پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، صص ۱۷۱-۱۸۹

طراحی مدل سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی (ANFIS) برای ارزیابی و پیش‌بینی سطح مدیریت دانش سازمان با محوریت نوآوری

امیرحمزه عالی نژاد[۱]، عادل آذر[۲]*

۱. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران مرکزی، تهران، ایران
۲. استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۲۰ / ۹ / ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۹ / ۱ / ۱۳۹۹

چکیده

در سال‌های اخیر مدیریت دانش به یک موضوع مهم و حیاتی در تمامی سازمان‌ها تبدیل‌شده است. یکی از عوامل مؤثر در ایجاد و گسترش نوآوری، مدیریت دانش است. با نوآوری، برتری‌های بلندمدت سازمان در عرصه‌های رقابتی حفظ شود. ارزیابی و پیش‌بینی سطح مدیریت دانش برای مدیران بسیار بااهمیت است. در میان روش‌های نوین مدل‌سازی، سیستم‌های فازی از جایگاه ویژه‌ای در زمینه‌های مختلف علوم برخوردارند. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و با توجه به روش گردآوری داده‌ها از نوع پیمایشی است. سیستم استنتاج فازی عصبی - تطبیقی (ANFIS) روش مناسبی برای حل مسائل غیرخطی است. این روش، ترکیبی از روش استنتاج فازی و شبکه عصبی مصنوعی است که از مزایای هردو روش بهره می‌برد. در این تحقیق تعداد ۵ مؤلفه اصلی برای سنجش و پیش‌بینی سطح مدیریت دانش سازمان، به عنوان ورودی سیستم استنتاج فازی انتخاب گردید. برای ارزیابی عملکرد مدل از پارامترهای مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)، درصد خطای نسبی(ε)، میانگین خطای مطلق(MAE) و ضریب تبیین (R2) استفاده‌شده است که به ترتیب مقادیر ۰/۱۲ ، ۰.۰۱۵۲٪، ۰/۰۳۶ و ۹۹۵/ به‌دست‌آمده است و این نشانگر دقت و قابلیت اعتماد به مدل مذکور است.. خروجی این پژوهش، یک سیستم استنتاج فازی هوشمند (ANFIS) است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت دانش، نوآوری، سیستم استنتاج فازی-عصبی تطبیقی (ANFIS)[۱]

---

* نویسندهٔ مسؤول مقاله E-mail: azara@modares.ac.ir

۱- مقدمه

رشد دانش در زمان‌های اخیر بسیار سریع بوده، به‌گونه‌ای که در قرن بیستم، ۸۰ درصد یافته‌های فناوری و دانش و نیز ۹۰ درصد تمام دانش‌ها و اطلاعات فنی جهان تولیدشده است به طوری که هر پنج سال و نیم، حجم دانش دو برابر می‌شود. [۱،ص۱] دانش و مدیریت دانش از مفاهیم مهم و حیاتی برای هر سازمان است. دانش منبعی ارزشمند، برای توانمندسازی سازمان‌ها در جهت نوآوری و رقابت است. فرایند مدیریت دانش، درواقع ایجاد یک سیستم در سازمان است که کاردانشی را نظام‌مند نموده و این فرایند سبب ایجاد، انتشار و به‌کارگیری دانش در سازمان می‌گردد. در حقیقت مدیریت دانش به دنبال هدف نهایی خود یعنی، افزایش هوشمندی و بالا بردن بهره هوشی سازمان است. شاید با تعریف «آلولین تافلر» از دانش بتوان مفهوم مدیریت دانش را بهتر درک کرد، وی دراین‌باره می‌گوید: انسان دانش را مدیریت نمی‌کند، برعکس این دانش است که انسان را اداره می‌نماید. با ظهور مدیریت دانش،به عنوان یک‌رشته، سازه جدیدی برای خلق و بهبود نوآوری ایجاد گردید.[۲، ص۱۵۱] برخی صاحب‌نظران همچون شومپیتر، شرط حیات سازمان را نوآوری می‌دانند و معتقدند بقای سازمان و شرکت‌ها، مستلزم توجه ویژه به مقوله نوآوری است. یکی از ارکان نوآوری، مدیریت نمودن دانش است با بهبود مدیریت دانش، نوآوری سازمان نیز افزایش می‌یابد [۳، ص۹۷] چرخه دانش و نوآوری در صورت هم‌افزایی و اجرای درست سبب موفقیت سازمان در رقابت می‌گردد. ایجاد یک سیستم ارزیابی سبب می شود همواره از شرایط (سازمان) خود و محیط آگاه باشیم و این آگاهی نیازمند اطلاعات و مدیریت دانش است. [٤]

انعطاف پذیری، سرعت تغییر و نوآوری از جمله ویژگی های شرکت های موفق است که به واسطه مدیریت دانش میسر می گردد. [٥، ص ۱۳۰] امروزه جوامع علمی و صنعتی به این نتیجه رسیده‌اند که سازمان‌ها با تکیه‌بر نوآوری، تقویت و ترویج نوآوری و فعالیت‌های نوآورانه در درون خود می‌توانند برتری‌های بلندمدت خود را در عرصه‌های رقابتی حفظ کنند. دو عامل تغییرات سریع تکنولوژی (درنتیجه کوتاه شدن دوره عمر محصولات) و فشرده شدن رقابت در اهمیت روزافزون نوآوری بیش‌ترین نقش رادارند، [٦، ص٦٠٤] و هردوی این عامل‌ها ریشه در مدیریت دانش دارند.

۲- مبانی نظری

دانشمندان در تحقیقات خود یافته‌اند که مدیریت دانش برخلاف مدیریت‌های دیگر زودگذر نیست بلکه اثرات ماندگاری دارد. شرایط و فضای رقابتی سازمان‌ها بیش از پیش پیچیده و با نوآوری‌های مداوم به سرعت در حال تغییر است. به‌گونه‌ای که سرعت تغییر در بیشتر سازمان‌ها به مراتب بیشتر از سرعت توان پاسخگویی و تطبیق آن‌هاست. چوی و همکاران در سال ۲۰۰۸ مدیریت دانش را هماهنگی سیستماتیک و منظم افراد، فناوری، فرآیندها و ساختار سازمان به منظور ایجاد ارزش از طریق به‌کارگیری مؤثر آن‌ها و ایجاد نوآوری معرفی کردند [۷]

به نظر اندیشمندان به کمک مدیریت دانش، سازمان‌ها شانس بیشتری در ایجاد نوآوری و حفظ مزیت رقابتی و بقاء را دارند. به نحوی که بتوان به‌طور مستمر به خلق دانش‌های نو در سازمان پرداخت. [۸] روند روبه رشد رقابت در عرصه اقتصاد جهانی موجب تحول بزرگی در رویکرد سازمان‌ها برای کسب و خلق ارزش‌های رقابتی شده است. پیتر دارکر در کتاب خود با عنوان "مدیریت در زمان وقوع تحولی شگرف" در خصوص اهمیت دانش می‌گوید: "دانش یک منبع اقتصادی حیاتی و حتی شاید بتوان گفت به تنها منبع مزیت رقابتی سازمان‌ها بدل شده است"[۹]

خلق دانش ، انتقال و نسخه‌برداری از آن به راحتی امکان‌پذیر نیست و به همین دلیل دانش از جایگاهی استراتژیک برخوردار است [۱۰، ص۴۰۳] [۱۱] بر اساس نظریه نوناکا و تاکوچی ، دانش به دو قسمت صریح شامل دستورالعمل‌ها، فرمول‌های علمی، مستندات و موارد قابل ثبت و دیگری دانش ضمنی شامل نگرش، ایده، تجربه و مواردی از این قبیل است و این دو تبدیل‌پذیر هستند[۱۲] فرایند اجرای مدیریت دانش ، مطابق مدل زنجیره دانش از پنج مرحله اصلی شامل: کسب و گزینش دانش، تولید دانش، نگهداری دانش، نهادینه‌سازی دانش،و اشاعه دانش تشکیل‌شده است[۱۱]

لی و همکاران[۲]، طی تحقیقی به بررسی حجم قابل‌توجهی از پژوهش‌ها و مقالات مدیریت دانش به منظور طبقه‌بندی موضوعی این مفهوم پرداخته‌اند که برای استخراج شاخص‌های مدیریت دانش می‌تواند مفید باشد[۱۳، ص٤٦٩]

دانپورت و پروساک[۳]، در کتاب خود به ضمن بیان اصول مدیریت دانش به بررسی اهمیت اندازه‌گیری موفقیت مدیریت دانش پرداخته‌اند. آن‌ها معتقد است عصر دانایی یا دانش، عنوان جدیدی است که به زمان حاضر و یا آینده نزدیک اطلاق می‌شود. حرکت به سوی کوچک‌سازی سازمان‌ها، توجه فزاینده‌ای را به داش گسترش داده است[۱٤، ص۱٤۹] [۱۵،ص۱۲٤]

اسکیرن و آمیدن[٤] در خصوص پیاده‌سازی مدیریت دانش هفت عامل کلیدی را شناسایی کرده‌اند. این عوامل عبارت‌اند از: پیوند مستحکم با الزامات کسب‌وکار، معماری و چشم‌انداز سازمان، رهبری دانش، فرهنگ تسهیم و خلق دانش، یادگیری مستمر، زیرساخت تکنولوژی و فرآیندهای دانش سازمانی، این عوامل برای سازمان‌هایی که در جهت رسمی سازی و مستندسازی دانش، اقداماتی انجام می‌دهند ضروری است[۱٦].

اهمیت و گستردگی موضوع مدیریت دانش موجب شده است تا اندیشمندان مختلف، برداشت‌های گوناگونی از فعالیت‌های کلیدی مدیریت دانش را ارائه دهند. این تعابیر و برداشت‌ها، دارای نقاط اشتراک و افتراق با یکدیگر بوده و در قالب الگوهای متنوعی مطرح می‌شود [۱۷، ص۸۵] الگوهای مدیریت دانش، مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها، مستندات، ابزارهای تحلیلی و فنون پیشرفته‌ی مدیریت دانش است که برای ارزیابی، برنامه‌ریزی، اجرا و اندازه‌گیری فعالیت‌های مدیریت دانش استفاده می‌شود.[۱۸، ص۳۷] تاکنون صاحب‌نظران بسیاری، الگوهایی را درزمینه‌ی مدیریت دانش ارائه کرده‌اند که بیشتر آن‌ها از نظر محتوایی تقریباً مشابه یکدیگرند. اما دارای واژه‌ها و مراحلی متفاوت هستند. [۱۹، ص ۳۷] بسیاری از صاحب‌نظران، مدیریت دانش را در قالب فرایندی تعریف نموده‌اند که در هر کدام مراحل و فعالیت‌های مختلفی، برای آن در نظر گرفته‌شده است به‌طور مثال می‌توان از الگوی مطرح‌شده توسط نوناکا و تاکوچی نام برد که برای فرایند مدیریت دانش چهار مرحله‌ی؛ اجتماعی نمودن، خارجی نمودن، اتصال برقرار نمودن و درونی نمودن را در نظر می‌گیرند. یا داونپورت و پروساک که سه مرحله‌ی: تولید، کد بندی و سازمان‌دهی، و انتقال را معرفی می‌کنند.[۲۰، ص۲۱] چرخه‌ی مدیریت دانش ویگ ، شیوه‌ی خلق و به‌کارگیری دانش توسط افراد یا سازمان‌ها را مشخص می‌کند و چهار گام اصلی آن را: خلق دانش، حفظ دانش،

تسهیم دانش و کاربرد دانش تشکیل می‌دهد همچنین دالکر رویکردی تلفیقی، به چرخه‌ی مدیریت دانش معرفی می‌کند که شامل سه مرحله: کسب یا خلق دانش، درک و کاربرد دانش، تسهیم و توزیع دانش است. داونپورت و گروور از چهار مرحله برای مدیریت دانش شامل؛ عمومیت بخشیدن، کدگذاری، انتقال و تفهیم نام‌برده‌اند ووکوویک و الیوک بر پنج گام مختلف ؛ جمع‌آوری، سازمان‌دهی، پالایش، ارائه و انتشار دانش تمرکز کرده‌اند. علوی و لیدنر چهار فرایند مدیریت دانش را شامل؛ خلق دانش، انباشت و بازیابی دانش، انتقال دانش و کاربرد دانش؛ به علاوه آن‌ها بیان کرده‌اند که تفاوت عمده‌ای بین این طبقه‌بندی‌ها وجود ندارد، تنها تفاوت در نام و تعداد مراحل فرایند است[۲۱، ص۱٦] نیز با ترکیب و جمع‌بندی مراحل مشابه در این الگوها، الگویی را شامل مراحل شش‌گانه‌ی تشخیص دانش، تحصیل دانش، به‌کارگیری دانش، اشتراک دانش، توسعه دانش و نگهداری دانش ارائه کرده‌اند. بررسی دقیق هریک از این الگوها نشان می‌دهد که مراحل آن‌ها بسیار شبیه هم بوده و تنها برخی این فرایند را به‌طور کامل‌تر و برخی جزئی‌تر موردتوجه قرار داده‌اند.[۲۲، ص۱۸۳] در مجموع تعداد ۲٦ مدل یا الگوی مدیریت دانش، شامل دو تا هشت مرحله که بیشتر آن‌ها از نظر محتوایی، تقریباً مشابه یکدیگرند در بسیاری از مقالات و کتب مورد استناد قرارگرفته است، هریک از این الگوها به اقتضای نیاز یا شرایطی که مؤسسه یا نویسنده‌ی معرفش داشته، بر وجوهی از فرایندهای مدیریت دانش تأکید بیشتری کرده و وجوه دیگر را، یا به شکل مستتر در فرایندهای دیگر تعریف کرده و یا به آن نپرداخته است. (افرازه، ۱۳۸۷؛ فیروزشاهی و دیگران، ۱۳۹۱؛ هاشمی، ۱۳۸۹؛ آلریالات، ۲۰۰۸؛ کاسوی، ۲۰۰۵؛ بکمن، ۱۹۹۸؛ پروبست، ۲۰۰۰؛ آواد، ۲۰۰۷؛ دنگ، ۲۰۰٦؛ بوسیلیر، ۲۰۰۲) علیرغم انجام تحقیقات قابل‌توجهی در حوزه مدیریت دانش هنوز یک ضعف اساسی در مورد چگونگی ارزیابی و سنجش مدیریت دانش وجود دارد[۲۳]

برای اندازه‌گیری دانش، باید به این نکات توجه کرد؛ اندازه‌گیری باید اقتصادی و اطلاعات به‌دست‌آمده از آن نسبت به هزینه‌ای که برای آن می‌پردازیم، ارزشمند باشد؛ نباید همه چیز را اندازه‌گیری کنیم، بلکه باید بر عناصر و پارامترهای ضروری، تمرکز داشته باشیم؛ برای هر سیستم، باید سیستم اندازه‌گیری مرتبط و مناسب با آن را ایجاد کنیم؛ حقایق باید به شکلی کاملاً ملموس، قابل جستجو بیان شوند و نباید آن‌ها را بنا بر ذهنیات و به شکل غیر

عینی بیان کنیم، اینکه علاوه برانداز ه گیری دقیق، بستری برای ارائه نتایج فراهم آوریم، سرانجام ارزیابی دارایی دانش سازمان به منظور تعیین فاصله ارزش دفتری و ارزش بازاری آن انجام می‌گیرد (ترونر و لاک٥، (٢٠٠١). برای آغاز اندازه‌گیری، باید از الگوریتمی که دارای توالی منطقی و مراحل کلی زیر باشد، پیروی کرد[٢٤، ص ٣١٤]

- مشخص کردن اهداف،
- مشخص کردن افرادی که در امر اندازه‌گیری صلاحیت‌دارند و باید آن را انجام دهند،
- تعریف کمیت‌های موردسنجش،
- تعیین اطلاعاتی که باید جمع‌آوری شوند و نحوه جمع‌آوری آن‌ها،
- مشخص کردن نحوه آشکارسازی اندازه‌ها و کمیت‌های موردسنجش
- ارزیابی گروه تعیین‌شده برای اندازه‌گیری و آزمون روش‌های کاری آنان.
- همچنین برای اندازه‌گیری، باید نخست، سه‌گام به شرح زیر برداشت.
- شناسایی عوامل حساس و مهم
- تعیین شاخص‌ها
- دسته‌بندی موارد به‌عنوان‌مثال: سرمایه انسانی، ارتباطی و سازمانی[٢٤، ص ٣١٤]

یکی از ابزارهای دقیق اندازه‌گیری برای مفاهیم دارای ابهام و غیرخطی، سیستم استنتاج فازی است. در چند سال اخیر سیستم‌های قدرتمندی تحت عنوان سیستم‌های استنتاج فازی بر پایه شبکه عصبی تطبیقی(ANFIS) در علوم مختلف به‌کاربرده شده‌اند. این نوع سیستم‌ها با بهره‌گیری از قدرت آموزش شبکه‌های عصبی و مزیت زبانی سیستم‌های فازی توانسته است از مزایای این دو در جهت تحلیل فرآیندهای پیچیده بسیار قدرتمند عمل کند .امروزه سیستم‌های فازی بر پایه شبکه عصبی تطبیقی یکی از روش‌های کارآمد در زمینه پیش‌بینی و مدل‌سازی است .مدل انفیس (ANFIS) برای شرح و تفسیر سیستم‌های غیرخطی ایدئال است.

می‌توان مزایای اساسی سیستم استنتاج فازی - عصبی انطباقی در برابر سیستم‌های دیگر را به شرح زیر کوتاه بیان کرد[٢٥]

- استفاده از شبکه‌های عصبی برای مرتب‌سازی داده و شناسایی الگوها.
- ایجاد یک سیستم استنتاج فازی شفاف که دارای اشکالات کمی بوده و نسبت به

شبکه‌های عصبی، خطای کمتری را در محاسبات نشان می‌دهد.

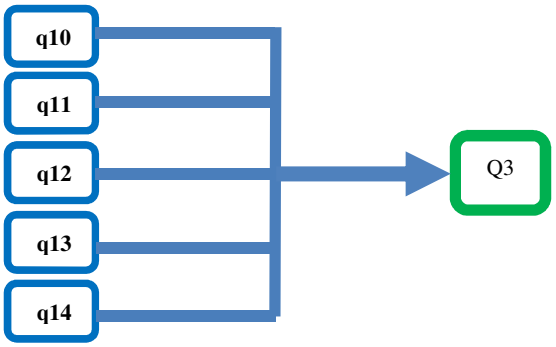
- این سیستم مزایای یک سیستم خبره‌ی فازی را حفظ می‌کند، درحالی‌که نیاز به وجود خبره را نیز کاهش می‌دهد.
- به واسطه‌ی استفاده از منطق فازی، مشکلات مدل‌سازی و تحلیل داده‌های پیچیده در این روش کاهش می‌یابد.
- امکان واردکردن ابعاد کیفی تجارب انسانی به این سیستم وجود دارد.
- و درنهایت، سیستم فازی ـ عصبی قابلیت یادگیری را با حفظ مزایای سیستم استنتاج فازی دارد.

۳- چارچوب مفهومی

به‌منظور تهیه چارچوب مفهومی کلیه شاخص‌ها، ابعاد و مؤلفه‌های ادبیات موجود مرتبط با مدیریت دانش و نوآوری شناسایی، استخراج و به منظور غنای هرچه بیشتر، با خبرگان صاحب‌نظر این حوزه مصاحبه گردید و مطالب پس از جمع‌بندی، طی پرسشنامه‌ای به روش دلفی در اختیار جامعه خبرگان تحقیق (شامل تعداد ۱۹ نفر از اساتید صاحب‌نظر درزمینه‌ی نوآوری و مدیریت دانش) قرار گرفت؛ که درنهایت تعداد ۵ شاخص اصلی، به شرح زیر به عنوان ورودی‌های مدل تعیین گردید.

- قابلیت ثبت و بازیابی اطلاعات و دانش کسب‌شده(تبدیل دانش ضمنی به آشکار) (q10)
- دسترسی به زیرساخت‌های مدیریت دانش (q11)
- دسترسی به تخصص و دانش موردنیاز (q12)
- اشتراک تجربه‌ها میان افراد و بخش‌ها (q13)
- تولیدات مبتنی بر دانش(q14)

برای ارزیابی سطح مدیریت دانش سازمان با محوریت نوآوری مدل مفهومی زیر، مبنای تدوین طراحی مدل فازی عصبی – تطبیقی در نرم‌افزار MATLAB قرار گرفت. با تعیین ورودی ها و خروجی مدل روابط بین آنها در قالب قواعد فازی تعیین می گردد. [۲۶]



شکل ۱ مدل مفهومی تحقیق برای محاسبات فازی عصبی – تطبیقی

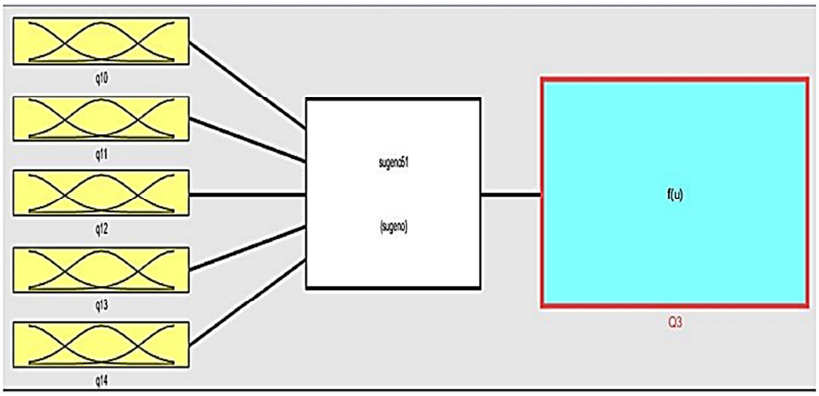
۴- روش پژوهش

این پژوهش با توجه به هدف، از نوع کاربردی (به کار بردن مدل برای سنجش سطح مدیریت دانش با محوریت نوآوری و پیش‌بینی آن) و با توجه به روش جمع‌آوری داده‌ها و تکمیل گام به گام تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی (که روشی برای به دست آوردن اطلاعاتی درباره دیدگاه‌ها، باورها، نظرات، رفتارها، انگیزه‌ها یا مشخصات گروهی از اعضای یک جامعه است) و همچنین با توجه به کشف ابعاد و مؤلفه‌های سنجش سطح مدیریت دانش با محوریت نوآوری، می‌توان آن را اکتشافی نیز در نظر گرفت. دلیل استفاده از روش. سیستم استنتاج فازی عصبی- تطبیقی (ANFIS) در برابر سیستم‌های دیگر، با توجه به مزایای اساسی آن به شرح زیر است:[۲۵]

- استفاده از شبکه‌های عصبی برای مرتب‌سازی داده و شناسایی الگوها.
- ایجاد یک سیستم استنتاج فازی شفاف که دارای اشکالات کمی بوده و نسبت به شبکه‌های عصبی، خطای کمتری را در محاسبات نشان می‌دهد.
- این سیستم مزایای یک سیستم خبره‌ی فازی را حفظ می‌کند، درحالی‌که نیاز به وجود خبره را نیز کاهش می‌دهد.
- به واسطه‌ی استفاده از منطق فازی، مشکلات مدل‌سازی و تحلیل داده‌های پیچیده در این روش کاهش می‌یابد.

- امکان واردکردن ابعاد کیفی تجارب انسانی به این سیستم وجود دارد.
- و درنهایت، سیستم فازی ـ عصبی قابلیت یادگیری را با حفظ مزایای سیستم استنتاج فازی دارد.

بدین منظور داده‌های تعداد ۱۸۰ مورد ارزیابی در قالب یک ماتریس ۱۸۰ سطری (هر سطر مربوط به یک مورد ارزیابی) با ۵ ستون، برای پنج شاخص اصلی به همراه مقدار نتایج ارزیابی هر مورد در ستونی مجزا توسط خبرگان پاسخ داد شد که درنهایت یک ماتریس ۱۸۰*٦ (٦ ستون و ۱۸۰ سطر، ستون آخر به عنوان خروجی متناظر با پنج شاخص ورودی) تهیه گردید. با تعریف یک تابع انتخاب تصادفی داده، ماتریس داده‌ها را با درصدهای اختیاری و کاملان تصادفی به دو قسمت مجزا به طوری که، ۸۰ درصد داده‌های تصادفی برای آموزش سیستم و ۲۰ درصد آن برای تست مدل تقسیم گردیدند. نحوه آموزش یک سیستم عصبی در کارآیی آن تأثیر بسیار زیادی دارد[۲۷]



شکل ۲: شمای کلی سیستم استنتاج فازی

برای طراحی، آموزش و اعتبارسنجی سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی، از نرم‌افزار MATLAB به وسیله کد نویسی هر سه روش معروف طراحی سیستم استنتاج فازی به شرح زیر مورداستفاده قرار گرفت. بدیعی است کاربر می‌تواند روش را متناظر با کمترین

خطای به‌دست‌آمده انتخاب و مورداستفاده قرار دهد

الف) روش جداسازی شبکه‌ای یا همان جدول جستجو (PG[٦]) شامل تنظیمات زیر:

- تعداد توابع عضویت: ٥ تابع (نشان‌دهنده: خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد)
- نوع تابع عضویت ورودی: از میان توابع موجود قابل انتخاب است (تابع زنگوله‌ای، مثلثی، گوسی، ذوزنقه‌ای و ...)

➢ این روش برای محاسبات ساده و مقدماتی قابل‌استفاده است و در محاسبات (پیچیده‌تر) دارای تعداد توابع عضویت بیشتر معمولاً فاقد جواب مناسب است.

➢ مهم‌ترین ایراد این روش فاقد بهینه یابی پاسخ است.

ب) روش خوشه‌بندی کاهشی (SC[٧]) شامل تنظیماتی به شرح زیر:

- بازه تأثیر[٨] (شعاع نفوذ و شناسایی خوشه‌ها[٩]):
- حداکثر تعداد Epoch
- میزان افزایش/کاهش نرخ پذیرش یا رد شدن
- عامل گسترش١٠:
- نسبت پذیرش١١:
- نسبت رد شدن[١٢]:

➢ در این روش نمی‌توان تعداد خوشه‌های مدل را تعین کرد و فقط از آزمون و خطا و کم/زیاد نمودن تنظیمات بالا ، تعداد خوشه‌ها می‌توان مقدار خطا را تغییر داد.

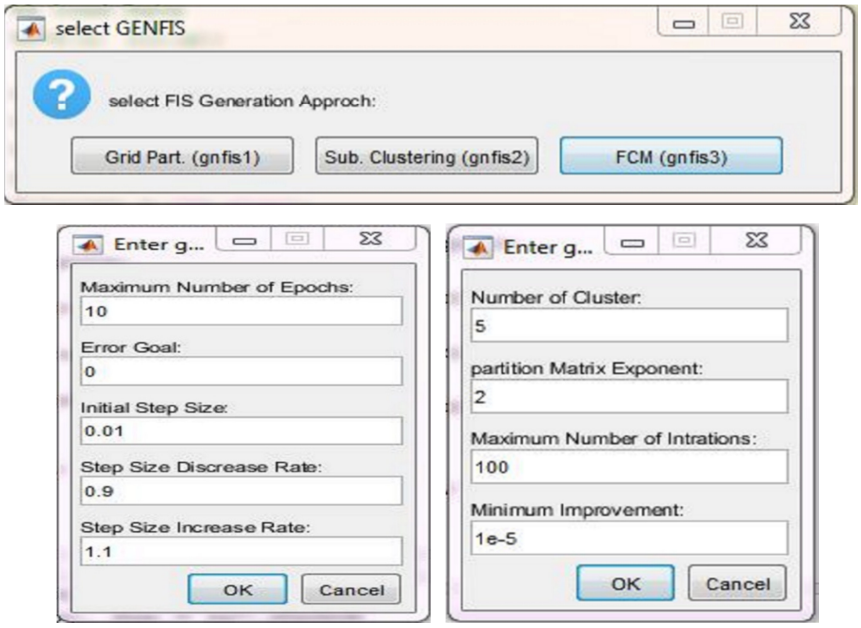
ج) روش FCM علاوه بر تنظیمات روش خوشه‌بندی کاهشی شامل تنظیمات دیگری همچون:

- تعداد خوشه‌ها (قابل تنظیم توسط کاربر)
- حداکثر تعداد Epoch
- طول گام اصلاحات[١٣]
- اندازه افزایش/کاهش نرخ پذیرش یا رد شدن[١٤]
- حداکثر خطای موردقبول[١٥]
- نوع تابع عضویت ورودی:

- نوع تابع عضویت خروجی:

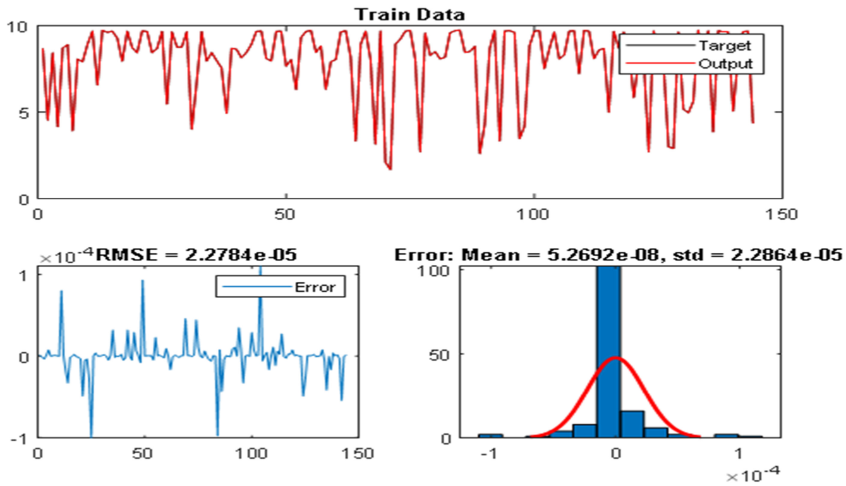
➢ این روش برای محاسبات چند ورودی و چند خروجی با هر سطحی از پیچیدگی مناسب است و با تعیین تعداد خوشه‌ها به صورت هدفمند می‌توان مقدار خطا را کاهش داد.

در شکل زیر می‌توان رابط کاربر – نرم افرا را مبنی بر انتخاب هر یک روش‌های مذکور با وارد نمودن تغییرات متناظر هر روش مشاهده نمود.(پیش‌فرض مدل در صورت عدم انتخاب کاربر روش سوم است).

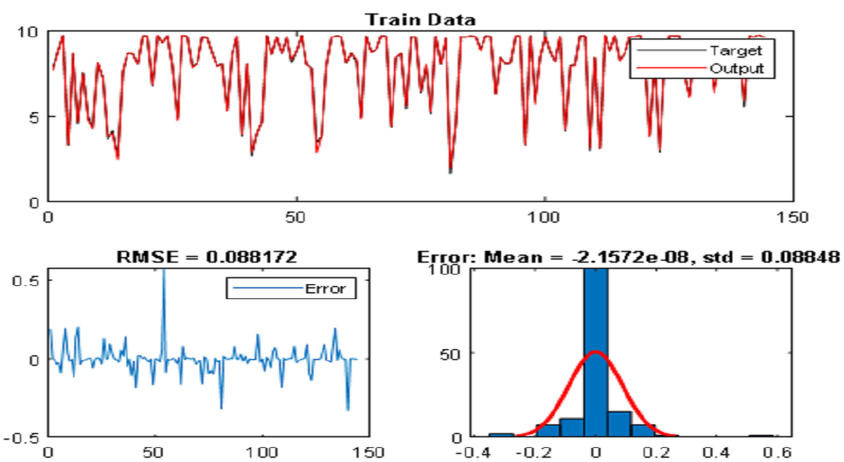


شکل ۳ رابط کاربری برای انتخاب روش طراحی سیستم استنتاج فازی

با اجرای فرایند آموزش سیستم میزان خطای سیستم، با توجه به تنظیمات اعمال‌شده (نوع یادگیری، تعداد مراحل و تلورانس خطا) برابر شکل زیر در هر روش به ترتیب محاسبه می‌گردد



شکل ۴: فرایند آموزش سیستم با استفاده از روش جداسازی شبکه‌ای (GP)



شکل ۵: فرایند آموزش سیستم با استفاده از روش خوشه‌بندی کاهشی (SC)

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری ـــ

شکل ۶: فرایند آموزش سیستم با استفاده از روش FCM

پس از اجرای فرایند آموزش این سیستم قادر است بر مبنای ورودی‌های ارائه‌شده، ساختار، رول‌های مدل و نمودار سه‌بعدی تغییرات ورودی/خروجی را ارائه دهد تا بر مبنای تحلیل میزان حساسیت خروجی اقدام به انجام اصلاحات و زمینه‌ساز تصمیم‌گیری لازم را فراهم نماید. به منظور سنجش اعتبار و دقت مدل، در ارزیابی و پیش‌بینی سطح مدیریت دانش سازمان (خروجی مدل)، به شرح زیر اعتبار مدل بررسی گردید:

۵- اعتبارسنجی

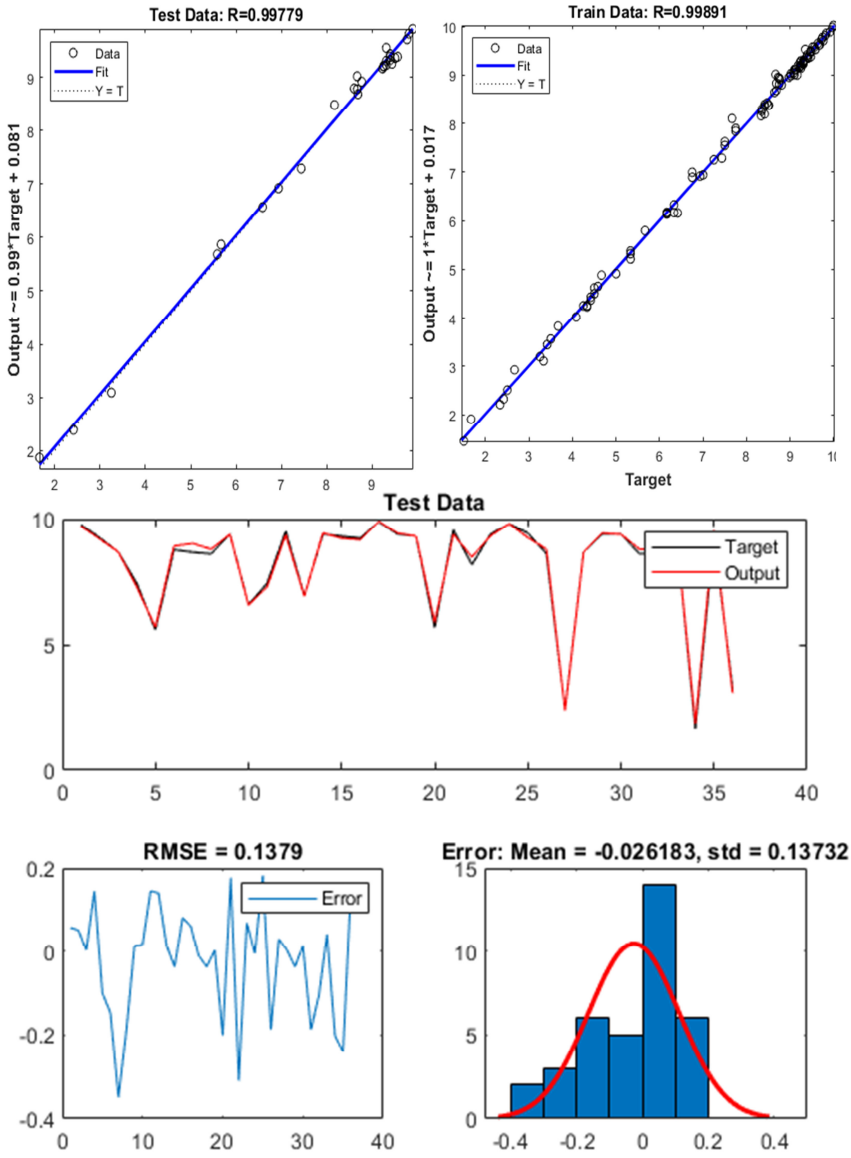
اعتبارسنجی تحقیق از دو منظر موردتوجه بوده است؛ ابتدا اعتبارسنجی ابزار گردآوری داده‌ها که با نظر خبرگان روایی شاخص‌ها و با نرم‌افزار SPSS پایایی آن‌ها مورد تأیید قرار گرفت و در وهله دوم و مهم‌تر، برای اعتبارسنجی و ارزیابی مدل، بر اساس اختلاف بین خروجی‌های مدل و داده‌های واقعی اقدام شده است. داده‌های مورداستفاده در اعتبارسنجی

مدل باید الزامان دارای دو شرط انتخاب تصادفی و عدم به‌کارگیری آن‌ها در فرایند آموزش مدل باشند. با بهره‌گیری از این داده‌ها، می‌توان به تست مدل در هریک از سه روش طراحی استنتاج فازی ذکرشده پرداخت و روشی که کمترین مقدار خطا را دارد انتخاب نمود.

معمولاً در اعتبارسنجی استنتاج فازی عصبی تطبیقی برای ارزیابی عملکرد مدل، پارامترهای مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)، درصد خطای نسبی (ε)، میانگین خطای مطلق (MAE) و ضریب تبیین (R2) به کار گرفته می‌شود. [23] نتایج این محاسبات مطابق جدول زیر نشانگر دقت و قابلیت اعتماد به مدل در پیش‌بینی میزان مدیریت دانش با رویکرد ظرفیت نوآوری است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده همان‌طور که انتظار می‌رفت، روش سوم از نتایج بهتری نسبت به دو روش قبلی برخوردار است و به منظور جلوگیری از تکرار و افزایش حجم مطالب، نتایج تست (اعتبارسنجی) روش سوم برابر شکل ۷ قابل‌مشاهده است.

جدول ۱: اعتبار مدل استنتاج فاز عصبی – تطبیقی درروش FCM

معیار اعتبارسنجی	معادل انگلیسی	بازه مقادیر	مقدار بهینه	مقدار در مدل
مجذور میانگین مربعات خطا	RMSE	از صفر تا بی‌نهایت	هرچه کمتر باشد بهتر است (کمتر از ۰.۱ عالی است)	۰.۱۳
درصد خطای نسبی	ε	از صفر تا بی‌نهایت	هرچه کمتر باشد بهتر است	۰.۰۱۵۳
میانگین خطای مطلق	MAE	از صفر تا بی‌نهایت	در مقایسه ۲ سیستم، هر چه کمتر باشد بهتر است	۰.۰۳٦
ضریب تبیین (تشخیص)	R^2	از صفر تا یک	بین ۰.٦ تا ۰.۸ مناسب/ بین ۰.۸ تا ۱ عالی	۰.۹۹۵

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری ـــ"> 

شکل ۷: نتایج اعتبارسنجی مدل نهایی با استفاده از روش FCM

۶- یافته‌ها، نتایج و پیشنهادها

از مهم‌ترین یافته‌های این تحقیق درواقع همان هدف اصلی تحقیق یعنی طراحی و ارائه مدلی برای پیش‌بینی و ارزیابی مدیریت دانش با محوریت نوآوری است این مدل با استفاده از ANFIS با اعتبار مناسب تهیه گردید. همچنین با اجرای تست حساسیت مدل، بیش‌ترین حساسیت خروجی مدل نسبت به تغییرات ورودی‌ها، مربوط به تغییرات شاخص تبدیل دانش ضمنی به آشکار در سازمان است.

طی فرایند پژوهش ایده‌ها و نظرات بسیاری به ذهن محقق رسیدند که برای پیاده‌سازی و اجرای آن‌ها مجالی نبود. ازاین‌رو، عناوین زیر برای پژوهشگران علاقه‌مند در این عرصه پیشنهاد می‌گردد:

- اتصال سیستم استنتاج فازی به پایگاه داده‌های مدیریت دانش برای دریافت اطلاعات لحظه‌ای و ارائه‌ی گزارش‌های تحلیلی از وضعیت مدیریت دانش با محوریت نوآوری در قالب سیستم‌های هوشمند کسب‌وکار.
- استفاده از الگوریتم‌های شبیه‌سازی و الگوریتم‌های تکاملی برای تحلیل و شبیه‌سازی گام‌های پیاده‌سازی مدل و ارائه‌ی گزارش‌های اثربخش به مدیران.
- ترکیب شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک برای طراحی الگوی بهینه‌ی پیاده‌سازی سیستم ارزیابی مدیریت دانش مبتنی بر ظرفیت نوآوری.
- ترکیب منطق فازی، شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و روش‌های فرا ابتکاری بهینه‌سازی برای تولید سیستمی هوشمند که به‌طور مستمر قادر به ارائه پیشنهادهای بهبوددهنده برای ارتقاء سیستم ارزیابی مدیریت دانش مبتنی بر ظرفیت نوآوری باشد.

۷- پی‌نوشت‌ها

1. Adaptive neuro-fuzzy inference systems
2. Lee K.C, Lee S, Kang I.W
3. Davenport T.H, Prusak ,L
4. Scrim & Amedehn
5. Trauner & Luke
6. Grid Partitioning
7. Subtractive Clustering
8. Range of Inlfuence

9. Radius
10. Squash Factor
11. Accept Ratio
12. Reject Ratio
13. Initial Step Size
14. Step Size Discrease/Increase Rate
15. Error Goal

۸- منابع

[1] Afrazeh ,A ., *Knowledge management (concepts, models, measurement and implementation)*. Tehran: Amirkabir University of Technology Press. 2005, p.1.

[2] Taleghani ,Gh,. Anvari ,A., Eftekhari ,L., *The Relationship between Knowledge Management and Organizational Innovation in an Insurance Company*, Insurance Research Journal, Year 27, Issue 1, 2012, pp. 151-171.

[3] Dargahi, H. Asadi ,S. Ahmadi ,B. Mahmoudi ,M., *A Study of the Relationship between Knowledge Management with Creativity and Organizational Innovation in Employees of Educational Hospitals*, Tehran University of Medical Sciences, Volume 17, Number 1, 2018 , pp. 97-108.

[4] Safari ,H. Ejli ,M. Ghasemian ,A., *Determining the position of strategic position of an educational institution in the life curve of the organization with a fuzzy approach*, Journal of New Research in Decision Making 1, No. 2, 2016.pp 117-138.

[5] Molaei ,S. Shakeri ,R. Yaghoubi ,M., *The Impact of Personal Knowledge Management on Culture and Innovative Performance in Knowledge-Based Companies*, Journal of Management Research in Iran, Volume 22, Number 4. 2016 pp 130-150

[6] Vincent ,B. Laure ,M. N'Doli ,A. Mauricio ,C., *Evaluating innovative processes in French firms: Methodological proposition for firm innovation capacity assessment*.Contents lists available at ScienceDirect.elsevier, Research Policy, 43, 2014 pp 608– 622.

[7] Choi, Y., *An empirical study of factors affecting successful implementation of*

knowledge management. ETD collection for the University of Nebraska - Lincoln. AAI9991981. 2008.

[8] Bakhtiari, H. ., *The Necessity and Importance of Knowledge Management in the Information Age*, First Executive Management Conference, Tehran. 2009.

[9] Drucker, P., *Managing in Time Of Great Change*, penguin Putnam, NY,1998.

[10] Ahn J-H.Chang,S-G., *Assessing the contribution of knowledge to business performance: the KP3 methodology*, Decision Support System, 36, 2004, pp.403-416.

[11] Tseng S-M, Knowledge Management System performance Measure Index, to be published in Expert System With Applications.

[12] Nonaka, I,. Takeuchi H, The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University, Press, Oxford, UK. 1995,

[13] Lee K.C, Lee S, Kang I.W, "KMPI: Measuring knowledge Management performance" Information & Management, 42, pp. 469-482.

[14] Davenport T.H, Prusak ,L. ,. *Working knowledge*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, USA. 1998. P149.

[15] Danport and Prosak., Knowledge Management. Translation: Rahman Seresht. Volume One. Tehran: Sapco Publishing, 2000, pp. 124-126.

[16] Skyrme, J. Amidon,M., *Creating the Knowledge-Based Business*, London: Business Intelligence. 1997.

[17]. Sanjaghi, M,I. Joneydi ,J,Y., *Approaches to Improving the Management of Knowledge Management in Organizations*. Defense Strategy Quarterly. Fifth year. Number Sixteen:, 2007, pp 85-119.

[18]. Babagheibi Azghandi, A., *Assessing and reviewing the status of knowledge management in organizations (review of the Deputy of Information Technology and Communication Technology of the Police Force of the Islamic Republic of Iran)*. Police Human Development. No. 39:, 2011., pp. 73-106.

[19] Afrazeh, A. *Knowledge management (concepts, models, measurement and implementation).* Tehran: Amirkabir University of Technology Press., 2005, pp.37-67

[20]. Davenport, T. Prosak, L., Knowledge Management. Translated by Mohammad Rahman Pakseresht. Tehran: Sapco., 2000, p.21.

[21]. Alwani, M. Shahqolian, K., *Designing a Model for Assessing the Level of Knowledge Management in Iranian Industrial Organizations (Research in the Automotive Industry)*. Quarterly Journal of Management Studies, No. 52, 2006, pp. 1-16.

[22] Hashemi, S., *Assessing the level of knowledge management at the University of Law Enforcement Sciences*. Quarterly Journal of Law Enforcement Management Studies. No. 5, 2010, pp.183-214.

[23] Samimi ,Y. Aghaie A., *Presenting a Framework for Evaluating the Performance of Knowledge* Management Systems, Allameh Tabatabaei University Industrial Management Quarterly, Volume 3 No. 10, 2005, pp. 1-23

[24] Ahmadi ,A., Salehi ,A. Knowledge Management, Payame Noor Publications, 2011, pp. 314-316

[25] Ata, R. and Kocyigit, Y. , *An adaptive neuro-fuzzy inference system approach for prediction of tip speed ratio in wind turbines*. Expert Systems with Applications, 37 (7):, 2010, pp5454-5460.

[26] Azar, A. Alipour Z., Danaeefard H., *Fuzzy framework on the perception of fairness theory of justice within Mellat Bank*, Managment. Res. Iran, TarbiatModarres University., 68 (3):, 2010, pp 61–89.

[27] Nardershahi ,M. Safi ,A. Tavakoli ,R., *Development of Neural Network Decision Based on Genetic Algorithm for Assessing Preferences in Multi-Purpose Decision Making Problems*, Journal of New Research in Decision Making, Volume 4, Number 3. 2019, pp 127-153