ارائه‌ی یک رویکرد ترکیبی تیمسازی برای طراحی شبکه تأمین‌کننده با لحاظ مدل چندهدفه، تئوری مجموعه فازی و تحلیل شبکه

سید محمد سجادیان[1]*، رضا حسنوی[2]، مرتضی عباسی[3]

[1] استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، ایران، sajadiyan@pnu.ac.ir

[2] استاد گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ایران.

[3] استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ایران.

چکیده

طراحی بهترین ترکیب تأمین‌کنندگان و مدل‌های بهینه سازی تیمسازی، همیشه یکی از تصمیم های مهم زنجیره تامین است. با توجه به چالش ها و تهدیدهای روزافزون زنجیره‌های تأمین، بازطراحی شبکه تأمین کنندگان بر اساس رویکردهای ترکیبی بر پایه‌ی مدل های ریاضی و لحاظ پشتیبان و قابلیت اطمینان ضروری می‌باشد. برای حل مشکل، این مقاله یک رویکرد سه مرحله‌ای برای تیمسازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده قابل‌اعتماد، با تمرکز بر یک مدل چندهدفه که تئوری مجموعه‌های فازی و تحلیل شبکه را ادغام می‌کند، توسعه داد. همچنین به اهمیت نسبی روابط دقیق بین اعضاء با استفاده از منطق فازی (کارگاه تخصصی و استنتاج فازی)، تیم پشتیبان، قابلیت‌ها (مهارت، دانش)، ظرفیت، تخصیص سفارش و شبکه‌های همکاری قابل‌اعتماد پرداخت. درپایان از شاخص‌های مرکزیت تحلیل شبکه برای پیشنهاد رهبر(های) تیم استفاده نمود. برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی و حل مسائل در مقیاس کوچک از روش محدودیت اپسیلون تقویت‌شده استفاده شد. این رویکرد بامطالعه عددی داده‌های واقعی دوربین الکترواپتیکال برای طراحی و انتخاب شبکه‌ای از تأمین‌کنندگان قابل‌اعتماد و تخصیص سفارش ارزیابی شد. نتایج نشان داد که این رویکرد بر اساس تمامی مفروضات، شبکه تأمین‌کننده قابل‌اعتماد و تیم بهینه را در دو مجموعه پشتیبان و اصلی انتخاب می‌کند و رهبران تیم را با شاخص‌های مرکزیت تحلیل شبکه پیشنهاد می‌کند. توسعه و حل مدل با الگوریتم‌های فراابتکاری برای حل مسائل مقیاس بزرگ پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی

تیمسازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده، انتخاب تأمین‌کننده قابل‌اعتماد و تخصیص سفارش، تجزیه و تحلیل شبکه، استنتاج فازی، تجزیه و تحلیل روابط، بهینه‌سازی چندهدفه

* **نویسنده مسئول:** سید محمد سجادیان، دانشگاه پیام نور، ایران.

Proposing a team formation hybrid approach to the design of the supplier network in terms of multi-objective model, fuzzy set, and social networks analysis

Seyed Mohamad Sadjadiyan[1], Reza Hosnavi[2], Morteza Abbasi[3]

1 Department of Industrial Engineering, Payame Noor Unvierstiy, Iran, sajadiyan@pnu.ac.ir

2 Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek-Ashtar University of Technology, Iran

3 Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek-Ashtar University of Technology, Iran

ABSTRACT

Faced with increasing threats and challenges of supply chains, it is necessary to redesign the supplier network based on hybrid approaches based on mathematical models and reliability. To solve the problem, this paper presented a new approach. Team formation, selection, design, and composition is still a critical success or failure factor in any business within a company and organization. Criteria, parameters, various qualitative and quantitative methods, approaches, and techniques have been presented by several studies in TF so far. This study developed a hybrid approach to team formation (TF) and reliable supplier network design, focusing on a multi-objective model integrating fuzzy-set theory and social network analysis. Furthermore,this study addressed the relative importance value of precise relationships between members using fuzzy logic (expert workshop and fuzzy inference), backup team, capabilities (skills, expertise or knowledge), capacity, and order allocation. It also carefully considers the relationships between team members using expert workshops and fuzzy inferences. Also, social network analysis metrics are used to suggest team leader(s). We used the augmented epsilon constraint (AUGMECON2) method to validate the model and solve small-scale problems with exact solutions. The model aimed to form a reliable team and supplier network with a maximum level of reliability, maximize the network weight of collaboration, and maximize the knowledge level of the main members(suppliers), simultaneously. The approach was evaluated through a numerical study of the actual data of the electro-optical camera for team formation, design and selection of a network of reliable suppliers, and order allocation. The results showed that the approach carefully selects the optimal supplier network and team based on all assumptions and suggests team leaders with social network analysis. One of the advantages of our model is simultaneously considering supplier network, reliability, FIS and SNA in team formation. The use of uncertain data and combined methods and MADM for preselection can also be effective. The strategy of the optimal number of modules and product subsystems can also be included in the model. In future studies, other variables and parameters such as time, design phases, and the total cost can be considered. Also, because the problem is NP-hard; the use of meta-heuristic algorithms is suggested. Modeling a multi-product multi-period supply chain problem is suggested.

Keywords

team formation and design Supplier networking, reliable supplier selection and order allocation, social network analysis, fuzzy inference, relationship analysis, multi-objective optimization

۱. مقدمه

تیمسازی (TF)[1] هنوز یک عامل مهم موفقیت یا شکست کسب و کارها در یک شرکت، موسسه یا سازمان است. معیارها، پارامترها، رویکردها، روش‌ها و تکنیک‌های مختلف کمی و کیفی توسط مطالعات متعددی در تیمسازی تاکنون ارائه‌شده‌اند.

نزدیک شدن به مسائل دنیای واقعی و استفاده از پارامترها و متغیرهای جدید، باعث پیچیده‌تر شدن تیمسازی شده‌است و هنوز هم مسئله تیمسازی ضروری است. تیمسازی به‌طورکلی یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)[4] است. بااین‌حال، هنوز روش‌های اعتبارسنجی، الگوریتم‌های کمی و بهینه‌سازی چندهدفه نیاز به توسعه دارند [۱].

این موضوع در زمینه‌های مختلف مانند شبکه زنجیره تأمین [۲]، ورزش [۱، ۳-۷] ، پزشکی [۸]، مدیریت پروژه [۹]، توسعه محصول جدید یا پیچیده، اشتراک دانش[۱۰، ۱۱] ، تیم‌های نرم‌افزاری [۱۲] ، تشکیل دولت و دولت الکترونیک [۱۳] و شبکه‌های همکاری اجتماعی [۱۴، ۱۵] ، همکاری‌های علمی و پژوهشی [۱۶] و بسیاری موارد دیگر موردمطالعه پژوهشی و کاربردی قرارگرفته و کاربردها و کاربران زیادی به‌ویژه در مدیریت منابع انسانی و نظریه‌های سازمانی و شبکه‌های اجتماعی دارد.

مفهوم ساده آن را می‌توان انتخاب زیرمجموعه و زیرگروهی از نامزدها، افراد، کارشناسان، سازمان‌ها، واحدها، بخش‌ها، تأمین‌کنندگان، اعضاء یا متخصصانی دانست که به‌خوبی با یکدیگر همکاری می‌کنند و دارای الزامات و معیارهای خاصی هستند.

بنابراین، تعریف تیمسازی یا مسئله تخصیص را می‌توان به‌عنوان یک مدل بهینه‌سازی برای به حداقل رساندن تعداد افراد موجود و برآورده کردن محدودیت‌های موردنیاز توسعه داد [۱۵]. بنابراین، تعداد زیادی از مطالعات در ادبیات مربوط به تیمسازی در حوزه تحقیق در عملیات بوده است [۱، ۹، ۱۵، ۱۷، ۱۸]. در بررسی ادبیات ما، مرور ادبیات جامع تیمسازی کمتر ارائه‌شده است، از مقاله‌های مروری اخیر می‌توان به مقاله‌های یو وهمکاران[۱۶] و کرری و هارپر [۱۹] اشاره کرد. یو و همکاران [۱۶] مروری بر Science of Scientific Team Science (SSTS)ارائه کرد و به چهار نوع فناوری ضروری در تجزیه‌وتحلیل کلان داده‌های دانشگاهی پرداخت: تجسم داده، داده‌کاوی، روش‌های آماری، و علم شبکه. آن‌ها دانش همکاری کار تیمی علمی را در مراحل توسعه گروه در نظر گرفتند.

کرری و هارپر[۱۹] ویژگی‌های یک تیم موفق را به شرح زیر برشمردند. نقش‌های معمول رهبری، مسئولیت‌پذیری فردی و متقابل، هدف تیمی، محصولات کار جمعی/اهداف مشترک، حل مسئله، سنجش عملکرد، اعتماد و تعهد، حل اختلاف، فرهنگ گروهی، ارتباط مؤثر/باز، مسئولیت مشترک، افتخار ارزش‌ها، تجربه تبادل دانش، تبادل اطلاعات، استقلال، اعتماد و تعهد.

فتحیان و همکاران[۱۵و۲۰] مدلی برای تیمسازی قابل‌اعتماد با اعضاء پشتیبان و شبکه همکاری ارائه کرد و تیمسازی را با استفاده از شبکه همکاری خبره به مهارت محور و ارتباط محور دسته‌بندی کرد و ۱۵ موضوع ضروری را در نظر گرفت که مهم‌ترین آن‌ها هزینه و شبکه همکاری بود. این ۱۵ موضوع عبارت‌اند از: هزینه ارتباطات، تعداد کارشناسان ماهر، ظرفیت کارشناسان، تعادل حجم کار، رهبر تیم، سطح مهارت کارشناسان، مهارت‌ها و ارتباطات، وظایف متعدد، هزینه شخصی، مکان، شبکه سازمانی، خوشه‌بندی. ، محدودیت زمانی، تنوع و پویایی. همچنین[۲۱] معیارها و عوامل ارتباط، سازگاری و هماهنگی، توانایی‌های فردی، مهارت‌ها، تخصص و هزینه را برای انتخاب اعضاء تیم معرفی کرده‌اند. تاکنون تحقیقات قابل‌توجهی در مورد تیمسازی با عوامل کیفی مانند شخصیت، رفتار، نقش رهبری، مهارت‌های ارتباطی، روحیه و انگیزه کار تیمی، حمایت مدیریت، فرهنگ کار تیمی، همکاری، محرک استرس‌زا و غیره سروکار داشته است، بااین‌حال مطالعات کمی با بررسی کمی انجام‌شده است. همچنین رویکرد و مدل‌سازی چندهدفه در مورد ترکیب تیم و تشکیل آن انجام‌شده است که در تحقیقات مهم و اخیر به آن اشاره‌شده است [۱، ۶-۱۱، ۱۸، ۲۵-۲۱].

برخی از محققان یک رهبر تیم را برای مسئله‌ی تیمسازی انتخاب کرده‌اند [۲۸-۲۶]، و برخی به قابلیت اطمینان و پشتیبان گیری در تیمسازی [۱۵]پرداخته‌اند. برخی از محققان نیز به اهمیت نسبی بین اعضاء پرداخته‌اند [۲۹،۳۸].

به گفته دی آنیلو و همکاران [۳۰]، تیمسازی می‌تواند برای سازمان‌های کوچک از رویکرد تیمی دانش‌محور، رویکرد از بالا به پایین، رویکرد انتخاب‌شده توسط رهبر، و ابزار مبتنی بر اجماع فازی از پایین به بالا استفاده کند.

تحقیق حاضر رویکردی را با ادغام مدل بهینه‌سازی، نظریه مجموعه فازی و معیارهای تحلیل شبکه اجتماعی برای طراحی شبکه تأمین‌کننده به‌عنوان مسئله تیمسازی پیشنهاد می‌کند که در آن، این رویکرد هم‌زمان شبکه همکاری قابل‌اعتماد، ارزش نسبی اهمیت روابط بین اعضاء، تاریخچه همکاری بین اعضاء با استفاده از نظریه مجموعه فازی، تیم پشتیبان، توانایی و تخصص، ظرفیت و رهبر تیم را در نظر می‌گیرد. لذا با توجه به پیچیدگی‌های زنجیره تامین و نیز چالش های جدید همچون جنگ و پاندمی، لزوم بازطراحی شبکه تأمین کنندگان بر اساس رویکردهای ترکیبی بر پایه‌ی مدل‌های چندهدفه و درنظرگرفتن پشتیبان مناسب و قابل اعتماد بیش از پیش مورد نیاز است.

مهم‌ترین نوآوری‌های مطالعه ما عبارت‌اند از: اول، پیشنهاد یک رویکرد جدید بر اساس مدل بهینه‌سازی یکپارچه، FIS[۵] و SNA[۶]. دوم، تمرکز هم‌زمان مدل بر یک شبکه همکاری قابل‌اعتماد، روابط دقیق بین اعضاء، و سابقه همکاری بین اعضاء با استفاده از منطق فازی (کارگاه تخصصی و استنتاج فازی، تیم پشتیبان، توانایی و تخصص، دانش، تجربه و شایستگی و ظرفیت و رهبر تیم. درنهایت، ارزیابی رویکرد پیشنهادی برای یک دوربین الکترواپتیکال در ایران.
برای دستیابی به این اهداف، این مطالعه به سؤالات زیر می‌پردازد.

• چگونه می‌توان یک رویکرد یکپارچه بر اساس مدل بهینه‌سازی، FIS و SNA را به‌طور هم‌زمان در طراحی شبکه تأمین‌کننده و تیمسازی طراحی و فرموله کرد؟
• چه مدلی می‌تواند به‌طور هم‌زمان معیارهای فوق را در نظر بگیرد؟
• کدام روش برای حل مدل پیشنهادی مناسب است؟
• یک روش مؤثر برای کاربرد و اعتبار سنجی مدل چیست؟

در مطالعات قبلی، اکثر محققین روابط و سوابق شبکه همکاری را اعداد ۰ و ۱ یا بر اساس تعداد همکاری‌های قبلی در نظر می‌گرفتند. در این تحقیق از استنتاج فازی برای محاسبه روابط دقیق بین اعضاء یا ماژول‌ها استفاده‌شده است.
بر اساس مرور ادبیات ما، برخلاف تأکید تحقیقات قبلی بر هزینه و شبکه همکاری، با معیارهای کمی و کیفی در تیمسازی تاکنون رویکرد ترکیبی و یکپارچه با مدل ریاضی، با راه‌حل دقیق که به‌طور هم‌زمان تجزیه‌وتحلیل روابط و تاریخچه دقیق همکاری بین اعضاء را با منطق فازی در نظر بگیرد، همچنین رهبر تیم را با تجزیه‌وتحلیل شبکه‌های اجتماعی پیشنهاد دهد و همچنین تیم پشتیبان، قابلیت‌ها و ظرفیت را در نظر بگیرد، ارائه نشده است.
برای پر کردن این شکاف، مقاله حاضر سعی دارد رویکردی با تمرکز بر ترکیب MOSMINLP[۲]، FIS و SNA در سه فاز ارائه دهد.
بخش‌های باقی‌مانده به شرح زیر است: بخش دوم ادبیات مربوطه را ارائه می‌کند. بخش سوم رویکرد و مدل پیشنهادی را فرموله کرد. بخش چهارم با یک مطالعه موردی، نتایج و روش راه‌حل را برای نشان دادن کاربرد رویکرد پیشنهادی و مدل فرموله شده ارائه می‌کند. بخش پنجم کاربردهای مدیریتی و بخش ششم نتیجه‌گیری و پیشنهادها را ارائه می‌نماید.

۲. مرور ادبیات

در این بخش، مطالعاتی را که در آن‌ها از روش‌های چندهدفه برای TFP استفاده می‌شود، مرور می‌کنیم. بخش پایانی ماهیت نوآوری این مطالعه در این زمینه را با توجه به یافته‌های بررسی ادبیات حاضر روشن می‌کند و خلاصه و مرور ادبیات تحقیق برای تبیین شکاف و نیاز به مطالعه حاضر در قالب رویکرد پیشنهادی مشخص می‌گردد.
تیمسازی اولین بار توسط لاپاس و همکاران[۳۱] با تأکید بر اهمیت توجه به شبکه‌های اجتماعی کارشناسان و هزینه‌های ارتباط بین آن‌ها مطرح شد. در سال ۱۳۹۶ اولین تحقیق در مورد تشکیل یک تیم مطمئن با توجه به شبکه، همکاری و تخصص کارشناسان در قالب مدل RTFP توسط فتحیان و همکاران[۱۵و۲۰] ارائه شد. مدل MILP[۷] پیشنهادی آن‌ها سه عامل اصلی را در نظر گرفت: مهارت خبرگان، شبکه همکاری و قابلیت اطمینان. مدل آنها شامل ۱۰ متغیر و ۱۶ محدودیت در سه نوع رابطه، انتساب و مهارت بود که مدل را با دو مثال موردی با نرم‌افزار گمز حل کرد. نتایج آنها تائید کرد که مدل ارائه‌شده می‌تواند به‌طور مؤثر یک تیم را تشکیل دهد. یکی از محدودیت‌های مدل آن‌ها، احتمال برابر برای هر عضو غیرقابل‌اعتماد بود، در نظر نگرفتن هزینه و نیز تک هدفه بودن از معایب دیگر مقاله آن‌ها بود.
توانا و همکاران[۳] چارچوبی با دو فاز برای تیمسازی در انتخاب بازیکن فوتبال ارائه کرد. مرحله اول از روش رتبه‌بندی فازی برای ارزیابی بازیکنان جایگزین استفاده می‌کند و بازیکنان برتر را انتخاب می‌کند. مرحله دوم، با یک FIS ،ترکیب جایگزین بازیکنان منتخب را ارزیابی می‌کند و بهترین ترکیب‌ها را برای تیمسازی انتخاب می‌کند.
احمد و همکاران[۶] رویکردی توسط NSGA-II برای بهینه‌سازی کل ضربات یک تیم و در نظر گرفتن بازیکنان به‌عنوان متغیر پیشنهاد کرد. نتایج نشان می‌دهد که چگونه چنین تحلیلی می‌تواند در محیط‌های حراج پویا، مانند انتخاب یک تیم تحت حراج بازیکن به بازیکن، کمک کند. او از یک مطالعه موردی برای رویکرد پیشنهادی استفاده کرد و ادعا کرد که می‌توان آن را برای سایر ورزش‌ها نیز توسعه داد. ژانگ و ژانگ [۱۱] یک مدل بهینه‌سازی برای تیمسازی در پروژه‌های توسعه محصول جدید با در نظر گرفتن روابط و قابلیت‌های بین فردی فرموله کردند. برای پیشنهاد قابلیت‌ها، FAHP[۸] بهبودیافته را برای دقت ارزیابی و غلبه بر معایب استفاده از مقادیر دقیق، استفاده کردند. علاوه بر این، شاخص نوع مایرز-بریگز [۹] MBTIبرای مدل‌سازی روابط بین فردی استفاده نمودند. او از یک مطالعه موردی واقعی برای نشان دادن کاربرد مدل و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات چندهدفه MOPSO[۱۰] برای حل و به دست آوردن جبهه پارتو استفاده کرد و نتایج کارایی و عملی بودن مدل پیشنهادی را تائید کرد. چن و همکاران[۸] روش دومرحله‌ای برای انتخاب عضو یک تیم اورژانس پزشکی ارائه کرد. در مرحله اول، قوانین دانش پیشنهاد داد ، و در مرحله دوم، اطلاعات مشارکتی بین

اعضاء، اطلاعات فردی و زمان پاسخ خدمات فوریت‌های پزشکی، برای فرمول‌بندی یک مدل ۰-۱ سه هدفه در نظر گرفت. این مدل با الگوریتم فرا ابتکاری NSGA-II ژنتیک مرتب‌سازی غیر مسلط حل شد. لین و همکاران[۲۳] رویکردی مبتنی بر گروه‌بندی چندهدفه و الگوریتم ژنتیک ارائه کرد و یک سیستم پشتیبانی گروهی مبتنی بر وب را با گروه‌بندی مناسب بین گروهی و درون‌گروهی ناهمگن فرموله کرد. او دو آزمایش انجام داد. اولی شامل تجزیه‌وتحلیل عملکرد در برابر یک الگوریتم ژنتیک (GA) و رویکرد تصادفی و دومی، مطالعه بر روی یادگیری مشارکتی با ۹۰ شرکت‌کننده بود. نتایج آن‌ها نشان داد که رویکرد نسبت به GA مؤثرتر و رویکرد تصادفی کارآمدتر از GA است. علاوه بر این، به‌عنوان یک استراتژی گروه‌بندی، رویکرد آن‌ها می‌تواند بهبود عملکرد یادگیری را بااهمیت آماری تسهیل کند. حسینی و اخوان [۱۰و۳۲] یک مدل برنامه‌ریزی فازی ۰-۱ سه فازی برای تیمسازی در پروژه‌های پیچیده مهندسی ارائه کردند و آن را با NSGA-II حل کردند.

محمودی نژاد و همکاران[۲۰] یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه غیرخطی صفر و یک برای انتخاب اعضاء تیم چند رشته‌ای با معیارهای هماهنگی و انطباق، توانایی‌های فردی، ارتباطات، هزینه و تخصص طراحی کرد. رحمانیای و همکاران[۹] به‌طور هم‌زمان توسط یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی چندمرحله‌ای چندهدفه MOMSP، کیفیت و هزینه را در تیمسازی موردبررسی قرارداد. او روش‌های تجزیه خوشه سناریو را اتخاذ کرد و آن‌ها را با یک الگوریتم اکتشافی حل کرد. او از یک مطالعه موردی برای نشان دادن عملکرد مدل پیشنهادی در تعمیرات اساسی مجموعه‌ای از هواپیماها استفاده کرد. اهداف، به حداکثر رساندن قابلیت اطمینان هواپیما با استخدام نیروی کار با شایستگی بالا و به حداقل رساندن هزینه‌های کارکنان بود.

زنگ و همکاران[۷] تابع پوشش مهارت برای تعیین کمیت توانایی تکمیلی یک تیم مناسب پیشنهاد کردند. آنها تشکیل تیم را به عنوان یک مسئله پیشنهاد بازیکن تیم درنظرگرفتند. همچنین پیشنهاد بازیکن تیم را به یک مسئله بهینه سازی تبدیل نموده و از راه حل های مبتنی بر الگوریتم حریصانه استفاده کردند. آنها عملکرد روش خود را در بازی pes2018 نشان دادند. نتایج استفاده رویکرد آنها نشان دهنده قدرت تیم و همچنین اثربخشی آن بود.

سلواراجه و همکاران [۱۸] استدلال می‌کنند که هیچ چارچوب واحدی برای فرموله کردن تیم‌های کارآمد متخصصان وجود ندارد. آن‌ها یک چارچوب یکپارچه برای TFP در شبکه اجتماعی بر اساس یک الگوریتم فرهنگی چندهدفه با اهداف متضاد با توابع هزینه مانند سطح تخصص، هزینه ارتباطات و کارکنان، امتیاز اعتماد جمعی، نزدیکی ، و حجم کار و تراکم ارائه می‌کند. برای امتیاز اعتماد، یک فرمول شباهت پروفایل پیشنهادداده اند. سپس به اهمیت شاخص عاطفی در تیمسازی پرداختند. مدل آن‌ها بر روی یک جدول معیار آزمایش‌شده و با NSGA-II، مقایسه شده است. ژائو و همکاران [۱] یک بهینه‌سازی چندهدفه را برای انتخاب اعضاء تیم فوتبال مدل کرد و سه شاخص را برای اندازه‌گیری توانایی یک تیم معرفی کرد. او از الگوریتم ژنتیک برای حل مسئله ترکیب تیم استفاده کرد. او یک تیم فوتبال تشکیل داد و نتایج آن را با روش‌های موجود مقایسه کرد.

توره و همکاران[۳۳] یک مدل تیمسازی چند معیاره با رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی برای همکاری انسان و هوش مصنوعی فرموله کرد و سه بعد شاخص آن‌ها خودکارآمدی فناوری، پذیرش و اعتبار منبع بود. آن‌ها ادعا کردند که با استفاده از شاخص پیشنهادی در مدل تیمسازی، تیم مقاومت کمتری در برابر تغییر در فرض تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر ماشین دارد. داس و همکاران[۲۵] از برنامه‌ریزی آرمانیGP برای مدل‌سازی چندهدفه برای مسائل تیمسازی استفاده کرد. او تیم‌های مناسب را از مجموعه‌ای از تیم‌ها انتخاب می‌کند. به‌جای انتخاب اعضاء تیم؛ این مجموعه توسط یک الگوریتم اکتشافی توسط یک شبکه اجتماعی تولید می‌شود. او یک مدل چندهدفه را فرموله کرد و از دو مجموعه داده برای آزمایش مدل پیشنهادی استفاده نمود. یافته‌های آن‌ها برتری تیمسازی را با روش پیشنهادی نشان داد.

در این تحقیق، ما مسئله تیمسازی را برای طراحی شبکه تأمین‌کننده درنظرمی‌گیریم. بسیاری از تحقیقات قبلی در مسئله تیمسازی در تحقیقات عملیات موردتوجه قرارگرفته‌اند [۱۷، ۲۷، ۳۴].

بنابراین، برای طراحی یک تیم مناسب از تأمین‌کنندگان، باید شایستگی تأمین‌کنندگان و روابط تأمین‌کنندگان را در نظر گرفت. بنابراین، ارتباط، تعامل و همکاری بین تأمین‌کنندگان، بین ماژول‌ها و داخل ماژول‌ها باید به‌طور هم‌زمان در نظرگرفته‌شود.

اکثر تحقیقات قبلی در تیمسازی تخصیص یک‌به‌یک است، یعنی برای هر موقعیت فقط یک عضو در نظر گرفته می‌شود، اما در این مطالعه، تخصیص یک به چند است، به این معنی که تأمین‌کننده می‌تواند در آن واحد بیش از یک ماژول را اختیار کند.. بنابراین، این تفاوت بین این تحقیق با سایر تحقیقات قبلی است.

در این مقاله؛ استنتاج فازی برای تحلیل و محاسبه روابط دقیق و تعیین کمیت دقیق این روابط بین اعضاء تیم و تأمین‌کنندگان استفاده می‌شود. فرآیند دقیق استنتاج فازی از نوع ممدانی در امیندوست و همکاران شرح داده‌شده است. [۳۵].

اخروی و شکیبامنش[۳۶] از استنتاج فازی برای نقشه راه سیستم پیشرفته استفاده کرده و روشی را ارائه کرده‌اند. FIS و سیستم‌های استنتاج فازی پیچیده (CFIS)همچنان به‌عنوان تکنیک‌های قوی

برای داده‌های نامشخص و دوره‌ای موردتوجه و استفاده قرار می‌گیرند [۳۷]. سجادیان و همکاران[۳۸] نیز از ماتریس چند دامنه و استنتاج فازی برای طراحی نقشه راه با تمرکز بر مدل‌سازی روابط دقیق بین لایه‌های آن استفاده کرده و یک چارچوب را پیشنهاد دادند. همچنین از تحلیل شبکه اجتماعی SNAبرای به دست آوردن بهترین رهبر(های) تیم و تأمین‌کنندگان استفاده شد.

بنابراین برای حل مسئله‌ی؛ تمرکز این مقاله بر روی مدل‌های بهینه‌سازی چندهدفه و رویکردی جدید با ترکیب مدل بهینه‌سازی با روش‌های راه‌حل دقیق است.

جدول ۱ نشان می‌دهد که شبکه‌های همکاری بیشترین مطالعه را توسط محققان داشته‌اند. ترکیبی از مسائل در نظر گرفته‌شده است، بااین‌حال، هیچ رویکرد عملی در ادبیات تیمسازی، که بر مدل‌سازی دقیق روابط بین کار تیمی تمرکز دارد، ارائه نشده است. بنابراین، بااین‌حال، چنین موضوعی در تحقیقات و کاربردها چندان موردتوجه قرار نگرفته است و به‌عنوان خلأ پژوهشی مطرح است. بررسی ادبیات تیمسازی نشان‌دهنده افزایش تحقیقات در مورد تیمسازی با رویکردهای جدید و ترکیبی است.

جدول ۱. خلاصه مرور ادبیات با تمرکز بر تیمسازی و مدل بهینه‌سازی چندهدفه

نویسنده	رویکرد/تکنین/روش/چارچوب	حوزه	رهبر تیم	ظرفیت	قابلیت اعتماد	استنتاج فازی	شبکه همکاری	تیم پشتیبان	تجزیه‌وتحلیل رابطه بین اعضاء (ارزش نسبی اهمیت)	روش حل	روش حل: دقیق	روش حل: غیردقیق: ابتکاری	روش حل: غیردقیق: فرا ابتکاری	محیط مسئله: قطعی	محیط مسئله: غیرقطعی
احمد، و دب [۶]	چند هدفه	**تیمسازی ورزش**								**NSGA-II**	✓			✓	
ژانگ و ژانگ [۱۱]	چند هدفه	**توسعه محصول جدید**					✓			**MOPSO Fahp**			✓		✓
توانا، عزیزی [۳]	رویکرد دومرحله‌ای	**تیمسازی ورزش**	✓			✓				**Fuzzyرتبه‌بندی FIS**					✓
چن، فن [۸]	چند هدفه	**فوریت‌های پزشکی Met**		✓			✓			**Milp NSGA-II**	✓			✓	
لین، چانگ [۲۳]	رویکرد	**آموزش- گروه‌بندی**					✓			**Ga Topsisi**			✓	✓	
فتحیان، ساعی شاهی [۱۵]	مدل تک هدفه	**مدیریت پروژه-تیمسازی**			✓		✓	✓		**Milp Gams**	✓			✓	
حسینی و اخوان [۱۰و۳۲]	چند هدفه	**Npdتوسعه محصول جدید- اشتراک دانش**		✓			✓			**NSGA-II**			✓		✓
سان و لی [۲۹]	رویکرد	**مدیریت فناوری**				✓	✓		✓	**Fuzzy-set theory Clustering**					
رحمانی، یو [۹]	چند هدفه	**پروژه**		✓			✓			**Momsp**			✓		✓
زنگ، شن [۷]	چند هدفه	**ورزش-بازی pes2018**		✓			✓			**Greedy lgorithm Submodular Function optimization**			✓	✓	
توره، کولاپینتو [۳۳]	چند هدفه	**مدیریت منابع روانشناسی**					✓			**Gp MCDM AI**	✓			✓	
ژائو، چن [۱]	چند هدفه	**تیمسازی**		✓			✓			**NSGA-II**			✓		✓
سلوارجاه، زاده [۱۸]	چند هدفه	**تیمسازی**		✓			✓			**Cultural algorithm NSGA-II, graph-based**			✓		✓
دس و آتینکالیندام [۲۵]	چند هدفه	**تیمسازی**					✓			**Wgp-Lexicographic Set- partitioning**			✓	✓	
رویکرد حاضر	چند هدفه	**تیمسازی –شبکه تامین کنندگان**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**MOSMINLP Augmecon2**	✓		✓		✓

خلاصه مرور ادبیات به همراه خلأها و یافته‌های تحقیق را می‌توان در موارد زیر بیان کرد: تنها یک مطالعه با تجزیه‌وتحلیل رابطه بین اعضاء (ارزش نسبی اهمیت) پرداخته است. از جدول ۱ می‌توان دریافت که تنها یک مقاله فتحیان و همکاران [۱۵] به تیم پشتیبان و قابلیت اطمینان تیم پرداخت و همچنین یک مقاله توسط توانا و همکاران[۳] از استنتاج فازی استفاده کرد و به انتخاب رهبر تیم پرداخت. رویکردهای چندهدفه بیشتر در تیمسازی ورزشی و مدیریت پروژه بوده است. اکثر آن‌ها از روش NSGA-II استفاده کرده‌اند. همچنین هیچ‌یک از آن‌ها روابط بین اعضاء را به‌عنوان ارزش نسبی اهمیت، شبکه و همکاری محاسبه نکرده‌اند و هیچ‌کدام سه موضوع روابط، استنتاج فازی و تیم پشتیبان و رهبر را به‌طور

هم‌زمان در نظر نگرفته‌اند. بیشتر مطالعات بر شبکه همکاری متمرکزشده‌اند و از رویکردهای ترکیبی کمتر استفاده کرده‌اند.
همچنین کمتر از روش‌های حل دقیق بهره برده‌اند. انتخاب رهبر تیم، پشتیبان، قابلیت اعتماد و تحلیل دقیق روابط نیز تنها در یک مطالعه دیده می شود. بنابراین، هرچند چنین موضوعی در مسائل دنیای واقعی مطرح‌شده، به علت پیچیدگی در مدلسازی چندان موردتوجه قرار نگرفته و به صورت مستقل به آن پرداخته شده است. لذا به‌عنوان خلأ پژوهشی و کاربردی در این زمینه موردنیاز است. این مشاهدات جدید بودن این مطالعه را برجسته می‌کند.

۳ . بیان مسئله و رویکرد پیشنهادی

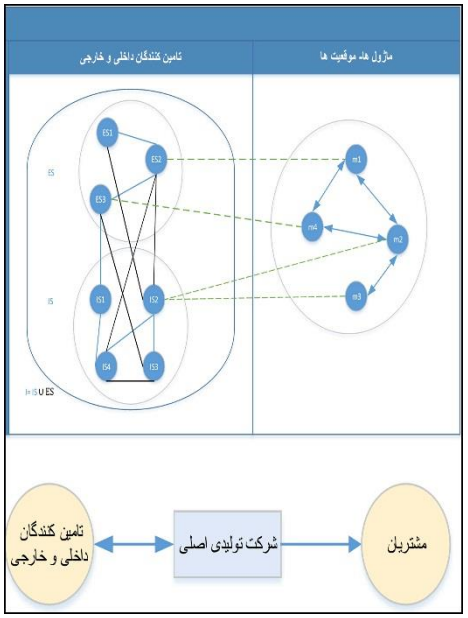
در این مطالعه، یک رویکرد سه مرحله‌ای، متشکل از نظریه مجموعه فازی، مدل بهینه‌سازی و تحلیل شبکه برای تیمسازی و طراحی یک شبکه تأمین‌کننده پیشنهادشده است. مدل پیشنهادی اولیه برای توسعه یک تیم قابل‌اعتماد به‌عنوان یک شبکه همکاری تأمین‌کننده، مقاله‌ای در مورد مسئله تیمسازی توسط فتحیان و همکاران[۱۵] است و برای استفاده از استنتاج فازی برای محاسبه مقدار دقیق رابطه بین هر جفت ماژول و تأمین‌کننده، مقاله‌های سان و لی[۲۹] و سجادیان و همکاران[۳۸] است.
در این رویکرد در مرحله۱، سیستم استنتاج فازی برای تعیین روابط دقیق بین تامین کنندگان و بین ماژول ها با استفاده از تعریف درجه اهمیت نسبی، همچنین خوشه بندی برای تعیین تعداد بهینه ماژول ها استفاده می‌شود. در مرحله۲، مدل ۳ هدفه فرموله شده و با روش محدودیت اپسیلون حل دقیق می گردد. در پایان این رویکرد در مرحله۳، از شاخص‌های مرکزیت برای تعیین رهبر(ان) تیم‌ها استفاده خواهد شد.
ابتدا، در مرحله۱، نامزدها را از میان مجموعه‌ای از اعضاء (متخصص یا تأمین‌کننده) برای تیمسازی انتخاب می‌کنیم و موقعیت‌هایی را برای اعضاء تیم تعیین می‌کنیم که ماژول‌های محصول (زیر سیستم‌ها) را در نظر می‌گیریم. ما روابط تأمین‌کنندگان را به‌عنوان ماتریس و ماتریس ساختار طراحی (DSM[۱۱]) را برای اجزای محصول ایجاد می‌کنیم. سپس کارگاه خبره و سیستم استنتاج فازی برای تحلیل روابط و محاسبه مقدار دقیق رابطه بین هر جفت تأمین‌کنندگان و بین هر جفت ماژول، با محاسبه اهمیت نسبی استفاده می‌شود. در پایان مرحله ۱؛ ماتریس نهایی DSM خوشه‌بندی شده و تعداد بهینه ماژول ها مشخص می‌شود، همچنین ماتریس دقیق روابط بین اعضاء یا تأمین‌کنندگان با شاخص اهمیت نسبی ایجاد می‌شود. در مرحله ۲ متغیرها، معیارها و پارامترها را انتخاب کرده و مدل ریاضی بهینه‌سازی را فرموله و حل می‌کنیم. این مدل یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی اعداد صحیح مختلط تصادفی چندهدفه MOSMINLP است. این مدل تیم پشتیبان، قابلیت‌ها (مهارت، دانش)، ظرفیت، تخصیص سفارش و شبکه‌های همکاری قابل‌اعتماد و روابط دقیق بین تامین کنندگان را فرموله می نماید.
سوم، مرحله ۳ رهبر(ها) را با استفاده از شاخص‌های مرکزیت SNA از بهترین تیم‌های اصلی و پشتیبان به‌دست‌آمده از مرحله دو انتخاب می‌کند.
شکل ۱ مراحل رویکرد پیشنهادی را نشان می‌دهد.

شکل ۱. **مراحل رویکرد پیشنهادی**

برای استفاده از گام ۲ مرحله ۱ استنتاج فازی، ابتدا بین دو عضوی که در کارگاه‌های کارشناسان ارتباطات وجود دارد. درجه اهمیت با دو قاعده بر اساس مقاله سون و لی [۲۹] سنجیده می‌شود:
قانون ۱: اگر aبرابر m(c) و m(s)باشد، p m(R1)است.
قانون ۲: اگر zبرابر m(c)و m(l)باشد، p m(R2)است.
مجموعه‌های فازی هر متغیر عبارت‌اند از m(c)، m(s)، m(l)، m(R1)، m(R2)
درجه اهمیت دو عضو (ماژول یا تأمین‌کننده) (c,s) و درجه ارتباط بین دو عضو به نام z است ، متغیرهای ورودی برای محاسبه اهمیت عضو: ۱- درجه اهمیت عضو قبلی، c و ۲- درجه اهمیت عضو بعدی s است و ۳- درجه ارتباط بین دو عضو l است، درحالی‌که متغیر خروجی R اهمیت نسبی پیوند Rاست و رابطه شامل سه حالت: بالا، متوسط و پایین خواهد بود. سپس؛ برای هر عضو، دو قانون برای تجزیه و تحلیل اهمیت نسبی استفاده می‌شود. درنهایت از یک عملیات min-max ارائه‌شده توسط ممدانی برای محاسبه

مقدار خروجی به روش COG و DSM و Gij ایجادشده استفاده می‌شود.

گام ۲ مرحله ۱ بر تعیین اهمیت نسبی پیوندهای بین اعضاء و بر روابط بین اعضاء تمرکز می‌کند. برای درک مسئله، ساختار شبکه تأمین‌کننده و تخصیص در شکل ۲ نشان داده‌شده است.



شکل ۲. **ساختار شبکه تأمین‌کننده (واگذاری ماژول به تأمین‌کنندگان**

در مرحله ۳ برای تحلیل شبکه از شاخص‌های مرکزیت استفاده خواهد شد. شاخص های مرکزیت ازسنجه های مهم خرد تحلیل شبکه ها هستند. این شاخص ها، اهمیت و تاثیرگذاری و عملکرد هر یک از گره های شبکه را بررسی می کنند. از بهترین شاخص های مرکزیت، مرکزیت رتبه، بینابینی، نزدیکی و بردار ویژه است. مرکزیت رتبه بیشتر نشان می‌دهد که آن گره (فرد یا تامین کننده) با افراد بیشتری ارتباط برقرارکرده و موثرتر است. مرکزیت نزدیکی نشان دهنده فاصله گره با گره های دیگر در شبکه است و نشان می دهد گره های با نزدیکی بالا ، چون میانجی کمتری وجود دارد، جریان و انتقال اطلاعات سریع تر انجام می شود. لذا می توان مشخص کرد آن گره در چه فاصله ای بو صورت متوسط از همه گره ها قرار دارد. مرکزیت بینابینی، کوتاهترین مسیری که یک گره میان دیگر زوج گره ها در شبکه می تواند قرار بگیرد را بررسی می کند. لذا مقدار تاثیر گذاری و حیاتی بودن گره را بررسی می نماید. لذا برتری هر گره بر اساس میزان ارتباطی است که با سایر گره ها برقرا کرده و به عنوان واسط عمل کرده است. مرکزیت بردار ویژه شاخصی برای اهمیت گره در شبکه توسط یک نمره است. این نمره بر این اصل است که پیوند بین گره های دارای نمره بیشتر، باعث مشارکت بالاتر این گره ها به نسبت با پیوند به گره های با نمره کمتر است. لذا بر این اساس گره هایی که با گره های دیگر ارتباط دارند از ارزش یکسانی برخوردار نمی باشند و گره هایی مهم تراند که با گره های موثر تر شبکه ارتباط دارند. لذا گره هایی که به واسطه بر قراری ارتباط با گره های با اهمیت شبکه قوی شده اند را نشان می دهد.

برای نحوه محاسبه و فرمول شاخص های مرکزیت اشاره شده در بالا، به مقاله (کرمارک و همکاران ، ۲۰۱۱) مراجعه نمایید.

۱،۳ . مفروضات

۱. مجموعه اعضاء تیم کاندید (تأمین‌کنندگان از اعضاء داخلی isو اعضاء خارجیes که $i = is \cup es$) است. ۲. در تیم اصلی; تعداد اعضاء موردنیاز برای هر ماژول با Nmدر نظر گرفته می‌شود که می‌تواند توسط شرکت انتخاب شود، برای تعداد اعضاء پشتیبان حداقل یک و حداکثر دو عضو پشتیبان در نظر گرفته می‌شود. ۳ معماری محصول در قالب ماژول‌ها قبلا مشخص‌شده است و توسط خوشه‌بندی DSM تعداد ماژول‌ها به دست می‌آید. ۴. هر عضو می‌تواند یک یا چند دانش خاص (مهارت، تخصص، شایستگی، قابلیت داشته باشد. ۵. هر ماژول را می‌توان به چندین عضو داد. ۶. یک ماژول در هر زمان تنها به یک عضو اختصاص داده می‌شود، بااین‌حال، چندین ماژول را می‌توان به یک عضو اختصاص داد. ۷. شبکه اعضاء به دودسته اصلی M و پشتیبانB تقسیم می‌شود.

۲،۳ . مدل ریاضی

این بخش مدل مورداستفاده در حل مسائل تیمسازی را پیشنهاد می‌کند. داده‌ها و شاخص‌ها، پارامترها و متغیرها در پیوست ۱ موجود است.

الف. توابع هدف

تابع هدف ۱ وزن شبکه روابط و همکاری بین اعضاء را برای اعضاء اصلی تیم به حداکثر می‌رساند.

تابع هدف ۲ دانش، مهارت یا سطح شایستگی اعضاء تیم اصلی را به حداکثر می‌رساند.

تابع هدف ۳ یک تیم یا شبکه تأمین‌کننده قابل‌اعتماد با حداکثر سطح اطمینان را تشکیل می‌دهد.

$$MAXZ\ ۱ = \sum_{i \in I}\sum_{j \in J}(G_{ij} * (RMM_{ij} + RMB_{ij} + RBB_{ij})) \quad (۱)$$

$$MAXZ\ ۲ = \sum_{i \in I}\sum_{m \in M}\sum_{s \in S}(SK_{si} * YM_{mi}) \quad (۲)$$

$$MAXZ\ ۳ = \sum_{i \in I}\sum_{m \in M}(Q_i * YM_{mi}) \quad (۳)$$

ب-محدودیت ها

$$\sum_{i \in I} YM_{mi} = N(m) \forall m \in M \quad (۴)$$

$$۰ \le \sum_{i \in I} YM_{mi} \le ۲ \forall m \in M \quad (۵)$$

$$Y_i \le \sum_{m\in M} YM_{mi} + \sum_{i\in I} YB_{mi} \;\forall i \in I \quad (۶)$$

$$YMm۱i * YMm۲i \le ۰ \;\forall m۱ \delta m۲ \in M \;\&\; i \in I \,\delta or\, d(m۱) = or\, d(m۲) \quad (۷)$$

$$۲ * RMM_{ij} \le sign(Q_i) * \sum_{m\in M} YM_{mi} + sign(Q_i) * \sum_{i\in I} YM_{mi} \;\forall m \in M\, \delta i < j \quad (۸)$$

$$۲ * RMM_{ij} \le sign(Q_i) * \sum_{m\in M} YM_{mi} + sign(Q_i) * \sum_{i\in I} YB_{mi} \;\forall m \in M\, \delta i < j \quad (۹)$$

$$۲ * RMM_{ij} \le sign(Q_i) * \sum_{m\in M} YB_{mi} + sign(Q_i) * \sum_{i\in I} YB_{mi} \;\forall m \in M\, \delta i < j \quad (۱۰)$$

$$K_s \le \sum_{i\in I} SA_{si} * Y_i \;\forall s \in S \quad (۱۱)$$

$$Y_i \le \sum_{s\in S} SA_{si} \;\forall i \in I \quad (۱۲)$$

$$PS_{ms} \le \sum_{i\in I} SA_{si} * YM_{mi} \;\forall s \in S \;\forall m \in M \quad (۱۳)$$

$$PS_{ms} \le \sum_{i\in I} SA_{si} * YB_{mi} \;\forall s \in S \;\forall m \in M \quad (۱۴)$$

$$\sum_{i\in I} (SYM_{mi} * YM_{mi} * CAP_{mi}) \ge O_{mc} \;\forall m \in M \;\forall c \in C \quad (۱۵)$$

$$\sum_{i\in I} (SYB_{mi} * YM_{mi} * CAP_{mi}) \ge O_{mc} \;\forall m \in M \;\forall c \in C \quad (۱۶)$$

$$\sum_{i\in I} (AYM_{mi} * YM_{mi}) \ge O_{mc} \;\forall m \in M \;\forall c \in C \quad (۱۷)$$

$$\sum_{i\in I} (SYB_{mi} * YM_{mi}) \ge O_{mc} \;\forall m \in M \;\forall c \in C \quad (۱۸)$$

$$YM_{mi} \le CAP_{mi} \;\forall m \in M \;\forall i \in I \quad (۱۹)$$

$$YB_{mi} \le CAP_{mi} \;\forall m \in M \;\forall i \in I \quad (۲۰)$$

$$AYM_{mi} * YM_{mi} \le CAP_{mi} \;\forall m \in M \;\&\; \forall i \in I \quad (۲۱)$$

$$AYB_{mi} * YM_{mi} \le CAP_{mi} \;\forall m \in M \;\&\; \forall i \in I \quad (۲۲)$$

$$YM_{mi} \le Ceil(Q_i) \;\forall m \in M \;\forall i \in I \quad (۲۳)$$

محدودیت ۴ تضمین می‌کند که برای هر ماژول m، بسته به نیاز شرکت، باید حتما تعداد Nmتأمین‌کننده تعیین شود و تعداد تأمین‌کننده برای‌هرماژول مشخص گردد و همه‌ی ماژول‌ها تخصیص یابند. محدودیت ۵ تعریف می‌شود تا حداقل یک و حداکثر دو عضو باید به‌عنوان پشتیبان برای هر ماژول و هر عضو اصلی اختصاص داده شوند. محدودیت ۶ مجموعه‌ی Y_i از اجتماع تأمین‌کنندگان اصلی و پشتیبان، یعنی تیم نهایی را تشکیل می‌دهد. مطابق با مفروضات مدل، یک ماژول در هر زمان تنها به یک عضو اختصاص داده می‌شود. بنابراین محدودیت ۷ اختصاص یک ماژول به اصلی و پشتیبان را به‌طور هم‌زمان حذف نمی‌کند.
بسته به نوع اعضاء مدل (اصلی یا پشتیبان) سه نوع رابطه وجود دارد. سه متغیر باینری rmm، rmb و rbb را می‌توان برای روابط در نظر گرفت. روابط بین دو عضو اصلی؛ اصلی با پشتیبان و پشتیبان با پشتیبان.
محدودیت‌های ۸ - ۱۰ برای این سه رابطه تعریف‌شده است.
در طراحی شبکه اعضاء؛ حداقل تعداد موردنیاز اعضاء برای هر مهارت موردنیاز است. محدودیت ۱۱ این محدودیت را در نظر گرفته است. محدودیت ۱۲ اعضاء غیر ماهر را برای طراحی شبکه حذف می‌کند. مهارت‌های موردنیاز توسط PSms و مهارت‌های موجود توسط PSps برای هر ماژول تعریف می‌شوند. بنابراین، محدودیت ۱۳ این پارامتر را در اعضاء اصلی و محدودیت ۱۴ برای اعضاء پشتیبان تعریف کرد.
گاهی اوقات سازنده بسته به استراتژی خود می‌خواهد بداند که چند درصد از ظرفیت اعضاء به ماژول اختصاص می‌یابد یا اینکه به دلیل کمبود ظرفیت می‌خواهد ماژول را تنها به یک عضو داخلی اختصاص دهد. چقدر ظرفیت اعضاء باید افزایش یابد تا به ماژول تخصیص داده شود؟ بنابراین، محدودیت‌های ۱۵ - ۱۶ برای این موضوعات تعریف‌شده است. بنابراین اگر متغیر AYM برابر با یک باشد; عضو باید کل ظرفیت را اختصاص دهد و اگر کمتر از یک ۰,۵ باشد باید ۵۰ درصد ظرفیت خود را اختصاص دهد و اگر بیش از یک مثلا ۱,۳ ظرفیت را ۳۰ درصد افزایش دهد. بنابراین، محدودیت ۱۵ این پارامتر را برای اعضاء اصلی و محدودیت ۱۶ برای پشتیبان در نظر می‌گیرد. به دلیل محدودیت ۱۷; مقدار کل سفارش تخصیص داده‌شده به اعضاء مختلف برای یک ماژول برابر و بیشتر از سفارش درخواستی برای اعضاء اصلی و محدودیت ۱۸ برای عضو پشتیبان است.
محدودیت ۱۹ اعضاء بدون ظرفیت اعضاء اصلی را حذف می‌کند و محدودیت ۲۰ این محدودیت را برای اعضاء پشتیبان بررسی می‌کند. محدودیت ۲۱ از مقدار سفارش تخصیص‌یافته به اعضاء اصلی، از فراتر رفتن ظرفیت موجود اعضاء و محدودیت ۲۲ برای اعضاء پشتیبان جلوگیری می‌کند. محدودیت ۲۳ اعضاء غیرقابل‌اعتماد را برای تیم اصلی حذف می‌کند.

۳,۳. روش حل

روش محدودیت-اپسیلون تقویت شده[۳]، توسط ماوروتاس و فلوریوس [۳۹] به عنوان الگوریتم حل دقیق برای یافتن راه حلهای بهینه سراسری برای مسائل با اندازه کوچک استفاده می‌شود. یکی از روشهای متداول حل دقیق مسائل چند هدفه روش محدویت اپسیلون تقویت شده است .در این رو ، مقدار بهینه اهداف مانند روش لکسیکوگراف مجزا حساب می شود و نتایج جدول داد و ستد ایجاد می گردد، با این جدول بهترین و بدترین مقدار توابع هدف و بازدهی هرکدام تعیین و به مقادیر مساوی با

نقاط مشخص تقسیم میشود در ادامه یکی از هدف ها هدف اصلی در نظر گرفته شده و دیگر اهداف در محدودیتها قرار میگیرند. در ادامه مدل در تکرارهای متوالی حل شده و در هر تکرار مقادیر سمت راست اهداف موجود در محدودیتها افزایش می‌یابد تا درنهایت جوابهای غیر مسلط تعیین میگردد. برای شرح مراحل کامل این روش به مقاله ماورتاز و فلوریس مراجعه گردد.

۴ . نتایج (مطالعه موردی و اعتبار سنجی رویکرد)

در این بخش برای اعتبارسنجی رویکرد و مدل از یک دوربین الکترواپتیکال استفاده می‌کنیم. لذا این پیاده‌سازی برای ارزیابی عملکرد، در دنیای واقعی است. ما مدل را با استفاده از روش محدودیت اپسیلون بهبودیافته و نرم‌افزار گمز برای حل مسئله‌ی اندازه کوچک اعتبار سنجی می‌کنیم. پس‌ازآن مدل بر روی مجموعه داده‌ها با استفاده از حل‌کننده غیر خطی کوئینه در نرم‌افزار GAMS/24.1.2/win64 بر روی رایانه شخصی با سی پی یو دو هسته ، ۲,۶ گیگاهرتز و ۴ گیگابایت رم اجرا شد و نتایج اجرای مدل ارائه‌شده است.

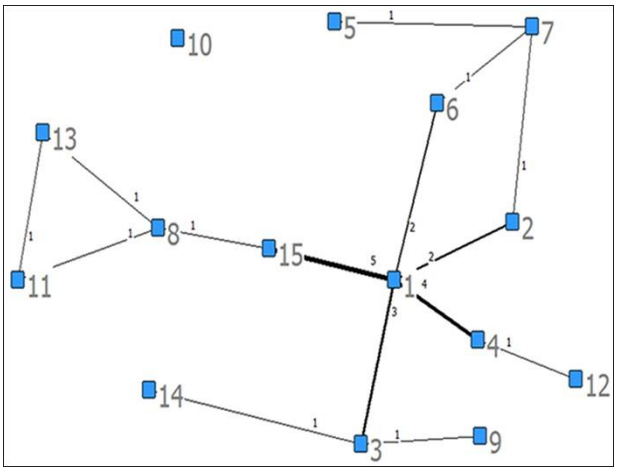
الف. مطالعه موردی در دنیای واقعی - کاربرد دوربین الکترواپتیکال (مسئله در مقیاس کوچک)

مدل با استفاده از یک مطالعه موردی دوربین الکترواپتیکی نشان داده‌شده است. این مطالعه موردی برای نشان دادن توانایی مدل برای حل مسائل واقعی ارائه‌شده است. در این مورد، یک شرکت دوربین‌های الکترواپتیکال دوربین جدیدی طراحی می‌کند که دارای چهار ماژول است که باید از بین ۱۵ تأمین‌کننده مختلف انتخاب شوند. این شرکت می‌خواهد بداند که آیا ماژول‌ها را برون‌سپاری کند یا آن‌ها را به تأمین‌کنندگان خود واگذار کند.

با توجه به مفروضات مدل، یک محصول مدولار باید انتخاب شود که به مهارت و ماژول محصول نیاز دارد، بنابراین اطلاعات به‌دست‌آمده از این تحقیق بر روی یک دوربین الکترواپتیکال در صنعت مهندسی پیاده‌سازی شد. نتایج در اختیار طراحان و مهندسان قرار گرفت. سیستم‌های نظارت الکترواپتیکی، سیستم‌های کامپیوتری خودکاری هستند که برای نظارت بر مرزها در روز و شب طراحی‌شده‌اند، ازجمله کاربر، تصویرگر حرارتی، دوربین تلویزیون، مانیتور و واحد کنترل. دوربین از آنجایی انتخاب شد که ازنظر واقع‌گرایانه پیچیده است و دارای تنظیمات ماژول‌های ممکن زیادی برای نشان دادن رویکرد است. دوربین بر اساس اتصال فیزیکی بین ۲۵ قسمت تجزیه شد، در صورت امکان با توجه به‌توالی مونتاژ به‌عنوان ماژول دسته‌بندی و گروه‌بندی شد و در صورتحساب مواد برای نمایش مستقیم در DSM مستند شد. این دوربین مجهز به موتور فوکوس زوم متغیر و نمایشگر حرارتی باکیفیت است که یکی از ویژگی‌های سیستم مانیتورینگ الکترواپتیکال است که توسط واحد مرکزی کنترل می‌شود و همچنین مجهز به دوربین‌های مرئی می‌باشد. داده‌های مدل ازنظر متخصصین و اطلاعات در دسترس طراحان و مدیران استفاده شد. چهار ماژول اصلی (محدوده یاب، دوربین IR، پایه و موتور) توسط خوشه‌بندی DSM انتخاب شدند. سپس پارامترهای موردنیاز مدل تعیین و مدل حل شد. نتایج در شکل‌های ۴-۵ توضیح داده‌شده است.

۱) مجموعه داده:

مجموعه‌ای متشکل از ۱۵ تأمین‌کننده (ده تأمین‌کننده داخلی و پنج تأمین‌کننده خارجی) با دو قابلیت در نظر گرفته شد که هر تأمین‌کننده دارای قابلیت ۱، قابلیت ۲ و هر دو قابلیت ۱ و ۲ یا بدون قابلیت بود. برخی از این تأمین‌کنندگان درگذشته باهم کارکرده‌اند. این شبکه‌های همکاری در شکل ۳ توسط لبه‌ها و گره‌ها نشان داده‌شده است.



شکل ۳. **شبکه تأمین‌کننده (۱۵ تأمین‌کننده، ۴ ماژول، ۲ مهارت)**

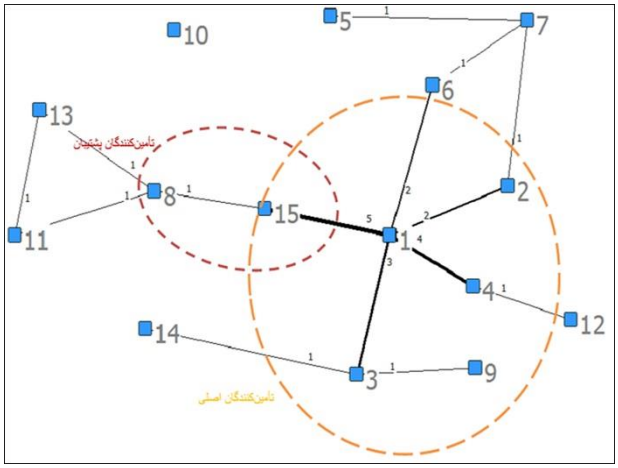
۲) نتایج محاسباتی:

پس از حل مدل، مطمئن‌ترین شبکه تأمین‌کننده محاسبه شد. مقایسه نتایج مدل با وضعیت فعلی تفاوت معنی‌داری را نشان داد. زیرا قبلا فقط تأمین‌کنندگانی انتخاب می‌شدند که بیشترین همکاری قبلی و ارتباط را داشتند. با توجه به اینکه مدل پیشنهادی تمامی مفروضات و محدودیت‌ها را برآورده کرده و پاسخ‌های بهینه را با روش حل دقیق محدودیت اپسیلون ارائه کرده است. مدیر پروژه و تصمیم‌گیرندگان تصمیم گرفتند از این مدل در پروژه‌های آینده استفاده کنند.

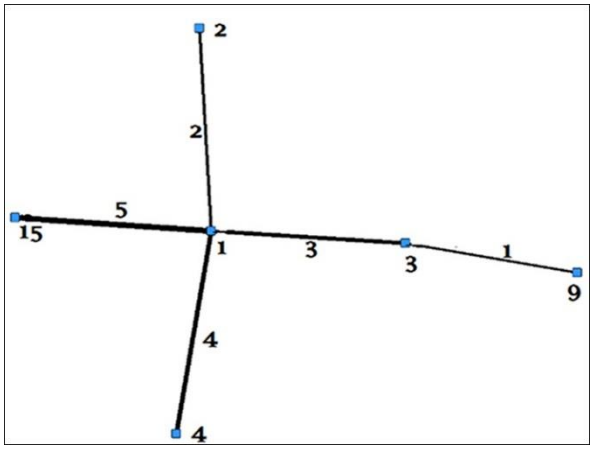
نتایج حاصل از این اجرای رویکرد در شکل ۴ و شکل ۵ نشان داده‌شده است.

مطابق نتایج شکل۴. تیم نهایی تأمین‌کنندگان اصلی‌وپشتیبان yl =[1,2,3,4,8,9,15] به دست آمد. همچنین تیم‌اصلی،

ym=[1,2,3,4,9,15] وتیم پشتیبان yb =[8,15] محاسبه گردید. از شکل۵. که نتایج تحلیل شبکه رانشان می دهد، می‌توان تامین کنندگان ۱ و۳ را بر اساس ترتیب مقدارشاخص‌های مرکزیت به عنوان نامزد رهبر برای تیم تأمین‌کنندگان در نظرگرفت.



شکل ۴. **بهترین شبکه و تیم تأمین‌کنندگان اصلی و پشتیبان قابل‌اعتماد**



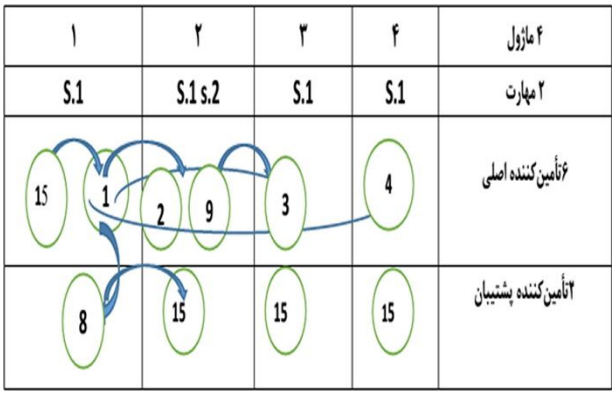
شکل ۵. **بهترین تیم اصلی**

از جدول ۲ و نتایج به‌دست‌آمده می‌توان دریافت که بر اساس انواع شاخص‌های مرکزیت حاصل از تحلیل شبکه‌های اجتماعی، تأمین‌کننده یک به‌عنوان رهبر تیم یا مدیر انتخاب شده و سپس تأمین‌کننده سه انتخاب می‌شود.

جدول ۲. شاخص‌های SNA برای انتخاب رهبر(ان)

شماره گره	درجه ورودی	درجه خروجی	مرکزیت بینابینی	مرکزیت نزدیکی	مرکزیت بردار ویژه
۳	۱	۱	۸	۰,۱۲۵	۰,۲۱۷
۹	۱	۰	۰	۰,۰۸۳	۰,۰۶۶
۱	۰	۴	۱۸	۰,۱۶۷	۰,۲۱۷
۱۵	۱	۰	۰	۰,۱	۰,۱۶۷
۴	۱	۰	۰	۰,۱	۰,۱۶۷
۲	۱	۰	۰	۰,۱	۰,۱۶۷

نتایج به‌کارگیری مدل پیشنهادی برای انتخاب و تخصیص سفارش پانزده تأمین‌کننده در یک شرکت تولیدکننده دوربین‌های الکترواپتیکی در ایران، نشان‌دهنده کاربرد و کارایی آن است.



شکل ۶. واز جدول۳. می توان دریافت که ماژول ۱ به تأمین‌کننده ۱ به عنوان تیم اصلی با مقدار تخصیص ۶ اختصاص یافت، همچنین تأمین‌کننده ۸ ، پشتیبان ماژول ۱ در تیم پشتیبان می باشد.

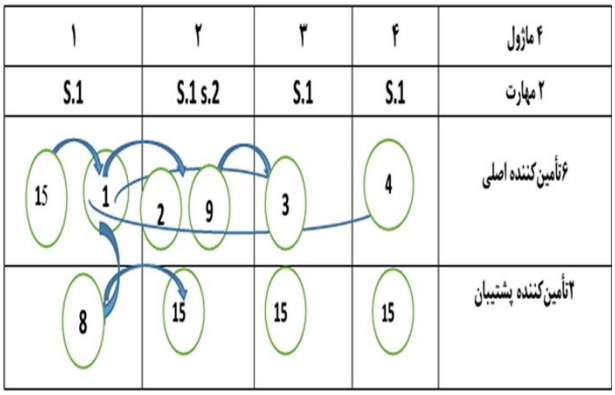
. نتایج رویکرد و مدل را نشان می‌دهد.

از جدول۳. می توان دریافت که ماژول ۱ به تأمین‌کننده ۱ به عنوان تیم اصلی با مقدار تخصیص ۶ اختصاص یافت، همچنین تأمین‌کننده ۸ ، پشتیبان ماژول ۱ در تیم پشتیبان می باشد.

جدول ۳. نتایج رویکرد(بهترین شبکه تأمین‌کننده و تیم قابل‌اعتماد، تخصیص سفارش و رهبر(ان)

Solution	Leader	Z3	Z2	Z1	AYMmi	SYMmi	RMMij	YBmi	YMmi	Yi	S	M	I
روش حل	رهبران	هدف۳	هدف۲	هدف۱	تخصیص سفارش	سهم ظرفیت تامین کننده	ارتباطات بین تامین کنندگان	تخصیص ماژولm به تامین کننده پشتیبانi	تخصیص ماژولm به تامین کننده اصلی i	تیم اصلی و پشتیبان	تعداد مهارت	تعداد ماژول	تعداد تامین کننده

Augmented epsilon constraint	Supplier 1 Supplier 3	19	5.9	15	Aym (1,1)=6 Aym (1,15)=2 Aym (2,2)=1 Aym (2,)9=1 Aym(3,3)=1 Aym (4,)4=3	Sym (1,1)=1.3 Sym (2,9)=1 Sym (3,3)=1 Sym (4,4)=1	Rmm(1,2)=1 Rmm(1,3)=1 Rmm(1,4)=1 Rmm(1,15)=1 Rmm(3,9)=1	Ym(1,8)=1 ym(2,15)=1 ym(3,15)=1 ym(4,15)=1	Ym(1,1)=1 Ym(1,15)=1 Ym(2,2)=1 Ym(2,9)=1 Ym(3,3)=1 ym(4,4)=1	[1 2 3 4 8 9 15]	2	4	15



شکل ۶. **تأمین‌کنندگان قابل‌اعتماد باقابلیت‌ها و مهارت‌ها و موقعیت اصلی و پشتیبان**

از جدول ۴. می‌توان تضاد و تعارض بین اهداف را دریافت. مثلا اهداف Z1 و Z3 یا Z2 و Z3 با یکدیگر در تضاد می‌باشند.

جدول ۴. **خروجی جدول توازن از روش محدودیت اپسیلون تقویت‌شده**

جدول توازن PAYOFF TABLE	Z1	Z2	Z3
Z1	۱۵	۵.۹	۱۹
Z2	۷	۶	۲۳
Z3	۹	۵.۹	۲۴

۵. کاربردهای مدیریتی

در این قسمت بهبود تیمسازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده بر اساس داده‌های واقعی ارائه‌شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها از اسناد و کارشناسان شرکت استفاده‌شده است. بر اساس نظر تصمیم‌گیران، قبل از اجرای رویکرد، تنها تأمین‌کنندگان با بیشترین مشارکت و سابقه در پروژه‌های قبلی و یا بر اساس روابط، انتخاب می‌شدند. به‌عبارت‌دیگر انتخاب تأمین‌کنندگان بر اساس سابقه و روابط بوده و از روش علمی و کمی برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده‌نشده است. با اجرای مدل، بهترین تأمین‌کنندگان موجود با توجه به مفروضات رویکرد پیشنهادی انتخاب شدند. با توجه به نتایج و نیز انعطاف پذیری مدل برای هر نوع محصول یا خدمت ماژولار، تصمیم‌گیرندگان و مدیران تصمیم گرفتند از این رویکرد و مدل در پروژه‌های طراحی و محصولات دیگر استفاده کنند. همچنین برخی از نتایج مدل، منطبق با نظر خبرگان در انتخاب تأمین‌کننده بود که می توان به انتخاب تامین کننده شماره یک و پانزده اشاره کرد. همچنین قبلا تأمین‌کننده‌ای به عنوان رهبر به عنوان هماهنگ کننده و تامین کننده اصلی تأمین‌کنندگان انتخاب نمی‌گردید؛ که پیشنهاد تعیین تأمین‌کننده‌ی رهبر مورد تایید مدیران قرا گرفت. از سوی دیگر؛ در گذشته عدم استفاده از روش‌های علمی مناسب منجر به مشکلات بسیاری شده بود. به‌این‌ترتیب اشکالات پروژه‌های قبلی مانند عدم تحویل به‌موقع و خروج از پروژه در طول پروژه به دلیل انتخاب تأمین‌کننده نامعتبر، کاهش یافت و بهترین رهبران نیز انتخاب شد. تجزیه‌وتحلیل نتایج مدل تأثیر عملی بر هزینه و همکاری شرکت داشت. همچنین مدیریت شرکت پس از مقایسه نتایج رویکرد پیشنهادی و وضع موجود که عمدتا انتخاب بر اساس نظر مدیران و خبرگان انجام می‌گردید، درخواست طراحی نرم افزاری رویکرد را داشت. یکی از نقاط ضعف اشاره شده توسط مدیریت نیاز به داده‌های زیاد و نیز تخصص در حل و تفسیر نتایج مدل بود. جمع آوری سوابق همکاری و مهارت های تأمین‌کنندگان نیز مورد استقبال مدیریت قرار گرفت.

۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک رویکرد ترکیبی سه مرحله‌ای برای تیمسازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده قابل‌اعتماد، با تمرکز بر مدل چندهدفه با تلفیق تئوری مجموعه فازی و تحلیل شبکه اجتماعی مدل‌سازی شد. هدف این مدل تشکیل یک تیم قابل‌اعتماد و شبکه تأمین‌کننده با حداکثر سطح قابلیت اطمینان، به حداکثر رساندن وزن شبکه همکاری و به حداکثر رساندن سطح دانش اعضاء اصلی (تأمین‌کنندگان) به‌طور هم‌زمان بود. این مطالعه به اهمیت نسبی روابط دقیق بین اعضاء با استفاده از منطق فازی (کارگاه تخصصی و استنتاج فازی)، تیم پشتیبان، قابلیت‌ها (مهارت‌ها، تخصص، دانش، یا شایستگی)، ظرفیت، و تخصیص سفارش پرداخت. همچنین روابط بین اعضاء تیم را با استفاده از کارگاه تخصصی و استنتاج فازی به‌دقت در نظر گرفت. همچنین از معیارهای مرکزیت تحلیل شبکه اجتماعی برای پیشنهاد رهبر(های) تیم استفاده شد. ما از روش محدودیت اپسیلون تقویت‌شده برای اعتبارسنجی مدل و حل مسائل در مقیاس کوچک با راه‌حل‌های دقیق استفاده کردیم. این رویکرد بامطالعه عددی داده‌های واقعی دوربین الکترواپتیکال،

برای تیمسازی و طراحی و انتخاب شبکه‌ای از تأمین‌کنندگان قابل‌اعتماد و تخصیص سفارش ارزیابی شد. نتایج نشان داد که این رویکرد به‌دقت شبکه و تیم بهینه را ازنظر تمامی مفروضات انتخاب کرده و رهبر(ان) تیم را با انواع معیارهای مرکزیت پیشنهاد می‌کند. هدف این مقاله پیشنهاد رویکردی بود که به‌طور هم‌زمان اهداف متضاد همکاری بین تأمین‌کنندگان و قابلیت اطمینان شبکه‌ای از تأمین‌کنندگان را بررسی کند. علاوه بر این، مدل پشتیبان گیری مناسب را برای اعضاء اصلی محاسبه نموده و رهبر تیم را پیشنهاد دهد. نتایج تجربی تائید کرد که مدل ارائه‌شده می‌تواند به‌طور مؤثر یک شبکه تأمین‌کننده قابل‌اعتماد طراحی کند و سفارش بهینه را تخصیص دهد. یکی از مزایای مدل ما در نظر گرفتن هم‌زمان شبکه تأمین‌کننده، قابلیت اطمینان، FIS و SNA در تیمسازی است.

در مطالعات آتی استفاده از داده‌های فازی و روش‌های ترکیبی واستفاده از MADM[۱۲] برای پیش انتخاب اعضاء نیز می‌تواند مؤثر باشد. استراتژی تعداد بهینه ماژول‌ها و زیرسیستم‌های محصول را نیز می‌توان در مدل گنجاند. همچنین می‌توان متغیرها و پارامترهای دیگری مانند زمان، مراحل طراحی و هزینه کل را در نظر گرفت. چون مسئله NP-HARD است، استفاده از الگوریتم‌های دقیق دیگر همچون آزادسازی لاگرانژ و تجزیه بندرز و الگوریتم‌های فراابتکاری پیشنهاد می‌شود. مدل‌سازی یک مسئله زنجیره تأمین چند دوره‌ای چند محصولی حلقه بسته نیز پیشنهاد می‌شود.

پیوست ۱ نمادگذاری مدل

اندیس‌ها، پارامترها و متغیرها

اندیس‌ها		
I	I ∈ { 1, 2, , i } =is U es	نامزدهای تیمسازی (تأمین‌کننده)
M	M ∈ { 1, 2, , m }	ماژول‌های محصول
C	C ∈ { 1, 2, , c }	مشتریان
S	S ∈ { 1, 2, , s }	مهارت‌ها
پارامترها		
Gij	Positive	وزن رابطه بین هر جفت تأمین‌کننده i و j
Nm	Positive integer	تعداد تأمین‌کنندگان اصلی برای هر ماژول m
Omc	Positive integer	ظرفیت (تقاضا یا سفارش موردنیاز مشتری c برای ماژول m
Capmi	Positive integer	ظرفیت موجود هر تأمین‌کننده i برای ماژول m
Kss	Positive	حداقل تعداد مهارت برای تأمین‌کنندگان اصلی
Sasi	Binary	اگر تأمین‌کننده i مهارت موجود s را داشته باشد ۱ است، در غیر این صورت صفر است
Psms	Binary	برابر ۱ است اگر مهارت s برای ماژول m مورد نیاز باشد و در غیر این صورت صفر است
Sksi	Integer	سطح مهارت s برای تأمین‌کننده i 0≤sksi ≤5
Nm	Positive integer	تعداد تأمین‌کنندگان موردنیاز به عنوان تأمین‌کنندگان اصلی برای هر ماژول m
Qi	0≤qi≤1	احتمال قابل اعتماد بودن تأمین‌کننده i اگر ۱ باشد تامین کننده قابل اعتماد و قابل اطمینان است. اگر ۰ باشد تامین کننده غیر قابل اعتماد است. اگربین ۰و ۱ باشد درجه قابل اعتمادبودن تأمین‌کنندهi است.
Sign(qi)	1 0	If 0<qi≤1 If qi =0
Yi {$^{1}_{0}$	Yi =ymmi+ ybmi Positive integer	مجموعه و تعداد تأمین‌کنندگان اصلی و پشتیبان منتخب. اگر تأمین‌کننده i برای تأمین‌کننده اصلی یا شبکه پشتیبان انتخاب شود، برابر با یک و در غیر این صورت برابر با صفر است. Otherwise
YMmi{$^{1}_{0}$	Binary	اگر تأمین‌کننده i برای ماژول m به عنوان تأمین‌کنندگان اصلی انتخاب شود Otherwise
YBmi{$^{1}_{0}$	Binary	اگر تأمین‌کننده i برای ماژول m به عنوان تأمین‌کنندگان پشتیبان انتخاب شود Otherwise
RMmij{$^{1}_{0}$	Binary	اگر رابطه‌ای بین دو تأمین‌کننده با انواع اصلی وجود داشته باشد برابر ۱ است Otherwise
RMbij{$^{1}_{0}$	Binary	اگر رابطه‌ای بین یک عضو تأمین‌کننده اصلی و یک عضو تأمین‌کننده پشتیبان وجود داشته باشد برابر ۱ است. Otherwise
Rbbij{$^{1}_{0}$	Binary	اگر رابطه‌ای بین دو تأمین‌کننده پشتیبان وجود داشته باشد برابر ۱ استOtherwise
SYMmi	Positive	سهم ظرفیت تأمین‌کننده اصلی i برای ماژول m
SYBmi	Positive	سهم ظرفیت تأمین‌کننده پشتیبان i برای ماژول m
AYMmi	Positive	Aymmi مقدار سفارش ماژول m تخصیص‌یافته به تأمین‌کننده اصلی i را نشان می‌دهد
AYBmi	Positive	Aybmi مقدار سفارش ماژول m تخصیص‌یافته به تأمین‌کننده پشتیبان i را نشان می‌دهد

پانوشت‌ها

(TF) [۱]Team formation

(MOSMINLP)[۲] multi-objective stochastic mixed-integer nonlinear programming

(AUGMECON2)[۳] augmented epsilon constraint

(MCDM)[۴] multi-criteria decision-making

FIS[۵] Fuzzy Inferrence System

SNA[۶] Social Network Analysis

MILP[۷] Mixed Integer linear programming

FAHP[۸] Fuzzy analytic hierarchy process

MBTI[۹] *Myers–Briggs Type Indicator*

MOPSO[۱۰] multiple objective particle swarm optimization

(DSM)[۱۱] Design Structure Matrix

MADM[۱۲] multiple-attribute decision-making

منابع (References)

1. Zhao, H.Y., et al., *Multi-Objective Optimization for Football Team Member Selection.* Ieee Access, 2021. **9**: p. 90475-90487.
2. Dwivedi, P., V. Chaturvedi, and J.K. Vashist, *Efficient team formation from pool of talent: comparing AHP-LP and TOPSIS-LP approach.* JOURNAL OF ENTERPRISE INFORMATION MANAGEMENT, 2020. **33**(5): p. 1293-1318.
3. Tavana, M., et al., *A fuzzy inference system with application to player selection and team formation in multi-player sports.* Sport Management Review, 2013. **16**(1): p. 97-110.
4. Qader, M.A., et al., *A methodology for football players selection problem based on multi-*

18. Selvarajah, K., et al., *A unified framework for effective team formation in social networks.* EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS, 2021. **177**.
19. Kereri, J.O. and C.M. Harper, *Social Networks and Construction Teams: Literature Review.* Journal of Construction Engineering and Management, 2019. **145**(4): p. 10.
20. M. Fathian and M. Saei Shahi, "a new optimization model for team formation problem considering experts' collaboration network," Sharif Journal of Industrial Engineering & Management, vol. 34.1, no. 1.2, pp. 37-42, 2018, doi: 10.24200/j65.2018.5603.(In Persian)
21. Mahmudinejad, E., et al., *Multi-objective modeling for Member Selection of Cross-functional Teams.* Journal of Production and Operations Management, 2018. **9**(2): p. 99-113.
22. Zhao, J., R. Zhou, and X.L. Jin, *Gauss Pseudospectral Method Applied to Multi-Objective Spacecraft Trajectory Optimization.* JOURNAL OF COMPUTATIONAL AND THEORETICAL NANOSCIENCE, 2014. **11**(10): p. 2242-2246.
23. Lin, Y.S., Y.C. Chang, and C.P. Chu, *Novel Approach to Facilitating Tradeoff Multi-Objective Grouping Optimization.* IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES, 2016. **9**(2): p. 107-119.
24. Subbaraj, S., R. Thiagarajan, and M. Rengaraj, *Multi-objective league championship algorithm for real-time task scheduling.* NEURAL COMPUTING & APPLICATIONS, 2020. **32**(9): p. 5093-5104.
25. Das, G.S., et al., *A set partitioning based goal programming model for the team formation problem.* INTERNATIONAL TRANSACTIONS IN OPERATIONAL RESEARCH, 2022. **29**(1): p. 301-322.
26. Kargar, M. and A. An, *Discovering top-k teams of experts with/without a leader in social networks*, in *Proceedings of the 20th ACM international conference on Information and knowledge management - CIKM '11*. 2011, ACM Press.
27. Wi, H., et al., *A team formation model based on knowledge and collaboration.* Expert Systems with Applications, 2009. **36**(5): p. 9121-9134.
28. Easton, G.S. and E.D. Rosenzweig, *Team leader experience in improvement teams: A social networks perspective.* Journal of Operations Management, 2015. **37**(1): p. 13-30.
29. Son, W. and S. Lee, *Integrating fuzzy-set theory into technology roadmap development to support decision-making.* Technology Analysis & Strategic Management, 2018. **31**(4): p. 447-461.
measurements criteria analysis. Measurement, 2017. **111**: p. 38-50.
5. Budak, G., et al., *New mathematical models for team formation of sports clubs before the match.* Central European Journal of Operations Research, 2019. **27**(1): p. 93-109.
6. Ahmed, F., K. Deb, and A. Jindal, *Multi-objective optimization and decision making approaches to cricket team selection.* APPLIED SOFT COMPUTING, 2013. **13**(1): p. 402-414.
7. Zeng, Y., et al., *Team Composition in PES2018 Using Submodular Function Optimization.* IEEE Access, 2019. **7**: p. 76194-76202.
8. Chen, X., et al., *A two-stage method for member selection of emergency medical service.* JOURNAL OF COMBINATORIAL OPTIMIZATION, 2015. **30**(4): p. 871-891.
9. Rahmanniyay, F., A.J. Yu, and J. Seif, *A multi-objective multi-stage stochastic model for project team formation under uncertainty in time requirements.* COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING, 2019. **132**: p. 153-165.
10. Hosseini, S.M. and P. Akhavan, *A model for project team formation in complex engineering projects under uncertainty A knowledge-sharing approach.* KYBERNETES, 2017. **46**(7): p. 1131-1157.
11. Zhang, L.Y. and X. Zhang, *Multi-objective team formation optimization for new product development.* COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING, 2013. **64**(3): p. 804-811.
12. Costa, A., et al., *Team Formation in Software Engineering: A Systematic Mapping Study.* IEEE ACCESS, 2020. **8**: p. 145687-145712.
13. Jelić, S. and D. Ševerdija, *Government formation problem.* Central European Journal of Operations Research, 2018. **26**(3): p. 659-672.
14. Berktas, N. and H. Yaman, *A Branch-and-Bound Algorithm for Team Formation on Social Networks.* INFORMS JOURNAL ON COMPUTING, 2021. **33**(3): p. 1162-1176.
15. Fathian, M., M. Saei-Shahi, and A. Makui, *A New Optimization Model for Reliable Team Formation Problem Considering Experts' Collaboration Network.* IEEE Transactions on Engineering Management, 2017. **64**(4): p. 586-593.
16. Yu, S., et al., *Science of Scientific Team Science: A survey.* Computer Science Review, 2019. **31**: p. 72-83.
17. Baykasoglu, A., T. Dereli, and S. Das, *PROJECT TEAM SELECTION USING FUZZY OPTIMIZATION APPROACH.* Cybernetics and Systems, 2007. **38**(2): p. 155-185.

30. D'Aniello, G., et al., *Knowledge-driven fuzzy consensus model for team formation.* Expert Systems with Applications, 2021. **184**: p. 115522.
31. Lappas, T., K. Liu, and E. Terzi, *Finding a team of experts in social networks*, in *Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining - KDD '09*. 2009, ACM Press.
32. Hosseini Sarkhosh, S.M., P. Akhavan, and M. Abbasi, *A MODEL FOR KNOWLEDGE-SHARING OPTIM IZATION IN A NEW PRODUCT DEVELOPMENT PROJE CT TEAM FORMATION.* Sharif Journal of Industrial Engineering & Management, 2018. **33.1**(2.2): p. 39-49.(In Persian)
33. Torre, D.L., et al., *Team Formation for Human-Artificial Intelligence Collaboration in the Workplace: A Goal Programming Model to Foster Organizational Change.* IEEE Transactions on Engineering Management, 2021: p. 1-11.
34. Wi, H., S. Oh, and M. Jung, *Virtual organization for open innovation: Semantic web based inter-organizational team formation.* Expert Systems with Applications, 2011. **38**(7): p. 8466-8476.
35. Amindoust, A., et al., *Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system.* Applied Soft Computing, 2012. **12**(6): p. 1668-1677.
36. Okhravi, A. and A. Shakibamanesh, *Provide the model of technology roadmapping for an advanced system.* Journal of Technology Development Management, 2019. **7**(1): p. 91-118.
37. Lan, L.T.H., et al., *A New Complex Fuzzy Inference System With Fuzzy Knowledge Graph and Extensions in Decision Making.* IEEE Access, 2020. **8**: p. 164899-164921.
38. Sajadiyan, S.M., et al., *Integration of MDM and Fuzzy Inference System in Designing, Creating, and Developing TRM for Systems.* Journal of Industrial Management Perspective, 2021. **11**(Issue 1, Spring 2021): p. 211-245.
39. Mavrotas, G. and K. Florios, *An improved version of the augmented ε-constraint method (AUGMECON2) for finding the exact pareto set in multi-objective integer programming problems.* Applied Mathematics and Computation, 2013. **219**(18): p. 9652-9669.