پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، صص ۱-۲۳

رتبه بندی شرکت‌های برون‌سپار دفع پسماندهای بیمارستانی با روش ترکیبی جدید تصمیم گیری چند معیاره فازی و خاکستری

محمود مدیری*

استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ ارسال: ۱ / ۲ / ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۲٤ / ۱۲ / ۱۳۹۸

چکیده

تضمین دفع صحیح پسماندهای بیمارستانی به چالش بزرگی برای مدیریت پسماند بیمارستان‌ها تبدیل شده است که برون‌سپاری شدن فرآیند دفع پسماند می‌تواند گزینه‌ی مناسب باشد. هدف این تحقیق انتخاب شرکت برای برون‌سپاری دفع پسماندها در بیمارستان ها برای کمک به تصمیم‌گیری صحیح مدیران می‌باشد. پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و روش انجام توصیفی-اکتشافی است. جامعه تحقیق خبرگان وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به تعداد ۱۰ نفر است. با مروری بر ادبیات نظری تحقیق مهم‌ترین معیارها شناسایی و با نظر خبرگان و روش دلفی فازی غربالگری شدند. سپس از روش ترکیبی جدید فرآیند تحلیل شبکه‌ای بر اساس دیمتل فازی برای تعیین روابط و اثرگذاری و اثرپذیری و وزن‌دهی معیارها و از روش تحلیل رابطه خاکستری اصلاح‌شده برای رتبه‌بندی شرکت‌های دفع پسماند های بیمارستانی استفاده شده است. نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسش‌نامه و حل به روش دیمتل نشان داد که معیار «مالی» تاثیرگذارترین و «قابلیت خدمات» تاثیرپذیرترین معیار کلیدی موفقیت در فرآیند برون‌سپاری است. زیرمعیار «پاسخگویی در خدمات» بیشترین وزن و اولویت اول را دارد.

واژه‌های کلیدی: دفع پسماندهای بیمارستانی، برون‌سپاری، دیمتل، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده

---

* نویسندهٔ مسؤول مقاله E-mail: M_Modiri@azad.ac.ir

۱- مقدمه

مدیریت پسماند پزشکی به دلیل خطرات احتمالی زیست‌محیطی و خطرات بهداشت عمومی اهمیت زیادی دارد. در گذشته در ایران پسماندهای پزشکی اغلب با ضایعات جامد شهری مخلوط شده و نادرست دفع می‌شدند. در سال‌های اخیر با نظارت سازمان محیط‌زیست برای مدیریت بهتر این گونه پسماندها، آن‌ها باید تفکیک و به صورت جداگانه باید دفع شوند. با این حال مطالعات نشان داده که هنوز برخی از بیمارستان‌ها پسماند های عمومی را با پسماندهای عفونی مخلوط کرده به روش عفونی جمع‌آوری، حمل و دفع می‌کنند [۱]. با افزایش حجم و تنوع زائدات ناشی از مراقبت بهداشتی، خطر انتقال بیماری‌ها از طریق عملیات جابجایی و دفع نادرست آن‌ها افزایش می‌یابد [۲]. این مسئله پسماندهای عفونی ایجاد شده نگرانی بزرگی برای مسئولان بیمارستان در کشورها ایجاد کرده است [۳]. چرا که مدیریت نادرست و دفع پسماندهای تولید شده پزشکی می‌تواند به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سلامت کارکنان پزشکی و جمع‌آوری پسماند، و همچنین جامعه، طبیعت، مراقبت‌های بهداشتی و محیط‌زیست اثر منفی داشته باشد.

امروزه آگاهی جهانی درمورد نیاز به اِعمال کنترل شدیدتر در زمینه جابجایی و دفع زائدات تولیدشده توسط مراکز مراقبت بهداشتی درحال افزایش است. این امر موجب افزایش نگرانی در زمینه بهداشت بیمارستان شده و پیشنهادات برای جابجایی و دفع زائدات پزشکی از بیمارستانها ارائه شده است [٤]. بیمارستان‌ها مقدار زیادی از پسماندهای پزشکی را برای تأمین بهداشت تخصیص می‌دهند، انجام این کار به ندرت باعث ایجاد خطرات زیست‌محیطی می‌شود و هزینه‌های عملیاتی را افزایش می‌دهد [٥]. مدیریت پسماندهای پزشکی می‌تواند به میزان قابل توجهی مقدار و فشارهای مالی را کاهش دهد [٦]. از طرفی دیگر مقررات زیست محیطی این اجازه را به مراکز پزشکی و درمانی داده است که بیمارستان‌ها شرکت‌های دولتی و خصوصی را برای دفع پسماندهای خود انتخاب کنند [۷]. بنابراین، با برون‌سپاری دفع پسماند پزشکی سازمان‌ها می‌توانند علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه‌ها به کاهش خطر در راستای اهداف زیست‌محیطی خود نیز کمک کنند [۸]. مدیران بیمارستان‌ها که به طور همزمان کیفیت مراقبت از بیمار و افزایش درآمد را در نظر می‌گیرند باید خدمات دفع عفونی و پسماندهای پزشکی به پیمانکاران خارجی برون‌سپاری کنند [٥].

پسماندهای پزشکی به عنوان مواد خطرناک و عفونی تلقی می‌شود و از خطر ابتلا به عفونت‌های حاد به شمار می‌رود که مدیریت نادرست این پسماندهای عفونی ممکن است باعث مشکلات بهداشتی و زیست‌محیطی شود. به‌همین دلیل تضمین دفع صحیح پسماندهای بیمارستانی به چالش بزرگی برای مدیریت پسماند بیمارستان تبدیل شده است و آن‌ها اعتقاد دارند که برون‌سپاری شدن فرآیند دفع پسماندها می تواند بهترین گزینه باشد. چون دفع پسماندها و خریداری کردن تجهیزات امحاء پسماندهای بیمارستانی بسیار پر هزینه می‌باشد و این در حالی‌ست که هر سازمانی به دنبال کاهش هزینه‌های عملیاتی خود می‌باشد. برای تضمین محیط بهداشتی صحیح و به حداقل رساندن هزینه عملیات، گرایش به برون‌سپاری شدن فرآیند دفع پسماندها در حال افزایش است. بنابراین، فرآیند برون‌سپاری شدن برای مقامات بیمارستان آسان نیست چون انتخاب مناسب‌ترین شرکت دفع پسماند که تمامی معیارهای مناسب را داشته باشد بسیار مشکل می‌باشد و مدیارن همواره با دغدغه انتخاب شرکت مناسب برای برون سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی مواجه هستند.

سوال های این تحقیق عبارتند از: معیارهای ارزیابی برای برون‌سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی کدام اند؟ روابط میان معیارها و میزان اهمیت آن ها چگونه است؟. رتبه‌بندی شرکت‌ها برای برون‌سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی چگونه می باشد؟

۲- پیشینه نظری

پان و چن (۱۹۹۷) در ارزیابی شرکت‌های دفع پسماندهای پزشکی بر معیارهای انبار کردن در کانتینر، تخفیفات برای مشتریان بلند مدت، و قیمت تاکید کردند[۹]. فو (۱۹۹۸) در تحقیقی تحت عنوان «مدیریت پسماندهای پزشکی» بر ظرفیت خدمات پیمانکار، حمل‌ونقل به‌موقع، و استانداردسازی فرآیند حمل‌ونقل تأکید کرد[۱۰]. گو و پان (۱۹۹۹) مستندات عامل صحیح، وسایل نقلیه پیشرفته با سیستم‌های موقعیت‌یابی جهانی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل برای ارزیابی شرکت‌های دفع پسماند در نظر گرفتند[۱۱]. چن (۲۰۰۰) بحث در مورد سیاست‌های پسماند پزشکی و صنعتی عوامل وسایل حمل‌ونقل، فرآیند و اسناد صحیح را ارزیابی کرد [۱۲]. یانگ، چن یه و زنگ (۲۰۰۲) ویژگی‌های سیستم اطلاعاتی مدیریت، کارآیی، مطابقت با استانداردهای حفاظت محیطی، خدمات، مهارت‌های ویژه را برای ارزیابی شرکت‌های دفع پسماند در نظر

گرفتند[۱۳]. هسیائو، یانگ، هونگ، تام و تان (۲۰۰٤) مواردی همچون استفاده از ماشین‌آلات، تخفیف برای مشتریان بلند مدت و نرخ برای مقایسه‌کردن شرکت‌های متفاوت برای ارزیابی شرکت‌های دفع پسماند پزشکی انتخاب کردند[١٤]. هسو، وو و لی (۲۰۰۸) در تحقیقی تحت عنوان «انتخاب شرکت های دفع پسماندهای پزشکی عفونی» از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای کاهش هزینه‌های سربار و بهبود مدیریت پسماندهای پزشکی استفاده کردند. معیارهای ارزیابی عبارت بودند از: تجهیزات پیمانکار، مدارک قراردادی، قابلیت خدمات پیمانکار، درجهٔ سازگار، و عوامل اقتصادی. بر اساس نتایج فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، عامل درجهٔ سازگاری دارای اهمیت بیشتر و عوامل اقتصادی اهمیت کمتری را داشت [٥].

هو (۲۰۱۱) از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای ارزیابی بهینه شرکت‌های دفع پسماندهای پزشکی عفونی استفاده کرد. آنان معیارهای قیمت، در دسترس بودن، تجربه و قابلیت اطمینان را برای ارزیابی شرکت‌ها در نظر گرفتند که قیمت مهم‌ترین عامل و اولویت اول را کسب کرد[٨]. کایا (۲۰۱۲) به ارزیابی شرکت‌های برون‌سپاری در محیط فازی برای مدیریت پسماند تجهیزات الکترونیکی پرداخت. معیارهای ارزیابی شامل عوامل سازمانی، زیست محیطی، هزینه، تکنولوژی و کیفیت بود. برای ارزیابی و انتخاب شرکت، معیار زیست‌محیطی بیشترین اهمیت و هزینه کمترین اهمیت را داشت[١٥]. شاکور و رامش (۲۰۱۵) به «انتخاب شرکت‌های دفع پسماند با استفاده از تئوری خاکستری و تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره» پرداختند. در این پژوهش مهم‌ترین عوامل ارزیابی عبارت بودند از: قیمت، تجربه و صلاحیت، تجهیزات و فنآوری و قابلیت خدمات. بر اساس نتایج، قیمت با اهمیت‌ترین عامل و فنآوری و تجهیزات کم‌اهمیت‌ترین عامل در تصمیم‌گیری انتخاب شرکت دفع پسماند بود و در نهایت با روش تحلیل رابطهٔ خاکستری شرکت‌های دفع پسماند رتبه‌بندی شدند[٣]. بیوک‌اوزکان و گوجر (۲۰۱٦) تحقیقی تحت عنوان «انتخاب شرکت‌های لجستیک پسماندهای پزشکی با استفاده از روش AHP-TOPSIS» انجام دادند. آن‌ها معتقدند که پسماندهای پزشکی باید توسط شرکت-های لجستیک مناسب اداره شود تا مخاطرات احتمالی زیست‌محیطی کاهش یابد. معیارهای ارزیابی عبارت بودند از: تجهیزات، واجد شرایط بودن، قابلیت خدمات و عوامل اقتصادی. بر اساس نتایج فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عامل تجهیزات بیشترین اهمیت را داشت. و در نهایت براساس مصاحبه با متخصصان شرکت‌های لجستیک دفع پسماند پزشکی با روش تاپسیس

رتبه بندی شدند [۷].

همانگونه که پیشینه نظری نشان می دهد، بیشتر تحقیقات در زمینه مـدیریت پسـماند هـا، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است که در آن فرض بر استقلال و روابـط غیـر مؤثر بین معیارها می باشد. در حالی کـه در دنیـای واقعـی، ویژگـی هـا و معیارهـای مـدیریت پسماند بیمارستانی به طور مداوم به یکدیگر وابسته بوده و منجر به اثرات ماننـد بـازخورد مـی شوند. همچنین از روش هایی برای رتبه بندی گزینه ها استفاده شده اسـت کـه نیـازه بـه بهبـود برای گزینه ها را مشخص نمی کند. روش دیمتل تعامل میان معیارها را با دسـته بنـدی آنهـا بـه گروه علت و معلول، و شناسایی راه حل های قابل قبول را با یک شیوه ساختار سلسـله مراتبـی تشخیص می دهد [١٦]. همچـنین، فرآینـد تحلیـل شـبکه ای فـازی بـرای محاسـبه وزن نسـبی معیارها براساس مجموعه ای از روابط سلسله مراتبی و درونی بین معیارهـا کـاربرد دارد [۱۷] و روش خاکستری برای ارزیابی گزینه ها توسعه داده شده و در آن مقادیر شاخص‌هـا در یـک بازه دوتایی بیان می‌شوند [۱۸]. از ترکیب این روش ها برای تحلیـل روابـط سـاختاری عوامـل [۱۹]، ارزیابی معیارها برای رتبه بندی گزینه ها [۲۰]، اولویت بندی معیارهای ارزیـابی عملکـرد [۲۱]، و تعیین روابط علّت و معلولی میان ریسک هـا [۲۲] اسـتفاده شـده اسـت. بنـابراین، طبـق دانش پیشینه، روش ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه ای بر اساس دیمتل فازی به دلیل تعیـین روابـط بین معیارها و روش تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده به دلیـل تعیـین درجـه نیـاز بـه بهبـود برای گزینه ها، چارچوب مناسبی برای انتخاب شرکت های دفع پسـماند هـای بیمارسـتانی مـی باشد.

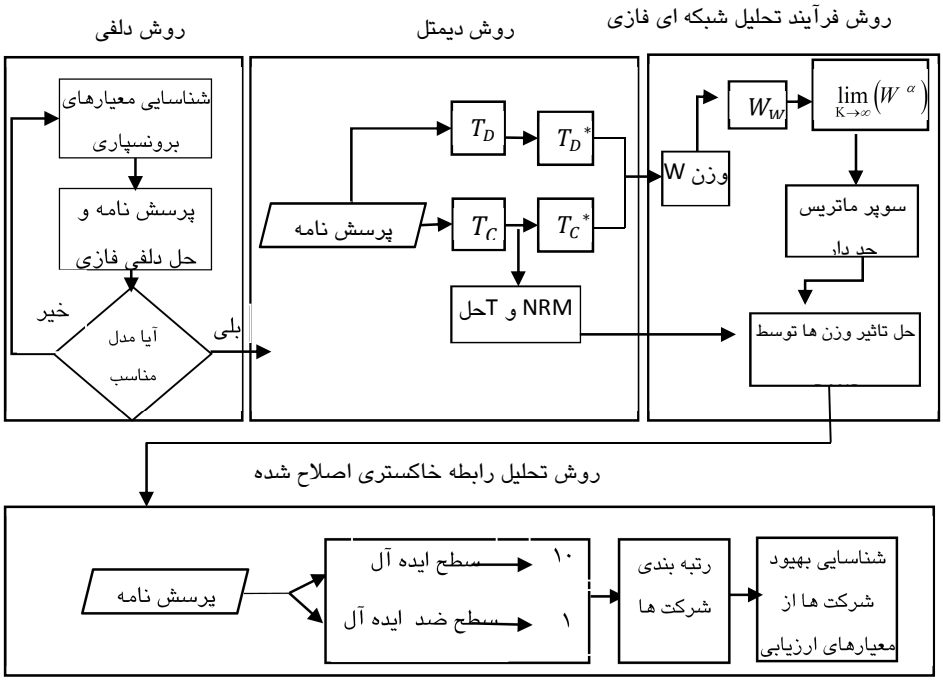
۳- روش‌شناسی پژوهش

هدف این تحقیق انتخاب شرکت مناسب برای برون‌سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی بر اساس معیارهای ارزیابی است. پژوهش حاضر، از نظر هدف کاربردی و از لحاظ روش گردآوری اطلاعات، توصیفی-اکتشافی و حل مسئله از نوع تصمیم‌گیری چند معیارهٔ فازی و تئوری خاکستری است. روش گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای، روش جمع‌آوری داده‌ها میدانی از طریق ابزار پرسش‌نامه است.

جامعه این تحقیق خبرگان است. این خبرگان دارای ویژگی هایی همچون مدیر بیمارستان

بودن، تجربه کافی در زمینه دفع پسماند های پزشکی (حداقل ۱۰ سال)، تحصیلات مرتبط و عالی، علاقه و انگیزه به همکاری که به روش گلوله برفی و دردسترس انتخاب شدند. انتخاب جامعه خبرگان در دو مرحله است. مرحله اول به تعداد ۵ نفر از مدیران بیمارستان ها، ۵ نفر از اساتید مدیریت خدمات بهداشتی، و ۱۰ نفر از مدیران و کارشناسان ارشد و متخصصین وزارت بهداشت و آموزش پزشکی (در مجموع تعداد ۲۰ نفر) برای غربالگری معیارهای ارزیابی برون-سپاری که با محقق همکاری کردند، انتخاب شدند. در مرحله دوم برای حل نهایی تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به روش های تصمیم گیری چند معیاره به تعداد ۱۰ نفر از مدیران و کارشناسان ارشد و متخصصین وزارت بهداشت و آموزش پزشکی که در زمینه فعالیت های شرکت های برونسپاری اطلاع کافی داشتند، انتخاب شدند. خبرگان نفراتی بودند که محقق به آن ها دسترسی داشت.

در بین روش‌های تصمیم گیری چند معیاره، از روش فرآیند تحلیل شبکه ای بر مبنای دیمتل فازی و تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده برای انتخاب شرکت‌های دفع پسماندهای بیمارستانی استفاده شده است. استفاده از تکنیک دیمتل برای ساختن نقشه شبکه روابط و تعیین روابط تأثیرگذار موجود بین معیارها و زیرمعیارها بسیار مفید می باشد چرا که به تصمیم گیرندگان کمک خواهد کرد تا معیارهای ضعیف و تاثیرپذیر را شناسایی و آن را از طریق روابط مشخص شده بهبود دهند. از روش تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده برای کشف شکاف و فاصله عملکرد گزینه ها از معیارهای ارزیابی، و همچنین درجه (میزان) نیاز به بهبود گزینه ها استفاده می شود. این بهبود از طریق نقشه شبکه روابط مشخص شده توسط تکنیک دیمتل صورت می پذیرد. به طور کلی روش فرآیند اجرای مدل ترکیبی در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱. فرآیند اجرای مدل ترکیبی تصمیم گیری چند معیاره

دیمتل روشی جامع برای طراحی و تحلیل نقشهٔ شبکه روابط میان عوامل یک سیستم پیچیده است. گام‌های این روش طبق به شرح زیر است [۲۳]:

گام ۱: ایجاد ماتریس روابط مستقیم فازی از طریق تعیین تأثیر معیار i بر j.

گام ۲: نرمال‌سازی ماتریس روابط مستقیم از طریق روابط۱و ۲:

رابطه ۱) $$\tilde{X} = K.\tilde{X}$$

رابطه ۲) $$k = min\left[\frac{1}{max_{1\le i\le n}\sum_{j=1}^{n}\tilde{A}_{ij}}, \frac{1}{max_{1\le i\le n}\sum_{i=1}^{n}\tilde{A}_{ij}}\right] \quad i,j = 1,2\dots n$$

گام ۳: محاسبهٔ ماتریس روابط کلی با رابطه ۳.

رابطه ۳) $$\tilde{T} = \tilde{X}(I-\tilde{X})^{-1}$$

از طریق روابط ٤ تا ٦ : $\widetilde{D}$ و $\widetilde{R}$گام ٤: تعیین بردار

رابطه٤) $\tilde{T} = [\tilde{t}_{ij}]n \times n, \qquad i,j = 1,2 \dots n$

رابطه ٥) $\tilde{R} = \left[\sum_{j=1}^{n} \tilde{t}_{ij}\right] = [\tilde{t}_i]\, n \times 1$

رابطه ٦) $\widetilde{D} = \left[\sum_{i=1}^{n} \tilde{t}_{ij}\right] = [\tilde{t}_j] 1 \times n$

گام٥: محاسبه $(\widetilde{R} + \widetilde{D})$ و $(\widetilde{R} - \widetilde{D})$ و ترسیم نقشه روابط تأثیرات در محور مختصات.

سپس، برای حل فرآیند تحلیل شبکه ای فازی بر اساس دیمتل در ابتدا سوپر ماتریس موزون که از طریق ماتریس روابط کلی دیمتل به دست آمده از طریق رابطۀ ۷ نرمالیزه می شود تا سوپر ماتریس غیر وزنی معیارها (T_c^{α}) تشکیل گردد [٢٤]:

رابطه ۷) $d_{ci}^{11} = \sum_{j=1}^{m_1} T_{cij}^{11}, \qquad \text{i= 1, 2... m}_1$

$$T_c^{\alpha 11} = \begin{bmatrix} t_{c11}^{11}/d_{c1}^{11} & \cdots & t_{c1j}^{11}/d_{c1}^{11} & \cdots & t_{c1m_1}^{11}/d_{c1}^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{ci1}^{11}/d_{ci}^{11} & \cdots & t_{c11}^{11}/d_{ci}^{11} & \cdots & t_{cim_1}^{11}/d_{ci}^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{cm_1 1}^{11}/d_{cm_1}^{11} & \cdots & t_{cm_1 j}^{11}/d_{cm_1}^{11} & \cdots & t_{cm_1 m_1}^{11}/d_{cm_1}^{11} \end{bmatrix}$$

سوپر ماتریس موزون W^c به صورت رابطه ۸ تشکیل می‌گردد:

رابطه ۸) $$W^a = \begin{bmatrix} W^{11} & \cdots & W^{i1} & \cdots & W^{n1} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ W^{1j} & \cdots & W^{ij} & \cdots & W^{nj} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ W^{1n} & \cdots & W^{in} & \cdots & W^{nn} \end{bmatrix}$$

درنهایت، سوپر ماتریس موزون از طریق رابطه‌ی $\mathbf{lim}_{\mathbf{K}\to\infty}(\boldsymbol{W}^{\boldsymbol{\alpha}})^{\boldsymbol{K}}$ همگرا شده تا سوپر ماتریس حددار تشکیل شود و سپس اوزان نهایی از طریق روش فرآیند تحلیل شبکه ای فازی بر اساس دیمتل فازی به دست می‌آمد.

در این تحقیق به دلیل نبود رابطه بین گزینه ها (شرکت های دفع پسماندهای بیمارستانی) در ساختار شبکه ای، از سایر روش ها مانند تحلیل رابطه خاکستری برای رتبه بندی گزینه ها

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری ـــ

استفاده شده است. روش خاکستری برای پردازش داده‌های غیردقیق، ذهنی و غیرقطعی مفید و منطقی است [۲۵]. به دلیل سادگی محاسبات اعداد خاکستری نسبت به فازی، از روش های خاکستری بیشتر استفاده می شود. روش تحلیل رابطه خاکستری گزینه‌ها را با توجه به اهمیت و درجهٔ سودمندی آن‌ها را به صورت درصد نشان می‌دهد [۲۶].

برای رتبه‌بندی و انتخاب شرکت‌های دفع پسماندها از روش تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده استفاده شده است. در این روش داده‌ها مجموعه‌ای از سطح ایده‌آل و درجهٔ ضریب شاخص از ارزش عملکردی گزینه‌ها از خیلی ضعیف (۱) الی خیلی خوب (۱۰) مشخص می‌شود. بنابراین در این تحقیق عدد ۱۰ سطح ایده‌آل و عدد ۱ سطح ضد ایده‌آل در نظر گرفته می‌شود. در حالی که در روش‌های سنتی بیشترین مقدار ارزیابی شده به عنوان مبنا برای تصمیم گیری در نظر گرفته می شد و این یک ضعف به شمار می رود چرا که فاصله تا سطح ایده آل را مشخص نمی کند. همچنین در روش ترکیبی تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده درصد نیاز گزینه به بهبود مشخص می‌شود که این مزایا در روش‌های سنتی ارائه شده توسط محققین نادیده گرفته شده است که در این تحقیق به آن پرداخته شده است.

گام های روش تحلیل رابطه خاکستری به صورت زیر می باشد [۲۷]:

گام ۱. نرمالیزه ماتریس تصمیم از طریق روابط ۹:

رابطه ۹)

$$\left.\begin{aligned} \overline{l}_{kj} &= \frac{l_{kj}}{u_j^{aspire} - u_j^{worst}}; \\ \overline{u}_{kj} &= \frac{u_{kj}}{a_j^{aspire} - u_j^{worst}}; k = ۱,۲,....,m; j = ۱,۲,....,n \\ \overline{u}_j^{aspire} &= ۱; \overline{u}_j^{worst} = o \end{aligned}\right\}$$

گام ۲. محاسبه ضرایب رابطه خاکستری. ضریب رابطه خاکستری با رابطه ۱۰ تعریف می شوند:

رابطه ۱۰)

$$r\left(\overline{u}_j^{aspire}, \overline{l}_{kj}\right) = \frac{\min_k \min_j \left|\overline{u}_j^{aspire} - \overline{l}_{kj}\right| + \varsigma \max_k \max_j \left|\overline{u}_j^{aspire} - \overline{l}_{kj}\right|}{\left|\overline{u}_j^{aspire} - \overline{l}_{kj}\right| + \varsigma \max_k \max_j \left|\overline{u}_j^{aspire} - \overline{l}_{kj}\right|},$$

$$r\left(\overline{u}_j^{aspire}, \overline{u}_{kj}\right) = \frac{\min_k \min_j \left|\overline{u}_j^{aspire} - \overline{u}_{kj}\right| + \varsigma \max_k \max_j \left|\overline{u}_j^{aspire} - \overline{u}_{kj}\right|}{\left|\overline{u}_j^{*} - \overline{l}_{kj}\right| + \varsigma \max_k \max_j \left|\overline{u}_j^{aspire} - \overline{u}_{kj}\right|},$$

محمود مدیری ـــ

گام ۳. محاسبه درجه رابطه خاکستری .درجه رابطه خاکستری با رابطه ۱۱ تعریف می شوند:

$$\gamma\left(\left(u^{aspire},\overline{l}_k\right);\left(u^{aspire},\overline{u}_k\right)\right)=\sum_{j=1}^{n}w_j\left(\gamma\left(\overline{u}_j^{aspire},\overline{l}_{kj}\right)\right);\gamma(\overline{u}_j^{aspire},\overline{u}_{kj})),$$

رابطه ۱۱)

گام ٤. محاسبه ارزش اهمیت Q_k

بعد از محاسبات، مقدار Q_k که بیشترین داشته باشد رتبه اول را کسب می کند.

۴- یافته‌ها

با مروری بر ادبیات نظری تحقیق معیارهای انتخاب شرکت دفع پسماندها شناسایی شد که در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده برای برونسپاری دفع پسماندهای بیمارستانی

معیار	زیرمعیار	منبع
مالی	تخفیفات بلند مدت	[۹]، [۱٤]، [٥]، [۷]
	قیمت پیشنهادی	[۳]، [۹]، [۱٤]، [۷]، [۸]
	قدرت مالی	[٥]، [۷]
	شرایط پرداخت	[۷]، [۹]
صلاحیت	مجوزها و استانداردها	[٥]، [۱۰]
	دانش فنی و مدیریتی	[۸]، [۹]، [۱۳]
	شهرت	[۹]
	تعهد	[۸]، [۹]
	سیستم های اطلاعاتی مدیریت	[۱۳]
تجهیزات	قابلیت امکانات و تجهیزات	[۱٤]، [٥]، [۷]، [۱۰]، [۱۱] ، [۹]، [۱۲]
	ظرفیت تجهیزات	[۹]، [۱۰]
	زیرساخت های مناسب	[۹]
	قابلیت تکنولوژی	[۹]
زیست محیطی	لجستیک سبز	نظرات خبرگان
	کنترل آلودگی	نظرات خبرگان

معیار	زیرمعیار	منبع
	مدیریت/حفاظت زیست محیطی	[۱۳]
	مدیریت خطرات زیست محیطی	نظرات خبرگان
	مصرف منابع	نظرات خبرگان
قابلیت خدمات	کیفیت خدمات	[۵]، [۷]، [۹]
	پاسخگویی در خدمات	[۵]، [۷]، [۹]
	انعطاف پذیری در خدمات	[۵]، [۷]، [۹]
	خدمات به موقع	[۵]، [۷]، [۹]
	ظرفیت خدمات	[۷]، [۱۰]

سپس پرسش‌نامه‌ای با طیف پنج گزینه‌ای لیکرت به اعضای گروه خبرگان به تعداد ۲۰ نفر ارسال و میزان موافقت آن‌ها با هرکدام از معیارها اخذ شده و نقطه نظرات پیشنهادی و اصلاحی آن‌ها جمع‌بندی شد. در دور اول خبرگان معیار «زیست‌محیطی» را به همراه زیرمعیارهای «لجستیک سبز»، «کنترل آلودگی»، «مدیریت خطرات زیست‌محیطی»، و «مصرف منابع» به مدل اضافه کردند. در مرحله بعدی نظرسنجی، زیرمعیارهایی که اختلاف نظر خبرگان بین دو مرحله کمتر از حد آستانه ۰/۲ بود توقف گردید. در این مرحله زیرمعیارهای «ظرفیت خدمات»، «سیستم های اطلاعاتی مدیریت»، و «مصرف منابع» که میانگین غیرفازی شده نظرات خبرگان کمتر از ۸ بود از مدل مفهومی تحقیق حذف شد و مابقی زیر معیارها تأیید شدند. بنابراین در سه دور نظرخواهی به روش دلفی فازی، ۵ معیار به همراه ۲۰ زیرمعیار برای ارزیابی و انتخاب شرکت دفع پسماندها بومی سازی و انتخاب شد. سپس میانگین حسابی نظرات فازی ۱۰ خبره از میزان تأثیر معیار سطر i بر معیار ستون j محاسبه و در نهایت شدت اثرگذاری و اثرپذیری معیارها و زیرمعیارها به‌دست آمد.

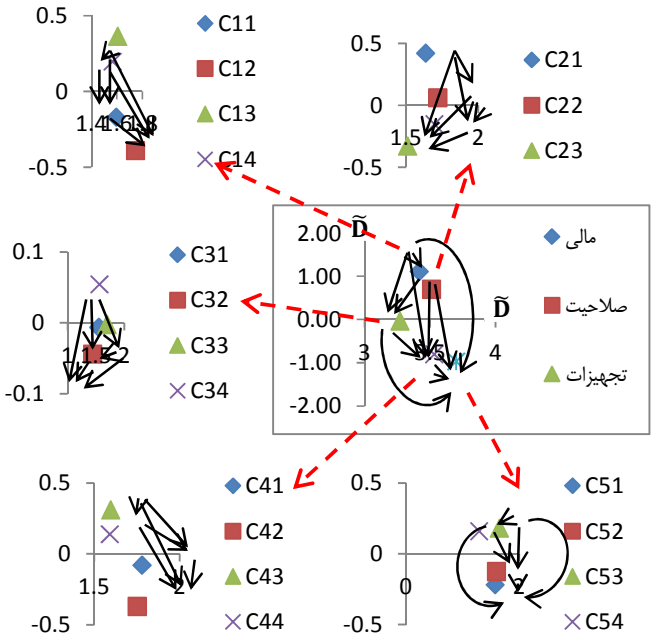
جدول ۳ معیارها و زیرمعیارهای تاثیرگذار($\widetilde{\mathbf{D}}$)، تاثیرپذیر ($\widetilde{\mathbf{R}}$)، تعامل $(\widetilde{\mathbf{D}}+\widetilde{\mathbf{R}})$ و اثرگذاری/اثرپذیری خالص $(\widetilde{\mathbf{D}}-\widetilde{\mathbf{R}})$ بین معیارهای اصلی و زیر معیارها را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج جدول ۳، در بین معیارهای اصلی بزرگترین $\widetilde{\mathbf{D}}+\widetilde{\mathbf{R}}$ مربوط به معیار «قابلیت خدمات» می‌باشد که تعامل زیادی با معیارهای دیگر دارد و کمترین $\widetilde{\mathbf{D}}+\widetilde{\mathbf{R}}$ مربوط به معیار «تجهیزات» می‌باشد که کمترین تعامل را با سایر معیارها دارد. معیار «مالی» با بزرگترین $\widetilde{\mathbf{D}}-\widetilde{\mathbf{R}}$ برابر با ۱/۱۱۱ تأثیرگذارترین و «قابلیت خدمات» با کمترین $\widetilde{\mathbf{D}}-\widetilde{\mathbf{R}}$ برابر با ۰/۹۷

تأثیرپذیرترین معیار می باشد. نقشهٔ شبکهٔ روابط از طریق رسم نقاطی با مختصات $\widetilde{\mathbf{R}} + \widetilde{\mathbf{D}}$ و $\widetilde{\mathbf{D}} - \widetilde{\mathbf{R}}$ ترسیم شد. شکل ۱ نقشهٔ شبکهٔ روابط بین معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی در دفع پسماندهای بیمارستانی را نشان می‌دهد. در این تصویر جهت تاثیرگذاری از طریق پیکان مشخص شده است. بر اساس نتایج شکل ۱، در بین معیارهای اصلی معیار «مالی» بر «صلاحیت»، «تجهیزات»، «زیست محیطی» و «قابلیت خدمات» اثرگذار می‌باشد.

جدول ۲. مقادیر $\widetilde{\mathrm{D}}$، $\widetilde{\mathrm{R}}$ ، $(\widetilde{\mathrm{D}} + \widetilde{\mathrm{R}})$ و $(\widetilde{\mathrm{D}} - \widetilde{\mathrm{R}})$

معیار/زیرمعیار	$\widetilde{\mathbf{D}}$	$\widetilde{\mathbf{R}}$	$\widetilde{\mathbf{D}} + \widetilde{\mathbf{R}}$	$\widetilde{\mathbf{D}} - \widetilde{\mathbf{R}}$	نتیجه
مالی	۲/۲۶۴	۱/۱۵۳	۳/۴۱۷	۱/۱۱۱	اثرگذار
تخفیفات بلند مدت	۰/۷۱۳	۰/۸۸۴	۱/۵۹۶	۰/۱۷۱ −	اثرپذیر
قیمت پیشنهادی	۰/۶۷۹	۱/۰۶۹	۱/۷۴۸	۰/۳۹ −	اثرپذیر
قدرت مالی	۰/۹۸۶	۰/۶۲۲	۱/۶۰۸	۰/۳۶۳	اثرگذار
شرایط پرداخت	۰/۸۸۳	۰/۶۸۵	۱/۵۶۸	۰/۱۹۷	اثرگذار
صلاحیت	۲/۱۰۵	۱/۴۰۸	۳/۵۱۳	۰/۶۹۷	اثرگذار
مجوزها و استانداردها	۱/۰۲۸	۰/۶۰۹	۱/۶۳۸	۰/۴۱۹	اثرگذار
دانش فنی و مدیریتی	۰/۸۹۱	۰/۸۳	۱/۷۲۱	۰/۰۶۲	اثرگذار
شهرت	۰/۵۹۲	۰/۹۲	۱/۵۱۲	۰/۳۲۸ −	اثرپذیر
تعهد	۰/۷۷۲	۰/۹۲۵	۱/۶۹۷	۰/۱۵۳ −	اثرپذیر
تجهیزات	۱/۶۱۸	۱/۶۵۴	۳/۲۷۲	۰/۰۴ −	اثرپذیر
قابلیت امکانات و تجهیزات	۰/۷۷۲	۰/۷۷۸	۱/۵۵	۰/۰۰۷ −	اثرپذیر
ظرفیت تجهیزات	۰/۶۹۹	۰/۷۴۴	۱/۴۴۳	۰/۰۴۴ −	اثرپذیر
زیرساخت های مناسب	۰/۸۴۵	۰/۸۴۸	۱/۶۹۴	۰/۰۰۳ −	اثرپذیر
قابلیت تکنولوژی	۰/۸۰۹	۰/۷۵۵	۱/۵۶۴	۰/۰۵۴	اثرگذار
زیست محیطی	۱/۳۶۴	۲/۱۶۹	۳/۵۳۳	۰/۸۱ −	اثرپذیر
لجستیک سبز	۰/۸۵۱	۰/۹۳۱	۱/۷۸۲	۰/۰۷۹ −	اثرپذیر
کنترل آلودگی	۰/۶۹۱	۱/۰۶۱	۱/۷۵۲	۰/۳۷۱ −	اثرپذیر
مدیریت/حفاظت زیست محیطی	۰/۹۵۵	۰/۶۴۴	۱/۵۹۹	۰/۳۱	اثرگذار

معیار/زیرمعیار	$\tilde{D}$	$\tilde{R}$	$\tilde{D}+\tilde{R}$	$\tilde{D}-\tilde{R}$	نتیجه
مدیریت خطرات زیست محیطی	۰/۸٦٦	۰/۷۲۷	۱/۵۹۳	۰/۱۳۹	اثرگذار
قابلیت خدمات	۱/۳٦۷	۲/۳۳٤	۳/۷۰۱	- ۰/۹۷	اثرپذیر
کیفیت خدمات	۰/٦۸	۰/۸۹۷	۱/۵۷۷	- ۰/۲۱۸	اثرپذیر
پاسخگویی در خدمات	۰/۷۳۹	۰/۸٦۳	۱/٦۰۲	- ۰/۱۲٤	اثرپذیر
انعطاف پذیری در خدمات	۰/۹۱۷	۰/۷۳۵	۱/٦۵۲	۰/۱۸۲	اثرگذار
خدمات به موقع	۰/۷۲۷	۰/۵٦۸	۱/۲۹۵	۰/۱۵۹	اثرگذار



شکل ۲. نقشهٔ شبکهٔ روابط بین معیارها و زیرمعیارها

سپس سوپر ماتریس موزون به دست آمد. این عمل از طریق نرمالیزه کردن ماتریس روابط کلی معیارها و زیرمعیارهای دیمتل فازی و ضرب آن ها بر اساس رابطه ۷، سوپرماتریس موزون

به‌دست آمد. در ادامه سوپر ماتریس موزون همگرا شد و ماتریس حد دار تشکیل و وزن معیارها و زیرمعیارها حاصل شد که در جدول ٤ آمده است. بر اساس نتایج جدول ٤، معیار «قابلیت خدمات» بیش‌ترین وزن برابر با ۰/۳۰۲ در بین معیارهای اصلی دارد و اولویت اول را کسب کرد. در بین تمامی زیرمعیارهای ارزیابی، «پاسخگویی در خدمات» با وزن ۰/۰۹۱۲ اولویت اول، «کیفیت خدمات» با وزن ۰/۰۸۸۱ اولویت دوم و «کنترل آلودگی» با وزن ۰/۰۸٤٥ اولویت سوم دارد و سایر زیرمعیارها اولویت بعدی را کسب کردند. در بین زیرمعیارهای زیست محیطی، زیرمعیار «کنترل آلودگی» با وزن ۰/۳۲۲ بیشترین اهمیت را دارد. همچنین زیرمعیار «زیرساخت های مناسب» با وزن ۰/۲٦٤ اولویت اول در تجهیزات کسب کرد. به نظر خبرگان شرکت دفع پسماندها باید «تعهد» داشته و دارای بیشترین وزن برابر با ۰/۲۷۷ می‌باشد. در نهایت «قیمت پیشنهادی» در معیار مالی دارای بیشترین اهمیت و وزنی برابر با ۰/۳۲ دارد.

جدول ۳. وزن و اولویت معیارها و زیرمعیارهای برون‌سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی

وزن و اولویت معیارها	زیرمعیارها	وزن و اولویت نسبی زیر معیارها	وزن و اولویت نهایی زیر معیارها
مالی	تخفیفات بلند مدت	۰/۲۷۱ (۲)	۰/۰۳٤٤ (۱۸)
۰/۱۲۷ (٥)	قیمت پیشنهادی	۰/۳۲۱ (۱)	۰/۰٤۰٦ (۱۱)
	قدرت مالی	۰/۲۰۲ (٤)	۰/۰۲٥٥ (۱۹)
	شرایط پرداخت	۰/۲۰٦ (۳)	۰/۰۲٦۱ (۲۰)
صلاحیت	مجوزها و استانداردها	۰/۱۹۸ (٤)	۰/۰۲۷٤ (۱۷)
۰/۱۳۸ (٤)	دانش فنی و مدیریتی	۰/۲٦٥ (۲)	۰/۰۳٦۷ (۹)
	شهرت	۰/۲٥۹ (۳)	۰/۰۳٥۹ (۱٥)
	تعهد	۰/۲۷۷ (۱)	۰/۰۳۸٤ (۱۰)
تجهیزات	قابلیت امکانات و تجهیزات	۰/۲٤۱ (٤)	۰/۰٤۱۱ (۱٦)
۰/۱۷۱ (۳)	ظرفیت تجهیزات	۰/۲٤۳ (۳)	۰/۰٤۱٥ (۱٤)
	زیرساخت های مناسب	۰/۲٦٤ (۱)	۰/۰٤٥۱ (۱۲)
	قابلیت تکنولوژی	۰/۲٥۳ (۲)	۰/۰٤۳۲ (۱۳)
زیست محیطی	لجستیک سبز	۰/۲۷۳ (۲)	۰/۰۷۱۷ (٥)
۰/۲٦۳ (۲)	کنترل آلودگی	۰/۳۲۲ (۱)	۰/۰۸٤٥ (۳)
	مدیریت/حفاظت زیست محیطی	۰/۱۹۳ (٤)	۰/۰٥۰۷ (۷)

وزن و اولویت معیارها	زیرمعیارها	وزن و اولویت نسبی زیر معیارها	وزن و اولویت نهایی زیر معیارها
	مدیریت خطرات زیست محیطی	(۳) ۰/۲۱۲	(٦) ۰/۰۵۵۷
قابلیت خدمات	کیفیت خدمات	(۲) ۰/۲۹۲	(۲) ۰/۰۸۸۱
(۱) ۰/۳۰۲	پاسخگویی در خدمات	(۱) ۰/۳۰۲	(۱) ۰/۰۹۱۲
	انعطاف پذیری در خدمات	(۳) ۰/۲۳٦	(٤) ۰/۰۷۱۳
	خدمات به موقع	(٤) ۰/۱٦۹	(۸) ۰/۰۵۰۹

چهار شرکت دارای مجوز فعالیت از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی برای برون-سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی بودند که در این تحقیق به عنوان گزینه رتبه‌بندی شدند. برای رتبه‌بندی این شرکت‌ها بر اساس معیارهای برون‌سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی، خبرگان عملکرد هر یک از شرکت ها را در طیف خیلی‌ضعیف (۱) و خیلی‌خوب (۹) در پرسش-نامه مشخص کردند. میانگین هندسی نظرات برای تجمیع محاسبه و ماتریس تصمیم خاکستری تشکیل شد. سپس با توجه به منفی بودن معیار «قیمت پیشنهادی» و مثبت بودن سایر معیارها ضریب رابطه خاکستری محاسبه شد و فاصلهٔ هر گزینه از معیار ارزیابی به‌دست آمد. جدول ٦ نتایج محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول ۴. ارزش‌های فاصله‌های خاکستری برای هر شرکت مربوط به هر زیرمعیار ارزیابی

زیرمعیارها	(عملکرد) و فاصله			
	A_1	A_2	A_3	A_4
تخفیفات بلند مدت	۰/۵۸٤ (٦/۹–۷/۹)	۰/۵٦۹ (۷–۸)	۰/٦٦۳ (۷/٦–۸/٦)	۰/٦٤ (۷/٤–۸/٤)
قیمت پیشنهادی	۰/۳۸۷ (٦/۳–۷/۳)	۰/۳۵۹ (۷–۸)	۰/٤۱۷ (۵/٦–٦/٦)	۰/۳۵ (۷/۲–۸/۲)
قدرت مالی	۰/۵۱۸ (٦/۱–۷/۱)	۰/۵۷۸ (٦/۸–۷/۸)	۰/٤۰۹ (٤/۲–۵/۲)	۰/۵۳۷ (٦/۳–۷/٤)
شرایط پرداخت	۰/۳۸۳ (۳/٦–٤/٦)	۰/۳٦۱ (۲/۹–٤/۲)	۰/۵۱۸ (٦/۱–۷/۱)	۰/٤۵۹ (۵/۲–٦/۲)
مجوزها و استانداردها	۰/٤٦٦ (۵/۳–٦/۳)	۰/٤۳٤ (٤/۷–۵/۸)	۰/٤۸٤ (۵/٦–٦/٦)	۰/٤۵۸ (۵/۱–٦/۲)
دانش فنی و مدیریتی	۰/۳۵۳ (۲/۷–۳/۹)	۰/٤۸٤ (۵/٦–٦/٦)	۰/٤٤٤ (٤/۹–۵/۹)	۰/۳۹۵ (۳/۹–٤/۹)
شهرت	۰/٤٦٦ (۵/۳–٦/۳)	۰/٤٤٤ (٤/۹–۵/۹)	۰/٤٦۳ (۵/۲–٦/۳)	۰/٦۲۰ (۷/۲–۸/۲)
تعهد	۰/۵٦۳ (٦/٦–۷/۷)	۰/۳۹۳ (۳/۷–۵)	۰/۸۹۲ (۹–۱۰)	۰/٤۷۹ (۵/۵–٦/۵)
قابلیت امکانات و تجهیزات	۰/٤۱۷ (٤/٤–۵/٤)	۰/٤۹۹ (۵/۸–٦/۸)	۰/٤۵۹ (۵/۲–٦/۲)	۰/٤۸٤ (۵/٦–٦/٦)

زیرمعیارها	(عملکرد) و فاصله			
	A_1	A_2	A_3	A_4
ظرفیت تجهیزات	۰/٤٦٦ (٥/۳-٦/۳)	۰/٤۳٤ (٤/۷-٥/۸)	۰/٥۰۷ (٥/۹-۷)	۰/۸۹۲ (۹-۱۰)
زیرساخت های مناسب	۰/٤٥ (٥-٦/۱)	۰/٤٦٦ (٥/۳-٦/۳)	۰/٤۳٤ (٤/۷-٥/۸)	۰/٥۳۱ (٦/۳-۷/۳)
قابلیت تکنولوژی	۰/۷٥٦ (۸/۳-۹/۳)	۰/٥۷۸ (٦/۸-۷/۸)	۰/٤۸۸ (٥/٦-٦/۷)	۰/٤۳٤ (٤/۷-٥/۸)
لجستیک سبز	۰/۳۹۹ (٤-٥)	۰/۳۷ (۳/۳-٤/۳)	۰/٤۰۹ (٤/۲-٥/۲)	۰/٤۹۹ (٥/۸-٦/۸)
کنترل آلودگی	۰/۳۸۸ (۳/٦-٤/۹)	۰/۳٦۸ (۳/۱-٤/٤)	۰/۳٦۸ (۳/۱-٤/٤)	۰/٦٦۳ (۷/٦-۸/٦)
مدیریت/حفاظت زیست محیطی	۰/٥۷۸ (٦/۸-۷/۸)	۰/٤۳٤ (٤/۷-٥/۸)	۰/٥۳۱ (٦/۳-۷/۳)	۰/۷٥٦ (۸/۳-۹/۳)
مدیریت خطرات زیست محیطی	۰/٤٥ (٥-٦/۱)	۰/٤٥ (٥-٦/۱)	۰/٤۲۹ (٤/٦-٥/٦)	۰/٤۸۸ (٥/٦-٦/۷)
کیفیت خدمات	۰/٤٦٦ (٥/۳-٦/۳)	۰/٥۳۱ (٦/۳-۷/۳)	۰/۸۹۲ (۹-۱۰)	۰/٦۲ (۷/۲-۸/۲)
پاسخگویی در خدمات	۰/٥۷۸ (٦/۸-۷/۸)	۰/٤٤۸ (٥-٦)	۰/٤۸٤ (٥/٦-٦/٦)	۰/٤٤۸ (٥-٦)
انعطاف پذیری در خدمات	۰/۳۷٥ (۳/۳-٤/٦)	۰/٤٦٦ (٥/۳-٦/۳)	۰/٤۰۹ (٤-٥/٤)	۰/۷٥٦ (۸/۳-۹/۳)
خدمات به موقع	۰/٥۰۷ (٥/۹-۷)	۰/٥۹٦ (۷-۸)	۰/٥۳۱ (٦/۳-۷/۳)	۰/٥۷۸ (٦/۸-۷/۸)
سطح ایده آل	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
سطح ضدایده آل	۱	۱	۱	۱
ضریب رابطه خاکستری	(۰/٤٤۲-۰/٥۰۷)	(۰/٤۳-۰/٤۹)	(۰/٤۷٦-۰/٥٥٤)	(۰/٥۲-۰/٦۱۱)

بر اساس نتایج جدول٦، شرکت A_4 با بیشترین ضریب رابطه خاکستری رتبه اول را کسب کرد. شرکت چهارم از معیار «قیمت پیشنهادی» بیشترین فاصله (۰/۳٥) از سطح ایده آل (۱۰) داشت که شرکت باید به آن توجه کند، که می‌توان از طریق نقشهٔ شبکهٔ روابط قیمت پیشنهادی را بهبود داد. بر اساس نقشهٔ شبکهٔ روابط معیار «قدرت مالی»، «شرایط پرداخت»، «تخفیفات بلند مدت» بر «قیمت پیشنهادی» اثرگذار هستند. همچنین شرکت سوم رتبه دوم را کسب کرد. این شرکت با بیشترین فاصله (۰/۳٦۸) در معیار ارزیابی «مدیریت/حفاظت زیست محیطی» ضعیف بوده و نیاز به بهبود دارد.

در ادامه با محاسبه مقدار ارزشی Q_k برای هر یک از گزینه، درجهٔ سودمندی گزینه‌ها بر اساس آن به‌دست آمد که در آن درجهٔ سودمندی بهترین گزینه از سطح ایده آل صددرصد می‌باشد. این محاسبات در جدول ۷ آمده است. شرکت چهارم توانسته است ٥٦/٥۳ درصد از

ایده آل معیارهای ارزیابی را به خود اختصاص دهد و رتبه اول را کسب کرد. اما این شرکت به طور کامل سودمندی تمام معیارهای ارزیابی را کسب نکرده و ٤٣/٤٧ درصد از سطح ایده آل (۱۰۰) نیاز به بهبود دارد. این شرکت می تواند از طریق روابط مشخص شده در نقشهٔ شبکهٔ روابط و اثرات مشخص شده به روش دیمتل معیارهای ارزیابی خود را بهبود دهد.

جدول ۵. نتیجه تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده و کوپراس برای گزینه ها

شرکت (گزینه‌ها)	درجه سودمندی به درصد	رتبه	درجه نیاز به بهبود تا ۱۰۰ درصد
A_1	٤٧/٤٧	۳	٥٢/٥٣
A_2	٤٦/٠٢	٤	٥٣/٩٨
A_3	٥١/٤٨	۲	٤٨/٥٢
A_4	٥٦/٥٣	۱	٤٣/٤٧

همانگونه که این تحقیق نشان داد در روش تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده درصد نیاز گزینه به بهبود مشخص شده است و می‌توان از طریق روابط مشخص شده به روش دیمتل، معیارهای ارزیابی آن گزینه را بهبود داد. اما در تحلیل رابطه خاکستری سنتی [١٦] گزینهٔ دارای رتبه اول درجهٔ سودمندی ۱۰۰ درصد را کسب می‌کند و درصد نیاز به بهبود آن مشخص نمی‌باشد که در این تحقیق اصلاح شده است و این از نوآوری تحقیق حاضر در حل روش تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده می باشد.

ترکیب تحلیل رابطه خاکستری اصلاح شده یک روش جدید MCDM می باشد، بنابراین باید با سایر روش ها برای قابلیت اعتماد بیشتر مقایسه شود. روش VIKOR، TOPSIS، MOORA ، COPRAS و MAIRCA در منابع به عنوان روش های برجسته برای رتبه بندی گزینه ها ارائه شده است. روش های فوق در مقایسه با روش تحلیل رابطه خاکستری[١] (GRA) اصلاح شده برای مقایسه رتبه بندی با اعداد خاکستری مقایسه شده است. جدول ۸ نتایج رتبه بندی گزینه ها با معیارهای جدول ٤ با استفاده از روش VIKOR، TOPSIS، MOORA ، COPRAS و MAIRCA با اعداد خاکستری نشان می دهد.

جدول ۶. رتبه بندی گزینه ها با استفاده از روش های VIKOR، TOPSIS، MOORA ، MAIRCA و COPRAS با اعداد خاکستری

گزینه	VIKOR		TOPSIS		MOORA		MAIRCA		COPRAS		GRA	
	Q	رتبه	Q	رتبه	Q	رتبه	Q	رتبه	Q	رتبه	Q	رتبه
A_1	۰/٦۸٦	۳	۰/۲۷۲	٤	۰/۲۹٦	۳	۰/۱۷	۳	۹۲/۳	۳	٤۷/٤۷	۳
A_2	۰/۷٤٥	٤	۰/۲٦٤	۳	۰/۲۸۸	٤	۰/۱۸	٤	۸۷	٤	٤٦/۰۲	٤
A_3	۰/٥۷۱	۲	۰/۲٤۹	۲	۰/۳۱٦	۲	۰/۱٤۱	۲	۱۰۰	۱	٥۱/٤۸	۲
A_4	۰/۲٤۹	۱	۰/۲۱٤	۱	۰/۳٦۷	۱	۰/۰۷۹	۱	۹۸/٥	۲	٥٦/٥۳	۱

از جدول ۸ می توان نتیجه گرفت که رتبه بندی روش VIKOR، TOPSIS، MOORA و MAIRCA همانند GRA است، در حالی که برای روش COPRAS کمی متفاوت است. گزینه A_4 در اکثر روش ها رتبه اول را دارد، بنابراین می توان نتیجه گرفت که این گزینه برتر است و رتبه بندی پیشنهاد شده در جدول ۸ تایید شده و قابل اعتماد است.

۵- نتیجه گیری

از آنجایی که پسماند پزشکی به دلیل خطرات احتمالی زیست‌محیطی و خطرات بهداشت عمومی موجب نگرانی های مسئولین می باشد؛ بنابراین، مدیریت و انتخاب شرکت های دفع برونسپاری از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق به تحلیل و بررسی معیارهای ارزیابی در انتخاب شرکت ها و هم چنین مناسب ترین شرکت پرداخته شده است تا نگرش دقیق تری برای تصمیم گیرندگان ارائه دهد.

نتایج دیمتل نشان داد که معیارهای «مالی»، «صلاحیت»، «تجهیزات»، «مسائل زیست-محیطی» و «قابلیت خدمات» به ترتیب در برون‌سپاری دفع پسماند اثرگذار هستند و اولویت در بهبود برون‌سپاری دارند. معیار «قابلیت خدمات» تاثیرپذیرترین می‌باشد. این نتیجه نشان می-دهد که موفقیت یا عدم موفقیت بیمارستان ها در برونسپاری به این رعایت این معیار از طرف شرکت ها می باشد. به دلیل حساسیت بالای مدیریت پسماندهای بیمارستانی، شرکت ها باید کیفیت خدمات مناسب و در چارچوب قانون و استانداردها ارائه دهند به گونه ای که پاسخگوی

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری ـــ
\[
\begin{aligned}
&\text{خواسته های کارفرما بوده و بر اساس نیاز های متعدد و پویای کارفرما، انعطاف پذیر باشند}\\
&\text{و خدمات را با توجه به آلوده بودن پسماندها، به موقع انجام دهند تا محیط زیست آلوده نشود.}\\
&\text{برای بهبود این معیار، باید به معیارهای تاثیرگذار (معیار «مالی») توجه کرد. معیارهای}\\
&\text{تاثیرگذار موجب حل مسئله می‌شود. بنابراین، مدیریت می‌تواند با تخصیص کافی منابع مالی به}\\
&\text{خدمات با قابلیت اطمینان بیشتری دست یابد.}\\
&\text{این معیارها در مطالعات گذشته [۳، ۵، ۷، ۸] نیز مورد تاکید بود. اما آن مطالعات، روابط}\\
&\text{بین این معیارها را تعیین نکرده بودند .در این تحقیق از روش ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه ای بر}\\
&\text{اساس دیمتل فازی برای کاهش این شکاف تحقیقاتی استفاده شده است که از نوآوری تحقیق}\\
&\text{حاضر می باشد. در این روش از خروجی دیمتل (ماتریس روابط کلی) برای تشکیل}\\
&\text{سوپرماتریس در فرآیند تحلیل شبکه ای استفاده شده است که نیاز به پرسش نامه مقایسات}\\
&\text{زوجی طیف ساعتی نمی باشد. این روش مزیت هایی همچون تعداد بسیار کم پرسش نامه و به}\\
&\text{طبع آن پاسخ مناسب خبرگان، صرفه جویی در زمان، کاهش حجم محاسبات و سادگی در حل}\\
&\text{مسئله می باشد.}\\
&\text{نتایج فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی نشان داد که برای انتخاب شرکت دفع پسماند بیمارستانی}\\
&\text{معیار «قابلیت خدمات» اهمیت بیشتری بین معیارهای اصلی برای ارزیابی شرکت‌ها برخوردار}\\
&\text{است. در بین زیرمعیارها، «پاسخگویی در خدمات» اولویت اول را کسب کرد. این نتیجه نشان}\\
&\text{داد که کاهش بار مالی و افزایش قابلیت خدمات از اهداف بیمارستان ها در برون سپاری دفع}\\
&\text{پسماندهای بیمارستانی است. مدیران انتظار دارند که شرکت انتخاب شده باید در ارائه خدمات}\\
&\text{خوب، پاسخگو باشد.}\\
&\text{همچنین رتبه بندی شرکت ها با سایر تکنیک ها و مقایسه آن با تحلیل رابطه خاکستری}\\
&\text{اصلاح شده نشان داد که روش پیشنهادی دارای اعتماد بالایی می باشد و علاوه بر کسب نتایج}\\
&\text{مشابه، ضعف های سایر تکنیک های رتبه بندی را از طریق تعیین فاصله عملکرد گزینه ها تا}\\
&\text{سطح عملکرد و تعیین درجه نیاز به بهبود را، برطرف می کند که از نوآوری تحقیق حاضر می}\\
&\text{باشد. به طور مثال، تحقیق حاضر نشان داد که شرکت } A_4 \text{ اگرچه رتبه اول را کسب کرد اما از}\\
&\text{لحاظ معیار قیمت پیشنهادی، قابلیت تکنولوژی، دانش فنی و مدیریتی، و پاسخگویی در خدمات}\\
&\text{ضعیف بوده و این معیارها رتبه‌های کمتری در این شرکت دارد. اما در معیارهای ظرفیت}
\end{aligned}
\]

تجهیزات، مدیریت/حفاظت زیست محیطی، انعطاف‌پذیری در خدمات، کنترل آلودگی قوی بوده و بیشترین رضایت از لحاظ معیارهای ارزیابی کسب کرده است. برای اجرای موفق برون‌سپاری دفع پسماندهای بیمارستانی، قبل از واگذاری فعالیت دفع و همزمان، به فکر بهبود نظام مدیریت دفع پسماند و ایجاد ظرفیت‌های لازم در دفع پسماند بود

برای پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌شود بیمارستان‌هایی که خود قصد امحاء پسماند بیمارستانی را دارند به رتبه بندی روش‌های امحاء بپردازند.

۶- پی‌نوشت‌ها

1. Grey Relational Analysis

۷- منابع

[1] Jaafari, J., Dehghani, M.H., Hoseini, M. & Safari, G.H. Investigation of hospital solid waste management in IRAN. *World Review of Science, Technology and Sust*, 12(2), 2015, 111-125.

[2] Almuneef, M. & Memish, Z.A, Effective medical waste management: it can be done. *American Journal of Infection Control*, 31(3), 2003, 188–192.

[3] Thakur, V. & Ramesh, A., Selection of waste disposal firms using grey theory based multi-criteria decision making technique. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 189, 2015, 81-90.

[4] 4 . Zazouli, M. & Bagheri Ardebilian, M. Survey of hospital waste management, case study: State hospitals of ARDABIL city. *Journal of Health*, 1(2), 2010, 24-34.

[5] Hsu, P.F., Wu, C.R. & Li, Y.T. Selection of infectious medical waste disposal firms by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis. *Waste Management*, 28(8), 2008, 1386–1394.

[6] Marinkovic, N., Vitale, K., Holcer, N.J., Dzˇakula, A. & Pavic´, T. Management of hazardous medical waste in Croatia. *Waste Management*, 28, 2008, 1049 1056.

[7] Buyukozkan, G. & Gocer, F. Selection of medical waste logistic firms by using AHP-TOPSIS methodology. *International Journal of Biology and Biomedicine*, 1, 2016, 14-18.

[8] Ho, C.C. Optimal evaluation of infectious medical waste disposal using the fuzzy analytic hierarchy process. *Waste Management*, 31(7), 2001, 1553-1562.

[9] Pan, T.Y. and Chen, J.L. A study on the treatment of the medical wastes. *Chia Nan Annual Bulletin*, 23, 1997, 96–107.

[10] Fu, S.Q., Manage of medical waste. *Bimonthly Journal of Research and Evaluation*, 1998. 22(5): p. 100–104.

[11] Gu, Y.J. & Pan, J.C. The Question of the infectious waste and management countermeasure. *Highlight of Industrial Pollution Control*, 135(12), 1999, 138–151.

[12] 12. Chen, Y.R. Discussion of medical and industrial waste treatment policy. *Chinese Journal of Public Health*, 19(4), 2000, 303–308.

[13] Yang, C.Y., Chen, R.F., Ye, Q.H. & Zeng, D.W. Solve the method of medical waste effectively. *Taiwan Medical Journal*, 45(7), 2002, 55–56.

[14] Hsiao, K.W., Yang, Y.C., Hong, J.J., Tam, S.C. & Tan, C.H. A study of the disposal ways and fees of medical waste in Taiwan hospitals. *Journal of Healthcare Management*, 5(1), 2004, 79–100.

[15] Kaya, I. Evaluation of outsourcing alternatives under fuzzy environment for waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 60, 2012, 107–118.

[16] Hsu, C.C., Liou, J.J. & Chuang, Y.C. Integrating DANP and modified grey relation theory for the selection of an outsourcing provider. *Expert Systems with Applications*, 40, 2013, 2297–2304.

[17] Yeh, T. M., & Huang, Y. L. Factors in determining wind farm location: Integrating GQM, fuzzy DEMATEL, and ANP. *Renewable Energy*, 66, 2014, 159-169.

محمود مدیری ـــ

based on Iran. *Economics and Management*, 14 (4), 2011, 6–21.

[26] Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., Tamosaitiene, J. & Kalibatas, D. Assessment of the indoor environment of dwelling houses by applying the COPRAS-G method : Lithuania case study. *Environmental Engineering and Management Journal*, 10 (5), 2011, 637–647.

[27] Liou, J., Tamošaitienė, J., K. Zavadskas, E., & Tzeng, G. H. New hybrid COPRAS-G MADM Model for improving and selecting suppliers in green supply chain management. *International Journal of Production Research*, 24(1), 2015, 114-134.