

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

محمدعلی افشار‌کاظمی^{۱*}، رضا احتشم راثی^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 فزوین، گروه مدیریت صنعتی، فزوین، 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 حائز 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 موفقیت 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 برآشش بهینه تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری، از الگوریتم ANFIS استفاده شده است. برای این منظور سناریوهای سرمایه‌گذاری مبتنی بر معیارها و اوزان آن‌ها تدوین و به عنوان 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 خوشبندی Subtractive FCM و Grid Partitioning 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 متداول‌تری قابل تعمیم به طرح و پرتفوی نیز می‌باشد.

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

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: sadeqbehruz@ut.ac.ir

۱ مقدمہ

با توجه به متفاوت بودن ماهیت و نوع مدیریت فعالیت‌های سازمانی در پروژه، طرح و پرتفوی، ارزیابی موقفیت هر یک از این موارد نیز در برده‌های زمانی متفاوت بر اساس معیارهای مختص به خود صورت می‌پذیرد؛ لذا اهمیت بررسی معیارهای موقفیت 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 موقفیت از نقطه نظر تمایز میان مفاهیم پروژه، طرح و پرتفوی اشاره کرد. در حقیقت اهمیت پرداختن به معیارهای موقفیت، مبنایی برای ارزیابی می‌باشد و می‌توان با استفاده از آن‌ها میزان موقفیت را در این سطوح مورد سنجش قرار داد. با توجه به تخمین موقفیت براساس شناسایی صحیح معیارهای موقفیت و یافتن ارتباط داخلی بین آن‌ها، در مدیریت 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 حائز اهمیت است. در یک بازه زمانی طولانی مدت موقفیت پروژه با معیارهای زمان، بودجه و قابلیت تحويل یا کیفیت مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. امروزه با مروری بر مطالعات این دوره، نویسنده‌گان 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 موقفیت و شکست پروژه را تحت الشاعع 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 تعیین کننده است؛ لذا دستیابی به پیش‌بینی‌ها، توابع تصمیم‌پار و برآزش‌های بهینه با استفاده از داده‌های قبلی و یا انجام مطالعات تطبیقی در این زمینه حائز اهمیت می‌باشد که اگر بر اساس ورودی‌ها و داده‌های دقیق صورت گیرد وقت 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 موقفیت پروژه، تحلیل روابط بین شاخص‌ها و در نهایت دست‌یابی به برآزش بهینه جهت تسهیل تصمیم‌گیری و اقدامات بعدی در راستای دست‌یابی به موقفیت‌های 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 موقفیت، 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 موقفیت 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 دستاورده

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 پیشنهاد 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 در راستای پایه‌گذاری روش‌های مناسب جهت مدیریت چرخه‌ی حیات پروژه و همچنین برای گزینش تکنیک‌های اندازه‌گیری مناسب، ضروری به نظر می‌رسد [۱].

۱-۲ معیارهای موفقیت

حدود ۵۰ سال قبل اویسن سه معیار 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 گردد؛ اما قطعاً شرط کافی برای تحقق موفقیت پروژه نخواهد بود؛ لذا آغاز روند رو به رشد پژوهش‌های عمیق‌تر در تعریف موفقیت پروژه در مطالعات انجام شده در سال‌های ۱۹۸۰ تا اواخر دهه‌ی نود دیده می‌شود. «معیارهای موفقیت» گام کلیدی برای درک 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]. وستولد برقراری ارتباط بین عوامل بحرانی موفقیت و معیارهای موفقیت را هم در حوزه‌ی 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 کنند، پروژه به اهداف از پیش تعیین شده‌اش از نظر تولید محصول برسد، پروژه نیازهای تیم پروژه و حامیان را برطرف سازد، پروژه به اهداف تجاری تعیین شده‌ای برسد، پروژه

نیازمندی‌های استفاده‌کنندگان را برطرف سازد، پژوهه نیازمندی‌های ذی نفعان را برطرف کند. وی همچنین در مطالعات بعدی ۹ معیار موفقیت را نیز از دیدگاه ذی نفعان مختلف معرفی کرده و مشخص نموده است که ارزیابی موفقیت پژوهه 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 شهر و همکاران چهار بعد عمدۀ موفقیت شامل کارایی پژوهه، تأثیر بر مشتری، موفقیت کسب و کار و بسترسازی برای آینده را شناسایی کردند. ایشان با استفاده از ادبیات موفقیت و مشاهدات خوبش، فهرستی از ۱۴ معیار جهت ارزیابی تمامی پژوهه‌های موفقیت با هدف آزمون رفتار این معیارها در تحلیل ثانویه خود در ارتباط با ۱۲۷ پژوهه با حضور ۱۸۲ مدیر پژوهه، 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 تغییر 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 پژوهه مشغول در پژوهه‌های ساختمانی آلمان را در خصوص اهمیت معیارهای موفقیت پژوهه بررسی کرده‌اند و آن‌ها را در سه دیدگاه مختلف دسته‌بندی کرده‌اند. سیلویوس و شیپر نیز در سال ۲۰۱۵ در مقاله خود، معیارهای موفقیت پژوهه 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 پژوهه بررسی کرده‌اند. در همین راستا مطالعات احمد و همکاران در سال ۲۰۱۵ به شناسایی، دسته‌بندی و تحلیل معیارهای موفقیت پژوهه‌های ساخت بیمارستان مربوط می‌شود. برسانی و کاروالهو نیز در همین زمان به بررسی تأثیر بلوغ مدیریت پژوهه و حمایت مدیریت ارشد بر روی معیارهای کارایی موفقیت پژوهه (زمان، هزینه، محدوده) پرداخته‌اند. کوپس و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مقاله‌ای ضمن شناسایی معیارهای موفقیت پژوهه با استفاده از کیومتدولوژی، ادراک مدیران پژوهه 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 پژوهه بین پاسخ دهنده‌گان شناسایی نموده‌اند که در هر دیدگاه برحی معیارها با اهمیت‌تر از برحی دیگر تشخیص داده شده‌اند. با توجه به بررسی مطالعات پیشین می‌توان دریافت در اکثر مطالعات بر عدم کفايت معیارهای سنتی شامل زمان، بودجه و اهداف عملکردی پژوهه برای تضمین دستیابی به اهداف سازمانی تاکید شده است. امروزه موفقیت پژوهه مفهومی چندبعدی است که با ابعاد فنی، اقتصادی، رفتاری، کسب و کار و استراتژیک مرتبط می‌باشد؛ لذا مدیران پژوهه، طرح و پرتفوی باید قبل از اجرای هر پژوهه‌ای معیارهای موفقیت مرتبط با هر یک از سطوح مذکور را تعیین و چارچوب خاصی برای دسته‌بندی مناسب معیارها در فازهای مختلف پژوهه تعریف نمایند. با توجه به وجود تمايز میان معیارهای موفقیت و عوامل موفقیت، برحی از پژوهشگران به بررسی ارتباط عوامل موفقیت پژوهه

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

۲-۲ تمایز معیارهای موقیت پروژه، طرح و پرتفوی

پروژه‌های توسعه فناوری از نوع پروژه‌های سرمایه‌گذاری هستند. این پروژه‌هایی هستند که منافع‌شان پس از بهره‌برداری از قلم قابل تحويل حاصل خواهد شد. به عبارت بهتر انتقال قلم قابل تحويل پروژه به واحدهای خدماتی سازمان (بهره‌بردار)، باعث تغییر ظرفیت کسب و کار خواهد شد. در حقیقت با استمرار به کارگیری 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 موقیت پروژه، طرح و پرتفوی با توجه به خروجی‌های آنها و همچنین زمان ارزیابی این موقیت نیز کاملاً متفاوت می‌باشد؛ لذا در این پژوهش با توجه به نوع پروژه‌ی سرمایه‌گذاری انتخابی جهت مطالعه‌ی موردی، معیارهای موقیت بر اساس مفاهیم پروژه، طرح و پرتفوی به شرح زیر تفکیک شده است.

معیارهای موقیت پروژه. پروژه مجموعه فرآیندها، ابزارها و ساختار سازمانی موقت در راستای تحويل یک یا چند قلم قابل تحويل می‌باشد که دارای اهداف مختلف عملکردی است؛ لذا پروژه‌ها تا تحويل اقلام قابل تحويل ادامه دارند [۱۱]. این نکته از این جهت قابل توجه است که موقیت و عدم موقیت پروژه باید در زمان تحويل اقلام قابل تحويل 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 موقیت پروژه هستند که تقریباً از لحاظ اکثر ذی‌نفعان با اهمیت تلقی شده و آن‌ها برای ارزیابی موقیت این معیارها را مورد ارزیابی قرار خواهند داد. به جز این موارد، دو معیار رضایت تأمین‌کنندگان (SC121) و رضایت تیم پروژه (SC122) نیز دو معیار مهم جهت ارزیابی موقیت پروژه می‌باشند.

معیارهای موقیت 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 تحويل تأکید دارند؛ اما طرح‌ها بر تحقق پیامدهای مطلوب. به عبارت دیگر اقلام قابل تحويل 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،

باید از این ظرفیت بهره‌برداری شود تا پیامدهای مطلوب حاصل شود؛ لذا موفقیت یا عدم موفقیت پروژه بر اساس تحويل اقلام قابل تحويل و موفقیت یا عدم موفقیت طرح بر اساس تحقق پیامدهای مطلوب سنجیده می‌شود [11]. 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 اینمی در زمان بهره‌برداری (SC213) جهت ارزیابی موفقیت طرح در نظر گرفته شده‌اند.

معیارهای موفقیت پرتفوی (سبد پروژه‌ها). سبد یا پرتفوی مجموعه فرآیندها، ابزارها و ساختار سازمانی دائمی 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 [11]. 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 آنی (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	منابع	نام معیار
SC111	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], Shenhari 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], Shenhari(2001) [6],Chan et al .(2002) [22], Westerveld(2003) [3] ,Bryde(2005) [1], Blindenbach(2006) [19], Shenhari(2007) [7],Ahadzie et al.(2008) [16],Turner(2009) [39], Al-Tomemy et al.(2011) [17], Shao et al.(2011) [33].	زمان
SC112	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], Shenhari et al(1997) [34], Lim & Mohamed(1999) [2],Brown & Chua et al. (1999) [26] , Baccarini(1999) [18], Cheung et al .(2000) [27], Shenhari(2001) [6], Chan et al .(2002) [22], Westerveld(2003) [3] , Bryde(2005) [1], Blindenbach(2006) [19], Shenhari(2007) [7],Ahadzie et al.(2008) [16],Elattar(2009),Turner(2009) [39],Al-Tomemy et al.(2011) [17], Shao et al.(2011) [33].	هزینه
SC113	Baccarini(1999) [18]	محدوده
SC114	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 و سلامت
SC115	De wit (1988) [12], Freeman & Beal (1992) [14], Riggset al. (1992) [15], Parfitt & Sanvido (1993) [32], Shenhari (2001) [6], Chan et al. (2002) [22], Shenhari (2007) [7],	کیفیت -

	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 تامیم پروژه
SC211	Maloney (1990) [13], Freeman & Beal (1992) [14], Tyler (1992) [40], Shenhār (2001) [6], Chan et al. (2002) [22], Baccarini (1999) [18], Shenhār (2007) [7], Shao et al. (2011) [33].	کارایی مورد انتظار در زمان بهره برداری
SC212	Baccarini (1999) [18], Shenhār (2001) [6], Bryde (2005) [21], Shenhār (2007) [7].	کاربری راحت از محصولات 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], Shenhār et al(1997) [34], Shenhār (2001) [6], Chan et al. (2002) [22], Blindenbach (2006) [19], Shenhār (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	Shenhār (2001) [6], Shenhār (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	Shenhār (2001) [6], Blindenbach (2006) [19], Shenhār (2007) [7], Ahadzie et al. (2008) [16], Shao et al. (2011) [33].	دانش کسب شده برای مراجعت آتی
SC323	Shenhār (2001) [6], Shenhār (2007) [7], Ahadzie et al. (2008) [16], Shao et al. (2011) [33].	دستیابی به یک تکنولوژی جدید
SC331	Shenhār (2001) [6], Shenhār (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

نکته حائز 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 پژوهه 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 تطبیق میان مجموعه تکنولوژی، اهداف و مقاصد سازمان است.

۳-۲ سیستم استنتاج فازی^۱

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 شکل ۱ 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 استلزم 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^۲ واسط کاربری که ورودی‌های عددی را به متغیرهای زبانی تبدیل می‌کند و بخش نافازی‌سازی^۳ 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 پر کاربردترین 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.

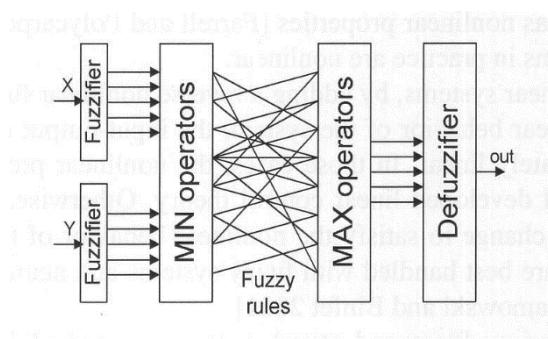
سوگنو یا تاکاگی-سوگنو-کانگ (TSK). بخش مقدم با متغیرهای زبانی و بخش تالی قوانین به صورت یک رابطه ریاضی بیان می‌شود، به عبارتی در این نوع از سیستم، خروجی تابعی ریاضی از ورودی‌های سیستم می‌باشد.

شکل [۴۲].۲

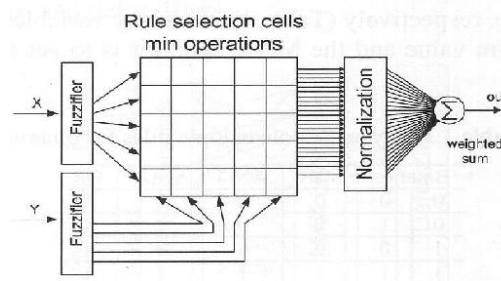
¹ Fuzzy Inference System

² Fuzzification

³Difuzzification



شکل ۱. ساختار سیستم فازی Mamdani [۴۲]



شکل ۲. ساختار سیستم فازی TSK [۴۲]

۴-۲ شبکه عصبی تطبیقی

شبکه های عصبی تطبیقی را می توان ابر مجموعه تمامی شبکه های عصبی رو به جلو با قابلیت یادگیری خواند. به عبارتی دسته ای از شبکه های انطباقی می باشند که از نورون ها تشکیل شده است. این نورون ها به موازات یکدیگر عمل کرده و سعی در مدل سازی سیستم عصبی انسان دارند. از آن جایی که یک سیستم مبتنی بر داده است، به سیستم توانایی تجزیه و تحلیل جامع، یادگیری، پیش بینی روندهای آینده و تصمیم گیری را می دهد. در حوزه پیش بینی روش های شبکه عصبی از محدودیت انتخاب الگو برخوردار است و صرفاً به الگوهای ورودی خاص پاسخ می دهد [۴۳]. در شبکه عصبی، نورون ها با یکدیگر ارتباط وزنی داشته و به طور کلی به دو نوع نورون در شبکه های عصبی می توان اشاره کرد. نورون انطباقی که خروجی این نورون ها بستگی به پارامترهای موجود در آن دارد. این پارامترها بر اساس قانون یادگیری شبکه تعیین می شوند و نورون ثابت که پارامتر ندارد [۴۴]. هر نورون عملیات مشخصی را بر سیگنال های ورودی و پارامترهای مربوطه انجام می دهد و رابطه بین ورودی و خروجی هر نورون با یک تابع فعالیت نشان داده می شود. شبکه های عصبی باید ساختار درونی و وزن اتصالات بین نورون های مصنوعی خود را تغییر دهند تا بتوانند رفتار سیستم را با میزان خطای قابل قبولی مدل سازی کنند. در این راستا، پارامترهای موجود در مجموعه آموزشی داده ها، بر اساس یک قانون یادگیری تعیین شده به روزرسانی شده و بهبود داده می شوند تا زمانی که به میزان خطای قابل قبول برسد [۴۵]. پایه قانون یادگیری در شبکه های عصبی، روش گرادیان نزولی می باشد که معمولاً بسیار کند بوده و در مینیمم محلی گیر می کند. از این رو روش یادگیری پیشنهاد شده عموماً روش آموزش هیبرید می باشد 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 تأمین شده و سیگنال ها رو به جلو حرکت می کند تا خروجی هر نورون محاسبه شود و در بخش رو به عقب، زمانی که خطای عملکرد مدل محاسبه شد، نرخ خطای در جهت عکس حرکت کرده و پارامترهای اولیه به روزرسانی می شود. مزیت آموزش هیبرید نسبت به گرادیان نزولی علاوه بر کاهش ابعاد فضای جست و جو، افزایش سرعت همگرایی سیستم نیز می باشد [۴۶].

۵-۲ خوشبندی 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 معنی‌برداری 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 خوشبندی داده‌ها استفاده کرد [۴۶]. در فرآیند خوشبندی، داده‌ها بررسی می‌شوند و بر اساس طریقه قرارگیری هر نقطه در فضا یک سری خوشی یا کلاستر تعیین شده و برای هر خوشی 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 خوشبندی 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 خوشبندی کلاسیک، هر داده تنها به یک کلاستر تعلق دارد؛ اما در خوشبندی 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 [۴۸، ۴۶] به طور کلی جهت بررسی داده‌ها برای یک سیستم فازی به سه روش خوشبندی مشبك، 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.

۶-۲ 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 الگوریتم‌های یادگیری 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

$$x \in U \subset R^r \quad \text{و دو قانون فازی به شکل زیر وجود دارد:}$$

$$x_i \text{ is } c_i^l \text{ and } x_j \text{ is } c_j^l \quad \text{then} \quad y^l = c_i^l + c_j^l x_i + c_{ij}^l x_j, l = 1, 2$$

که در آن C_i^l همان مجموعه‌های فازی یا متغیرهای زبانی می‌باشدند 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^l می‌باشد. 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 $-l$ 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:

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

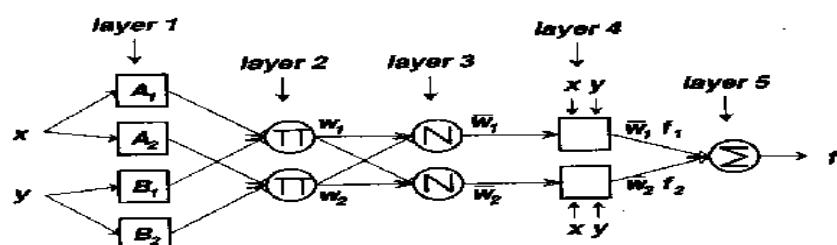
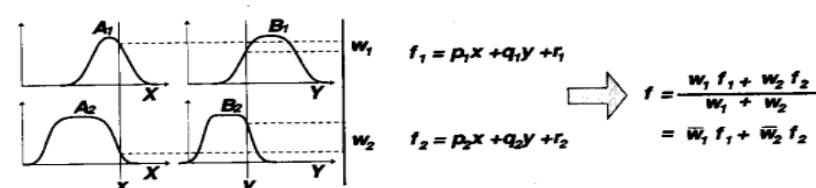
لایه ۴: دو نورون انطباقی در این لایه وجود دارند که خروجی هر قانون را بر اساس پارامترهای ثانویه تعیین کرده و در وزن نرمال محاسبه شده در لایه قبل ضرب می‌کنند. خروجی هر یک به صورت $y^{(-l)} = w^{(-l)}$ می‌باشد که به لایه بعدی فرستاده می‌شود. خروجی هر قانون از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$y^l = c_1^l + c_2^l x_1 + c_3^l x_2$$

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 می‌شود 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.



شکل ۳. مدل فازی سوگنو (TSK) با دو قانون فازی و سیستم ANFIS معادل آن (Jang, 1993)

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 خطأ 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 خطأ 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 به روزرسانی می‌شوند. این الگوریتم تا زمان رسیدن به تعداد مراحل مشخص یا میزان خطای هدف ادامه می‌یابد [۴۹].

پیش از این نیز به کارگیری الگوریتم ANFIS در تحقیقات زیادی معمول بوده و به تناسب هدف پژوهش به همراه سایر تکنیک‌ها و در قالب متداول‌تری‌های 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 بر ANFIS با دو روش خوشبندی فازی کاهشی و C-Mean معرفی شد. در این تحقیق هر دو شیوه خوشبندی 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 خوشبندی فازی کاهشی به دست می‌آید. همچنین اصفهانی‌پور و مردانی در سال ۲۰۱۱ به بررسی قابلیت ANFIS در پیش‌بینی داده‌های سری زمانی مالی پرداختند. داده‌های اصلی توسط نرم افزار ARIMA پیش‌پردازش 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 در بازه زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۲ اجرا شد. از دیگر پژوهش‌های صورت گرفته تحقیق کلازو و همکاران است در این مطالعه دو روش خوشبندی 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 الگوریتم انفیس را می‌توان تکنیکی مناسب برای پیش‌بینی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها در حوزه‌های مختلف دانست که به همراه روش‌های مختلف داده‌کاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

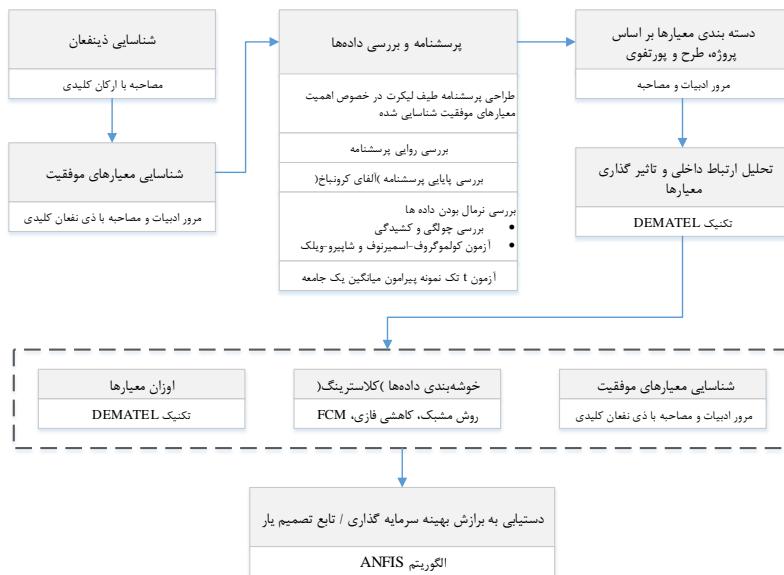
لزوم دستیابی به مدل‌های پیش‌بینی معتبر جهت وارد شدن در سرمایه‌گذاری‌ها و اخذ بهترین تصمیمات اجتناب‌ناپذیر است و صرفاً شناسایی عوامل مؤثر کمک شایانی به سرمایه‌گذاران جهت کاهش ریسک نخواهد کرد. بر همین اساس باید اطلاعات اولیه جهت تصمیم‌گیری و سرمایه‌گذاری تا حد امکان دقیق و معتبر باشد. بهره‌گیری از توابع تصمیم‌یار و برآش‌های 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 برآش بهینه جهت تسهیل تصمیم‌گیری و اقدامات بعدی در راستای دست‌یابی به موفقیت‌های بیش‌تر در پروژه‌های توسعه فناوری برخلاف پژوهش‌های قبلی در این پژوهش

مورد توجه قرار گرفته است. همچنین ایجاد الگوی مورد اطمینان و دارای اعتبار مبتنی بر معیارهای متقن و دقیق برای پیش‌بینی نتایج سرمایه‌گذاری در پژوهه‌های 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 پژوهه‌های توسعه فناوری، پژوهش‌های مرتبط با بررسی عوامل موقوفیت و دستیابی به توابع بهینه راهنمای 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 فرالبتکاری، 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 موردی مد نظر، صورت گرفته است. در این پژوهش ابتدا ذی‌نفعان مهم، تأثیرگذار و تأثیرپذیر بر پژوهه‌های توسعه فناوری که در سطوح مختلف از جمله مجری و سرمایه‌گذار مشغول فعالیت هستند، مشخص شدند. منظور از ذی‌نفع هر کسی است که بر پژوهه تأثیرگذارد یا تأثیر پذیرد؛ لذا در این مرحله با استفاده از ابزار مصاحبه، ارکان کلیدی مختلف پژوهه‌های توسعه فناوری شناسایی شدند تا ادراک آن‌ها در خصوص معیارهای موقوفیت پژوهه سنجیده شود. در قدم دوم با مصاحبه با ذی‌نفعان شناسایی شده و همچنین مرور ادبیات موضوع و فراتحلیل مقلاط معتبر، معیارهای موقوفیت شناسایی و با توجه به نوع مطالعه‌ی موردی پس از برگزاری جلسه‌ای مشترک با حضور ذی‌نفعان مختلف، ۱۹ معیار از مجموع معیارهای شناسایی شده برای ارزیابی موقوفیت 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 پژوهه، 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 پژوهه به کارگیری شده است و به همین منظور، سناریوهای سرمایه‌گذاری مبتنی بر معیارها و اوزان آن‌ها تدوین و به عنوان ورودی شبکه در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر برای ۷ معیار موقوفیت پژوهه، ۷ سناریو سرمایه‌گذاری متناسب با هر معیار تدوین شد و برای ۷ پژوهه 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 خوشبندی کاوشی فازی، خوشبندی مشبك و FCM تابع سرمایه‌گذاری با هدف افزایش مطلوبیت ترسیم گردید. در واقع با استفاده از تابع مطلوبیت به دست آمده می‌توان هر پژوهه 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.

شکل ۴.



شکل ۴. مراحل انجام تحقیق

۳-۱ تصمیم‌گیری گروهی (تکنیک دیمتل)

معیارها و اهداف پژوهه، 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 پژوهه، طرح و پرتفوی ایجاد تعادل در اهداف و درنتیجه معیارهای موقفيت می‌باشد. این امر مستلزم بررسی نحوه تأثیرگذاری معیارهای موقفيت و اهداف بر یکدیگر است. از این‌رو 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 پایه گذاری 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) پردازنند. تکنیک دیمتل دو کاربرد اساسی دارد، کاربرد اول، بررسی نحوه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها و کاربرد دوم، تهییه ماتریس ارتباطات داخلی جهت استفاده در ابزار تحلیل ساختار شبکه‌ای. در این تحقیق معیارهای پژوهه، 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 موردنی اخذ شده و از طریق میانگین حسابی تجمع 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).

ماتریس ارتباط مستقیم نرمال شده (N). این ماتریس از رابطه (۱) و (۲) به دست می‌آید به صورتی که 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) به دست می‌آید. در این رابطه ماتریس I ، ماتریس واحد می‌باشد. در حقیقت ماتریس ارتباط کل، هم ارتباطات مستقیم و هم ارتباطات غیرمستقیم را نشان می‌دهد.

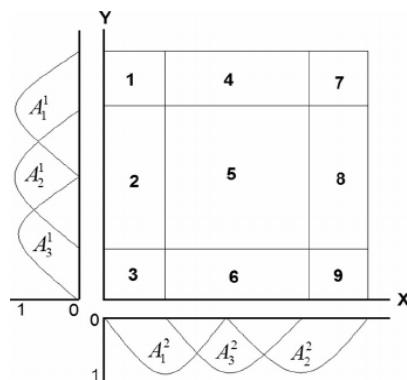
$$T = N * (I - N)^{-1} \quad (3)$$

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 ستون‌های ماتریس T به ترتیب با نماد D و R نمایش داده می‌شود. اگر i جمع سطر آم ماتریس T باشد، آنگاه i میزان آثار مستقیم و غیر مستقیم معیار آم بر سایر معیارها را نشان می‌دهد. همچنین اگر j جمع ستون آم ماتریس T باشد، آنگاه j میزان آثاری را که معیار آم از سایر معیارها می‌پذیرد، نشان می‌دهد. اگر $j = i$ باشد، جمع j $D_i + R_j$ نشان دهنده‌ی اثر کلی است که معیار آم می‌گذارد 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 j $D_i - R_j$ حاصل می‌شود، به گونه‌ای که یک معیار تأثیرگذار قطعی است. $D(R \rightarrow D - R)$ if $D(R \rightarrow D - R)$ if $D(R \rightarrow D - R)$. 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 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.

توضیم نقشه‌ی روابط شبکه. جهت تعیین نقشه‌ی روابط شبکه (NRM) باید ارزش آستانه روابط (α) محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی 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 T که کوچک‌تر از آستانه باشد صفر شده در رابطه‌ی علی در نظر گرفته نمی‌شود. [۵۱].

۲-۳ خوشبندی مشبك

روش مشبك 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 مشبك 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 مشبك را با دو ورودی و سه تابع عضویت ورودی نشان می‌دهد [۴۸، ۵۲]



شکل ۵. دسته‌بندی مشبك

۳-۳ خوشبندی کاهشی فازی

خوشبندی 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 $[0, 1]$ 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 حداقل برای مراکز کلاستر بالقوه ایجاد می‌کنیم.

گام ۳. هر داده به عنوان یک مرکز کلاستر بالقوه در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود که $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ نشان‌دهنده داده‌های نرمالایز شده باشد. مقدار پتانسیل بالقوه داده i -ام به عنوان مرکز کلاستر از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

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

گام ۴: 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 ۵: 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.

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

که در آن:

$$r_b = quashfactor \times r_a$$

گام ۶: 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.

$$1. P_t > P_t^{(1)}$$

$$2. \left[\left(d_{min} / r_a \right) + \left(P_t / P_t^{(1)} \right) \right] \geq 1$$

می‌باشد. در ادامه خواهیم داشت $k=k+1$ و مرکز کلاستر $x_t^{(k+1)}, P_t^{(k+1)}$. 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 خوشبندی کاهاشی 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 توسطتابع subclust برنامه‌ریزی شده است. پارامتر پیش نیازی که کاربر بایستی خود انتخاب کند شعاع خوشبندی (r_a) می‌باشد و از این جهت زمانی که اطلاع زیادی از پایگاه داده‌ها نداریم، بر روش خوشبندی FCM برتیری دارد [۵۳، ۵۴].

۴-۴ خوشبندی C-Means یا FCM

خوشبندی 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 شbahت‌هایی 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:

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

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

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

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

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:

گام ۱. تعداد کلاستر اولیه (c) و مقدار مشخصی برای پارامتر m تعیین می‌شود به طوری که:

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

گام ۲. مرکز کلاستر v_i برای $c, 1, 2, \dots, n$ از تساوی V_j محاسبه می‌شود.

گام ۳. تساوی U_{ij} محاسبه شده و تابع عضویت u_{ij} به روزرسانی می‌شود.

گام ۴. 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 کلاسترها 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].

۵-۳ 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 به عنوان 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.

۶-۳ پایایی و اعتبار

مفهوم پایایی در پژوهش‌های کیفی موضوعیت نداشته و براساس باور نظریه پردازان 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:

$$\text{معیار با اهمیت است } 3 \leq \mu < H_0$$

$$(ادعای آزمون) \text{ معیار بدون اهمیت است } 3 > \mu \geq H_1$$

برای استفاده از این آزمون در ابتدا روایی و پایایی پرسشنامه مورد تحلیل قرار گرفته و از آنجاکه آزمون t تک نمونه‌ای 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- خروجی SPSS

آلفای کرونباخ	تعداد
۰/۷۸۱	۱۹

همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب الفای کرونباخ مقدار ۰/۰۷۸۱ را نشان می‌دهد و از آنجا که این مقدار بیش‌تر از ۰/۷ است؛ لذا پایایی پرسشنامه تأیید می‌شود. چون آزمون‌های 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- ولیک استفاده شده است. برای محاسبه چولگی و کشیدگی متغیرهای پرسشنامه که همان معیارهای موقفيت می‌باشند از آماره‌های Kurtosis و Skewness در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. نتایج محاسبات در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳. نتایج مربوط به چولگی و کشیدگی- خروجی SPSS

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

اگر چنانچه چولگی و کشیدگی در بازه (۰-۲،۲) نباشد 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 افزار SPSS در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد که بر اساس نتایج، مقدار ضریب معناداری در آزمون فوق برای همه متغیرها بیشتر از ۰/۰۵ به دست آمد است، لذا دلیلی برای رد فرض صفر مبنی بر نرمال بودن داده‌ها وجود نخواهد داشت و در نتیجه توزیع داده‌ها 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 ۵ درصد انجام می‌شود. برای بررسی معناداری نتایج با سطح خطای ۵ درصد از تحلیل خروجی آزمون میانگین جامعه (آزمون t تک نمونه) که در جدول ۴ مشخص شده است، استفاده می‌شود. برای این منظور به مقدار معناداری (Sig) و فاصله اطمینان استناد شده است.

جدول ۴. 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

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 پژوهه‌های توسعه فناوری با اهمیت می‌باشند.

۴ 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 پژوهه، 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 پژوهه به کارگیری شده است که گام‌های اجرا قابل تعمیم به طرح و پورتفو نیز می‌باشد.

تحلیل معیارهای موفقیت پژوهه. ماتریس ارتباط کامل در حالت کلی مربوط به همه معیارهای موفقیت شناسایی شده در خصوص پژوهه‌های توسعه فناوری در جدول ۵ قابل مشاهده است.

جدول ۵. ماتریس ارتباطات کل (T) و مقادیر D و R مربوط به معیارهای موفقیت در حالت کلی

SC213	SC212	SC211	SC122	SC121	SC115	SC114	SC113	SC112	SC111
.	.	.	•/•۹	•/•۸	•/•۳	•/•۱	•/•۸	•/•۹	•/•۲
.	.	•/•۱	•/•۹	•/•۴	•/•۷	•/•۵	•/•۸	•/•۳	•/•۹
.	.	.	•/•۵	•/•۲	•/•۲	•/•۳	•/•۱	•/•۴	•/•۳
.	.	.	•/•۹	•/•۷	•/•۶	•/•۱	•/•۴	•/•۶	•/•۶
•/•۲	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۹	•/•۳	•/•۴	•/•۴	•/•۷	•/•۵
•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۳	•/•۱	•/•۳	•/•۲	•/•۴	•/•۱	•/•۵
•/•۵	•/•۴	•/•۱	•/•۳	•/•۱	•/•۲	•/•۵	•/•۵	•/•۱	•/•۱
•/•۶	•/•۲	•/•۲	•/•۳	•/•۶	•/•۸	•/•۱	•/•۶	•/•۱	•/•۹
•/•۲	•/•۹	•/•۹	•/•۸	•/•۹	•/•۶	•/•۵	•/•۶	•/•۳	•/•۲
•/•۹	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱
•/•۴	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱
•/•۹	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸
•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱
•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۱
•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹
•/•۳	•/•۴	•/•۱	•/•۱	•/•۱	•/•۸	•/•۷	•/•۶	•/•۵	•/•۶
•/•۴	•/•۵	•/•۱	•/•۱	•/•۸	•/•۷	•/•۶	•/•۵	•/•۴	•/•۳
•/•۹	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸
•/•۸	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹	•/•۹
•/•۹	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸	•/•۸

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
۰/۴۹	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۰/۳۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۰/۴۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۱/۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵
۰/۴۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴
۱/۲۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵
۱/۸۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۱	۰/۱	۰/۰۱۳
۱/۹۹	۰/۱۱۱	۰/۱	۰/۱۱۱	۰/۱۰۷	۰/۱۰۷	۰/۱۰۵	۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۱۵
۱/۷۸	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۴
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	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶
۱/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۶
۱/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸
۱/۳۵	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۶
۱/۴۴	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۵
۰	۰/۷۶	۰/۷	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۷۵

مقادیر D و R در حالت کلی معیارها، در جدول فوق مشخص می‌باشد. با انجام مراحل دیمیتل برای گروه معیارهای پروژه، طرح و پرتفوی مقادیر D و R برای این گروه معیارها به صورت مستقل به دست می‌آید و

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

جدول ۶. رتبه‌بندی معیارهای موفقیت پژوهه بر اساس شاخص $D+R$

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

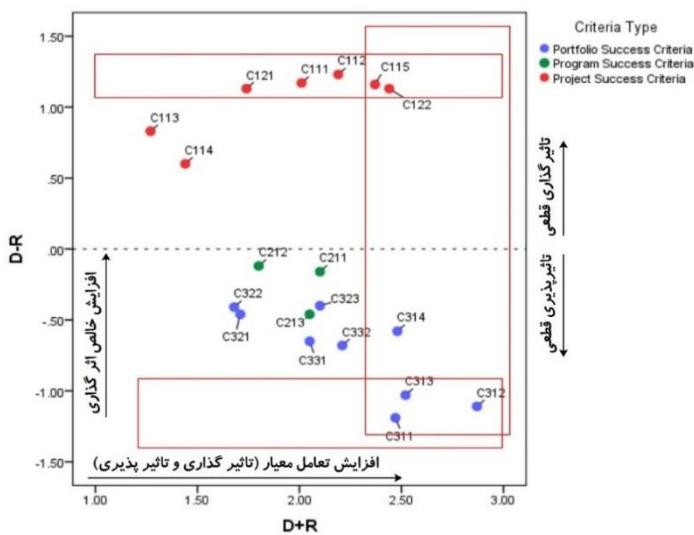
جدول ۷. رتبه‌بندی معیارهای موفقیت طرح بر اساس شاخص $D+R$

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

جدول ۸. رتبه‌بندی معیارهای موفقیت پرتفوی سیر اساس شاخص $D+R$

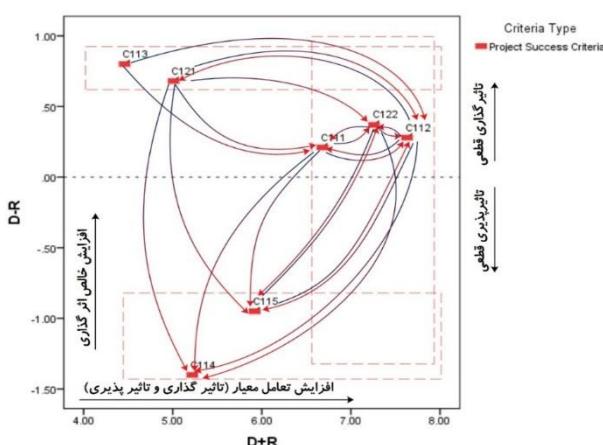
رتبه	$D+R$	کد معیار	نام معیار
۱	۶/۶۷	SC312	کسب اعتبار
۲	۶/۶۶	SC313	کسب سهم بازار
۳	۶/۴۵	SC323	دستیابی به یک تکنولوژی جدید
۴	۶/۴۴	SC314	کسب مزیت رقابتی
۵	۵/۸۴	SC311	کسب سود و منفعت حاصل از تجارتی سازی فناوری
۶	۵/۷۶	SC331	دستیابی به یک نماد و حس افتخار اجتماعی
۷	۵/۱۷	SC332	رضایت مردم
۸	۴/۹۷	SC322	دانش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

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



شکل ۶. نمودار علی و معلولی معیارهای موفقیت در حالت کلی

بر اساس آنچه در ادبیات تکنیک دیمیلت ذکر شد تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه‌ی روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه 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 جدول ۵ مشخص است مقادیر ماتریس T با 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

در این 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)، رضایت‌نمای (C121) و رضایت‌نمای (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 بهسازی کند. معیارهایی که دارای منفی‌ترین

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 آن‌ها 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 نیز به ترتیب نمودارهای علی و معلولی مخصوص معیارهای موقفيت پرتفوی، طرح و پژوهه 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 پژوهه، طرح و پرتفوی مشخص نمود. خلاصه‌ی نتایج بدست آمده با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته در جدول ۹ قابل مشاهده می‌باشد.

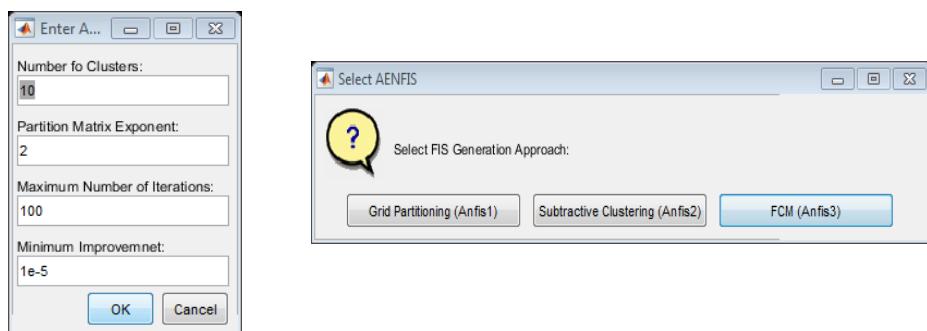
جدول ۹. نتایج حاصل از تحلیل نمودارهای علی و معلولی

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	(C112)، زمان (C111)، هزینه (C115)، رضایت تامین‌کننده (C122)، کسب سود و منفعت (C311)، کسب اعتبار (C312)، کسب سهم بازار (C313)	کسب سود و منفعت (C311)، کسب اعتبار (C312)، کسب سهم بازار (C313)	کیفیت (C115)، رضایت تامین‌کننده (C122)، زمان (C111)، هزینه (C112)
پژوهه	(C121)، محدوده (C113)، رضایت تامین‌کننده (C122)، زمان (C111)، هزینه (C112)	کیفیت (C115)، اینمنی (C114)	(C114)، اینمنی در زمان بهره برداری (C213)
طرح	(C211)، کارایی مورد انتظار در زمان بهره برداری (C213)	ایمنی در زمان بهره برداری (C213)	(C213)، اینمنی در زمان بهره برداری (C213)
پرتفوی	(C314)، ایجاد مزیت رقابتی (C312)، کسب سهم بازار (C313)، ایجاد مزیت رقابتی (C314)، دستیابی به یک تکنولوژی جدید (C323)	کسب سود و منفعت (C311)	(C311)

با بررسی نقشه‌ی روابط شبکه‌ی گروه معیارهای موقفيت پژوهه در شکل ۶ می‌توان دریافت معیار محدوده (C113) یکی از معیارهای کلیدی می‌باشد؛ زیرا این معیار هیچ تأثیری از سایر معیارهای موقفيت نپذیرفته و در مقابل بر دو معیار زمان (C111) و هزینه (C112) تأثیر قابل توجهی می‌گذارد. همچنین مشاهده می‌شود معیار رضایت تامین‌کننده (C122) تأثیر قابل توجهی نداشته باشد. با وجود این می‌توان گفت سه معیار زمان، هزینه، رضایت تامین‌کننده جز پراهمیت‌ترین معیارهای موقفيت پژوهه از لحاظ میزان ارتباط با سایر معیارها می‌باشند.

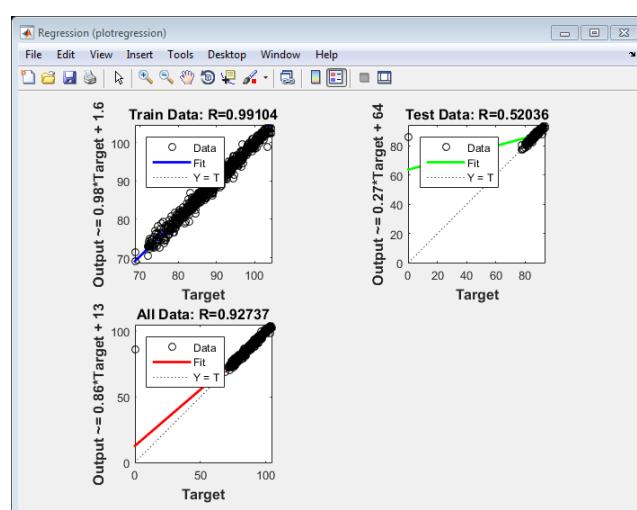
تفسیر نتایج سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی. در این پژوهش به جهت دستیابی به برآش مطلوب برای پیش-بینی سرمایه‌گذاری در پژوهه و تصمیم‌گیری در این زمینه از شبکه عصبی فازی چندلایه استفاده شده است. بر

همین اساس الگوریتم بر روی داده‌های مربوط به ۹ نمونه از ۷ پروژه توسعه فناوری پیاده‌سازی شد. برای این منظور سه روش خوشه‌بندی ذکر شده در ادبیات پژوهش، در نرم‌افزار MATLAB به کارگیری 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. پیاده‌سازی ANFIS شامل سه مرحله است: آموزش، اعتبارسنجی و آزمون. شکل ۸ مراحل ابتدایی و اطلاعات اولیه مرتبط با روش خوشه‌بندی FCM را نشان می‌دهد.



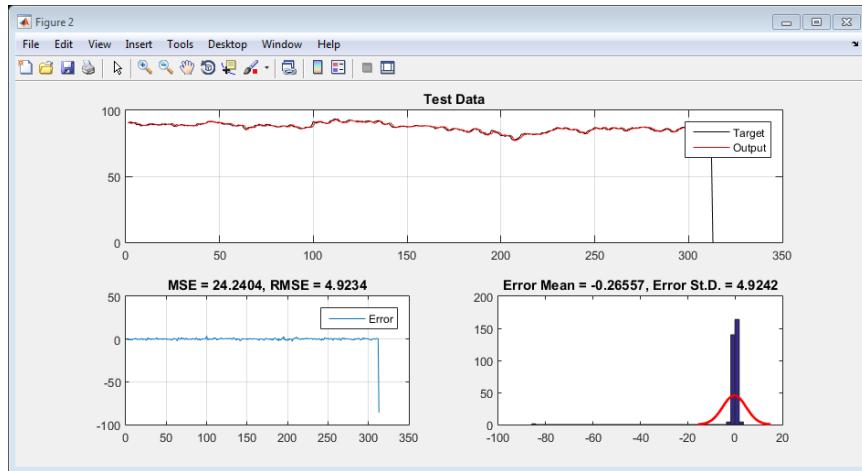
شکل ۸. مراحل ابتدایی و اطلاعات اولیه مرتبط با روش خوشه‌بندی FCM

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 خوشه‌ها در این روش تا ۱۰ خوشه باعث کاهش خطای بعد از آن باعث افزایش می‌شود. شکل ۹ وضعیت رگرسیون تابع برآش مرتب با روش خوشه‌بندی FCM را نشان می‌دهد.

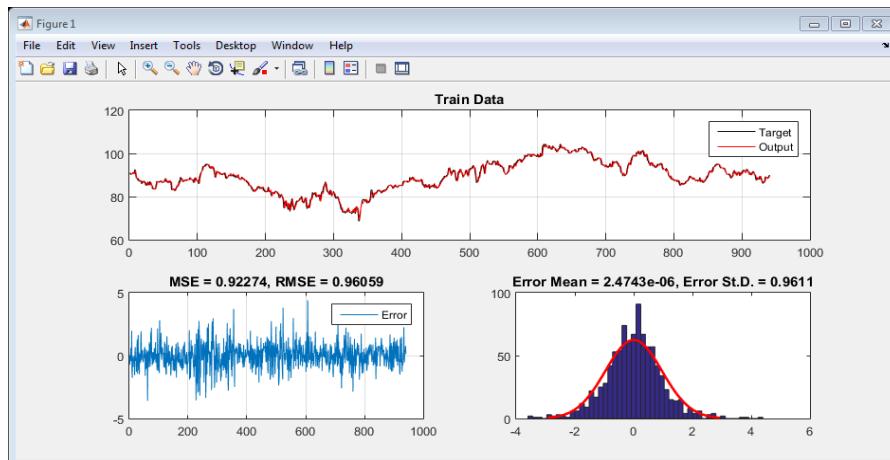


شکل ۹. برآش مرتب با روش خوشه‌بندی FCM

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

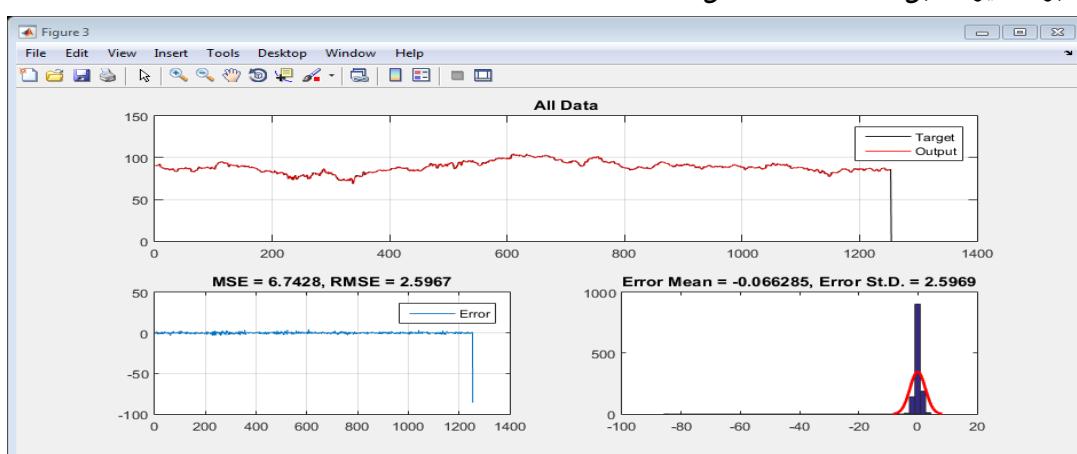


شکل ۱۰. خطای مرحله تست



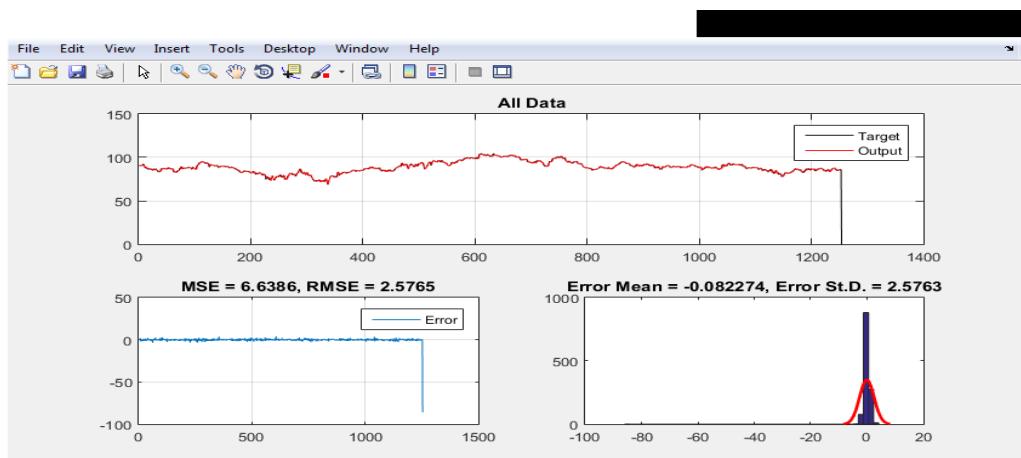
شکل ۱۱. خطای مرحله آموزش

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.

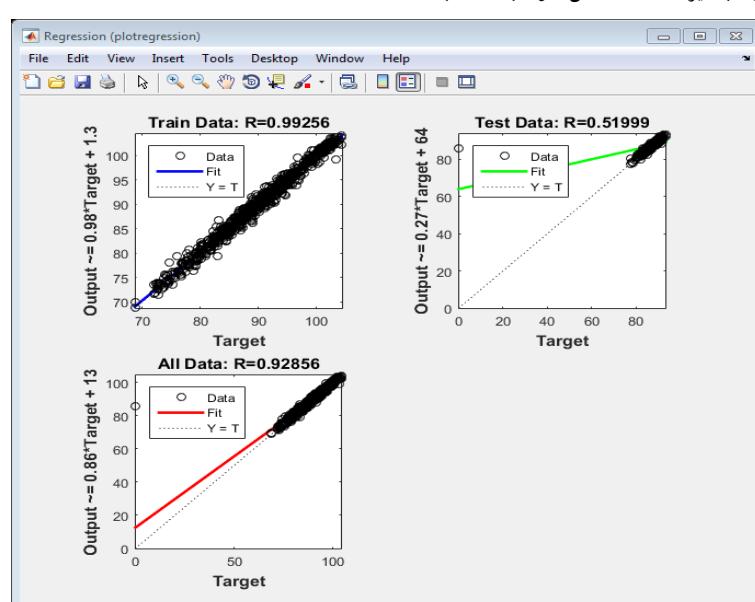


شکل ۱۲. نمودار میانگین مربعات خطا

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

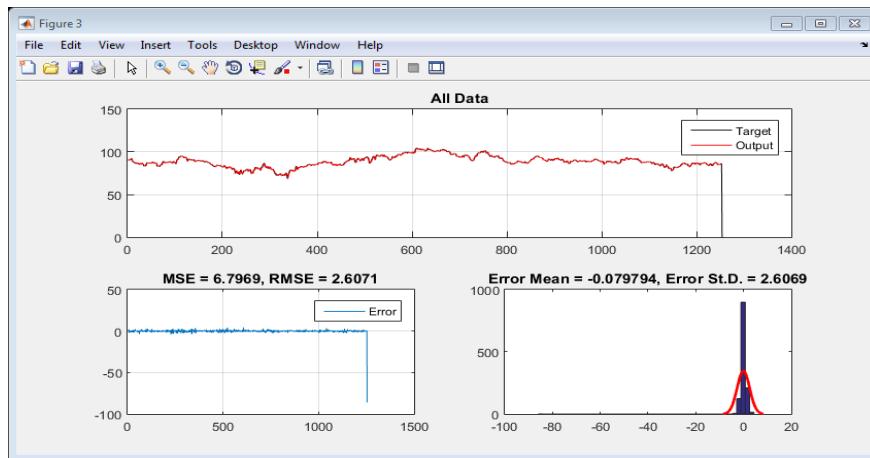


شکل ۱۳. نتایج مربوط به میزان خطای روش خوشبندی شبکه

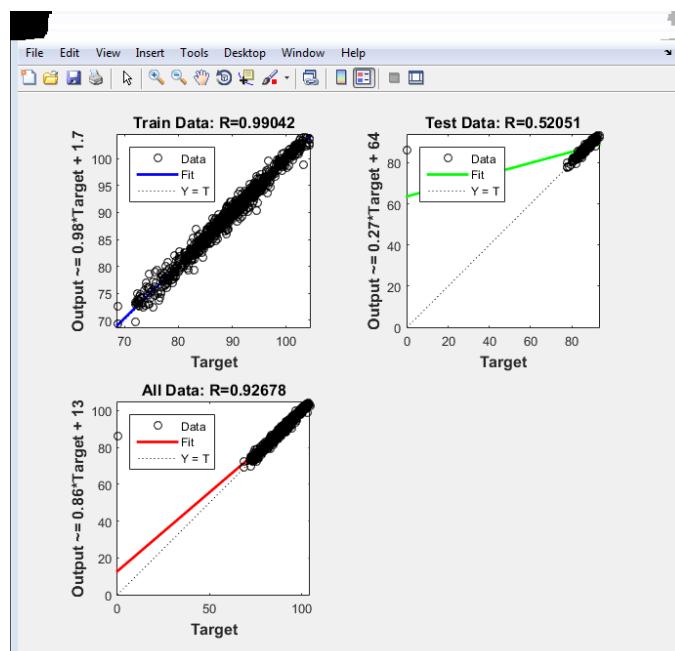


شکل ۱۴. نتایج مربوط به همبستگی در خوشبندی شبکه

برای استفاده از خوشبندی 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 خوشبندی کاهشی فازی در شکل ۱۵ و ۱۶ ارایه شده است.



شکل ۱۵. نتایج مربوط به میزان خطای روش خوشبندی کاهشی فازی



شکل ۱۶. نتایج مربوط به همبستگی در خوشبندی کاهشی فازی

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

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

جدول ۱۰. شاخص آماری مرتبط با میزان خطأ 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 می‌باشد، مقادیر بالا در ضریب همبستگی و مقدار خطای کم مؤید روش بهینه خوشبندی و بهترین الگوی انتخابی جهت سرمایه‌گذاری می‌باشد. بر اساس نتایج روش خوشبندی مشبک با توجه به بیشترین میزان همبستگی ($R = ۰/۹۲۸$) بهترین روش و نمونه ۲ با توجه به کم‌ترین مقادیر خطای دارای بهترین برآذش 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 نظر گرفتن 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 در مجموعه معیارهای کلی، پروژه، طرح و پرتفوی می‌باشد. 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 برآذش به عنوان راهنمای برای تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری در پروژه‌های توسعه فناوری، سناریوهای مبتنی بر معیارها در ۹ نمونه مرتبط با ۷ پروژه در صنعت مطالعه به عنوان ورودی شبکه عصبی فازی تطبیقی در نظر گرفته شد و برای

دستیابی به تابع مطلوبیت تصمیم‌گیری، سه روش خوشبندی FCM، کاهشی فازی و شبکه مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده از سیستم استنتاج فازی عصبی نطبیقی و با توجه به معیارهای تحلیل آماری که میانگین مربعات خطای میانگین خطای نسبی و ضریب همبستگی در نظر گرفته شد، روش خوشبندی شبکه دارای بیشترین مقدار همبستگی و نمونه ۲ داری بهترین برازش و مدل رگرسیونی می‌باشد. در این پژوهش هر یک از نمونه‌ها در واقع الگوی سرمایه‌گذاری در ۷ پژوهه بر اساس معیارهای موقفيت در پژوهه می‌باشد. لازم به ذکر است الگوريتم ANFIS در این پژوهش فقط برای پژوهه مورد استفاده قرار گرفت که روش اجرا قابل تعميم به پورتفوی و طرح نیز می‌باشد. عدم امکان بيان دقیق سناریوها و معرفی و تشریح صنعت مورد مطالعه از محدودیت‌های اساسی پژوهش پیش رو می‌باشد که در واقع ماهیت سازمان مورد مطالعه و صلاح‌حدید مدیران امر، پژوهشگران را با این محدودیت مواجه نموده است. نتایج این تحقیق مدیران پژوهه، را یاری می‌نماید تا تصمیماتی با اثربخشی بیشتر برای دستیابی به موقفيت اتخاذ نمایند. از آنجاکه این تحقیق در پژوهه‌های توسعه فناوری اجرا گردیده است؛ لذا تحقیقات آتی می‌توانند متداول‌وزیر این پژوهش را در سایر پژوهه‌ها و صنایع پیاده‌سازی و نتایج را مقایسه نمایند. از طرفی ادغام خروجی‌های روش دیمیتل با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نظیر ANP، جهت اولویت‌بندی معیارها و همچنین بررسی روش دیمیتل فازی جهت دستیابی به پاسخ‌هایی دقیق‌تر، می‌تواند مدنظر پژوهشگران قرار گیرد. استفاده از سایر الگوريتم‌های متاهیوریستیک و روش‌های فرابتکاری 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 پژوهه‌ها می‌گردد.

منابع

- [۸] نیک عمل، م.ص.، انصاری نژاد، ا.، انصاری نژاد، ص.، میری نرگسی، س.، (۱۳۸۹). یافتن روابط علی و معلولی و رتبه بندی عوامل بحرانی موقفيت و شکست پژوهه‌های پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی به کمک ترکیب روش‌های ANP و DEMATEL، *فازی گروهی، نشریه تخصصی مهندسی صنایع*، ۴۴(۲)، ۱۹۵-۲۱۲.
- [۱۱] حاجی یخچالی، (۱۳۹۳). رهنمود سبد الناء، تهران، انتشارات عبور.
- [۴۳] آذر، ع.، پورنصری، م.، مسافر، ه.، (۱۳۹۷). تدوین مدل و پیش‌بینی کارایی ادارات پست گیلان با روش تحلیل پوششی داده‌ها و رویکرد تکاملی شبکه‌های عصبی GMDH، *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 (مطالعه موردی: شرکت پالایش گاز پارسیان)، *نشریه تخصصی مهندسی صنایع*، ۴۸(۲)، ۱۳۷-۱۵۰.
- [۵۲] حبیبی، آ.، ایزد بار، ص.، سرافرازی، ا.، (۱۳۹۳). تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی فازی، رشت، کتبه 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 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*.

- [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] Shenhari, A.J. (2001). Project Success: A Multidimensional Strategic concept, *Long Range Planning*, 34, 699-725.
- [7] Shenhari, 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. (٢٠١٤). 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 perspective 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.

- [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 qualitative study, International Journal of Project Management, 29, 947-959.
- [34] Shenhari, 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] Esfahanipour, 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., sargolzaei, 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] Fattah, 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.