مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال شانزدهم، شماره چهارم (پیاپی ۶۳)، زمستان ۹۸، ص ص ۱۶۶-۱۳۳
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری در پرتفوی پروژه‌های توسعه فناوری؛ مبتنی بر تحلیل معیارهای موفقیت با استفاده از شبکه عصبی فازی و MADM

محمدعلی افشارکاظمی[۱]، رضا احتشام رائی[۲]، حامد صوفی[۳]، محمد صادق بهروز[۴*]

۱- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، دانشکده مدیریت، تهران، ایران

۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، گروه مدیریت صنعتی، قزوین، ایران

۳- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۴- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

رسید مقاله: ۱۱ آذر ۱۳۹۶

پذیرش مقاله: ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

پروژه توسعه فناوری از نوع پروژه‌های سرمایه‌گذاری بوده و بر این اساس شناسایی شاخص‌های عملکردی و برنامه‌ریزی جهت سرمایه‌گذاری صحیح حایز اهمیت است. هدف از انجام این پژوهش توسعه شاخص‌های موفقیت پرتفوی، تحلیل دقیق از اثرات شاخص‌ها بر یکدیگر و دست‌یابی به الگوی صحیح جهت سرمایه‌گذاری است. در همین راستا یکی از سازمان‌های حمایت از پروژه‌های توسعه فناوری صنایع دفاع و ۹ شرکت زیرمجموعه آن مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش، معیارهای موفقیتِ پروژه‌های توسعه فناوری با رویکردی جدید از نقطه نظر تمایز پروژه، طرح و پرتفوی شناسایی و دسته‌بندی شده، اهمیت آن‌ها از طریق آزمون‌های آماری مورد سنجش قرار گرفته و رابطه‌ی بین معیارهای موفقیت در هر یک از سطوح پروژه، طرح و پرتفوی، با استفاده از روش DEMATEL تجزیه و تحلیل شده است. در ادامه جهت دستیابی به برازش بهینه تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری، از الگوریتم ANFIS استفاده شده است. برای این منظور سناریوهای سرمایه‌گذاری مبتنی بر معیارها و اوزان آن‌ها تدوین و به‌عنوان ورودی شبکه در نظر گرفته شده و در نهایت بر اساس ۹ نمونه از ۷ پروژه توسعه فناوری، با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و با روش‌های خوشه‌بندی Grid Partitioning، FCM و Subtractive تابع مطلوبیت سرمایه‌گذاری ترسیم گردید. از نتایج این پژوهش می‌توان به شناسایی و دسته‌بندی معیارهای موفقیت پروژه‌های توسعه فناوری و مشخص شدن تأثیرگذارترین، تأثیرپذیرترین و پراهمیت‌ترین معیارها در هر یک از گروه‌های پروژه، طرح و پرتفوی اشاره نمود. همچنین نحوه اثرگذاری و ارتباط معیارهای موفقیت با یکدیگر از طریق نمودارهای "نقشه ارتباط شبکه" ارایه گردیده و نتایج سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی، تابع مطلوبیت سرمایه‌گذاری را به عنوان معیاری برای تصمیم‌گیری در پروژه‌ها ارایه می‌کند که این متدلوژی قابل تعمیم به طرح و پورتفوی نیز می‌باشد.

کلمات کلیدی: معیارهای موفقیت پرتفوی، تصمیم‌گیری چندشاخصه، پروژه توسعه فناوری، شبکه عصبی فازی تطبیقی، خوشه‌بندی، سرمایه‌گذاری.

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: sadeqbehruz@ut.ac.ir

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

۱ مقدمه

با توجه به متفاوت بودن ماهیت و نوع مدیریت فعالیت‌های سازمانی در پروژه، طرح و پرتفوی، ارزیابی موفقیت هر یک از این موارد نیز در برهه‌های زمانی متفاوت بر اساس معیارهای مختص به خود صورت می‌پذیرد؛ لذا اهمیت بررسی معیارهای موفقیت براساس تمایز هر یک از این مفاهیم بر کسی پوشیده نیست. با بررسی مطالعات پیشین، می‌توان به عدم توجه مطالعات صورت گرفته در خصوص شناسایی معیارهای موفقیت از نقطه نظر تمایز میان مفاهیم پروژه، طرح و پرتفوی اشاره کرد. در حقیقت اهمیت پرداختن به معیارهای موفقیت، مبنایی برای ارزیابی می‌باشد و می‌توان با استفاده از آن‌ها میزان موفقیت را در این سطوح مورد سنجش قرار داد. با توجه به تخمین موفقیت براساس شناسایی صحیح معیارهای موفقیت و یافتن ارتباط داخلی بین آن‌ها، درمدیریت پروژه، طرح و پرتفوی، می‌توان شرایطی را ایجاد نمود که تحقق اهداف بیش از پیش تضمین گردد و از پرداختن به معیارهایی که اهمیت چندانی ندارند، پرهیز کرد. اساساً پروژه توسعه فناوری از نوع پروژه‌های سرمایه‌گذاری بوده و بر این اساس شناسایی شاخص‌های عملکردی جهت سرمایه‌گذاری صحیح حایز اهمیت است. در یک بازه زمانی طولانی مدت موفقیت پروژه با معیارهای زمان، بودجه و قابلیت تحویل یا کیفیت مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. امروزه با مروری بر مطالعات این دوره، نویسندگان بر این توافقند که در اغلب مطالعات اولیه، فرض برآن است که اگر زمان تکمیل پروژه از موعدش فراتر رود، یا مخارج متجاوز از بودجه یا درآمد گردد، عدم رضایت معیارهای عملکرد از پیش تعیین شده، اتفاق افتاده و پروژه با شکست مواجه می‌شود. همچنین علاوه بر معیارهای زمان، هزینه، کیفیت و تکنیک مدیریت پروژه، شاخص‌ها و مؤلفه‌های دیگری نیز وجود دارد که موفقیت و شکست پروژه را تحت الشعاع قرار می‌دهد. از سوی دیگر برآورد دقیق از نتایج حاصل از سرمایه‌گذاری‌ها در پروژه‌های توسعه فناوری مقوله‌ای است که برنامه‌ریزی برای سرمایه‌گذاری در پروژه، طرح یا پرتفو را تحت تأثیر قرارداده و تعیین‌کننده است؛ لذا دستیابی به پیش‌بینی‌ها، توابع تصمیم‌یار و برازش‌های بهینه با استفاده از داده‌های قبلی و یا انجام مطالعات تطبیقی در این زمینه حایز اهمیت می‌باشد که اگر بر اساس ورودی-ها و داده‌های دقیق صورت گیرد دقت برآورد بیش‌تر و میزان خطا کم‌تر خواهد بود. این توابع مطلوبیت معیاری خواهند بود برای تصمیم‌گیری‌های بعدی در پروژه‌های توسعه فناوری و انجام برنامه‌ریزی‌های مورد نیاز جهت سرمایه‌گذاری در این حوزه؛ بنابراین اولاً تبیین مفاهیم پروژه، طرح و پرتفوی و سپس شناسایی و دسته‌بندی ابعاد و معیارهای موفقیت پروژه، تحلیل روابط بین شاخص‌ها و در نهایت دست‌یابی به برازش بهینه جهت تسهیل تصمیم‌گیری و اقدامات بعدی در راستای دست‌یابی به موفقیت‌های بیش‌تر در پروژه‌های توسعه فناوری اهمیت دوچندان می‌یابد. در این پژوهش سعی برآن است تا در خصوص تکمیل معیارهای سنتی (هزینه، زمان و کیفیت) و شناسایی ابعاد و سایر معیارهای موفقیت، معیارهای مطرح شده توسط صاحب نظران، در این رابطه مورد بررسی قرار گیرند. همچنین با بیان تمایز میان مفاهیم پروژه، طرح و پرتفوی برخلاف مطالعات پیشین، دسته‌بندی جدیدی از معیارهای موفقیت ارایه گردیده و در نهایت نیز رابطه‌ی بین معیارهای شناسایی شده با استفاده از روش DEMATEL ارزیابی می‌شود. همچنین ایجاد الگوی مورد اطمینان و دارای اعتبار مبتنی بر معیارهای متقن و دقیق برای پیش‌بینی نتایج سرمایه‌گذاری در پروژه‌های توسعه فناوری، از موارد دیگری است که به عنوان یک دستاورد

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است. برای این منظور یکی از سازمان‌های حمایت از پروژه‌های توسعه فناوری صنایع دفاع و ۹ شرکت زیرمجموعه آن به عنوان مطالعه موردی جهت اجرای مراحل تحقیق در نظر گرفته شده است.

۲ پیشینه پژوهش

نیاز صنعت غرب و تأسیسات ارتش برای برنامه‌ریزی، زمان‌بندی و کنترل پروژه‌های پیچیده؛ موجب ارایه سیستم مدیریت پروژه گردید. اصلی‌ترین تمرکز شیوه‌های مدیریت پروژه، پژوهش و پیشرفت می‌باشد. بخشی از این پیشرفت، ادراک موفقیت پروژه، معیارها و فاکتورهای موفقیت است. بر اساس مطالعه‌ی باکارنی در سال ۱۹۹۹ هیچ تفسیر ثابتی از اصطلاح «موفقیت پروژه» تعریف نشده است. تعیین چگونگی تعریف موفقیت، برای یک پروژه درراستای پایه‌گذاری روش‌های مناسب جهت مدیریت چرخه‌ی حیات پروژه و همچنین برای گزینش تکنیک‌های اندازه‌گیری مناسب، ضروری به نظر می‌رسد [۱].

۲-۱ معیارهای موفقیت

حدود ۵۰ سال قبل اویسن سه معیارِ هزینه، زمان و کیفیت را به عنوان معیارهای مهم موفقیت پروژه‌ها معرفی کرد و موفقیت یک پروژه را براساس آن‌ها بیان نمود. در حقیقت این سه معیار شاید شرط لازم برای موفقیت یک پروژه محسوب گردند؛ اما قطعاً شرط کافی برای تحقق موفقیت پروژه نخواهند بود؛ لذا آغاز روند رو به رشد پژوهش‌های عمیق‌تر در تعریف موفقیت پروژه در مطالعات انجام شده در سال‌های ۱۹۸۰تا اواخر دهه‌ی نود دیده می‌شود. «معیارهای موفقیت» گام کلیدی برای درکِ اهمیت «عوامل موفقیت» است. معیارهای موفقیت پروژه، مجموعه‌ای از اصول یا استانداردهایی می‌باشند که پروژه می‌تواند توسط آن‌ها مورد قضاوت واقع شود. از سوی دیگر عوامل موفقیت پروژه، شرایط یا تأثیراتی می‌باشند که در نتایج پروژه یا همان معیارها تأثیرگذارند و می‌توانند موفقیت پروژه را تسهیل کرده و یا مانع از آن شوند به عبارت دیگر آن‌ها در موفقیت و یا شکست پروژه سهیم هستند؛ ولی مبنای قضاوت نمی‌باشند [۲]. وسترولد برقراری ارتباط بین عوامل بحرانی موفقیت و معیارهای موفقیت را هم درحوزه‌ی تئوری و هم در حوزه‌ی عمل ضروری می‌داند. وی در مطالعه‌ی خود با شناسایی ۶ گروه معیار موفقیت و ۶ گروه عامل موفقیت، ارتباط بین عوامل موفقیت و معیارهای موفقیت را در قالب مدل تعالی کیفیت مشخص گردانیده است. در این مدل عوامل بحرانی موفقیت در نقش توانمندسازها و معیارهای موفقیت در نقش نتایج معرفی شده‌اند. [۳] ترنر نیز در فصل سوم کتاب خود با اشاره به موضوع موفقیت پروژه، دو مفهوم معیارهای موفقیت و عوامل موفقیت را از یکدیگر متمایز ساخته و به بررسی آن پرداخته است [۴]. از نظر ترنر معیارهای موفقیت پروژه باید ابعاد گوناگون موفقیت پروژه را در برگیرد و همچنین جهت جامعیت معیارها، آن‌ها باید رضایت ذی‌نفعان مختلف را مورد توجه قرار دهند. وی ۷ معیار زیر را برای موفقیت پروژه بر شمرده است که عبارتند از: تسهیلات و محصولات بر طبق مشخصات درون بودجه و در زمان مقرر تولید شوند، پروژه فواید رضایت‌بخشی را برای مالک فراهم کند، پروژه به اهداف از پیش تعیین‌شده‌اش از نظر تولید محصول برسد، پروژه نیازهای تیم پروژه و حامیان را برطرف سازد، پروژه به اهداف تجاری تعیین‌شده‌ای برسد، پروژه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

نیازمندی‌های استفاده‌کنندگان را برطرف سازد، پروژه نیازمندی‌های ذی نفعان را برطرف کند. وی همچنین در مطالعات بعدی ۹ معیار موفقیت را نیز از دیدگاه ذی‌نفعان مختلف معرفی کرده و مشخص نموده است که ارزیابی موفقیت پروژه بر اساس این معیارها در چه برهه‌های زمانی قابل سنجش می‌باشد.کرزنر مفهوم موفقیت را در قالب معیارهای موفقیت از دیدگاه معیارهای بالغ و معیارهای نابالغ مورد توجه و ارزیابی قرار داده است، وی معیارهای نابالغ را در قالب معیارهای به موقع بودن، در داخل بودجه و طبق مشخصات بودن و معیارهای بالغ را به صورت کم‌ترین تغییرات محدوده پذیرفته شده، بدون تغییر در فرهنگ سازمانی و بدون آشفتگی در جریان کار مشتری معرفی می‌نماید [۵]. همچنین شنهار و همکاران چهار بعد عمده‌ی موفقیت شامل کارایی پروژه، تأثیر بر مشتری، موفقیت کسب و کار و بسترسازی برای آینده را شناسایی کردند. ایشان با استفاده از ادبیات موفقیت و مشاهدات خویش، فهرستی از ۱۴ معیار جهت ارزیابی تمامی پروژه‌های موفقیت با هدف آزمون رفتار این معیارها در تحلیل ثانویه خود در ارتباط با ۱۲۷ پروژه با حضور ۱۸۲ مدیر پروژه، تهیه نموده‌اند؛ لذا در تحلیل کمی آن‌ها یکی از سؤالات مطرح شده پیرامون رابطه‌ی بین معیارها می‌باشد که توسط ضریب همبستگی پیرسن، وجود و یا عدم وجود این رابطه مورد سنجش قرار گرفته است.[۶]. ایشان در ادامه‌ی تحقیقاتشان در سال‌های بعد با تمرکز بیش‌تر بر روی این ابعاد و مطرح نمودن بحث پویایی چارچوب ارزیابی موفقیت، ماهیت متغیر ارزیابی موفقیت را براساس رویکرد کوتاه مدت یا بلند مدت آن نشان می‌دهند [۷]. ون لئون هات در مقاله خود در سال ۲۰۱۳ نظر مدیران پروژه مشغول در پروژه‌های ساختمانی آلمان را در خصوص اهمیت معیارهای موفقیت پروژه بررسی کرده‌اند و آن‌ها را در سه دیدگاه مختلف دسته‌بندی کرده‌اند. سیلویوس و شیپر نیز در سال ۲۰۱۵ در مقاله خود، معیارهای موفقیت پروژه و ابعاد مختلف پایداری را شناسایی و دسته‌بندی نموده‌اند و با طراحی مدل مفهومی و پرسشنامه طیف لیکرت تأثیر ابعاد مختلف پایداری را بر روی دستیابی به معیارهای موفقیت پروژه بررسی کرده‌اند. در همین راستا مطالعات احمد و همکاران در سال ۲۰۱۵ به شناسایی، دسته‌بندی و تحلیل معیارهای موفقیت پروژه‌های ساخت بیمارستان مربوط می‌شود. برسانتی و کاروالهو نیز در همین زمان به بررسی تأثیر بلوغ مدیریت پروژه و حمایت مدیریت ارشد بر روی معیارهای کارایی موفقیت پروژه (زمان، هزینه، محدوده) پرداخته‌اند. کوپس و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مقاله‌ای ضمن شناسایی معیارهای موفقیت پروژه با استفاده از کیومتدولوژی، ادراک مدیران پروژه عمومی فعالی در کشورهای شمال غرب اروپا را بررسی کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از نتایج به‌دست آمده، ۴ دیدگاه مختلف را در مورد رتبه‌بندی و اهمیت معیارهای موفقیت پروژه بین پاسخ دهندگان شناسایی نموده‌اند که در هر دیدگاه برخی معیارها با اهمیت‌تر از برخی دیگر تشخیص داده شده‌اند. با توجه به بررسی مطالعات پیشین می‌توان دریافت در اکثر مطالعات بر عدم کفایت معیارهای سنتی شامل زمان، بودجه و اهداف عملکردی پروژه برای تضمین دستیابی به اهداف سازمانی تاکید شده است. امروزه موفقیت پروژه مفهومی چندبعدی است که با ابعاد فنی، اقتصادی، رفتاری، کسب و کار و استراتژیک مرتبط می باشد؛ لذا مدیران پروژه، طرح و پرتفوی باید قبل از اجرای هر پروژه‌ای معیارهای موفقیت مرتبط با هر یک از سطوح مذکور را تعیین و چارچوب خاصی برای دسته‌بندی مناسب معیارها در فازهای مختلف پروژه تعریف نمایند. با توجه به وجود تمایز میان معیارهای موفقیت و عوامل موفقیت، برخی از پژوهشگران به بررسی ارتباط عوامل موفقیت پروژه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

پرداخته‌اند. از آن جمله می‌توان به مقالات عمل نیک و همکاران، نیلاشی و همکاران و کارپاک و همکاران اشاره نمود [۸،۹،۱۰]. عمل‌نیک و همکاران در مقاله‌ی خود با شناسایی عوامل موفقیت پروژه های پیاده‌سازی ERP ، ارتباط میان معیارهای موفقیت را از طریق روش دیمتل بررسی کرده‌اند. نیلاشی و همکاران نیز عوامل موفقیت پروژه‌های ساخت و ساز را شناسایی نموده و با استفاده از روش دیمتل به تحلیل روابط مابین آن‌ها پرداخته‌اند. کارپاک و همکاران، ارتباط میان عوامل موفقیت سازمان‌های تولیدی کوچک را در روش ANP مورد توجه قرار داده‌اند. هر چند این مطالعات ارتباط میان عوامل موفقیت را مورد بررسی قرار داده‌اند؛ اما تعداد محدودی از تحقیقات انجام شده به بررسی ارتباط میان معیارهای موفقیت به صورت دقیق پرداخته‌اند و تنها در برخی مقالات این امر به صورت مفهومی و مختصر اشاره شده است.

۲-۲ تمایز معیارهای موفقیت پروژه، طرح و پرتفوی

پروژه‌های توسعه فناوری از نوع پروژه‌های سرمایه‌گذاری هستند. این پروژه‌ها، پروژه‌هایی هستند که منافعشان پس از بهره‌برداری از قلم قابل تحویل حاصل خواهد شد. به عبارت بهتر انتقال قلم قابل تحویل پروژه به واحدهای خدماتی سازمان (بهره‌بردار)، باعث تغییر ظرفیت کسب و کار خواهد شد. در حقیقت با استمرار به‌کارگیری ظرفیت تغییر یافته‌ی کسب و کار، پیامدهای مطلوب برای سازمان حاصل خواهد شد. این پیامدهای مطلوب منجر به تحقق منافع و به تبع آن، تحقق اهداف استراتژیک سازمان می‌گردد [۱۱]؛ لذا تفکیک مفاهیم مربوط به پروژه، طرح و پرتفوی برای بررسی این نوع از پروژه‌ها الزامی می‌باشد. با توجه به این موضوع می‌توان گفت که نحوه‌ی ارزیابی موفقیت پروژه، طرح و پرتفوی با توجه به خروجی‌های آن‌ها و همچنین زمان ارزیابی این موفقیت نیز کاملاً متفاوت می‌باشد؛ لذا در این پژوهش با توجه به نوع پروژه‌ی سرمایه‌گذاری انتخابی جهت مطالعه‌ی موردی، معیارهای موفقیت بر اساس مفاهیم پروژه، طرح و پرتفوی به شرح زیر تفکیک شده است.

معیارهای موفقیت پروژه. پروژه مجموعه فرآیندها، ابزارها و ساختار سازمانی موقت در راستای تحویل یک یا چند قلم قابل تحویل می‌باشد که دارای اهداف مختلف عملکردی است؛ لذا پروژه‌ها تا تحویل اقلام قابل تحویل ادامه دارند [۱۱]. این نکته از این جهت قابل توجه است که موفقیت و عدم موفقیت پروژه باید در زمان تحویل اقلام قابل تحویل و نتایجی که این اقلام داشته‌اند، مورد ارزیابی قرار گیرد. معیارهای زمان (SC111)، هزینه (SC112)، محدوده (SC113)، ایمنی و سلامت (SC114) و کیفیت (SC115) از جمله معیارهای موفقیت پروژه هستند که تقریباً از لحاظ اکثر ذی‌نفعان با اهمیت تلقی شده و آن‌ها برای ارزیابی موفقیت این معیارها را مورد ارزیابی قرار خواهند داد. به‌جز این موارد، دو معیار رضایت تأمین‌کنندگان (SC121) و رضایت تیم پروژه (SC122) نیز دو معیار مهم جهت ارزیابی موفقیت پروژه می‌باشند.

معیارهای موفقیت طرح. طرح مجموعه فرآیندها، ابزارها و ساختار سازمانی موقت و انعطاف‌پذیری است که برای هماهنگی، نظارت عالیه و هدایت مجموعه‌ای از پروژه‌های مرتبط، خدمت در جهت افزایش پیامدهای بیش از تک‌تک آن‌ها و در راستای اهداف استراتژیک سازمان ایجاد شده‌اند. پروژه‌ها بر اقلام قابل تحویل تأکید دارند؛ اما طرح‌ها بر تحقق پیامدهای مطلوب. به عبارت دیگر اقلام قابل تحویل باید به واحدهای خدماتی منتقل شوند تا بتوانند ظرفیت جدید در کسب و کار سازمان ایجاد نمایند. پس از آنکه ظرفیت جدید در سازمان ایجاد گردید،

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

باید ازاین ظرفیت بهره‌برداری شود تا پیامدهای مطلوب حاصل شود؛ لذا موفقیت یا عدم موفقیت پروژه بر اساس تحویل اقلام قابل تحویل و موفقیت یا عدم موفقیت طرح بر اساس تحقق پیامدهای مطلوب سنجیده می‌شود [۱۱]. با توجه به مفهوم طرح و در نظر گرفتن مهم‌ترین ذی‌نفعان در این مرحله که بهره‌برداران می‌باشد، معیارهای کارایی مورد انتظار در زمان بهره‌برداری(SC211)، کاربری راحت از محصولات پروژه(SC212) و ایمنی در زمان بهره برداری(SC213) جهت ارزیابی موفقیت طرح در نظر گرفته شده‌اند.

معیارهای موفقیت پرتفوی (سبد پروژه‌ها). سبد یا پرتفوی مجموعه فرآیندها، ابزارها و ساختار سازمانی دایمی است که مجموعه‌ی کل پروژه‌ها، طرح‌ها و خدمات سازمان را پایش و کنترل می‌کند تا اهداف استراتژیک سازمان محقق شود. سبد، واسطه‌ی طرح‌ها و پروژه‌ها با استراتژی‌های سازمان است. در واقع سبد بر تحقق اهداف استراتژیک تأکید دارد و موفقیت و عدم موفقیت آن بر اساس دستیابی به اهداف استراتژیک ارزیابی می‌شود [۱۱]. با انجام مصاحبه با سرمایه‌گذاران و مالکان پروژه‌های توسعه فناوری، معیارهای کسب سود و منفعت حاصل از تجاری سازی فناوری (SC311)، کسب اعتبار(SC312)، کسب سهم بازار(SC313)، کسب مزیت رقابتی (SC314)، تبادل دانش همکاران با یکدیگر (SC321)، دانش کسب شده برای مراجعات آتی (SC322)، دستیابی به یک تکنولوژی جدید (SC323)، دستیابی به یک نماد و حس افتخار اجتماعی(SC331)، رضایت مردم(SC332) برای ارزیابی موفقیت پرتفوی مربوطه انتخاب گردید. در جدول ۱ معیارهای موفقیت بر اساس منابع ارایه شده است.

جدول ۱. معیارهای موفقیت

نام معیار	منابع	نماد
زمان	De wit(1988) [12] , Maloney(1990) [13] ,Freeman&Beal(1992) [14], Riggset al. (1992) [15] , Tyler (1992) [40], Parfitt&Sanvido(1993) [32], Naoum(1994) [31] ,Kumaraswamy & Thorp(1995) [29],Chanaron(1999) [24], Shenhar et al(1997) [34], Lim & Mohamed(1999) [2],Brown & Chua et al. (1999) [26], Baccarini(1999) [18], Adams(2000) [20],Cheung et al .(2000) [27], Shenhar(2001) [6],Chan et al .(2002) [22], Westerveld(2003) [3] ,Bryde(2005) [1], Blindenbach(2006) [19], Shenhar(2007) [7],Ahadzie et al.(2008) [16],Turner(2009) [39], Al-Tomemy et al.(2011) [17], Shao et al.(2011) [33].	SC111
هزینه	De wit(1988) [12],Maloney(1990) [13],Freeman&Beal(1992) [14], Riggset al. (1992) [15] , Tyler (1992) [40], Parfitt&Sanvido(1993) [32], Naoum(1994) [31] Kumaraswamy & Thorp(1995) [29], Chanaron(1999) [24], Shenhar et al(1997) [34], Lim & Mohamed(1999) [2],Brown & Chua et al. (1999) [26] , Baccarini(1999) [18], Cheung et al .(2000) [27], Shenhar(2001) [6], Chan et al .(2002) [22], Westerveld(2003) [3] , Bryde(2005) [1], Blindenbach(2006) [19], Shenhar(2007) [7],Ahadzie et al.(2008) [16],Elattar(2009),Turner(2009) [39],Al-Tomemy et al.(2011) [17], Shao et al.(2011) [33].	SC112
محدوده	Baccarini(1999) [18]	SC113
ایمنی و سلامت	Tyler (1992) [40], Parfitt & Sanvido (1993) [32], Kumaraswamy & Thorp (1995) [29], Lim & Mohamed (1999) [2], Chan et al. (2002) [22], Ahadzie et al. (2008) [16], Shao et al. (2011) [33].	SC114
کیفیت –	De wit (1988) [12], Freeman & Beal (1992) [14], Riggset al. (1992) [15], Parfitt & Sanvido (1993) [32], Shenhar (2001) [6], Chan et al. (2002) [22], Shenhar (2007) [7],	SC115

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

	Al-Tomemy et al. (2011) [17].	انطباق با مشخصات فنی و الزامات قرارداد
SC121	Frödell (2008) [28], Turner(2009) [39]	رضایت تامین کنندگان
SC122	Freeman & Beal (1992) [14], Parfitt & Sanvido (1993) [32], Naoum (1994) [31] , Kumaraswamy & Thorp (1995) [29], Chan et al. (2002) [22], Baccarini (1999) [18], Lim & Mohamed (1999) [2], Turner (2009) [39], Al-Tomemy et al. (2011) [17].	رضایت تیم پروژه
SC211	Maloney (1990) [13], Freeman & Beal (1992) [14], Tyler (1992) [40], Shenhar (2001) [6], Chan et al. (2002) [22], Baccarini (1999) [18], Shenhar (2007) [7], Shao et al. (2011) [33].	کارایی مورد انتظار درزمان بهره برداری
SC212	Baccarini (1999) [18], Shenhar (2001) [6], Bryde (2005) [21], Shenhar (2007) [7].	کاربری راحت ازمحصولات پروژه
SC213	Tyler (1992) [40], Parfitt & Sanvido (1993) [32], Kumaraswamy & Thorp (1995) [29], Lim & Mohamed (1999) [2], Chan et al. (2002) [22], Ahadzie et al. (2008) [16], Shao et al. (2011) [33].	ایمنی در زمان بهره برداری
SC311	Morris (1987) [30], Freeman & Beal (1992) [14], Tyler (1992) [40], Parfitt & Sanvido (1993) [32], Shenhar et al(1997) [34], Shenhar (2001) [6], Chan et al. (2002) [22], Blindenbach (2006) [19], Shenhar (2007) [7], Frödell (2008) [28], Al-Tomemy et al. (2011) [17], Rashvand(2014) [37].	کسب سود و منفعت
SC312	Al-Tomemy et al. (2011) [17]	کسب اعتبار
SC313	Shenhar (2001) [6], Shenhar (2007) [7], Frödell (2008) [28], Al-Tomemy et al. (2011) [17].	کسب سهم بازار
SC314	Al-Tomemy et al. (2011) [17], Rashvand (2014) [37].	کسب مزیت رقابتی مالک پروژه
SC321	Blindenbach (2006) [19]	تبادل دانش با همکاران
SC322	Shenhar (2001) [6], Blindenbach (2006) [19], Shenhar (2007) [7], Ahadzie et al. (2008) [16], Shao et al. (2011) [33].	دانش کسب شده برای مراجعات آتی
SC323	Shenhar (2001) [6], Shenhar (2007) [7], Ahadzie et al. (2008) [16], Shao et al. (2011) [33].	دستیابی به یک تکنولوژی جدید
SC331	Shenhar (2001) [6], Shenhar (2007) [7],	دستیابی به یک نماد و حس افتخار اجتماعی
SC332	Freeman & Beal (1992) [14], Parfitt & Sanvido (1993) [32], Kumaraswamy & Thorp (1995) [29], Naoum (1994) [31], Chan et al. (2002) [22], Baccarini (1999) [18], Lim & Mohamed (1999) [2], Bryde (2005) [21], Turner (2009) [39], Al-Tomemy et al. (2011) [17].	رضایت مردم

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

نکته حایز اهمیت در رابطه با توسعه فناوری این است که از همان ابتدا مدیریت تکنولوژی و توسعه فناوری تحت تأثیر شدید اصول مهندسی بوده است. ساختار آن برگرفته از مدیریت تحقیق و توسعه است و در ابتدای پیدایش آن در ادبیات مدیریت، مسایلی چون انتخاب و ارزیابی پروژه و پیش‌بینی تکنولوژی را شامل می‌شد. اما تأکید اصلی آن روی مدیریت دارایی‌های تکنولوژیک بود در نتیجه می‌توان گفت که فلسفه وجودی مدیریت تکنولوژی و توسعه فناوری ایجاد تطابق میان مجموعه تکنولوژی، اهداف و مقاصد سازمان است.

۲-۳ سیستم استنتاج فازی[1]

منطق فازی تصمیم‌گیری را بر اساس روش تصمیم‌گیری ذهن انسان انجام می‌دهد و جهت نمایش ابهام به صورت عدد، برای هر عضو ورودی یک تابع عضویت در نظر می‌گیرد. این تابع عضویت می‌تواند هر تابع گسسته بین صفر و یک باشد. از انواع توابع عضویت می‌توان به تابع مثلثی، ذوزنقه‌ای، گوسی و بل دو اشاره کرد. سیستم‌های استنتاجی فازی اساساً دارای پنج بلوک کاربردی زیر می‌باشند که در شکل۱ نیز نشان داده شده‌اند. در واقع سیستم استنتاج فازی یک نگاشت غیرخطی بین ورودی و خروجی سیستم ایجاد می‌کند. عملکرد این سیستم را می‌توان با تغییر قوانین، توابع عضویت، مقادیر متغیرهای زبانی و قواعد استلزام تغییر داد و بهبود بخشید. در سیستم استنتاج فازی، بخش قواعد فازی، تعداد مشخصی قوانین اگر-آنگاه را شامل می‌شود، پایگاه داده‌ها توابع عضویت مجموعه‌های فازی استفاده شده در قوانین فازی را در بر گرفته و بخش تصمیم‌گیری پیاده‌سازی الزامات را بر روی قوانین مورد توجه قرار می‌دهد. بخش فازی‌سازی[2] واسط کاربری که ورودی‌های عددی را به متغیرهای زبانی تبدیل می‌کند و بخش نافازی سازی[3] واسط کاربری است که نتایج فازی مدل را به یک خروجی عدید تبدیل می‌کند. معمولاً بخش پایگاه داده‌ها و قوانین با هم به عنوان پایگاه دانش معرفی می‌شوند.[۴۱]. بر اساس انواع قوانین فازی موجود در سیستم، سیستم‌های استنتاجی فازی مختلفی وجود دارد که پرکاربردترین آن‌ها عبارتند از: سیستم‌های فازی ممدانی و سوگنو.

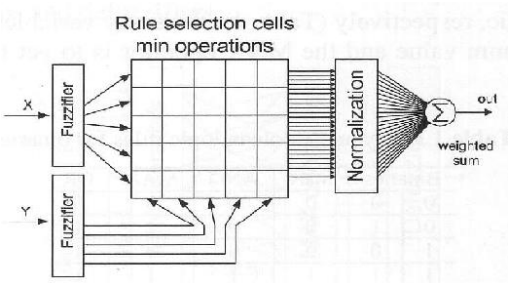
ممدانی. در آن هر دو گزاره تالی و مقدم به صورت فازی و متغیرهای زبانی بیان می‌شوند. شکل ۱.

سوگنو یا تاکاگی-سوگنو-کانگ (TSK). بخش مقدم با متغیرهای زبانی و بخش تالی قوانین به صورت یک رابطه ریاضی بیان می‌شود، به عبارتی در این نوع از سیستم، خروجی تابعی ریاضی از ورودی های سیستم می‌باشد. شکل۲.[۴۲].

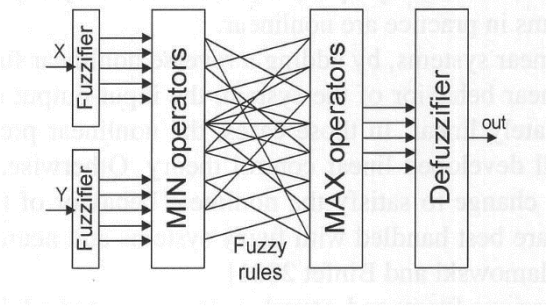
[1] Fuzzy Inference System
[2] Fuzzification
[3] Difuzzification

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]



شکل ۲. ساختار سیستم فازی TSK [۴۲]



شکل ۱.ساختار سیستم فازی Mamdani [۴۲]

۲-٤ شبکه عصبی تطبیقی

شبکه‌های عصبی تطبیقی را می‌توان ابرمجموعه تمامی شبکه‌های عصبی رو به جلو با قابلیت یادگیری خواند. به عبارتی دسته‌ای از شبکه‌های انطباقی می‌باشند که از نورون‌ها تشکیل شده است. این نورون‌ها به موازات یکدیگر عمل کرده و سعی در مدل‌سازی سیستم عصبی انسان دارند. از آن جایی که یک سیستم مبتنی بر داده است، به سیستم توانایی تجزیه و تحلیل جامع، یادگیری، پیش‌بینی روندهای آینده و تصمیم‌گیری را می‌دهد. در حوزه پیش‌بینی روش‌های شبکه عصبی از محدودیت انتخاب الگو برخوردار است و صرفاً به الگوهای ورودی خاص پاسخ می‌دهد [۴۳]. در شبکه عصبی، نورون‌ها با یکدیگر ارتباط وزنی داشته و به طور کلی به دو نوع نورون در شبکه های عصبی می‌توان اشاره کرد. نورون انطباقی که خروجی این نورون‌ها بستگی به پارامترهای موجود در آن دارد. این پارامترها بر اساس قانون یادگیری شبکه تعیین می‌شوند و نورون ثابت که پارامتر ندارد [۴۴]. هر نورون عملیات مشخصی را بر سیگنال‌های ورودی و پارامترهای مربوطه انجام می‌دهد و رابطه بین ورودی و خروجی هر نورون با یک تابع فعالیت نشان داده می‌شود. شبکه‌های عصبی باید ساختار درونی و وزن اتصالات بین نورون‌های مصنوعی خود را تغییر دهند تا بتوانند رفتار سیستم را با میزان خطای قابل قبولی مدل‌سازی کنند. در این راستا، پارامترهای موجود در مجموعه آموزشی داده‌ها، بر اساس یک قانون یادگیری تعیین شده به روزرسانی شده و بهبود داده می‌شوند تا زمانی که به میزان خطای قابل قبول برسد [۴۵]. پایه قانون یادگیری در شبکه‌های عصبی، روش گرادیان نزولی می‌باشد که معمولاً بسیار کند بوده و در مینیمم محلی گیر می‌کند. از این رو روش یادگیری پیشنهادشده عموماً روش آموزش هیبرید می‌باشد که در واقع ترکیبی از گرادیان نزولی و حداقل میانگین مربعات خطاست. هر مرحله در یادگیری هیبرید شامل دو بخش می باشد، بخش رو به جلو که در این بخش ورودی برای سیستم تأمین‌شده و سیگنال‌ها رو به جلو حرکت می‌کند تا خروجی هر نورون محاسبه شود و در بخش رو به عقب، زمانی که خطای عملکرد مدل محاسبه شد، نرخ خطا در جهت عکس حرکت کرده و پارامترهای اولیه به‌روزرسانی می‌شود. مزیت آموزش هیبرید نسبت به گرادیان نزولی علاوه بر کاهش ابعاد فضای جست و جو، افزایش سرعت همگرایی سیستم نیز می باشد [۴۶].

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

۲-۵ خوشه‌بندی داده‌ها

داده‌های مربوط به یک سری زمانی پر از نوسان می‌باشد، از این رو قسمت‌بندی مناسب فضای ورودی جهت ایجاد یک سیستم فازی با حداقل تعداد قوانین ضروری می‌باشد، تا بتوان رفتار داده را تشخیص داده و به نتایج دقیق و معتبر رسید. از این رو پیش پردازی داده‌ها و نمونه‌برداری مناسب بر عملکرد مدل تأثیرگذار است [۴۷]. در حالت کلی وقتی داده‌های یک سیستم فازی موجود است، در ناحیه‌ای از فضا که تراکم و تعداد داده‌ها بیش‌تر باشد، نیازمند تفکیک‌پذیری بیش‌تر و در نتیجه تشکیل تعداد توابع عضویت بیش‌تر می‌باشیم، به این ترتیب قواعد در این ناحیه باید جزیی‌تر و دقیق‌تر شوند. در این راستا می‌توان از تکنیک‌های دسته‌بندی و خوشه‌بندی داده‌ها استفاده کرد [۴۶]. در فرآیند خوشه‌بندی، داده‌ها بررسی می‌شوند و بر اساس طریقه قرارگیری هر نقطه در فضا یک سری خوشه یا کلاستر تعیین شده و برای هر خوشه یک مرکز تعریف می‌شود. این مرکز که در واقع نوعی نماینده از تمامی داده‌های موجود در کلاستر مربوطه خود می‌باشد، می‌تواند برای ایجاد توابع عضویت مجموعه‌های فازی در آینده استفاده شود. می‌توان گفت خوشه‌بندی داده‌ها در واقع نوعی روش داده‌کاوی می‌باشد و این امکان را فراهم می‌کند که با قرار دادن داده‌ها در دسته‌های مشخص، به جای بررسی تمامی داده‌ها، تنها مراکز کلاسترها را مدنظر قرار دهیم که منجر به کاهش ابعاد سیستم و بهبود عملکرد آن می‌شود. در خوشه‌بندی کلاسیک، هر داده تنها به یک کلاستر تعلق دارد؛ اما در خوشه‌بندی فازی یک نقطه در فضا می‌تواند به چند کلاستر با درجه عضویت‌های بین صفر و یک متعلق باشد، با این شرط که مجموع این درجات عضویت برای هر داده برابر یک باشد. اعضای هر کلاستر نیز باید به گونه‌ای انتخاب شود که بیش‌ترین درجه تعلق را به آن کلاستر داشته باشند. از این طریق، فرمول مساله به مدل دنیای واقعی نزدیک‌تر شده و عملکرد و انعطاف‌پذیری سیستم بهبود می‌یابد. با دسته‌بندی داده‌ها هم زمان فرمول‌بندی سیستم ساده‌تر و هزینه محاسباتی کم‌تر می‌شود [۴۶، ۴۸] به طور کلی جهت بررسی داده‌ها برای یک سیستم فازی به سه روش خوشه‌بندی مشبک، کاهشی فازی و FCM می‌توان اشاره کرد که در این پژوهش از هر سه روش استفاده شده و در پایان نمودارهای مربوطه جهت تحلیل و مقایسه ارایه شده است.

۲-۶ سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی (ANFIS)

سیستم استنتاجی فازی-عصبی تطبیقی، نخستین بار توسط ژانگ در سال ۱۹۹۳ معرفی شد. این سیستم ابزاری جهت تخمین توابع پیوسته حقیقی در دامنه‌ای محدود می‌باشد که به ازای هر درجه‌ای از صحت قابل استفاده است. از آنجایی که ساختار سیستم به صورت شبکه عصبی است و الگوریتم های‌یادگیری را جهت تطبیق رفتار مدل با داده‌ها پیاده‌سازی می‌کند، ویژگی یادگیری، انطباق و سازگاری را دارد.

ساختار. برای شرح ساختار ANFIS در ابتدا فرض می‌شود یک سیستم استنتاجی فازی TSK با ورودی $x=(x_1,x_2)\in U\subset R^2$ و دو قانون فازی به شکل زیر وجود دارد:

$$x_1 \text{ is } c_1^l \text{ and } x_2 \text{ is } c_2^l \text{ then } y^l=c_0^l+c_1^l x_1+c_2^l x_2, l=1,2$$

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

که در آن C_i^l همان مجموعه‌های فازی یا متغیرهای زبانی می‌باشند C_i^l ضرایب ثابت بوده و l نیز تعداد قوانین می‌باشد. می‌توان گفت بخش اولیه هر قانون یک زیرفضای فازی است و بخش ثانویه آن خروجی این زیرفضا را نشان می‌دهد. در ادامه به توضیح لایه‌های ANFIS پرداخته می‌شود.

لایه ۱: دو ورودی و دو تابع عضویت برای هر ورودی در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین این لایه چهار نورون انطباقی دارد. خروجی این لایه $\mu_{C_i^l}^{(x)}$؛ یعنی تابع عضویت C_i^lمی‌باشد. پارامترهای تابع عضویت همان پارامترهای اولیه سیستم می‌باشند، که این پارامترها از طریق پیاده‌سازی الگوریتم آموزش به دست می‌آیند.

لایه ۲: دارای دو نورون ثابت می‌باشد که هر نورون وزن قانون $l-$ام را با فرمول زیر تعیین می‌کند:

$$w^l = \prod_{i=1,2} \mu_{C_i^l}(x_i) = \mu_{C_1^l}(x_1) \times \mu_{C_2^l}(x_2)$$

لایه ۳: این لایه دارای دو نورون ثابت بوده و خروجی آن وزن نرمالایز شده هر قانون می‌باشد که به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$w^{-l} = \frac{w^l}{\left(w^1 + w^2\right)}$$

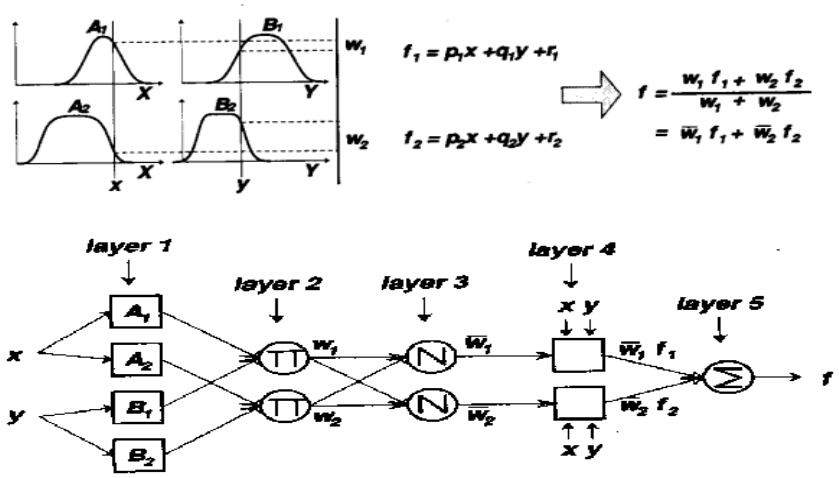
لایه ۴: دو نورون انطباقی در این لایه وجود دارند که خروجی هر قانون را بر اساس پارامترهای ثانویه تعیین کرده و در وزن نرمال محاسبه شده در لایه قبل ضرب می‌کنند. خروجی هر یک به صورت $w^{(-l)}y^{(-l)}$ می‌باشد که به لایه بعدی فرستاده می‌شود. خروجی هر قانون از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$y^l = c_0^l + c_1^l x_1 + c_2^l x_2$$

لایه ۵: با جمع کردن دو نورون دریافتی از لایه قبل، خروجی نهایی کل شبکه در این بخش محاسبه می‌شود. تنها نورون این لایه آخر $f(x) \in v \subset R$ است که در واقع معادل خروجی سیستم استنتاجی فازی TSK می‌باشد؛ بنابراین خروجی شبکه مساوی می شود با:

$$f(x) = \sum w^{-l} y^l = w^{-1} y^1 + w^{-2} y^2$$

در شکل ۳ مکانیزم استدلال برای مدل TSK و معماری ANFIS مربوط به آن نشان داده شده است.



شکل۳. مدل فازی سوگنو (TSK) با دو قانون فازی و سیستم ANFIS معادل آن (Jang, 1993)

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

الگوریتم یادگیری. در ANFIS دو الگوریتم یادگیری پس انتشار و هیبرید می‌توانند استفاده شوند، که در این پژوهش بنابر موارد ذکر شده در ادبیات شبکه عصبی تطبیقی الگوریتم یادگیری هیبرید مورد توجه قرار گرفته است. الگوریتم یادگیری هیبرید در واقع ترکیبی از دو روش حداقل مربعات خطا و روش گرادیان نزولی می‌باشد. هدف الگوریتم محاسبه پارامترهای دو مجموعه گفته شده است. این روش یادگیری دارای دو بخش می‌باشد. در بخش رو به جلو داده‌ها وارد سیستم شده و یک حدس اولیه از پارامترهای اولیه زده می‌شود. سپس در ساختار ANFIS تا لایه چهار پیش‌می‌رود و پارامترهای ثانویه به روش حداقل مربعات خطا محاسبه می‌شوند. در بخش رو به عقب خطای محاسبه شده از لایه چهار به سمت لایه اول حرکت می‌کند (پس انتشار) و پارامترهای اولیه در لایه اول به روش گرادیان نزولی به‌روزرسانی می‌شوند. این الگوریتم تا زمان رسیدن به تعداد مراحل مشخص یا میزان خطای هدف ادامه می‌یابد [۴۹].

پیش از این نیز به‌کارگیری الگوریتم ANFIS در تحقیقات زیادی معمول بوده و به تناسب هدف پژوهش به همراه سایر تکنیک‌ها و در قالب متدلوژی‌های مختلف جهت پیش‌بینی و دستیابی به مدل‌های بهینه مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال می‌توان به مطالعه ژنگ و همکارانش در سال ۲۰۰۹ اشاره نمود که در آن یک مدل نوسانی مبتنی برANFIS با دو روش خوشه‌بندی فازی کاهشی و C-Mean معرفی شد. در این تحقیق هر دو شیوه خوشه‌بندی در مدل پیاده‌سازی شد و مدل با خطای کم‌تر انتخاب شد و در آخر به این نتیجه رسیدند که بدترین نتایج با مدل مبتنی بر خوشه‌بندی فازی کاهشی به دست می‌آید. همچنین اصفهانی‌پور و مردانی در سال ۲۰۱۱ به بررسی قابلیت ANFIS در پیش بینی داده‌های سری زمانی مالی پرداختند. داده‌های اصلی توسط نرم افزار ARIMA پیش پردازش و سپس وارد مدل استنتاجی فازی عصبی انطباقی شدند و در نهایت مدل ارایه شده با عملکرد بسیار مناسبی برای پیش‌بینی تورم ماهانه کشور اندونزی دربازه زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۲ اجرا شد. از دیگر پژوهش‌های صورت گرفته تحقیق کلازو و همکاران است در این مطالعه دو روش خوشه‌بندی فازی کاهشی و C-Mean در سیستم استنتاج فازی، برای پیش‌بینی آلودگی هوای شهری در شمال غربی انگلیس استفاده شد که در نهایت هر دو روش مناسب اعلام شدند. همان‌طور که مشاهده می‌شود الگویتم انفیس را می‌توان تکنیکی مناسب برای پیش‌بینی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها در حوزه‌های مختلف دانست که به همراه روش‌های مختلف داده‌کاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

لزوم دستیابی به مدل‌های پیش‌بینی معتبر جهت وارد شدن در سرمایه‌گذاری‌ها و اخذ بهترین تصمیمات اجتناب‌ناپذیر است و صرفاً شناسایی عوامل مؤثر کمک شایانی به سرمایه‌گذاران جهت کاهش ریسک نخواهد کرد. بر همین اساس باید اطلاعات اولیه جهت تصمیم‌گیری و سرمایه‌گذاری تا حد امکان دقیق و معتبر باشد. بهره‌گیری از توابع تصمیم‌یار و برازش‌های بهینه این امکان را فراهم می‌کند تا سرمایه‌گذاران بتوانند در این زمینه بهترین تصمیمات را اتخاذ نمایند؛ بنابراین طبقه‌بندی و بیان دقیق مفاهیم و معیارهای موفقیت در پروژه، طرح و پرتفوی و تحلیل روابط بین شاخص‌ها و دست‌یابی به برازش بهینه جهت تسهیل تصمیم‌گیری و اقدامات بعدی در راستای دست‌یابی به موفقیت‌های بیش‌تر در پروژه‌های توسعه فناوری بر خلاف پژوهش‌های قبلی در این پژوهش

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

مورد توجه قرار گرفته است. همچنین ایجاد الگوی مورد اطمینان و دارای اعتبار مبتنی بر معیارهای متقن و دقیق برای پیش‌بینی نتایج سرمایه‌گذاری در پروژه‌های توسعه فناوری، از موارد دیگری است که به عنوان یک دستاورد در این پژوهش مطرح می‌شود. با توجه به ماهیت موضوع و لزوم توجه به تغییرات، پیچیدگی و پویایی محیط تصمیم‌گیری در زمینه پروژه‌های توسعه فناوری، پژوهش‌های مرتبط با بررسی عوامل موفقیت و دستیابی به توابع بهینه راهنما در این حوزه محدود است؛ لذا ضرورت شناسایی، دسته‌بندی شاخص‌ها و بررسی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها و در نهایت دست‌یابی به برازش بهینه با رویکرد تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری و تحلیل برای مدیران بیش از پیش نمایان گردیده که این امر در پژوهش حاضر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، الگوریتم‌های فراابتکاری، منطق فازی و داده‌کاوی محقق شده و تجزیه و تحلیل نتایج بر این اساس صورت گرفته است.

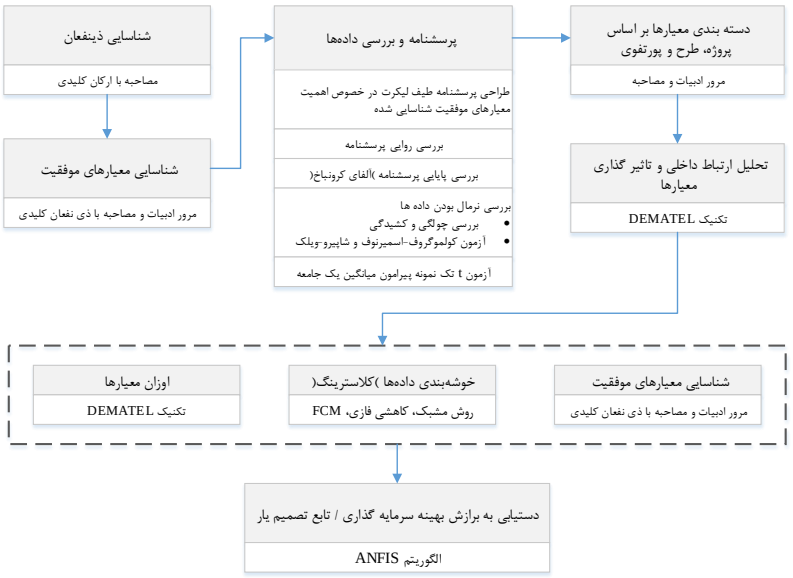
۳ روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف یک پژوهش توسعه‌ای و از نظر ماهیت پژوهشی توصیفی است که بر اساس مطالعه موردیِ مد نظر، صورت گرفته‌است. در این پژوهش ابتدا ذی‌نفعان مهم، تأثیرگذار و تأثیرپذیر بر پروژه‌های توسعه فناوری که در سطوح مختلف از جمله مجری و سرمایه‌گذار مشغول فعالیت هستند، مشخص شدند. منظور از ذی‌نفع هرکسی است که بر پروژه تأثیر بگذارد یا تأثیر بپذیرد؛ لذا در این مرحله با استفاده از ابزار مصاحبه، ارکان کلیدی مختلف پروژه‌های توسعه فناوری شناسایی شدند تا ادراک آن‌ها در خصوص معیارهای موفقیت پروژه سنجیده شود. در قدم دوم با مصاحبه با ذی‌نفعان شناسایی شده و همچنین مرور ادبیات موضوع و فراتحلیل مقالات معتبر، معیارهای موفقیت شناسایی و با توجه به نوع مطالعه‌ی موردی پس از برگزاری جلسه‌ای مشترک با حضور ذی‌نفعان مختلف، ۱۹ معیار از مجموع معیارهای شناسایی‌شده برای ارزیابی موفقیت انتخاب گردید. در ادامه برای آزمایش صحت شناسایی و انتخاب معیارها از آزمون t و آزمون‌های وابسته آن استفاده شده است. در گام بعد معیارهای منتخب، بر اساس مفاهیم پروژه، طرح و پرتفوی دسته‌بندی شده و با استفاده از روش دیمتل، روابط بین این معیارها مورد تحلیل قرار گرفته است. سپس برای دست‌یابی به مدلی بهینه جهت پیش‌بینی سرمایه‌گذاری و ایجاد برازشی معتبر برای تصمیم‌گیری، از الگوریتم ANFIS استفاده شده است. بر این اساس روش موردنظر، برای پروژه به‌کارگیری شده است و به همین منظور، سناریوهای سرمایه‌گذاری مبتنی بر معیارها و اوزان آن‌ها تدوین و به‌عنوان ورودی شبکه در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر برای ۷ معیار موفقیت پروژه، ۷ سناریو سرمایه‌گذاری متناسب با هر معیار تدوین شد و برای ۷ پروژه توسعه فناوری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این فرایند در ۹ نمونه (شرکت‌های زیر مجموعه مطالعه موردی) تکرار شده و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و با روش‌های خوشه‌بندی کاهشی فازی، خوشه‌بندی مشبک و FCM تابع سرمایه‌گذاری با هدف افزایش مطلوبیت ترسیم گردید. در واقع با استفاده از تابع مطلوبیت به‌دست آمده می‌توان هر پروژه توسعه فناوری را مطابق با داده‌های آموزشی الگوریتم، مورد بررسی قرارداده و تصمیم‌گیری در رابطه با انتخاب سناریوهای سرمایه‌گذاری و سهم هریک برای سرمایه‌گذاری را مشخص نمود.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

شکل ۴.



شکل ٤. مراحل انجام تحقیق

۳-۱ تصمیم‌گیری گروهی (تکنیک دیمتل)

معیارها و اهداف پروژه، طرح و پرتفوی کاملاً بر یکدیگر تأثیرگذارند. از آن‌جا که بهینه کردن تمام این اهداف و معیارها به صورت مستقل امکان‌پذیر نیست؛ لذا یکی از وظایف اصلی مدیران پروژه، طرح و پرتفوی ایجاد تعادل در اهداف و درنتیجه معیارهای موفقیت می‌باشد. این امر مستلزم بررسی نحوه‌ی تأثیرگذاری معیارهای موفقیت و اهداف بر یکدیگر است. از این رو تکنیک دیمتل به عنوان ابزاری که نیازهای تحقیق را پوشش می‌دهد انتخاب گردید. تکنیک دیمتل توسط فونتلا و گابوس در سال ۱۹۷۳ در مؤسسه باتل پایه‌گذاری شد. این تکنیک جهت انعکاس روابط درونی میان معیارها استفاده می‌شود. به گونه‌ای که متخصصان قادرند با تسلط بیش‌تری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات میان معیارها (جهت و شدت اثرات) بپردازند. تکنیک دیمتل دو کاربرد اساسی دارد، کاربرد اول، بررسی نحوه‌ی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها و کاربرد دوم، تهیه‌ی ماتریس ارتباطات داخلی جهت استفاده در ابزار تحلیل ساختار شبکه‌ای. در این تحقیق معیارهای پروژه، طرح و پرتفوی ابتدا به صورت کلی و سپس به تفکیک از طریق این روش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. گام‌های روش دیمتل عبارتند از:

تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (M). در این مرحله با طراحی پرسشنامه‌ای نظر هر یک از خبرگان در خصوص تأثیر مستقیم هر معیار بر روی سایر معیارها اخذ می‌شود. این نظرات با مقیاس ۰ تا ۴ مشخص می‌شوند به گونه‌ای که عدد صفر نمایانگر تأثیر نداشتن و عدد ۴ نمایانگر تأثیر بسیار زیاد معیار X بر روی معیار Y می‌باشد. در این تحقیق، نظرات ۱۲ نفر از خبرگان مرتبط با مطالعه‌ی موردی اخذ شده و از طریق میانگین حسابی تجمیع می‌شود. در نهایت ماتریس M یک ماتریس $n\times n$ به دست می‌آید که نشان دهنده‌ی میزان تأثیر معیارها بر یکدیگر می‌باشد (n تعداد معیارها می‌باشد).

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

ماتریس ارتباط مستقیم نرمال شده (N). این ماتریس از رابطه (۱) و (۲) به‌دست می‌آید به صورتی‌که عناصر آن از حاصل ضرب عناصر ماتریس ارتباط مستقیم (M) در معکوس بزرگ‌ترین مجموع سطری و ستونی آن (K) ایجاد می‌گردد.

$$k_{\max} = \left\{ \max \sum_{i=1}^{n} X_{ij}, \sum_{j=1}^{n} X_{ij} \right\} \quad (1)$$

$$N = \frac{1}{k} * M \quad (2)$$

محاسبه ماتریس ارتباط کل (T). این ماتریس از رابطه (۳) به‌دست می‌آید. در این رابطه ماتریس I، ماتریس واحد می‌باشد. در حقیقت ماتریس ارتباط کل، هم ارتباطات مستقیم و هم ارتباطات غیرمستقیم را نشان می‌دهد.

$$T = N * (I - N)^{-1} \quad (3)$$

تشکیل نمودار علی و معلولی و تعیین معیارهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر. یکی از خروجی‌های روش دیمتل، نمودار علی و معلولی بین معیارها می‌باشد. برای این منظور از ماتریس ارتباطات کل (T) استفاده می‌شود. مجموع عناصر سطرها و ستون های ماتریس T به ترتیب با نماد D و R نمایش داده می‌شود. اگر D_i جمع سطر iام ماتریس T باشد، آنگاه D_i میزان آثار مستقیم و غیر مستقیم معیار iام بر سایر معیارها را نشان می‌دهد. همچنین اگر R_j جمع ستون j ام ماتریس Tباشد، آنگاه R_j میزان آثاری را که معیار jام از سایر معیارها می‌پذیرد، نشان می دهد. اگر $i = j$ باشد، جمع $D_i + R_j$ نشان دهنده‌ی اثر کلی است که معیار iام می گذارد و دریافت می‌کند و به عبارتی نشان دهنده‌ی میزان اهمیت آن در کل سیستم است. مقدار نهایی تأثیر هر معیار (تنها از بعد اثرگذاری) بر دیگر معیارهای سیستم نیز، از طریق $D_i - R_j$ حاصل می‌شود، به گونه‌ای که یک معیار تأثیرگذار قطعی است. $if\ D\rangle R \to D-R\langle 0$ و یک معیار تأثیرپذیر قطعی است. $if\ D\langle R \to D-R\langle 0$. شاخص $D+R$ یکی از شاخص‌هایی است که می‌توان بر اساس آن معیارها را از لحاظ میزان ارتباطی که با سایر معیارها دارند، رتبه‌بندی نمود. [۵۰]. همچنین دیاگرام نهایی نیز در یک دستگاه مختصات دکارتی، به گونه‌ای که محور طولی نمایش‌دهنده‌ی $D+R$ و محور عرضی نمایانگر $D-R$ باشد، تشکیل می‌شود. موقعیت هر یک از معیارها نیز با نقطه‌ای به مختصات $(D+R,\ D-R)$ در این دستگاه مشخص می‌گردد.

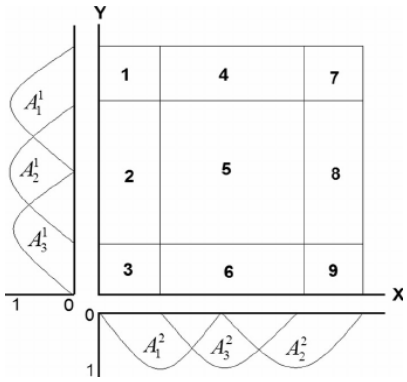
ترسیم نقشه‌ی روابط شبکه. جهت تعیین نقشه‌ی روابط شبکه (NRM) باید ارزش آستانه روابط (α) محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزیی صرف نظر کرده و شبکه‌ی روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگ‌تر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. [۳۵]. برای محاسبه‌ی مقدار آستانه‌ی روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس Tکه کوچک‌تر از آستانه باشد صفر شده در رابطه‌ی علّی در نظر گرفته نمی‌شود. [۵۱].

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

۳-۲ خوشه‌بندی مشبک

روش مشبک مبتنی بر یک جدول ارجاع می‌باشد. به این ترتیب که ابتدا فضای ورودی-خروجی به صورت فازی طبقه‌بندی می‌شود، سپس تمامی قوانین فازی موجود در سیستم در یک جدول ایجاد می‌شوند و به مرور زمان بر مبنای میزان تقویت (یا تضعیف) هر قانون توسط هر داده، امتیاز هر قانون مشخص شده و در نهایت پایگاه قوانین فازی تشکیل می‌شود. دسته‌بندی مشبک پیچیدگی را به طور یکنواخت پخش می‌کند و ممکن است برای سیستم‌ها و مسایل با ابعاد کم عملکرد مناسبی داشته باشد، اما زمانی که سیستم بزرگ‌تر و پیچیده‌تر می‌شود، چندان مناسب نیست؛ زیرا از بین تمامی قواعد فازی تولید شده، تنها تعداد محدودی از آن‌ها در عمل استفاده می‌شوند. شکل ۵ نمونه‌ای از دسته‌بندی مشبک را با دو ورودی و سه تابع عضویت ورودی نشان می‌دهد [۴۸، ۵۲]



شکل ۵. دسته‌بندی مشبک

۳-۳ خوشه‌بندی کاهشی فازی

خوشه‌بندی کاهشی فازی توسط چیو معرفی شد و توسعه‌ای بر روش Mountain Clustering می‌باشد. این الگوریتم برای تخمین تعداد مراکز کلاسترها در یک پایگاه داده بالاخص در مسایل با ابعاد بالا، طراحی شده است. اگر n داده در یک فضای m بعدی وجود داشته باشد و k شمارنده تعداد کلاسترها باشد، مراحل الگوریتم به ترتیب زیر می‌باشد:

گام ۱. داده‌ها را نرمالایز می‌کنیم، به عبارتی داده‌ها را در بازه $[۰,۱]$ قرار می‌دهیم.

گام ۲. شعاع کلاستر r_a، فاکتور quash، نرخ قبولی و رد شدن را تعیین می‌کنیم. شعاع کلاستر، میزان تأثیرپذیری هر مرکز کلاستر در هر بعد داده‌ها را تعیین می‌کند. فاکتور quash در گام‌های بعدی برای تعیین همسایگی یک مرکز کلاستر در حضور سایر مراکز کلاستر استفاده خواهد شد. با تعیین نرخ قبول و رد نیز در واقع یک آستانه حداقل و حداکثر برای مراکز کلاستر بالقوه ایجاد می‌کنیم.

گام ۳. هر داده به عنوان یک مرکز کلاستر بالقوه در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود که $\{x_۱, x_۲, x_۳, ..., x_n\}$ نشان‌دهنده داده‌های نرمالایز شده باشد. مقدار پتانسیل بالقوه داده i-ام به عنوان مرکز کلاستر از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} \exp\left[\frac{\left\| -x_i - x_j \right\|^2}{(r_a/2)^2} \right]$$

گام ٤: داده x_t با بیش‌ترین میزان پتانسیل p_t به عنوان مرکز کلاستر اول انتخاب می‌شود $(k=1)$. این مرکز کلاستر با $(x_t^{(1)}, p_t^{(1)})$ نشان داده می‌شود.

گام ٥: مرکز کلاستر اول با تمامی داده‌های موجود در این کلاستر از پایگاه داده حذف می‌شوند و مقدار جدید بالقوه داده‌های باقی‌مانده محاسبه می‌شود. به عبارتی در محاسبه مقدار جدید پتانسیل، تأثیرپذیری مرکز کلاستر اول حذف می‌شود. تساوی زیر نحوه محاسبه مقدار پتانسیل بالقوه اصلاح شده را پس از به دست آوردن k مرکز کلاستر، نشان می‌دهد.

$$P_i^{new} = P_i^{old} - P_t^{(k)} \exp\left[\frac{\left\| -x_i - x_t^{(k)} \right\|^2}{\left(r_b/2\right)^2} \right]$$

که در آن:

$$r_b = quashfactor \times r_a$$

گام ٦: داده x_t با بیش‌ترین مقدار پتانسیل اصلاح شده، به عنوان کاندید مرکز کلاستر بعدی انتخاب می‌شود. اگر یکی از دو شرط زیر برقرار باشد، x_t را به عنوان مرکز کلاستر بعدی انتخاب می‌کنیم.

۱. $P_t > P_t^{(1)}$

۲. $\left[\left(d_{min}/r_a \right) + \left(P_t/P_t^{(1)} \right) \right] \geq 1$ که $d_{\min}$ حداقل فاصله بین x_t و تمامی مراکز کلاسترهای تعیین شده قبلی می باشد. در ادامه خواهیم داشت $k = k+1$ و مرکز کلاستر $k+1$ ام به صورت $\left(x_t^{k+1}, P_t^{k+1}\right)$. سپس به گام ۵ بازمی‌گردیم. در صورتی که هیچ یک از دو شرط فوق برقرار نبودند، داده بعدی با بیش‌ترین مقدار پتانسیل محاسبه شده در گام قبل، تست می‌شود. این پروسه تا زمانی که معیار توقف مدنظر حاصل شود ادامه می‌یابد. در ادامه، هر مرکز کلاستر می‌تواند به عنوان یک پایه برای ایجاد قوانین و پارامترهای اولیه هر قانون استفاده شود. با انجام خوشه‌بندی کاهشی فازی و یافتن تعداد کلاسترها در داده‌های آموزش، می‌توان علاوه بر پارامترهای اولیه هر قانون، تعداد مناسب قوانین و توابع عضویت برای هر ورودی را برای یک سیستم استنتاج فازی تعیین نمود. این الگوریتم در متلب توسط تابع subclust برنامه‌ریزی شده است. پارامتر پیش نیازی که کاربر بایستی خود انتخاب کند شعاع خوشه‌بندی (همان r_a) می‌باشد و از این جهت زمانی که اطلاع زیادی از پایگاه داده‌ها نداریم، بر روش خوشه بندی FCM برتری دارد [۵۳، ۵۴]

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

۳-٤ خوشه‌بندی C-Means یا FCM

خوشه‌بندی FCM سعی در پیدا کردن مرکز جرم هر کلاستر و درجه عضویت هر داده مربوط به هر کلاستر داشته و به این ترتیب برای هر دسته طبق شباهت‌هایی که دارند در سیستم فازی یک قانون فازی واحد ایجاد می‌شود. در این روش مرکز هر خوشه در واقع میانگین اعضای هر خوشه است [۵۵].

این الگوریتم با حداقل‌سازی تابع هدف زیر انجام می‌شود:

$$Min\, J_m(U,V) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{c} u_{ij}^{m} \left\| x_j - v_i \right\|^2$$

که در آن n تعداد تمامی داده‌ها، c تعداد کلاسترها، $X = x_1, x_2, x_3, ..., x_n \subset R_s$ داده‌ها و $V = v_1, v_2, v_3, ..., v_n \subset R_s$ مراکز کلاسترها می‌باشد. $U = \left[u_{ij} \right]_{c \times n}$ ماتریس فازی متشکل از درجه عضویت داده x_j به کلاستر i می باشد. m در این رابطه ضریب تأثیر توان بوده و می‌توان با تغییر آن بر عملکرد خوشه‌بندی تأثیر گذاشت. با داشتن روابط زیر می‌توان مساله بهینه‌سازی فوق را حل کرد:

$$V_j = \frac{\sum_{j=1}^{n} (u_{ij})^m x_j}{\sum_{j=1}^{n} \left(u_{ij}\right)^m} \quad , 1 \le i \le c$$

$$U_{ij} = \left[\sum_{k=1}^{c} \left(\frac{\left\| x_j - v_i \right\|^2}{\left\| x_j - v_k \right\|^2} \right)^{1/(m-1)} \right]^{-1} \quad , 1 \le i \le c \;, 1 \le j \le n$$

دو تساوی بالا در واقع یک الگوریتم بهینه‌سازی تکراری می‌باشد. هدف بهبود مجموعه مراکز کلاسترها به صورت تکراری است، تا جایی که هیچ بهبود بیش‌تری برای $J_m^{(U,V)}$ ممکن نباشد. مراحل الگوریتم FCM به صورت زیر است:

گام۱. تعداد کلاستر اولیه (c) و مقدار مشخصی برای پارامتر m تعیین می‌شود به طوری که:

$$\sum_{i=1}^{c} u_{ij} = 1$$

گام۲. مرکز کلاستر v_i برای $i = 1, 2, ..., c$ از تساوی V_j محاسبه می‌شود.

گام۳. تساوی U_{ij} محاسبه شده و تابع عضویت u_{ij} به‌روزرسانی می‌شود.

گام۴. اگر $J_m^{(U,V)}$ از یک آستانه مشخصی (ε) کم‌تر باشد، الگوریتم متوقف شود، در غیر این صورت گام ۲ مجدداً اجرا می‌شود. این الگوریتم در نرم‌افزار متلب توسط تابع fcm برنامه‌ریزی شده است.

ضعف روش FCM را می‌توان بستگی بالای نحوه عملکرد آن به انتخاب تعداد کلاسترهای اولیه دانست؛ زیرا در بسیاری مواقع ابعاد و تعداد داده‌ها زیاد بوده و دانش پیشینی نسبت به تعداد کلاسترها در یک پایگاه داده وجود ندارد [۴۸].

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

۳-۵ روش گردآوری داده‌ها

پژوهش حاضر از دو بخش کیفی و کمی تشکیل یافته است. در پژوهش کیفی از ابزار مصاحبه و فراتحلیل مقالات معتبر در بستر مرور ادبیات و چارچوب نظری موضوع بهره‌گیری شده و در بخش کمی پژوهش، نظر ۴۰ نفر از متخصصان مدیریت پروژه در حوزه پروژه‌های سرمایه‌گذاری توسعه فناوری در قالب پرسشنامه دریافت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و پس از احصای ارزش معیارها، از آن‌ها به‌عنوان اوزان ورودی در شبکه عصبی فازی استفاده شده است. همچنین داده‌های ورودی در الگوریتم، سناریوهایی است که از متخصصان بر اساس معیارهای احصا شده در بخش کیفی پژوهش دریافت شده و مبتنی بر ۹ نمونه از ۷ پروژه در صنعت مورد مطالعه است.

۳-۶ پایایی و اعتبار

مقوله پایایی در پژوهش‌های کیفی موضوعیت نداشته و براساس باور نظریه‌پردازان در گذر زمان از بین می‌رود همچنین استفاده از افراد خبره تأییدکننده اعتبار محتوایی و صوری پژوهش است. در فاز کمی برای اطمینان از اینکه معیارها در خصوص مطالعه موردی انتخاب شده مناسب هستند، نظر ۴۰ نفر از متخصصان مدیریت پروژه که در حوزه پروژه‌های سرمایه‌گذاری توسعه فناوری‌های برتر مشغول به فعالیت هستند، در خصوص میزان اهمیت هر یک از معیارها با طیف لیکرت ۵ گانه در پرسشنامه تهیه شده سنجیده شد. برای تحلیل موضوع از آزمون پیرامون میانگین جامعه بر اساس آزمون t تک نمونه‌ای استفاده شده است. آزمون فرض به صورت زیر تعریف می‌شود:

$H_0: \mu <= ۳$ معیار با اهمیت است

$H_1: \mu > ۳$ (ادعای آزمون) معیار بدون اهمیت است

برای استفاده از این آزمون در ابتدا روایی و پایایی پرسشنامه مورد تحلیل قرار گرفته و از آنجاکه آزمون t تک نمونه ای جزو آزمون‌های پارامتریک می‌باشد نرمال بودن داده‌ها نیز مورد آزمون قرار گرفت. در این پژوهش برای سنجش پایایی پرسشنامه، الفای کرونباخ در نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید که نتیجه آن در جدول ۲ قابل مشاهده است:

جدول ۲. نتایج حاصل از آزمون آلفای کرونباخ- خروجیSPSS

تعداد	آلفای کرونباخ
۱۹	۰/۷۸۱

همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب الفای کرونباخ مقدار ۰/۷۸۱ را نشان می‌دهد و از آنجا که این مقدار بیش‌تر از ۰/۷است؛ لذا پایایی پرسشنامه تأیید می‌شود. چون آزموهای پارامتریک مبتنی بر فرض نرمال بودن داده‌ها هستند؛ بنابراین قبل از استفاده از این آزمون‌ها، نخست باید آزمون نرمال بودن صورت گیرد. برای این منظور ابتدا چولگی و کشیدگی داده‌ها آزمون و سپس از آزمون کولموگروف -اسمیرنوف و شاپیرو – ویلک استفاده شده است. برای محاسبه چولگی و کشیدگی متغیرهای پرسشنامه که همان معیارهای موفقیت می‌باشند از آماره‌های Skewness وKurtosis در نرم افزار SPSS استفاده شد. نتایج محاسبات در جدول۳ ارایه شده است.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

جدول ۳. نتایج مربوط به چولگی و کشیدگی- خروجیSPSS

معیار	حجم نمونه	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	انحراف معیار	چولگی		کشیدگی	
						نتایج	میزان استاندارد	نتایج آزمون	میزان استاندارد
SC111	۴۰	۳	۶	۴/۲۷	۰/۶۰۸	-۰/۳۰۹	۰/۳۷۴	-۰/۲۹۳	۰/۷۳۳
SC112	۴۰	۳	۶	۴/۳۸	۰/۶۶۲	۰/۱۶۰	۰/۳۷۴	-۰/۷۸۰	۰/۷۳۳
SC113	۴۰	۳	۵	۳/۷۵	۰/۵۰۶	۰/۰۴۳	۰/۳۷۴	-۰/۳۵۲	۰/۷۳۳
SC114	۴۰	۳	۵	۳/۹۵	۰/۵۹۵	۰/۳۵۸	۰/۳۷۴	۰/۱۰۷	۰/۷۳۳
SC115	۴۰	۳	۶	۴/۵۰	۰/۵۲۵	۰/۴۴۱	۰/۳۷۴	-۰/۱۸۸	۰/۷۳۳
SC121	۴۰	۲	۵	۳/۹۴	۰/۵۹۸	-۰/۶۷۰	۰/۳۷۴	۰/۸۲۲	۰/۷۳۳
SC122	۴۰	۳	۶	۴/۳۲	۰/۶۷۱	۰/۳۸۶	۰/۳۷۴	-۰/۱۴۰	۰/۷۳۳
SC211	۴۰	۳	۵	۴/۱۳	۰/۵۱۱	۰/۰۰۳	۰/۳۷۴	-۰/۶۱۵	۰/۷۳۳
SC212	۴۰	۳	۶	۴/۳۱	۰/۵۸۷	-۰/۰۲۷	۰/۳۷۴	۰/۴۷۰	۰/۷۳۳
SC213	۴۰	۲	۵	۳/۸۰	۰/۶۵۹	-۰/۱۱۵	۰/۳۷۴	۰/۱۲۷	۰/۷۳۳
SC311	۴۰	۳	۶	۴/۲۹	۰/۷۱۷	۰/۵۹۰	۰/۳۷۴	-۰/۰۲۸	۰/۷۳۳
SC312	۴۰	۳	۵	۴/۰۶	۰/۵۲۵	۰/۱۴۲	۰/۳۷۴	-۰/۶۴۲	۰/۷۳۳
SC313	۴۰	۳	۶	۴/۳۴	۰/۸۰۰	۰/۴۱۱	۰/۳۷۴	۰/۱۴۰	۰/۷۳۳
SC314	۴۰	۴	۶	۴/۶۰	۰/۴۶۷	۰/۵۵۵	۰/۳۷۴	۰/۱۳۴	۰/۷۳۳
SC321	۴۰	۲	۵	۳/۵۳	۰/۵۹۳	-۰/۱۳۹	۰/۳۷۴	-۰/۳۰۳	۰/۷۳۳
SC322	۴۰	۳	۵	۳/۸۸	۰/۳۶۹	۰/۲۶۵	۰/۳۷۴	۰/۲۹۶	۰/۷۳۳
SC323	۴۰	۳	۵	۳/۹۵	۰/۵۸۵	۰/۱۹۳	۰/۳۷۴	-۰/۱۱۲	۰/۷۳۳
SC331	۴۰	۲	۶	۳/۹۲	۰/۷۹۹	۰/۳۰۹	۰/۳۷۴	-۰/۳۶۹	۰/۷۳۳
SC332	۴۰	۲	۶	۴/۳۱	۰/۷۶۵	-۰/۴۵۳	۰/۳۷۴	۰/۰۲۳	۰/۷۳۳

اگر چنانچه چولگی و کشیدگی در بازه (۲،۲-) نباشند داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نیستند؛ لذا همه متغیرهای فوق دارای چولگی و کشیدگی متناسب با توزیع نرمال هستند. همچنین آزمون کولموگروف -اسمیرنوف و شاپیرو – ویلک توسط نرم افزارSPSS در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد که بر اساس نتایج، مقدار ضریب معناداری در آزمون فوق برای همه متغیرها بیش‌تر از ۰/۰۵ به‌دست آمده است، لذا دلیلی برای رد فرض صفر مبنی بر نرمال بودن داده ها وجود نخواهد داشت و در نتیجه توزیع داده ها نرمال خواهد بود. پس از بررسی پایایی و روایی پرسشنامه و نرمال بودن داده‌ها، با اجرای آزمون t تک نمونه‌ای (میانگین جامعه) بر روی پرسشنامه‌های اهمیت هر یک از معیارها سنجیده شده است. برای بررسی معناداری میانگین مشاهده شده آزمون t تک نمونه در سطح اطمینان مشخص و به طور معمول ۹۵٪؛ یعنی با خطای ۵درصد انجام می‌شود. برای بررسی معناداری نتایج با سطح خطای ۵ درصد از تحلیل خروجی آزمون میانگین جامعه (آزمون t تک نمونه) که در جدول۴ مشخص شده است، استفاده می‌شود. برای این منظور به مقدار معناداری (Sig) و فاصله اطمینان استناد شده است.

جدول٤. نتایج مربوط به آزمون t تک نمونه‌ای - خروجی SPSS

معیار	مقادیر t	درجه آزادی	اختلاف میانگین	سطح اطمینان ۹۵٪	
				حد پایین	حد بالا
SC111	۴۴/۴۳۵	۳۹	۴/۲۷	۴/۰۸	۴/۴۷
SC112	۴۱/۸۵۶	۳۹	۴/۳۸۳	۴/۱۷	۴/۵۹

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

SC113	۴۶/۸۷۸	۳۹	۳/۷۵۱	۳/۵۹	۳/۹۱
SC114	۴۱/۹۳۴	۳۹	۳/۹۴۵	۳/۷۵	۴/۱۴
SC115	۵۴/۱۷۶	۳۹	۴/۴۹۷	۴/۳۳	۴/۶۶
SC121	۴۱/۶۱۷	۳۹	۳/۹۳۶	۳/۷۴	۴/۱۳
SC122	۴۰/۷۲۱	۳۹	۴/۳۲۳	۴/۱۱	۴/۵۴
SC211	۵۱/۱۳۱	۳۹	۴/۱۳۲	۳/۹۷	۴/۳۰
SC212	۴۶/۴۱۲	۳۹	۴/۳۰۹	۴/۱۲	۴/۵۰
SC213	۳۶/۴۲۰	۳۹	۳/۷۹۷	۳/۵۹	۴/۰۱
SC311	۳۷/۸۹۹	۳۹	۴/۲۹۴	۴/۰۶	۴/۵۲
SC312	۴۸/۹۷۲	۳۹	۴/۰۶۴	۳/۹۰	۴/۲۳
SC313	۳۴/۳۰۰	۳۹	۴/۳۴۰	۴/۰۸	۴/۶۰
SC314	۶۲/۲۱۷	۳۹	۴/۵۹۸	۴/۴۵	۴/۷۵
SC321	۳۷/۶۵۰	۳۹	۳/۵۳۳	۳/۳۴	۳/۷۲
SC322	۶۶/۴۳۸	۳۹	۳/۸۷۵	۳/۷۶	۳/۹۹
SC323	۴۲/۶۹۸	۳۹	۳/۹۵۰	۳/۷۶	۴/۱۴
SC331	۳۱/۰۰۴	۳۹	۳/۹۱۵	۳/۶۶	۴/۱۷
SC332	۳۵/۶۴۱	۳۹	۴/۳۱۰	۴/۰۷	۴/۵۵

از آنجاکه برای همه معیارها مقدار معناداری کم‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد ادعای آزمون برای هر کدام از معیارها تأیید می‌شود؛ بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد می‌توان گفت که همه معیارهای انتخاب شده برای ارزیابی موفقیت پروژه‌های توسعه فناوری با اهمیت می‌باشند.

٤ تجزیه و تحلیل یافته‌ها

یافته‌های پژوهش در دو بخش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بدین ترتیب که در بخش اول، نتایج حاصل از معیارهای موفقیت پروژه، طرح و پورتفو در قالب ماتریس روابط و نمودارهای علی و معلولی تحلیل شده است و در بخش دوم نمودارها و داده‌های مربوط به سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی ارایه و تفسیر شده است. شایان ذکر است جهت رعایت اختصار در این نوشتار الگوریتم ANFIS فقط در مورد پروژه به‌کارگیری شده است که گام‌های اجرا قابل تعمیم به طرح و پورتفو نیز می‌باشد.

تحلیل معیارهای موفقیت پروژه. ماتریس ارتباط کامل در حالت کلی مربوط به همه‌ی معیارهای موفقیت شناسایی شده در خصوص پروژه‌های توسعه فناوری در جدول ۵ قابل مشاهده است.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

جدول۵. ماتریس ارتباطات کل (T) و مقادیر D و R مربوط به معیارهای موفقیت در حالت کلی

	SC111	SC112	SC113	SC114	SC115	SC121	SC122	SC211	SC212	SC213
SC111	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰	۰	۰
SC112	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۱	۰	۰
SC113	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	۰	۰	۰
SC114	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰	۰	۰
SC115	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱	۰	۰/۰۱	۰/۰۲
SC121	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳	۰	۰	۰
SC122	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱
SC211	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵
SC212	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۶
SC213	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۲
SC311	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۹
SC312	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱
SC313	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱
SC314	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۹
SC321	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳
SC322	۰/۰۵۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳
SC323	۰/۰۷	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۴
SC331	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۷
SC332	۰/۱	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸
D	۱/۵۹	۱/۷۱	۱/۰۵	۱/۰۲	۱/۷۷	۱/۴۳	۱/۷۹	۰/۹۷	۰/۸۴	۰/۷۹

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

R	SC332	SC331	SC323	SC322	SC321	SC314	SC313	SC312	SC311
۰/۴۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰/۴۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰/۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰/۴۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰/۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲
۰/۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰/۶۵	0.۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۱/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۵
۰/۹۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۴
۱/۲۶	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۵
۱/۸۳	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۳
۱/۹۹	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۵
۱/۷۸	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۴
۱/۵۳	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۴
۱/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۶
۱/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۶
۱/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸
۱/۳۵	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۴
۱/۴۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۵
0	۰/۷۶	۰/۷	۰/۸۵	۰/۶۴	۰/۶۵	۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۸۸	۰/۶۴

مقادیر D و R در حالت کلی معیارها، در جدول فوق مشخص می باشد. با انجام مراحل دیمتل برای گروه معیارهای پروژه، طرح و پرتفوی مقادیر D و R برای این گروه معیارها به صورت مستقل به‌دست می‌آید و

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

$D+R$ برای آن‌ها محاسبه می‌گردد. جداول ۶ و ۷ و ۸، به ترتیب رتبه‌بندی معیارها را در هر یک از گروه‌های پروژه، طرح و پرتفولیو با استفاده از مقادیر $D+R$ نشان می‌دهند.

جدول ٦. رتبه بندی معیارهای موفقیت پروژه بر اساس شاخص $D+R$

نام معیار	کد معیار	D+R	رتبه
هزینه	SC112	۷/۶۳	۱
رضایت تیم پروژه	SC122	۷/۲۶	۲
زمان	SC111	۶/۶۸	۳
کیفیت (مطابقت با الزامات)	SC115	۵/۹۲	۴
ایمنی و محیط زیست	SC114	۵/۲۲	۵
رضایت تامین کنندگان	SC121	۵/۰۱	۶
محدوده	SC113	۴/۴۶	۷

جدول ۷. رتبه بندی معیارهای موفقیت طرح بر اساس شاخص $D+R$

نام معیار	کد معیار	D+R	رتبه
ایمنی در زمان بهره برداری	SC213	۴/۲۴	۱
کاربری راحت از محصولات پروژه	SC212	۳/۸۰	۲
کارایی مورد انتظار در زمان بهره برداری	SC211	۳/۲۸	۳

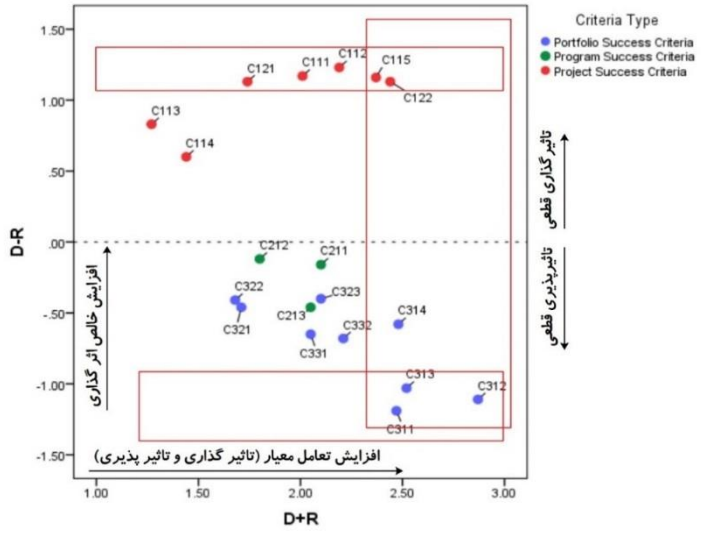
جدول ۸. رتبه بندی معیارهای موفقیت پرتفوی سبر اساس شاخص $D+R$

نام معیار	کد معیار	$D+R$	رتبه
کسب اعتبار	SC312	۶/۶۷	۱
کسب سهم بازار	SC313	۶/۶۶	۲
دستیابی به یک تکنولوژی جدید	SC323	۶/۴۵	۳
کسب مزیت رقابتی	SC314	۶/۴۴	۴
کسب سود و منفعت حاصل از تجاری سازی فناوری	SC311	۵/۸۴	۵
دستیابی به یک نماد و حس افتخار اجتماعی	SC331	۵/۷۶	۶
رضایت مردم	SC332	۵/۱۷	۷
دانش کسب شده برای مراجعات آتی	SC322	۴/۹۷	۸
تبادل دانش همکاران با یکدیگر	SC321	۴/۴۵	۹

شکل ۶، دیاگرام نهایی علی و معلولی معیارهای موفقیت را در حالت کلی نشان داده است. با اجرای مراحل روش دیمتل، دیاگرام نهایی علّی و معلولی هر یک از این گروه‌ها به صورت جداگانه برای گروه معیارهای موفقیت پرتفوی، طرح و پروژه به‌دست می‌آید که برای رعایت اختصار نمایش داده نشده‌اند.

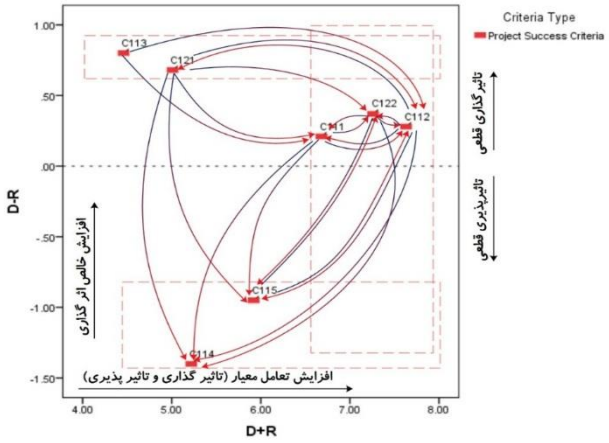
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]



شکل ٦. نمودار علی و معلولی معیارهای موفقیت در حالت کلی

بر اساس آنچه در ادبیات تکنیک دیمتل ذکر شد تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگ‌تر باشد درNRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه‌ی مقدار آستانه‌ی روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس Tمحاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچک‌تر از آستانه باشد صفر شده در رابطه‌ی علی در نظر گرفته نمی‌شود. همان‌طور که در جدول۵ مشخص است مقادیر ماتریس Tبا مقدار بزرگ‌تر از میانگین سبز رنگ شده‌اند. با توجه به تعداد روابط زیاد معیارها، در این بخش تنها نقشه ارتباط شبکه مخصوص معیارهای موفقیت پروژه در شکل ۷ نمایش داده شده است.



شکل ۷. نمودار علی و معلولی گروه معیارهای موفقیت پروژه به همراه نقشه ارتباط شبکه

دراین شکل معیارهایی که دارای مثبت‌ترین مقادیر $D-R$ هستند و در بالای نمودار قرار گرفته‌اند تأثیرگذارترین معیارها بر سایر معیارها هستند این معیارها عبارتند از : زمان(C111) ، هزینه(C112) ،کیفیت (C115)، رضایت تیم پروژه (C121) و رضایت تامین‌کننده(C122) ،که همگی از معیارهای موفقیت پروژه می‌باشند که نشان دهنده تأثیرگذاری موفقیت پروژه بر موفقیت طرح و پرتفوی می‌باشد و افزایش تمرکز برای دستیابی به این معیارها می‌تواند به موفقیت طرح و پرتفوی کمک به‌سزایی کند. معیارهایی که دارای منفی‌ترین

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

مقادیر $D-R$ هستند و در پایین نمودار قرار گرفته‌اند تأثیرپذیرترین معیارها را نشان می‌دهند که عبارتند از: کسب سود و منفعت(C311)، کسب اعتبار(C312) ، کسب سهم بازار(C313). در قسمت سمت راست نمودار معیارهایی قرار گرفته‌اند که بیش‌ترین $D+R$ را دارا هستند. این معیارها بیش‌ترین تعامل را با سایر معیارها داشته و میزان مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن ها نسبت به بقیه بیش‌تر است. این معیارها عبارتند از: کیفیت (C115)، رضایت تامین‌کننده(C122) ، کسب سود و منفعت(C311)، کسب اعتبار (C312)، کسب سهم بازار(C313). شکل‌های ۴ و ۵ و ۶ نیز به ترتیب نمودارهای علی و معلولی مخصوص معیارهای موفقیت پرتفوی، طرح و پروژه را به صورت جداگانه نشان می‌دهند. با انجام تحلیلی مشابه بر روی این نمودارها می‌توان تأثیرگذارترین، تأثیرپذیرترین و پراهمیت‌ترین معیارها را از لحاظ میزان ارتباط با سایر معیارها در هر یک از گروه‌های پروژه، طرح و پرتفوی مشخص نمود. خلاصه‌ی نتایج به‌دست آمده با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته در جدول ۹ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۹. نتایج حاصل از تحلیل نمودارهای علی و معلولی

گروه معیارهای مورد بررسی	تأثیرگذارترین معیارها در گروه مورد بررسی	تأثیرپذیرترین معیارها در گروه مورد بررسی	پراهمیت‌ترین معیارها در کروه مورد بررسی (مجموع تأثیرپذیری و تأثیرگذاری)
کل	زمان(C111) ، هزینه(C112) کیفیت(C115) ، رضایت تیم پروژه (C121) و رضایت تامین کننده(C122)	کسب سود و منفعت(C311) ، کسب اعتبار(C312) ، کسب سهم بازار(C313)	کیفیت(C115) ، رضایت تامین کننده (C122)، کسب سود و منفعت(C311) ، کسب اعتبار(C312) ، کسب سهم بازار (C313)
پروژه	محدوده(C113) ، رضایت تیم پروژه(C121)	کیفیت(C115)،ایمنی(C114)	زمان(C111) ، رضایت تامین کنندگان(C122)،هزینه(C112)
طرح	کارایی مورد انتظار در زمان بهره برداری(C211)	ایمنی در زمان بهره برداری(C213)	ایمنی در زمان بهره برداری(C213)
پرتفوی	ایجاد مزیت رقابتی(C314)	کسب سود و منفعت(C311)	کسب اعتبار(C312)، کسب سهم بازار (C313)،ایجاد مزیت رقابتی(C314) ، دستیابی به یک تکنولوژی جدید(C323)

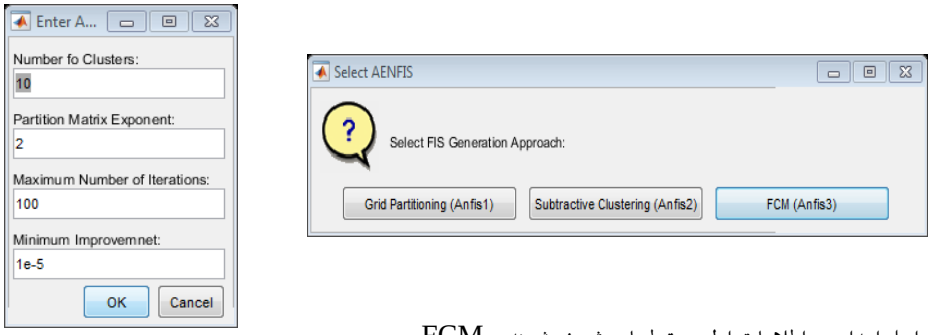
با بررسی نقشه‌ی روابط شبکه‌ی گروه معیارهای موفقیت پروژه در شکل ۶ می‌توان دریافت معیار محدوده (C113) یکی از معیارهای کلیدی می‌باشد؛ زیرا این معیار هیچ تأثیری از سایر معیارهای موفقیت نپذیرفته و در مقابل بر دو معیار زمان (C111) و هزینه (C112) تأثیر قابل توجهی می‌گذارد. همچنین مشاهده می‌شود معیار رضایت تیم پروژه بر همه معیارها به‌جز محدوده تأثیر گذار است. با وجود این می‌توان گفت سه معیار زمان، هزینه، رضایت تأمین‌کننده جز پراهمیت‌ترین معیارهای موفقیت پروژه از لحاظ میزان ارتباط با سایر معیارها می‌باشند.

تفسیر نتایج سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی. در این پژوهش به جهت دستیابی به برازش مطلوب برای پیش-بینی سرمایه‌گذاری در پروژه و تصمیم‌گیری در این زمینه از شبکه عصبی فازی چندلایه استفاده شده است. بر

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

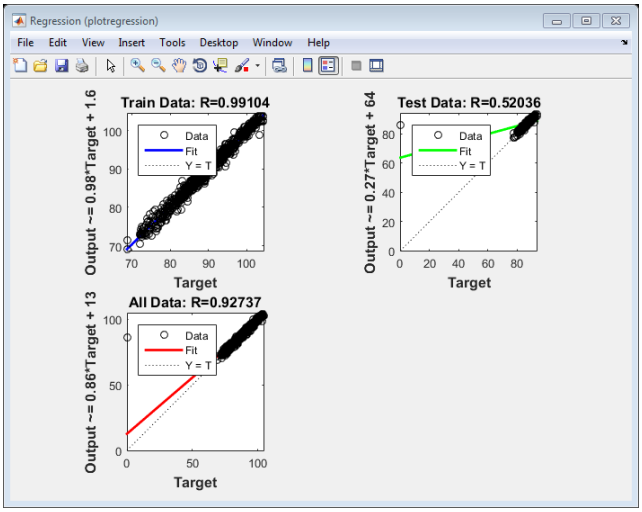
[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

همین اساس الگوریتم بر روی داده‌های مربوط به ۹ نمونه از ۷پروژه توسعه فناوری پیاده‌سازی شد. برای این منظور سه روش خوشه‌بندی ذکر شده در ادبیات پژوهش، در نرم‌افزار MATLAB به‌کارگیری شده و کدنویسی در مورد داده‌های جمع‌آوری شده و همچنین داده‌های مربوط به معیارها و روابط بین آن‌ها انجام شد که در این قسمت به بررسی خروجی‌های حاصل پرداخته می‌شود. پیاده سازی ANFIS شامل سه مرحله است: آموزش، اعتبارسنجی و آزمون. شکل ۸ مراحل ابتدایی و اطلاعات اولیه مرتبط با روش خوشه‌بندی FCM را نشان می‌دهد.



شکل۸. مراحل ابتدایی و اطلاعات اولیه مرتبط با روش خوشه‌بندی FCM

با توجه به اینکه الگوریتم دارای پارامترهای متعددی می‌باشد با استفاده از روش تاگوچی به تنظیم پارامترها مطابق با مقادیر شکل بالا پرداخته شد. شایان ذکر است افزایش تعداد خوشه ها در این روش تا ۱۰ خوشه باعث کاهش خطا و بعد از آن باعث افزایش می‌شود. شکل ۹ وضعیت رگرسیون تابع برازش مرتبط با روش خوشه‌بندی FCM را نشان می‌دهد.

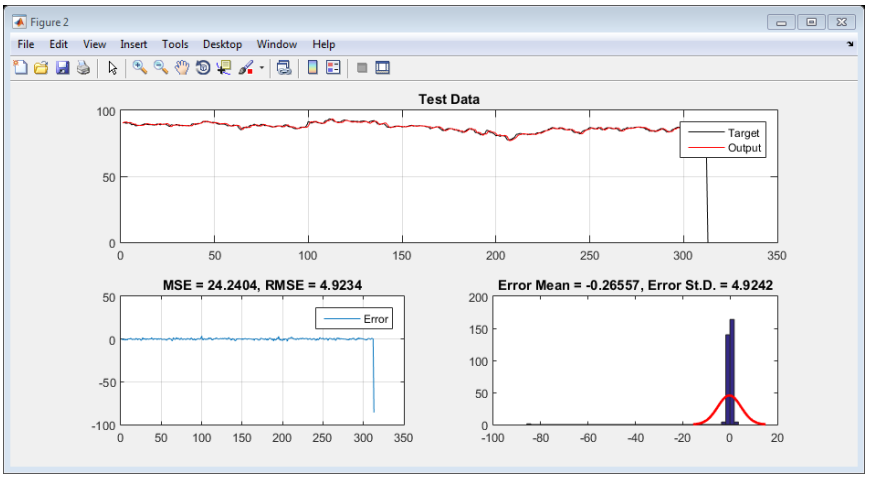


شکل ۹. برازش مرتبط با روش خوشه‌بندی FCM

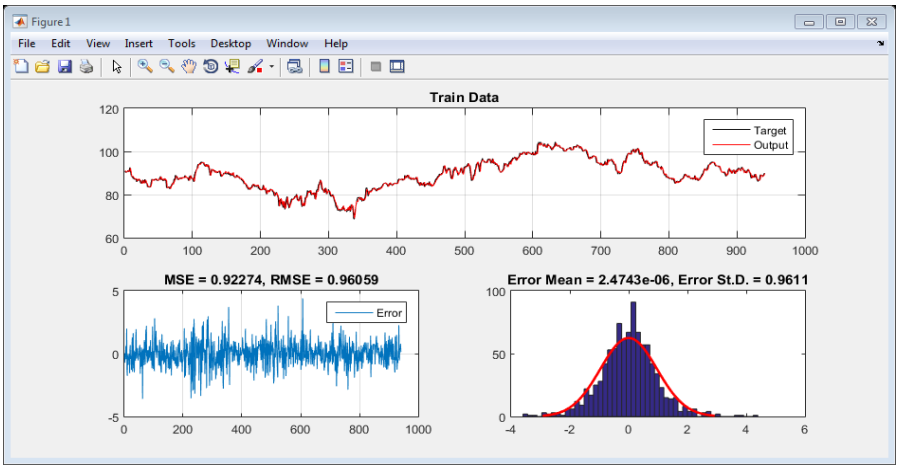
همچنین نمودارهای مربوط به مقادیر خطای تست و آزمایش در FCM به شکل زیر می‌باشد. شکل ۱۰ و ۱۱.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

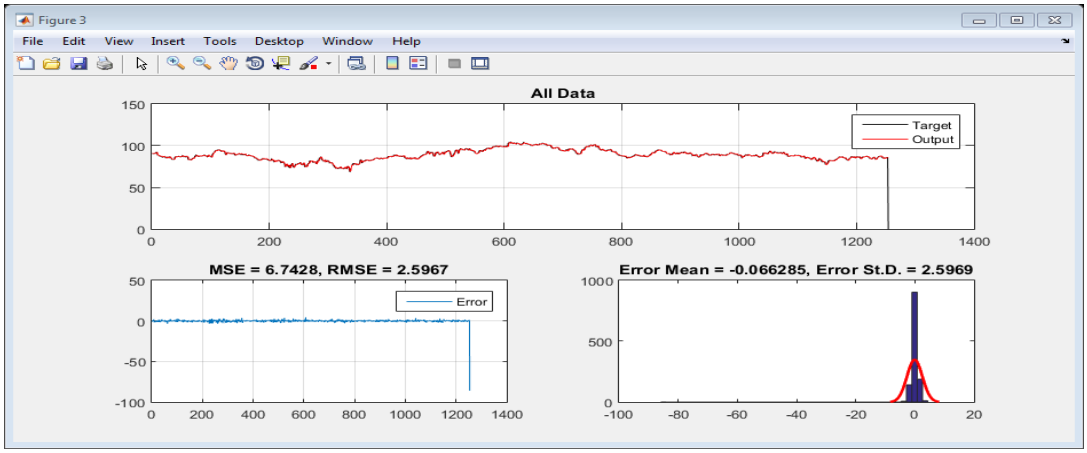


شکل ۱۰. خطای مرحله تست



شکل ۱۱. خطای مرحله آموزش

در شکل زیر خطای مجموع مراحل تست و آموزش قابل مشاهده است. در انتهای این قسمت تابع برازش ذخیره و برای برنامه‌ریزی قابل استفاده است. شکل ۱۲.

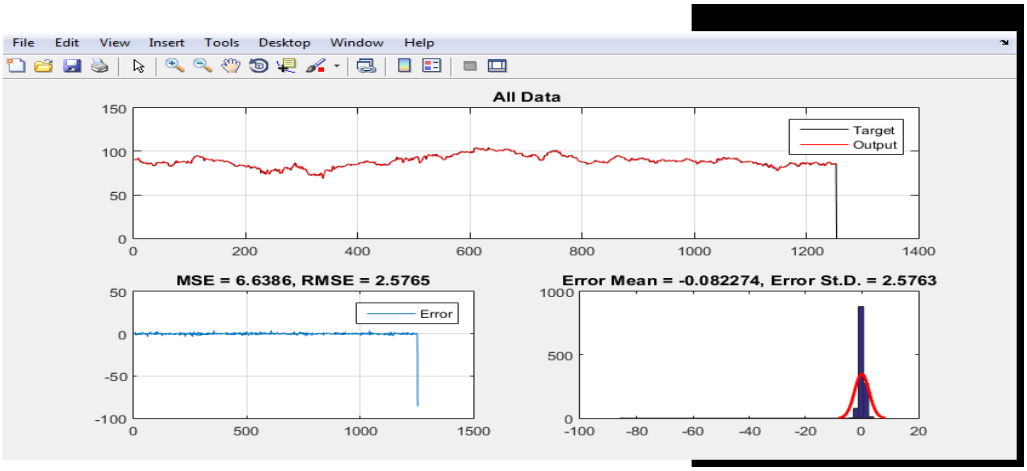


شکل ۱۲. نمودار میانگین مربعات خطا

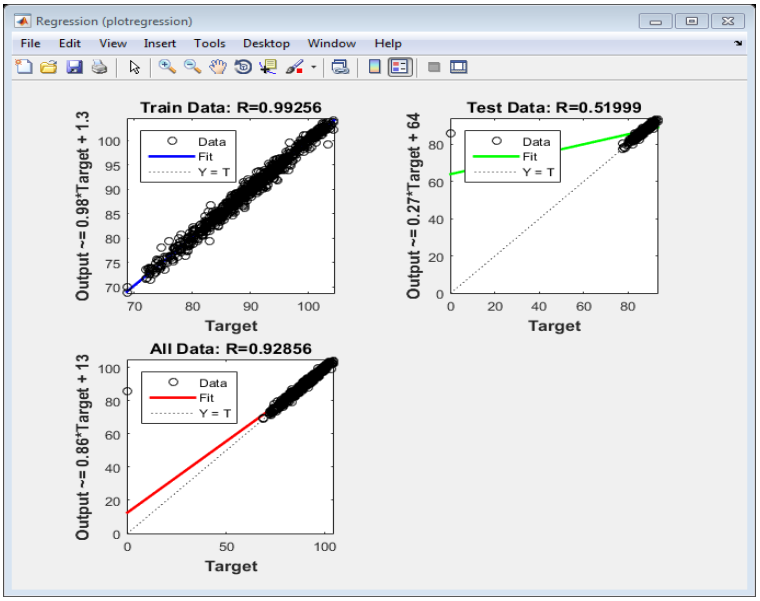
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

خروجی شبکه عصبی مقدار Y و مقدار دلخواه T است. بهترین آموزش و بیان بهتر برازش $T=Y$ است. هر چقدر داده‌های موجود دراین نمودار روی خط مذکور قرار گرفته و پراکندگی نرمالی داشته باشند برازش بهتری را شاهد خواهیم بود. ضریب همبستگی (R)دقت رگرسیون را مشخص می‌سازد که هر چقدر به ۱ نزدیک باشد مطلوب‌تر است. با مقایسه میانگین مربعات خطا و مقدار همبستگی و با توجه به انواع خوشه‌بندی‌ها و تعداد دفعات تکرار الگوریتم بر اساس آموزش صورت گرفته، می‌توان تحلیل‌های مقایسه‌ای را در رابطه با میزان یادگیری شبکه و کاهش درصد خطا صورت داد و در رابطه با برازش مطلوب قضاوت نمود. در ادامه جهت رعایت اختصار فقط نمودارهای مرتبط با ضریب همبستگی ارایه شده است و نمودارهای مربوط به میانگین خطا، خطای تست و آموزش برای دو روش خوشه‌بندی کاهشی فازی و مشبک که دارای تفاسیر مشابه با روش FCM می‌باشند در مقاله ارایه نشده است. نتایج مربوط به میزان خطا و همبستگی روش خوشه‌بندی مشبک در شکل ۱۳ و ۱۴ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۱۳. نتایج مربوط به میزان خطای روش خوشه‌بندی مشبک



شکل ۱۴. نتایج مربوط به همبستگی در خوشه‌بندی مشبک

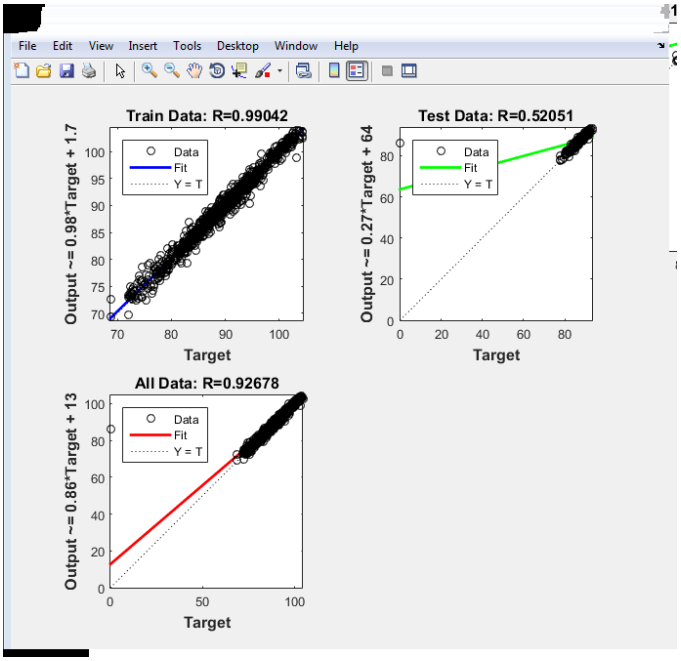
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

برای استفاده از خوشه‌بندی کاهشی فازی باید میزان شعاع تاثیرگذاری مشخص گردد و سپس مشابه با روش FCM پارامترها با استفاده از روش تاگوچی تنظیم شود. نتایج اجرای الگوریتم با استفاده از خوشه‌بندی کاهشی فازی در شکل ۱۵ و ۱۶ ارایه شده است.



شکل۱۵. نتایج مربوط به میزان خطای روش خوشه‌بندی کاهشی فازی



شکل۱۶. نتایج مربوط به همبستگی در خوشه‌بندی کاهشی فازی

در نمودارهای ارایه شده RMSE میانگین مربعات خطاست که به نوعی تعدیل‌گر خطای مثبت و منفی می‌باشد. خطاهای محاسبه شده متناسب با داده‌ها و برازش صورت گرفته بوده و یکی از موارد مهم توزیع خطاست که هرچقدر این نمودار به توزیع نرمال نزدیک‌تر باشد این‌گونه می‌توان نتیجه گرفت که شبکه توانسته برازش هوشمندی داشته باشد و دقت بالایی داشته است. جهت تفسیر نتایج از معیارهای کلی میانگین مربعات خطا، میانگین خطای نسبی و ضریب همبستگی بهره‌گیری شده است و با توجه به خروجی‌های نرم‌افزار و گراف‌های حاصل‌شده، نتایج در جدول ۱۰ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده از سیستم استنتاج فازی عصبی

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

تطبیقی و با توجه به معیارهای تحلیل آماری، روش خوشه‌بندی مشبک دارای بیش‌ترین مقدار همبستگی و بهترین برازش می‌باشد.

جدول۱۰. شاخص آماری مرتبط با میزان خطا در هر نمونه

نام شرکت	RMSE	NMSE	MAPE
نمونه ۱	۱/۰۱	۱/۶۳	۰/۹۹
نمونه ۲	۰/۶۸	۱/۰۲	۰/۷۸
نمونه ۳	۰/۸۸	۱/۱	۰/۸۲
نمونه ۴	۱/۲۴	۱/۲۱	۰/۹۸
نمونه ۵	۱/۱	۱/۴۵	۰/۹۵
نمونه ۶	۱/۱۲	۱/۱	۰/۹۹
نمونه ۷	۱/۳	۱/۳	۰/۹۸
نمونه ۸	۱/۱	۱/۱	۰/۹۸
نمونه ۹	۰/۷۳	۱/۱۵	۰/۸۰

با توجه به شاخص‌های آماری مرتبط با نمونه‌ها که در واقع الگوی سرمایه‌گذاری در ۷ پروژه بر اساس معیارهای موفقیت در پروژه می‌باشند، مقادیر بالا در ضریب همبستگی و مقدار خطای کم مؤید روش بهینه خوشه‌بندی و بهترین الگوی انتخابی جهت سرمایه‌گذاری می‌باشد. بر اساس نتایج روش خوشه‌بندی مشبک با توجه به بیش‌ترین میزان همبستگی ($R=۰/۹۲۸$) بهترین روش و نمونه ۲ با توجه به کم‌ترین مقادیر خطا دارای بهترین برازش و مدل رگرسیونی جهت کسب مطلوبیت در سرمایه‌گذاری می‌باشد.

۵ نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این تحقیق ۱۹ معیار موفقیت مرتبط با پروژه‌های توسعه فناوری شناسایی و با انجام مصاحبه با خبرگان و فراتحلیل مقالات معتبر با استفاده از ابزار پرسشنامه، مناسب بودن آن‌ها برای مطالعه موردی این پژوهش مورد سنجش قرار گرفت. شاخص‌های منتخب در قالب معیارهای پروژه، طرح و پرتفوی دسته‌بندی شده و با استفاده از روش دیمتل و با در نظرگرفتن روابط بین معیارهای موفقیت، تأثیرگذارترین، تأثیرپذیرترین و پراهمیت‌ترین معیارها مشخص گردید. بر این اساس، کیفیت (C115)، رضایت تأمین کننده (C122)، کسب سود و منفعت (C311)، کسب اعتبار (C312)، کسب سهم بازار (C313) به ترتیب پر اهمیت‌ترین معیارها درمجموعه معیارهای کلی، پروژه، طرح و پرتفوی می‌باشند. این معیارها در واقع معیارهایی هستند که با سایر معیارها دارای تعاملات بیش‌تری بوده و دستیابی به این معیارها، رسیدن به سایر معیارهای موفقیت را تسهیل می‌کند. علاوه بر تعیین معیارهای با اهمیت از لحاظ تأثیرگذاری و تأثیرپذیری، نقشه‌ی روابط شبکه که نشان‌دهنده‌ی نحوه‌ی تأثیر معیارهای موفقیت بر یکدیگر می‌باشد نیز ترسیم گردید. در ادامه جهت دستیابی به بهترین برازش به عنوان راهنما برای تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری در پروژه‌های توسعه فناوری، سناریوهای مبتنی بر معیارها در ۹ نمونه مرتبط با ۷ پروژه در صنعت مورد مطالعه به عنوان ورودی شبکه عصبی فازی تطبیقی در نظر گرفته شد و برای

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

دستیابی به تابع مطلوبیت تصمیم‌گیری، سه روش خوشه‌بندی FCM، کاهشی فازی و مشبک مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی و با توجه به معیارهای تحلیل آماری که میانگین مربعات خطا، میانگین خطای نسبی و ضریب همبستگی در نظر گرفته شد، روش خوشه‌بندی مشبک دارای بیش‌ترین مقدار همبستگی و نمونه۲ داری بهترین برازش و مدل رگرسیونی می‌باشد. در این پژوهش هر یک از نمونه‌ها در واقع الگوی سرمایه‌گذاری در ۷ پروژه بر اساس معیارهای موفقیت در پروژه می‌باشند. لازم به ذکر است الگوریتم ANFIS در این پژوهش فقط برای پروژه مورد استفاده قرار گرفت که روش اجرا قابل تعمیم به پورتفوی و طرح نیز می‌باشد. عدم امکان بیان دقیق سناریوها و معرفی و تشریح صنعت مورد مطالعه از محدودیت‌های اساسی پژوهش پیش‌رو می‌باشد که در واقع ماهیت سازمان مورد مطالعه و صلاحدید مدیران امر، پژوهشگران را با این محدودیت مواجه نموده است. نتایج این تحقیق مدیران پروژه، را یاری می‌نماید تا تصمیماتی با اثربخشی بیش‌تر برای دستیابی به موفقیت اتخاذ نمایند. از آنجاکه این تحقیق در پروژه های توسعه فناوری اجرا گردیده است؛ لذا تحقیقات آتی می‌توانند متدولوژی این پژوهش را در سایر پروژه‌ها و صنایع پیاده‌سازی و نتایج را مقایسه نمایند. از طرفی ادغام خروجی‌های روش دیمتل با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نظیر ANP، جهت اولویت‌بندی معیارها و همچنین بررسی روش دیمتل فازی جهت دستیابی به پاسخ‌هایی دقیق‌تر، می‌تواند مدنظر پژوهشگران قرار گیرد. استفاده از سایر الگوریتم‌های متاهیوریستیک و روش‌های فراابتکاری به صورت همزمان می‌تواند معیاری باشد برای قضاوت در مورد اعتبار یافته‌های پژوهش‌های مشابه و نیز موجب اطمینان بیشتر برای تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری‌های کلان در پروژه‌ها می‌گردد.

منابع

[۸] نیک عمل، .م.ص.، انصاری نژاد، ا.، انصاری نژاد، ص.، میری نرگسی، س.،(۱۳۸۹). یافتن روابط علّی و معلولی و رتبه بندی عوامل بحرانی موفقیت و شکست پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی به کمک ترکیب روش‌های ANPوDEMATEL فازی گروهی، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، ۴۴ (۲)، ۱۹۵-۲۱۲.

[۱۱] حاجی یخچالی، (۱۳۹۳). رهنمود سبد النا، تهران، انتشارات عبور.

[۴۳] آذر، ع.، پورنصیر، م.، مسافره.، (۱۳۹۷). تدوین مدل و پیش‌بینی کارایی ادارات پست گیلان با روش تحلیل پوششی داده‌ها و رویکرد تکاملی شبکه‌های عصبیGMDH، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۵ (۳)، ۱۲۱-۱۳۹.

[۴۴] اشگرف، ر.، میرزامحمدی، س.، سجادی، ج.، (۱۳۹۳). شناسایی عوامل مؤثر بر خصوصی سازی صنایع پالایش گاز ایران با رویکرد تلفیقی دلفی دیماتل (مطالعهٔ موردی :شرکت پالایش گاز پارسیان)، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، ۴۸ (۲)، ۱۳۷-۱۵۰.

[۵۳] حبیبی، آ.، ایزد بار، ص.، سرافرازی، ا.، (۱۳۹۳). تصمیم گیری چند معیاره ی فازی، رشت، کتیبه گیل.

[۵۵] منطقی‌پور، م.،غفاری حدیقه، ع.، صفری، ا.، (۱۳۹۷). تعیین نرخ بهینه بیمه‌نامه‌ها در گروه‌های همگن ریسک، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۵ (۱)، ۵۶-۴۱.

[1] Bryde, D. J., Robinson, L.(2005). Client versus contractor perspectives on project success criteria, International Journal of Project Management, 23, 622–629.

[2] Lim, C.S., Mohamed, M.Z. (1999). Criteria of Project Success: An Exploratory Re-examination, International of journal of Project management, 17, 243-248.

[3] Westerveld, E. (2003). The Project Excellence model: linking Success Criteria and critical Success Factor, International Journal of Project Management.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

[4] Turner, J. R., Zolin R. (2012). Forecasting success on large projects: developing reliable scales to predict multiple perspectives by multiple stakeholders over multiple time frames, Project Management Journal, 43, 587-99.
[5] Kerzner, H. (2001). Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling 7th, John Wiley&Sons.
[6] Shenhar, A.J. (2001). Project Success: A Multidimensional Strategic concept, Long Range Planning, 34, 699-725.
[7] Shenhar, A. J., Dvir, D. (2007). Reinventing Project Management: The diamond Approach to Successful Growth and Innovation, A Harvard Business School Press.
[9] Nilashi, M., Zakaria, R. Ibrahim, I., Zaimi Abd, M. (2014). MCPCM: A DEMATEL –ANP Multi-Criteria Decision –making Approach to Evaluate the Critical Success Factors in Construction Projects, Arab Journal Science Engineering.
[10] Karpak, B., Topcu, I. (2010). Small Medium Manufacturing Enterprises in Turkey: An Analytic Network Process Framework for Prioritizing Factors Affecting Success, International Journal Production Economics, 125, 60-70.
[12] De Wit, A. (1988). Measurement of Project Success, International Journal of Project Management, 6: 3, 164-170.
[13] Maloney, W. F. (1990). Framework for Analysis of Performance, Journal Construction Engineering Management, 116: 3, 399-415.
[14] Freeman, M., Beale, P. (1992). Measuring Project Success, Project Management Journal, 23:1, 8–17.
[15] Riggs, J. L., Goodman, M., Finley, R., & Miller, T. (1992). A Decision Support System for Predicting Project Success, Project Management Journal, 22(3), 37–43.
[16] Ahadzie, D. K. Proverbs, D.G. Olomolaiye, P.O.(2008) .Critical Success Criteria for Mass House Building Projects in Developing Countries, International Journal of Project Management, 26, 675–687.
[17] Al Tomemy, S. M. H. M., Abdul-Rahman, H., & Harun, Z. (2011). Future criteria for success of building projects in Malaysia, International Journal of Project Management, 29, 337–348.
[18] Baccarini, D. (1999). The Logical Framework method for Defining Project Success, Project Management Journal, 30 (4), 25-32.
[19] Blindenbach, F., Den Ende, J. v. (2006). Innovation in project-based firms: The context dependency of Success Factor, Research Policy, 35, 545–561.
[20] Brown, A., Adams, J. (2000). Measuring the Effect of Project Management on construction outputs: a new approach, International Journal of Project Management, vol.18, no.5, pp. 327-335.
[21] Bryde, D.J. (2005). Methods for Managing Different Perspectives of Project Success, British Journal of Management, 16, 119-131.
[22] Chan, A., Scott, D., Edmond. W., Lam. M. (2002). Framework of Success Criteria for Design /Build Projects, Journal of Management in Engineering, 18(3), 120-128.
[23] Ahmad, A. (۲۰۱۵). Success Criteria for Design-and-Build Public Hospital Construction Project in Malaysia – An Empirical Study, Applied Mechanics and Materials, 749, 410-414.
[24]Chanaron, J., & Jolly, D. (1999). Technological management: expanding the prespective of management of technology, Management Decision, 37 (8), 613-620.
[25] Nilashi, M., Zakaria, R. Ibrahim, I., Zaimi Abd, M. (2014). MCPCM: A DEMATEL –ANP Multi-Criteria Decision –making Approach to Evaluate the Critical Success Factors in Construction Projects, Arab Journal Science Engineering.
[26]Chua, D. K. H., Kog, Y. C., and Loh, P. K. (1999). Critical Success Factors for Different Project Objectives, Journal Construction Engineering Management, 125(3), 142–150.
[27] Cheung, S. O., Tam, C. M., Ndekugri, I., and Harris, F. C. (2000). Factors Affecting Client's Project Dispute Resolution Satisfaction in Hong Kong, Journal Construction Management Economic, 18(3), 281 –294.
[28] Frodell, M., Josephson, P., Lindahl. G. (2008). Swedish construction clients' views on project success and measuring performance, Journal of Engineering, Design and Technology, 6 (1), 21-32.
[29] Kumaraswamy, M. M., Thorpe, A. (1995). Systematizing Construction Project Evaluations, Journal Management Engineering, 12 (1), 34-39.
[30] Morris, P.W.G., Hough, G.H. (1987). Anatomy of Major Projects: A Study of the Reality of Project Management.
[31] Naoum, S. G. (1994). Critical analysis of time and cost of management and traditional contracts, Journal Construction Engineering Management, 120 (4), 687–705.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]

[32] Parfitt, M. K., Sanvido, V. E. (1993). Checklist of Critical Success Factors for Building Projects, Journal Management Engineering ,9(3), 243–249

[33] Shao, j., Muller, R. (2011). The Development of program Context and Program Success: A qualitive study, International Journal of Project Management, 29, 947-959.
[34] Shenhar, A.J., Dvir, D., Lipovetsky, S., Tishler, A. (1997). In Research of Project Classification: A Non-Universal Approach to Project Success Factors, Research Policy, 27, 915-935.
[35] Sumrit, D., Anuntavoranich, P. (2013). Using DEMATEL Method to Analyze the Causal Relations on Technological Innovation Capability Evaluation Factors in Thai Technology-Based Firms, International Transaction Journal of Engineering, Management & Applied Sciences & Technologies, 4(2), 81-103.
[36] Serrador, P., Turner, R. (2015). The Relationship between Project Success and Project Efficiency, Project Management Journal, 46 (1), 30–39
[37] Rashvand P., Abd Majid, M.Z. (2014). Critical Criteria on Client and Customer Satisfaction for the Issue of Performance Measurement, Journal of Management in Engineering, 30(1), 10-18.
[38] Turner, R., Muller, R. (2007). Influence of Project Managers on Project Success Criteria and Project Success by Type of Project, European Management Journal, 25.
[39] Turner, J.R., Zolin, R., Remington, K. (2012). Modeling success on complex projects: multiple multiple perspectives by multiple stakeholders over multiple time frames, Project Management Journal, 43 (5), 87-99.
[40] Tayler, C. J. (1992). Ethyl Benzene Project: the Client's Perspective, International Journal of Project Management, 10(3), 175–138.
[41] Zadeh, H. GH. (2007). Soft formula with Fuzzy logic & Neural network, 208(148).
[42] Takagi, T., Sugeno, M. (1983). Derivation of fuzzy control rules from humanoperator's control actions. Proceedings of the IFAC symposium on fuzzy information, knowledge representation and decision analysis, 55–60.
[45] Esfehanipour, A., Mardani, P. (2011). ANFIS Model for Stock Price Prediction: The Case of Tehran Stock Exchange, IEEE, no. international Symposium on innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 978-1-61284-922-5.
[46] Xue-bo, J., Jiang-feng, W., Hui-yan, Z., Li-hong, C. (2013). ANFIS Model for Time Series Prediction.
[47] Cheng, C. H., Wei, L. Y., Chen, Y. S. (2009). Fusion ANFIS models based on multi-stock volatility causality for TAIEX forecasting, Journal of Neurocomputing, 72, 3462-3468.
[48] Collazo, C., Aceves, E., Gorrostieta, J., Pedraza-Ortega, A. Sotomayor-Olmedo and M. Delgado.Rosas. (2010). Comparison between Fuzzy C-Means Clustering and Fuzzy Clustering Subtractive in Urban Air Pollution, IEEE.
[49] Sharifa, R., Vinod, S. (2015). A New Approach to Adaptive Neuro-Fuzzy Modeling using Kernel based Clustering. Global Journal of Computer Science and Technology (D). Neural & Artificial Intelligence .15 (1), Version 1, 24-34.
[50] Mazhar, M. I., Kara, S., Kaebernick, H. (2009). Remaining life estimation of used components in consumerproducts: Life cycle data analysis by Weibull and artificial neural networks.
[51] Neshat, M., Adeli, A., masoumi, A., sargolzae, M. (2011). A Comparative Study on ANFIS and Fuzzy Expert System Models for Concrete Mix Design. IJCSI International Journal of Computer Science, 8 (3).
[52] Fattahi, H. (2016). Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Based On Fuzzy C–MEANS CLUSTERING ALGORITHM, A Techniq for Estimation OF TBM Penetration Rate .International Journal of optimization in civil engineering. int. J. Optim. Civil Eng, 6(2),159-171
[54] Bey, K. B., Benhamadi, F., Sebbak, F. (2013). Fuzzy Subtractive Clustering Based Prediction Approach for CPU Load Availability, CLOUD COMPUTING: The Fourth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2019.16.4.1.6]