Journal of Business Intelligence Management Studies
Vol. 10, No.37, Autumn 2021
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/IMS.2020.49864.1689

ATU PRESS

Original Research
Received: 2020/ 03/03 Revised: 2020/09/23 Accepted: 2020/11/10
ISSN: 1735/112X eISSN: 2538-2527

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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقاله پژوهشی
تاریخ ارسال: ۹۸/۱۲/۱۳
تاریخ بازنگری: ۹۹/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۲۰
ISSN: 1735/112X
eISSN: 2538-2527

مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند
سال دهم، شماره ۳۷، پاییز ۱۴۰۰، ص ۶۹ تا ۱۰۸
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/IMS.2020.49864.1689

توسعه راهکارهای خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی به کمک روش بهترین-بدترین

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

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

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

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

* نویسنده مسئول: Ershadi@irandoc.ac.ir

مورد توجه قرار گیرند. همچنین، ارائه پیش‌فرض‌های مناسب برای اقلام 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

خطاناپذیرسازی مفهومی است که برای نخستین بار توسطشی جی یو شینگو[1] 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[2] 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[3]، 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 به‌صورت 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، دوباره‌کاری، ضایعات و حادثه جلوگیری خواهد نمود (آنتونلی و استادنیکا[4]، 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[1]، 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 استادنیکا، ۲۰۱۹). پوکایوکه را می‌توان در هرکجا که پتانسیل‌های وقوع خطا وجود دارد، استفاده کرد (آیشواریا و کورهادی[2]، 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 شده است.

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. خطاناپذیرسازی بر ارائه راهکارهایی متمرکز است که تاحد 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 یافته است اما در حوزه فناوری اطلاعات، کمتر موردتوجه قرار گرفته است. در عصر فناوری، هر سازمان و یا فردی نیاز به حرکت به‌سوی سامانه‌های اطلاعاتی و یا حتی به‌روزرسانی سیستم‌های اطلاعاتی خود دارد. از سوی دیگر، طراحی پیچیده و لزوم کاربرمداری سامانه‌های اطلاعاتی موجب شده است 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. (پرادیپ[1]، 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[2]، ۲۰۲۰). بنگاه‌هایی که به‌طور معقولانه در فناوری اطلاعات سرمایه‌گذاری کرده‌اند رشد مستمری در بهره‌وری و کارایی تجربه کرده‌اند (بروینینگ و همکاران[3]، ۲۰۲۰).

از دیگر سو، امروزه دیجیتال‌سازی بنگاه‌ها فرایندی است که به‌عنوان یکی از استراتژی‌های اصلی در حال فراگیرشدن 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 برگرفته 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 موردتوجه مدیران قرار گیرد تا از این راه سازمان‌ها بتوانند رضایت کاربران را افزایش داده و سهم بازار بیشتری کسب کنند.

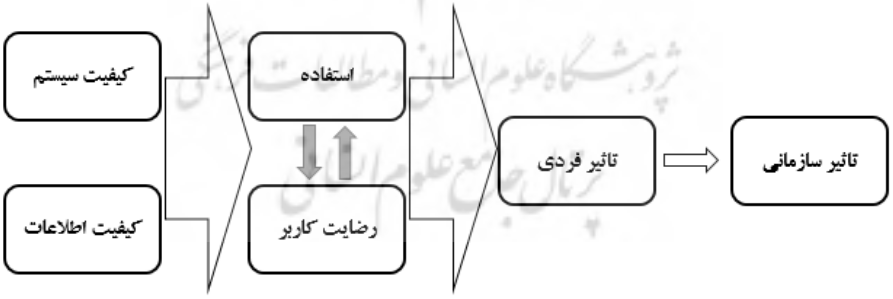
ازآنجاکه سامانه‌های اطلاعاتی به‌عنوان ابزاری قدرتمند، امکان ارتباط میان نیازمندی‌های کاربران و خدمات ارائه‌شده به آن‌ها را فراهم می‌کنند، خطاها و نقص‌های آن‌ها می‌تواند اثرات جبران‌ناپذیری بر جلب، حفظ و وفاداری کاربران داشته باشد. ازاین‌رو در این پژوهش، راهکارهای خظاناپذیر سازی سامانه‌های اطلاعاتی به‌عنوان یک راهبرد اصلی سازمان موردتوجه قرار گرفته است. همچنین ازآنجاکه هریک 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 موردنظر آن‌ها را استخراج کرده و در قالب پرسشنامه (محقق ساخته) به خبرگان ارائه داده می‌شود که با استفاده از تکنیک‌های گروه اسمی معیارها انتخاب‌شده و تایید نهایی می‌شوند. پس از تأیید روایی پرسشنامه توسط خبرگان حوزه فناوری اطلاعات، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده 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[1]، ۲۰۱۹). هدف این پژوهش، ایجاد یک استراتژی پیاده سازی 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 درنتیجه، 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 نه‌تنها در طراحی محصول و فرآیندها، بلکه به‌منظور کاهش نقص‌ها نیز به‌طور گسترده‌ای مورداستفاده قرار می‌گیرد. (ژانگ[2]، ۲۰۱۴). انواع مختلفی از خطاناپذیرسازی وجود دارد که یکی از روش‌های اصلی آن تمرکز بر آموزش کارکنان و فرهنگ‌سازی دستورالعمل‌های عملیاتی است. به‌عنوان‌مثال، 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

ریبیررو و همکاران[1] (۲۰۱۲)، پوکایوکه را به‌عنوان ابزاری که مانع گزند احتمالی نسبت به کیفیت محصول یا نیروی انسانی می‌شود و یا به‌موقع آن‌ها را کشف می‌کند، تعریف کرده است و آن را دربرگیرنده سه نوع از ابزارهای فیزیکی، عملکردی و سمبلیک می‌داند. 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 به‌تازگی ایجادشده است"کشف" نامیده می‌شود. در اینجا چرخه خطاناپذیرسازی به‌عنوان معرفی روش‌های مناسب برای بهبود سیستم‌های اطلاعاتی و کاربرد آن‌ها مورد استفاده قرارگرفته است. ازاین‌رو، قسمت‌های اصلی خطاناپذیرسازی به‌صورت زیر معرفی می‌شوند:

- تعیین منبع یا علل بروز ضایعات به‌منظور شناسایی دلیل بروز خطاها، پیش از آنکه موجب به وجود آمدن عیوب بشوند. به‌عنوان‌مثال، می‌توان به پین اضافی تعبیه‌شده روی یک دستگاه به‌منظور جلوگیری از اشتباه بسته شدن قطعه کار است.

- بازرسی صد درصد قطعات با استفاده از یک تجهیز حساس ارزان‌قیمت مثل سوییچ‌های کنترل‌کننده.

- اقدام فوری برای متوقف کردن عملیات هنگام مشاهده خطا مثل نصب مدار قطع کننده‌ای که به‌طور خودکار ماشین را متوقف می‌کند.

عوامل مؤثر بر خطاناپذیرسازی عبارت‌اند از: هزینه‌بر بودن پیاده‌سازی، عدم آشنایی تولیدکنندگان با این روش و استفاده نادرست و بدون بهره از آن، برمبنای سادگی و خلاقیت نبودن، قابل‌اجرا نبودن. زیاد بودن تعداد متغیرها در یک فرآیند، فرصت‌های زیادی برای بروز خطا به وجود می‌آورد. ازجمله این متغیرهای می‌توان به دستورالعمل‌ها و استانداردهای ضعیف یا نامناسب، تجهیزات و دستگاه‌ها، مواد اولیه نامنطبق، فرسودگی ابزار و همچنین خطاهای انسانی اشاره نمود (پوواناسواران و همکاران[2]، ۲۰۱۴).

1. Ribeiro et al.
2. Puvanasvaran et al.

ازآنجاکه خطاهای انسانی در بسیاری از موارد موجب ایجاد خطا در فرایندهای کاری می‌شوند، بنابراین در ادامه عوامل انسانی بروز خطا که به‌نوعی پتانسیل‌های خطاناپذیرسازی هستند توضیح داده می‌شود (بالاسوبراهمانیان و همکاران[1]، ۲۰۱۹).

فراموشی: گاهی اوقات ما وقتی‌که نمی‌توانیم فکر خود را متمرکز کنیم، دچار خطا می‌شویم. به‌عنوان‌مثال، رئیس یک ایستگاه فراموش می‌کند که درب ورودی را ببندد.

خطاهای مربوط به‌اشتباه 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 تازه‌کاران: خطاهای ناشی از نداشتن تجربه.

خطاهای خودسرانه: گاهی اوقات خطاها به‌این‌علت به وجود می‌آیند که ما تحت شرایط خاصی تصمیم می‌گیریم که به قوانین تعیین‌شده بی‌توجهی کنیم به‌عنوان‌مثال: سر چهارراه از چراغ‌قرمز عبور می‌کنیم.

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

خطاهای مربوط به‌کندی 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 ازآنچه مورد انتظار است کار می‌کنند. مثل ازکارافتادگی بدون اعلام‌خطر. راه‌حل در این‌گونه 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.

1. Balasubrahmanyam et al.

پژوهش‌های مختلف به‌منظور 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 موردپژوهش	شاخص‌ها و تکنیک‌های معرفی شده
۱	ترکمنی، ۱۳۹۵	تأثیر مدیریت ضدخطا سازی (پوکایوکه POKA YOKE) برروی 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 حمل‌ونقل ریلی درون‌شهری 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 به‌کارگیری 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 پوکا یوکه 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 ازدست‌رفته، بهبود کلیه شاخص‌های عنوان‌شده، افزایش بهره‌وری تولید. ایجاد قدرت بیشتر در صنعت

ردیف	نویسنده/سال	مسئله موردپژوهش	شاخص‌ها و تکنیک‌های معرفی شده
۶	شنوی، ۲۰۱۶	پیشگیری از خطا: ابزار مؤثر برای اثربخشی خروجی	آموزش کارمندان و نیروی کار، ماشین‌هایی که به‌درستی برنامه‌ریزی‌شده یا نصب‌شده و به‌روز هستند.
۷	دودک و شویچک، 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: توانمندسازها، 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 باکیفیت، 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 آبیجیت، 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 صفردرخط 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	خطاناپذیرسازی سرویس	طراحی کیفیت اثربخش، ایمن سازی خدمات با تکنیک پوکا-یوکه
۱۵	پاریکشیت و همکاران، ۲۰۱۳	مروری در مورد پوکایوکه: 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 موردپژوهش	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 به‌کارگیری سیستم‌های اطلاعات مدیریت در کشور با تمرکز بر موانع انسانی در سازمان‌های دولتی	از سیستم‌های اطلاعات مدیریت به‌عنوان یک ابزار خوب مدیریتی و مؤثر در امر تصمیم‌گیری بهره‌گیری درجهت توسعه و پیشرفت و ترقی
۱۹	رضایی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۹	بررسی کارایی و چالش‌های موجود در سیستم اطلاعاتی مدیریت	پرورش چندمنظوره کارکنان، جهانی‌شدن، مدیریت دانش، مدیریت کیفیت جامع، سازمان یادگیرنده، سازمان استراتژی محور، مهندسی مدیریت پروژه، طراحی ساختار سازمانی، طراحی سیستم‌های تولید بسیار انعطاف‌پذیر 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 قابل‌مشاهده است پژوهشگران مختلف به راهکارها و تکنیک‌های مختلفی به‌منظور توسعه خطاناپذیرسازی توجه کرده‌اند. ازاین‌رو 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 ازاین‌رو از تولید نقص در شرایط غیرطبیعی جلوگیری می‌کنند) برونو جی[1]، ۲۰۱۶). این سیستم‌ها دارای دو کارکرد اساسی هستند؛ کارکرد اول، کنترل صددرصد 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 ازاین‌رو مؤثرتر است که با کنترل ریشه اصلی مشکل ترکیب می‌شود و درنتیجه از اشتباهات ناشی از نقص جلوگیری می‌کند و به‌طورکلی آن را می‌توان به‌عنوان وسیله یا واسطه‌ای تعریف کرد که مانع از بروز خطا در ایجاد نقص می‌شود (شینگو[2]، ۱۹۸۶).

تسو و چن[3] (۲۰۰۵) یک مدل پویا برای ارزیابی اثر خطاناپذیرسازی در یک سیستم تولید ارائه کردند. نتایج مدل‌سازی آن‌ها نشان داد که این تکنیک به‌طورکلی در کمک به کسب‌وکارها 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: درصورت بروز خطا فعالیت متوقف می‌شود. (به‌عنوان نمونه چشم الکترونیکی به توقف فرایند منجر می‌شود).

اخطار، هشدار: درصورت بروز خطاسیستم هشدار می‌دهد (سیستم هشداردهنده در زمان نبستن کمربند 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 پوکایوکه 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، هنگامی‌که 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 درنتیجه 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[1]، ۲۰۰۹).

سیستم پوکایوکه شامل سه روش اصلی ارتباط، شمارش و توالی حرکت است که هرکدام 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. هنگامی‌که خطا می‌تواند به از دست دادن جایگاه شغلی منجر شود.
۳. هنگامی‌که عملیات به تنظیم نیاز دارد.
۴. هنگامی‌که صفات و ویژگی‌ها به‌جای اندازه‌گیری اهمیت دارند.
۵. هنگامی‌که هزینه آموزش و چرخش شغلی پرسنل بالا باشد.

1. Dudek-Burlikowska

۶. هنگامی که مشتری خطا می کند 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[1]، روشی جدید در فرایند تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که برای اولین بار توسط رضایی[2] (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 سلسله مراتبی[3] 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 سلسله مراتبی این است که اولاً، تعداد مقایسات زوجی کمتر می‌باشد و ثانیاً، قابلیت اطمینان این روش نسبت به تحلیل سلسله مراتبی بالاتر است (مسلم و همکاران[4]، ۲۰۲۰).

ازجمله ویژگی‌های برجسته روش ارائه‌شده نسبت به سایر روش‌های[5] 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 قابل‌اطمینان‌تری 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 به‌وسیله 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:

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

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

مرحله ٤: 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:

رابطه ۲ $A_{jw} = (a_{1W} و a_{2W} \dots و a_{nW})^T$

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

مرحله ٥: پیدا کردن وزن بهینه $(w_1^* و w_2^* و \dots w_n^*)$

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

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

$$\sum_j W_j = 1$$

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

رابطه ۳ می‌تواند به صورت رابطه ۴ ارائه شود:

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

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

$$\sum_j W_j = 1$$

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

با حل کردن رابطه ۴ وزن بهینه (w_1^*وw_2^* ... 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 ٦: اندازه‌گیری نرخ سازگاری

یک مقایسه کاملا 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.

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

جدول ۲. شاخص سازگاری

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

یک سامانه اطلاعاتی، مجموعه‌ای از نرم‌افزارها، سخت‌افزارها و به‌طورکلی اجزاء به‌هم‌پیوسته 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 انجام‌گرفته 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 مورداستفاده 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 مورداشاره 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، به‌صورت 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 به‌صورت جدول زیر گرداوری شدند که از تکنیک‌های گروه اسمی برای انتخاب معیارهای خطاناپذیرسازی استفاده و مهم‌ترین معیارها از میان معیارهای گردآوری شده می‌باشند.

جدول ۳. معیارهای در نظرگرفته شده مرتبط با خطاناپذیرسازی سیستم‌های اطلاعاتی

معیار اصلی	زیرمعیارها	مراجع اصلی
مدیریت کیفیت	طرح ریزی مناسب برنامه‌های مدیریت کیفیت	ویجانا و همکاران (۲۰۲۰)، آردین[1] 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)، رضایی‌مقدم 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	
به‌کارگیری 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	

1. Arduin et al.

معیار اصلی	زیرمعیارها	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)، ولماریناجان و همکاران (۲۰۱۳)،
	بیمه و تسهیلات	
	شناسایی خطرات شغلی	
استفاده از تجارب بین‌المللی	روابط بلندمدت	پاریکشیت و همکاران (۲۰۱۳)، شاه (۲۰۱۹) و ویجایا[1] 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

درمرحله 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 ٤. 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

1. Wijaya

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
به‌کارگیری 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 ٤: 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 به‌منظور افزایش سازگاری قضاوت‌های زوجی تصمیم‌گیرندگان، تنها به مقایسه زوجی با بهترین و بدترین معیار در هر سطح می‌پردازد. ازاین‌رو در این تحقیق به‌منظور انجام مقایسات زوجی معیارها، از مقیاس ساعتی (۱۹۸۳) استفاده شده است. سپس به‌منظور جمع‌آوری نظرات، از مقایسات زوجی بهترین گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها و سایر گزینه‌ها نسبت به کم‌اهمیت‌ترین معیار در هر سطح (مورداستفاده 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 درنهایت، 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 محاسبه‌شده و در جدول زیر نشان داده‌شده است.

جدول ۵. وزن اهمیت معیارهای اصلی مطابق با روش BWM

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

همچنین در این حالت $\acute{\varepsilon}$=1/259 محاسبه می‌شود؛ بنابراین، شاخص سازگاری برابر ۰/۲۸ محاسبه می‌شود. (رضایی، ۲۰۱۵) متوسط شاخص سازگاری قابل‌قبول را برابر ۰/۳۵ بیان کرد و ازاین‌رو ملاحظه می‌شود که ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی سازگار می‌باشند.

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

جدول ٦. وزن اهمیت معیارهای فرعی قابلیت فناوری و نوآوری مطابق روش بهترین-بدترین

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

جدول ۱٤. وزن اهمیت معیارهای افزایش تجربه پرسنل مطابق روش بهترین-بدترین

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

معیار	minWj	maxWj	$\frac{maxWj + minWj}{2}$	وزن نرمال شده
استفاده از سوابق گذشته	۰,۱۶۴	۰,۲۲۱	۰,۱۹۲	۰,۱۹۲
روابط بلندمدت	۰,۰,۶۴	۰,۰۷۰	۰,۰۶۷	۰,۰۶۷
شهرت و اعتبار محصول در بازار	۰,۰۸۴	۰,۱۱۴	۰,۰۹۹	۰,۰۹۹

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

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

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

جدول ۱۶. شاخص سازگاری مقایسات زوجی معیارهای فرعی مربوط به هرکدام از معیارهای اصلی در روش بهترین-بدترین

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

درنهایت 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

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

معیاراصلی	کدمعیار	معیارفرعی	Wi	وزن شاخص
سازمانی	C23	تحقیق و توسعه	w23	۰/۰۱۴۲۷۱
	C24	استفاده از رویکرد حل مسئله	w24	۰/۰۱۱۲۸۹
سیستم‌های به‌روز شده	C25	آپدیت کردن دوره‌ای سیستم‌ها	w25	۰/۰۰۶۵۳۲
	C26	بهبود در بعد نمایشگری داده‌ها	w26	۰/۰۳۴۱۲۶
	C27	بهبود در بعد زمینه‌ای داده	w27	۰/۰۱۳۸۶
	C28	به‌روزرسانی مستمر فرایند تولید داده‌ها	w28	۰/۰۰۰۷۰۴
افزایش ایمنی محیط کار	C29	بهبود در زمینه ارگونومی	w29	۰/۰۱۹۸۶۴
	C30	بیمه و تسهیلات	w30	۰/۰۰۶۷۶
	C31	شناسایی خطرات شغلی	w31	۰/۰۰۶۷۶
استفاده از تجارب بین‌المللی	C32	روابط بلندمدت	w32	۰/۰۰۹۹۸۴
	C33	شهرت و اعتبار تأمین کنندگان	w33	۰/۰۰۳۴۸۴
	C34	استفاده از سوابق گذشته	w34	۰/۰۰۵۱۴۸
	C35	استفاده از دانش و تجربه بین‌المللی	w35	۰/۰۲۰۱۶
	C36	سیستم‌های ارتباطی	w36	۰/۰۰۹۲۰۵
	C37	شهرت و اعتبار محصول در بازار	w37	۰/۰۰۵۱۸

بنابراین نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که از بین ۱۰ استراتژی مورداستفاده 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) ازنظر خبرگان مهم‌ترین معیارها می‌باشند. همچنین، روابط بلندمدت (C32) و سیستم‌های ارتباطی (C36) کم‌اهمیت‌ترین شاخص‌ها از نظر خبرگان بوده‌اند. در بخش بعدی نتایج به‌دست‌آمده 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 درنهایت 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 نظرکارشناسان 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[1] در سازمان‌های مختلف به‌عنوان یک استراتژی اصلی پیشگیرانه در پیاده‌سازی هر سیستم مدیریت کیفیت مانند ایزو ۹۰۰۱، مدل تعالی سازمانی[2] و ... شناخته می‌شود. این موضوع که به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر مدیریت‌کیفیت فراگیر محسوب می‌شود، در پژوهش‌های تازه به‌عنوان یک راهکار کلیدی در سامانه‌های اطلاعاتی موردتوجه است (پیکام و سلیمی‌فرد، ۱۳۹۵؛ ارشادی و همکاران، ۲۰۱۸). آردین[3] 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[4] و همکاران (۲۰۲۰) به‌طور ویژه برروی

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

برخی تکنیک‌های مدیریت کیفیت فراگیر مانند تجزیه‌وتحلیل خرابی و شکست[1] تکیه کرده و آن‌ها را در خطاناپذیرسازی در فرایندهای تحقیق و توسعه موردبررسی قرارداده و در نهایت به‌عنوان 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 طراحی‌شده، ارائه پیش‌فرض‌های مناسب برای اقلام اطلاعاتی و همچنین ساختارهای بهبود داده‌شده مدل داده می‌تواند رویکردهای فناورانه و نوآورانه را در سامانه‌های اطلاعاتی تقویت کند (آزرول و همکاران، ۲۰۱۸). ازآنجاکه 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[2] (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 به‌ویژه در حوزه فرایندی تأثیرگذار است. در این بعد قابلیت طراحی نسبت به سایر زیرمعیارها دارای بالاترین میزان اهمیت است. قابلیت طراحی جمعی (CSD[3])به‌عنوان رویکردی است که امروزه در سیستم‌ها به‌منظور بهبود توأم استواری و قابلیت خطاناپذیرسازی به کار می‌رود. این نتیجه، با پژوهش شاه (۲۰۱۹) و ویجایا و همکاران[4] (۲۰۲۰) همراستاست.

بعد سومی که از میان ابعاد گوناگون خطاناپذیرسازی دارای بالاترین اهمیت است، شناسایی خطاهای انسانی است. در این بعد، استفاده از کنترلر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیرمعیارها دارای اهمیت بالاتری است. این بعد در پژوهش‌های پیشین در حوزه صنعت به‌عنوان 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[1] (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 خطاناپذیرسازی 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 این‌که در پژوهش‌های دیگر راهکارها و متدولوژی‌های گوناگونی برای توسعه سامانه‌های اطلاعاتی موردتوجه قرار گرفته‌اند، در این پژوهش مسئله از دیدگاه دیگری (خطاناپذیرسازی) موردبررسی قرارگرفته است. ازاین‌رو، برپایه مطالعات پیشین راهکارهای خطاناپذیرسازی سامانه‌های اطلاعاتی شناسایی و اولویت‌بندی شدند. همان‌گونه که در بخش‌های قبلی اشاره شد راهکارهای خطاناپذیرسازی به‌عنوان یک بخش جدایی‌ناپذیر از مدیریت کیفیت فراگیر چارچوب مشخصی دارد که در صنایع گوناگون قابلیت توسعه و بومی‌سازی دارند. ازآنجاکه رویکرد اصلی این پژوهش معرفی و اولویت‌بندی ابعاد گوناگون خطاناپذیرسازی 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 ازآنجاکه جنبه‌های انسانی، سیستمی و سخت‌افزاری سامانه‌ها را به‌طور هم‌زمان پوشش می‌دهند در زمان طراحی باید موردتوجه

1. Muharam

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 به‌کاربرده می‌شوند تا امکان هماهنگی با سایر سامانه‌ها ایجاد شود. این موضوع باوجوداینکه در افزایش رضایت کاربران تأثیر ویژه‌ای دارد، اما ممکن است برای سایر طراحان سامانه جذابیت داشته و برای سامانه طراحی‌شده مشکلات امنیتی ایجاد کند.

۳. ازآنجاکه 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 برهم‌کنش‌های این رویکردها در خطاناپذیرسازی می‌توانند موردتوجه قرار گرفته و نتایج آن‌ها ارائه شود.

ORCID

Anita Hajizadeh https://orcid.org/0000-0003-2990-9026
Mohammad Javad Ershadi https://orcid.org/0000-0002-7006-7580
Mohammad Reza Nabatchian http://orcid.org/0000-0002-4875-1351

پرتال جامع علوم انسانی

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 سلسله مراتبی فازی. *مطالعات مدیریت کسب‌وکار هوشمند*، ۴(۱۶)، ۱۷۶-۱۴۷.

ترکمنی، کیمیا. (۱۳۹۵). تأثیر مدیریت ضدخطاسازی پوکایوکه (POKA YOKE) برروی 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.

صفی خانی، محمود و مینو، علیرضا. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر تکنیک پوکا یوکه 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 پیرمحله، سمیرا و محسن محمد نوربخش لنگرودی، ۱۳۹۴، تعیین و بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی سازمان‌های خدماتی در به‌کارگیری 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., Aiasi, 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.

Puvanasvaran, 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*. NewYork: 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), I*nternational 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، آنیتا، 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..

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی