● وصول مقاله: ۹۸/۵/۱۷
● اصلاح نهایی: ۹۸/۷/۱۱
● پذیرش نهایی: ۹۸/۷/۱۷

برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی با استفاده از رویکرد ترکیبی SWOT-ANP-WASPAS

سهیلا مظلوم‌واجاری[۱] / ایروان مسعودی اصل[۲] / کامران حاجی‌نبی[۳] / لیلا ریاحی[۴]

چکیده

مقدمه : جایگزینی تجهیزات پزشکی به عنوان یکی از ارکان اساسی مدیریت تجهیزات پزشکی نقشی حساس و حیاتی در نظارت بر تجهیزات پزشکی در تشخیص، درمان و پایش بیماران دارد. در جایگزینی تجهیزات پزشکی به دنبال اتخاذ سیاستی هستیم که به جای استفاده از تجهیز برای مدت طولانی با هزینه تعمیر و نگهداری بالاتر، برنامه‌ای مناسب برای جایگزینی تجهیز تعیین گردد. پژوهش حاضر با هدف ارائه‌ی یک سیستم تصمیم‌گیری جهت تسهیل در فرآیند برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی انجام شده است.

روش پژوهش: این پژوهش در تلاش است تا برای نخستین بار با ارائه رویکرد ترکیبی SWOT-ANP-WASPAS یک سیستم تصمیم‌گیری جهت برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی فراهم آورد. در چارچوب پیشنهادی پژوهش، از ماتریس SWOT به منظور شناسایی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های استراتژیک استفاده شده است. در ادامه تکنیک ANP جهت وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها بکار رفته است. هم‌چنین گزینه‌های استراتژیک با استفاده از روش WASPAS وزن‌دهی شده‌اند..

یافته‌ها : سیستم تصمیم‌گیری پیشنهادی در نظر دارد تا با افزایش اعتمادبه‌نفس تصمیم‌گیرندگان و ارائه شواهد حمایتی کافی، استراتژی‌هایی جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی تدوین نماید. این سیستم تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا ارتباطات پیچیده در مشکل تصمیم‌گیری را بهتر درک کند؛ که این امر سبب افزایش اعتبار تصمیمات مربوطه می‌گردد.

نتیجه‌گیری: رویکرد ترکیبی پیشنهادی قابلیت مجتمع شدن به عنوان یک سیستم جامع تصمیم‌گیری جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی در مراکز درمانی موردمطالعه را داراست و اگر پیاده‌سازی استراتژی‌های تدوین شده و رعایت توالی اجرای آنها، مورد حمایت مدیران مربوطه قرار بگیرد؛ شاهد کاهش هزینه‌های جایگزینی و نیز توسعه فناوری تجهیزات پزشکی خواهیم بود.

کلید واژه‌ها: مدیریت تجهیزات پزشکی، جایگزینی تجهیزات پزشکی، SWOT، ANP، WASPAS.

۱- دانشجوی دکتری مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیک: masoudi_1352@yahoo.com
۳- استادیار، گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴- استادیار، گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مقدمه

امروزه همگان قبول دارند که برای تضمین سلامت بیمار ضروریست ابزارهای پزشکی به درستی مدیریت و استفاده شده و کیفیت خدمات بهداشت و درمان به تناسب فناوری موجود بستگی دارد[۱]. مدیریت فناوری سلامت یکی از مهم‌ترین بخش‌های سیستم بهداشت و درمان است[۲]؛ و به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که هدف از آن‌ها، رفع نیازهای بهداشت و درمان و بهبود کیفیت و همزمان کاهش هزینه‌هاست. مدیریت فناوری سلامت به عنوان فرآیندی سیستماتیک تعریف می‌شود که در آن، متخصصین و مدیران عرصه بهداشت و درمان، در مورد دارایی‌های فناوری بهداشتی برنامه‌ریزی کرده و آن دارایی‌ها را مدیریت می‌کنند؛ تا بتوانند به باکیفیت‌ترین مراقبت‌های بهداشتی با بهترین هزینه دست یابند[۳،۴]. یکی از مهم‌ترین ابعاد فرآیند مدیریت فناوری سلامت، مدیریت تجهیزات پزشکی می‌باشد[۴]. مدیریت تجهیزات پزشکی، فرآیندی است که به بیمارستان‌ها کمک می‌کند تا تجهیزاتشان را توسعه داده، پایش کرده و مدیریت کنند؛ تا استفاده‌ای امن‌تر، اثربخش‌تر و اقتصادی‌تری از تجهیزات به عمل آمده و این تجهیزات در شرایط کاری خوب حفظ شوند[۳]. فرآیند مدیریت تجهیزات پزشکی اطمینان می‌دهد که خطرات مرتبط با استفاده از تجهیزات پزشکی به حداقل ممکن رسیده[۵] و اثربخشی این فرآیند را می‌توان بر اساس عملکرد عملیاتی مجموعه تجهیزات پزشکی تحت مدیریت اندازه‌گیری کرد[۶].

در دو دهه اخیر در کشورهای توسعه یافته، سیستم اطلاعات تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌ها جهت ارزیابی این نوع تجهیزات، بر اساس شاخص‌های کلیدی عملکرد راه‌اندازی شده است[۸، ۷]. مزیت اصلی این نوع سیستم‌های اطلاعات در ارزشیابی و توسعه فناوری تجهیزات پزشکی، دست‌یابی بیشتر به نیازها، انجام اصلاحات مورد نظر در طراحی دستگاه‌ها و افزایش قابلیت استفاده از آن‌ها می‌باشد[۹]. یکی از روش‌های نظام‌مند برای مدیریت تجهیزات پزشکی این است که تمام مراحل عمر مفید تجهیزات پزشکی مطالعه و بهینه‌سازی شود؛ یا به عبارت دیگر، چرخه حیات فناوری مطالعه و بهینه‌سازی گردد[۱۰]. مطابق چرخه حیات مدیریت تجهیزات پزشکی[۱۲، ۱۱، ۱۰]، مهم‌ترین عناصر عملیاتی که باید در تصمیم‌گیری مدنظر قرار گیرند عبارتند از "برنامه‌ریزی"، "تملک"، "تعمیر و نگهداری" و "جایگزینی"[۱۰].

جایگزینی تجهیزات پزشکی، یکی از ارکان مهم مدیریت تجهیزات پزشکی بوده و یک تصمیم‌گیری مهم استراتژیک به شمار می‌رود[۱۴، ۱۳]. جایگزینی تجهیزات پزشکی فرآیند خارج کردن تجهیزات در مراکز بهداشتی و درمانی بدلیل افزایش سن تجهیزات، خرابی تجهیزات، هزینه های بالای تعمیرونگهداری تجهیزات، بکارگیری فناوری جدید و نیز سایر عوامل دخیل در این زمینه بوده و هدف از این فرآیند انتخاب تجهیزات مناسب، در زمان مناسب و با حداقل هزینه و حداکثر بهره‌وری می‌باشد[۱۶، ۱۵، ۳]. مراکز درمانی، مسئول اطمینان از این امر هستند که تجهیزات پزشکی مورد نیازشان همیشه در دسترس بوده و به صورتی اثربخش و ایمن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ازاینرو اطلاع از وضعیت تجهیزات پزشکی، جهت اطلاع‌رسانی به منظور تصمیم‌گیری در مورد اصلاح، نوسازی و یا جایگزینی تجهیزات به طور پیوسته مورد نیاز است[۵، ۳]. به عبارت دیگر، هدف اصلی جایگزینی تجهیزات این است که سازمان به سمت حداکثرسازی سود یا حداقل‌سازی هزینه سوق داده شود[۱۷].

بر اساس گفته‌های کلسو[۱۸] نبود سیستمی رسمی که توانایی تصمیم‌گیری‌های مربوط به تعمیر یا جایگزینی تجهیزات معیوب را عهده‌دار شود، یکی از مشکلات بیمارستان‌ها و مراکز درمانیست. وی بکارگیری رویکردی سیستماتیک جهت تصمیم‌گیری جایگزینی تجهیزات پزشکی را توصیه کرده است. کلارک[۱۹] تأکید دارد که برنامه جایگزینی تجهیزات پزشکی باید با برنامه استراتژیک بیمارستان یکپارچه و هماهنگ بوده و مؤسسات درمانی نیاز است تا برنامه‌هایی عملی جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی داشته و از اطلاعات استاندارد معینی جهت برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات استفاده کنند. مینیاتی و همکاران[۱۸] با اشاره به پیشرفت‌های چشم‌گیر در سطح مراقبت و کیفیت زندگی بیماران در سال‌های اخیر به سبب نوآوری‌های فناوری در مراقبت‌های بهداشتی؛ ضرورت برنامه‌ریزی جهت تهیه و جایگزینی صحیح تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌ها، برای تداوم ارائه فناوری مناسب را ضروری دانستند. وانگ و همکاران [۲] بر لزوم بررسی و بهبود مداوم استراتژی‌های مدیریت سازمان‌های بهداشتی جهت ارتقاء تکنولوژی تجهیزات تأکید کردند.

تصمیمات جایگزینی پیامدهای مهم و گسترده‌ای در طول عمر یک سازمان دارند؛ به خصوص زمانی که صحبت از مدل‌سازهای پیچیده‌ای همچون جایگزینی تجهیزات پزشکی می‌شود، این امر بسیار حیاتی به نظر می‌رسد. مؤسسات مراقبت‌های بهداشتی دائماً با این مسئله درگیر بوده و یافتن برنامه‌ریزی‌ای بهینه جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی به منظور دستیابی به مدیریت مؤثر بودجه، بسیار حیاتی است. به گفته تیلور و جکسون[۲۰] برنامه جایگزینی تجهیزات پزشکی، در پی تأمین مالی جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی اولویت‌بندی شده با ریسک بالا است. از نظر اولیویرا[۶] نیز برنامه جایگزینی تجهیزات پزشکی برنامه‌ای استراتژیک با هدف جایگزینی تجهیزات در دسترس به منظور کاهش خطر برای بیماران و پرسنل بیمارستان و نیز در دسترس بودن خدمات بصورت مداوم در مناطق شهری و روستایی می‌باشد.

معمولاً تصمیم‌گیری برای تعویض فناوری‌هایی که فنی، استاندارد و یا عملکردمحور نیستند، براساس یک فرآیند برنامه‌ریزی سرمایه‌ای انجام می‌گیرد. این تصمیمات معمولاً بیش از اینکه مبتنی بر اطلاعات دست اول، تجربه یا تحلیل علمی باشند، مبتنی بر دلایل ذهنی یا روایتی هستند[۱۳]. تجهیزات پزشکی در اکثر مواقع، زمانی تعویض می‌شوند که در شرایط بحرانی از کار می‌افتند یا در طول خدمات مشخص می‌شود که قطعات و پشتیبانی تولیدکننده در دسترس نیست[۱۲، ۴]. در برخی از موارد مشاهده می‌شود، به محض اینکه فناوری جدیدی در دسترس قرار می‌گیرد، تجهیزات جایگزین می‌شوند، حتی اگر تجهیزات موجود هنوز اثربخش باشند[۱۹]. در نتیجه، هزینه‌های نسنجیده بابت تعویض تجهیزاتی که هنوز می‌توانند کار کنند به جای تمرکز بر تجهیزاتی که نیاز به تعویض دارند، به بهره‌وری کلی نظام بهداشت و درمان به شدت آسیب می‌زند[۲۱]. برای جلوگیری از تلفات و هزینه‌های سربار در بیمارستان‌ها، نیاز است تا اطمینان حاصل شود که جایگزینی تجهیزات پزشکی به شیوه‌ای منطقی و برنامه‌ریزی شده صورت می‌پذیرد. لذا توجه دقیق به فرآیند مدیریت تجهیزات پزشکی و پیاده‌سازی صحیح آن در بیمارستان‌ها بسیار حیاتی بوده و نیاز است تا بیمارستان‌ها فرآیندی سیستماتیک جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی طراحی نموده و به صورت منظم آنرا بازنگری نمایند. تا مادامی که سیستمی سنجیده و قابل‌دفاع، همراه با گزارشات روشنی از جایگزینی‌های موردنیاز و اولویت‌ها جهت جایگزینی تجهیزات ایجاد نشود، درخواست‌ها برای جایگزینی تجهیزات، وابسته به افراد و بدون هیچ برنامه‌ای خواهد بود. ازاینرو، به منظور برنامه‌ریزی چنین تدارکاتی، نیاز است تا یک سیستم تصمیم‌گیری جایگزینی تجهیزات پزشکی بکار گرفته شود تا به موجب آن بتوانیم، منابع محدود سازمانی را به شیوه‌ای اثربخش مدیریت کنیم. لذا، این پژوهش در تلاش است تا با ایجاد سیستمی جهت تصمیم‌گیری جایگزینی کارآمد تجهیزات پزشکی، نگاهی استراتژیک نسبت به تصمیم‌گیری جایگزینی تجهیزات پزشکی داشته و با کمک اصول مدیریت استراتژیک، تلاشی سازمان‌یافته و منظم برای اتخاذ تصمیمات بنیادی و انجام اقدامات اساسی در این زمینه صورت دهد.

سازمان‌ها برای پیشبرد اهداف و مأموریت‌های خود با چالش‌ها و فرصت‌های مختلفی روبرو هستند. برای برخورد با این چالش‌ها و بهره‌برداری از فرصت‌های محیطی، سازمان‌ها به استفاده از مدیریت استراتژیک به عنوان چارچوبی کارآمد برای بهبود موقعیت خود با وجود تغییرات سریع محیطی روی آورده‌اند[۲۲]. مدیریت استراتژیک مجموعه‌ای از تصمیمات و اقداماتی است که توسط مدیریت سازمان و با مشاوره تمام سطوح سازمان گرفته می‌شود، تا فعالیت‌های طولانی مدت سازمان تعیین گردد [۲۳]. به طور کلی فرآیند مدیریت استراتژیک شامل سه سطح اساسی می‌باشد: "تدوین استراتژی"، "اجرای استراتژی" و "کنترل و ارزیابی استراتژی"[۲۴].

تدوین استراتژی به عنوان نخستین مرحله در مدیریت استراتژیک، به فرآیندی اشاره دارد که از آن طریق سازمان دامنه کاری و جهت‌گیری بلندمدت خود را تعریف می‌کند. این فرآیند شامل طرح‌ریزی مسیری است که یک سازمان از طریق شکل دادن به فعالیت‌ها و منابع خود در محیطی که در آن فعالیت می‌کند، خلق ارزش می‌نماید[۲۵]. تدوین استراتژی را فرآیند انتخاب و اولویت‌بندی استراتژی می‌دانند. این فرآیند برای موفقیت سازمان ضروریست، زیرا چارچوبی را فراهم می‌کند تا سازمان به نتایج پیش‌بینی شده دست یابد[۲۳].

از آنجا که هر سازمان با مجموعه‌ای از نیروهای داخلی و خارجی روبروست و این نیروها می‌توانند از یک سو سبب محرک‌های بالقوه گشته یا از سوی دیگر با توجه به عملکرد سازمان و یا اهدافی که سازمان خواهان رسیدن به آن‌ها است مشمول محدودیت‌های بالقوه‌ای باشند[۲۶]، لذا نیاز است تا یک تحلیل کلی از محیط داخلی و خارجی سازمان، در سطح نخست از فرآیند مدیریت استراتژیک صورت گیرد[۲۷]. می‌توان بسیاری از روش‌ها و تکنیک‌ها را در تحلیل موارد استراتژیک در فرآیند مدیریت استراتژیک به کار گرفت[۲۸]. در این میان، یکی از ابزارهایی که در مرحله‌ی تدوین استراتژی برای تحلیل موارد استراتژیک درونی و بیرونی به کار می‌رود، ماتریس یا تحلیل SWOT می‌باشد، که نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای سازمان را ارزیابی می‌کند. تحلیل SWOT یک ابزار پشتیبانی مهم برای تصمیم‌گیری بوده و معمولاً به عنوان ابزاری جهت تحلیل سیستماتیک محیط داخلی و خارجی یک سازمان به کار می‌رود. این تحلیل را می‌توان برای هر محصول، مکان، صنعت یا سازمان به کار گرفت[۲۹]. با وجود کاربردهای گسترده‌ی تحلیل SWOT، این روش با چندین محدودیت از جمله عدم امکان رتبه‌بندی معیارها و استراتژی‌ها رو به رو است[۳۰]. از اینرو، تحلیل SWOT نمی‌تواند فرآیند تصمیم‌گیری استراتژیک را به طور جامع ارزیابی کند[۳۱، ۲۸]. در این راستا استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) که از ابزارهای اصلی جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها در مشکلات چندبعدی و پیچیده هستند، سودمند تلقی می‌گردد.

در پژوهش حاضر از تکنیک‌های ANP و WASPAS جهت اولویت‌بندی معیارها و گزینه‌های جایگزین استفاده شده است. این پژوهش بر آن است تا برای نخستین بار، با ارائه رویکرد ترکیبی پیشنهادی SWOT-ANP-WASPAS یک سیستم تصمیم‌گیری جهت برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی ارائه نماید؛ تا با بکارگیری این سیستم تصمیم‌گیری، از منابع موجود استفاده‌ای مطلوب گشته، خوداتکایی و خودتنظیمی فرآیند مدیریت تجهیزات پزشکی ارتقاء یافته و تأثیرات منفی

ناشی از عدم توجه به این مرحله‌ی کلیدی از چرخه مدیریت تجهیزات پزشکی به حداقل برسد.

روش پژوهش

در این پژوهش از تجزیه و تحلیل SWOT جهت شناسایی عوامل موثر بر جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌های منطقه مورد مطالعه استفاده شده است؛ که با توجه به محیط داخلی و خارجی می‌توان این عوامل را در چهار گروه نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات دسته‌بندی کرد. در ادامه، از رویکرد ANP به منظور تعیین وزن هر کدام از عوامل و زیرعوامل SWOT و از روش WASPAS جهت رتبه‌بندی استراتژی‌های جایگزین استفاده گشته است. در ادامه، روش‌های بکار گرفته شده در رویکرد ترکیبی پژوهش که شامل ماتریس SWOT، تکنیک ANP و تکنیک WASPAS می‌باشد، به صورت اجمالی معرفی گشته و چارچوب پیشنهادی پژوهش ارائه شده است.

تحلیل SWOT: تجزیه و تحلیل SWOT بهترین استراتژی‌های ترکیبی را برای حداکثر نمودن نقاط قوت و فرصت‌ها و همچنین به حداقل رساندن تهدیدها و ضعف‌ها تعیین می‌کند[۲۹]. این ماتریس به منظور توسعه‌ی چهار نوع استراتژی استفاده می‌گردد.

روش ANP: تکنیک ANP، تکنیکی قدرتمند است که از طریق ساختاربندی مشکل تصمیم‌گیری به صورت یک ساختار شبکه‌ای، در انتخاب بهترین تصمیم در میان تصمیم‌های متعدد به تحلیل‌گران کمک می‌کند[۳۲]. این تکنیک شامل چهار گام اصلی می‌باشد[۳۳، ۲۸]:

گام اول، شامل تعریف واضح مدل تصمیم‌گیری به صورت یک ساختار شبکه‌ای است.

گام دوم، تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی و بردارهای اولویت: در هر خوشه، زوج‌هایی از عناصر تصمیم‌گیری با توجه به اهمیتشان نسبت به معیارهای کنترلشان مقایسه می‌شوند. خوشه‌ها نیز با توجه به سهمشان در هدف به صورت زوجی مقایسه می‌گردند[۳۵]. بعلاوه، وابستگی‌های متقابل میان عناصر یک خوشه نیز باید به صورت زوجی مورد بررسی قرار گیرد؛ تأثیر هر یک از عناصر بر عناصر دیگر را می‌توان به صورت یک بردار ویژه ارائه کرد. وزن‌های مهم مربوطه از طریق مقیاس ۱-۹ ساتی[۳۲] ارائه می‌شوند.

در ANP، مقایسات زوجی در چارچوب یک ماتریس انجام می‌شود و می‌توان از طریق حل معادله (۱)، یک بردار اهمیت نسبی را به عنوان برآورد اهمیت نسبی مرتبط با مقایسه عنصرها (یا خوشه‌ها) به دست آورد:

$$A \times w = \lambda_{max} \times w \qquad (۱)$$

که در آن، A ماتریس‌های مقایسات زوجی، w بردار ویژه و λ_{max} بزرگترین مقدار ویژه‌ی ماتریس A است. ساتی[۳۲] چندین الگوریتم را برای تقریب w پیشنهاد کرده است.

گام سوم، تشکیل سوپرماتریس: جهت تشکیل سوپرماتریس، بردارهای اولویت‌های نسبی در ستون‌های مناسبی از یک ماتریس وارد شده تا اولویت‌های کلی در یک سیستم با تأثیرات وابسته‌ی متقابل به دست آیند[۳۲]. یک سوپرماتریس در واقع یک ماتریس افرازشده است که در آن هر بخش ماتریس نشان دهنده‌ی یک رابطه بین دو خوشه در یک سیستم است[۲۸].

گام آخر، تصمیم‌گیری بر مبنای سوپرماتریس: اگر سوپرماتریسی که در مرحله سوم تشکیل شد تمام شبکه را پوشش دهد، می‌توان وزن جایگزین‌ها را در ستون‌های جایگزین‌های سوپرماتریس نرمال پیدا کرد. جایگزینی که بالاترین اولویت کلی را دارد باید به عنوان بهترین گزینه انتخاب شود و این جایگزین از طریق محاسباتی که با استفاده عملیات ماتریسی انجام می‌شود تعیین می‌گردد[۲۸]. در این پژوهش جهت کمی‌سازی نتایج منتج از ماتریس SWOT از تکنیک ANP استفاده شده است.

روش WASPAS: روش WASPAS بر سه معیار بهینگی استوار است. معیار اول بهینگی شبیه به مدل مجموع وزنی (WSM) است. WSM روشی شناخته شده است که غالباً روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را برای ارزیابی تعدادی از گزینه‌ها بر حسب تعدادی از معیارهای تصمیم‌گیری به کار می‌گیرد. در حالت کلی، فرض کنید یک مسئله MCDM معین بر مبنای m گزینه و n معیار تصمیم‌گیری تعریف شده است؛ سپس فرض کنید که w_j اهمیت نسبی (وزن) معیار jام را نشان می‌دهد و x_{ij} مقدار عملکرد گزینه i به هنگام ارزیابی بر حسب معیار j است. سپس، اهمیت نسبی کلی گزینه i، که به صورت $Q_i^{(1)}$ نشان داده می‌شود، به صورت رابطه (۲) تعریف می‌گردد[۳۵]:

$$WSM = Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^{n} \bar{x}_{ij} w_j, \qquad (۲)$$

که در آن با توجه به نوع معیارها (سودمند یا غیرسودمند) از روش نرمال‌سازی خطی استفاده می‌شود. معیارهای سودمند، معیارهایی هستند که با افزایش مقدار آن، میزان مطلوبیت برای کسب رتبه بالاتر در اولویت‌بندی افزایش خواهد یافت (به عنوان مثال کیفیت). در مقابل، معیار غیرسودمند به معیاری اطلاق می‌شود که با افزایش مقدار آن میزان مطلوبیت کاهش می‌یابد (برای نمونه هزینه). جهت نرمال‌سازی معیارهای سودمند و غیرسودمند به ترتیب از روابط (۳) و (۴) استفاده می‌گردد.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{max_i x_{ij}}, \qquad (۳)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{min_i x_{ij}}{x_{ij}}, \qquad (۴)$$

معیار دوم بهینگی با مدل ضرب وزنی (WPM) سازگار است. با توجه به مدل WPM، اهمیت نسبی کلی گزینه i، که به صورت $Q_i^{(2)}$ نشان داده می‌شود، به صورت رابطه (۵) تعریف می‌شود[۳۶]:

$$WPM = Q_i{}^{(2)} = \prod_{j=1}^{n} (\bar{x}_{ij})^{w_j} \qquad (۵)$$

با فرض افزایش دقت رتبه‌بندی و به ترتیب، اثربخشی تصمیم‌گیری، معیار مشترک WSM و WPM برای تعیین اهمیت کلی گزینه‌ها، به نام روش ارزیابی حاصلضرب مجموع کل وزنی (WASPAS)، توسط زاوادسکاس و همکاران[۳۷] پیشنهاد شد. بنابراین سومین معیار مشترک تعمیم‌یافته WASPAS بر طبق رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1-\lambda) Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^{n} \bar{x}_{ij} w_j + (1-\lambda) \prod_{j=1}^{n} (\bar{x}_{ij})^{w_j}, \qquad (۶)$$

$$\lambda = 0, \dots, 1.$$

در این پژوهش به منظور تعیین اولویت گزینه‌های نهایی از تکنیک WASPAS استفاده شده است.

هدف پژوهش حاضر ارائه یک سیستم تصمیم‌گیری جهت برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی می‌باشد. رویکرد پیشنهادی پژوهش حاضر، برای نخستین بار و جهت تدوین استراتژی‌های جایگزینی تجهیزات پزشکی در بخش بیمارستانی بکار گرفته شده است. مورد مطالعاتی این پژوهش بیمارستان‌های تحت نظر دانشگاه علوم پزشکی استان گیلان می‌باشد. در ادامه جهت اطلاع از عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) مؤثر بر جایگزینی تجهیزات در منطقه مورد مطالعه به خبرگان هر یک از بیمارستان‌ها رجوع شده و پس از آگاهی از عوامل داخلی و خارجی کلیدی نسبت به تشکیل ماتریس SWOT اقدام می‌گردد. سپس، عوامل، زیرعوامل و استراتژی‌های ماتریس SWOT، جهت تدوین استراتژی با چارچوب وزن‌دار ANP و WASPAS ادغام می‌شود. گام‌های چارچوب پیشنهادی به طور خلاصه به شرح زیر می‌باشد؛ که تا حدی از بهترین روش‌های موجود در ادبیات پژوهش اقتباس شده است[۳۵، ۳۲، ۲۸].

گام ۱: رجوع به خبرگان و شناسایی زیرعوامل SWOT (نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها).

گام ۲: تشکیل ماتریس SWOT و اتخاذ استراتژی‌هایی جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی.

گام ۳: فرض می‌کنیم که هیچ وابستگی‌ای بین عامل‌های SWOT وجود ندارد. درجات اهمیت عامل‌های SWOT را با مقیاس ۹تایی تعیین می‌کنیم (به عنوان مثال W_1 را محاسبه می‌کنیم).

گام ۴: ماتریس وابستگی درونی هر یک از عامل‌های SWOT را با توجه به عامل‌های دیگر و با استفاده از نمایش شماتیک وابستگی درونی در میان عامل‌های SWOT با مقیاس ۹تایی تعیین می‌کنیم (به عنوان مثال W_2 محاسبه شود).

گام ۵: اولویت‌هایی که به عامل‌های SWOT وابستگی متقابل دارند را تعیین می‌کنیم (به عنوان مثال $W_{\text{عوامل}} = W_2 \times W_1$ را محاسبه می‌کنیم).

گام ۶: درجات اهمیت نسبی زیرعامل‌های SWOT را با مقیاس ۹تایی تعیین می‌کنیم (به عنوان مثال $W_{\text{زیر عوامل (نسبی)}}$ را محاسبه می‌کنیم).

گام ۷: درجات اهمیت کلی زیرعامل‌های SWOT را تعیین می‌کنیم (به عنوان مثال $W_{\text{زیر عوامل (کلی)}} = W_{\text{زیر عوامل (نسبی)}} \times W_{\text{عوامل}}$).

گام ۸: تنظیم ماتریس تصمیم با توجه به گزینه‌های (استراتژی‌ها) شناسایی شده و زیرعوامل SWOT و بر اساس مقیاس لیکرت؛ که توسط تیم‌های خبرگان انجام می‌شود.

گام ۹: نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم.

گام ۱۰: محاسبه اهمیت نسبی گزینه iام بر اساس روش WSM از رابطه (۲) ،که در آن w_j وزن (اهمیت نسبی) معیار jام بوده و در گام هفتم محاسبه گشته است؛ همچنین محاسبه اهمیت نسبی گزینه iام بر اساس روش WPM از رابطه (۵).

گام ۱۱: محاسبه معیار مشترک (Q_i) با استفاده از رابطه (۶)، جهت بدست آوردن اهمیت نسبی کلی گزینه iام. بر اساس مقدار Q_i می‌توان گزینه‌ها را رتبه‌بندی کرد.

در رابطه (۶)، مقادیر $Q_i{}^{(1)}$ و $Q_i{}^{(2)}$ از گام دهم و مقدار λ بهینه بر مبنای واریانس ها از طریق روابط (۷) تا (۱۰) محاسبه می شود:

$$\lambda = \frac{\sigma^2(Q_i{}^{(2)})}{\sigma^2(Q_i{}^{(1)}) + \sigma^2(Q_i{}^{(2)})} \qquad (۷)$$

در رابطه (۷)، محاسبه واریانس‌های $\sigma^2(Q_i^{(1)})$ و $\sigma^2(Q_i^{(2)})$ از طریق روابط (۸) و (۹) صورت می پذیرد:

$$\sigma^2\left(Q_i^{(1)}\right) = \sum_{j=1}^{n} w_j^2 \, \sigma^2(\bar{x}_{ij}) \qquad (۸)$$

$$\sigma^2\left(Q_i^{(2)}\right) = \sum_{j=1}^{n} \left[\frac{\prod_{j=1}^{n} (\bar{x}_{ij})^{w_j} \times w_j}{(\bar{x}_{ij})^{w_j} (\bar{x}_{ij})^{(1-w_j)}} \right]^2 \sigma^2(\bar{x}_{ij}) \qquad (۹)$$

واریانس مقادیر معیارهای استانداردشده اولیه ($\sigma^2(\bar{x}_{ij})$) در روابط (۸) و (۹) از طریق رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$\sigma^2(\bar{x}_{ij}) = (0.05\bar{x}_{ij})^2 \qquad (۱۰)$$

یافته‌ها

این بخش به پیاده‌سازی رویکرد ترکیبی پیشنهادی SWOT-ANP-WASPAS اختصاص داده شده است. گام‌های پیاده‌سازی چارچوب پیشنهادی از قرار زیر می‌باشند:

گام اول: پس از مشورت با تیم‌های خبرگان حاضر در هر بیمارستان، تعداد ۶ عامل داخلی کلیدی و ۶ عامل خارجی کلیدی تاثیرگذار بر روند جایگزینی تجهیزات پزشکی در منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید. نتایج در جدول (۱) ارائه شده است.

گام دوم: پس از انتخاب و ارزیابی مهم‌ترین عوامل داخلی و خارجی و شناسایی ارتباط میان ویژگی‌های آن‌ها، هشت نوع از استراتژی‌ها که می‌توانند به شیوه‌ای اثربخش جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌های مورد مطالعه بکار روند، اتخاذ گردید. همانطور که ماتریس SWOT در جدول (۱) نشان می‌دهد، هشت استراتژی کلیدی جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی از طریق تطبیق زوجی نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها تعیین شده است.

گام سوم: در این گام و با فرض بر اینکه هیچ وابستگی‌ای میان عامل‌های SWOT وجود ندارد و با توجه به هدف، مقایسات زوجی بین عامل‌های SWOT و با استفاده از مقیاس ۹تایی انجام می‌پذیرد. پس از انجام مقایسات، بردار اهمیّت عوامل SWOT را می‌توان به صورت رابطه (۱۱) خلاصه کرد. لازم به ذکر است، تمامی ماتریس مقایسات زوجی ارائه شده با کمک نرم‌افزار MATLAB تحلیل شده و بردارهای ویژه‌ی حاصله ارائه شده‌اند.

$$w_1 = \begin{bmatrix} S \\ W \\ O \\ T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.447 \\ 0.283 \\ 0.164 \\ 0.106 \end{bmatrix} \qquad (۱۱)$$

گام چهارم: وابستگی درونی میان عامل‌های SWOT با استفاده از مقایسات زوجی و از طریق تحلیل تأثیر هر عامل بر عامل دیگر تعیین گشته است. با استفاده از تحلیل محیط داخلی و خارجی سازمان می‌توان وابستگی بین عامل‌های SWOT را که به صورت شماتیک در شکل (۱) ارائه شده است، تعیین کرد.

بر اساس وابستگی‌های درونی که در شکل (۱) ارائه شده‌اند ماتریس‌های وابستگی درونی عوامل SWOT با توجه به هر عامل مجزا تکمیل گشت. ماتریس نهایی وابستگی درونی عامل‌های SWOT (W_2) که با استفاده از وزن اهمیت نسبی محاسبه شده، در رابطه‌ی (۱۲) نمایش داده شده است.

$$W_2 = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.570 & 0.634 & 0.429 \\ 0.249 & 1.000 & 0.193 & 0.142 \\ 0.594 & 0.333 & 1.000 & 0.429 \\ 0.157 & 0.097 & 0.173 & 1.000 \end{bmatrix} \qquad (۱۲)$$

گام پنجم: در این مرحله اولویت‌های متقابل عامل‌های SWOT به صورت رابطه (۱۳) محاسبه شده‌اند:

$$w_{\text{موثر}} = W_2 \times w_1 = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.570 & 0.634 & 0.429 \\ 0.249 & 1.000 & 0.193 & 0.142 \\ 0.594 & 0.333 & 1.000 & 0.429 \\ 0.157 & 0.097 & 0.173 & 1.000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.447 \\ 0.283 \\ 0.164 \\ 0.106 \end{bmatrix} \qquad (۱۳)$$

$$= \begin{bmatrix} 0.579 \\ 0.221 \\ 0.285 \\ 0.115 \end{bmatrix}$$

گام ششم: در این مرحله اولویت‌های نسبی زیرعامل‌های SWOT با استفاده از ماتریس‌های مقایسات زوجی محاسبه شده‌اند. بردارهای اولویتی که از تحلیل ماتریس‌های مقایسات زوجی به دست آمده در رابطه‌ی (۱۴) ارائه شده است.

$$w_{\text{زیر عامل(قوت ها)}} = \begin{bmatrix} 0.196 \\ 0.493 \\ 0.311 \end{bmatrix}$$

$$w_{\text{زیر عامل(ضعف ها)}} = \begin{bmatrix} 0.263 \\ 0.159 \\ 0.578 \end{bmatrix} \qquad (۱۴)$$

$$w_{\text{زیر عامل(فرصت ها)}} = \begin{bmatrix} 0.558 \\ 0.122 \\ 0.320 \end{bmatrix}$$

$$w_{\text{زیر عامل(تهدید ها)}} = \begin{bmatrix} 0.210 \\ 0.240 \\ 0.550 \end{bmatrix}$$

گام هفتم: در این مرحله اولویت کلی (نهایی) زیرعوامل SWOT، با ضرب اولویت‌های دارای وابستگی متقابل عوامل SWOT (که در گام پنجم ارائه شده بود) در اولویت‌های نسبی زیرعوامل SWOT (که در گام ششم به دست آمده بود) محاسبه گشته است. بردار $w_{\text{زیر عوامل(کلی)}}$ در رابطه‌ی (۱۵) ارائه گشته است.

$$w_{\text{زیر عوامل(کلی)}} = \begin{bmatrix} 0.074 \\ 0.187 \\ 0.118 \\ 0.058 \\ 0.035 \\ 0.128 \\ 0.159 \\ 0.035 \\ 0.091 \\ 0.024 \\ 0.028 \\ 0.063 \end{bmatrix} \qquad (۱۵)$$

گام هشتم: تشکیل ماتریس تصمیم با استفاده از امتیازات لیکرت جمع‌آوری شده از خبرگان پژوهش و بر اساس گزینه‌ها و زیرمعیارهای SWOT (جدول ۲).

گام نهم: در این گام جهت نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم، با توجه به نوع معیارها (معیارهای نقاط قوت و فرصت‌ها "سودمند" و معیارهای نقاط ضعف و تهدیدها "غیرسودمند" تلقی شده‌اند) از روش نرمالسازی خطی استفاده شده، که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است.

گام دهم: در گام دهم با استفاده از روابط (۲) و (۵) مقادیر WSM و WPM محاسبه می‌گردد. در این دو رابطه، وزن هر یک از معیارها (w_jها) براساس اوزان حاصل از روش ANP (رابطه ۱۵) محاسبه گشته است. این مقادیر در جدول (۴) ارائه شده است.

گام آخر مربوط به محاسبه‌ی Q_i است. برای محاسبه‌ی Q_i مطابق رابطه (۶) علاوه بر مقادیر WSM و WPM (که در گام قبلی محاسبه شدند) به λ نیز نیاز داریم. جهت محاسبه ی λ ابتدا به سراغ محاسبه‌ی واریانس ماتریس نرمالیزه شده از طریق محاسبه رابطه (۱۰) می‌رویم. این مقادیر در جدول (۵) ارائه شده است. در ادامه به سراغ محاسبه واریانس‌های $\sigma^2(Q_i^{(1)})$ و $\sigma^2(Q_i^{(2)})$ از طریق محاسبه روابط (۸) و (۹) می‌رویم. مقادیر محاسبه شده در ستون‌های دوم و سوم جدول (۶) ارائه شده است.

حال با مشخص شدن واریانس‌ها می‌توان به راحتی مقدار λ بهینه (رابطه ۷) را برای هر یک از گزینه‌ها محاسبه کرد. مقادیر محاسبه شده λ در ستون چهارم جدول (۶) ارائه شده است.

نهایتاً با مشخص شدن تمامی مجهولات (مقادیر WSP و WPM و λ) می‌توان با استفاده از رابطه (۶) مقدار نهایی Q_i را محاسبه کرد. مقدار Q_i نشان‌دهنده رتبه نهایی هر گزینه است. هر اندازه مقدار Q_i یک گزینه بالاتر باشد، نشان‌دهنده وضعیت مطلوب‌تر آن گزینه است. مقادیر Q_i و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها (استراتژی‌های جایگزینی تجهیزات پزشکی) در ستون‌های پنجم و ششم جدول (۶) ارائه شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نگاه سازمان بهداشت جهانی به ساختارمندی مدیریت تجهیزات پزشکی، نگاه منحصر به‌فردیست؛ این سازمان معتقد است، اگر با نگاه ساختاری به مدیریت تجهیزات پزشکی در بیمارستان توجه شود، تأثیر به‌سزایی در کاهش هزینه، افزایش بهره‌وری و ایمنی خواهد داشت[۷]. با کمی تأمل بر چرخه حیات مدیریت تجهیزات پزشکی، می‌توان به ابعاد دقیق مورد نظر سازمان بهداشت جهانی در راستای استقرار یک سیستم مدیریت تجهیزات پزشکی کارآمد در بیمارستان‌ها دست یافت. این پژوهش اولین نمونه از ارزیابی جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی با استفاده از رویکرد ترکیبی SWOT-ANP-WASPAS در دنیا می‌باشد. در این مطالعه تلاش شده است تا ارزیابی توامان کمّی و کیفی با توجه به نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات پیش‌روی جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌های منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته و یک سیستم تصمیم‌گیری جهت برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد گردد. این تلاش با بکارگیری ماتریس SWOT به عنوان یکی از شناخته شده‌ترین ابزارهای تحلیل محیط داخلی و خارجی سازمان و بکارگیری تکنیک ANP جهت کمی‌سازی معیارها و زیرمعیارهای حاصل از این ماتریس بکار رفته است؛ همچنین از تکنیک WASPAS که یکی از روش‌های جدید و اثربخش MCDM بوده و بصورت کاربردی جهت حل بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری در دنیای واقعی بکار رفته[۳۸]، جهت وزن‌دهی گزینه‌های استراتژیک استفاده شده است. تکنیک‌های ترکیبی (همچون WASPAS) از توفیق بیشتری جهت حل مسائل پیچیده و پیش‌بینی آینده نسبت به نمونه‌های غیرترکیبی خود برخوردار می‌باشند[۳۵]. برای جلوگیری از تلفات و هزینه‌های سربار در بیمارستان‌ها، نیاز است تا اطمینان حاصل شود که جایگزینی تجهیزات پزشکی به شیوه‌ای سیستماتیک و برنامه‌ریزی شده صورت می‌پذیرد. به منظور برنامه‌ریزی چنین هدفی، نیاز است تا یک سیستم تصمیم‌گیری جایگزینی تجهیزات پزشکی بکار گرفته شود. پژوهش حاضر رویکردی ترکیبی جهت تصمیم‌گیری جایگزینی تجهیزات پزشکی پیشنهاد داده است؛ این رویکرد در نظر دارد یک سیستم تصمیم‌گیری جهت تدوین استراتژی‌های جایگزینی تجهیزات پزشکی ارائه نماید. این سیستم تصمیم‌گیری قادر خواهد بود تا با افزایش اعتمادبه‌نفس تصمیم‌گیرندگان و مالکان تجهیزات پزشکی و ارائه شواهد حمایتی کافی، استراتژی‌هایی بهینه جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی را اتخاذ و رتبه‌بندی نماید.

جایگزینی هرگونه تجهیزات پزشکی باید با توجه به استراتژی‌های بهینه، برنامه‌ریزی گشته و هزینه‌های جایگزینی، دفع و همچنین هزینه‌های خرید تجهیزات پزشکی در نظر گرفته شود. در این پژوهش یک الگوی تصمیم‌گیری باارزش، مهم و مفید جهت بررسی جایگزینی تجهیزات پزشکی در منطقه‌ی مورد مطالعه فراهم گردیده که به سبب آن مجموعه‌ای از استراتژی‌های مختلف تدوین گشته است. این استراتژی‌ها می‌توانند راهنمای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی در روند تصمیم‌گیری جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی باشند. در حالت مطلوب، در سالیان گذشته، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی سیاست‌های تکنولوژی بهداشت و درمان را توسعه داده است؛ که به موجب آن ارائه‌دهندگان خدمات پزشکی و بهداشتی می‌توانند به عنوان یک راهکار از آن استفاده کنند (و یا به عنوان مقررات ابلاغ شده، از آن پیروی کنند). مقامات بیمارستانی منطقه مورد مطالعه پژوهش حاضر و نیز سایر بیمارستان‌ها و مراکز درمانی کشور، نیاز است فعالانه در گسترش این جزئیات و توسعه

سیاست‌های خود درگیر باشند؛ سیاست‌هایی که پوشش‌دهنده تمام جنبه‌های چرخه حیات تجهیزات پزشکی هستند. خرید، تعویض، جایگزینی و دفع، بخشی از یک سیاست گسترده‌تر در فناوری بهداشت و درمان هستند.

مطالعه حاضر در این زمینه نشان می‌دهد که روش‌هایی مانند تحلیل SWOT می‌توانند به عنوان یک ابزار مفید جهت شناسایی بهتر عوامل مثبت و منفی مؤثر بر جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌های آموزشی استان گیلان و نیز دیگر استان‌های کشور در نظر گرفته شوند. ما معتقدیم رویکرد ترکیبی بکاررفته در این پژوهش قابلیت مجتمع شدن به عنوان یک سیستم جامع تصمیم‌گیری جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی در سایر مراکز بهداشتی و درمانی را داشته و اگر پیاده‌سازی استراتژی‌های تدوین شده و رعایت توالی اجرای آن‌ها در بیمارستان‌های مورد مطالعه، مورد حمایت مدیران این مراکز قرار بگیرد، با برنامه‌ریزی صحیح، بکارگیری و توجه به این مؤلفه‌ها، عملکرد و ایمنی بخش تجهیزات در بیمارستان‌ها ارتقاء یافته و در نهایت شاهد کاهش هزینه‌های جایگزینی، نگهداشت و نیز توسعه فناوری تجهیزات پزشکی خواهیم بود. ازاین‌رو، نتایج این پژوهش شاید به مدیران دانشگاه علوم پزشکی گیلان و دیگر سازمان‌ها و نهادهای مرتبط در زمینه مدیریت تجهیزات پزشکی در منطقه کمک کند. همچنین بر اساس نتایج پژوهش و نیز با کمک سیستم تصمیم‌گیری ارائه شده، مدیران بیمارستانی منطقه مورد مطالعه در سال‌های آتی، به راحتی و با دقت زیاد می‌توانند به رتبه‌بندی راهبردهای تجهیزات پزشکی جهت جایگزینی مبادرت ورزند.

رویکرد تصمیم‌گیری ارائه شده در این پژوهش می‌تواند برای مدیریت بیمارستان‌ها و مراکز درمانی ارزشمند بوده و اطلاعات مهمی در مورد گام‌های اجرایی جهت دستیابی به جایگزینی بهینه‌ی تجهیزات پزشکی ارائه دهد. لذا هدف رویکرد بکار گرفته شده در این پژوهش، با هدف مدل بکار رفته در پژوهش آپوستولاکیس و تسانتیس[۳۹] همسو می‌باشد. همچنین نتایج به دست آمده از این پژوهش بینش جالبی را در مورد اثربخشی استراتژی‌های جایگزینی تجهیزات پزشکی ارائه می‌دهد؛ که این امر پژوهش حاضر را از نظر دورنمای اجرایی به پژوهش امکلف[۲۱] بسیار نزدیک کرده است. مدل پیشنهادی این پژوهش و پژوهش‌های مشابه[۴۵-۴۰، ۸، ۴] می‌توانند در آینده به عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی جهت تدوین استراتژی‌های نگهداری و جایگزینی برای تجهیزات پزشکی مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

نتایج این تحقیق نشان داد که تکنیک ANP یک روش خوب جهت طراحی یک چارچوب جامع برای مدیریت تجهیزات پزشکی به شمار می‌رود و از این منظر با نتایج مطالعات بهادری و همکاران[۴۱] و هورنبیک و پینتلون[۴۳] همسو است. رویکرد ANP، تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا ارتباطات پیچیده در مشکل تصمیم‌گیری را بهتر درک کند که این امر سبب افزایش اعتبار تصمیمات مربوطه می‌گردد. در این مطالعه مشکل تعیین خط‌مشی‌های جایگزینی تجهیزات پزشکی به عنوان یک فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه شده است، تا بتواند کمبودهای ناشی از راهبردهای کارآمد جهت اتخاذ را، در طول افق برنامه‌ریزی نامحدود به حداقل برساند. لذا از این حیث، پژوهش حاضر با پژوهش دهایم نودم[۴۶] قابل مقایسه است.

برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی به ما جهت دستیابی به تعادل در بودجه‌ریزی بین نیازهای مختلف کمک می‌کند. بر اساس مطالعاتی که در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه صورت پذیرفته[۴۷]، برنامه‌ریزی جایگزینی تجهیزات پزشکی سبب کاهش قابل توجهی در هزینه‌های عادی بوده است. کشورهای درحال توسعه هم‌چون ایران، سرمایه‌های محدودی دارند، بنابراین مهم است تا اطمینان حاصل شود که هر سرمایه‌گذاری در فناوری مراقبت‌های پزشکی به درستی صورت می‌پذیرد. شیوه‌های مدیریتی خوب، سبب ایجاد شرایط پایدار برای تکنولوژی مراقبت‌های پزشکی می‌شوند. جهت دستیابی به این هدف، به برنامه‌ریزی جهت جایگزینی تجهیزات پزشکی نیاز است.

با توجه به اهمیت مدیریت تجهیزات پزشکی و نیز ضرورت تدوین و اجرای سازوکارهایی مؤثر جهت جایگزینی اثربخش این تجهیزات در کشور، شاید جدی‌ترین محدودیت این پژوهش تمرکز محدود بر بیمارستان‌های استان گیلان باشد. محدودیت دیگری که این پژوهش با آن روبروست، عدم آگاهی دقیق از ارتباطات احتمالی عوامل فرعی استراتژیک (زیرمعیارهای SWOT) و مستقل فرض کردن آن‌ها در طی فرآیند پژوهش است؛ با اینکه این فرض، فرضی نامربوط نبوده و ارتباطات داخلی میان زیرمعیارهای SWOT نیازمند بررسی و اثبات وجود می‌باشند؛ بااینحال این امکان را نمی‌توان نادیده گرفت که ممکن است زیرمعیارهای SWOT بریکدیگر تأثیرگذار بوده و این اثر سبب تغییر در امتیاز نهایی (چه بسا رتبه‌بندی نهایی) گزینه‌های استراتژیک گردد.

از آنجا که رویکرد ترکیبی پیشنهاد شده برای سایر بیمارستان‌ها با در نظرگیری شرایط داخلی آن‌ها قابل پیاده‌سازی است؛ لذا پیشنهاد می‌شود مطالعه حاضر در سایر استان‌های ایران انجام گرفته و نتایج آن با یکدیگر مقایسه گردد. بعلاوه می‌توان این مطالعه را در زمینه تدوین استراتژی برای سایر مراحل چرخه حیات مدیریت تجهیزات پزشکی بکار برد. همچنین تحقیقات دیگر می‌توانند علاوه بر فرض وابستگی میان عوامل اصلی استراتژیک، وابستگی‌های ممکن میان عوامل فرعی (زیرعوامل) را با استفاده از تکنیک DEMATEL [۴۸] مورد بررسی قرار دهند. بعلاوه جهت مطالعات بیشتر می‌توان روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی جدیدتری مانند روش‌های

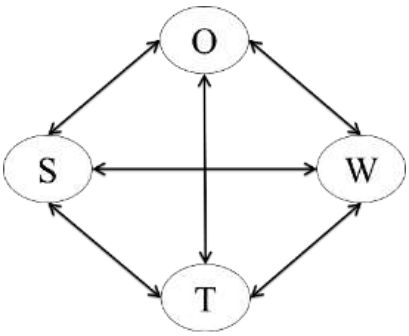
MULTIMOORA [۴۹]، COPRAS [۵۰] و SWARA [۵۱] را مورد استفاده قرار داده و نتایج ارائه شده را با نتایج این پژوهش مقایسه کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه دکترای تخصصی رشته مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی با عنوان "طراحی الگوی برنامه جایگزینی تجهیزات پزشکی برای بیمارستان‌های آموزشی گیلان" در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات می‌باشد. تیم تحقیق برخود لازم می‌داند از تمامی عزیزانی که در جمع‌آوری داده‌های پژوهش با صبوریشان تیم پژوهش را یاری رساندند، صمیمانه تقدیر و تشکر نماید.

جدول ۱- ماتریس SWOT جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌های آموزشی استان گیلان

		نقاط قوت (S) S1: مقررات اجرایی حمایت کننده جهت جایگزینی بهینه تجهیزات پزشکی S2: جایگزینی بموقع تجهیزات بر اساس شواهد پایان عمر مفید S3: وجود نظام اطلاعاتی جامع در رابطه با جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان	نقاط ضعف (W) W1: سن بالای تجهیزات پزشکی W2: هزینه‌های مازاد تأخیر در جایگزینی تجهیزات پزشکی W3: عدم تخصیص بودجه لازم جهت تأمین تجهیزات پزشکی از سوی بیمارستان
فرصت‌ها (O)	O1: امکان افزایش ارزش خدمات پزشکی از طریق ارتقاء کیفیت تجهیزات پزشکی O2: قابلیت تولید و توسعه برخی از تجهیزات پزشکی در داخل کشور O3: معافیت‌ها و حمایت‌های اقتصادی دولت جهت واردات تجهیزات	SO1: ارتقاء کیفیت تجهیزات پزشکی فعلی و جایگزینی آنها با فنآوری های روز دنیا SO2: جایگزینی تجهیزات پزشکی فعلی در پایان چرخه عمر با تجهیزات با کیفیت تولیدکنندگان داخلی و خارجی معتبر	WO1: جذب اعتبار جهت خرید یا جایگزینی تجهیزات پزشکی با عنایت به حمایتهای دولت WO2: تأمین تجهیزات پزشکی تا حد امکان از تولیدکنندگان داخلی جهت بهره‌مندی از تسهیلات ویژه فروش
تهدیدها (T)	T1: عدم دسترسی به قطعات یدکی تجهیزات T2: هزینه‌های بالای تعمیر و نگهداری تجهیزات پزشکی T3: خسارت مالی ناشی از خواب تجهیزات معیوب	ST1: استفاده از قوانین، مقررات و ضوابط فنی و اجرایی حمایت‌کننده دولت جهت جذب سرمایه گذاران محلی ST2: تدوین و پیاده‌سازی بهینه برنامه‌ی جامع "تعمیر و نگهداری" و "جایگزینی" تجهیزات پزشکی مختص هر بیمارستان	WT1: تشکیل کارگروهی تخصصی جایگزینی تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌ها WT2: برنامه‌ریزی و اجرای سازوکارهایی مؤثر به منظور کاهش هزینه‌های جایگزینی تجهیزات پزشکی



شکل ۱- وابستگی درونی میان عوامل SWOT

جدول ۲- ماتریس تصمیم اولیه

	زیرمعیارهای SWOT											
استراتژی‌ها/گزینه‌ها	S_1	S_2	S_3	W_1	W_2	W_3	O_1	O_2	O_3	T_1	T_2	T_3
استراتژی SO1	۲/۸۹۵	۴/۰۱۵	۳/۱۶۹	۱/۹۲۲	۱/۹۲۵	۲/۰۰۱	۴/۲۹۶	۴/۳۶۹	۳/۲۹	۰/۹۸۵	۱/۲۰۵	۰/۷۸۹
استراتژی SO2	۲/۸۵	۴/۲۶۹	۴/۴۶۵	۰/۸۶۹	۰/۹۱	۰/۹۵۳	۳/۲۶	۳/۹۸	۴/۰۲۶	۰/۹۸۶	۰/۸۹۶	۱/۰۲۵
استراتژی WO1	۱/۰۲۶	۲/۰۱۲	۰/۹۸۶	۴/۳۵۹	۴/۰۳۹	۴/۰۹۸	۴/۷۸۱	۴/۳۲	۴/۵۹۵	۱/۲۶۵	۱/۰۲۸	۱/۰۶۴
استراتژی WO2	۰/۹۸۷	۲/۰۱۷	۱/۱۲۸	۴/۲۹۸	۴/۳۴۸	۳/۱۱۵	۳/۷۵۱	۴/۶۵	۴/۱۹	۱/۲۹۸	۱/۲۴۷	۱/۱۹۷
استراتژی ST1	۴/۸۹۵	۳/۱۷۵	۲/۹۸۱	۱/۲۷۴	۱/۹۶۴	۲/۰۱۲	۰/۹۷۵	۲/۱۸۹	۱/۲۴۷	۴/۱۸۹	۴/۵۶۹	۴/۷۱۵
استراتژی ST2	۳/۲	۴/۶۸۵	۴/۱۵۸	۲/۸۵۴	۲/۱۸	۱/۹۸۵	۱/۶۸۴	۲/۳۹۴	۲/۰۱۲	۱/۰۲۴	۴/۶۹۵	۴/۸۵۲
استراتژی WT1	۱/۵۸۲	۲/۱۴	۲/۰۹۷	۴/۷۸۲	۳/۱۸۹	۳/۹۸۲	۲/۰۱۴	۲/۹۳۱	۱/۹۸۷	۴/۶۵۲	۳/۸۹۲	۴/۶۲۱
استراتژی WT2	۲/۰۱۸	۱/۰۷۸	۱/۲۵۹	۳/۸۱	۴/۶۸۵	۴/۱۶۹	۰/۹۸۲	۱/۰۲۵	۱/۰۹۷	۳/۸۹۵	۴/۰۱۸	۴/۶۲۱

جدول ۳- ماتریس تصمیم نرمال شده در روش WASPAS

	زیرمعیارهای SWOT											
استراتژی‌ها / گزینه‌ها	S_1	S_2	S_3	W_1	W_2	W_3	O_1	O_2	O_3	T_1	T_2	T_3
استراتژی SO1	۰/۵۹۱۴۲	۰/۸۵۶۹۹	۰/۷۰۹۷۴۲	۰/۵۲۱۳۳	۰/۴۷۲۷۲۷	۰/۴۷۶۲۶۲	۰/۸۹۸۵۰۷	۰/۹۳۹۵۰۷	۰/۷۱۵۹۹۶	۱	۰/۷۴۳۵۶۸	۱
استراتژی SO2	۰/۵۸۲۲۲۷	۰/۹۱۱۲۰۶	۱	۱	۱	۱	۰/۸۱۷۶۶	۰/۸۵۵۹۱۴	۰/۸۷۶۱۷	۰/۹۹۸۹۸۶	۱	۰/۷۶۹۷۵۶
استراتژی WO1	۰/۲۰۹۶۰۲	۰/۴۲۹۴۵۶	۰/۲۲۰۸۲۹	۰/۱۹۹۳۵۷	۰/۲۲۵۳۰۳	۰/۲۳۲۵۵۲	۱	۰/۹۲۹۰۳۲	۱	۰/۷۷۸۶۵۶	۰/۸۷۱۵۹۵	۰/۷۴۱۵۴۱
استراتژی WO2	۰/۲۰۱۶۳۴	۰/۴۳۰۵۲۳	۰/۲۵۲۶۳۲	۰/۲۰۲۱۸۷	۰/۲۰۹۲۹۲	۰/۳۰۵۹۳۹	۰/۸۷۴۵۶۴	۱	۰/۹۱۱۸۶۱	۰/۷۵۸۸۶	۰/۷۱۸۵۲۴	۰/۶۵۹۱۴۸
استراتژی ST1	۱	۰/۶۷۷۶۹۵	۰/۶۶۷۶۳۷	۰/۶۸۲۱۰۴	۰/۴۶۳۳۴	۰/۴۷۳۶۵۷	۰/۲۰۳۹۳۲	۰/۴۷۰۷۵۳	۰/۲۷۱۳۸۲	۰/۲۳۵۱۴	۰/۱۹۶۱۰۴	۰/۱۶۷۳۳۸
استراتژی ST2	۰/۶۵۳۷۲۸	۱	۰/۹۳۱۲۴۳	۰/۳۰۴۴۸۵	۰/۴۱۷۴۳۱	۰/۴۸۰۱۰۱	۰/۳۵۲۲۲۸	۰/۵۱۴۸۳۹	۰/۴۳۷۸۶۷	۰/۹۶۱۹۱۴	۰/۱۹۰۸۴۱	۰/۱۶۲۶۱۳
استراتژی WT1	۰/۳۲۳۱۸۷	۰/۴۶۶۷۸۷	۰/۶۶۹۶۵۳	۰/۱۸۱۷۲۳	۰/۲۸۵۳۵۶	۰/۲۳۹۳۲۷	۰/۴۲۱۲۵۱	۰/۶۳۰۳۲۳	۰/۴۳۲۴۲۷	۰/۲۱۱۷۳۷	۰/۲۳۰۲۱۶	۰/۱۷۰۷۴۲
استراتژی WT2	۰/۴۱۲۲۵۷	۰/۲۳۰۰۹۶	۰/۲۸۱۹۷۱	۰/۲۲۸۰۸۴	۰/۱۹۴۲۳۷	۰/۲۲۸۵۹۲	۰/۲۰۵۳۹۶	۰/۲۲۰۴۳	۰/۲۳۸۷۳۸	۰/۲۵۲۸۸۸	۰/۲۲۲۹۹۷	۰/۱۷۰۷۴۲

جدول ٤- مقادیر محاسبه شده WSM و WPM برای تمام گزینه‌ها

	WSM	WPM
استراتژی SO1	۰/۷۴۰۲۳۴	۰/۷۱۶۵۶۹
استراتژی SO2	۰/۸۷۱۰۵۶	۰/۸۵۸۷۴۴
استراتژی WO1	۰/۵۴۳۴۱۷	۰/۴۴۲۳۸۳
استراتژی WO2	۰/۵۰۶۰۳۴	۰/۴۳۷۵۳۲
استراتژی ST1	۰/۴۹۱۱۹۱	۰/۴۲۴۸۴۳
استراتژی ST2	۰/۵۹۱۵۲۹	۰/۵۱۷۱۷۷
استراتژی WT1	۰/۳۶۶۵۸۹	۰/۳۴۴۸۱
استراتژی WT2	۰/۲۴۱۲۶۳	۰/۲۳۶۲۱۸

جدول ۵- واریانس ماتریس نرمالیزه شده

	زیرمعیارهای SWOT											
استراتژی‌ها/ گزینه‌ها	S_1	S_2	S_3	W_1	W_2	W_3	O_1	O_2	O_3	T_1	T_2	T_3
استراتژی SO1	۰/۰۰۰۸۷۴	۰/۰۰۰۱۸۳۶	۰/۰۰۰۱۲۵۹	۰/۰۰۰۵۱۱	۰/۰۰۰۵۵۹	۰/۰۰۰۵۶۷	۰/۰۰۰۲۰۱۹	۰/۰۰۰۲۲۰۷	۰/۰۰۰۱۲۸۲	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۱۳۸۲	۰/۰۰۰۲۵
استراتژی SO2	۰/۰۰۰۸۴۷	۰/۰۰۰۲۰۷۶	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۱۱۶۲	۰/۰۰۰۱۸۳۱	۰/۰۰۰۱۹۱۹	۰/۰۰۰۳۴۹۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۱۴۸۱
استراتژی WO1	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۴۶۱	۰/۰۰۰۱۳۲	۰/۰۰۰۰۹۹	۰/۰۰۰۱۳۷	۰/۰۰۰۱۳۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۲۱۵۸	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۱۵۱۶	۰/۰۰۰۱۸۹۹	۰/۰۰۰۱۳۷۵
استراتژی WO2	۰/۰۰۰۱۰۲	۰/۰۰۰۴۶۳	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱۰۲	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۲۳۴	۰/۰۰۰۱۵۳۹	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۲۰۷۹	۰/۰۰۰۱۴۴	۰/۰۰۰۱۲۹۱	۰/۰۰۰۱۰۸۶
استراتژی ST1	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۱۱۴۸	۰/۰۰۰۱۱۱۴	۰/۰۰۰۱۱۶۳	۰/۰۰۰۵۳۷	۰/۰۰۰۵۶۱	۰/۰۰۰۱۰۴	۰/۰۰۰۵۵۴	۰/۰۰۰۱۸۴	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۰۹۶	۰/۰۰۰۰۷
استراتژی ST2	۰/۰۰۰۱۰۶۸	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۲۱۶۸	۰/۰۰۰۲۳۲	۰/۰۰۰۴۳۶	۰/۰۰۰۵۷۶	۰/۰۰۰۳۱	۰/۰۰۰۶۶۳	۰/۰۰۰۴۷۹	۰/۰۰۰۲۳۱۳	۰/۰۰۰۰۹۱	۰/۰۰۰۰۶۶
استراتژی WT1	۰/۰۰۰۲۶۱	۰/۰۰۰۵۲۲	۰/۰۰۰۵۵۱	۰/۰۰۰۰۸۲	۰/۰۰۰۲۰۴	۰/۰۰۰۱۴۳	۰/۰۰۰۴۴۴	۰/۰۰۰۹۹۳	۰/۰۰۰۴۶۷	۰/۰۰۰۱۱۲	۰/۰۰۰۱۳۲	۰/۰۰۰۰۷۲
استراتژی WT2	۰/۰۰۰۴۲۵	۰/۰۰۰۱۳۲	۰/۰۰۰۱۹۹	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۰۹۴	۰/۰۰۰۱۳۱	۰/۰۰۰۱۰۵	۰/۰۰۰۱۲۱	۰/۰۰۰۱۴۲	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱۲۴	۰/۰۰۰۰۷۲

جدول ٦- مقادیر محاسبه شده واریانس‌ها، λ بهینه، Qi و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها

	$\sigma^2(Q_i^{(1)})$	$\sigma^2(Q_i^{(2)})$	λ	Q_i	رتبه
استراتژی SO1	۰/۰۰۰۱۷۵	۰/۰۰۰۱۴۸	۰/۴۵۸۵۳۴	۰/۷۲۷۴۲	۲
استراتژی SO2	۰/۰۰۰۲۲۱	۰/۰۰۰۲۱۳	۰/۴۹۰۳۱۵	۰/۸۶۴۷۸	۱
استراتژی WO1	۰/۰۰۰۱۱۵	۰/۰۰۰۰۵۶	۰/۳۲۸۴۵۶	۰/۴۷۵۵۶۸	۴
استراتژی WO2	۰/۰۰۰۰۸۸	۰/۰۰۰۰۵۵	۰/۳۸۴۰۳۸	۰/۴۶۳۸۳۹	۵
استراتژی ST1	۰/۰۰۰۰۸۸	۰/۰۰۰۰۵۲	۰/۳۷۰۸۵۹	۰/۴۴۹۴۴۹	۶
استراتژی ST2	۰/۰۰۰۱۴۹	۰/۰۰۰۰۷۷	۰/۳۴۲۰۵۵	۰/۵۴۲۶۱	۳
استراتژی WT1	۰/۰۰۰۰۴۷	۰/۰۰۰۰۳۴	۰/۴۲۲۱۱۴	۰/۳۵۴۰۰۳	۷
استراتژی WT2	۰/۰۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۰۱۶	۰/۴۸۸۱۱۷	۰/۲۳۸۶۸	۸

Reference:

1- Gaetano L, Puppato D, Balestra G. Modeling Clinical Engineering Activities to Support Healthcare Technology Management. Chapter 5 in Management Engineering for Effective Healthcare Delivery: Principles and Applications, IGI Global, USA, 2012: 113-131.

2- Wang B, Furst E, Cohen T, Keil O R, Ridgway M, Stiefel R. Medical Equipment Management Strategies. Biomedical Instrumentation & Technology, 2006; 40: 233-237.

3- Dyro J. Clinical Engineering Handbook, Elsevier Press: USA, 2004. eBook ISBN: 9780080476575

4- Saleh N. Comprehensive Frameworks for Decision Making Support in Medical Equipment Management. PHD Thesis Cairo University Giza: Egypt, 2014.

5- MHRA, Department of Health, Managing Medical Devices. Medicines and Healthcare products Regulatory Agency Report, V1.1, United Kingdom, Apr. 2015.

6- Oliveir, A J A. Medical Equipment Replacement: Economic Analysis under Deterministic and Uncertain Environments. MS dissertation in Biomedical Engineering, IST, university Tecnica de Lisboa: Lisbon, 2012.

7- WHO (Word Health Organization). Introduction to medical equipment inventory management (Report), 2011. Available at: [http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21565en/s21565en.pdf]

8- Miniati R, Cecconi G, Frosini F, Dori, F, Regolini J, Iadanza E, Biffi Gentili G. Hospital-based expert model for health technology procurement planning in hospitals. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: USA, 2014.

9- Shah S G, Robinsion I. Benefits and barriers to involving users in medical device technology development and evaluation. International journal of Technology Assessment in Healthcare, 2007; 23: 131-137.

10- Porter D. Management of Medical Devices: Areas Requiring Further Strengthening. Proceedings of First WHO Global Forum on Medical Devices, Bangkok, Thailand, Sep. 2010.

11- Cheng M, Dyro J F. Good Management Practice for Medical Equipment. In: Dyro J, editor. Clinical Engineering Handbook, Elsevier: San Diego, 2004: 108-110.

12- Taghipour S. Reliability and Maintenance of Medical Devices. PH.D Thesis, University of Toronto, Toronto, Canada, 2011.

13- Rajasekaran D. Development of an automated medical equipment replacement planning system in hospitals. IEEE 31st Annual Northeast Bioengineering Conference: New Jersey, 2005: 52-53.

14- Ouda B K, Saleh N S K, & Mohamed A S A. The Effect of Useful Life and Vendor Performance on Replacement Decision of Medical Equipment. Cairo International Biomedical Engineering Conference (CIBEC): Cairo, Egypt, December 20-22, 2012.

15- Hartman J C, Tan C H. Equipment Replacement Analysis: A literature Review and Directions for Future Research. The Engineering Economist, 2014; 59: 136-153.

16- Fan W, Machemehl R, Gemar M, Brown L. A Stochastic Dynamic Programming Approach for the Equipment Replacement Optimization under Uncertainty. Journal of Transportation Systems Engineering

and Information Technology, 2014; 14: 76-84.
17- Kalavathy S. Operations Research, 4th Edition Kindle Edition. Vikas: New Delhi, 2016. ISBN-13: 978-9325963474.
18- Kelso S. Developing a System to Support Equipment Repair Versus Replacement Decision Making. Proceedings of 41st Conference of the Canadian Medical and Biological Engineering. ACCES23 Charlottetown, Prince Edward Island. 41, 2018.
19- Clark T. A Practicum for Biomedical Engineering and Technology Management Issues by ATLES LESLIE R (Author). Chapter 13 Medical Equipment Replacement: Planning, Factors, Methods and Outcomes, 2008.
20- Taylor K, Jackson S. A Medical Equipment Replacement Score System. Journal of Clinical Engineering, 2005; 30: 37-41.
21- Mkalaf K A. A study of current maintenance strategies and the reliability of critical medical equipment in hospitals in relation to patient outcomes. Doctor of Philosophy thesis, Faculty of Engineering and Information Sciences, University of Wollongong: Australia, 2015.
22- Bryson J M. Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations: A Guide to Strengthening and Sustaining Organizational Achievement (Rev. Ed.). Jossey-Bass: San Francisco, 1995.
23- Wheelen T L, Hunger J D. Strategic management and business policy: achieving sustainability. Upper Saddle River, Prentice-Hall**:** New Jersey, 2010.
24- David F R, David, F R. Strategic Management: A Competitive Advantage Approach, Concepts (16th Edition), Pearson Education: UK, 2016.
25- Bisbe J, Malagueno R. Using strategic performance measurement systems for strategy formulation: Does it work in dynamic environments? Management Accounting Research, 2012; 23: 296-311.
26- Houben G, Lenie K, Vanhoof K. A knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises. Decision Support Systems, 1999; 26: 125-135.
27- Yuan H. A SWOT analysis of successful construction waste management. Journal of Cleaner Production, 2013; 39: 1-8.
28- Yuksel I, Dagdeviren M. Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis-A case study for a textile firm. Information Sciences, 2007; 177: 3364-3382.
29- Shafieyan M, Homayounfar M, Fadaei M. Identification of Strategies for Sustainable Development of Rice Production in Guilan Province Using SWOT Analysis. International Journal of Agricultural Management and Development, 2017; 7: 141-153.
30- Lin Y H, Chiu C C, Tsai, C H. The study of applying ANP model to assess dispatching rules for wafer fabrication. Expert Systems with Applications, 2008; 34: 2148-2163.
31- Lee Y H. Application of a SWOT-FANP method. Technological and Economic Development of Economy, 2013; 19: 570-592.
32- Saaty T L. Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process. RWS Publications**:** Pittsburgh, 1996.
33- Chung S H, Lee A H L, Pearn W L. Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator. International Journal of Production Economics, 2005; 96: 15-36.
34- Meade L M, Sarkis J. Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach.

International Journal of Production Research, 1999; 37: 241-261.
25- Zavadskas E K, Kalibatas D, Kalibatiene D. A multi-attribute assessment using WASPAS for choosing an optimal indoor environment. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2016; 16: 76-85.
26- Zavadskas E K, Antucheviciene J, Razavi Hajiagha, S H, Hashemi S S. Extension of weighted aggregated sum product assessment with interval-valued intuitionistic fuzzy numbers (WASPAS-IVIF). Applied Soft Computing, 2014; 24: 1013-1021.
27- Zavadskas E K, Turskis Z, Antucheviciene J, Zakarevicius A. Optimization of weighted aggregated sum product assessment. Electronics and Electrical Engineering, 2012; 122: 3-6.
28- Mardani A, Zavadskas E K, Govindan K, Amat Senin A, Jusoh A. VIKOR Technique: A Systematic Review of the State of the Art Literature on Methodologies and Applications. Sustainability, 2016; 8: 37.
29- Apostolakis I, Tsantis S. Medical Imaging equipment assessment at Public Health Sector of Greece. Risk-based maintenance: A Decision Support Model. International Journal of Caring Sciences, 2014; 7: 24-31.
30- Chien C, Haung Y, Chong F. A Framework of Medical Equipment Management System for In-House Clinical Engineering. Proceedings of 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS, Buenos Aires, Argentine, Aug.31-Sep.4, 2010: 6054-6057.
31- Bahadori M, Sadeghifar J, Ravangard R, Salimi M, Mehrabian F. Priority of Determinants Influencing the Behavior of Purchasing the Capital Medical Equipments Using AHP Model. World Journal of medical Science, 2012; 7: 131-136.
32- Khalaf A, Djouani K, Hamam Y, Alayli Y. Maintenance Strategies and Failure-Cost Model for Medical Equipment. Quality and Reliability Engineering International, 2014; 31: 935-947.
33- Horenbeek AV, Pintelon L. Development of a maintenance performance measurement framework using the analytic network process (ANP) for maintenance performance indicator selection. Omega, 2014; 42: 33-46.
34- Faisall M, Sharawi A. Prioritize Medical Equipment Replacement Using Analytical Hierarchy Process. IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2015; 10: 55-63.
35- Jamshidi A, Abbasgholizadeh S, Ait-Kadi D, Ruiz A. A Comprehensive Fuzzy risked – based Framework for Replacement of Medical Devices. 11 Congres International De Genie Industriel – CIGI2015 Quebec, Canada. 2015: 26-28.
36- Dehayem Nodem F I, Kenne J P, Gharbi A. Preventive Maintenance and Replacement Policies for Deteriorating Manufacturing Systems. International Journal of Production Research, 2011; 49: 3543-3563.
37- Than T M, et al. Unit cost of healthcare services at 200-bed public hospitals in Myanmar: what plays an important role of hospital budgeting?. BMC Health Services Research, 2017; 17: 669.
38- Quezada L, López-Ospina H A, Palominos P I, Oddershede A M. Identifying causal relationships in strategy maps using ANP and DEMATEL. Computers & Industrial Engineering, 2018; 118: 170-179.
39- Hafezalkotob A, Hafezalkotob A, Liao H, Herrera F. An overview of MULTIMOORA for multi-criteria

decision-making: Theory, developments, applications, and challenges. Information Fusion, 2019; 51: 145-177.
40- Zheng Y, Xu Z, He Y, Liao H. Severity assessment of chronic obstructive pulmonary disease based on hesitant fuzzy linguistic COPRAS method. Applied Soft Computing, 2018; 69: 60-71.
41- Zarbakhshnia N, Soleimani H, Ghaderi H. Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. Applied Soft Computing, 2018; 65: 307-319.

Received: 8/ Aug/ 2019, Modified: 3/ Oct/ 2019, Accepted: 9/ Oct/ 2019

Medical Equipment Replacement Planning Using the SWOT-ANP-WASPAS Hybrid Approach

Mazloum Vajari S[1], Masoudi Asl I[2], Hajinabi K[3], Riahi L[4]

Abstract

Introduction: Medical equipment replacement as one of the major principles of medical equipment management plays a sensitive and vital role in monitoring medical equipment in diagnosis, treatment and monitoring patients. In medical equipment replacement, we are aimed at adopting a policy in which, instead of using the equipment for a long time and with a higher maintenance cost, a suitable program for replacement the equipment is determined. The present study aims to present a decision-making system to facilitate the medical equipment replacement planning.

Methods: The present study attempts to provide a solution to the medical equipment replacement program for the first time by providing a SWOT-ANP-WASPAS hybrid approach. In the proposed framework of the research, the SWOT matrix has been used to identify criteria, sub-criteria and strategic alternatives. Subsequently, ANP technique is used to weigh the criteria and sub-criteria. Strategic alternatives have been also weighted using the WASPAS method.

Results: The proposed decision-making system attempts to increase the self-confidence of the decision makers and present sufficient supporting evidence in order to provide strategies for medical equipment replacement. This system allows the decision makers to understand the complex communications regarding decision-making better, which will increase the reliability of the corresponding decisions.

Conclusion: The proposed hybrid approach can be integrated as a comprehensive decision-making system for medical equipment replacement in health centers and if the implementation of the formulated strategies and the sequence of their implementation is supported by managers, the costs of replacement will decrease and medical equipment technology will develop.

Keywords: Medical Equipment Management, Medical Equipment Replacement, SWOT, WASPAS, ANP.

1- Ph.D Student in Health Services Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Associate professor, Department of Health Services Management, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, (Corresponding Author), masoudi_1352@yahoo.com

3- Assistant Professor, Department of Health Services Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Department of Health Services Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran