

## کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره‌ی خاکستری در خرید تجهیزات بیهوشی در بیمارستان

عبدالله ریحانی یساولی<sup>۱</sup>، سید سعید طباطبایی<sup>۲</sup>، مهدی مقدسیان<sup>۳</sup>  
دکتر شمس‌الدین ناظمی<sup>۴</sup>، حمید شاه بهرامی<sup>۵</sup>، دکتر روح‌اله کلهر<sup>۶</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** خرید تجهیزات بیمارستانی یکی از مهم‌ترین تصمیماتی است که توسط مدیران و متخصصان مراکز درمانی اتخاذ می‌شود. نظریه سیستم‌های خاکستری روشی برای مطالعه‌ی تصمیمات دارای عدم اطمینان است که داده‌های کم و در عین حال نامعلومی دارند. هدف این مقاله، تعیین و نحوه استفاده از نظریه خاکستری در فرآیند خرید ماشین بیهوشی است. **روش بررسی:** این مطالعه از نوع پیمایشی بود که با استفاده از تحلیل ریاضی انجام شد. ابزار جمع‌آوری داده‌های تحقیق شامل اسناد، مدارک، مصاحبه و پرسش‌نامه بود. به منظور حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره در شرایط عدم اطمینان، از یک مدل بر مبنای نظریه سیستم خاکستری استفاده شد. جهت تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده لازم به عمل آمد. **یافته‌ها:** از میان گزینه‌های مختلف تجهیزات بیهوشی که در ایران توسط بیمارستان‌های دولتی و خصوصی خریداری می‌شوند، مارک A از سایر مارک‌ها برتر است. این در حالی است که درجه امکان خاکستری برای سایر مارک‌ها اختلاف قابل توجهی با مارک A دارد.

**نتیجه‌گیری:** این پژوهش علاوه بر اینکه نتایج مفیدی را به منظور تصمیم‌گیری برای خرید تجهیزات بیهوشی در اختیار مدیریت بیمارستان‌ها قرار می‌دهد، به شرکت‌های تولیدکننده‌ی تجهیزات پزشکی نیز کمک می‌کند تا وضعیت خود را از نظر معیارهای مورد مطالعه بررسی کنند و اقدامات مقتضی را در جهت توسعه‌ی نقاط قوت و بهبود نقاط ضعف خود انجام دهند.

**واژه‌های کلیدی:** تصمیم‌گیری چند معیاره، نظریه سیستم‌های خاکستری، تجهیزات بیهوشی بیمارستانی

\* نویسنده مسئول:

دکتر روح‌اله کلهر؛  
دانشکده بهداشت دانشگاه علوم  
پزشکی قزوین

Email :  
R.kalhor@gmail.com

- دریافت مقاله: مهر ۱۳۹۳ پذیرش مقاله: دی ۱۳۹۳

### مقدمه

خرید منابع فیزیکی یکی از تصمیمات مهم است که باید به درستی انجام شود تا بتوان عملیات سازمان را به خوبی پشتیبانی کرد (۱). از مهم‌ترین دلایل آن هزینه‌های گزافی است که برای آن صرف می‌شود و سهم عظیمی از درآمد سازمان را به خود اختصاص می‌دهد (۲). فن آوری پزشکی در حال تبدیل شدن به یک مساله‌ی مهم در نظام پزشکی جدید است. این

- <sup>۱</sup> دانشجوی دکتری مدیریت منابع انسانی، گروه مدیریت، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی کرمان، کرمان، ایران
- <sup>۲</sup> دانشجوی دکتری مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، مرکز تحقیقات مدیریت ارائه خدمات سلامت، پژوهشکده آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
- <sup>۳</sup> کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- <sup>۴</sup> دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- <sup>۵</sup> کارشناس مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، موسسه آموزش عالی صنعتی مازندران، بابل، ایران
- <sup>۶</sup> استادیار گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

توجه محققان امر تصمیم‌گیری قرار گرفته‌اند. این روش‌ها و مدل‌ها کاربرد بسیار گسترده‌ای در تصمیم‌گیری‌های پیچیده دارند (۷). در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، تصمیم‌گیرندگان ترجیحات خود را در مورد چند گزینه و معیارهای انتخاب این گزینه‌ها اعلام می‌کنند و گزینه‌ها بر این اساس رتبه‌بندی می‌شوند (۸).

نظریه سیستم خاکستری در شرایطی انجام می‌شود که در آن اطلاعات تا اندازه‌ای معین و تا حدی نامعلوم هستند (۹). سیستمی که اطلاعات آن تا حدودی مشخص و تا حدودی نامعلوم است سیستم خاکستری نام دارد. در واقع، اطلاعات ناکامل، ویژگی اصلی مسائلی است که در تئوری سیستم خاکستری بررسی می‌شوند (۶). در نظریه سیستم خاکستری، عدد خاکستری یک عدد واقعی است که ارزش آن برای تصمیم‌گیرنده نامعلوم است (۱۰). این روش از مدل‌های آماری برای کنترل مقادیر خاکستری استفاده نمی‌کند، بلکه مستقیماً داده‌های اصلی را مورد استفاده قرار داده و نظم درونی و ذاتی داده‌ها را بررسی می‌کند (۱۱). مزیت نظریه خاکستری در مقابل مدل‌های آماری متداول این است که مدل‌های خاکستری نیازمند داده‌های کم و محدودی برای برآورد رفتار سیستم‌های ناشناخته هستند (۱۲). زمانی که تصمیم‌گیرندگان می‌خواهند تصمیمی را اتخاذ کنند، تمایل دارند که به مقایسه‌ی عوامل مهمی که مساله را تحت تاثیر قرار می‌دهند، بپردازند. از این طریق می‌توان میزان اولویت عوامل را تعیین نمود و ماهیت مساله را به طور کامل‌تری درک کرد (۱۳). عدد خاکستری، که از ابداعات تئوری خاکستری است، عددی است که مقدار دقیق آن نامعلوم است، اما طیفی که آن عدد در آن قرار می‌گیرد معلوم است. سه نوع عدد خاکستری وجود دارد که در زیر نشان داده

مساله قابلیت‌های تشخیص و درمان را افزایش می‌دهد، اما همین امر موجب پیچیدگی مراقبت‌های پزشکی نیز می‌شود (۳). خرید تجهیزات بیمارستانی به عنوان یکی از خریدهای سرمایه‌ای در این نوع سازمان‌ها نیز یکی از مهم‌ترین تصمیماتی است که توسط مدیران و متخصصان مراکز درمانی اتخاذ می‌شود. Bradley (۱۹۷۷) عنوان می‌کند که برای خرید تجهیزات سرمایه‌ای معمولاً افراد بیشتری نسبت به خرید کالاهای جاری سازمان درگیر هستند. خرید تجهیزات سرمایه‌ای شامل خرید تجهیزات اصلی ثابت و با دوامی می‌شود که از نظر سازمان خریدار برای دستیابی موفقیت آمیز به اهداف سازمان ضروری هستند. خرید تجهیزات بیمارستانی نیز جزء این دسته به شمار می‌رود (۴).

امروزه، بسیاری از سازمان‌های بهداشتی-درمانی برای انتخاب محصولات و خدمات از فرآیندهای تصمیم‌گیری میان رشته‌ای استفاده می‌کنند. یک فرآیند استاندارد، این فرصت را برای بیمارستان‌ها به وجود می‌آورد که تصمیم‌گیری برای خرید محصولات یا خدمات را به صورت مطمئن، کم هزینه، و با کیفیت بالا انجام دهند، در حالی که ارزش کل ایجاد شده از کاهش هزینه‌های عملیات سازمان، بهبود کیفیت خدمات بهداشتی-درمانی، بهبود کارایی و ارتقای ایمنی را نیز در نظر می‌گیرد (۵). بدین منظور، می‌توان از نظریه‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری چندگانه استفاده کرد. یکی از این نظریه‌ها، نظریه سیستم‌های خاکستری است. این نظریه در شرایطی که در آن اطلاعات مبهم بوده یا به طور کامل در اختیار تصمیم‌گیرندگان نمی‌باشد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۶).

لازم به ذکر است که مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، مدل‌هایی هستند که در دو دهه‌ی اخیر، مورد

شده‌اند:

$\otimes G_2$  به صورت زیر تعریف می‌شود بنابراین معادله  $(\otimes G_1 + \otimes G_2) \in [a+c, b+d]$  قابل قبول خواهد بود.

اگر  $a < b, \otimes G_1 \in [ab]$  و  $a < b$  و  $c < d, G_2 \in [cd]$  و  $\otimes G_1$  تفاضل و  $\otimes G_2$  به صورت زیر تعریف می‌شود بنابراین معادله  $(\otimes G_1 - \otimes G_2) \in [a-d, b-c]$  برقرار است.

اگر  $a < b, \otimes G_1 \in [ab]$  و

$\otimes G_1 \in [cd]$  و  $\otimes G_2 \in [cd]$  و  $\otimes G_2$  به صورت زیر تعریف می‌شود لذا  $(\otimes G_1 \times \otimes G_2) \in [\min\{ac, ad, bc, bd\} \max\{ac, ad, bc, bd\}]$  انجام می‌شود.

اگر  $a < b, \otimes G_1 \in [ab]$  و

$\otimes G_2 \in [cd]$  و  $\otimes G_2$  تقسیم بر  $\otimes G_2$  به صورت زیر تعریف می‌شود،

$$\frac{\otimes G_1}{\otimes G_2} \in \left[ \frac{\min\left\{\frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d}\right\}}{\max\left\{\frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d}\right\}} \right] \text{ رابطه}$$

یا  $(\otimes G_1 \div \otimes G_2) \in [ab] \times \left[ \frac{1}{c} \frac{1}{d} \right]$  قابل اجرا است.

اگر  $k$  یک عدد مثبت واقعی باشد، و سپس، ضرب اسکالر  $k$  و  $\otimes G$  به صورت  $\otimes G \in [ka, kb]$  تعریف می‌شود. طول عدد خاکستری به صورت  $l(\otimes G) = [\underline{\alpha}, \bar{\alpha}]$  تعریف می‌شود.

(۱) اعداد خاکستری تنها با حد پایین و بدون حد بالا با رابطه  $\otimes G \in [\underline{\alpha}, \infty) \longrightarrow \otimes G(\underline{\alpha})$  که در آن  $\underline{\alpha}$ ، به عنوان یک عدد واقعی ثابت، حد پایین عدد خاکستری  $\otimes G$  است. مثال آن وزن یک درخت است که بیشتر از صفر می‌باشد.

(۲) اعداد خاکستری تنها با حد بالا و بدون حد پایین با رابطه  $\otimes G \in [-\infty, \bar{\alpha}) \longrightarrow \otimes G(\bar{\alpha})$  که در آن  $\bar{\alpha}$ ، به عنوان یک عدد واقعی با ارزش ثابت، حد بالای عدد خاکستری  $\otimes G$  است. حداکثر مقدار بودجه‌ی سالانه‌ی یک شرکت نمونه‌ای از عدد خاکستری با حد بالاست.

(۳) عدد خاکستری بازه‌ای با رابطه  $\otimes G \in [\underline{\alpha}, \bar{\alpha}]$  که در آن  $\underline{\alpha}$  و  $\bar{\alpha}$  به ترتیب بیانگر حد بالا و پایین عدد خاکستری بازه‌ای هستند.

اگر  $\underline{\alpha}, \bar{\alpha} \in X, (\otimes G) \in [\underline{\alpha}, \bar{\alpha}]$  را می‌توان به عنوان دو مجموعه‌ی فازی در نظر گرفت که به ترتیب، دو تابع توصیف‌کننده‌ی پایین و بالای  $G$  نامیده می‌شوند. زمانی که  $\underline{\alpha} = \bar{\alpha}$ ، مجموعه خاکستری  $G$  تبدیل به یک مجموعه فازی می‌شود (۱۴). این امر بیانگر این مساله است که نظریه خاکستری شرایط فازی بودن را نیز بررسی نموده و می‌تواند در برابر شرایط فازی بسیار انعطاف پذیر باشد. این نیز مزیت تئوری خاکستری در مقابل تئوری فازی است (۸).

در ادامه عملیات اصلی اعداد خاکستری بازه‌ای به صورت زیر تعریف می‌شوند:

اگر  $a < b, \otimes G_1 \in [ab]$  و

$a < d, G_2 \in [c, d]$  و مجموع  $\otimes G_1$

استفاده کرده‌اند. در این پژوهش، رتبه بندی ویژگی‌ها با استفاده از متغیرهای کلامی که قابلیت تبدیل به اعداد خاکستری را دارند، انجام شده است. نتایج کار آنها نشان دهنده‌ی روایی و اعتبار رویکرد خاکستری برای انتخاب تامین کننده می‌باشد (۸). Chen و همکاران (۲۰۰۸) به ارائه‌ی مدلی برای کنترل دسترسی در مدیریت زنجیره تامین مجازی با استفاده از نظریه سیستم خاکستری پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد طرح کنترل دسترسی با استفاده از این تئوری می‌تواند موجب مدیریت و سازماندهی موثر زنجیره تامین مجازی شود (۱۶). از نظر Zhan و همکاران (۲۰۰۹) نظریه خاکستری یک روش علمی برای بهینه سازی طراحی ساختمان پل‌ها است که با عوامل گوناگون طبیعی و اجتماعی مرتبط هستند (۱۷). رحیم نیا و همکاران (۲۰۱۱) از تئوری خاکستری به منظور رتبه بندی چشم انداز دانشگاه‌های برتر آسیا در سال ۲۰۰۸ استفاده کرده‌اند (۱۵). همچنین Li و همکاران (۲۰۱۲) به شناسایی عوامل موثر بر تولید غلات از تئوری خاکستری می‌پردازند (۱۸). در ایران، از نظریه سیستم خاکستری در دو پژوهش استفاده شده است. عالیزاده و همکاران (۲۰۰۸) کاربرد این مدل را برای مقایسه‌ی چشم انداز سازمان‌ها مورد تاکید قرار داده‌اند (۱۹). رنجبریان و همکار (۱۳۸۹) نیز از نظریه سیستم خاکستری برای مقایسه‌ی ماهیت کیفیت خدمات با رضایت مشتریان استفاده کردند (۲۰). از آنجا که خرید تجهیزات یکی از مشکلات اساسی در بیمارستان‌هاست، دستیابی به این هدف می‌تواند مدیران بیمارستان‌ها را در تصمیم گیری برای خرید تجهیزاتی که قسمت عظیمی از سرمایه سازمان را به خود اختصاص می‌دهند، راهنمایی کند (۲۱). لذا هدف از انجام این تحقیق، تبیین و نحوه به کارگیری نظریه سیستم‌های خاکستری به منظور

به منظور مقایسه‌ی رتبه بندی اعداد خاکستری از درجه‌ی احتمال خاکستری استفاده شده و جهت محاسبه درجه احتمال  $\otimes G_1 \leq \otimes G_2$  برای دو عدد خاکستری  $\otimes G_1 = [b-d]$  و  $\otimes G_2 = [a-d]$  از تساوی

$$P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} = \frac{\max(\cdot \ell^* - \max(\cdot \bar{\alpha}_r - \underline{\alpha}_r))}{\ell^*}$$

استفاده می‌شود که در آن  $\ell^* = \ell(\otimes G_1) + \ell(\otimes G_2)$  رابطه میان  $\otimes G_1$  و  $\otimes G_2$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

(۱) اگر  $a = c$  و  $b = d$ ،  $\otimes G_1$  مساوی  $\otimes G_2$  است، یعنی  $\otimes G_1 = \otimes G_2$  و سپس،

$$P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} = 0.5$$

(۲) اگر  $c > b$ ،  $\otimes G_2$  بزرگتر از  $\otimes G_1$  است، یعنی  $P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} = 1$  و سپس،

(۳) اگر  $d < a$ ،  $\otimes G_2$  کوچکتر از  $\otimes G_1$  است، یعنی  $\otimes G_2 < \otimes G_1$  و سپس،

$$P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} = 0$$

(۴) اگر نقطه‌ی اشتراکی بین آنها باشد، یعنی زمانی که  $P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} > 0.5$ ،  $\otimes G_2$  بزرگتر از

$\otimes G_1$  است، یعنی  $\otimes G_1 < \otimes G_2$  زمانی که  $P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} < 0.5$ ،  $\otimes G_2$  کوچکتر از

$\otimes G_1$  است، یعنی  $\otimes G_1 > \otimes G_2$  (۸ و ۱۵).

تاکنون پژوهش‌های انجام شده در مورد نظریه سیستم خاکستری، پیرامون توسعه این مدل از نظر ریاضی بوده و کمتر در راستای کاربردی نمودن آن در حوزه‌های مدیریتی انجام شده است. با وجود این، تعداد محدودی از تحقیقات در سال‌های اخیر در این راستا گام برداشته‌اند. Li و همکاران (۲۰۰۷) از رویکرد خاکستری برای حل مساله‌ی انتخاب تامین کننده

تصمیم گیری برای خرید تجهیزات بیمارستانی(به طور خاص، تجهیزات بیهوشی) است.

## روش بررسی

از نظر هدف، این تحقیق کاربردی و از نظر گردآوری داده‌ها از نوع پژوهش‌های پیمایشی- با استفاده از تحلیل ریاضی است. جامعه آماری تحقیق، کلیه مدیران و کارکنان کمیته خرید تجهیزات پزشکی یکی از بیمارستان‌های تخصصی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی مشهد بود که دارای ۱۶۰ تخت فعال و مصوب می‌باشد. بیشترین خدمات این مرکز مرتبط به بیماران ترومایی است. این کمیته شامل رئیس بیمارستان و مدیر بیمارستان، و پزشکان متخصص می‌شد که ۱۲ نفر بودند.

اطلاعات مورد نیاز در سازمان مورد نظر از طریق بررسی مدارک و اسناد، مصاحبه و پرسش نامه جمع آوری شد. نخست، با مطالعه تحقیقات پیشین انجام شده در ارتباط با موضوع این تحقیق، معیارهای لازم برای خرید تجهیزات پیشرفته بیمارستانی استخراج گردیدند. سپس به منظور منطبق نمودن این معیارها با مولفه‌های خرید تجهیزات بیهوشی در بیمارستان و اضافه نمودن معیارهای تخصصی که در ادبیات ذکر نشده بود، مصاحبه‌هایی با برخی از متخصصان بیهوشی صورت گرفت. در این مرحله، مصاحبه شونده‌گان با استفاده از روش گلوله برفی انتخاب شدند که نهایتاً سه مصاحبه انجام گردید. مصاحبه تا جایی انجام شد که دیگر مولفه‌ی جدیدی توسط مصاحبه شونده‌گان ارائه نگردید.

در مرحله سوم، تمامی مولفه‌های شناسایی شده طی دو مرحله‌ی قبل بصورت پرسش نامه به پاسخ دهندگان ارائه گردید تا نظرات خود را، با استفاده از طیف لیکرت، نسبت به اهمیت هر کدام از این

ویژگی‌ها بیان نمایند. با استفاده از نتایج این پرسش نامه، مولفه‌های موثر بر خرید تجهیزات و وزن هر کدام از طریق به کارگیری نظریه سیستم‌های خاکستری مشخص گردید. در این پژوهش به منظور تعیین وزن هر مولفه، نظریات خبرگان در قالب متغیرهای کلامی و در مقیاس هفت رتبه‌ای خیلی کم(۰/۱-۰)، کم(۰/۳-۰/۱)، تقریباً کم(۰/۳-۰/۴)، متوسط(۰/۴-۰/۵)، تقریباً زیاد(۰/۵-۰/۶)، زیاد(۰/۶-۰/۹) و خیلی زیاد(۰/۹-۱) بیان شد. حد بالا و پایین این متغیرهای کلامی از سایر پژوهش‌ها مانند Li و همکاران(۲۰۰۷) و عالی زاده و همکاران(۱۳۸۷) اقتباس گردید(۱۹۸۰).

در مرحله چهارم، گزینه‌ها و مارک‌های تجاری مختلف تجهیزات بیهوشی، طی پرسش نامه‌ای محقق ساخته در اختیار پاسخ دهندگان قرار داده شد تا نظرات خود را برای هر کدام از این گزینه‌ها در ارتباط با مولفه‌های به دست آمده، اظهار نمایند. لازم به ذکر است که روایی صوری پرسش نامه با نظر خبرگان حاصل گردید و پایایی آن با روش آلفای کرونباخ به میزان ۰/۸۴ تخمین زده شد. همچنین به منظور ارزیابی هر گزینه با توجه به هر یک از معیارها از اعداد خاکستری در مقیاس ۱ تا ۱۰ با طیف خیلی ضعیف(۰-۱)، ضعیف(۱-۳)، تقریباً ضعیف(۳-۴)، متوسط(۴-۵)، تقریباً خوب(۵-۶)، خوب(۶-۹) و خیلی خوب(۹-۱۰) استفاده شد.

در پایان با کمک نظریه سیستم‌های خاکستری رتبه بندی و اولویت بندی گزینه‌های مختلف انجام گرفت. از آنجا که داده‌های جمع آوری شده در این پژوهش بر پایه‌ی مفاهیم استخراج شده از اعداد قرار دارند و همچنین، به صورت عددی و استاندارد هستند؛ روش تجزیه و تحلیل کمی و با استفاده از مدل‌های ریاضی صورت گرفت. در این رابطه از

گام چهارم تعیین نرمال سازی ماتریس تصمیم خاکستری:

$$D^* = \begin{bmatrix} \otimes G_{11}^* & \otimes G_{12}^* & \dots & \otimes G_{1n}^* \\ \otimes G_{21}^* & \otimes G_{22}^* & \dots & \otimes G_{2n}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes G_{m1}^* & \otimes G_{m2}^* & \dots & \otimes G_{mn}^* \end{bmatrix}$$

که در آن برای هر کدام از مولفه‌های افزایشی (مثل کیفیت، خدمات پس از فروش، قابلیت کاربرد و ...)،  $\otimes G_{ij}^*$  به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\otimes G_{ij}^* = \left[ \frac{\underline{a}_{ij}}{G_j^{\max}}, \frac{\overline{\alpha}_{ij}}{G_j^{\max}} \right]$$

$$\otimes G_j^{\max} = \max_{1 \leq i \leq m} \{ \overline{\alpha}_{ij} \}$$

و برای هر کدام از مولفه‌های کاهش‌ی (مثل قیمت، هزینه، ابعاد، زمان، وزن و ...) نیز،  $\otimes G_{ij}^*$  به صورت زیر به نمایش در می‌آید:

$$\otimes G_{ij}^* = \left[ \frac{G_j^{\min}}{\alpha_{ij}}, \frac{G_j^{\min}}{\underline{a}_{ij}} \right]$$

$$\otimes G_j^{\min} = \min_{1 \leq i \leq m} \{ \alpha_{ij} \}$$

گام پنجم شامل ایجاد ماتریس تصمیم وزنی هنجار شده: با فرض اهمیت مختلف هر کدام از مولفه‌ها، ماتریس تصمیم وزنی نرمالیزه شده به صورت زیر خواهد بود.

$$D^* = \begin{bmatrix} \otimes N_{11} & \otimes N_{12} & \dots & \otimes N_{1n} \\ \otimes N_{21} & \otimes N_{22} & \dots & \otimes N_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes N_{m1} & \otimes N_{m2} & \dots & \otimes N_{mn} \end{bmatrix}$$

که در آن،  $\otimes N_{ij} = \otimes G_{ij}^* \times \otimes w_j$  می‌باشد.

گام ششم به معنای انتخاب بهترین گزینه: برای  $m$  نوع مارک تجهیزات شرکت‌های مختلف  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ ، بهترین گزینه‌ی ممکن  $\{ \otimes G_1^{\max}, \otimes G_2^{\max}, \dots, \otimes G_n^{\max} \}$  را می‌توان از طریق زیر محاسبه نمود:

رویکرد مورد استفاده در مقاله رحیم نیا و همکاران (۲۰۱۱)، Li و همکاران (۲۰۰۷) و عالی زاده و همکاران (۱۳۸۷) استفاده شد (۸ و ۱۵ و ۱۹). در زیر الگوریتم مورد استفاده در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها تشریح می‌گردد.

**تشریح گام‌های استفاده از تئوری سیستم‌های خاکستری**

گام اول شامل تعیین وزن مولفه‌های موثر بر خرید تجهیزات توسط کمیته تصمیم گیرندگان: فرض آن است که این کمیته  $k$  تصمیم گیرنده دارد، بنابراین، وزن مولفه  $Q_j$  را می‌توان از طریق زیر محاسبه نمود:

$$\otimes w_j = \frac{1}{k} [\otimes w_j^1 + \otimes w_j^2 + \dots + \otimes w_j^k]$$

که در آن  $\otimes w_j^k (j=1, 2, \dots, n)$  وزن مولفه  $j$  برای  $k$  امین تصمیم گیرنده است و می‌توان آن را با عدد خاکستری  $\otimes w_j^k = [\underline{a}_j^k, \overline{\alpha}_j^k]$  نشان داد.

گام دوم شامل استفاده از متغیرهای کلامی (مانند خیلی کم، کم، متوسط و خیلی زیاد) برای تعیین مقدار مولفه‌ها: با توجه به این متغیرها، مقدار مولفه‌ها را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\otimes G_{ij} = \frac{1}{k} [\otimes G_{ij}^1 + \otimes G_{ij}^2 + \dots + \otimes G_{ij}^k]$$

آن  $\otimes G_{ij}^k (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n)$  مقدار مولفه  $j$  برای  $k$  امین تصمیم گیرنده است و می‌توان آن را با عدد خاکستری  $\otimes G_{ij}^k = [\underline{a}_{ij}^k, \overline{\alpha}_{ij}^k]$  نشان داد.

گام سوم شامل ایجاد ماتریس تصمیم خاکستری:

$$D = \begin{bmatrix} \otimes G_{11} & \otimes G_{12} & \dots & \otimes G_{1n} \\ \otimes G_{21} & \otimes G_{22} & \dots & \otimes G_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes G_{m1} & \otimes G_{m2} & \dots & \otimes G_{mn} \end{bmatrix}$$

که در آن  $\otimes G$  ها متغیرهای کلامی هستند که به عدد خاکستری تبدیل شده‌اند.

نرم افزار Excel انجام شد.

### یافته‌ها

با بررسی ادبیات موضوع، ۲۲ مولفه به عنوان مولفه‌های موثر بر خرید استخراج گردید. با انجام مصاحبه‌ها، تنها یک مولفه اضافه گردید که در مجموع تعداد مولفه‌ها به عدد ۲۳ رسید. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌های مرحله اول، وزن هر کدام از مولفه‌ها استخراج و به منظور تعیین وزن هر مولفه، ابتدا نظرات خبرگان در قالب متغیرهای کلامی و در مقیاس هفت رتبه‌ای خیلی کم تا خیلی زیاد بیان شد.

$$M^{\max} = \{[\max_{1 \leq i \leq m} a_{i1}, \max_{1 \leq i \leq m} \bar{\alpha}_{i1}] \\ [\max_{1 \leq i \leq m} a_{i2}, \max_{1 \leq i \leq m} \bar{\alpha}_{i2}] \dots \\ [\max_{1 \leq i \leq m} a_{in}, \max_{1 \leq i \leq m} \bar{\alpha}_{in}]\}$$

گام هفتم یعنی محاسبه‌ی درجه‌ی امکان خاکستری با استفاده از تساوی زیر و رابطه‌ی (۱۰) برای گزینه‌های مختلف تجهیزات:

$$P\{M_i \leq M^{\max}\} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P\{\otimes N_{ij} \leq \otimes G_j^{\max}\}$$

گام هشتم یعنی رتبه بندی گزینه‌های مارک‌های مختلف تجهیزات: هرچه درجه‌ی امکان خاکستری یک گزینه کوچکتر باشد، رتبه‌ی آن گزینه بهتر خواهد بود. لازم به ذکر است که تحلیل داده‌ها با استفاده از

### جدول ۱: وزن مامل شده برای هر مولفه

وزن مولفه		مولفه‌ی موثر بر خرید تجهیزات	ردیف
حد بالا	حد پایین		
۰/۸۱	۰/۶۱	کیفیت محصول (تجهیزات بیهوشی)	۱
۰/۸۱	۰/۶۱	کیفیت خدمات تحویل	۲
۰/۶۰	۰/۴۷	تنوع محصولات (ماشین‌ها/ تجهیزات بیهوشی) تولید شده توسط یک شرکت	۳
۰/۷۴	۰/۶۰	برتری محصولات نسبت به رقبا	۴
۰/۷۰	۰/۵۶	قیمت	۵
۰/۵۴	۰/۴۳	تخفیف در فروش	۶
۰/۸۶	۰/۶۶	سهولت تعمیرات و نگهداری تجهیزات بیهوشی	۷
۰/۸۶	۰/۷۰	کیفیت خدمات پس از فروش	۸
۰/۸۷	۰/۷۲	گارانتی محصول	۹
۰/۵۴	۰/۴۰	هزینه‌های نصب تجهیزات بیهوشی	۱۰
۰/۶۵	۰/۵۳	کوتاه بودن زمان تحویل، نصب و راه اندازی تجهیزات توسط شرکت تولیدکننده	۱۱
۰/۵۹	۰/۴۷	قابلیت‌های مسئولان فروش شرکت تولیدکننده در معرفی محصول به خریدار	۱۲
۰/۸۷	۰/۶۹	منطبق بودن تجهیزات با نیاز خریدار	۱۳
۰/۸۶	۰/۷۰	موجود بودن انحراف سنخ (کالیبره کردن) در دستگاه	۱۴
۰/۷۱	۰/۵۳	نظرات خریداران قبلی تجهیزات	۱۵

۰/۷۰	۰/۵۳	سهولت دسترسی به شرکت تولیدکننده	۱۶
۰/۷۵	۰/۶۰	عملکرد قبلی شرکت تولیدکننده در ارائه‌ی محصول مناسب	۱۷
۰/۵۵	۰/۴۲	تجهیزات و موقعیت مالی تولیدکننده	۱۸
۰/۷۰	۰/۵۳	آموزش روش‌های استفاده از محصول توسط شرکت تولیدکننده به خریدار	۱۹
۰/۶۳	۰/۴۸	قابلیت‌های تحقیق و توسعه‌ی شرکت تولیدکننده	۲۰
۰/۸۵	۰/۶۸	جهانی بودن برند (مارک) تجاری شرکت تولیدکننده	۲۱
۰/۸۱	۰/۶۵	سهولت استفاده از تجهیزات	۲۲
۰/۶۲	۰/۴۹	محدودیت‌های سیاسی خرید (تحریم ایران توسط کشور شرکت تولیدکننده)	۲۳

مقیاس ۱ تا ۱۰ با طیف خیلی ضعیف تا خیلی خوب استفاده شد.

در این تحقیق پنج مارک مختلف تجهیزات بیهوشی که بیشتر مورد توجه بیمارستان‌های کشور هستند، در فرآیند تصمیم‌گیری وارد شده‌اند. هر کدام از این مارک‌ها با توجه به مولفه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این مرحله، وضعیت پنج مارک از طریق پرسش‌نامه مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس، وزن هر مولفه برای هر مارک با توجه به اجماع نظر تیم تصمیم‌گیری محاسبه گردید.

جدول ۱ وزن هر کدام از مولفه‌ها را نشان می‌دهد. به منظور حذف مولفه‌های غیرضروری، مولفه‌هایی که دارای حد پایین و کمتر از ۰/۵ هستند، از فرآیند تجزیه و تحلیل حذف گردیدند. دلیل حذف این مولفه‌ها نیز تاثیر ندادن مولفه‌های دارای اهمیت پایین و یا کمتر از متوسط است که در نتیجه‌ی آن، ۱۶ مولفه به عنوان مولفه‌های نهایی انتخاب شدند. برای ارزیابی و رتبه بندی گزینه‌ها از روش تصمیم‌گیری خاکستری که قبلاً توضیح داده شد، استفاده گردیده است. به منظور ارزیابی هر گزینه با توجه به هر یک از معیارها از اعداد خاکستری در

### جدول ۲: ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری

مارک	معیارها	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16
A	تجهیزات	۴/۲۲-۵/۵۸	۴/۵۰-۵/۶۷	۴/۹۲-۶/۱۸	۴/۹۲-۵/۹۲	۴/۷۵-۵/۹۲	۵/۰۸-۴/۲۵	۴/۵۰-۵/۷۰	۴/۵۰-۵/۸۴	۴/۳۳-۵/۷۵	۵/۰۸-۶/۲۵	۴/۵۸-۶/۰۸	۴/۵۰-۵/۸۴	۴/۰۰-۵/۱۷	۴/۰۸-۵/۲۲	۵/۱۷-۶/۵۰	۵/۱۷-۶/۵۰
B		۷/۰۰-۸/۶۷	۶/۸۲-۸/۸۲	۶/۶۷-۹/۰۰	۶/۲۲-۸/۹۲	۷/۳۳-۹/۰۰	۶/۷۵-۸/۵۸	۷/۲۵-۸/۹۲	۶/۹۱-۸/۷۵	۷/۲۲-۸/۵۸	۷/۹۲-۹/۲۲	۶/۹۲-۸/۲۲	۵/۹۲-۷/۷۵	۶/۲۵-۷/۹۲	۶/۱۷-۸/۱۷	۵/۳۳-۷/۶۷	۶/۰۰-۸/۳۳
C		۴/۷۵-۶/۲۵	۴/۰۸-۵/۰۸	۴/۹۲-۶/۲۵	۴/۱۷-۵/۱۷	۵/۲۲-۶/۹۲	۵/۲۲-۶/۹۲	۵/۱۸-۶/۱۷	۳/۶۷-۵/۱۷	۴/۷۵-۶/۲۵	۵/۳۳-۶/۳۳	۵/۵۰-۷/۳۳	۵/۵۸-۶/۹۲	۴/۷۵-۶/۰۸	۴/۳۳-۵/۵	۴/۰۰-۵/۰۰	۴/۲۲-۵/۲۲
D		۴/۳۳-۵/۵۰	۴/۵۸-۵/۹۲	۴/۲۲-۵/۵۷	۴/۲۲-۵/۷۵	۴/۵۸-۵/۷۵	۵/۰۰-۶/۵۰	۵/۰۰-۶/۶۷	۴/۵۰-۶/۰۰	۴/۷۵-۶/۰۸	۴/۳۳-۵/۶۷	۴/۸۲-۶/۳۷	۴/۵۰-۵/۸۴	۴/۶۲-۶/۰۰	۴/۸۲-۶/۱۹	۴/۶۷-۵/۸۴	۴/۷۵-۵/۹۲
E		۴/۲۲-۵/۲۲	۴/۰۰-۵/۰۸	۴/۲۵-۵/۲۵	۴/۰۰-۵/۰۸	۴/۲۵-۵/۲۲	۴/۱۷-۵/۱۷	۴/۱۷-۵/۱۷	۳/۹۲-۵/۱۷	۳/۹۲-۵/۰۰	۴/۲۵-۵/۲۵	۴/۵۰-۵/۸۴	۴/۳۳-۵/۵	۴/۲۸-۵/۲۸	۳/۶۷-۵/۲۵	۳/۶۷-۵/۰۰	۳/۶۷-۵/۱۷

تشکیل شد که به منظور سهولت پاسخگویی تیم تصمیم‌گیری، و همچنین سهولت و یکپارچگی در محاسبات، مولفه‌های کاهش‌ی در پرسش‌نامه‌ی دوم به صورت مولفه‌های افزایشی وارد گردید. بدین طریق که مولفه «قیمت» به صورت عبارت «مناسب بودن

در مرحله‌ی بعد، ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری به صورت جدول ۲ تشکیل داده شد که در آن  $G \otimes$  ها (اعداد داخل جدول) متغیرهای کلامی براساس اعداد خاکستری هستند. در ادامه، ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری هنجار



انتظارات شما» عنوان شدند. بدین ترتیب، هنجار سازی مولفه‌های کاهشی در این پژوهش ضرورت نیافت. سپس، ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری وزنی هنجار شده تشکیل گردید.

قیمت تجهیزات با توجه به ویژگی‌ها و عملکرد این مارک» و مولفه «کوتاه بودن زمان تحویل، نصب و راه اندازی تجهیزات توسط شرکت تولیدکننده» به صورت عبارت «تناسب زمان تحویل، نصب و راه اندازی تجهیزات توسط شرکت تولیدکننده» این محصول با

### جدول ۳: ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری وزنی هنجار شده

مارک تجهیزات	معیارها	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16
A		۰/۳۱-۰/۵۱	۰/۳۰-۰/۵۱	۰/۳۲-۰/۴۹	۰/۳۰-۰/۴۶	۰/۳۲-۰/۵۴	۰/۴۱-۰/۶۲	۰/۳۶-۰/۵۵	۰/۲۸-۰/۴۵	۰/۳۲-۰/۵۸	۰/۳۷-۰/۵۶	۰/۲۸-۰/۵۱	۰/۳۰-۰/۵۲	۰/۳۰-۰/۴۸	۰/۲۶-۰/۴۶	۰/۲۵-۰/۷۱	۰/۴۰-۰/۶۳
B		۰/۴۶-۰/۸۱	۰/۳۸-۰/۸۱	۰/۴۷-۰/۸۱	۰/۴۴-۰/۷۴	۰/۴۰-۰/۷۰	۰/۵۳-۰/۸۶	۰/۵۴-۰/۸۶	۰/۵۸-۰/۸۷	۰/۴۴-۰/۶۵	۰/۵۹-۰/۸۷	۰/۵۸-۰/۸۶	۰/۳۳-۰/۷۱	۰/۴۰-۰/۷۰	۰/۴۷-۰/۷۰	۰/۳۹-۰/۷۰	۰/۳۷-۰/۸۵
C		۰/۳۴-۰/۵۲	۰/۳۳-۰/۵۸	۰/۲۸-۰/۴۶	۰/۳۲-۰/۵۱	۰/۲۵-۰/۴۰	۰/۳۹-۰/۶۵	۰/۴۴-۰/۶۸	۰/۴۱-۰/۶۲	۰/۳۳-۰/۴۰	۰/۳۸-۰/۶۲	۰/۳۹-۰/۵۷	۰/۳۴-۰/۶۱	۰/۳۸-۰/۶۲	۰/۲۶-۰/۵۷	۰/۲۸-۰/۴۷	۰/۳۵-۰/۵۵
D		۰/۳۷-۰/۵۷	۰/۳۰-۰/۵۱	۰/۳۱-۰/۵۲	۰/۲۹-۰/۴۶	۰/۲۷-۰/۴۴	۰/۳۳-۰/۵۴	۰/۴۰-۰/۶۴	۰/۴۰-۰/۶۴	۰/۲۸-۰/۴۶	۰/۳۸-۰/۶۱	۰/۳۲-۰/۵۱	۰/۳۰-۰/۵۲	۰/۳۰-۰/۵۲	۰/۳۳-۰/۵۴	۰/۳۱-۰/۵۲	۰/۴۰-۰/۶۴
E		۰/۳۰-۰/۵۰	۰/۲۷-۰/۴۶	۰/۲۸-۰/۴۴	۰/۲۴-۰/۴۰	۰/۳۱-۰/۵۱	۰/۳۳-۰/۵۱	۰/۳۳-۰/۵۰	۰/۲۵-۰/۴۰	۰/۳۱-۰/۵۰	۰/۳۱-۰/۴۷	۰/۲۸-۰/۴۹	۰/۲۸-۰/۴۹	۰/۳۳-۰/۴۹	۰/۳۳-۰/۴۴	۰/۳۲-۰/۵۵	۰/۲۸-۰/۵۰

شده را برای تمام مولفه‌ها در تمام گزینه‌ها نشان می‌دهد. بر اساس گام ششم، الگوریتم نظریه سیستم‌های خاکستری، گزینه‌ی ایده آل مثبت به صورت زیر تعریف شد:

به منظور ایجاد این ماتریس، هر یک از ستون‌های ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری هنجار شده (هر معیار) در وزن معیار مربوطه ضرب شد. جدول ۳ ماتریس تصمیم‌گیری وزنی هنجار

$$M^{\max} = \{(0.480.81) (0.470.81) (0.440.74) (0.400.70) (0.530.86) (0.540.86) (0.580.87) (0.440.65) (0.590.87) (0.580.86) (0.430.71) (0.400.70) (0.470.75) (0.390.70) (0.470.85) (0.460.81)\}$$

به توضیح است که هرچه درجه‌ی امکان مارک تجهیزات بیهوشی  $i$  ام نسبت به ایده آل کوچک‌تر باشد، دارای رتبه بالاتری است.

سپس، بر اساس رابطه‌ی درجه‌ی امکان خاکستری، که در گام هفتم الگوریتم نظریه خاکستری تشریح شد، هر کدام از گزینه‌ها یا مارک‌های مختلف تجهیزات بیهوشی با گزینه ایده‌آل مقایسه گردید. لازم

### جدول ۴: رتبه بندی پنج مارک مختلف تجهیزات بیهوشی

رتبه	مارک تجهیزات بیهوشی	درجه امکان خاکستری
۱	A	۰/۵
۲	B	۰/۸۵۷
۳	C	۰/۸۷۲
۴	D	۰/۸۸۶
۵	E	۰/۹۵۷

در نهایت بر اساس گام هشتم، مارک‌های مختلف تجهیزات بیهوشی بیمارستانی به صورت جدول ۴ رتبه بندی شد.

## بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که از میان گزینه‌های مختلف تجهیزات بیهوشی که در ایران توسط بیمارستان‌های دولتی خریداری می‌شوند، مارک A از سایر مارک‌ها در وضعیت بهتری قرار دارد. این در حالی است که درجه‌ی امکان تصمیم گیری خاکستری برای سایر مارک‌ها اختلاف زیادی با مارک A دارد. با مقایسه‌ی نظرات خبرگان درباره‌ی مارک‌های مختلف تجهیزات با توجه به هر یک از معیارها نیز ملاحظه می‌شود که مارک A در تمامی معیارها نسبت به سایر مارک‌ها در بهترین وضعیت قرار دارد. همچنین، مارک E در اکثر معیارها در مقایسه با سایر مارک‌ها از وضعیت نامناسب‌تری برخوردار است.

از بعد عملی، انجام این پژوهش علاوه بر اینکه نتایج مفیدی را به منظور تصمیم گیری برای خرید تجهیزات بیهوشی در اختیار بیمارستان‌ها قرار می‌دهد، به شرکت‌های تولید کننده‌ی این تجهیزات نیز کمک می‌نماید تا وضعیت خود را از جهت معیارهای مورد مطالعه در این پژوهش با سایر مارک‌های بررسی شده مقایسه نموده و اقدامات مقتضی را در جهت توسعه‌ی نقاط قوت و بهبود نقاط ضعف خود انجام دهند. همچنین، مدل به کار گرفته شده در این تحقیق مدلی ساده و قابل فهم است که کاربرد آن را در دنیای واقعی برای تصمیم گیرندگان به آسانی میسر می‌سازد. مدل‌های مختلف تصمیم گیری کمی برای انتخاب تامین کننده‌ها در پژوهش‌های مختلف استفاده شده است. از جمله در پژوهش Chen و همکاران (۲۰۰۶)

از یک رویکرد فازی به منظور ارزیابی و انتخاب تامین کننده استفاده شد. نتایج پژوهش آنها نشان داد که در روش TOPSIS که از متغیرهای کمی و کیفی استفاده می‌شود، روشی انعطاف پذیر بوده و قادر است به طور موثر بهترین تامین کننده را انتخاب نماید (۲۲). Sevkli و همکاران (۲۰۰۸) به ارائه‌ی یک رویکرد جدید با عنوان "مدل برنامه ریزی خطی با استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP-FLP)" برای انتخاب تامین کنندگان پرداختند. در این مدل وزن معیارهای مختلف با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شده و این اوزان به عنوان وزن مدل برنامه‌ریزی خطی فازی نیز استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که این روش ترکیبی، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب تامین کننده با توجه به محدودیت معیارهای انتخاب تامین کننده بهتر است (۲۳). اکثر پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی نظریه سیستم‌های خاکستری، در جهت توسعه‌ی این مدل از نظر ریاضی بوده و کمتر به صورت کاربردی از آن استفاده شده است. اما در محدود پژوهش‌های انجام شده، این مدل نشان داده است که در شرایط مبهم، پیش بینی‌هایی با دقت بالا ارائه می‌دهد از جمله: Lin و همکار (۲۰۰۲) در پژوهش خود نظریه سیستم‌های خاکستری را برای پیش بینی فروش هشت نوع از نوشابه غیر الکلی در تایوان به کار برد. بر طبق نتایج این پژوهش، دقت این مدل جدید پیش بینی، فراتر از ۹۵ درصد بود. طبق نظر پژوهشگران، این نتایج منبع موثقی برای توسعه‌ی برنامه‌های صنعت نوشیدنی‌های غیر الکلی ارائه می‌دهد (۲۴). Chen و همکاران (۲۰۰۸) به ارائه‌ی مدلی برای کنترل دسترسی در مدیریت زنجیره‌ی تامین مجازی با استفاده از نظریه سیستم‌های خاکستری پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد طرح کنترل دسترسی با استفاده از

مجموعه‌ی خاکستری، توسعه یافته‌ی مجموعه‌ی فازی است.

### نتیجه گیری

با توجه به نقش حساس شناسایی و انتخاب بهترین مارک برای خرید تجهیزات بیمارستانی و همچنین هزینه‌هایی که خرید این تجهیزات به نظام سلامت وارد می‌کند، استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به علت استفاده از معیارهای کمی و کیفی و همچنین استفاده از نظر خبرگان از اهمیت فراوانی برخوردار است؛ تا از این طریق بتوان تجهیزات با صرفه به لحاظ اقتصادی و همچنین با کیفیت کاری بالا جهت ارائه‌ی خدمات با کیفیت، توسط مراکز ارائه دهنده‌ی خدمات سلامت تدارک دید.

### تشکر و قدردانی

از تمامی مدیران و کارشناسان کمیته خرید تجهیزات پزشکی بیمارستان تخصصی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی مشهد که در انجام این مطالعه ما را یاری دادند، صمیمانه سپاسگزاریم. این مقاله نتیجه، بخشی از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی می‌باشد.

این نظریه می‌تواند موجب مدیریت و سازماندهی موثر زنجیره‌ی تامین مجازی شود (۱۶).

پژوهش حاضر مفاهیمی چند برای ادبیات تصمیم‌گیری به منظور خرید تجهیزات و انتخاب تامین کنندگان در بردارد؛ نخست اینکه از نظریه خاکستری استفاده می‌کند. نظریه سیستم‌های خاکستری در مقایسه با سایر مدل‌های تصمیم‌گیری یک رویکرد یکپارچه است و کمتر در این حیطه به کار گرفته شده است. تاکنون بیشتر پژوهش‌ها به منظور تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان از سایر رویکردها از قبیل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یا فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تئوری فازی، و یا تلفیق آنها که پیچیدگی‌های خاص خود را دارد، استفاده می‌کردند (۲۳ و ۲۲). رویکرد ارائه شده در این تحقیق علاوه بر اینکه خود الگوریتمی خاص جهت انتخاب و تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد، دارای اعداد خاکستری است که شرایط فازی بودن را نیز بررسی می‌کنند.

اگر  $\bar{\alpha}$  و  $\underline{\alpha}, x \in X, (\otimes G) = [\underline{\alpha}\bar{\alpha}]$  را می‌توان به عنوان دو مجموعه‌ی فازی در نظر گرفت که به ترتیب، دو تابع توصیف‌کننده‌ی پایین و بالای G نامیده می‌شوند. اگر  $\underline{\alpha} = \bar{\alpha}$ ، مجموعه‌ی خاکستری G با اعداد فاصله‌ای، تبدیل به محیط فازی خواهد شد (۱۵). بنابراین، می‌توان گفت که یک

### منابع

1. Childe SJ. Editorial: Six things to manage – equipment. *Production Planning and Control* 2003; 14(7): 587.
2. Laios LG & Moschuris SJ. The influence of enterprise type on the purchasing decision process. *International Journal of Operations & Production Management* 2001; 21(3): 351-72.
3. Liljegren E. Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2006; 36(4): 345-52.

4. Bradley MF. Buying behavior in Ireland's public sector. *Industrial Marketing Management* 1977; 6(4): 251-8.
5. Pennington C & Derienzo NR. An effective process for making decisions about major operating room purchases. *AORN Journal* 2010; 91(3): 341-9.
6. Lin Y, Chen M & Liu S. Theory of grey systems: Capturing uncertainties of grey information. *Kybernetes* 2004; 33(2): 196-218.
7. Nili Ahmadabadi M, Saghafi F & Fasanghari M. Methodology for multi criteria decision models based on foresight studies: A case study of e-government foresight in Iran. *Management of Information Technology* 2008; 1(1): 48-72[Article in Persian].
8. Li GD, Yamaguchi D & Nagai M. A grey-based decision-making approach to the supplier selection problem. *Mathematical and Computer Modelling* 2007; 46(3-4): 573-81.
9. Ju Long D. Control problems of grey systems. *Systems and Control Letters* 1982; 1(5): 288-94.
10. Li QX. Grey dynamic input-output analysis. *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 2009; 359(2): 514-6.
11. Hsu LC & Wang CH. Forecasting integrated circuit output using multivariate grey model and grey relational analysis. *Expert Systems with Applications* 2009; 36(2): 1403-9.
12. Huang JC. Application of grey system theory in telecare. *Computers in Biology and Medicine* 2011; 41(5): 302-6.
13. Li HL. Applying fuzzy and grey theory to multi-criteria decision-making model for supplier selection: A corporate social responsibility perspective. *African Journal of Business Management* 2012; 6(29): 8504-14.
14. Jun X. A grey clustering approach applied to prediction of the impact of a water resource project on wild animals. *Man's Influence on Freshwater Ecosystems and Water Use* 1995; 1(230): 227-36.
15. Rahimnia F, Moghadasian M & Mashreghi E. Application of grey theory approach to evaluation of organizational vision. *Grey Systems: Theory and Application* 2011; 1(1): 33-46.
16. Chen D, Zhou Z & Pham DT. Research on the grey relational evaluation method of core competencies of virtual enterprise members. *Kybernetes* 2008; 37(9-10): 1250-6.
17. Zhan H, Fang Q & Chen W. Grey correlation method in the decision of bridge design plans. *Kybernetes* 2009; 38(10): 1812-8.
18. Li B, He C, Hu L & Li Y. Dynamical analysis on influencing factors of grain production in Henan province based on grey systems theory. *Grey Systems: Theory and Application* 2012; 2(1): 45-53.
19. Alizadeh AR, Dabaghi A & Malek AM. A model for evaluating the prospects of organizations by using gray method implemented in the Islamic Republic of Iran broadcasting (IRIB), Tehran: Third International Conference on Strategic Management, 2008.
20. Ranjbariyan B & Gholizade R. Compare the quality of service and customer satisfaction: Application

of gray system theory. *Industrial Engineering & Management Sharif* 2011; 1-26(2): 3-8[Article in Persian].

21. Towill DR & Christopher M. An evolutionary approach to the architecture of effective healthcare delivery systems. *Journal of Health Organization and Management* 2005; 19(2): 130-47.

22. Chen CT, Lin CT & Huang SF. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics* 2006; 102(2): 289-301.

23. Sevkli M, Koh SCL, Zaim S, Demirbag M & Tatoglu E. Hybrid analytical hierarchy process model for supplier selection. *Industrial Management & Data Systems* 2008; 108(1): 122-42.

24. Lin CT & Hsu PF. Forecast of non-alcoholic beverage sales in Taiwan using the grey theory. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* 2002; 14(4): 3-12.

# Application Of Gray Multi Criteria Decision Making In Purchasing Hospital Anesthesia Equipment

Reihani Yasavoli Abdollah<sup>1</sup>(MSc.) - Tabatabaee Seyed Saeed<sup>2</sup>(MSc.)  
Moghadasian Mehdi<sup>3</sup>(MSc.) - Nazemi Shamsodin<sup>4</sup>(Ph.D)  
Shahbahrami Hamid<sup>5</sup>(BSc.) - Kalhor Rohollah<sup>6</sup>(Ph.D)

1 Ph.D Student in Human Resources Management, Management Department, School of Literature and Humanities, Azad University of Kerman, Kerman, Iran

2 Ph.D Student in Health Services Management, Health Services Management Research Center, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

3 Master of Sciences in Industrial Management, School of Administrative and Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4 Associated Professor, Management Department, School of Administrative and Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

5 Bachelor of Sciences in Industrial Engineering, School of Industrial, Mazandaran Institute Technology, Babol, Iran

6 Assistant Professor, Health Services Management Department, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

## Abstract

Received : Sep 2014  
Accepted : Jan 2015

**Background and Aim:** Purchasing hospital equipment is one of the most important decisions made by managers and health professionals. Gray systems theory is an approach to deal with issues under uncertainty conditions where decision makers are facing a small number of unspecified data. The purpose of this paper is to apply the gray theory for the purchase of anesthesia machine.

**Materials and Methods:** This study was a survey in which mathematical analysis was used. Data collection devices included documents, interviews and questionnaires. In order to solve multiple criteria decision making in uncertain conditions, a model based on gray system theory was used. Data analysis was performed using Excel software.

**Results:** The findings show that among anesthetic equipment bought by public and private hospitals, brand A is superior to other brands. However, the gray possibility degree for the other brands is significantly different from brand A.

**Conclusion:** In addition to helping to purchase anesthetic equipment for hospitals, the results of this study are also useful for companies manufacturing medical equipment to evaluate their situation in terms of the studied criteria and take appropriate measures to develop their strengths and improve their weaknesses.

**Key words:** Multi-Criteria Decision Making, Theory of Gray Systems, Hospital Equipment

\* Corresponding  
Author:  
Kalhor R;  
E-mail:  
R.Kalhor@gmail.com