

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 حسینی (استاد)

مرتضی عباسی (استادیار)

گروه مهندسی صنایع، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

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

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 نظر گرفتن 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 اسپیلون تقویت شده استفاده می‌شود. این رویکرد، با مطالعه عددی داده‌های واقعی دوربین الکترواپتیکیال 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 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 قابل اعتماد 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

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 به‌طور کلی 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،^[۱] ورزش،^[۲-۷] پزشکی،^[۸] مدیریت پروژه،^[۹] توسعه محصول جدید یا پیچیده، اشتراک

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.

* نویسنده مسئول

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۲، اصلاحیه: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰، پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴

استناد به این مقاله:

سجادیان، سید محمد، حسینی، 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،^{[۱۱]۱۰} تیم‌های نرم‌افزاری،^[۱۲] تشکیل دولت و دولت الکترونیک^[۱۳] و شبکه‌های همکاری اجتماعی،^[۱۴] همکاری‌های علمی و پژوهشی^[۱۶] و بسیاری موارد دیگر مورد مطالعه 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 مورد نیاز توسعه داد.^[۱۵] بنابراین، تعداد زیادی از مطالعات در ادبیات مربوط به تیم‌سازی در حوزه تحقیق در عملیات بوده است.^[۱۷، ۱۸، ۱۹] 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 تجزیه و تحلیل 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^[۲۰] مدلی برای تیم‌سازی قابل اعتماد 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.^[۱، ۶، ۱۱، ۱۸، ۲۱، 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.^[۲۹، ۳۸] به گفته دی آیلو 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 قابل اعتماد، 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 در نظر گرفتن 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 و SNA^۴ دوم، تمرکز هم‌زمان مدل بر یک شبکه همکاری قابل اعتماد، 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 سوالات 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 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 تجزیه و تحلیل روابط و تاریخچه دقیق همکاری بین اعضاء را با منطق فازی در نظر بگیرد، همچنین رهبر تیم را با تجزیه و تحلیل 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 به شرح 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 تأکید 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

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 حریم‌ناهی استفاده کردند. آنها عملکرد روش خود را در بازی ۱۸ pes نشان دادند. نتایج استفاده رویکرد آنها نشان دهنده قدرت تیم و همچنین اثربخشی آن بود.

سلوواراجه 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. ژانو و همکاران^[۱۱] یک بهینه‌سازی چندهدفه را برای انتخاب اعضای 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^[۲۳] 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 اعضای 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.^[۲۷، ۲۴]

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 نظر گرفته 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 اعضای تیم و تأمین‌کنندگان استفاده می‌شود. فرآیند دقیق استنتاج فازی از نوع مدانی در آمین‌دوست و همکاران شرح داده شده است.^[۲۵]

اخروی و شکیبامنش^[۲۶] از استنتاج فازی برای نقشه راه سیستم پیشرفته استفاده کرده و روشی را ارائه کرده‌اند. FIS و سیستم‌های استنتاج فازی پیچیده (CFIS)

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^[۲۰، ۲۱] ارائه شد. مدل MILP^۶ 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 تأیید 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^[۲۱] 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^[۲۶] 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^۷ بهبودیافته را برای دقت ارزیابی و غلبه بر معایب استفاده از مقادیر دقیق، استفاده کردند. علاوه بر این، شاخص نوع مایرز - بریگر 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 جنبه پارتو استفاده کرد و نتایج کارایی و عملی بودن مدل پیشنهادی را تأیید 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 اعضا، اطلاعات فردی و زمان پاسخ خدمات فوریت‌های پزشکی، برای فرمول‌بندی یک مدل ۱۰-۱ سه هدفه در نظر گرفت. این مدل با الگوریتم فراابتکاری NSGA-II^{۱۰} 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 ناممکن فرموله کرد. او دو آزمایش انجام داد. اولی شامل تجزیه و تحلیل 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^[۲۳، ۱۰] یک مدل برنامه‌ریزی فازی ۰ - 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 اعضای 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

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

موضوع مسئله	روش حل		تجزیه و تحلیل رابطه بین اعضاء (ارزش نسبی اهمیت)	تیم پشتیبان	شبکه همکاری	استنتاج فازی	قابلیت اعتماد	ظرفیت	رهبر تیم	حوزه	رویکرد/ تکنیک/ روش/ چارچوب	نویسنده	
	دقیق	غیر دقیق											روش حل
	✓									تیم‌سازی ورزش	چند هدفه	احمد، و دلب [۶]	
✓		✓			✓					توسعه محصول جدید	چند هدفه	ژانگ و ژانگ [۱۱]	
✓						✓			✓	تیم‌سازی ورزش	رویکرد دومرحله‌ای	توانا، عزیززی [۳]	
	✓			✓					✓	فوریتهای پزشکی Met	چند هدفه	چن، فن [۸]	
	✓	✓			✓					آموزش- گروه‌بندی	رویکرد	لین، چانگ [۲۳]	
	✓			✓	✓		✓			مدیریت پروژه- تیم‌سازی	مدل تک هدفه	فتحیان، ساعی شاهی [۱۵]	
✓		✓			✓				✓	Npd توسعه محصول جدید- اشتراک دانش	چند هدفه	حسینی و اخوان [۳۲، ۱۰]	
			✓		✓	✓				مدیریت فناوری	رویکرد	سان و لی [۲۹]	
✓		✓			✓				✓	پروژه	چند هدفه	رحمانی، یو [۹]	
	✓	✓			✓				✓	ورزش- بازی ۲۰۱۸ pes	چند هدفه	ژانگ، شن [۷]	
	✓			✓						مدیریت منابع روانشناسی	چند هدفه	توره، کرالینتو [۳۳]	
✓		✓			✓				✓	تیم‌سازی	چند هدفه	ژائو، چن [۱]	
✓		✓			✓				✓	تیم‌سازی	چند هدفه	سلوارجا، زاده [۱۸]	
	✓	✓			✓					تیم‌سازی	چند هدفه	دس و آئی‌کالیپام [۲۵]	
✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	تیم‌سازی- شبکه تامین کنندگان	چند هدفه	رویکرد حاضر	

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

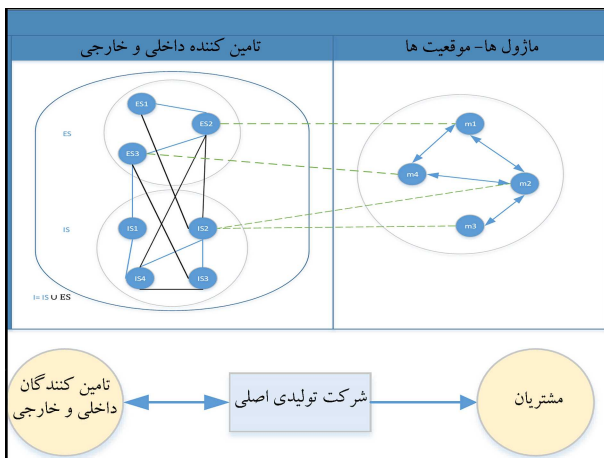
همچنان به‌عنوان تکنیک‌های قوی برای داده‌های نامشخص و دوره‌ای مورد توجه و استفاده قرار می‌گیرند.^[۳۷]

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.



شکل ۱. مراحل رویکرد پیشنهادی.



شکل ۲. ساختار شبکه تأمین کننده (واگذاری ماژول به تأمین کنندگان).

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

گام ۲ مرحله ۱ بر تعیین اهمیت نسبی پیوندهای بین اعضا و بر روابط بین اعضا تمرکز می کند. برای درک مسئله، ساختار شبکه تأمین کننده و تخصیص در شکل ۲ نشان داده شده است.

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

مدل سازی چندان مورد توجه قرار نگرفته و به صورت مستقل به آن پرداخته شده است. لذا به عنوان خلأ پژوهشی و کاربرد در این زمینه مورد نیاز است. این مشاهدات جدید بودن این مطالعه را برجسته می کند.

۳. بیان مسئله و رویکرد پیشنهادی

در این مطالعه، یک رویکرد سه مرحله ای، متشکل از نظریه مجموعه فازی، مدل بهینه سازی و تحلیل شبکه برای تیم سازی و طراحی یک شبکه تأمین کننده پیشنهاد شده است. مدل پیشنهادی اولیه برای توسعه یک تیم قابل اعتماد به عنوان یک شبکه همکاری تأمین کننده، مقاله ای در مورد مسئله تیم سازی توسط فتحیان و همکاران [۱۵] است و برای استفاده از استنتاج فازی برای محاسبه مقدار دقیق رابطه بین هر جفت ماژول و تأمین کننده، مقاله های سان و لی [۲۹] و سجادیان و همکاران [۳۸] است.

در این رویکرد در مرحله ۱، سیستم استنتاج فازی برای تعیین روابط دقیق بین تأمین کنندگان و بین ماژول ها با استفاده از تعریف درجه اهمیت نسبی، همچنین خوشه بندی برای تعیین تعداد بهینه ماژول ها استفاده می شود. در مرحله ۲، مدل ۳ هدفه فرموله شده و با روش محدودیت افسابون حل دقیق می گردد. در پایان این رویکرد در مرحله ۳، از شاخص های مرکزیت برای تعیین رهبر(ان) تیم ها استفاده خواهد شد. ابتدا، در مرحله ۱، نامزدها را از میان مجموعه ای از اعضا (متخصص یا تأمین کننده) برای تیم سازی انتخاب می کنیم و موقعیت هایی را برای اعضا تیم تعیین می کنیم که ماژول های محصول (زیر سیستم ها) را در نظر می گیریم. ما روابط تأمین کنندگان را به عنوان ماتریس و ماتریس ساختار طراحی DSM^{۱۵} را برای اجزای محصول ایجاد می کنیم. سپس کارگاه خبره و سیستم استنتاج فازی برای تحلیل روابط و محاسبه مقدار دقیق رابطه بین هر جفت تأمین کنندگان و بین هر جفت ماژول، با محاسبه اهمیت نسبی استفاده می شود. در پایان مرحله ۱؛ ماتریس نهایی DSM خوشه بندی شده و تعداد بهینه ماژول ها مشخص می شود، همچنین ماتریس دقیق روابط بین اعضا یا تأمین کنندگان با شاخص اهمیت نسبی ایجاد می شود. در مرحله ۲ متغیرها، معیارها و پارامترها را انتخاب کرده و مدل ریاضی بهینه سازی را فرموله و حل می کنیم. این مدل یک مدل برنامه ریزی غیرخطی اعداد صحیح مختلط تصادفی چندهدفه MOSMINLP است. این مدل تیم پشتیبان، قابلیت ها (مهارت، دانش)، ظرفیت، تخصیص سفارش و شبکه های همکاری قابل اعتماد و روابط دقیق بین تأمین کنندگان را فرموله می نماید.

سوم، مرحله ۳ رهبر(ها) را با استفاده از شاخص های مرکزیت SNA از بهترین تیم های اصلی و پشتیبان به دست آمده از مرحله دو انتخاب می کند. شکل ۱ مراحل رویکرد پیشنهادی را نشان می دهد.

برای استفاده از گام ۲ مرحله ۱ استنتاج فازی، ابتدا بین دو عضوی که در کارگاه های کارشناسان ارتباطات وجود دارد. درجه اهمیت با دو قاعده بر اساس مقاله سون و لی [۲۹] سنجیده می شود:

قانون ۱: اگر a برابر $m(c)$ و $m(s)$ باشد، $m(R1)$ باشد، p است.

قانون ۲: اگر a برابر $m(c)$ و $m(l)$ باشد، p $m(R2)$ است. مجموعه های فازی هر متغیر عبارتند از $m(R1), m(R2), m(l), m(s), m(c)$ درجه اهمیت دو عضو (ماژول یا تأمین کننده) (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،

$$MAXZ \setminus = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (G_{ij} * (RMM_{ij} + RMB_{ij} + RBB_{ij})) \quad (1)$$

$$MAXZ \uparrow = \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \sum_{s \in S} (SK_{si} * YM_{mi}) \quad (2)$$

$$MAXZ \uparrow = \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} (Q_i * YM_{mi}) \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} YM_{mi} = N(m) \forall m \in M \quad (4)$$

$$0 \leq \sum_{i \in I} YM_{mi} \leq \uparrow \forall m \in M \quad (5)$$

$$Y_i \leq \sum_{m \in M} YM_{mi} + \sum_{i \in I} YB_{mi} \forall i \in I \quad (6)$$

$$YM_{m \setminus i} * YM_{m \uparrow i} \leq 0 \forall m \setminus \delta m \uparrow \in M \quad (7)$$

$$i \in I \delta ord(m \setminus) = ord(m \uparrow) \quad (7)$$

$$\uparrow * RMM_{ij} \leq sign(Q_i) * \sum_{m \in M} YM_{mi} + sign(Q_i) * \sum_{i \in I} YM_{mi} \forall m \in M \delta i < j \quad (8)$$

$$\uparrow * RMM_{ij} \leq sign(Q_i) * \sum_{m \in M} YM_{mi} + sign(Q_i) * \sum_{i \in I} YB_{mi} \forall m \in M \delta i < j \quad (9)$$

$$\uparrow * RMM_{ij} \leq sign(Q_i) * \sum_{m \in M} YB_{mi} + sign(Q_i) * \sum_{i \in I} YB_{mi} \forall m \in M \delta i < j \quad (9)$$

$$\uparrow * RMM_{ij} \leq sign(Q_i) * \sum_{m \in M} YB_{mi} + sign(Q_i) * \sum_{i \in I} YB_{mi} \forall m \in M \delta i < j \quad (9)$$

$$\sum_{i \in I} YB_{mi} \forall m \in M \delta i < j \quad (10)$$

$$K_s \leq \sum_{i \in I} SA_{si} * Y_i \forall s \in S \quad (11)$$

$$Y_i \leq \sum_{s \in S} SA_{si} \forall i \in I \quad (12)$$

$$PS_{ms} \leq \sum_{i \in I} SA_{si} * YM_{mi} \forall s \in S \forall m \in M \quad (13)$$

$$PS_{ms} \leq \sum_{i \in I} SA_{si} * YB_{mi} \forall s \in S \forall m \in M \quad (14)$$

$$\sum_{i \in I} (SYM_{mi} * YM_{mi} * CAP_{mi}) \geq O_{mc} \forall m \in M \forall c \in C \quad (15)$$

$$\sum_{i \in I} (SYB_{mi} * YM_{mi} * CAP_{mi}) \geq O_{mc} \forall m \in M \forall c \in C \quad (16)$$

$$\sum_{i \in I} (AYM_{mi} * YM_{mi}) \geq O_{mc} \forall m \in M \forall c \in C \quad (17)$$

$$\sum_{i \in I} (SYB_{mi} * YM_{mi}) \geq O_{mc} \forall m \in M \forall c \in C \quad (18)$$

$$YM_{mi} \leq CAP_{mi} \forall m \in M \forall i \in I \quad (19)$$

$$YB_{mi} \leq CAP_{mi} \forall m \in M \forall i \in I \quad (20)$$

$$AYM_{mi} * YM_{mi} \leq CAP_{mi} \forall m \in M \forall i \in I \quad (21)$$

$$AYB_{mi} * YM_{mi} \leq CAP_{mi} \forall m \in M \forall i \in I \quad (22)$$

$$YM_{mi} \leq Ceil(Q_i) \forall m \in M \forall i \in I \quad (23)$$

شاخص‌های مرکزیت از سنجه‌های مهم خرد تحلیل شبکه‌ها هستند. این شاخص‌ها، اهمیت و تأثیرگذاری 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 برقرار کرده و موثرتر است. 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 تأثیرگذاری 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 برقراری 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 اعضای تیم کاندید (تأمین‌کنندگان از اعضای داخلی is و اعضای خارجی es که $i = i \cup S \cup es$ است؛ ۲. در تیم اصلی؛ تعداد اعضای مورد نیاز برای هر ماژول با Nm در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند توسط شرکت انتخاب شود، برای تعداد اعضای 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 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، باین حال، چندین ماژول را می‌توان به یک عضو اختصاص داد؛ ۷. شبکه اعضای 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 اعضای را برای اعضای اصلی تیم به حداکثر می‌رساند.
تابع هدف ۲ دانش، مهارت یا سطح شایستگی اعضای تیم اصلی را به حداکثر می‌رساند.
تابع هدف ۳ یک تیم یا شبکه تأمین‌کننده قابل‌اعتماد با حداکثر سطح اطمینان را تشکیل می‌دهد.

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 ماورناتز 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 اسپیلون بهبود یافته و نرم‌افزار گمز برای حل مسئله‌ی اندازه کوچک اعتبار سنجی می‌کنیم. پس از آن مدل بر روی مجموعه داده‌ها با استفاده از حل‌کننده غیر خطی کوئینه در نرم‌افزار GAMS/۲۴/۱/۲/win۶۴ بر روی رایانه شخصی با سی پی یو دو هسته، ۲/۶ گیگاهرتز و ۴ گیگابایت رم اجرا شد و نتایج اجرای مدل ارائه شده است. الف. مطالعه موردی در دنیای واقعی کاربرد دوربین الکترواپتیکال (مسئله در مقیاس کوچک) مدل با استفاده از یک مطالعه موردی دوربین الکترواپتیکال 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 بر روی سپاری 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 به دست آمده از این تحقیق بر روی یک دوربین الکترواپتیکال در صنعت مهندسی پیاده‌سازی شد. نتایج در اختیار طراحان و مهندسان قرار گرفت. سیستم‌های نظارت الکترواپتیکال، 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 به توالی مونتاژ به‌عنوان ماژول دسته‌بندی و گروه‌بندی شد و در صورت حساب مواد برای نمایش مستقیم در DSM مستند شد. این دوربین مجهز به موتور فوکوس زوم متغیر و نمایشگر حرارتی با کیفیت است که یکی از ویژگی‌های سیستم مانیتورینگ الکترواپتیکال است که توسط واحد مرکزی کنترل می‌شود و همچنین مجهز به دوربین‌های مرئی می‌باشد. داده‌های مدل از نظر 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

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 ، 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 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 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 تعریف شده است. بنابراین اگر متغیر AYM برابر با یک باشد؛ عضو باید کل ظرفیت را اختصاص دهد و اگر کمتر از یک 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. به دلیل 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 تخصیص یافته به اعضاء اصلی، از فراتر رفتن ظرفیت موجود اعضاء و محدودیت ۲۲ برای اعضاء پشتیبان جلوگیری می‌کند. محدودیت ۲۳ اعضاء غیرقابل اعتماد را برای تیم اصلی حذف می‌کند.

۳.۳. روش حل

روش محدودیت - اسپیلون تقویت شده ۳، توسط ماورناتز و فلوریس^[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 اسپیلون 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 هر کدام تعیین و به

۱	۲	۳	۴	۴ ماژول
S.1	S.1,8,2	S.1	S.1	۲ مهارت
				۶ تأمین کننده اصلی
				۲ تأمین کننده پشتیبان

شکل ۶. تأمین‌کنندگان قابل‌اعتماد با قابلیت‌ها و مهارت‌ها و موقعیت اصلی و پشتیبان.

جدول ۲. شاخص‌های SNA برای انتخاب رهبران.

شماره گره	درجه		مرکزیت		
	ورودی	خروجی	بینایی	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 $YI = [1, 2, 3, 4, 8, 9, 15]$ به دست آمد. همچنین تیم اصلی، $Ym = [1, 2, 3, 4, 9, 15]$ و تیم پشتیبان $Yb = [8, 15]$ 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.

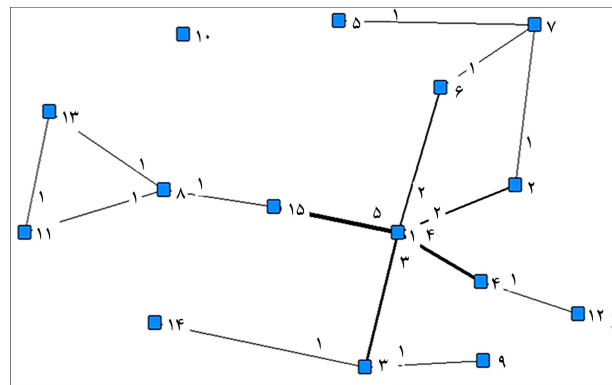
از جدول ۲ و نتایج به دست آمده می‌توان دریافت که براساس انواع شاخص‌های مرکزیت حاصل از تحلیل شبکه‌های اجتماعی، تأمین‌کننده یک به‌عنوان رهبر تیم یا مدیر انتخاب شده و سپس تأمین‌کننده سه انتخاب می‌شود.

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 می‌توان 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.

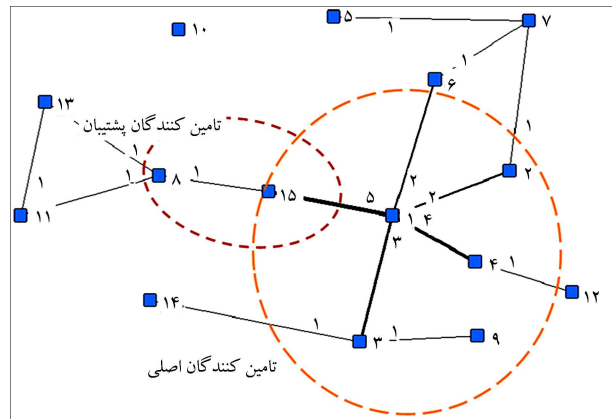
از جدول ۴ می‌توان تضاد و تعارض بین اهداف را دریافت. مثلاً اهداف $Z1$ و $Z3$ یا $Z2$ و $Z3$ با یکدیگر در تضاد می‌باشند.

۵. کاربردهای مدیریتی

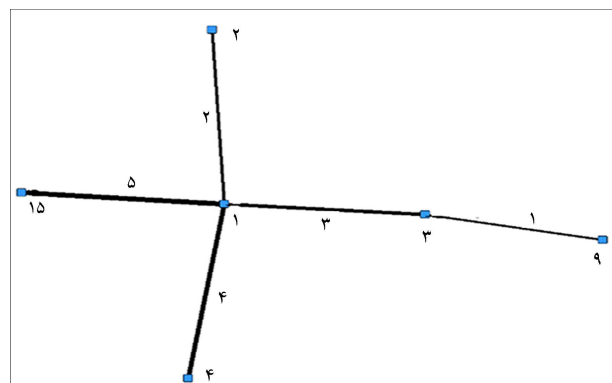
در این قسمت بهبود تیم‌سازی و طراحی شبکه تأمین‌کننده براساس داده‌های واقعی ارائه شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها از اسناد و کارشناسان شرکت استفاده



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.

در گذشته باهم کار کرده‌اند. 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 اسیلون 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

جدول ۳. نتایج رویکرد (بهترین شبکه تأمین کننده و تیم قابل اعتماد، تخصیص سفارش و رهبران).

I	M	S	Yi	YMmi	YBmi	RMMij	SYMmi	AYMmi	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Leader	Solution
تعداد تأمین کننده	تعداد ماژول	تعداد مهارت ماژول	تیم اصلی و پشتیبان	تخصیص ماژول m به تأمین کننده اصلی i	تخصیص ماژول m به تأمین کننده پشتیبان a	ارتباطات بین تأمین کنندگان	سهام ظرفیت تأمین کننده	تخصیص سفارش	هدف ۱	هدف ۲	هدف ۳	رهبران	روش حل
۱۵	۴	۲	[۱۲ ۳۴۸ ۹۱۵]	Ym(۱,۱)=۱ Ym(۱,۱۵)=۱ Ym(۲,۲)=۱ Ym(۲,۹)=۱ Ym(۳,۳)=۱ ym(۴,۴)=۱	Ym(۱,۸)=۱ ym(۲,۱۵)=۱ ym(۳,۱۵)=۱ ym(۴,۱۵)=۱	Rmm(۱,۲)=۱ Rmm(۱,۳)=۱ Rmm(۱,۴)=۱ Rmm(۱,۱۵)=۱ Rmm(۳,۹)=۱	Sym(۱,۱)=۱,۳ Sym(۲,۹)=۱ Sym(۳,۳)=۱ Sym(۴,۴)=۱	Aym(۱,۱)=۶ Aym(۱,۱۵)=۲ Aym(۲,۲)=۱ Aym(۲,۹)=۱ Aym(۳,۳)=۱ Aym(۴,۴)=۳	۱۵	۵,۹	۱۹	Supplier ۱ Supplier ۲	Augmented epsilon constraint

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

جدول توازن		
Z ₃	Z ₂	Z ₁
۱۹	۵,۹	۱۵
۲۳	۶	۷
۲۴	۵,۹	۹

۶. نتیجه گیری

در این مقاله، یک رویکرد ترکیبی سه مرحله‌ای برای تیم‌سازی و طراحی شبکه تأمین کننده 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 قابل اعتماد و شبکه تأمین کننده با حداکثر سطح قابلیت اطمینان، به حداکثر رساندن وزن شبکه همکاری و به حداکثر رساندن سطح دانش اعضاء اصلی (تأمین کنندگان) به طور 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 به دقت در نظر گرفت. همچنین از معیارهای مرکزیت تحلیل شبکه اجتماعی برای پیشنهاد رهبر(های) تیم استفاده شد. ما از روش محدودیت اِپسیلون تقویت شده برای اعتبارسنجی مدل و حل مسائل در مقیاس کوچک با راه حل‌های دقیق استفاده کردیم. این رویکرد با مطالعه عددی داده‌های واقعی الکترواپتیکال، برای تیم‌سازی و طراحی و انتخاب شبکه‌ای از تأمین کنندگان قابل اعتماد و تخصیص سفارش ارزیابی شد. نتایج نشان داد که این رویکرد به دقت شبکه و تیم بهینه را از نظر تمامی مفروضات انتخاب کرده و رهبران(ان) تیم را با انواع معیارهای مرکزیت پیشنهاد می‌کند.

هدف این مقاله، پیشنهاد رویکردی بود که به طور هم‌زمان اهداف متضاد همکاری بین تأمین کنندگان و قابلیت اطمینان شبکه‌ای از تأمین کنندگان را بررسی کند. علاوه بر این، مدل پشتیبان‌گیری مناسب را برای اعضاء اصلی محاسبه نموده و رهبر تیم

شده است. بر اساس نظر تصمیم‌گیران، قبل از اجرای رویکرد، تنها تأمین کنندگان با بیشترین مشارکت و سابقه در پروژه‌های قبلی و یا بر اساس روابط، انتخاب می‌شدند. به عبارت دیگر انتخاب تأمین کنندگان بر اساس سابقه و روابط بوده و از روش علمی و کمی برای انتخاب تأمین کنندگان استفاده نشده است. با اجرای مدل، بهترین تأمین کنندگان 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 قبلاً تأمین کننده‌ای به عنوان رهبر، هماهنگ کننده و تأمین کننده اصلی تأمین کنندگان انتخاب نمی‌گردید. و پیشنهاد تعیین تأمین کننده‌ی رهبر، مورد تایید مدیران قرار 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 به موقع و خروج از پروژه در طول پروژه به دلیل انتخاب تأمین کننده نامعتبر، کاهش یافت و بهترین رهبران نیز انتخاب شد. تجزیه و تحلیل نتایج مدل تأثیر عملی بر هزینه و همکاری شرکت داشت. همچنین، مدیریت شرکت پس از مقایسه نتایج رویکرد پیشنهادی و وضع موجود که عمدتاً انتخاب بر اساس 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 تأمین کنندگان نیز مورد استقبال مدیریت قرار گرفت.

جدول ۵. نمادگذاری مدل.

اندیس‌ها	
I	$I \in \{1, 2, i\} = is U es$
M	$M \in \{1, 2, m\}$
C	$C \in \{1, 2, c\}$
S	$S \in \{1, 2, s\}$
نامزدهای تیم‌سازی (تأمین‌کننده)	
ماژول‌های محصول	
مشتریان	
مهارت‌ها	
وزن رابطه بین هر جفت تأمین‌کننده i و j	
تعداد تأمین‌کنندگان اصلی برای هر ماژول m :	
ظرفیت (تقاضا یا سفارش موردنیاز مشتری c برای ماژول m):	
ظرفیت موجود هر تأمین‌کننده i برای ماژول m :	
حداقل تعداد مهارت برای تأمین‌کنندگان اصلی	
اگر تأمین‌کننده i مهارت موجود s را داشته باشد ۱ است، در غیر این صورت صفر است؛	
برابر ۱ است اگر مهارت s برای ماژول m مورد نیاز باشد و در غیر این صورت صفر است؛	
سطح مهارت s برای تأمین‌کننده i $0 < s k s i \leq 5$:	
تعداد تأمین‌کنندگان موردنیاز به عنوان تأمین‌کنندگان اصلی برای هر ماژول m	
احتمال قابل اعتماد بودن تأمین‌کننده i	
اگر ۱ باشد تأمین‌کننده قابل اعتماد و قابل اطمینان است.	
اگر ۰ باشد تأمین‌کننده غیر قابل اعتماد است.	
اگر بین ۰ و ۱ باشد درجه قابل اعتماد بودن تأمین‌کننده i است.	
Q_i	$0 \leq q_i \leq 1$
$Sign(q_i)$	$\begin{cases} 1 & \text{if } q_i > 0 \\ 0 & \text{if } q_i = 0 \end{cases}$
متغیرها	
$Y_i \setminus$	$Y_i = y m m i + y b m i$
	<i>Positive integer</i>
	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
	اگر رابطه‌ای بین دو تأمین‌کننده با انواع اصلی وجود داشته باشد برابر ۱ است. Otherwise
	اگر تأمین‌کننده i برای ماژول m به عنوان تأمین‌کنندگان اصلی انتخاب شود Otherwise.
	اگر تأمین‌کننده i برای ماژول m به عنوان پشتیبان انتخاب شود Otherwise.
	اگر رابطه‌ای بین یک عضو تأمین‌کننده اصلی و یک عضو تأمین‌کننده پشتیبان وجود داشته باشد برابر ۱ است. Otherwise
	اگر رابطه‌ای بین دو تأمین‌کننده پشتیبان وجود داشته باشد برابر ۱ است. Otherwise.
	سهم ظرفیت تأمین‌کننده اصلی i برای ماژول m
	سهم ظرفیت تأمین‌کننده پشتیبان i برای ماژول m
	$A y m m i$ مقدار سفارش ماژول m تخصیص یافته به تأمین‌کننده اصلی i را نشان می‌دهد.
	$A y b m i$ مقدار سفارش ماژول m تخصیص یافته به تأمین‌کننده پشتیبان i را نشان می‌دهد.

را پیشنهاد دهد. نتایج تجربی تأیید کرد که مدل ارائه شده می‌تواند به طور مؤثر یک شبکه تأمین‌کننده قابل اعتماد طراحی کند و سفارش بهینه را تخصیص دهد. یکی از مزایای مدل ما در نظر گرفتن هم‌زمان شبکه تأمین‌کننده، قابلیت اطمینان، و FIS 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

بهبینه ماژول‌ها و زیرسیستم‌های محصول را نیز می‌توان در مدل گنجانده. 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.

پانویسها

1. Team Formation (TF)
2. Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)
3. Fuzzy Inference 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 multi-player 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., İc, 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 & 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 & 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](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 & 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 Shakibamaneh, 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>.