

## تحلیل حالات شکست در فرایند بعد از جراحی قلب باز با استفاده از تکنیک FMEA فازی و TOPSIS فازی و ارائه راهکارها

شیما تشرعی<sup>۱</sup>، علی جهان<sup>۲\*</sup>، کامران قدس<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۲

### چکیده:

**زمینه و هدف:** مهم‌ترین بخش مراقبت‌های ویژه بخش جراحی قلب باز است که به دلیل آسیب‌پذیر بودن بیماران آن، کوچک‌ترین اشتباهی در جریان فرایند انتقال و نگهداری و ترخیص آن‌ها ممکن است صدمات جبران‌ناپذیری در پی داشته باشد. هدف از این پژوهش شناسایی ریسک‌های بالقوه در این بخش و پیشنهاد روش‌هایی برای حذف یا کاهش آن‌هاست.

**مواد و روشها:** در این پژوهش برای اولویت‌بندی عوامل خطر، روش FMEA به کار گرفته شده که یکی از روش‌های پرکاربرد در ارزیابی و مدیریت ریسک است؛ اما با توجه به محدودیت‌هایی که متوجه این روش است و برای رفع آن‌ها و رسیدن به نتایجی دقیق‌تر، از روش‌های FMEA فازی و TOPSIS فازی نیز استفاده شده و نتایج به دست آمده از این سه روش با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

**نتایج:** رویکرد پیشنهادی، در بخش قلب باز ICU-OH بیمارستان کوثر سمنان اجرایی شد و در نهایت ۱۹ عامل به عنوان اصلی‌ترین عوامل خطر شناسایی شدند؛ ضمناً برای تمامی عوامل خطر شناسایی‌شده راهکارهایی نیز تعیین شد که لازم است با توجه به اولویت‌های تعیین‌شده پیگیری شوند.

**نتیجه‌گیری:** عوامل نبود پایش علائم همودینامیک، کم توجهی به ایمنی و امنیت بیمار و ناتوانی در تفسیر اختلالات پنل گازهای خونی شریانی، در رتبه‌های اول تا سوم حالات شکست قرار می‌گیرند و از اهمیت بالاتری نسبت به سایر عوامل خطر برخوردارند. به‌طور کلی با ارائه آموزش و نظارت بیشتر بر روند کار پرستاران می‌توان عوارض ناشی از این عوامل را کاهش داد.

**کلمات کلیدی:** حالات شکست، جراحی قلب باز، تکنیک FMEA فازی، تکنیک TOPSIS فازی

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنان، سمنان، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنان، سمنان، ایران. (\*نویسنده مسئول). ایمیل: a.jahan@semnaniau.ac.ir

<sup>۳</sup> دانشیار گروه جراحی قلب، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

## مقدمه

امروزه در همه برنامه‌های بهبود کیفیت، پیشگیری از خطا و رویکرد مدیریت ریسک پایه‌های اصلی در ایجاد و پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت در سازمان‌ها هستند (۱). مطالعات انجام شده در رابطه با امنیت و ایمنی در مراقبت‌های بهداشتی و سایر صنایع بارها نشان داده‌اند که خطای انسانی علت بسیاری از حوادث در سیستم‌های پیچیده است. بعضی از علل نارسایی انسانی از جمله حواس‌پرتی، مشغله فکری، سوء تفاهم اطلاعاتی و نداشتن توجه و دقت، در سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی و حتی دیگر صنایع به ایجاد خطا منجر می‌شود (۲). برای مثال، در کنترل ترافیک هوایی، ۸۰ تا ۹۰ درصد از حوادث ناشی از نقص عملکرد انسان به جای علل فنی بوده است.

خطاهای پزشکی و عوارض جانبی یکی از چالش‌های بزرگ سیستم‌های بهداشتی در سطح بین‌المللی است (۳، ۴). تقریباً از هر ده بیماری که به بیمارستان مراجعه می‌کنند، یک بیمار به عوارض جانبی دچار می‌شود که تقریباً ۵۰ درصد آن پیشگیری‌شونده است (۵). برای درمان خطاها بهینه‌سازی سیستم‌ها و فرایندهای کاری انسان‌های جایز الخطا راه‌حل بهتری است تا اکتفا کردن به سرزنش انسان‌های خطاکار (۶). با توجه به سبک زندگی امروزی و استرس‌ها و فشارهای روزانه، ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی از شیوع فراوانی برخوردار است و هر روزه آمار مبتلایان رو به افزایش است. اگرچه آمار دقیقی از تعداد مبتلایان به بیماری‌های قلبی در ایران در دست نیست، گزارش شده که در شهر تهران شیوع بیماری‌های قلبی عروقی و مرگ‌ومیر مربوط به آن از میزان ۲۰ تا ۲۵ درصد کل مرگ‌ومیرها به ۳۵ تا ۴۰ درصد رسیده است (۷).

یکی از درمان‌های اصلی و مهم در رابطه با این بیماری، جراحی قلب باز است. متعاقب بحث جراحی قلب باز، بحث مراقبت از بیمار در بخش ویژه ICU-OH مطرح می‌شود که با توجه به در معرض خطر بودن این بیماران، بروز کوچک‌ترین خطایی به صدمات جبران‌ناپذیر منجر خواهد شد. به همین دلیل است که این بخش ریسک زیادی در بین سایر بخش‌ها دارد و نیازمند توجه بسیار از سوی پرسنل و کادر درمانی است. از این رو، ضرورت شناسایی و اولویت‌بندی خطاهای احتمالی که ممکن است در بخش مراقبت‌های ویژه جراحی قلب باز (ICU-OH) از کادر درمانی یا سایر عوامل سر بزند، به وضوح حس می‌شود.

پژوهشگران از تکنیک فازی (۸) در بسیاری از زمینه‌ها از جمله حوزه سلامت، استفاده کرده‌اند. وانگ و همکاران برای ارزیابی عوامل خطر از متغیرهای زبانی (فازی) استفاده کردند و ریسک‌ها را با استفاده از روش دی‌فازی کردن مرکزی

براساس مجموعه سطح آلفا، رتبه‌بندی کردند (۹). کومرو مقاله ای ارائه کرد که در آن به منظور بهبود فرایند خرید در یک بیمارستان دولتی واقع در استانبول از نرم‌افزار FMEA فازی بهره گرفت (۱۰). کهرمان و همکاران برای اولویت‌بندی مشکلات بهداشتی از روش FMEA به همراه متغیرهای زبانی و فازی و از قوانین اگر-آنگاه استفاده کردند (۱۱).

جمشیدی و همکاران با تعریف چارچوبی جدید و جامع برای اولویت‌بندی مبتنی بر عوامل خطر با استفاده از روش FMEA فازی، انتخاب بهترین استراتژی نگهداری دستگاه‌های حساس در بیمارستان را پیشنهاد دادند (۱۲). کانسو و همکاران عوامل خطر در واحد استریلیزه کردن را در بیمارستانی با ظرفیت ۱۳۶ تخت‌خواب و دارای ۵ اتاق عمل در ترکیه با مقایسه دو روش FMEA سنتی و FMEA فازی ارزیابی کردند (۱۳). نالین و تاناکورن با توجه به اهمیت بخش اورژانس و بهبود روند کار در این بخش، عوامل شکست را با استفاده از روش FMEA فازی ارزیابی و اولویت‌بندی کردند (۱۴). خشا و همکاران برای بهبود گردش کار در اتاق‌های عمل و به‌طور خاص رتبه‌بندی عوامل کنسلی جراحی‌ها در بیمارستان شریعتی تهران از روش FMEA فازی استفاده کردند (۱۵). رحیمی و همکاران حالات شکست را در فرایند جراحی قلب باز با استفاده از تکنیک HFMEA تحلیل کردند (۱۶).

عطار جان‌نثار نوبری ریسک‌های بالینی در بخش مراقبت‌های ویژه را با استفاده از روش FMEA ارزیابی کرد (۱۷). لاسکالیا و همکاران به‌منظور ایجاد سیستمی برای بیان احتمال موفقیت در رابطه با پیوند جزایر پانکراس از روش TOPSIS فازی استفاده کردند (۱۸). حمیدی و همکاران کیفیت خدمات الکترونیک بخش مراقبت‌های بهداشتی را با استفاده از روش TOPSIS فازی تحلیل کردند (۱۹).

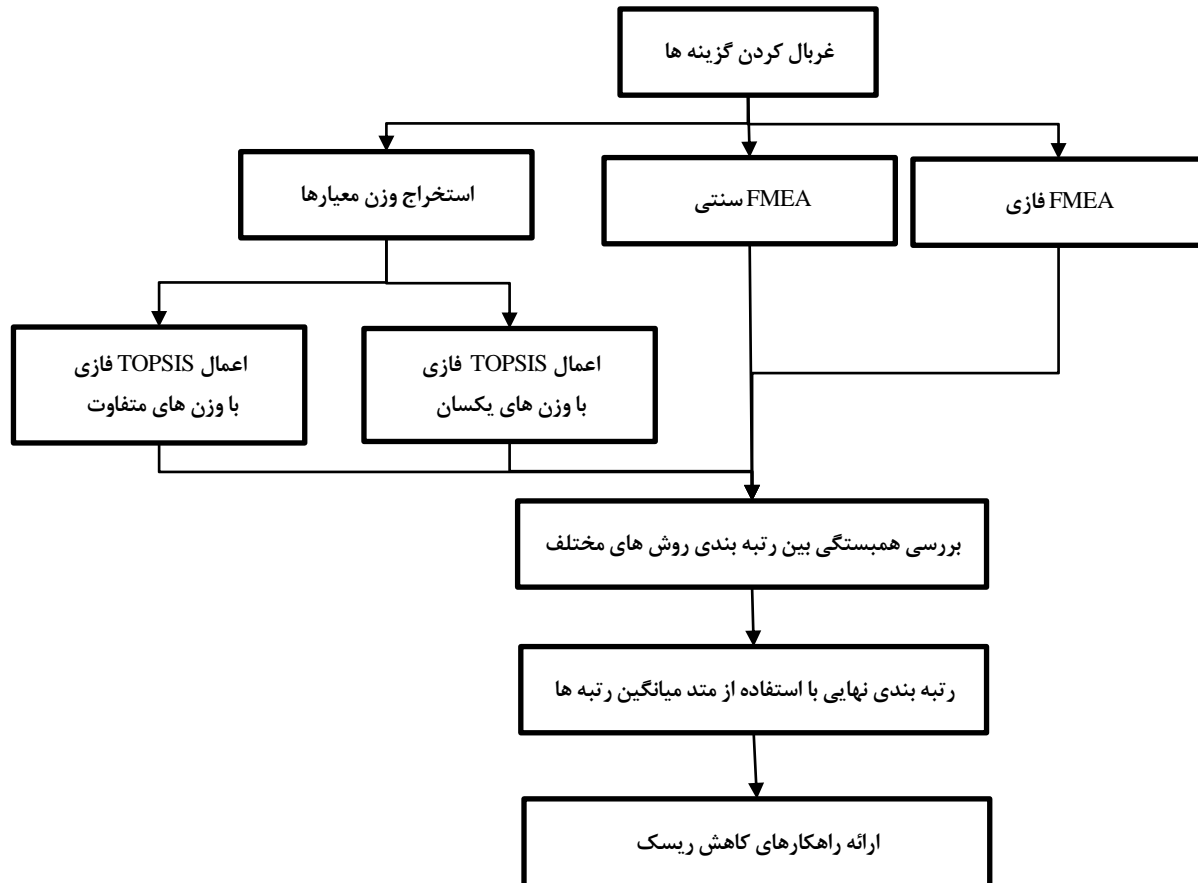
آنالیز ادبیات تحقیق نشان می‌دهد که تاکنون برای فعالیت‌های فرایند بعد از جراحی قلب باز شامل انتقال بیمار از اتاق عمل به ICU-OH، مراقبت بیمار در این بخش و ترخیص بیمار، تحلیل حالات شکست انجام نشده است. هدف از این مطالعه شناسایی و رتبه‌بندی عوامل خطر در فرایند بعد از جراحی قلب باز با استفاده از سه روش مستقل و ارائه راهکارهایی برای حذف یا کاهش ریسک‌های احتمالی است.

## مواد و روش‌ها

روش گردآوری اطلاعات مورد نیاز در تحقیق حاضر تلفیقی از روش میدانی و کتابخانه‌ای است. این تحقیق به تحلیل حالات شکست فرایند بعد از جراحی قلب باز جهت ارزیابی اقدامات بهبود در کنترل و حذف آن در قلمرو مکانی بیمارستان کوثر سمنان در سال ۱۳۹۶ پرداخته است. در این

بکارگیری روش عالم تبریز و همکاران (۲۰)، غربالگری گزینه ها انجام شود تا تعداد مختصر و مفیدی از عوامل خطر که به تأیید تمام اعضای گروه رسیده، حاصل شود. همچنین به دلیل بکارگیری روش TOPSIS فازی برای رتبه بندی گزینه ها (علاوه بر FMEA)، وزن معیارها یعنی همان احتمال وقوع، شدت خطر، و احتمال عدم کشف خطر محاسبه گردید. شکل ۱ مراحل اجرای روش تحقیق را ارائه می دهد.

مطالعه گروهی تخصصی شامل: فوق تخصص جراح قلب، سرپرستار بخش ICU-OH و یک نفر از پرستاران بخش ICU-OH تشکیل شد. در مرحله بعد پس از اطلاع از روند فعالیت های مراقبتی برای بیمار بعد از جراحی قلب باز، با مشورت گروه مذکور و همچنین مطالعات میدانی، حالات شکست در فرایند مورد بحث شناسایی گردید. با توجه به اختلاف نظر اعضای گروه روی گزینه های پیشنهادی، تصمیم بر آن شد با



شکل ۱: مراحل اجرای تحقیق (توصیفی - مقطعی cross sectional و موردی)

صنایع هوافضای ایالات متحده آمریکا بود. در واقع آن زمان FMEA در قالب یک نوآوری برای پیشگیری از اشتباهات و خطاهای جبران ناپذیری مطرح شد که وقوع هر یک از آن ها باعث خسارات هنگفت و اتلاف سرمایه فوق العاده زیادی می شد. امروزه تکنیک FMEA در انواع گسترده ای از صنایع از جمله خودرو، هوافضا، حمل و نقل هوایی، الکترونیک، نرم افزار و مراقبت های بهداشتی به کار می رود. FMEA با استفاده از سه عامل وقوع (O)، کشف (D) و شدت (S)، خطر را شناسایی می کند. O نشان دهنده تناوب خطرها و D بیانگر امکان پیش بینی خطرها قبل از وقوع آنهاست و S شدت خطر وارد شده به سیستم را نشان می

### روش FMEA

روشی تحلیلی در ارزیابی ریسک است که می کوشد تا حتمکن خطرهای بالقوه موجود در محدوده ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه بندی کند. روش FMEA تکنیکی است که برای اولین بار در ارتش آمریکا و در چارچوب استاندارد نظامی mil-p-1629 از آن استفاده شده است. در قالب این استاندارد خطاها یا اشکالات پیش آمده به لحاظ تأثیرگذاری آن ها در هدف نهایی و میزان ایمنی، پرسنل و تجهیزات، طبقه بندی می شوند (۲۱). اولین کاربرد رسمی این تجزیه و تحلیل تحت عنوان FMEA در

وزن معیارها یا هر دوی آن‌ها به وسیله متغیرهای زبانی ارائه شده با اعداد فازی، ارزیابی شده و بدین ترتیب بر مشکلات روش TOPSIS کلاسیک غلبه می‌شود.

### یافته‌ها

این پژوهش در بخش ICU-OH بیمارستان کوثر سمنان از اردیبهشت ۱۳۹۶ آغاز شد و شش ماه به طول انجامید.

#### فاز ۱

گام ۱: کمیته‌ای سه نفره شامل فوق تخصص جراح قلب، سرپرستار بخش ICU و یک پرستار دیگر بخش تشکیل شد. گام ۲: وزن هریک از تصمیم‌گیرندگان با توجه به ویژگی‌های خبرگی آنان محاسبه شد. جدول ۳ وزن فازی و قطعی هریک از تصمیم‌گیرندگان را نشان می‌دهد. گام ۳: فهرستی از گزینه‌های جمع‌آوری شده اولیه تهیه شد. تعداد گزینه‌های اولیه ۲۳ بود.

گام ۴: در این گام متغیرهای زبانی تعریف شد تا خبرگان با استفاده از آن‌ها گزینه‌ها را به لحاظ زبانی ارزیابی کنند. جدول ۱ این متغیرهای زبانی را نشان می‌دهد.

گام ۵: سه تصمیم‌گیرنده گزینه‌ها (ریسک‌ها) را براساس متغیرهای زبانی تعریف شده ارزیابی کردند که در جدول ۵ نشان داده شده است. گفتنی است که گزینه‌ها براساس احتمال وقوع ریسک (O)، شدت ریسک (S) و عدم تشخیص آن (Not-D) ارزیابی شدند.

جدول ۱: متغیرهای زبانی برای ارزیابی اهمیت گزینه‌ها (ریسک‌ها)

اعداد فازی مثلثی	متغیرهای زبانی
(۰,۱,۳)	خیلی کم (VL) Very Low
(۱,۳,۵)	کم (L) Low
(۳,۵,۷)	متوسط (M) Medium
(۵,۷,۹)	زیاد (H) High
(۷,۹,۱۰)	خیلی زیاد (VH) Very High

جدول ۲: متغیرهای زبانی برای ارزیابی اهمیت معیارها

اعداد فازی مثلثی	متغیرهای زبانی
(۰,۰/۰,۱/۳)	خیلی کم (VL) کم
(۰/۰,۱/۰,۳/۵)	کم (L) کم
(۰/۰,۳/۰,۵/۷)	متوسط (M) متوسط
(۰/۰,۵/۰,۷/۹)	زیاد (H) زیاد
(۰/۷, ۰/۹, ۱)	خیلی زیاد (VH) زیاد

دهد. سه پارامتر ورودی با استفاده از یک مقیاس ده درجه ای امتیازدهی می‌شوند؛ به طوری که مقادیر بیشتر نشان دهنده تأثیرات نامطلوب‌تر بر سیستم است. پارامتر خروجی تحت عنوان عدد اولویت ریسک (RPN) شناخته می‌شود. با توجه به دامنه مقیاس‌گذاری، متغیرهای ورودی RPN می‌توانند مقادیری بین ۰ تا ۱۰۰۰ را اختیار کنند. پس از محاسبه عدد، اولویت ریسک اقدامات اصلاحی برای شکست‌هایی که میزان RPN آن‌ها بیشتر از ۱۰۰ باشد، انجام می‌گیرد (۱۳). اگرچه FMEA روش متداولی است که در اکثر سیستم‌ها از آن برای پیشگیری از رخ دادن خطرهای ممکن استفاده می‌شود، اشکالاتی به شرح زیر به این روش وارد است (۱۲, ۱۳):

- در FMEA سنتی S, D, و O دارای یک اهمیت فرض می‌شوند؛ در حالی که ممکن است درجه اهمیت آن‌ها متفاوت باشد.
- ترکیب‌های مختلف از S, D, و O ممکن است به RPN‌هایی با ارزش یکسان منجر شود؛ در حالی که حالت‌های شکست با RPN یکسان ممکن است به عوامل متفاوت خطر مربوط باشد.
- نظرهای کارشناسان مختلف نادیده گرفته می‌شود.

#### FMEA فازی

باتوجه به محدودیت‌هایی که متوجه روش سنتی است، پژوهشگران به فکر ارتقای این روش افتادند. یکی از راه حل‌های موجود برای رفع این ناکارآمدی‌ها ترکیب این رویکرد با منطق فازی است. در حالتی که داده‌های کافی در دسترس نیست، یا داده‌ها به صورت عبارات و متغیرهای زبانی و ذهنی موجود است، منطق فازی ابزار مناسبی به شمار می‌آید (۲۲). سیستم مبتنی بر دانش فازی می‌تواند به طور کامل دانش و تخصص مهندسان را در آنالیز FMEA ترکیب کند (۲۳).

#### روش TOPSIS فازی

مبنای این روش، انتخاب گزینه‌ای است که کمترین فاصله را از جواب ایده‌آل و بیشترین فاصله را از جواب غیر ایده‌آل داشته باشد. در TOPSIS کلاسیک برای تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها از مقادیر دقیق و معین استفاده می‌شود؛ اما در بسیاری از مواقع تفکرات انسان با عدم قطعیت همراه است و این عدم قطعیت در تصمیم‌گیری تأثیرگذار است؛ به همین دلیل برای کار با داده‌های غیرقطعی باید از روش‌های ویژه‌ای استفاده کرد. منطق فازی رویکردی است که می‌توان در این گونه موقعیت‌ها آن را به کار گرفت. در این حالت، عناصر ماتریس تصمیم‌گیری یا

جدول ۳: اوزان نهایی تصمیم گیرندگان

جمع	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	تصمیم گیرندگان
	پرستار		فوق تخصص جراحی قلب	
	(۰/۲۵، ۰/۴۵، ۰/۶۵)	(۰/۵۵، ۰/۷۵، ۰/۹۲۵)	(۰/۴، ۰/۶، ۰/۸)	وزن فازی تصمیم گیرندگان
۱/۷۹۶	۰/۴۵۰	۰/۷۴۶	۰/۶۰۰	غیر فازی سازی (قطعی کردن)
۱	۰/۲۵۱	۰/۴۱۵	۰/۳۳۴	اوزان نهایی تصمیم گیرندگان

جدول ۴: گزینه‌ها (ریسک‌های بعد از جراحی قلب باز) و نتایج ارزیابی آن‌ها توسط تصمیم گیرندگان

NOT-D عدم تشخیص			S شدت			O احتمال وقوع			معیارها
D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	
VH	VH	VH	H	VL	VH	VL	VH	VL	جابه‌جایی یا خارج شدن وسایل و اتصالات بیمار از جمله لوله تراشه، ارتولاین و... در هنگام انتقال بیمار به تخت ICU (A <sub>1</sub> )
H	VL	L	L	VH	VH	L	L	H	خارج شدن اتصالات از بدن بیمار (A <sub>2</sub> )
M	VL	VL	M	L	VH	M	VH	VH	خون‌ریزی از ناحیه عمل و کم توجهی پرسنل به این موضوع (A <sub>3</sub> )
L	L	VH	H	H	M	M	H	VL	کم توجهی به تغذیه بیمار (A <sub>4</sub> )
H	L	L	H	VH	H	L	VH	VL	کم توجهی به بالانس مایعات در بدن (A <sub>5</sub> )
M	L	L	H	H	VH	M	M	VL	عدم نگهداری مناسب فراورده‌های خونی (A <sub>6</sub> )
M	VL	M	H	VH	H	M	H	L	کم توجهی به استانداردهای دارودهی و عوارض داروها (A <sub>7</sub> )
M	VL	H	VH	VH	VH	H	VL	M	کم توجهی به علائم همودینامیک (A <sub>8</sub> )
H	VL	M	H	VH	M	M	VL	H	عدم اطلاع از بیماری‌های زمینه‌ای بیمار (A <sub>9</sub> )
H	VL	H	VH	VH	VH	M	VL	H	وجود اختلال در گازهای خونی شریانی (A <sub>10</sub> )
VL	L	VH	L	L	L	L	H	L	برخورد نامناسب با بیمار و همراه او (A <sub>11</sub> )
L	L	L	H	H	H	VH	VL	M	کم توجهی به مراقبت‌های تنفسی بیمار (A <sub>12</sub> )
VL	L	VL	M	H	M	H	M	H	کم توجهی به تغییرات خلق و خو (A <sub>13</sub> )
VL	L	VH	VH	VH	VH	M	M	M	عدم آگاهی پرسنل از اختلال در ریتم قلبی (A <sub>14</sub> )
M	VL	M	H	M	H	H	M	H	کم توجهی به انجام مشاوره به موقع در ICU (A <sub>15</sub> )
M	VH	H	H	H	H	M	H	M	مغفول ماندن دستورات شفاهی پزشک (A <sub>16</sub> )
M	M	M	M	L	M	M	VH	VL	کم توجهی به خواب و استراحت بیمار خصوصاً در زمان شب (A <sub>17</sub> )
M	L	M	M	M	M	H	M	H	کم توجهی به بهداشت عمومی بیمار (A <sub>18</sub> )
M	M	M	M	M	M	H	H	H	کم توجهی به نیازهای روحی و عاطفی بیمار (A <sub>19</sub> )
H	L	H	M	M	M	M	H	M	کم توجهی به چیدمان شیفت پرسنل از لحاظ توانایی پرسنل در مراقبت از بیمار (A <sub>20</sub> )
H	M	H	M	H	M	VL	M	VH	ایجاد تنش برای بیمار توسط پرسنل یا کادر درمان (A <sub>21</sub> )
L	M	L	M	VH	M	H	VH	H	کم توجهی به تنظیم به موقع دستگاه‌ها و تجهیزات (A <sub>22</sub> )
H	H	H	M	M	L	L	H	L	کم توجهی به نیازهای آموزشی بیمار هنگام ترخیص (A <sub>23</sub> )

## فاز ۲

گام ۱: سطح بندی تعارضات، تجزیه و تحلیل سطوح سه گانه تعارض و ارائه راهکارهای جداگانه برای آنها. براساس تبادل نظر با مدیر مسئول پروژه سطوح تعارض بدین صورت تعیین شد که اگر سطح اختلاف نظر بین سه تصمیم گیرنده، ۳ و کمتر از آن باشد، تعارض در سطح پایین،

اگر اختلاف نظر بین سه تصمیم گیرنده بین ۳ و ۶ باشد، تعارض در سطح متوسط و در غیر این صورت تعارض در سطح بالا قرار دارد، بطوریکه راهکارهای مدیریت تعارض نیز در هر سطح قابل تعریف است. چگونگی محاسبه میزان تعارض برای گزینه  $A_1$  در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: چگونگی محاسبه میزان تعارض برای گزینه  $A_1$ 

نماد عددی متغیر زبانی	$A_1$	$D_M$
۵	VH	$D_1$
۱	VL	$D_2$
۴	H	$D_3$
محاسبه میزان تعارض گزینه $A_1$	$( 1-4 ) + ( 4-5 ) + ( 1-5 ) = 8$	میزان تعارض ۸

مطابق جدول ۵ تعارض برای گزینه  $A_1$  در سطح بالاست که باید با استفاده از راهکارهای مناسب مدیریتی برای رفع تعارض گزینه  $A_1$  اقدام کرد. با توجه به محاسبه میزان تعارض برای تمام گزینه‌ها، نتایج به دست آمده حاکی از این است که در گزینه  $A_1$  بر سر معیار شدت خطر (S)، در گزینه  $A_{11}$  و  $A_{14}$  بر سر معیار عدم کشف خطر (NOT-D) و در گزینه  $A_{12}$ ،  $A_{17}$  و  $A_{21}$  بر سر معیار احتمال وقوع (O) بین اعضای گروه تصمیم گیرنده در سطح بالایی تعارض وجود دارد. بر این اساس و طبق راهکارهای موجود برای رفع تعارض که در جدول آمده است، باید بین شخص ثالث و گروه تصمیم گیرنده تبادل نظر صورت گیرد. خروجی این تبادل نظر به این شرح است: گزینه

$A_1$  و  $A_{11}$  از بین گزینه‌ها حذف می‌شوند. گزینه‌های  $A_{12}$  و  $A_{14}$  حذف شده و گزینه جدیدی با عنوان «کم توجهی به ایمنی و امنیت بیمار» به گزینه‌ها اضافه می‌شود و در نهایت، گزینه‌های  $A_{17}$  و  $A_{21}$  حذف شده و گزینه «کم توجهی به ایجاد محیطی آرام و مناسب برای بیمار» جایگزین آنها می‌شود. فهرست گزینه‌های نهایی و غربال شده در جدول مشخص است. تصمیم گیرندگان گزینه‌های جدید را که با  $A_{18}$  و  $A_{19}$  نشان داده شده‌اند، ارزیابی می‌کنند که در جدول ۶ مشهود است. با توجه به نظرهای تصمیم گیرندگان مشخص می‌شود که هیچ تعارضی در سطح متوسط و بالا در بین گزینه‌های پیشنهادی وجود ندارد.

جدول ۶: ارزیابی گزینه‌های پیشنهاد شده توسط سه تصمیم گیرنده

NOT-D			S			O			معیارها گزینه‌ها
$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	
H	M	H	VH	M	VH	L	M	L	کم توجهی به ایجاد محیطی آرام و مناسب برای بیمار
M	VH	M	VH	VH	H	L	L	L	کم توجهی به وضعیت کلی بیمار عمل شده از نظر معاینه فیزیکی پس از عمل

## فاز ۳

در این فاز با استفاده از نظرهای خبرگان و با توجه به متغیرهای زبانی تعریف شده در جدول ۲، اهمیت سه معیار

احتمال وقوع، شدت خطر و احتمال کشف نشدن خطر، ارزیابی شد و در نهایت وزن هریک از معیارها به دست آمد (جدول ۷).

جدول ۷: ماتریس تصمیم فازی

معیار	$C_1$	$C_2$	$C_3$
وزن فازی معیار	(۰/۹۶، ۰/۸۲، ۰/۶۲)	(۰/۹۰، ۰/۷۷، ۰/۵۷)	(۰/۶۲، ۰/۴۲، ۰/۲۵)

شده از طریق هریک از روش‌ها قابل مشاهده است. بنابراین برای دستیابی به رتبه‌بندی نهایی از روش میانگین رتبه‌ها (۲۴) استفاده شد و در نهایت نتایج رتبه‌بندی به تأیید خبرگان نیز رسید. جدول ۹ رتبه‌بندی نهایی عوامل خطر بخش مراقبت‌های ویژه جراحی قلب باز را همراه با راهکارهای شناسایی شده برای کاهش ریسک نشان می‌دهد که لازم است با توجه به اولویت‌های مشخص شده پیگیری شوند. لازم به ذکر است که عبارت «کم توجهی» یا کلمه «عدم» که در جداول ۴، ۶، ۸ و ۹ آمده، بیشتر به مفهوم «عدم توجه کافی» است، نه به این مفهوم که اصلاً توجه نمی‌شود یا نشده است.

گروه تصمیم‌گیرنده معیارهای موجود را با استفاده از روش پیشنهادی وزن‌دهی کردند که در روش TOPSIS فازی از این معیارها استفاده می‌شود. در اجرای روش TOPSIS فازی، این نکته گفتنی است که یک بار رتبه‌بندی گزینه‌ها با اعمال وزن یکسان معیارها و بار دیگر با وزن متفاوت معیارها انجام شد.

#### رتبه‌بندی ریسک‌ها (حالات شکست)

رتبه‌بندی حالات شکست بخش مراقبت‌های ویژه جراحی قلب باز با استفاده از روش‌های FMEA فازی و TOPSIS فازی انجام شد که نتایج آن را می‌توان در جدول ۸ مشاهده کرد. با مقایسه نتایج رتبه‌بندی، عدم تطابق بین رتبه‌های محاسبه

جدول ۸. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

ردیف	حالت شکست	FMEA	FUZZY FMEA	FUZZY TOPSIS وزن معیارها برابر	FUZZY TOPSIS وزن معیارها متفاوت	میانگین رتبه‌ها
۱	خارج شدن اتصالات از بدن بیمار	۱۳	۸	۱۳	۷	۱۰
۲	کم توجهی به مقدار خون‌ریزی بیمار پس از جراحی	۸	۲	۱۷	۱	۴
۳	کم توجهی به تغذیه بیمار	۳	۱۵	۱۱	۱۶	۱۲
۴	کم توجهی به بالانس مایعات در بدن بیمار و عوارض اولیه ناشی از جراحی	۱۶	۱۴	۱۲	۲	۱۱
۵	نبودن پایش بیمار در حین تزریق فرآورده‌های خونی	۵	۱۷	۶	۵	۷
۶	کم توجهی به استانداردهای دارودهی و عوارض داروها	۱	۱۱	۱۰	۱۰	۶
۷	کم توجهی علائم همودینامیک	۱۲	۳	۱	۸	۱
۸	عدم اطلاع از بیماری‌های زمینه‌ای بیمار	۶	۷	۴	۱۸	۸
۹	ناتوانی در تفسیر اختلال در پیل گازهای خونی شریانی	۴	۱۲	۷	۴	۳
۱۰	کم توجهی به تغییرات شناختی و رفتاری بیمار	۹	۱۰	۱۹	۱۱	۱۵
۱۱	کم توجهی به انجام مشاوره به موقع در ICU	۱۴	۵	۳	۱۷	۹
۱۲	مغفول ماندن دستورات کتبی یا شفاهی پزشک معالج	۱۵	۱	۸	۶	۵
۱۳	کم توجهی به نیازهای روحی و عاطفی بیمار	۱۱	۱۳	۱۵	۹	۱۴
۱۴	کم توجهی به چیدمان مناسب پرسنل مراقبت‌های ویژه	۱۸	۱۹	۱۴	۱۳	۱۶
۱۵	کم توجهی به تنظیم به موقع دستگاه‌ها و تجهیزات	۱۷	۱۶	۱۶	۱۹	۱۷
۱۶	کم توجهی به ایجاد محیطی آرام و مناسب برای بیمار	۷	۴	۹	۱۲	۶
۱۷	آموزش ناکافی بیمار و همراهان در هنگام ترخیص	۱۰	۹	۵	۱۵	۹
۱۸	عدم رعایت بهداشت و انتقال عفونت	۹	۶	۱۸	۱۴	۱۳
۱۹	کم توجهی به ایمنی و امنیت بیمار	۲	۱۸	۲	۳	۲

جدول ۹: رتبه بندی نهایی عوامل خطر بخش مراقبت های ویژه جراحی قلب باز و راهکارهای پیشنهادی

اولویت نهایی	حالات شکست بخش مراقبت های ویژه جراحی قلب باز	راهکارها
۱	نبود پایش علائم همودینامیک	اطلاع از روش های متفاوت پایش همودینامیک به صورت تهاجمی و غیرتهاجمی، برقراری اتصالات درارتباط با مانیتورینگ نوار قلب و کنترل فشار خون به صورت تهاجمی و بررسی فشار ورید مرکزی، بررسی برون ده ادراری، بررسی نبض های محیطی و گرمی یا سردی اندام ها، انجام آزمایش ها برای نشان دادن حفظ برون ده قلبی، توانایی تفسیر دقیق داده های ناشی از ابزار تهاجمی و معاینه فیزیکی و بالینی بیمار، فراهم کردن ابزارهای لازم برای بررسی دقیق و پایش همودینامیک.
۲	کم توجهی به ایمنی و امنیت بیمار	جلوگیری از سقوط بیمار، جلوگیری از ایجاد زخم بستر، جلوگیری از تزریق اشتباه خون و فراورده های آن به بیمار، ضد عفونی به طریق درست برای بیمار، دادن داروها براساس استانداردها، دفع مناسب وسایل و مواد عفونی، تأمین داروها و تجهیزات مورد نیاز بیمار در تمام طول شبانه روز.
۳	نا توانایی در تفسیر اختلالات در پنل گازهای خونی شریانی	برگزاری جلسات آموزشی به منظور بالا بردن سطح علمی پرستاران برای تفسیر اختلالات گازهای خونی شریانی، اطلاع رسانی به پزشک مقیم در صورت مشاهده اختلالات گازهای خونی و کسب توانایی برای پی بردن به علت ایجاد این اختلال و همچنین توانایی در بهبود شرایط ایجاد کننده این اختلال.
۴	کم توجهی به مقدار خون ریزی بیمار پس از جراحی	بررسی درن های موجود در فضای مדיاستن از نظر خون ریزی، مانیتورینگ علائم همودینامیک بیمار، انجام آزمایش های پاراکلینیک و مشاهده علائم بیمار.
۵	مغفول ماندن دستورات کتبی یا شفاهی پزشک معالج	پرستار مسئول بلافاصله دستورات کتبی را علامت گذاری و وارد برگه اجرای دستورات درمانی بیمار کرده و سرپرستار بخش تعداد دستورات و نحوه اجرای آن را بازبینی کند، دو پرستار دستورات شفاهی پزشک را چه به صورت تلفنی و چه به صورت شفاهی تأیید و اجرا کنند و حتماً در برگه گزارش پرستاری از واژه های (Telephon Order) TO و (Verbal Order) VO استفاده شود. پزشک در زمان ثبت دستورات شفاهی، زمان و تاریخ دستور را در پرونده ثبت کند.
۶	کم توجهی به استانداردهای داروهای و عوارض داروها	در زمان دارو دهی به بیمار ۸ right اعمال شود و بیمار از طریق دو شناسه نام و نام خانوادگی و کد ملی شناسایی شود، در زمان دادن دارو مخصوصاً داروهای انفوزیونی، به مدت زمان عرضه دارو توجه شود، همچنین قبل، حین و بعد از دادن دارو (داروهای خاص) علائم حیاتی بیمار مانیتورینگ شود.
۷	کم توجهی به ایجاد محیطی آرام و مناسب برای بیمار	جلوگیری از ایجاد آلودگی صوتی که باعث مختل شدن آرامش بیماران می شود اعم از صدای زنگ تلفن، صدای بلندگوها و...، جلوگیری از ایجاد تنش و درگیری در این بخش، پخش موسیقی ملایم در صورت امکان، انجام تهویه و حفظ دمای مناسب در محیط.
۸	نبود پایش بیمار در حین تزریق فراورده های خونی	بررسی شرایط بیمار از نظر احتیاج به فراورده های خونی و در صورت نیاز به آن ها تعیین گروه خونی و RH، رعایت مناسب زنجیره سرد خون، بررسی و چک کردن خون از نظر شماره، رنگ، وجود لخته، حباب هوا و...، همچنین بررسی تطابق اطلاعات روی برگه خون و مشخصات فردی بیمار به منظور جلوگیری از تزریق اشتباه خون، کنترل علائم حیاتی بیمار قبل از تزریق خون، تزریق خون در دقایق اولیه به آهستگی انجام شود و در ادامه در صورت مشاهده نشدن عوارض ناشی از آن می توان سرعت تزریق را افزایش داد، در حین تزریق خون باید به طور مداوم علائم حیاتی را کنترل کرد، در صورت بروز هریک از عوارض ترانسفوزیون خون تزریق خون قطع شود و نمونه خون برای بررسی آزمایش های مورد نظر به آزمایشگاه فرستاده شود و پزشک نیز در جریان ارسال خون قرار گیرد.



اولویت نهایی	حالات شکست بخش مراقبت های ویژه جراحی قلب باز	راهکارها
۹	عدم اطلاع از بیماری‌های زمینه‌ای بیمار	گرفتن شرح حال اولیه از بیمار و خانواده او توسط پزشک و پرستار و انجام آزمایش‌های تکمیلی برای تعیین بیماری ناشناخته در بیمار.
۱۰	عدم انجام مشاوره به موقع در بخش مراقبت‌های ویژه	وجود پلن و طراحی برای انجام مشاوره به موقع در بخش و پیگیری و اطلاع‌رسانی از طریق پرستار و پزشک اینترن و اطلاع‌رسانی به مدیر و رئیس بیمارستان در صورت عدم انجام مشاوره.
۱۱	آموزش ناکافی بیمار و همراهان در هنگام ترخیص	استفاده از روش‌های چندگانه مانند ارائه بروشورهای آموزشی (pan flat)، سی‌دی‌های آموزشی و ارائه آموزش شخص‌به‌شخص توسط پرستار به بیمار و ارزیابی بازخورد این آموزش‌ها از بیمار و خانواده او.
۱۲	خارج شدن اتصالات از بدن بیمار	بررسی مداوم تمامی اتصالات بدن بیمار و اطلاع از کارکرد صحیح این اتصالات توسط پرستار.
۱۳	کم توجهی به بالانس مایعات در بدن بیمار و عوارض اولیه ناشی از جراحی	بررسی مصرف مایعات و دفع مایعات، توجه به علائم ناشی از وجود عدم تعادل، توجه به علائم و انجام آزمایش‌های پاراکلینیک، معاینه فیزیکی بیمار از جمله بررسی برون‌ده ادراری و بررسی فشار ورید مرکزی.
۱۴	کم توجهی به تغذیه بیمار	بررسی حجم توده بدن و میزان کالری موردنیاز بیمار و توجه به دریافت آن کالری و در صورت نیاز اعمال احتیاطات تغذیه‌ای متناسب با بیماری او، اجرای کامل دستورات مشاور تغذیه و ارزیابی بیمار از نظر تحمل رژیم غذایی.
۱۵	عدم رعایت بهداشت و انتقال عفونت	شست‌وشوی منظم دست‌ها توسط پرستاران، اجرای روش‌های آسپتیک در پانسمان زخم‌ها، ایزولاسیون بیمار در صورت بروز عفونت، استفاده از PPE (ابزار حفاظت شخصی) بسته به نوع عفونت ایجادشده در بیمار، انتقال صحیح مواد عفونی در کیسه‌های زباله مخصوص، ضدعفونی کردن محیط اطراف بیمار.
۱۶	کم توجهی به نیازهای روحی و عاطفی بیمار	صحبت کردن با بیمار درباره وضعیت بیماری و روند درمان او، حضور خانواده و همراهان به صورت مداوم در کنار بیمار، وجود یک قاب عکس از خانواده در کنار بیمار در صورت عدم امکان حضور خانواده، حضور مداوم پرستاران در کنار بیمار و هم‌صحبتی با او.
۱۷	کم توجهی به تغییرات شناختی و رفتاری بیمار	رعایت آرامش برای بیماران، برقراری نور و صدای مناسب در بخش، برقراری امکان خواب مناسب برای بیماران، کنترل درد بیمار، توجه به نیاز تغذیه‌ای بیمار، قراردادن ساعت در مقابل بیماران برای توجه به گذر زمان در طول روز، وجود پنجره برای مشاهده تغییرات نور در طول شبانه‌روز، توجه به نیازهای دفع روده‌ای و ادراری.
۱۸	کم توجهی به چیدمان مناسب پرستل مراقبت‌های ویژه	با توجه به نیاز یک‌به‌یک حضور پرستار برای بیماران بخش مراقبت‌های ویژه، لازم است به تعداد این بیماران، پرسنل موردنیاز در اختیار بخش قرار داده شود، در بخش‌های ویژه باید از پرستارانی استفاده شود که حداقل سه سال سابقه حضور در دیگر بخش‌ها را داشته باشند و در صورت توانایی مطلوب در مراقبت از بیمار و پس از گذراندن دوره‌های اختصاصی برای بخش‌های ویژه از آن‌ها در این بخش‌ها استفاده شود، بعد از حضور این افراد در این بخش‌ها بسته به توانایی فردی آن‌ها در خصوص مراقبت از بیماران خاص، در حین شیفت از این‌گونه افراد برای بیماران خاص استفاده شود.
۱۹	کم توجهی به تنظیم به موقع دستگاه‌ها و تجهیزات	کالیبراسیون و اطمینان از صحت کارکرد دستگاه‌ها به صورت دوره‌ای، موجود بودن وسایل موردنیاز به منظور استفاده به موقع در بخش مربوط در صورت خراب شدن ناگهانی دستگاه‌ها و تجهیزات، حضور ۲۴ ساعته مهندس تجهیزات پزشکی برای رفع عیوب دستگاه‌ها و تجهیزات.

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به میزان حساسیت بخش مراقبت‌های ویژه جراحی قلب باز و به دلیل وضعیت خاص بیماران این بخش، بکارگیری تجهیزات ویژه و وجود پرسنل با مهارت و نیز بکارگیری رویکردهای پیشگیرانه برای جلوگیری از وقوع خطرهای اطمینان‌یافتن از ایمنی بیماران و کیفیت فرایندهای درمانی ضروری به نظر می‌رسد. از میان دستاوردهای این تحقیق بعضی مربوط به نوآوری در شناسایی و ارزیابی حالات خطا، چگونگی همگرایی و تجمیع دانش خبرگان و رتبه بندی دقیق تر حالات خطا بوده و بعضی دیگر مرتبط با چگونگی ارتقاء کیفیت مراقبت بعد از عمل جراحی قلب باز است. از جنبهٔ بهبود در روش، در این پژوهش سعی شده تا محدودیت‌های موجود در روش FMEA مرتفع شود. از این رو برای حذف مشکل یکسان بودن وزن‌های مربوط به معیارها از روش TOPSIS فازی بهره برده و برای به دست آوردن وزن معیارها و همچنین کاهش گزینه‌های غیرضروری از رویکرد پیشنهادی عالم تبریز و همکاران (۲۰) استفاده شد. همچنین برای بکارگیری متغیرهای زبانی به منظور ملموس بودن و درک پذیر بودن اظهار نظرهای کادر درمانی و همچنین دستیابی به نتایجی واقعی تر، از روش FMEA فازی استفاده شد. در نهایت رتبه بندی از طریق سه روش FMEA سنتی، FMEA فازی، TOPSIS فازی با وزن معیار یکسان و همچنین با وزن معیار متفاوت انجام شد و با یکدیگر مقایسه شدند. باتوجه به عدم تطابق بین نتایج به دست آمده از روش‌های ذکر شده تصمیم بر آن شد که برای ارائه رتبه بندی نهایی، روش میانگین رتبه‌ها به کار گرفته شود که در نهایت نتایج به دست آمده به تأیید کادر درمانی و پزشکان رسید. روش تلفیقی پیشنهادی در این پژوهش نواقص موجود در رویکرد سنتی یا منفرد (۱۱-۱۳، ۱۵، ۱۸، ۱۹) را ارتقا می‌بخشد، هر چند که در مقایسه با سایر حوزه‌ها از جمله علوم مهندسی، در حوزه مراقبت‌های بهداشتی کمتر به روش‌های تحلیل و کاهش ریسک پرداخته شده است. همچنین این روش رویکردی گام به گام به طراحی استراتژی‌هایی برای بهبود مستمر است؛ به طوری که پزشکان و پرسنل کادر درمان قادر خواهند بود به صورت سیستماتیک کیفیت خدمات به بیمار را ارتقا دهند.

از لحاظ یافته‌های مربوط به مراقبت‌های ویژه پس از جراحی قلب باز برای اولین بار، نوزده حالت خطای شناسایی شده

رتبه بندی شد که عوامل نبود علائم همودینامیک، کم توجهی به ایمنی و امنیت بیمار، ناتوانی در تفسیر اختلالات پنل گازهای خونی شریانی، کم توجهی به مقدار خون ریزی بیمار پس از جراحی و کم توجهی به دستورات کتبی یا شفاهی پزشک معالج، در رتبه های اول تا پنجم حالات خطا قرار گرفتند؛ اما در رویکرد FMEA تنها شناسایی و تحلیل حالات خطا کافی نیست، بلکه گام مهم دیگر ارائه پیشنهادی کاهش ریسک و استفاده از نتایج و عملیاتی کردن پیشنهادهایی است که بتواند در کاهش این حالات خطا مؤثر باشد. بعد از عمل جراحی، به منظور جلوگیری از فراموش شدن بعضی از آیتم‌هایی که باید در روند انتقال بیمار به بخش مراقبت‌های ویژه کنترل شود، بهتر است بررسی و پذیرش بیماران بر اساس چک لیست صورت گیرد. از تمهیدات لازم در حوزه مراقبت از بیماران می‌توان به لزوم افزایش تعداد پرستاران و همچنین برگزاری کلاس‌های آموزشی و دوره‌ای به منظور ارتقای سواد علمی و عملی پرستاران و عملکرد مبتنی بر شواهد اشاره کرد. در نهایت، تبیین سازوکاری برای اطلاع پرستاران بخش مراقبت‌های ویژه از تمام جزئیات شرایط و وضعیت بیمار در اتاق عمل موضوع مهمی به نظر می‌رسد. مطالعه رحیمی و همکاران (۱۶) که به بررسی حالات شکست در فرایند جراحی قلب باز پرداخته، از نظر یافته‌ها مکمل این تحقیق است اما از نظر روش تحقیق متفاوت بوده و تنها شامل جداول شدت ریسک و احتمال وقوع می‌باشد. از محدودیت‌های موجود در این پژوهش، ارائه احتمالی اطلاعات غیردقیق توسط کادر و پرسنل درمانی بر اثر دقت ناکافی است؛ اما باتوجه به اینکه از یک رویکرد تلفیقی برای تجمیع نظرها و نهایتاً رتبه بندی ریسک‌ها استفاده شد، تأثیر این محدودیت بر نتایج به حداقل رسید.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از بخشی از پایان‌نامه با عنوان «تحلیل حالات شکست در فرایند بعد از جراحی قلب باز با استفاده از تکنیک FMEA فازی و TOPSIS فازی» با کد رهگیری ۱۲۸۴۰۳۱۰۹۶۱۰۰۳ در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی صنایع است که با همکاری پزشکان و کادر محترم درمانی بخش جراحی قلب مرکز آموزشی درمانی کوثر سمنان اجرا شده است.

## References

- Nagpal K, Vats A, Ahmed K, Smith AB, Sevdalis N, Jonannsson H, et al. A systematic quantitative assessment of risks associated with poor communication in surgical care. *Archives of surgery*. 2010;145(6):582-8.
- Spath PL. Using failure mode and effects analysis to improve patient safety. *AORN Journal*. 2003;78(1):15-37.
- Jabbari A, Khorasani E, Jazi M, Mofid M, Mardani R. The share of adverse events from patients' complaints: A case study. *International Journal of Health System and Disaster Management*. 2014;2(1):34-7.
- Jabbari A, Khorasani E, Jafarian Jazi M, Mofid M, Mardani R. The profile of patients' complaints in a regional hospital. *International journal of health policy and management*. 2014;2(3):131-5.
- Mazlom S, Hashemizadeh M, Dadpoor B, Ebrahimi M. Identification and assessment of common errors in the admission process of patients in the Central Emergency Department of Imam Reza Hospital applying the prospective approach of Evidence Based Care. 2014;3(4):7-18 (In Persian).
- Reason J. Human error: models and management. *BMJ*. 2000;320(7237):768.
- Dalir Z, Vahdat Feizabadi E, Mazlom S, Rajae Khorasani A. The Effect of short-term cardiac rehabilitation program on anxiety and depression in patients after coronary artery bypass surgery. *Evidence Based Care*. 2013;3(3):33-42.
- Zadeh LA. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965;8(3):338-53.
- Wang Y-M, Chin K-S, Poon GKK, Yang J-B. Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*. 2009;36(2, Part 1):1195-207.
- Kumru M, Kumru PY. Fuzzy FMEA application to improve purchasing process in a public hospital. *Applied Soft Computing*. 2013;13(1):721-33.
- Kahraman C, Kaya İ, Şenvar Ö. Healthcare Failure Mode and Effects Analysis Under Fuzziness. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2013;19(2):538-52.
- Jamshidi A, Rahimi SA, Ait-kadi D, Ruiz A. A comprehensive fuzzy risk-based maintenance framework for prioritization of medical devices. *Applied Soft Computing*. 2015;32:322-34.
- Dağsuyu C, Göçmen E, Narlı M, Kokangül A. Classical and fuzzy FMEA risk analysis in a sterilization unit. *Computers & Industrial Engineering*. 2016;101:286-94.
- Chanamool N, Naenna T. Fuzzy FMEA application to improve decision-making process in an emergency department. *Applied Soft Computing*. 2016;43:441-53.
- Khasha R, Sepehri MM, Khatibi T, Soroush AR. Fuzzy FMEA Application to Improve Workflow in Operating Rooms. *Journal of Industrial Engineering*. 2013;47(2):135-47.
- Rahimi Z, Farhanchi A, Farhani deljoo F, Saqhei E, Manafi B. Analysis of Failure Modes in Cardiac Surgery Process using HFMEA Technique. *Hakim Health Systems Research Journal*. 2014;17(2):118-26 (In Persian).
- Attar Jannesar Nobari F, Yousefinezhadi T, Behzadi Goodari F, Arab M. Clinical Risk Assessment of Intensive Care Unit using Failure Mode and Effects Analysis. *Hospital*. 2015;14(2):49-59 (In Persian).
- La Scalia G, Aiello G, Rastellini C, Micale R, Cicalese L. Multi-Criteria Decision Making support system for pancreatic islet transplantation. *Expert Systems with Applications*. 2011;38(4):3091-7.
- Hamidi N, Gheibdoust H, Ramezani M. Application of Network Analysis and Fuzzy Topsis to Analyze Electronic Service Quality of Health Care Industry. *Journal of Health Administration*. 2014;17(55):17-28 (In Persian).
- Alam Tabriz A, Hamidi N, Pooyanfar F. A New Approach in Fuzzy Multi Attribute Group Decision Making. *Journal of Development & Evolution Mngement*. 2014;1393(16):1-13 [In Persian].
- Carlson C. *Effective FMEAs: Achieving safe, reliable, and economical products and processes using failure mode and effects analysis*: John Wiley & Sons; 2012.
- Khasha R, Sepehri MM, Khatibi T. A fuzzy FMEA approach to prioritizing surgical cancellation factors. *Int J Hosp Res*. 2013;2(1):17-24.
- Liu H-C, Liu L, Liu N. Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*. 2013;40(2):828-38.
- Ataei M. *Multi-criteria decision making*. Shahrood: Shahrood university of technology; 2010. 333 p.

## Analysis of failure modes and solutions in the process of post open-heart surgery using Fuzzy FMEA and Fuzzy TOPSIS Techniques

Tasharoei SH<sup>1</sup>, Jahan A<sup>2\*</sup>, Ghods K<sup>3</sup>

Submitted: 2018.10.15

Accepted: 2019.3.13

### Abstract

**Introduction:** Intensive Care Unit (ICU) in hospitals is one of the most sensitive and costly units which is really important due to safety and health of patients during their stay in these units. Hence, considering the potential risks in this unit, treatment operations for eliminating or decreasing risks are very important. Among these intensive care units, the most important one is the open-heart surgery unit which may have irreparable damages due to vulnerability of these patients in the process of their transfer, care, and discharge. The present study aims to identify the potential risks and offer solutions for eliminating or decreasing them.

**Method:** In this research, we used Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method, which is a very useful method for evaluating and managing the risks, to prioritize risk factors. Due to some limitations of the method, fuzzy FMEA and fuzzy TOPSIS methods were also used in order to have more precise results and then the results were compared with each other.

**Results:** The suggested approach was implemented in ICU-OH (open-heart) unit of Kowsar hospital in Semnan. Finally, nineteen factors were recognized as major risk factors. Also, corrective actions were determined for all detected risks that can be pursued according to their priorities.

**Conclusions:** Factors including not observing hemodynamic signs, not considering patient safety and security, and inability to interpret arterial gas valve abnormalities are the three top risk factors that can be addressed through training and having more control on nurses.

**Keywords:** Failure modes, Open heart surgery, Fuzzy FMEA technique, Fuzzy TOPSIS technique

<sup>1</sup> M.Sc. of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Semnan Branch, Semnan, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor in Industrial Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran. Corresponding author. Email: jahan@semnaniau.ac.ir

<sup>3</sup> Associate Professor in Department of Cardiac Surgery, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran