

ترکیب تحلیل استواری و غربال‌گری فازی به منظور تدوین مدل برنامه‌ریزی استراتژیک استوار برای شبکه لجستیک خدمات؛ (مورد مطالعه شرکت توزیع برق شیراز)

علی انوری^۱، عادل آذر^{۲*}، اسدالله کردنائیج^۳، مجتبی امیری^۴

- ۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- ۲- استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- ۳- دانشیار گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- ۴- دانشیار گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۹

دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۵

چکیده

در زمانی که تصمیم‌گیری باید در فضای عدم قطعیت انجام شود، تحلیل استواری روشی قابل اتکا برای ارزیابی پیامدهای یک تصمیم اولیه در امتداد زمان است. در این روش تصمیم‌های متوالی در خلال زمان پیاده می‌شوند و مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. برای انجام تحلیل استواری لازم است تا سناریوهای آینده تدوین شده و تعهدات اولیه‌ای که در این سناریوها از استواری بالاتری برخوردارند، تعیین و استخراج شوند. اما روش تحلیل استواری در اخذ امتیاز خبرگان با توجه به معیارهای مختلف و ترکیب آنها، اطلاعات زیادی را از دست می‌دهد. در مدل پیشنهادی حاضر برای غلبه بر این مسئله از گام‌های الگوریتم غربال‌گری فازی در ارائه امتیازها استفاده شده است. در این مطالعه با معرفی مبانی تئوری و گام‌های عملی اجرای تحلیل استواری فازی نسبت به پیاده‌سازی آن در یک مطالعه موردی اقدام می‌شود. به این منظور با حضور شش نفر از خبرگان شرکت توزیع برق شیراز دامنه‌ای از شرایط آینده و پیکره‌بندی‌های سیستم با استفاده از روش تحلیل استواری در بستر

کارگاهی استخراج شد و پس از تعیین معیار، ارزیابی فازی کارایی پیکره‌بندی‌ها صورت گرفت و تعهدات مورد نیاز تعیین شدند. در نهایت با ساختاردهی مسئله و تعیین پیکره‌بندی‌های مطلوب، گام‌های اجرایی به پایان رسید و راهکارهای استراتژیک شبکه لجستیک این شرکت در افق ده ساله تعیین شد. تلفیق غربالگری فازی با تحلیل استواری، ابزار مناسبی برای چارچوب برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان‌ها و برای مسائل مبهم و ساخت نیافته فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل استواری، غربالگری فازی، برنامه‌ریزی استراتژیک، برنامه‌ریزی لجستیک

۱- مقدمه

در شرایط عدم قطعیت که تعداد عوامل تأثیرگذار بر محیط زیاد بوده و هر یک از این عوامل با شتاب و سمت‌وسوی متفاوتی در حال تغییر است روش‌های سنتی برنامه‌ریزی، کارایی خود را در مواجهه با مسائل دنیای واقعی از دست می‌دهد. تحلیل استواری^۱ روشی برای ارزیابی تعهدات تصمیم اولیه در شرایط عدم قطعیت است که در آن تصمیم‌های متوالی در خلال زمان پیاده می‌شوند [۱، ص ۱۰۶]. استواری یک تصمیم اولیه معیاری عملیاتی از انعطاف‌پذیری است که آن تعهد برای گزینه‌های آتی تصمیم باقی می‌گذارد. تعریف استواری یک تعهد اولیه چنین است: تعداد گزینه‌های قابل قبول در افق برنامه‌ریزی که با آن تعهد سازگاری دارند، نسبت به تعداد کل گزینه‌های قابل قبول؛ به عبارت رسمی‌تر اگر (SC) مجموعه تمام گزینه‌های موجود در افق برنامه‌ریزی می‌باشند که عملکرد قابل قبولی دارند و (SC_i) زیرمجموعه‌ای از (SC) باشند که گزینه‌های موجود در آن با تعهد اولیه (d_i) سازگار باشد و (n_o) تعداد عناصر در مجموعه را نشان دهد، آن گاه استواری تعهد (d_i) بر اساس فرمول (۱) محاسبه می‌شود [۲، ص ۲۲۱]:

$$r(d_i) = n(SC_i) / n(SC) \quad (1)$$

نمرات استواری در بازه (۰,۱) قرار می‌گیرد و نمرات بالاتر از اولویت بهتری نسبت به نمرات کمتر برخوردار هستند. از همین منظر می‌توان برای زمانی استفاده کرد که هدف، ممانعت از بروز گزینه‌های آینده غیرقابل قبول است [۳، ص ۲۴؛ ۴، ص ۱۳۴۶]. مسئله این پژوهش ارائه یک مدل فازی برای تحلیل استواری است که همزمان از مزایای غربالگری فازی و تحلیل استواری به منظور تدوین استراتژی‌های سازمان استفاده کند.

تحلیل استواری از زمان معرفی توسط روزنهد (۱۹۶۸) و سپس توسعه به وسیله خود او [۴]، [۵] و [۶] در حوزه‌های مختلفی کاربرد داشته است. مکانیابی کارخانه تولیدی [۴]، توسعه مجتمع پتروشیمی [۷]، برنامه‌ریزی فردی [۱]، برنامه‌ریزی شهری [۸] و برنامه‌ریزی منطقه‌ای بهداشت و سلامت [۹] از جمله این کاربردها هستند. در خصوص توزیع گروه‌های کار در یک شبکه خدماتی مطالعات زیادی به‌خصوص در حوزه شرایط اضطراری انجام شده است. وینتراب و همکاران (۱۹۹۹) در مطالعه خود نسبت به تخصیص و مسیریابی خودروهای اتفاقات شبکه برق پایتخت شیلی اقدام کرده‌اند. آنها در مقاله خود با استفاده از فنون آماری نسبت به وقوع حوادث شبکه پیش‌بینی ابتدایی را انجام داده و سپس خودروهای لازم در نقاط تصادفی تخصیص داده‌اند [۱۰]. پریر و دیگران (۲۰۱۳) در دو مطالعه خود مدل‌ها و الگوریتم‌های لجستیک خدمات را در پاسخ به شرایط اضطراری در حوزه برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان و همچنین برنامه‌ریزی اقتضایی در شبکه‌های توزیع برق بررسی و نقاط قوت و ضعف آنها را مقایسه نمودند [۱۱؛ ۱۲]. پریرا و دیگران (۲۰۱۳) از ابزار تحلیل استواری به عنوان یک مدل ارزیابی چند معیاره در پیش‌بینی دوره‌های اجاره املاک در شیلی استفاده کردند. آنها از این ابزار برای یافتن راه‌حل‌های استوار در جهت انتخاب بازار با ثبات استفاده کرده‌اند. این مطالعه نتیجه گرفته است که ارزش پیش‌بینی مدل بالا است [۱۳]. گویندان و فتاحی (۲۰۱۵) از تحلیل استواری به منظور تعیین میزان خطرپذیری و استواری یک شبکه زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت استفاده کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که با استفاده از مدل استوار شبیه‌سازی شده می‌توان تا حد زیادی عملکرد سیستم واقعی را تخمین زد [۱۴]. نامن و دیگران (۲۰۱۰) از تحلیل استواری به منظور برنامه‌ریزی و انجام اقدام‌های لازم در یک منطقه فقیرنشین در کشور برزیل استفاده کردند. تمرکز این مقاله بر تولیدات غذایی و

کشاورزی است و هدف پروژه به‌کارگیری رویکردی مشارکتی در توسعه اجتماعی است. از نتایج مطالعه آن است که به‌کارگیری این روش در عین حفظ بافت فرهنگی و اجتماعی مورد مطالعه، با استفاده از مشارکت افراد، آنها را نسبت به نتایج متعهد می‌سازد. آنها پس از اجرای مرحله اول تحلیل استواری نتایج آن را در برنامه‌ریزی گزارش کردند [۱۵]. بست و دیگران (۱۹۸۶) با هدف تدوین یک سیستم برنامه‌ریزی برای بخش منطقه‌ای بهداشت و سلامت کانادا از تحلیل استواری استفاده کردند. سیستم مذکور باید طوری طراحی می‌شد که به منظور ایجاد انعطاف‌پذیری‌های توسعه آینده همچنان در آن باز باقی بماند. در این مطالعه از تحلیل استواری برای ارزیابی گزینه‌های اقدام اولیه استفاده شده است تا انعطاف آنها در چشم‌انداز برنامه بررسی شود. آنها ادعا کردند که ابزار مورد استفاده برای ساختارمند کردن روابط علی، همچنین می‌تواند از لحاظ محاسباتی بسیار ساده باشد، برای مثال اندازه‌گیری میزان افزایش خدمت‌دهی برنامه‌ریزی شده در حوزه بهداشت و درمان و مقایسه تناسب آن با تعداد جمعیت پیش‌بینی شده، بسیار ساده ولی کاربردی و عملیاتی است. ویژگی دیگر این مطالعه این است که برای نخستین بار بر اهمیت دامنه شرایط محیطی آینده تأکید کرده و برای تمایز میان سناریوهای آینده از تحلیل خوشه‌ای استفاده نموده است [۹]. یوستیس و دیگران (۲۰۰۳) از تحلیل استواری برای تدوین روش اجرایی برنامه‌ریزی در حمل‌ونقل شهری استفاده کردند. آنها با بررسی مدل تصمیم ترافیک شهری و کاربرد تحلیل استواری در تحلیل تقاضای سفرهای درون شهری نتیجه گرفتند که روش تحلیل استواری ابزار کارآمدی در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری است زیرا عدم قطعیت‌های پیش روی را در نظر می‌گیرد. آنها همچنین بیان می‌کنند که روش تحلیل استواری به سناریوها اجازه می‌دهد در تصمیم‌نهایی شریک باشند و به این وسیله انعطاف‌پذیری تصمیم‌گیرندگان را افزایش می‌دهند [۱۶]. در ایران حنفی‌زاده و همکاران (۲۰۰۶) با بیان مشکلات پیش‌بینی در برنامه‌ریزی استراتژیک و ناکارآمدی این شکل از برنامه‌ریزی در شرایط عدم قطعیت، برنامه‌ریزی بر پایه سناریوها را تشریح می‌کنند و از ترکیب آن با سیستم استنتاج فازی، ابزار قدرتمندی پدید می‌آورند که از آن برای تدوین استراتژی‌های استوار در مقابله با عدم قطعیت محیط سازمان، استفاده می‌شود [۱۷]. حیدری و دیوسالار (۲۰۰۷) نیز به منظور حداقل کردن ریسک تصمیم در شرایط عدم قطعیت، از مفهوم تحلیل استواری

در برنامه‌ریزی سناریو برای ارزیابی استراتژی‌های مختلف استفاده می‌کنند. این پژوهش که به منظور تعیین راهبردهای توسعه نانو تکنولوژی ایران، صورت گرفته است، از سناریو به عنوان محک استراتژی‌های سازمان در شرایط مختلف استفاده می‌کند و به کمک آن، استراتژی بهتر را انتخاب می‌کند [۱۸]. لشکر بلوکی و دیگران (۲۰۱۳) با استفاده از یک رویکرد ترکیبی به طراحی مدل فرایندی برای تدوین استراتژی‌های استوار می‌پردازند. این مدل بر اساس مدلسازی ساختاری تفسیری شکل گرفته و سپس اجزای تکمیلی با استفاده از ابزارهای گوناگون به آن افزوده شده است [۱۹].

در برنامه‌ریزی استوار یک تعهد یک اقدام منحصر به فرد است که تغییرات خاصی در سیستم ایجاد می‌کند. پیاده‌سازی اقدام‌های مشابه در دوره‌های متفاوت می‌تواند به نتایج کاملاً متفاوتی منتهی شود. بنابراین اقدام‌های مشابه در دوره‌های متفاوت را تعهدات متفاوتی در نظر می‌گیریم. اغلب تغییری که به وسیله یک تعهد ایجاد می‌شود، قابل بازگشت نیست. از $Z_{i,t}$ برای نمایش تعهد i که در زمان t قابل پیاده‌سازی است، استفاده می‌کنیم. همه تعهداتی که در دوره t قابل پیاده‌سازی هستند با Z_t نمایش داده می‌شوند. به طور عمومی هر برنامه شامل تعهداتی است که باید در هر دوره از افق برنامه‌ریزی پیاده شوند. تصمیمات تنها برای تعهداتی گرفته می‌شود که باید بلافاصله در دوره پیاده‌سازی بعدی اجرا شوند. یک مجموعه تعهدات به صورت ترکیبی منحصر به فرد از تعهدات امکان‌پذیر تعریف می‌شود. یک مجموعه تعهد i که در دوره t قابل پیاده‌سازی است با $SC_{i,t}$ نمایش داده می‌شود. یک تعهد دوره t تنها شامل تعهداتی است که می‌توان آنها را در دوره t پیاده‌سازی کرد. بنابراین [۳، ص ۹۰] داریم: $SC_{i,t} \subseteq Z_t$.

یک پیکره‌بندی λ ، شکل، حالت یا الگویی است که سیستم تحت بررسی در نتیجه اجرای ترکیبی از تعهدات می‌تواند در افق برنامه‌ریزی به آن شکل در بیاید. برای نمایش پیکره‌بندی λ از C_j استفاده می‌شود. به طور بالقوه در افق برنامه‌ریزی پیکره‌بندی‌های محتمل زیادی وجود دارد. ممکن است بیش از یک ترکیب از تعهدات به یک پیکره‌بندی خاص منجر شود. هر ترکیب از تعهدات را یک مجموعه پیکره‌بندی می‌نامیم. بنابراین یک مجموعه پیکره‌بندی، سیستمی از مجموعه تعهدات متوالی است

که به یک پیکره‌بندی خاص منجر می‌شوند. پس برای اشاره به مجموعه پیکره‌بندی k ام از پیکره‌بندی Z_k استفاده می‌کنیم که:

$$C_{j,k} \subseteq Z_1 \cup \dots \cup Z_t \quad (2)$$

می‌توان سناریوهای زیادی برای آینده تدوین کرد. هر پیکره‌بندی در خلال سناریوهای متفاوتی از آینده، رفتار متفاوتی از خود به نمایش می‌گذارد. زمانی که می‌خواهیم یک مجموعه تعهد مقدماتی را برای اجرا انتخاب کنیم، باید چشم‌اندازهای گروه‌های مختلف را در نظر بگیریم. از این رو می‌توان انتظار داشت که پیکره‌بندی‌های متفاوت در محیط مشابه کارکرد متفاوتی از خود بروز دهند. بنابراین می‌توان از دامنه‌ای از معیارهای ارزش‌گذاری برای ارزیابی و پیش‌بینی عملکرد پیکره‌بندی‌های مذکور استفاده کرد. چنین معیارهایی می‌توانند کمی یا کیفی باشند و در دامنه‌ای از ارزش‌های عددی، پولی، کلی، پذیرش سیاسی و ارزش ادراک شده را در بر بگیرند. تعریف می‌کنیم $VAL_i C_j$ معادل ارزش کارکردی پیکره‌بندی C_j با معیار i است. یک سطح رضایت بخش l_i برای معیار i تعریف می‌شود که پیکره‌بندی‌های مطلوب از نظر این معیار را مشخص کند. بنابراین اگر n معیار برای ارزش‌گذاری داشته باشیم، بردار زیر را خواهیم داشت:

$$L = [l_1 \quad l_2 \quad \dots \quad l_n] \quad (3)$$

یک پیکره‌بندی مطلوب، پیکره‌بندی‌ای تعریف می‌شود که مقدار عملکردی آن برابر یا بالاتر از سطح رضایت‌بخش L باشد. بنابراین برای یک پیکره‌بندی مطلوب داریم:

$$VAL_i C_j \geq l_i \quad \forall i. \quad (4)$$

این تعریف به طور ضمنی فرض می‌کند که هر چه ارزش کارکردی پیکره‌بندی بالاتر باشد، آن پیکره‌بندی از مطلوبیت بیشتری برخوردار است. استفاده از سطوح رضایت‌بخش کاربردهای وسیعی دارد، اما از سازوکارهای دیگری نیز می‌توان برای تعیین پیکره‌بندی‌های مطلوب استفاده کرد. در اینجا تعریف می‌کنیم که W_L مجموعه پیکره‌بندی‌های مطلوبی باشد که سطح رضایت‌بخشی L را حاصل می‌سازند. ارائه یک مجموعه از پیکره‌بندی‌های مطلوب تأکید دیگری بر این واقعیت است که تحلیل

استواری به دنبال تعیین پاسخ‌های بهینه نیست بلکه به دنبال جواب‌های قابل قبول مسئله است [۶، ص ۲۱۳].

با استفاده از تعاریف مجموعه تعهدات و پیکره‌بندی‌ها که پیش از این ارائه شد، دو نوع دسترس‌پذیری قطعی^۲ و دسترس‌پذیری مازاد^۳ را تعریف می‌کنیم. اگر تعهدات مربوط به دوره ۱ در سری پیکره‌بندی $C_{j,k}$ در مجموعه تعهدات مقدماتی $SC_{i,1}$ منحصربه‌فرد باشند:

$$SC_{i,1} = C_{j,k} \cap Z_1 \quad (5)$$

می‌گوییم پیکره‌بندی C_j از مسیر تعهدات مقدماتی $SC_{i,1}$ دسترس‌پذیری قطعی دارد. اگر مجموعه پیکره‌بندی‌های دیگری نیز از C_j وجود داشته باشد که شرط بالا را برآورده سازد و این رابطه قطعی دسترسی بین $SC_{i,1}$ و C_j برقرار باقی می‌ماند، تعریف می‌کنیم:

$$A SC_{i,1}, W_{L_f,p} \quad (6)$$

مجموعه پیکره‌بندی‌های مطلوبی است که قطعاً به وسیله $SC_{i,1}$ دسترس‌پذیری قطعی دارد. بخشی از ادبیات پژوهش در حوزه تحلیل استواری مفهوم دسترس‌پذیری قطعی را به طور ضمنی در نظر گرفته است [۳، ص ۹۴]. پیکره‌بندی از مجموعه تعهد مربوط دسترس‌پذیری مازاد دارد. بنابراین اگر مجموعه تعهد $SC_{i,1}$ شامل تعهداتی در دوره ۱ است که بیش از الزام‌های مجموعه پیکره‌بندی $C_{j,k}$ هستند؛ یعنی داشته باشیم:

$$SC_{i,1} \supset C_{j,k} \cap Z_1 \quad (7)$$

در این حالت می‌گوییم پیکره‌بندی C_j از $SC_{i,1}$ دسترس‌پذیری مازاد دارد. باید توجه داشت که در اینجا علامت‌های \supset و \subset برای نمایش زیرمجموعه‌های متناسب بدون در نظر گرفتن حالت مساوی به کار برده شده است. تعریف می‌کنیم $A^+ SC_{i,1}, W_{L_f,p}$ مجموعه پیکره‌بندی‌های مطلوبی است که از خلال مجموعه $SC_{i,1}$ دسترس‌پذیری مازاد دارند.

زمانی می‌توان با پیاده‌سازی مجموعه پیکره‌بندی‌های متفاوتی به یک پیکره‌بندی مشخص دست یافت، امکان دارد که پیکره‌بندی از یک مجموعه تعهد منحصر به فرد هم دسترس‌پذیری قطعی و هم دسترس‌پذیری مازاد داشته باشد. فرض کنید پیکره‌بندی C_j با استفاده از هر یک از سری پیکره‌بندی‌های $C_{j,k}$ یا $C_{j,k'}$ قابل حصول باشد. سپس اگر هر دو گزاره زیر را داشته باشیم:

$$SC_{i,1} \supset C_{j,k'} \cap Z_1 \quad (۸)$$

$$SC_{i,1} = C_{j,k} \cap Z_1 \quad (۹)$$

آنگاه C_j از طریق $SC_{i,1}$ هم دسترس‌پذیری قطعی و هم دسترس‌پذیری مازاد دارد. در چنین شرایط نادری که ناشی از اجرای تعهدات وابسته به زمانی است که جابه‌جایی‌پذیر نیستند، در محاسبه استواری آثار جنبی را ارزیابی کنیم. تعداد اتصالات از هر دو نوع رابطه بین یک مجموعه تعهد مقدماتی مفروض و پیکره‌بندی‌های مطلوب بر اساس تعداد پیکره‌بندی‌های مطلوب قابل استخراج از مجموعه سطوح رضایت‌بخشی هر یک از سناریوها یا چشم‌اندازهای آینده تغییر می‌کند. هر چه سطوح رضایت‌بخشی کاهش پیدا کند، تعداد پیکره‌بندی‌های قابل دسترس افزایش می‌یابد. مفهوم دسترس‌پذیری مازاد توجه را به امکان بروز موقعیت‌هایی جلب می‌کند که مجموعه تعهدات مقدماتی می‌تواند به هزینه متعهد شدن به تعهداتی که بالقوه تکراری هستند، تعداد پیکره‌بندی‌های قابل دسترس را افزایش دهد. با توجه به دو نوع دسترس‌پذیری، انواع امتیازهای استواری معرفی می‌شود. این مفهوم در سال ۱۹۸۶ توسط روزنهد [۴] معرفی شد و سپس توسط خود او (۱۹۸۰) توسعه پیدا کرد [۵؛ ۶].

دو تعریف از امتیاز استواری برای حالت قطعی و مازاد ارائه می‌شود که مبتنی بر تعاریف دسترس‌پذیری قطعی و مازاد هستند. همچنین یک مفهوم جامع برای امتیاز استواری نیز ارائه می‌شود. استواری مازاد یک مجموعه تعهد مقدماتی نسبت تعداد پیکره‌بندی‌های مطلوبی است که دسترس‌پذیری مازاد دارند به کل پیکره‌بندی‌هایی که دسترس‌پذیری مازاد دارند و داریم:

$$r^+ SC_{i,1}, W_{L_f,p} = \frac{|A^+ SC_{i,1}, W_{L_f,p}|}{|W_{L_f,p}|} \quad (۱۰)$$

۲- مدل برنامه‌ریزی استراتژیک استوار فازی

برای برنامه‌ریزی استراتژیک مدل‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود. در این میان برخی از پژوهشگران برای استفاده کارآمد از آینده‌های چندگانه در برنامه‌ریزی استراتژیک و تدوین استراتژی‌های سازمان بر اساس آینده‌های چندگانه، روش‌هایی را معرفی کرده‌اند. کار کاپلان و نورتون (۲۰۰۵) و رینگلد (۲۰۰۶)، از جمله این مطالعات است [۲۰؛ ۲۱]. از سوی دیگر زمانی که لازم است از بین گزینه‌های زیاد یک زیرمجموعه کوچک را برای بررسی بیشتر، انتخاب کرد، از فرایند غربالگری^۵ استفاده می‌شود. به این منظور از رویکردی کاملاً فازی برای تصمیم‌گیری چندمعیاره به منظور غربالگری گزینه‌های تصمیم استفاده می‌شود. ویژگی و نقطه قوت این رویکرد آن است که واژه‌های فازی کلامی را به عدد تبدیل نمی‌کند و با محاسبات فازی روی این واژه‌ها، به طور مستقیم فرایند تصمیم‌گیری چند معیاری را به انجام می‌رساند. در این فرایند هر گزینه با حداقل اطلاعات مورد نیاز که به عنوان مناسب بودن آن گزینه می‌باشد، توصیف می‌گردد. با این اطلاعات یک زیرمجموعه (A) از مجموعه گزینه‌ها (X) انتخاب می‌شود. مشخصه فازی بودن سیستم، به افراد تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد تا اطلاعاتی در مورد میزان رضایت خود از هر گزینه را در قالب مقادیر زبانی فراهم کنند. یکی از ابزارهای برای فرایند غربالگری، استفاده از روش یاگر است. شکل ۱ مراحل مدل پیشنهادی را با ترکیب تحلیل استواری و غربالگری فازی نمایش می‌دهد. چنان‌که بر اساس شکل مشخص است، در مدل پیشنهادی بر اساس روش شوارتز (۱۹۹۶) از شناسایی مسئله محوری، تشکیل ماتریس عدم قطعیت، انتخاب منطق سناریو و تدوین سناریوها برای ایجاد دامنه‌ای از شرایط محتمل آینده یا همان سناریوهای آینده استفاده می‌شود [۲۲]. در تدوین پیکره‌بندی‌های ممکن سیستم نخست مهم‌ترین ویژگی‌های سیستم در تقابل با آینده‌های مفروض تعیین شده و حالت‌های ممکن سیستم از نظر خبرگان تدوین می‌شود. برای انجام این بخش از کارگاه خبرگان استفاده می‌شود. شایان ذکر است بستر تحلیل استواری از روش‌های تحقیق در عملیات نرم بوده و با استفاده از کارگاه و مشاهده مشارکتی انجام می‌شود. در گام بعد به منظور تعیین کارایی هر پیکره‌بندی و با توجه به گام‌های غربالگری فازی، مقیاس زبانی فازی تعیین و کارایی هر پیکره‌بندی در هر سناریو برای هر معیار تعیین شد. برای رسیدن به ویژگی‌های هر پیکره‌بندی،

متناظر با هر پیکره‌بندی یک تعهد انتخاب شد و تعهدات فوری به عنوان راهکارهای استراتژیک معرفی گردید. پس از تعیین پیکره‌بندی‌های مشابه و تحت پوشش، در نهایت امتیاز فازی هر معیار محاسبه و امتیاز استواری قطعی و مازاد هر پیکره‌بندی تعیین گردید. برای بررسی قابلیت قبول چارچوب پیشنهادی و تصدیق آن از قالب مصاحبه‌های ساختار یافته متشکل از پرسشنامه ارزیابی مدل استراتژی استوار [۱۹] برای استخراج نظرات ۴ خبره واجد شرایط استفاده شد و مدل بر اساس قابلیت ایجاد درک مشترک، برقراری تعامل، عملیاتی بودن، سادگی، نظم منطقی، جامعیت و کاربردی بودن در کارگاه مورد اجماع خبرگان قرار گرفت. مدل برنامه‌ریزی پیشنهادی این مطالعه در ادامه و در قالب یک مطالعه موردی تشریح می‌شود.



شکل ۱ چارچوب پیشنهادی برنامه‌ریزی استراتژیک استوار (منبع: مطالعه حاضر)

۳- مطالعه موردی

برنامه کارگروه‌های اتفاقات و تعمیرات در شرکت‌های توزیع برق همواره یکی از موارد چالش‌برانگیز بوده است [۲۴، ص ۷۶؛ ۲۵، ص ۶۳۹]. در شرکت توزیع برق شیراز گروه‌های اتفاقات و تعمیرات مجزا از یکدیگر بوده و در حال حاضر در قالب گروه‌های پراکنده در امورهای عملیاتی و تحت سرپرستی مدیران امورها برای انجام تعمیرات و اتفاقات عازم می‌شوند. با توجه به آنکه چشم‌انداز شرکت توزیع برق شیراز دستیابی به ۷ درصد تلفات برق (از ۱۵ درصد در سال ۹۴) و ۵۰ دقیقه خاموشی برای هر مشترک (از ۶۰۰ دقیقه در سال ۹۴) در سال ۱۴۰۴ است، لازم است تا برنامه مدونی برای بهره‌گیری مؤثر از گروه‌های اتفاقات و تعمیرات برق که نقش مؤثری در زمان خاموشی و همچنین تلفات شبکه برق دارند، اندیشیده شود. لذا هدف این مطالعه ارائه برنامه استراتژیک استوار برای گروه‌های اتفاقات و عملیات شرکت توزیع برق شیراز (به عنوان بخشی از شبکه لجستیک خدمات شرکت) در بازه پنج تا ده سال آتی است. پروژه در سال ۹۴ آغاز شد و اعضای تیم پروژه شش نفر از افراد از حوزه‌های عملیاتی و تصمیم‌گیری شرکت توزیع برق شیراز بودند. پس از معرفی پروژه و اعضا، مطالعه با انجام مصاحبه‌های فردی و کارگاه‌های گروهی آغاز شد. شیوه کار به این صورت بود که پس از هر مصاحبه یا کارگاه اطلاعات موجود تحلیل شده و حوزه‌های تحقیقاتی مورد نیاز برای جلسات بعد مشخص می‌گردید. این شیوه در اغلب رویکردهای نرم در ساخت‌دهی به مسئله مورد تأکید است [۲؛ ۳]. در این کارگاه‌ها لازم است در مراحل نخست در خصوص محیط کسب‌وکار و نقاط قوت و ضعف ادراک شده بحث و تبادل نظر شود.

۳-۱- ایجاد دامنه‌ای از شرایط محیطی محتمل آینده

در نخستین مرحله لازم است آینده‌های جایگزین^{۱۰} مورد توافق، تبیین و معرفی شوند. در ادبیات تحلیل استواری، به منظور تدوین سناریوهای آینده از مصاحبه‌های کیفی استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر با استفاده از مراحل روش شوارتز [۲۲]، چهار آینده جایگزین به عنوان سناریوهای آینده تدوین شد. جدول ۱ چهار آینده مذکور را به همراه ویژگی‌های آنها نشان می‌دهد.

جدول ۱ چهار سناریوی آینده (منبع: مطالعه حاضر)

ویژگی‌های مشتری	ویژگی‌های متمایز کننده	سناریو
زیرساخت هوشمند شبکه برق افزایش تعداد مشترکان افزایش تقاضا برای برق برون‌سپاری در تأمین خدمات تخصصی	انحصار در بازار توزیع برق و استفاده از فناوری موجود در شبکه برق	FS1
	انحصار در بازار توزیع برق و ورود تکنولوژی متمایز به شبکه برق	FS2
	توزیع کنندگان برق خصوصی و استفاده از تکنولوژی موجود در شبکه برق	FS3
	توزیع کنندگان برق خصوصی و ورود تکنولوژی متمایز به شبکه برق	FS4

باید در نظر گرفت که در جدول ۴ هر سناریو آینده تنها شامل توصیفاتی کیفی است.

۲-۳- تدوین پیکره‌بندی‌های ممکن برای سیستم

در گام بعد مطالعه لازم بود که پیکره‌بندی‌های ممکن ناشی از اجرای استراتژی‌های تعمیر و نگهداری و اتفاقات ساخته شوند. یک هدف، اطمینان از این امر است که حداقل یک پیکره‌بندی وجود داشته باشد که در هر چهار سناریوی آینده به اندازه کافی خوب عمل کند [۵]. به این منظور لازم است مصاحبه‌ها با رویکرد استخراج شکل‌های ممکن در حوزه تعمیر و نگهداری و اتفاقات صورت گرفته و نتایج در کارگاه‌های گروهی به بحث و تبادل نظر گذاشته شود [۳]. با تحلیل مصاحبه‌ها اجزایی برای پیکره‌بندی‌های آینده استخراج شد و در کارگاه بعدی دامنه شکل‌های ممکن برای هر جزء پیکره‌بندی تدوین شد. اجزای تبیین شده در ستون ویژگی‌های جدول ۲ معرفی شده است. با ترکیب این اجزا و گزینه‌های درون هر یک از آنها تعدادی پیکره‌بندی شکل می‌گیرد که هر یک ویژگی‌های خاص خود را دارد. تعداد با تشکیل کارگاه نسبت به انتخاب ترکیب‌های مناسب از دیدگاه تصمیم‌گیرندگان اقدام شد. پیکره‌بندی‌های ایجاد شده در کارگروه مورد بحث قرار گرفت. در نهایت ده پیکره‌بندی استخراج شد که ویژگی‌های آنها در جدول ۲ ارائه شده است. در جدول ۲ هر عدد ۱ نشان‌دهنده آن است که پیکره‌بندی مورد نظر چه اجزایی دارد. این پیکره‌بندی‌های ده‌گانه، گزینه‌های تصمیم‌گیری در الگوریتم یاگر هستند.

جدول ۲ ده پیکره‌بندی نهایی، ویژگی و اجزای پیکره‌بندی‌ها

A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	ویژگی پیکره‌بندی
	۱	۱	۱	۱		۱	۱		۱	خدمات قابل ارائه تخصصی
۱					۱	۱	۱	۱		خدمات قابل ارائه عمومی
۱							۱		۱	خدمات قابل ارائه نوآورانه
	۱	۱			۱	۱	۱	۱		خدمات قابل ارائه روتین
	۱		۱	۱			۱		۱	توانمندی کار در شرایط اضطراری
	۱		۱	۱		۱	۱	۱	۱	توانمندی کار با خط گرم
۱							۱		۱	توانمندی و مهارت مدیریتی
۱									۱	توانمندی و مهارت ارتباطی
		۱	۱	۱			۱		۱	توانمندی خلاقیت در حل مسئله
۱	۱		۱	۱			۱	۱	۱	توانمندی مربوط به تجربه کار
					۱	۱			۱	شکل گروه یک وظیفه‌ای
۱	۱	۱	۱	۱			۱	۱		شکل گروه چند وظیفه‌ای
			۱	۱	۱			۱		اندازه گروه کوچک
۱		۱				۱			۱	اندازه گروه متوسط
	۱						۱			اندازه گروه بزرگ
	۱			۱		۱	۱		۱	گروه متمرکز
۱		۱	۱		۱	۱		۱		گروه غیرمتمرکز

با توجه به ده پیکره‌بندی ارائه شده در جدول ۲، مجموعه A گزینه‌های تصمیم‌گیری را نمایش می‌دهد.

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_{10}\} \quad (11)$$

۳-۳- تعیین معیارهایی برای ارزیابی عملکرد پیکره‌بندی‌ها

به منظور ارزیابی عملکرد هر یک از پیکره‌بندی‌ها در هر یک از سناریوهای آینده، در این مرحله لازم بود کارگروه بر سر معیارهای ارزیابی پیکره‌بندی‌ها توافق کنند. با مراجعه به ادبیات موضوع برخی معیارهای استفاده شده استخراج شد. در مرحله بعد با طراحی یک پرسشنامه با استفاده از طیف پنج‌تایی لیکرت، معیارهای منتخب استخراج شد که در جدول ۳ خلاصه موارد ارائه شده است.

جدول ۳ معیارهای ارزیابی پیکره‌بندی‌ها مستخرج از ادبیات پژوهش

منبع	معیار	کد
[۱۱، ص ۱۸۹۶؛ ۱۲، ص ۱۹۱۰]	زمان ارائه خدمت	C1
[۱۰، ص ۶۹۱؛ ۱۳، ص ۱۸۰]	عدالت در توزیع خدمات	C2
[۱۱، ص ۱۸۹۷]	هزینه	C3

جزء دوم مسئله یاگر نیز معیارها هستند. با توجه به جدول ۳ تعداد معیارها ($n=3$) و مجموعه C معیارها را نمایش می‌دهد.

$$C = \{C_1, C_2, C_3\} \quad (12)$$

۴-۳- تعیین کارایی هر یک از پیکره‌بندی‌ها با توجه به هر یک از معیارها

در مورد مدل این مسئله، پانل خبرگان سیستم حاضر شش تصمیم‌گیرنده اصلی در خصوص برون‌سپاری لجستیک شرکت توزیع برق شیراز تشکیل می‌دهند. بنابراین مجموعه تصمیم‌گیرندگان در بخش سیستم خبره فازی مطالعه حاضر ۶ نفر هستند ($f=6$). مجموعه تصمیم‌گیرندگان در مجموعه DM نمایش داده می‌شوند:

$$DM = \{DM_1, DM_2, DM_3, DM_4, DM_5, DM_6\} \quad (13)$$

هر فرد خبره باید برای هر گزینه نظر و عقیده خود را بیان کند. بر اساس الگوریتم فازی یاگر این ارزیابی از اقتناع معیارها به وسیله گزینه‌ها در قالب مقیاس S انجام می‌گیرد [۲۳، ص ۲۰۷]:

$$S = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7\} \quad (14)$$

جدول ۴ مقادیر S را تشریح می‌کند. بر اساس این مقیاس هر فرد تصمیم‌گیرنده مجموعه‌ای از ارزش‌ها را برای هر گزینه ارائه می‌کند. این ارزش‌ها درجه اقتناع گزینه مورد نظر را در ارتباط با معیار زام نشان می‌دهند [۲۳، ص ۲۰۷]:

جدول ۴ مقادیر مختلف S

ردیف	مقدار S	نام مقیاس	معادل لاتین	کد	ردیف	مقدار S	نام مقیاس	معادل لاتین	کد
۱	S ₇	بی نهایت	Outstanding	OU	۵	S ₃	کم	Low	L
۲	S ₆	خیلی زیاد	Very High	VH	۶	S ₂	خیلی کم	Very Low	VL
۳	S ₅	زیاد	High	H	۷	S ₁	هیچ	None	N
۴	S ₄	متوسط	Medium	M					

چنین مقیاسی، یک رتبه‌بندی طبیعی را نیز در پی دارد. به نحوی که [۲۳، ص ۲۰۸]:

$$\forall i > j \Rightarrow S_i \geq S_j \quad (15)$$

بر اساس این مقیاس هر فرد تصمیم‌گیرنده مجموعه‌ای از n ارزش (به تعداد معیارها) را برای هر گزینه ارائه می‌کند. این ارزش‌ها درجه اقتناع گزینه مورد نظر را در ارتباط با معیار زام نشان می‌دهند.

$$\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n\} \quad (16)$$

نتایج ارزیابی تصمیم‌گیرندگان در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵ ارزیابی تصمیم‌گیرندگان از عملکرد پیکره‌بندی‌ها در آینده‌های مختلف

FS4	FS4	FS4	FS3	FS3	FS3	FS2	FS2	FS2	FS1	FS1	FS1	آینده معیار
C3	C2	C1	C3	C2	C1	C3	C2	C1	C3	C2	C1	A1
H	H	OU	H	L	H	VH	N	H	H	VL	H	A2
N	VH	M	L	H	M	L	H	N	N	VH	VL	A3
L	L	OU	N	M	H	L	VL	VH	H	VL	OU	A4
L	L	M	N	L	H	M	L	L	M	L	H	A5
N	H	L	L	H	M	M	L	VL	H	L	VL	A6
L	H	L	L	VH	M	H	H	VL	H	L	N	A7
L	VH	H	N	H	L	H	OU	N	N	H	VL	A8
L	VH	L	VL	VH	M	M	VH	VL	L	OU	L	A9
M	H	M	L	VH	M	H	M	M	H	L	M	A10
L	VH	M	VL	VH	M	H	H	L	N	H	N	A10
L	L	H	L	VH	OU	OU	M	VH	OU	VL	N	A1
L	H	H	VL	VH	OU	M	OU	L	VL	VH	L	A2
N	VL	VH	N	L	M	L	L	H	L	N	VH	A3
L	L	VH	N	L	OU	H	N	H	L	L	VH	A4
L	OU	N	L	OU	L	L	H	L	H	H	L	A5
L	OU	OU	N	VH	H	H	H	L	OU	VL	VL	A6
VL	VH	VL	N	OU	VH	L	VH	N	VL	H	VL	A7
L	H	L	N	H	OU	H	OU	L	N	OU	N	A8
H	VH	H	M	OU	M	H	M	M	OU	H	H	A9
VL	H	H	L	OU	H	M	VH	N	L	H	L	A10
OU	H	VH	M	M	VH	H	M	H	VH	M	VH	A1
L	VH	M	VL	VH	L	H	OU	M	H	VH	L	A2
L	L	VH	L	H	VH	OU	M	OU	H	H	H	A3
VL	M	L	VL	L	L	H	L	OU	OU	L	VH	A4
L	VH	L	L	VH	VH	H	OU	M	H	VH	M	A5
H	VH	M	L	OU	M	H	H	H	VH	OU	H	A6
VL	OU	M	L	OU	H	H	H	H	H	H	L	A7
L	H	H	N	H	L	L	VH	L	H	H	M	A8
OU	VH	VH	M	OU	VH	VH	OU	OU	VH	VH	H	A9
N	VH	H	N	VH	M	M	VH	M	L	VH	M	A10
H	M	OU	H	M	VH	OU	L	VH	OU	L	H	A1
L	VH	H	N	VH	M	H	VH	VL	N	OU	N	A2
N	M	VH	N	H	OU	H	L	VH	H	N	VH	A3
N	H	L	VL	H	M	L	L	L	M	VL	H	A4
L	VH	H	N	VH	H	M	L	L	M	OU	L	A5
H	OU	L	L	VH	H	VH	H	VL	OU	H	VL	A6
VL	VH	L	VL	VH	M	L	H	N	L	H	VL	A7
L	OU	H	L	H	M	L	H	L	N	H	VL	A8
H	H	L	H	H	L	H	H	H	VH	H	N	A9
L	VH	H	L	VH	M	M	VH	N	N	OU	VL	A10
L	M	OU	L	VH	VH	VH	M	H	H	L	N	A1
L	H	H	N	OU	VH	H	H	N	N	VH	N	A2
VL	L	OU	VL	M	L	M	N	VH	H	VL	OU	A3
VL	H	H	L	L	OU	H	N	H	L	L	VH	A4
N	VH	N	N	OU	H	N	M	L	M	OU	L	A5
H	VH	H	N	VH	OU	OU	L	VL	VH	L	N	A6
VL	H	L	L	OU	OU	N	H	N	L	VH	N	A7
L	H	H	L	H	H	M	H	N	N	H	L	A8
M	H	H	M	H	M	H	M	L	H	M	H	A9
VL	H	L	L	VH	L	H	OU	N	VL	H	N	A10
OU	L	VH	M	L	OU	OU	M	H	H	L	H	A1
L	OU	L	L	H	H	M	OU	M	M	OU	M	A2
N	M	OU	N	M	VH	OU	L	H	H	H	H	A3
N	M	L	L	L	L	H	L	H	VH	L	OU	A4
N	H	L	L	OU	OU	L	H	H	H	H	H	A5
L	OU	L	L	OU	M	VH	OU	H	H	OU	H	A6
N	OU	L	N	H	H	L	OU	L	L	OU	M	A7
VL	VH	H	VL	OU	M	H	OU	H	H	OU	L	A8
VH	H	VH	M	H	VH	H	H	H	OU	H	OU	A9
N	H	H	VL	VH	H	H	OU	M	H	VH	M	A10

۳-۵- ساختاردهی و تحلیل مسئله

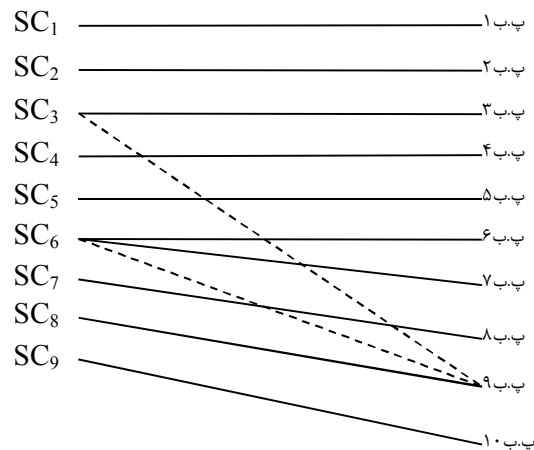
لازم است برای هر ویژگی پیکره‌بندی که در جدول ۲ ارائه شده است، یک تعهد متناظر در نظر گرفته شود. ستون پیکره‌بندی جدول ۶ در واقع تبدیل ستون ویژگی جدول ۲ به یک اقدام عملی (تعهد) است. عدد ۱ در این ماتریس نشان‌دهنده آن است که تعهد مورد اشاره (سطر) برای پیکره‌بندی مربوط (ستون) مورد نیاز است. همچنین زمانی که تصمیم‌های بالقوه (تعهدات اولیه) و پیکره‌بندی‌ها تعیین شد، باید استقرار ترکیب‌های مختلف از تعهدات را مورد بررسی قرار داد [۳؛ ۷؛ ۹]. در تحلیل استواری برای انجام این گام از هر یک از شرکت‌کنندگان خواسته می‌شود تمام تعهدات مورد نیاز برای هر یک از پیکره‌بندی‌ها را تصریح کنند. هر یک از تعهدات اشاره به پیکره‌بندی‌های متناظر خود دارند. در کارگاه از شرکت‌کنندگان خواسته شد با بحث و تبادل نظر تعهداتی را که باید به طور فوری انجام شوند، انتخاب کنند. این تعهدات در جدول ۶ با ستاره‌هایی مشخص شده‌اند. تنها با در نظر گرفتن تعهداتی که باید به طور سریع انجام می‌شد و الزام‌های هر یک از تعهدات، این امکان فراهم شد که ترکیب‌های تعهدات قابل استقرار در دوره اول تصمیم‌گیری تعیین شود. بر همین اساس همه تعهدات لازم‌الاجرا در دوره اول تعیین شد. جدول ۶ تعهدات دوره اول را برای پیکره‌بندی‌های مختلف نشان می‌دهد. هر یک از ترکیب‌های منحصربه‌فرد در تعهدات که در جدول ۶ با الزام‌های پیکره‌بندی‌ها نمایش داده شده است، «مجموعه تعهدات» نام می‌دهیم. اگر چند پیکره ویژگی‌های مشابهی داشته باشند، آنها را در یک مجموعه تعهدات جمع می‌کنیم. بر اساس اطلاعات جدول ۶ پیکره‌بندی‌های پ.ب.۶ و پ.ب.۷ در یک مجموعه تعهد قرار می‌گیرند. در صورتی که یک پیکره‌بندی دسترس‌پذیر می‌گوییم که همه عناصر مجموعه تعهدات مقدماتی به طور دقیق مشابه تعهدات دوره اول یک پیکره‌بندی باشد [۳]. هرچه دسترس‌پذیری کمتر باشد، انعطاف‌پذیری برای تصمیم نیز کاهش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه تعهدات مازاد^{۱۱} در کارکرد تعهد اصلی اختلال ایجاد نمی‌کند می‌توان آنها را اضافه کرد [۳]. نتیجه حاصل این است که می‌توان از یک مجموعه تعهدات، پیکره‌بندی‌های دیگری را نیز پشتیبانی کرد. با توجه به جدول ۶ مشخص است که SC_6 علاوه بر پیکره‌بندی‌های ۶ و ۷، الزام‌های پیکره‌بندی ۹ را هم برآورده می‌سازد. البته SC_3 نیز الزام‌های پیکره‌بندی ۹ را

فراهم می‌کند. این روابط دسترس‌پذیری را با عنوان دسترس‌پذیری مازاد (در برابر دسترس‌پذیری قطعی) می‌نامند.

جدول ۶ تعهدات دوره اول برای تمام پیکره‌بندی‌ها / تعهدات

SC ₉	SC ₈	SC ₇	SC ₆	SC ₅	SC ₄	SC ₃	SC ₂	SC ₁	مجموعه تعهدات پیکره‌بندی
۱۰.پ.ب	۹.پ.ب	۸.پ.ب	۷.پ.ب	۶.پ.ب	۵.پ.ب	۴.پ.ب	۳.پ.ب	۲.پ.ب	۱.پ.ب
	۱	۱	۱	۱		۱	۱		۱
۱					۱	۱	۱	۱	توسعه خدمات تخصصی*
									توسعه خدمات عمومی*
	۱			۱				۱	به‌کارگیری افرادی با توانمندی کار در
		۱		۱		۱	۱	۱	به‌کارگیری افرادی با توانمندی کار با خط
۱							۱		به‌کارگیری افرادی با مهارت مدیریتی*
۱								۱	به‌کارگیری افرادی با مهارت ارتباطی*
		۱	۱	۱			۱	۱	به‌کارگیری افراد خلاق*
۱	۱		۱	۱			۱	۱	به‌کارگیری افراد با تجربه*
					۱	۱			ایجاد سازمان گروه یک وظیفه‌ای*
۱	۱	۱	۱	۱			۱	۱	ایجاد سازمان گروه چند وظیفه‌ای*
			۱	۱	۱			۱	سازماندهی گروه‌های کوچک*
۱		۱						۱	سازماندهی گروه‌های متوسط*

شکل ۲ روابط دسترس‌پذیری قطعی و مازاد را در کنار هم نمایش می‌دهد. با تعیین روابط دسترس‌پذیری گام ساختاردهی مسئله به انتها می‌رسد.



شکل ۲ روابط دسترس‌پذیری قطعی و مازاد بین مجموعه‌های تعهد و پیکره‌بندی‌ها

۳-۶- تعیین پیکره‌بندی‌های مطلوب

در این گام باید سطح رضایت‌بخش بودن برای هر یک از معیارها تعیین شود. به این منظور هر یک از تصمیم‌گیرندگان باید اهمیت نسبی هر کدام از شاخص‌ها را در نزد خود مشخص کنند. برای استخراج این ضریب از مقیاس‌های زبانی مجموعه S که در جدول ۴ معرفی شد، استفاده می‌شود. نتایج در جدول ۷ ارائه شده است. در این جدول منظور از I_{kj} درجه اهمیت معیار k از نظر تصمیم‌گیرنده k است.

جدول ۷ اهمیت معیارها برای تصمیم‌گیرندگان (I_{kj}) و منفی اهمیت معیارها ($Neg(I_{kj})$)

DM6		DM5		DM4		DM3		DM2		DM1		کد	معیار
منفی	مقدار	منفی	مقدار	منفی	مقدار	منفی	مقدار	منفی	مقدار	منفی	مقدار		
H	L	VL	VH	L	H	H	L	M	M	L	H	C1	زمان ارائه
M	M	L	H	L	H	VH	VL	VL	VH	N	OU	C2	عدالت در
H	L	VH	VL	M	M	H	L	OU	N	H	L	C3	هزینه

برای وارد کردن نتایج جدول ۷ در محاسبات فازی بعدی، نیاز است که مقادیر منفی این جدول ($Neg(I_{kj})$) براساس فرمول ۱۹ محاسبه شوند [۲۴، ص ۱۸۶]:

$$Neg(S_i) = S_{7-i+1} \quad (19)$$

مقدار منفی معیارها نیز، نظر خبرگان در قالب جدول ۷ ارائه شده است. در گام بعد باید نمره واحد گزینه‌ها به وسیله هر تصمیم‌گیرنده با استفاده از فرمول (۲۰) محاسبه شود [۲۴، ص ۱۸۶]:

$$U_{ik} = \min_j \{Neg(I_{kj}) \vee \pi_{ijk}\} \quad (20)$$

در این فرمول U_{ik} ، نمره واحد تصمیم‌گیرنده k ام در رابطه با گزینه i ام، I_{kj} ؛ درجه اهمیت معیار k ام از نظر تصمیم‌گیرنده k ام و π_{ijk} ، میزان امکان اقتناع معیار k ام به وسیله گزینه i ام از نظر فرد تصمیم‌گیرنده k ام است. \vee نشانه بیشینه است. این فرمول بیان می‌کند که گزینه‌های برتر، گزینه‌هایی هستند که معیارهای مهم‌تر را بیشتر ارضا می‌کنند. در نهایت، نمرات تصمیم‌گیرندگان به گزینه‌های مختلف به دست می‌آید.

$$\{U_{ik}\} = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{ir}\} \quad (21)$$

در جدول ۸ مطلوبیت نهایی هر گزینه از نظر تصمیم‌گیرندگان در آینده‌های مختلف با توجه به معیارهای مختلف (π_{ijk}) ارائه شده است.

جدول ۸ مطلوبیت نهایی هر گزینه از نظر تصمیم‌گیرندگان در آینده‌های مختلف

تعداد بالاتر از M	گزینه‌ها / پیکره‌بندی‌ها										آینده	
	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1		
۰	L	L	L	L	L	L	L	VL	L	VL	FS1	DM1
۰	L	M	L	L	L	L	L	VL	L	N	FS2	
۰	M	M	M	L	M	M	L	M	M	L	FS3	
۲	M	M	L	H	L	L	L	L	M	H	FS4	
۱	M	H	M	M	VL	M	L	VL	M	VL	FS1	DM2
۰	M	M	M	M	M	M	VL	L	M	M	FS2	
۶	H	M	H	VH	H	M	L	L	VH	VH	FS3	
۴	H	H	M	M	OU	M	L	VL	H	L	FS4	
۱۰	H	H	H	H	H	H	VH	H	H	VH	FS1	DM3
۱۰	H	VH	H	H	H	H	H	VH	H	H	FS2	
۱۰	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	FS3	
۱۰	H	VH	H	H	H	H	H	H	H	VH	FS4	
۰	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	FS1	DM4
۱	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	FS2	
۰	M	L	M	M	M	M	M	M	M	M	FS3	
۰	M	L	M	L	L	M	L	M	M	M	FS4	
۰	VL	M	L	VL	VL	L	L	L	VL	VL	FS1	DM5
۰	VL	L	VL	VL	VL	L	L	L	VL	M	FS2	
۶	L	M	H	VH	VH	H	L	L	VH	VH	FS3	
۵	L	H	H	L	H	VL	H	L	H	M	FS4	
۸	H	H	H	H	H	H	M	H	H	M	FS1	DM6
۷	H	H	H	H	H	H	M	M	H	M	FS2	
۷	H	H	H	H	H	H	M	M	H	M	FS3	
۷	H	H	H	H	H	H	M	M	H	M	FS4	

۳-۷- محاسبه امتیاز استواری

با موافقت شرکت‌کنندگان مقرر شد هر گزینه‌ای که مطلوبیت بالا (H) و بالاتر به دست آورده باشد، به عنوان پیکره‌بندی مطلوب (مخرج کسر) در نظر گرفته شود. صورت کسر برای هر تعهد مقدماتی (SC_i)، تعداد پیکره‌بندی‌های مطلوبی است که دسترس‌پذیری قطعی و مازاد از آن مجموعه تعهد دارند. جدول ۹ امتیاز ترکیبی استواری قطعی و مازاد را نمایش می‌دهد.

جدول ۹ امتیازهای استواری قطعی و مازاد

مجموعه تعهدات									سناریوی آینده	تصمیم گیرنده
SC ₉	SC ₈	SC ₇	SC ₆	SC ₅	SC ₄	SC ₃	SC ₂	SC ₁		
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₁	DM1
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₂	
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₃	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₄	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₁	DM2
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₂	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₃	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₄	
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	FS ₁	DM3
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	FS ₂	
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	FS ₃	
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	FS ₄	
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₁	DM4
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₂	
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₃	
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₄	
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₁	DM5
□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	□/□	FS ₂	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₃	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₄	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₁	DM6
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₂	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₃	
□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	□□□	FS ₄	
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	جمع	

با مقایسه امتیازهای استواری در جدول ۹ می‌توان دریافت که مجموعه تعهداتی که بالاترین میزان استواری را دارد SC6 و بعد از آن SC3 و SC8 می‌باشند (این امر به‌سادگی با جمع ستون مربوط به هر تعهد قابل محاسبه است) با توجه به فاصله قابل توجه مجموعه تعهدات SC6 نسبت به دو مجموعه تعهد دیگر، این مجموعه تعهد به عنوان پیشنهاد برای تصمیم معرفی می‌شود. با مراجعه به جدول ۶ استنباط می‌شود که این مجموعه تعهد به آن معنا است که سازمان باید با به‌کارگیری افرادی مجرب و خلاق با توانمندی کار با خط گرم و توانمندی کار در شرایط اضطراری، سازماندهی عملیات را به شکل گروه‌های کوچک چند وظیفه‌ای تشکیل دهد. این موارد به عنوان راهکارهای استراتژیک شرکت در افق برنامه‌ریزی ده ساله باید مد نظر قرار گیرد.

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه از رویکرد تحلیل استواری به عنوان یکی از رویکردهای نرم به عنوان بستر ساخت‌دهی به مسئله برنامه‌ریزی استراتژیک استفاده شده است. در مدل معرفی شده پس از ایجاد دامنه شرایط محیطی محتمل آینده (سناریوهای آینده)، تدوین پیکره‌بندی‌های ممکن برای سیستم، تعیین معیارهای ارزیابی عملکرد پیکره‌بندی‌ها، تعیین کارایی هر پیکره‌بندی، تعیین تعهدات هر پیکره‌بندی و ساختارهای مسئله، در نهایت پیکره‌بندی‌های مطلوب شناسایی و از خلال آنها راهکارهای استراتژیک مورد نظر استخراج شده است. با این حال یکی از محدودیت‌های اصلی تحلیل استواری تعیین مطلوبیت پیکره‌بندی‌های آینده بر اساس رد و پذیرش پیکره‌بندی است؛ یعنی اگر تصمیم گیرنده تا حدی با یک گزینه موافق باشد، باید تصمیم بگیرد آن را نگه دارد یا رد کند. این امر موجب می‌شود بین ارزش گزینه‌های مختلف پذیرش شده یا مردود نتواند تفاوتی قائل شود. به همین منظور ابزار غربالگری فازی به این مدل اضافه شد تا ارزش واقعی گزینه‌ها استخراج شود. پس از تدوین چارچوب تئوریک مراحل روش در مطالعه موردی برای برنامه‌ریزی استراتژیک شبکه لجستیک خدمات شرکت توزیع برق شیراز به کار گرفته شد. به این منظور مصاحبه‌ها برای استخراج راهکارهای ممکن در حوزه تعمیر و نگهداری و اتفاقات صورت گرفت و نتایج در کارگاه‌های گروهی به بحث و تبادل نظر گذاشته

شد. در انتهای این مرحله پنج جزء پیکره‌بندی‌ها در قالب خدمات قابل ارائه، توانمندی‌های افراد، شکل گروه‌های تعمیرات و نگهداری، اندازه گروه تعمیرات و نگهداری و گستردگی جغرافیایی تعیین شدند و از ترکیب این اجزا براساس نظر خبرگان و تصمیم‌گیرندگان، ده پیکره‌بندی محتمل برای آینده سیستم مورد نظر استخراج گردید. در مرحله بعدی معیارهایی برای تعیین کارایی پیکره‌بندی‌ها استخراج شد و سپس تعهداتی که منجر به ایجاد آن پیکره‌بندی‌ها شوند، تعیین گردید. در انتها امتیاز استواری هر مجموعه تعهد مقدماتی به صورت کسر پیکره‌بندی‌های مطلوب که دسترس‌پذیری قطعی از یک مجموعه تعهد دارند، نسبت به کل تعداد پیکره‌بندی‌های مطلوب اندازه‌گیری شد. در انتها مجموعه تعهد SC6 که بالاترین میزان استواری را دارد به عنوان مجموعه تعهد مطلوب انتخاب شد و ویژگی‌های آن به عنوان راهکارهای استراتژیک بخش لجستیک خدمات شرکت توزیع برق شیراز پیشنهاد گردید. مدل پیشنهادی در مقایسه با رویکردهای عمده استراتژی رویکردی فراگردی به شمار می‌رود. در رویکرد فراگردی پیامدهای استراتژی چند وجهی در نظر گرفته شده و نحوه شکل‌گیری استراتژی خودجوش است. در مقابل در رویکرد سنتی (با هدف حداکثرسازی سود - شکل‌گیری تعمدی)، رویکرد تحولی (با هدف حداکثرسازی سود - شکل‌گیری خودجوش)، رویکرد نظام یافته (پیامدهای استراتژی چند وجهی سود - شکل‌گیری تعمدی) قرار دارند که با توجه به آنکه رویکرد پیشنهادی بر ماهیت پیچیده انسان تأکید کرده و به شیوه‌ای عمل‌گرایانه استراتژی را به منظور متناسب‌سازی سازمان با آینده در نظر می‌گیرد، باید آن را از مدل‌های رویکرد فراگردی دانست که مناسب‌ترین شیوه تدوین استراتژی برای سازمان‌های دولتی و نیمه دولتی ایران به شمار می‌رود [۲۵]. روش پیشنهادی در برنامه‌ریزی استراتژیک را می‌توان سادگی و شفافیت رویکرد، عدم نیاز به اطلاعات دقیق و توانایی آن در مواجهه با عدم قطعیت دانست. همچنین با تعریف دقیق مفاهیم استواری و ارائه ابزارها و خطوط راهنمای رویکرد که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است، می‌توان رویکرد حاضر را یکی از ساخت‌یافته‌ترین رویکردهای مدلسازی نرم دانست. ماهیت مشارکتی و استفاده از نتایج تلفیقی تصمیم‌گیرندگان دیگر نقطه قوت رویکرد حاضر برای برنامه‌ریزی به شمار می‌رود. اصلی‌ترین محدودیت این پژوهش، چگونگی گردآوری اطلاعات است. با اینکه برنامه‌ریزی استراتژیک نیاز به هم‌اندیشی

دارد و در آن، جمع‌آوری اطلاعات به صورت کارگاهی یک روش شناخته شده و پذیرفته شده است، با این حال انتقادهای دیدگاه پوزیتیویستی به این روش برقرار است. برخی محدودیت‌های ساختاری نیز در زیربنای برنامه‌ریزی استراتژیک و تحلیل استواری وجود دارند که این پژوهش نیز با آن محدودیت‌ها مواجه است، برای مثال تدوین سناریو، پیکره‌بندی‌ها استراتژی‌ها و ساختاردهی به مسئله همگی از مواردی هستند که هرچند به روشی ساختارمند انجام گردند، باز هم تا حد زیادی شهودی بوده و به نظرات تصمیم‌گیرندگان وابسته‌اند. با این همه از آن جایی که مبنای تصمیم‌گیری مدیران در مورد استراتژی شرکت‌ها، قضاوت شخصی تصمیم‌گیرندگان اصلی شرکت می‌باشد، با این همه می‌توان ادعا کرد که اگرچه انتخاب استراتژی به این شیوه، مبنای شهودی دارد اما هم از نظر تئوری و هم از نظر عملی قابل پذیرش است. در انتها با توجه به موارد مطرح شده می‌توان مدل پیشنهادی حاضر را به عنوان مبنایی قابل قبول در برنامه‌ریزی استراتژیک در شرایط عدم قطعیت مورد استفاده قرار داد و از مزایای یک رویکرد نیمه ساخت‌یافته ترکیبی به همراه قابلیت مشارکتی بودن استفاده کرد.

۵- پی‌نوشت‌ها

1. Robust Analysis
2. Configuration
3. Exact Attainability
4. Superfluous Attainability
5. Screening Process

۶- منابع

- [1] Rosenhead J. (1978) "An education in robustness"; *Journal of the Operational Research Society*, 29: 105-11.
- [2] Rosenhead J., Mingers J., Translated By Azar A., Anvari A. (2013) *Rational analysis for a problematic world revisited*; Negah Danesh, Tehran, (in Persian).

- [3] Wong HY (1998) *Making flexible planning decisions: Clarification and elaboration of the theory and methodology of robustness analysis*.
- [4] Gupta SK, Rosenhead J. (1968) "Robustness in sequential investment decisions"; *Management Science*, 15(2): 8-18.
- [5] Rosenhead J. (1980) "Planning under uncertainty: I. The inflexibility of methodologies"; *Journal of the Operational Research Society*, 31: 209-16.
- [6] Rosenhead J. (1980) "Planning under uncertainty: II A methodology for robustness analysis"; *Journal of the Operational Research Society*, 31: 331-41.
- [7] Caplin D., Kornbluth J. (1980) "Multiple investment planning under uncertainty"; *OMEGA*, 3: p. 423-41.
- [8] Rosenhead J. (1981) "Operational research in urban planning"; *Omega*, 9(4): 345-364.
- [9] Best G., Partson G., Rosenhead J. (1986) "Robustness in practice-the regional planning of health services"; *Journal of the Operational Research Society*, 37: 463-78.
- [10] Weintraub A., Aboud J., Fernandez C., Laporte G., Ramirez E. (1999) "An emergency vehicle dispatching system for an electric utility in Chile"; *Journal of the Operational Research Society*, pp. 690-696.
- [11] Perrier N., Agard B., Baptiste P., Frayret JM, Langevin A., Pellerin R., et al. (2013) "A survey of models and algorithms for emergency response logistics in electric distribution systems"; Part I: Reliability planning with Fault considerations"; *Computers & Operations Research*, 40 (7): 1895-1906.
- [12] Perrier N., Agard B., Baptiste P., Frayret JM, Langevin A., Pellerin R., et al. (2013) "A survey of models and algorithms for emergency response logistics in electric distribution systems. Part II: Contingency planning level; *Computers & Operations Research*, 40(7): 1907-1922.
- [13] Pereira J., Gomes LFAM, Paredes F. (2013) "Robustness analysis in a TODIM-based multicriteria evaluation model of rental properties"; *Technological and Economic Development of Economy*, 19 (sup1), p. S176-S190.

- [14] Govindan K., Fattahi M. (2015) "Investigating risk and robustness measures for supply chain network design under demand uncertainty: A case study of glass supply chain"; *International Journal of Production Economics*.
- [15] Namen AA, Bornstein CT, Rosenhead J. (2010) "The use of robustness analysis for planning actions in a poor Brazilian community"; *Pesquisa Operacional*, 30(2): 267-280.
- [16] Eustace D., Russell E. R., Landman E. D. (2003) "Application of robustness analysis for developing a procedure for better urban transportation planning decisions"; *Journal of the Transportation Research Forum*, 57(1): 107-121.
- [17] Hanafizadeh P., Arabi S., Hashemi A. (2006) "Robust strategic planning using scenario planning and fuzzy inference system"; *Journal of Management Reseaches In Iran (Modares Human Sciences)*, 46: 137-170. (in Persian).
- [18] Heidari E., DivSalar A. (2007) "Scenario planning, a tool for strategic evaluation"; Case of IRAN NanoTechnology Development. Fifth National Industrial Engineering Conference, Tehran. (in Persian).
- [19] Lashkarbolouki M., Khodad Hoseini S.H., Hoseini S. M., Hamidizadeh M. (2013) "Designing the prescriptive process model of robust strategy using mixed method"; *Journal of Strategic Management Thought*, 12: 121-151 (in Persian).
- [20] Kaplan RS, Norton DP. (2005) "The balanced scorecard: measures that drive performance"; *Harvard business review*, 83(7).
- [21] Ringland G. (2006) *Scenario planning: Managing for the future Chichester*; John Wiley & Sons.
- [22] Schwartz P. (1996) *The art of the long view: paths to strategic insight for yourself and your company: Broadway Business*.
- [23] Azar A., Faraji H. (2008) *Fuzzy management science*, IMPSC Pub, Tehran, (in Persian).
- [24] Yager RR. (1988) "On ordered weighted averaging aggregation operators in multi criteria decision making", In *IEEE Transactions on Systems; Man and Cybernetics*, Vol. 18, No. 1, pp. 183-190.

- [25] Pourezzat AA., Sodagar H. (2012) "Explaining the strategy formation process in public organizations active in the political arena of Islamic Republic of Iran"; *Management Reseaches In Iran*, 16(2): 35-56, (in Persian).