فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت
سال سی‌وچهارم/ شماره ۱۳٤ / پاییز ۱٤۰۲

# گسترش عملکرد کیفیت (QFD) در ایجاد آینده مطلوب در حوزه پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء به کمک شبکه پیش انتشار فازی

**معصومه امیدوار**
دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت فن آوری اطلاعات، دانشگاه آزاداسلامی واحد تهران شمال، تهران ،

**محمدعلی افشارکاظمی (مسئول مکاتبات)**
دانشیار وعضو هیات علمی دانشگاه آزاداسلامی واحدتهران مرکزی،
dr.mafshar@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲٤-۱۲-۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲۹-۰٤-۱٤۰۰

## چکیده

زمینه: چالش اصلی شرکتها تحقق خدمات و برآورده کردن انتظارات مشتریان است. استقرار گسترش عملکرد کیفیت (QFD) به استخراج ویژگی های خدمات از خواسته های مشتری کمک می کند. ، هدف: با توجه به کاربرد اینترنت اشیاء در پزشکی از راه دور، این پژوهش دو هدف را دنبال می کند، هدف اول شناسایی پارامترهای موثر بر ادغام دو سیستم اینترنت اشیاء و پزشکی از راه دور با نگرش گسترش عملکرد کیفیت است و در هدف دوم استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در پیشبینی رفتار ماتریس QFD می باشد. روش ها: جهت نیل به هدف اول از روش تحلیل مهندسی ارزش و نمودار FAST مشتری گرا استفاده شد و پس از بدست آمدن پارامتر ها شامل ندای مشتری، ویژگی خدمت و الزامات عملیات، جهت هدف دوم از شبکه پیش انتشار فازی استفاده گردید. یافته ها: پس از بدست آوردن پارامترهای موثر بر ادغام دو سیستم اینترنت اشیاء و پزشکی از راه دور با نگرش گسترش عملکرد کیفیت، تعداد ۵۰ ماتریس QFD جمع آوری و داده های آن در شبکه پیش انتشار فازی معرفی شد. که از این میزان ۸۰ درصد برای آموزش شبکه ، ۱۵ درصد برای آزمایش و ۵ درصد برای اعتبارسنجی نتایج پیش بینی شده استفاده شد. در نهایت مقدار میانگین مربعات خطا۱ (MSE) برای بخش اعتبار سنجی MSE = 0.015584 بدست آمد. نتیجه گیری: نتایج نشان داد که روش شبکه پیش انتشار فازی مناسب برای پیش بینی گسترش عملکرد کیفیت در ادغام دو سیستم اینترنت اشیاء و پزشکی از راه دور می باشد.

**کلمات کلیدی:** گسترش عملکرد کیفیت، اینترنت اشیاء، پزشکی از راه دور، شبکه پیش انتشار فازی

**۱. مقدمه**

اینترنت اشیاء (IoT) به طور کلی به بسیاری از اشیا و وسایل محیط پیرامونمان اشاره دارد که به شبکه اینترنت متصل شده‌اند و می‌توان توسط پلیکیشن های موجود در تلفن های هوشمند و تبلت آنها را کنترل و مدیریت کرد. عبارت اینترنت اشیا، برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در ان هر چیزی از جمله اشیاء بی جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به کامپیوترها اجازه دهند آن ها را سازماندهی و مدیریت کنند (آشتون، ۲۰۰۹). در حالت کلی می‌توان گفت اینترنت اشیا شبکه ای از اشیاء فیزیکی تعبیه شده با قطعات الکترونیکی، نرم افزار، سنسورها و اتصالات است تا آنها توسط تبادل اطلاعات با تولید کننده، اپراتور یا دستگاه های دیگر قادر به ارائه ارزش و خدمات بیشتر باشند. هر کدام از اعضای اینترنت اشیاء به تنهایی توسط سیستم تعبیه شده در آن، قادر به شناسایی هستند و می‌توانند با زیرساخت اینترنت موجود تعامل نیز داشته باشند (میوراندی و همکاران، ۲۰۱۲). از دیدگاه سطح سیستم، اینترنت اشیاء را می‌توان به صورت یک سیستم شبکه ای اساساً توزیع شده و پویا دانست که از تعداد بسیار زیادی اشیاء هوشمندی تشکیل شده است که اطلاعات تولید و مصرف می‌کنند. توانایی تعامل با دنیای فیزیکی از طریق دستگاه هایی انجام می‌شود که می‌توانند پدیده های فیزیکی را حس کنند و آنها را به جریانی از داده اطلاعاتی تبدیل کنند و همچنین دستگاههایی که با انجام عملی بر روی دنیای فیزیکی تأثیر می‌گذارند.انتظار می‌رود که به علت مقیاس بزرگ سیستم نهایی و همچنین سطح بالای پویایی شبکه، مقیاس پذیری موضوع مهمی‌باشد (آرسو و همکاران، ۲۰۱٤)

استفاده از فناوری ارتباطات برای مراقبت بالینی بیمار و شامل مکانیسم های مختلف ارائه الکترونیک خدمات می باشد. پزشکی از راه دور ابزاری است که ارائه دهنده را قادر به ارائه خدمات مراقبت بهداشتی به بیماران در مکان های دوردست می کند (هورلن، ۱۹۹). این مراقبت ها شامل کلیه موارد مربوط به پیگیری وضعیت بهبود بیمار از راه دور از طریق پزشک معالج، تجویز داروها و مشخص کردن کلیه فعالیت هایی که بیمار باید انجام دهد، پرسش هایی که بیمار می خواهد از پزشک خود بپرسد و موارد دیگر می شود (وتون و همکاران، ۲۰۱۷). کاربرد پزشکی راه دور حیطه جدید مراقبت سلامت، عرصه همکاری پزشکان، بیمارستان ها، مراکز پزشکی و کارشناسان مالی و بیمه ای در یک محیط مجازی است که در آن موضوع، هدف، سود و وسیله در سیاست گذاری و مدیریت مراقبت سلامت، اطلاعات است (پالوزی و همکاران، ۲۰۱۸).

بر طبق نظریه انتشار نوآوری، میزان پذیرش یک نوآوری، اثر قابل توجهی بر مزیت نسبی نوآوری، سازگاری، پیچیدگی، آزمون پذیری و قابلیت مشاهده آن دارد. مطالعات مختلف کوشیده اند مزیت نسبی (سود درک شده)، سازگاری، و پیچیدگی پذیرش و اهداف استفاده را برای فن آوری هایی مانند تبادل الکترونیکی داده ها، تجارت الکترونیکی، عملکرد شرکتی توانمند در IT را شناسایی نمایند (چیین و همکاران، ۲۰۰۲). سازگاری درجه ای است که در آن یک نوآوری با پذیرنده های بالقوه به صورت سازگار با ارزش های فعلی شان، تجربه قبلی و نیازهای متقاعد کننده درک شده است. سازگاری، ویژگی مهمی است که به طور مثبت بر سودمندی درک شده تکنولوژی اثر می گذارد (چائو و هو، ۲۰۰۲). پیچیدگی به عنوان درجه ای تعریف شده که در آن درک و استفاده از یک نوآوری خاص دشوار است (یاواورام و چن، ۲۰۱۵). کاربرانی که فن آوری های نوآورانه را پیچیده درک می کنند تمایل به مقاومت در برابر پذیرش آن دارند. به طور خاص، پیچیدگی رابطه مثبتی با اتخاذ فن آوری اینترنت دارد و پیچیدگی به طور منفی با قصد پذیرش تبادل الکترونیکی داده های اینترنت مرتبط می باشد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۲). سود درک شده مزیت مورد انتظار نوآوری نسبت به جایگزین ها است (کیم و همکاران، ۲۰۰۸). این فواید شامل راحتی، صرفه جویی در هزینه،

صرفه جویی در زمان، و انواع محصولات وجود می باشد. منافع درک شده تبدیل تبادل الکترونیکی داده ها به طور مثبت بر تمایل مدیران به اجرای آن در سازمان اثر می گذارد (جارونپا و استاپلس، ۲۰۰۰).

به عبارت دیگر و به دلیل اینکه استفاده از اینترنت اشیاء در پزشکی را دور یک نوآوری محسوب می شود لذا کاهش رضایت کاربران به دلیل پیچیدگی های این فن، ممکن است بر کسب و کار مذکور اثر گذار باشد. بدین دلیل این پژوهش دو هدف را دنبال می کند، هدف اول بدست آوردن ماتریس گسترش عملکرد کیفیت QFD[1] در هنگام تجمیع پزشکی راه دور و استفاده از اینترنت اشیاء به جهت دریافت برآوردی از میزان رضایت مشتریان و سودآوری کسب و کار و هدف دیگر بررسی امکانپذیری استفاده از روش های پیش بینی شبکه عصبی جهت پیش بینی وزن های ماتریس QFD می باشد.

## ۲. پیشینه تحقیق

پائوال و همکاران در سال ۱۹۹۹، با استفاده از داده های جمع آوری شده از سه پروژه عملیاتی از پزشکی راه دور از جمله برنامه های کاربردی بالینی از راه دور را بررسی کردند که چگونه موانع تکنولوژیکی از راه دور بر روی نرخ استفاده از روش پزشکی از راه دور تأثیر می گذارد. پرداختن به موانع تکنولوژیکی در صورت تحقق تعهد پزشکی از شرط لازم، اما کافی نیست و عمدتاً تنها پس از رفع چنین موانعی است که سایر موانع – حرفه ای ، حقوقی و مالی بر سر راه خود قرار می گیرند. یافته ها نشان داد که آموزش کاربری و فنی را به عنوان موانع اصلی پشتیبانی می کند. عدم تطابق بین پیشرفته بودن فناوری و نیازهای کاربر نهایی برای فعالیتهای بالینی و محرمانه بودن بیماران و مسائل مربوط به حفظ حریم خصوصی به عنوان موانع بایستی مورد حمایت قرار گیرید (پائوال و همکاران، ۱۹۹۹). لروز و همکاران در سال ۲۰۰٤، از یک مطالعه میدانی چند منظوره (مشاهده مستقیم ، مصاحبه ، گروه تمرکز ، نظرسنجی) برای جمع آوری و تفسیر مجموعه از داده ها در زمینه پزشکی راه دور استفاده کردند. این مطالعه را از دو منظر انجام شد. ابتدا، برروی درک ارائه دهندگان پزشکی (به عنوان مثال پزشکان) که مستقیم از این فناوری استفاده می کنند و برای مراقبت از بیمار پاسخگو هستند ، تمرکز گردید. سپس دیدگاه ارائه دهنده را با آن دسته از بیماران مقایسه شد، که به عنوان کاربران غیرمستقیم از فناوری پزشکی از راه دور عمل می کنند و مصرف کننده نهایی خدمات مراقبت های بهداشتی از طریق تله پزشکی هستند. نتیجه این مطالعه میدانی یک چارچوب مقایسه ای از ویژگی های کیفیت برای برخوردهای خدمات از راه دور بود که اولویت ویژگی های ارائه دهنده و دیدگاه بیمار است (لروز و همکاران، ۲۰۰٤). مور در سال ۲۰۱۳، تحقیقی با استفاده از یک روش مقایسه ای کمی برای بررسی رابطه بین رضایت مصرف کننده خدمات پزشکی راه دور و ارتباطات بر اساس قالب سوابق بهداشتی انجام دادند. هدف از پژوهش پاسخ به این سوال بود که آیا از نظر آماری تفاوت بین فرم پرونده سلامت (الکترونیکی در مقابل کاغذی) و میزان رضایت مصرف کننده از مراقبت های ارائه شده و ارتباط با ارائه دهنده وجود دارد. نتایج این مطالعه تحقیق نشان داد که چگونگی اجرای سوابق الکترونیکی بهداشت ممکن است بر رضایت مصرف کننده از مراقبت های بهداشتی ارائه شده و چگونگی تأثیر این ارتباط در ارائه دهنده خدمات درمانی تأثیر بگذارد (مور، ۲۰۱۳). وایتد در سال ۲۰۱۰، ملاحظات اقتصادی در برنامه ریزی و اجرای یک برنامه پزشکی از راه دور با هدف آشنایی با مفاهیم و انالیز اقتصادی انجام داد. نگرش این مقاله عبارت بود از، چشم اندازهای اقتصادی ، انتساب هزینه ها ، انواع آنالیز اقتصادی و مشکلات معمول با آنها روبرو می شوند که مربوط به رشته پزشکی است. دیدگاه های اجتماعی، دیدگاه سیستم مراقبت های بهداشتی ، دیدگاه بیماران ، هزینه های ثابت در مقابل متغیر، هزینه های کار و تمایز بین تجزیه و تحلیل مقرون به صرفه و

انواع دیگر آنالیز اقتصادی نیز مورد بررسی قرار گرفت (وایتد، ۲۰۱۰). آقا و همکاران در سال ۲۰۰۹، تحقیقی با این هدف انجام دادند که آیا جدایی جسمی و فناوری مورد استفاده در طول درمان تأثیر منفی بر ارتباط پزشک با بیمار دارد. در این کارآزمایی بالینی تصادفی غیرتفاوتی، بیماران برای دریافت یک مشاوره واحد با یکی از ۹ پزشک، بصورت حضوری یا از طریق راه دور انجام شد. بیماران از توانایی پزشک در تهیه گزارش، استفاده از تصمیم گیری مشترک و ارتقاء ارتباطات محور بیمار در طی مشاوره حضوری یا از طریق راه دور به همان اندازه رضایت داشتند. نتایج نشان داد که، با وجود جدایی جسمی، ارتباط پزشک با بیماردر طول پزشکی از راه دور در مقایسه با روش حضوری کمتر نیست (آقا و همکاران، ۲۰۰۹). ژنگ و ژنگ در سال ۲۰۱۱، برروی موانع امنیتی و کیفیت سرویس پزشکی از از راه دور و استفاده از IoT تحقیقی انجام کار کردند. لایه های امن (Sockets (SSL ، احراز هویت برای حل مسئله امنیتی مورد توجه قرار گرفت. در نهایت یک سیستم یکپارچه برای این منظور طراحی شد (ژنگ و ژنگ، ۲۰۱۱). کوتشنفر و پرازکیویچ در سال ۲۰۱۳، پژوهشی جهت ارائه اطلاعات مهندسی قابل اندازه گیری برای روش استقرار گسترش عملکرد کیفیت انجام دادند. این پژوهش بر اساس شبکه عصبی مصنوعی (NN) استفاده شده است. نتایج تحلیل ها نشان داد که روش های تخمین هوشمند مفید و مؤثر هستند. روش های تخمین شامل چهار مرحله شامل: تنظیم هدف، دستیابی به اطلاعات ، پیکربندی معماری NN ، انجام ماتریس QFD بود. اسماعیلی و همکاران در سال ۲۰۱٤، جهت ارزیابی کیفیت خدمات توانبخشی از دو جنبه اهمیت و رضایت از عملکرد، در چهار مرکز منتخب با استفاده از تحلیل اهمیت – عملکرد و همچنین بررسی ارتباط بین متغیرهای دموگرافیک و ابعاد کیفیت خدمات استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان داد که تمامی ابعاد کیفیت خدمات در مراکز منتخب، در ناحیه اول ماتریس اهمیت– عملکرد یعنی در سطح مطلوب قرار داشتند (اسماعیلی و همکاران، ۲۰۱٤).

گانش و همکاران در سال ۲۰۱٦، یک طراحی جدید از اینترنت اشیاء (IoT) و سیستم نظارت بر سلامت از طریق پزشکی و مبتنی بر پزشکی راه دور ارائه کردند. سیگنال های خام سنسورها به صورت دیجیتالی توسط میکروکنترلر پردازنده پردازش شدند و برای هرگونه ناهنجاری رایج در پارامترهای بهداشتی موضوع مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. سپس نتایج با استفاده از ماژول Wi-Fi موجود در سیستم به یک سرور وب امن منتقل گردید. داده ها را می توان در هر زمان بعدی توسط پزشک از هر مکان از راه دور در تلفن / رایانه خود که به اینترنت متصل است مشاهده کرد. نتایج ارائه شده نشان داد که سیستم پیشنهادی در مقایسه با سیستم های موجود قطعاً یک راه حل مقرون به صرفه برای سیستم پزشکی راه دور مبتنی بر IoT است (گانش و همکاران، ۲۰۱٦). سونیز و همکاران در سال ۲۰۱۷، نشان دادند که مشابه سیستمهایی که در بیمارستان برای مراقبت از بیماران استفاده می شود، می توان از سیستم IoT برای هر کسی استفاده کرد، حتی آنهایی که تحت نظر نیستند میتوانند با استفاده از سنسورها علائم حیاتی خود را پیگیری کنند. در این پژوهش، اگر خروجی سنسورها نوسانی بالاتر از حد طبیعی را ثبت کنند، یک پیام اضطراری به تلفن پزشکان / اعضای خانواده ارسال می شود. همچنین به طور مداوم اطلاعات در یک سیستم عامل ابری به روز می شود (سونیز و همکاران، ۲۰۱۷). وو و همکاران در سال ۲۰۲۰، تحقیقی را برروی ادغام مهندسی ارزش و QFD انجام دادند، روش پیشنهادی قادر به ادغام این دو ابزار بود هزینه های توسعه محصول ("برای مصرف کننده") را برای تجزیه و تحلیل مشترک ادغام می کند. از این طریق می توان مقادیر بهینه هزینه را برای هر نیاز مهندسی تعیین کرد. همچنین می توان هزینه هر تابع محصول را ارزیابی کرد. علاوه بر این ، متدولوژی ابزاری را فراهم می کند که از تصمیم گیری در توسعه محصول و پروژه ها پشتیبانی کند (وو و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین امیدوار و همکاران در سال ۱۳۹۷، طراحی مدل کسب وکار مبتنی بر اینترنت اشیاء در حوزه پزشکی ازراه دور به روش هوشمند فازی–عصبی

مورد بررسی قرار دادند و پارامترهایی چون استفاده از اینترنت اشیاء در پزشکی ازراه دور؛ قابلیت مدیریت دستگاه‌ها و اشیاء؛ موقعیت شبکه‌های اینترنت اشیاء؛ امنیت اینترنت اشیاء؛ میزان آشنایی با تحلیل کاربردهای اینترنت اشیاء؛ بررسی نمودند (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۷).

با توجه به موارد گفته شده شکاف تحقیقاتی عدم ارایه روشی جهت شناسایی پارامترهای موثر بر تجمیع حوزه پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء جهت توسعه عملکرد کیفیت می باشد. بدین منظور به دلیل امکان ادغام مهندسی ارزش و QFD (وو و همکاران، ۲۰۲۰) و همچنین امکان طراحی مدل کسب وکار مبتنی بر اینترنت اشیاء در حوزه پزشکی ازراه دور (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۷)، آنچه در ادامه می آید ادغام تجربه محقین فوق برای رسیدن به اهداف این پژوهش می باشد، بدین منظور پس از معرفی روش مهندس ارزش و شیوه های شبکه های عصبی مصنوعی، پارامترهای ماتریس QFD در جهت تجمیع حوزه پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء بدست آمده و در انتها کارایی اعمال شبکه عصبی مصنوعی برروی وزن های ماتریس فوق بدست می آید.

## ۳. روش شناسی تحقیق

### ۱.۳. مهندسی ارزش و نمودار FAST[1]

مهندسی ارزش، در واژه شناسی ارزش که از سوی انجمن بین المللی مهندسی ارزش آمریکا منتشر شده، به این ترتیب تعریف شده است: «مهندسی ارزش همان تحلیل ارزش است. با این تفاوت که بر کاربرد آن در مرحله توسعه و با طراحی یک محصول تاکید میشود» (ایبوسوکی و کامینسکی، ۲۰۰۷). برنامه کار مهندسی ارزش شامل سه مرحله اصلی است (ساپوان و همکاران، ۲۰۰٦):

- مرحله پیش مطالعه: شامل گردآوری اطلاعات، تعیین مبانی مطالعه، تهیه مدل هزینه و تعیین اعضای تیم
- مرحله مطالعات اصلی کارگاه اصلی: شامل فازهای اطلاعات، تحلیل کار کرد[2]، ایده پردازی (خلاقیت)، ارزیابی، توسعه و ارائه.
- مرحله مطالعات تکمیلی: شامل تکمیل پیشنهادهای تغییر، اجرای تغییرات پیشنهادی و پیگیری اعمال تغییرات.

تحلیل کارکرد در واقع یک ابزار توانا و سودمند برای تحلیل و طراحی سیستم به شمار میرود و بدین لحاظ میتوان قابلیت تحلیل کار کردرا فراتر از یک گام در مهندسی ارزش دانسته و آن را به عنوان یک تکنیک عمومی در تحلیل و طراحی سیستم معرفی نمود (پارک، ۲۰۱۷). کارکرد، معانی متفاوتی در فلسفه، علوم کامپیوتر، ریاضیات و .. دارد. در مدیریت ارزش و مهندسی ارزش کارکرد عمل یا فعالیت خاصی است که بخاطر آن، چیزی مورداستفاده قرار میگیرد، یا دلیل وجودی شیء یا خدمت است (کلی و همکاران، ۲۰۱٤) و در واقع آنچه مشتری برای آن هزینه میکند کارکرد است (بارتولومئی و میلر، ۲۰۰۱). دو دسته ی اصلی کارکردها، کارکردهای اصلی و ثانویه هستند (برزا، ۲۰۱۱).

- **کارکرد اصلی:** خصوصیت یا وظیفه ای را که از دیدگاه استفاده کننده، دلیل اصلی وجود آن محصول یا سیستم است، توصیف میکند.
- **کار کرد ثانویه:** کارکردهای ثانویه، آن دسته از کار کردهای طراحی شده هستند که به آنها نیاز است تا سبب ایجاد کار کرد اصلی شوند. هر کار کردی که مستقیما درارتباط با به انجام رسیدن کارکرد اصلی باشد، از این دسته است.

به طور کلی قواعد توصیف کار کرد به شرح زیر است (پارک، ۲۰۱۷):

- فعل باید به این پرسش پاسخ دهد که: «چه کار با کارهایی را انجام میدهد؟» و اسم باید

پاسخگوی این پرسش باشد که: «این کار را باچه چیزی انجام میدهد؟».

- از بکار بردن افعال مجهول یا غیر مستقیم مانند: «تامین میکند»، «فراهم می آورد»، «هست و مانند اینها خودداری می شود.

برای توصیف کار کردها، موثرتر است که از روش طوفان فکری استفاده گردد. سپس پاسخهای مشابه حذف و قویترین پاسخ از میان پاسخهای موجود به عنوان توصیف کار کرد انتخاب گردد (کلی و همکاران، ۲۰۱٤). بیان اسم فعلی کارکردها در دیاگرام FAST مزایای زیر را داراست (پارک، ۲۰۱۷):

- توصیف کار کرد به دقت انتخاب میشود و اطلاعات اضافی همراه آن نیست، بنابر این طراح را وادار میسازد تا در مورد اینکه کدام اطلاعات اساسی است و بایستی باقی بماند و چه اطلاعاتی بایستی رد شوند تصمیم بگیرد. این مسأله تمرکز به ملزومات اساسی در طول فاز خلاقیت را سبب می گردد.
- گزینه های ممکن تأمین کننده کار کردهارا محدود نمیکند. این به توسعه فاز خلاقیت کمک میکند.
- کار کردهایی که در طراحی تکرار میشوند به راحتی شناسایی شده و امکان تلفیق و یا حتی حذف آنها را فراهم می آورد.
- باعث ارتقاء فهم اعضای تیم فارغ از دانش، تحصیلات و پیش زمینه های فنی آنها می شود.

بیان کار کردها باید برای خود محصول و تمام اجزای آن تهیه شود. گاهی، برخی اقلام ممکن است منطقا بیش از یک کار کرد داشته باشند. هنگام تهیه فهرست اجزاو کار کردهای آنها، اجزا در یک سطح تجرید در نظر گرفته می شوند (پارک، ۲۰۱۷).

دیاگرامهای FAST در دوران تحول مهندسی ارزش در دهه ۱۹٦۰ ابداع شد. این روش درجهت درک سیستمهای پیچیده با نگاهی کارکردی به سیستم در مقابل توجه به فعالیت ها به کار میرود. مهندسان سیستم و متخصصان تحلیل ارزش در جهت بهبود محصول، بهبود فرآیندها و طراحی و معماری سیستمها از این دیاگرامها بهره می برند (بارتولومئی و میلر، ۲۰۰۱). دیاگرامهای FAST سه نوع هستند، اصول کلی و منطق هر سه مدل یکسان است و تفاوت آنها درنوع ترسیم، شکل ظاهری ونگرش تیم در زمان تعریف کارکردهاست (برزا و سیو، ۲۰۱٦).

- کلاسیک[۱]: FAST اصلی
- تکنیکی[۲]: دومین نوع از دیاگرام های FAST که توسعه یافت تا کار کردهایی را که یک مرتبه اتفاق میافتند از کار کردهای تمام وقت جدا کند. کار کردهای تمام وقت، کار کردهایی هستند که چه سیستم در حال کار باشد چه در حال کار نباشد؛ وجود دارند. این کار کردها جدا از منطق اصلی کارکردها نشان داده می شوند.
- مشتری گرا (استفاده کننده)[۳]: آخرین نوع از دیاگرامهای FAST که همواره با چهار کارکرد حمایت کننده هدایت میشود: سهولت در مصرف، رضایت مشتری، قابلیت اطمینان وجذب مشتری.

بعد از شناخت و مشخص کردن کار کردها مهم ترین بخش یعنی نحوه نمایش کارکردها و چگونگی ارتباط بین آنها باهم آغاز می شود. ما در این مرحله سعی میکنیم مدلی را طراحی کنیم که با هدف با ماموریت یک سیستم[٤] آغاز شود و چگونگی انجام آن تا رسیدن به کار کرد ابتدایی[٥] بررسی شود. یکی از روشهای ایجاد این چنین مدلی سازماندهی

کارکردها از طریق سیستم سوال و جواب How-Why-When است. به این صورت که پس از مشخص شدن هدف سیستم آن را با سوال: "چگونه انجام میشود؟" مورد پرسش قرار میدهیم، جواب سوال را از بین کارکردهای مشخص شده انتخاب کرده و در سمت راست هدف قرار میدهیم، جواب این سوال در اصل همان کارکرد اصلی است، برای تکمیل نمودار، کارکرد اصلی را مورد سوال قرار داده و جواب آن را در سمت راست آن قرار میدهیم، برای اطمینان از درستی جوابها میتوانیم آنها را باسوال : "چرا انجام می شود؟" مورد سوال قرار دهیم، جواب این سوال باید کارکرد واقع در سمت چپ باشد. در حقیقت جواب سوال چگونه دلیل وجود یک کار کرد وجواب سوال چرا هدف آن کار کرد را مشخص میکند. بعد از پایان سوالها مسیری از کارکردها ایجاد میشود که از هدف سیستم آغاز و به کار کرد ابتدایی ختم میشود، این مسیر را اصطلاحاً Major Critical Path می نامند (برزا، ۲۰۱۱). اما بعد از ایجاد مسیر بحرانی بزرگ مشاهده میشود که تعداد زیادی از کارکردها روی نمودار قرار ندارند، برای اضافه کردن این کار کردها از اول مسیر اصلی هر کدام از کار کردها را باسوال:" زمانی که این کار کرد انجام میگیرد چه کار کردهای دیگری به وقوع می پیوندند؟" مورد سوال قرار داده و جواب مورد نظر را از بین کارکردهای باقی مانده انتخاب میکنیم. بدیهی است کار کرد انتخاب شده میتواند Activity مستقل یا غیر مستقل باشد، کار کردهای Activity در زیر مسیر اصلی قرار میگیرند و کارکردهای مستقل و غیر مستقل در بالای آن. در ضمن ممکن است برخی از کارکردهای مستقل برای به وقوع پیوستن نیاز به یک سری سلسله مراتب از کارکردهای خاص داشته باشند که این سلسله مراتب باسیستم سوال و جواب Why-How ایجاد می شود و مسیری را به موازات مسیر اصلی ایجاد میکند. این مسیر اصطلاحاً Minor Critical Path نامیده میشود. نکته قابل توجه آن است که، همین طور که کار کردهای واقع بر روی مسیرهای اصلی و فرعی با سوال "چرا" قابل تست کردن هستند، کارکردهای مستقل و Activity نیز قابل تست کردن میباشند (برزا، ۲۰۱۱).

### ۲.۳. روش شبکه عصبی مصنوعی

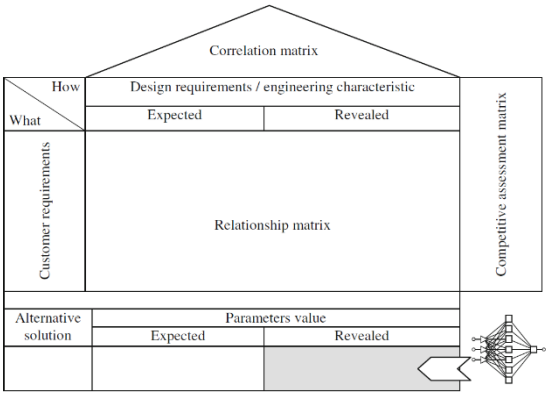
شبکه های عصبی سیستم های پویا هستند که داده های آزمایشی ، انتقال دانش یا قانونی پنهان در داده ها را به ساختار شبکه منتقل می کنند. این الگوریتم ها با ساختار یک پرسپترون از چندین لایه تشکیل شده اند و هر لایه از تعدادی واحد پردازنده به نام نورون ها تشکیل شده است. نورون های مصنوعی می توانند یک عملکرد ریاضی غیرخطی باشند و به طور مستقل عمل کنند. در نتیجه، یک شبکه عصبی متشکل از جامعه ای از این سلول های عصبی نیز می تواند یک سیستم کاملاً پیچیده و غیرخطی باشد (حسون، ۱۹۹۵)(یگنانارایانا، ۲۰۰۹). یک شبکه عصبی شامل اجزای سازنده لایه‌ها و وزن‌ها می‌باشد. رفتار شبکه نیز وابسته به ارتباط بین اعضا است. در حالت کلی در شبکه‌های عصبی سه نوع لایه نورونی وجود دارد (شکل ۳):

- لایه ورودی: دریافت اطلاعات خامی که به شبکه تغذیه شده‌است.
- لایه‌های پنهان[1]: عملکرد این لایه‌ها به وسیله ورودی‌ها و وزن ارتباط بین آنها و لایه‌های پنهان تعیین می‌شود. وزن‌های بین واحدهای ورودی و پنهان تعیین می‌کند که چه وقت یک واحد پنهان باید فعال شود.
- لایه خروجی: عملکرد واحد خروجی بسته به فعالیت واحد پنهان و وزن ارتباط بین واحد پنهان و خروجی می‌باشد.

یادگیری پرسپترون در یافتن مقادیر مناسب W است ، بنابراین فضای فرضیه H مجموعه ای از تمام مقادیر واقعی ممکن برای بردارهای وزن خروجی است. که با رابطه زیر تعیین می شود:

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1$$
$$= \begin{cases} 1\ if\ w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + \cdots + w_n \\ -1 \qquad\qquad Othe \end{cases} \quad ($$

کوتشنفر-پراسکیویچ، روش شبکه عصبی مصنوعی دارای ساختار لایه ای برای پیش بینی الزامات خرید مشتری در ماتریس QFD پیشنهاد دادند که از لایه ای از واحدهای ورودی که توسط لایه ای از وزن ها به لایه واحدهای خروجی متصل می شوند، تشکیل شده است. هدف از آموزش شبکه عصبی، محاسبه مقادیر وزنی است که میانگین خطای آن در همه پاسخ های شبکه برای کلیه داده های تجربی به حداقل برسد زیرا بهترین معماری شبکه عصبی بالاترین میزان رگرسیون و همبستگی را برای مجموعه های آموزشی آزمایش و اعتبار فراهم می کند. ایده مذکور در شکل (١) نشان داده شده است (کوتشنفر-پراسکیویچ ، ٢٠١٣).



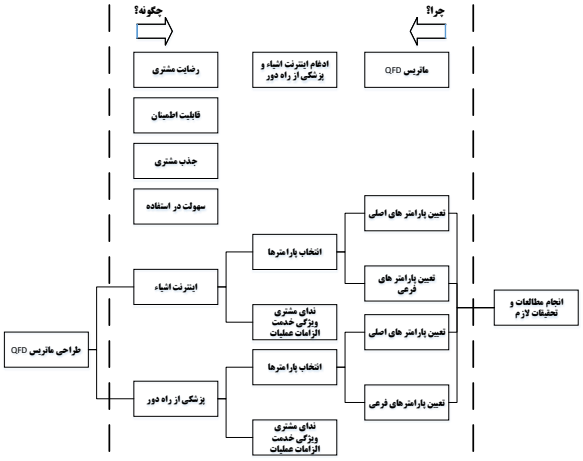

**شکل ١. ایده استفاده از شبکه عصبی در پیش بینی الزامات خرید مشتری در خانه کیفیت (کوتشنفر-پراسکیویچ ، ٢٠١٣)**

همچنین با توجه به اینکه طراحی مدل کسب‌وکار مبتنی بر اینترنت اشیاء در حوزه پزشکی ازراه دور به روش هوشمند فازی-عصبی استفاده شده (امیدوار و همکاران، ١٣٩٧) و همسو بودن طراحی مدل کسب و کار و طراحی ماتریس QFD (چاو و همکاران، ٢٠٠٤)(جیانگ و همکاران، ٢٠٠٧)(لی و همکاران، ٢٠١٦)و نوع داده ها، در این پژوهش از روش شبکه پیش انتشار فازی١ که حاصل ترکیب منطق فازی و شبکه عصبی مصنوعی است، جهت پیش بینی وزن های ماتریس QFD استفاده کرده است.

## ٤. نتایج

### ١.٤. ترسیم نمودار FAST برای بدست آوردن پارامترهای ماتریس QFD

با استفاده از ابزار نمودار FAST و با نگاه مشتری گرای مهندسی ارزش، راهکار های متفاوت حل مسئلهٔ مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به هدف این پژوهش، دو جامعه آماری شامل خبرگان صاحبنظر در مسایل IT و تصمیم گیرندگان استراتژیک در زمینه کسب و کار استفاده شد. تعداد جامعه خبرگان IT ١٠ نفر بود که در نهایت ٨ نفر از آنها مایل به همکاری بودند و جامعه تصمیم گیرندگان استراتژیک ٦ نفر بودند که چهار نفر از آنها همکاری کردند و روش همکاری مصاحبه بود. به منظور طراحی خانه های QFD شامل ندای مشتری، ویژگی خدمت و الزامات عملیات مورد نظر بود که نمودار FAST آن در شکل (٢) نشان داده شده است.




**شکل ٢- نمودار FAST جهت بدست آوردن پارامترهای ماتریس QFD**

جهت بدست آوردن پارامترهای ماتریس QFD و با توجه به نمودار FAST از طریق جستجو در پایگاه های اطلاعاتی معتبر از قبیل Sciencedirect ،Pubmed ، EBSCO ،SID ،Google و GoogleScholar با کلید واژه های Ease of Consumption, Customer Satisfaction, Reliability, Teledicine, QFD،Customer Attraction, IoT,

انجام شد. در نهایت ۱۰ مقاله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ انتخاب گردید (گوستک و همکاران، ۲۰۰۰، چای و همکاران، ۲۰۰۱، دازا و همکاران، ۲۰۱۶، گانش و همکاران، ۲۰۱۶، البحری و همکاران، ۲۰۲۱، ناراشیما و همکاران، ۲۰۱۷، وایتد، ۲۰۱۰، آقا و همکاران، ۲۰۰۹، گلینکوفسکی، ۲۰۰۶، عبداالطیف و محمد، ۲۰۲۰).

منابع توسط دو جامعه گفته شده مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به اینکه ماتریس گسترش کیفیت از دو جزء تشکیل یافته است که منجر به گسترش در طول فرآیند طراحی می گردد یکی کیفیت و دیگری عملکرد می باشد. بخش بهسازی کیفیت، ندای مشتری را تبدیل به فرآیند طراحی می کند. این امر با شناسایی اهداف طراحی، ویژگی های خدمات که در ارتباط با نیازمندی های مشتری می باشند، منجر به تضمین کیفیت می گردد. برای رسیدن به اهداف کیفی و در واقع آنچه که اهداف QFD نامیده می شود، از ابزارها و روش های متفاوتی در QFD استفاده می شود. ابزار اصلی برای اجرای QFD، خانه های کیفیت و یا در واقع همان عناصر می باشد که به نوبه خود نیز برای اجرای هر عنصر روش های متفاوتی وجود دارد. یافته ها پس از جمعبندی به صورت پارامتر های اصلی و فرعی و ندای مشتری، ویژگی خدمت و الزامات عملیات در جدول (۱) تا (۳) نشان داده شده است. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می شود در بخش ویژگی خدمت برای پزشکی از راه دور دارای سه پارامتر اصلی کیفیت سیستم، کیفیت اطلاعات و کیفیت خدمات هستیم و جهت بخش IoT دارای پنج پارامتر اتصال، هزینه، نصب و پیکربندی، سازگاری و خدمات، ویژگی دستگاه می باشیم.

### ۲.٤. فراهم کردن داده ها و تعیین وزن های ماتریس QFD

جامعه هدف جهت فراهم کردن داده جهت سیستم شبکه عصبی، شامل متخصصان IT و کسب و کار اینترنتی و پزشکی بود که تعداد ۵۰ نمونه خانه کیفیت بدست آمد که نمونه خانه کیفیت و محاسبه وزن ها در شکل های (۳) الی (٦) نشان داده شده است. جهت محاسبات وزن ها در ماتریس QFD از نرم افزار Extended House of Quality استفاده شده است[1].

**جدول ۱. ندای مشتری پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء برای ماترس QFD (از ۱۰ منبع)**

| صحت داشتن با پزشک | شنیدن مناسب صدای پزشک | درک پزشک از بیماری | نزدیک بودن سیستم به حالت بهبود به چهره | عدم نیاز به آموزش خاص در هنگام استفاده از برنامه | احساس راحتی با پزشک (انواع معاینه، اطلاعات بدون خجالت) | اطمینان به داروهای تجویز شده | امکان دسترسی راحت به برنامه | صرفه جویی در رفت و آمد به مراکز پزشکی | تامین نیاز بیمار به پزشکی راه دور |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**جدول ۲. ویژگی خدمت پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء برای ماترس QFD (از ۱۰ منبع)**

| پزشکی از راه دور | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کیفیت سیستم | | | | کیفیت اطلاعات | | | کیفیت خدمات | | |
| قابلیت اطمینان | پیچیدگی برنامه | طراحی ارگونومیک | کارایی | سودمندی | توان مالی | بازخورد سیستم به بیمار | وضوح تصویر | پشتیبانی فنی | برنامه نیروی پشتیبانی | آموزش بیمار | حریم خصوصی | چشمدهان برنامه |

**جدول ۳. الزامات عملیات پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء برای ماترس QFD (از ۱۰ منبع)**

| اینترنت اشیاء | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اتصال | | | هزینه | | نصب و پیکربندی | | سازگاری و خدمات | | ویژگی دستگاه | | | | | |
| پروتکل ارتباطی | کیفیت اتصال | هماهنگ سازی داده ها | هزینه پایه | هزینه های اضافی | نصب | پیکربندی و تنظیمی سازگار | سیستم عملیاتی سازگار | برنامه و نرم افزار | اطلاعات اصلی | باتری/برد | CPU | صفحه نمایش | حافظه |

**شکل ۳. نمونه ای از ماتریس ندای مشتری و ویژگی های خدمات**

| Row Number | Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats") | Weight / Importance | Relative Weight | Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Our Current Product | Competitor 1 | Competitor 2 | Competitor 3 | Competitor 4 | Competitor 5 |
| 1 | صحبت راحت با پزشک | 0.5364 | 7.65 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | شنیدن مناسب صدای پزشک | 0.947 | 12.67 | 0 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 |
| 3 | درک پزشک از بیماری | 0.999 | 14.24 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 5 |
| 4 | نزدیک بودن سیستم به حالت بهبود به چهره | 0.908 | 17.64 | 1 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 |
| 5 | عدم نیاز به آموزش خاص در هنگام استفاده از برنامه | 0.66 | 9.41 | 4 | 2 | 5 | 1 | 0 | 5 |
| 6 | احساس راحتی با پزشک (انواع معاینه، اطلاعات بدون خجالت) | 0.703 | 10.02 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 4 |
| 7 | اطمینان به داروهای تجویز شده | 0.492 | 7.01 | 3 | 4 | 1 | 4 | 0 | 5 |
| 8 | امکان دسترسی راحت به برنامه | 0.621 | 8.85 | 3 | 4 | 5 | 1 | 4 | 4 |
| 9 | صرفه جویی در رفت و آمد به مراکز پزشکی | 0.416 | 5.92 | 0 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 10 | تامین نیاز بیمار به پزشکی راه دور | 0.834 | 11.89 | 3 | 2 | 0 | 5 | 0 | 1 |

**شکل ٤. نمونه محاسبات وزن در ماتریس ندای مشتری و ویژگی های خدمات**

| Row Number | Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats") | Weight / Importance | Relative Weight | Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Our Current Product | Competitor 1 | Competitor 2 | Competitor 3 | Competitor 4 | Competitor 5 |
| 1 | | 0.4226 | 1.95 | 9 | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 |
| 2 | | 0.677 | 4.50 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 3 | | 0.494 | 2.27 | 5 | 3 | 5 | 1 | 2 | 0 |
| 4 | | 0.994 | 4.57 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| 5 | | 0.756 | 3.67 | 4 | 1 | 5 | 0 | 1 | 3 |
| 6 | | 0.994 | 4.67 | 1 | 4 | 3 | 0 | 1 | 3 |
| 7 | | 0.961 | 4.42 | 1 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 |
| 8 | | 0.651 | 3.00 | 2 | 2 | 0 | 2 | 4 | 1 |
| 9 | | 0.882 | 4.06 | 4 | 5 | 3 | 4 | 2 | 0 |
| 10 | | 0.553 | 4.09 | 3 | 1 | 0 | 3 | 4 | 1 |
| 11 | | 0.5908 | 2.72 | 5 | 4 | 3 | 2 | 5 | 1 |
| 12 | | 0.919 | 4.23 | 4 | 0 | 4 | 0 | 5 | 1 |
| 13 | | 0.7734 | 3.56 | 4 | 2 | 4 | 1 | 5 | 5 |
| 14 | | 0.8918 | 4.10 | 1 | 2 | 5 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | | 0.7492 | 3.44 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 3 |
| 16 | | 0.9299 | 4.28 | 6 | 0 | 3 | 1 | 3 | 0 |
| 17 | | 0.6291 | 2.90 | 0 | 3 | 1 | 5 | 2 | 2 |
| 18 | | 0.9759 | 4.49 | 3 | 3 | 1 | 5 | 2 | 3 |
| 19 | | 0.8937 | 4.11 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| 20 | | 0.5453 | 2.51 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| 21 | | 0.7914 | 3.64 | 5 | 5 | 4 | 2 | 2 | 5 |
| 22 | | 0.8494 | 3.91 | 3 | 5 | 2 | 1 | 5 | 4 |
| 23 | | 0.8199 | 3.77 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 24 | | 0.6671 | 3.07 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 5 |
| 25 | | 0.48 | 2.21 | 5 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 |
| 26 | | 0.7477 | 3.44 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 |
| 27 | | 0.6695 | 3.08 | 2 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 |
| 28 | | 0.6999 | 3.22 | 4 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 |

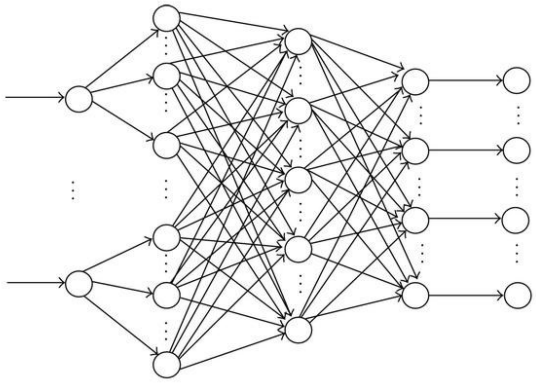
**شکل ٥. نمونه محاسبات وزن در ماتریس ویژگی های خدمات و الزامات عملیات**

| Column Number | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max Relationship Value in Column | | | | | | | | | | | | | | |
| Requirement Weight | | | | | | | | | | | | | | |
| Relative Weight | | | | | | | | | | | | | | |
| Difficulty | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x) | | | | | | | | | | | | | | |
| Target or Limit Value | | | | | | | | | | | | | | |
| Row Number | Max Relationship Value in Row | Relative Weight | Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats") \ Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows") | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7 | 1.95 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 2 | 5 | 4.50 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | 4 | 2.27 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 7 | 4.57 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 5 | 5 | 3.67 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 5 | 4.67 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 7 | 5 | 4.42 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 8 | 7 | 3.00 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 9 | 7 | 4.06 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 10 | 7 | 4.09 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 11 | 5 | 2.72 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 12 | 5 | 4.23 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 13 | 7 | 3.56 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 14 | 5 | 4.10 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 15 | 7 | 3.44 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 16 | 5 | 4.28 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 17 | 4 | 2.90 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 18 | 5 | 4.49 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 19 | 5 | 4.11 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 20 | 5 | 2.51 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 21 | 4 | 3.64 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 22 | 5 | 3.91 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 23 | 5 | 3.77 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 24 | 4 | 3.07 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 25 | 5 | 2.21 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

**شکل ٦. نمونه ای از ماتریس ویژگی های خدمات و الزامات عملیات**

### ۳.٤. استفاده از شبکه پیش انتشار فازی

با توجه به تعداد ورودی و خروجی های مدل، یک سیستم پنج لایه برای شبکه پیش انتشار فازی که در شکل (۷) نشان داده شده است استفاده کرده ایم. این شبکه از پنج لایه تشکیل شده است. روش پردازش هر لایه به شرح زیر است. اولین لایه، لایه ورودی است. گره های این لایه ورودی را دریافت کرده و آن را به لایه بعدی می فرستند. وزن ثابت اتصال بین لایه اول و دوم ۱ می باشد. لایه دوم، لایه فازی سازی است. پردازش فازی را بر روی ورودی انجام می دهد و مقدار عملکرد عضویت را برای هر مؤلفه ورودی محاسبه می کند. لایه سوم از طریق وزنه ها به خروجی پردازش فازی متصل می شود. این لایه معادل لایه پنهان شبکه پیش انتشار سه لایه است. لایه چهارم لایه دیفازی[1] کردن است. این عمل پردازش دیفازی را بر روی خروجی شبکه پیش انتشار انجام می دهد و لایه پنجم لایه خروجی است.



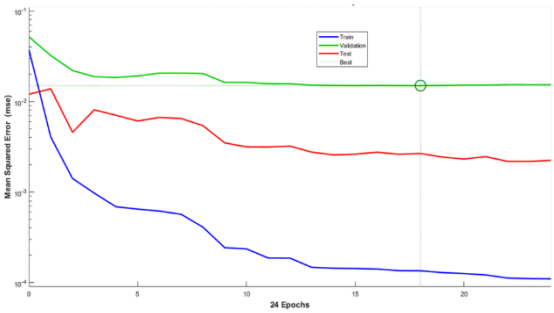
**شکل ۷. لایه های شبکه عصبی مصنوعی**

در این مطالعه، از جعبه ابزار شبکه عصبی مصنوعی MATLAB برای محاسبات شبکه پیش انتشار فازی استفاده شده است نرم افزار اجرایی MATLAB 2019a می باشد (لین، ۱۹۹٦) که تنظیمات اصلی عبارت بودند از استفاده از تانژانت سیگموئید به عنوان تابع محرک با نرخ یادگیری ۰.۱ و زمان یادگیری ۳۰۰۰۰. برای دستیابی به بهترین و با توجه به معیارهای میزان خطا و زمان اجرای مدل، برای لایه پنهان از ٤ تا ۱۵ نرون استفاده شده که در نهایت بهترین جواب در تعداد ۱۲ نرون در لایه پنهان بدست آمد. همچنین با توجه به اینکه که هر مقدارنرون خروجی در لایه دیفازی کردن شبکه پیش انتشار فازی یا ۰ یا ۱ است، نرون با حداکثر مقدار ۱ ابتدا در بین چهار نرون خروجی مشخص شد و خروجی این نرون مورد نظر قرار گرفت.معیار مقایسه فرمول زیر است که میانگین مربعات خطا (MSE) را بدست می آورد. تعداد داده های

جمع آوری شده، وزن های ۵۰ ماتریس QFD بود که از این میزان ۸۰ درصد برای آموزش شبکه ، ۱۵ درصد برای آزمایش و ۵ درصد برای اعتبارسنجی نتایج پیش بینی شده استفاده شده است.

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_{actual,i} - y_{prediction,i})^2 \quad (۲)$$

نتایج نشان داد که مقدار MSE در مرحله مرحله اعتبار سنجی MSE = 0.015584 جهت وزن های ماتریس QFD است (شکل ۸).




**شکل ۸ طرح عملکرد مدل پیش بینی شبکه پیش انتشار فازی**

## ٦- نتیجه گیری

ارائه خدمات درمانی و بهداشتی از طریق پزشکی از راه دور موجب پیشگیری و تشخیص سریعتر بیماری در هنگام بروز علائم اولیه می شود که این امر در بالا بردن سطح سلامت جامعه موثر خواهد بود. همچنین اولویت بندی کارکردهای اینترنت اشیاء در بخش سلامت و پزشکی بر مبنای شاخص های اثربخشی وکیفیت فعالیت های درمانی به ترتیب ابزارهایی که به دنبال یکپارچه سازی بین بخشی، مدیریت آلودگی و عفونت، ردیابی علائم حیاتی بیماری، تجهیزات پزشکی هوشمند، خدمات راه دور، ردیابی علائم بیمارهای مزمن و شایع، ابزارهای پرستاری و دستیاری مجازی، ردیابی تجهیزات بیمارستانی، ردیابی پرسنل هستند را مورد توجه قرار میدهد.

این پژوهش دو هدف را دنبال کرده است، هدف اول آن شناسایی پارامترهای موثر بر تجمیع دو سیستم اینترنت اشیاء و پزشکی از راه دور با نگرش گسترش عملکرد کیفیت است و در مرحله دوم بررسی امکان استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در پیشبینی رفتار وزن های ماتریس QFD می باشد.

برای رسیدن به هدف اول از روش تحلیل مهندسی ارزش و نمودار FAST مشتری گرا استفاده شد. که شامل بدست آمدن:

- ندای مشتری پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء برای ماترس QFD، شامل صحبت راحت با پزشک، شنیدن مناسب صدای پزشک، درک پزشک از بیماری، نزدیک بودن سیستم به حالت چهره به چهره، عدم نیاز به آموزش خاص در هنگام استفاده از برنامه، احساس راحتی با پزشک (انواع معاینه، اصطلاحا بدون خجالت)، اطمینان به داروهای تجویز شده، امکان دسترسی راحت به برنامه، صرفه جویی در رفت و آمد به مراکز پزشکی و تامین نیاز بیمار به پزشکی راه دور بود.
- ویژگی خدمت پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء برای ماترس QFD شامل: قابلیت اطمینان، پیچیدگی برنامه، طراحی ارگونومیک، کارایی، سودمندی، توان مالی، بازخورد سیستم به بیمار، وضوح صدا، وضوح تصویر، پشتیبانی فنی، برنامه ریزی پشتیبانی، آموزش بیمار، حریم خصوصی، چیدمان برنامه، پروتکل ارتباطی، کیفیت اتصال، همگام سازی داده ها، هزینه پایه، هزینه های اضافی نصب، پیکربندی و شخصی سازی سیستم، عملیاتی، سازگار، برنامه و نرم افزار اطلاعات اصلی، بازخورد CPU، صفحه نمایش و حافظه بود
- الزامات عملیات پزشکی از راه دور و اینترنت اشیاء برای ماترس QFD شامل: طراحی ویدئو کنفرانس، بایگانی تصاویر، طراحی مسائل اخلاقی، بررسی داده های بالینی، هشدارها و

یادآوری های رایانه ای، مدیریت گردش کار، ورود اطلاعات بالینی، انتخاب سنسور های مناسب، انتخاب سخت افزار، طراحی ساز و کار امنیتی، طراحی اتصال بی سیم، طراحی نرم افزار، طراحی هزینه ها و روش دریافت آن و طراحی ساز و کار پشتیبانی نرم افزار بود.

برای هدف دوم و پس از بدست آمدن پارامتر ها شامل ندای مشتری، ویژگی خدمت و الزامات عملیات، تعداد ۵۰ ماتریس QFD جمع آوری و داده های وزن آن در شبکه پیش انتشار فازی معرفی شد. که از این میزان ۸۰ درصد برای آموزش شبکه ، ۱۵ درصد برای آزمایش و ۵ درصد برای اعتبارسنجی نتایج پیش بینی شده استفاده گردید. در نهایت مقدار میانگین مربعات خطا[۱] (MSE) برای بخش اعتبار سنجی $MSE = 0.015584$ بدست آمده که دارای درجه اعتماد مناسبی می باشد.

**یاداشت‌ها:**

[۳] Mean Squared Error (MSE)

[٤] Quality function deployment (QFD)

[٥]Function Analysis System Technique

[٦] Function Analysis

[٧] Classic FAST

[٨] Technical FAS

[٩] User/Customer FAST

[١٠]Higher Order

[١١] Lower Order

[١٢]Hidden Layer

[١٣] Fuzzy Back-Propagation Network

[١٤] http://www.qfdonline.com/templates/

[١٥] defuzzification

## مراجع:


۱.امیدوار, م., افشارکاظمی, م., طلوعی, ع., شعار, م. (۱۳۹۷). بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی و سیستم استنتاج فازی Falconمبتنی کسب‌وکار برای طراحی مدل پژوهشنامه Jبر اینترنت اشیاء در حوزه پزشکی ازراه دور ٪ مدیریت اجرایی. ۱۰(۲۰), ۱۳-۳۷. doi:10.22080/jem.2019.14843.2734

2.Abdellatif, M. M., & Mohamed, W. (2020). Telemedicine: An IoT Based Remote Healthcare System. International Journal of Online & Biomedical Engineering, 16(6).

3.Agha, Z., Schapira, R. M., Laud, P. W., McNutt, G., Roter, D. L. J. T., & e-Health. (2009). Patient satisfaction with physician–patient communication during telemedicine. 15(9), 830-839.

4.Albahri, A. S., Alwan, J. K., Taha, Z. K., Ismail, S. F., Hamid, R. A., Zaidan, A. A., ... & Alsalem, M. A. (2021). IoT-based telemedicine for disease prevention and health promotion: State-of-the-Art. Journal of Network and Computer Applications, 173, 102873.

5.Ashton, K. J. R. j. (2009). That ‘internet of things’ thing. 22(7), 97-114.

6.Bartolomei, J., & Miller, T. (2001). Functional Analysis Systems Technique (FAST) as a group knowledge elicitation method for model building. Paper presented at the Proceedings of 19th International Conference of the System Dynamics Society, Atlanta, GE, USA.

7.Borza, J. (2011). FAST diagrams: The foundation for creating effective function models. General Dynamics Land Systems.

8.Chae, Y. M., Lee, J. H., Ho, S. H., Kim, H. J., Jun, K. H., & Won, J. U. (2001). Patient satisfaction with telemedicine in home health services for the elderly. International journal of medical informatics, 61(2-3), 167-173.

9.Chao, L. P., Ishii, K. J. I. J. o. Q., & Management, R. (2004). Project quality function deployment.

10.Chau, P. Y., & Hu, P. J. J. J. o. m. i. s. (2002). Examining a model of information technology acceptance by individual professionals: An exploratory study. 18(4), 191-229.

11.Chien, J.-T., Wu, C.-C. J. I. T. o. P. A., & Intelligence, M. (2002). Discriminant waveletfaces and nearest feature classifiers for face recognition. 24(12), 1644-1649.

12.Daza, A. P., Salcedo, O. J., & Daza, B. S. R. (2016, November). Design of an Architecture for Telemedicine Applications in IoT. In 2016 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud) (pp. 202-207). IEEE.

13.Ersue, M., Romascanu, D., Schoenwaelder, J., & Sehgal, A. J. I. i. (2014). Management of networks with constrained devices: use cases.

14.Esmaeili, A., Mobaraki, H., Kamali, M., & Soltani, S. (2014). Evaluating quality of rehabilitation services using importance-performance Analysis in selected rehabilitation centers in Tehran %J Modern Rehabilitation. 8(3), 45-53.

15.Ganesh, G., Jaidurgamohan, K., Srinu, V., Kancharla, C. R., & Suresh, S. V. (2016). Design of a low cost smart chair for telemedicine and IoT based health monitoring: An open source technology to facilitate better healthcare. Paper presented at the 2016 11th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS).

16.Glinkowski, W. (2006). Advances in international telemedicine and eHealth. Medipage, Warsaw, 1.

17.Gustke, S. S., Balch, D. C., West, V. L., & Rogers, L. O. (2000). Patient satisfaction with telemedicine. Telemedicine Journal, 6(1), 5-13.

18.Hassoun, M. H. (1995). Fundamentals of artificial neural networks: MIT press.

19.Hurlen, P. J. A. o. F. M. (1997). The electronic house call: consequences of telemedicine consultations for physicians, patients, and society. 6(3), 266.

20.Ibusuki, U., & Kaminski, P. C. (2007). Product development process with focus on value engineering and target-costing: A case study in an automotive company.

International Journal of Production Economics, 105(2), 459-474.
21.Jarvenpaa, S. L., & Staples, D. S. J. T. J. o. S. I. S. (2000). The use of collaborative electronic media for information sharing: an exploratory study of determinants. 9(2-3), 129-154.
22.Jiang, J. C., Shiu, M. L., & Tu, M. H. J. T. T. M. (2007). Quality function deployment (QFD) technology designed for contract manufacturing.
23.Kelly, J., Male, S., & Graham, D. (2014). Value management of construction projects: John Wiley & Sons.
24.Kim, D. J., Ferrin, D. L., & Rao, H. R. J. D. s. s. (2008). A trust-based consumer decision-making model in electronic commerce: The role of trust, perceived risk, and their antecedents. 44(2), 544-564.
25.Kutschenreiter-Praszkiewicz, I. J. J. o. I. M. (2013). Application of neural network in QFD matrix. 24(2), 397-404.
26.LeRouse, C., Hevner, A., Collins, R., Garfield, M., & Law, D. (2004). Telemedicine encounter quality: comparing patient and provider perspectives of a socio-technical system. Paper presented at the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2004. Proceedings of the.
27.Li, T., He, T., Wang, Z., & Zhang, Y. J. M. P. i. E. (2016). A QFD-based evaluation method for business models of product service systems. 2016.
28.Lin, C.-T. (1996). Neural fuzzy systems: a neuro-fuzzy synergism to intelligent systems: Prentice hall PTR.
29.Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. J. A. h. n. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. 10(7), 1497-1516.
30.Moore, V. E. (2013). A quantitative comparative study measuring consumer satisfaction based on health record format. University of Phoenix,
31.Narasimha, S., Madathil, K. C., Agnisarman, S., Rogers, H., Welch, B., Ashok, A., ... & McElligott, J. (2017). Designing telemedicine systems for geriatric patients: a review of the usability studies. Telemedicine and e-Health, 23(6), 459-472.
32.Palozzi, G., Chirico, A., & Gabbrielli, F. (2018). Cost Analysis of Telemedicine Implementation in the Lens of Healthcare Sustainability: A Review of the Literature. Paper presented at the EAI International Conference on Smart Cities within SmartCity360° Summit.
33.Park, R. (2017). Value engineering: a plan for invention: Routledge.
34.Paul, D. L., Pearlson, K. E., & McDaniel, R. R. J. I. T. o. e. m. (1999). Assessing technological barriers to telemedicine: Technology-management implications. 46(3), 279-288.
35.Sapuan, S., Osman, M., & Nukman, Y. (2006). State of the art of the concurrent engineering technique in the automotive industry. Journal of Engineering Design, 17(2), 143-157.
36.SAVE. (2016). SAVE International Certification Examination Study Guide. SAVE International Value Standard.
37.Sonnis, O., Sunka, A., Singh, R., & Agarkar, T. (2017). IoT based telemedicine system. Paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering (ICPCSI).
38.Wang, Q. H., Kalantar-Zadeh, K., Kis, A., Coleman, J. N., & Strano, M. S. J. N. n. (2012). Electronics and optoelectronics of two-dimensional transition metal dichalcogenides. 7(11), 699-712.
39.Whited, J. D. (2010). Economic analysis of telemedicine and the teledermatology paradigm. Telemedicine and e-Health, 16(2), 223-228.
40.Wootton, R., Craig, J., & Patterson, V. (2017). Introduction to telemedicine: CRC Press.
41.Wu, X., Hong, Z., Li, Y., Zhou, F., Niu, Y., & Xue, C. J. I. J. o. I. E. (2020). A function combined baby stroller design method developed by fusing Kano, QFD and FAST methodologies. 75, 102867.
42.Yayavaram, S., & Chen, W. R. J. S. M. J. (2015). Changes in firm knowledge couplings and firm innovation

performance: The moderating role of technological complexity. 36(3), 377-396.
43.Yegnanarayana, B. (2009). Artificial neural networks: PHI Learning Pvt. Ltd.
44.Zhang, X. M., & Zhang, N. (2011). An open, secure and flexible platform based on internet of things and cloud computing for ambient aiding living and telemedicine. Paper presented at the 2011 international conference on computer and management (CAMAN).