Water and Wastewater, Vol. 37, No. 2, pp: 21-49

# Assessment of the Managers' Performance in Water and Wastewater Companies Using a Fuzzy TOPSIS Multi-Attribute Delphi Group Decision-Making Model (Case Study: Qazvin Province Water and Wastewater Company, Iran)

**Sattar Salehi[1*], Ali Mousakhani[2]**

1. Faculty Member, Dept. of Civil Engineering, Ga.C., Islamic Azad University, Garmsar, Iran (Corresponding Author) sattar.salehi@iau.ac.ir and sattar.salehi61@yahoo.com
2. Vice President of Technical and Engineering, Water and Wastewater Company of Qazvin Province, Qazvin, Iran

https://doi.org/10.22093/wwj.2026.580506.3551 **Original Paper**

## Abstract

Evaluating the performance of management levels is one of the most important annual assessments conducted across provincial Water and Wastewater Companies in Iran. However, the use of various performance indicators for evaluating managers has introduced considerable complexity into the assessment process and raised concerns about the reliability and consistency of its outcomes. In this study, a team of 21 experts from the Qazvin Province WWC was selected, and 31 effective criteria for evaluating the performance of managers were identified using the Delphi group decision-making method. Subsequently, a Fuzzy TOPSIS multi-criteria Delphi group decision-making model was developed to introduce a novel approach for prioritizing the managers of the Qazvin Province WWC across six counties. The results obtained from the proposed model were then compared with those of the numerical valuation method, which is a commonly used approach in the Qazvin Province WWC. The findings show that the developed model produced more realistic results than the numerical valuation method used by the Qazvin Province WWC. A group of decision-makers further validated the greater realism of these results. Accordingly, the performance rankings of managers in five out of the six counties examined in Qazvin Province were revised and rendered more realistic based on the collective judgments of the decision-makers. In other words, the application of the Fuzzy TOPSIS multi-criteria Delphi group decision-making model resulted in an 83.3% change in the evaluation results compared with those generated by the numerical valuation model for assessing the performance of managers at the Qazvin Province WWC. The model developed in this study represents a novel approach for evaluating the performance of managers in WWCs and is being applied for the first time within the water and wastewater sector in Iran. The findings indicate that the proposed model can serve as an effective alternative tool for managerial performance evaluation.

**Keywords:**
Water and Wastewater Companies, Managers' Performance, Ranking, Fuzzy TOPSIS, Multi-Attribute, Delphi Group Decision-Making Model.

OPEN ACCESS

**Received: May 9, 2026**
**Revised: June 19, 2026**
**Accepted: July 8, 2026**

**To cite this article:**
Salehi, S., Mousakhani, A., 2026. Assessment of the managers' performance in water and wastewater companies using a fuzzy TOPSIS multi-attribute delphi group decision-making model (case study: Qazvin Province Water and Wastewater Company, Iran). *Water and Wastewater*, 37(2), 21-49. https://doi.org/10.22093/wwj.2026.580506.3551.

Use your device to scan and read the article online

© The Author(s).
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## 1. Introduction

Managerial performance is a critical determinant of the effectiveness of water and wastewater utilities, where financial, human resources, customer, and operational dimensions must be considered simultaneously. Although multi-criteria decision-making methods have been increasingly applied to performance evaluation (Moradi, 2022; Dağıstanlı and Ustun, 2023; Edinsel et al., 2024), limited attention has been given to group-based evaluation and ranking of managers in water and wastewater utilities using broad and heterogeneous criteria. Conventional evaluation systems rely on predefined numerical scores and simple aggregation, without a transparent process for determining the relative importance of managerial performance domains, which may increase subjectivity and reduce confidence in managerial rankings. To address this gap, the present study develops a Fuzzy TOPSIS Delphi Group Decision Making method to evaluate managers' performance at the Qazvin Province WWC. The framework uses group Delphi to identify performance criteria, incorporates collective expert judgment to determine their relative importance, and employs Fuzzy TOPSIS to evaluate managers under uncertainty. The results are compared with the organization's conventional numerical valuation system. The main contribution is not a new mathematical algorithm, but the integration of criterion identification, group-based weighting, fuzzy performance evaluation, and managerial ranking within a single, practically grounded framework, providing a more systematic approach to managerial performance assessment in water and wastewater utilities.

## 2. Methodology

The model developed in this study is a group-based multi-criteria Fuzzy TOPSIS decision-making framework for evaluating the performance of managers in water and wastewater utilities. As illustrated in Fig. 1, the research begins by defining the managerial performance evaluation problem and forming a panel of 21 experts. The evaluation criteria are then determined through a three-round group Delphi process. Subsequently, the relative importance of the criteria is identified based on collective expert judgments using fuzzy linguistic variables, and a fuzzy decision matrix is constructed. The Fuzzy TOPSIS procedure (Fig. 2) is then applied to evaluate the performance of managers in the Qazvin Province WWC. Finally, the results are validated through the collective judgments of the participating experts and compared with those obtained from the conventional numerical valuation method currently used by the organization.

## 3. Results and discussion

### 3.1. Step 1. Identification of criteria and assignment of weights in Qazvin Province WWC

A panel of 21 experts from Qazvin Province WWC participated equally in a three-round Delphi process to identify, review, and finalize 31 managerial performance criteria in alignment with the organization's existing evaluation system. Experts then determined the relative importance of the criteria (Table 1-Section #1), and a fuzzy criteria-weight matrix was constructed for the Fuzzy TOPSIS analysis.

### 3.2. Step 2. Evaluation of alternatives (managers): formation of the managers' performance layer and modeling using Fuzzy TOPSIS

The managers' performance layer, which serves as input to the developed Fuzzy TOPSIS model, was established through a field-based assessment of managers at the Qazvin Province WWC against 31 predefined criteria. Managerial performance was evaluated using quantitative and qualitative operational data recorded over multiple years. For quantitative criteria, interannual changes in the relevant indicators were used to determine performance levels, while qualitative criteria were assessed based on observed favorable or unfavorable trends. Finally, the overall results were recorded linguistically and fuzzified (Table 2-Section #2). The fuzzified data were then evaluated for water and wastewater companies[1] and processed using the developed Fuzzy TOPSIS–Delphi group decision-making model to derive an overall performance score for each manager (Fig. 2). The results of the developed Fuzzy TOPSIS model for ranking the performance of the six managers of the district WWCs in Qazvin Province are presented in Table 3. The resulting ranking index ranges from 0 to 1, with values closer to 1 indicating a higher performance rank. Moreover, as mentioned before, the conventional ranking of managers in Qazvin Province WWC is determined using a numerical valuation method based on the data available for each district. Table 3 also shows the results of the

[1] Water and Wastewater Companies (WWCs)

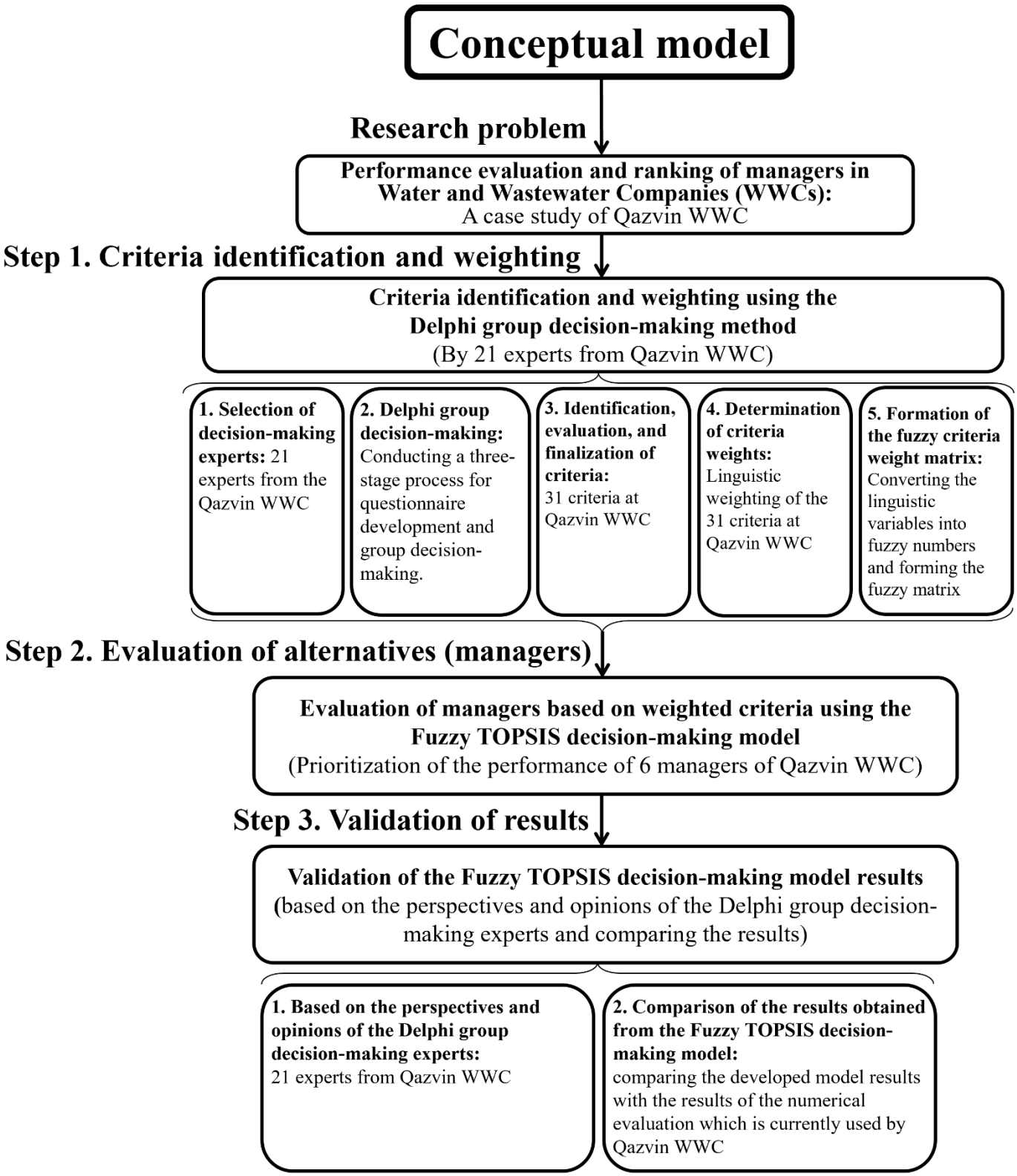



**Fig. 1**. Conceptual framework and research process for evaluating the performance of managers in WWCs

**1. Generating a layer related to the performance of water and wastewater company managers**
(using water and wastewater company data or field studies)

| City | Manager | *Information related to the performance of water and wastewater company managers* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| | | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $X^n_{m01}$ | $X^n_{m02}$ | …… | $X^n_{m31}$ |

$X^n_{mc}$ : *Information of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,…,31*

**2. Formation of fuzzy decision-making matrix**

| City | Manager | *Fuzzy decision-making matrix* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| | | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $\tilde{x}^n_{m01}$ | $\tilde{x}^n_{m02}$ | …… | $\tilde{x}^n_{m31}$ |

$\tilde{x}^n_{mc}$ : *Fuzzy number of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,…,31*

**3. Formation of descaled fuzzy decision-making matrix**

$$\tilde{r}^n_{mc} = \left(\frac{x^n_{min(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave1(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave2(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{max(mc)}}{x_{max^+(c)}}\right) \quad / \quad x_{max^+(c)} = \max_m x^n_{max(mc)}$$

| City | Manager | *Descaled fuzzy decision-making matrix* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| | | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $\tilde{r}^n_{m01}$ | $\tilde{r}^n_{m02}$ | …… | $\tilde{r}^n_{m31}$ |

$\tilde{r}^n_{mc}$ : *Descaled fuzzy number of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,…,31*

**4. Formation of weighted descaled fuzzy decision-making matrix**

$$\tilde{v}^n_{mc} = \left(\frac{x^n_{min(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave1(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave2(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{max(mc)}}{x_{max^+(c)}}\right).(w_{c1}, w_{c2}, w_{c3}, w_{c4})$$

| City | Manager | *Weighted descaled fuzzy decision making matrix* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| | | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $\tilde{v}^n_{m01}$ | $\tilde{v}^n_{m02}$ | …… | $\tilde{v}^n_{m31}$ |

$\tilde{v}^n_{mc}$ : *Weigheld descaled fuzzy number of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,…,31*

**5. Determination of the ideal/non-ideal fuzzy solutions**

*Ideal Fuzzy Solution:* $V^+ = \{\tilde{v}^+_{01}, \tilde{v}^+_{02}, \ldots, \tilde{v}^+_{31}\}$ / $\tilde{v}^+_c = \max_m \{\tilde{v}^n_{mc}\}$

*Non-Ideal Fuzzy Solution:* $V^- = \{\tilde{v}^-_{01}, \tilde{v}^-_{02}, \ldots, \tilde{v}^-_{31}\}$ / $\tilde{v}^-_c = \min_m \{\tilde{v}^n_{mc}\}$

**6. Determination of the distance between each manager from the ideal/non-ideal fuzzy solutions**

*Distance from the idea/non-ideal fuzzy solution* $S^n_m{}^{\pm} = \sum_{c=01}^{31} d(\tilde{v}^n_{mc}, \tilde{v}^{\pm}_c)$

$$= \sqrt{\frac{1}{4}\left[(v^n_{min(mc)} - v^{\pm}_{min(c)})^2 + (v^n_{ave1(mc)} - v^{\pm}_{ave\,1(c)})^2 + (v^n_{ave2(mc)} - v^{\pm}_{ave\,2(c)})^2 + (v^n_{max(mc)} - v^{\pm}_{max(c)})^2\right]}$$

**7. Determination the Ranking Index of m$^{th}$ manager's performance from n$^{th}$ city**

$$RI^n_m = \frac{S^n_m{}^-}{S^n_m{}^+ + S^n_m{}^-}$$

**Fig. 2**. Steps of the Fuzzy TOPSIS model developed in this study to evaluate managers' performance

**Table 1. Section #1.** The viewpoint of 21 decision-makers in the Qazvin Province WWC to determine the importance of 31 criteria for assessing the performance of managers / **Section #2.** Linguistic/Fuzzy values related to managers' performance in Qazvin Province WWC regarding each criterion

| Criteria | Section #1: Importance of each criterion considering the viewpoints of 21 decision-makers | | | | | | | Section #2: Performance of the manager of the city …. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Very low | Low | Relatively low | Medium | Relatively high | High | Very high | A | B | C | D | E | F |
| 1. Annual failure rate of water distribution network | 0 | 3 | 3 | 6 | 2 | 4 | 3 | G* | RG** | G | VG*** | RG | VG |
| 2. Annual failure rate of water connections | 1 | 0 | 6 | 5 | 4 | 4 | 1 | VG | RG | VG | VG | M**** | VG |
| 3. Implementation of the water distribution network reconstruction plan | 0 | 1 | 1 | 5 | 5 | 4 | 5 | G | M | RG | RB | VG | B |
| 4. Average time to resolve a water distribution network failure from the moment of notification | 0 | 0 | 1 | 2 | 9 | 4 | 5 | RG | RG | RG | M | G | M |
| 5. Electricity consumption and electricity cost per cubic meter of water production and transmission | 0 | 3 | 0 | 6 | 6 | 5 | 1 | VG | G | G | G | G | G |
| 6. SEPTA data recording - fixed and variable data of all facilities, maintenance and performance of all facilities, and budget recording (SIMBAFA) | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 7 | 8 | G | G | G | G | G | G |
| 7. Sewer network cleaning rate | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 5 | 5 | G | G | RG | RG | G | G |
| 8. Monitoring, inspecting, and following up on the crisis and HSE situation at the level of affairs and projects and all water and wastewater exploitation facilities, and preparing contractor files | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 | 7 | 3 | G | VG | G | G | M | VB***** |
| 9. Supervising the holding of maneuvers, HSE training, etc. Attending IMS audits and staff meetings | 0 | 1 | 0 | 2 | 11 | 5 | 2 | M | M | RB****** | M | M | VB |
| 10. Responding to internal and external correspondence and participating in meetings and investigating work events | 0 | 0 | 1 | 4 | 6 | 8 | 2 | VG | M | RB | VG | RB | M |
| 11. Sending monthly statistics of files and notifications to operating contractors and customers | 0 | 1 | 1 | 4 | 5 | 8 | 2 | VG | VG | VG | VG | VG | VG |
| 12. Cooperation and monitoring of the city's coronavirus response guidelines, preventive measures, necessary follow-ups, and reminders to colleagues | 1 | 2 | 2 | 5 | 4 | 6 | 1 | G | G | G | G | G | G |
| 13. Accrued (current) income growth of water price without balanced water usage of green space | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 9 | 6 | RB | B******* | VG | VG | RG | M |
| 14. Growth in collected water revenue and miscellaneous without balanced water usage of green space | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 6 | 8 | VB | M | RG | VG | M | VB |
| 15. Collection percentage | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 | 11 | M | G | RG | M | VG | M |
| 16. Collection percentage (identification and collection of income from unauthorized branches) | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 | 11 | VG | VG | VG | VG | VG | VB |
| 17. Capital recovery percentage | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 3 | 10 | VG | VG | VG | VG | VG | VB |
| 18. The desirability of chlorinometry tests in water distribution networks | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 4 | 11 | G | VG | G | G | G | G |
| 19. The desirability of microbial samples from the water distribution network | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 5 | 10 | G | VG | G | G | G | G |
| 20. Determination of the assignment of dormant and annuity accounts (determining the assignment of annuity advance receipts) | 0 | 0 | 3 | 2 | 10 | 5 | 1 | RG | RB | RB | G | RB | - |
| 21. Determination of the assignment of dormant and annual accounts (determining the assignment of dormant items) | 0 | 0 | 3 | 2 | 10 | 5 | 1 | G | G | RG | M | RG | - |
| 22. Timely registration of documents (registration of expense and interim documents) | 0 | 0 | 3 | 2 | 10 | 5 | 1 | G | VG | G | G | G | - |
| 23. Equipment property protection (reduction in escrow balance) | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 11 | 3 | RG | RG | G | G | RG | - |
| 24. Completing insurance and tax reports (submitting quarterly transaction reports) | 0 | 0 | 2 | 5 | 6 | 5 | 3 | VG | VG | VG | VG | VG | - |

**Cont. Table 1. Section #1.** The viewpoint of 21 decision-makers in the Qazvin Province WWC to determine the importance of 31 criteria for assessing the performance of managers / **Section #2.** Linguistic/Fuzzy values related to managers' performance in Qazvin Province WWC regarding each criterion

| Criteria | Section #1: Importance of each criterion considering the viewpoints of 21 decision-makers | | | | | | | Section #2: Performance of the manager of the city …. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Very low | Low | Relatively low | Medium | Relatively high | High | Very high | A | B | C | D | E | F |
| 25. Completing insurance and tax reports (taking minutes of municipal meetings) | 0 | 0 | 2 | 5 | 6 | 5 | 3 | RB | G | G | RG | VB | - |
| 26. Striving towards company goals (registering warehouse and property documents) | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 | 11 | VG | VG | VG | VG | G | - |
| 27. Follow up on assigned matters and interact well with others (property tag registration) | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 8 | 6 | VG | VG | VG | VG | VG | - |
| 28. Sending news, report | 0 | 1 | 0 | 5 | 7 | 6 | 2 | G | G | G | G | G | G |
| 29. Sending the company performance | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 8 | 4 | M | G | M | VG | G | RG |
| 30. Evaluation results of the Honor and Service Desk project in affairs | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 | 5 | 9 | RG | RG | RG | RG | RG | RG |
| 31. Participation in the suggestion system for managers and employees | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 2 | M | VG | VB | RB | RB | RB |
| 32. Linguistic values | *****VB: Very Bad | | *******B: Bad | | ******RB: Relatively Bad | ****M: Medium | | **RG: Relatively Good | | *G: Good | | ***VG: Very Good | |
| Fuzzy values | (0,0, 1, 2) | | (1, 2, 2, 3) | | (2, 3, 4, 5) | (4, 5, 5, 6) | | (5, 6, 7, 8) | | (7, 8, 8, 9) | | (8, 9,10,10) | |

**Table 2.** Ranking of managers' performance in Qazvin province WWC using the Fuzzy TOPSIS model and numerical valuation method

| Case studies No. | Case | Rankings obtained from the Fuzzy TOPSIS decision-making model | Rankings obtained from the numerical valuation method |
|---|---|---|---|
| 1 | A | 4 | 5 |
| 2 | B | 2 | 3 |
| 3 | C | 3 | 1 |
| 4 | D | 1 | 2 |
| 5 | E | 5 | 4 |
| 6 | F | 6 | 6 |

**Table 3.** Percentage of water and wastewater infrastructure characteristics of six cities in Qazvin province and the importance of each city

| Case studies | | City area (%) | Number of towns (%) | Number of villages (%) | City population (%) | Water connections (%) | Water network length (%) | Water transmission length (%) | Sewer connections (%) | Sewer length (%) | Sewer transmission length (%) | Company personnel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Case | Importance | | | | | | | | | | | |
| A | 1 | 35.74 | 24.14 | 37.11 | 46.85 | 46.52 | 41.98 | 52.84 | 50.74 | 45.15 | 44.57 | 48.39 |
| B | 3 | 2.6 | 17.24 | 2.34 | 19.98 | 16.06 | 9.21 | 3.79 | 27.07 | 22.87 | 30.63 | 13.12 |
| C | 2 | 16.54 | 17.24 | 18.36 | 13.28 | 13.98 | 16.92 | 17.02 | 9 | 13.46 | 10.59 | 15.22 |
| D | 4 | 19.38 | 20.69 | 18.36 | 9.4 | 11.41 | 14.98 | 9.33 | 5.83 | 7.37 | 9.69 | 12.62 |
| E | 5 | 8.55 | 13.79 | 10.35 | 7.24 | 8.28 | 10.69 | 7.37 | 7.23 | 9.73 | 4.52 | 7.92 |
| F | 6 | 17.19 | 6.9 | 13.48 | 3.24 | 3.74 | 6.22 | 9.64 | 0.14 | 1.42 | 0 | 2.72 |

numerical valuation method.

### 3.3. Step 3. Validation of results

**Based on Delphi Expert Judgment:** The accuracy and validity of the developed Fuzzy TOPSIS results (Table 2) were evaluated using the knowledge and experience of 21 selected experts from Qazvin Province WWC. Likewise, the model results were compared with those obtained using the conventional numerical valuation method (Table 2) and the corresponding water and wastewater infrastructure characteristics of the province's districts (Table 3). The 21 experts reviewed these results, and their judgments confirmed that the performance rankings generated by the developed Fuzzy TOPSIS model were more realistic and valid.

**Comparison of Fuzzy TOPSIS with the conventional numerical valuation method**: Comparison of the managerial rankings obtained using the developed Fuzzy TOPSIS model and the conventional numerical valuation method reveals substantial differences in the ordering of managers. The rankings of Managers D, B, and A improved from second to first, third to second, and fifth to fourth, respectively, whereas Managers C and E shifted from first to third and fourth to fifth, respectively. The ranking of Manager F remained unchanged at sixth. Thus, the proposed model does not merely reproduce the existing ranking; rather, it reorders five of the six managers (83.3%), reflecting the relative importance of the evaluation criteria and providing a differentiated representation of managerial performance (Table 2). Compared with the conventional approach, Fuzzy TOPSIS incorporates the relative importance of criteria and uncertainty inherent in managerial judgments, thereby providing a more differentiated framework for performance assessment. The observed changes in rankings, together with the expert validation of the results as more realistic in relation to existing assessments and district infrastructure characteristics, support the model's ability to capture performance differences more effectively. Overall, the findings indicate that Fuzzy TOPSIS provides a more analytical and sensitive framework for managerial performance evaluation, with potential to support more precise identification of managerial strengths and weaknesses and more targeted corrective decision-making.

## 4. Conclusions

This study developed and validated an integrated decision-support framework for managerial performance assessment in WWCs by combining Delphi group decision-making, fuzzy group judgment, and Fuzzy TOPSIS. Applied to six district companies in Qazvin Province WWC using 31 criteria and the judgments of 21 experts, the proposed framework produced rankings that were more consistent with observed managerial performance and infrastructure conditions than the conventional numerical valuation method, as confirmed by expert validation. The framework provides a systematic and flexible approach for managerial evaluation and can be extended to other decision-making methods, criteria, and larger sets of alternatives in future studies.

## 5. Acknowledgment

The authors gratefully acknowledge the support of Qazvin Province WWC in this project and the use of AI-based language assistance to improve the manuscript's writing style and language.

آب و فاضلاب، دوره ۳۷، شماره ۲، صفحه: ۴۹-۲۱

# ارزیابی عملکرد مدیران در شرکت‌های آب و فاضلاب با استفاده از مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS (مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب استان قزوین)

ستار صالحی[۱*]، علی موسی‌خانی[۲]

۱- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، گرمسار، استان سمنان، ایران
(نویسنده مسئول) sattar.salehi61@yahoo.com و sattar.salehi@iau.ac.ir
۲- معاون فنی و مهندسی، شرکت آب و فاضلاب استان قزوین، استان قزوین، ایران

مقاله پژوهشی https://doi.org/10.22093/wwj.2026.580506.3551

## چکیده

سطوح مدیریتی در شرکت‌های آب و فاضلاب یکی از مهم‌ترین سطوح سازمانی است که هرگونه تصمیم‌گیری و مدیریت صحیح و یا ناصحیح در این سطوح می‌تواند در دستیابی و یا عدم توفیق به اهداف تعیین شده در آن سازمان بسیار اثرگذار باشد. ازاین‌رو ارزیابی عملکرد سطوح مدیریتی، یکی از مهم‌ترین ارزیابی‌های سالیانه در کلیه شرکت‌های آب و فاضلاب استانی در کشور ایران است. بااین‌حال وجود شاخص‌های مختلف برای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت‌ها، این ارزیابی‌ها را با پیچیدگی‌های مختلفی و نتایج آن را با تردید همراه ساخته است. در این پژوهش با انتخاب یک تیم ۲۱ نفره متخصص در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین و تعیین ۳۱ معیار اثربخش در ارزیابی عملکرد مدیران با استفاده از روش تصمیم‌گیری گروهی دلفی و نهایتاً توسعه یک مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS، روشی نوین برای اولویت‌بندی مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین در ۶ شهرستان معرفی شد؛ و نتایج آن با روش ارزش‌گذاری عددی که یک روش رایج در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین است مقایسه شد. آنچه در این پژوهش به دست آمد بیانگر نتایج واقع‌بینانه‌تر مدل توسعه داده شده نسبت به نتایج روش ارزش‌گذاری عددی در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین است که صحت واقع‌بینانه‌تر بودن این نتایج توسط تصمیم‌گیرندگان گروهی تأیید شد. در این راستا رتبه عملکردی مدیران ۵ شهرستان از ۶ شهرستان موردمطالعه در استان قزوین واقع‌بینانه‌تر شد (بر اساس نقطه‌نظر تصمیم‌گیرندگان گروهی) و تغییر یافت؛ بدین معنا که با استفاده از مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS یک تغییر ۸۳/۳ درصد در نتایج نسبت به نتایج مدل ارزش‌گذاری عددی در ارزیابی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین به دست آمد. مدل توسعه داده شده در این پژوهش یک روش جدید برای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب محسوب شد و برای اولین بار در سطح شرکت‌های آب و فاضلاب کشور انجام شد که این نتایج نشان داد مدل پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار جایگزین برای ارزیابی مدیران استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:**
شرکت آب و فاضلاب، عملکرد مدیران، رتبه‌بندی، Fuzzy TOPSIS، مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه

دریافت: ۱۴۰۵/۲/۱۹
اصلاح: ۱۴۰۵/۳/۲۹
پذیرش: ۱۴۰۵/۴/۱۷

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام بفرمایید:
صالحی، س.، موسی‌خانی، ع.، ۱۴۰۵، ارزیابی عملکرد مدیران در شرکت‌های آب و فاضلاب با استفاده از مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS (مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب استان قزوین). *آب و فاضلاب*. ۳۷(۲)، ۴۹-۲۱. https://doi.org/10.22093/wwj.2026.580506.3551

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

© The Author(s).
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## ۱- مقدمه

معمولاً هر یک از شرکت‌های آب و فاضلاب مانند سازمان‌های دیگر به سطوح مختلفی از نیروهای انسانی طبقه‌بندی می‌شود که یکی از مهم‌ترین این سطوح مربوط به مدیران می‌شود. در این راستا هرسال عملکرد مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب ارزیابی می‌شود. این ارزیابی بر اساس شاخص‌های مختلفی انجام می‌شود و در سازمان‌های دیگر نیز رایج است. در حوزه عملکرد مدیران سازمانی و ارتباط بین شاخصه‌های رفتاری مدیران و بهبود عملکرد سازمان، مطالعات مختلفی در سطح ملی و بین‌المللی انجام شده که در ادامه چندین مورد، ارزیابی خواهد شد.

### ۱-۱- مطالعات ملی

در ایران، مطالعات متعددی عملکرد مدیران را از ابعاد مختلف بررسی کرده‌اند. رحمتی و آواخ دارستانی عملکرد شرکت‌های بیمه را با استفاده از کارت امتیازی متوازن و مدل ترکیبی BWM-TOPSIS ارزیابی و رتبه‌بندی کردند. این پژوهش نشان داد که روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توانند برای ترکیب ابعاد مختلف عملکرد و رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده شوند؛ بااین‌حال، گزینه‌های مورد ارزیابی در این پژوهش، شرکت‌ها بودند و نه مدیران (Rahmati and Avakh Darestani, 2021).

در پژوهشی دیگر صالحی‌فر ارزیابی عملکرد مدیران شایسته‌سالار را با استفاده از تکنیک DEA بررسی کرد (Salehifar, 2021). همچنین پاداشکنده و همکاران رابطه شایستگی‌های رهبری مدیران با عملکرد سازمانی مراکز آموزش علمی کاربردی را بررسی کردند. بااین‌حال معیارهای گسترده‌ای در این پژوهش‌ها موردتوجه قرار نگرفت (Padashkandeh et al, 2021).

عرب‌شاهی و همکاران تأثیر ارزش دانش مدیران عالی بر شیوه‌های اشتراک دانش، نوآوری باز و عملکرد سازمانی را بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده ارتباط میان دانش مدیران، اشتراک دانش، نوآوری و عملکرد سازمانی بود؛ بااین‌حال، این پژوهش بیشتر بر بررسی روابط میان متغیرها تمرکز داشت و به ارزیابی و رتبه‌بندی مستقیم مدیران نپرداخت (Arabshahi et al., 2022).

اردمیر و همکاران یک مدل یکپارچه برای ارزیابی عملکرد کارکنان بخش عمومی با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS فازی ارائه کردند. در این مدل، AHP برای تعیین وزن معیارها و TOPSIS فازی برای ارزیابی عملکرد ۱۰۰ نفر از کارکنان یک شهرداری استفاده شد. اگرچه این پژوهش کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی را در ارزیابی عملکرد نشان داد، جامعه مورد مطالعه کارکنان عمومی بودند و نه مدیران و ساختار تصمیم‌گیری گروهی مشخصی برای رتبه‌بندی مدیران در آن در نظر گرفته نشده بود (Erdemir et al., 2022).

در پژوهشی دیگر مهران‌فرد جایگاه و نقش نظام پیشنهادات در ارزیابی عملکرد کارکنان و مدیران در سازمان‌ها و مؤسسات را بررسی کرد. مطالعه موردی این پژوهش شرکت برق منطقه‌ای خوزستان بود (Mehranfard, 2022). محرابیان و اسپیدکار ابعاد زنجیره تأمین سبز در بهبود عملکرد مدیران با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی را ارزیابی کردند. بااین‌حال در هیچ‌یک از مطالعات ذکر شده از ساختار تصمیم‌گیری گروهی چند شاخصه فازی بهره‌گیری نشد (Mehrabian and Espidkar, 2022).

کیانی قلعه‌نو و همکاران با استفاده از روش دلفی فازی، یک مدل بلوغ برای ارزیابی عملکرد مدیران بانک ملی ایران ارائه کردند. مدل نهایی شامل چهار بعد اصلی وظایف مدیریتی، مهارت‌های مفهومی، فنی و انسانی و همچنین ۲۲ شاخص و ۱۰۴ زیرشاخص بود. باوجود جامعیت چارچوب ارائه شده، این پژوهش عمدتاً بر طراحی و اعتبارسنجی مدل ارزیابی تمرکز داشت و سازوکار مشخصی برای رتبه‌بندی چندمعیاره مدیران ارائه نکرد (Kyiani Ghalenoo et al., 2024).

### ۱-۲- مطالعات بین‌المللی

در مطالعات بین‌المللی نیز استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ارزیابی عملکرد، به دلیل ماهیت چندبعدی این موضوع، موردتوجه قرار گرفته است. مرادی با ترکیب کارت امتیازی متوازن، AHP و TOPSIS، چارچوبی برای ارزیابی عملکرد اعضای هیئت‌علمی دانشگاه ارائه کرد. این مدل در سه دانشکده اجرا شد و با تحلیل حساسیت اعتبارسنجی شد؛ بااین‌حال، واحدهای سازمانی مورد ارزیابی اعضای هیئت‌علمی بودند و پژوهش مستقیماً به رتبه‌بندی مدیران سازمانی نپرداخت (Moradi, 2022).

Dimitriou and Sartzetaki یک مدل ارزیابی عملکرد برای شرکت‌های حمل‌ونقل با استفاده از روش اصلاح شده TOPSIS فازی ارائه کردند. چارچوب پیشنهادی باهدف ارزیابی عملکرد سازمان‌ها بر اساس معیارهای متعدد و شناسایی شرایط مؤثر بر بهبود

عملکرد طراحی شد. بااین‌حال، تمرکز پژوهش بر ارزیابی شرکت‌های حمل‌ونقل به‌عنوان واحدهای سازمانی بود و عملکرد و رتبه‌بندی مدیران به‌صورت مستقیم بررسی نشد (Dimitriou and Sartzetaki, 2022).

Dağıstanlı and Ustun یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر AHP-TOPSIS و برنامه‌ریزی هدفی برای ارزیابی مشتریان و تخصیص مدیران در صنعت دفاعی ارائه کردند. این پژوهش بر اهمیت مدیران در دستیابی به اهداف سازمانی تأکید داشت و از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی و تخصیص مدیران استفاده کرد؛ بااین‌حال، تمرکز اصلی پژوهش بر تخصیص مدیران بر اساس ارزیابی مشتریان بود و نه ارزیابی جامع و رتبه‌بندی عملکرد مدیران موجود (Dağıstanlı and Ustun, 2023).

Edinsel و همکاران یک چارچوب ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی را برای ارزیابی عملکرد مدیران فروشگاه ارائه کردند. در این پژوهش، پیچیدگی و ماهیت ذهنی ارزیابی عملکرد مدیران موردتوجه قرار گرفت و سطح دانش و آموزش به‌عنوان مهم‌ترین معیار شناسایی شد. بااین‌حال، مدل ارائه شده مبتنی بر ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بود و کاربرد تصمیم‌گیری گروهی Fuzzy TOPSIS برای مدیران واحدهای مختلف را بررسی نکرد (Edinsel et al., 2024).

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که خلأ قابل‌توجهی در زمینه ارائه یک مدل تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره فازی برای ارزیابی و رتبه‌بندی مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب وجود دارد. در این پژوهش‌ها ارزیابی معیارهای متعدد و ناهمگن در قالب تصمیم‌گیری گروهی فازی موردتوجه قرار نگرفته است. بنابراین مهم‌ترین نوآوری این پژوهش، استفاده از معیارهای گسترده و ناهمگن و یک مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی Fuzzy TOPSIS بود که می‌تواند کاستی روش رایج ارزش‌گذاری عددی برای ارزیابی مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب را مرتفع کند. در روش جاری ارزیابی مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب، عملکرد مدیران بر اساس امتیازهای عددی اختصاص‌یافته به حوزه‌های مختلف ارزیابی شده و رتبه نهایی هر مدیر از طریق تجمیع حسابی این امتیازها تعیین می‌شود. در چنین سیستمی، اهمیت حوزه‌های مختلف، ازجمله عملکرد مالی، منابع انسانی، مشترکین و شاخص‌های عملیاتی، الزاماً بر اساس یک فرایند علمی و شفاف تعیین نمی‌شود. این موضوع می‌تواند زمینه‌ساز قضاوت‌های ذهنی و اختلاف میان مدیران شده و اعتماد به نتایج رتبه‌بندی را کاهش دهد. بنابراین به رویکردی نظام‌مند نیاز است که اهمیت معیارهای ارزیابی را از طریق یک فرایند تصمیم‌گیری ساختاریافته تعیین کرده و همچنین مدیران را با یک روش علمی تصمیم‌گیری چندمعیاره ارزیابی و رتبه‌بندی کند.

درواقع با توجه به مطالعات پیشین، نوآوری این پژوهش نه در توسعه یک الگوریتم ریاضی جدید، بلکه در توسعه و به‌کارگیری یک چارچوب یکپارچه تصمیم‌یار برای ارزیابی و رتبه‌بندی عملکرد مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب بود. در این چارچوب، معیارهای ارزیابی موجود در بستر سازمانی شرکت آب و فاضلاب استان قزوین، از طریق یک فرایند تصمیم‌گیری گروهی دلفی مورد بررسی و نهایی‌سازی قرار گرفت و سپس اهمیت نسبی معیارها و عملکرد مدیران با استفاده از قضاوت گروهی و منطق فازی در قالب مدل Fuzzy TOPSIS تلفیق شد؛ بنابراین، وجه تمایز اصلی پژوهش حاضر، یکپارچه‌سازی فرایند انتخاب و تثبیت معیارها، وزن‌دهی گروهی معیارها، ارزیابی عملکرد مدیران و رتبه‌بندی چند متغیره آنان در یک چارچوب تصمیم‌گیری واحد بود. همچنین، چارچوب پیشنهادی با روش ارزش‌گذاری عددی مورداستفاده در سازمان مقایسه شد. از این منظر، سهم اصلی این مطالعه، ماهیتی روش‌شناختی و کاربردی داشت و در بستر واقعی ارزیابی مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب مورد آزمون قرار گرفت. در این پژوهش هدف آن بود که به‌جای توزین سلیقه‌ای حوزه‌های مختلف در شرکت‌های آب و فاضلاب، با استفاده از منطق تصمیم‌گیری گروهی معیارهای تعیین شده وزن‌دهی شوند و به‌جای استفاده از روش ساده ارزش‌گذاری عددی و تجمیع حسابی این ارزش‌ها، از یک روش استاندارد مانند مدل‌های تصمیم‌گیری استفاده شود.

## ۲- متدولوژی

مدل توسعه‌یافته در این پژوهش یک مدل تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره Fuzzy TOPSIS برای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب بود. شکل ۱ چارچوب مفهومی و فرایند اجرای پژوهش را نشان می‌دهد. فرایند پژوهش از تعریف مسئله ارزیابی عملکرد مدیران آغاز شد و پس از تشکیل تیم ۲۱ نفره متخصصان، معیارهای ارزیابی از طریق فرایند سه مرحله‌ای تصمیم‌گیری گروهی دلفی بررسی و نهایی شدند. در مرحله بعد،

dx.doi.org/10.22093/wwj.2026.580506.3551


اهمیت معیارها بر اساس قضاوت گروهی و متغیرهای زبانی فازی تعیین و ماتریس تصمیم‌گیری فازی تشکیل شد. سپس با اجرای مراحل مدل Fuzzy TOPSIS، عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین بررسی شد و این مدیران بر اساس عملکردشان اولویت‌بندی شدند. در نهایت، نتایج حاصل با استفاده از دیدگاه و نقطه‌نظرات متخصصین تصمیم‌گیری گروهی در این شرکت اعتبارسنجی شد و سپس نتایج این مدل با نتایج روش ارزش‌گذاری عددی موجود در سازمان مقایسه و بررسی شد؛ بنابراین، شکل ۱ مدل مفهومی ارتباط میان مسئله پژوهش، خبرگان، معیارهای ارزیابی، فرایند تصمیم‌گیری فازی، رتبه‌بندی، اعتبارسنجی و تفسیر مدیریتی نتایج را به‌صورت یکپارچه نشان می‌دهد.

## ۲-۱-گام ۱- تعیین معیارها و وزن‌دهی آن‌ها

معیارهای تصمیم‌گیری در این پژوهش با استفاده از روش تصمیم‌گیری گروهی دلفی به دست آمد. روش دلفی یک فرایند قوی مبتنی بر ساختار ارتباط گروهی است. این روش برای اولین بار توسط Dalkey و Helmerd ارائه شد (Dalkey and Helmerd, 1963). این روش در مواردی که دانشی ناکامل و نامطمئن در دسترس باشد و یا محدودیت‌هایی ازلحاظ کاربرد قوانین، فرمول‌ها و مدل‌های ریاضی مشاهده شود، استفاده می‌گردد. به این منظور قضاوت به گروهی از متخصصان آن امر سپرده می‌شود. این روش به‌منظور بررسی قضاوت‌های گروه‌های متخصص و نیز ایجاد هماهنگی بین دیدگاه‌ها، به نظرسنجی از افراد می‌پردازد. این نظرسنجی‌ها با استفاده از پرسش‌نامه و طی چند مرحله انجام می‌شود. نهایتاً، ارزش‌گذاری و تحلیل مجموعه دیدگاه‌های افراد، مبنای هدف‌گذاری و تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد (Ataei, 2011a).

۱- **انتخاب متخصصین تصمیم‌گیرنده:** در تصمیم‌گیری گروهی دلفی ضروری است که ابتدا متخصصینی برای تعیین معیارها و وزن‌دهی آن‌ها انتخاب شوند. معیارهای انتخاب این تصمیم‌گیرندگان بر اساس تجربه و تخصص است؛

۲- **تصمیم‌گیری گروهی دلفی:** این فرایند یک روند ۳ مرحله‌ای برای توسعه پرسش‌نامه‌ها و تعیین معیارها است؛

۳- **شناسایی، بررسی و نهایی‌سازی معیارها:** معیارها براساس خروجی تصمیم‌گیری گروهی دلفی تعیین می‌شود.

۴- **تعیین وزن معیارها:** در این پژوهش عملیات وزن‌دار کردن معیارها با استفاده از دانش تصمیم‌گیرندگان گروهی انجام می‌شود. مقیاس امتیازدهی مورد استفاده در این پژوهش از نوع مقیاس ۷ فاصله‌ای Porter بود (Asgarpour, 2011) و این مقیاس‌های ۷ فاصله‌ای Porter با مجموعه‌های فازی ارزش‌گذاری می‌شود (Meng et al., 2014). علت استفاده از اعداد فازی در این پژوهش شک و تردید ذاتی موجود در تصمیم‌گیری‌های گروهی برای وزن‌دهی معیارها (Meng et al., 2014) و عدم قطعیت و عدم دقت موجود در فرایند ثبت اطلاعات در شرکت‌های آب و فاضلاب بود (Salehi et al., 2019, 2024). در این راستا با استفاده از جدول ۱ هر یک از این مقیاس‌های زبانی به یک عدد فازی نسبت داده شد. این مقیاس‌های فازی برگرفته از پژوهش عطایی است (Ataei, 2011b) لازم به ذکر است که برای تعیین نوع و تحلیل حساسیت اعداد فازی مورد استفاده در این پژوهش، از نحوه تحلیل حساسیت پژوهش صالحی و همکاران استفاده شد (Salehi et al., 2021). بر این اساس در این پژوهش انواع مختلفی از اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای استفاده و مشخص شد که ترکیبی از اعداد فازی ذوزنقه‌ای و مثلثی بالاترین حساسیت را نسبت به توزیع داده‌های معیارها دارند (شکل ۲).

۵- **تشکیل ماتریس فازی وزن معیارها:** در این مرحله ماتریسی تشکیل می‌شود که اعضای آن بیانگر وزن نسبی هر معیار نسبت به دیگر معیارها است. این ماتریس عبارت است از

$$\widetilde{W} = [\widetilde{w}_{01}, \widetilde{w}_{02}, \widetilde{w}_{03}, \dots\dots\dots\dots, \widetilde{w}_{31}] \qquad (۱)$$

هر یک از اوزان $\widetilde{w}_{01}$ تا $\widetilde{w}_{31}$ به‌صورت یک عدد فازی ذوزنقه‌ای $\widetilde{w}_i = (w_{min(c)}, w_{ave1(c)}, w_{ave2(c)}, w_{max(c)})$ تعریف می‌شود، به‌طوری‌که مقدار $c = 01,02, \dots$ است (معادل تعداد معیارها). حال با توجه به اینکه گروه تصمیم‌گیرنده دارای k عضو است، رتبه‌بندی فازی k امین تصمیم‌گیرنده، به‌صورت عدد $\widetilde{w}_{ck} = (w_{min(ck)}, w_{ave1(ck)}, w_{ave2(ck)}, w_{max(ck)})$ تعریف می‌شود. بنابراین رتبه‌بندی فازی ترکیبی اوزان $\widetilde{w}_c = (w_{min(c)}, w_{ave1(c)}, w_{ave2(c)}, w_{max(c)})$ معیارها بر اساس معادلات ۲ تا ۵ به دست می‌آید

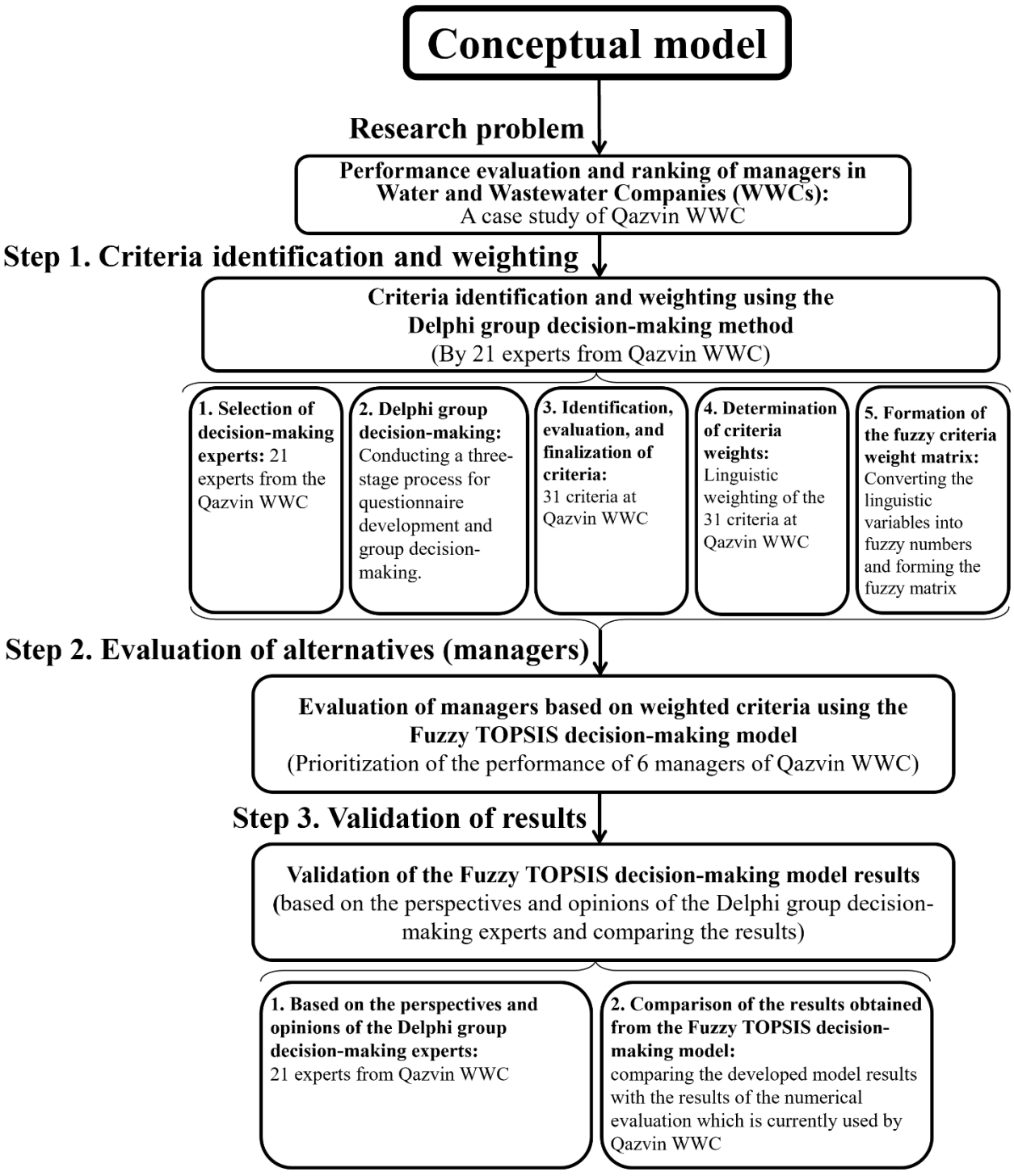



**Fig. 1.** Conceptual framework and research process for evaluating the performance of managers in water and wastewater companies

**شکل ۱**- چارچوب مفهومی و فرایند پژوهش برای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب

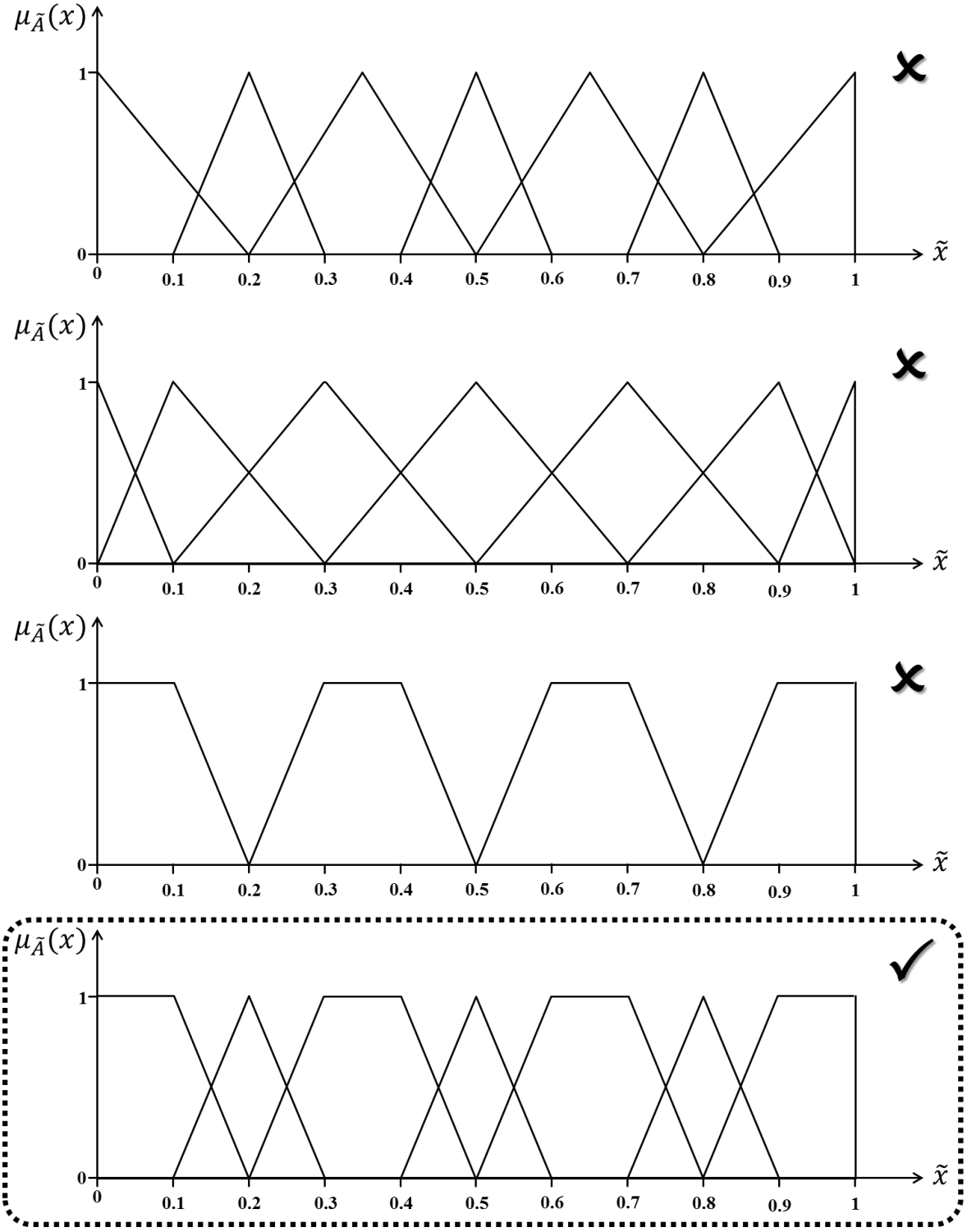



**Fig. 2**. Fuzzy number selected based on sensitive analysis (Salehi et al., 2021)

**شکل ۲**- عدد فازی منتخب بر اساس تحلیل حساسیت (Salehi et al., 2021)

**جدول ۱**- متغیرهای زبانی و اعداد فازی در نظر گرفته شده در این پژوهش برای امتیازدهی معیارها

**Table 1**. Linguistic variables and Fuzzy numbers considered in this research for scoring criteria

| The importance of criteria in terms of evaluating managers' performance | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Linguistic variable | Very low | Low | Relatively low | Medium | Relatively high | High | Very high |
| Fuzzy number | (0,0,0.1,0.2) | (0.1,0.2,0.2,0.3) | (0.2,0.3,0.4,0.5) | (0.4,0.5,.5,0.6) | (0.5,0.6,0.7,0.8) | (0.7,0.8,0.8,0.9) | (0.8,0.9,1,1) |

**جدول ۲**- متغیرهای زبانی و اعداد فازی در نظر گرفته شده در این پژوهش برای امتیازدهی به عملکرد مدیران

**Table 2**. Linguistic variables and Fuzzy numbers considered in this research for scoring the managers' performance

| Manager performance | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Linguistic variable | Very bad | Bad | Relatively bad | Medium | Relatively good | Good | Very good |
| Fuzzy number | (0,0, 1, 2) | (1, 2, 2, 3) | (2, 3, 4, 5) | (4, 5, 5, 6) | (5, 6, 7, 8) | (7, 8, 8, 9) | (8, 9,10,10) |

$$W_{min(c)} = \underset{k}{Min}\{w_{min(c)}\} \quad (۲)$$

$$W_{ave1(c)} = \frac{\sum_{k=1}^{k} w_{ave1(c)}}{k} \quad (۳)$$

$$W_{ave\,2(c)} = \frac{\sum_{k=1}^{k} w_{ave2(c)}}{k} \quad (۴)$$

$$W_{max(c)} = \underset{k}{Max}\{w_{max(c)}\} \quad (۵)$$

## ۲-۲-گام ۲- ارزیابی گزینه‌ها (مدیران)

"گزینه‌های" تعیین شده در این پژوهش (مدیران) باید تحت معیارهای تعیین شده مورد ارزیابی و مقایسه با یکدیگر قرار گیرد. ازآنجاکه معیار تعیین شده در این پژوهش باید مربوط به عملکرد مدیران بود و می‌توانست ناهمگن و غیرمتجانس باشد، لازم بود از مدلی برای مقایسه عملکرد مدیران نسبت به این معیارها استفاده شود که توانایی تحلیل هم‌زمان معیارهای ناهمگن را به‌صورت مستقل از هم داشته باشد. برای این امر در این پژوهش از مدل TOPSIS استفاده شد که نسبت به مدل‌هایی مانند AHP توانایی بیشتری در تحلیل هم‌زمان معیارهای نامتجانس متعدد را به‌صورت مستقل از هم دارد (Bashiri et al., 2011). مدل TOPSIS از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه بوده (Ataei, 2011a) که برای مدل‌سازی عدم قطعیت مربوط به اطلاعات معیارها و وزن‌دهی معیارها از ساختار Fuzzy TOPSIS در این پژوهش استفاده شد. در شکل ۳ گام‌های تحلیل Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده پژوهش نشان داده شده است. همچون وزن‌دهی معیارها، در این پژوهش برای امتیازدهی به هر یک از مدیران از عبارات زبانی و اعداد فازی به شرح جدول ۲ استفاده شد.

## ۳-گام ۳- اعتبارسنجی نتایج (مطالعه موردی)

یکی از مهم‌ترین مراحل توسعه یک مدل تصمیم‌گیری، اعتبارسنجی مدل است. منظور از مفهوم اعتبارسنجی این است که بررسی شود که نتایج یک مدل در نمونه‌های واقعی چقدر می‌تواند معتبر و قابل‌اتکا برای تصمیم‌گیری باشد (Ataei, 2011a).

برای فرایند اعتبارسنجی یک مدل ضروری است که داده‌های یک نمونه مطالعاتی و واقعی را در مدل توسعه داده شده وارد کرد و نتایج مدل را با نتایج واقعی نمونه مطالعاتی مقایسه و بررسی کرد. مطالعه موردی در این پژوهش مربوط به شرکت آب و فاضلاب استان قزوین بود که متشکل از ۶ شهرستان و ۶ اداره آب و فاضلاب و مدیران مربوط به آن‌ها است. با توجه به محرمانه بودن اطلاعات موردبررسی اسامی این شهرستان‌ها تحت عنوان شهرستان A، شهرستان B، شهرستان C، شهرستان D، شهرستان E و شهرستان F در نظر گرفته شد. برای اعتبارسنجی مدل توسعه داده شده، مدیران شبکه توزیع آب شهر ۶ شهرستان مذکور با استفاده از مدل تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده،

**1. Generating a layer related to the performance of water and wastewater company managers**
(using water and wastewater company data or field studies)

| | | *Information related to the performance of water and wastewater company managers* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| City | Manager | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $X^n_{m01}$ | $X^n_{m02}$ | …… | $X^n_{m31}$ |

$X^n_{mc}$ : *Information of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,...,31*

**2. Formation of fuzzy decision-making matrix**

| | | *Fuzzy decision-making matrix* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| City | Manager | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $\tilde{x}^n_{m01}$ | $\tilde{x}^n_{m02}$ | …… | $\tilde{x}^n_{m31}$ |

$\tilde{x}^n_{mc}$ : *Fuzzy number of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,...,31*

**3. Formation of descaled fuzzy decision-making matrix**

$$\tilde{r}^n_{mc} = \left(\frac{x^n_{min(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave1(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave2(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{max(mc)}}{x_{max^+(c)}}\right) \quad / \quad x_{max^+(c)} = \underset{m}{Max}\, x^n_{max(mc)}$$

| | | *Descaled fuzzy decision-making matrix* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| City | Manager | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $\tilde{r}^n_{m01}$ | $\tilde{r}^n_{m02}$ | …… | $\tilde{r}^n_{m31}$ |

$\tilde{r}^n_{mc}$ : *Descaled fuzzy number of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,...,31*

**4. Formation of weighted descaled fuzzy decision-making matrix**

$$\tilde{v}^n_{mc} = \left(\frac{x^n_{min(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave1(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{ave2(mc)}}{x_{max^+(c)}}, \frac{x^n_{max(mc)}}{x_{max^+(c)}}\right).(w_{c1}, w_{c2}, w_{c3}, w_{c4})$$

| | | *Weighted descaled fuzzy decision making matrix* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 01 | 02 | …… | 31 |
| City | Manager | *Water Network Failure* | *Water Connection Failure* | …… | *Participation in the suggestion system* |
| *n* | *m* | $\tilde{v}^n_{m01}$ | $\tilde{v}^n_{m02}$ | …… | $\tilde{v}^n_{m31}$ |

$\tilde{v}^n_{mc}$ : *Weighetd descaled fuzzy number of m$^{th}$ manager from n$^{th}$ city relative to c$^{th}$ criterion; c=01,02,...,31*

**5. Determination of the ideal/non-ideal fuzzy solutions**

*Ideal Fuzzy Solution:* $V^+ = \{\tilde{v}^+_{01}, \tilde{v}^+_{02}, \ldots, \tilde{v}^+_{31}\}$ / $\tilde{v}^+_c = \underset{m}{Max}\ \{\tilde{v}^n_{mc}\}$

*Non-Ideal Fuzzy Solution:* $V^- = \{\tilde{v}^-_{01}, \tilde{v}^-_{02}, \ldots, \tilde{v}^-_{31}\}$ / $\tilde{v}^-_c = \underset{m}{Min}\ \{\tilde{v}^n_{mc}\}$

**6. Determination of the distance between each manager from the ideal/non-ideal fuzzy solutions**

*Distance from the idea/non-ideal fuzzy solution* $S^{n\pm}_m = \sum_{c=01}^{31} d(\tilde{v}^n_{mc}, \tilde{v}^{\pm}_c)$

$$= \sqrt{\frac{1}{4}\left[(v^n_{min(mc)} - v^{\pm}_{min(c)})^2 + (v^n_{ave1(mc)} - v^{\pm}_{ave\,1(c)})^2 + (v^n_{ave2(mc)} - v^{\pm}_{ave\,2(c)})^2 + (v^n_{max(mc)} - v^{\pm}_{max(c)})^2\right]}$$

**7. Determination the Ranking Index of m$^{th}$ manager's performance from n$^{th}$ city**

$$RI^n_m = \frac{S^{n\,-}_m}{S^{n+}_m + S^{n\,-}_m}$$

**Fig. 3**. Steps of the Fuzzy TOPSIS model developed in this study to evaluate managers' performance

**شکل ۳**- گام‌های مدل Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش برای ارزیابی عملکرد مدیران

**جدول ۳**- مشخصات زیرساخت آب و فاضلاب ۶ شهرستان استان قزوین و اهمیت هر شهرستان

**Table 3.** The characteristics of water and wastewater infrastructure of six cities in Qazvin province and the importance of each city

| Case studies | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | Case | City area ($km^2$) | Number of town (number) | Number of villages (number) | City population (number) | Water connections (number) | Water network length (km) | Water transmission length (km) | Sewer connections (number) | Sewer length (km | Sewer transmission length (km) | Company personnel (number) |
| 1 | A | 5573 | 7 | 190 | 642581 | 216120 | 2176 | 1259 | 108677 | 667 | 39 | 391 |
| 2 | B | 406 | 5 | 12 | 274073 | 74627 | 477 | 90 | 57979 | 338 | 27 | 106 |
| 3 | C | 2580 | 5 | 94 | 182130 | 64939 | 872 | 406 | 19279 | 199 | 9 | 123 |
| 4 | D | 3022 | 6 | 94 | 128948 | 35001 | 777 | 222 | 12493 | 109 | 9 | 102 |
| 5 | E | 1333 | 4 | 53 | 99333 | 38466 | 554 | 176 | 15477 | 144 | 4 | 64 |
| 6 | F | 2681 | 2 | 69 | 44481 | 17386 | 322 | 230 | 299 | 21 | 0 | 22 |

ارزیابی و رتبه‌بندی شدند. در جدول ۳ مشخصات هر یک از این ۶ شهرستان ارائه شده است.

## ۳-۱- تعیین معیارها و وزن‌دهی آن‌ها در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین

۱- **انتخاب متخصصین تصمیم‌گیرنده:** در این پژوهش تیم تصمیم‌گیرندگان از متخصصین شرکت آب و فاضلاب استان قزوین انتخاب شد و این انتخاب به‌گونه‌ای انجام شد که شامل کلیه افراد متخصصی باشد که از معیارهای متعارف در سطح شرکت‌های آب و فاضلاب ایران برای ارزیابی عملکرد مدیران مطلع باشند. در این راستا تعداد این متخصصین ۲۱ نفر تعیین شد و کلیه این افراد در تصمیم‌گیری گروهی برای انتخاب معیارهای تصمیم‌گیری برای عملکرد مدیران دخیل بودند. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه نقطه‌نظرات هر یک از تصمیم‌گیرندگان متخصص می‌توانست در جایگاه خود حائز اهمیت باشد، بنابراین وزن‌دهی تصمیم‌گیرندگان انجام نشد تا منجر به جهت‌دهی وزن‌دهی معیارهای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب استان قزوین نشود؛ چراکه در این حالت نتایج صحیح حاصل نمی‌شد و سوگیری در نتایج ایجاد می‌شد. بنابراین وزن کلیه تصمیم‌گیرندگان به‌صورت یکسان انجام شد.

۲- **تصمیم‌گیری گروهی دلفی:** در روش تصمیم‌گیری دلفی مورداستفاده در این پژوهش، هدف اصلی دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی برای موضوع مورد بحث بود و این امر با تولید پرسش‌نامه و نظرخواهی از متخصصین به دفعات مکرر (بین ۳ تا ۵ بار) تحقق یافت (Asgarpour, 2011). پرسش‌نامه‌های مورداستفاده در فرایند تصمیم‌گیری گروهی دلفی دارای نقش‌های متفاوتی بودند و به همین دلیل هر پرسش‌نامه برای یک مرحله مشخص از فرایند تصمیم‌گیری طراحی شد. پرسش‌نامه اول باهدف شناسایی اهداف و ابعاد موردتوجه در ارزیابی عملکرد مدیران طراحی شد (جدول ۴). نتایج حاصل از این مرحله مبنای تدوین پرسش‌نامه دوم قرار گرفت. در پرسش‌نامه دوم، از متخصصان خواسته شد معیارهای مؤثر بر ارزیابی عملکرد مدیران شناسایی، دسته‌بندی و ازنظر اهمیت بررسی شوند (جدول ۵). نتایج این مرحله با معیارهای مورداستفاده در نظام جاری ارزش‌گذاری عددی شرکت آب و فاضلاب استان قزوین مقایسه شد و در نهایت، ۳۱ معیار مورد استفاده در نظام جاری سازمان به‌عنوان مجموعه نهایی معیارهای ارزیابی در پژوهش انتخاب شدند؛ بنابراین، انتخاب ۳۱ معیار صرفاً به‌صورت مستقیم از یک مطالعه پیشین یا به‌صورت دلخواه انجام نشده است، بلکه معیارهای موجود در نظام ارزیابی سازمان از طریق فرایند

**جدول ۴**- پرسش‌نامه اول برای تصمیم‌گیری گروهی ارزیابی عملکرد مدیران به روش دلفی

**Table 4**. First questionnaire for group decision-making on managers' performance evaluation using the Delphi method

| **Research title: A multi-criteria decision-making model for evaluating the performance of managers in water and wastewater companies** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Decision-maker profile | Full name | Employer | Position | Educational background | Professional experience |
| First-stage questionnaire: Objectives of evaluation of managers' performance in water and wastewater companies | | | | | |
| Question: What are the objectives of evaluating the performance of managers in water and wastewater companies? | | | | | |

**جدول ۵**- پرسش‌نامه دوم برای تصمیم‌گیری گروهی ارزیابی عملکرد مدیران به روش دلفی

**Table 5**. Second questionnaire for group decision-making on managers' performance evaluation using the Delphi method

| **Research title: A multi-criteria decision-making model for evaluating the performance of managers in water and wastewater companies** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Decision-maker profile | Full name | Employer | Position | Educational background | Professional experience |
| Second-stage questionnaire: Criteria for evaluating the performance of managers in water and wastewater companies | | | | | |
| Question 1: What criteria do you consider effective for evaluating the performance of managers in water and wastewater companies? | | | | | |
| Question 2: How would you categorize the criteria that influence the performance of managers in water and wastewater companies? | | | | | |
| Question 3: Which of the performance evaluation criteria do you consider more important than the others? | | | | | |

ساختاریافته تصمیم‌گیری گروهی دلفی و با مشارکت ۲۱ متخصص بررسی شده و برای استفاده در مدل پیشنهادی نهایی شده‌اند. این رویکرد همچنین امکان حفظ ارتباط مدل پیشنهادی با نظام ارزیابی فعلی سازمان و فراهم کردن امکان مقایسه مستقیم نتایج دو روش را ایجاد کرده است. پرسش‌نامه سوم پس از نهایی شدن مجموعه معیارها طراحی شد (جدول ۶) و هدف آن تعیین میزان اهمیت نسبی هر یک از ۳۱ معیار از دیدگاه اعضای گروه تصمیم‌گیرنده بود؛ بنابراین، پرسش‌نامه‌های اول و دوم برای شناسایی و بررسی معیارها و پرسش‌نامه سوم برای تعیین اهمیت معیارهای نهایی استفاده شدند.

**۳- شناسایی، بررسی و نهایی‌سازی معیارها:** معیارهای نهایی شده در این پژوهش در جدول ۶ ارائه شده است؛

**۴- تعیین وزن معیارها:** در این مرحله ۲۱ تصمیم‌گیرنده متخصص از شرکت آب و فاضلاب استان قزوین اهمیت هر یک از معیارهای تعریف شده را نسبت به موضوع ارزیابی عملکرد مدیران تعیین کردند که در جدول ۷ ارائه شده است؛

**۵- تشکیل ماتریس فازی وزن معیارها:** ماتریس فازی وزن معیارهای تعیین شده (جدول ۸) برای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین، بر اساس جدول ۷ و معادلات ۱ تا ۵ به دست آمد.

**اعتبار و پایایی تصمیم‌گیری گروهی دلفی:** با توجه به ماهیت این پژوهش که مبتنی بر استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری است (و نه مدل‌های آمار و احتمالاتی) و همچنین ماهیت پرسش‌نامه‌های توسعه داده شده که بر اساس مراحل تشریح شده در پژوهش‌های عسگرپور و نیز عطایی است، اعتبار پرسش‌نامه‌های توسعه داده شده در این پژوهش از نوع اعتبار محتوایی و اعتبار مبتنی بر نظر خبرگان است (Asgarpour, 2011, Ataei, 2011b). درواقع پرسش‌نامه‌ها با توجه به اهداف پژوهش و برای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین طراحی شدند و سپس در فرایند تصمیم‌گیری گروهی دلفی و توسط ۲۱ متخصص دارای تجربه و دانش کافی در این شرکت بررسی شدند. در همین راستا و بر اساس ایده پژوهش عسگرپور، تکرار فرایند نظرخواهی در سه مرحله و استفاده از قضاوت جمعی متخصصان، امکان بررسی مجدد و پالایش پرسش‌نامه‌ها و همچنین نهایی‌سازی و تدقیق معیارها را فراهم کرد (Asgarpour, 2011).

از سوی دیگر، پرسش‌نامه سوم باهدف اندازه‌گیری یک ساختار روان‌شناختی یا نگرشی طراحی نشده بود؛ یعنی در این پرسش‌نامه‌ها قرار نبوده یک ایده جدید مطرح شده و توسط یک تیم متخصص

**جدول ۶**- پرسش‌نامه سوم برای تصمیم‌گیری گروهی ارزیابی عملکرد مدیران به روش دلفی

**Table 6**. Third questionnaire for group decision-making on managers' performance evaluation using the Delphi method

| **Research title: A multi-criteria decision-making model for evaluating the performance of managers in water and wastewater companies** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Decision-maker profile | Full name | Employer | Position | Educational background | Professional experience |

Third and subsequent-stage questionnaires: Criteria for evaluating the performance of managers in water and wastewater companies

Question: How important do you consider each of the following criteria for evaluating and prioritizing the performance of managers in water and wastewater companies?

| **Criteria** | **Criterion improtance** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Very low** | **Low** | **Relatively low** | **Medium** | **Relatively high** | **High** | **Very high** |
| 1. Annual failure rate of water distribution network | | | | | | | |
| 2. Annual failure rate of water connections | | | | | | | |
| 3. Implementation of the water distribution network reconstruction plan | | | | | | | |
| 4. Average time to resolve a water distribution network failure from the moment of notification | | | | | | | |
| 5. Electricity consumption and electricity cost per cubic meter of water production and transmission | | | | | | | |
| 6. SEPTA data recording - fixed and variable data of all facilities, maintenance and performance of all facilities, and budget recording (SIMBAFA) | | | | | | | |
| 7. Sewer network cleaning rate | | | | | | | |
| 8. Monitoring, inspecting and following up on the crisis and HSE situation at the level of affairs and projects and all water and wastewater exploitation facilities, and preparing contractor files | | | | | | | |
| 9. Supervising the holding of maneuvers, HSE training, etc. Attending IMS audits and staff meetings | | | | | | | |
| 10. Responding to internal and external correspondence and participating in meetings and investigating work events | | | | | | | |
| 11. Sending monthly statistics of files and notifications to operating contractors and customers | | | | | | | |
| 12. Cooperation and monitoring of the city's coronavirus response guidelines, preventive measures, necessary follow-ups, and reminders to colleagues | | | | | | | |
| 13. Accrued (current) income growth of water price without balanced water usage of green space | | | | | | | |
| 14. Growth in collected water revenue and miscellaneous without balanced water usage of green space | | | | | | | |
| 15. Collection percentage | | | | | | | |
| 16. Collection percentage (identification and collection of income from unauthorized branches) | | | | | | | |
| 17. Capital recovery percentage | | | | | | | |
| 18. The desirability of chlorinometry tests in water distribution networks | | | | | | | |
| 19. The desirability of microbial samples from the water distribution network | | | | | | | |
| 20. Determination of the assignment of dormant and annuity accounts (determining the assignment of annuity advance receipts) | | | | | | | |
| 21. Determination of the assignment of dormant and annual accounts (determining the assignment of dormant items) | | | | | | | |
| 22. Timely registration of documents (registration of expense and interim documents) | | | | | | | |
| 23. Equipment property protection (reduction in escrow balance) | | | | | | | |
| 24. Completing insurance and tax reports (submitting quarterly transaction reports) | | | | | | | |
| 25. Completing insurance and tax reports (taking minutes of municipal meetings) | | | | | | | |
| 26. Striving towards company goals (registering warehouse and property documents) | | | | | | | |
| 27. Follow up on assigned matters and interact well with others (property tag registration) | | | | | | | |
| 28. Sending news, report | | | | | | | |
| 29. Sending the company performance | | | | | | | |
| 30. Evaluation results of the Honor and Service Desk project in affairs | | | | | | | |
| 31. Participation in the suggestion system for managers and employees | | | | | | | |

**جدول ۷**- نقطه‌نظر ۲۱ تصمیم‌گیرنده در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین برای تعیین اهمیت معیارهای مؤثر بر ارزیابی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب

**Table 7**. The viewpoint of 21 decision makers in the Qazvin Province Water and Wastewater Company to determine the importance of effective criteria for assessing the performance of managers of water and wastewater company

| Criteria | Importance of each criterion considering the viewpoints of 21 decision-makers | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Very low | Low | Relatively low | Medium | Relatively high | High | Very high |
| 1. Annual failure rate of water distribution network | 0 | 3 | 3 | 6 | 2 | 4 | 3 |
| 2. Annual failure rate of water connections | 1 | 0 | 6 | 5 | 4 | 4 | 1 |
| 3. Implementation of the water distribution network reconstruction plan | 0 | 1 | 1 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 4. Average time to resolve a water distribution network failure from the moment of notification | 0 | 0 | 1 | 2 | 9 | 4 | 5 |
| 5. Electricity consumption and electricity cost per cubic meter of water production and transmission | 0 | 3 | 0 | 6 | 6 | 5 | 1 |
| 6. SEPTA data recording - fixed and variable data of all facilities, maintenance and performance of all facilities, and budget recording (SIMBAFA) | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 7 | 8 |
| 7. Sewer network cleaning rate | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 5 | 5 |
| 8. Monitoring, inspecting and following up on the crisis and HSE situation at the level of affairs and projects and all water and wastewater exploitation facilities, and preparing contractor files | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 | 7 | 3 |
| 9. Supervising the holding of maneuvers, HSE training, etc. Attending IMS audits and staff meetings | 0 | 1 | 0 | 2 | 11 | 5 | 2 |
| 10. Responding to internal and external correspondence and participating in meetings and investigating work events | 0 | 0 | 1 | 4 | 6 | 8 | 2 |
| 11. Sending monthly statistics of files and notifications to operating contractors and customers | 0 | 1 | 1 | 4 | 5 | 8 | 2 |
| 12. Cooperation and monitoring of the city's coronavirus response guidelines, preventive measures, necessary follow-ups, and reminders to colleagues | 1 | 2 | 2 | 5 | 4 | 6 | 1 |
| 13. Accrued (current) income growth of water price without balanced water usage of green space | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 9 | 6 |
| 14. Growth in collected water revenue and miscellaneous without balanced water usage of green space | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| 15. Collection percentage | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 | 11 |
| 16. Collection percentage (identification and collection of income from unauthorized branches) | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 | 11 |
| 17. Capital recovery percentage | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 3 | 10 |
| 18. The desirability of chlorinometry tests in water distribution networks | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 4 | 11 |
| 19. The desirability of microbial samples from the water distribution network | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 5 | 10 |
| 20. Determination of the assignment of dormant and annuity accounts 21. (determining the assignment of annuity advance receipts) | 0 | 0 | 3 | 2 | 10 | 5 | 1 |
| 22. Determination of the assignment of dormant and annual accounts 23. (determining the assignment of dormant items) | 0 | 0 | 3 | 2 | 10 | 5 | 1 |
| 24. Timely registration of documents (registration of expense and 25. interim documents) | 0 | 0 | 3 | 2 | 10 | 5 | 1 |
| 26. Equipment property protection (reduction in escrow balance) | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 11 | 3 |
| 27. Completing insurance and tax reports (submitting quarterly transaction reports) | 0 | 0 | 2 | 5 | 6 | 5 | 3 |
| 28. Completing insurance and tax reports (taking minutes of municipal meetings) | 0 | 0 | 2 | 5 | 6 | 5 | 3 |
| 29. Striving towards company goals (registering warehouse and property documents) | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 | 11 |
| 30. Follow up on assigned matters and interact well with others (property 31. tag registration) | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 8 | 6 |
| 32. Sending news, report | 0 | 1 | 0 | 5 | 7 | 6 | 2 |
| 33. Sending the company performance | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 8 | 4 |
| 34. Evaluation results of the Honor and Service Desk project in affairs | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 | 5 | 9 |
| 35. Participation in the suggestion system for managers and employees | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 2 |

**جدول ۸**- ماتریس فازی وزن معیارهای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین

**Table 8**. Fuzzy matrix of weight of criteria to assess the managers' performance in Qazvin Province Water and Wastewater Company

| Criteria | Fuzzy weight of criteria |
|---|---|
| 1. Annual failure rate of water distribution network | (0.1,0.55,0.59,1) |
| 2. Annual failure rate of water connections | (0,0.51,0.57,1) |
| 3. Implementation of the water distribution network reconstruction plan | (0.1,0.65,0.7,1) |
| 4. Average time to resolve a water distribution network failure from the moment of notification | (0.2,069.,0.76,1) |
| 5. Electricity consumption and electricity cost per cubic meter of water production and transmission | (0.1,0.58,0.61,1) |
| 6. SEPTA data recording - fixed and variable data of all facilities, maintenance and performance of all facilities, and budget recording (SIMBAFA) | (0.4,0.77,0.83,1) |
| 7. Sewer network cleaning rate | (0.4,0.69,0.73,1) |
| 8. Monitoring, inspecting and following up on the crisis and HSE situation at the level of affairs and projects and all water and wastewater exploitation facilities, and preparing contractor files | (0.2,0.7,0.76,1) |
| 9. Supervising the holding of maneuvers, HSE training, etc. Attending IMS audits and staff meetings | (0.1,0.65,0.71,1) |
| 10. Responding to internal and external correspondence and participating in meetings and investigating work events | (0.2,0.67,0.71,1) |
| 11. Sending monthly statistics of files and notifications to operating contractors and customers | (0.1,0.65,0.69,1) |
| 12. Cooperation and monitoring of the city's coronavirus response guidelines, preventive measures, necessary follow-ups, and reminders to colleagues | (0,0.55,0.59,1) |
| 13. Accrued (current) income growth of water price without balanced water usage of green space | (0.4,076.,0.81,1) |
| 14. Growth in collected water revenue and miscellaneous without balanced water usage of green space | (0.4,076.,0.81,1) |
| 15. Collection percentage | (0.4,0.8,0.86,1) |
| 16. Collection percentage (identification and collection of income from unauthorized branches) | (0.4,0.8,0.86,1) |
| 17. Capital recovery percentage | (0.4,0.75,0.81,1) |
| 18. The desirability of chlorinometry tests in water distribution networks | (0.4,0.79,0.86,1) |
| 19. The desirability of microbial samples from the water distribution network | (0.4,0.77,0.83,1) |
| 20. Determination of the assignment of dormant and annuity accounts (determining the assignment of annuity advance receipts) | (0.2,0.61,0.68,1) |
| 21. Determination of the assignment of dormant and annual accounts (determining the assignment of dormant items) | (0.2,0.61,0.68,1) |
| 22. Timely registration of documents (registration of expense and interim documents) | (0.2,0.65,0.72,1) |
| 23. Equipment property protection (reduction in escrow balance) | (0.2,0.72,0.75,1) |
| 24. Completing insurance and tax reports (submitting quarterly transaction reports) | (0.2,0.64,0.69,1) |
| 25. Completing insurance and tax reports (taking minutes of municipal meetings) | (0.2,0.64,0.69,1) |
| 26. Striving towards company goals (registering warehouse and property documents) | (0.4,0.82,0.88,1) |
| 27. Follow up on assigned matters and interact well with others (property tag registration) | (0.4,0.76,0.81,1) |
| 28. Sending news, report | (0.1,0.64,0.69,1) |
| 29. Sending the company performance | (0.4,0.71,0.76,1) |
| 30. Evaluation results of the Honor and Service Desk project in affairs | (0.1,0.75,0.81,1) |
| 31. Participation in the suggestion system for managers and employees | (0,0.59,0.64,1) |

بررسی شود. بلکه این پرسش‌نامه برای استخراج قضاوت‌های خبرگان و تصمیم‌گیرندگان درباره اهمیت نسبی معیارهای تصمیم‌گیری استفاده شد. بنابراین شاخص‌هایی نظیر آلفای کرونباخ که عمدتاً برای بررسی همسانی درونی گویه‌های یک مقیاس روان‌سنجی به کار می‌روند، معیار اصلی ارزیابی پایایی این پرسش‌نامه محسوب نمی‌شوند. درواقع در این پژوهش، قابلیت

dx.doi.org/10.22093/wwj.2026.580506.3551


اتکای فرایند تصمیم‌گیری گروهی بر پایه تخصص، تجربه و دانش اعضای گروه، تکرار فرایند تصمیم‌گیری گروهی دلفی (۳ مرحله در این پژوهش)، بررسی مجدد معیارها در مراحل مختلف و تجمیع قضاوت‌های گروهی موردتوجه قرار گرفته است.

### ۳-۲- ارزیابی گزینه‌ها (مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین)

**تشکیل لایه مربوط به عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب قزوین و مدل‌سازی با Fuzzy TOPSIS:** لایه مربوط به عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب قزوین (ورودی مدل Fuzzy TOPIS توسعه داده شده در این پژوهش) با ارزیابی میدانی در سطح شرکت آب و فاضلاب استان قزوین به دست آمد. درواقع در این مرحله اطلاعات مربوط به عملکرد هر مدیر متناسب با ۳۱ معیار تعیین شده با استفاده از ارزیابی داده‌های میدانی و ثبت شده در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین مشخص شد.

در جدول ۹، این لایه ارائه شده است. به‌عنوان‌مثال در ردیف شماره ۱ این جدول، عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین در هر ۶ شهر این استان بر اساس "میزان کاهش نرخ حوادث سالانه شبکه توزیع آب" مورد ارزیابی میدانی در سطح شرکت آب و فاضلاب قرار گرفت. بر این اساس عملکرد مدیران شهرستان‌های A و C "خوب" تعیین شد؛ و عملکرد مدیران شهرستان‌های B و E "نسبتاً خوب" و نهایتاً عملکرد مدیران شهرستان‌های D و F "بسیار خوب" تعیین شد.

لازم به ذکر است که معیار انتساب این گزاره‌های زبانی به عملکرد هر یک از این مدیران بر اساس داده‌های کمّی مربوط به نرخ حوادث در هر شبکه در سال‌های مختلف بوده است. این روش از نحوه ارزیابی عملکرد مدیران در دیگر معیارها نیز در نظر گرفته شده است. بدین‌صورت که معیارهایی که داده‌های کمّی میدانی و ثبت شده در شرکت آب و فاضلاب داشتند، این داده‌ها در سال‌های مختلف با هم مقایسه شدند و بر آن اساس عملکرد مدیران مشخص شد. از طرفی دیگر در مورد معیارهایی با داده‌های کیفی، روند مطلوب و یا نامطلوب شدن آن معیار در سال‌های مختلف ملاک ارزیابی عملکرد مدیران قرار گرفت. لازم به ذکر است که جدول ۹ بر اساس داده‌های نرمال شده در هر شرکت آب و فاضلاب به دست آمده است که عملاً امکان مقایسه یکسان بین عملکرد مدیران را فراهم می‌کند. پس از ایجاد جدول ۹، سپس با استفاده از مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS که در این پژوهش توسعه داده شد، امتیاز عملکرد هر یک از مدیران بر اساس داده‌های جدول ۹ و بر اساس مراحل ۷ گانه نشان داده شده در شکل ۳ به دست آمد.

## ۴- نتایج

### ۴-۱- نتایج مدل Fuzzy TOPSIS

نتایج به دست آمده از مدل Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش برای تعیین رتبه عملکرد ۶ مدیر شرکت آب و فاضلاب شهرستان‌های استان قزوین به شرح جدول ۱۰ است. لازم به ذکر است که شاخص‌های رتبه‌بندی به دست آمده از روش Fuzzy TOPSIS یک عدد بین صفر و ۱ بوده که هر چه به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده آن است که عملکرد مدیر مربوطه دارای رتبه بالاتری است.

لازم به یادآوری است که ۶ مدیر موردارزیابی، تمامی مدیران موردنظر در دامنه مطالعه موردی شرکت آب و فاضلاب استان قزوین را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین، هدف این بخش تعمیم آماری نتایج به کل شرکت‌های آب و فاضلاب کشور یا استنباط روابط در سطح جامعه آماری نیست. هدف این پژوهش صرفاً به چالش کشاندن روش متعارف ارزش‌گذاری عددی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین با استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری معتبر مانند Fuzzy TOPSIS بود. نتایج حاصل از این پژوهش، باید در درجه نخست به‌عنوان شواهد تجربی مبتنی بر یک مطالعه موردی تفسیر می‌شد که قابلیت کاربرد چارچوب پیشنهادی را در دیگر شرکت‌های آب و فاضلاب نشان دهد. تعمیم‌پذیری این چارچوب پیشنهادی نیازمند اجرای آن در شرکت‌ها و استان‌های دیگر و بررسی ثبات نتایج در شرایط سازمانی متفاوت خواهد بود.

### ۴-۲- نتایج روش ارزش‌گذاری عددی

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، رتبه‌بندی رایج مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین بر اساس یک روش ارزش‌گذاری عددی نسبت به داده‌های هر شهرستان تعیین می‌شود. در جدول ۱۱ این امتیازها و رتبه آن‌ها ارائه شده است.

جدول ۹- لایه مربوط به عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین

**Table 9**. The layer related to the performance of managers at the Qazvin Province Water and Wastewater Company

| Criteria | Performance of manager of the City ….* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F |
| 1. Annual failure rate of water distribution network | G | RG | G | VG | RG | VG |
| 2. Annual failure rate of water connections | VG | RG | VG | VG | M | VG |
| 3. Implementation of the water distribution network reconstruction plan | G | M | RG | RB | VG | B |
| 4. Average time to resolve a water distribution network failure from the moment of notification | RG | RG | RG | M | G | M |
| 5. Electricity consumption and electricity cost per cubic meter of water production and transmission | VG | G | G | G | G | G |
| 6. SEPTA data recording - fixed and variable data of all facilities, maintenance and performance of all facilities, and budget recording (SIMBAFA) | G | G | G | G | G | G |
| 7. Sewer network cleaning rate | G | G | RG | RG | G | G |
| 8. Monitoring, inspecting and following up on the crisis and HSE situation at the level of affairs and projects and all water and wastewater exploitation facilities, and preparing contractor files | G | VG | G | G | M | VB |
| 9. Supervising the holding of maneuvers, HSE training, etc. Attending IMS audits and staff meetings | M | M | RB | M | M | VB |
| 10. Responding to internal and external correspondence and participating in meetings and investigating work events | VG | M | RB | VG | RB | M |
| 11. Sending monthly statistics of files and notifications to operating contractors and customers | VG | VG | VG | VG | VG | VG |
| 12. Cooperation and monitoring of the city's coronavirus response guidelines, preventive measures, necessary follow-ups, and reminders to colleagues | G | G | G | G | G | G |
| 13. Accrued (current) income growth of water price without balanced water usage of green space | RB | B | VG | VG | RG | M |
| 14. Growth in collected water revenue and miscellaneous without balanced water usage of green space | VB | M | RG | VG | M | VB |
| 15. Collection percentage | M | G | RG | M | VG | M |
| 16. Collection percentage (identification and collection of income from unauthorized branches) | VG | VG | VG | VG | VG | VB |
| 17. Capital recovery percentage | VG | VG | VG | VG | VG | VB |
| 18. The desirability of chlorinometry tests in water distribution networks | G | VG | G | G | G | G |
| 19. The desirability of microbial samples from the water distribution network | G | VG | G | G | G | G |
| 20. Determination of the assignment of dormant and annuity accounts (determining the assignment of annuity advance receipts) | RG | RB | RB | G | RB | - |
| 21. Determination of the assignment of dormant and annual accounts (determining the assignment of dormant items) | G | G | RG | M | RG | - |
| 22. Timely registration of documents (registration of expense and interim documents) | G | VG | G | G | G | - |
| 23. Equipment property protection (reduction in escrow balance) | RG | RG | G | G | RG | - |
| 24. Completing insurance and tax reports (submitting quarterly transaction reports) | VG | VG | VG | VG | VG | - |
| 25. Completing insurance and tax reports (taking minutes of municipal meetings) | RB | G | G | RG | VB | - |
| 26. Striving towards company goals (registering warehouse and property documents) | VG | VG | VG | VG | G | - |
| 27. Follow up on assigned matters and interact well with others (property tag registration) | VG | VG | VG | VG | VG | - |
| 28. Sending news, report | G | G | G | G | G | G |
| 29. Sending the company performance | M | G | M | VG | G | RG |
| 30. Evaluation results of the Honor and Service Desk project in affairs | RG | RG | RG | RG | RG | RG |
| 31. Participation in the suggestion system for managers and employees | M | VG | VB | RB | RB | RB |

*VB: Very Bad B: Bad RB: Relatively Bad M: Medium RG: Relatively Good G: Good VG: Very Good

**جدول ۱۰**- رتبه عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین با استفاده از مدل Fuzzy TOPSIS

**Table 10**. Ranking of managers' performance in Qazvin Province Water and Wastewater Company using the Fuzzy TOPSIS model

| Case studies: No. | Case | 1. CEO district (Criteria No. 28 & 29) | 2. Deputy district (Criteria No. 8 up to 12) | 3. Financial district (Criteria No. 20 up to 27) | 4. Income & customers district (Criteria No. 13 up to 17) | 5. Water district (Criteria No. 1 up to 6 snd No. 18 & 19) | 6. Wastewater district (Criterion No.7) | 7. Human resources district (Criteria No. 30 & 31) | Total score and rank |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ranking Index (RI)** | | | | | | | | | |
| 1 | A | 0.4171 | 0.5366 | 0.5399 | 0.4177 | 0.4930 | 0.5285 | 0.4393 | 0.4943 |
| 2 | B | 0.5141 | 0.5063 | 0.5562 | 0.4929 | 0.4624 | 0.5285 | 0.5319 | 0.5101 |
| 3 | C | 0.4171 | 0.4598 | 0.5495 | 0.5901 | 0.4769 | 0.4285 | 0.4086 | 0.5025 |
| 4 | D | 0.5507 | 0.5366 | 0.5587 | 0.6008 | 0.4486 | 0.4285 | 0.4086 | 0.5212 |
| 5 | E | 0.5141 | 0.4474 | 0.4787 | 0.5697 | 0.4710 | 0.5285 | 0.4086 | 0.4850 |
| 6 | F | 0.4716 | 0.3377 | 0 | 0.1961 | 0.4350 | 0.5285 | 0.4086 | 0.2743 |
| **Rankings obtained from the Fuzzy TOPSIS decision-making model** | | | | | | | | | |
| 1 | A | 5 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 2 | B | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 |
| 3 | C | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 3 | 3 |
| 4 | D | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 3 | 1 |
| 5 | E | 2 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | 5 |
| 6 | F | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 | 6 |

## ۴-۳- اعتبارسنجی نتایج مدل Fuzzy TOPSIS

**۱- بر اساس دیدگاه و نظرات متخصصین تصمیم‌گیری گروهی دلفی:** برای ارزیابی میزان دقت و صحت نتایج به دست آمده از مدل Fuzzy TOPSIS (جدول ۱۰) از دانش و تجربه ۲۱ خبره انتخاب شده در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین استفاده شد. بدین مفهوم که نتایج به دست آمده از این مدل (جدول ۱۰) نسبت به نتایج روش ارزش‌گذاری عددی (جدول ۱۱) و درصد مشخصات زیرساخت آب و فاضلاب شهرستان‌های استان قزوین (جدول ۱۲)، در اختیار ۲۱ خبره با تجربه شرکت آب و فاضلاب استان قزوین قرار گرفت و نتایج واقع‌بینانه‌تر نتایج مدل Fuzzy TOPSIS توسط ایشان تأیید شد. در این راستا نحوه ارزیابی دقت نتایج مدل Fuzzy TOPSIS در بخش "بحث" ارزیابی می‌شود.

**۲- مقایسه نتایج مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS با نتایج روش ارزش‌گذاری عددی:** با مقایسه رتبه‌بندی‌های مربوط به مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین با استفاده از مدل Fuzzy TOPSIS (جدول ۱۰) و روش ارزش‌گذاری عددی (جدول ۱۱)

**جدول ۱۱**- رتبه عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین با روش ارزش‌گذاری عددی

**Table 11.** Ranking the managers' performance in Qazvin Province Water and Wastewater Company using the current numerical valuation method

| No. | Case studies: Case | 1. CEO district (out of 9) | 2. Deputy district (out of 3) | 3. Financial district (out of 20) | 4. Income & customers district (out of 40) | 5. Water district (out of 20) | 6. Wastewater district (out of 3) | 7. Human resources district (out of 20) | Total score (out of 100) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scores** | | | | | | | | | |
| 1 | A | 5.77 | 2.75 | 17.98 | 20.45 | 18.34 | 2.8 | 4.5 | 72.59 |
| 2 | B | 8.38 | 2.5 | 18.68 | 26.8 | 16.05 | 2.97 | 4.5 | 79.88 |
| 3 | C | 7.09 | 2.25 | 17.89 | 33.62 | 17.64 | 2.87 | 4.5 | 85.86 |
| 4 | D | 8.35 | 2.75 | 17.99 | 34.07 | 15.73 | 2.55 | 3.36 | 84.8 |
| 5 | E | 6.36 | 1.25 | 16.56 | 31.65 | 17.2 | 2.9 | 3.76 | 79.68 |
| 6 | F | 6.02 | 1.25 | 17.99 | 9 | 14.46 | 2.5 | 4.17 | 55.39 |
| **Rankings obtained from the numerical valuation method** | | | | | | | | | |
| 1 | A | 6 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| 2 | B | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| 3 | C | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 4 | D | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 | 5 | 4 | 2 |
| 5 | E | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | F | 5 | 4 | 2 | 6 | 6 | 6 | 2 | 6 |

مشخص است که رتبه مدیر شهرستان D از رتبه دوم به اول، رتبه مدیر شهرستان B از رتبه سوم به دوم و رتبه مدیر شهرستان A از رتبه پنجم به چهارم تغییر کرده است. در مقابل، رتبه مدیر شهرستان C از رتبه اول به سوم و رتبه مدیر شهرستان E از رتبه چهارم به پنجم تغییر یافته است. رتبه مدیر شهرستان F در هر دو روش ششم باقی مانده است؛ بنابراین، مدل پیشنهادی صرفاً بازتولید رتبه‌بندی موجود نیست، بلکه در ۵ مورد از ۶ مدیر (۸۳.۳ درصد)، بازآرایی رتبه ایجاد می‌کند و نسبت اهمیت معیارهای مختلف را در فرایند رتبه‌بندی وارد می‌کند.

مقایسه نتایج حاصل از روش ارزش‌گذاری عددی مورداستفاده فعلی شرکت آب و فاضلاب استان قزوین با نتایج مدل Fuzzy TOPSIS نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی صرفاً بازتولیدکننده رتبه‌بندی موجود نیست، بلکه با بازآرایی جایگاه مدیران، تفاوت‌های عملکردی میان آن‌ها را به‌گونه‌ای متفاوت منعکس می‌کند. این بازآرایی رتبه‌ها، به‌ویژه در مورد مدیر C، نشان‌دهنده آن است که رتبه‌بندی حاصل از روش ارزش‌گذاری عددی لزوماً بیانگر تمایزهای عملکردی مورد انتظار در تمامی حوزه‌های ارزیابی نیست. در مقابل مدل Fuzzy TOPSIS با لحاظ عدم‌قطعیت موجود در قضاوت‌های مدیریتی و اهمیت نسبی معیارها، امکان تفکیک و بازنمایی متفاوت عملکرد مدیران را فراهم می‌کند. اهمیت این تفاوت زمانی بیشتر

**جدول ۱۲**- درصد مشخصات زیرساخت آب و فاضلاب ۶ شهرستان استان قزوین و اهمیت هر شهرستان

**Table 12.** Percentage of water and wastewater infrastructure characteristics of six cities in Qazvin province and the importance of each city

| Case studies / Case | Importance | City area (%) | Number of town (%) | Number of villages (%) | City Population (%) | Water connections (%) | Water network length (%) | Water transmission length (%) | Sewer connections (%) | Sewer length (%) | Sewer transmission length (%) | Company personnel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 35.74 | 24.14 | 37.11 | 46.85 | 46.52 | 41.98 | 52.84 | 50.74 | 45.15 | 44.57 | 48.39 |
| B | 3 | 2.6 | 17.24 | 2.34 | 19.98 | 16.06 | 9.21 | 3.79 | 27.07 | 22.87 | 30.63 | 13.12 |
| C | 2 | 16.54 | 17.24 | 18.36 | 13.28 | 13.98 | 16.92 | 17.02 | 9 | 13.46 | 10.59 | 15.22 |
| D | 4 | 19.38 | 20.69 | 18.36 | 9.4 | 11.41 | 14.98 | 9.33 | 5.83 | 7.37 | 9.69 | 12.62 |
| E | 5 | 8.55 | 13.79 | 10.35 | 7.24 | 8.28 | 10.69 | 7.37 | 7.23 | 9.73 | 4.52 | 7.92 |
| F | 6 | 17.19 | 6.9 | 13.48 | 3.24 | 3.74 | 6.22 | 9.64 | 0.14 | 1.42 | 0 | 2.72 |

آشکار می‌شود که نتایج مدل پیشنهادی در مقایسه با روش موجود و ویژگی‌های زیرساختی شهرستان‌ها، توسط خبرگان شرکت آب و فاضلاب استان قزوین واقع‌بینانه‌تر ارزیابی شده است؛ بنابراین، شواهد حاصل از این مطالعه موردی، در کنار تغییرات واقعی رتبه مدیران، از قابلیت بالاتر مدل Fuzzy TOPSIS برای انعکاس تفاوت‌های عملکردی و پشتیبانی از ارزیابی دقیق‌تر مدیران نسبت به روش ارزشگذاری عددی متعارف حمایت می‌کند. درواقع نتایج مقایسه‌ای حاکی از آن است که Fuzzy TOPSIS، در مقایسه با روش ارزشگذاری عددی، چارچوبی تحلیلی‌تر و حساس‌تر برای ارزیابی عملکرد مدیران فراهم می‌کند و می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر نقاط قوت و ضعف مدیریتی و اتخاذ تصمیم‌های اصلاحی هدفمندتر کمک کند.

## ۵- بحث

### ۵-۱- اهمیت هر یک از شهرستان‌های استان قزوین بر اساس مشخصات زیرساخت آب و فاضلاب

بر اساس آنچه در جدول ۱۲ نشان داده شده است، کاملاً مشخص است شهرستان A در کلیه شاخص‌ها از شهرستان‌های دیگر سهم بیشتری داشته و همین امر اهمیت بیشتر این شهرستان را نسبت به شهرستان‌های دیگر استان قزوین نشان می‌دهد. بااین‌حال در رتبه‌های بعدی، علی‌رغم آنکه شهرستان B در ۵ شاخص درصد بالاتری نسبت به شهرستان C دارد، ولی با ارزیابی دیگر شاخص‌های شهرستان C، اهمیت بیشتر این شهرستان نسبت به شهرستان B مشخص می‌شود. بنابراین شهرستان C در رتبه دوم و شهرستان B در رتبه سوم اهمیت در استان قزوین قرار می‌گیرد (بر اساس مشخصات زیرساختی آب و فاضلاب). با توجه به جدول ۱۲، اهمیت چهارم تا ششم شهرستان‌های استان قزوین به ترتیب به شهرستان D، E و F اختصاص داده می‌شود. در این راستا باید توجه داشت که علی‌رغم اینکه شهرستان F در سه شاخص اهمیت بیشتری نسبت به شهرستان E دارد، ولی شهرستان E در ۸ شاخص دیگر اهمیت بیشتری را نسبت به شهرستان F دارد.

### ۵-۲- نتایج روش ارزشگذاری عددی

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، رتبه‌بندی رایج مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین بر اساس یک روش ارزشگذاری عددی نسبت به داده‌های هر شهرستان تعیین می‌شود. بر اساس آنچه در

جدول ۱۱ نشان داده شده است، مدیر شرکت آب و فاضلاب شهرستان C بالاترین رتبه تجمیعی را نسبت به دیگر شهرستان‌ها دارد؛ بااین‌حال در ۷ حوزه مربوط به امتیازبندی تنها در یک حوزه رتبه اول را دارد (منابع انسانی). باید توجه داشت که مدیر این شرکت در حوزه‌های ۳ تا ۵ امتیازهای خوبی را به خود اختصاص داده که این موضوع منجر به اول شدن امتیاز تجمیعی آن شده است. رتبه دوم تجمیعی در این شرکت‌ها مربوط به عملکرد مدیر شرکت آب و فاضلاب D بوده که در حوزه‌های ۱ تا ۴ مقام اول یا دوم را داشته است. رتبه سوم مربوط به عملکرد مدیر شهرستان B بوده که با توجه به اینکه ایشان در ۴ حوزه رتبه اول را کسب کرده، رتبه تجمیعی سوم برای ایشان دور از ذهن نیست (با توجه به داده‌های جدول ۱۱). رتبه چهارم از عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین مربوط به شهرستان E می‌شود که با توجه به رتبه‌های میانی سوم تا پنجم در ۵ حوزه از ۷ حوزه عملکردی ایشان، کسب رتبه چهارم تجمیعی برای این شهرستان معقول به نظر می‌رسد (با توجه به داده‌های جدول ۱۱). رتبه پنجم تجمیعی در بین این شهرستان‌ها مربوط به عملکرد مدیر شهرستان A است که این رتبه در حالی به دست آمده که مدیر این شهرستان در ۳ حوزه رتبه اول بوده است. بااین‌حال باید توجه داشت که این شهرستان در ۲ حوزه اساسی امتیاز خوبی نداشته است. آخرین رتبه عملکردی مربوط به شهرستان F است که با توجه به رتبه‌های این شهرستان در کلیه حوزه‌ها، رتبه ۶ منطقی به نظر می‌رسد (با توجه به داده‌های جدول ۱۱).

## ۵-۳- نتایج مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS

**۱- رتبه اول خروجی مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS:** با مقایسه رتبه اول به دست آمده از روش ارزشگذاری عددی (جدول ۱۱) (روش متعارف در شرکت آب فاضلاب استان قزوین) و رتبه اول به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش (جدول ۱۰)، مشخص است که در روش ارزشگذاری عددی رتبه اول به مدیر شهرستان C اختصاص داده شده و این در حالی است که رتبه اول در مدل Fuzzy TOPSIS برای عملکرد مدیر شهرستان D به دست آمده است. بااین‌حال با توجه به رتبه‌های به دست آمده در حوزه‌های مختلف برای عملکرد مدیر شهرستان D که در حالت ارزشگذاری عددی در ۲ حوزه (جدول ۱۱) و در روش Fuzzy TOPSIS در ۴ حوزه (جدول ۱۰) رتبه اول به دست آمده است؛ و همچنین سهم بیشتر این شهرستان در درصد تعداد شهر و روستا و همچنین مساحت بیشتر نسبت به شهرستان C (جدول ۱۲) که منجر به پیچیدگی بیشتر مدیریتی برای حوزه آب و فاضلاب در شهرستان D می‌شود؛ به نظر می‌رسد رتبه اول به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش (عملکرد مدیر شهرستان D) واقع‌بینانه‌تر از روش ارزشگذاری عددی است که در شرایط فعلی در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین انجام می‌شود.

**۲- رتبه دوم خروجی مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS:** با مقایسه رتبه دوم به دست آمده از روش ارزشگذاری عددی و رتبه دوم به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش، مشخص است که در روش ارزشگذاری عددی رتبه دوم به مدیر شهرستان D اختصاص داده شده (جدول ۱۱) و این در حالی است که رتبه دوم در مدل Fuzzy TOPSIS برای عملکرد مدیر شهرستان B به دست آمده است (جدول ۱۰). بااین‌حال با توجه به رتبه‌های به دست آمده در حوزه‌های مختلف برای عملکرد مدیر شهرستان B که در حالت ارزشگذاری عددی در ۴ حوزه رتبه اول و در ۱ حوزه رتبه دوم (جدول ۱۱) و در روش Fuzzy TOPSIS در ۱ حوزه رتبه اول و در ۴ حوزه رتبه‌های دوم و سوم (جدول ۱۰) به دست آمده است؛ و همچنین سهم بالای این شهرستان در درصد جمعیت شهر و انشعاب شبکه آب و فاضلاب و طول شبکه و خط انتقال فاضلاب شهرستان B (جدول ۱۲) که منجر به حجم بیشتر فعالیت‌های مدیریتی برای حوزه آب و فاضلاب در این شهرستان می‌شود؛ به نظر می‌رسد رتبه دوم به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش (عملکرد مدیر شهرستان B) هم‌خوانی بیشتری با رتبه اول در ۴ حوزه در روش ارزشگذاری عددی دارد؛ و به‌نوعی رتبه دوم نهایی شهرستان B در روش Fuzzy TOPSIS واقع‌بینانه‌تر از رتبه سوم نهایی این شهرستان در روش ارزشگذاری عددی است.

**۳- رتبه سوم خروجی مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS:** با مقایسه رتبه سوم به دست آمده از روش ارزشگذاری عددی و رتبه سوم به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش، مشخص است که در روش ارزشگذاری عددی رتبه سوم به مدیر شهرستان B

dx.doi.org/10.22093/wwj.2026.580506.3551


اختصاص داده شده (جدول ۱۱) و این در حالی است که رتبه سوم در مدل Fuzzy TOPSIS برای عملکرد مدیر شهرستان C به دست آمده است (جدول ۱۰). بااین‌حال با توجه به رتبه‌های به دست آمده در حوزه‌های مختلف برای عملکرد مدیر شهرستان C که در حالت ارزش‌گذاری عددی تنها در ۱ حوزه رتبه اول و در ۲ حوزه رتبه دوم (جدول ۱۱) و در روش Fuzzy TOPSIS در ۳ حوزه رتبه دوم و در ۱ حوزه رتبه سوم (جدول ۱۰) به دست آمده است. همچنین سهم متوسط این شهرستان در درصد تعداد روستا، طول شبکه و خط انتقال آب (جدول ۱۲) که منجر به حجم قابل‌توجهی از فعالیت‌های مدیریتی برای حوزه آب‌رسانی در این شهرستان می‌شود؛ به نظر می‌رسد رتبه سوم به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS برای عملکرد مدیر شهرستان C واقع‌بینانه‌تر است. این در حالی است که در روش ارزش‌گذاری عددی بااینکه شهرستان C تنها در یک حوزه رتبه اول آورده و در حوزه‌های دیگر رتبه دوم تا چهارم دارد، ولی نهایتاً رتبه اول را به خود اختصاص داده است !

**۴-رتبه چهارم خروجی مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS:** با مقایسه رتبه چهارم به دست آمده از روش ارزش‌گذاری عددی و رتبه چهارم به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش، مشخص است که در روش ارزش‌گذاری عددی رتبه چهارم به مدیر شهرستان E اختصاص داده شده (جدول ۱۱) و این در حالی است که رتبه چهارم در مدل Fuzzy TOPSIS برای عملکرد مدیر شهرستان A به دست آمده است (جدول ۱۰). در مقایسه رتبه‌های عملکرد مدیران این دو شهرستان چه در روش ارزش‌گذاری عددی و چه در روش تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS (جداول ۱۱ و ۱۰) به‌طور مشهود رتبه‌های عملکرد مدیر شهرستان A در مقایسه با عملکرد مدیر شهرستان E بهتر است و این در حالی است که در روش ارزش‌گذاری عددی رتبه شهرستان E عدد ۴ و رتبه شهرستان A عدد ۵ است (جدول ۱۱) و این رتبه‌ها در روش تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS جابه جا می‌شود (جدول ۱۰). با رتبه‌های مربوط به این دو شهرستان در این دو جدول، به نظر می‌رسد روش Fuzzy TOPSIS نتایج واقع‌بینانه‌تری نسبت به روش ارزش‌گذاری عددی دارد.

**۵-رتبه پنجم خروجی مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS:** با توجه به توضیحات ارائه شده در مورد رتبه چهارم، به نظر می‌رسد رتبه پنجم به دست آمده از روش تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS که مربوط به عملکرد مدیر شهرستان E می‌شود (جدول ۱۰)، در مقایسه با رتبه پنجم روش ارزش‌گذاری عددی که مربوط به عملکرد مدیر شهرستان A می‌شود (جدول ۱۱)، قابل‌اعتمادتر است.

**۶-رتبه ششم خروجی مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS:** با مقایسه رتبه ششم به دست آمده از روش ارزش‌گذاری عددی و رتبه ششم به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش، مشخص است که در روش ارزش‌گذاری عددی رتبه ششم به مدیر شهرستان F اختصاص داده شده (جدول ۱۱) و همچنین رتبه ششم در مدل Fuzzy TOPSIS نیز برای عملکرد مدیر همین شهرستان به دست آمده است (جدول ۱۰). بنابراین نتایج دو روش برای عملکرد مدیر این شهرستان یکی است.

## ۶- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش توسعه و آزمون یک چارچوب یکپارچه تصمیم‌یار برای ارزیابی و رتبه‌بندی مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب بود. در این چارچوب، معیارهای مورداستفاده در ارزیابی عملکرد مدیران با بهره‌گیری از فرایند تصمیم‌گیری گروهی دلفی بررسی و نهایی شدند و سپس اهمیت معیارها و عملکرد مدیران با استفاده از قضاوت گروهی فازی و مدل Fuzzy TOPSIS در یک فرایند چند متغیره تلفیق شد؛ بنابراین، سهم اصلی این پژوهش توسعه یک الگوریتم ریاضی جدید نبود، بلکه ارائه و آزمون یک چارچوب نظام‌مند برای یکپارچه‌سازی معیارهای متعدد و ناهمگن، قضاوت‌های گروهی و عدم‌قطعیت موجود در ارزیابی عملکرد مدیران در بستر واقعی شرکت‌های آب و فاضلاب بود. برای این امر به‌طور خاص شرکت آب و فاضلاب استان قزوین و ۶ شهرستان این استان موردتوجه قرار گرفتند. در این راستا ۲۱ متخصص تصمیم‌گیرنده گروهی انتخاب شدند و سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری گروهی دلفی ۳۱ معیار برای ارزیابی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین تعیین شد. سپس با توسعه یک مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS، عملکرد هر یک از مدیران این ۶ شهرستان بر اساس ۳۱ معیار سنجیده شد. در این پژوهش برای در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود در داده‌های مربوط به عملکرد هر مدیر و همچنین تردیدهای

موجود در تصمیم‌گیری گروهی از ریاضیات فازی استفاده شد. نتایج به دست آمده از مدل تصمیم‌گیری گروهی دلفی چند شاخصه Fuzzy TOPSIS توسعه داده شده در این پژوهش نشان داد که خروجی این مدل نسبت به نتایج روش ارزش‌گذاری عددی رایج در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین، مطابقت بیشتری با شرایط واقعی حاکم بر عملکرد مدیران و زیرساخت‌های شرکت آب و فاضلاب شهرستان‌های این استان دارد؛ که صحت این نتایج واقع‌بینانه‌تر بر اساس نقطه‌نظرات و تأییدیه فنی تصمیم‌گیرندگان گروهی در این پژوهش نیز به دست آمد. درواقع نتایج نشان می‌دهد مدل پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار جایگزین برای ارزیابی مدیران استفاده شود. چراکه نتایج حاصل از این مدل نشان‌دهنده بهبود ۸۳/۳ درصد در نتایج مربوط به ارزیابی عملکرد مدیران شرکت آب و فاضلاب استان قزوین بود. این بدین مفهوم است که نتایج حاصل از مدل توسعه داده شده در این پژوهش شرایط واقعی‌تری را از عملکرد مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب استان قزوین ارائه می‌دهد. برای توسعه این مطالعات می‌توان مدل‌های تصمیم‌گیری دیگری همچون AHP، ELECTRE و PROMETHEE را در این حوزه توسعه داد و نتایج آن را با نتایج مدل TOPSIS مقایسه کرد. همچنین باید توجه داشت که استان قزوین متشکل از ۶ شهرستان و متعاقباً ۶ شرکت آب و فاضلاب بوده که بر این اساس تعداد گزینه‌های این پژوهش عملاً محدود به همین ۶ مدیر بود. از طرفی تعداد معیارها نیز محدود به ۳۱ شاخص تعیین شده توسط تصمیم‌گیرندگان گروهی بود که البته در مدل ارزش‌گذاری عددی رایج در این شرکت آب و فاضلاب نیز از همین ۳۱ شاخص استفاده می‌شده است. بااین‌حال با توجه به قابلیت‌های مدل Fuzzy TOPSIS امکان توسعه تعداد شاخص‌ها و همچنین تعداد گزینه‌ها در پژوهش‌های آینده در دیگر استان‌ها وجود خواهد داشت.

## ۷- قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از حمایت شرکت آب و فاضلاب استان قزوین در اجرای این پروژه اعلام می‌دارند. همچنین نویسندگان اعلام می‌کنند که در راستای بهبود سبک نگارش این پژوهش (به‌ویژه بخش انگلیسی) از قابلیت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده کرده‌اند.

## References

Arabshahi, M., Kabiri, A. and Behboodi, O., 2022. The impact of top managers' knowledge value on knowledge sharing practices on open innovation and organizational performance. *Scientific Journal of Strategic Management of Organizational Knowledge*, 5(1), 165–191. (In Persian). https://doi.org/10.47176/smok.2022.1413.

Asgarpour, M. J., 2011. *Group Desicion Making and Game Theory in Operation Research*. Republic Islamic of Iran: University of Tehran Press. Tehran, Iran. (In Persian)

Ataei, M., 2011a. *Multi-Criteria Decision-Making*. Republic Islamic of Iran: Shahroud University of Technology Press. Semnan, Iran. (In Persian)

Ataei, M., 2011b. *Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making*. Republic Islamic of Iran: Shahroud University of Technology Press. Tehran, Iran. (In Persian)

Bashiri, M., Hejazi, T. H. and Mohtajab, H., 2011. *New Approaches on Multiple Criteria Decision Making*. Tehran: Shahed University. Tehran, Iran. (In Persian)

Dağıstanlı, H. A. and Ustun, O., 2023. An integrated multi-criteria decision making and multi-choice conic goal programming approach for customer evaluation and manager assignment. *Decision Analytics Journal*, 8, 100270. https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100270.

Dalkey, N. and Helmer, O., 1963. An experimental application of the Delphi method to the user of experts. *Management Science,* 9(3), 458-467. https://doi.org/10.1287/mnsc.9.3.458.

Dimitriou, D. and Sartzetaki, M., 2022. Performance assessment modeling for managing transport enterprises based on modified fuzzy TOPSIS analysis. *Operational Research*, 22, 6037-6053. https://doi.org/10.1007/s12351-022-00719-9.

Edinsel, S., Duran, C. and Akdemir, M. A., 2024. Hybrid performance analysis with multi-criteria decision-making methods: example of store managers. *İstanbul Kent University Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(2). [Link]

Erdemir, N., Ozturk, F. and Kaya, G. K., 2022. An integrated decision support model using AHP and fuzzy TOPSIS for public sector employee performance evaluation. *Gazi University Journal of Engineering and Architecture*, 37(4), 1809–1822. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.933793.

Kyiani Ghalenoo, E., Salarzehi, H., Naseri, B. and Keshtegar, A., 2024. Design and development of a maturity model for performance evaluation of managers with a modern technology approach in Bank Melli Iran (Fuzzy Delphi Method). *International Journal of Innovation Management and Organizational Behavior*, 4(4), 112–120. https://doi.org/10.61838/kman.ijimob.4.4.13.

Mehrabian, A. and Espidkar, B., 2022. Evaluating the dimensions of green supply chain in improving managers' performance with a fuzzy multi-criteria decision-making approach. *Journal of Science and Engineering Elites*, 7(2), 1-15. (In Persian). [Link]

Mehranfard, F., 2022. The position and role of the suggestion system in evaluating the performance of employees and managers in organizations and institutions. Case study: Khuzestan Regional Electricity Company. *7th International Conference on Industrial Engineering, Productivity and Quality*. Tbilisi, Georgia. (In Persian). [Link]

Meng, F., Chen, X. and Zhang, Q., 2014. Some interval-valued intuitionistic uncertain linguistic Choquet operators and their application to multi-attribute group decision making. *Applied Mathematical Modelling*, 38(9-10), 2543-2557. https://doi.org/10.1016/j.apm.2013.11.003.

Moradi, N., 2022. Performance evaluation of university faculty by combining BSC, AHP and TOPSIS: from the students' perspective. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 14(2). https://doi.org/10.13033/ijahp.v14i2.915.

Padashkandeh, E., Shams, Gh. and Khalijian, S., 2021. Investigating the relationship between managers' leadership competencies and organizational performance of applied science education centers. *9th International Conference on Psychology of Education Sciences and Lifestyle*. Tbilisi, Georgia. (In Persian). [Link]

Rahmati, S. and Avakh Darestani, S., 2021. Performance evaluation of insurance sector using balanced scorecard and hybrid BWM-TOPSIS: evidence from Iran. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 36(3), 382–402. https://doi.org/10.1504/IJPQM.2022.124729.

Salehi, S., Abyati, A., Rajabi, M. and Khandaie, M., 2024. Planning water distribution network renewal using the SAM model for data analysis of historical events. *Journal of Water and Wastewater*, 35(4), 88-112. (In Persian). https://doi.org/10.22093/wwj.2025.502364.3462.

Salehi, S., Jalili Ghazizadeh, M., Tabesh, M., Valadi, S, Salamati Nia, S. P., 2021. A risk component-based model to determine pipes renewal strategies in water distribution networks. *Structure and Infrastructure Engineering*, 17(10), 1338-1359. https://doi.org/10.1080/15732479.2020.1842466.

Salehi, S., Tabesh, M., Jalili Ghazizadeh, M. R., 2019. Development of a prioritization model for rehabilitation of pipes in water distribution systems with minimum structural data. *Journal of Water and Wastewater*, 29(6), 40-55. (In Persian). https://doi.org/10.22093/wwj.2017.91467.2447.

Salehifar, A., 2021. Using DEA technique in evaluating the performance of meritocratic managers. *1st International Conference on the Mutation of Management Science, Economics and Accounting*. Sari, Iran. (In Persian). [Link]