

اولویت بندی علل وقفه جراحی لاپاراسکوپی بر پایه شناسایی روابط علی

توکتم خطیبی^۱، محمدمهدی سپهری^{۲*}، پژمان شادپور^۳، سید حسام‌الدین ذگردی^۴

۱. دکتری مهندسی صنایع بخش مهندسی صنایع دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس
۲. دانشیار مهندسی صنایع بخش مهندسی صنایع دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس و مرکز تحقیقات مدیریت بیمارستانی دانشگاه علوم پزشکی ایران
۳. دانشیار و دکتری پزشکی (فوق تخصصی اورولوژی) مرکز تحقیقات مدیریت بیمارستانی دانشگاه علوم پزشکی ایران

۴. دانشیار مهندسی صنایع بخش مهندسی صنایع دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت ۹۲/۷/۱۴ - تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۹۳/۳/۱۷ - تاریخ تصویب ۹۳/۴/۲۲)

چکیده

جراحی لاپاراسکوپی یا کم‌تهاجمی نوعی عمل جراحی است که در آن شکاف‌هایی کوچک و اندک بر بدن بیمار ایجاد می‌شود. این نوع جراحی نسبت به جراحی‌های باز، در موارد مشابه، عوارض کمتری دارد. کوتاه‌شدن زمان جراحی لاپاراسکوپی می‌تواند منافع بسیاری داشته باشد؛ از جمله کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری منابع، و افزایش کارایی پرسنل. یکی از روش‌های کوتاه‌کردن زمان جراحی لاپاراسکوپی شناسایی علل بروز وقفه و جلوگیری از وقوع آن یا کاهش احتمال وقوع آن است. از این رو، هدف این مطالعه شناسایی و رتبه‌بندی علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی بر اساس شناسایی روابط علی میان این علت‌ها بود. جامعه پژوهش متشکل از بیست و پنج عمل جراحی لاپاراسکوپی اورولوژی انجام‌شده در بیمارستان شهید هاشمی‌نژاد تهران در خردادماه ۱۳۹۲ بود. نتایج نشان داد مهم‌ترین علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی به ترتیب شامل کمبود یا چندوظیفه‌ای بودن پرسنل، غبارآلودشدن لنز، دردسترس نبودن ابزارآلات، آغشته‌شدن لنز به خون یا سایر مواد، و بی‌تجربگی پرسنل است. از سوی دیگر نتایج تحلیل حساسیت وزن‌های شاخص‌ها نشان داد در بیش از ۸۰ درصد سناریوهای بررسی شده پنج علت مزبور به منزله پنج علت برتر ایجاد وقفه در جراحی لاپاراسکوپی شناخته شده‌اند. با به‌کارگیری نتایج این پژوهش می‌توان بهره‌وری اتاق عمل را در این گونه عمل‌های جراحی افزایش داد.

کلیدواژگان: تصمیم‌گیری چندشاخصه، جراحی لاپاراسکوپی، روابط علی، وقفه زمانی.

مقدمه

لاپاراسکوپی می‌تواند منافع بسیاری داشته باشد؛ از جمله کاهش هزینه‌ها، یکی از روش‌های کوتاه‌کردن زمان جراحی لاپاراسکوپی کاهش زمان‌های تلف‌شده در این عمل است. برای این منظور لازم است ابتدا عوامل منجر به بروز وقفه و اتلاف زمان در جراحی لاپاراسکوپی شناسایی شود. با شناسایی عوامل مؤثر در بروز وقفه، می‌توان راهکارهایی برای جلوگیری یا کاهش آن، تا حد امکان، یافت و زمان و منابع راه، حین لاپاراسکوپی، کاهش داد. به این ترتیب، مزایایی نظیر کاهش زمان جراحی لاپاراسکوپی، افزایش بهره‌وری از امکانات و منابع اتاق عمل و انجام‌دادن تعداد بیشتری عمل لاپاراسکوپی در طول روز، خدمت‌رسانی به تعداد بیشتری از بیماران، کاهش عوارضی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تأثیر مدت زمان جراحی قرار

امروزه شعار عالم جراحی، انجام‌دادن عمل‌های بزرگ از طریق شکاف‌های کوچک است. در این زمینه عمل‌های لاپاراسکوپی روزبه‌روز جایگاه بیشتری پیدا می‌کنند [۱]. درصد بالایی از عمل‌های جراحی در جهان امروز با لاپاراسکوپی امکان‌پذیر است [۱]. در لاپاراسکوپی، به دلیل شکاف‌های کوچک و بازنشدن جدار شکم، درد کمتر، دوره بستری کوتاه‌تر، زمان و دوره بهبودی سریع‌تر، و احتمال عفونت زخم و خونریزی از محل شکاف جراحی کمتر است؛ زیبایی ظاهر پوست نیز حفظ می‌شود [۲].

با توجه به ویژگی‌های لاپاراسکوپی، که آن را روشی با حداقل تهاجم نامیده‌اند، و بنا بر سایر مزایای آن، استفاده از لاپاراسکوپی برای تشخیص یا درمان بسیاری از بیماری‌ها توصیه می‌شود [۱]. از این رو، راهکارهای کوتاه‌کردن زمان

پشتیبان و اطمینان به گونه‌ای بازتعریف می‌شوند که به فاصله زمانی بین رویدادهای مختلف حساس باشند. با استفاده از سنج‌های پشتیبان و اطمینان ویرایش‌یافته، روابط علی میان علت‌های بروز وقفه در این تحقیق شناسایی می‌شود.

علت‌هایی که موجب وقوع سایر علل بروز وقفه‌اند یا خود معلول علتی دیگر نیستند برای رتبه‌بندی در نظر گرفته می‌شوند و سایر علت‌ها در رتبه‌بندی مشارکت داده نمی‌شوند. اولویت‌بندی علل بروز وقفه با رویکرد رتبه‌بندی تاپسیس فازی انجام می‌شود. برای اولویت‌بندی علت‌ها، از شاخص‌هایی نظیر فراوانی وقوع، طول متوسط، درجه وخامت، قابلیت کاهش فراوانی وقوع، و قابلیت کاهش متوسط طول وقفه‌های ناشی از این علت‌ها استفاده می‌شود.

روش کار

این پژوهش کاربردی و دارای روش تحقیق توصیفی است. از آنجا که هدف رتبه‌بندی علل بروز وقفه با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از شاخص‌هاست، لازم است از رویکردهای تصمیم‌گیری چندشاخصه استفاده شود. رویکردهای تصمیم‌گیری چندشاخصه^۱ در حل بسیاری از مسائل کاربردی و واقعی استفاده می‌شوند [۱۴ و ۱۵]. این رویکردها گزینه‌های مختلف را برحسب شاخص‌های گوناگون رتبه‌بندی می‌کنند؛ در حالی که برخی از این شاخص‌ها با یکدیگر متعارض و ناسازگارند [۱۶]. از این رو، معمولاً به هر یک از شاخص‌ها وزنی تخصیص می‌یابد که اهمیت آن معیار را در رتبه‌بندی مشخص می‌سازد. در گذشته، وزن تخصیص‌یافته به شاخص‌ها به صورت اعداد قطعی تعیین می‌شد. اما، در شرایط واقعی تصمیم‌گیری با عدم قطعیت همراه است [۱۷].

روش‌های مختلفی برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه ارائه شده است که از میان آن‌ها می‌توان به روش بیشینه‌سازی انحراف [۱۸]، تاپسیس^۲ [۱۹]، الکتراه^۳ [۲۰]، ویکور^۴ [۲۱]، و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۵ [۲۲] اشاره کرد. میان روش‌های مختلف ارائه‌شده برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه، روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس از روش‌های پرستفاده‌ترند [۲۳] و [۲۴]. مزیت روش تاپسیس نسبت به فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی این است که در روش تاپسیس، برخلاف روش تحلیل سلسله‌مراتبی، به مقایسه زوجی بین شاخص‌ها و نیز بین گزینه‌ها و تهیه ساختار درختی

دارند مانند میزان مصرف داروی بیهوشی و عوارض ناشی از آن، افزایش رضایت بیماران، کاهش خستگی پزشکان و سایر افراد مرتبط و افزایش بازدهی و کارایی آن‌ها، کاهش هزینه‌هایی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم با مدت زمان جراحی در ارتباط‌اند، و مواردی از این دست حاصل می‌شود. مطالعات متعددی برای شناسایی علل لغو یا تأخیر در اتاق عمل بیمارستان [۳-۶] یا جراحی‌های لاپاراسکوپی صورت گرفته است [۷]. اما وقفه‌های زمانی با تأخیرها تفاوت دارند؛ از این حیث که یک وقفه می‌تواند باعث بروز تأخیر در فرایند جراحی شود، اما هر تأخیر لزوماً به معنی بروز وقفه نیست. برخی تأخیرها منشأ خارجی دارند و پیش از آغاز عمل جراحی یا حتی ورود بیمار به اتاق عمل باعث تأخیر در آغاز فرایند جراحی می‌شوند. از سوی دیگر تأخیر می‌تواند به معنی کند انجام‌دادن یک فرایند نیز باشد.

در برخی تحقیقات اثر وقفه‌های زمانی در بعضی از جراحی‌ها بررسی شده است [۸-۱۰]. تحقیقات نشان می‌دهد وقفه‌های زمانی در جراحی‌ها می‌تواند ایمنی اتاق عمل [۱۱] یا بیمار را تهدید کند [۱۲]. در برخی تحقیقات اثر وقفه‌های ناشی از آماده‌نبودن ابزارهای جراحی در سنجش ایمنی بیمار بررسی می‌شود [۱۲]. در این تحقیق، شاخصی به نام درجه وخامت برای هر یک از علل بروز وقفه در نظر گرفته شد و میزان تأثیر آن علت در کاهش ایمنی بیمار و ایمنی اتاق عمل از منظر خبرگان سنجیده شد. خبرگان این تحقیق شامل چهار پزشک فوق تخصص اورولوژی بودند که تجربه کافی در زمینه جراحی‌های لاپاراسکوپی و تعامل و همکاری با رزیدنت‌ها، سرپرستاران، و پرستاران اتاق عمل داشتند.

با توجه به اهمیت و جایگاه خاص لاپاراسکوپی میان انواع تکنیک‌های جراحی و اینکه جای خالی تحقیق برای شناسایی و اولویت‌بندی علل بروز وقفه‌های زمانی در این نوع خاص از عمل‌های جراحی به شدت حس می‌شود، در این تحقیق رویکردی برای رتبه‌بندی علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی بر اساس شناسایی روابط علی میان این علت‌ها ارائه می‌شود. برای استخراج روابط علی، سنج‌های پشتیبان و اطمینان ویرایش‌یافته ارائه و استفاده می‌شود. این سنج‌ها با در نظر گرفتن ساختار توالی زمانی میان علل بروز وقفه و زمان شروع و پایان هر رویداد وقفه تعریف می‌شوند. سنج‌های پشتیبان و اطمینان، که در گذشته تعریف و استفاده شده‌اند [۱۳]، به زمان آغاز و پایان رویدادها و فاصله زمانی بین وقوع رویدادهای مختلف حساس نیستند. از این رو، در این تحقیق سنج‌های

لاپاراسکوپی تهیه شد که در جدول ۱ می‌آید.

جدول ۱. فهرست علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی

| علت بروز وقفه | کد |
|---|-----------------|
| نقص فنی دستگاهها | C ₁ |
| دردسترس نبودن تجهیزات | C ₂ |
| چیدن سینی ابزار به طور نادرست | C ₃ |
| دردسترس نبودن ابزارآلات | C ₄ |
| غیراستریل شدن ابزارآلات | C ₅ |
| آغشته شدن لنز به خون و سایر مواد | C ₆ |
| غبارآلود شدن لنز | C ₇ |
| غیراستریل شدن مواد | C ₈ |
| دردسترس نبودن مواد | C ₉ |
| بی تجربگی و نداشتن توانایی کافی پرسنل در انجام دادن وظایف | C ₁₀ |
| از قلم افتادن مراحل لازم | C ₁₁ |
| سوء تعبیر از اطلاعات مربوطه | C ₁₂ |
| عدم هماهنگی و ارتباط مناسب تیمی | C ₁₃ |
| خستگی و حواس پرتی پرسنل | C ₁₄ |
| عدم حضور جراح یا رزیدنت | C ₁₅ |
| خطای پرستار و کادر بیهوشی | C ₁₆ |
| کمبود یا چندوظیفه‌ای بودن پرسنل | C ₁₇ |
| دردسترس نبودن پرسنل | C ₁₈ |
| عوامل محیطی | C ₁₉ |

علل شناسایی شده وقفه را نمی‌توان به طور قطعی در دسته‌های تکنولوژی و ابزار، فاکتورهای سازمانی و فرایندی، منابع انسانی، و عوامل محیطی جای داد. زیرا بسیاری از علل شناسایی شده با یکدیگر روابط علی دارند؛ به این معنی که وقوع یکی از آنها باعث وقوع دیگری می‌شود. بنابراین، طبقه‌بندی و تفکیک علل مختلف به صورت درختواره نمی‌تواند روابط میان علل مختلف را نشان دهد. در برخی موارد، در یک عمل جراحی لاپاراسکوپی برای یک وقفه مشخص چندین علت شناسایی شد؛ مثلاً، وقفه ناشی از دردسترس نبودن ابزارآلات در برخی موارد به علت آماده‌سازی نادرست سینی ابزارهای جراحی و این موضوع به علت بی‌تجربگی پرسنل یا حواس پرتی آنها بوده است. شناسایی روابط علت و معلولی بین انواع علت‌های شناسایی شده می‌تواند به شناسایی علل مهم بسیار کمک کند. از این رو، روابط علی بین علل بروز وقفه شناسایی و استخراج شد. در مطالعات پیشین، از دو سنج‌اطمینان و پشتیبان در استخراج قواعد انجمنی استفاده شده است [۲۵].

ابتدا لازم است داده‌های علل بروز وقفه در هر عمل جراحی به صورت یک توالی ثبت شود. داده‌های این تحقیق وقوع

سلسله‌مراتبی برای خصلت‌ها و نیز گزینه‌ها نیاز نیست [۲۳]. اما در روش تاپسیس لازم است خبرگان ابتدا وزن هر شاخص را تعیین کنند. از آنجا که نظر افراد را در بسیاری موارد نمی‌توان به صورت کمی و دقیق اندازه گرفت، بهتر است با استفاده از عبارات زبانی نظر آنها را جمع‌آوری کرد. در این تحقیق، خبرگان وزن هر شاخص را با عبارات‌های زبانی تعیین کردند؛ سپس گزینه‌ها به روش تاپسیس فازی رتبه‌بندی شد. دلیل استفاده از مدل‌های فازی در این تحقیق این است که معمولاً وزن هر معیار را نمی‌توان با قطعیت تعیین کرد [۱۷].

شکل ۱ روش شناسایی تحقیق را نشان می‌دهد که شامل جمع‌آوری داده، شناسایی روابط علی بین علت‌های بروز وقفه، تنظیم اوزان شاخص‌های تصمیم‌گیری، و رتبه‌بندی علت‌های بروز وقفه با روش تاپسیس فازی است.



شکل ۱. روش شناسایی تحقیق برای رتبه‌بندی علت‌های بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی

جمع‌آوری داده

جمعیت مطالعه شده شامل عمل‌های جراحی لاپاراسکوپی انجام شده در بیمارستان شهید هاشمی‌نژاد بود. به منظور انتخاب نمونه مناسب، که الگوهای مورد نظر را طی ماه‌های مختلف سال در بر داشته باشد، با مشورت با خبرگان، دادگان جراحی‌های لاپاراسکوپی انجام شده در خردادماه ۱۳۹۲ جمع‌آوری شد. بدین منظور، با حضور در بیست و پنج عمل لاپاراسکوپی در این بازه زمانی در بیمارستان شهید هاشمی‌نژاد، زمان آغاز و پایان هر عمل جراحی و زمان آغاز و پایان هر وقفه زمانی، همراه علل بروز وقفه، ثبت شد. برای اطمینان بیشتر، علت بروز هر وقفه در لحظه وقوع از پرسنل اتاق عمل پرسیده شد.

استخراج روابط علت و معلولی بین علل بروز وقفه

ابتدا، با پرسش از خبرگان و مشاهده جراحی‌های لاپاراسکوپی، فهرستی از علل بروز وقفه در جراحی

وقوع رویداد B و رویداد A بیش از این پنجره زمانی باشد، نتیجه می‌گیرند وقوع دو رویداد A و B مستقل از یکدیگرند [۲۷]. این امر بدین معنی است که رویداد A در صورتی می‌تواند باعث ایجاد رویدادی مانند B شود که رویداد B حداکثر به اندازه ω واحد زمانی بعد از وقوع رویداد A واقع شده باشد [۲۹].

در این تحقیق، در صورتی هم‌آبی A و B در یک عمل جراحی معنادار در نظر گرفته شد که فاصله زمانی بین دو رویداد A و B در آن عمل جراحی از یک آستانه معین ω بیشتر نباشد. از این رو، نحوه محاسبه پشتیبان در این تحقیق ویرایش شد و مقدار پشتیبان ویرایش یافته طبق رابطه ۳ محاسبه شد:

$$(3)$$

پشتیبان ویرایش یافته $(B, A) =$ درصد توالی‌هایی که در آن‌ها A و B حداکثر به فاصله زمانی ω از یکدیگر روی داده‌اند.

مقدار اطمینان ویرایش یافته نیز به همین ترتیب با در نظر گرفتن بیشینه فاصله زمانی مجاز بین دو رویداد A و B طبق رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$(4)$$

اطمینان ویرایش یافته = درصد مواقعی از وقوع B که پیش از آن علت A حداکثر به فاصله ω دقیقه روی داده باشد.

قواعد $A \rightarrow B$ که مقدار پشتیبان ویرایش یافته آن‌ها بیش از یک آستانه معین از پیش تعریف شده (در این مسئله: ۰/۰۷) و مقدار اطمینان ویرایش یافته آن‌ها نیز بیش از آستانه معین از پیش تعیین شده (در این مسئله: ۰/۳۰) باشد به مثابه رابطه‌ای علی استخراج می‌شوند. رابطه علی $A \rightarrow B$ مبین آن است که وقوع رویداد A منجر به وقوع رویداد B می‌شود. به عبارت دیگر، B معلول A است. روابط علی بین علل بروز وقفه در جدول ۲ می‌آید.

جدول ۲. روابط علی شناسایی شده میان علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی

| معلول | علت | پشتیبان ویرایش یافته | اطمینان ویرایش یافته |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| C ₃ | C ₁₀ | ۰/۰۸ | ۰/۶۱ |
| C ₁₁ | C ₁₀ | ۰/۱۰ | ۰/۳۳ |
| C ₁₂ | C ₁₀ | ۰/۱۰ | ۰/۳۷ |
| C ₁₈ | C ₁₇ | ۰/۰۹ | ۰/۵۲ |
| C ₇ | C ₆ | ۰/۱۲ | ۰/۴۱ |
| C ₇ | C ₇ | ۰/۱۴ | ۰/۴۶ |

وقفه طی زمان جراحی لاپاراسکوپی است. از این رو، یک داده توالی زمانی را تشکیل می‌دهد. هر توالی زمانی S، که یک عمل جراحی لاپاراسکوپی را در این تحقیق نشان می‌دهد، به صورت $\langle R_1, R_2, \dots, R_m \rangle$ نمایش داده می‌شود که برای هر $R_i, 1 \leq i \leq m$ وقفه نام این جراحی است و داریم $R_i = \langle C_i, ts_i, te_i \rangle$ که C_i علت بروز وقفه و ts_i و te_i به ترتیب زمان آغاز و پایان آن وقفه‌اند. اگر برای دو $R_i \in S$ و $R_j \in S$ که $i \neq j$ داشته باشیم $ts_i = ts_j$ و $te_i = te_j$ بدین معنی است که وقفه‌ای در بازه زمانی $[ts_i, te_i]$ در توالی S روی داده که دو علت C_i و C_j داشته است. در توالی S اگر $i < j$ باشد، آن‌گاه $ts_i \leq ts_j$ است.

در تحقیقات اخیر به استخراج قواعد انجمنی از داده‌های توالی توجه شده است [۲۶ و ۲۷]. در برخی تحقیقات برای داده‌های توالی‌ها سنج‌های دیگری ارائه شده که فاصله زمانی بین وقوع رویدادها را در نظر می‌گیرد [۲۸ و ۲۹].

قواعد انجمنی قواعدی به شکل «اگر ... آن‌گاه» هستند. هر رابطه‌ی علی را می‌توان به شکل یک قاعده انجمنی نوشت که در آن مقدم قاعده علت وقوع تالی آن قاعده است. از این رو، برای شناسایی نامزدهای روابط علی، قواعد انجمنی از میان این علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی استخراج شده و سپس با نظرسنجی از خبرگان، اعتبارسنجی خواهند شد که کدام قواعد واقعا رابطه علی را نشان می‌دهند. در تحقیقات پیشین، برای استخراج روابط انجمنی میان علت‌های بروز وقفه در عمل‌های جراحی لاپاراسکوپی، از سنج‌های پشتیبان^۶ و اطمینان^۷ بهره می‌بردند که به ترتیب طبق روابط ۱ و ۲ محاسبه می‌شدند [۱۳]:

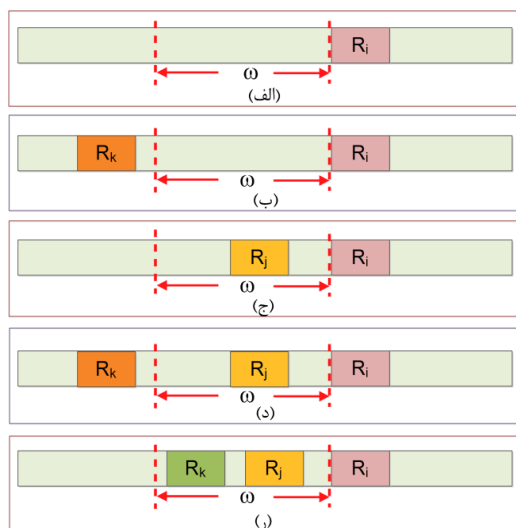
$$Support(A, B) = P(A, B) \quad (1)$$

$$confidence(A, B) = \frac{P(A|B)}{P(B)} \quad (2)$$

همان‌طور که در رابطه ۱ آمده است، پشتیبان برابر با احتمال وقوع A و B در یک عمل جراحی است و این خود برابر است با کسری از عمل‌های جراحی که حاوی $\langle A, B \rangle$ هستند. اطمینان درصد مواقعی از وقوع رویداد B است که رویداد A هم اتفاق افتاده باشد.

در محاسبه اطمینان در داده‌های توالی، برخلاف پشتیبان، ترتیب وقوع A و B اهمیت دارد. از سوی دیگر، در تحقیقات پیشین برای توالی‌های زمانی رویدادها یک پنجره زمانی ω^A در نظر گرفته شده که اگر فاصله زمان

درون پنجره زمانی ω قبل از وقفه R_i روی داده است. در این حالت در صورتی که C_j ، طبق رابطه‌های علی کشف‌شده در جدول ۲، علت C_i باشد، وقفه R_i به علت C_j تخصیص می‌یابد.



شکل ۲. بررسی حالت‌های مختلف بروز وقفه

در شکل ۲، وقفه‌های R_j و R_k پیش از وقفه R_i و نزدیک به آن (داخل پنجره زمانی ω) روی داده‌اند. در این حالت، طبق نتایج جدول ۲، در صورتی که C_i معلول هر دو علت C_j و C_k باشد، وقفه R_i در این عمل معلول علت وقوع نزدیک‌ترین وقفه، یعنی R_j ، در نظر گرفته می‌شود. اگر C_i معلول C_j و C_k نباشد، علت R_i همان C_i در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که C_i معلول یکی از دو علت C_j یا C_k (فرض کنید C_t که $t \in \{k, j\}$) باشد، علت وقوع R_i نیز همان علت C_t در نظر گرفته می‌شود.

در همه حالت‌های شکل ۲، اگر علت C_i طبق نتایج جدول ۲ فقط معلول یک علت C_j باشد، وقفه‌های R_j به علت C_j تخصیص می‌یابند.

طبق آنچه آمد، برای تنظیم اوزان شاخص‌ها و اولویت‌بندی علل بروز وقفه، وقفه‌های ناشی از علت‌های C_3 و C_{11} و C_{12} به علت C_{10} تخصیص می‌یابند و وقفه‌های ناشی از علت C_{18} به علت C_{17} تخصیص می‌یابند. وقفه‌های ناشی از علت C_7 ، بنا بر توضیحات شکل ۲، به یکی از علت‌های C_6 و C_7 تخصیص می‌یابند.

نکته دیگر این است که برای تخصیص و تنظیم مقدار شاخص‌های هر گزینه در هر توالی به ترتیب نزولی زمان شروع وقفه‌ها هر وقفه باید بررسی و دادگان مربوط تنظیم شود. این بدین معنی است که برای هر عمل جراحی ابتدا وقفه‌هایی پردازش می‌شوند که دیرتر آغاز شده باشند.

از آنجا که در این تحقیق یک توالی از رویدادها بررسی می‌شود، ممکن است یک رویداد علت تکرار وقوع خودش نیز باشد. از این رو، مقدار پشتیبان و اطمینان ویرایش‌یافته برای توالی‌های $A \rightarrow A$ نیز محاسبه می‌شود. در محاسبه پشتیبان و اطمینان ویرایش‌یافته برای $A \rightarrow B$ اگر A و B دو رویداد متفاوت باشند، زمان آغاز و پایان هر دو رویداد می‌تواند برابر باشد. این حالت هنگامی اتفاق می‌افتد که یک وقفه چندین علت مختلف داشته باشد. اما اگر A و B دو رویداد یکسان باشند، فقط مواردی از الگوهای $\langle A, B \rangle$ بررسی می‌شوند که زمان آغاز و پایان A با زمان آغاز و پایان B متفاوت باشد.

برای اعتبارسنجی روابط علی استخراج‌شده در جدول ۲ این نتایج در اختیار جراحان و سرپرستار اتاق‌های عمل بیمارستان شهید هاشمی‌نژاد قرار گرفت. همه این افراد صحت روابط علی شناسایی‌شده را تأیید کردند. مثلاً، تأیید کردند در بسیاری موارد چیدن نادرست سینی ابزار معلول بی‌تجربگی پرسنل و نداشتن اطلاعات کافی است. تأیید روابط علی شناسایی‌شده در این تحقیق از سوی خبرگان نشان می‌دهد سنجه‌های پشتیبان و اطمینان ویرایش‌یافته به طور موفقیت‌آمیزی می‌توانند برای استخراج روابط علی میان علل بروز وقفه در جراحی کم‌تهاجمی به کار روند.

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، برخی علل بروز وقفه می‌توانند باعث تکرار وقوع خود شوند. مثلاً، غبارآلود شدن لنز می‌تواند به طور تکرار شونده باعث وقوع غبارآلود شدن لنز شود.

تنظیم وزن‌های شاخص‌ها

پس از شناسایی روابط علت و معلولی میان علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی، نوبت به تنظیم اوزان شاخص‌ها برای هر علت بروز وقفه می‌رسد. شکل ۲ حالت‌های مختلف وقوع وقفه را در عمل‌های جراحی نشان می‌دهد. فرض کنید C_i در شکل ۲ علت تعیین‌شده برای وقفه R_i باشد و علت وقفه‌های R_j و R_k به ترتیب C_j و C_k باشد. در شکل ۲ الف، قبل از وقفه R_i ، هیچ وقفه دیگری روی داده است. در شکل ۲ ب، قبل از وقفه R_i یک وقفه دیگر R_k روی داده است. اما فاصله زمانی بین دو وقفه R_j و R_k بیش از پنجره زمانی به طول ω است. بنابراین، نتیجه گرفته می‌شود که در شکل‌های ۲ الف و ۲ ب وقفه R_i ناشی از وقوع وقفه R_k نیست.

بنابراین، علت وقفه R_i همان C_i در نظر گرفته می‌شود. در شکل‌های ۲ ج و ۲ د فقط یک وقفه R_j قبل از وقفه R_i و

یک وقفه به نوع فرایند و طول آن وقفه وابسته است. رابطه ۶ برای تعیین سطح وخامت هر وقفه، با مشورت با خبرگان بیمارستانی، تعریف شد. سرانجام، درجه وخامت یک علت وقوع وقفه متوسط درجه وخامت وقفه‌های ناشی از آن علت در عمل‌های جراحی مختلف است.

قابلیت کاهش فراوانی وقوع نشان می‌دهد تا چه میزان می‌توان از وقوع یک علت بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی جلوگیری کرد. قابلیت کاهش طول متوسط وقفه نشان می‌دهد تا چه میزان می‌توان با به‌کارگیری راهکارهای مناسب طول متوسط وقفه‌های ناشی از یک علت بروز وقفه را کاهش داد. مقدار هر دو شاخص اخیر را برای هر علت خبرگان تعیین می‌کنند. اگر برای یک علت مشخص قابلیت کاهش فراوانی وقوع ۱ باشد، به این معناست که به طور کامل می‌توان از وقوع آن علت در جراحی لاپاراسکوپی جلوگیری کرد. کاهش میزان این عدد به این معناست که فقط در کسری از جراحی‌های لاپاراسکوپی می‌توان از وقوع این علت جلوگیری کرد. شاخص قابلیت کاهش طول متوسط به این معناست که در صورت وقوع یک علت معین تا چه حد می‌توان با اتخاذ تدابیری اثر آن را در ایجاد وقفه کم‌رنگ کرد و وقفه‌های ناشی از این علت می‌تواند در بازه زمانی کوتاه‌تری به وقوع بپیوندد.

برخی از علت‌ها، مانند کمبود پرسنل، قابلیت کاهش فراوانی وقوع قریب به ۱ دارند. در حالی که برخی دیگر از علت‌ها، مانند بی‌تجربگی پرسنل، قابلیت کاهش فراوانی بالایی دارند؛ اما این عدد هرگز به ۱ نمی‌رسد. از سوی دیگر، عللی نظیر غیراستریل شدن ابزارهای جراحی با تمهیداتی قابلیت کاهش طول متوسط دارند. به این ترتیب که همواره ابزارهای اضافی مشابه استریل و آماده استفاده باشند.

برای تعیین وزن شاخص‌ها در تابع هدف از نظر خبرگان استفاده شد. جدول ۳ مقدار زبانی وزن هر شاخص و عدد فازی مثلثی متناظر با آن را نمایش می‌دهد؛ که طبق تحقیق یزدانی و همکاران تعیین شده است [۳۱].

جدول ۳. وزن شاخص‌ها برای اولویت‌بندی علل وقفه در لاپاراسکوپی

| شاخص | وزن زبانی | عدد فازی |
|---------------------------------------|-----------|-------------------|
| فراوانی وقوع (A ₁) | متوسط | (۰/۷۵, ۰/۵, ۰/۲۵) |
| طول متوسط (A ₂) | زیاد | (۱, ۰/۷۵, ۰/۵) |
| درجه وخامت (A ₃) | خیلی زیاد | (۱, ۱, ۰/۷۵) |
| قابلیت کاهش فراوانی (A ₄) | متوسط | (۰/۷۵, ۰/۵, ۰/۲۵) |
| قابلیت کاهش طول (A ₅) | کم | (۰/۵, ۰/۲۵, ۰) |

در رویکردهای مبتنی بر مدیریت ریسک به شاخص‌های احتمال وقوع، قابلیت کشف، و درجه وخامت^۹ برای اولویت‌بندی علل ایجاد شکست توجه شده است [۳۰]. از این رو، در این تحقیق برای هر یک از علت‌های بروز وقفه شاخص‌های طول متوسط، فراوانی وقوع، درجه وخامت، قابلیت کاهش فراوانی وقوع، و قابلیت کاهش طول متوسط وقفه در نظر گرفته شد. در این تحقیق شاخص احتمال وقوع به دو شاخص فراوانی وقوع و طول متوسط و شاخص قابلیت کشف به دو شاخص قابلیت کاهش فراوانی وقوع و قابلیت کاهش طول متوسط وقفه تجزیه شد.

برای علت A، طول متوسط میانگین طول وقفه‌های ناشی از علت A را نشان می‌دهد. فراوانی وقوع تعداد وقفه‌های ناشی از علت A را نشان می‌دهد. در تحقیقات پیشین، درجه وخامت هر گزینه به طور مستقل تعیین می‌شد [۳۰]. اما در این تحقیق نمی‌توان برای هر علت بروز وقفه یک درجه وخامت ثابت و معین تعیین کرد. درجه وخامت یک وقفه به نوع فرایندی که وقفه در حین آن روی می‌دهد بستگی دارد. مثلاً، بالاترین درجه وخامت مربوط به وقفه‌هایی است که در زمان وارد کردن اولین تروکار در بدن بیمار روی می‌دهند و هر چه طول این وقفه بالاتر باشد درجه وخامت بالاتر خواهد بود. بنابراین، سطح وخامت یک وقفه در این تحقیق تابعی از طول وقفه (L) و میزان بحرانی بودن (c) نوع فرایندی است که وقفه در آن روی داده است و طبق رابطه ۵ تعیین می‌شود:

$$Severity(c, L) = c \cdot f(L) \quad (5)$$

در رابطه ۵، c درجه بحرانی بودن یک فرایند است و خبره آن را تعیین می‌کند. هر چه برای یک فرایند c بالاتر باشد درجه بحرانی بودن آن فرایند، یعنی f(L)، بالاتر است. مقدار f(L) طبق رابطه ۶ تعیین می‌شود:

$$f(L) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{L}{K_1} & L \leq M_1 \\ \frac{M_1}{K_1} + \frac{L - M_1}{K_r} & M_1 < L \leq M_r \\ \frac{M_1}{K_1} + \frac{M_r - M_1}{K_r} & L > M_r \end{array} \right\} \quad (6)$$

$$K_1 < K_r$$

L طول وقفه مورد نظر بر حسب دقیقه است. پارامترهای M و K را کاربر تعیین می‌کند. در این تحقیق، M₁ و M₂ به ترتیب برابر ۵ و ۱۰ دقیقه و K₁ و K₂ به ترتیب برابر ۱ و ۲/۵ در نظر گرفته شدند. درجه وخامت

اطلاعات یک علت بروز وقفه را در بر دارد. ماتریس مورد نظر پنج ستون دارد. مقدار عنصر سطر i و ستون j از این ماتریس مقدار زبانی شاخص Z_{ij} در گزینه i نشان می‌دهد. بنابراین، هر عنصر d_{ij} از ماتریس A یک سه‌تایی (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) است که مقدار فازی متناظر با مقدار زبانی عنصر d_{ij} را نشان می‌دهد. از سوی دیگر، بردار ستونی W از مقادیر فازی وزن‌های شاخص‌ها ساخته می‌شود.

۳. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم فازی. در این مرحله ماتریس نرمال‌سازی‌شده R از ماتریس تصمیم فازی D ساخته می‌شود که در آن عنصر r_{ij} از ماتریس R برای شاخص‌های مثبت طبق رابطه Y و برای شاخص‌های منفی طبق رابطه 8 محاسبه می‌شود. همه پنج شاخص استفاده‌شده در این تحقیق شاخص‌های مثبت‌اند و مقدار بیشینه آن‌ها مطلوب است.

$$r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), \quad c_j^+ = \max_j \{c_{ij}\} \quad (7)$$

$$r_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^-}, \frac{a_j^-}{b_{ij}^-}, \frac{a_j^-}{a_{ij}^-} \right), \quad a_j^- = \min_j \{a_{ij}\} \quad (8)$$

۴. محاسبه ماتریس تصمیم نرمال وزن‌دار فازی. ماتریس مورد نظر در این مرحله (۷) از ضرب بردار ستونی W در هر سطر ماتریس R به دست می‌آید.

۵. تعیین جواب‌های مثبت و منفی ایده‌آل. فرض کنید جواب‌های ایده‌آل مثبت و منفی را به ترتیب با A^+ و A^- نشان دهیم. در این مرحله مقدار این جواب‌ها تعیین می‌شود.

۶. محاسبه فاصله هر گزینه تا جواب مثبت ایده‌آل و جواب منفی ایده‌آل. در این مرحله فاصله هر سطر ماتریس V با جواب‌های A^+ و A^- محاسبه می‌شود. فرض کنیم فاصله سطر i با جواب A^+ و A^- به ترتیب برابر d_i^+ و d_i^- باشد.

۷. محاسبه ضریب نزدیکی. ضریب نزدیکی برای هر گزینه i با رابطه ۹ محاسبه می‌شود:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (9)$$

۸. رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس ضریب نزدیکی. گزینه‌ها به ترتیب نزولی ضریب نزدیکی رتبه‌بندی می‌شوند. هر چه مقدار CC_i بالاتر باشد گزینه مورد نظر اولویت بالاتری دارد.

از سوی دیگر مقدار شاخص‌ها برای هر یک از گزینه‌ها (علل بروز وقفه) نیز پس از نرمال‌سازی در بازه $[0, 1]$ طبق جدول ۴ به مقادیر فازی مثلثی تبدیل شده است [۳۱].

جدول ۴. مقادیر فازی متناظر با وزن‌های زبانی تخصیص‌یافته به شاخص‌ها برای گزینه‌های مختلف (علل بروز وقفه)

| عبارت زبانی | عدد فازی متناظر |
|----------------|-------------------|
| خیلی کم (VL) | (۰/۲۵, ۰, ۰) |
| کم (L) | (۰/۵, ۰/۲۵, ۰) |
| متوسط (M) | (۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۲۵) |
| زیاد (H) | (۰/۱, ۰/۲۵, ۰/۵) |
| خیلی زیاد (VH) | (۱, ۰/۲۵, ۰) |

رتبه‌بندی علت‌های بروز وقفه با روش تاپسیس فازی

روش تاپسیس جوابی را انتخاب می‌کند که بیشترین تشابه را با جواب ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با جواب ایده‌آل منفی داشته باشد [۳۲ و ۳۳]. جواب ایده‌آل مثبت جوابی است که شاخص‌های مثبت را بیشینه و شاخص‌های منفی را کمینه می‌کند و جواب ایده‌آل منفی جوابی است که شاخص‌های منفی را بیشینه و شاخص‌های مثبت را کمینه می‌کند [۳۱]. در روش تاپسیس نظر خبرگان به صورت مقادیر دقیق و قطعی بیان می‌شود. اما در مسائل دنیای واقعی تعیین وزن‌های قطعی و دقیق برای شاخص‌ها و مقدار شاخص‌ها در هر یک از گزینه‌ها دشوار و حتی غیر ممکن است [۱۷]. بنابراین، نیاز به رویکردهای فازی در تعیین اهمیت شاخص‌ها و اولویت گزینه‌ها حس می‌شود. از این رو، تاپسیس فازی در بسیاری از مطالعات پیشین برای رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده می‌شد [۲۴، ۳۱، ۳۳].

مراحل رویکرد تاپسیس فازی عبارت است از [۳۱ و ۳۴]:

۱. انتخاب وزن‌های زبانی برای شاخص‌ها و مقدار شاخص‌ها در هر یک از گزینه‌ها. در این تحقیق مقادیر زبانی بسیار کم، کم، متوسط، زیاد، و بسیار زیاد برای وزن‌های شاخص‌ها و مقدار آن‌ها در هر یک از گزینه‌ها انتخاب شد. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، اعداد فازی مثلثی متناظر با هر یک از این مقادیر زبانی انتخاب شده است.

۲. ساختن ماتریس تصمیم فازی. ماتریسی (D) ساخته می‌شود که سطرهای آن گزینه‌ها و ستون‌های آن مبین شاخص‌های تصمیم‌گیری باشد. در این تحقیق، هر سطر

یافته‌ها

در این تحقیق علت‌های منجر به وقفه در جراحی لاپاراسکوپی، با استفاده از رویکرد تاپسیس فازی، اولویت‌بندی شدند. نتایج اعمال روش تاپسیس فازی بر علت‌های بروز وقفه در جدول ۵ می‌آید.

جدول ۵. نتایج رویکرد تاپسیس فازی برای اولویت‌بندی علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی

| رتبه | نمره | فاصله تا ایده‌آل | | علت بروز وقفه |
|------|-------|------------------|--------|-----------------|
| | | منفی | مثبت | |
| ۹ | ۰/۳۱۸ | ۰/۹۸۸ | ۲/۱۱۶ | C ₁ |
| ۶ | ۰/۴۲۴ | ۱/۳۱۸ | ۱/۷۸۷ | C ₂ |
| ۳ | ۰/۴۶۶ | ۱/۴۴۸ | ۱/۶۵۷ | C ₄ |
| ۱۳ | ۰/۲۳۷ | ۰/۷۳۶ | ۲/۳۶۹ | C ₅ |
| ۴ | ۰/۴۴۹ | ۱/۳۹۲ | ۱/۷۱۲ | C ₆ |
| ۲ | ۰/۴۸۲ | ۱/۴۹۶ | ۱/۶۰۹ | C ₇ |
| ۱۴ | ۰/۲۲۷ | ۰/۷۰۳ | ۲/۴۰۱ | C ₈ |
| ۷ | ۰/۳۴۲ | ۱/۰۶۱ | ۲/۰۴۳۰ | C ₉ |
| ۵ | ۰/۴۴۸ | ۱/۳۸۹ | ۱/۷۱۵ | C ₁₀ |
| ۱۲ | ۰/۲۵۳ | ۰/۷۸۵ | ۲/۳۲۰ | C ₁₃ |
| ۱۵ | ۰/۲۲۷ | ۰/۷۰۳ | ۲/۴۰۱ | C ₁₄ |
| ۱۶ | ۰/۲۰۹ | ۰/۶۴۷ | ۲/۴۵۸ | C ₁₅ |
| ۸ | ۰/۳۳۵ | ۱/۰۴۰ | ۲/۰۶۵ | C ₁₆ |
| ۱ | ۰/۶۰۴ | ۱/۸۷۴ | ۱/۲۳۰ | C ₁₇ |
| ۱۱ | ۰/۲۶۸ | ۰/۸۳۱ | ۲/۲۷۴ | C ₁₉ |

تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت ابزاری مفید در بررسی عدم قطعیت موجود در تعریف اهمیت نسبی شاخص‌های ارزیابی است [۳۱ و ۳۵]. تحلیل حساسیت تأثیر مقدار وزن تخصیص‌یافته به هر شاخص در تابع هدف را بر نتایج تصمیم‌گیری نشان می‌دهد. از آنجا که در تصمیم‌گیری یک ناپایداری ذاتی دیده می‌شود تحلیل حساسیت اهمیت دارد.

در تحلیل حساسیت سناریوهای مختلف ایجاد می‌شوند تا تغییرات رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس هر سناریو بررسی شود. تغییر رتبه‌بندی گزینه‌ها، با افزایش یا کاهش اهمیت یک شاخص، بدین معناست که نتایج تصمیم‌گیری به وزن‌های شاخص‌ها حساس است. بنابراین، تحلیل حساسیت نشان می‌دهد کدام شاخص‌ها بر فرایند تصمیم‌گیری اثر بیشتری دارند.

در جدول ۶ آزمایش‌های مختلفی طراحی شده و پنج گزینه با اولویت بالاتر به ترتیب برای هر آزمایش آمده است. در هر آزمایش وزن فقط یک شاخص تغییر داده شد

تا میزان اهمیت و اثرگذاری آن شاخص بر نتایج تصمیم‌گیری مشخص شود.

جدول ۶. تحلیل حساسیت رتبه‌بندی علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی

| ردیف | وزن شاخص‌ها | | | | | پنج گزینه با اولویت بالاتر | | | | |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | A ₅ | A ₄ | A ₃ | A ₂ | A ₁ | رتبه ۱ | رتبه ۲ | رتبه ۳ | رتبه ۴ | رتبه ۵ |
| ۱ | L | M | VH | H | M | C ₁₇ | C ₇ | C ₄ | C ₆ | C ₁₀ |
| ۲ | L | M | VH | H | L | C ₁₇ | C ₇ | C ₁₀ | C ₄ | C ₆ |
| ۳ | L | M | VH | H | H | C ₁₇ | C ₄ | C ₇ | C ₆ | C ₁₀ |
| ۴ | L | M | VH | M | M | C ₁₇ | C ₇ | C ₄ | C ₆ | C ₂ |
| ۵ | L | M | VH | VH | M | C ₁₇ | C ₇ | C ₁₀ | C ₄ | C ₆ |
| ۶ | L | M | H | H | M | C ₁₇ | C ₇ | C ₄ | C ₁₀ | C ₆ |
| ۷ | L | L | VH | H | M | C ₁₇ | C ₆ | C ₇ | C ₁₀ | C ₄ |
| ۸ | L | H | VH | H | M | C ₁₇ | C ₄ | C ₇ | C ₂ | C ₁₀ |
| ۹ | VL | M | VH | H | M | C ₁₇ | C ₄ | C ₇ | C ₂ | C ₁₀ |
| ۱۰ | M | M | VH | H | M | C ₁₇ | C ₇ | C ₄ | C ₆ | C ₁₀ |

سناریوی مورد نظر خبرگان در سطر ۱ جدول ۶ آمده است. سناریوهای دیگر با تغییر دادن وزن یک شاخص از روی سناریوی ۱ ساخته شده‌اند. همان‌طور که جدول ۶ نشان می‌دهد، در همه سناریوهای بررسی شده کمبود یا چندوظیفه‌ای بودن پرسنل مهم‌ترین علت بروز وقفه است. در همه سناریوهای بررسی شده، غبارآلود شدن لنز میان سه علت مهم‌تر بروز وقفه و دردسترس نبودن ابزارآلات میان پنج علت مهم‌تر بروز وقفه قرار دارد. در ۹۰ درصد مواقع بی‌تجربگی پرسنل میان پنج علت مهم‌تر بروز وقفه قرار دارد. در ۸۰ درصد مواقع آغشته شدن لنز لاپاراسکوپ به خون و سایر مواد میان پنج علت مهم‌تر بروز وقفه قرار دارد. در ۲۰ درصد مواقع دردسترس نبودن تجهیزات جزء پنج علت مهم‌تر بروز وقفه است. نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد رتبه‌بندی این تحقیق در مقابل تغییر وزن‌های شاخص‌های تصمیم‌گیری به میزان قابل توجهی پایدار است. بنابراین، می‌توان به نتایج این تحقیق اعتماد کرد.

خشا و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به شناسایی و اولویت‌بندی مهم‌ترین علل بروز وقفه در انواع عمل‌های جراحی پرداختند. آن‌ها فرایند جراحی را به سه فاز متمایز تقسیم و علل بروز وقفه را در این سه فاز شناسایی و دسته‌بندی کردند [۳۲]. در این تحقیق، شناسایی و اولویت‌بندی علل وقفه در جراحی‌های لاپاراسکوپی، از لحظه شروع فعالیت جراحی بر بدن بیمار در اتاق عمل تا لحظه پایان فعالیت جراحی، دنبال می‌شود. بنابراین، برخی از علل بروز وقفه، که در تحقیق خشا و همکاران فهرست

بر اساس نتایج جدول ۵ و ۷، پنج علت مهم‌تر بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی با روش تاپسیس فازی و روش FMEA فازی به ترتیب در سطرهای اول و دوم جدول ۸ می‌آید.

جدول ۸. مقایسه پنج علت مهم‌تر بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی به‌دست آمده با روش تاپسیس فازی با علل مهم‌تر وقفه در لاپاراسکوپی به‌دست آمده با روش FMEA فازی

| ردیف | رویکرد رتبه‌بندی علل بروز وقفه | پنج گزینه با اولویت بالاتر |
|------|--------------------------------|--|
| ۱ | تاپسیس فازی | رتبه ۱ رتبه ۲ رتبه ۳ رتبه ۴ رتبه ۵ C ₁₀ C ₆ C ₄ C ₇ C ₁₇ |
| ۲ | FMEA فازی | C ₄ C ₆ C ₂ C ₇ C ₁₇ |

همان‌طور که در جدول ۵ دیده می‌شود، مهم‌ترین علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی به ترتیب شامل کمبود یا چندوظیفه‌ای بودن پرسنل، غبارآلود شدن لنز، در دسترس نبودن ابزارآلات، آغشته شدن لنز به خون یا سایر مواد، و بی‌تجربگی پرسنل است.

میان برخی علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی روابط علی دیده می‌شود. بدین معنا که برخی علل بروز وقفه به طور خاص در جراحی لاپاراسکوپی باعث وقوع علل وقفه دیگر می‌شوند. مثلاً، آغشته شدن لنز به خون یا سایر مواد می‌تواند سبب دیگر انواع وقفه، نظیر غبارآلود و تار شدن لنز شود. از سوی دیگر، علت تار و غبارآلود شدن لنز در بسیاری موارد ناشی از تغییر دمای لنز است. از این رو، غبارآلود شدن لنز باعث وقوع تکرار شونده خود می‌شود. جلوگیری از وقوع این علت‌ها، از وقوع علت‌های معلول این علت‌ها نیز جلوگیری می‌کند. مثلاً، با نگاهی دقیق‌تر درمی‌یابیم آغشته شدن لنز باعث غبارآلود شدن لنز می‌شود و برای تمیز کردن لنز آغشته به خون یا سایر مواد زمانی نسبتاً طولانی صرف می‌شود و فرد مسئول با وسواس بسیار سعی می‌کند لنز را تمیز کند که این وضعیت باعث می‌شود لنز در بازه زمانی نسبتاً طولانی از بدن بیمار خارج و سرد شود. بنابراین، وقتی وارد بدن بیمار می‌شود غبارآلود می‌گردد و تصویر تار می‌شود. پس، باید دوباره خارج و تمیز شود. فرایند خارج کردن و تمیز کردن لنز به دلیل وقوع مکرر سرد شدن لنز و تار شدن تصویر حاصل از آن مدام تکرار می‌شود. بنابراین، تغییر در فعالیت تمیز کردن لنز و سرعت بخشیدن به آن می‌تواند تا حد زیادی از وقوع مکرر این وقفه‌ها جلوگیری کند.

شده، در این تحقیق دیده نمی‌شود؛ زیرا به بازه‌های زمانی این تحقیق ربط ندارد. از سوی دیگر، در این تحقیق بین برخی علل وقفه روابط علی شناسایی شد. در این تحقیق، علاوه بر فهرست علل بروز وقفه در تحقیق خشا و همکاران، علل دیگری هم در نظر گرفته شد که خاص عمل‌های جراحی لاپاراسکوپی‌اند و در سایر عمل‌های جراحی روی نمی‌دهند.

خشا و همکاران برای اولویت‌بندی علل بروز وقفه در انواع عمل‌های جراحی از روش FMEA فازی بهره بردند. در این تحقیق نیز، برای اعتبارسنجی نتایج رویکرد پیشنهادی، بار دیگر علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی (جدول ۱) با روش FMEA فازی رتبه‌بندی شد. نتایج در جدول ۷ می‌آید. برای آشنایی بیشتر با روش FMEA فازی و نحوه رتبه‌بندی علل بروز وقفه بر اساس این روش مطالعه مقاله خشا و همکاران پیشنهاد می‌شود [۳۶].

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، در روش FMEA فازی نمره به‌دست آمده برای برخی علت‌های بروز وقفه در لاپاراسکوپی با یکدیگر برابر است و این چندان مطلوب نیست. بنابراین، استفاده از رویکرد تاپسیس فازی در این کاربرد ارجح است. همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، چهار گزینه از پنج گزینه با اولویت بالاتر از میان علل بروز وقفه در هر دو روش تاپسیس فازی و FMEA فازی با یکدیگر مشترک‌اند و این نشان می‌دهد که نتایج هر دو روش به اولویت‌بندی‌های بسیار مشابهی می‌انجامد.

جدول ۷. نتایج رویکرد FMEA فازی برای اولویت‌بندی علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی

| علت بروز وقفه | نمره | رتبه |
|-----------------|------|------|
| C ₁ | ۴ | ۷ |
| C ₂ | ۶ | ۵-۳ |
| C ₄ | ۶ | ۵-۳ |
| C ₅ | ۳ | >۷ |
| C ₆ | ۶ | ۵-۳ |
| C ₇ | ۷ | ۲-۱ |
| C ₈ | ۳ | >۷ |
| C ₉ | ۵ | ۶ |
| C ₁₀ | ۳ | >۷ |
| C ₁₃ | ۳ | >۷ |
| C ₁₄ | ۳ | >۷ |
| C ₁₅ | ۳ | >۷ |
| C ₁₆ | ۳ | >۷ |
| C ₁₇ | ۷ | ۲-۱ |
| C ₁₉ | ۳ | >۷ |

نتیجه گیری

در این تحقیق علل بروز وقفه در جراحی کم‌تهاجمی شناسایی و رتبه‌بندی شد. برای این منظور، روابط علت و معلولی میان علل بروز وقفه شناسایی شد و در تنظیم اوزان شاخص‌ها در تصمیم‌گیری دخالت داده شد. شاخص‌های تصمیم‌گیری شامل فراوانی وقوع، طول متوسط، درجه وخامت، قابلیت کاهش فراوانی، و قابلیت کاهش طول متوسط وقفه ناشی از هر علت است.

بنا بر نتایج این تحقیق، مهم‌ترین علل بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی به ترتیب شامل کمبود یا چندوظیفه‌ای بودن پرسنل، غبارآلود شدن لنز، دردسترس نبودن ابزارآلات، آغشته شدن لنز به خون یا سایر مواد، و بی‌تجربگی پرسنل است. در این میان، علل رتبه اول و سوم و پنجم در همه مراحل جراحی لاپاراسکوپی و نیز در همه انواع جراحی‌های دیگر می‌توانند روی دهند.

بهتر است با به‌کارگیری راهکارهای مناسب از وقوع علل مهم‌تر بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی جلوگیری شود. در صورتی که این کار امکان‌پذیر نیست، اگر یکی از

علل مهم بروز وقفه در جراحی لاپاراسکوپی منجر به اتلاف زمان جراحی می‌شود، تا جای ممکن طول آن وقفه و اتلاف زمانی با ارائه راهکارهای مناسب کاهش یابد. به این ترتیب می‌توان مانع اتلاف وقت و منابع در عمل‌های جراحی لاپاراسکوپی شد و بهره‌وری اتاق عمل را در این گونه عمل‌های جراحی افزایش داد.

برخی راهکارهای پیشنهادی سطح بالا جهت کاهش وقوع وقفه‌ها در جراحی لاپاراسکوپی شامل افزایش تعداد پرسنل، تخصیص صحیح وظایف به آن‌ها، آموزش مناسب به پرسنل جهت کاهش الگوهای تکرارشونده علل بروز وقفه مانند غبارآلود شدن لنز، آموزش کافی به پرسنل، و پایش آن‌ها برای کاهش خطاهای ناشی از بی‌تجربگی است.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از کارکنان بیمارستان شهید هاشمی‌نژاد سپاس‌گزارند که فرصت تحقیق و حضور در محیط بیمارستان، به‌ویژه اتاق‌های عمل، را جهت جمع‌آوری داده در اختیارشان قرار دادند.

REFERENCES

1. Leblanc, K. A. (Ed.) (2004). "Management of laparoscopic surgical complications.", New york, Marcel Dekker.
2. Nakada, S. Y. (Ed.) (2003). Essential urologic laparoscopy. 1st. Ed. Humana Press., Totowa, New jersey.
3. Al-HAKIM, L. (2008). "Surgical disruption: information quality perspective." *International Journal of Information Quality*, 2, 192-204.
4. Khasha, R., Sepehri, M. M., and Khatibi, T. (2012). "Design a comprehensive framework for evaluating the readiness of starting surgical operation based on surgical cancellation reduction." The first international conference on Electronic health. Tehran, Iran.
5. Robinson, J. A. (1993). "OR time delays: A time management plan that works." *AORN Journal*, Vol. 58, 331-335.
6. Sevdalis, N., Forrest, D., Undre, S., Darzi, A., and Vincent, C. (2008). "Annoyances, disruptions, and interruptions in surgery: the Disruptions in Surgery Index (DiSI)." *World Journal of Surgery*, Vol. 32, 1643-50.
7. Zheng, B., Martinec, D. V., Cassera, M. A., and Swanstrom, L. L. (2008). "A quantitative study of disruption in the operating room during laparoscopic antireflux surgery." *Surg. Endosc.*, Vol. 22, 2171-2177.
8. Gillespie, B. M., Chaboyer, W., and Fairweather, N. (2012). "Interruptions and miscommunications in surgery: An observational study." *AORN Journal*, Vol. 95, 576-590.
9. Kniemeyer, H. W., Sandmann, W., Bach, D., Torsello, G., Jungblut, R. M., and Grabensee, B. (1994). "Complications following caval interruption." *European Journal of Vascular Surgery*, Vol. 8, 617-621.
10. Rousou, J. A., Engleman, R. M., Flack, J. E., Deaton, D. W., Rifkin, R., and Elmansoury, A. (1995). "Does interruption of normothermic cardioplegia have adverse effects on myocardium? A retrospective and prospective clinical evaluation." *Cardiovascular Surgery*, Vol. 3, 587-593.
11. Undre, S., Sevdalis, N., Mcdermott, J., Giddie, J., Dinner, L., and Smith, G. (2011). "Interruptions, teamwork, and safety in the operating room: A prospective quantitative study in urological surgery." *European Urology Supplements*, Vol. 10, 60.
12. Hercules, P. A. (2010). "Instrument readiness: A patient safety issue." *Perioperative Nursing Clinics*, Vol. 5, 15-25.
13. Ohsaki, M., Abe, H., Tsumoto, S., Yokoi, H., and Yamaguchi, T. (2007). "Evaluation of rule interestingness measures in medical knowledge discovery in databases." *Artificial Intelligence in Medicine*, Vol. 41, 177-196.
14. Buyukozkan, G., Feyzioglu, O., and Nebol, E. (2008). "Selection of the strategic alliance partner in logistics value chain." *International Journal of Production Economics*, Vol. 113, 148-158.
15. Yao, S., Jiang, Z., Li, N., Zhang, H., and Geng, N. (2011). "A multi-objective dynamic scheduling approach

- using multiple attribute decision making in semi-conductor manufacturing.” *International Journal of Production Economics*, Vol. 130, 125-133.
16. Xiao, Z., Xia, S., Gong, K., and Li, D. (2012). “The trapezoidal fuzzy soft set and its application in MCDM.” *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 36, 5844-5855.
 17. Xu, Z. and Xia, M. (2012). “Identifying and eliminating dominated alternatives in multi-attribute decision making with intuitionistic fuzzy information.” *Applied Soft Computing*, Vol. 12, 1451-1456.
 18. Wang, Y. M. (1998). “Using the method of maximizing deviations to make decision for multi-indices.” *System Engineering and Electronic*, Vol. 7, 24-26, 31.
 19. Hwang, C. L. and Yoon, K. (1981). “Multiple attribute decision making.” *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 186.
 20. Benayoun, R., Roy, B., and Sussman, B. (1966). “ELECTRE: Une méthode pour guider lechoix en présence de points de vue multiples.” Note de travail 49, SEMA-METRA International, direction scientifique.
 21. Opricovic, S. and Tzeng, G. H. (2002). “Multicriteria planning of post-earthquake sustainable reconstruction.” *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol. 17, 211-220.
 22. Saaty, T. L. (Ed.) (1977). “The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation” McGraw-Hill, New York.
 23. Kang, H. Y. and Lee, A. H. I. (2007). “Priority mix planning for semiconductor fabrication by fuzzy AHP ranking.” *Expert Systems with Applications*, Vol. 32, 560-570.
 24. Rostamzadeh, R. and Sofian, S. (2011). “Prioritizing effective 7Ms to improve production systems performance using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS (case study).” *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, 5166-5177.
 25. Han, J., Kamber, M., and Pei, J. (Eds.) (2012). “Data mining: Concepts and techniques.” Morgan Kauffman.
 26. Bralis, E., Chiusano, S., and Dutto, R. (2008). “Applying sequential rules to protein localization prediction.” *Computers and Mathematics with Applications*, Vol. 55, 867-878.
 27. Han, H. K., Kim, H. S., and Sohn, S. Y. (2009). “Sequential association rules for forecasting failure patterns of aircrafts in Korean airforce.” *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, 1129-1133.
 28. Chang, J. (2011). “Mining weighted sequential patterns in a sequence database with a time-interval weight.” *Knowledge-based Systems*, Vol. 24, 1-9.
 29. Railean, I., Lenca, P., Moga, S., and Borda, M. (2013). “Closeness preference- A new interestingness measure for sequential rules mining.” *Knowledge-based Systems*, Vol. 44, 48-56.
 30. Zhang, Z. and Chu, X. (2011). “Risk prioritization in failure mode and effects analysis under uncertainty.” *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, 206-214.
 31. Yazdani, M. (2012). “Risk analysis of critical infrastructures using fuzzy TOPSIS.” *Journal of Management Research*, Vol. 4, No. 1, 1-19.
 32. Secme, N. Y., Bayrakdaroglu, A., and Kahraman, C. (2009). “Fuzzy performance evaluation in turkish banking sector using analytic hierarchy process and TOPSIS.” *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, 11699-11709.
 33. Yue, Z. (2011). “An extended TOPSIS for determining weights of decision makers with interval numbers.” *Knowledge-based Systems*, Vol. 24, 146-153.
 34. Torfi, F., Farahani, R. Z., and Rezapour, S. (2010). “Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and fuzzy TOPSIS to rank alternatives.” *Applied Soft Computing*, Vol. 10, 520-528.
 35. Awasthi, A., Chauhan, S. S., and Omrani, H. (2011). “Application of fuzzy TOPSIS in evaluating sustainable transportation systems.” *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, 12270-12280.
 36. Khasha, R., Sepehri, M. M., Khatibi, T., and Soroush, A. (2013). “Fuzzy FMEA application to improve workflow in operating rooms.” *JIENG*, Vol. 47, No. 2, 135-147.

فهرست واژگان لاتین به ترتیب استفاده در متن

1. Multi Attribute Decision Making (MADM)
2. Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
3. ELECTRE
4. VICOR
5. Analytical Hierarchy Process (AHP)
6. Support
7. Confidence
8. Time Window
9. Severity