امتیازها بکار می‌رود بر اساس مقایسات زوجی استوار است که در فاز دوم به شرح آن می‌پردازیم.

فاز 2: مقایسات زوجی

در AHP عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌گردد. این وزن‌ها را وزن نسبی می‌نامیم سپس با تلفیق این وزن‌ها وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌شود. به طور مثال اگر بخواهیم اتومبیل‌ها را بر اساس معیار راحتی مقایسه کنیم ابتدا اتومبیل A را با B از این نظر مقایسه کرده و سپس A و C و بعد C و B را با هم مقایسه می‌کنیم

فاز 3: استخراج وزن‌ها از ماتریس تصمیم

روش محاسبه وزن‌ها از تصمیم به سازگار و یا ناسازگار بودن ماتریس تصمیم وابسته است اگر شرط $\sum_{i=1}^n k_i = 1$ و $\sum_{j=1}^n a_{ij} = k_j$ در ماتریس تصمیم برقرار باشد می‌گوییم ماتریس تصمیم سازگار است استخراج وزن‌ها از ماتریس سازگار:

در این حالت اگر معیار دارای جهت مثبت (زیاد بودن آن مطلوب باشد) مولفه‌های یک ستون دلخواه از آنرا نسبت به مجموع آن ستون نرمال می‌کنیم و وزن‌ها بدست می‌آید اگر معیار دارای جهت منفی باشد (کم بودن آن مطلوب باشد) مولفه‌های یک سطر دلخواه از آنرا نسبت به مجموع آن سطر نرمال می‌کنیم و وزن‌ها محاسبه می‌شود استخراج وزن‌ها از ماتریس ناسازگار:

در این حالت از روش فوق نمی‌توان برای استخراج وزن‌ها استفاده کرد. چهار روش عمده در محاسبه وزن‌ها در حالت ناسازگاری ماتریس تصمیم موجود است که عبارتند از:

روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه، روش‌های تقریبی روش TOPSIS:

TOPSIS بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت و کمترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی داشته باشد

در این روش m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و هر مساله را می‌توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت

این روش دارای 6 گام است: گام صفر: به دست آوردن ماتریس تصمیم

در این روش ماتریس تصمیمی ارزیابی می‌شود که شامل m گزینه و n شاخص است

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} X_1 & \dots & X_j & \dots & X_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X_{i1} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & \dots & X_{mj} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

A_i : گزینه i ام

X_{ij} : مقدار عددی بدست آمده از گزینه i ام با شاخص j ام

شاخص دارای مطلوبیت مثبت است، شاخص سود و شاخص دارای مطلوبیت منفی است، شاخص هزینه است

گام اول: نرمالایز کردن ماتریس تصمیم

در این گام مقیاسهای موجود در ماتریس تصمیم را بدون مقیاس می کنیم. به این ترتیب که هر کدام از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به

همان شاخص تقسیم می شود

در نتیجه r_{ij} از رابطه زیر بدست می آید

$$r_{ij} = X_{ij} / (\sum X_{ij}^2)^{1/2}$$

گام دوم: وزن دهی به ماتریس نرمالایز شده

ماتریس تصمیم در واقع پارامتری است و لازم است کمی شود، به این منظور تصمیم گیرنده برای هر شاخص وزنی را معین میکند

مجموعه وزنها (W) در ماتریس نرمالایز R ضرب می شود

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

$$\sum w = 1$$

W باید یک ماتریس قطری باشد

گام سوم: تعیین راه حل ایده آل و ضد ایده آل

دو گزینه مجازی A^+ و A^- را به صورت های زیر تعریف می کنیم

$$A^+ = \{ [\text{MAX } V_{ij} | j \in J], [\text{MIN } V_{ij} | j \in J] \}$$

$$i = 1, 2, \dots, m \Rightarrow \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\}$$

$$A^- = \{ [\text{MIN } V_{ij} | j \in J], [\text{MAX } V_{ij} | j \in J] \} \Rightarrow \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\}$$

گام چهارم: بدست آوردن اندازه فاصله

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n ((v_{ij} - v_j^*)^2)}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n ((v_{ij} - v_j^-)^2)}$$

گام پنجم: محاسبه نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل

$$C_i^* = s_i^- / (s_i^+ + s_i^-) \quad 0 < C_i^* < 1$$

ملاحظه می شود که اگر $A_i = A^*$ آنگاه $C_i^* = 1$ و اگر $A_i = A^-$ آنگاه $C_i^* = 0$ است

گام ششم: رتبه بندی گزینه ها

به ترتیب نزولی گزینه ها را رتبه بندی می کنیم

تعمیرات و نگهداری چیست؟

مانند تمام مفاهیم موجود در علم و تکنولوژی درگاه ورودی به این حوزه نیز با تعریف نگهداری و تعمیرات آغاز می شود و این به جهت وجود تصورات غلط بسیاری است که در این حوزه مطرح می شود. متأسفانه این تصورات غلط در ذهن بسیاری از مدیران و کارشناسان و شاغلان در امر نگهداری و تعمیرات نیز وجود دارد. اساساً نگهداری و تعمیرات (به اختصار نت)، تنها حوزه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را شامل نمی شود، اگر چه این حوزه یکی از مهم ترین استراتژی های نگهداری و تعمیرات است. نگهداری و تعمیرات روغنکاری نیست، اگر چه روغنکاری یکی از فعالیت ها و اقدامات مقدماتی در حوزه نگهداری و تعمیرات است. نگهداری و تعمیرات یک اقدام بحرانی و سریع برای تعمیر دستگاه ها نیست؛ اگر چه سرعت بالا در اجرای فعالیت های نگهداری و تعمیرات یکی از شاخص های مهم در این زمینه است. نگهداری و تعمیرات یک هنر است؛ چرا که پیش از وقوع یک مشکل و همچنین در هنگام وقوع آن، توانایی انتخاب رویکردها و فعالیت های مختلف وجود دارد. لذا مدیران، سرپرستان و کارشناسان و مسئولان نگهداری و تعمیرات از نقش پررنگ تری نسبت به سایر پارامترهای دیگر حتی «ماهیت مشکل ایجاد شده» برخوردار خواهند بود.

لزوم پیاده سازی سیستم های نگهداری و تعمیرات:

هزینه های نگهداری و تعمیرات، در مجموع، بخش عمده ای از هزینه های تولید را در بر می گیرد. با توجه به نوع صنعت مورد بررسی، این هزینه چیزی حدود ۱۵ تا ۶۰ درصد هزینه محصول تولید شده را در بر می گیرد. تحقیقات نشان داده است که حدود ۳۳ سنت از هر دلار که برای فعالیت های نگهداری و تعمیرات هزینه می شود، مربوط به فعالیت های غیر ضروری در حوزه نگهداری و تعمیرات می باشد این در حالی است که صنایع آمریکا سالانه حدود ۲۰۰ میلیارد دلار برای نگهداری و تعمیرات تجهیزات خود هزینه می نمایند. این بدان معنی است که مدیریت صحیح فرآیند نگهداری و تعمیرات، سالانه، ۶۰ میلیارد دلار صرفه جویی در این حوزه را به همراه خواهد داشت. ژاپنی ها با درک اهمیت ویژه ای که در مدیریت فرآیند

نگهداری و تعمیرات در سیستم های تولیدی احساس می کردند، اقدام به طراحی سیستم های مختلف نگهداری و نمودند

آن را به عنوان یکی از زیر سیستم های سه گانه تولید ناب به جهان معرفی نمودند

استراتژی های نگهداری و تعمیرات:

در بخش قبل به تعریف استراتژی نگهداری و تعمیرات پرداختیم. بر این اساس و در نتیجه تغییر و تحول در استراتژی های کسب و کار و نیز تغییر در پارادایم های حاکم در تولید و پاره ای عوامل دیگر نظیر پیشرفت جوامع به سمت جامعه اطلاعاتی، استراتژی های مختلف نگهداری و تعمیرات به وجود آمده اند. برخی از مهم ترین این استراتژی ها عبارتند از نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه [] (PM14)، نگهداری و تعمیرات پیشگویانه [] (PM15)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط [] (CBM14)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان [] (RCM16)، نگهداری و تعمیرات ناب [] (Lean maintenance) [17]، نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر [] (TPM18)، نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر ناب [] (Lean TPM19)، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر ریسک [] (RBM) [20]، نگهداری و تعمیرات چابک [] (Agile Maintenance21)، نگهداری و تعمیرات مجازی [] (Virtual Maintenance) [22].

برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات شاخه‌ای از رشته مهندسی صنایع است که با کنترل تجهیزات و ماشین آلات تولیدی از نظر برنامه زمانبندی تعمیراتی و تعویض قطعات و با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آماری هزینه‌های تعمیراتی را کاهش می‌دهد و در سطح بهینه نگه می‌دارد

اهداف اصلی:

- بیشینه کردن دوره عمر مفید تجهیزات و ماشین آلات.
 - بیشینه کردن قابلیت اطمینان تجهیزات و ماشین آلات.
 - بیشینه کردن کارایی کلی تجهیزات.
 - کمینه کردن تعمیرات اتفاقی تجهیزات و ماشین آلات.
- کمینه کردن هزینه‌های توقفات خطوط تولید بر اثر خرابیهای دستگاه
- انواع سیاستها و روشهای نگهداری و تعمیرات:

نگهداری و تعمیرات اضطراری یا Emergency Maintenance به اختصار EM: در این روش، تعمیر تجهیز بعد از اولین خرابی به وجود آمده در تجهیز صورت می‌گیرد.

نگهداری و تعمیرات اصلاحی یا Corrective Maintenance به اختصار CM: در این روش، بعد از بوجود آمدن علائمی از عیب که منجر به توقف تجهیز نشده برنامه ریزی خاصی صورت می‌گیرد تا در زمان مناسب تجهیز رفع عیب شده و به حالت اولیه خود باز گردد.

نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه یا Preventive Maintenance به اختصار PM: در این روش، نگهداری از تجهیزات در پروده‌های زمانی خاص و بر اساس زمانبندی مشخص صورت می‌گیرد.

ارتباط تصمیم‌گیری چند معیاره و نت:

انتخاب استراتژی نت یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره است که با روش‌های مختلف جبرانی تصمیم‌گیری چند معیاره شامل ANP، FUZZY AHP، FUZZY TOPSIS، TOPSIS، AHP نشان داده میشود

برای ارزیابی و انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات (نت)، ابتدا باید اهداف موسسات تولیدی را به عنوان معیارهای مقایسه‌ای تنظیم کرد. مساله سیاست مناسب (نت) را میتوان یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره دانست.

برای انتخاب استراتژی مناسب نت از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده می‌شود که در این تحقیق به چند مورد از آنها اشاره می‌شود

تولید کنندگان مختلف ممکن است دارای اهداف نت متفاوتی باشد که در این میان می‌توان مواردی از قبیل ایمنی، هزینه، ارزش افزوده و توجیه‌پذیری را نام برد. به طور کلی روشهای نت را می‌توان به چهار بخش عمده تقسیم نمود، شامل نت عکس‌العملی یا اصلاحی، نت مبتنی بر زمان یا دوره‌ای، نت مبتنی بر شرایط و نت پیشگویانه می‌باشد. ضمن بررسی هر یک از روشهای فوق به مزایا و معایب آنها پرداخته و با تشریح کامل تکنیک‌های پایش وضعیت، نت مبتنی بر شرایط را به عنوان کارآمدترین روش به منظور ایمنی

بالا و کاهش هزینه و ارتقای کیفیت و بهره‌وری معرفی نماییم. (شاکری و همکاران، ۱۳۸۹)

برای پیدا کردن استراتژی مناسب تعمیرات و نگهداری از یکی از روشهای تصمیم گیری چند معیاره به نام فرآیند تحلیل شبکه (ANP) استفاده می شود. که این روش برای ساختار شبکه ها و توانایی در حساب کردن وابستگی استراتژی های تعمیرات و نگهداری پیشنهاد شده است. در این روش استراتژی ها به ترتیب EM, TBM, DOM, CBM, TPM است همچنین قابلیت تعمیر پذیری و قابلیت اطمینان به عنوان دلایل اصلی رتبه بندی بالاتر از TPM و CBM دارند (شاهین و همکاران، ۱۳۹۱)

برای پیدا کردن استراتژی مناسب نت از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است در این روش سعی شده است تا مشکلات قبلی مربوط به روش های وزن دهی و اولویت بندی برطرف گردد با استفاده از نظر خبرگان صنعت چهار معیار نهایی که عبارتند از شرایط محیطی، مولفه های خرابی، نیازمندیهای آموزشی، انعطاف پذیری جهت تصمیم گیری و قرار گیری در مدل AHP انتخاب شده اند نتایج نشان می دهد با توجه به شاخص موثر در انتخاب، سیاست تعمیر و نگهداری پیشگیرانه نسبت به سایر گزینه ها انتخاب اهمیت و تناسب بیشتری دارد (آرش شاهین، دینا بلندی، هادی بالویی جام خانه، ۱۳۹۰)

به دلیل قضاوت های نامطمئن تصمیم گیرندگان، روش بهبود یافته فازی تکنیک رتبه بندی آنالیز توسعه ای فازی به عنوان یک ابزار ارزیابی به کار گرفته شده است. که قضاوت های نا دقیق و نامطمئن تصمیم گیران را به اعداد فازی تبدیل نماید. این روش یک روش ساده و موثر برای حل مساله تصمیم گیری چند معیاره در حالت فازی بوده و این امکان را به مدیران تعمیرات و نگهداری میدهد که استراتژی بهینه برای هر دستگاه را تعیین نمایند

یک روش جدید برای انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات در یکی از پالایشگاه های مهم نفت ایتالیا مورد استفاده قرار گرفت آنها از فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب بهترین استراتژی تعمیرات و نگهداری استفاده نمودند. معیاری که آنها مورد نظر قرار دادند کافی به نظر میرسد، اما روش تصمیم گیری در حالت قطعی مانند AHP مناسب نمی باشد زیرا بسیاری از اهداف نگهداری و تعمیرات که به عنوان معیار در نظر گرفته میشود پولی نبوده و کمیت دهی به آنها سخت می باشد. مقبولترین استراتژی تعمیرات و نگهداری را با استفاده از تئوری فازی مورد ارزیابی قرار دادند. کاربرد تئوری فازی برای این مساله، راه حل خوبی محسوب می شود. اگرچه تنها موارد خرابی اندکی به عنوان معیار در مطالعه آنها در نظر گرفته شده بود

در نتیجه، تیوری $mcdm$ باید به منظور انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات مورد استفاده قرار گیرد. چندین روش $mcdm$ مانند مدل مجموع وزنی (WSM)، مدل تاپسیس ($TOPSIS$) و مدل (AHP) مورد بررسی قرار گرفت. AHP یکی از شناخته شده ترین روشهای $MCDM$ می باشد که دارای مزیت های زیر می باشد:

۱. AHP تنها مدل $MCDM$ می باشد که می تواند سازگاری را در قضاوت های تصمیم گیران محاسبه نماید.
۲. AHP می تواند به تصمیم گیران برای سازمان دهی جنبه های بحرانی ساختار سلسله مراتبی کمک کرده که این امر فرایند تصمیم گیری برای مدیریت آسان می کند

۳. مقایسات زوجی در AHP اغلب بوسیله تصمیمگیران به دلیل قادر ساختن آنها به جدا کردن وزن معیارها و گزینه ها از ماتریسها مورد توجه قرار میگیرد علی رغم این مطلوبیت، روش $MCDM$ اغلب به دلیل عدم توانایی در تطابق با موقعیت های عدم اطمینان مورد انتقاد قرار میگیرد. یک ترکیب بهینه استراتژی تعمیرات و نگهداری می تواند سطوح قابلیت اطمینان و در دسترس پذیری تجهیزات

کارخانجات را بهبود بخشد و سرمایه گذاری غیر ضروری در نگهداری و تعمیرات را کاهش دهد. ارزیابی استراتژی نگهداری و تعمیرات برای هر قطعه از تجهیزات یک مساله تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) است. به منظور در نظر گرفتن قضاوت های نادقیق تصمیم گیران آنالیز توسعه ای فازی (FEAHP) برای ارزیابی استراتژی مختلف نگهداری و تعمیرات مورد استفاده قرار گرفته است این روش برای نیروگاه شهید سلیمی نکا به کار گرفته شده و نشان می دهد تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه برای بویلرها مناسب می باشد (راجله نوری فر، سید میثم عمادی و مآده نوری فر)

این مقاله یک مدل ارزیابی مبتنی بر فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) و نزدیکی به راه حل ایده ال فازی (FUZZYTOPSIS) را توسعه می دهد که به تصمیم گیرنده در تدوین بهینه برنامه نت برای انجام فعالیت های تعمیرات با توجه به وضعیت ماشین در یک محیط فازی، کمک می کند. AHP به کار گرفته شده به تجزیه و تحلیل های معیار های تعمیرات ماشین می پردازد و وزن معیاره ها را تعیین می کند. روش TOPSISFUZZY برای بدست آوردن رتبه بندی نهایی و انتخاب وضعیت ماشین برای تدوین برنامه نت است دلیل استفاده ما از این روش این است که FTOPSIS روش های بسیاری را که فقط در راه حل های AHP-FAHP انجام شده است را حذف کرده است تمام راه حل AHP-FAHP در صورتی قابل استفاده هستند که تعداد معیارها و گزینه ها به اندازه کافی کم باشد. با توجه به تعداد زیادی از گزینه های بالقوه در دسترس برای بررسی ها، تمام فرایند تصمیم گیری AHP-FAHP در برخی موارد غیر عملی می شود. بنابراین برای جلوگیری از تعداد زیاد و نامعقول مقایسه های زوجی، FTOPSIS برای رسیدن به نتایج نهایی رتبه بندی استفاده می شود. (روناک ویسی، رامین صادقیان، پرویز فتاحی، ۱۳۹۱)

این مقاله رویکردی از انتخاب تعمیرات و نگهداری مبتنی بر ریسک شکست تجهیزات و هزینه ی آن ارایه می کند و ترکیبی از دو روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برنامه ریزی آرملنی (GP) برای انتخاب سیاست مناسب به کار برده شده است نتایج حاصل از AHP نشان می دهد که با در نظر گرفتن معیار ریسک، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت توانایی کاهش ریسک بهتری دارد. در حالیکه با توجه به معیار هزینه، نگهداری و تعمیرات اصلاحی دارای اولویت میباشد و با توجه هر دو معیار به عنوان معیار چندگانه، نتایج روش ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی- برنامه ریزی آرمانی نشان می دهد که نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت یک رویکرد مقدم برای تجهیزات با ریسک بالا است و نگهداری و تعمیرات اصلاحی برای تجهیزات با ریسک کم می باشد (سعید صفری، ستاره سیاح زاده، رویا صادقی، ۱۳۸۹)

در این مقاله ارزیابی و مقایسه استراتژی های نگهداری و تعمیرات در شرایط عدم قطعیت با استفاده از رویکرد تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی گروهی انجام می شود. هدف این مقاله ارایه یک مدل تصمیم گیری گروهی برای رتبه بندی استراتژی های تعمیرات در شرایط فازی بر اساس استراتژی های کسب و کار سازمان میباشد بدین جهت از فرایند تحلیل سلسله مراتبی به صورت گروهی استفاده شد که در نتیجه آن، قضاوت های غیر قطعی به کمک اعداد فازی مدل می شود و همچنین وزن هر کدام از شاخص ها از طریق ماتریس مقایسات زوجی گروهی از خبرگان بدست می آید در این نگرش می توان با استفاده از نتایج حاصله از استراتژی های کسب و کار سازمان، استراتژی تعمیرات و نگهداری مناسبی برای سازمان انتخاب کرد. رویکرد قابل استفاده از در سازمانهای گوناگون جهت

انتخاب بهینه استراتژی نگهداری و تعمیرات با توجه به استراتژی کسب و کار و اهداف سازمان می باشد (سید کاظم ابراهیمی، محمد همتی، مهدی رستمیان، ۱۳۸۹)

در سیستمهای قدرت الکتریکی، تعمیرات و نگهداری از استراتژی زمان محوری به سمت استراتژی شرایط محوری در حال حرکت است این استراتژی بیشتر بر شرایط بهره برداری متمرکز بوده و دنبال کارایی بالاتر منابع و تاثیر گذاری بیشتر بر مقوله تعمیرات است یک استراتژی جهت تعمیرات و نگهداری شبکه توزیع با شاخصهای قابلیت اطمینان ارایه دهیم هدف افزایش قابلیت اطمینان توزیع با کاهش هزینه ممکن است از این رو استراتژی بهینه ما بر قابلیت اطمینان مبتنی خواهد بود برای اولویت بندی نمودن تجهیزات جهت تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM) از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده می نمایم در روش پیشنهادی ابتدا فیدرها را بر اساس اطلاعات نرم افزار GIS

به حوره هایی تقسیم نموده و در نهایت اولویت بندی حوزه ها انجام خواهد شد (فرامرزی، محمد باقر اسدی کیایی، ۱۳۸۹)

سیستم های برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP) نمی تواند ثابت باقی بماند پس از اجرا انها نیاز به تعمیر و نگهداری دارند در این مقاله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای طبقه بندی خطرات موثر بر عملکرد (ERP) استفاده می شود این به کاربران، مدیران، فوشارنگان، حسابرسان، کارمندان و کارمندان IT کمک می مند تا تعمیرات ERP را بهتر مدیریت کنند نتایج نشان می دهد که بحرانی ترین مرحله در مرحله اول تعمیر و نگهداری ERP است که اصلاح نرم افزار را دریافت، شناسایی، طبقه بندی، و رتبه بندی می کند مهمترین خطرات ERP هماهنگی و تعهد کاربران و مدیران است فاز نگهداری از بیشتر به کمتر با توجه به احتمال وقوع و تاثیر خطرات بر روی انها طبقه بندی شدند (ژوزه سالمرون، کریستینا لویز، ۱۳۸۹)¹

در این مقاله برای مقابله با قضاوت نا مشخص از تصمیم گیرندگان، تغییر فازی از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به عنوان یک ابزار ارزیابی که در آن قضاوت نا مشخص و مبهم از تصمیم گیرندگان به فازی ترجمه شده اعمال می شود به منظور دوری از محاسبه اولویت های فازی و رتبه بندی اولویت های فازی در AHP فازی سنتی یک روش اولویت بندی فازی جدید پیشنهاد شده است این روش می تواند اولویت های واضح از مشتق سازگار و یا ناسازگار قضاوت های فازی با استفاده از مساله بهینه سازی و محدودیت های غیر خطی حل کند مطالعه موردی در یک نیروگاه برق است که با استفاده از AHP فازی نشان میدهد تعمیرات و نگهداری پیشگویانه برای دیگهای بخار مناسب است (لینگ وانگا، جیان چووا، ژوئن و اب)²

در این مقاله یک روش انتخاب تعمیرات و نگهداری بر اساس ریسک خرابی تجهیزات و هزینه تعمیرات نشان داده شده است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی برای انتخاب سیاست تعمیر و نگهداری استفاده می شود نتایج AHP نشان میدهد که با توجه به ریسک به عنوان یک معیار، تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط (CBM) سیاست ترجیح داده در طول نگه داری مبتنی بر زمان (TBM) است CBM قابلیت کاهش ریسک را بهتر از TBM دارد. به طور مشابه، در نظر گرفتن هزینه به عنوان یک معیار CM (تعمیر و نگهداری اصلاحی) ترجیح داده می شود با توجه به هردو، ریسک و هزینه به عنوان معیار چندگانه نتایج GP-AHP نشان می دهد که CBM ارجح است (ارونراج، میتی، ۱۳۹۰)

در این مقاله تجزیه و تحلیل اثر شاخصه هم وابسته برای اندازه گیری اثرات اجرای اقدامات خاص در مدیریت تعمیر و نگهداری به منظور افزایش بهره وری انرژی ناوگان را نشان می دهد ترکیبی از روش (دادگاه تصمیم گیری و آزمایشگاه ارزیابی) ANP و DETMAL برای تعیین سطح وابستگی متقابل شاخص و محاسبه وزن نسبی آنها استفاده شد نتایج نشان میدهد که ارزیابی درک شده به وسیله مدیران شرکت از نظر فرآیند تعمیرات بر روی کارایی انرژی ناوگانها اثر دارد (داوور و اجونا ویک، ولاد میر، نبوجسا و جوویک، ۱۳۹۱)

منابع:

- ۱- محسن شاکری، جلال برادران مطیع، رسول خدا بخشیان، بررسی استراتژی مختلف تعمیرات و نگهداری
 - ۲- آرش شاهین، هادی شیرویه زاده، احسان پور جواد، انتخاب روش بهینه سازی برای تعمیرات و نگهداری با مطالعه موردی در معادن
 - ۳- راحله نوری فر، سید میثم عمادی و مآده نوری فر، تعیین استراتژی تعمیرات و نگهداری با استفاده از آنالیز توسعه ای فازی (FEAHP)، ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع
 - ۴- روناک ویسی، رامین صادقیان، پرویز فتاحی، استفاده از AHP، TOPSIS و ZYF برای تعیین وضعیت ماشین در تدوین برنامه بهینه تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه، اولین همایش مدیریت، حسابداری و صنایع در سازمان ها
 - ۵- سعید صفری، ستاره سیاح زاده، رویا صادقی، انتخاب سیاست نگهداری و تعمیرات با استفاده از AHP و برنامه ریزی آرمانی، ششمین کنفرانس نگهداری و تعمیرات ایران
 - ۶- سید کاظم ابراهیمی، محمد همتی، مهدی رستمیان، انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات با استفاده از رویکرد MADM گروهی فازی، ششمین کنفرانس نگهداری و تعمیرات ایران
 - ۷- فرامرز سپری، محمد باقر اسدی کیایی، استراتژی تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور به روش AHP در شبکه های توزیع، بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق
1. Jose L. Salmeron Cristina Lopez, 2010, A multicriteria approach for risks assessment in ERP
 2. Ling Wang, Jian Chu, Jun Wu, 2007, Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process
 3. N.S. Arunraj, J. Maiti, 2010, Risk-based maintenance policy selection using AHP and goal programming
 4. Davor Vujanovic, Vladimir Momcilovic, Nebojša Bojovic, Vladimir Papic, Evaluation of vehicle fleet maintenance management indicators by application of DEMATEL and ANP

MCDM و مدیریت بحران

تهیه کننده: نجمه ذبیحی

فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)

روش تصمیم‌گیری چند معیاره عبارت است از مفاهیم، رویکردها، مدل‌ها و روش‌هایی که به ارزیابی بر اساس وزن، ارزش‌ها یا میزان برتری از طرف تصمیم‌گیرنده، کمک می‌کند و در نهایت منجر به تصمیم‌گیری‌های بهتر می‌شود [1]. هدف اصلی تکنیک‌های ارزیابی چند معیاره بررسی تعدادی از جایگزین‌ها با توجه به معیارهای متعدد و اهداف متضاد است. برای پیاده کردن این ایده لازم است جایگزین‌های سازگار مشخص شده و یک درجه بندی و امتیاز دهی جایگزین بر اساس درجه جذابیت آن‌ها انجام شود. روش‌های MCDM، با رویکردهای مختلف و در رشته‌های نظری به صورت مجزا می‌توانند تعریف شوند. به عنوان مثال می‌توان MCDM را از یک دیدگاه به چهار قسمت طبقه بندی کرد [2]:

- برنامه نویسی ریاضی چند هدفه
- نظریه ابزار چند شاخصه
- رویکرد رتبه بندی روابط
- روش جدا سازی ترجیحات

توسعه روش‌های پیشرفته MCDM برای استفاده مستقیم یا غیر مستقیم در رشته‌های مهندسی، علوم تصمیم‌گیری، ساخت عملیات و تنظیمات می‌باشد، کمک‌های MCDM در زمینه مسائل محاسباتی، استراتژی‌های جست و جو، مدل سازی و تکنیک دست یابی به راه حل مشکلات علمی است. در حقیقت MCDM ابزاری است برای دست یافتن به جواب‌های علمی و بر پایه ی نظریه های منطقی است. موضوعات بالقوه تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه شامل موارد زیر است [3]:

- برنامه نویسی چند منظوره
- تصمیم‌گیری چند معیاره
- طبقه بندی، رتبه بندی و مرتب سازی معیارهای چندگانه
- هدف‌های چندگانه در بهینه سازی ترکیبی
- محیط فازی AHP و ANP
- هوش مصنوعی و MCDM
- پیشرفت در تئوری MCDM

و... [4]

به بیان بهتر می توان گفت هدف MCDM آشنایی و آموزش ابزارهای کمی، روش ها و مدل های ریاضی جهت کمک به فرآیند تصمیم گیری است.

تصمیم گیری چند معیاره "(MCDM)" به دو روش کلی تقسیم میشوند:

1. مدل های تصمیم گیری چند شاخصه MADM (Multiple Attributive Decision Making)

2. مدل های تصمیم گیری چند هدفه MODM (Multiple Objective Decision Making)

مدل های چند هدفه برای طراحی استفاده می شوند در حالیکه مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه ی برتر و به طور کلی رتبه بندی گزینه ها به کار می روند.

بحران :

بحران در طی زمان تاریخ مکتوب بشری همواره با انسان ها بوده و نسل های بشری همیشه مجبور به تحمل بحران ها و خسارت ها و صدمات ناشی از آن شده و پس از چندی نیز از مشقات آن رهایی یافته و زندگی نیز همچنان مسیر طبیعی خود را ادامه داده است. بحران حادثه ای است که به طور طبیعی و یا توسط بشر به صورت ناگهانی و یا فزاینده بوجود آید و سختی و مشقتی را به جامعه انسانی تحمیل نماید که جهت برطرف نمودن آن نیاز به اقدامات اساسی و فوق العاده باشد. [5]

بحران وضعیتی پویاست که پیامد آن اختلال شدید در نظم و تعادل یک نظام است به عبارت دیگر بحران ها اتفاق هایی هستند که به سرعت حادث میشوند و به لحاظ ماهیت «اشاعه یافتن» در مدت زمان کوتاهی گسترش یافته و حوزه های مختلف (سیاسی، اجتماعی، تصمیم گیری و...) را تحت تأثیر قرار می دهند به گونه ای که اگر مهار نشوند بخش های مختلف یک نظام سیاسی را تحت تأثیر قرار داده و فعالیت های جاری و روزمره آن را مختل و وضعیت بحرانی را بر کار کرد آن ها حاکم خواهند کرد. [6]

مدیریت بحران :

مدیریت بحران علمی کاربردی است که بوسیله مشاهده سیستماتیک بحران و تجزیه و تحلیل آن ها در جست و جوی یافتن ابزاری است که از طریق آن ها بتوان از بروز بحران ها پیشگیری نموده و یا در صورت بروز آن در خصوص کاهش آثار آن، آمادگی لازم، امداد رسانی سریع و بهبود اوضاع اقدام نمود [7]

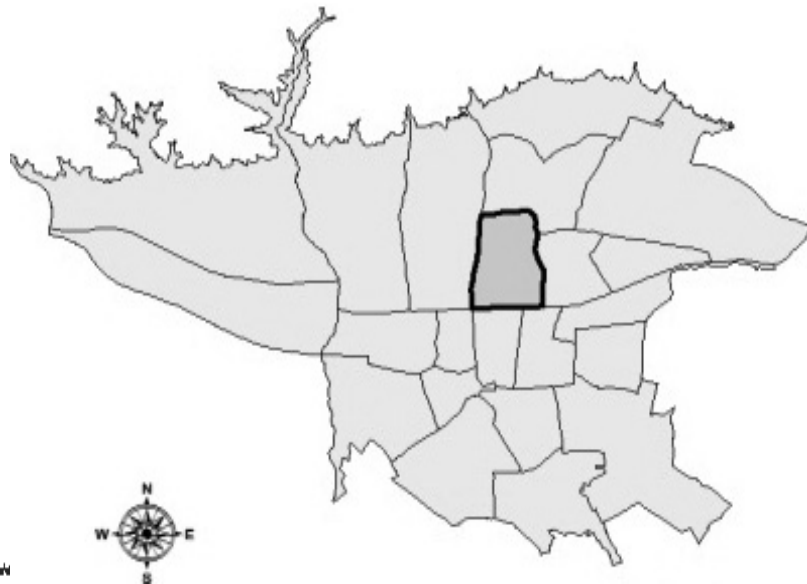
یا بصورت خلاصه تر مدیریت بحران مجموعه ی اقدام های برنامه ریزی شده در قبل، حین، و بعد از بحران است که با هدف پیشگیری و یا مهار و کنترل بحران و از بین بردن آثار آن و برگشت به شرایط قبل از بحران صورت می گیرد. [8]

انواع راهکارهای موجود در مدیریت بحران:

- هیچ اقدامی صورت نگیرد
- سازمان مستقل از مدیریت بحران
- چند سازمان با عملکرد موازی با هم
- چند سازمان با مدیریت واحد

نمونه کار انجام شده در رابطه با MCDM در مدیریت بحران

از کارهای صورت گرفته در زمینه MCDM و مدیریت بحران میتوان به تحلیل فضا- مکانی عملکرد ایستگاه های آتش نشانی بر پایه ی مدیریت بحران با استفاده از روش تلفیقی MCDM و تحلیل شبکه در منطقه 6 تهران نام برد. منطقه 6 تهران یکی از مناطق نسبتاً قدیمی شهر تهران است که حدود 3/3 درصد از مساحت شهر را به خود اختصاص داده است. عمده ترین ویژگی منطقه 6 تهران از یک سو قرار گیری آن در مرکز شهر تهران و از سوی دیگر استقرار مهم ترین کاربری های اداری-خدماتی با مقیاس عملکردی فرا منطقه ای، شهری و حتی ملی در آن است. این منطقه با حدود 220 هزار نفر جمعیت و 20 کیلومتر مربع مساحت دارای دو ایستگاه آتش نشانی (شماره های 18 و 40) و یک ایستگاه امداد و نجات (ایستگاه شماره 49) است. [9]



تحقیق صورت گرفته تحقیق کاربردی-توسعه ای است و روش تحقیق به صورت توصیفی و تحلیلی بوده، در بخش توصیفی به مطالعه ی اسنادی و کتابخانه ای پرداخته شده است و در بخش تحلیلی با بررسی عوامل مؤثر در مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی از نقشه کاربری اراضی منطقه 6 تهران لایه های رقومی ایجاد و وارو محیط (GIS) گردیده و سپس با اتخاذ روش مناسب علاوه بر روش تحلیل شبکه MCDM و به کارگیری مدل AHP و همچنین ایجاد تغییرات مورد نظر بر روی لایه های اطلاعاتی به نتیجه ی مورد نظر که مکان یابی محل مناسب ایستگاه های آتش نشانی بر پایه ی مدیریت بحران است دست یافته شد. در این مطالعه مناطق نامناسب غربال شدند و نتیجه نهایی یعنی محل مناسب برای ایستگاه های آتش نشانی مکان یابی گردید

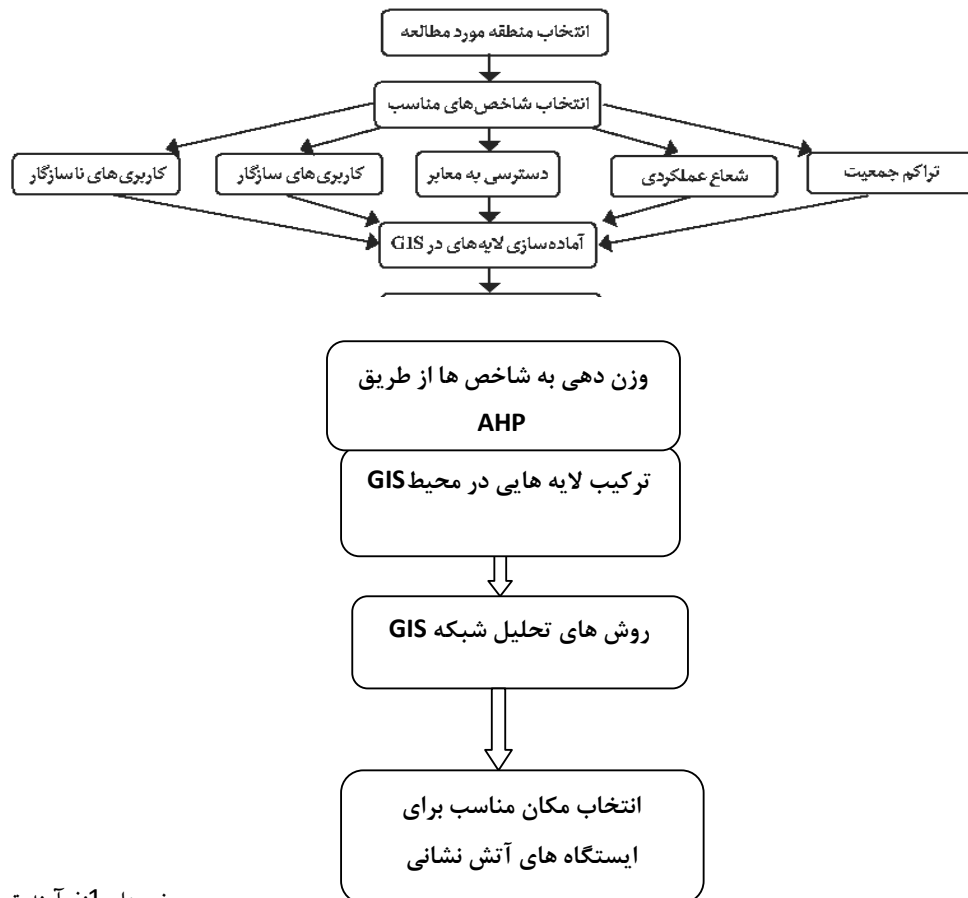
شاخص های مؤثر در استقرار بهینه ایستگاه های آتش نشانی

1. میزان و تراکم جمعیت

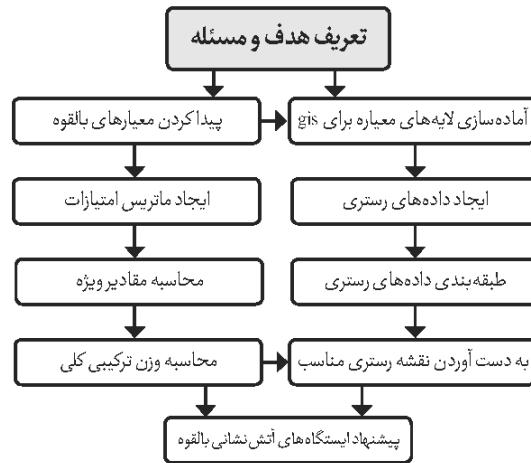
2. دسترسی به شبکه ی معابر
3. شعاع پوششی
4. کاربری اراضی (سازگار و ناسازگار)

جدول 1: سازگاری و ناسازگاری

کاربری های سازگار	کاربری های ناسازگار
کاربری آموزشی	کاربری مسکونی
کاربری مذهبی	کاربری تجاری
کاربر یاداری	کاربری صنعتی
کاربری درمانی-بهداشتی	کاربری پمپ بنرین
	کاربری فضای سبز



نمودار 1: فرآیند تجربی تحقیق



نمودار 2: مدل مفهومی فرآیند تصمیم گیری چند معیاره

برای بدست آوردن اوزان شاخص های مرتبط با مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی ابتدا پرسشنامه ی مربوطه بر اساس مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP طراحی و با تکمیل پرسشنامه توسط متخصصین امور شهری و در نهایت با استفاده از نرم افزار EXPERT CHOISE اقدام به محاسبه ی اوزان شد.

وزن	شاخص
0/485	تراکم جمعیتی
0/342	دسترسی
0/203	کاربری اراضی

جدول 2: اوزان شاخص تحقیق

وزن	کاربری های سازگار
0/263	مسکونی
0/245	پمپ بنزین
0/203	صنایع
0/149	تجاری
0/140	فضای سبز

جدول 3: اوزان کاربری های سازگار

وزن	کاربری های ناسازگار
0/360	درمانی-بهداشتی
0/263	آموزشی
0/247	اداری
0/140	مذهبی

جدول 4: اوزان کاربری های ناسازگار

نتایج این تحقیق نشان داده است که با توجه به نقشه های کاربری اراضی و بررسی های به عمل آمده از نحوه ی توزیع ایستگاه های آتش نشانی موجود در منطقه 6 تهران بخش زیادی از این منطقه با وجود تراکم جمعیتی بالا و داشتن کاربری های حساس مانند کاربری صنعتی ، تجاری و غیره خارج از محدودی عملیاتی ایستگاه های موجود بوده است که دلیل آن کمبود تعداد ایستگاه های آتش نشانی به اندازه کافی برای پوشش دادن کل فضای منطقه ی مورد مطالعه بوده است در نتیجه نیازمند مکان یابی و استقرار دو ایستگاه جدید است . همچنین نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از روش تحلیلی MCDM و مدل AHP جهت عملیات مکان یابی در زمینه حل مشکلات مکانی اشاره دارد.

منابع و مآخذ

1. Rida Al-Adamat, Abdullah Diabat, Ghada Shatnawi (2010). "Combining GIS with multicriteria decision making for sitting water harvesting Ponds in Northern Jordan", Journal of Arid Environments, 74, 1471-1477.
2. A fuzzy Topsis Approach for Logistics Center location Selection, Journal of Business Case Studies- May / Jun 2011 Burak Erakayman, Emin Gundogar, Gokay Akkaya, Mumtaz Ipek – Turkey
3. McKinnon A., The present and future land requirements of logistical activities Land Use Policy 26S (2009) S293-S301
4. فلاحی، کامران، شناخت مدیریت بحران و جایگاه آن در شبکه تولید، انتقال و توزیع نیروی برق، فصلنامه عمران و مقاوم سازی، شماره 4، صفحات 55-11 به نقل از وب سایت رسمی سازمان پدافند غیر عامل جمهوری اسلامی ایران
5. خزائی، علی اکبر، مدیریت بحران ماهنامه اطلاعات راهبردی، شماره 55، صفحات 9-00، به نقل از وب سایت رسمی سازمان پدافند غیر عامل جمهوری اسلامی
6. Mui-How Phua, Mitsuhiro Minowa (2005). "AIS-based multicriteria Decision making approach to forest conservation planning at a Landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia" , Landscape and urban Planning, 71, 207-222