

# Investigating the impact of implementing Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) in the infection control process on the adherence of emergency department nurses to infection control guidelines

Somaie Bojani<sup>1</sup>   , Ezat Samadipour<sup>2</sup>   , Nazanin Fekri<sup>3</sup>   , Mostafa Rad<sup>4,5\*</sup>   

1. Student research committee, School of Nursing and Midwifery, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
2. Assistant Professor of Health in Disasters and Emergencies, Department of Medical Emergencies, School of Allied Medical Sciences, Iranian Research Center on Healthy Aging, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
3. Assistant Professor of biostatistics, Department of biostatistics and Epidemiology, School of Health Iranian Research Center on Healthy Aging, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
4. Professor, Iranian Research Center of Healthy Aging, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
5. Professor, Department of Nursing, School of Nursing and Midwifery, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

Received: 2025/07/23

Accepted: 2025/09/09

## Abstract

**Background:** Infection control in the emergency department is of paramount importance but no study has been conducted on the impact of FMEA on infection control in emergency departments. This study aimed to determine the effect of implementing the FMEA method on the level of adherence to infection control guidelines by nurses in the emergency department.

**Materials and Methods:** A quasi-experimental study was conducted using a convenience sampling method on 40 nurses working in the emergency department. The data collection tool was a checklist assessing infection control practices. A four-hour brainstorming session was held to gather expert opinions on improving, and enhancing strategies for infection control were approved and implemented. Nurses' infection control behaviors were evaluated using the checklist both before and two weeks after the intervention. Data were analyzed using frequency, mean, standard deviation, and paired t-test.

**Results:** The prioritized risks were handwashing, use of mask and goggles, adherence to safety precautions, gown usage, and glove usage, in a descending order. The mean age of participants was  $32.10 \pm 6.94$  years. Hand rub was  $23.02 \pm 3.94$ , and  $22.12 \pm 3.88$  before and after intervention respectively; but the difference was not statistically significant ( $P = 0.09$ ). Significant improvements were observed in adherence to safety precautions and glove usage before and after the intervention ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** The interventions had a significant effect on improving adherence to safety precautions and glove usage. Therefore, it is recommended that healthcare centers adopt the FMEA approach alongside conventional methods to enhance infection control practices.

**\*Corresponding Author:** Mostafa Rad

**Address:** Iran, Khorasan Razavi, Sabzevar, Shohadaei Blvd., Sabzevar University of Medical Sciences Campus, Block B

**Tel:** +9809159720970

**E-mail:** mostafarad633@yahoo.com

**Keywords** Nurse, Emergency Department, Infection Control, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).

**How to cite this article:** Bojani S, Samadipour E, Fekri N, Rad M., Investigating the impact of implementing Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) in the infection control process on the adherence of emergency department nurses to infection control guidelines, Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 2026; 33(1):744-756. DOI: 10.30468/jsums.2025.8200.3312.

## Introduction

Despite the fact that the main focus of activity in the emergency department is saving lives and treating patients, the manner of service delivery should also ensure patient and family satisfaction. Patient waiting time and length of stay are among the important indicators of effectiveness and quality of care assessment in hospital emergency departments. Studies show that due to insufficient training, time limitations, and sometimes underestimating infection control issues for emergency department patients, negligence in following infection control protocols are marginalized in emergency departments, which has dangerous consequences. Another reason for negligence in infection control in the emergency department is the inability to follow up with patients due to discharge or admission to other departments. On the other hand, nurses may also be harmed by not adhering to infection control guidelines in the emergency department. Therefore, lack of familiarity or failure to adhere to infection control guidelines by nurses can exacerbate patient problems. Infection control and adherence to its standards undoubtedly play a key role in reducing hospital-acquired infections. Moreover, observing these standards significantly contributes to improving the quality of nursing services. Non-compliance with infection control protocols can lead to numerous risks, including needlestick injuries, healthcare-associated infections, and contracting various infectious diseases such as hepatitis. Therefore, it is essential that the level of adherence to these standards in the emergency department be improved. To enhance care quality and improve the infection control process, nurse training is crucial, which is often achieved through traditional methods. It appears that the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method could prove to be a more effective approach compared to conventional methods, as it can identify weaknesses and underlying causes of errors in infection control, thereby preventing routine work practices. Various studies have investigated the effects of this method. For

example, a study in Iran reported that the FMEA method, by identifying 204 failure modes in 5 operating room processes, provided a comprehensive model for identifying, classifying, evaluating, and analyzing errors in the healthcare system. Other advantages of this method in the healthcare system include creating a systematic thinking approach for patient care process safety. Additionally, due to its preventive and forward-looking nature, it can be helpful in high-workload departments such as emergency. Given that the emergency department is one of the most important hospital departments and emergency nurses must strive to improve nursing services, the researchers designed this study to help reduce cases of non-compliance with hygiene and infection control protocols. Therefore, considering that no such study has been conducted thus far and the necessity of improving nursing services and infection control indicators, especially in the emergency department, the present study was conducted to determine the effect of implementing the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method on the level of adherence to infection control guidelines in the emergency department.

## METHODOLOGY

The present research was a quasi-experimental, one-group pre-post study conducted on nurses working in the emergency department of 22 Bahman Hospital in Neyshabour, Iran. After obtaining the necessary permits and providing explanations to the relevant authorities and nurses, eligible subjects were selected through convenience sampling and entered the study after obtaining written informed consent. The study began in September and ended in December 2024.

Inclusion criteria were a minimum of 6 months of work experience in the emergency department and completion of a written informed consent form to participate in the research. Exclusion criteria included work

leave or medical absence, researcher's inability to access participants during the second checklist completion phase, and individual unwillingness to continue participating in the study.

Initially, the first author formed a 4-hour meeting with department heads, supervisors, and one of the department nurses selected by the first author; through brainstorming, errors were identified. After identifying the errors and solutions, the infection control behavior of nurses was assessed using a checklist as pre-intervention. Then, the approved measures were implemented, and the checklists were completed again two weeks after the completion of the intervention by the research assistant. In SPSS 26, paired t-test was used for data analysis. The significance level was set at 0.05 for all these tests.

## RESULTS

In this study, 40 individuals with a mean age of 32.10 entered the study; 56.5% were male and the rest were female. Most of the study participants had official employment status (75%) and the majority were married (60%). Other demographic variables are presented in Table 1.

The paired t-test showed a statistically significant difference in the variable of wearing gloves before and after the intervention ( $P < 0.01$ ). No statistically significant difference was observed in wearing gowns before and after the intervention ( $P = 0.08$ ). Mask usage also showed no statistically significant difference before and after ( $P = 0.55$ ). Regarding adherence to safety precautions, a statistically significant difference was observed before and after the intervention ( $P < 0.001$ ). Hand hygiene showed a statistically significant difference before and after ( $P < 0.01$ ). However, no statistically significant difference was observed in performing handwashing before and after ( $P = 0.07$ ). Overall, no difference was observed

in adherence to infection control principles before and after the intervention.

## DISCUSSION

In this research, the objective was to determine the effect of using the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method on the level of adherence to infection control guidelines by nurses in the emergency departments of 22 Bahman Hospitals in Neyshabour, Iran. The results of this study showed that implementing the FMEA method affected hand hygiene usage, adherence to safety principles, and glove wearing by nurses.

The findings indicated that using the FMEA method increased nurses' adherence to wearing gloves. Supporting this result, Voshy and colleagues (2025) conducted a study on error analysis, which demonstrated the positive effect of the FMEA method on glove-wearing compliance. The results also showed that FMEA had no significant effect on nurses' adherence to wearing gowns. This difference could be due to various reasons. One possibility is that wearing gowns in different emergency situations may be performed routinely and require less reminders. Additionally, nurses may have less resistance to wearing gowns, and this behavior may be automatically integrated into their work processes. Further investigation and other studies on these behaviors could clarify the exact reasons.

The results further indicated that the FMEA method can help improve quality and safety in pathogenic environments, which is consistent with the findings of this research. Voshy and colleagues also showed that this method helped organizations identify potential failure modes and adopt necessary preventive measures, which can lead to reduced risks and increased overall safety. Many studies have shown that analytical methods such as FMEA can help improve safety behaviors and reduce workplace accident and injury rates. However, contradictory results may be related to differences in implementation methods, study samples, and environmental conditions. Here,

there is a need for further studies to more accurately understand the effect of the FMEA method on adherence to safety measures. Given the importance of observing safety measures in work environments, especially in hospital emergency departments where nurses are exposed to various risks, implementing analytical methods such as FMEA can help increase safety and reduce accidents.

## CONCLUSIONS

The results of this study showed that implementing the FMEA method and interventions derived from it had a significant impact on adherence to hand hygiene, observance of safety measures, and wearing gloves. Therefore, it is recommended that

clinical settings use this approach in addition to conventional methods to improve infection control principles.

## ACKNOWLEDGMENT

The researchers express their appreciation to the Clinical Research Center of Vasei Hospital in Sabzevar, Iran, and 22 Bahman Hospital in Neyshabour, Iran. They also extend their utmost gratitude and appreciation to all individuals and organizations that assisted in conducting this research.

## CONFLICT OF INTEREST

The researchers did not have any conflict of interest during the study.

# بررسی تأثیر به‌کارگیری روش تحلیل حالات خطا و اثرات آن (FMEA) در فرایند کنترل عفونت بر میزان رعایت دستورالعمل‌های کنترل عفونت توسط پرستاران بخش اورژانس

سمیه بوجانی<sup>۱</sup>، عزت‌صمدی پور<sup>۲</sup>، نازنین فکری<sup>۳</sup>، مصطفی‌راد<sup>۴،\*</sup>

۱. دانشجوی ارشد، کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویی، گروه پرستاری، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۲. دانشیار، گروه فوریت‌های پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، مرکز تحقیقات سلامت سالمندان، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۳. استادیار آمار زیستی، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات سلامت سالمندان، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۴. استاد، مرکز تحقیقات سلامت سالمندان، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۵. استاد، گروه پرستاری، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

## چکیده

**زمینه و هدف:** کنترل عفونت در بخش اورژانس از اهمیت بالایی دارد. باتوجه‌به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیر تحلیل حالات خطا بر کنترل عفونت بخش اورژانس انجام نشده، این مطالعه باهدف تعیین تأثیر به‌کارگیری روش تحلیل حالات خطا و اثرات آن در فرایند کنترل عفونت بر میزان رعایت دستورالعمل‌های کنترل عفونت توسط پرستاران در بخش اورژانس بیمارستان ۲۲ بهمن نیشابور انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه نیمه‌تجربی با روش نمونه‌گیری در دسترس بر روی ۴۰ پرستار بخش اورژانس انجام شد. ابزار گردآوری داده‌ها، چک‌لیست اصول کنترل عفونت بود. با تشکیل یک جلسه ۴ ساعته با روش بارش افکار، نظرات کارشناسان در مورد کنترل مطلوب عفونت و راهکارهای ارتقاء آن جمع‌آوری و اجرا گردید. قبل و دو هفته بعد از مداخله، رفتار کنترل عفونت پرسنل ارزیابی شد. از فراوانی، میانگین و انحراف‌معیار و تی زوجی برای تجزیه و تحلیل استفاده شد.

**یافته‌ها:** اولویت خطرهای به‌ترتیب شامل: شستن دست، استفاده از ماسک و عینک، رعایت نکات ایمنی، استفاده از گان و دستکش بود. میانگین سنی شرکت‌کنندگان  $6/94 \pm 32/10$  بود. در قبل از مداخله استفاده از هندراب  $3/94 \pm 23/02$  بود که در بعد از مداخله به  $3/88 \pm 22/12$  رسید که تفاوت معنی‌داری دیده نشد ( $P=0/09$ ). رعایت اصول ایمنی و پوشیدن دستکش هم قبل و بعد از مداخله تفاوت معنی‌داری داشت ( $P<0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** مداخلات تأثیر قابل‌توجهی بر رعایت رعایت نکات ایمنی و استفاده از دستکش داشت. لذا پیشنهاد می‌شود مراکز درمانی شیوه FMEA برای ارتقای اصول کنترل عفونت علاوه‌بر روش‌های معمول استفاده کنند.

\* نویسنده مسئول: مصطفی راد

نشانی: ایران، استان خراسان  
رضوی، سبزوار، بلوار شهدای  
هسته ای، دانشگاه علوم پزشکی  
سبزوار، بلوک B  
تلفن: +۹۸۰۹۱۵۹۷۲۰۹۷۰  
رایانامه:

mostafarad633@yahoo.com  
شناسه ORCID:

0000-0002-8590-5348

شناسه ORCID نویسنده اول:

0000-0002-5777-0853

DOI:

10.30468/jsums.2025.8  
200.3312

## کلیدواژه‌ها:

پرستار، اورژانس، کنترل عفونت، تحلیل حالات خطا و اثرات آن (FMEA).

## ۱. مقدمه

با وجود این که در بخش اورژانس تمرکز اصلی فعالیت در این بخش نجات جان و درمان بیماران است، اما باید نحوه ارائه خدمات به گونه ای باشد که رضایت بیماران و خانواده آنان را نیز فراهم آورد<sup>[۱]</sup>. زمان انتظار و طول اقامت بیمار، یکی از شاخص های مهم اثربخشی و سنجش ارائه کیفیت مراقبت ها در بخش های اورژانس بیمارستان می باشد<sup>[۲]</sup>. مطالعات نشان می دهند به علت عدم آموزش کافی و محدود بودن زمان و گاهی بی اهمیت تلقی کردن مسئله کنترل عفونت در بیماران بخش اورژانس، موجب غفلت از دستورالعمل های کنترل عفونت در بخش اورژانس گردیده است که بسیار خطر آفرین می باشد<sup>[۳]</sup>. از جمله دلایل دیگر غفلت در موضوع کنترل عفونت در بخش اورژانس، عدم امکان پیگیری بیماران به دلیل ترخیص یا بستری در سایر بخش ها می باشد<sup>[۴]</sup>. در بُعد دیگر پرستاران نیز ممکن است از عدم رعایت دستورالعمل های کنترل عفونت در بخش اورژانس صدمه ببینند<sup>[۵]</sup>. بنابراین عدم آشنایی یا عدم رعایت دستورالعمل های کنترل عفونت توسط پرستاران می تواند موجب تشدید مشکلات بیماران گردد. کنترل عفونت و رعایت معیارهای آن بی تردید نقشی کلیدی در کاهش عفونت های بیمارستانی دارد. همچنین رعایت این استانداردها در افزایش کیفیت خدمات پرستاری نقش به سزایی دارد. رعایت نکردن دستورالعمل های کنترل عفونت می تواند خطرات متعددی از جمله فرورفتن اجسام نوک تیز، عفونت های مرتبط با مراقبت های بهداشتی و ابتلا به انواع بیماری های عفونی مانند هپاتیت به همراه داشته باشد<sup>[۶]</sup>. لذا ضروری است میزان رعایت این استانداردها در بخش اورژانس ارتقا یابد. برای ارتقای کیفیت مراقبت و بهبود فرایند کنترل عفونت، آموزش پرستاران با اهمیت بوده که غالباً به روش های سنتی انجام می گیرد. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت، میانگین رعایت شست و شوی دست در بخش های اورژانس جهان حدود ۴۰ تا ۶۰٪ است، در حالی که استاندارد پیشنهادی بالای ۹۰٪ است<sup>[۷]</sup>. مطالعه ای در تهران (۱۴۰۰) نشان داد که تنها ۴۲٪ از پرستاران اورژانس قبل و بعد از ارتباط با بیمار، دست های خود را شست و شو می دهند. علی رغم آموزش های ارائه شده توسط مسئولین کنترل عفونت و سوپروایزرها، برخی مطالعات نشان می دهد میزان عملکرد پرستاران در زمینه کنترل عفونت های بیمارستانی متوسط می باشد<sup>[۸]</sup>. به نظر می رسد روش تحلیل حالات خطا و اثرات آن (FMEA<sup>۱</sup>) می تواند با

توجه به ابعاد ضعف و یافتن علل رخ دادن اشتباهات در کنترل عفونت، از روش های رایج مؤثرتر واقع شده و از روتین کاری جلوگیری نماید. FMEA، اولین بار در دهه ۱۹۴۰ میلادی توسعه یافت و در دهه ۱۹۶۰ توسط ناسا به اوج رسید. از دهه ۱۹۹۰ به بعد به عنوان یک ابزار استراتژیک در سیستم های بهداشتی برای بهبود ایمنی بیمار و کنترل عفونت مورد استفاده قرار گرفت<sup>[۹]</sup>. این روش پیشگیرانه و آینده نگر با رویکرد کار تیمی می باشد که در این روش قبل از اینکه خدمت نهایی به دست مشتری برسد از خطاهای ممکن پیشگیری می کند. مراحل روش FMEA عبارتند از مطالعه فرایند، تحلیل خطا، برنامه ریزی، اجرا و پیگیری<sup>[۱۰]</sup>. در این کار تیمی بارش افکار وجود دارد که باعث شناسایی نقاط ضعف فرایند کاری می شود. تلاش تیم در جهت از بین بردن علل بروز خطا خواهد بود و در نهایت در شناسایی و برطرف کردن علت اصلی خطاها متمرکز خواهد بود<sup>[۱۱]</sup>. مطالعات مختلفی به بررسی تأثیرات این روش پرداخته است. مطالعه ای در ایران (۱۴۰۲) گزارش نمود روش FMEA با شناسایی ۲۰۴ حالات خطا در ۵ فرایند اتاق عمل، مدلی جامع در شناسایی، طبقه بندی، ارزیابی و تحلیل خطاهای نظام سلامت است<sup>[۱۲]</sup>. در مطالعه ای باهدف شناسایی فرایندهای عوامل خطر در فرایند معاینه با دستگاه توموگرافی کامپیوتری (CT) در دوران کوید ۱۹ از روش FMEA استفاده شد. در این مطالعه ۸ عامل خطر کلیدی شناسایی شد که عبارت بودند از: پرسنل خدماتی به صورت استاندارد از ماسک استفاده نمی کند، پرستار ورید مناسب را انتخاب نمی کند و دارو به زیر پوست وارد می شود، بیمار نمی تواند اتاق توموگرافی را پیدا کند، بیمار فرم درخواست توموگرافی را دریافت کرده اما از روند انجام کار آگاهی ندارد، بیمار به قدری وضعیت بدی دارد که نمی تواند اسکن توموگرافی را ادامه دهد، پرسنل کمکی یا تکنسین دانش کافی از استانداردهای کنترل عفونت و ضد عفونی ندارد، پرسنل کمکی دستگاه توموگرافی را به طور کامل ضد عفونی نمی کند و پرسنل خدماتی دانش کافی در مورد پیشگیری و کنترل کووید-۱۹ ندارد. از مزایای دیگر این روش در سیستم بهداشت و درمان می توان به ایجاد یک تفکر نظام مند جهت ایمنی فرایند مراقبت از بیمار اشاره نمود. همچنین به دلیل ماهیت پیشگیرانه و آینده نگر در بخش پرمشغله ای مانند اورژانس می تواند کمک کننده باشد<sup>[۱۳]</sup>. با توجه به اینکه بخش اورژانس یکی از مهم ترین بخش های بیمارستان بوده و پرستار اورژانس می بایست در ارتقای خدمات پرستاری بکوشد؛ محقق با طراحی این مطالعه تلاش نمود به کاهش موارد نقص

<sup>۱</sup> Failure Modes and Effects Analysis Method

دستورالعمل‌های بهداشتی و عفونی کمک نماید. لذا باتوجه‌به اینکه تاکنون چنین مطالعه‌ای صورت نگرفته است و ارتقای خدمات پرستاری و شاخص‌های کنترل عفونت به‌ویژه در بخش اورژانس ضروری می‌باشد؛ لذا مطالعه حاضر باهدف تعیین تأثیر به‌کارگیری روش تحلیل حالات خطا و اثرات آن (FMEA) در فرایند کنترل عفونت بر روی میزان رعایت دستورالعمل‌های کنترل عفونت در بخش اورژانس در سال ۱۴۰۳ صورت گرفت.

## ۲. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک مطالعه نیمه‌تجربی یک گروهی قبل و بعد بود که بر روی ۴۰ پرستار شاغل در بخش اورژانس بیمارستان ۲۲ بهمن نیشابور انجام شد. پس از کسب مجوزهای لازم و ارائه توضیحات به مسئولین مربوطه و پرستاران، نمونه‌های واجد شرایط نمونه‌گیری به روش در دسترس پس از کسب رضایت کتبی آگاهانه وارد مطالعه شدند. شروع مطالعه شهریور و پایان مطالعه آذرماه ۱۴۰۳ بوده است.

معیارهای ورود شامل حداقل ۶ ماه سابقه کار در بخش اورژانس و تکمیل فرم رضایت کتبی آگاهانه جهت شرکت در پژوهش بود. معیارهای خروج شامل مرخصی یا استعلاجی و عدم دسترسی پژوهشگر در مرحله تکمیل چک‌لیست برای بار دوم و عدم تمایل فرد به ادامه شرکت در تحقیق بود.

برای محاسبه حجم نمونه لازم، براساس مقالات مشابه، اندازه اثر معادل ۰/۳۹ محاسبه شد و حجم نمونه با کمک نرم‌افزار GPower به‌دست آمد. با در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰/۰۵، توان ۰/۸۰ و همبستگی ۰/۵۰، نمونه کل معادل ۴۰ نفر محاسبه شد. روش نمونه‌گیری در دسترس بود و تمام افراد شاغل در بخش اورژانس که تمایل به شرکت در مطالعه داشتند وارد مطالعه شدند. ابزار گردآوری داده‌ها شامل پرسش‌نامه اطلاعات دموگرافیک و چک‌لیست میزان رعایت اصول کنترل عفونت بود. پرسش‌نامه اطلاعات دموگرافیک شامل سن، جنس، تأهل، سابقه کار در بیمارستان، سابقه کار در بخش اورژانس، نوع استخدامی، سابقه بیماری، مصرف سیگار و مصرف داروهای اعصاب و روان بود. چک‌لیست میزان رعایت اصول کنترل عفونت شامل سؤالاتی در خصوص میزان رعایت اصول شستن دست، میزان رعایت اصول استفاده از محلول‌های شستشو، نکات ایمنی و رعایت احتیاطات

استاندارد بود. جهت تعیین روایی چک‌لیست میزان رعایت اصول کنترل عفونت، ابتدا سؤالات چک‌لیست از منابع معتبر و مقالات پیشین در ۳۶ گویه استخراج شد. پاسخ‌های هر گویه در قالب طیف لیکرت همیشه (نمره ۱)، غالباً (نمره ۲)، گاهی اوقات (نمره ۳)، ندرتاً (نمره ۴) و هرگز (نمره ۵) تنظیم شد که پایین‌ترین و بالاترین نمره ۳۶ و ۱۸۰ بود. هر چه نمره به حد بالا نزدیک‌تر می‌شد میزان رعایت اصول کنترل عفونت کمتر و بالعکس بود. ابعاد بررسی‌شده در پرسش‌نامه کنترل عفونت شامل استفاده از دستکش با ۴ سوال، استفاده از گان با ۴ سوال، ماسک و عینک با ۸ سوال، نکات ایمنی با ۷ سوال، استفاده از هندراب ۱۰ سوال و شستن دست با آب و صابون ۳ سوال بود. سپس سؤالات چک‌لیست برای تعیین شاخص روایی محتوا (CVI) و نسبت روایی محتوا (CVR) در اختیار ۵ نفر از اساتید پرستاری علوم پزشکی سبزوار قرار گرفت. میزان نمره CVI و CVR برای هر دو آیت ۱۰۰ درصد (یک) به‌دست آمد که سؤالی اضافه و کم نشد.

در ابتدا پژوهشگر پس از تشکیل یک جلسه ۴ ساعته با مسئولین بخش‌ها و سوپروایزرها و یکی از پرستاران بخش به انتخاب پژوهشگر، با بارش افکار به شناسایی خطاها پرداخت (روش FMEA).

روش FMEA: شامل ۵ مرحله بود:

مرحله اول: تعیین موضوع (Topic) که کنترل عفونت در بخش اورژانس انتخاب شد.

مرحله دوم: تشکیل تیم ارزیابی (Assessment Team) به‌منظور هم‌افزایی و تبادل نظر برای یافتن راهکارهای عملی در جهت رفع موانع اجرای دستورالعمل‌های کنترل عفونت؛ تیم ارزیابی متشکل شامل سوپروایزر کنترل عفونت، پرستار خبره بخش اورژانس، سرپرستار اورژانس، مسئول بهبود کیفیت بیمارستان و پژوهشگر تشکیل شد.

مرحله سوم: ترسیم فرایند (Chart Process) که به تعیین استانداردهای مورد نظر براساس چک‌لیستی که از سنجه‌های اعتباربخشی و استانداردهای سازمان جهانی بهداشت استخراج گردیده بود، پرداخت.

مرحله چهارم: تحلیل مخاطرات (Hazard Analysis) که مخاطرات مرتبط با هر فرایند مورد ارزیابی قرار گرفت و امتیاز RPN (عدد اولویت ریسک) برای هر یک از متغیرها محاسبه

گردید. نتایج به شرح ذیل بود: استفاده از دستکش: امتیاز ۲۵۰، استفاده از ماسک و عینک: امتیاز ۷۰۰، استفاده از گان: امتیاز ۴۹۰، رعایت نکات ایمنی: امتیاز ۶۴۰، و بهداشت دست: امتیاز ۹۰۰. بالاترین امتیاز RPN مربوط به بهداشت دست، نکات ایمنی، استفاده از ماسک و عینک بود که نشان‌دهنده شدت بالاتر پیامدهای ناگوار در صورت بروز خطا در این حوزه‌ها است.

مرحله پنجم: اقدام و اندازه‌گیری (Action and Measurement) که در این مرحله اقدامات اصلاحی جلسات هم‌اندیشی و تبادل نظر تیم ارزیابی، پیاده‌سازی و اجرا گردید. تیم با استفاده از دانش حرفه‌ای و تجربه عملی خود، تجزیه و تحلیل ریسک جامع و سیستماتیک از حالت‌های شکست احتمالی براساس شدت<sup>۱</sup> (S)، وقوع<sup>۲</sup> (O) و قابلیت تشخیص<sup>۳</sup> (D) انجام داد. براساس یافته‌ها، یک عدد اولویت ریسک (RPN) برای هر حالت شکست بالقوه محاسبه شد و حالت‌های بالقوه شکست همراه با اقدامات پیشگیری و کنترل مربوطه شناسایی شدند. فرایند طراحی و اجرای این مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. RPN با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$S \times O \times D = RPN$$

مقیاس امتیازدهی از ۱ (S-ناچیز/O-بسیار بعید/D-کاملاً قطعی) تا ۱۰ (S-فاجعه‌آمیز/O-اجتناب‌ناپذیر/D-کاملاً نامشخص) متغیر بود. سپس با استفاده از نظرات این افراد در جهت رفع ایرادات گزارش شده توسط آنان، بروشورهای نوین آموزشی با طراحی متفاوت به صورت مختصر و کاربردی تهیه و پیاده‌سازی شدند. بروشورها توسط محقق در اختیار تمام پرستاران بخش مورد مطالعه قرار گرفت و از آنان خواسته شد در حین انجام پروسیجرها و در بخش مربوطه این موارد را رعایت نمایند. همچنین با استفاده از پوستره‌های طراحی شده با استفاده از خروجی جلسات و کلیپ‌های آموزشی، مداخله مدنظر انجام گرفت. در صورت رعایت موارد ذکر شده، تشویقی از ریاست بیمارستان برای افراد در نظر گرفته شد. پوسترها و برنهای آموزشی در گروه کنترل عفونت در پیام‌رسان سروش و بله و در سامانه ثبت الکترونیک بیمارستان و فیلم‌های آموزشی

در سامانه ثبت الکترونیک بیمارستان قرار داده شد. در راستای ارتقای بهداشت دست پرسنل، اقداماتی جهت رفع موانع موجود صورت پذیرفت. باتوجه به گزارش‌های دریافتی مبنی بر بروز آگزما و درماتیت ناشی از استفاده از صابون مایع نامناسب، صابون مایع جدیدی با فرمولاسیون سازگار با پوست تهیه و ارائه گردید. همچنین، به منظور بهبود کیفیت دستمال کاغذی‌های مورد استفاده، دستمال کاغذی‌های جدیدی با جذب بالاتر و نرمی بیشتر تهیه و در اختیار پرسنل قرار گرفت. در زمینه ایمنی پرسنل، توالی تزریق مجهز به تجهیزات کامل در دسترس قرار داده شد و آموزش‌های جامعی درخصوص نکات ایمنی، نحوه گزارش‌دهی در موارد بروز آسیب ناشی از فرورفتن سوزن و ثبت اطلاعات در سامانه ثبت الکترونیک بیمارستان ارائه گردید. به منظور تأمین نیاز پرسنل به دستکش، دستکش‌های لاتکس و نایلونی به میزان کافی در اختیار ایشان قرار گرفت و آموزش‌های لازم درخصوص نحوه استفاده صحیح از دستکش‌ها ارائه گردید. درخصوص ماسک‌های مورد استفاده، آموزش‌های لازم درخصوص نحوه استفاده صحیح و تعویض به موقع ماسک‌های جراحی به پرسنل ارائه گردید و ماسک‌های جراحی باکیفیت مطلوب در دسترس ایشان قرار گرفت. کمبود امکانات حفاظتی، از جمله عدم دسترسی کارکنان به کیت‌های کامل حفاظت فردی (گان، ماسک N95، عینک و پاپوش)، به عنوان یکی از موانع اصلی شناسایی شد. در راستای رفع این مشکل، کیت‌های مذکور به طور کامل در اختیار پرسنل قرار گرفت. همچنین، محدودیت زمان کافی در شرایط اورژانسی حیاتی، به عنوان مانعی دیگر مطرح بود که در حال حاضر راه حل قطعی برای آن یافت نشده است. درخصوص محلول‌های ضدعفونی کننده دست (هندراب)، بوی نامطبوع این محلول‌ها، موجب عدم تمایل کارکنان به استفاده مداوم و رعایت پروتکل بهداشت دست در پنج مرحله می‌شد. در این راستا، محلول‌های مناسب جایگزین شده و به طور کامل در دسترس قرار گرفت. تصویب عدم خرید صابون مایع و محلول ضدعفونی کننده دست بدون تأیید کنترل عفونت و بهداشت محیط، از اقدامات انجام شده دیگر بود. همچنین به منظور ایجاد انگیزه در پرسنل و تقدیر از عملکرد برتر در رعایت بهداشت دست، معاونت محترم درمان، به همکاری که در این زمینه عملکرد برجسته‌ای داشته‌اند،

<sup>1</sup> Severity

<sup>2</sup> Occurrence

<sup>3</sup> Detection

تشویقی اعطا می نمود.

بعد از مشخص شدن خطاها و راه حل ها، رفتار کنترل عفونت پرستاران به وسیله چک لیست به عنوان پیش از مداخله تکمیل شد. سپس مصوبات اجرا گردید و مجدد چک لیست ها با گذشت دو هفته از اتمام مداخله با روش مشاهده، توسط کمک پژوهشگر تکمیل گردید. به طوری که کمک پژوهشگر که از خود پرستاران بخش بود، در شیفت های مختلف کاری در

بخش حضور داشت و عملکرد پرستاران را مورد مشاهده قرار می داد و چک لیست ها را تکمیل می کرد. (شکل ۱)  
از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و شاخص های فراوانی، میانگین و انحراف معیار و آزمون آماری تی زوجی برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده گردید. سطح معنی داری در تمام این آزمون ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

شکل ۱: مراحل اجرای طرح



### ۳. نتایج

در این مطالعه ۴۰ نفر با میانگین سنی  $32/10 \pm 6/94$  وارد مطالعه شدند. از این تعداد ۵۶/۵٪ مرد و بقیه زن بودند. بیشتر افراد مورد مطالعه وضعیت استخدامی رسمی داشته (۷۵٪) و اکثریت متأهل بودند (۶۰٪). سایر متغیرهای دموگرافیک در جدول ۱ ذکر شده اند.

آزمون تی زوجی نشان داد درخصوص پوشیدن دستکش، تفاوت آماری معنی داری قبل و بعد از مداخله مشاهده شد ( $P < 0/01$ ). از نظر پوشیدن گان، قبل و بعد از مداخله تفاوت

آماري معنی داری مشاهده نشد ( $P = 0/08$ ). استفاده از ماسک نیز قبل و بعد از مداخله تفاوت آماری معنی داری نداشت ( $P = 0/55$ ). درخصوص رعایت نکات ایمنی تفاوت آماری معنی داری قبل و بعد از مداخله مشاهده شد ( $P = 0/001$ ). در مورد استفاده از هندراب تفاوت آماری معنی داری قبل و بعد از مداخله مشاهده نشد ( $P = 0/09$ ). همچنین از نظر انجام شستن دست ها نیز تفاوت آماری معنی داری در قبل و بعد از مداخله مشاهده نشد. ( $P = 0/07$ ). در مجموع تفاوتی در رعایت اصول

کنترل عفونت قبل و بعد از مداخله مشاهده نشد. (جدول ۲)

جدول ۱: تعیین و مقایسه فراوانی متغیرهای دموگرافیک در دو گروه مورد مطالعه

| متغیرهای کمی            | میانگین            |    | انحراف معیار |
|-------------------------|--------------------|----|--------------|
| سن                      | ۳۲/۱۰              |    | ۶/۹۴         |
| سابقه کار               | ۶/۳۷               |    | ۴/۱۷         |
| متغیرهای کیفی           | تقسیم بندی فراوانی |    | درصد         |
| جنسیت                   | زن                 | ۱۷ | ۴۲/۵         |
|                         | مرد                | ۲۳ | ۵۶/۵         |
| وضعیت تأهل              | متأهل              | ۲۴ | ۶۰/۰         |
|                         | مجرد               | ۱۵ | ۳۷/۵         |
|                         | مطلقه و بیوه       | ۱  | ۲/۵          |
| وضعیت استخدامی          | رسمی               | ۳۰ | ۷۵/۰         |
|                         | شرکتی              | ۳  | ۷/۵          |
|                         | طرحی               | ۷  | ۱۷/۵         |
| مصرف سیگار              | دارد               | ۱  | ۲/۵          |
|                         | ندارد              | ۳۹ | ۹۷/۵         |
| بیماری زمینه‌ای         | دارد               | ۲  | ۵/۰          |
|                         | ندارد              | ۳۸ | ۹۵/۰         |
| مصرف داروی اعصاب و روان | دارد               | ۱  | ۲/۵          |
|                         | ندارد              | ۳۹ | ۹۷/۵         |

جدول ۲: مقایسه متغیرهای پوشیدن دستکش، پوشیدن گان، استفاده از ماسک، رعایت نکات ایمنی، استفاده از هندراب و هندواش در قبل و بعد از مداخله

| متغیرها          | قبل از مداخله |              | بعد از مداخله |              | P-value |
|------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------|
|                  | میانگین       | انحراف معیار | میانگین       | انحراف معیار |         |
| پوشیدن دستکش     | ۸/۴۵          | ۲/۶۵         | ۷/۳۵          | ۲/۲۸         | ۰/۰۰۱   |
| پوشیدن گان       | ۱۲/۶۵         | ۳/۴۶         | ۱۲/۵۰         | ۳/۴۴         | ۰/۰۸    |
| استفاده از ماسک  | ۲۰/۸۵         | ۰/۹۹         | ۲۰/۷۷         | ۳/۷۷         | ۰/۵۵    |
| رعایت نکات ایمنی | ۱۲/۸۲         | ۳/۴۳         | ۱۱/۳۵         | ۲/۹۹         | ۰/۰۰۱   |

|                   |       |       |       |       |      |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| استفاده از هندراب | ۲۳/۰۲ | ۲۲/۱۲ | ۳/۸۸  | ۲/۴۱  | ۰/۰۹ |
| انجام هندواش      | ۵/۵۲  | ۱/۵۳  | ۵/۳۰  | ۱/۳۸  | ۰/۰۷ |
| مجموع نمرات       | ۸۰/۸۰ | ۱۱/۸۷ | ۷۹/۳۰ | ۱۰/۸۴ | ۰/۰۹ |

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش، تعیین تأثیر استفاده از روش تحلیل حالات خطا و اثرات آن (FMEA) در فرایند کنترل عفونت بر میزان رعایت دستورالعمل‌های کنترل عفونت توسط پرستاران در بخش اورژانس بیمارستان‌های ۲۲ بهمن نیشابور بود. نتایج این تحقیق نشان داد که اجرای روش FMEA بر استفاده از رعایت اصول ایمنی و پوشیدن دستکش پرستاران تأثیر داشت. یافته‌های پژوهش نشان داد که استفاده از روش FMEA باعث افزایش رعایت پوشیدن دستکش توسط پرستاران شد. در راستای این نتیجه و شیا و همکاران (۲۰۲۵) در مورد تحلیل خطا مطالعه ای انجام دادند که نشان دهنده تأثیر مثبت روش FMEA بر رعایت پوشیدن دستکش است [۱۴].

نتایج نشان داد که FMEA تأثیر معنی‌داری بر رعایت پوشیدن گان توسط پرستاران نداشت. این تفاوت می‌تواند به دلایل مختلفی باشد. باتوجه‌به میانگین نمره به‌دست آمده و بررسی حداکثر و حداقل نمره مشخص می‌شود در مجموع رعایت این نکته وضعیت مناسبی ندارد. با وجود ارائه آموزش‌ها، استفاده از وسایل محافظتی مانند گان در بخش اورژانس کم بود که علت آن می‌تواند ناشی از ترکیبی از عوامل فردی، سازمانی، و آموزشی باشد؛ چراکه گان‌های یک‌بار مصرف اغلب در محیط شلوغ اورژانس ناخوشایند، گرم و ناکارآمد هستند [۱۶].

نتایج نشان داد استفاده از روش FMEA می‌تواند به بهبود کیفیت و ایمنی در محیط‌های بیماری‌زا کمک کند. همراستا با نتایج این پژوهش و شیا و همکاران نشان دادند این روش به سازمان‌ها کمک می‌کند تا حالت‌های شکست بالقوه را شناسایی و اقدامات پیشگیرانه لازم را اتخاذ کنند که می‌تواند به کاهش خطرات و افزایش ایمنی کلی منجر شود [۱۴].

بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که روش‌های تحلیلی مانند FMEA می‌توانند به بهبود رفتارهای ایمنی و کاهش نرخ حوادث و آسیب‌های کاری کمک کنند [۱۳، ۱۴]. با این حال، نتایج

متناقض ممکن است به تفاوت‌های موجود در روش‌های اجرایی، نمونه‌های مورد مطالعه و شرایط محیطی مربوط باشد. یکی دیگر از عوامل مهم در بهبود رعایت اصول کنترل عفونت، ایجاد یک فرهنگ سازمانی مثبت و حمایت مدیریتی مستمر است. فرهنگ سازمانی که به اهمیت رعایت اصول کنترل عفونت تأکید دارد و پرستاران را به رعایت دقیق اصول کنترل عفونت تشویق می‌کند، می‌تواند به افزایش انگیزه و تعهد آن‌ها منجر شود. همچنین، حمایت مدیریتی از طریق ارائه منابع و امکانات لازم برای رعایت اصول کنترل عفونت، نظارت و ارزیابی‌های دوره‌ای و پاداش‌دهی به رفتارهای ایمنی می‌تواند به بهبود عملکرد پرستاران کمک کند. نیاز به انجام مطالعات بیشتر برای درک دقیق‌تر تأثیر روش FMEA بر رعایت نکات ایمنی وجود دارد [۱۰]. باتوجه‌به اهمیت رعایت نکات ایمنی در محیط‌های کاری، به‌ویژه در بخش‌های اورژانس بیمارستان‌ها که پرستاران در معرض خطرات مختلفی قرار دارند، اجرای روش‌های تحلیلی مانند FMEA می‌تواند به افزایش ایمنی و کاهش حوادث کمک کند.

در مطالعه حاضر به‌کار بردن روش FMEA روی استفاده از ماسک تأثیری نداشت. روان و همکاران (۲۰۲۴) نیز تأثیر روش FMEA بر استفاده از ماسک N95 را ناچیز دانستند و در مورد کمبود دانش پرستاران در این زمینه اشاره کردند [۱۵].

جین و همکاران هشت عامل خطر کلیدی با همین روش شناسایی کردند که یکی از آنها عدم استفاده پرسنل از ماسک بود [۹]. یکی از دلایل احتمالی عدم تأثیر مداخلات بر استفاده از ماسک، گذراندن دوران کرونا توسط پرسنل و شیوع همه‌گیری آنفولانزا در تاریخ نمونه‌گیری است که اکثر پرسنل برای پیشگیری از انتقال عفونت خود را ملزم به استفاده از ماسک کرده بودند. درحالی‌که حسینی و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر روش FMEA بر استفاده از ماسک N95 را مؤثر دانستند [۱۶].

بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که روش‌های تحلیلی مانند FMEA می‌توانند به بهبود رفتارهای ایمنی و کاهش نرخ

بیمارستان واسعی و بیمارستان ۲۲ بهمن نیشابور تقدیر می‌گردد.

### ملاحظات اخلاقی:

این مطالعه با کد اخلاق IR.MEDSAB.REC.1402.059 در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی سبزوار به تصویب رسید. توضیحاتی درباره هدف و ماهیت پژوهش، ماهیت داوطلبانه شرکت، حق کناره‌گیری از پژوهش در هر زمان، حفظ محرمانگی و بی‌نامی به مشارکت‌کنندگان داده شد.

### سهم نویسندگان:

نویسنده اول در طراحی پژوهش و گردآوری داده‌ها و همچنین تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشت. نویسنده دوم در طراحی پژوهش، نویسنده سوم در تجزیه و تحلیل آماری و نویسنده چهارم در طراحی مطالعه، تفسیر داده‌ها، نگارش و ویرایش نسخه نهایی مقاله مشارکت داشته‌اند.

### حمایت مالی:

این مقاله منتج از پایان‌نامه دانشجویی خانم سمیه بوجانی جهت اخذ درجه کارشناسی‌ارشد پرستاری اورژانس از دانشگاه علوم پزشکی سبزوار است. معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی سبزوار از این پایان‌نامه با کد ۴۰۲۰۶۷ حمایت مالی کرده است.

### تضاد منافع:

نویسندگان برای چاپ این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع ندارند.

عفونت‌های بیمارستانی کمک کنند. باین‌حال، نتایج متناقض ممکن است به تفاوت‌های موجود در روش‌های اجرایی، نمونه‌های مورد مطالعه و شرایط محیطی مربوط باشد.<sup>[۱۷]</sup> لین و همکاران با به‌کارگیری روش FMEA نشان دادند که توجه دقیق پرستاران به نقاط کلیدی فرایند مراقبت در بخش ICU، می‌تواند در کاهش عفونت‌ها و مقاومت چند دارویی (MDR)، کاهش مرگ‌ومیر و افزایش رضایت بیماران مؤثر باشد.<sup>[۱۸]</sup>

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری در انجام هندوآش وجود نداشت ( $P=0/07$ ). به نظر می‌رسد با وجود آموزش‌ها تغییری در شستن دست‌ها با آب و صابون ایجاد نشد. این پارامتر نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد.<sup>[۱۹]</sup>

درنهایت، نتایج این پژوهش نشان داد که اجرای روش FMEA و مداخلات منتج از آن تأثیر قابل‌توجهی بر رعایت استفاده از هندراب، رعایت نکات ایمنی و استفاده از دستکش داشته است. لذا پیشنهاد می‌شود مراکز درمانی از این شیوه برای ارتقای اصول کنترل عفونت علاوه‌بر روش‌های معمول استفاده کنند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجوی مقطع کارشناسی‌ارشد پرستاری اورژانس است که در معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی سبزوار به ثبت رسیده است. بدین‌وسیله محققین کمال تشکر و قدردانی خود را از کلیه افراد و سازمان‌هایی که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، اعلام می‌دارد. همچنین از مرکز تحقیقات بالینی

## References

- [1]. Savioli G, Ceresa IF, Gri N, Bavestrello Piccini G, Longhitano Y, Zanza C, et al. Emergency department overcrowding: understanding the factors to find corresponding solutions. *Journal of personalized medicine* 2022;12:279. doi: 10.3390/jpm12020279.
- [2]. Jones S, Moulton C, Swift S, Molyneux P, Black S, Mason N, et al. Association between delays to patient admission from the emergency department and all-cause 30-day mortality. *Emergency Medicine Journal* 2022;39:168-73. DOI: 10.1136/emmermed-2021-211572.
- [3]. Khazaei A, Afshari A, Khatiban M, Borzou SR, Oshvandi K, Nabavian M, et al. Perceptions of professional challenges by emergency medical services providers: a qualitative content analysis study. *BMC Emergency Medicine* 2024;24:38. DOI: 10.1186/s12873-024-00955-6.
- [4]. Candel FJ, Salavert M, Estella A, Ferrer M, Ferrer R, Gamazo JJ, et al. Ten issues to update in nosocomial or hospital-acquired pneumonia: an expert review. *Journal of Clinical Medicine* 2023;12:6526. DOI: 10.3390/jcm12206526.
- [5]. Mensah GB, Dutta PK. Evaluating if Ghana's Health Institutions and Facilities Act 2011 (Act 829) Sufficiently Addresses Medical Negligence Risks from Integration of Artificial Intelligence Systems. *Mesopotamian Journal of Artificial Intelligence in Healthcare* 2024;2024:35-41. DOI:10.58496/MJAIH/2024/006.
- [6]. Kang J, O'Donnell JM, Colaianne B, Bircher N, Ren D, Smith KJ. Use of personal protective equipment among health care personnel: results of clinical observations and simulations. *American journal of infection control*. 2017 Jan 1;45(1):17-23. https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.08.011.
- [7]. Wu C, Tian Q, Wang H, Yang W, Liu A, Tang J, et al. Failure mode and effects analysis-based strategies for controlling multidrug-resistant organism infections in cancer patients. *Scientific Reports* 2024;14:28564. DOI: 10.1038/s41598-024-80282-9.
- [8]. Asghari Mahforujaki M, Jamalli A, Golfirooz S, Shahryari A. Evaluation of the implementation of the nosocomial infection control program in the emergency department of teaching hospitals of Gorgan, Iran. *ijhe*

- 2023; 16 (1):113-128. URL: <http://ijhe.tums.ac.ir/article-1-6738-fa.html>.
- [9]. Jin L, Ye M, Lin W, Ye Y, Chuang Y-C, Luo J-Y, et al. Identification of key potential infection processes and risk factors in the computed tomography examination process by FMEA method under COVID-19. BMC Infectious Diseases 2024;24:257. DOI: 10.1186/s12879-024-09136-z.
- [10]. Yang S, Yang L, Chuang Y-C, Asihaer G, Lin X. Identification of key risk areas and failure modes using the FMEA method for the prevention and control of major infectious diseases in a stomatology department. BMC Oral Health 2025;25:45. doi: 10.1186/s12903-024-05321-3.
- [11]. Farhanchi A, Rahimi Z, Saghehei E, Deljoo FF. Analysis of Failure Modes in Anesthesia for Cardiac Surgery Using the Healthcare Failure Mode and Effects Analysis (HFMEA) Technique. Multidisciplinary Cardiovascular Annals 2021;12. e106202. DOI:10.5812/mca.106202.
- [12]. Karampourian A, Imani B, Amirzargar MA. Risk Assessment of Operating Room Occupational Hazards Using Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). Avicenna Journal of Care and Health in Operating Room 2023;1:16-22. doi: 10.34172/ajchor.13.
- [13]. Jin L, Ye M, Lin W, Ye Y, Chuang YC, Luo JY, Tang F. Identification of key potential infection processes and risk factors in the computed tomography examination process by FMEA method under COVID-19. BMC Infectious Diseases. 2024 Feb 23;24(1):257. DOI: 10.1186/s12879-024-09136-z.
- [14]. Vecchia M, Sacchi P, Marvulli LN, Ragazzoni L, Muzzi A, Polo L, Bruno R, Salio F. Healthcare Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): Is There Room in the Infectious Disease Setting? A Scoping Review. Healthcare (Basel) 2025;13:82. DOI: 10.3390/healthcare13010082.
- [15]. Ruan Y, Hong Q, Feng L, Chien CW, Sun K, Chuang YC, et al. Identification of key potential risk areas and key potential failure modes in hemodialysis rooms by the FMEA method following routine prevention and control of the COVID- 19 pandemic. Risk Analysis 2024;44:2187-97 DOI: 10.1111/risa.14304.
- [16]. Hosseni L, Karampourian A, Azami H. Risk assessment of biological hazards to the nurses using 'Failure Modes and Effects Analysis' (FMEA) in the intensive care unit. Anaesthesia, Pain & Intensive Care 2023;27:646-51. DOI: <https://doi.org/10.35975/apic.v27i6.2200>.
- [17]. da Cunha TV, Willcox LF, da Costa BB, Najjar M, Soares CA, Haddad AN. Methodology for Risk Assessment of SARS-CoV-2 Virus Transmission in Hospital Buildings. Safety 2023;9:78.
- [18]. Lin L, Wang R, Chen T, Deng J, Niu Y, Wang M. Failure mode and effects analysis on the control effect of multi-drug-resistant bacteria in ICU patients. American Journal of Translational Research 2021;13:10777-10784. Doi: 10.3390/safety9040078.
- [19]. Ruan Y, Hong Q, Feng L, Chien CW, Sun K, Chuang YC, et al. Identification of key potential risk areas and key potential failure modes in hemodialysis rooms by the FMEA method following routine prevention and control of the COVID-19 pandemic. Risk Analysis 2024;44:2187-2197. DOI: 10.1111/risa.14304.

