



Research Article

## A Model for Optimization of Knowledge Management Outsourcing Decision Using Genetic Algorithm

Ameneh Khadivar<sup>1\*</sup>  Fatemeh Abbasi<sup>2</sup>  Sheyda Akbarian<sup>3</sup> 

1. Associate Professor, Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: [a.khadivar@alzahra.ac.ir](mailto:a.khadivar@alzahra.ac.ir)

2. Assistant Professor, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: [f\\_abbasi@sbu.ac.ir](mailto:f_abbasi@sbu.ac.ir)

3. Master of Management of Information Technology, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: [sheyda.akbariyan@gmail.com](mailto:sheyda.akbariyan@gmail.com)

Received: 19 December 2024; Revised: 15 March 2025; Accepted: 24 June 2025; Published: 24 June 2025

### Abstract

**Purpose:** The purpose of this study is to develop an optimization model for knowledge management outsourcing using a genetic algorithm. This research aims to provide a framework for evaluating and selecting knowledge management service providers, enhancing decision-making processes for organizational managers.

**Methodology:** This research is developmental-applied in terms of its objective and descriptive-survey in terms of data collection method. It analyzes the criteria for selecting knowledge management outsourcing providers using a genetic algorithm. In the identification of criteria, the statistical population included eight experts and professors from academia and industry in the field of knowledge management and six contracting companies. Snowball sampling was done and the main data collection tool was a questionnaire. The primary data collection tool was a questionnaire with 33 questions, specifically designed to evaluate the selection criteria for outsourcing providers. The Delphi technique was employed for validation, involving four rounds of expert feedback to reach a consensus. Data from the questionnaires were processed using MATLAB, where the genetic algorithm was applied. The algorithm used a random initial population, with operations for parent selection, crossover, and mutation, iterating until the optimal solution was found. The output helped identify the most effective outsourcing providers, aided managerial decision-making, and enhanced organizational performance.

**Findings:** In this study, using the roulette wheel method and based on available data, the selection process among six contractors was carried out. The results show that among the six Knowledge Management outsourcing providers, the Future Development Consulting Company, with the highest score, was chosen as the best option. Other companies ranked in the following order: Dana Knowledge Management Consulting Group, Inotex Iran, Nadak Engineering Consulting, Persica, and Rasa Consulting.

Regarding the evaluation of various factors:

- Managerial capabilities: Future Development Consulting Company received the highest score of 90.
- Adequacy of skilled staff: Both Future Development Consulting Company and Dana Knowledge Management Consulting Group scored 90.
- Information technology facilities and capabilities: Future Development Consulting Company and Dana Knowledge Management Consulting Group scored 80 each.
- Number of completed Knowledge Management projects: Future Development Consulting Company received the highest score of 90.
- Technology readiness: Future Development Consulting Company scored 90, the highest.
- Project completion time: Future Development Consulting Company scored 90, the highest.

These results align with previous studies, including those by Lin et al. (2016) and Olajomok (2018), who used genetic algorithms to solve similar issues and confirmed the positive impact of outsourcing on company performance. The results also align with research by Büyüközan and Ersoy (2012), Majidi (2016), and Radfar (2010) regarding factors influencing outsourcing. Furthermore, the findings are consistent with studies by Minooie et al. (2010), Oakville et al. (2004), Lee (2014), Leo et al. (2014), and Fanni et al. (2005) on selecting effective outsourcing factors. The research also matches findings by Gabi et al. (2004) and Chen and Wang (2009) regarding components such as price, cost, quality, delivery time, and technological capabilities.

The genetic algorithm, used as an intelligent tool in this study, allowed for the analysis and optimization of multiple criteria, including managerial capabilities, skilled staff, IT facilities, number of completed projects, technology readiness, and project completion time. This framework, combining fuzzy methods and genetic algorithms, offers a systematic approach for assessing and selecting Knowledge Management outsourcing providers, helping managers make better decisions based on precise, scientific criteria. The findings indicate that the use of genetic algorithms not only provides more accurate data analysis but also reduces the complexity of decision-making and enhances its precision. This framework is applicable not only in Knowledge Management but also in other outsourcing areas, allowing managers to benefit from it in diverse fields.

**Research limitations/implications:** The limitations of this study include the small number of informed experts consulted, which may limit the generalizability of the results to other contractors. Additionally, due to the inherent characteristics of metaheuristic algorithms, there is no guarantee that genetic algorithms will always lead to the optimal solution. These algorithms typically perform well but generally settle for a satisfactory solution based on the specific conditions of each problem. Furthermore, the selection criteria were chosen in a general manner and are not specific to any particular industry.

**Practical implications:** To enhance the selection process of Knowledge Management providers, it is recommended to use multi-criteria decision-making techniques, which can offer a more comprehensive analysis of the influencing factors. Additionally, organizations should personalize the selection criteria based on their specific characteristics to better align with their needs and improve performance. This tailored approach could lead to more effective and efficient decision-making. Future research should also explore additional dimensions of Knowledge Management outsourcing, as this study was limited by the length of the questionnaire. Expanding the scope to include more factors may provide a deeper understanding and have a significant impact on the provider selection outcomes. These recommendations aim to optimize the decision-making process and provide valuable insights for both researchers and managers in the field.

**Originality/value:** This study utilizes genetic algorithms and a fuzzy approach to analyze and evaluate Knowledge Management outsourcing providers, an area that has received limited attention in the existing literature.

**Keywords:** Knowledge Management, Outsourcing, Genetic Algorithm, Contractor Selection

---

**Cite this article:** Amenh Khadivar, Fatemeh Abbasi, Sheyda Akbarian. (2025). Optimizing Knowledge Management Outsourcing Model in Knowledge Management Contracting Firms Using Genetic Algorithm. Strategic Management of Organizational Knowledge, 8 (2), 67-85. <https://doi.org/10.47176/smok.2025.1846>

---

© 2025 The Authors. Strategic Management of Organizational Knowledge published by Imam Hussein University. This is an open-access article under the CC-BY 4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

---

## Funding

The authors declare that no financial support was received for the conduct of this study. This study was conducted independently by the authors.

## Author contributions

All authors participated equally in the research process. This includes equal participation in the conception, design, analysis, and writing of this manuscript.

### **Conflicts of interest**

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

### **Acknowledgments**

We want to thank the managers of Iranian companies who participated in completing the research questionnaires.





مقاله (اصیل)

## ارائه مدل بهینه سازی برون سپاری مدیریت دانش با استفاده از الگوریتم ژنتیک

آمنه خدیور<sup>۱\*</sup>، فاطمه عباسی<sup>۲</sup>، شیدا اکبریان<sup>۳</sup>

۱. دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. E-mail: [a.khadivar@alzahra.ac.ir](mailto:a.khadivar@alzahra.ac.ir)

۲. استادیار گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. E-mail: [f\\_abbasi@sbu.ac.ir](mailto:f_abbasi@sbu.ac.ir)

۳. کارشناسی ارشد رشته مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. E-mail: [shayda.akbariyan@gmail.com](mailto:shayda.akbariyan@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۲۹ آذر ۱۴۰۳؛ تاریخ بازنگری: ۲۵ اسفند ۱۴۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۰۳ تیر ۱۴۰۴؛ تاریخ انتشار: ۰۳ تیر ۱۴۰۴

### چکیده

**هدف:** مدیریت دانش همچنان به عنوان یک منبع اصلی برای کسب مزیت رقابتی در سازمان‌ها اهمیت دارد. این پژوهش با هدف ارائه مدل بهینه‌سازی برون‌سپاری مدیریت دانش با استفاده از الگوریتم ژنتیک انجام شده است.

**روش پژوهش:** این تحقیق از نظر هدف، توسعه‌ای-کاربردی و از نظر روش گردآوری داده‌ها، توصیفی-پیمایشی است. در بخش شناسایی معیارها جامعه آماری شامل هشت نفر از خبرگان و اساتید دانشگاهی و صنعتی در حوزه مدیریت دانش و شش شرکت پیمانکاری بود. نمونه‌گیری به روش گلوله برفی انجام شد و ابزار اصلی جمع‌آوری اطلاعات، پرسشنامه بود.

**یافته‌ها:** در گام نخست، با بررسی مطالعات پیشین و نظرات خبرگان، ۲۸ معیار برای ارزیابی ارائه‌دهندگان برون‌سپاری شناسایی شد. سپس، این معیارها با روش فازی تأیید و چارچوب نهایی طراحی شد. در مرحله بعد، پیمانکاران در شاخص‌ها امتیاز دهی شده و با استفاده از الگوریتم ژنتیک و بر اساس معیارهای تأیید شده ارزیابی شدند.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که یکی از پیمانکاران بالاترین امتیاز را کسب کرده است. مدل پیشنهادی می‌تواند به سازمان‌ها در انتخاب بهینه ارائه‌دهندگان خدمات مدیریت دانش و بهبود تصمیم‌گیری در این زمینه کمک کند.

**اصالت/ارزش:** این پژوهش با استفاده از الگوریتم ژنتیک و رویکرد فازی به تحلیل و ارزیابی ارائه‌دهندگان خدمات برون‌سپاری مدیریت دانش پرداخته است که در ادبیات موجود کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

**کلیدواژه‌ها:** مدیریت دانش، برون‌سپاری، الگوریتم ژنتیک، انتخاب پیمانکار

### مقدمه و بیان مسئله

در دهه‌های اخیر، برون‌سپاری به عنوان یکی از استراتژی‌های مؤثر برای ارتقای موقعیت رقابتی شرکت‌ها معرفی شده است. بسیاری از مدیران سازمانی برون‌سپاری را به عنوان یکی از راه‌های کلیدی برای حفظ مزیت رقابتی کسب‌وکارها در نظر می‌گیرند (Bolat & Yilmaz, 2009). به طور کلی، برون‌سپاری به معنای واگذاری خدمات یا تأمین کالاها به منابع خارجی است که به بهبود کارایی و بهره‌وری سازمان‌ها کمک می‌کند (Fadaei, 2018).

در حالی که مفهوم برون‌سپاری در زمینه‌های مختلف تجاری شناخته شده است، برون‌سپاری در حوزه مدیریت دانش، موضوعی نسبتاً جدید به شمار می‌آید (Lam, W. & Chua, 2009). تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که انگیزه‌های اصلی سازمان‌ها برای برون‌سپاری فرآیندهای دانش، شامل دستیابی به تخصص‌های ویژه و کاهش هزینه‌ها هستند (Jensen, P.D.Ø., & Pedersen, 2012). برون‌سپاری می‌تواند مزایای متعددی را برای سازمان‌ها به

همراه داشته باشد؛ از جمله افزایش تمرکز بر فعالیتهای اصلی، کاهش هزینهها، ارتقای بهره‌وری، افزایش انعطاف‌پذیری، بهبود کیفیت کالا و خدمات، حفظ سرمایه و ارتقاء نوآوری (Habibi et.al, 2014).

مدیریت دانش به عنوان یک استراتژی درون‌سازمانی با هدف بهینه‌سازی و استفاده از دانش داخلی سازمان شناخته می‌شود. باوجود موفقیت‌های مستند در مدیریت دانش، چالش‌های قابل توجهی در اجرای مؤثر آن وجود دارد. این چالش‌ها معمولاً ناشی از ناکارآمدی‌های درون‌سازمانی و عدم هماهنگی در فرآیندهای مدیریت دانش هستند. یکی از راه‌حل‌های مطرح برای این مشکلات، برون‌سپاری بخشی از فرآیندهای مدیریت دانش به سازمان‌های تخصصی خارجی است (Lam, W. & Chua, 2009). بررسی‌ها نشان می‌دهند بازار برون‌سپاری فرآیندهای دانش به طور قابل توجهی در حال رشد است و از ۸۷.۸۸ میلیارد دلار در سال (۲۰۲۵) به ۳۳۲.۱۴ میلیارد دلار تا سال (۲۰۳۴) خواهد رسید. این رشد تحت تأثیر پیشرفت‌های تکنولوژی مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، و افزایش تقاضا برای تخصص‌های خاص در حوزه‌هایی نظیر مراقبت‌های بهداشتی و مالی است. همچنین، استفاده از پلتفرم‌های ابری و ارائه خدمات مشاوره‌ای و تحلیلی باعث افزایش کارایی و مقیاس‌پذیری این صنعت می‌شود (Market Research Future, 2024).

مطالعات گسترده‌ای در زمینه برون‌سپاری سیستم‌های اطلاعاتی وجود دارد که می‌تواند به عنوان مبنای مفهومی برای درک برون‌سپاری دانش مورد استفاده قرار گیرد (Liou & Chuang, 2010). تحلیل اهمیت و ویژگی‌های مدیریت دانش در سازمان‌ها نشان می‌دهد که دستیابی به دانش و اطلاعات به‌روز برای بقای سازمان‌ها در بازار رقابتی ضروری است. در سطح ملی نیز، عواملی مانند صرفه‌جویی مالی، تمرکز استراتژیک، دستیابی به فناوری‌های پیشرفته، بهبود خدمات، دسترسی به متخصصان و سیاست‌های سازمانی از جمله دلایل کلیدی برای برون‌سپاری مدیریت دانش هستند. سازمان‌ها با تمرکز بر فعالیتهای اصلی و واگذاری فرآیندهای غیرکلیدی به منابع خارجی می‌توانند بهره‌وری و کارایی خود را به طور چشمگیری افزایش دهند (Dehghani, 2014).

برون‌سپاری به عنوان یک استراتژی کلیدی برای ارتقاء عملکرد سازمان‌ها و افزایش مزیت رقابتی مورد توجه مدیران و مسئولان قرار گرفته است. با این حال، برون‌سپاری مدیریت دانش هنوز به طور جامع و سیستماتیک بررسی نشده و الگوی مشخصی برای انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات دانش وجود ندارد. این پژوهش در پی پر کردن این خلأ و ارائه یک چارچوب علمی و کاربردی برای انتخاب مناسب‌ترین پیمانکاران برون‌سپاری دانش است. بر این اساس پژوهش فوق در پاسخ به این سوال است که چگونه می‌توان با استفاده از الگوریتم ژنتیک، چارچوبی جامع برای ارزیابی و انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات برون‌سپاری مدیریت دانش طراحی کرد که به تصمیم‌گیری بهتر مدیران کمک کند؟

علیرغم اهمیت مفهوم برون‌سپاری دانش، پژوهش‌های کمی به این موضوع اختصاص یافته است و اغلب به ارائه مدل‌های عملیاتی جامع برای انتخاب پیمانکاران خدمات دانش توجه نشده است. این امر منجر به ابهام در فرآیندهای تصمیم‌گیری مدیران و نیاز به توسعه چارچوب‌های علمی برای ارزیابی دقیق‌تر شده است.

پژوهش حاضر با هدف ارائه مدلی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران برون‌سپاری مدیریت دانش طراحی شده است. این مدل با استفاده از معیارهای شناسایی شده در مطالعات پیشین و نظرات خبرگان، چارچوبی جامع ارائه می‌دهد که می‌تواند به تصمیم‌گیری بهتر مدیران کمک کند. بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک به عنوان یک ابزار پیشرفته بهینه‌سازی، نوآوری‌های قابل توجهی در مدیریت دانش و برون‌سپاری ایجاد کرده و زمینه‌ساز پژوهش‌های آینده در این حوزه خواهد بود.

## ادبیات نظری

### برون‌سپاری

فرآیند برون‌سپاری به محصولات و خدمات اشاره دارد که پیش‌تر توسط خود سازمان تأمین می‌شدند. بسیاری از سازمان‌ها، از جمله کسب‌وکارهای خصوصی، دولتی و خیریه، به دلیل فواید گسترده برون‌سپاری، این استراتژی را به عنوان یکی از اهداف اصلی خود برگزیده اند (Mehregan et.al, 2010). برون‌سپاری می‌تواند به عنوان یک تصمیم راهبردی و حساس، با توسعه سازمان و ارتقاء بهره‌وری، موجب گسترش توانایی سازمان‌ها و دستیابی به راهبردهای مؤثر شود (Babai & Emadi, 2017).

به این ترتیب، برون‌سپاری به عنوان استراتژی‌ای منطقی برای شرکت‌هایی که به دنبال کاهش هزینه‌ها و افزایش رقابت‌پذیری هستند، شناخته می‌شود. شرکت‌ها باید مؤلفه‌های مناسب برای انتخاب ارائه‌دهندگان برون‌سپاری را شناسایی و ارزیابی کنند (Liou, J.J., & Chuang, 2010). برون‌سپاری به معنای قرارداد با شخص ثالث برای انجام بخشی از فعالیتهای داخلی سازمان یا ارائه خدمات به دیگران به منظور دستیابی به مزایای رقابتی است. هدف اصلی آن کاهش هزینه‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری در مدیریت است (Simon et.al, 2019).

### بهینه‌سازی برون‌سپاری

بهینه‌سازی برون‌سپاری، که به فرآیند بهینه‌سازی عملیات و منابع در پروژه‌های برون‌سپاری اشاره دارد یک مسئله بهینه‌سازی است که برای حل آن از الگوریتم‌های مختلفی استفاده می‌شود و انتخاب آنها بستگی به نوع مسأله و نیازهای خاص دارد. چندین الگوریتم رایج که در این زمینه مورد

استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: الگوریتم‌های متاهوریستیک، برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی، الگوریتم‌های خوشه‌بندی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی، بهینه‌سازی مبتنی بر داده‌های تاریخی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. انتخاب الگوریتم مناسب به ویژگی‌های خاص پروژه، اهداف تجاری و منابع در دسترس بستگی دارد. الگوریتم ژنتیک به عنوان پر استفاده ترین الگوریتم متاهوریستیک در موضوع انتخاب برون سپار و انتخاب پیمانکار در سطح زنجیره تامین شناخته می‌شود (Ahn & Hur, 2020).

### الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک، رویکردی مؤثر برای حل مسائل بهینه‌سازی مقید و غیرمقید است که بر مبنای نظریه انتخاب طبیعی عمل می‌کند. این الگوریتم به‌طور مداوم جمعیتی از جواب‌های ممکن را بهبود می‌بخشد. در هر مرحله، الگوریتم به‌طور تصادفی افرادی را از نسل فعلی به‌عنوان والدین انتخاب می‌کند و از آن‌ها برای تولید نسل جدید استفاده می‌کند. با گذشت نسل‌های متوالی، جمعیت جواب‌ها به سمت یافتن یک جواب بهینه تکامل می‌یابد (Alder, 2003).

### برون‌سپاری مدیریت دانش

فرآیند مدیریت دانش به جمع‌آوری، توزیع و استفاده مؤثر از منابع دانش سازمانی اشاره دارد. این فرآیند شامل شناسایی و نمایش سرمایه‌های فکری، تولید دانش جدید برای بهبود رقابت‌پذیری، دسترسی به اطلاعات گسترده، اشتراک‌گذاری روش‌های مؤثر و ارتقای فناوری است (Simon et al, 2019). برون‌سپاری مدیریت دانش، به معنای استفاده از متخصصین خارج از سازمان برای پیشبرد برنامه‌ها و فرآیندهای مدیریت دانش داخل سازمان است؛ به‌عنوان مثال، در برون‌سپاری مدیریت دانش، برای تهیهی محتوای برنامه‌های آموزشی، متخصصین حوزه‌ی مورد نظر فراخوانده می‌شوند و پس از امتیاز دهی یکی از آنها برای تولید محتوای آموزشی انتخاب می‌شود. در تمام مراحل، مدیر پروژه، بر کار مجریان تهیهی محتوا نظارت دارد و در صورت تأیید نهایی، به اداره‌ی کنترل کیفیت سازمان ارائه می‌شود. پس از تأیید اداره‌ی کنترل کیفیت، برنامه‌ی آموزشی مورد نظر به گروه طراحی آموزشی داده می‌شود تا محتوای دوره‌ی آموزشی به‌صورت دوره‌ی ابزار آنلاین درآید (Mo'tadel et al, 2011). هر یک از فرآیندهای مدیریت دانش می‌توانند برون‌سپاری شوند. همچنین بسیاری از شرکتهای پیمانکار راه‌حلهای جامعی را تحت عنوان سامانه جامع مدیریت دانش ارائه می‌دهند که شرکت‌ها می‌توانند از طریق آنها بخش زیادی از فرآیند مدیریت دانش خود را برون‌سپاری کنند.

### پیشینه پژوهش

خلاصه‌ای از پژوهشهای پیشین که در مورد انتخاب برون‌سپار انجام شده‌اند در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱. پیشینه پژوهش‌های داخلی

| ردیف | موضوع                                                                                                                                | یافته و نتایج                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | مرجع                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| ۱    | برون‌سپاری مزایا و ریسک‌ها                                                                                                           | برون‌سپاری، ممکن است تأثیر شدیدی بر روحیه‌ی کارمندان داشته و ریسک انتقال متخصصان و دانش داخل سازمان را به بیرون سازمان در پی داشته باشد. اداره‌ی برون‌سپاری، یک بحران محسوب می‌شود.                                                                                                                                                                   | (Nematian et al, 2017)                      |
| ۲    | ارزیابی عملکرد کارکنان دانشی واحد تحقیق و توسعه در شرایط برون‌سپاری                                                                  | یافته‌ها نشان می‌دهد ۴ نفر از کارکنان دانشی، دارای بهترین کارایی هستند. به‌کارگیری مدل غیرشعاعی تحلیل پوششی داده‌ها با قدرت تفکیک‌پذیری بالاتر نسبت به مدل‌های شعاعی، از نوآوری‌های این پژوهش است.                                                                                                                                                    | (Akhavankharazian et al, 2017)              |
| ۳    | بررسی تأثیر مسئولیت اجتماعی و برون‌سپاری بر عملکرد سازمانی: نقش تعدیل‌کنندگی عدم اطمینان محیطی (مورد مطالعه: شرکت میهن‌شهر کرمانشاه) | نتایج، نشان داد که عدم اطمینان محیطی، تأثیر مسئولیت اجتماعی و برون‌سپاری بر عملکرد سازمانی را تعدیل می‌کند. مؤلفه‌های مسئولیت اجتماعی، بر عملکرد سازمانی تأثیر معناداری نداشت؛ اما اجرا بر عملکرد سازمانی تأثیر معناداری دارد.                                                                                                                        | (Naemi et al, 2018)                         |
| ۴    | استفاده از تئوری اعداد خاکستری در روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه برای ارزیابی ریسک برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات                  | با بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، فهرستی از مهم‌ترین ریسک‌های برون‌سپاری پروژه‌های فناوری اطلاعات شناسایی گردید. سپس برای اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده، از روش آراس خاکستری بهره گرفته شد. نتایج، نشان داد که معیار اشتراک دانش و تجربیات، به‌عنوان مهم‌ترین معیار و از دست دادن منابع مزیت رقابتی، به‌عنوان مهم‌ترین ریسک شناسایی گردید. | (Hosseini Dehshiri & Heidari Dehooie, 2019) |
| ۵    | تحلیل به اشتراک‌گذاری دانش کارکنان در برون‌سپاری فعالیت‌های مدیریت زنجیره‌ی                                                          | بر اساس یافته‌های پژوهش، به‌اشتراک‌گذاری دانش کارکنان، تأثیر مثبت و معناداری بر برون‌سپاری فعالیت‌های مدیریت زنجیره‌ی تأمین دارد و در بین                                                                                                                                                                                                             | (Saifollahi et al, 2020)                    |

| ردیف | موضوع                                                                      | یافته و نتایج                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | مرجع                     |
|------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|      | تأمین (مورد مطالعه: دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره))                   | ابعاد اشتراک دانش، تمایل به اشتراک دانش، بیشترین تأثیر را بر برون‌سپاری فعالیت‌های لجستیکی دارد. یافته‌های این پژوهش، می‌تواند در حرکت سازمان‌ها به سمت توجه بیشتر به اشتراک‌گذاری دانش کارکنان مؤثر واقع گردد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
| ۶    | مؤسساتی برای سنجش موفقیت و عدم موفقیت در برون‌سپاری فناوری اطلاعات         | محققان در این پژوهش، پنج پرسشنامه‌ی آسان برای تکمیل در اکسل اجرا کردند که می‌تواند به‌عنوان سیگنال‌های هشداردهنده‌ی اولیه برای علاقه‌مندان به احتمال معاملات برون‌سپاری فناوری اطلاعات باشد و می‌تواند در صورت امکان مسیر خود را تغییر دهد. این پرسشنامه‌ها، بر اساس مطالعه‌ی طولی و مشاهده‌ای منتشرشده‌ی قبلی این محققان درخصوص ۳۰ معامله‌ی نمایندگی ITO در هلند است که می‌دانند شکست خورده‌اند یا نه. پرسشنامه‌ها، نتیجه‌ی آن‌ها را به‌درستی پیش‌بینی کردند.                                                                                   | (Delen et.al, 2019)      |
| ۷    | الگوریتم ژنتیک کارآمد برای انتخاب ویژگی برای طبقه‌بندی سری‌های زمانی اولیه | آن‌ها یک الگوریتم ژنتیکی کارآمد برای تولید راه‌حل‌هایی با احتمال زیاد را طراحی کردند. در آزمایش، آن‌ها الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم ژنتیک عمومی را تحت تنظیمات مختلف آزمایشی مقایسه کردند. در این آزمایش، آن‌ها تأکید کردند که الگوریتم پیشنهادی می‌تواند مجموعه‌ی ویژگی بهتری از نظر عملکرد طبقه‌بندی، زمان شروع و زمان اجرای طبقه‌بندی از مجموعه‌ی ویژگی‌های الگوریتم ژنتیک عمومی پیدا کند.                                                                                                                                                    | (Ahn& Hur, 2020)         |
| ۸    | پیش‌بینی سهام با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین                     | در اینجا، برای پیش‌بینی رفتار BSE، عواملی نظیر قیمت کالا (نفت خام، طلا، نقره)، تاریخچه‌ی بازار و نرخ ارز خارجی (FEX)، به‌عنوان مشخصه‌های ورود مدل‌های مختلف یادگیری ماشین، انتخاب شده‌اند که روند سهام را تحت تأثیر قرار می‌دهند. سپس، عملکرد مدل‌ها با محک‌های دیگر مقایسه شده است. یک رابطه‌ی ساختاریافته نیز میان مشخصه‌های مختلف استفاده‌شده، تعیین گردید. این گونه تصور شد که مشخصه‌ی قیمت طلا، از بالاترین همبستگی مثبت با عملکرد بازار برخوردار است. الگوریتم AdaBoost در مقایسه با تکنیک‌های دیگر، بهترین عملکرد را به معرض نمایش گذاشت. | (Kohli, 2019)            |
| ۹    | تصمیم‌گیری برون‌سپاری در زنجیره تأمین، یک رویکرد الگوریتم ژنتیک ترکیبی     | این مقاله یک رویکرد ترکیبی برای تصمیم‌گیری در مورد برون‌سپاری در مدیریت زنجیره تأمین ارائه می‌دهد. آن‌ها از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی انتخاب تأمین‌کنندگان بهره می‌برند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Moris D et )<br>(al.2022 |
| ۱۰   | یک الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پیمانکار و برون‌سپاری تأمین                  | این تحقیق به بررسی چگونگی انتخاب تأمین‌کنندگان و برون‌سپاری تأمین کالاها با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک می‌پردازد و مدل‌های بهینه‌سازی تطبیقی ارائه می‌دهد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | (Chen et al, 2021)       |
| ۱۱   | مدیریت ریسک و عدم اطمینان در زنجیره تأمین: یک رویکرد الگوریتم ژنتیک        | مقاله به بررسی مدیریت ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها در فرآیند برون‌سپاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک می‌پردازد و راهکارهای عملی برای کاهش ریسک‌های مرتبط با تأمین‌کنندگان ارائه می‌دهد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (Johnson et al,2023)     |
| ۱۲   | بهینه‌سازی برون‌سپاری فناوری اطلاعات با استفاده از الگوریتم ژنتیک          | این مقاله به بررسی بهینه‌سازی شراکت‌های برون‌سپاری فناوری اطلاعات با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک پرداخته و به تحلیل تأثیرات استراتژیک این شراکت‌ها می‌پردازد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | (Peters et al,2023)      |
| ۱۳   | الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی برون‌سپاری در تولید: یک مطالعه موردی        | این تحقیق به بررسی بهینه‌سازی فرآیند برون‌سپاری در صنعت تولید با استفاده از الگوریتم ژنتیک اختصاص دارد و نتایج یک مطالعه موردی را ارائه می‌دهد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | (Wang et al,2022)        |

پژوهش حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای-کاربردی و از نظر نوع جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی - پیمایشی است. این پژوهش به بررسی و تحلیل معیارهای مؤثر در انتخاب ارائه‌دهندگان برون‌سپاری مدیریت دانش با استفاده از الگوریتم ژنتیک می‌پردازد. جامعه‌ی آماری این پژوهش شامل دو بخش اصلی است:

خبرگان و اساتید: این گروه شامل افرادی با تخصص در زمینه مدیریت دانش که هم در دانشگاه‌ها و هم در صنایع فعال هستند. شرکت‌های پیمانکاری مدیریت دانش: شامل شش شرکت فعال در این حوزه که خدمات برون‌سپاری مدیریت دانش را ارائه می‌دهند. در ایران شش شرکت اصلی پیمانکاری برای مدیریت دانش وجود دارند که تقریباً ۹۹ درصد بازار مشاوره مدیریت دانش را در اختیار دارند. لذا این شش شرکت به عنوان کل جامعه آماری مورد رجوع انتخاب شده اند. در روش مورد استفاده کم یا زیاد بودن تعداد شرکتها هیچ خللی به وجود نمی آورد. جمعیت اولیه تعریف شده برای الگوریتم ژنتیک بر اساس جایگشت ویژگی‌های پیمانکاران شش گانه ۱۰۰۰ انتخاب شده است که برای شروع الگوریتم ژنتیک توصیه می شود. تعداد کل فضای جواب  $6 \times 327$  می باشد که عملاً شمارش آن و محاسبه تابع هدف برای هر کدام از آنها به صرفه نمی باشد. لذا از الگوریتم ژنتیک استفاده می‌کنیم.

برای جمع‌آوری نمونه، از روش گلوله برفی استفاده شد. در این روش، نمونه‌گیری به‌طور مداوم ادامه می‌یابد تا به نقطه اشباع نظری برسد. نقطه اشباع نظری زمانی حاصل می‌شود که پس از انجام مصاحبه‌های بیشتر، مؤلفه‌های قبلی تکرار شده و دیگر مؤلفه جدیدی به مجموعه مؤلفه‌ها افزوده نشود. در این پژوهش، اشباع نظری پس از مصاحبه با ۸ نفر از خبرگان به دست آمد و پرسشنامه‌های دور اول و دوم به آن‌ها ارائه شد. ابزار اصلی جمع‌آوری اطلاعات در این تحقیق، پرسشنامه است که شامل ۳۳ سؤال طراحی شده به منظور استخراج داده‌های مورد نیاز است. این پرسشنامه به‌طور خاص برای ارزیابی مؤلفه‌ها و معیارهای انتخاب ارائه‌دهندگان برون‌سپاری مدیریت دانش طراحی شده است. برای اعتبارسنجی و دقت پرسشنامه، از تکنیک دلفی استفاده شد. این تکنیک از نظرات چندین دور از پاسخ‌دهندگان برای رسیدن به توافق نهایی و اعتبار داده‌ها بهره برد. تعداد دورهای روش دلفی معمولاً بستگی به پیچیدگی موضوع و میزان توافق یا تفاوت‌های موجود در نظرات دارد که در این پژوهش از چهار دور نظرات استفاده شده است. اطلاعات مربوط به پرسشنامه‌ها به نرم‌افزار متلب وارد شد. با استفاده از این نرم‌افزار، الگوریتم ژنتیک برای تحلیل داده‌ها اجرا شد. این مرحله شامل تنظیم پارامترهای الگوریتم، اجرای آن بر روی داده‌های ورودی و دریافت خروجی‌های مورد نظر برای تحلیل نهایی بود. الگوریتم ژنتیک با جمعیت اولیه تصادفی و عملیات انتخاب والدین، ترکیب و جهش با نرخ مشخص اجرا شد. نسل‌ها به‌طور مکرر تولید شدند تا به بهینه‌ترین راه‌حل برسند و الگوریتم تا رسیدن به تعداد نسل یا بهبود تابع هدف ادامه یافت.

جدول ۲. ویژگی‌های جمعیت شناختی

| ویژگی جمعیت شناختی | سطوح          | تعداد(نفر) |
|--------------------|---------------|------------|
| جنسیت              | زن            | ۲          |
|                    | مرد           | ۶          |
| سن                 | ۳۰-۴۰ سال     | ۴          |
|                    | ۴۱-۵۰ سال     | ۳          |
|                    | بالای ۵۰ سال  | ۱          |
| سطح تحصیلات        | کارشناسی ارشد | ۵          |
|                    | دکتری         | ۳          |

نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک برای شناسایی مؤثرترین ارائه‌دهندگان خدمات برون‌سپاری مدیریت دانش استفاده شد. این خروجی‌ها به مدیران و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا تصمیمات بهینه‌تری در این حوزه اتخاذ کنند و عملکرد سازمانی خود را بهبود بخشند.

## یافته‌های پژوهش

پس از مرور مقالات و گزارشات معتبر، لیست اولیه ی ابعاد و معیارهای تأثیرگذار در فرایند انتخاب ارائه‌دهنده برون‌سپاری مدیریت دانش مشخص گردید. این عوامل، توسط اساتید و خبرگان دانشگاهی در فاکتورهای ارزیابی خلاصه شد و با توجه به نظر خبرگان در دور اول ارسال پرسشنامه، معیارهای استخراج‌شده مورد تأیید قرار گرفت و نمرات کیفی از «بسیار کم» تا «بسیار خوب» به تمام ابعاد شناسایی‌شده، توسط خبرگان ارائه شد. برای اجرایی‌سازی روش دلفی فازی، مراحل زیر طی شده است:

مرحله اول: پس از تهیه‌ی فاکتورهای ارزیابی جهت انتخاب بهترین برون‌سپار، پرسشنامه‌ای جهت تهیه‌ی نظرات خبرگان تهیه گردید و از خبرگان درخواست شد تا نسبت به میزان موافقت خود با فاکتورهای ارزیابی به‌صورت طیف فازی ۱ تا ۵ امتیاز بدهند و در صورت لزوم، به فهرست عرضه‌شده مواردی را نیز اضافه نمایند و در صورت مخالف با معیارهای ارزیابی، توضیحاتی اعلام نمایند. پرسشنامه‌ی فوق، پیوست گردیده است.

مرحله دوم: پس از جمع‌آوری و بررسی داده‌های پرسشنامه، تعدادی از خبرگان، عواملی را اعلام نمودند که از لیست پیشنهادی حذف و نیز عواملی را اضافه کردند.

مرحله سوم: پرسشنامه‌ای دیگر با فهرست کاملی شامل فهرست اولیه و نظرات جدید خبرگان تهیه و برای اظهار نظر برای خبرگان صنعت فرستاده شد تا بار دیگر به امتیازدهی فاکتورها اقدام نمایند.

مرحله چهارم: هر خبره، در هر مرحله باید برای هر کدام از معیارها و ابعاد در نظر گرفته‌شده‌ی سطحی را در نظر بگیرد که این سطوح به‌صورت متغیرهای زبانی (بسیار کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد) در اختیار خبرگان قرار گرفته است؛ که مقادیر عددی آن‌ها در قالب اعداد فازی، به‌صورت اعداد فازی مثلثی به‌صورت زیر تعریف شده است:

| بسیار کم    | کم          | متوسط           | زیاد             | خیلی زیاد         |
|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------------|
| (۰ و ۰ و ۵) | (۵ و ۲ و ۰) | (۵ و ۷ و ۵ و ۲) | (۵ و ۷ و ۵ و ۱۰) | (۱۰ و ۱۰ و ۵ و ۷) |

در پایان هر مرحله، میانگین فازی هر پرسش، طبق فرمول‌های زیر محاسبه گردیده است.

➤ پاسخ‌های دریافت شده از هر یک از خبرگان:

$$A^i = (a1^{(i)}, a2^{(i)}, a3^{(i)} \cdot a4^{(i)}) \quad i=1,2,\dots,n \quad (۱)$$

$$A_m = (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}, a_{m4}) \quad (۲)$$

$$= (1/n \sum a1^{(i)}, 1/n \sum a2^{(i)}, 1/n \sum a3^{(i)}, 1/n \sum a4^{(i)})$$

محاسبه میانگین نظرات خبرگان در هر مرحله به‌صورت اعداد فازی:

مرحله پنجم: در پایان هر مرحله، یک مقدار آستانه به‌منظور غربال نمودن عوامل نامناسب انتخاب می‌شود. اساساً، مقدار آستانه با استنباط ذهنی تصمیم‌گیرنده معین می‌شود و مستقیماً بر روی تعداد عواملی که غربال می‌شوند، تأثیر خواهد گذاشت. این پژوهش نیز عدد ۳ را در نظر گرفته است و عواملی را که دارای میانگین هندسی پایین‌تر از ۳ بودند، حذف نموده است.

پس از تبدیل اعداد فازی با روش میانگین مرکز ثقل به اعداد قطعی، میانگین پاسخ‌ها برای هر مهارت مشخص شده است.

### جدول ۳. میانگین‌گیری امتیازات نهایی بعد از غیر فازی سازی

| میانگین |     |      | پرسشنامه‌ی بررسی ابعاد و معیارهای ارزیابی ارائه‌دهنده‌ی برون‌سپاری مدیریت دانش | ردیف |
|---------|-----|------|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| ۴.۳۵    | ۹   | ۸.۳۲ | قابلیت‌های مدیریتی                                                             | ۱    |
| ۱۰      | ۶.۲ | ۵.۵  | میزان تجربه‌ی تیم مدیریت                                                       | ۲    |
| ۹.۶     | ۵.۶ | ۷.۳  | میزان اطمینان ارائه‌دهنده‌ی خدمات                                              | ۳    |
| ۸.۹     | ۵.۹ | ۱۰   | میزان انعطاف‌پذیری                                                             | ۴    |
| ۳.۲     | ۵.۶ | ۸.۸  | قابلیت تحقیق و توسعه                                                           | ۵    |
| ۶.۹     | ۱۰  | ۷.۷  | کافی بودن تعداد کارکنان متخصص                                                  | ۶    |
| ۶.۷     | ۹.۵ | ۸.۴  | جدید بودن تکنولوژی                                                             | ۷    |
| ۴.۵     | ۸.۶ | ۶.۸  | تسهیلات و قابلیت‌های فناوری اطلاعات                                            | ۸    |
| ۷       | ۸.۶ | ۵.۹  | ابزارهای توسعه‌ی سیستم مدیریت دانش                                             | ۹    |
| ۵.۶     | ۳.۶ | ۱۰   | تکنیک امنیت اطلاعات                                                            | ۱۰   |
| ۵.۸     | ۹.۱ | ۷.۸  | ظرفیت سخت‌افزار و نرم‌افزار                                                    | ۱۱   |
| ۶       | ۷.۲ | ۵    | تعداد پروژه‌های انجام‌شده در حوزه‌ی مدیریت دانش                                | ۱۲   |
| ۹.۵     | ۴   | ۷.۴  | تعداد سال فعالیت در حوزه‌ی مدیریت دانش                                         | ۱۳   |
| ۷.۲     | ۵.۴ | ۶.۳  | میزان موفقیت پروژه‌های انجام‌شده در زمینه‌ی مدیریت دانش                        | ۱۴   |
| ۳.۲     | ۸   | ۶    | میزان دانش و مهارت                                                             | ۱۵   |
| ۸.۷     | ۶   | ۹.۵  | رضایت مشتری                                                                    | ۱۶   |
| ۱۰      | ۳.۳ | ۵.۶  | کیفیت محصول                                                                    | ۱۷   |
| ۴.۵     | ۵   | ۸.۷  | مدت‌زمان پاسخگویی                                                              | ۱۸   |
| ۷       | ۷.۵ | ۶.۱  | میزان خدمات مربوط آموزش                                                        | ۱۹   |
| ۵       | ۶.۵ | ۸.۹۵ | خدمات مشاوره                                                                   | ۲۰   |
| ۴       | ۹.۵ | ۴.۴  | سفارش‌سازی                                                                     | ۲۱   |

| میانگین |      |     | پرسشنامه‌ی بررسی ابعاد و معیارهای ارزیابی ارائه‌دهنده‌ی برون‌سپاری مدیریت دانش | ردیف |                 |
|---------|------|-----|--------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------|
| ۷.۶     | ۸.۸  | ۴.۸ | میزان آمادگی فناوری                                                            | ۲۲   | ویژگی‌های محیطی |
| ۸.۵     | ۹.۵  | ۵.۵ | میزان همکاری                                                                   | ۲۳   |                 |
| ۴.۲     | ۸.۳  | ۳.۹ | ظرفیت مدیریت پروژه خاص                                                         | ۲۴   | ظرفیت عملیاتی   |
| ۷.۵     | ۸.۳۲ | ۶.۶ | ظرفیت کارمندان                                                                 | ۲۵   |                 |
| ۴.۸     | ۶.۹  | ۸   | ثبات امور مالی                                                                 | ۲۶   |                 |
| ۸       | ۵.۶  | ۳.۹ | زمان انجام پروژه                                                               | ۲۷   |                 |
| ۷       | ۹.۵  | ۱۰  | میزان هزینه‌ی کل                                                               | ۲۸   | هزینه           |

جدول ۳ نشان‌دهنده ارزیابی ابعاد مختلف برای انتخاب پیمانکاران برون‌سپاری مدیریت دانش با استفاده از معیارهای فازی است. از تحلیل این داده‌ها، اهمیت ویژگی‌های سازمانی مانند قابلیت‌های مدیریتی، تجربه و کیفیت، و همچنین معیارهای تکنولوژی، خدمات و هزینه‌ها به‌خوبی نمایان می‌شود. در این میان، معیارهایی چون "میزان هزینه کل" با میانگین ۱۰ و "رضایت مشتری" با میانگین ۹.۵ بالاترین امتیازها را کسب کرده‌اند، که نشان‌دهنده تأثیر زیاد این عوامل در تصمیم‌گیری هستند. همچنین، معیارهای تجربه و آمادگی فناوری نیز تأثیر زیادی بر انتخاب پیمانکاران دارند، به‌طوری که تجربه و موفقیت در پروژه‌های گذشته از اهمیت بالایی برخوردار است.

جدول ۴. دیفازی کردن نمرات میانگین مؤلفه‌ها

| میانگین |                   |  | پرسشنامه‌ی بررسی ابعاد و معیارهای ارزیابی ارائه‌دهنده‌ی برون‌سپاری مدیریت دانش | ردیف |   |
|---------|-------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| ۷.۲۲    | ویژگی‌های سازمانی |  | قابلیت‌های مدیریتی                                                             | ۱    | ۱ |
| ۷.۲۳    |                   |  | میزان تجربه‌ی تیم مدیریت                                                       | ۲    |   |
| ۷.۵۰    |                   |  | میزان اطمینان ارائه‌دهنده‌ی خدمات                                              | ۳    |   |
| ۸.۲۷    |                   |  | میزان انعطاف‌پذیری                                                             | ۴    |   |
| ۵.۸۷    |                   |  | قابلیت تحقیق و توسعه                                                           | ۵    |   |
| ۸.۲۰    |                   |  | کافی بودن تعداد کارکنان متخصص                                                  | ۶    |   |
| ۸.۲۰    | تکنولوژی          |  | جدید بودن تکنولوژی                                                             | ۷    | ۲ |
| ۶.۶۳    |                   |  | تسهیلات و قابلیت‌های فناوری اطلاعات                                            | ۸    |   |
| ۷.۱۷    |                   |  | ابزارهای توسعه سیستم مدیریت دانش                                               | ۹    |   |
| ۶.۴۰    |                   |  | تکنیک امنیت اطلاعات                                                            | ۱۰   |   |
| ۷.۵۷    |                   |  | ظرفیت سخت‌افزار و نرم‌افزار                                                    | ۱۱   |   |
| ۶.۰۷    | تجربه             |  | تعداد پروژه‌های انجام‌شده در حوزه‌ی مدیریت دانش                                | ۱۲   | ۳ |
| ۶.۹۷    |                   |  | تعداد سال فعالیت در حوزه‌ی مدیریت دانش                                         | ۱۳   |   |
| ۶.۵     |                   |  | میزان موفقیت پروژه‌های انجام‌شده در زمینه‌ی مدیریت دانش                        | ۱۴   |   |
| ۵.۷۳    | کیفیت             |  | میزان دانش و مهارت                                                             | ۱۵   | ۴ |
| ۸.۰۷    |                   |  | رضایت مشتری                                                                    | ۱۶   |   |
| ۶.۵     |                   |  | کیفیت محصول                                                                    | ۱۷   |   |
| ۶.۰۷    |                   |  | مدت‌زمان پاسخگویی                                                              | ۱۸   |   |
| ۶.۸۷    | خدمات             |  | میزان خدمات مربوط آموزش                                                        | ۱۹   | ۵ |
| ۶.۸۲    |                   |  | خدمات مشاوره                                                                   | ۲۰   |   |
| ۵.۹۷    |                   |  | سفارش‌سازی                                                                     | ۲۱   |   |
| ۷.۰۷    |                   |  | میزان آمادگی فناوری                                                            | ۲۲   | ۶ |

| ردیف | پرسشنامه‌ی بررسی ابعاد و معیارهای ارزیابی ارائه‌دهنده‌ی برون‌سپاری مدیریت دانش | میانگین |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ۲۳   | میزان همکاری                                                                   | ۷.۸۳    |
| ۲۴   | ظرفیت مدیریت پروژه‌ی خاص                                                       | ۵.۴۷    |
| ۲۵   | ظرفیت کارمندان                                                                 | ۷.۴۷    |
| ۲۶   | ثبات امور مالی                                                                 | ۶.۵۷    |
| ۲۷   | زمان انجام پروژه                                                               | ۵.۸۳    |
| ۲۸   | میزان هزینه‌ی کل                                                               | ۸.۸۳    |

با توجه به اینکه در روش فازی باید عدد آستانه‌ای برای رد یا قبول فاکتورهای ارزیابی تعیین می‌شد، با نظر خبرگان، عدد ۳ به‌عنوان آستانه تعیین گشت که خوشبختانه هیچ‌کدام از مؤلفه‌ها حذف نشد و امتیاز لازم در تمام مؤلفه‌ها از نظر خبرگان کسب شد. در این مرحله، پرسشنامه‌ی امتیاز دهی میان خبرگان پخش شد تا آن‌ها با توجه به مؤلفه‌ها به شش پیمانکار امتیاز مربوط به هر مؤلفه را جداگانه اعلام کنند؛ که در جدول (۴) قابل مشاهده است.

جدول ۴. پرسشنامه‌ی امتیازات شرکتها<sup>۱</sup>

| شاخص‌های برون‌سپاری                                     | شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده | گروه مشاوره‌ی مدیریت دانش دانا | شرکت اینوتکس ایران | مشاوره‌ی مهندسی نداک | شرکت پرسیکا | شرکت رسا |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|-------------|----------|
| قابلیت‌های مدیریتی                                      | ۸۰                         | ۸۵                             | ۹۰                 | ۵۰                   | ۷۰          | ۵۵       |
| میزان تجربه‌ی تیم مدیریت                                | ۷۰                         | ۶۰                             | ۵۰                 | ۵۵                   | ۴۰          | ۶۰       |
| میزان اطمینان ارائه‌دهنده‌ی خدمات                       | ۶۰                         | ۶۰                             | ۵۰                 | ۶۰                   | ۴۰          | ۵۰       |
| میزان انعطاف‌پذیری                                      | ۷۰                         | ۷۵                             | ۷۰                 | ۶۰                   | ۵۰          | ۴۰       |
| قابلیت تحقیق و توسعه                                    | ۶۰                         | ۵۰                             | ۵۰                 | ۶۰                   | ۶۵          | ۵۰       |
| کافی بودن تعداد کارکنان متخصص                           | ۹۰                         | ۹۰                             | ۸۵                 | ۹۰                   | ۸۰          | ۸۵       |
| جدید بودن تکنولوژی                                      | ۸۰                         | ۷۵                             | ۷۵                 | ۶۰                   | ۸۵          | ۷۰       |
| تسهیلات و قابلیت‌های فناوری اطلاعات                     | ۸۰                         | ۸۰                             | ۸۵                 | ۹۵                   | ۸۰          | ۷۵       |
| ابزارهای توسعه‌ی سیستم مدیریت دانش                      | ۶۰                         | ۷۰                             | ۶۵                 | ۵۰                   | ۵۰          | ۵۵       |
| تکنیک امنیت اطلاعات                                     | ۶۰                         | ۶۵                             | ۶۰                 | ۵۵                   | ۵۰          | ۶۰       |
| ظرفیت سخت‌افزار و نرم‌افزار                             | ۷۰                         | ۸۵                             | ۸۰                 | ۷۵                   | ۷۰          | ۵۰       |
| تعداد پروژه‌های انجام‌شده در حوزه‌ی مدیریت دانش         | ۹۰                         | ۸۰                             | ۸۵                 | ۶۰                   | ۴۰          | ۸۰       |
| تعداد سال فعالیت در حوزه‌ی مدیریت دانش                  | ۹۰                         | ۷۰                             | ۷۰                 | ۵۰                   | ۵۰          | ۶۰       |
| میزان موفقیت پروژه‌های انجام‌شده در زمینه‌ی مدیریت دانش | ۵۰                         | ۵۵                             | ۴۵                 | ۵۰                   | ۶۰          | ۵۰       |
| میزان دانش و مهارت                                      | ۸۰                         | ۸۰                             | ۷۰                 | ۸۰                   | ۶۵          | ۸۰       |
| رضایت مشتری                                             | ۶۰                         | ۶۰                             | ۵۰                 | ۵۰                   | ۶۰          | ۵۰       |
| کیفیت محصول                                             | ۷۰                         | ۷۵                             | ۷۵                 | ۶۰                   | ۶۰          | ۶۰       |
| مدت‌زمان پاسخگویی                                       | ۶۰                         | ۸۵                             | ۸۰                 | ۸۵                   | ۶۰          | ۸۵       |

<sup>۱</sup> خوانندگان محترم توجه داشته باشند که امتیاز دهی به شرکتها و انتخاب شرکت نهایی از نظر خبرگان یک شرکت و برای انتخاب برون سپار مناسب برای خودشان انجام شده است و به معنی ارزیابی کلی شرکتها نمی باشد. به عبارت دیگر با اجرای الگوریتم از ابتدا تا انتها برای یک شرکت دیگر ممکن است پیمانکار دیگری انتخاب شود. لذا ذکر اسامی شرکتها به معنی تبلیغات مثبت یا منفی برای یک شرکت نیست.

| شاخص‌های برون‌سپاری     | شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده | گروه مشاوره‌ی مدیریت دانش دانا | شرکت اینوتکس ایران | مشاوره‌ی مهندسی نداک | شرکت پرسیکا | شرکت رسا |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|-------------|----------|
| میزان خدمات مربوط آموزش | ۷۰                         | ۸۰                             | ۷۵                 | ۶۰                   | ۶۰          | ۶۰       |
| خدمات مشاوره            | ۵۰                         | ۵۰                             | ۶۰                 | ۶۵                   | ۴۵          | ۷۰       |
| سفارش‌سازی              | ۵۰                         | ۴۰                             | ۶۵                 | ۶۰                   | ۵۰          | ۵۰       |
| میزان آمادگی فناوری     | ۹۰                         | ۸۰                             | ۸۵                 | ۶۰                   | ۴۰          | ۸۰       |
| میزان همکاری            | ۵۰                         | ۵۵                             | ۴۵                 | ۵۰                   | ۶۰          | ۵۰       |
| ظرفیت مدیریت پروژه خاص  | ۸۰                         | ۸۰                             | ۷۰                 | ۸۰                   | ۶۵          | ۸۰       |
| ظرفیت کارمندان          | ۶۰                         | ۶۰                             | ۵۰                 | ۵۰                   | ۶۰          | ۵۰       |
| ثبات امور مالی          | ۷۰                         | ۷۵                             | ۷۵                 | ۶۰                   | ۶۰          | ۶۰       |
| زمان انجام پروژه        | ۹۰                         | ۸۰                             | ۸۵                 | ۶۰                   | ۴۰          | ۸۰       |
| میزان هزینه‌ی کل        | ۹۰                         | ۷۰                             | ۷۰                 | ۵۰                   | ۵۰          | ۶۰       |

جدول (۴) "پرسشنامه ژنتیک" ارزیابی ویژگی‌های شش شرکت پیمانکار ارائه‌دهنده خدمات مدیریت دانش را با استفاده از شاخص‌های برون‌سپاری نشان می‌دهد. این شاخص‌ها شامل ابعاد مختلفی مانند قابلیت‌های مدیریتی، تجربه تیم مدیریت، اطمینان ارائه‌دهنده، قابلیت تحقیق و توسعه و سایر عوامل تأثیرگذار در انتخاب پیمانکار است. نتایج نشان می‌دهد که شرکت مشاوران توسعه آینده در بیشتر شاخص‌ها، به‌ویژه در معیارهای مهمی همچون "کافی بودن تعداد کارکنان متخصص"، "تعداد پروژه‌های انجام‌شده"، "میزان آمادگی فناوری" و "زمان انجام پروژه"، عملکرد برجسته‌تری دارد. شرکت‌های دیگر مانند گروه مشاوره مدیریت دانش دانا و شرکت اینوتکس ایران نیز در برخی شاخص‌ها عملکرد نسبتاً خوبی دارند، اما در شاخص‌های کلیدی نظیر "میزان هزینه کل" و "میزان همکاری"، امتیاز پایین‌تری کسب کرده‌اند. از سوی دیگر، شرکت‌هایی مانند مشاوره مهندسی نداک و شرکت رسا در برخی از شاخص‌ها امتیاز کمتری دارند که می‌تواند نشان‌دهنده نقاط ضعف آن‌ها در زمینه‌های خاصی باشد. این مقایسه می‌تواند به مدیران و تصمیم‌گیرندگان در انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار برای فرآیند برون‌سپاری مدیریت دانش کمک کند.

### اجرای الگوریتم ژنتیک

رشته‌ها پیمانکاران و ژن‌ها ویژگی‌های پیمانکاران مدیریت دانش می‌باشند. تابع هدف ماکسیمم سازی عملکرد است. تعداد جمعیت اولیه ۱۰۰۰ کروموزوم انتخاب شده است. تعداد نسل‌ها ۵۰ نسل در نظر گرفته شده است. ۲۰ درصد از داده به شیوه بازتولید بهینه سازی شده اند. سپس ۷۰ درصد از داده‌ها عملیات تقاطع صورت گرفته است و در ادامه ۱۰ درصد جهش انجام شده است. روش تقاطع تک نقطه ای انتخاب شده است و همچنین انتخاب رشته‌ها برای تقاطع به صورت چرخ رولت بوده است. همچنین معیار توقف شرط همگرایی بوده است.

٪ پارامترهای الگوریتم ژنتیک

population\_size = ۱۰۰۰؛ ٪ اندازه جمعیت

num\_generations = ۵۰؛ ٪ تعداد نسل‌ها

mutation\_rate = ۰.۱؛ ٪ نرخ جهش

crossover\_rate = ۰.۷؛ ٪ نرخ تلاقی

مرحله‌ی اول فراخوانی داده‌ها

در این مرحله، داده‌های مربوط به متغیرها و پیمانکاران، وارد نرم‌افزار متلب می‌شود و در مرحله‌ی بعد، برای اجرای الگوریتم ژنتیک طبق کد دستوری زیر، اطلاعات وارد متلب می‌شود و تابع هدف و قیود مسئله به شکل زیر وارد نرم‌افزار می‌گردد.

%GATool starts Optimization Tool for GA function.

% GATool starts a graphical user interface window for editing the default

% Genetic Algorithm options and running the Genetic Algorithm solver.

% GATool is obsolete; use OPTIMTOOL function instead.

% Copyright 2003-2009 The MathWorks, Inc.

%% \$Revision: 1.1.6.3 \$ \$Date: 2010/10/08 16:51:03 \$

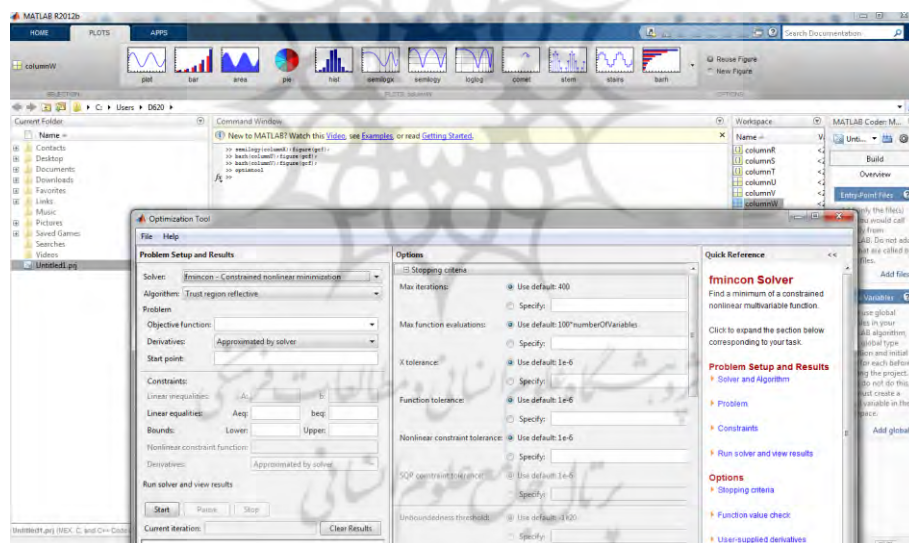
warning(message('globaloptim:gatool:ObsoleteSyntax'));

```

if nargin < 1
    optimtool('ga');
else
    % Input is a problem structure
    if isfield(inputArg, 'fitnessfcn') && isfield(inputArg, 'options')
        optimtool(inputArg);
    else % Input is an options structure
        % Create a problem structure and call optimtool
        probStruct.solver = 'ga';
        probStruct.options = inputArg;
        optimtool(probStruct);
    end
end
end

```

در مرحله‌ی بعدی کار با نرم‌افزار، در پنجره‌ی کدگذاری باید تابع هدف، تعداد متغیرها، محدودیت‌ها و نوع عملکرد مشخص گردد. در پنجره‌ی مخصوص، اولین مکانیزم انتخاب که با نام چرخ رولت شناخته می‌شود که محبوب‌ترین و پرکاربردترین مکانیزم انتخاب است، برای انتخاب بهترین پیمانکار انتخاب می‌شود. این روش با نام Fitness proportionate selection یا انتخاب بر اساس میزان مناسب بودن تابع برازش کروموزوم نیز نامیده می‌شود.



شکل ۱. ورودی اطلاعات تأمین‌کنندگان در نرم‌افزار متلب

Import - C:\Users\DE20\Desktop\example.xlsx

Import

Range: \$1:\$42

Variable Name Range: 1:1

Import: Cell Array

Replace: uncomparable cells with NaN

Sheet Selection

Sheet1

example.xlsx

column1

column2

column3

column4

column5

column6

column7

column8

column9

column10

column11

column12

column13

column14

column15

column16

column17

column18

column19

column20

column21

column22

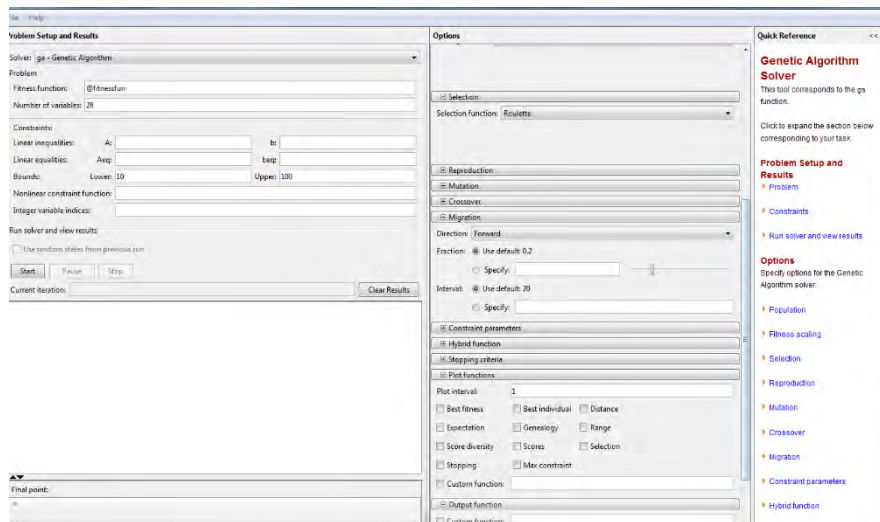
column23

column24

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 34 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 36 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 38 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 42 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Sheet1 | Sheet2

شکل ۲. ورود امتیازات مربوط به تأمین کنندگان در نرم افزار متلب



شکل ۳. انتخاب چرخه‌ی رولت در نرم افزار متلب

در این مرحله از الگوریتم ژنتیک، هر کروموزوم با استفاده از تابع برازش ارزیابی می‌شود.

## منطق مکانیزم چرخ رولت

در مکانیزم چرخ رولت، هر یک از کروموزوم‌ها بسته به میزان مناسب بودنشان (بر اساس تابع برازش)، احتمال انتخاب شدن را دارند؛ به عبارت دیگر، هرچه یک کروموزوم بهتر باشد، احتمال انتخاب شدنش برای تولید نسل بعدی بیشتر است و برعکس هرچه کروموزوم بدتر باشد، احتمال انتخاب شدن آن برای تولید نسل بعدی کمتر است.

## شیوه‌ی پیاده‌سازی چرخ رولت

همان‌طور که در چرخه‌ی الگوریتم ژنتیک عنوان شد، در گام دوم، همه‌ی کروموزوم‌ها ارزیابی شدند. با استفاده از این مقادیر، می‌توان احتمال انتخاب شدن هر کروموزوم را مشخص کرد. این احتمال، از فرمول زیر به دست می‌آید:

فرمول (۴)  $Probability(\text{chromosomes } C) = \text{Fitness}(\text{chromosomes } C) / \text{Sum Fitness}(\text{All chromosomes})$

فرمول بالا، به‌طور خلاصه به این معنی است که نسبت خوب بودن یک کروموزوم را با میزان خوب بودن تمامی کروموزوم‌های دیگر باید محاسبه کرد. هرچه این عدد بزرگ‌تر باشد، احتمال انتخاب آن کروموزوم بیشتر است؛ به عبارت دیگر، شانس بیشتری برای تولید نسل بعدی دارد؛ و برعکس هرچه این عدد کمتر باشد، احتمال انتخاب آن کروموزوم کمتر می‌شود؛ به عبارتی شانس کمتری در تولید نسل بعدی دارد. در چرخ رولت، احتمال انتخاب کروموزوم ۱ برابر است با نسبت تابع برازش کروموزوم (۱) به مجموع تابع برازش همه‌ی کروموزوم‌ها. در اینجا ۶ کروموزوم موجود است و تابع برازش اعمال شده بر روی آن‌ها به‌صورت زیر است:

$\text{Fitness\_Function}(\text{Chromosome1}) = 10$   
 $\text{Fitness\_Function}(\text{Chromosome2}) = 14$   
 $\text{Fitness\_Function}(\text{Chromosome3}) = 20$   
 $\text{Fitness\_Function}(\text{Chromosome4}) = 26$   
 $\text{Fitness\_Function}(\text{Chromosome5}) = 20$   
 $\text{Fitness\_Function}(\text{Chromosome6}) = 0$

و احتمال انتخاب شدن هر کروموزوم هم برای تولید نسل بعدی، به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$Probability(\text{chromosomes } C1) = \text{Fitness}(\text{chromosomes } C1) / \text{Sum Fitness}(\text{All chromosomes}) = 10 / 100 = 0.1$

Probability(chromosomesC2)=۱۴/۱۰۰=۰,۱۴  
 Probability(chromosomesC3)=۲۵/۱۰۰=۰,۲۵  
 Probability (chromosomes C4) = ۲۶/۱۰۰ = ۰,۲۶

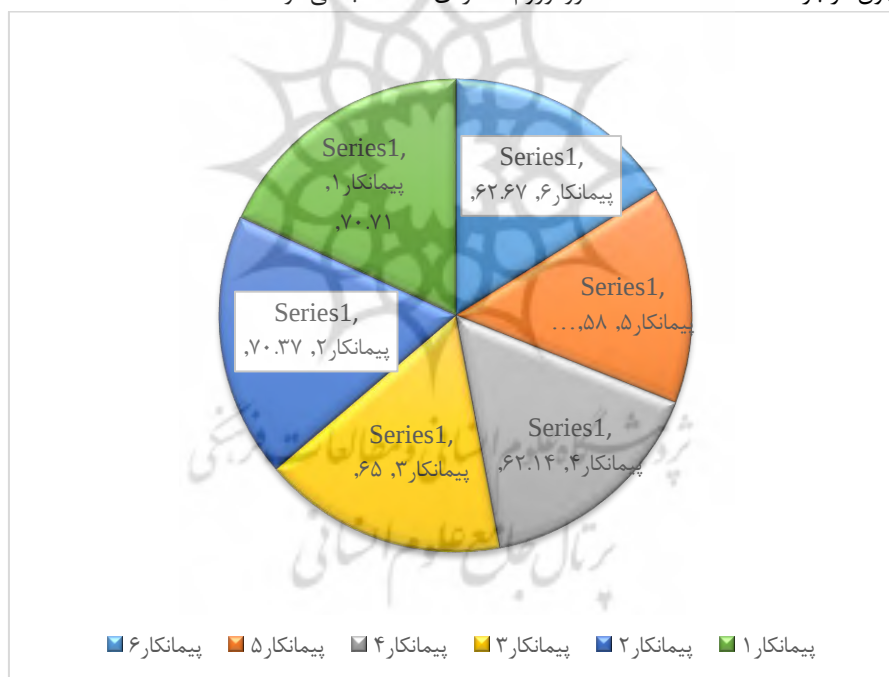
Probability (Chromosome C۵) ۲۰/۱۰۰ = ۰,۲۰

Probability (Chromosome C۶) ۵/۱۰۰ = ۰,۰۵

مرحله‌ی آخر الگوریتم چرخ رولت، این است که با توجه به محاسبات بالا، کروموزوم‌ها باید برای تولید نسل بعدی انتخاب شوند. این کار به صورت زیر انجام می‌شود.

با توجه به اینکه مجموعی احتمالات کروموزوم‌ها برابر ۱ است، احتمال انتخاب کروموزوم‌ها روی یک بردار به اندازه‌ی یک نگاشت فاصله دارد. این کار، برای مثال بالا به صورت زیر انجام می‌شود:

از آنجایی احتمال انتخاب کروموزوم اول برابر ۰,۱ است؛ در نتیجه، بازه‌ی ۰ تا ۰,۱ به کروموزوم یک نسبت داده می‌شود.  
 از آنجایی احتمال انتخاب کروموزوم دوم برابر ۰,۱۴ است؛ در نتیجه، بازه‌ی ۰,۱ تا ۰,۲۴ به کروموزوم دو نسبت داده می‌شود.  
 از آنجایی احتمال انتخاب کروموزوم سوم برابر ۰,۲۵ است؛ در نتیجه، بازه‌ی ۰,۲۴ تا ۰,۴۹ به کروموزوم سه نسبت داده می‌شود.  
 از آنجایی احتمال انتخاب کروموزوم چهارم برابر ۰,۲۶ است؛ در نتیجه، بازه‌ی ۰,۴۹ تا ۰,۷۵ به کروموزوم چهارم نسبت داده می‌شود.  
 از آنجایی احتمال انتخاب کروموزوم پنجم برابر ۰,۲۰ است؛ در نتیجه، بازه‌ی ۰,۷۵ تا ۰,۹۵ به کروموزوم پنجم نسبت داده می‌شود.  
 از آنجایی احتمال انتخاب کروموزوم ششم برابر ۰,۰۵ است؛ در نتیجه، بازه‌ی ۰,۹۵ تا ۱ به کروموزوم ششم نسبت داده می‌شود.  
 تا این مرحله، عمل نگاشت انجام شد. در گام آخر، یک عدد تصادفی بین ۰ تا ۱ ایجاد می‌شود. این عدد در هر بازه‌ی قرار بگیرید، یعنی آن کروموزوم انتخاب شده است؛ مثلاً اگر عدد تصادفی ۰,۳۵ باشد، چون در بازه‌ی ۰,۲۴ تا ۰,۴۹ است، در نتیجه کروموزوم شماره‌ی سه انتخاب می‌شود؛ و یا مثلاً اگر ۰,۸۹ انتخاب شد، چون در بازه ۰,۷۵ تا ۰,۹۵ است، کروموزوم شماره‌ی ۵ انتخاب می‌شود.



شکل ۴. چرخ رولت برحسب میزان برازش پیمانکاران

هر بخش از دایره نشان‌دهنده سهم هر پیمانکار در پروژه است. در واقع، این بخش‌ها به عنوان وزن‌هایی در روش انتخاب چرخ رولت در نظر گرفته می‌شوند. هرچه سهم یک پیمانکار بیشتر باشد، بخش مربوطه در چرخ بزرگتر خواهد بود و احتمال انتخاب او برای مراحل بعدی الگوریتم بیشتر می‌شود. این بدان معناست که پیمانکارانی که سهم بیشتری از پروژه را بر عهده دارند، شانس بیشتری برای انتخاب شدن و در نتیجه، تأثیرگذاری بیشتر بر نتایج نهایی دارند. به عبارت ساده‌تر، هرچه یک بخش بزرگ‌تر باشد، احتمال اینکه فلش چرخ رولت روی آن قرار بگیرد و آن پیمانکار انتخاب شود، بیشتر است. "واضح است که در انتخاب چرخه‌ی رولت، هرچقدر سهم مربوط به هر پیمانکار بزرگ‌تر باشد، شانس بیشتری در مقابل قرار گرفتن نقطه‌ی ثابت دارد. چنانچه سهم هر کدام از این بخش‌ها یکسان و یا نزدیک به هم باشد، شانس انتخاب شدن هر کروموزوم به عنوان والد (در اینجا همان پیمانکاران) یکسان است و معیارهایی که برحسب آن‌ها امتیازبندی شده است، عددی نزدیک به هم را نشان می‌دهد.

جدول ۵. رتبه‌بندی پیمانکاران

| رتبه | مقدار برآزش | کروموزوم                     |
|------|-------------|------------------------------|
| ۱    | ۷۰.۷۱       | شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده   |
| ۲    | ۷۰.۳۷       | گروه مشاوره مدیریت دانش دانا |
| ۳    | ۶۵          | شرکت اینوتکس ایران           |
| ۵    | ۶۲.۱۴       | مشاوره‌ی مهندسی نداک         |
| ۶    | ۵۸          | شرکت پرسیکا                  |
| ۴    | ۶۲.۶۷       | شرکت رسا                     |

در جدول ۵، رتبه‌بندی شش پیمانکار ارائه‌دهنده مدیریت دانش بر اساس مقدار برآزش و کروموزوم (نام شرکت‌ها) آورده شده است. مقدار برآزش نشان‌دهنده کیفیت و کارایی هر پیمانکار در زمینه ارائه خدمات مدیریت دانش است که از طریق الگوریتم ژنتیک محاسبه شده است. شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده با مقدار برآزش ۷۰.۷۱ بالاترین امتیاز را در بین پیمانکاران کسب کرده است و در رتبه اول قرار دارد. گروه مشاوره مدیریت دانش دانا با مقدار برآزش ۷۰.۳۷ در رتبه دوم قرار دارد. شرکت اینوتکس ایران با مقدار برآزش ۶۵ در رتبه سوم قرار دارد. شرکت رسا با مقدار برآزش ۶۲.۶۷ در رتبه چهارم قرار گرفته است. مشاوره‌ی مهندسی نداک با مقدار برآزش ۶۲.۱۴ در رتبه پنجم و شرکت پرسیکا با مقدار برآزش ۵۸ در رتبه ششم قرار دارند. این رتبه‌بندی بر اساس ارزیابی توانمندی‌ها و شایستگی‌های هر پیمانکار در ارائه خدمات مدیریت دانش انجام شده است. پیمانکار اول (شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده) با مقدار برآزش ۷۰.۷۱ بالاترین امتیاز را در میان پیمانکاران کسب کرده است. این شرکت با ارائه بهترین انطباق با نیازهای پروژه، توانسته است راه‌حل‌های کارآمدتر و مؤثرتری ارائه دهد. همچنین، پایداری و اثربخشی بیشتر در نسل‌های مختلف الگوریتم ژنتیک و استفاده از فناوری‌ها و روش‌های نوین مدیریت دانش، موجب برتری آن نسبت به دیگر پیمانکاران شده است. در نتیجه، پیمانکار شماره ۱ از نظر الگوریتم ژنتیک بالاترین برآزش را داشته و به‌عنوان بهترین پیمانکار در این زمینه شناخته می‌شود. به منظور تحلیل حساسیت در این تحقیق بر روی نرخ جهش تمرکز کردیم. نرخ جهش معمولاً بین ۰.۰۱ تا ۰.۱ تعیین می‌شود. محدوده‌های مختلفی از نرخ جهش را انتخاب می‌کنیم. سایر پارامترهای الگوریتم ژنتیک (مانند سایز جمعیت، نرخ انتخاب و تعداد نسل‌ها) ثابت نگه داشته می‌شوند. الگوریتم اجرا شده و نتایج به دست آمده ثبت شده است.

جدول ۶. تحلیل حساسیت

| زمان اجرا (ثانیه) | میانگین پاسخ | بهترین پاسخ | نرخ جهش |
|-------------------|--------------|-------------|---------|
| ۲۰                | ۱۲۵۰         | ۱۲۰۰        | ۰.۰۱    |
| ۱۸                | ۱۲۰۰         | ۱۱۵۰        | ۰.۰۵    |
| ۱۶                | ۱۱۵۵         | ۱۱۳۰        | ۰.۱     |
| ۲۲                | ۱۳۵۰         | ۱۳۰۰        | ۰.۱۵    |
| ۲۵                | ۱۴۵۰         | ۱۴۰۰        | ۰.۲     |

مشاهده می‌شود که با افزایش نرخ جهش از ۰.۰۵ به ۰.۱۰، بهبود در بهترین پاسخ به دست آمده وجود دارد (از ۱۱۵۰ به ۱۱۳۰) که نشان می‌دهد در این نقطه، تنوع جمعیت افزایش یافته است. از طرف دیگر، نرخ‌های بالاتر (۰.۱۵ و ۰.۲۰) منجر به بدتر شدن نتایج شده‌اند که نشان‌دهنده عدم همگرایی و افت کیفیت پاسخ‌هاست. همچنین می‌توان مشاهده کرد که زمان اجرای الگوریتم به طور کلی با افزایش نرخ جهش افزایش یافته است.

## نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر ارائه مدل مناسبی برای انتخاب ارائه‌دهندگان برون‌سپاری مدیریت دانش با استفاده از الگوریتم ژنتیک بود. در این تحقیق، با استفاده از دستور چرخ رولت و بر اساس اطلاعات موجود، از میان شش پیمانکار، گزینه‌ی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که بین شش پیمانکار ارائه‌دهنده مدیریت دانش، شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده با کسب بالاترین امتیاز، به عنوان بهترین گزینه انتخاب شد. سایر شرکت‌های مورد بررسی به ترتیب امتیاز عبارتند از: گروه مشاوره مدیریت دانش دانا، شرکت اینوتکس ایران، مشاوره مهندسی نداک، شرکت پرسیکا و شرکت رسا. در ارزیابی متغیرهای مختلف:

قابلیت‌های مدیریتی: شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده با امتیاز ۹۰، بالاترین نمره را کسب کرد.

کافی بودن تعداد کارکنان متخصص: شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده و گروه مشاوره مدیریت دانش دانا هر کدام امتیاز ۹۰ را به دست آوردند.

تسهیلات و قابلیت‌های فناوری اطلاعات: شرکت‌های مشاوران توسعه‌ی آینده و گروه مشاوره مدیریت دانش دانا به ترتیب امتیازات ۸۰ و ۸۰ را کسب کردند.

تعداد پروژه‌های انجام‌شده در حوزه مدیریت دانش: شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده با امتیاز ۹۰، بیشترین امتیاز را دریافت کرد.

میزان آمادگی فناوری: شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده با امتیاز ۹۰، بالاترین امتیاز را کسب کرد.

زمان انجام پروژه: شرکت مشاوران توسعه‌ی آینده با امتیاز ۹۰، بالاترین نمره را به دست آورد.

این نتایج با پژوهش‌های پیشین هم‌راستا است از جمله پژوهش‌های Lin et al. (2016) و Olajomok (2018) نیز از الگوریتم ژنتیک برای حل مسائل مشابه استفاده کرده‌اند و تأثیر مثبت برون‌سپاری بر عملکرد شرکت‌ها را تأیید کرده‌اند. نتایج این تحقیق همچنین با پژوهش‌های Büyükozan and Radfar (2010), Ersoy (2012), Majidi (2016), and (2010) در زمینه معیارهای تأثیرگذار بر برون‌سپاری هم‌راستا است. علاوه بر این، این تحقیق با پژوهش‌های Minooie et al. (2010), Oakville et al. (2004), Lee (2014), Leo et al. (2014), and Fanni et al. (2005) در انتخاب عوامل مؤثر بر برون‌سپاری هم‌راستا است. نتایج پژوهش با Gabi et al. (2004) and Chen and Wang (2009) نیز در زمینه مؤلفه‌های قیمت، هزینه، کیفیت، زمان تحویل، و قابلیت‌های فناوری همخوانی دارد.

الگوریتم ژنتیک به عنوان یک ابزار هوشمند در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت که امکان تحلیل و بهینه‌سازی مجموعه‌ای از معیارهای چندگانه را فراهم کرد. این چارچوب شامل متغیرهایی نظیر قابلیت‌های مدیریتی، تعداد کارکنان متخصص، تسهیلات و قابلیت‌های فناوری اطلاعات، تعداد پروژه‌های انجام‌شده، میزان آمادگی فناوری، و زمان انجام پروژه است. استفاده از الگوریتم ژنتیک در طراحی چارچوب ارزیابی و انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات برون‌سپاری مدیریت دانش، یک روش کارآمد و سیستماتیک است که به مدیران کمک می‌کند تا بر اساس معیارهای دقیق و علمی، تصمیم‌گیری بهینه‌تری داشته باشند. این چارچوب با ترکیب روش‌های فازی و الگوریتم ژنتیک، امکان ارزیابی جامع و عینی ارائه‌دهندگان را فراهم می‌کند و به بهبود کیفیت تصمیم‌گیری‌ها در سازمان‌ها منجر می‌شود.

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از الگوریتم ژنتیک نه تنها امکان تحلیل دقیق‌تری از داده‌ها و گزینه‌ها را فراهم می‌کند، بلکه پیچیدگی فرآیند تصمیم‌گیری را کاهش داده و دقت آن را افزایش می‌دهد. این چارچوب می‌تواند به مدیران کمک کند تا تصمیمات خود را بر اساس داده‌های مستند و تحلیل‌های هوشمندانه اتخاذ کنند. چارچوب ارائه‌شده نه تنها برای حوزه مدیریت دانش، بلکه برای سایر حوزه‌های برون‌سپاری نیز قابل استفاده است. این ویژگی به مدیران این امکان را می‌دهد تا در زمینه‌های مختلف از این ابزار بهره‌مند شوند.

## پیشنهادهای پژوهشی

استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره: برای سنجش دقیق‌تر معیارهای تأثیرگذار در فرآیند انتخاب ارائه‌دهندگان مدیریت دانش، استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند به تحلیل جامع‌تری از گزینه‌ها و معیارها کمک کند.

شخصی‌سازی معیارهای انتخاب: پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها بر اساس ویژگی‌های خاص خود، معیارهای بومی و تأثیرگذار را در فرآیند انتخاب ارائه‌دهندگان مدیریت دانش خود شخصی‌سازی کنند. این کار می‌تواند به تطابق بهتر و ارتقاء عملکرد سازمان‌ها کمک کند.

بررسی ابعاد بیشتر برون‌سپاری در پژوهش‌های آینده: با توجه به محدودیت‌هایی که در این تحقیق به دلیل طولانی بودن پرسشنامه وجود داشت، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی به ابعاد بیشتری از برون‌سپاری مدیریت دانش پرداخته شود. این ابعاد جدید می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر نتایج انتخاب ارائه‌دهندگان داشته باشند.

این پیشنهادات می‌توانند به بهبود فرآیند انتخاب و بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در حوزه برون‌سپاری مدیریت دانش کمک کرده و راهنمایی‌های مفیدی برای پژوهشگران و مدیران در این زمینه فراهم آورند.

## محدودیت‌ها

محدودیت‌های تحقیق شامل تعداد کم خبرگان مطلع مورد رجوع که ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج به سایر پیمانکاران را محدود کند. همچنین بر اساس ویژگی‌های ذاتی الگوریتم‌های متاهوریستیک تضمینی نیست که الگوریتم‌های ژنتیک همیشه منجر به بهینه‌ترین راه‌حل شوند. این الگوریتم‌ها به طور طبیعی خوب عمل می‌کنند و به طور کلی به یک جواب رضایت بخش در شرایط خاص هر مسئله اکتفا می‌کنند. همچنین معیارهای انتخاب به صورت کلی انتخاب شده اند و خاص یک صنعت نمی‌باشند.

## References

- Akhavan Kharazian, M., Shahbazi, M. M., & Fatehi, M. (2017). Performance Evaluation of Knowledge Workers at R&D department in Outsourcing Conditions. *Research in Production and Operations Management*, 8(1), 139-156. <https://doi.org/10.22108/jpom.2017.21550> (In Persian)

- Ahn, G., & Hur, S. (2020). Efficient genetic algorithm for feature selection for early time series classification. *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106345. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106345>
- Alder, D. (2003). Making the HR outsourcing decision. *MIT Sloan Management Review*, 45(1), 53-60.
- Babai Meybodi, H., & Emadi, S. H. (2017). Outsourcing services: Reasons, advantages, and disadvantages. *National Conference on New Research in Management and Accounting*, Isfahan, Iran\*. Retrieved from <https://civilica.com/doc/761400> (In Persian)
- Bolat, T., & Yilmaz, Ö. (2009). The relationship between outsourcing and organizational performance: Is it myth or reality for the hotel sector? *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 21 (1), 7-23. <https://doi.org/10.1108/09596110910930151>
- Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), <https://doi.org/3000-3011.10.1016/j.eswa.2011.08.162>
- Chen, L., Xu, R., & Huang, Z. (2021). A genetic algorithm for supplier selection and procurement outsourcing. *International Journal of Production Economics*, 231\*, 107877. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107877>
- Chen, L. Y., & Wang, T.-C. (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.07.022>
- Delen, G. P., Peters, R. J., Verhoef, C., & Van Vlijmen, S. F. M. (2019). Foundations for measuring IT-outsourcing success and failure. *Journal of Systems and Software*, 156, 113-125.
- Fadaei, M., Eshghi, H., Almodaresi, S. A., & Ourani, B. (2018). Investigating factors influencing outsourcing in transportation organizations of cities comparable to Shahin Shahr. (In Persian)
- Feeny, D., Lacity, M., & Willcocks, L. P. (2005). Taking the measure of outsourcing providers. *Sloan Management Review*, 46 (3), 41-48.
- Gabbay, J., & Le May, A. (2004). Evidence based guidelines or collectively constructed "mindlines"? Ethnographic study of knowledge management in primary care. *BMJ*, 329(7473), 1013.
- Habibi, A., Sarafrazi, A., & Izadyar, S. (2014). Delphi technique theoretical framework in qualitative research. *The International Journal of Engineering and Science*, 3(4), 8-13.
- Hosseini Dehshiri, S. J., & Heidari Dehooie, J. (2019). Using grey number theory in multi-criteria decision-making methods to evaluate the risk of outsourcing information technology projects. *Journal Name*, 7(28), 167-198. (In Persian) <https://doi.org/10.22054/ims.2019.10243>
- Johnson, M., Chen, H., & Wang, Y. (2023). Managing outsourcing risks and uncertainties in the supply chain: A genetic algorithm approach. *Expert Systems with Applications*, 227\*, 120145. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120145>
- Jensen, P. D. Ø., & Pedersen, T. (2012). Offshoring and international competitiveness: Antecedents of offshoring advanced tasks. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(2), 313-328.
- Kohli, P. P. S., Zargar, S., Arora, S., & Gupta, P. (2019). Stock prediction using machine learning algorithms. In *Applications of Artificial Intelligence Techniques in Engineering: SIGMA 2018, Volume 1* (pp. 405-414). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-1819-1\\_38](https://doi.org/10.1007/978-981-13-1819-1_38)
- Lam, W., & Chua, A. Y. (2009). Knowledge outsourcing: an alternative strategy for knowledge management. *Journal of Knowledge Management*, 13(3), 28-43. <https://doi.org/10.1108/13673270910962851>
- Li, M., Jin, L., & Wang, J. (2014). A new MCDM method combining QFD with TOPSIS for knowledge management system selection from the user's perspective in intuitionistic fuzzy environment. *Applied Soft Computing*, 21, 28-37. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.008>
- Liou, J. J., & Chuang, Y. T. (2010). Developing a hybrid multi-criteria model for selection of outsourcing providers. *Expert Systems with Applications*, 37(5), 3755-3761. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.048>

- Majidi Koohbanani, M., Saleh, N., & Pourkiani, M. (2016). The role of knowledge management and strategic knowledge management in organizations. Global Conference on Management, Economics, Accounting, and Humanities at the Beginning of the Third Millennium, Shiraz. Retrieved from <https://civilica.com/doc/524913> (In Persian)
- Market Research Future. (2024). Knowledge process outsourcing market research report - Global forecast till 2034. Market Research Future. Retrieved January 2, 2025, from <https://www.marketresearchfuture.com/reports/knowledge-process-outsourcing-market-22570>
- Mehregan, M. R., Salami, H., & Khajeh, M. (2010). Presenting a multi-criteria decision-making model for business process outsourcing using the analytic network process technique. Development and Transformation Management, 6, 17-31. (In Persian).
- Minouei, M., Pourzarandi, M. E., & Naderi, N. (2010). Evaluating the status of knowledge management based on the Nonaka-Takeuchi model (Case study: Taliya Company). Management Accounting, 3 (4), 49-58. (In Persian)
- Mo'tadel, M. R., Afshar Kazemi, M. A., & Dastbaz, S. (2011). Proposing a model to support outsourcing decisions for IT projects using group decision-making methods. Journal of Management Research, 89 (15). (In Persian)
- Morris, D., Swaminathan, J. M., & Gupta, S. (2022). Outsourcing decision-making in supply chain management: A hybrid genetic algorithm approach. Computers & Operations Research, 139, 105257. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105257>
- Naemi, Y., Rostami, M., & Rostami, M. (2018). Investigating the impact of social responsibility and outsourcing on organizational performance: The moderating role of environmental uncertainty (Case study: Mihan Shahr Company, Kermanshah). New Achievements in Humanities Studies, 1 (7). (In Persian)
- Nematian, M., Motavar, M., & Salehi, B. (2017). Outsourcing: Benefits and risks. Quarterly Journal of Management and Accounting Studies, (International Conference on Management, Economics, and Humanities with an Approach to Resistance Economics, Employment, and Production, Winter), 341-352. (In Persian)
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. Information & management, 42(1), 15-29. . <https://doi.org/10.1016/j.im.2004.01.002>
- Peters, S., Li, Y., & Kumar, A. (2023). Optimization of IT outsourcing partnerships using genetic algorithms. Journal of Business Research, 150, 743-752. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.06.025>
- Radfar, R., Hosseinzadeh, F., & Khalilou, A. (2010). Measuring customer satisfaction using fuzzy logic (Case study: ATM devices of Bank Saderat Iran in Tehran). Journal of Marketing Management, 8. (In Persian)
- Saifollahi, N., Ghaffarlou, A., & Sheikh Hassani, N. (2020). Analyzing knowledge sharing among employees in outsourcing supply chain management activities (Case study: Imam Khomeini University of Marine Sciences). Marine Science Education, 7 (23), 1-123. (In Persian)
- Simon, G., DiNardo, C. D., Takahashi, K., Cascone, T., Powers, C., Stevens, R., & Chin, L. (2019). Applying artificial intelligence to address the knowledge gaps in cancer care. The Oncologist, 24(6), 772. <https://doi.org/10.1634/theoncologist>
- Wang, A., Zhang, L., & Zhao, Q. (2022). Genetic algorithm for outsourcing optimization in manufacturing: A case study. Journal of Manufacturing Systems, 61, 104-114. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.09.015>

