مهندسی صنایع و مدیریت شریف (تابستان ۱۴۰۳)
دوره‌ی ۴۰، شماره‌ی ۱، ص. ۷۹-۹۰ (پژوهشی)

Original Article

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

سید محمد سجادیان * **(استادیار)**
گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، ایران
رضا حسنوی (استاد)
مرتضی عباسی (استادیار)
گروه مهندسی صنایع، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

طراحی بهترین ترکیب تأمین‌کنندگان و مدل‌های بهینه‌سازی تیم‌سازی، همیشه یکی از تصمیم‌های مهم زنجیره تأمین است. با توجه به چالش‌ها و تهدیدهای روزافزون زنجیره‌های تأمین، بازطراحی شبکه تأمین‌کنندگان بر اساس رویکردهای ترکیبی بر پایه‌ی مدل‌های ریاضی و در نظرگرفتن پشتیبان و قابلیت اطمینان ضروری می‌باشد. برای حل مشکل، این مقاله یک رویکرد سه مرحله‌ای برای تیم‌سازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده قابل اعتماد، با تمرکز بر یک مدل چند هدفه که تئوری مجموعه‌های فازی و تحلیل شبکه را ادغام می‌کند، توسعه می‌دهد و 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 قابل اعتماد می‌پردازد. در پایان، از شاخص‌های مرکزیت تحلیل شبکه برای پیشنهاد رهبر(های) تیم استفاده و برای اعتبارسنجی مدل پیشنهادی و حل مسائل در مقیاس کوچک از روش محدودیت اپسیلون تقویت شده استفاده می‌شود. این رویکرد، با مطالعه عددی داده‌های واقعی دوربین الکترواپتیکال برای طراحی و انتخاب شبکه‌ای از تأمین‌کنندگان قابل اعتماد و تخصیص سفارش ارزیابی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که این رویکرد بر اساس تمامی مفروضات، شبکه تأمین‌کننده قابل اعتماد و تیم بهینه را در دو مجموعه پشتیبان و اصلی انتخاب 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.

sajadiyan@pnu.ac.ir
hosnavi@mut.ac.ir
mabbasi@mut.ac.ir

۱. مقدمه

تیم‌سازی (TF) [۱] هنوز یک عامل مهم موفقیت یا شکست کسب و کارها در یک شرکت، موسسه یا سازمان محسوب می‌شود. معیارها، پارامترها، رویکردها، روش‌ها و تکنیک‌های مختلف کمی و کیفی توسط مطالعات متعددی در تیم‌سازی تاکنون ارائه شده‌اند.

نزدیک شدن به مسائل دنیای واقعی و استفاده از پارامترها و متغیرهای جدید، باعث پیچیده‌تر شدن تیم‌سازی شده و هنوز هم مسئله تیم‌سازی ضروری است. تیم‌سازی به‌طورکلی یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) [۲] است. با این حال، هنوز روش‌های اعتبارسنجی، الگوریتم‌های کمی و بهینه‌سازی چندهدفه نیاز به توسعه دارند.[۱] این موضوع در زمینه‌های مختلف مانند شبکه زنجیره تأمین،[۲] ورزش،[۱و۳-۷] پزشکی،[۸] مدیریت پروژه،[۹] توسعه محصول جدید یا پیچیده، اشتراک

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۴۰۱/۶/۲۲، اصلاحیه ۱۴۰۱/۱۱/۳۰، پذیرش ۱۴۰۱/۱۲/۲۴.

استناد به این مقاله:
سجادیان، سید محمد، حسنوی، رضا، و عباسی، مرتضی، ۱۴۰۳. ارائه‌ی یک رویکرد ترکیبی تیم‌سازی برای طراحی شبکه تأمین‌کننده با لحاظ مدل چندهدفه، تئوری مجموعه فازی و تحلیل شبکه. مهندسی صنایع و مدیریت شریف، ۴۰(۱)، صص. ۷۹-۹۰. DOI:10.24200/J65.2023.55776.2307

دانش،[۱۰و۱۱] تیم‌های نرم‌افزاری،[۱۲] تشکیل دولت و دولت الکترونیک[۱۳] و شبکه‌های همکاری اجتماعی،[۱۴و۱۵] همکاری‌های علمی و پژوهشی[۱۶] و بسیاری موارد دیگر موردمطالعه پژوهشی و کاربردی قرار گرفته 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.[۱و۹و۱۵و۱۷و۱۸] در بررسی ادبیات ما، مرور ادبیات جامع تیم‌سازی کمتر ارائه شده است، از مقاله‌های مروری اخیر می‌توان به مقاله‌های یو و همکاران[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 کردند و تیم‌سازی را با استفاده از شبکه همکاری خبره به مهارت محور و ارتباط محور دسته‌بندی کرده و ۱۵ موضوع ضروری را در نظر گرفتند. 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 قابل توجهی 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، بنابراین، مطالعات کمی با بررسی کمی انجام شده است. همچنین، رویکرد و مدل‌سازی چندهدفه در مورد ترکیب تیم و تشکیل آن انجام شده است که در تحقیقات مهم و اخیر به آن اشاره شده است.[۱و۶-۱۱و۱۸و۲۱-۲۵]

برخی از محققان، یک رهبر تیم را برای مسئله‌ی تیم‌سازی انتخاب کرده‌اند[۲۶-۲۸] و برخی به قابلیت اطمینان و پشتیبان‌گیری در تیم‌سازی[۱۵] پرداخته‌اند. برخی از محققان نیز به اهمیت نسبی بین اعضاء پرداخته‌اند.[۲۹و۳۸]

به گفته دی آنیلو و همکاران،[۳۰] تیم‌سازی می‌تواند برای سازمان‌های کوچک از رویکرد تیمی دانش‌محور، رویکرد از بالا به پایین، رویکرد انتخاب شده 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 (FIS)[۳] 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 تأمین و نیز چالش‌های جدید همچون جنگ و پاندمی، لزوم بازطراحی شبکه تأمین‌کنندگان بر اساس رویکردهای ترکیبی بر پایه‌ی مدل‌های چند هدفه و درنظر گرفتن پشتیبان مناسب و قابل اعتماد بیش از پیش مورد نیاز است.

مهم‌ترین نوآوری‌های مطالعه ما عبارت‌اند از: اول، پیشنهاد یک رویکرد جدید براساس مدل بهینه‌سازی یکپارچه، FIS و SNA [۴] 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). در نهایت، 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 براساس تعداد همکاری‌های قبلی در نظر می‌گرفتند. در این تحقیق از استنتاج فازی برای محاسبه روابط دقیق بین اعضاء یا ماژول‌ها استفاده شده 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 FIS، MOSMINLP [۵] و SNA در سه فاز ارائه دهد. بخش‌های باقیمانده به‌شرح زیر است: در بخش دوم، مروری بر پیشینه پژوهش مربوطه را ارائه می‌شود. بخش سوم رویکرد و مدل پیشنهادی را فرموله کرده و 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. مروری بر پیشینه پژوهش

در این بخش، مطالعاتی را که در آنها از روش‌های چند هدفه برای TFP استفاده می‌شود، مرور می‌شود. در پایان این بخش، با توجه به یافته‌های حاصل از بررسی و مرور پیشینه پژوهش حاضر، با تبیین شکاف پژوهشی موجود و تاکید بر نیاز به مطالعه حاضر در قالب رویکرد پیشنهادی، نوآوری این مطالعه به‌طور شفاف مشخص می‌شود.

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 [۶] پیشنهادی آنها سه عامل اصلی را در نظرگرفت: 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 نرم‌افزارگمز حل کرد. نتایج آنها تائید کرد که مدل ارائه شده 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 می‌نماید و مرحله دوم، با یک FIS، ترکیب جایگزین بازیکنان منتخب را ارزیابی کرده و بهترین ترکیب‌ها را برای تیم‌سازی انتخاب می‌کند. احمد و همکاران[۶] رویکردی توسط NSGA-II برای بهینه‌سازی کل ضربات یک تیم و در نظرگرفتن 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 نظرگرفتن روابط و قابلیت‌های بین فردی فرموله کردند. برای پیشنهاد قابلیت‌ها، FAHP [۷] بهبودیافته را برای دقت ارزیابی و غلبه بر معایب استفاده از مقادیر دقیق، استفاده کردند. علاوه بر این، شاخص نوع مایرز ـ بریگز MBTI [۸] برای مدل‌سازی روابط بین فردی استفاده نمودند. او از یک مطالعه موردی واقعی برای نشان دادن کاربرد مدل و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات چند هدفه MOPSO[۹] برای حل و به‌دست 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 فرااِبتکاری 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 شرکت کننده 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 با اهمیت آماری تسهیل کند. حسینی و اخوان[۱۰و۲۳] یک مدل برنامه‌ریزی فازی ۰ ـ ۱ سه فازی برای تیم‌سازی در پروژه‌های پیچیده مهندسی ارائه کردند و آن را با NSGA-II حل نمودند.

محمودی‌نژاد و همکاران[۲۰] یک مدل برنامه‌ریزی چند هدفه 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 مورد بررسی قرار داد. 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 در نظر گرفتند. همچنین پیشنهاد بازیکن تیم را به یک مسئله بهینه‌سازی تبدیل نموده و از راه حل‌های مبتنی بر الگوریتم حریصانه استفاده کردند. آنها عملکرد روش خود را در بازی pes ۲۰۱۸ 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 پیشنهاد داده‌اند. سپس به اهمیت شاخص عاطفی در تیم‌سازی پرداختند. مدل آنها بر روی یک جدول معیار آزمایش شده 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 آرمانی GP 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 چند هدفه 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 در نظر می‌گیریم. بسیاری از تحقیقات قبلی در مسئله تیم‌سازی در تحقیقات عملیات مورد توجه قرار گرفته‌اند.[۱۷،۲۷و۳۴]

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 نظرگرفته شود. 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 داده شده 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)

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-بازیpes۲۰۱۸		✓			✓			Greedy lgorithm Submodular Function optimization			✓	✓	
تورہ، 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 آتینکالیدام [۲۵]	چند هدفه	تیم‌سازی					✓			Wgp-Lexicographic Set- partitioning			✓	✓	
رویکرد حاضر	چند هدفه	تیم‌سازی -شبکه تامین کنندگان	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	MOSMINLP Augmecon۲	✓		✓		✓

همچنان به‌عنوان تکنیک‌های قوی برای داده‌های نامشخص و دوره‌ای مورد توجه 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 SNA برای 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 گرفته شده است، با این وجود هیچ رویکرد عملی در ادبیات تیم‌سازی، که بر مدل‌سازی دقیق روابط بین کار تیمی تمرکز دارد، ارائه نشده است. بنابراین، چنین موضوعی در تحقیقات و کاربردها چندان مورد توجه قرار نگرفته است و به‌عنوان خلأ پژوهشی مطرح است. بررسی پیشینه پژوهشی مسئله تیم‌سازی نشان‌دهنده افزایش تحقیقات در مورد تیم‌سازی با رویکردهای جدید و ترکیبی است.

خلاصه مرور پیشینه پژوهش به همراه خلأها و یافته‌های تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود: تنها یک مطالعه با رابطه بین اعضاء (ارزش نسبی اهمیت) را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. از جدول ۱ می‌توان دریافت که فقط یک مقاله فتحیان و همکاران[۱۵] به بررسی تیم پشتیبان و قابلیت اطمینان تیم پرداخته است. همچنین، یک مقاله توسط توانا و همکاران[۳] از استنتاج فازی استفاده و رهبر تیم را انتخاب کرده است. به‌طورکلی، رویکردهای چند هدفه 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 متمرکز شده‌اند 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 می‌شود. بنابراین، هرچند چنین موضوعی در مسائل دنیای واقعی مطرح شده، به‌علت پیچیدگی در

مدل‌سازی چندان موردتوجه قرار نگرفته و به‌صورت 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 سه‌مرحله‌ای، متشکل از نظریه مجموعه فازی، مدل بهینه‌سازی و تحلیل شبکه برای تیم‌سازی و طراحی یک شبکه تأمین‌کننده پیشنهاد شده است. مدل پیشنهادی اولیه برای توسعه یک تیم قابل اعتماد 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 مرحله ۱، سیستم استنتاج فازی برای تعیین روابط دقیق بین تأمین‌کنندگان و بین ماژول‌ها با استفاده از تعریف درجه اهمیت نسبی، همچنین خوشه‌بندی برای تعیین تعداد بهینه ماژول‌ها استفاده می‌شود. در مرحله ۲، مدل ۳ هدفه فرموله شده و با روش محدودیت اپسیلون حل دقیق می‌گردد. در پایان این رویکرد در مرحله ۳، از شاخص‌های مرکزیت برای تعیین رهبر(ان) تیم‌ها استفاده خواهد شد.

ابتدا، در مرحله ۱، 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 [۱۰] 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 ماژول‌ها 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 تأمین کنندگان را فرموله می‌نماید.

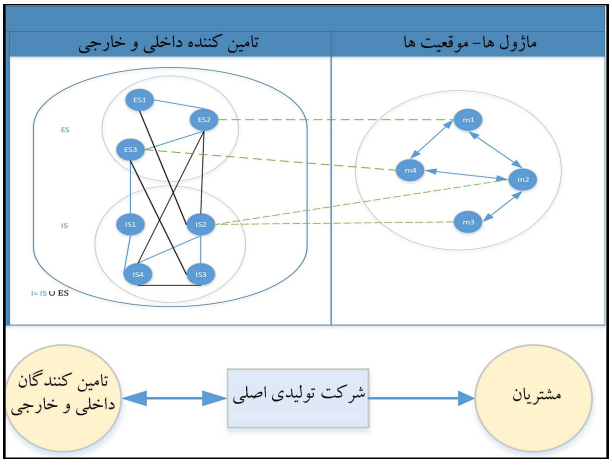
سوم، مرحله ۳ رهبر(ها) را با استفاده از شاخص‌های مرکزیت SNA از بهترین تیم‌های اصلی و پشتیبان به‌دست آمده از مرحله دو انتخاب می‌کند. شکل ۱ مراحل رویکرد پیشنهادی را نشان می‌دهد.

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 a برابر $m(c)$ و $m(s)$ باشد، $m(R1)$ p است.

قانون ۲: اگرz برابر $m(c)$ و $m(l)$ باشد، m(R2) p است. مجموعه‌های فازی هر متغیر عبارت‌اند از m(R2)،m(R1)، m(l)، m(s)، m(c) 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، درحالی که متغیر خروجی R اهمیت نسبی پیوند R است و رابطه شامل سه حالت: بالا،

شکل ۱. مراحل رویکرد پیشنهادی.



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

متوسط و پایین خواهد بود. سپس؛ برای هر عضو، دو قانون برای تجزیه و تحلیل اهمیت نسبی استفاده می‌شود. در نهایت از یک عملیات min-max ارائه‌شده توسط ممدانی برای محاسبه مقدار خروجی به روش COG و DSM و Gij ایجاد شده 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 داده شده است.

در مرحله ۳ برای تحلیل شبکه از شاخص‌های مرکزیت استفاده خواهد شد.

شاخص‌های مرکزیت از سنجه‌های مهم خرد تحلیل شبکه‌ها هستند. این شاخص‌ها، اهمیت و تاثیرگذاری و عملکرد هر یک از گره‌های شبکه را بررسی می‌کنند. از بهترین شاخص‌های مرکزیت، مرکزیت رتبه، بینابینی، نزدیکی و بردار ویژه است. مرکزیت رتبه بیشتر نشان می‌دهد که آن گره (فرد یا تأمین‌کننده) با افراد بیشتری ارتباط برقرارکرده و موثرتراست. مرکزیت نزدیکی نشان دهنده فاصله گره با گره‌های دیگر در شبکه است و نشان می‌دهد گره‌های با نزدیکی بالا، چون میانجی کمتری وجود دارد، جریان و انتقال اطلاعات سریع تر انجام می‌شود. لذا، می‌توان مشخص کرد آن گره در چه فاصله‌ای بو صورت متوسط از همه گره‌ها قرار دارد. مرکزیت بینابینی، کوتاه‌ترین مسیری که یک گره میان دیگر زوج گره‌ها در شبکه می‌تواند قرار بگیرد را بررسی می‌کند. لذا مقدار تاثیر گذاری و حیاتی بودن گره را بررسی می‌نماید. لذا برتری هر گره براساس میزان ارتباطی است که با سایر گره‌ها برقرار کرده و به‌عنوان 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 گره‌های دارای نمره بیشتر، باعث مشارکت بالاتر این گره‌ها به نسبت با پیوند به گره‌های با نمره کمتر است. لذا بر این اساس گره‌هایی که با گره‌های دیگر ارتباط دارند از ارزش یکسانی برخوردار نمی‌باشند و گره‌هایی مهم تراند که با گره‌های موثر تر شبکه ارتباط دارند. لذا گره‌هایی که به واسطه بر قراری ارتباط با گره‌های با اهمیت شبکه قوی شده اند را نشان می‌دهد. برای نحوه محاسبه و فرمول شاخص‌های 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 is و اعضاء خارجی es که $i = iS \cup es$ است؛ ۲. در تیم اصلی؛ تعداد اعضاء مورد نیاز برای هر ماژول با Nm در 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 قبلاً مشخص شده است و توسط خوشه‌بندی DSM تعداد ماژول‌ها به‌دست 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، بااین حال، چندین ماژول را می‌توان به یک عضو اختصاص داد؛ ۷. شبکه اعضاء به دودسته اصلی M و پشتیبان B تقسیم می‌شود.

۲.۳. مدل ریاضی

این بخش مدل مورد استفاده 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.

$$MAXZ۱ = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J}(G_{ij} * (RMM_{ij} + RMB_{ij} + RBB_{ij})) \quad (۱)$$

$$MAXZ۲ = \sum_{i\in I}\sum_{m\in M}\sum_{s\in S}(SK_{si} * YM_{mi}) \quad (۲)$$

$$MAXZ۳ = \sum_{i\in I}\sum_{m\in M}(Q_i * YM_{mi}) \quad (۳)$$

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

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

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

$$YMm۱i * YMm۲i \le ۰\forall m۱\delta m۲ \in M$$

$$i \in I\delta ord(m۱) = ord(m۲) \quad (۷)$$

$$۲ * RMM_{ij} \le sign(Q_i) * \sum_{m\in M} YM_{mi} + sign(Q_i)*$$

$$\sum_{i\in I} YM_{mi}\forall m \in M\delta i < j \quad (۸)$$

$$۲ * RMM_{ij} \le sign(Q_i) * \sum_{m\in M} YM_{mi} + sign(Q_i)*$$

$$\sum_{i\in I} YB_{mi}\forall m \in M\delta i < j \quad (۹)$$

$$۲ * RMM_{ij} \le sign(Q_i) * \sum_{m\in M} YB_{mi} + sign(Q_i)*$$

$$\sum_{i\in I} YB_{mi}\forall m \in M\delta i < j \quad (۱۰)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

محدودیت ۴ تضمین می‌کند که برای هر ماژول m، بسته به نیاز شرکت، باید حتماً تعداد Nm تأمین‌کننده تعیین و تعداد تأمین‌کننده برای هر ماژول مشخص شود و همچنین، 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 rmb، rmm و rbb را می‌توان برای روابط در نظر گرفت. روابط بین دو عضو اصلی؛ اصلی با پشتیبان و پشتیبان با پشتیبان.

محدودیت‌های ۸ ـ ۱۰ برای این سه رابطه تعریف شده است. در طراحی شبکه اعضاء؛ حداقل تعداد مورد نیاز اعضاء برای هر مهارت مورد نیاز است. محدودیت ۱۱ این محدودیت را در نظر گرفته است. محدودیت ۱۲ اعضاء غیر ماهر را برای طراحی شبکه حذف می‌کند. مهارت‌های مورد نیاز 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 به‌دلیل 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 مثلاً 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. به‌دلیل محدودیت ۱۷، مقدار کل سفارش تخصیص داده شده 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

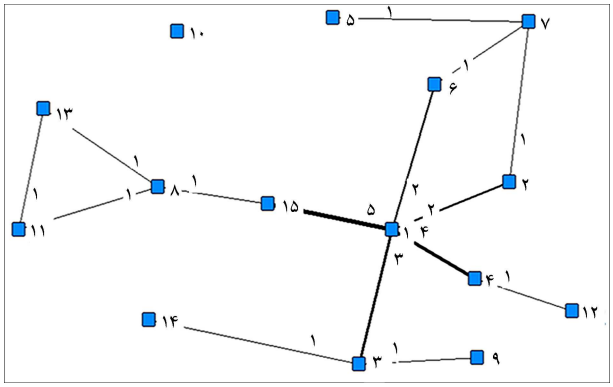
روش محدودیت ـ اپسیلون تقویت شده ۳، توسط ماوروتاس و فلوریوس[۳۹] به‌عنوان الگوریتم حل دقیق برای یافتن راه‌حل‌های بهینه سراسری برای مسائل با اندازه کوچک استفاده می‌شود. یکی از روش‌های متداول حل دقیق مسائل چندهدفه، روش محدودیت اپسیلون تقویت شده است. بنابراین، مقدار بهینه اهداف مانند روش لکسیکوگراف مجزا حساب می‌شود و نتایج جدول داد و ستد ایجاد می‌شود، 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 هدف‌ها هدف اصلی در نظر گرفته شده و دیگر اهداف در محدودیت‌ها قرار می‌گیرند. سپس مدل در تکرارهای متوالی حل شده و در هر تکرار مقادیر سمت راست اهداف موجود در محدودیت‌ها افزایش می‌یابد تا در پایان، جواب‌های غیر مسلط تعیین می‌شود .ب مراحل کامل این روش در مقاله ماورتاز و فلوریس تشریح شده است.[۳۹]

۴. نتایج (مطالعه موردی و اعتبار سنجی رویکرد)

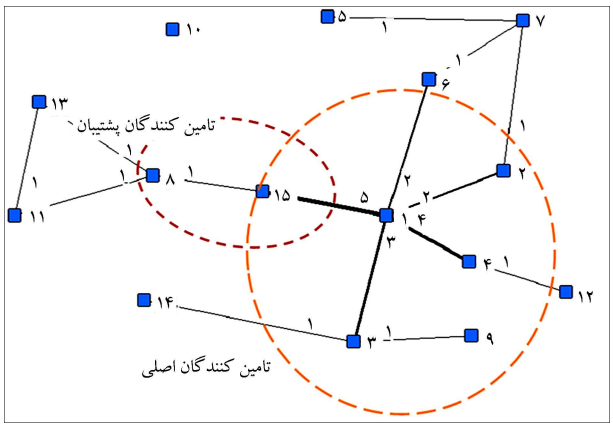
در این بخش، برای اعتبارسنجی رویکرد و مدل از یک دوربین الکترواپتیکال استفاده می‌شود. لذا، این پیاده‌سازی برای ارزیابی عملکرد، در دنیای واقعی است. ما مدل را با استفاده از روش محدودیت اپسیلون بهبودیافته و نرم‌افزارگمز برای حل مسئله‌ی اندازه کوچک اعتبار سنجی می‌کنیم. پس از آن مدل برروی مجموعه داده‌ها با استفاده از حل‌کننده غیر خطی کوئینه در نرم‌افزار GAMS/۲۴٫۱٫۲/win۶۴ برروی 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 داده شده است. این مطالعه موردی برای نشان دادن توانایی مدل برای حل مسائل واقعی ارائه شده 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 به‌دست آمده از این تحقیق برروی 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 طراحی شده‌اند، از جمله کاربر، تصویرگر حرارتی، دوربین تلویزیون، مانیتور و واحد کنترل. دوربین از آنجایی انتخاب شد که از نظر 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 و ۵ توضیح داده شده است.

۱. مجموعه داده:

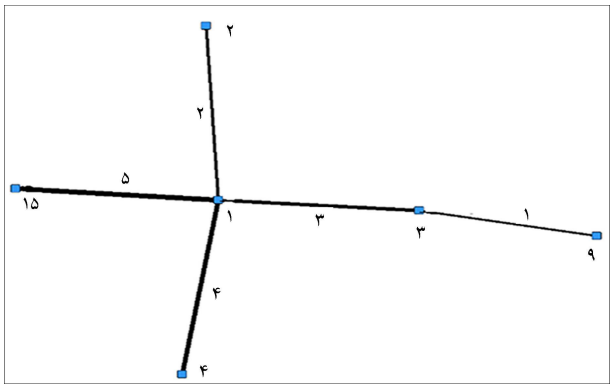
مجموعه‌ای متشکل از ۱۵ تأمین‌کننده (ده تأمین‌کننده داخلی و پنج تأمین‌کننده خارجی) با دو قابلیت در نظر گرفته شد که هر تأمین‌کننده دارای قابلیت ۱، قابلیت ۲ و هر دو قابلیت ۱ و ۲ یا بدون قابلیت بود. برخی از این تأمین‌کنندگان



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



شکل ۴. بهترین شبکه و تیم تأمین‌کنندگان اصلی و پشتیبان قابل اعتماد.



شکل ۵. بهترین تیم اصلی.

درگذشته باهم کارکرده‌اند. این شبکه‌های همکاری در شکل ۴ توسط لبه‌ها و گره‌ها نشان داده شده است.

۲. نتایج محاسباتی:

پس از حل مدل، مطمئن‌ترین شبکه تأمین‌کننده محاسبه شد. مقایسه نتایج مدل با وضعیت فعلی تفاوت معنی‌داری را نشان داد. زیرا قبلاً 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

۴ ماژول	۴	۳	۲	۱
۲ مهارت	S.۱	S.۱	S.۱ S.۲	S.۱
۶ تامین کننده اصلی	۴	۳	۹ ۲	۱ ۱۵
۲ تامین کننده پشتیبان	۱۵	۱۵	۱۵	۸

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

جدول ۲. شاخص‌های SNA برای انتخاب رهبر(ان).

شماره گره	درجه		مرکزیت		
	ورودی	خروجی	بینابی	نزدیکی	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

نشان داده شده است. مطابق نتایج شکل ۶ تیم نهایی تأمین‌کنندگان اصلی و پشتیبان $\mathrm{yI} = [۱, ۲, ۳, ۴, ۸, ۹, ۱۵]$ به‌دست آمد. همچنین تیم اصلی، $\mathrm{ym} = [۱, ۲, ۳, ۴, ۹, ۱۵]$ و تیم پشتیبان $yb = [۸, ۱۵]$ محاسبه گردید. از شکل ۵ که نتایج تحلیل شبکه را نشان می‌دهد، می‌توان تأمین‌کنندگان ۱ و ۳ را براساس ترتیب مقدار شاخص‌های مرکزیت به‌عنوان نامزد رهبر برای تیم تأمین‌کنندگان در نظر گرفت.

از جدول ۲ و نتایج به‌دست آمده می‌توان دریافت که براساس انواع شاخص‌های مرکزیت حاصل از تحلیل شبکه‌های اجتماعی، تأمین‌کننده یک به‌عنوان رهبر تیم یا مدیر انتخاب شده و سپس تأمین کننده سه انتخاب می‌شود.

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. از جدول ۳ می توان دریافت که ماژول ۱ به تأمین‌کننده ۱ به‌عنوان تیم اصلی با مقدار تخصیص ۶ اختصاص یافت، همچنین تأمین‌کننده ۸ ، پشتیبان ماژول ۱ در تیم پشتیبان می‌باشد. نتایج رویکرد و مدل را نشان می‌دهد.

از جدول ۴ می‌توان تضاد و تعارض بین اهداف را دریافت. مثلاً اهداف Z۱ و Z۳ یا Z۲ و Z۳ با یکدیگر در تضاد می‌باشند.

۵. کاربردهای مدیریتی

در این قسمت بهبود تیم‌سازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده براساس داده‌های واقعی ارائه شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها از اسناد و کارشناسان شرکت استفاده

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

Solution	Leader	Z۳	Z۲	Z۱	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 ۱ Supplier ۴	۱۹	۵,۹	۱۵	Aym (۱،۱)=۶ Aym (۱،۱۵)=۲ Aym (۲،۲)=۱ Aym (۲,)۹=۱ Aym(۳،۳)=۱ Aym (۴,)۴=۳	Sym (۱،۱)=۱,۳ Sym (۲،۹)=۱ Sym (۳،۳)=۱ Sym (۴،۴)=۱	Rmm(۱،۲)=۱ Rmm(۱،۳)=۱ Rmm(۱،۴)=۱ Rmm(۱،۱۵)=۱ Rmm(۳،۹)=۱	Ym(۱،۸)=۱ ym(۲،۱۵)=۱ ym(۳،۱۵)=۱ ym(۴،۱۵)=۱	Ym(۱،۱)=۱ Ym(۱،۱۵)=۱ Ym(۲،۲)=۱ Ym(۲،۹)=۱ Ym(۳،۳)=۱ ym(۴،۴)=۱	[۱ ۲ ۳ ۴ ۸ ۹ ۱۵]	۲	۴	۱۵

جدول ۴. خروجی جدول توازن از روش محدودیت اپسیلون تقویت شده.

جدول توازن PAYOFF TABLE	Z۱	Z۲	Z۳
Z۱	۱۵	۵٫۹	۱۹
Z۲	۷	۶	۲۳
Z۳	۹	۵٫۹	۲۴

شده 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. به‌عبارت دیگر انتخاب تأمین‌کنندگان براساس سابقه و روابط بوده و از روش علمی و کمی برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده نشده 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 تأمین کننده بود که می‌توان به انتخاب تأمین کننده شماره یک و پانزده اشاره کرد. همچنین قبلا تأمین‌کننده‌ای به‌عنوان رهبر، هماهنگ کننده و تأمین‌کننده اصلی تأمین‌کنندگان انتخاب نمی‌گردید. و 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. به این ترتیب 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 براساس نظر مدیران و خبرگان انجام می‌گردید، درخواست طراحی نرم‌افزاری 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. جمع‌آوری سوابق همکاری و مهارت‌های تأمین‌کنندگان نیز مورد استقبال مدیریت قرار گرفت.

۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک رویکرد ترکیبی سه مرحله‌ای برای تیم‌سازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده قابل اعتماد، با تمرکز بر مدل چند هدفه 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 تقویت شده برای اعتبارسنجی مدل و حل مسائل در مقیاس کوچک با راه‌حل‌های دقیق استفاده کردیم. این رویکرد با مطالعه عددی داده‌های واقعی دوربین الکترواپتیکال، برای تیم‌سازی و طراحی و انتخاب شبکه‌ای از تأمین‌کنندگان قابل اعتماد و تخصیص سفارش ارزیابی شد. نتایج نشان داد که این رویکرد به‌دقت شبکه و تیم بهینه را از نظر 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 پشتیبان‌گیری مناسب را برای اعضاء اصلی محاسبه نموده و رهبر تیم

جدول ۵. نمادگذاری مدل.

اندیس‌ها		
I	$I \in \{۱, ۲, , i\} = is\,U\,es$	نامزدهای تیم‌سازی (تأمین‌کننده)
M	$M \in \{۱, ۲, m\}$	ماژول‌های محصول
C	$C \in \{۱, ۲, , c\}$	مشتریان
S	$S \in \{۱, ۲, , s\}$	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 $O < sksi \leq ۵$؛
Nm	Positive integer	تعداد تأمین‌کنندگان موردنیاز به عنوان تأمین‌کنندگان اصلی برای هر ماژول m
Qi	$O \leq qi \leq ۱$	احتمال قابل اعتماد بودن تأمین‌کننده i اگر ۱ باشد تأمین‌کننده قابل اعتماد و قابل اطمینان است. اگر ۰ باشد تأمین‌کننده غیر قابل اعتماد است. اگربین ۰ و ۱ باشد درجه قابل اعتمادبودن تأمین‌کننده i است.
$Sign(qi)$	۱ ۰	$If ۰ < qi \leq ۱$ $If qi = ۰$
متغیرها		
$Yi۱۰$	$Yi = ymmi + ybmi$ $Positive integer$	مجموعه و تعداد تأمین‌کنندگان اصلی و پشتیبان منتخب. اگر تأمین‌کننده i برای تأمین‌کننده اصلی یا شبکه پشتیبان
RMmij10	Binary	انتخاب شود، برابر با یک و در غیر این صورت برابر با صفر است. Otherwise اگر رابطه‌ای بین دو تأمین‌کننده با انواع اصلی وجود داشته باشد برابر ۱ است. Otherwise
$YMmi۱۰$	Binary	اگر تأمین‌کننده i برای ماژول m به عنوان تأمین‌کنندگان اصلی انتخاب شود Otherwise.
$YBmi۱۰$	Binary	اگر تأمین‌کننده i برای ماژول m به عنوان تأمین‌کنندگان پشتیبان انتخاب شود Otherwise.
$RMbij۱۰$	Binary	اگر رابطه‌ای بین یک عضو تأمین‌کننده اصلی و یک عضو تأمین‌کننده پشتیبان وجود داشته باشد برابر ۱ است. Otherwise
$Rbbij۱۰$	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.

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 نظرگرفتن هم‌زمان شبکه تأمین‌کننده، قابلیت اطمینان، FIS و SNA در تیم‌سازی است.

در مطالعات آتی استفاده از داده‌های فازی و روش‌های ترکیبی و استفاده از MADM [۱۱] 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 چنددوره‌ای چندمحصولی حلقه بسته نیز پیشنهاد می‌شود.

پانوشت‌ها

1. Team Formation (TF)
2. Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)
3. Fuzzy Inferrence System (FIS)
4. Social Network Analysis (SNA)
5. Multi-Objective Stochastic Mixed-Integer Nonlinear Programming (MOSMINLP)
6. Mixed Integer Linear Programming (MILP)
7. Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)
8. Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)
9. Multiple Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO)
10. Design Structure Matrix (DSM)
11. Multiple-Attribute Decision-Making (MADM)

منابع (References)

1. Zhao, H., Chen, H., Yu, S. and Chen, B., 2021. Multi-objective optimization for football team member selection. *IEEE Access*, *9*, pp.90475-90487. https://doi.org/10.1109/access.2021.3091185.
2. Dwivedi, P., Chaturvedi, V. and Vashist, J.K., 2020. Efficient team formation from pool of talent: Comparing AHP-LP and TOPSIS-LP approach. *Journal of Enterprise Information Management*, *33*, pp.1293-1318. https://doi.org/10.1108/jeim-09-2019-0283.
3. Tavana, M., Azizi, F., Azizi, F. and Behzadian, M., 2013. A fuzzy inference system with application to player selection and team formation in multiplayer sports. *Sport Management Review*, *16*, pp.97-110. https://doi.org/10.1016/j.smr.2012.06.002.
4. Qader, M.A., Zaidan, B.B., Zaidan, A.A., Ali, S.K., Kamaluddin, M.A. and Radzi, W.B., 2017. A methodology for football players selection problem based on multi-measurements criteria analysis. *Measurement*, *111*, pp.38-50. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.07.024.
5. Budak, G., Kara, İ., İç, Y.T. and Kasimbeyli, R., 2017. New mathematical models for team formation of sports clubs before the match. *Central European Journal of Operations Research*, *27*, pp.93-109. https://doi.org/10.1007/s10100-017-0491-x.
6. Ahmed, F., Deb, K. and Jindal, A., 2013. Multi-objective optimization and decision making approaches to cricket team selection. *Applied Soft Computing*, *13*, pp.402-414. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.07.031.
7. Zeng, Y., Shen, G., Chen, B. and Tang, J., 2019. Team composition in PES2018 using submodular function optimization. *IEEE Access*, *7*, pp.76194-76202. https://doi.org/10.1109/access.2019.2919447.
8. Chen, X., Fan, Z., Li, Z., Han, X., Zhang, X. and Jia, H., 2015. A two-stage method for member selection of emergency medical service. *Journal of Combinatorial Optimization*, *30*, pp.871-891. https://doi.org/10.1007/s10878-015-9856-z.
9. Rahmanniyay, F., Yu, A.J. and Seif, J., 2019. A multi-objective multi-stage stochastic model for project team formation under uncertainty in time requirements. *Computers & amp; Industrial Engineering*, *132*, pp.153-165. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.015.
10. Hosseini Sarkhosh, S., Akhavan, P. and Abbasi, M., 2018. A model for knowledge-sharing optimization in a new product development project team formation. *Sharif Journal of Industrial Engineering & Management*, *33*, pp.39-49. [In Persian]. https://doi.org/10.24200/J65.2018.5508.
11. Zhang, L. and Zhang, X., 2013. Multi-objective team formation optimization for new product development. *Computers & amp; Industrial Engineering*, *64*, pp.804-811. https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.12.015.
12. Costa, A., Ramos, F., Perkusich, M., Dantas, E., Dilorenzo, E., Chagas, F., Meireles, A., Albuquerque, D., Silva, L., Almeida, H. and Perkusich, A., 2020. Team formation in software engineering: A systematic mapping study. *IEEE Access*, *8*, pp.145687-145712. https://doi.org/10.1109/access.2020.3015017.
13. Jelić, S. and ševerdija, D., 2017. Government formation problem. *Central European Journal of Operations Research*, *26*, pp.659-672. https://doi.org/10.1007/s10100-017-0505-8.
14. Berktaş, N. and Yaman, H., 2021. A branch-and-bound algorithm for team formation on social networks. *INFORMS Journal on Computing*, *33*, pp.1162-1176. https://doi.org/10.1287/ijoc.2020.1000.
15. Fathian, M., Saei-Shahi, M. and Makui, A., 2017. A new optimization model for reliable team formation problem considering experts' collaboration network. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *64*, pp.586-593. https://doi.org/10.1109/tem.2017.2715825.
16. Yu, S., Bedru, H.D., Lee, I. and Xia, F., 2019. Science of scientific team science: A survey. *Computer Science Review*, *31*, pp.72-83. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2018.12.001.
17. Baykasoglu, A., Dereli, T. and Das, S., 2007. Project team selection using fuzzy optimization approach. *Cybernetics and Systems*, *38*, pp.155-185. https://doi.org/10.1080/01969720601139041.
18. Selvarajah, K., Zadeh, P.M., Kobti, Z., Palanichamy, Y. and Kargar, M., 2021. A unified framework for effective team formation in social networks. *Expert Systems with Applications*, *177*, 114886. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114886.
19. Kereri, J.O. and Harper, C.M., 2019. Social networks and construction teams: Literature review. *Journal of Construction Engineering and Management*, *145*, https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001628.
20. Fathian, M. and Saei Shahi, M. 2018. A new optimization model for team formation problem considering experts' collaboration network. *Sharif Journal of Industrial Engineering & Management*, *34.1*, pp.37-42. [In Persian]. https://doi.org/10.24200/j65.2018.5603.
21. Mahmudinejad, E., Azar, A., Rajabzadeh, A. and Rezaei Pandari, A., 2018. Multi-objective modeling for member selection of cross-functional teams. *Research in Production and Operations Management*, *9*, pp.99-113. [In Persian]. https://doi.org/10.22108/JPOM.2018.92501.0.
22. Zhao, J., Zhou, R. and Jin, X., 2014. Gauss pseudospectral method applied to multi-objective spacecraft trajectory optimization. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, *11*, 2242-2246. https://doi.org/10.1166/jctn.2014.3685.

23. Lin, Y.S., Chang, Y.C. and Chu, C.P., 2016. Novel approach to facilitating tradeoff multi-objective grouping optimization. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *9*, pp.107-119. https://doi.org/10.1109/tlt.2015.2471995.

24. Subbaraj, S., Thiagarajan, R. and Rengaraj, M., 2019. Multi-objective league championship algorithm for real-time task scheduling. *Neural Computing and Applications*, *32*, pp.5093-5104. https://doi.org/10.1007/s00521-018-3950-y.

25. Daş, G.S., Altinkaynak, B., Gocken, T. and Turker, A.K., 2021. A set partitioning based goal programming model for the team formation problem. *International Transactions in Operational Research*, *29*, pp.301-322. https://doi.org/10.1111/itor.13022.

26. Kargar, M. and An, A., 2011. Discovering top-k teams of experts with/without a leader in social networks. *Proceedings of the 20th ACM International Conference on Information and Knowledge Management*. ACM. https://doi.org/10.1145/2063576.2063718.

27. Wi, H., Oh, S., Mun, J. and Jung, M., 2009. A team formation model based on knowledge and collaboration. *Expert Systems with Applications*, *36*, pp.9121-9134. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.12.031.

28. Easton, G.S. and Rosenzweig, E.D., 2015. Team leader experience in improvement teams: A social networks perspective. *Journal of Operations Management*, *37*, pp.13-30. https://doi.org/10.1016/j.jom.2015.05.001.

29. Son, W. and Lee, S., 2018. Integrating fuzzy-set theory into technology roadmap development to support decision-making. *Technology Analysis & amp; Strategic Management*, *31*, pp.447-461. https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1522432.

30. D'ANIELLO, G., GAETA, M., LEPORE, M. and PERONE, M. 2021. Knowledge-driven fuzzy consensus model for team formation. *Expert Systems with Applications*, *184*, 115522. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115522.

31. Lappas, T., Liu, K. and Terzi, E., 2009. Finding a team of experts in social networks. *Proceedings of the 15th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. ACM. https://doi.org/10.1145/1557019.1557074.

32. Hosseini, S.M. and Akhavan, P., 2017. A model for project team formation in complex engineering projects under uncertainty. *Kybernetes*, *46*, pp.1131-1157. https://doi.org/10.1108/k-06-2015-0150.

33. La Torre, D., Colapinto, C., Durosini, I. and Triberti, S., 2023. Team Formation for human-artificial intelligence collaboration in the workplace: A Goal programming model to foster organizational change. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *70*, pp.1966-1976. https://doi.org/10.1109/tem.2021.3077195.

34. Wi, H., Oh, S. and Jung, M., 2011. Virtual organization for open innovation: Semantic web based inter-organizational team formation. *Expert Systems with Applications*, *38*, pp.8466-8476. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.044.

35. Amindoust, A., Ahmed, S., Saghafinia, A. and Bahreininejad, A., 2012. Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. *Applied Soft Computing*, *12*, pp.1668-1677. [In Persian]. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.01.023.

36. Okhravi, A. and Shakibamanesh, A., 2019. Provide the model of technology roadmapping for an advanced system. *Journal of Technology Development Management*, *7*, pp.91-118. [In Persian]. .https://doi.org/10.22104/JTDM.2019.2860.1966.

37. Hong Lan, L.T., Tuan, T.M., Ngan, T.T., Son, L.H., Giang, N.L., Nhu Ngoc, V.T. and Hai, P.V., 2020. A New complex fuzzy inference system with fuzzy knowledge graph and extensions in decision making. *IEEE Access*, *8*, pp.164899-164921. https://doi.org/10.1109/access.2020.3021097.

38. Sajadiyan, S.M., Hosnavi, R., Abbasi, M., Karbasian, M. and Karimi Gavareshki, M.H., 2021. Integration of MDM and fuzzy inference system in designing, creating, and developing TRM for systems. *Journal of Industrial Management Perspective*, *11*, pp.211-245. [In Persian]. https://doi.org/10.52547/jimp.11.1.211.

39. Mavrotas, G. and Florios, K., 2013. 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*, *219*, pp.9652-9669. https://doi.org/10.1016/j.amc.2013.03.002.