پژوهشنامه‌ی مدیریت اجرایی
علمی – پژوهشی
سال دهم ، شماره‌ی ۲۰. نیمه‌ی دوم۱۳۹۷

طراحی سیستم خبره فازی برای تحلیل شکست‌های فرایند خرید در بیمارستان بوعلی ساری

محمد ولیپور خطیر*
نرجس قاسم نیا عربی**

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۹

چکیده

کاربرد گسترده فناوری‌های پزشکی نیازمند صرف مقدار قابل توجهی از منابع در خرید تجهیزات و مواد می‌باشد. واضح است اگر فرایند خرید به درستی مدیریت نشود کمیت و کیفیت موارد خریداری شده با نیاز واقعی بیمارستان هماهنگی نخواهد داشت. از این رو برای جلوگیری از اتلاف منابع و هزینه و زمان، مقاله حاضر در صدد است با ارائه سیستم فازی به ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های موجود در فرایند خرید بیمارستان دولتی بوعلی ساری بپردازد. در پژوهش حاضر ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع و مصاحبه با خبرگان متخصص و آشنا به فرایند خرید بیمارستان، فهرستی از شکست‌های محتمل در فرایند خرید بیمارستان شناسایی شد. سپس از میان آنها، حساس‌ترین شکست‌ها از نظر میزان اهمیت و تاثیرگذاری‌شان با مصاحبه و نظرسنجی مجدد از خبرگان، استخراج شدند. عدد ریسک شکست هر یک از این شکست‌ها بر اساس رویکرد FMEA به دو صورت قطعی و فازی محاسبه شد. در روش فازی از سیستم خبره فازی برای ارائه مدل ارزیابی ریسک شکست استفاده گردید. بر اساس نتایج، مهمترین شکست‌ها در فرایند خرید بیمارستان بوعلی

* نویسنده مسئول، استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
Email: valipourkhatir@umz.ac.ir
** دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
n.ghasemnia_313@yahoo.com

که باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد عبارت است از: شکست‌های" فقدان کالای موردنیاز در بازار "، " تاخیر در ارسال کالا " و " کسری کالاهای آنی ". بکارگیری سیستم استنتاج فازی علیرغم رتبه‌بندی ریسک‌های فرایند خرید، می‌تواند درک روشنی از هریک از ریسک‌ها با توجه به درجه عضویت مربوط به RPN فازی فراهم آورد. لذا با توجه به حساسیت فرایند خرید در بیمارستان‌ها، می‌تواند برای مدیریت بهتر خرید مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی : تحلیل شکست، فرایند خرید، سیستم استنتاج فازی، تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن

۱- مقدمه

در تمامی صنایع خدماتی، کیفیت خدمات بعنوان یک موضوع اساسی برای رقابت‌پذیری در بازار مورد توجه قرار گرفته است (کاندامپولی و دودی[1]، ۱۹۹۹). کیفیت خدمات بر تعامل میان کاربران و فراهم آورندگان خدمات و همچنین فاصله‌ی میان انتظارات کاربر و درک نحوه‌ی ایجاد خدمات تاکید دارد(هرنون[2]، ۲۰۰۲). مدل‌های موجود کیفیت خدمات، بر وضع موجود عناصر کیفی در موسسات تمرکز دارد و در نهایت با استفاده از تحلیل شکاف، مهمترین عناصر بهبود کیفیت شناسایی می‌شود. اما رویکرد مناسب‌تر می‌تواند موجب پیشگیری از بروز خطاهای کیفی در سیستم باشد، این خطاها علاوه بر تنزل کیفیت، وفاداری و تعهد مشتریان فعلی را به شدت تهدید نموده و استفاده‌ی آن‌ها از خدمات را متوقف می‌نماید (زنجیرچی، صیادی تورانلو، ۱۳۸۹). یکی از سازمان‌های خدماتی که کیفیت خدمات در آن از اهمیت خاصی برخوردار است سازمان‌های بهداشتی و درمانی می باشد. در این سازمان‌ها به ویژه بیمارستان‌های دولتی که با منابع محدود و بودجه مشخص فعالیت می‌کنند، مدیران به منظور استفاده بهره‌ور از منابع، به توسعه برنامه‌ریزی و نظارت فعالیت‌ها

---

1. Kandampully & Duddy
2. Hernon

و استفاده از روش‌ها و تجهیزات تکنولوژیک نوین نیاز دارند (ویتهاناچی و همکاران[1]، ۲۰۰۷). از طرفی کاربرد گسترده فناوری‌های پزشکی نیازمند مصرف مقدار قابل توجهی از منابع در خرید تجهیزات و مواد می‌باشد که در این سازمان‌ها باید به این مهم توجه شود. واضح است اگر خرید تجهیزات/مواد بدون مکانیزم دقیق و ساختارمند انجام شود، کیفیت خریدها با نیاز واقعی بیمارستان هماهنگی نخواهد داشت. از این‌رو فرایند خرید در بیمارستان‌ها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و باید پیوسته مورد پایش قرار گیرد(یوکون و همکاران[2]، ۲۰۰۸). تکنیک‌ها و روش‌های مختلفی برای ارزیابی و بهبود در این زمینه وجود دارد که تکنیک تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن(FMEA)[3] یکی از آنهاست (بسترفیلد[4]، ۲۰۰۳). این تکنیک یک ابزار نظام‌مند، از پایین به بالا و بـر پایـه کار تیمی است که در تعریف، شناسایی، پیشگیری، حذف یا کنترل حالات، علل و اثرات خطاهای بالقوه در یک سیستم خدماتی به کار می‌رود و پـیش از آن کـه خـدمات نهایی به دست مشـتری برسـد، اجـرا و مستندسـازی ایـن فعالیت‌ها را مدیریت می‌کند(ملکی و همکاران، ۲۰۱۰). به عبارت دیگر این تکنیک تحلیلی بر قانون پیشگیری قبل از وقوع متّکی است (اخوان صراف و نیلفروش زاده، ۱۳۸۸) و یک ابزار تحیلی پویا برای پیشگیری اولیه است که با هدف شناسایی حالت‌های شکست بالقوه در یک محدوده خاص از عملیات سیستماتیک، به طبقه‌بندی حالت‌های شکست بر اساس میزان تاثیر گذاری‌شان بر سیستم می پردازد(تسای و همکاران، ۲۰۱۷).

از زمان ظهور FMEA تاکنون این تکنیک به طور گسترده مورد استفاده بوده است و موفقیت های بزرگی در صنایع مختلف نظیر صنایع خودرو سازی، بهداشت و درمان،

---

1 . Withanachchi et al
2. UÇKUN et al
3. Failure Mode & Effect Analysis
4. Besterfield

دریایی، هسته ای و صنایع الکترونیک داشته است(لیو و همکاران،۲۰۱۹). علیرغم این، انتقاداتی نیز بر آن وارد شده است که از جمله می‌توان به چشم‌پوشی از نظرات کارشناسان مختلف و عدم قطعیت در ایده‌های آن‌ها (وانگ و همکارانش[1]، ۲۰۰۹) اشاره کرد که با سیستم‌های پیچیده و دنیای واقعی چندان سازگاری ندارند. از این رو تحقیق حاضر برای رفع مشکلات و ناکارآمدی تکنیک FMEA سنتی، از رویکرد فازی برای محاسبه میزان ریسک استفاده نمود که با استفاده از متغیرهای زبانی به خبرگان این امکان را می دهد ارزیابی دقیق‌تری از عوامل سه گانه ریسک (S ، O، D)[2] را انجام دهند.

هدف این مطالعه بررسی فعالیت‌های موجود در فرایند خرید، شناسایی شکست‌ها و ریسک‌ها و دلایل آن‌ها و همچنین ارائه راهکارها بمنظور بهبود فرایند مذکور در بیمارستان بوعلی شهرستان ساری با استفاده از تکنیک FMEA فازی می‌باشد. این بیمارستان به عنوان یکی از بزرگترین بیمارستان‌های دولتی مرکز استان که دارای ظرفیت بیش از ۲۰۰تخت ثابت است، بخش‌های درمانی متنوعی را تحت پوشش قرار می‌دهد. با توجه به وجود برخی بخش های فوق تخصصی در این مرکز که به ارائه خدمات در تمام مناطق استان و برخی از شهرهای استانهای همجوار می پردازد نقش تاثیرگذاری در خدمت‌رسانی در حوزه سلامت در استان دارد. از این رو تحقیق حاضر با روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن با رویکرد فازی به عنوان ابزاری برای سنجش، ارزیابی و در نهایت مدیریت ریسک های موجود در فرایند خرید این بیمارستان پرداخته است.

۲- مبانی نظری پژوهش

با توجه به نقش قابل توجه بخش خدمات بهداشتی درمانی در دستیابی به رسالت نظام سلامت کشور، موضوع کیفیت ارائه خدمات در این سازمان‌ها بسیار حائز اهمیت است و

[1].Wang et al
[2]. Severity, occurrence, detection

فرایند خرید یکی از فعالیتهای مهم این بخش را تشکیل می‌دهد. تصمیم گیری‌های مربوط به خرید در بیمارستانها علیرغم تاثیر بر سطح موجودی مواد و تجهیزات در دسترس در مواقع ضروری، بر کیفیت ارائه خدمات به بیماران نیز تاثیرگذار است، بنابراین، هر گونه پیشرفت در کارایی باید ابتدا با خرید آغاز شود(کومار و دیگروت[1]، ۲۰۰۸).

برای خرید لوازم و تجهیزات پزشکی یا بطور کلی هر قطعه از تجهیزات بیمارستان، فرایندی برای حصول اطمینان از تناسب هزینه خرید با بودجه تعیین شده و بررسی استاندارد قطعات خریداری شده از لحاظ تکنولوژیکی به منظور مدیریت ریسک های احتمالی باید طی شود (هریس[2]، ۲۰۱۱). ارزیابی ریسک یک فرآیند سیستماتیک برای اندازه‌گیری خطرات کمی و کیفی مرتبط با مواد، فرایندها، اقدامات افراد، تجهیزات و محیط زیست است. روش‌های زیادی برای ارزیابی ریسک وجود دارد، اما باید روش متناسب با ماهیت فعالیت‌ها، فرایندها، فرهنگ و سایر جنبه‌های سازمان بکارگرفته شود. تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن (FMEA) یکی از این روش‌ها است که علیرغم سادگی، ماهیت پیشگیرانه (غیر واکنشی) آن این تکنیک را از سایر روش‌های کیفی مدیریت ریسک متمایز ساخته است (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۸). پس از معرفی FMEA در دهه ۱۹۴۰ (سو و همکاران[3]، ۲۰۱۴)، این تکنیک به طور گسترده در حوزه‌های مختلف مکانیک، شیمیایی، الکترونیکی، پزشکی مورد استفاده قرار گرفت(لیو و همکاران[4]، ۲۰۱۳). در این تکنیک اولویت ریسک شکست دستگاه‌ها بر اساس حاصل‌ضرب سه معیار عدم تشخیص خطا، شدت خطا و احتمال وقوع خطا محاسبه می‌شود. اگرچه تکنیک FMEA موجود به طور گسترده و کاربردی توجه صنایع را به خود جلب کرده است اما به دلیل کاستی‌هایی که

1. Kumar & DeGroot
2. Harris
3. Su et al.
4. Liu et al.

در این تکنیک است همواره مورد انتقاد محققان قرار گرفته زیرا اهمیت نسبی سه عامل ریسک (O, S, D) را در نظر نمی‌گیرد؛ خبرگان نمی توانند مقدار قطعی و دقیق ریسک را ارزیابی کنند؛ ترکیبات مختلف معیارهای O, S, D می‌توانند مقادیر یکسانی از RPN[1] را تولید کند(لی و چن، ۲۰۱۹) ؛ مقدار RPN دارای یک مفهوم غیرشهودی است که سه عامل احتمال عدم تشخیص، شدت خطا و احتمال وقوع خطا را به صورت مستقل در نظر گرفته و روابط غیرمستقیم میان این عوامل را نادیده می‌گیرد (کومرو و کومرو[2]، ۲۰۱۳). از این رو برای درنظر گرفتن پیچیدگی سیستم و دیدگاه ذهنی متخصصان در حوزه مورد نظر باید ابزار ریاضی کارآمدتری برای رویارویی با عدم قطعیت به کار گرفته شود (ژنگ و دنگ[3]، ۲۰۱۸ب؛ لیو و همکاران[4] ،۲۰۱۸ب). در این راستا اولین تلاش‌ها توسط باولز و پیلائیز[5] (۱۹۹۵) انجام گرفت آنها با ارائه رویکرد فازی در بکارگیری تکنیک FMEA سعی در کاهش ابهام و عدم قطعیت این تکنیک داشته اند؛ در ادامه محققان دیگری به استفاده یا توسعه رویکرد مذکور در مسائل مختلف پرداختند(زو و همکاران[6]، ۱۹۹۵؛ پیلای و وانگ[7]، وانگ[7]، ۲۰۰۳؛ گویماراس و لاپا[8]، ۲۰۰۴؛ یه و هسیه[9]، ۲۰۰۷؛ چین و همکاران[10]، ۲۰۰۸). ۲۰۰۸). برخی از محققان دیگر نیز به چالش‌هایی نظیر کاهش تعداد قواعد فازی (تای و لیم[11]، ۲۰۰۶)، تلفیق FMEA با تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (لیو و

---

1 . Risk Priority Number
2. Kumru & Kumru
3 . Zheng & Deng
4 . Liu et al.
5. Bowles & Pela’ez
6. Xu et al.
7. Pillay & wang
8. Guimarães & lapa
9. Yeh & Hsieh
10. Chin et al.
11 . Tay & Lim

همکاران،۲۰۱۹؛ چن و دنگ[1]، ۲۰۱۸؛ ایلبار و همکاران[2]، ۲۰۱۸؛ عرب شیبانی و همکاران، ۲۰۱۸؛ احمدی و همکاران[3]، ۲۰۱۷؛ تسای و همکاران[4]، ۲۰۱۷؛ لیو و همکاران، ۲۰۱۷؛ اصلانی و همکاران، ۲۰۱۴[5]؛ عبدالجواد و فایک[6]، ۲۰۱۰؛ آرونراج و مایتی[7]، ۲۰۱۰) به‌کارگیری عملگرهای متفاوت فازی (وانگ و همکاران[8]، ۲۰۰۹) و همچنین استفاده از فنون فنون هوش مصنوعی نظیر شبکه عصبی و سیستم استنتاج فازی(شارما و همکاران[9]، ۲۰۰۵؛ ۲۰۰۵؛ گویماراس و لاپا، ۲۰۰۷؛ رفیعی و نمین[10]، ۲۰۱۵؛ آواد و همکاران[11]، ۲۰۱۶؛ باتبایار و همکاران[12]، ۲۰۱۶) پرداختند.

سیستم‌های استنتاج فازی که قابلیت ترکیب شدن با دانش خبرگان را داشته و نتایج قابل تفسیری ارائه می‌دهد (اسپات[13]، ۲۰۰۳) دارای سه رکن مجموعه‌های فازی، قواعد اگر-آنگاه فازی و استدلال فازی است (رفیعی و نمین، ۲۰۱۵) که در آن دریافت ورودی‌ها و انجام استنتاج، براساس مجموعه‌ای از توابع عضویت و قواعد فازی به جای قواعد منطق قطعی و صفر یا یک می‌باشد. در واقع ورودی شامل برخی مفاهیم لفظی مبهم و نادقیق برای یک رویداد خاص بوده و خروجی یک مجموعه‌ی فازی یا مجموعه‌ای دقیق از ویژگی‌های خاص می‌باشد. بخش دیگر سیستم استنتاج فازی موتور استنتاج فازی است که در آن

---

1 . Chen & Deng
2 . Ilbahar et al.
3 . Ahmadi et al.
4 . Tsai et al.
5 . Aslani et al
6 . Abdelgawad & Fayek
7 . Arunraj & Maiti
8 . wang et al
9 . sharma et al
10 . Rafei & Namin
11 . Awad et al
12 . Batbayar et al
13 . Spath

استنتاج مجموعه قواعد فازی بر اساس معیارها و ویژگی‌های خاص صورت می‌گیرد (افندیگیل[1]، ۲۰۰۹).

۳- روش پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از حیث شیوه گردآوری داده‌ها توصیفی-موردی می‌باشد. داده‌های اصلی تحقیق، با روش میدانی و از طریق مصاحبه با پنج نفر از خبرگان با تجربه در فرایند خرید بیمارستان و بر اساس روش FMEA در بیمارستان بوعلی سینا بدست آمد. به منظور تایید روایی پرسشنامه، از روش اعتبار محتوا استفاده شد، بدین منظور پرسشنامه نهایی برای خبرگان ارسال و با تجمیع نظرات آنها، اعتبار شاخص‌ها و سوالات پرسشنامه تایید شد. مراحل تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

گام اول: در ابتدا مرور جامعی از مفاهیم و تعاریف و روش‌ها انجام شد. سپس فهرستی از عوامل شکست و دلایل و اثرات آن در فرایند خرید تهیه شد و به منظور شناسایی و تایید شکست‌های نهایی، در قالب پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت.

گام دوم: پرسشنامه‌ای برای بررسی معیارهای احتمال عدم کشف (D)، احتمال وقوع (O) و شدت وقوع (S) در دو مرحله به صورت قطعی و کلامی در اختیار خبرگان قرار داده شد. در پرسشنامه قطعی خبرگان تحقیق نظرات خود را در مورد اهمیت هر یک از معیارهای شکست بصورت عددی (طیف ۱۰-۰) ابراز نمودند. در حالیکه در پرسشنامه کلامی از خبرگان بصورت کلامی در یک طیف ۵ تایی از "خیلی کم" تا "خیلی زیاد"، نظر سنجی شده است.

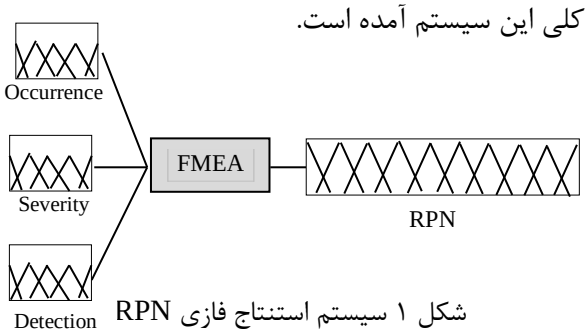
گام سوم: داده‌های حاصل از پرسشنامه قطعی ابتدا با روش میانگین حسابی تجمیع شد و عدد اولویت ریسک برای هر یک از شکست‌ها بر اساس رویکرد FMEA سنتی

---

[1] .Efendigil et al

محاسبه شد. در روش FMEA سنتی برای هر یک از متغیرهای ورودی (احتمال عدم کشف (D) ، احتمال وقوع (O) و شدت (S)) مقادیری بین ۰ تا ۱۰ تخصیص داده شد. بدین معنی که مقادیر بیشتر، بیانگر تاثیر نامطلوب‌تر متغیرها بر سیستم است. از حاصلضرب این سه متغیر عدد اولویت ریسک (RPN) بدست می‌آید. با توجه به دامنه امتیازدهی به متغیرهای ورودی، RPN می‌تواند مقادیری بین ۰ تا ۱۰۰۰ را اختیار کند و هرچه این مقدار بیشتر باشد بیانگر اولویت بالاتری ریسک شکست مورد نظر می باشد.

همچنین داده‌های حاصل از پرسشنامه کلامی با روش سیستم استنتاج فازی و استفاده از نرم افزار متلب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مهمترین بخش در طراحی یک سیستم استنتاج فازی ایجاد پایگاه قواعد است. این پایگاه متشکل از مجموعه‌ای قوانین منطقی اگر- آنگاه است که منجر به نگاشت متغیرهای ورودی به متغیر خروجی می‌شود (شفاعت و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهش حاضر از دانش خبرگان در حوزه مسائل مرتبط با فرایند خرید بیمارستان برای طراحی قوانین استنتاجی استفاده شد. به این منظور از خبرگان خواسته شد تا با در نظر گرفتن مقادیر مختلف برای متغیرهای ورودی و با توجه به تجربه های واقعی و یا دانش علمی خود در مورد متغیر خروجی قضاوت کنند. در شکل ۱ نمای کلی این سیستم آمده است.



شکل ۱ سیستم استنتاج فازی RPN

در طراحی سیستم استنتاج برای ارزیابی ریسک شکست(RPN)، از معیارهای S، O، D به عنوان ورودی سیستم استنتاج استفاده شد. ارزیابی هریک از معیارهای مذکور نیز

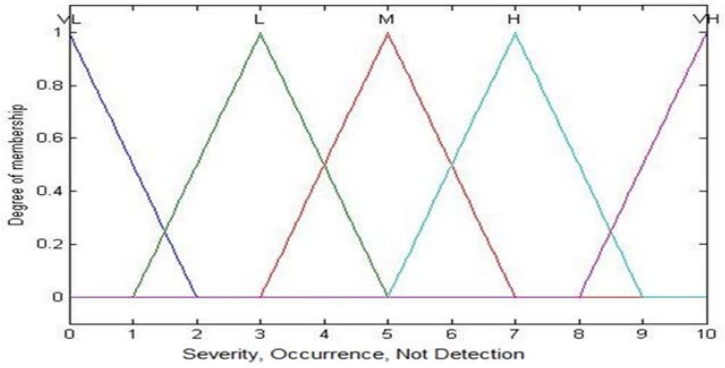
براساس متغیرهای کلامی با توابع عضویت فازی مثلثی انجام شد (جدول ۱، شکل ۲). در نهایت اطلاعات حاصل از آن‌ها با تعریف قواعد اگر-آنگاه برای ارزیابی ریسک شکست بکار رفت که در شکل ۳ عدد مثلثی فازی و عبارات کلامی مطابق هر سطح ریسک آمده است. بطور کلی برای پیاده‌سازی این چارچوب گام‌های زیر طی شد:

۱. تعریف متغیرهای کلامی
۲. ساخت توابع عضویت فازی
۳. ساخت پایگاه اگر-آنگاه فازی
۴. تبدیل داده‌های ورودی به مقادیر فازی با استفاده از توابع عضویت (فازی سازی)
۵. ارزیابی قوانین در پایگاه قواعد فازی(موتور استنتاج فازی)
۶. ترکیب نتایج حاصل از هر قاعده
۷. تبدیل داده‌های خروجی به مقادیر غیر فازی(دیفازی کردن)(خشار و همکاران، ۲۰۱۳).

جدول۱ متغیرهای زبانی تعریف شده در رویکرد FMEA فازی(لیو و تسای[1]، ۲۰۱۲)

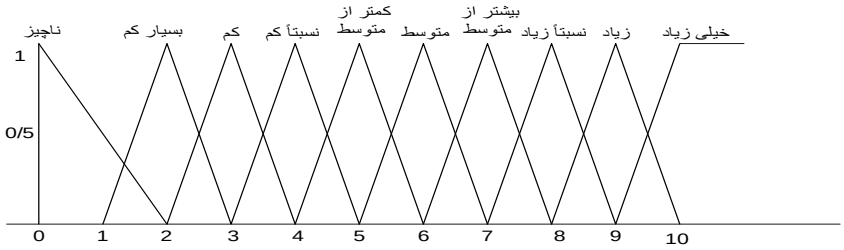
متغیرهای زبانی	عدد فازی	**O**(احتمال وقوع)	D (احتمال عدم کشف)	**S** (شدت وقوع)
خیلی کم (VL)	(۰،۰،۲)	۰ تا ۵ درصد	قابل شناسایی	بی خطر
کم (L)	(۱،۳،۵)	۵ تا ۱۰ درصد	احتمال بالا در شناسایی	خطر کم
متوسط(M)	(۳،۵،۷)	۱۰ تا ۱۵ درصد	احتمال ۵۰- ۵۰ در شناسایی	خطر متوسط
زیاد (H)	(۵،۷،۹)	۱۵ تا ۲۰ درصد	احتمال کم در شناسایی	خطر پایین
خیلی زیاد(VH)	(۸،۱۰،۱۰)	بیش از ۲۰ درصد	غیر قابل شناسایی	خطر بسیار پایین

[1]. Liu & Tsai



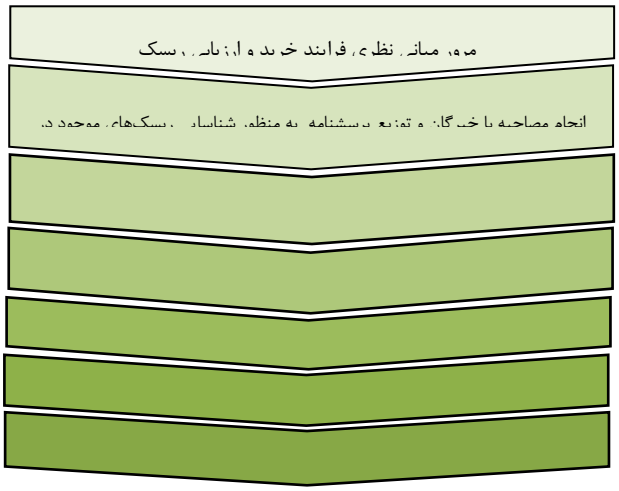
شکل۲ توابع عضویت مجموعه فازی مربوط به D, S, O

.



شکل۳ توابع عضویت مجموعه فازی مربوط بهRPN

گام چهارم: در پایان، نتایج عدد اولویت ریسک مربوط به شکست‌های شناسایی شده در دو رویکرد قطعی و فازی با یکدیگر مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته است. در شکل ۴ نمای کلی روش تحقیق حاضر آمده است.



شکل۴ روش تحقیق حاضر

۴- یافته ها های تحقیق

در ابتدا با استفاده از نظر خبرگان ۱۶ مورد از شکست‌های مربوط به فرایند خرید مواد و تجهیزات پزشکی شناسایی شدند که در جدول ۲ آمده است.

جدول۲ . حالات شکست در فرایند خرید تجهیزات بیمارستان

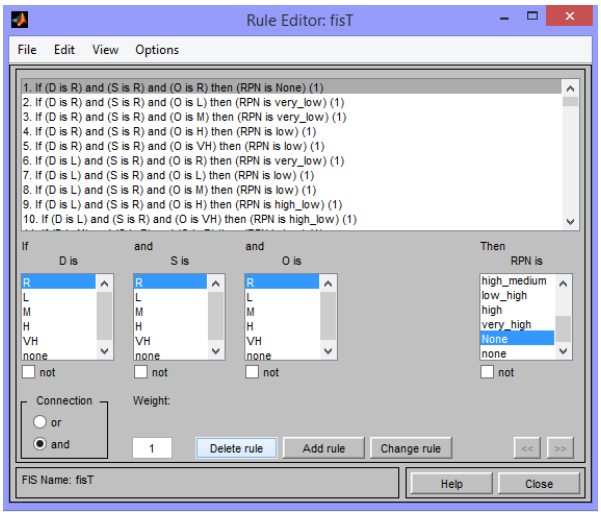
ردیف	حالت شکست	ردیف	حالت شکست
۱	برآورد نادرست از نیاز به کالا	۹	عدم توجه به الزامات تعهدآور(جریمه) در قرارداد خرید
۲	تکمیل ناقص اطلاعات خرید در فرم درخواست خرید	۱۰	تاخیردرتدوین قرارداد
۳	تاخیر در ارسال سفارشات خرید	۱۱	انقضاءمحصولات موجود در انبار
۴	تاخیر در ارسال کالا	۱۲	فقدان کالای مورد نیاز در بازار
۵	ناهماهنگی در ارسال و دریافت سفارش	۱۳	تاخیر انباردار در ابلاغ دریافت کالاها
۶	اشتباه در برآورد هزینه خرید	۱۴	پذیرش محصول نامنطبق یا معیوب
۷	طولانی شدن زمان خرید	۱۵	کسری کالاهای آنی
۸	اشتباه در فرایند قانونی مناقصه	۱۶	تکرار درخواست های مشابه

پس از شناسایی حالات شکست در فرایند خرید تجهیزات بیمارستان، برای محاسبه عدد قطعی اولویت ریسک، از ۵ نفر از خبرگان در مورد معیارهای احتمال عدم کشف (D) ، احتمال وقوع (O) و شدت وقوع (S) نظر سنجی صورت گرفت. در ادامه نظرات آنها با روش میانگین حسابی تجمیع شد که نتایج آن در جدول ۳ در ستون‌های O، S، D آمده است. سپس عدد اولویت ریسک (RPN) هر یک از شکست‌ها از حاصل‌ضرب این سه معیار محاسبه شد که هر چه این عدد مقدار بیشتری داشته باشد بیانگر حساسیت بیشتر در ریسک شکست می‌باشد. بدین ترتیب شکست‌های فرایند خرید بر اساس عدد اولویت ریسک اولویت‌بندی شدند.(جدول۳)

جدول .۳ تعیین عدد اولویت ریسک به روش قطعی

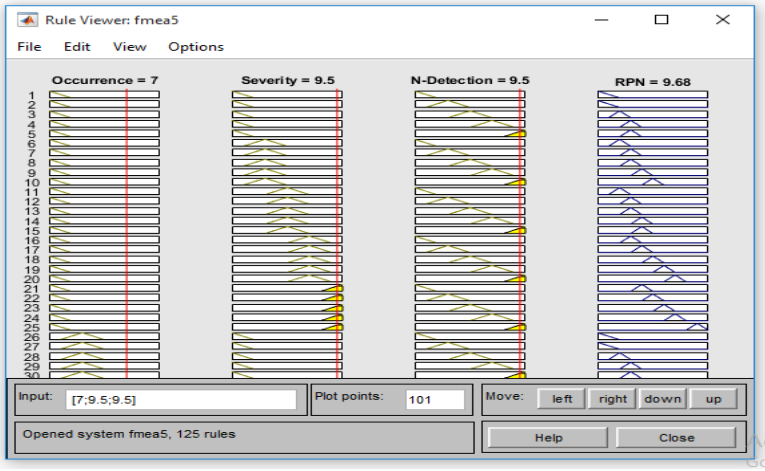
شماره شکست	حالت شکست	O	S	N-D	RPN	اولویت
F1	برآورد نادرست از نیاز به کالا	۴/۲	۵/۸	۵/۲	۱۲۶/۶۷	۶
F2	تکمیل ناقص اطلاعات خرید در فرم درخواست خرید	۵/۵	۴/۵	۳/۲	۷۹/۲	۱۰
F3	تاخیر در ارسال سفارشات خرید	۴/۲	۶/۲	۴/۶	۱۱۹/۷۸	۷
F4	تاخیر در ارسال کالا	۴/۸	۷/۶	۴/۲	۱۵۳/۲۲	۲
F5	ناهماهنگی در ارسال و دریافت سفارشات	۴/۶	۶/۸	۴/۸	۱۵۰/۱۴	۳
F6	اشتباه در برآورد هزینه خرید	۲/۸	۳/۲	۴	۳۵/۸۴	۱۳
F7	طولانی شدن زمان خرید	۴/۲	۵/۸	۳/۶	۸۷/۶۹	۹
F8	اشتباه در فرایند قانونی مناقصه	۲	۳	۲/۵	۱۵	۱۵
F9	عدم توجه به الزامات تعهدآور(جریمه) در قرارداد خرید	۲	۲/۵	۲/۵	۱۲/۵	۱۶
F10	تاخیر در تدوین قرار داد	۳	۵	۴	۶۰	۱۲
F11	انقضاء محصولات موجود در انبار	۳/۶	۶	۶	۱۲۹/۶	۵
F12	فقدان کالای موردنیاز در بازار	۶	۷/۴	۶/۴	۲۸۴/۱۶	۱
F13	تاخیر انباردار در ابلاغ دریافت کالاها	۳	۳/۶	۳/۲	۳۴/۵۶	۱۴
F14	پذیرش محصول نامنطبق یا معیوب	۳/۲	۶/۸	۴/۲	۹۱/۳۹	۸
F15	کسری کالاهای آنی	۳/۸	۷/۴	۵	۱۴۰/۶	۴
F16	تکرار درخواست های مشابه	۳/۸	۴/۸	۳/۶	۶۵/۶۶	۱۱

در گام بعدی به منظور محاسبه عدد فازی ریسک، یک سیستم خبره طراحی شد. برای ساخت سیستم استنتاج، تعداد قواعد بر اساس تعداد توابع عضویت و تعداد ورودی‌های هر سیستم تعیین می‌گردد که در این پژوهش سه متغیر ورودی (D،O،S) وجود دارد که تعداد توابع عضویت آنها پنج تایی می‌باشد، بنابراین ۱۲۵(۱۲۵=۵*۵*۵) قانون اگر – آنگاه فازی در سیستم استنتاج فازی تعریف شده است. در شکل ۵ تعدادی از قواعد تعریف شده در سیستم استنتاج فازی (ارزیابیRPN) در نرم افزار متلب نشان داده شد.



شکل ۵ قواعد مربوط به سیستم استنتاج فازی

در این مطالعه سیستم استنتاج فازی پس از طراحی برای ارزیابی ریسک شکست‌های فرایندهای خرید بیمارستان به کار گرفته شد. بدین منظور خبرگان مجرب در زمینه فرایند خرید مواد و تجهیزات پزشکی بیمارستان، نظر خود را در خصوص وضعیت هر یک از شکست‌ها با توجه به طیف‌های مندرج در جدول ۱ ابراز نمودند. پس از تلفیق و قطعی‌سازی نظرات خبرگان، این مقادیر به عنوان ورودی در سیستم استنتاج (RPN) به کار گرفته شد. در شکل ۶ نمای مربوطه به ارزیابی قواعد (استلزام) و همچنین ترکیب نتایج حاصل از بررسی تمام قواعد (استنتاج) در مورد شکست "فقدان کالای موردنیاز در بازار" در سیستم استنتاج مذکور ارائه شد.



شکل ۶ نمای مربوط به قواعد تعریف شده در سیستم استنتاج

در جدول ۴ مقادیر خروجی سیستم استنتاج فازی در مقایسه با نتایج ارزیابی سنتی ریسک های فرایند خرید نشان داده شد.

جدول ۴ رتبه بندی و مقایسه RPN فازی با کلاسیک

شماره شکست	حالت شکست	RPN قطعی	رتبه	RPN فازی	رتبه
F12	فقدان کالای موردنیاز در بازار	۲۸۴/۱۶	۱	۹/۶۸	۱
F4	تاخیر در ارسال کالا	۱۵۳/۲۲	۲	۷/۳۶	۲
F15	کسری کالاهای آنی	۱۴۰/۶	۴	۷/۲۹	۳
F5	ناهماهنگی در ارسال و دریافت سفارش	۱۵۰/۱۴	۳	۶/۶۵	۴
F1	برآورد نادرست از نیاز به کالا	۱۲۶/۶۷	۶	۶	۵
F11	انقضاء محصولات موجود در انبار	۱۲۹/۶	۵	۵/۶۴	۶
F14	پذیرش محصول نامنطبق یا معیوب	۹۱/۳۹	۸	۵/۴۹	۷
F3	تاخیر در ارسال سفارشات خرید	۱۱۹/۷۸	۷	۵	۸
F7	طولانی شدن زمان خرید	۸۷/۶۹	۹	۴/۲۹	۹
F13	تاخیر انباردار در ابلاغ دریافت کالاها	۳۴/۵۶	۱۴	۳/۶۵	۱۰

F2	اطلاعات خرید در فرم درخواست خرید درست پرنشده	۷۲/۹۶	۱۰	۳/۲۹	۱۱
F10	تاخیر در تدوین قرار داد	۶۰	۱۲	۳/۲۹	۱۱
F16	تکرار درخواست های مشابه	۶۵/۶۶	۱۱	۲/۶۴	۱۲
F8	اشتباه در فرایند قانونی مناقصه	۱۵	۱۵	۲/۳۴	۱۳
F9	در نظر نگرفتن تعهدات الزام آور در قرارداد خرید	۱۲/۵	۱۶	۲/۲۹	۱۴
F6	اشتباه در برآورد هزینه خرید	۳۵/۸۴	۱۳	۲	۱۵

با توجه به نتایج جدول ۴، شکست‌های" فقدان کالای موردنیاز در بازار "، " تاخیر در ارسال کالا " و " کسری کالاهای آنی " در هر دو روش کلاسیک و فازی جزء ریسک‌های با اولویت بالا می‌باشند. به عبارتی این نتایج حاکی از همبستگی معنی دار رتبه‌های RPN قطعی و فازی است. لذا با استفاده از سیستم استنتاج فازی ضمن رتبه‌بندی ریسک‌های مورد مطالعه، می‌توانیم با تحلیل مقدار RPN و محاسبه درجه عضویت عبارات کلامی مربوط به اندازه ریسک، شناخت بهتری از میزان اولویت ریسک‌ها داشته باشیم.

۵- بحث و نتیجه گیری

در فرایند تهیه و خرید مواد، تجهیزات یا هر قطعه از تجهیزات بیمارستان باید مکانیزمی طی شود تا نسبت به خرید متناسب با بودجه و همچنین کمیت، کیفیت و استانداردهای تکنولوژی اطمینان حاصل شود. فعالیت‌های خرید نامناسب در بیمارستان‌ها می‌تواند پیامدهای بسیار بدی مانند فقدان کنترل موجودی، عدم تحقق قرارداد، سطح موجودی اضافی، کمبود در موجودی به طور مکرر، هزینه گزاف تحویل فوری، وقفه گردش کاری و هزینه دوباره‌کاری را به همراه داشته باشد. در واقع فرایند خرید مناسب یا شناسایی نقص‌ها در فرایند خرید یکی از مسائل حائز اهمیتی است که باید پیامدهای حاصل از آن را در جهت حذف و برطرف کردن مشکلات موجود در فرایند خرید و بهبود این فرایند با اهداف کاهش

هزینه محصولات خریداری شده، کاهش هزینه‌های فرایند خرید، بهبود خدمات به مشتری و بیماران و کاهش سرمایه‌گذاری موجودی شناسایی کرد.

بنابراین لازم است تا این خطاها که به نوعی شکست در برآوردن سطح کیفی مناسب قلمداد می‌شوند، شناسایی و به شیوه‌ای مدون و علمی مورد ارزیابی قرار گیرند تا مسیر بهبود کیفی از حساس‌ترین مرحله خود بسلامت عبور نماید. از این رو شناسایی، ارزیابی و رتبه‌بندی این شکست‌ها مساله مهمی در راستای ارتقای کیفیت خدمات از طریق پیش-گیری از نارضایتی مشتریان نهایی می‌باشد. در این راستا پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شکست‌های بالقوه در فرایند خرید در بیمارستان از رویکردی مبتنی بر FMEA کلاسیک و فازی استفاده نمود. در این پژوهش، به تعدادی از مزیت های رویکرد FMEA فازی اشاره گردید اما دو مزیت اصلی که بیشتر مورد توجه است: اول اینکه این مدل قابلیت به‌کارگیری برای سیستمی را دارد که در آن داده کمی کافی و قابل اعتماد برای تخصیص رتبه به متغیرهای ورودی S، O وD وجود ندارد. به عبارت دیگر به‌کارگیری متغیرهای زبانی امکان ترکیب دانش و تجربه خبرگان با تکنیک FMEA را فراهم می‌سازد. دوم اینکه استفاده از متغیرهای زبانی، خبرگان را قادر می‌کند تا قضاوت‌های واقعی‌تری را از سیستم تحت مطالعه خود داشته باشند، در نتیجه نتایج ارزیابی و اولویت‌بندی شکست نسبت به روش سنتی واقعی‌تر خواهد بود.

شکست‌های با اولویت ریسک متوسط و بالاتر در فرایند خرید مواد و تجهیزات پزشکی در بیمارستان بوعلی بر اساس نتایج حاصل از سیستم استنتاج فازی به شرح ذیل می‌باشد.

شکست "فقدان کالای مورد نیاز در بازار "با رتبه اول در فهرست شکست‌ها از ریسک" خیلی زیاد" با درجه عضویت ۰/۶۸ و ریسک "زیاد" با درجه عضویت ۰/۳۲برخوردار است که با توجه به اینکه این شکست یک عامل برون سازمانی و غیر قابل کنترل است و به

شرایط سیاسی و اقتصادی جامعه بستگی دارد، بنابراین تنها راهکار پیشنهادی برای پیشگیری از وقوع آن، می‌تواند جایگزینی کالایی متناسب با مشخصات و کیفیت مشابه همان کالا باشد.

شکست "تاخیر در ارسال کالا" از ریسک "نسبتا زیاد" با درجه عضویت ۰/۳۶و ریسک "متوسط به بالا" با درجه عضویت ۰/۶۴برخوردار است که راهکار پیشنهادی برای این شکست، ارزیابی دوره‌ای تامین‌کنندگان و در نظر گرفتن جرائم تاخیر در قراردادها می باشد.

شکست "کسری کالاهای آنی" از ریسک "نسبتا زیاد" با درجه عضویت ۰/۲۹ و ریسک "متوسط به بالا" با درجه عضویت ۰/۷۱برخوردار است. برای پیشگیری از وقوع این شکست پیشنهاد می شود یک سیستم مکانیزه ثبت سفارش، خرید و سیستم کنترل موجودی راه اندازی شود.

شکست "ناهماهنگی در ارسال و دریافت سفارشات" از ریسک "متوسط" با درجه عضویت ۰/۳۵و ریسک "متوسط به بالا" با درجه عضویت ۰/۶۵برخوردار است که طراحی سیستم کدینگ به انضمام مشخصات تفضیلی در زمان سفارش پیشنهاد می‌شود.

شکست "برآورد نادرست از نیاز به کالا" از ریسک "متوسط" با درجه عضویت ۱ برخوردار است. راهکار پیشنهادی برای این شکست، استفاده از داده‌های تاریخی و بکارگیری مدل های پیش بینی و آموزش پرسنل است.

شکست "انقضا محصولات موجود در انبار" از ریسک "متوسط" با درجه عضویت ۰/۶۴ و ریسک "کمتر از متوسط" با درجه عضویت ۰/۳۶ برخوردار است که راهکار پیشنهادی برای این شکست، انبارگردانی – راه اندازی سیستم کنترل موجودی -آموزش پرسنل می‌باشد.

شکست "پذیرش محصول نا منطبق" از ریسک متوسط با درجه عضویت ۰/۴۹ و ریسک کمتر از متوسط با درجه عضویت ۰/۵۱ برخوردار است که دستورالعمل پذیرش سفارش و آموزش پرسنل پیشنهاد می شود.

۶- پیشنهادات برای تحقیقات آتی

۱- استفاده از انواع دیگر اعداد فازی: می‌توان به جای اعداد فازی مثلثی که به نمایندگی از متغیرهای زبانی استفاده می‌شوند، از انواع دیگر اعداد فازی مانند اعداد فازی ذوزنقه‌ای یا زنگوله‌ای و... استفاده کرد و نتایج حاصل از سیستم‌ها توسط خبرگان مورد بررسی قرار گیرد.

۲-کاهش تعداد قوانین فازی: تجربه نشان می‌دهد همه قوانین "اگر- آنگاه" فازی ممکن، ضروری به نظر نمی‌رسند. کاهش تعداد قوانین فازی، می‌تواند به‌طور مؤثر، توانایی و سرعت مدل را در فرآیند ارزیابی، رتبه‌بندی و اولویت‌گذاری بهبود بخشد و از فرآیند زمان‌بر و خسته‌کننده ساخت پایگاه قوانین فازی دوری کند و بار محاسباتی را در مدل کاهش دهد.

قابل ذکر است، استفاده از FMEA در حوزه سلامت چالش‌ها و محدودیت‌هایی را نیز با خود به‌همراه دارد. چالش اول این است که پیاده‌سازی آن در هر مرحله نیازمند حضور خبرگان و مدیریت بیمارستانی و استفاده از دانش آنها است. از طرف دیگر، شناسایی همه عوامل وقفه در فرایند خرید موضوعی زمان‌بر و چالش برانگیز است تا فهرست کاملی از این عوامل شناسایی شود و نیازمند به خلق یک فرهنگ مبتنی بر مدیریت ریسک در همه سطوح سازمانی است.

فهرست منابع و مآخذ

Abdelgawad M, Fayek AR. (2010). Risk management in the construction industry using combined fuzzy FMEA and fuzzy AHP. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 1028-36.

Ahmadi M, Behzadian K, Ardeshir A, Kapelan Z. (2017). Comprehensive risk management using fuzzy FMEA and MCDA techniques in highway construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(2), 300-10.

Akhavan Saraf A, R, Nilforooshzadeh M. (2009). Determination of the failure factors of continuous improvement based on the hierarchical analysis process. *Journal of Executive Management*, 33(1), 13-36. (in Persian)

Arabsheybani, A., Paydar, M. M., & Safaei, A. S. (2018). An integrated fuzzy MOORA method and FMEA technique for sustainable supplier selection considering quantity discounts and supplier's risk. *Journal of Cleaner Production*, 190, 577-591.

Arunraj NS, Maiti J. (2010). Risk-based maintenance policy selection using AHP and goal programming. Safety science, 48(2), 238-47.

- Aslani, R., Feili, H., Javanshir, H.(2014). A hybrid of fuzzy FMEA-AHP to determine factors affecting alternator failure causes. Manage. Sci. Lett. 4 (9), 1981–1984.

Awad M, Awad M, As' ad RA, As' ad RA. (2016). Reliability centered maintenance actions prioritization using fuzzy inference systems. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22(4), 433-52.

Batbayar K, Takács M, Kozlovszky M. (2016). Medical device software risk assessment using FMEA and fuzzy linguistic approach: Case study. In Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), IEEE 11th International Symposium on 2016 May 12, 197-202.

Besterfield D, Besterfield M, Besterfield G.H, BesterfieldS M. (2003). Total Quality Management. Pearson Education; Inc., New Jersey, 377–405.

Bowles JB, Peláez CE.(1995). Fuzzy logic prioritization of failures in a system failure mode, effects and criticality analysis. Reliability Engineering & System Safety, 50(2), 203-13.

Chen, L., Deng, X., 2018. A modified method for evaluating sustainable transport solutions based on ahp and dempster–shafer evidence theory. Appl. Sci. 8 (4), 563.

Chin KS, Chan A, Yang JB. Development of a fuzzy FMEA based product design system. (2008) *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(7), 633-49.

Dağsuyu, C., Göçmen, E., Narlı, M., & Kokangül, A. (2016). Classical and fuzzy FMEA risk analysis in a sterilization unit. *Computers & Industrial Engineering*, *101*, 286-294.

Efendigil T, Önüt S, Kahraman C. (2009). A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models: A comparative analysis. Expert Systems with Applications, 36(3), 6697-707.

Guimarães AC, Lapa CM.(2004) Fuzzy FMEA applied to PWR chemical and volume control system. Progress in Nuclear Energy, 44(3), 191-213.

Guimarães AC, Lapa CM. (2007). Fuzzy inference to risk assessment on nuclear engineering systems. Applied Soft Computing, 7(1), 17-28.

Hernon, P. (2002). Quality: new directions in the research. *The journal of academic librarianship*, *28*(4), 224-231.

Kandampully, J., & Duddy, R. (1999). Competitive advantage through anticipation, innovation and relationships. *Management Decision*, *37*(1), 51-56.

Khasha, R., Sepehri, M., Khatibi, T., Soroush, A. (2013). Fuzzy FMEA Application to Improve Workflow in Operating Rooms. *Journal of Industrial Engineering*, 47(2), 135-147. doi: 10.22059/jieng.36171.(in Persian)

Kumar, S., DeGroot, R. A., & Choe, D. (2008). Rx for smart hospital purchasing decisions: The impact of package design within US hospital supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(8), 601-615.

Kumru, M., & Kumru, P. Y. (2013). Fuzzy FMEA application to improve purchasing process in a public hospital. *Applied Soft Computing*, *13*(1), 721-733.

Ilbahar, E., Karaşan, A., Cebi, S., & Kahraman, C. (2018). A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. Safety science, 103, 124-136.

Li, Z., & Chen, L. (2019). A novel evidential FMEA method by integrating fuzzy belief structure and grey relational projection method. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 77, 136-147.

Liu, H. C., L. Liu, and N. Liu. 2013. "Risk Evaluation Approaches in Failure Mode and Effects Analysis: A Literature Review."Expert Systems with Applications 40 (2): 828–838.

Liu, H.-C., You, J.-X., Shan, M.-M., Su, Q. (2017). Systematic failure mode and effect analysis using a hybrid multiple criteria decision-making approach. Total Qual. Manage. Bus. Excell. 1–28.

Liu HT, Tsai YL. (2012). A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry. Safety science, 50(4), 1067-78.

Liu, B., Hu, Y., Deng, Y., 2018b. New failure mode and effects analysis based on D numbers downscaling method. Int. J. Comput. Commun. Control 13 (2), in press.

Liu, H. C., Wang, L. E., Li, Z., & Hu, Y. P. (2019). Improving risk evaluation in FMEA with cloud model and hierarchical TOPSIS method. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 27(1), 84-95.

Maleki , A. R., Zohor , A. R., Ebadifard Azar , F., Rezaie , K. & Ebadian, M. (2010). An integrated approach in healthcare system in accordance with QFD/ FMEA . *the journal of Payesh*, 9(2), 117-130.(in persian)

Pillay A, Wang J.(2003). Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning. Reliability Engineering & System Safety, 79(1), 69-85.

Rafie M, Namin FS. (2015). Prediction of subsidence risk by FMEA using artificial neural network and fuzzy inference system. *International Journal of Mining Science and Technology*, 25(4), 655-63.

Sharma RK, Kumar D, Kumar P. (2005) Systematic failure mode effect analysis (FMEA) using fuzzy linguistic modeling. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(9), 986-1004.

Shafaat, A., Shami Zanjani, M. & Pilevari Salmani, N. (2012). Proposing a Model for the Evaluation of Knowledge Management Empowerment at the Pasargad Bank using the Fuzzy Inference System. *Organizational Resources Management Researchs*, 1(4), 1-191.(in persian)

Spath PL. (2013). Using failure mode and effects analysis to improve patient safety. AORN journal, 78(1), 15-37.

Su, C. T., H. C. Lin, P. W. Teng, and T. Yang. 2014. "Improving the Reliability of Electronic Paper Display Using FMEA and Taguchi Methods: A Case Study." Microelectronics Reliability 54 (6-7): 1369–1377.

Tay K, Lim C. (2006). A Guided Rule Reduction System for Prioritization of Failures in Fuzzy FMEA. Applications of Soft Computing, 301-10.

Tsai, S. B., Zhou, J., Gao, Y., Wang, J., Li, G., Zheng, Y., ... & Xu, W. (2017). Combining FMEA with DEMATEL models to solve production process problems. PloS one, 12(8), e0183634.

UÇKUN, N., GİRGİNER, N., & ÇELİK, A. E. (2008). Usage of analytic hierarchy process in medical equipment purchasement decisions: a university hospital case. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *26*(26).

Wang YM, Chin KS, Poon GK, Yang JB. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. Expert systems with applications, 36(2), 1195-207.

Withanachchi, N., Uchida, Y., Nanayakkara, S., Samaranayake, D., & Okitsu, A. (2007). Resource allocation in public hospitals: Is it effective?. *Health Policy*, *80*(2), 308-313.

Xu K, Tang LC, Xie M, Ho SL, Zhu ML.(2002) Fuzzy assessment of FMEA for engine systems. Reliability Engineering & System Safety, 75(1), 17-29.

Yeh RH, Hsieh MH. (2007). Fuzzy assessment of FMEA for a sewage plant. Journal of the Chinese institute of industrial engineers, 24(6), 505-12.

Yousefi, S., Alizadeh, A., Hayati, J., & Baghery, M. (2018). HSE risk prioritization using robust DEA-FMEA approach with undesirable outputs: a study of automotive parts industry in Iran. *Safety science*, *102*, 144-158.

Zanjirchi, M. & Sayadi Toranloo, H.(2010). Compliance and Routing Improving the Quality of Academic Library Services. *Journal of Iranian Higher Education with FMEA approach*, 2(4), 2010, 55-81.(in persian)

Zheng, H., Deng, Y., (2018b). Evaluation method based on fuzzy relations between dempster-shafer belief structure. *Int. J. Intell. Syst*. 33 (7), 1343–1363.