

Development of Foolproof Solutions for Information Systems Using Best-Worth Method

Anita Hajizadeh 

MSc, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

Mohammad Javad Ershadi* 

Associate Professor, Information Technology Department, Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc), Tehran, Iran

Mohammad Reza Nabatchian 

Assistant Professor, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

Abstract

Mistake proofing is an approach whose main purpose is to make mistakes impossible. This technique can eliminate the possibility of errors by making changes in the process, or by appropriate culture, or by preventing them from making a mistake by sending the appropriate message. Using new tools or technologies to improve the quality expected of the customer. The use of the miscalculation will dramatically increase customer loyalty. Although it has been decades in the making, it has a limited track record in services as well as in information technology and especially in information systems. In this study, based on previous research, the main dimensions of the error-solving strategies are categorized. Then, using the questionnaire, the experts' opinions on prioritization of nonlinearity strategies are discussed. We also select the final criteria based on the nominal batch technique and then prioritize the factors that play an important role in making the information systems unreliable based on the best-worst or BWM weighting method. The results showed that proper planning of quality management programs, skilled staff, advanced facilities and equipment, design capability and finally the use of appropriate controllers as the most important factors of information systems malfunction can be considered as the top priority of

* Corresponding Author: Ershadi@irandoc.ac.ir

How to Cite: Hajizadeh, A., Ershadi, M, J., Nabatchian, M, R., (2021). Development of Foolproof Solutions for Information Systems Using Best-Worth Method, *Journal of Business Intelligence Management Studies*, 10(37), 69-108.


service managers. Also, providing appropriate assumptions for information items and improved data model structures can reinforce technological and innovative approaches to information systems.

Keywords: Poka Yoke, Bwm, Information Systems, Fool Proofing, Mcdm.




توسعه راهکارهای خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی به کمک روش بهترین-بدترین


کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد، واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

آینتا حاجی‌زاده 

دانشیار پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، تهران، ایران.

محمدجواد ارشادی  *

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

محمدرضا نبات‌چیان 

چکیده

خطاناپذیرسازی، رویکردی است که هدف اصلی آن غیرممکن ساختن اشتباهات است. این تکنیک می‌تواند با ایجاد تغییراتی در فرایند و یا فرهنگ‌سازی مناسب، فرصت روی‌دادن اشتباهات را حذف کرده و با ارسال پیام مناسب، از بروز اشتباه جلوگیری کند. در صورت به‌کارگیری خطاناپذیرسازی، استفاده از ابزارها یا فناوری‌های نوین برای ارتقاء سطح کیفیت مورد انتظار مشتری، وفاداری آن‌ها را به‌شدت افزایش خواهد داد. خطاناپذیرسازی، گرچه از مدت‌ها قبل در تولید مورد استفاده قرار گرفته است، اما در خدمات و نیز فناوری اطلاعات و به‌ویژه در سامانه‌های اطلاعاتی سابقه اندکی دارد. در این پژوهش، ابعاد اصلی راهکارهای خطاناپذیرسازی بر پایه پژوهش‌های پیشین دسته‌بندی شده و سپس به جمع‌آوری نظرات خبرگان در مورد اولویت‌بندی راهکارهای خطاناپذیرسازی با استفاده از پرسشنامه پرداخته شده است. همچنین، بر اساس تکنیک گروه‌های اسمی معیارهای نهایی انتخاب شده و سپس عواملی که نقشی مؤثر در خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی دارند، بر پایه روش وزن‌دهی بهترین-بدترین اولویت‌بندی شده است. نتایج این پژوهش نشان داد طرح‌ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت، کارکنان ماهر، تسهیلات و تجهیزات پیشرفته، قابلیت طراحی و در نهایت استفاده از کنترل‌کننده‌های مناسب به‌عنوان مهم‌ترین عوامل خطاناپذیرسازی سامانه‌های اطلاعاتی می‌توانند به‌عنوان اولویت اصلی مدیران سازمان‌های خدمت‌محور

مورد توجه قرار گیرند. همچنین، ارائه پیش فرض‌های مناسب برای ارقام اطلاعاتی و ساختارهای بهبود داده شده مدل داده می‌تواند رویکردهای فناورانه و نوآورانه را در سامانه‌های اطلاعاتی تقویت کند.

کلیدواژه‌ها: پوکایوکه، خطاناپذیرسازی، سیستم‌های اطلاعاتی، روش بهترین-بدترین، تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه.

مقدمه

خطاناپذیرسازی مفهومی است که برای نخستین بار توسط شیو شینگو^۱ مطرح شد. این مفهوم در فرایندهای تولیدی در شرکت تویوتا به کار گرفته شد و در ادامه به تحولاتی بزرگ در بهبود کیفیت در دنیا منجر شد. این مفهوم که در ژاپن پوکایوکه^۲ خوانده می‌شود، معنای آن پوکا (خطاهای غیرعمدی) و یوکه (پرهیز) است. پوکایوکه، مجموعه‌ای از اقدامات به هم وابسته است که به سازمان کمک می‌کند تا از هدر رفت منابع و همچنین انرژی و زمان پیش از بروز خطا جلوگیری کند (داسیلوا و همکاران^۳، ۲۰۲۰).

روش‌ها و تکنیک‌هایی که بر پایه خطاناپذیرسازی شکل گرفته‌اند بر حذف عوامل انسانی مواقعی که انجام کاری بر اثر تکراری بودن نیاز به حافظه، توجه و تمرکز دارد، متمرکز شده‌اند. البته این به معنی حذف تفکر و نقش انسان در انجام کارها نیست؛ بلکه باید کاری کرد که از طریق آن، زمان و ذهن افراد آزاد شده و با ایجاد سیستمی خلاق، کارها بدون ترس از اشتباه بودن و به صورت صحیح و عاری از اشتباه انجام شوند. پوکایوکه، قانون ساده‌ای است که به صرفه‌جویی‌های بسیاری می‌انجامد و با ایجاد آن در سیستم - حتی اگر کاربر در شرایط عادی و نرمال هم نباشد - نمی‌تواند خطایی مرتکب شود و این کار در نهایت از هرگونه اتلاف، دوباره کاری، ضایعات و حادثه جلوگیری خواهد نمود (آنتونلی و استادنیکا^۴، ۲۰۱۹).

در هنگام تولید هر محصول یا ارائه یک خدمت، مراحل ساده و یکنواختی وجود دارد که توسط دستگاه‌ها یا نیروی انسانی انجام می‌شود. این کار به خستگی ذهنی و به‌ویژه بی‌علاقگی به کار منجر می‌شود که در نهایت باعث ایجاد اشتباهاتی از نیروی انسانی می‌شود. انسان مستعد اشتباه است، حتی اگر نخواهد آن را مرتکب شود. هدف از پوکایوکه، طراحی فرایندی است که از طریق آن اشتباهات بلافاصله شناسایی و تصحیح

-
1. Shigeo Shingo
 2. Poka-Yuke
 3. da Silva et al.
 4. Antonelli & Stadnicka

شده و نقص‌ها در منبع حذف شود؛ رویکردی روشمند برای ایجاد پوکایوکه شامل یک تحلیل سه مرحله‌ای از مدیریت خطرات می‌شود (اردیل و همکاران^۱، ۲۰۱۹): شناسایی نیاز، شناسایی اشتباهات احتمالی و مدیریت اشتباهات قبل از رخ دادن.

پوکایوکه، دارای سه روش اساسی برای جلوگیری از وقوع نقص‌ها و یا کاهش آن‌ها است: خاموش کردن، کنترل و هشدار دادن (آنتونلی و استادینیکا، ۲۰۱۹). پوکایوکه را می‌توان در هر کجا که پتانسیل‌های وقوع خطا وجود دارد، استفاده کرد (آیشواریا و کورهادی^۲، ۲۰۱۵). این روش، امروزه کاربردهای فراوانی در صنایع و حوزه‌های مختلف کسب‌وکارهای خدماتی دارد و جایگاه ویژه‌ای در طراحی سیستم‌های تولیدی و خدماتی یافته‌است. همچنین نقش آن در کسب‌وکارهای مرتبط با فناوری اطلاعات کمتر شناخته شده‌است.

خطا ناپذیرسازی (معادل فارسی پوکایوکه)، بر این اصل استوار است که بیشتر اتلاف‌ها ناشی از اشتباهات انسانی است. این بدان معنی نیست که اشتباهات نباید بروز پیدا کنند، چرا که اشتباهات بر اثر عوامل بسیاری که نتیجه آن رخ دادن خطاهای گوناگون انسانی است، ایجاد می‌شوند. خطا ناپذیرسازی بر ارائه راهکارهایی متمرکز است که تا حد امکان در فرایندهای کاری تکرارپذیر، خطاهای انسانی کاهش یافته و تمرکز نیروها بر رفتارها و عملکردهای خلاقانه باشد. باوجود اینکه این تکنیک در صنایع تولیدی کاربردهای فراوانی یافته‌است اما در حوزه فناوری اطلاعات، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌است. در عصر فناوری، هر سازمان و یا فردی نیاز به حرکت به سوی سامانه‌های اطلاعاتی و یا حتی به‌روزرسانی سیستم‌های اطلاعاتی خود دارد. از سوی دیگر، طراحی پیچیده و لزوم کاربرمداری سامانه‌های اطلاعاتی موجب شده‌است که سازمان‌ها در تقابل با سامانه‌های جدید، با شک و تردید برخورد کنند. امروزه، مدیران کسب‌وکارها از اینکه سیستم اطلاعات جدید تأثیری منفی بر عملکرد کاری و یا رضایت کاربران داشته باشد نگران هستند و اگر آن‌ها یک سیستم اطلاعاتی داشته باشند، نگران هستند که آیا سیستم اطلاعاتی

1. Erdil et al.

2. Aishwarya and Kurhade

تازه توان سازگاری با پایگاه داده قبلی را دارد و نیز بتواند به‌طور مؤثر بدون هیچ اشتباهی کار کند. هنگام اجرای سیستم‌های اطلاعاتی، پذیرش و رضایت کاربر به‌عنوان معیارهای مهم تعیین موفقیت سیستم‌های پیاده‌سازی شده محسوب می‌شوند. پذیرش کاربر اغلب عوامل محوری موفقیت یا شکست یک پروژه سیستم اطلاعاتی است و عدم پذیرش کاربر به مدت طولانی مانع موفقیت سیستم‌های اطلاعات جدید است. به همین ترتیب، رضایت کاربر نیز هنگام اجرای سیستم‌های اطلاعاتی نقش کلیدی ایفا می‌کند. (پرادپ^۱، ۲۰۱۲).

در دنیای پیچیده امروزی میان توانمندی یک کسب‌وکار در کاربرد فناوری اطلاعات و توانایی آن در پیاده‌سازی راهبردها و نائل شدن به اهداف، وابستگی متقابلی وجود دارد. برنامه‌های ۵ ساله (کلان) یک شرکت کاملاً بستگی به آن دارد که سیستم‌های آن چگونه می‌توانند این برنامه‌ها را اجرا کنند. افزایش سهم بازار، تولید با کیفیت بالا و با هزینه کم، توسعه محصولات جدید و افزایش بهره‌وری کارکنان، به نوع و کیفیت سیستم‌های اطلاعاتی در سازمان بستگی دارد. از سوی دیگر امروزه پژوهش‌های گوناگون نشان می‌دهند میان بهره‌وری و توانمندی در پیاده‌سازی فناوری اطلاعات پیوند ناگسستنی وجود دارد (کاستاندا و مائوریکیو^۲، ۲۰۲۰). بنگاه‌هایی که به‌طور معقولانه در فناوری اطلاعات سرمایه‌گذاری کرده‌اند رشد مستمری در بهره‌وری و کارایی تجربه کرده‌اند (بروینینگ و همکاران^۳، ۲۰۲۰).

از دیگر سو، امروزه دیجیتال‌سازی بنگاه‌ها فرایندی است که به‌عنوان یکی از استراتژی‌های اصلی در حال فراگیر شدن است. در این راهبرد، تقریباً تمام روابط کاری مهم سازمان با مشتریان، تأمین‌کنندگان و کارکنان به‌صورت دیجیتالی میسر است. همچنین، فرآیندهای اصلی کسب‌وکار از طریق شبکه‌های دیجیتالی، که تمام سازمان را در بر گرفته است و یا سازمان‌های متعددی را به هم پیوند داده است، انجام می‌شوند.

-
1. Pradeep
 2. Castaneda & Mauricio
 3. Breunig et al.

در چنین اکوسیستم پیچیده‌ای که فرایندهای سازمان بر بستر فناوری اطلاعات شکل گرفته‌اند و داده‌ها و اطلاعات جایگاه ویژه‌ای یافته‌اند، نقش توسعه راهکارهای خطاناپذیرسازی در توسعه سامانه‌های اطلاعاتی- که به‌عنوان هسته اساسی کسب‌وکار سازمان کار می‌کند- باید مورد توجه مدیران قرار گیرد تا از این راه سازمان‌ها بتوانند رضایت کاربران را افزایش داده و سهم بازار بیشتری کسب کنند.

از آنجا که سامانه‌های اطلاعاتی به‌عنوان ابزاری قدرتمند، امکان ارتباط میان نیازمندی‌های کاربران و خدمات ارائه‌شده به آن‌ها را فراهم می‌کنند، خطاها و نقص‌های آن‌ها می‌تواند اثرات جبران‌ناپذیری بر جلب، حفظ و وفاداری کاربران داشته باشد. از این رو در این پژوهش، راهکارهای خطاناپذیرسازی سامانه‌های اطلاعاتی به‌عنوان یک راهبرد اصلی سازمان مورد توجه قرار گرفته است. همچنین از آنجا که هر یک از راهکارهای خطاناپذیرسازی به‌صرف وقت، انرژی و هزینه فراوان نیاز دارد اولویت‌بندی این راهکارها برای مدیران ارشد سازمان اجتناب‌ناپذیر است؛ بنابراین، هدف این پژوهش توسعه راهکارهایی به‌منظور خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی با استفاده از روش بهترین-بدترین می‌باشد به همین منظور پس از بررسی و تحقیق راجع به خطاهای مورد نظر آن‌ها را استخراج کرده و در قالب پرسشنامه (محقق ساخته) به خبرگان ارائه داده می‌شود که با استفاده از تکنیک‌های گروه اسمی معیارها انتخاب شده و تایید نهایی می‌شوند. پس از تأیید روایی پرسشنامه توسط خبرگان حوزه فناوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده صورت می‌گیرد که بر پایه مراحل روش تحقیق شامل وزن دهی معیارها به روش بهترین-بدترین، اولویت‌بندی و اعتبار سنجی نهایی مدل انجام می‌شود.

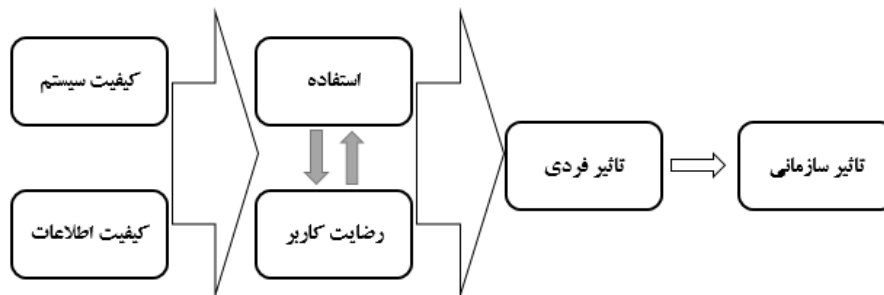
در ادامه پژوهش، به معرفی کوتاهی از پژوهش‌های پیشین این حوزه خواهیم

پرداخت.

پیشینه پژوهش

سیستم‌های اطلاعاتی به‌عنوان ابزاری برای جمع‌آوری اطلاعات در ارتباط با شرایط اضطراری و نظارت بر آن‌ها عمل می‌کنند (کاتارینا، ۲۰۱۹). هدف این پژوهش، ایجاد یک استراتژی پیاده‌سازی است که به افزایش رضایت کاربر و پذیرش کاربر در هنگام اجرای سیستم‌های اطلاعاتی منجر شود. ارائه اطلاعات درست به مدیران در قالب یک سیستم اطلاعاتی ساختارمند، به بهبود تصمیم‌گیری و در نتیجه، ارتقاء سطح تعالی سازمان کمک خواهد کرد. به همین ترتیب، شرکت‌هایی که سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت را در سطح بالایی حفظ می‌کنند احتمال بیشتری دارد که هدف نهایی‌شان حفظ شود و یا در عملکرد مالی آن‌ها بهبود حاصل شود.

مفهوم خطاناپذیرسازی نه تنها در طراحی محصول و فرآیندها، بلکه به‌منظور کاهش نقص‌ها نیز به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. (ژانگ، ۲۰۱۴). انواع مختلفی از خطاناپذیرسازی وجود دارد که یکی از روش‌های اصلی آن تمرکز بر آموزش کارکنان و فرهنگ‌سازی دستورالعمل‌های عملیاتی است. به‌عنوان مثال، اگر شخصی بر روی یک خط مونتاژ مشغول کار می‌کند و بین سه قسمت مختلف چرخش می‌کند و ناگهان در مورد اینکه کدام قسمت مرحله بعد است دچار اشتباه می‌شود، باید نشانه‌ای دیجیتالی با چشم‌انداز مناسب وجود داشته باشد تا به‌وضوح آن را مشاهده کرده و دچار اشتباه نشود.



شکل ۱. مدل موفقیت سیستم‌های اطلاعاتی (دلون و مک لین، ۱۹۹۲)

1. Katarina
2. Zhang

ریبرو و همکاران^۱ (۲۰۱۲)، پوکایوکه را به عنوان ابزاری که مانع گزند احتمالی نسبت به کیفیت محصول یا نیروی انسانی می شود و یا به موقع آن ها را کشف می کند، تعریف کرده است و آن را دربرگیرنده سه نوع از ابزارهای فیزیکی، عملکردی و سمبلیک می داند. پوکایوکه در مقابل انواع خطاها چهار وظیفه مهم برعهده دارد؛ حذف خطا، کنترل و جلوگیری از بروز خطا، توقف اثرات زیان بارخطا و اعلام وجود خطا. تشخیص و توقف عیبی که در حال ایجاد شدن است، "پیشگیری" و تشخیص عیبی که به تازگی ایجاد شده است "کشف" نامیده می شود. در اینجا چرخه خطاناپذیرسازی به عنوان معرفی روش های مناسب برای بهبود سیستم های اطلاعاتی و کاربرد آن ها مورد استفاده قرار گرفته است. از این رو، قسمت های اصلی خطاناپذیرسازی به صورت زیر معرفی می شوند:

- تعیین منبع یا علل بروز ضایعات به منظور شناسایی دلیل بروز خطاها، پیش از آنکه موجب به وجود آمدن عیوب بشوند. به عنوان مثال، می توان به بین اضافی تعبیه شده روی یک دستگاه به منظور جلوگیری از اشتباه بسته شدن قطعه کار است.

- بازرسی صد درصد قطعات با استفاده از یک تجهیز حساس ارزان قیمت مثل سویچ های کنترل کننده.

- اقدام فوری برای متوقف کردن عملیات هنگام مشاهده خطا مثل نصب مدار قطع کننده ای که به طور خود کار ماشین را متوقف می کند.

عوامل مؤثر بر خطاناپذیرسازی عبارت اند از: هزینه بر بودن پیاده سازی، عدم آشنایی تولیدکنندگان با این روش و استفاده نادرست و بدون بهره از آن، بر مبنای سادگی و خلاقیت نبودن، قابل اجرا نبودن. زیاد بودن تعداد متغیرها در یک فرآیند، فرصت های زیادی برای بروز خطا به وجود می آورد. از جمله این متغیرهای می توان به دستورالعمل ها و استانداردهای ضعیف یا نامناسب، تجهیزات و دستگاه ها، مواد اولیه نامنطبق، فرسودگی ابزار و همچنین خطاهای انسانی اشاره نمود (پوواناسواران و همکاران^۲، ۲۰۱۴).

1. Ribeiro et al.

2. Puvanasvaran et al.

از آنجا که خطاهای انسانی در بسیاری از موارد موجب ایجاد خطا در فرایندهای کاری می‌شوند، بنابراین در ادامه عوامل انسانی بروز خطا که به نوعی پتانسیل‌های خطاناپذیرسازی هستند توضیح داده می‌شود (بالاسوبراهمانیان و همکاران^۱، ۲۰۱۹).

فراموشی: گاهی اوقات ما وقتی که نمی‌توانیم فکر خود را متمرکز کنیم، دچار خطا می‌شویم. به عنوان مثال، رئیس یک ایستگاه فراموش می‌کند که درب ورودی را ببندد. خطاهای مربوط به اشتباه فهمیدن: فردی که از خودروی اتوماتیک استفاده نکرده، فکر می‌کند که ترمز این خودرو کلاچ آن باشد.

خطاهای موجود در شناسایی: گاهی اوقات به دلیل اینکه خیلی به شیء نزدیک و یا خیلی از آن دور گرفته‌ایم در قضاوت‌های خود دچار اشتباه می‌شویم.

خطاهای به وجود آمده توسط تازه کاران: خطاهای ناشی از نداشتن تجربه.

خطاهای خودسرانه: گاهی اوقات خطاها به این علت به وجود می‌آیند که ما تحت شرایط خاصی تصمیم می‌گیریم که به قوانین تعیین شده بی‌توجهی کنیم به عنوان مثال: سر چهارراه از چراغ قرمز عبور می‌کنیم.

خطاهای غیر عمدی: گاهی اوقات کم‌حافظه شده و مرتکب خطاهای می‌شویم بدون آنکه از دلیل به وجود آمدن آن‌ها اطلاع داشته باشیم.

خطاهای مربوط به کندی در عکس‌العمل: این دسته از خطاها مانند برداشتن دیر پا از روی کلاچ ناشی از خستگی یا عدم تمرکز است.

خطاهای اتفاقی: گاهی اوقات خطاها زمانی اتفاق می‌افتند که تجهیزات با شرایطی متفاوت از آنچه مورد انتظار است کار می‌کنند. مثل از کارافتادگی بدون اعلام خطر. راه‌حل در این گونه موارد نگهداری و تعمیرات جامع پیشگیرانه و استانداردسازی است.

خطاهای عمدی: این دسته از خطاها ناشی از خرابکاری‌های عمدی است که راهکار آن آموزش اصولی و برقراری نظم و ترتیب است.

پژوهش‌های مختلف به منظور برطرف کردن خطاهای بالا راهکارها و راهبردهای مختلفی را ارائه کرده‌اند که در جدول ۱ خلاصه‌ای از آن‌ها را مشاهده خواهیم کرد.

جدول ۱. خلاصه پیشینه راهکارهای توسعه خطاناپذیر سازی در سازمان‌های مختلف

ردیف	نویسنده/سال	مسئله مورد پژوهش	شاخص‌ها و تکنیک‌های معرفی شده
۱	ترکمنی، ۱۳۹۵	تأثیر مدیریت ضدخطا سازی (پوکایوکه POKA YOKE) بر روی عملکرد شغلی و شاخص‌های تولیدی (مطالعه موردی شرکت نورسازان مشهد)	بهبود کایزنی، بهبودهایی در زمینه ارگونومی، کاهش خطاهای انسانی، بهبود شاخص‌های تولید، بررسی منشا مشکلات و حوادث، افزایش بهره‌وری تولید و قدرت صنعت روشنایی
۲	شخصی دربند و جرجانی مقدم، ۱۳۹۵	استفاده از تکنیک پوکایوکه در سیستم حمل و نقل ریلی درون شهری با رویکرد کاهش حوادث و خرابی‌ها	کاهش حوادث و خرابی‌ها، از بروز خطا، حوادث و خرابی‌ها جلوگیری نماید، صرفه‌جویی مالی، بازرسی و تکنیک FMEA، جلوگیری از اتلاف، خرابی، ضایعات و حادثه
۳	میرقاسمی و همکاران، ۱۳۹۴	تعیین و بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی سازمان‌های خدماتی در به کارگیری مفاهیم تولید ناب مطالعه موردی بیمارستان شهید انصاری رودسر	حداقل اتلاف، حداکثر بهره‌وری از تسهیلات و منابع انسانی
۴	امینی و میرزایی، ۱۳۹۳	اولویت‌بندی روش‌ها و فنون نوین مدیریتی مؤثر بر بهبود بهره‌وری مطالعه موردی: شعب بانک‌های دولتی و خصوصی شهر تبریز	بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری
۵	صفی‌خانی و مینو، ۱۳۹۳	بررسی تأثیر تکنیک پوکایوکه بر روی شاخص‌های تولید در صنعت خودروسازی، مطالعه موردی شرکت سایپا	استفاده مؤثر از ماشین‌آلات، استفاده مؤثر از نیروی انسانی، بیکاری کل، زمان خرابی، توقف تولید ناشی از دوباره‌کاری‌ها و اصلاح ضایعات و شاخص تولید از دست‌رفته، بهبود کلیه شاخص‌های عنوان‌شده، افزایش بهره‌وری تولید. ایجاد قدرت بیشتر در صنعت

ردیف	نویسنده/سال	مسئله مورد پژوهش	شاخص‌ها و تکنیک‌های معرفی شده
۶	شنوی، ۲۰۱۶	پیشگیری از خطا: ابزار مؤثر برای اثربخشی خروجی	آموزش کارمندان و نیروی کار، ماشین‌هایی که به‌درستی برنامه‌ریزی شده یا نصب شده و به‌روز هستند.
۷	دودک و شوپچک، ۲۰۰۹	روش پوکا-یوکه به‌عنوان ابزاری در حال بهبود کیفیت عملیات در فرایند	بهبود کیفیت عملیات و جلوگیری از اشتباهات با محدود کردن مراحل عملیات با استفاده از پوکا-یوکه
۸	نیرانجان، ۲۰۱۴	پیاده‌سازی پوکا یوکه در صنعت تولید هند توسط: توانمندی‌سازها، موانع و بررسی مبتنی بر پرسشنامه	شناسایی عوامل پشتیبان پوکا-یوکه
۹	پروف و همکاران، ۲۰۱۷	پوکا-یوکه برای تشخیص پین فیلتر در بدن دارنده نازل با استفاده از PLC	تولید محصول با کیفیت، بدون نقص، استفاده از کنترلر منطقی
۱۰	رانجان کومار و همکاران، ۲۰۱۶	تکنیک، روش و طراحی پوکا یوکا	محدود کردن اشتباهات و تکنیکی برای جلوگیری از خطاهای انسانی (حذف علل ریشه‌ای خطا)
۱۱	بیسواس و آبیچیت، ۲۰۱۶	استفاده از پوکا-یوکه برای توسعه شرکت‌های کوچک و متوسط	استفاده از سیستم هشداردهنده، افزایش کیفیت محصول، حداقل ضایعات
۱۲	راجندرا و همکاران، ۲۰۱۳	اجرای پوکا-یوکه برای دستیابی به نقص صفر در خط مونتاژ یک شرکت محدود	دستیابی به نقص صفر در خط مونتاژ، توالی صحیح عملکرد و بهبود کیفیت، بهبود نیروی انسانی و هزینه‌ها
۱۳	آجای راتی، ۲۰۱۳	شناسایی فعال‌کننده‌های پوکا یوکه	بهبود کیفیت
۱۴	شاهین و قاسم‌آقایی، ۲۰۱۰	خط‌ناپذیرسازی سرویس	طراحی کیفیت اثربخش، ایمن‌سازی خدمات با تکنیک پوکا-یوکه
۱۵	پاریکشیت و همکاران، ۲۰۱۳	مروری در مورد پوکا یوکه: ایده انقلابی در مدیریت تولید	تولید با کیفیت بالا و بدون نقص
۱۶	ولماریناجان و	تولید ناب در مونتاژ شاسی از	تولید ناب در مونتاژ شاسی با پوکا-یوکه

ردیف	نویسنده/سال	مسئله مورد پژوهش	شاخص‌ها و تکنیک‌های معرفی شده
	همکاران، ۲۰۱۳	طریق پوکایوکه	
۱۷	وارون، ۲۰۱۶	پیشگیری از خطا: ابزار مؤثر برای اثربخشی خروجی	اثبات اشتباهات و شناسایی خطاهای انسانی در جهت رونق سازمان
۱۸	قاضی زاده فرد، ۱۳۸۵	بررسی مسائل و مشکلات ایجاد و به کارگیری سیستم‌های اطلاعات مدیریت در کشور با تمرکز بر موانع انسانی در سازمان‌های دولتی	از سیستم‌های اطلاعات مدیریت به عنوان یک ابزار خوب مدیریتی و مؤثر در امر تصمیم‌گیری بهره‌گیری در جهت توسعه و پیشرفت و ترقی
۱۹	رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۸۹	بررسی کارایی و چالش‌های موجود در سیستم اطلاعاتی مدیریت	پرورش چندمنظوره کارکنان، جهانی شدن، مدیریت دانش، مدیریت کیفیت جامع، سازمان یادگیرنده، سازمان استراتژی محور، مهندسی مدیریت پروژه، طراحی ساختار سازمانی، طراحی سیستم‌های تولید بسیار انعطاف پذیر با محوریت اطلاعات شامل تولید ناب و به هنگام، چابک، مدیریت زنجیره عرضه، لزوم سازگاری فرهنگ قوی و طرح پرسشی در خصوص جایگاه سیستم اطلاعات مدیریت در چرخه مدیریت بهره‌وری

همان‌گونه که از جدول ۱ قابل مشاهده است پژوهشگران مختلف به راهکارها و تکنیک‌های مختلفی به منظور توسعه خطاناپذیرسازی توجه کرده‌اند. از این رو در این پژوهش قصد داریم این راهکارها را به شکل منسجمی دسته‌بندی نموده و به کمک تکنیک بهترین-بدترین آنها را اولویت‌بندی نماییم. در ادامه، در قالب مراحل مختلف اجرای این روش به اولویت‌بندی راهکارهای توسعه خطاناپذیرسازی در سامانه‌های اطلاعاتی خواهیم پرداخت. چارچوب کلی روش پژوهش را در بخش بعدی بررسی خواهیم کرد.

روش

سیستم‌های خطا ناپذیر به‌طور خودکار فرایند انجام کار را متوقف می‌کنند و از این‌رو از تولید نقص در شرایط غیرطبیعی جلوگیری می‌کنند (برونو جی^۱، ۲۰۱۶). این سیستم‌ها دارای دو کارکرد اساسی هستند؛ کارکرد اول، کنترل صد درصد است یعنی این توانایی را در شناسایی موارد نامنطبق به‌صورت کامل در سیستم ایجاد می‌کند. کارکرد دوم، انجام کنترل و بازرسی است به‌گونه‌ای که اگر ناهنجاری‌ها رخ دهد می‌توانند بازخورد داده و اقدام فوری انجام دهند. این روش از این‌رو مؤثرتر است که با کنترل ریشه اصلی مشکل ترکیب می‌شود و در نتیجه از اشتباهات ناشی از نقص جلوگیری می‌کند و به‌طور کلی آن را می‌توان به‌عنوان وسیله یا واسطه‌ای تعریف کرد که مانع از بروز خطا در ایجاد نقص می‌شود (شینگو^۲، ۱۹۸۶).

تسو و چن^۳ (۲۰۰۵) یک مدل پویا برای ارزیابی اثر خطاناپذیرسازی در یک سیستم تولید ارائه کردند. نتایج مدل‌سازی آن‌ها نشان داد که این تکنیک به‌طور کلی در کمک به کسب و کارها رضایت‌بخش است. وقتی یک اشتباه در فرآیند به وجود می‌آید یکی از چهار پیامد زیر روی می‌دهد:

کنترل: به معنای خودکنترلی، یعنی اصلاً اجازه خطا داده نمی‌شود. (مثلاً استفاده از سه شاخه مخصوص گوشی‌های تلفن).

توقف: در صورت بروز خطا فعالیت متوقف می‌شود. (به‌عنوان نمونه چشم الکترونیکی به توقف فرایند منجر می‌شود).

اخطار، هشدار: در صورت بروز خطا سیستم هشدار می‌دهد (سیستم هشداردهنده در زمان نبستن کمر بند ایمنی).

اعلام خطر حسی: تشخیص خطا به‌وسیله حواس ۵ گانه انسان.

-
1. Bruno
 2. Shingo
 3. Tsou & Chen

سیستم‌های خطاناپذیرساز از سنسورها یا ابزار کنترلی در فرایند استفاده می‌کنند تا اشتباهاتی که ممکن است از دید اپراتور یا مونتاژکاران مخفی بماند را شناسایی کنند. یک سیستم هشدار دهنده به اپراتور هشدار می‌دهد تا ماشین را متوقف کند و یا مشکل را ردیابی کند. چنانچه سیستم پوکایو که در بازرسی‌های منشائی استفاده شود، جلوی اشتباه را قبل از اینکه فرایند قطعه معیوبی تولید کند، می‌گیرد. این سیستم با دو روش فرایند را تنظیم می‌کند تا از ایجاد خطا در فرایند جلوگیری کند؛ در یک سیستم کنترلی، هنگامی که یک بی‌نظمی اتفاق بیفتد ابزار را متوقف می‌کند و یا یک گیره را بر روی قطعه قفل می‌کند و جلوی حرکت آن را می‌گیرد. هدف از این روش، حذف یا کم کردن خطاهای انسانی در فرایندهای تولید و مدیریت در نتیجه ناهنجاری‌های ذهنی و فیزیکی انسان است. درواقع، خطاهای مستقل را حذف می‌کند. ایده اصلی این روش پیشگیری از علل است که ممکن است در اشتباهات و استفاده از سیستم کنترل نسبتاً ارزان برای تعیین سازگاری محصول با مدل استفاده شود. پیشگیری از نقص در فرایند قبل از ظهور، بهترین راه کاهش ضایعات است و بنابراین هزینه‌ها را کاهش می‌دهد (ام دودک^۱، ۲۰۰۹).

سیستم پوکایو که شامل سه روش اصلی ارتباط، شمارش و توالی حرکت است که هر کدام از روش‌ها در یک مکانیزم کنترل‌کننده و هشداردهنده می‌تواند استفاده شود. رویکردی که از ابزارهای اتوماتیک و یا روش‌هایی برای جلوگیری از خطاهای ساده انسانی و ماشینی بهره می‌برد. منشأ این خطاها می‌تواند عدم درک مسائل، فراموشی، خطا در شناسایی، عدم تجربه و تمرکز حواس، تأخیرات و ... باشد برای مثال:

۱. در عملیات دستی که به کارگر هشیار و گوش‌به‌زنگ نیاز دارد.
۲. هنگامی که خطا می‌تواند به از دست دادن جایگاه شغلی منجر شود.
۳. هنگامی که عملیات به تنظیم نیاز دارد.
۴. هنگامی که صفات و ویژگی‌ها به جای اندازه‌گیری اهمیت دارند.
۵. هنگامی که هزینه آموزش و چرخش شغلی پرسنل بالا باشد.

۶. هنگامی که مشتری خطا می‌کند و تولیدکننده را مقصر می‌داند.
۷. هنگامی که برخی علت‌های خرابی قابلیت تکرار دارند.
۸. هنگامی که نقص‌های خارجی هزینه نقص‌های داخلی را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد (رسیدن کالای معیوب به دست مشتری).

روش بهترین-بدترین

روش بهترین-بدترین^۱، روشی جدید در فرایند تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که برای اولین بار توسط رضایی^۲ (۲۰۱۵) ارائه شد. کاربرد اصلی این روش در انتخاب گزینه بهینه یا وزن دهی مناسب به معیارها در تصمیم‌گیری است. همچنین این تکنیک جایگزین ساده‌ای برای روش تحلیل سلسله‌مراتبی^۳ است. رضایی (۲۰۱۵) اثبات کرد که برای مدل‌هایی که بیشتر از سه معیار دارند ممکن است جواب بهینه چندگانه وجود داشته باشد بنابراین با تبدیل برنامه‌ریزی غیرخطی به برنامه‌ریزی خطی، علاوه بر رفع شدن این موارد، پاسخ‌هایی با دقت بیشتر نیز می‌توان ارائه داد. از مزایای روش بهترین-بدترین نسبت به روشی چون تحلیل سلسله‌مراتبی این است که اولاً، تعداد مقایسات زوجی کمتر می‌باشد و ثانیاً، قابلیت اطمینان این روش نسبت به تحلیل سلسله‌مراتبی بالاتر است (مسلم و همکاران^۴، ۲۰۲۰).

از جمله ویژگی‌های برجسته روش ارائه‌شده نسبت به سایر روش‌های^۵ تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- این روش به داده‌های مقایسه‌ای کمتر نیاز دارد.
- این روش به مقایسه‌ای پایدارتر و استوارتری منجر می‌شود، بدین معنی که جواب‌های قابل اطمینان‌تری به دست می‌آید.

1. Best-Worst Method(BWM)
2. Rezaei
3. Analytical Hierarchy Process
4. Moslem et al.
5. Multiple Criteria Decision Making

در یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره، تعدادی از متغیرها با توجه به تعدادی از معیارها برای انتخاب بهترین متغیر ارزیابی می‌شوند. در روش بهترین-بدترین، بهترین معیار (مطلوبیت و اهمیت بیشتر) و بدترین معیار (کمترین مطلوبیت و کمترین اهمیت) توسط تصمیم‌گیرندگان مشخص می‌شوند. سپس مقایسه زوجی بین دو معیار (بهترین و بدترین) و دیگر معیارها انجام می‌شود. بزرگ‌ترین مشکل فرموله کردن و حل کردن برای تعیین وزن معیارهای مختلف می‌باشد. وزن متغیرها با توجه به معیارهای مختلف با استفاده از فرایند مشابه به دست می‌آید. امتیاز نهایی متغیرها به وسیله مجموع وزن‌های دستگاه‌های مختلف معیارها و متغیرها استنتاج می‌شود، در نهایت متغیری که بیشترین امتیاز را داشته باشد به‌عنوان بهترین متغیر انتخاب می‌شود (رضایی، ۲۰۱۵). گام‌های اصلی این روش شامل موارد زیر است.

مرحله ۱: تعیین یک مجموعه از معیارهای تصمیم‌گیری

در این مرحله معیارهای مؤثر در توسعه راهکارهای خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی را با توجه به نظر کاربران مختلف سیستم‌های اطلاعاتی تعیین می‌گردد.

مرحله ۲: تعیین بهترین معیار (معیاری که بیشتر اهمیت دارد و مورد پسند است) و بدترین معیار (معیاری که کمترین اهمیت را دارد و کمتر مورد پسند است).

در این مرحله تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین معیار را به صورت کلی تعریف می‌کند. در این مرحله، مقایسه‌ای وجود ندارد.

مرحله ۳: تعیین برتری بهترین معیار بر دیگر معیارها با استفاده از دادن امتیازی بین ۱ تا ۹، نتایج بردار بهترین به دیگر معیارها به صورت رابطه ۱ است:

$$A_{Bj} = (a_{B1} \text{ و } a_{B2} \dots \text{ و } a_{Bn}) \quad \text{رابطه ۱}$$

که A_{Bj} اشاره می‌کند به برتری بهترین معیار B بر معیار j و $A_{BB} = 1$ می‌باشد.

مرحله ۴: تعیین برتری همه معیارها به بدترین معیار با استفاده از دادن امتیاز بین ۱ تا ۹، نتایج بردار بدترین به دیگر معیارها به صورت رابطه ۲ است:

$$A_{jw} = (a_{1w} \ a_{2w} \ \dots \ a_{nw})^T \quad \text{رابطه ۲}$$

که A_{jw} اشاره می‌کند به برتری معیار j بر بدترین معیار w و $A_{ww} = 1$ می‌باشد.

مرحله ۵: پیدا کردن وزن بهینه $(w_1^* \ w_2^* \ \dots \ w_n^*)$

مجموع وزن بهینه برای معیارها برابر ۱ می‌باشد. برای هر جفت $\frac{W_j}{W_w}$ و $\frac{W_B}{W_j}$ ، ما داریم $\frac{W_j}{W_w} = a_{jw}$ و $\frac{W_B}{W_j} = a_{Bj}$. برای تعیین وزن بهینه معیارها ما باید راه حلی پیدا کنیم که بیشترین اختلاف بین $\left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right|$ و $\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right|$ را برای تمام j ها به حداقل برساند، که به صورت رابطه ۳ ارائه می‌شود:

$$\min \max \left\{ \left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right| \text{ و } \left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right| \right\} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$\sum_j W_j = 1$$

$$W_j \geq 0 \text{ for all } j$$

رابطه ۳ می‌تواند به صورت رابطه ۴ ارائه شود:

$$\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right| \leq \delta^* \text{ for all } j \quad \text{رابطه ۴}$$

$$\left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right| \leq \delta^* \text{ for all } j$$

$$\sum_j W_j = 1$$

$W_j \geq 0$ for all j

با حل کردن رابطه ۴ وزن بهینه (W_1^* و W_2^* ... و W_n^*) و δ^* به دست می‌آید. با استفاده از δ^* یک نسبت سازگاری ارائه شده است. این واضح است که هر چه δ^* بزرگ‌تر باشد نسبت سازگاری بزرگ‌تر است و در نتیجه مقایسه از درجه اطمینان کمتری برخوردار می‌باشد.

مرحله ۶: اندازه‌گیری نرخ سازگاری

یک مقایسه کاملاً سازگار است وقتی که برای همه j ها $a_{Bj} \times a_{jW} = a_{BW}$ برقرار باشد. که a_{Bj} ، a_{jW} و a_{BW} به ترتیب شامل میزان برتری بهترین معیار بر معیار j ، میزان برتری معیار j بر بدترین معیار و میزان برتری بهترین معیار به بدترین معیار می‌باشد. اما ممکن است برای تعدادی از j ها رابطه $a_{Bj} \times a_{jW} = a_{BW}$ برقرار نباشد، که در این صورت نسبت سازگاری از رابطه ۵ محاسبه می‌شود، برای تعیین مقدار شاخص سازگاری با توجه به امتیاز برتری a_{BW} از جدول ۲ استفاده می‌شود.

$$\text{رابطه ۵} \quad \text{شاخص سازگاری} = \frac{\delta^*}{\text{شاخص سازگاری}}$$

جدول ۲. شاخص سازگاری

۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	a_{BW}
۵/۲۳	۴/۴۷	۳/۷۳	۳	۲/۳۰	۱/۶۳	۱	۰/۴۴	۰	شاخص سازگاری ($\max \delta^*$)

یک سامانه اطلاعاتی، مجموعه‌ای از نرم‌افزارها، سخت‌افزارها و به‌طور کلی اجزاء به‌هم پیوسته است که اطلاعات را برای ایجاد پشتیبانی از فرایند تصمیم‌گیری و نیز کنترل در یک کسب‌وکار، جمع‌آوری، بازیابی، پردازش، ذخیره و توزیع می‌کند. همچنین، وجود هماهنگی و کنترل در یک سامانه اطلاعاتی به کارکنان کمک می‌کند تا مشکلات را بهتر تحلیل کرده و موضوعات پیچیده و ارائه خدمات را با اثربخشی بیشتری انجام دهند. فعالیت‌های اصلی انجام گرفته در یک سامانه اطلاعاتی، بر پایه سه عنصر ورودی، پردازش

و خروجی آن سامانه استوار است. ورودی یک سامانه، داده خام است که در درون سازمان و یا از محیط خارجی آن جذب و جمع‌آوری می‌شود. پردازش، مرحله‌ای است که این ورودی خام را به شکل معناداری تبدیل می‌کند. خروجی، اطلاعات پردازش‌شده را به افرادی که از آن استفاده خواهند کرد و یا فعالیت‌هایی که این اطلاعات برای آن‌ها مورد استفاده قرار خواهد گرفت، منتقل می‌کند. سیستم‌های اطلاعاتی از طریق تأمین اطلاعاتی که به مدیران در اتخاذ تصمیمات بهتر کمک می‌کند، بنگاه را قادر می‌سازد که درآمد خود را افزایش داده یا هزینه‌هایش را کاهش دهد (پیکام و همکاران، ۱۳۹۵).

یافته‌ها

در این بخش بر پایه گام‌های پژوهش که در بخش قبلی مورد اشاره قرار گرفت، به ارائه نتایج پژوهش پرداخته می‌شود. در گام اول، به دسته‌بندی راهکارهای خطاناپذیرسازی در سامانه‌های اطلاعاتی خواهیم پرداخت. همان‌گونه که در نتایج گام اول مشاهده خواهید کرد راهکارهای کلان در ۹ بعد اصلی قابل دسته‌بندی خواهند بود. این ۹ بعد عبارت‌اند از: مدیریت کیفیت، قابلیت فناوری و نوآوری، شناسایی خطاهای انسانی، افزایش تجربه، گروه‌های کاری، توانمندی‌های مدیریتی و سازمانی، به‌روزرسانی سیستم‌ها، ایمنی و درنهایت تجارب بین‌المللی. اولویت‌بندی راهکارها به دو صورت اصلی انجام خواهد شد. در حالت اول ۹ بعد ذکر شده اولویت‌بندی خواهد شد و سپس در حالت دوم زیرمعیارهای هر یک از ۹ بعد به شکل جداگانه به کمک روش بهترین-بدترین اولویت‌بندی خواهند شد. در ادامه، به صورت گام‌به‌گام مراحل اولویت‌بندی را ارائه خواهیم کرد.

گام ۱: تعیین مجموعه معیارهای خطاناپذیرسازی

پس از تأیید روایی و پایایی پرسشنامه، مجموعه‌ای از معیارها برای خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی از منابع معتبر انتخاب و به صورت جدول زیر گردآوری شدند که از تکنیک‌های گروه اسمی برای انتخاب معیارهای خطاناپذیرسازی استفاده و مهم‌ترین معیارها از میان معیارهای گردآوری شده می‌باشند.

جدول ۳. معیارهای در نظر گرفته شده مرتبط با خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی

معیار اصلی	زیرمعیارها	مراجع اصلی
مدیریت کیفیت	طرح ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت	ویجانا و همکاران (۲۰۲۰)، آردین ^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، شخصی دربند و جرجانی مقدم (۱۳۹۵)
	کارکنان ماهر، تسهیلات و تجهیزات پیشرفته	
	شناسایی و مدیریت عملیات	
قابلیت فناوری و نوآوری	قابلیت طراحی	صفی‌خانی و مینو (۱۳۹۳)، پروف و همکاران (۲۰۱۷)، بیسواس و آبیجیت (۲۰۱۶)، راجندرا و همکاران (۲۰۱۳)
	قابلیت تکنیکی	
	اجرای مناسب چرخه بهره‌وری	
شناسایی خطاهای انسانی	بازرسی توسط دوربین	آجای راتی (۲۰۱۳)، ولماریناجان و همکاران (۲۰۱۳)، رضایی مقدم و همکاران (۱۳۸۹)
	استفاده از کنترلر	
	استفاده از سیستم هشداردهنده	
افزایش تجربه پرسنل	شناسایی و مدیریت خطاهای انسانی	وارون (۲۰۱۶)، راجندرا و همکاران (۲۰۱۳)، رانجان کومار و همکاران (۲۰۱۶)
	آموزش پرسنل	
	بازدید دوره‌ای از کارکرد کارکنان آزمون‌های دوره‌ای از کارکنان	
به کارگیری گروه‌های کاری	حقوق ذینفعان	صفی‌خانی و مینو (۱۳۹۳)، شنوی (۲۰۱۶)، امینی و میرزایی (۱۳۹۳)، آردین (۲۰۱۷)
	احترام به سیاست‌ها و قوانین	
	معیارهای اجتماعی کارکنان	
	نظارت بر کارکنان	
	حذف علل ریشه‌ای خطا	
	بهبود در بعد ذاتی داده	
	ارائه گزارش‌های دوره‌ای	
توانمندی‌های مدیریتی و سازمانی	پشتیبانی‌های مدیریتی	میرقاسمی و همکاران (۱۳۹۴)، ترکمنی (۱۳۹۵)، بیسواس و آبیجیت (۲۰۱۶)
	ظرفیت و تسهیلات دوره‌ای	
	تحقیق و توسعه	
	استفاده از رویکرد حل مسئله	
سیستم‌های به‌روز شده	آپدیت کردن دوره‌ای سیستم‌ها	

معیار اصلی	زیر معیارها	مراجع اصلی
	بهبود در بعد نمایشگری داده‌ها	اصفهان‌ی و همکاران (۲۰۲۰)، ارشادی و همکاران (۲۰۱۸)
	بهبود در بعد زمینه‌ای داده	
	به‌روزرسانی مستمر فرایند تولید داده‌ها	
افزایش ایمنی محیط کار	بهبود در زمینه ارگونومی	شخصی دربند و جرجانی مقدم (۱۳۹۵)، ولمازیناجان و همکاران (۲۰۱۳)
	بیمه و تسهیلات	
	شناسایی خطرات شغلی	
استفاده از تجارب بین‌المللی	روابط بلندمدت	پاریکشیت و همکاران (۲۰۱۳)، شاه (۲۰۱۹) و ویجایا و همکاران (۲۰۲۰)
	شهرت و اعتبار تأمین‌کنندگان	
	استفاده از سوابق گذشته	
	استفاده از دانش و تجربه بین‌المللی	
	سیستم‌های ارتباطی	
	شهرت و اعتبار محصول در بازار	

گام ۲: انتخاب بهترین (مهم‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) معیار

در مرحله بعد از خبرگان می‌خواهیم که در هر سطح از معیارهای تصمیم‌گیری بهترین_کم‌اهمیت‌ترین معیار را انتخاب کنند. سپس معیارهایی که بیشترین و کمترین رأی در هر سطح را توسط خبرگان بیاورند به ترتیب به‌عنوان بهترین_کم‌اهمیت‌ترین معیار انتخاب می‌شوند. در نمودار زیر بهترین معیار و کم‌اهمیت‌ترین معیار در هر سطح توسط خبرگان مشخص شده‌اند.

جدول ۴. بهترین و بدترین معیارها بر اساس نظر خبرگان

سطح معیارها	بهترین معیار	بدترین معیار
معیارهای اصلی	شناسایی خطاهای انسانی	به‌کارگیری گروه‌های کاری
مدیریت کیفیت	طرح‌ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت	شناسایی و مدیریت عملیات
قابلیت فناوری و نوآوری	اجرای مناسب چرخه بهره‌وری	قابلیت طراحی

سطح معیارها	بهترین معیار	بدترین معیار
شناسایی خطاهای انسانی	استفاده از سیستم هشداردهنده	بازرسی توسط دوربین
افزایش تجربه پرسنل	آموزش پرسنل	بازدید دوره‌ای از کارکرد کارکنان
به کارگیری گروه‌های کاری	نظارت بر کارکنان	احترام به سیاست‌ها و قوانین
شناسایی مشکلات	حذف علل ریشه‌ای خطا	بهبود در بعد ذاتی داده
توانمندی‌های مدیریتی و سازمانی	استفاده از رویکرد حل مسئله	پشتیبانی‌های مدیریتی
سیستم‌های به‌روز شده	به‌روزرسانی مستمر فرایند تولید داده‌ها	بهبود در بعد نمایشگری داده‌ها
افزایش ایمنی محیط کار	بهبود در زمینه ارگونومی	شناسایی خطرات شغلی
استفاده از تجارب بین‌المللی	استفاده از دانش و تجربه بین‌المللی	روابط بلندمدت

گام‌های ۳ و ۴: مقایسه زوجی معیارها با بهترین و بدترین معیار در هر سطح

باید توجه داشت که روش بهترین - بدترین، تعمیم‌یافته روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد که به منظور افزایش سازگاری قضاوت‌های زوجی تصمیم‌گیرندگان، تنها به مقایسه زوجی با بهترین و بدترین معیار در هر سطح می‌پردازد. از این رو در این تحقیق به منظور انجام مقایسات زوجی معیارها، از مقیاس ساعتی (۱۹۸۳) استفاده شده است. سپس به منظور جمع‌آوری نظرات، از مقایسات زوجی بهترین گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها و سایر گزینه‌ها نسبت به کم‌اهمیت‌ترین معیار در هر سطح (مورد استفاده در روش بهترین - بدترین) استفاده می‌کنیم. در گام بعد به تعیین بردار ارجحیت مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارها (در هر معیار) نسبت به دیگر معیارها و زیرمعیارها پرداخته می‌شود. برای تعیین این بردار، از خبرگان خواسته شده است تا ارجحیت مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارها را نسبت به سایر معیارها و زیرمعیارها از عدد ۱ تا ۹ مشخص نمایند و در نهایت، از داده‌های جمع‌آوری شده میانگین گرفته شده است.

پس از انجام مقایسات زوجی شاخص‌ها با یکدیگر، با استفاده از نرم‌افزار گمز وزن معیارهای اصلی مطابق با روش بهترین - بدترین محاسبه شده و در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۵. وزن اهمیت معیارهای اصلی مطابق با روش BWM

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار اصلی
۰,۳۰۸	۰,۳۱۲	۰,۳۴۰	۰,۲۸۴	مدیریت کیفیت
۰,۱۳۵	۰,۱۳۷	۰,۱۶۵	۰,۱۰۹	قابلیت فناوری و نوآوری
۰,۱۲۳	۰,۱۲۴	۰,۱۴۹	۰,۱۰۰	شناسایی خطاهای انسانی
۰,۰۷۸	۰,۰۷۹	۰,۰۸۶	۰,۰۷۱	افزایش تجربه پرسنل
۰,۰۶۹	۰,۰۷۰	۰,۰۸۹	۰,۰۵۱	به‌کارگیری گروه‌های کاری
۰,۰۷۳	۰,۰۷۴	۰,۰۹۰	۰,۰۵۷	شناسایی مشکلات
۰,۰۷۱	۰,۰۷۲	۰,۰۸۰	۰,۰۶۴	توانمندی‌های مدیریتی و سازمانی
۰,۰۵۲	۰,۰۵۳	۰,۰۶۷	۰,۰۳۹	سیستم‌های به‌روز شده
۰,۰۵۵	۰,۰۵۵	۰,۰۷۰	۰,۰۴۰	افزایش ایمنی محیط کار
۰,۰۳۵	۰,۰۳۶	۰,۰۳۹	۰,۰۳	استفاده از تجارب بین‌المللی

همچنین در این حالت $\epsilon=1/259$ محاسبه می‌شود؛ بنابراین، شاخص سازگاری برابر $0/28$ محاسبه می‌شود. (رضایی، ۲۰۱۵) متوسط شاخص سازگاری قابل قبول را برابر $0/35$ بیان کرد و از این رو ملاحظه می‌شود که ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی سازگار می‌باشند.

در جداول زیر وزن اهمیت معیارهای فرعی مربوط به هر کدام از معیارهای اصلی نشان داده شده است.

جدول ۶. وزن اهمیت معیارهای فرعی قابلیت فناوری و نوآوری مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۶۳۹	۰,۶۳۹	۰,۶۳۹	۰,۶۳۹	اجرای مناسب چرخه بهره‌وری
۰,۲۴۶	۰,۲۴۶	۰,۲۴۶	۰,۲۴۶	قابلیت تکنیکی
۰,۱۱۵	۰,۱۱۵	۰,۱۱۵	۰,۱۱۵	قابلیت طراحی

جدول ۷. وزن اهمیت معیارهای فرعی شناسایی خطاهای انسانی مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۴۵۲	۰,۴۵۲	۰,۴۶۱	۰,۴۴۳	استفاده از سیستم هشداردهنده
۰,۲۴۶	۰,۲۴۶	۰,۲۵۱	۰,۲۴۱	استفاده از کنترلر
۰,۰۹۹	۰,۰۹۹	۰,۱۰۱	۰,۰۹۷	بازرسی توسط دوربین
۰,۲۰۳	۰,۲۰۳	۰,۲۱۹	۰,۱۸۷	شناسایی و مدیریت خطاهای انسانی

جدول ۸. وزن اهمیت معیارهای به کارگیری گروه‌های کاری مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۴۵۲	۰,۴۵۲	۰,۴۶۱	۰,۴۴۳	نظارت بر کارکنان
۰,۲۴۶	۰,۲۴۶	۰,۲۵۱	۰,۲۴۱	احترام به سیاست‌ها و قوانین
۰,۰۹۹	۰,۰۹۹	۰,۱۰۱	۰,۰۹۷	معیارهای اجتماعی کارکنان
۰,۲۰۳	۰,۲۰۳	۰,۲۱۹	۰,۱۸۷	حقوق ذینفعان

جدول ۹. وزن اهمیت معیارهای توانمندی‌های مدیریتی و سازمانی مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۴۹۷	۰,۴۹۷	۰,۵۱۲	۰,۴۸۲	استفاده از رویکرد حل مسئله
۰,۰۹۶	۰,۰۹۶	۰,۰۹۹	۰,۰۹۳	تحقیق و توسعه
۰,۱۸۸	۰,۱۸۸	۰,۲۱۲	۰,۱۶۳	ظرفیت و تسهیلات دوره‌ای
۰,۲۱۹	۰,۲۱۹	۰,۲۲۵	۰,۲۱۲	پشتیبانی‌های مدیریتی

جدول ۱۰. وزن اهمیت معیارهای شناسایی مشکلات مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۵۹۸	۰,۵۹۸	۰,۵۹۸	۰,۵۹۸	حذف علل ریشه‌ای خطا
۰,۲۸۳	۰,۲۸۳	۰,۲۸۳	۰,۲۸۳	ارائه گزارش‌های دوره‌ای
۰,۱۱۹	۰,۱۱۹	۰,۱۱۹	۰,۱۱۹	بهبود در بعد ذاتی داده

جدول ۱۱. وزن اهمیت معیارهای مدیریت کیفیت مطابق روش BWM بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{maxWj + minWj}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۶۳۶	۰,۶۳۶	۰,۶۳۶	۰,۶۳۶	طرح‌ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت
۰,۲۴۳	۰,۲۴۳	۰,۲۴۳	۰,۲۴۳	کارکنان ماهر، تسهیلات و تجهیزات پیشرفته
۰,۱۲۰	۰,۱۲۰	۰,۱۲۰	۰,۱۲۰	شناسایی و مدیریت عملیات

جدول ۱۲. وزن اهمیت معیارهای مدیریت کیفیت مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{maxWj + minWj}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۵۴۸	۰,۵۴۸	۰,۵۶۱	۰,۵۳۵	به‌روزرسانی مستمر فرایند تولید داده‌ها
۰,۲۰۱	۰,۲۰۱	۰,۲۰۵	۰,۱۹۶	آپدیت کردن دوره‌ای سیستم‌ها
۰,۱۵۹	۰,۱۵۹	۰,۱۷۹	۰,۱۳۹	بهبود در بعد زمینه‌ای داده
۰,۰۹۲	۰,۰۹۲	۰,۰۹۴	۰,۰۹۰	بهبود در بعد نمایشگری داده‌ها

جدول ۱۳. وزن اهمیت معیارهای سیستم‌های به‌روز شده مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{maxWj + minWj}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۶۲۰	۰,۶۲۰	۰,۶۲۰	۰,۶۲۰	آموزش پرسنل
۰,۲۵۲	۰,۲۵۲	۰,۲۵۲	۰,۲۵۲	آزمون‌های دوره‌ای از کارکنان
۰,۱۲۸	۰,۱۲۸	۰,۱۲۸	۰,۱۲۸	بازدید دوره‌ای از کارکرد کارکنان

جدول ۱۴. وزن اهمیت معیارهای افزایش تجربه پرسنل مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{maxWj + minWj}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۳۸۲	۰,۳۸۲	۰,۴۰۰	۰,۳۶۵	استفاده از دانش و تجربه بین‌المللی
۰,۱۳۰	۰,۱۳۰	۰,۱۳۶	۰,۱۲۴	شهرت و اعتبار تأمین‌کنندگان
۰,۱۳۰	۰,۱۳۰	۰,۱۳۶	۰,۱۲۴	سیستم‌های ارتباطی

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۱۹۲	۰,۱۹۲	۰,۲۲۱	۰,۱۶۴	استفاده از سوابق گذشته
۰,۰۶۷	۰,۰۶۷	۰,۰۷۰	۰,۰۶۴	روابط بلندمدت
۰,۰۹۹	۰,۰۹۹	۰,۱۱۴	۰,۰۸۴	شهرت و اعتبار محصول در بازار

جدول ۱۵. وزن اهمیت معیارهای افزایش ایمنی محیط کار مطابق روش بهترین-بدترین

وزن نرمال شده	$\frac{\max W_j + \min W_j}{2}$	maxWj	minWj	معیار
۰,۵۸۹	۰,۵۸۹	۰,۵۸۹	۰,۵۸۹	بهبود در زمینه ارگونومی
۰,۲۶۳	۰,۲۶۳	۰,۲۶۳	۰,۲۶۳	بیمه و تسهیلات
۰,۱۴۸	۰,۱۴۸	۰,۱۴۸	۰,۱۴۸	شناسایی خطرات شغلی

از نتایج جدول ۱۶ مشاهده می‌شود که در همه حالات شاخص سازگاری کمتر از ۰,۳۵ می‌باشد و از این رو همه ماتریس‌های حاصل در روش بهترین-بدترین سازگار می‌باشند.

جدول ۱۶. شاخص سازگاری مقایسات زوجی معیارهای فرعی مربوط به هر کدام از معیارهای

اصلی در روش بهترین-بدترین

شاخص سازگاری	ε	معیار
۰,۱۳۶	۰,۳۴	مدیریت کیفیت
۰,۲۵	۰,۴۰۹	قابلیت فناوری و نوآوری
۰,۱۹	۰,۴۳۷	شناسایی خطاهای انسانی
۰,۲	۰,۴۷۳	افزایش تجربه پرسنل
۰,۱۴۶	۰,۳۳۶	به کارگیری گروه‌های کاری
۰,۱۳۳	۰,۳۰۷	شناسایی مشکلات
۰,۲۳	۰,۵۲۹	توانمندی‌های مدیریتی و سازمانی
۰,۱۵	۰,۲۴۵	سیستم‌های به‌روز شده
۰,۲۲۴	۰,۵۱۶	افزایش ایمنی محیط کار
۰,۳۴۱	۰,۳۴۱	استفاده از تجارب بین‌المللی

در نهایت با تجمیع اوزان اهمیت معیارهای اصلی و فرعی، وزن نهایی معیارهای فرعی که در ارزیابی شاخص‌های خطاناپذیرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح جدول زیر به دست می‌آید.

جدول ۱۷. وزن اهمیت معیارهای انتخاب شاخص‌های خطاناپذیرسازی

وزن شاخص	Wi	معیار فرعی	کدمعیار	معیار اصلی
۰/۱۹۶۸۱۲	w1	طرح‌ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت	C1	مدیریت کیفیت
۰/۰۷۵۷۶۸	w2	کارکنان ماهر، تسهیلات و تجهیزات پیشرفته	C2	
۰/۰۳۵۴۲	w3	شناسایی و مدیریت عملیات	C3	
۰/۰۶۱۰۲	w4	قابلیت طراحی	C4	قابلیت فناوری و نوآوری
۰/۰۳۳۲۱	w5	قابلیت تکنیکی	C5	
۰/۰۱۳۳۶۵	w6	اجرای مناسب چرخه بهره‌وری	C6	
۰/۰۲۷۴۰۵	w7	بازرسی توسط دوربین	C7	شناسایی خطاهای انسانی
۰/۰۶۱۱۳۱	w8	استفاده از کنترلر	C8	
۰/۰۱۱۸۸	w9	استفاده از سیستم هشداردهنده	C9	
۰/۰۲۳۱۲۴	w10	شناسایی و مدیریت خطاهای انسانی	C10	
۰/۰۲۶۹۳۷	w11	آموزش پرسنل	C11	افزایش تجربه پرسنل
۰/۰۳۹۸۵۸	w12	بازدید دوره‌ای از کارکرد کارکنان	C12	
۰/۰۱۴۲۷۴	w13	آزمون‌های دوره‌ای از کارکنان	C13	
۰/۰۱۷۱۶	w14	حقوق ذینفعان	C14	به کارگیری گروه‌های کاری
۰/۰۰۶۷۰۸	w15	احترام به سیاست‌ها و قوانین	C15	
۰/۰۴۱۲۶۲	w16	معیارهای اجتماعی کارکنان	C16	
۰/۰۱۹۵۲۷	w17	نظارت بر کارکنان	C17	
۰/۰۰۸۲۱۱	w18	حذف علل ریشه‌ای خطا	C18	شناسایی مشکلات
۰/۰۴۶۴۲۸	w19	بهبود در بعد ذاتی داده	C19	
۰/۰۱۷۷۳۹	w20	ارائه گزارش‌های دوره‌ای	C20	
۰/۰۰۸۷۶	w21	پشتیبانی‌های مدیریتی	C21	توانمندی‌های مدیریتی و
۰/۰۳۸۹۰۸	w22	ظرفیت و تسهیلات دوره‌ای	C22	

وزن شاخص	Wi	معیار فرعی	کد معیار	معیار اصلی
۰/۰۱۴۲۷۱	w23	تحقیق و توسعه	C23	سازمانی
۰/۰۱۱۲۸۹	w24	استفاده از رویکرد حل مسئله	C24	
۰/۰۰۶۵۳۲	w25	آپدیت کردن دوره‌ای سیستم‌ها	C25	سیستم‌های به‌روز شده
۰/۰۰۳۴۱۲۶	w26	بهبود در بعد نمایشگری داده‌ها	C26	
۰/۰۱۳۸۶	w27	بهبود در بعد زمینه‌ای داده	C27	
۰/۰۰۰۷۰۴	w28	به‌روزرسانی مستمر فرایند تولید داده‌ها	C28	
۰/۰۱۹۸۶۴	w29	بهبود در زمینه ارگونومی	C29	افزایش ایمنی محیط کار
۰/۰۰۶۷۶	w30	بیمه و تسهیلات	C30	
۰/۰۰۶۷۶	w31	شناسایی خطرات شغلی	C31	
۰/۰۰۹۹۸۴	w32	روابط بلندمدت	C32	استفاده از تجارب بین‌المللی
۰/۰۰۳۴۸۴	w33	شهرت و اعتبار تأمین‌کنندگان	C33	
۰/۰۰۵۱۴۸	w34	استفاده از سوابق گذشته	C34	
۰/۰۲۰۱۶	w35	استفاده از دانش و تجربه بین‌المللی	C35	
۰/۰۰۹۲۰۵	w36	سیستم‌های ارتباطی	C36	
۰/۰۰۵۱۸	w37	شهرت و اعتبار محصول در بازار	C37	

بنابراین نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که از بین ۱۰ استراتژی مورد استفاده در این تحقیق در رابطه با خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی، زیرمعیارهای طرح‌ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت (C1)، کارکنان ماهر، تسهیلات و تجهیزات پیشرفته (C2)، قابلیت طراحی (C4)، استفاده از کنترلر (C8) از نظر خبرگان مهم‌ترین معیارها می‌باشند. همچنین، روابط بلندمدت (C32) و سیستم‌های ارتباطی (C36) کم‌اهمیت‌ترین شاخص‌ها از نظر خبرگان بوده‌اند. در بخش بعدی نتایج به‌دست آمده را مورد بحث قرار خواهیم داد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، پس از جمع‌آوری و بررسی راهکارهای خطاناپذیرسازی سامانه‌های اطلاعاتی و همچنین دسته‌بندی آن‌ها، اولویت‌بندی این راهکارها به کمک روش بهترین-

بدترین انجام شد. برای این کار، بر پایه نظرات خبرگان حوزه سامانه‌های اطلاعاتی و به کمک پرسشنامه نظرات خبرگان جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد عوامل طرح‌ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت، کارکنان ماهر، تسهیلات و تجهیزات پیشرفته، قابلیت طراحی و در نهایت استفاده از کنترل‌کننده‌ها به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مطرح می‌باشند.

هدف دیگر این پژوهش، ایجاد یک استراتژی پیاده‌سازی است که باعث افزایش رضایت کاربر و پذیرش کاربر در هنگام اجرای سیستم‌های اطلاعاتی می‌شود. در این تحقیق پس از مرور جامع ادبیات تحقیق به شناسایی عوامل مؤثر بر خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی پرداخته شد؛ ۳۷ عامل شناسایی شد و سپس با نظر کارشناسان و خبرگان به ۱۰ دسته معیار اصلی با ۳۷ زیرمعیار به روش تکنیک‌های گروه اسمی تقسیم و تأییدیه نهایی شدند. در ادامه به تحلیل و بحث در خصوص مهم‌ترین ابعاد شناسایی شده خواهیم پرداخت.

از میان ابعاد اصلی، راهکارهای خطاناپذیرسازی مدیریت کیفیت و استقرار آن به‌عنوان یک اصلی‌ترین بعد دارای بالاترین اهمیت شناخته شد. امروزه رویکرد تحلیل ریشه^۱ در سازمان‌های مختلف به‌عنوان یک استراتژی اصلی پیشگیرانه در پیاده‌سازی هر سیستم مدیریت کیفیت مانند ایزو ۹۰۰۱، مدل تعالی سازمانی^۲ و ... شناخته می‌شود. این موضوع که به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر مدیریت کیفیت فراگیر محسوب می‌شود، در پژوهش‌های تازه به‌عنوان یک راهکار کلیدی در سامانه‌های اطلاعاتی مورد توجه است (پیکام و سلیمی‌فرد، ۱۳۹۵؛ ارشادی و همکاران، ۲۰۱۸). آردین^۳ و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهش خود تکنیک‌های رایج مدیریت کیفیت فراگیر و تولید ناب را در بهبود و ارتقاء سیستم‌های اطلاعاتی و دانش‌محور بسیار تأثیرگذار معرفی کرده که در بالابردن سطح نوآوری‌های سازمانی نیز مؤثر هستند. داسیلوا^۴ و همکاران (۲۰۲۰) به‌طور ویژه بر روی

1. Root Cause Analysis
2. EFQM
3. Arduin et al.
4. Da Silva

برخی تکنیک‌های مدیریت کیفیت فراگیر مانند تجزیه و تحلیل خرابی و شکست^۱ تکیه کرده و آن‌ها را در خطاناپذیرسازی در فرایندهای تحقیق و توسعه مورد بررسی قرار داده و در نهایت به عنوان روش‌های کارا معرفی کردند.

بعد دوم دارای اهمیت، قابلیت نوآوری و فناوری است که می‌تواند در سامانه‌های اطلاعاتی به خطاناپذیرسازی کمک فراوانی کند. استفاده از فهرست‌های کرکره‌ای از قبل طراحی شده، ارائه پیش‌فرض‌های مناسب برای اقلام اطلاعاتی و همچنین ساختارهای بهبود داده شده مدل داده می‌تواند رویکردهای فناورانه و نوآورانه را در سامانه‌های اطلاعاتی تقویت کند (آزروول و همکاران، ۲۰۱۸). از آنجا که بهبود قابلیت نوآوری و فناوری در یک سازمان با پرورش درست استعدادها و قابلیت‌ها آمیختگی زیادی دارد، نیاز است برای توسعه این بعد از خطاناپذیرسازی مباحث منابع انسانی، آموزش و توسعه مهارت‌ها نیز در نظر گرفته شود. بالاسوبراهمانیان^۲ (۲۰۱۹) در پژوهش خود پرورش نیروی انسانی چندمهارته و توجه به طیف مهارتی سازمان را در توسعه برنامه‌های خطاناپذیرسازی کاری حیاتی معرفی می‌کند که در نوآوری سازمانی به ویژه در حوزه فرایندی تأثیرگذار است. در این بعد قابلیت طراحی نسبت به سایر زیرمعیارها دارای بالاترین میزان اهمیت است. قابلیت طراحی جمعی (CSD^۳) به عنوان رویکردی است که امروزه در سیستم‌ها به منظور بهبود توأم استواری و قابلیت خطاناپذیرسازی به کار می‌رود. این نتیجه، با پژوهش شاه (۲۰۱۹) و ویجایا و همکاران^۴ (۲۰۲۰) همراستاست.

بعد سومی که از میان ابعاد گوناگون خطاناپذیرسازی دارای بالاترین اهمیت است، شناسایی خطاهای انسانی است. در این بعد، استفاده از کنترلر به عنوان یکی از مهم‌ترین زیرمعیارها دارای اهمیت بالاتری است. این بعد در پژوهش‌های پیشین در حوزه صنعت به عنوان یک بعد مهم در خطاناپذیرسازی مورد توجه بوده است. برای نمونه می‌توان به

-
1. Failure Mode and Effects Analysis
 2. Balasubrahmanyam
 3. Collective System Design
 4. Wijaya et al.

پژوهش موهارام^۱ (۲۰۱۹) در حوزه ماشین‌های روتاری و همچنین به نتایج ارائه‌شده توسط ویجانا و همکاران (۲۰۲۰) در حوزه صنعت جوشکاری اشاره کرد، استفاده از کنترل‌کننده‌ها را در چارچوب خطانپذیرسازی به‌عنوان یک معیار موردتوجه قرار داده‌اند. در عصر حاضر که در حوزه‌های گوناگون تکنولوژیک دارای پیچیدگی‌های روزافزون است، انسان‌ها یا کسب‌وکارها در سراسر جهان رویکرد استفاده از راه و روش آسان را در انجام وظایف خود یا اجرای فرایندهای خود موردتوجه قرار داده‌اند. در این میان، سامانه‌های اطلاعاتی نیز با پیشرفت‌های زیادی مواجه بوده‌اند تا روشی درست برای یافتن اطلاعات یا پردازش یک کار فراهم کنند تا دسترسی درست و وظیفه صحیح به کاربران داده شود. هرچند توسعه‌دهندگان سامانه‌های اطلاعاتی تا حدی پیش رفته‌اند و تکنیک‌هایی را به‌کاربرده‌اند که هیچ مشکلی در توسعه یا پیاده‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی ایجاد نشود، اما در عمل همواره مشکلات زیادی وجود دارد. باوجود این که در پژوهش‌های دیگر راهکارها و متدولوژی‌های گوناگونی برای توسعه سامانه‌های اطلاعاتی موردتوجه قرار گرفته‌اند، در این پژوهش مسئله از دیدگاه دیگری (خطانپذیرسازی) موردبررسی قرار گرفته است. از این‌رو، برپایه مطالعات پیشین راهکارهای خطانپذیرسازی سامانه‌های اطلاعاتی شناسایی و اولویت‌بندی شدند. همان‌گونه که در بخش‌های قبلی اشاره شد راهکارهای خطانپذیرسازی به‌عنوان یک بخش جدایی‌ناپذیر از مدیریت کیفیت فراگیر چارچوب مشخصی دارد که در صنایع گوناگون قابلیت توسعه و بومی‌سازی دارند. از آنجا که رویکرد اصلی این پژوهش معرفی و اولویت‌بندی ابعاد گوناگون خطانپذیرسازی در سامانه‌های اطلاعاتی است، لازم است پژوهشگران آتی در زمان کاربست نتایج این پژوهش موارد زیر را موردتوجه قرار دهند.

۱. اصول مدیریت کیفیت فراگیر از آنجا که جنبه‌های انسانی، سیستمی و سخت‌افزاری سامانه‌ها را به‌طور هم‌زمان پوشش می‌دهند در زمان طراحی باید موردتوجه

قرار گیرند. بالابودن ضریب اهمیت این بعد نشان از اهمیت بسیار بالای این موضوع در خطاناپذیرسازی سامانه‌های اطلاعاتی است.

۲. امروزه فناوری‌های نوین و رویکردهای پیشرفته در طراحی یک سامانه اطلاعاتی به کاربرده می‌شوند تا امکان هماهنگی با سایر سامانه‌ها ایجاد شود. این موضوع با وجود اینکه در افزایش رضایت کاربران تأثیر ویژه‌ای دارد، اما ممکن است برای سایر طراحان سامانه جذابیت داشته و برای سامانه طراحی شده مشکلات امنیتی ایجاد کند.

۳. از آنجا که نیازمندی‌های کاربران برای هر سامانه اطلاعاتی همواره در حال تغییر است و حتی از موقعیت جغرافیایی کاربران تأثیر می‌پذیرد، موانع فرهنگی کاربران در استفاده از سامانه‌های اطلاعاتی چه در زمان طراحی و چه در فازهای پیاده‌سازی باید بیش‌ازپیش موردتوجه قرار گیرد.

در پژوهش‌های آتی استفاده از تکنیک‌های تحلیل ریسک به‌عنوان یک بخش کلیدی قابل افزوده شدن به پوکایوکه در سامانه‌های اطلاعاتی و همچنین توسعه رویکردهای امنیت و کیفیت اطلاعات و برهم کنش‌های این رویکردها در خطاناپذیرسازی می‌توانند موردتوجه قرار گرفته و نتایج آن‌ها ارائه شود.

ORCID

Anita Hajizadeh

Mohammad Javad Ershadi

Mohammad Reza Nabatchian

 <https://orcid.org/0000-0003-2990-9026>

 <https://orcid.org/0000-0002-7006-7580>

 <http://orcid.org/0000-0002-4875-1351>

منابع

- امینی، موسی و میرزائی دریانی، شهرام. (۱۳۹۳). اولویت‌بندی روش‌ها و فنون نوین مدیریتی مؤثر بر بهبود بهره‌وری (مطالعه موردی: شعب بانک‌های دولتی و خصوصی شهر تبریز). *کنفرانس بین‌المللی حسابداری و مدیریت*، تهران، موسسه همایشگران مهر اشراق، مرکز همایش‌های دانشگاه تهران.
- پیکام، علیرضا و سلیمی فرد، خداکرم. (۱۳۹۵). ارائه چارچوبی برای بررسی عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر امنیت سامانه‌های اطلاعاتی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی. *مطالعات مدیریت کسب‌وکار هوشمند*، ۴(۱۶)، ۱۷۶-۱۴۷.
- ترکمنی، کیمیا. (۱۳۹۵). تأثیر مدیریت ضدخطاسازی پوکایوکه (POKA YOKE) بر روی عملکرد شغلی و شاخص‌های تولیدی (مطالعه موردی شرکت نورسازان مشهد). *چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت و حسابداری*، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.
- رضایی مقدم، سعید؛ کرباسیان، مهدی و امانی بابادی، بهمن. (۱۳۸۹). بررسی کارایی و چالش‌های موجود در سیستم اطلاعاتی مدیریت. *اولین همایش ملی فناوری‌های نوین در صنایع نفت و گاز*، امیدیه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه.
- شخصی دربند، حامد و جرجانی مقدم، زهره. (۱۳۹۵). استفاده از تکنیک پوکایوکه در سیستم حمل‌ونقل ریلی درون‌شهری با رویکرد کاهش حوادث و خرابی‌ها. *هشتمین اجلاس آسیایی جامعه ایمن و اولین اجلاس منطقه‌ای جامعه ایمن مشهد ۲۰۱۷*، مشهد، شهرداری مشهد.
- صفی‌خانی، محمود و مینو، علیرضا. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر تکنیک پوکایوکه بر روی شاخص‌های تولید در صنعت خودروسازی (مطالعه موردی: شرکت سایپا). *کنفرانس بین‌المللی مدیریت در قرن ۲۱*، تهران، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا.
- قاضی‌زاده فرد، سید ضیاء‌الدین. (۱۳۸۵). بررسی مسائل و مشکلات ایجاد و به‌کارگیری سیستم‌های اطلاعات مدیریت (MIS) در کشور (با تمرکز بر موانع انسانی در سازمان‌های دولتی). *دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت فناوری اطلاعات و توسعه*، تهران، هتل المپیک.

میرقاسمی پیرمحلہ، سمیرا و محسن محمد نوربخش لنگرودی، ۱۳۹۴، تعیین و بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی سازمان‌های خدماتی در به کارگیری مفاهیم تولید ناب مطالعه موردی بیمارستان شهید انصاری رودسر. سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت چالش‌ها و راهکارها، شیراز، مرکز همایش‌های علمی همایش نگار.

References

- Rathee, A. Kumar, S., Bhardwaj D., & Haleem A. (2013). Identification of enablers of Poka-Yoke: A review. *IJRIT International Journal of Research in Information Technology*, 1(8), 209-217.
- Antonelli, D., & Stadnicka, D. (2019). Predicting and preventing mistakes in human-robot collaborative assembly. *IFAC-Papers On-line*, 52(13), 743-748.
- Arduin, P. E., Kabeche, D., & Sali, M. (2017). Innovative solutions for information and knowledge systems security: A total quality management perspective. In *ECKM 2017 18th European Conference on Knowledge Management*. Academic Conferences and publishing limited.
- Azeroual, O., Gunter S., & Eike S. (2018). Analyzing data quality issues in research information systems via data profiling. *International Journal of Information Management*, 41,50-56.
- Biswas, A. C. (2016). Using Poka-Yoke for the development of SMEs. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 5(9), 15-18.
- Breunig, C., Kummer, M., Ohnemus, J., & Viete, S. (2020). Information technology outsourcing and firm productivity: eliminating bias from selective missingness in the dependent variable. *The Econometrics Journal*, 23(1), 88-114.
- Bruno, G. R., Martin T. S. (2016). Lean and industry 4.0-twins, partners, or contenders? A due clarification regarding the supposed clash of two production Systems. *Journal of Service Science and Management*, 9(6),485-500.
- Castaneda, P., & Mauricio, D. (2020). New factors affecting productivity of the software factory. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach (IJITSA)*, 13(1), 1-26.
- Da Silva, L. H. S., Rodrigues, L. C. A., Diogenes, A., Abrantes, A. C. T. G., erto Baptista, A., & de Araújo Ponte, H. (2020). A risk reduction approach for academic research labs: A case study on naphthenic corrosion. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 104061.

- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 3(1), 60-95.
- Dudek-Burlikowska, D. S. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1), 95-102.
- Erdil, N. O., Shekhar, S., & Shah, A. (2019). Preventing medication errors using lean and six SIGMA. *American Society for Engineering Management (ASEM)*. 1-6.
- Ershadi, M. J., Aiiasi, R., & Kazemi, S. (2018). Root cause analysis in quality problem solving of research information systems: a case study. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 24(2), 284-299.
- Esfahani, A. A., Ershadi, M. J., & Azizi, A. (2020). Monitoring indicators of research data using I-MR control charts.
- Katarina, H., & Valeria, M. (2019). Specifics of monitoring and analysing emergencies in information systems. *13th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport*, High Tatras, Novy Smokovec – Grand Hotel Bellevue, Slovak Republic.
- Moslem, S., Farooq, D., Ghorbanzadeh, O., & Blaschke, T. (2020). Application of the AHP-BWM model for evaluating driver behavior factors related to road safety: A Case Study for Budapest. *Symmetry*, 12(2), 243.
- Muharam, M., & Latif, M. (2019). Design of poka-yoke system based on fuzzy neural network for rotary-machinery monitoring. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 602(1), 012003.
- Niranjan1, Y. S. (2014). Implementation of poka-yoke in Indian manufacturing industry by: enablers, barriers and questionnaire based survey, *International Journal of R&D in Engineering, Science and Managemnet*, 1(7), 147-155.
- Parikshit, S. P., Sangappa, P. P., & Burali Y.N. (2013). Review paper on 'Poka Yoke: The revolutionary idea in total productive management, Research Inventy. *International Journal Of Engineering And Science*, 2(4), 19-24.
- Pradeep, K. B. (2012). *Problems when implementing information systems*. (Master's (one year) thesis in Informatics). University Of BORAS.
- Patil, S. Arati, A., & Pingle, S. (2017). Poka Yoke for filter pin detection in nozzle holder body using PLC. *International Journals of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 7(6), 345-354.

- Puvasvaran, A. P., Jamibollah, N., Norazlin, N., & Adibah, R. (2014). Poka-Yoke integration into process FMEA. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(7), 66-73.
- Kumar, R., Dwivedi, R. K., & Verma, A. (2016). Poka-yoke technique, methodology & design. *Indian Journal of Engineering*, 13(33), 362-370.
- Rajendra, G., Suprabha, R. & Mahesha, C. R. (2013). Implementation of poka-yoke to achieve zero defects in an assembly line of a limited company. *Int. J. Business and Systems Research*, 7(2), 146-157.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Ribeiro, J., Saurin, T., & Vidor, G., (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31, 358– 366.
- Saaty, T.H., (1983). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Shah, S. (2019). *Using the collective system design approach to facilitate a sustainable manufacturing system*. (Doctoral dissertation). Purdue University Graduate School.
- Shenoy. V. (2016). Error proofing: Effective tool for output efficiency. *International Journal of Engineering Research and Modern Education (IJERME)*, 1(1), 2455 – 4200.
- Shingo, S. (1986). *Zero quality control: Source inspection and the Poka-Yoke system* (A. P. Dillon, Trans.), Productivity Press, Cambridge, MA.
- Tsou, J. C., and Chen, J. M. (2005). Dynamic model for a defective production system with Poka-Yoke. *The Journal of the Operational Research Society*, 56(7), 799–803.
- Velmanirajan, k., Rajaraman, G., Karthikeyan, S. K., & Dinesh, D. (2013). Lean manufacturing in chassis assembly through Poka-Yoke. *International Journal of Technology Enhancement and Emerging Engineering Research*, 1(1), 31-36.
- Zhang, A. (2014). Quality improvement through Poka-Yoke: from engineering design to information system design. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 8(2), 147–159.
- Amini, M., & Mirzaei Daryani, S. (2014). Prioritization of new management methods and techniques affecting productivity improvement (case study: Tabriz public and private bank branches. *International Conference on Accounting and Management, Tehran*, Mehr Ishraq Conference Institute, University Conference Center Tehran. [In Persian]
- Peykam, A., Salimi Fard, K. (1395). Provide a framework for investigating internal organizational factors affecting the security of information

- systems using fuzzy hierarchical analysis. *Intelligent Business Management Studies*, 4 (16), 147-176. [In Persian]
- Turkmen, K. (2016). The impact of POKA-YOKE anti-corruption management on job performance and production indicators (case study of Noorsazan Mashhad. *4th International Conference on Applied Research in Management and Accounting*, Tehran, Shahid Beheshti University. [In Persian]
- Rezaei Moghadam, S., Karbasian, M., & Amani Babadi, B. (2010). A study of efficiency and challenges in management information system. *First National Conference on New Technologies in Oil and Gas Industries*, Omidieh, Islamic Azad University, Omidieh Branch. [In Persian]
- Darbandi, H., & Jorjani Moghadam, Z. (2016). Using Poka-yoke technique in intra-city rail transportation system with the approach of reducing accidents and breakdowns. *8th Asian Summit of Safe Society and the first regional meeting of Safe Society of Mashhad 2017*, Mashhad, Mashhad Municipality. [In Persian]
- Safikhani, Mahmoud and Alireza Minoo, 2014, The study of the effect of Puka-Yoke technique on production indicators in the automotive industry (Case study: Saipa Company), *International Management Conference in the 21st Century*, Tehran, Vira Capital Institute of Managers. [In Persian]
- Ghazizadeh Fard, S. Z. (2006). Investigating the problems of establishing and using management information systems (MIS) in the country (focusing on human barriers in government organizations). *2nd International Conference on Information Technology Management and Development*, Tehran, Hotel Olympic. [In Persian]
- Mir Ghasemi Pir Mahalleh, S., & Noor Bakhsh, M., & Langroudi, M. (2015). Determining and examining the effective factors in evaluating service organizations in applying the concepts of lean manufacturing Case study of Shahid Ansari Rudsar Hospital. *3rd International Conference on Management of Challenges and Solutions*, Shiraz, Conference Center Scientific Conference. [In Persian]

استناد به این مقاله: حاجی‌زاده، آنتیا، ارشادی، محمدجواد، نبات‌چیان، محمدرضا. (۱۴۰۰). توسعه راهکارهای خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی به کمک روش بهترین-بدترین، مطالعات مدیریت کسب وکار هوشمند، ۱۰(۳۷)، ۶۹-۱۰۸. DOI: 10.22054/IMS.2020.49864.1689



Journal of Business Intelligence Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License..

