انتخاب پروژه های مطلوب در بنگاههای اقتصادی حمل ونقلی

با استفاده از روش تصمیم گیری برناردو

رحیم کریم زاده فرد، دانش آموخته دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: Rahim376@yahoo.com

چکیده

شرکتهای حمل ونقلی عمدتاً در تخصیص منابع در دسترس، به پروژه های پیشنهادی حمل بار دارای محدودیت هستند. آن چه برای این شرکتها دارای اهمیت است، مشارکت در فعالیتهایی است که اهداف اقتصادی مورد نظر را تأمین کرده و شرکت را در بهترین شرایط سوددهی قراردهد. در این تحقیق، با استفاده از فن دلفی شاخصهای انتخاب پروژه های مطلوب در بنگاه های حمل ونقلی تعیین شده و سپس پروژه های پیشنهادی به یک شرکت حمل ونقل، و توان موجود در آن شرکت مورد بررسی قرار گرفته است ، آنگاه با استفاده از روش تصمیم گیری برناردو (چند شاخصه گروهی با مقیاس رتبه ای) و با در نظر گرفتن معیارهای تعیین شده، یک مدل ریاضی برای انتخاب پروژه یا پروژه های برتر ارائه شده است، که بعد از حل این مدل با نرم افزار، پاسخ بهینه برای سرمایه گذاری شرکت مربوطه مشخص شده است .

واژه های کلیدی

بنگاههای اقتصادی، تصمیم گیری چند معیاره، تصمیم گیری گروهی، روش دلفی ، روش برناردو.

۱. مقدمه

تجارت و حمل ونقل دو پدیدهٔ جدا یی ناپذیرند، زیرا خدمات حمل ونقلی کارآمد، شرط لازم برای انجام تجارت موفق است. .شرکتهای حمل ونقلی که عمدتاً عهده دار این وظیفه اند، با ارایه خدمات ترابری و جابجایی کالا از مبادی تولید سفر به مقاصد مورد نظر، چرخه اقتصادی کشور را به جریان می اندازند.

هدف اصلی یک بنگاه حمل ونقلی ، رسیدن به سود بیشتر و توسعه است. از گامهای اصلی برای دست یابی به این منظور، تصمیم گیری درست در انتخاب پروژه های حمل بار/ نفر است، بنابراین برای این شرکتها استفاده از روشی که بتوان به وسیله آن گزینه های مطلوب را از بین پیشنهادات برگزید حائز اهمیت است. علم تصمیم گیری، ابزار قدرتمندی است که می تواند در این راستا به مدیران و تصمیم گیران یک شرکت در برنامه ریزی و پیشبرد اهدافشان کمک کند.

مدل های بهینه سازی از دوران نهضت صنعتی در جهان و بخصوص از زمان جنگ دوم جهانی همواره مورد توجه ریاضیدانان و دست اندرکاران صنعت بوده است . تأکید اصلی بر مدل های کلاسیک بهینه سازی، داشتن یک معیار سنجش (یا یک تابع هدف) است، به طوری که مدل مذکور می تواند در مجموع به صورت خطی، غیر خطی یا آمیزه از آنها باشد. اما توجه محققین در دهه های اخیر برای تصمیم گیری پیچیده، به مدلهای چند معیاره (MCDM) جلب شده است. در این تصمیم گیری ها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی، ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده شود[1] .

www.SID.ir

در بکارگیری روش های تصمیم گیری چند معیاره و توافق گروهی، پژوهشهای وسیعی طی سالهای اخیر صورت گرفته است و نتیجه این تحقیقات به صورت مدل های ریاضی در حوزه های کاری مختلف به خصوص «تولید» مورد استفاده قرار گرفته است، ولی در بهره گیری از این روش ها در مسائل حمل ونقلی تحقیقات گسترده ای وجود ندارد، که این امر ضرورتی بر انجام این تحقیق است.

۲. معرفی مسئله تصمیم

بنگاههای حمل ونقلی جاده ای با داشتن امکانات و با توجه به قوانین وضع شده به جابجایی کالا می پردازند، بنابراین سود ناشی از این فعالیت به میزان کالای حمل شده وابسته است که ارتباط مستقیم با تعداد و نوع ناوگان خودرویی دارد. حال اگربه یک بنگاه حمل ونقل جاده ای در یک بازه زمانی، پروژه های حمل بار پیشنهاد شود، به علت محدودیت های موجود، توان حمل ونقلی بنگاه فقط به تعدادی از گزینه ها تخصیص خواهد یافت. لذا انتخاب اقتصادی ترین حالت از ترکیب پروژه ها برای تصمیم گیران شرکت اهمیت بسزایی دارد.

بنگاه حمل و نقلی مورد مطالعه مجهز به خودروهایی با مشخصات جدول (۱) است، که تعداد پنج پروژه حمل بار به آن پیشنهاد می شود (محدودهٔ مطالعاتی بر روی فرصتهای شغلی خودروهای تریلی کفی متمرکز میشود). بعد از بررسی پروژه ها و انتظارات مشتریان، مدت زمان و تعداد خودروی مورد نیاز به شرح جدول (۲) تعیین شده است. حال هدف این است که با استفاده از یک مدل تصمیم گیری چند معیاره، آن ترکیب از پروژه ها که دارای مطلوبیت بیشتری هستند، تعیین شوند.

جدول۱. انواع خودروهای بنگاه مورد نظر

نام خودرو	تعداد
تریلی با بارگیر غیر ثابت کفی	۳۵
کامیون با بارگیر ثابت اطاقدار	۳۰

جدول۲. مشخصات پروژه های پیشنهادی

نام پروژه	مسیر جا به جایی	تعداد خودرو(ماه)	مدت انجام(ماه)
حمل کانکس (A1)	تهران به کرمان	12	8
حمل ضایعات (A2)	تهران به اهواز	12	8
حمل کانتینر(A3)	تهران به بندر عباس	10	10
حمل تیرآهن (A4)	تهران به یزد	11	8
حمل رول آهن (A5)	تهران به کرمانشاه	14	4

۳. مراحل انجام تحقیق

۳-۱. آشنایی با ادبیات موضوع

بخش نظری این تحقیق به دو موضوع حمل ونقل و روشهای تصمیم گیری مربوط می شود که اطلاعات آن با استناد به کتابها و مقالات جمع آوری شده است.

www.SID.ir

۳-۲. تعیین معیارها

به منظور انتخاب پروژه های مطلوب از بین گزینه های مختلف در بنگاههای حمل ونقلی ، نیاز به معیارهای تعریف شده ای است، که در این جا، به منظور تعیین این شاخصها، از متد دلفی که از روشهای کارآمد توافق گروهی است استفاده شده است.

۳-۳ وزن دهی به معیارها

معیارهای به دست آمده در مرحله قبل دارای اهمیت های متفاوتی هستند و باید درجه اهمیت آنها مشخص شود که با استفاده از قضاوت خبرگان، اوزان این شاخصها تعیین شده است.

۳-٤ بررسی پروژه های بنگاه حمل ونقلی

پروژه های حمل بار که به بنگاه پیشنهاد می شوند متنوع بوده و دارای ویژگیهای خاص خود هستند. از آنجا که این مشخصات لازمه ساخت مدل ریاضی هستند، بنابراین به منظور دستیابی به اطلاعات ورودی مدل، باید هر یک از پروژه های پیشنهادی مورد تحلیل قرار گیرند.

ه- مدل بندی مسئله و حل مدل آن

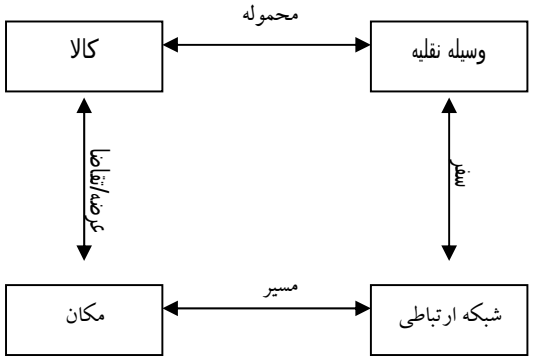
به منظور دستیابی به جواب بهینه، تشکیل مدل ریاضی موردنیاز است که در این تحقیق با توجه به تعریف مسئله ، از روش برناردو که یکی از مدلهای تصمیم گیری چند شاخصه گروهی با مقیاس رتبه ای است استفاده شده و سپس مدل مربوطه با استفاده از نرم افزار LINDO حل شده است.

٤. مرور ادبیات مفاهیم حمل ونقل در محدودهٔ تحقیق

در یک سیستم حمل ونقل، انسان یا کالا در زمان معینی فاصله جغرافیایی مشخصی را طی می کنند و ضمن این جابجایی، از نقطه ای به نقطه دیگر انتقال می یابند. با توجه به این تعریف ارکان اصلی حمل و نقل عبارتند از: کالا (انسان) ، مکان ، وسیله نقلیه و شبکه ارتباطی [۳و۲]. هر یک از اجزاء، توسط یک پیوند به یکدیگرمربوط می شوند. مطابق شکل (۱) پیوند بین کالا و وسیله نقلیه، محموله ، پیوند بین وسیله نقلیه و شبکه ارتباطی، سفر ، پیوند بین شبکه ارتباطی و مکان، مسیر و پیوند بین مکان و کال، تقاضا یا عرضه نامیده می شود [4] .

بر اساس این مدل، مجموعه محدودیتهایی که بر پایه مشخصات اجزاء و پیوند ها شکل می گیرد را میتوان به چهار دسته تقسیم کرد:.

- محدودیت هایی که بر اساس ویژگیهای اجزاء مدل شکل می گیرند ؛ مانند ، محدودیت ظرفیت وسایل نقلیه.
- محدودیت هایی که بر اساس خصوصیات پیوندها تعریف می شوند ؛ مانند ، سازگاری بین کالا و وسایل نقلیه .
- محدودیت هایی که بر مبنای سازگاری عضوهای یکی از اجزاء یا پیوندها تعریف می شوند ؛ به عنوان نمونه محدودیت حمل ونقل همزمان دو کالا.
- محدودیتهایی که بر مبنای نیازهای مالکین اجزاء تعریف می شوند؛ مانند محدودیت در ساعات کارکرد رانندگان [4].



شکل۱. اجزاء حمل ونقل

www.SID.ir

۵. مرور ادبیات مفاهیم تصمیم گیری در محدودهٔ تحقیق

هر تصمیم، حداقل برای رسیدن به یک هدف خاص اتخاذ می شود که حصول به این هدف خود بستگی بـه سـایر متغیرهـای مـوثر در مـدل تـصمیم گیری دارد. از نظر واژه خاص ریاضی هدف تصمیم متغیر وابسته و سایر متغیرهای موثر، متغیرهای مستقل نامیده می شوند[5].

تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) که برای تصمیم گیریهای پیچیده مورد استفاده قرار می گیرد به دو دسته عمـده تـصمیم گیـری چنـد هـدفی (MODM)[1] و تصمیم گیری چند شاخصه(MADM)[2] تقسیم شوند، به طوری که مدل های چند هدفه بـه منظـور طراحـی بـه کـار گرفتـه شـده و مدلهای چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می شوند. مدل چند شاخصه را می توان به صورت ماتریس تصمیم گیری زیر فرموله کرد.

$$D = \begin{array}{c} \text{شاخص ها} \\ \text{گزینه ها} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} X_1 & X_2 & \cdots & X_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & \cdots & r_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \end{array} \begin{array}{l} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \\ \\ \\ A_m \end{array} \qquad (۱)$$

A_1 ، A_2، ....A_m در ماتریس تصمیم گیریD بترتیب تشکیل دهنده m گزینه از قبل معلوم است و X_1، X_2، ....X_n نشان دهنـده n شـاخص بـرای سنجش مطلوبیت هر گزینه بوده و سرانجام عناصر r_{ij} بیانگر مقادیر خاص از شاخص jام برای گزینه iام است. واضـح اسـت کـه شـاخص هـای X_j ممکن است کمی و یا کیفی باشد.[1]

استفاده از نظرات چندین تصمیم گیرنده به جای یک تصمیم گیرنده (DM)[3] مسلماً موجب پیچیدگی های زیادی در تجزیـه و تحلیـل یـک تـصمیم خواهد شد که نه تنها به دلیل دسترسی به توافق های جمعی در اولویت بندی گزینه هاخواهد بود، بلکه علل دیگری مانند تعارض های ممکـن در بـین اعضای گروه تصمیم گیرندگان و برخوردار بودن احتمالی آنها از اهداف و معیارهای مختلف، موجبات این پیچیدگی ها را میسر می سازند[6] .

تصمیمات نتیجه شده از تصمیم گیری گروهی به صورت توافق جمعی از اطلاعات و ارجحیت های ارائه شده فردی از گروه خواهد بود، به گونـه ای که این توافقات جمعی نیز به طور صحیح و منطقی مورد تجزیه و تحلیل واقع شده باشند. ماتریس تصمیم گیری از مدل سازی برای تصمیم گیری چند شاخصه ای و گروهی به شکل ذیل فرموله می شود.

$$D^p = \begin{array}{c} \text{شاخص ها} \\ \text{گزینه ها} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} X_1 & & X_2 & & X_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} r_{1,1} & \cdots & r_{1,j} & \cdots & r_{1,n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{i,1} & \cdots & r_{i,j} & \cdots & r_{i,n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{m,1} & \cdots & r_{m,j} & \cdots & r_{m,n} \end{bmatrix} \end{array} \begin{array}{l} A_1 \\ \vdots \\ A_j \\ \vdots \\ A_m \end{array} = \text{؛ } p = 1,2,..., \quad k \qquad (۲)$$

(ماتریس تصمیم گیری)

www.SID.ir

این ماتریس نشان دهنده پاسخ تصمیم گیرنده pام (از kتصمیم گیرنده) به ازای m گزینه(A_i) در مقابل n شاخص(X_j) است به طوری که:

$$D_i^P = \{r_{i,1},....,\ r_{i,n}\}^p :$$

پاسخ تصمیم گیرنده pام برای گزینه iام

$$D_j^p = \{r_{1,j},....,\ r_{m,j}\}^p :$$

پاسخ تصمیم گیرنده pام برای شاخص jام (3)

با مفروض بودن k تا ماتریس به صورت فوق (به تعداد اعضای گروه تصمیم گیری) ماتریس نهایی برای تصمیم گیری گروهی از نگاشت زیر حاصل می شود:

$$\varphi : \{D^p \mid p = 1,2,...,k\} \to \{G\} \quad (4)$$

تابع نگاشت (4) ممکن است با استفاده از رتبه بندی، نرخ بندی، امتیاز دهی و یا رای دادن حاصل شود. تابع مذکور معرف کلیه شاخص های متفاوتی خواهد بود که اعضای گروه تصمیم گیری برای قضاوت در مورد کلیه گزینه ها به کار گرفته باشند[6] .

٦. تعیین شاخص ها

وظیفه اصلی در فرآیند تصمیم گیری، انتخاب از میان گزینه هاست. این انتخاب را موقعی می توان انجام داد که مشخص کنیم منظور ما از" بهترین" چیست. یعنی باید ملاکها و معیارهایی داشته باشیم تا بتوانیم قضاوت کنیم که کدام گزینه بهترین است. در این تحقیق برای دستیابی به شاخصهای مؤثر ارزیابی، از قضاوت خبرگان در قالب متد دلفی بهره جسته ایم . در ادامه مقاله به توضیح این روش و تعیین شاخصهای مورد نظر تحقیق با استفاده از آن می پردازیم.

٦-١ آشنایی با روش دلفی

روش دلفی که توسط اولاف هلمر[٤] برای ارزیابی نظرات ابداع شده، برای رسیدن به یک اجماع نظر در مورد وقوع یا عدم وقوع رویدادی در بازه زمانی مشخص درآینده ، بکار می رود. این روش بر پایه پرسش از افراد متخصص در زمینه مورد تحقیق استوار است[7]. هدف از این متد دسترسی به مطمئن ترین توافق گروهی برای یک موضوع مورد بحث خواهد بود که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان، به دفعات مکرر با توجه به باز خور حاصل از آنها صورت می پذیرد. متد دلفی یک «سوروی»[٥] از عقاید خبرگان ، با سه ویژگی مخصوص است. این ویژگی ها عبارتند از : پاسخ بی طرفانه به پرسشنامه ها، تکرار دفعات ارسال پرسشنامه و دریافت بازخور از آنها، و تجزیه و تحلیل آماری از پاسخ به سؤالات به صورت گروهی[6].

ارسال پرسشنامه ها ممکن است بین ٣ الی ٥ بار تکرار شود، و این تغییر بستگی به درجه توافق گروهی از پاسخ دهندگان و اطلاعات اضافی لازم از آنها دارد. فرآیند دلفی زمانی متوقف می شود که توافق گروهی در بین خبرگان پاسخ دهنده حاصل شده باشد و یا آنکه تبادل اطلاعات به قدر کافی صورت پذیرفته باشد[6].

٦-٢ تعیین شاخص های با استفاده از روش دلفی

گام اول : در ابتدا یک گروه پنج نفره به عنوان تصمیم گیرنده یا ستاد عملیاتی تشکیل می شود. این گروه مسئولیت تهیه، توزیع و ارزیابی پرسشنامه ها را بر عهده دارد.

گام دوم : گروه دلفی شامل دوازده نفراز خبرگان در زمینه حمل ونقل به شرح جدول (3) انتخاب می شوند.

www.SID.ir

گام سوم: سؤالی جامع در خصوص معیارهای ارزیابی پروژه های حمل ونقلی در بنگاههای جاده ای طرح شده و در اختیار اعضاء گروه دلفی قرار می گیرد.

گام چهارم: پاسخ پرسش مرحله قبل جمع آوری شده و بعد از تجزیه و تحلیل، لیستی از شاخص ها مطابق جدول (4) تعیین می شود.

گام پنجم: بر اساس نتایج حاصل از پرسشنامه اول، پرسشنامه دوم تنظیم شده و برای قضاوت در اختیار خبرگان قرار می گیرد.

در نهایت بعد از سه دوره تکرار، یعنی پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات پرسشنامه سوم، شاخص های نهایی به صورت زیر انتخاب شدند.

- شرایط حمل کالا (X_1)
- خصوصیات ترافیکی مسیر تردد (X_2)
- ادوات تخلیه و بارگیری (X_3)
- امکان توسعه (X_4)
- تناسب بین حجم محموله و تعداد وسیله نقلیه (X_5)
- سود (X_6)

جدول۳. اعضاء گروه دلفی

مدرک تحصیلی	میزان تحصیلات	نوع سابقه
مهندس عمران	کارشناس ارشد	برنامه ریزی حمل ونقل
مهندس عمران	کارشناس ارشد	راه سازی و ترافیک
مهندسی صنایع	کارشناس ارشد	سیستمهای مکانیزه حمل ونقل
مهندسی صنایع	کارشناس ارشد	طراحی واحدهای خدماتی
مهندس مکانیک	کارشناس	تست و ارزیابی خودرو
مهندس مکانیک	کارشناس	ادوات تخلیه و بارگیری
مهندس صنایع	کارشناس	سیستمهای تعمیرات و نگهداری
مدیریت صنعتی	کارشناس ارشد	مدیر عامل شرکت حمل ونقل
مدیریت صنعتی	کارشناس	معاون شرکت حمل ونقل
مدیریت بازرگانی	کارشناس	بازاریابی حمل ونقل بار و کالا
اقتصاد	کارشناس	ارزیابی اقتصادی درحمل ونقل
حسابداری	کارشناس	مدیریت مالی شرکت حمل ونقلی

جدول٤. شاخصهای استخراج شده در تکرار اول

ردیف	نام شاخص	ردیف	نام شاخص
۱	نوع کالا	۱۳	تعداد وسیله نقلیه
۲	میزان کالا	۱٤	ظرفیت وسیله نقلیه (حجمی / وزنی)
۳	طول مسیر	۱۵	سختی فرآیند بارگیری
٤	زمان سفر	۱٦	سختی فرآیند جا به جایی
۵	محدودهٔ جغرافیایی	۱۷	سختی فرآیند تخلیه

www.SID.ir

٦	مدت زمان انجام قرارداد	١٨	امکان توسعه
٧	ادوات تخلیه و بارگیری	١٩	امکان پیشرفت کار در واحد زمان
٨	متوسط زمان انتظار	٢٠	تناسب بین نوع کالا و کاربری وسیله نقلیه
٩	متوسط زمان تخلیه ، بارگیری	٢١	تناسب بین حجم محموله و تعداد وسیله نقلیه
١٠	امکان عبور وسیله نقلیه در شبکه راه	٢٢	درآمد
١١	امکان عبور وسیله نقلیه	٢٣	هزینه (نت/ سوخت/ بیمه/ مالیات/حقوق)
١٢	تعداد توقف	٢٤	وابستگی به سفرهای دیگر

۷. وزن دهی به شاخصها

از آنجا که شاخصهای تعیین شده دارای اهمیت یکسانی نیستند، بنابر این برای آنها اوزانی تعیین می شود. برای این منظور از صاحب نظران و خبرگان (شش نفر) خواسته می شود که به شاخصها امتیازی اختصاص دهند. سپس متوسط امتیاز هر شاخص را محاسبه کرده و با استفاده از فرمول(5) آن را نرمال می کنند. در نتیجه ضریب اهمیت هر شاخص طبق جدول (۵) تعیین می شود.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}} \qquad (5)$$

جدول۵. اوزان شاخصها

شاخص	X1	X2	X3	X4	X5	X6
ضریب اهمیت	0/1894	0/1477	0/1534	0/1818	0/1591	0/1686

۸. حل مسئله تصمیم

۸- ۱ آشنایی با روش برناردو

روش برناردو یک روش تصمیم گیری چند شاخصه و گروهی است، به طوری که گروه تصمیم گیرندگان برای اولویت بندی m گزینه در مقابل هر یک از n شاخص موجود نیز از رتبه بندی استفاده می کنند. علاوه بر رتبه بندی گزینه ها با استفاده از توافق گروهی در این روش، می توان مدل موجود را برای هر زیر مجموعه دلخواهی از گزینه ها (دو تایی،سه تایی و غیره)بسط داد و مناسب ترین آنها را انتخاب کرد. مدل برناردو علاوه بر استفاده از شاخص های متعدد برای تصمیم گیری ، محدودیت منابع را در اجرای گزینه ها یا پروژه ها مورد توجه قرار می دهد . به منظور بسط مدل برناردو به نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

۱- بعد از اخذ رتبه بندی گزینه ها به ازای شاخص ها از هر تصمیم گیرنده p ام (D^p)، ماتریس توافق گروهی $(Q_G)_{m\times n}$ از رتبه ها را تشکیل می دهیم، به گونه ای که عنصر q_{it} از آن نشان دهنده تعداد ترجیحات گروه (به ازای کلیه شاخصها) از گزینه iام در رتبه tام خواهد بود.اگر شاخصها از اهمیت یکسانی برخوردار نباشند، بردار اوزان بااستفاده از متدی مناسب محاسبه و سپس ماتریس غیر منفی Q_G وزین می شوند.

$$Q_G = \begin{array}{c} \text{گزینه} \backslash \text{رتبه} \\ A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} 1 & \cdots & t & \cdots & m \end{array} \\ \begin{bmatrix} q_{1,1} & \cdots & q_{1,t} & \cdots & r_{1,m} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ q_{i,1} & \cdots & q_{i,t} & \cdots & r_{i,m} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ q_{m,1} & \cdots & q_{m,t} & \cdots & r_{m,m} \end{bmatrix} \end{array}$$

www.SID.ir

(6)

(ماتریس توافق گروهی به ازایm رتبه و m گزینه)

۲- مدل برناردو برای منظور کردن محدودیت منابع در اجرای پروژه ها (گزینه ها) و انتخاب زیر مجموعه ای از آنها ، به گونه ای که محدودیت ها را تامین کند، نیاز به بسط ریاضی دارد. اجرای برخی از گزینه ها ممکن است تامین کننده محدودیت و یا محدودیت هایی از منابع موجود نبوده و از این رو نمی توانند انتخاب شوند. این امر موجب خواهد شد که رتبه ماتریس $H_{m\times m}$ کمتر از m شده و در نتیجه می بایست :

$$\begin{cases}\sum_i h_{it} =<1\\ \sum_t h_{it} =<1\end{cases} \qquad (7)$$
$$h_{it}\varepsilon[0,1]$$

از طرف دیگر، رتبه بندی های درج شده، با شروع از رتبه یکم می بایست منظم و متوالی باشند

$$\sum_{i=1}^{m} h_{it} - \sum_{i=1}^{m} h_{iv} >=0 \xrightarrow{\text{به ازای}} v >= \quad \text{(v و t نشان دهنده رتبه)} \qquad (8)$$

همچنین محدودیت منابع را در انتخاب گزینه های مورد نظر، می توان بصورت زیر تنظیم کرد.

$$\sum_{i=1}^{m} r'_{is} \sum_{i.t} h_{it} =< b_s ; s = 1,2,... i \qquad (9)$$

r'_{is} : مقدار مصرفی گزینه i ام از منبع s

b_s : موجودی از منبع s که $\xrightarrow{\text{به ازای}}$

l : تعداد منابع

۳- ممکن است DM تمایل به مشخص نمودن رتبه بندی برای زیر مجموعه ای از گزینه ها (به طور نمونه برای زیر مجموعه های دو تایی و یا سه تایی)، بدون توجه به رتبه بندی درون آن مجموعه داشته باشد .ببه این معنی که DM، به جای بیشینه سازی از توافق گروهی (q_{it}) مایل به بیشینه سازی از توافق تراکمی $(c_{iv'})$ خواهد بود. برای ماتریس توافق تراکمی از گروه تصمیم گیرندگان خواهیم داشت.

$$C=\|c_{iv'}\| \qquad (10)$$
$$\xrightarrow{\text{به ازای}} c_{iv'} = \sum_{t=1}^{v'} q_{it} \begin{cases} i=1,2,..m: & \text{(گزینه)} \\ v'=1,2...m: & \text{(رتبه)} \end{cases}$$

$c_{iv'}$ نشان دهنده مجموع دفعاتی است که گزینه iام دارای رتبه یک الی رتبه v' ام شده است.

٤- به منظور قضاوت برای زیر مجموعه های متفاوت از گزینه ها(به طور نمونه دو تایی در مقابل سه تایی) و انتخاب بهینه ، تابع هدف به صورت ذیل خواهد بود.

$$\max : \frac{1}{v'\ k)} \sum_i \sum_t c_{it}.h_{it} ; \begin{cases} k = & \text{تعداد تصمیم گیرندگان} \\ v'=1,2,...m \end{cases}$$

از این رو برای انتخاب زیر مجموعه با بیشترین ارزش از تابع هدف،می بایست .

www.SID.ir

$$\max_{v'}\left\{\max\left(\frac{1}{v'(k)}\right)\sum_{i,t} c_{it}.h_{it} : v' = 1,...m\right\} \qquad (11)$$

به این معنی که با تقسیم تابع موجود از توافق تراکمی بر تعداد تصمیم گیرندگان (k) و تعداد گزینه های تشکیل دهنده یک زیر مجموعه ،مقایسه زیر مجموعه های مختلف تسهیل می شود(رتبه v' نیز معرف تعداد گزینه های تشکیل دهنده یک زیر مجموعه مورد نظر است).

۵- برنامه کامل،به منظور مقایسه زیر مجموعه های ممکن از گزینه ها ، از ادغام روابط (7) ، (8) ، (9) ، (11) به این صورت است[6].

$$\max_{v'} \left\{ \max\left(\frac{1}{v'(k)} \right) \sum_{i,t} c_{it}.h_{it} : v' = 1,2,... m \right\}$$

$$s.t : \sum_{i=1}^{m} h_{it} =< 1; t = 1,... m$$

$$\sum_{t=1}^{m} h_{it} =< 1; i = 1,... m \qquad (12)$$

$$\sum_{i=1}^{m} h_{it} - \sum^{m} h_{iv} >= 0; \begin{cases} t < v : (v = t + 1) \\ t = 1,2,... m - 1 \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^{m} r'_{is} \sum_{i,t} h_{it} =< b_s; s = 1,2,... l; \begin{cases} i = 1,... m \\ t = 1,... m \end{cases}$$

$$h_{it} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

۸-۲ محاسبه ماتریس توافق گروهی

گام اول- پنج گزینه (m=5) پیشنهادی به بنگاه حمل ونقلی مورد مطالعه، به ازای شش شاخص (n=6) تعیین شده، توسط یک گروه تصمیم گیرنده مرکب از شش خبره(k=6) رتبه بندی می گردد. نتایج رتبه بندی از هر یک از خبرگان به گونه زیر است.

پروژه \ شاخص

$$D^1 = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 4 & 2 & 5 & 5 & 1 & 3 \\ 5 & 4 & 2 & 3 & 3 & 1 \\ 4 & 5 & 1 & 2 & 5 & 2 \\ 1 & 1 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 1 & 4 \end{bmatrix} \end{array} \quad D^2 = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 3 & 5 & 5 \\ 5 & 3 & 2 & 4 & 2 & 1 \\ 3 & 4 & 1 & 3 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 5 & 2 & 3 \\ 2 & 5 & 3 & 5 & 1 & 5 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$D^3 = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 4 & 5 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 5 & 4 & 3 & 1 & 3 & 4 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 5 & 2 \\ 1 & 1 & 5 & 4 & 3 & 1 \\ 2 & 5 & 1 & 4 & 5 & 5 \end{bmatrix} \end{array} \quad D^4 = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 2 & 1 & 4 & 2 & 3 & 5 \\ 3 & 2 & 4 & 1 & 4 & 3 \\ 5 & 3 & 5 & 1 & 2 & 5 \\ 1 & 3 & 5 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 1 & 5 & 2 & 4 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

www.SID.ir

$$D^5 = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 3 & 2 & 5 & 3 & 2 & 4 \\ 4 & 3 & 1 & 1 & 5 & 1 \\ 1 & 4 & 2 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 3 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 4 & 5 & 2 & 4 \end{bmatrix} \end{array} \qquad D^6 = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 5 & 1 & 2 & 4 & 1 \\ 3 & 4 & 3 & 1 & 2 & 5 \\ 4 & 1 & 3 & 4 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix} \end{array}$$

گام دوم- حال باید اوزان شاخصها را در ماتریس های استخراج شده تأثیر داد . بنا براین برای هر گزینه، ماتریس(رتبه\ شاخص) و تشکیل داده و اوزان شاخصهادر این ماتریسها ، ضرب می شوند.

$$A_1 = [0/1894 \;\; 0/1477 \;\; 0/1534 \;\; 0/1818 \;\; 0/1591 \;\; 0/1686] \times \begin{array}{c} \text{شاخص} \diagdown \text{رتبه} \\ \\ X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} \text{یکم} & \text{دوم} & \text{سوم} & \text{چهارم} & \text{پنجم} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 2 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 2 \end{bmatrix} \end{array} = [0/648 \;\; 1/519 \;\; 1/35 \;\; 1/161 \;\; 1/322]$$

به همین منوال برای بقیه گزینه ها عمل می شود، در نتیجه :

$$Q_G = \begin{array}{c} \text{پروژه} \diagdown \text{رتبه} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} \text{یکم} & \text{دوم} & \text{سوم} & \text{چهارم} & \text{پنجم} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0/648 & 1/519 & 1/35 & 1/161 & 1/322 \\ 1/527 & 0/795 & 1/307 & 1/496 & 0/875 \\ 1/019 & 1/313 & 1/401 & 0/973 & 1/294 \\ 1/676 & 0/811 & 1/64 & 1/225 & 0/648 \\ 0/977 & 1/563 & 0/301 & 1/297 & 1/862 \end{bmatrix} \end{array}$$

و با توجه به رابطه(۱۰) خواهیم داشت :

$$C = \begin{array}{c} \text{پروژه} \diagdown \text{رتبه} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \\ A_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} \text{یکم} & \text{دوم} & \text{سوم} & \text{چهارم} & \text{پنجم} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0/648 & 2/167 & 3/517 & 4/678 & 6 \\ 1/527 & 2/322 & 3/629 & 5/125 & 6 \\ 1/019 & 2/332 & 3/733 & 4/706 & 6 \\ 1/676 & 2/487 & 4/127 & 5/352 & 6 \\ 0/977 & 2/54 & 2/841 & 4/138 & 6 \end{bmatrix} \end{array} ; m = 5$$

www.SID.ir

۸- ۳ تشکیل مدل برای مسئله

تابع هدف از فرمول (۱۲) به منظور انتخاب زیر مجموعه ای از یک گزینه،فقط ستون یکم($V'=1$) از ماتریس C را شامل می شود و به منظور انتخاب زیر مجموعه ای از دو گزینه شامل دو ستون سمت چپ (تا حد$V'=2$) از ماتریس C می شود. بنابراین مدل تخصیص (۱۲) می بایست چهارمرتبه (با چهار تابع هدف متفاوت) حل شود؛ در حالی که برنامه ریزی خطی اول (برای انتخاب زیر مجموعه ای از یک گزینه) کلیه ترکیبات یکتایی C_5^1 از پنج گزینه ، و برنامه ریزی خطی دوم (برای انتخاب زیر مجموعه ای از دو گزینه) کلیه ترکیبات دوتایی C_5^2 از پنج گزینه ، و برنامه ریزی خطی سوم کلیه ترکیبات سه تایی C_5^3 از پنج گزینه و ... آزمون می شوند. به طور نمونه برنامه ریزی خطی اول به این صورت است:

$$\frac{1}{1(5)} MAX\left\{0.648h_{1,1}+1.527h_{2,1}+1.019h_{3,1}+1.676h_{4,1}+0.977h_{5,1}\right\}$$

S.t

$$\sum_{i=1}^{5} h_{i,1} = \sum_{i=1}^{5} h_{i,t} = h_{1,1} + h_{2,1} + h_{3,1} + h_{4,1} + h_{5,1} =< 1$$

$$\sum_{t=1}^{1} h_{i,t} = \sum_{t=1}^{1} h_{i,t} = h_{1,1} =< 1$$

$$\sum_{t=1}^{1} h_{2,t} = h_{2,1} =< 1 \qquad (13)$$

$$\sum_{t=1}^{1} h_{3,t} = h_{3,1} =< 1$$

$$\sum_{t=1}^{1} h_{4,t} = h_{4,1} =< 1$$

$$\sum_{t=1}^{1} h_{5,t} = h_{5,1} =< 1$$

$$\sum_{i=1}^{5} h_{i,t} - \sum_{i=1}^{5} h_{i(t+1)} = \sum_{i=1}^{5} h_{i,1} - \sum_{i=1}^{5} h_{i,1} = (h_{1,1} + h_{2,1} + h_{3,1} + h_{4,1} + h_{5,1}) - (h_{1,1} + h_{2,1} + h_{3,1} + h_{4,1} + h_{5,1}) >= 0$$

از آنجا که شرکت از نظر تعداد خودرو دارای محدودیت است، این محدودیت به صورت معادله زیر در مسئله مطرح می شود:

$$\sum_{i=1}^{5} r'_{i,s} - \sum_{i,t} h_{it} = \sum_{i} r'_{i,4} - \sum_{i,t} h_{i,t} = 12\,(h_{1,1}) + 12\,(h_{2,1}) + 10\,(h_{3,1}) + 11\,(h_{4,1}) + 14\,(h_{5,1}) =< 35$$

بعد از حل مدل با استفاده از نرم افزار مقدارجواب بهینه تابع هدف 0/3352 و زیر مجموعه$\{A_4\}$ به عنوان پروژه مطلوب انتخاب می شود. .برنامه ریزی خطی دوم، سوم و چهارم نیز به همین طریق مدل بندی و حل می شود ، که راه حل نهایی چهار مدل برنامه ریزی خطی فوق به صورت جدول (7) خواهد بود.

جدول۷. راه حل نهایی از حل مدلهای برنامه ریزی خطی

ارزش بهینه تابع هدف	مناسب ترین زیر مجموعه	نوع برنامه ریزی خطی

www.SID.ir

یکم	$\{A_4\}$	0/3352
دوم	$\{A_4, A_5\}$	0/4216
سوم	$\{A_2, A_3, A_4\}$	0/5323
چهارم	$\{A_3, A_4, A_5\}$	0/5812

حال اگر تصمیم گیران بخواهند در یک پروژه مشغول بکار شوند، گزینه «A4 »؛ در دو پروژه مشغول بکار شوند، گزینه های «A4»و «A5»؛ در سه پروژه مشغول بکار شوند، گزینه ها «A2» و «A3» و«A4»؛ در چهار پروژه مشغول بکار شوند، با توجه به محدودیت در تعداد خودرو گزینه های «A3»و«A4»و«A5»؛ بهترین انتخاب خواهند بود.

بنابراین دیده می شود که بیشترین ارزش از توابع هدف برابر 0/5812 است. $\left(\max_v \{0/3352, /4216, 0/5323, /5812\} = 0/5812\right)$ بنابراین زیر مجموعه $\{A_3, A_4, A_5\}$ به عنوان مناسب ترین زیر مجموعه از گزینه های موجود انتخاب می شود. این انتخاب عملی بوده و بیشترین تامین ازشش شاخص موجود را با توافق گروهی موجب می شود.

۹. نتیجه گیری

با آنکه اهمیت حمل ونقل در پیشبرد صنعت یک کشور تقریباً بر همگان آشکار است و سرمایه گذاری در آن، چه از دیدگاه سخت افزاری و چه از نظر نرم افزاری موجب توسعه و پیشرفت صنایع تولیدی و خدماتی مختلف می شود، اما متأسفانه در کشور ما به مسائل موجود در حمل ونقل به ویژه از دیدگاه برنامه ریزی و نرم افزاری توجه کمی می شود، به طوری که شرکتهای حمل ونقلی که یکی از ارکان اصلی سیستم حمل ونقل کشورند، اکثراً به صورت سنتی اداره می شوند و عرضه سنتی خدمات حمل ونقل، دیگر قادر به ارضای تقاضای رو به افزایش و پیچیده امروزی نیست که این امر آنها را به طور ناخواسته دچار مشکلات محسوس و نا محسوسی می کند.

این تحقیق با استفاده از روشهای تصمیم گیری چند شاخصه، شرایط لحاظ کردن همزمان معیارهای کمی و کیفی و همچنین محدودیت منابع را ایجاد کرده است و این فرصت برای شرکتهای حمل ونقلی مهیا شده که سرمایه خود را در پروژه های مناسب بکار گیرند و با نگرش علمی و کاربردی به مسائل کاری خود، از زمانها و فرصتهای شغلی ایجاد شده، بهره گیری کنند.

امروزه روشهای تصمیم گیری چند شاخصه، به دلیل سادگی و داشتن قابلیت زیاد در مدل سازی مسائل واقعی کاربردهای زیادی در حیطه های مختلف از فعالیتهای تعریف شده شرکتها و مؤسسات دارد. درادامه پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی موارد بهره برداری از روشهای تصمیم گیری چند شاخصه گروهی در مباحث برنامه ریزی حمل ونقل مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای مناسب آن ارائه شود.

۱۱. سپاسگزاری

از استاد ارجمندم آقای دکتر میر بهادر قلی آریا نژاد که در انجام این تحقیق مرا راهنمایی کردند کمال تشکر را دارم . همچنین پیشاپیش از اساتید محترمی که فصلنامه را در ارتقای کیفی آن یاری می کنند سپاسگزارم.

۱۲. مراجع

۱. اصغر پور، محمد جواد (۱۳۸۳) " تصمیم گیری های چند معیاره "، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۲. سید حسینی، سید محمد (۱۳۸۰) "برنامه ریزی مهندسی حمل و نقل و تحلیل جابجایی مواد"، تهران: انتشارات دانشگاه علم وصنعت ایران.

3. Papacostas, C.S and Prevedouros, P. D. (1993) "Transportation engineering and planning", New Jersey: Prentice-Hall.

www.SID.ir

٤. مدرس، عبدالحمید (۱۳۸۳) "راه حلی جامع برای برنامه ریزی حمل ونقل در زنجیره تأمین"، اولین کنفرانس ملی لجستیک در زنجیره تأمین.

٥. اصغر پور، محمد جواد (۱۳۸۱) "تصمیم گیری و تحقیق عملیات در مدیریت"، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

٦. اصغر پور، محمد جواد، (۱۳۸۲) "تصمیم گیری گروهی و نظریه بازیها با نگرش تحقیق در عملیات"، انتشارات دانشگاه تهران.

۷. جبل عاملی، محمد سعید، عبایی، مزدک و قوامی فر- کامران (۱۳۸۳) "جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه"، تهران: انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.

پانویس ها :

1- Multiple objective decision making
2- Multiple attribute decision making
3- Decision maker
4- O.Helmer

۵- بررسی عقاید یک گروه خاص از یک جامعه آماری معروف به« سوروی» است

www.SID.ir