کاربرد تصمیم گیری چند خصیصه ای در برنامه ریزی احداث شبکه های توزیع

ایرج احمدی *،** تقی بارفروشی *،** محسن پارسامقدم **

* : شرکت برق منطقه ای مازندران ** : دانشگاه تربیت مدرس

واژه های کلیدی : برنامه ریزی شبکه های توزیع ، تصمیم گیری چند معیاری

چکیده : امروزه برنامه ریزی سیتمهای قدرت تنها یک مسئله بهینه سازی ساده نیست بلکه یک مسئله تصمیم گیری پیچیده ، چند متغیره و همراه با عدم قطعیت است. در شبکه تجدید ساختار شده امروزی مسایلی همچون قابلیت اطمینان ، کیفیت توان ، ایمنی شهروندان و مسایل زیست محیطی ، به اندازه میزان هزینه طرح ها که فاکتور اساسی تصمیم گیری در گذشته بود اهمیت پیدا کرده اند. در این مقاله ابتدا روند تصمیم گیری به روش چند خصیصه ای توضیح داده می شود و سپس با تعریف چند معیار کمی همچون هزینه و قابلیت اطمینان و کیفی همچون ایمنی شهروندان و زیبایی شهرها ، یک نمونه تصمیم گیری در برنامه ریزی توسعه و احداث شبکه های توزیع ، به این روش ارایه می شود.

۱ – مقدمه :

در زمانهای گذشته برنامه ریزی شبکه برق و انتخاب یک طرح به گونه ای بود که هنگام افزایش مصرف و رشد بار طرحهای کاندیدا مشخص می شدند و از میان طرحهای ممکن ، طرحی که کمترین هزینه را طلب می کرد برای اجرا انتخاب می گردید.بنابراین معیار ارائه طرح ، رشد بار و معیار انتخاب طرح ، نیاز به کمترین هزینه بود. اشکال عمده این گونه برنامه ریزی در این است که طرحهایی با مشخصات فنی ضعیف ممکن است به دلیل هزینه پایینترشان مطلوبتر از طرحهایی با مشخصات فنی بالا ولی گرانتر، تشخیص داده شوند اما امروزه مسائلی همچون کیفیت توان ، قابلیت اطمینان و مسائل زیست محیطی به اندازه رشد بار در برنامه ریزی شبکه های برق اهمیت پیدا کرده اند. از طرفی شبکه های توزیع چون داخل شهرها و مستقیما در دید مصرف کنندگان قرار دارند با مسائل دیگری همچون زیبایی شهرها ، ایمنی مردم (جلوگیری از خطر برق گرفتگی) و رعایت حریم در مناطق پرجمعیت مواجه هستند که باید این مسائل نیز در برنامه ریزی توسعه و احداث شبکه های توزیع مد نظر قرار گیرد. در نظر گرفتن چنین مسائلی در روشهای برنامه ریزی قدیمی که بر مبنای مینیمم هزینه استوار است نیازمند این است که این فاکتورها را به هزینه تبدیل کنیم ، کاری که در برخی موارد بسیار مشکل و گاها" غیر ممکن است چرا که برخی از این فاکتورها ماهیت هزینه ای ندارند.

یک راه حل منطقی برای وارد کردن معیارهای کیفی همچون زیبایی شهرها و ایمنی در روند انتخاب طرح

بهینه ، استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاری یا MCDM (Multi-Criteria Decision Making) می باشد که خود به دو بخش تصمیم گیری چند موضوعی یا MODM (Multi-Objective Decision Making) و تصمیم گیری چند خصیصه ای یا MADM (Multi-Attribute Decision Making) تقسیم می گردد.

در روش MODM فضای تصمیم گیری پیوسته است و گزینه ها از قبل تعیین نمی گردند بلکه مسئله تصمیم گیری با استفاده از مدلهای ریاضی خطی یا غیرخطی چند منظوره حل می شوند که در آن چندین تابع هدف ، یکپارچه شده و با توجه به قیودی که بر مسئله حاکمند بهینه می گردند. ما در روش MADM فضای تصمیم گیری گسسته است و هر گزینه کاندیدا که از قبل مشخص است با استفاده از ابزارهای تحلیلی ارزیابی می شود. این فرایند هر استراتژی برنامه ریزی را با مجموعه ای از خصیصه ها در کنار هم قرارداده ، بطوریکه بانک اطلاعاتی خصیصه ها ایجاد می شود که در آن استراتژیها مقایسه می شوند[۳].

استفاده از چنین روشهایی در تصمیم گیری انتخاب طرح بهینه ، به طراح اطمینان می دهد که هزینه طرح ، مزایای فنی طرح را تحت شعاع قرار نمی دهد. بلکه هزینه نیز به عنوان یکی از چندین معیار تصمیم گیری انتخاب طرح بهینه با یک ضریب وزنی مخصوص به خود در تصمیم گیری نقش ایفا می کند. بدیهی است هنگام استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاری ، مهارت طراح و شرایط مسئله نقش عمده ای در انتخاب طرح بهینه دارند به عنوان مثال ممکن است ضریب وزنی معیارهای یکسان از نظر دو طراح مختلف یا تحت شرایط متفاوت با یکدیگر تفاوت داشته باشد و در نتیجه یک مسئله با معیارهای تصمیم گیری یکسان از نظر طراحان مختلف و تحت شرایط متفاوت منجر به انتخاب طرح های بهینه متفاوتی گردد.

۲ – تصمیم گیری چند خصیصه ای :

فرض کنیم n طرح ممکن $D=\{d_1,d_2,\ldots,d_n\}$ را در اختیار داریم (این طرح ها می توانند خرجیهای یک برنامه بهینه سازی مانند روشن الگوریتم ژنتیک (GA) باشند که به دفعات اجرا شده است) و m معیار $C=\{c_1,c_2,\ldots,c_m\}$ هم معیارهای تصمیم گیری هستند. از این m معیار ، معیارهای ۱ تا a معیارهای کمی و معیارهای (a +۱) تا m معیارهای کیفی هستند . برای اینکه بتوان معیارهایی را که ماهیتا" با یکدیگر متفاوت هستند ، با هم مقایسه نمود باید یک مقیاس یکسان برایشان تعریف نمود لذا در این مقاله از روش RSSD یا درجه برآورده شدن نسبی معیارها (Relative Subordinate Satisfied Degreee) استفاده شده است و درجه بر آورده شدن نسبی هر معیار در کلیه طرحها با یکدیگر مقایسه شده است.

۲-۱- درجه بر آورده شدن نسبی معیارهای کمی :

ابتدا به ازاء کلیه طرحها ، مقدار همه معیارهای کمی را محاسبه می کنیم و سپس ماتریس $X_{a\times n}$ را تشکیل می دهیم که ستونهای آن متناظر با n طرح پیشنهادی و سطرهای آن متناظر با a معیار کمی می باشند و درایه x_{ij} آن نشان دهنده مقدار معیار i ام در طرح j ام می باشد.

$$X_{a\times n}=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \ldots\ldots & x_{1n} \\ \ldots\ldots & & \ldots\ldots & \\ x_{a1} & x_{a2} & \ldots\ldots & x_{an} \end{bmatrix} \qquad (1)$$

مقدار ماکزیمم و می نیمم هر سطر از ماتریس X ، کرانه های بالا و پایین معیار مربوط به آن سطر را مشخص می کنند. برای محاسبه میزان بر آورده شدن نسبی (RSSD) هر معیار در هر طرح فاصله مقدار معیار در هر طرح را باکران مربوطه می سنجیم و حاصل را به فاصله بین دو کران تقسیم می کنیم. یعنی برای معیارهایی که هر چه بیشتر باشند مطلوبترند، فاصله تا مقدار می نیمم معیار ، ملاک محاسبه است و داریم :

$$r_{ij}=\frac{x_{ij}-\min_j x_{ij}}{\max_j x_{ij}-\min_j x_{ij}} \qquad j=1,2,\ldots,n \quad (۲)$$

و برای معیارهایی که هر چه کمتر باشند مطلوبترند ، فاصله تا مقدار ماکزیمم معیار، ملاک محاسبه است و :

$$r_{ij} = \frac{\max_j x_{ij} - x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \qquad j = 1,2,\ldots,n \quad (۳)$$

ماتریس متشکل از r_{ij} های بدست آمده از فرمولهای (۲) و (۳) ماتریس درجه برآورده شدن نسبی (RSSD) معیارهای کمی در n طرح می باشد[۱].

$$R_{a\times n} = \begin{bmatrix} r_{11}\, r_{12} \ldots\ldots\ r_{1n} \\ \ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots \\ r_{a1}\, r_{a2} \ldots\ldots\ r_{an} \end{bmatrix} \qquad (۴)$$

۲-۲- درجه برآورده شدن نسبی معیارهای کیفی :

ابتدا از دید معیار کیفی i ام کلیه n طرح را با یکدیگر مقایسه می کنیم. مقایسه بصورت دو بدو انجام می شود و حاصل عددی فازی است که درجه مطلوبیت طرح j نسبت به طرح k را از دید معیار کیفی i ام نشان می دهد. با توجه به فازی بودن مقایسه در این مرحله ، تجربه طراح و دید او نسبت به معیارها و همچنین شرایط مسئله بر نتیجه مقایسه تاثیر به سزایی دارد. در این مرحله به ازاء هر معیار کیفی یک ماتریس $i\mu_{n\times n}$ بدست می آید که درایه $i\mu_{jk}$ آن میزان مقبولیت فازی طرح j نسبت به طرح k از دید معیار i ام است.

$$i\mu = \begin{bmatrix} i\mu_{11}\, i\mu_{12} \ldots\ldots\ i\mu_{1n} \\ \ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots \\ i\mu_{n1}\, i\mu_{n2} \ldots\ldots\ i\mu_{nn} \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

برای انجام مقایسه می توان از روشهای مختلفی استفاده کرد به عنوان مثال می توان مقیاس درجه بندی را بر مبنای حالتهای بسیار خوب ، خوب ، یکسان ، ضعیف و بسیار ضعیف اعدادی از ۰,۹ تا ۰,۱ انتخاب نمود.

اگر میانگین اعداد سطر j ام ماتریس را محاسبه کنیم میزان مطلوبیت نسبی طرح j از دید معیار کیفی i ام بدست می آید. یعنی

$$i\bar{\mu}_j = \sum_{\substack{k=1 \\ k\neq j}}^{n} i\mu_{jk} \,/(n-1) \qquad j = 1,2,\ldots,n \quad (۶)$$

حال اگر قرار دهیم $r_{ij} = i\bar{\mu}_j$ ماتریس $R_{(m-a)\times n}$ شکل می یابد که ماتریس درجه برآورده شدن نسبی (RSSD) معیارهای کیفی می باشد.

$$R_{(m-a)\times n} = \begin{bmatrix} r_{(a+1)1}\, r_{(a+1)2} \ldots\ldots\ r_{(a+1)n} \\ \ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots \\ r_{m1}\, r_{m2} \ldots\ldots\ldots\ \ldots r_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۷)$$

فرمولهای (۴) و (۷) به ترتیب ماتریسهای RSSD معیارهای کمی و کیفی را مشخص می نمایند . می توان ملاحظه کرد که این دو ماتریس دارای مقیاس یکسانی هستند بنابراین می توان آنها را با هم ترکیب نمود و ماتریس RSSD کلیه معیارها را به شکل زیر به دست آورد [۱].

$$R_{m\times n} = \begin{bmatrix} r_{11}\, r_{12} \ldots\ldots\ r_{1n} \\ \ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots \\ r_{m1}\, r_{m2} \ldots\ldots\ r_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۸)$$

۲-۳- وزن دهی معیارها

با توجه به مشخص شدن میزان بر آورده شدن نسبی معیارهای کمی و کیفی به ازاء طرحهای مختلف ، اگر وزن هر معیار را در تصمیم گیری مشخص نماییم می توانیم طرحها را بر اساس بر آیند میزان بر آورده شدن نسبی کلیه معیارها رده بندی کنیم [۲].

اهمیت نسبی هر معیار با وزن آن مشخص می شود برای وزن دهی معیارها ، ابتدا آنها را دوبدو با یکدیگر مقایسه کرده و نسبت به هم وزن دهی می کنیم (برای وزن دهی می توان از روش AHP استفاده نمود.) تا ماتریس W'_{mxm} بدست آید که درایه w'_{ij} میزان وزن معیار i ام نسبت به معیار j ام می باشد.

$$W'_{m\times m}=\begin{bmatrix} w'_{11}\, w'_{12} \ldots\ldots\ w'_{1m} \\ \ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ldots \\ w'_{m1}\, w'_{m2} \ldots\ldots\ w'_{mm} \end{bmatrix} \qquad (۹)$$

مجموع درایه های سطر i ام نشان دهنده وزن نسبی معیار i ام می باشد که اگر این عدد را بر مجموع کلیه درایه های ماتریس W' تقسیم کنیم میزان وزن نرمالیزه شده معیار i ام مشخص می گردد و به همین ترتیب بردار وزن نرمالیزه شده W بدست می آید که درایه w_i آن چنین محاسبه می شود.

$$w_i=\frac{\sum_{j=1}^{m} w'_{ij}}{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{m} w'_{ij}} \qquad i=1,2,\ldots,m \quad (۱۰)$$

۲-۴- انتخاب طرح بهینه

برای انتخاب طرح بهینه از روش حداقل مربعات فاصله استفاده می کنیم . با توجه به ماتریس RSSD فرمول (۸) دو کران بالا و پایین بر آورده شده معیارها را به ترتیب $G_{m\times 1}=[1,1,\ldots,1]^T$ و $B_{m\times 1}=[0,0,\ldots,0]^T$ می نامیم . لازم به ذکر است G و B دو طرح فرضی و نه لزوما واقعی هستند که در طرح G کلیه معیارها بطور کامل بر آورده شده اند و در طرح B هیچ یک از معیارها بر آورده نشده اند. حال فاصله میزان برآورده شدن معیارها در طرح j را با دو کران بالا و پایین با استفاده از روش مینیمم مربعات محاسبه می کنیم و خواهیم داشت :

$$d_{jg}=\sqrt{\sum_{i=1}^{m}[w_i(g_i-r_{ij})]^2} \qquad (۱۱)$$

$$d_{jb}=\sqrt{\sum_{i=1}^{m}[w_i(r_{ij}-b_i)]^2} \qquad (۱۲)$$

حال بردار درجه بر آورده شدن نسبی تجمعی IRSSD را برای هر طرح به شکل زیر محاسبه می کنیم:

$$u_i=\frac{1}{1+(d_{jg}/d_{jb})^2} \qquad j=1,2,\ldots,n \quad (۱۳)$$

طرحی که مقدار IRSSD بالاتری دارد طرح مطلوبتری است .

لازم به ذکر است روشهای محاسبه RSSD ، W و IRSSD منحصر به روشهای گفته شده در این مقاله نیست و در مقالات مختلف روشهای گوناگونی ذکر شده است .

۳- گزینه ها و معیارهای مطالعه موردی

همچنانکه گفته شد در روش MADM گزینه های و معیارها تصمیم گیری مشخص می باشند. در این مقاله با توجه به مباحثی که همواره بین ایجاد شبکه فشار متوسط کابلی و هوایی در داخل شهرها مطرح است ، این مورد برای مطالعه انتخاب شده است.

۳-۱- گزینه های مسئله

برای ایجاد یک شبکه فشار متوسط سه طرح زیر مورد مطالعه قرار گرفتند:

الف ـ شبکه تماما" کابلی

ب- شبکه تماما" هوایی

پ ـ شبکه مرکب از هر دو مورد (در مناطق با تراکم کمتر شبکه هوایی و در منطق پرتراکم شبکه کابلی)

۳-۲- معیارهای کمی

۳-۲-۱- هزینه : هزینه هر طرح شامل موارد زیر می باشد :

الف ـ هزینه اولیه که خود شامل هزینه های طراحی ، خرید زمین و اجرا می باشد. با توجه به گرانتر بودن هزینه کابل ، هزینه گزینه شبکه کابلی بسیار بیشتر از گزینه شبکه هوایی می گردد اما اگر مانند کشورهای پیشرفته در زیر شهرها کانال مشترک برای عبور کابلهای برق و تلفن و لوله های آب ، گاز و فاضلاب وجود داشته

باشد و مجبور به صرف هزینه جداگانه جهت احداث کانال کابل نشویم ، هزینه گزینه شبکه کابلی تا حدی تعدیل خواهد گردید.

ب ـ هزینه تلفات انرژی که جهت محاسبه آن باید تلفات RI^2 مسیر انتقال توان را در زمان متناظر ضرب نماییم و سپس مقدار تلفات انرژی محاسبه شده را در هزینه تولید 1KWh انرژی ضرب نماییم . این محاسبات باید برای تعداد سالهای برنامه ریزی و با توجه به رشد بار انجام گردد.

پ ـ هزینه دیماند که جهت محاسبه آن ابتدا باید هزینه ای که به ازاء هر 1KW افزایش تقاضای برق باید صرف سرمایه گذاری در بخش های تولید و انتقال گردد را محاسبه کنیم و سپس این هزینه را در تلفات توان شبکه مورد نظر ضرب کنیم.

ت ـ هزینه تعمیرات و نگهداری سالیانه که مشتمل بر هزینه پرسنل تعمیرات ، تجهیزات عیب یابی خاص و لوازم یدکی مورد استفاده در دوره برنامه ریزی می باشد.

۳-۲-۲- اختلاف دامنه ولتاژ با مقدار نامی :

در این مقاله حداکثر اختلاف دامنه ولتاژ باسهای مختلف نسبت به مقدار 1 PU به عنوان یکی از معیارهای کمی در نظر گرفته شده است.

۳-۲-۳- قابلیت اطمینان :

در این مقاله متوسط قطعی هر مشترک در طول سال (بر حسب ساعت بر سال) به عنوان معیار مقایسه قابلیت اطمینان طرح ها در نظر گرفته شده است.

از جمله معیارهای کمی دیگری که می توان در مطالعات در نظر گرفت عبارتند از مسایل زیست محیطی ، حداکثر ظرفیت انتقال و .... به عنوان مثال برای مدل کردن مسایل زیست محیطی می توان مبنا را میزان تولید گاز CO_2 قرارداد و پس از محاسبه میزان تلفات انرژی گزینه های مختلف و با توجه به ترکیب نیروگاهها (حرارتی ، آبی ، اتمی و تجدید پذیر) و سوخت مصرفی هریک از نیروگاههای حرارتی (گاز ، مازوت و زغال سنگ) ، میزان تولید گاز CO_2 جهت تامین تلفات انرژی را محاسبه و به عنوان یک معیار کمی در تصمیم گیری لحاظ نمود.

۳-۳- معیارهای کیفی :

۳-۳-۱- ایمنی :

وجود شبکه های توزیع هوایی در داخل شهرها ، خطر برق گرفتگی در بخش مردمی را در اثر اتفاقات ناخواسته ای همچون :

الف ـ برخورد وسایل نقلیه با تیرهای شبکه و افتادن سیم های فاز بر روی زمین و عابرین .

ب ـ برخورد قسمتهای بالارونده وسایل نقلیه سنگین ، همچون بوم جرثقیل با سیمهای برقدار.

ج ـ تماس سهوی ساکنان ساختمانهای نزدیک خطوط هوایی که میله های فلزی همچون آنتن تلویزیون یا میله پرده و... در دست دارند ، با خطوط برقدار.

د ـ تماس سهوی کارگران ساختمانی که با ابزار کار بلند همچون بیل و کلنگ نزدیک خطوط هوایی مشغول کار هستند.

افزایش می دهد . که در صورت استفاده از خطوط کابلی زیر زمینی با این مشکلات مواجه نخواهیم بود.

۳-۳-۲- حریم شبکه های برق:

یکی از مشکلاتی که همیشه ادارات برق شهرها به خصوص در مناطق پر جمعیت با آن مواجهند مشکل حریم شبکه های هوایی برق می باشد.این مشکل به خصوص در حضور ساختمانهای بلند و آپارتمانهای خود را نمایان می سازد و عدم رعایت حریم یا کاهش میزان آن باعث افزایش احتمال بروز خطر برق گرفتگی در حوزه مردمی می شود که در صورت استفاده از خطوط کابلی زیر زمینی این مشکل مرتفع خواهد گردید.

۳-۳-۳- زیبایی شهرها :

وجود تیرها و شبکه های هوایی در داخل شهرها

منظره زشتی به شهرها می دهد و از زیبایی شهرها می کاهد ضمن اینکه فضای دید را محدود و بخشی از آن را اشغال می کند که در صورت استفاده از خطوط کابلی زیر زمینی این مشکل هم مرتفع می گردد.

۴- مطالعه موردی

جهت مطالعه موردی یک شبکه نمونه 20 KV به طول ۳۰ KM با استفاده از نرم افزار DIgSILENT مورد مطالعه قرار گرفت . در جدول ۱ مقادیر معیار های کمی به ازاء طرحهای مختلف ارائه شده است.

طرح / معیار کمی	کابلی	مرکب	هوایی
هزینه (میلیون ریال)	۱۵۰۰۰	۹۰۰۰	۳۰۰۰
اختلاف دامنه ولتاژ (PU)	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱
قابلیت اطمینان	۴/۲۵	۶/۳۵	۸/۱۵

جدول ۱- مقادیر معیار های کمی

در جدول ۲ درایه های ماتریس RSSD معیارهای کمی ارائه شده است.

طرح / معیار کمی	کابلی	مرکب	هوایی
هزینه (میلیون ریال)	۰	۰/۵	۱
دامنه ولتاژ (PU)	۱	۰/۶۶۷	۰
قابلیت اطمینان (h/year)	۱	۰/۴۶۱	۰

جدول ۲- درایه های ماتریس RSSD معیارهای کمی

در جدول ۳ درایه های ماتریس RRSD معیارهای کیفی ارایه شده است .

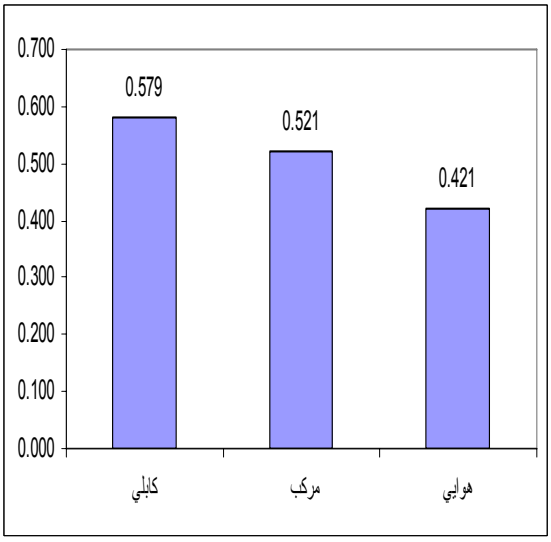
طرح / معیار کیفی	کابلی	مرکب	هوایی
ایمنی	۰/۸	۰/۵	۰/۲
حریم	۰/۸	۰/۵	۰/۲
زیبایی	۰/۸	۰/۵	۰/۲

جدول ۳- درایه های ماتریس RSSD معیارهای کیفی

در جدول ۴ درایه های ماتریس اهمیت نسبی معیارها نسبت به هم ارایه شده است و در شکل ۱ درجه برآورده شدن نسبی تجمعی طرحها ارایه شده است.

	هزینه	دامنه ولتاژ	قابلیت اطمینان	ایمنی	حریم	زیبایی
هزینه	۱	۲	۲	۱	۲	۲
دامنه ولتاژ	۰/۵	۱	۱	۰/۵	۱	۱
قابلیت اطمینان	۰/۵	۱	۱	۰/۵	۱	۱
ایمنی	۱	۲	۲	۱	۲	۲
حریم	۰/۵	۱	۱	۰/۵	۱	۱
زیبایی	۰/۵	۱	۱	۰/۵	۱	۱

جدول ۴- درایه های ماتریس اهمیت نسبی معیارها نسبت به هم



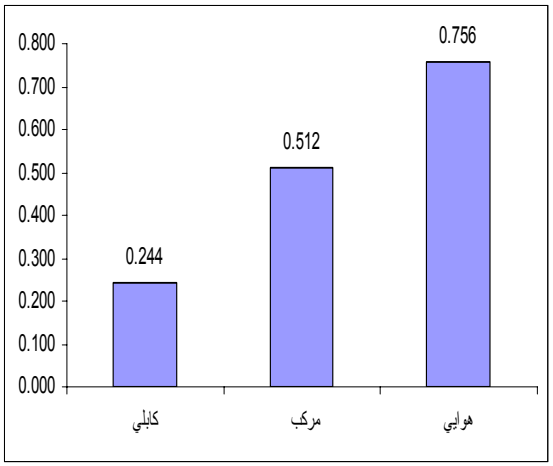
شکل ۱ – درجه برآورده شدن نسبی تجمعی طرحها

برای نشان دادن تغییر نتایج تصمیم گیری در شرایط مختلف ، ماتریس اهمیت نسبی معیارها نسبت به هم را تغییر دادیم که ماتریس جدید در جدول ۵ ارایه شده است. به ازاء این ماتریس جدید درجه بر آورده شدن نسبی تجمعی برای هر طرح مجددا" محاسبه گردید که نتیجه در شکل ۲ ارایه شده است.

مقایسه بین شکلهای ۱ و ۲ نشان می دهد که اگر اهمیت زیادی برای هزینه قایل باشیم خط هوایی گزینه

	هزینه	دامنه ولتاژ	قابلیت اطمینان	ایمنی	حریم	زیبایی
هزینه	۱	۴	۵	۲	۴	۵
دامنه ولتاژ	۰/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۵	۱	۱/۲۵
قابلیت اطمینان	۰/۲	۰/۸	۱	۰/۴	۰/۸	۱
ایمنی	۰/۵	۲	۲/۵	۱	۲	۲/۵
حریم	۰/۲۵	۱	۱/۲۵	۰/۵	۱	۱/۲۵
زیبایی	۰/۲	۰/۸	۱	۰/۴	/۸	۱

جدول۵- درایه های ماتریس جدید اهمیت نسبی معیارها نسبت به هم



شکل ۲ – درجه برآورده شدن نسبی تجمعی جدید طرحها

مناسب می باشد(شکل ۲) اما اگر به معیارهای دیگر هم ضریب وزنی مناسبی اختصاص یابد آنگاه گزینه های دیگر دارای مطلوبیت بیشتری خواهند گردید (گزینه کابلی در شکل۱) بنا براین بسته به اهمیت معیارهای مختلف از دید طراحان مختلف و تحت شرایط متفاوت نتیجه تصمیم گیری متفاوت می باشد .

۵- نتیجه گیری

با توجه به محاسبات انجام شده مشاهده می گردد :

الف ـ نمی توان تنها با تکیه بر مینیمم هزینه به طرح واقعی بهینه دست یافت .

ب ـ بسیاری از معیارهای کیفی را نمی توان مستقیما" یا غیر مستقیم به هزینه تبدیل نمود بنا براین استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاری در اینگونه موارد می تواند بسیار مفید باشد.

پ ـ روش تصمیم گیری چند خصیصه ای را می توان به عنوان یک روش نسبتا" آسان و مناسب برای مسایل برنامه ریزی شبکه های توزیع بکار برد.

ت ـ در روش تصمیم گیری چند خصیصه ای مهارت فنی طراح و شرایط مسئله در انتخاب ضرایب وزنی و در نهایت رسیدن به جواب بهینه بسیار موثرند.

۶- مراجع

1- Renjun Zhou, Hongming Yang, Xianzhong Duan, Jianbo Xin,” Simulating Decision for Power System Planning Based on Multi-Attribute Fuzzy Optimal Selection” IEEE conference 2005

2- P.Espie, G.W.Ault, G.M.Burt, J.R.McDonald,”Multiple Criteria Decision Making Techniques Applied to Electricity Distribution System Planning” IEE proc-Gener.Transm. Distrib.,Vol.150, No.5, September 2003

3- N. M. Maricar, "Efficient Resource Development in Electric Utilities Planning Under Uncertainty", PHD thesis, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University,2004.

4- Pedro Linares,” Multiple Criteria Decision Making and Risk Analysis as Risk Management Tools for Power Systems Planning” IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 17, NO. 3, AUGUST 2002

5- B.G.Gorenstin, N.M.Campodonico, J.P.Costa, M.V.F.Pereira,” POWER SYSTEM EXPANSION PLANNING UNDER UNCERTAINTY” IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 8, No. 1, February 1993