

## Network-based analysis of factors influencing the sustainable pharmaceutical supply chain management in hospital pharmacies of Yazd city using the fuzzy DEMATEL technique

Elham Shahbahrami<sup>1</sup>, Seyed Masood Mousavi<sup>2</sup>, Nahid Khoddami<sup>3</sup>, Arefeh Vatani<sup>4</sup>

- 1- Hospital Management Research Center, Iran university of medical sciences, Tehran, Iran. ORCID: 0000-0001-7375-7344, [eshahbahrami1984@gmail.com](mailto:eshahbahrami1984@gmail.com)
- 2- Health Policy and Management Research Center, Department of Health Management and Economics, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran, ORCID: 0009-0002-2547-9724, Corresponding: Seyed Masood Mousavi - E-mail: [m.mousavihp93@gmail.com](mailto:m.mousavihp93@gmail.com)
- 3- Departments of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran. ORCID: 0009-0009-8798-9926, [nanahidkhoddami@gmail.com](mailto:nanahidkhoddami@gmail.com)
- 4- Health Policy and Management Research Center, Department of Health Management and Economics, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.  
ORCID: 0009-0006-0789-8505, [arefeh860@gmail.com](mailto:arefeh860@gmail.com)

### Abstract

#### Introduction:

Sustainable pharmaceutical supply chain management in hospital pharmacies is a critical component of healthcare systems and requires a multidimensional approach. This study aimed to analyze the causal structure and interrelationships among factors affecting pharmaceutical supply chain sustainability, considering economic, social, and environmental dimensions in hospital pharmacies in Yazd City, Iran.

#### Methods:

This applied analytical study was conducted in two phases. First, factors influencing sustainable pharmaceutical supply chain management were identified using a questionnaire developed based on the Supply Chain Operations Reference (SCOR) model, including five dimensions: reliability, responsiveness, flexibility, cost management, and asset management. The content validity of indicators was assessed using Lawshe's content validity ratio (CVR), and the final indicators were validated by experts in pharmaceutical management and hospital pharmacy services. In the second phase, the fuzzy Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (Fuzzy DEMATEL) approach was used to determine causal relationships and prioritize influential factors.

#### Results:

Asset management and cost management were identified as the main causal and influential dimensions, whereas reliability, responsiveness, and flexibility were categorized as effect dimensions. At the indicator level, insufficient staffing, weak relationship management with distributors, ineffective performance of pharmacy and therapeutics committees, and inadequate cost-revenue analysis were among the most influential factors. The causal network map demonstrated complex interrelationships among the identified factors.

#### Conclusion:

This study provides a systematic understanding of causal relationships influencing sustainable pharmaceutical supply chains in hospital pharmacies. Strengthening asset and cost management, improving inventory systems, and enhancing organizational coordination may contribute to greater sustainability, resilience, and operational performance of pharmaceutical supply chains.

**Keywords:**

Sustainable pharmaceutical supply chain management; Hospital pharmacy; Fuzzy DEMATEL technique; Network analysis; Pharmaceutical supply chain

- **What was already known about this topic**
- Sustainable pharmaceutical supply chain management is essential for ensuring timely access to medicines, improving healthcare quality, and enhancing patient outcomes.
- Efficient pharmaceutical supply chains reduce medication shortages, waste, and operational inefficiencies in healthcare systems.

**What this study added to our knowledge**

- This study revealed that asset management and cost management act as key causal drivers of sustainable pharmaceutical supply chain performance, while reliability, responsiveness, and flexibility are predominantly affected dimensions.
- The causal analysis identified insufficient pharmaceutical workforce, weak distributor relationship management, poor performance of hospital drug committees, prolonged insurance reimbursement, and weak cost–income analysis as important upstream drivers that can influence multiple aspects of supply chain performance.
- The findings suggest that improving pharmaceutical supply chain sustainability requires a shift from isolated operational interventions toward prioritizing upstream managerial, financial, and coordination-related factors, particularly those with a causal role in the supply chain network.
- The resulting causal network provides a practical basis for prioritizing resources, redesigning hospital pharmacy performance evaluation, and developing targeted interventions to strengthen reliability, responsiveness, flexibility, and resilience.

## Extended Abstract

### Introduction

Pharmaceutical supply chain sustainability is essential for ensuring uninterrupted access to medicines and maintaining healthcare quality [1, 2]. Hospital pharmacies, as the final link in this chain, play a critical role in inventory control, timely drug availability, and cost management [3, 4]. However, poor inventory management, inaccurate demand forecasting, financial constraints, and inadequate coordination among stakeholders continue to threaten supply chain performance and resilience [5–14]. Previous studies have addressed distribution network design, sustainability determinants, and supply chain coordination [15–20], yet limited attention has been given to the causal relationships among sustainability factors in hospital pharmacies. This study addresses this gap by adapting the SCOR (Supply-Chain Operations Reference Model) framework and integrating Lawshe's content validity method with fuzzy DEMATEL (Decision making trial and

evaluation laboratory) to identify and analyze key determinants of sustainable pharmaceutical supply chain management in hospital pharmacies, providing evidence to support managerial decision-making and resource prioritization [21].

## Methods

This applied analytical study was conducted in 2025 in the Iranian calendar in two sequential phases. In the first phase, factors influencing pharmaceutical supply chain sustainability were identified using a questionnaire based on the SCOR model, encompassing five dimensions: reliability, responsiveness, flexibility, cost management, and asset management [16]. The initial questionnaire included 59 indicators, and content validity was assessed using the Content Validity Ratio (CVR) and Lawshe method. According to Lawshe's criterion, the minimum acceptable CVR value for 20 experts is 0.22 (Lawshe, 1975). Indicators with CVR values below the threshold or expert judgment mean scores below 1.5 were eliminated. Ultimately, 36 indicators were retained and 23 were removed.

The study population consisted of 20 experts in pharmaceutical management and hospital pharmacy services from public and private hospitals in city X. Inclusion criteria included relevant professional experience, prior work in hospital pharmacies, and familiarity with pharmaceutical supply chain management.

In the second phase, causal relationships among identified factors were analyzed using the fuzzy DEMATEL technique. This method involves five steps: (1) constructing the fuzzy direct-relation matrix based on average expert evaluations; (2) normalizing the matrix using the largest upper bound of fuzzy numbers; (3) calculating the fuzzy total-relation matrix; (4) defuzzifying results and computing D, R, D+R, and D-R values; and (5) determining the threshold value and mapping the network relationship model (NRM).

In this framework, D represents the influence exerted by each factor, while R reflects the influence received. A positive D-R value indicates a causal (driving) factor, whereas a negative D-R value indicates an effect (dependent) factor.

## Results

### – Phase 1: Identification of Factors Using Content Validity Analysis

Following the collection and analysis of the questionnaires based on the content validity method, the results presented in **Table 1** were obtained. Out of the 59 initially identified factors, **36 factors were accepted**, and **23 factors were rejected**.

Table 1. Results of Content Validity Analysis (CVR Method)

| Dimension | Factor                                                                                     | Count 0 | Count 1 | Count 2 | Mean | CVR | Result   |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|------|-----|----------|
|           | Insufficient number of personnel (clinical pharmacist, experts, technicians, storekeepers) | 1       | 1       | 18      | 1.85 | 0.8 | Accepted |
|           | Poor management of distributor relationships (selection,                                   | 0       | 2       | 18      | 1.9  | 0.8 | Accepted |

|             |                                                                           |   |    |    |      |      |          |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|---|----|----|------|------|----------|
| Reliability | contracts, access, communication)                                         |   |    |    |      |      |          |
|             | Lack of flexibility among distributors (financial strength, liquidity)    | 0 | 1  | 19 | 1.95 | 0.9  | Accepted |
|             | Low loyalty and weak commitment of distributors, especially during crises | 0 | 4  | 16 | 1.8  | 0.6  | Accepted |
|             | High lead time for receiving orders from distributors                     | 0 | 4  | 16 | 1.8  | 0.6  | Accepted |
|             | Lack of demand forecasting for drugs and supplies                         | 0 | 5  | 15 | 1.75 | 0.5  | Accepted |
|             | Inability to forecast sales                                               | 5 | 2  | 13 | 1.4  | 0.3  | Rejected |
|             | Inadequate physical space for compounding medications                     | 2 | 7  | 11 | 1.45 | 0.1  | Rejected |
|             | Absence of fireproof rooms for flammable drugs/materials                  | 0 | 5  | 15 | 1.75 | 0.5  | Accepted |
|             | Theft from pharmaceutical warehouse                                       | 2 | 7  | 11 | 1.45 | 0.1  | Rejected |
|             | Lack of retraining programs for pharmacy staff                            | 2 | 11 | 7  | 1.25 | -0.3 | Rejected |
|             | Absence of patient medication records                                     | 4 | 5  | 11 | 1.35 | 0.1  | Rejected |
| Reliability | Lack of monthly performance reporting to hospital management              | 3 | 6  | 12 | 1.45 | 0.2  | Rejected |
|             | Weak quality control system for pharmacy medications                      | 1 | 11 | 8  | 1.35 | -0.2 | Rejected |
|             | Weak management of quota-based drug distribution (FDA)                    | 0 | 3  | 17 | 1.85 | 0.7  | Accepted |
|             | Weak interaction between medical supplies supervisor and pharmacy staff   | 5 | 6  | 9  | 1.2  | -0.1 | Rejected |
|             | Weak supervision of medical supplies procurement                          | 5 | 8  | 7  | 1.1  | -0.3 | Rejected |
|             | Untimely reporting of shortages in central system                         | 0 | 5  | 15 | 1.75 | 0.5  | Accepted |
|             | Weak management of narcotic drug distribution (FDA)                       | 0 | 4  | 16 | 1.8  | 0.6  | Accepted |
|             | Weak communication between pharmacy and hospital wards                    | 0 | 5  | 15 | 1.75 | 0.5  | Accepted |
|             | High lead time between ordering and delivery                              | 0 | 6  | 14 | 1.7  | 0.4  | Accepted |
|             | Mismatch between HIS records and actual inventory                         | 0 | 11 | 9  | 1.45 | -0.1 | Rejected |
|             | Limited access to clinical pharmacists (24/7)                             | 0 | 5  | 15 | 1.75 | 0.5  | Accepted |
|             | Lack of pharmacist involvement in clinical teams                          | 0 | 8  | 12 | 1.6  | 0.2  | Accepted |

|                        |                                                             |   |    |    |      |      |          |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|---|----|----|------|------|----------|
| <b>Responsiveness</b>  | Poor performance of hospital drug committee                 | 0 | 7  | 13 | 1.65 | 0.3  | Accepted |
|                        | Dual pricing of medications                                 | 5 | 6  | 9  | 1.2  | -0.1 | Rejected |
|                        | Weak periodic inspections (FDA)                             | 5 | 8  | 7  | 1.1  | -0.3 | Rejected |
|                        | Weak follow-up of shortages (FDA)                           | 0 | 1  | 19 | 1.95 | 0.9  | Accepted |
|                        | Improper distribution of scarce medical supplies            | 0 | 9  | 11 | 1.55 | 0.1  | Accepted |
|                        | Lack of follow-up on quality issues of medical supplies     | 0 | 11 | 9  | 1.45 | 0.0  | Rejected |
|                        | Weak responsiveness in emergencies                          | 1 | 2  | 17 | 1.8  | 0.7  | Accepted |
|                        | Outpatient drug/supply services                             | 1 | 11 | 8  | 1.35 | -0.2 | Rejected |
|                        | Outdated formulary                                          | 1 | 4  | 15 | 1.7  | 0.5  | Accepted |
|                        | Incomplete/subjective formulary                             | 2 | 9  | 9  | 1.35 | -0.1 | Rejected |
|                        | Lack of alignment between formulary and prescriptions       | 3 | 5  | 12 | 1.45 | 0.2  | Rejected |
|                        | Outdated cost calculation                                   | 1 | 1  | 18 | 1.85 | 0.8  | Accepted |
|                        | Non-pharmacy administrative tasks performed by pharmacist   | 7 | 6  | 7  | 1.0  | -0.3 | Rejected |
|                        | Traditional procurement methods                             | 5 | 3  | 12 | 1.35 | 0.2  | Rejected |
|                        | Lack of brand registration in HIS                           | 4 | 10 | 6  | 1.1  | -0.4 | Rejected |
| <b>Flexibility</b>     | Limited proficiency of pharmacists in HIS/financial systems | 3 | 5  | 12 | 1.45 | 0.2  | Rejected |
|                        | Lack of exchange of low-use/near-expiry items               | 2 | 2  | 16 | 1.7  | 0.6  | Accepted |
|                        | Lack of review of returned medications                      | 2 | 3  | 15 | 1.65 | 0.5  | Accepted |
|                        | Lack of review of near-expiry/expired medications           | 2 | 2  | 16 | 1.7  | 0.6  | Accepted |
|                        | Poor management of low-use/non-essential drugs              | 1 | 8  | 11 | 1.5  | 0.1  | Accepted |
|                        | Poor management of high-use drugs                           | 1 | 4  | 15 | 1.7  | 0.5  | Accepted |
|                        | Poor management of high-cost drugs                          | 1 | 3  | 16 | 1.75 | 0.6  | Accepted |
| <b>Cost Management</b> | Poor management of personnel costs                          | 2 | 7  | 11 | 1.25 | 0.1  | Rejected |
|                        | Lack of financial experts                                   | 2 | 4  | 14 | 1.6  | 0.4  | Accepted |
|                        | Excessive prescribing by residents                          | 5 | 2  | 13 | 1.4  | 0.3  | Rejected |
|                        | Unnecessary prescribing by residents                        | 5 | 2  | 13 | 1.4  | 0.3  | Rejected |
|                        | Lack of FIFO inventory system                               | 3 | 3  | 14 | 1.55 | 0.4  | Accepted |
| <b>Cost Management</b> | Poor physical conditions of warehouse                       | 1 | 1  | 18 | 1.85 | 0.8  | Accepted |
|                        | Lack of insurance for drug warehouses                       | 1 | 2  | 17 | 1.8  | 0.7  | Accepted |
|                        | Absence of unit-dose dispensing                             | 2 | 5  | 13 | 1.55 | 0.3  | Accepted |

|                         |                                             |   |   |    |     |     |          |
|-------------------------|---------------------------------------------|---|---|----|-----|-----|----------|
|                         | Long debt settlement duration               | 0 | 6 | 14 | 1.7 | 0.4 | Accepted |
|                         | Long insurance reimbursement duration       | 0 | 2 | 18 | 1.9 | 0.8 | Accepted |
| <b>Asset Management</b> | Weak liquidity management                   | 1 | 4 | 15 | 1.7 | 0.5 | Accepted |
|                         | Weak cost-income analysis                   | 1 | 6 | 13 | 1.6 | 0.3 | Accepted |
|                         | Inappropriate physical location of pharmacy | 2 | 6 | 12 | 1.5 | 0.2 | Accepted |

– Phase 2: Fuzzy DEMATEL Analysis

The values of the indices ( $D_i - R_i$ ) indicate whether each criterion belongs to the **cause group** (positive values) or the **effect group** (negative values).

**Table 2 Calculation of  $D$ ,  $R$ ,  $D+R$ , and  $D-R$  for Main Dimensions**

| Dimension               | $D_i$ | $R_i$ | $D+R$ | $D-R$  | Type   |
|-------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <b>Reliability</b>      | 1.911 | 2.384 | 4.296 | -0.473 | Effect |
| <b>Responsiveness</b>   | 1.915 | 2.185 | 4.100 | -0.270 | Effect |
| <b>Flexibility</b>      | 1.869 | 2.208 | 4.077 | -0.339 | Effect |
| <b>Cost Management</b>  | 1.422 | 1.382 | 2.804 | +0.040 | Cause  |
| <b>Asset Management</b> | 2.055 | 1.012 | 3.067 | +1.042 | Cause  |

The analysis shows that **Asset Management** and **Cost Management** are the most influential (causal) dimensions, whereas **Reliability**, **Flexibility**, and **Responsiveness** are the most affected (resultant) ones in the sustainable pharmaceutical supply chain. Among these, **Reliability** exhibits the strongest interactions with other dimensions, highlighting its strategic importance. The influence and dependence of factors within each dimension were calculated using the same procedure applied in the dimension-level analysis, with results presented in **Table 2**.

**Table 3 Calculation of  $D$ ,  $R$ ,  $D+R$ , and  $D-R$  for All Factors Across Dimensions**

| Dimension          | Factor                                                                                 | $D_i$ | $R_i$ | $D+R$ | $D-R$  | Type   |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <b>Reliability</b> | Insufficient number of personnel: pharmacist, experts, technicians, warehouseman       | 2.421 | 1.734 | 4.156 | 0.687  | Cause  |
|                    | Poor management of communication with distributors: selection method, contract process | 2.686 | 2.178 | 4.864 | 0.508  | Cause  |
|                    | Lack of flexibility of distributors (financial strength and liquidity)                 | 2.152 | 2.033 | 4.184 | 0.119  | Cause  |
|                    | Low loyalty and weak commitment of distributors, especially during crises              | 1.800 | 2.005 | 3.805 | -0.204 | Effect |
|                    | High average time to receive orders from distributors                                  | 2.786 | 2.530 | 5.316 | 0.256  | Cause  |
|                    | Lack of calculation and forecasting of drug and supply demand by the pharmacy          | 1.305 | 2.507 | 3.811 | -1.202 | Effect |

|                       |                                                                                             |       |       |        |        |        |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                       | Absence of fireproof room/space for flammable drugs and materials                           | 0.887 | 1.493 | 2.380  | -0.606 | Effect |
|                       | Weak management of quota-based drug distribution by the Food & Drug Administration          | 1.966 | 2.105 | 4.071  | -0.139 | Effect |
|                       | Untimely reporting of shortages in the central system                                       | 2.253 | 2.291 | 4.545  | -0.038 | Effect |
| <b>Reliability</b>    | Weak management of narcotic drug distribution by the Food & Drug Administration             | 2.513 | 1.895 | 4.408  | 0.619  | Cause  |
| <b>Responsiveness</b> | Weak communication between the pharmacy and various hospital departments                    | 2.215 | 1.962 | 4.178  | 0.253  | Cause  |
|                       | High average time between ordering and delivering medication to patients                    | 2.068 | 2.006 | 4.074  | 0.063  | Cause  |
|                       | Poor access (lack of access) to clinical pharmacist around the clock                        | 1.300 | 1.917 | 3.217  | -0.617 | Effect |
|                       | Lack of use of pharmacists in the treatment team as consultants                             | 0.870 | 1.237 | 2.106  | -0.367 | Effect |
|                       | Poor performance of the hospital drug committee                                             | 2.568 | 2.282 | 4.850  | 0.286  | Cause  |
|                       | Weak follow-up of drug and supply shortages by the Food & Drug Administration               | 2.332 | 2.098 | 4.430  | 0.234  | Cause  |
|                       | Improper distribution of scarce medical supplies through the trustees with FDA coordination | 1.760 | 2.045 | 3.805  | -0.285 | Effect |
|                       | Poor responsiveness in emergency situations                                                 | 1.647 | 1.677 | 3.324  | -0.031 | Effect |
|                       | Outdated drug formulary (pharmacopoeia)                                                     | 1.797 | 2.100 | 3.897  | -0.302 | Effect |
|                       | Outdated calculation of drug and supply costs                                               | 2.144 | 1.376 | 3.520  | 0.768  | Cause  |
|                       | Lack of exchange of low-consumption or near-expiry drugs/supplies via FDA (between units)   | 7.054 | 7.086 | 14.140 | -0.032 | Effect |
| <b>Flexibility</b>    | Lack of monthly review and return of unused drugs from wards                                | 7.475 | 6.921 | 14.396 | 0.555  | Cause  |
|                       | Lack of review of drugs with short or expired shelf life                                    | 7.192 | 6.612 | 13.804 | 0.579  | Cause  |
|                       | Poor management of low-use or non-use drugs and supplies                                    | 6.906 | 6.908 | 13.815 | -0.002 | Cause  |
|                       | Poor management of high-consumption drugs                                                   | 7.451 | 6.905 | 14.356 | 0.545  | Cause  |

|                         |                                                                                  |       |       |        |        |        |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                         | Poor management of expensive drugs                                               | 5.851 | 7.497 | 13.347 | -1.646 | Effect |
| <b>Cost Management</b>  | Lack of use of expert financial manager for cost management                      | 1.326 | 1.424 | 2.751  | -0.098 | Effect |
|                         | Absence of proper inventory system such as FIFO                                  | 0.675 | 0.877 | 1.552  | -0.202 | Effect |
|                         | Poor physical conditions of drug warehouse: temperature, humidity, contamination | 0.602 | 0.710 | 1.303  | -0.099 | Effect |
|                         | Lack of insurance coverage for hospital drug warehouses                          | 0.662 | 0.711 | 1.374  | -0.049 | Effect |
|                         | Absence of Unit Dose system for drug distribution to wards                       | 0.623 | 0.782 | 1.405  | -0.159 | Effect |
|                         | Long duration of debt settlement                                                 | 0.801 | 0.655 | 1.456  | 0.146  | Cause  |
|                         | Long duration of insurance reimbursement                                         | 0.830 | 0.368 | 1.198  | 0.461  | Cause  |
|                         |                                                                                  |       |       |        |        |        |
| <b>Asset Management</b> | Weak liquidity management of the pharmacy                                        | 2.002 | 2.059 | 4.061  | -0.058 | Effect |
|                         | Weak cost-income analysis                                                        | 3.302 | 3.060 | 6.362  | 0.242  | Cause  |
|                         | Pharmacy located in an inappropriate physical location                           | 3.090 | 3.274 | 6.364  | -0.184 | Effect |

According to Table 3: The most influential (cause) factors were insufficient human resources, weak narcotic distribution management, poor distributor relationship management, weak drug committee performance, long insurance reimbursement duration, and weak cost-income analysis and The most influenced effect factors were lack of demand forecasting, no fireproof storage, low distributor commitment, weak emergency responsiveness, poor management of high-cost drugs, and inappropriate pharmacy location.

### Discussion

The findings of this study indicate that the sustainability of the pharmaceutical supply chain in hospital pharmacies is predominantly shaped by managerial and financial determinants. Weaknesses in asset management and cost management identified as causal dimensions—can generate extensive consequences across other areas of the supply chain, including reduced reliability, prolonged response times, diminished flexibility, and increased medication-related errors. These results align with previous research emphasizing the critical role of inventory management, stakeholder coordination, and robust information infrastructure in ensuring supply chain performance [15-20].

From a managerial perspective, improving pharmaceutical supply chain sustainability requires a shift from reactive strategies toward integrated, proactive, and data-driven management. Intelligent information systems for inventory monitoring, demand forecasting, and shortage detection can enhance responsiveness and reliability. Blockchain technology improves transparency and traceability [21], while Industry 5.0 enables human-technology collaboration and sustainable supply chain development [22]. Sustainability-oriented key performance indicators support resource optimization and operational efficiency [23].

## Limitations

This study has several limitations that should be considered when interpreting the findings:

- The relatively small sample size (20 experts) may limit the generalizability of the results.
- The study was conducted in a single city, and regional variations were not examined.
- Reliance on expert judgment may introduce subjective biases.
- External factors such as national pharmaceutical policies and broader economic conditions were not included in the analysis.

Despite these limitations, the use of the fuzzy DEMATEL technique combined with the SCOR model enhances the robustness and credibility of the findings.

## Conclusion

This study offers a systematic map of the causal relationships among factors affecting the sustainability of the pharmaceutical supply chain in hospital pharmacies. The resulting framework provides a practical foundation for decision-making in pharmaceutical management. Prioritizing key causal factors particularly asset management, improvement of inventory systems, strengthening intra-organizational coordination, and enhancing financial analytical capabilities can significantly improve the resilience and long-term sustainability of hospital pharmacy supply chains.

These insights can support the development of national policies, revision of performance evaluation models for hospital pharmacies, and the design of interprofessional collaboration strategies among pharmacists, nurses, and physicians.

The present study provides a structured causal map of the factors influencing the sustainability of the pharmaceutical supply chain, offering a practical framework for decision-making in pharmaceutical management. Focusing on key causal drivers particularly asset management, improving inventory systems, strengthening internal coordination, and enhancing financial analysis can significantly increase the resilience and sustainability of hospital pharmacy supply chains. These findings can also support the development of national policies, revision of pharmacy performance evaluation models, and the advancement of interprofessional collaboration among pharmacists, nurses, and physicians.

## Declarations

### Ethical Considerations

This study received ethical approval from the Research Ethics Committee of Yazd University of Medical Sciences under the code **IRSPH.REC.1403.173**.

## Funding

This research was part of a larger project supported financially by Yazd University of Medical Sciences (Project Code: **19067**). The funding body had no role in the study design, data collection, analysis, interpretation, or manuscript preparation.

### Conflict of Interest

The authors declare that they have **no potential conflicts of interest** related to the research, authorship, or publication of this article.

Authors' contribution: **Elham Shahbahrami**: Study design and methodology, data analysis, drafting of the manuscript and final approval. **Seyed Masood Mousavi**: Study design, project supervision, contribution to drafting, and final approval of the manuscript. **Nahid Khoddami**: Contribution to data analysis, drafting of the manuscript, and final approval. **Arefeh Vatani**: Study design, contribution to drafting, and data collection.

### Consent for Publication

Not applicable.

### Data Availability

The data used in this study are not publicly available due to ethical considerations and the need to protect participant confidentiality. However, the data are available from the corresponding author upon reasonable request and with appropriate justification.

### Use of Artificial Intelligence

The authors used DeepL Translator solely to assist in drafting the extended abstract. All AI-assisted text was carefully reviewed, revised, and approved by the authors. The authors take full responsibility for the accuracy, integrity, and content of the manuscript.

### Acknowledgments

The authors express their sincere appreciation to all colleagues who contributed to various stages of the study design, data collection, and implementation.

### References

1. Jambulingam T, Kathuria R. Antecedents to buyer-supplier coordination in the pharmaceutical supply chain. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*. 2020;14(2):289-303. <http://doi.org/10.1108/ijphm-08-2019-0058>
2. Campling N, Breen L, Miller E, Birtwistle J, Richardson A, Bennett M, et al. Issues affecting supply of palliative medicines into community pharmacy: A qualitative study of community pharmacist and pharmaceutical wholesaler/distributor perspectives. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*. 2022;6:100132. <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2022.100132>
3. Cavicchi C, Vagnoni E. Sustainable business models in hybrids: A conceptual framework for community pharmacies' business owners. *Sustainability*. 2020;12(19):8125. <https://doi.org/10.3390/su12198125>
4. Lee YH, An D, Baek Y, Yoo K, Hyun S, Park S-K, et al. Factors influencing drug shortages and their resolution in South Korean community pharmacies. *Risk Management and Healthcare Policy*. 2024;2083-95. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S473859>
5. George S, Elrashid S. Inventory management and pharmaceutical supply chain performance of hospital pharmacies in Bahrain: a structural equation modeling approach. *Sage Open*. 2023;13(1):21582440221149717. <https://doi.org/10.1177/21582440221149717>
6. Rizaldy FM, Handayati Y, Simatupang TM, Okdinawati L, Suharto Y, Ginanjar R. Comparative Analysis of Demand Forecasting Methods to Optimize Supply Chain Efficiency in

- PharmaHealth Group. International Journal of Current Science Research and Review. 2024;7(08):6271-6. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V7-i8-40>
7. Bahiru Tefera B, Tilahun Anbessa G. Pharmaceutical supply chain practices and its associated factors in public health facilities, West Gojjam Zone, Ethiopia: Cross-Sectional Study. Hospital Pharmacy. 2022;57(5):622-32. <https://doi.org/10.1177/00185787211067375>
8. Shahbahrami E, Kalhor R, Amerzadeh M, Hasani M, Kiani M. A dynamic management model for sustainable drug supply chain in hospital pharmacies in Iran. BMC Health Services Research. 2024;24(1):1205. <https://doi.org/10.1186/s12913-024-11692-8>
9. Agrawal A, Sharma A, Srivastava PK, Devi M, editors. Moving towards industry 5.0 for sustainable supply chain in the pharmaceutical industry. 2024 11th International conference on computing for sustainable global development (INDIACom); 2024: IEEE. <https://doi.org/10.23919/INDIACom61295.2024.10498268>
10. Ali I, Kannan D. Mapping research on healthcare operations and supply chain management: a topic modelling-based literature review. Annals of Operations Research. 2022;315(1):29-55. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04596-5>
11. Khan F, Ali Y. Implementation of the circular supply chain management in the pharmaceutical industry. Environment, Development and Sustainability. 2022;24(12):13705-31. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02007-6>
12. Kumarswamy S, Sampigerayappa PA. Leveraging Blockchain Technology to Establish a Transparent and Counterfeit-Resistant Pharmaceutical Supply Chain. Journal Européen des Systèmes Automatisés. 2024;57(5). <https://doi.org/10.18280/jesa.570518>
13. Sazvar Z, Tafakkori K, Oladzad N, Nayeri S. A capacity planning approach for sustainable-resilient supply chain network design under uncertainty: A case study of vaccine supply chain. Computers & Industrial Engineering. 2021;159:107406. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107406>
14. Sharma A, Kumar D, Arora N. Supply chain risk factor assessment of Indian pharmaceutical industry for performance improvement. International Journal of Productivity and Performance Management. 2022;73(1):119-57. <https://doi.org/10.1108/ijppm-01-2022-0035>
15. Mohajer Tabrizi M, Khojeh Z, Darvishmohammadi T. Designing a drug distribution network using a two-tier genetic algorithm and priority-based coding The case of Adorateb. Research in Production and Operations Management. 2022;13(3):47-75. [in Persian] <https://doi.org/10.22108/rpom.2022.133342.1439>
16. Shahbahrami E, Amoozad Mahdiraji H, Hosseinzadeh M. Prioritizing Determinants of Drug sustainable supply chain management in Hospital Pharmacies. Journal of Health Administration. 2020;23(2):89-101. [in Persian] <http://jha.iuums.ac.ir/article-1-3316-en.html>
17. Mehralian G, Moosivand A, Emadi S, Asgharian R. Developing a coordination framework for pharmaceutical supply chain: using analytical hierarchy process. International Journal of Logistics Systems and Management. 2017;26(3):277-93. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2017.081961>
18. Nematollahi M, Hosseini-Motlagh S-M, Ignatius J, Goh M, Saghafi Nia M. Coordinating a socially responsible pharmaceutical supply chain under periodic review replenishment policies. Journal of Cleaner Production. 2018;172:2876-91. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.126>
19. Jaberidoost M, Nikfar S, Abdollahiasl A, Dinarvand R. Pharmaceutical supply chain risks: a systematic review. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 2013;21(1):69. <https://doi.org/10.1186/2008-2231-21-69>

20. Silva AC, Marques CM, de Sousa JP. A simulation approach for the design of more sustainable and resilient supply chains in the pharmaceutical industry. Sustainability. 2023;15(9):7254. <https://doi.org/10.3390/su15097254>
21. Akram W, Joshi R, Haider T, Sharma P, Jain V, Garud N, et al. Blockchain technology: A potential tool for the management of pharma supply chain. Research in Social and Administrative Pharmacy. 2024;20(6):156-64. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1551741124000792>
22. Ivanov D. The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. International Journal of Production Research. 2023;61(5):1683-95. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2118892>
23. Rajeev A, Pati RK, Padhi SS, Govindan K. Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. Journal of Cleaner Production. 2017;162:299-314. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617309514>

In press; non edited draft

## تحلیل شبکه‌ای عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار دارو در داروخانه‌های بیمارستان‌های شهر یزد با تکنیک دیمتل فازی

الهام شاه بهرامی<sup>۱</sup>، سید مسعود موسوی<sup>۲</sup>، ناهید خدای<sup>۳</sup>، عارفه وطنی<sup>۴</sup>

۱. مرکز تحقیقات مدیریت بیمارستانی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۲. مرکز تحقیقات مدیریت و سیاست گذاری سلامت، گروه علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ایران.
۳. گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ایران.
۴. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

**مقدمه:** مدیریت پایدار زنجیره تأمین دارویی در داروخانه‌های بیمارستانی، به‌عنوان یکی از اجزای حیاتی نظام سلامت، نیازمند رویکردی چندبعدی است. این مطالعه با هدف تحلیل ساختار علی و روابط متقابل میان عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین دارویی، با در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، در داروخانه‌های بیمارستانی شهر یزد ایران انجام شد.

**روش‌ها:** این مطالعه کاربردی-تحلیلی در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار زنجیره تأمین دارویی با استفاده از پرسشنامه‌ای توسعه‌یافته بر اساس مدل مرجع عملیات زنجیره تأمین (SCOR) و شامل پنج بعد «قابلیت اطمینان»، «پاسخگویی»، «انعطاف‌پذیری»، «مدیریت هزینه‌ها» و «مدیریت دارایی‌ها» شناسایی شدند. روایی محتوایی شاخص‌ها با استفاده از نسبت روایی محتوا (CVR) لاوشر ارزیابی شد و شاخص‌های نهایی توسط خبرگان حوزه مدیریت دارویی و خدمات داروخانه بیمارستانی اعتبارسنجی شدند. در مرحله دوم، از روش آزمایشگاه ارزیابی و تصمیم‌گیری (Fuzzy DEMATEL) برای تعیین روابط علی و اولویت‌بندی عوامل اثرگذار استفاده شد.

**یافته‌ها:** مدیریت دارایی‌ها و مدیریت هزینه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین ابعاد علی و اثرگذار شناسایی شدند، در حالی که ابعاد قابلیت اطمینان، پاسخگویی و انعطاف‌پذیری در گروه ابعاد معلول قرار گرفتند. در سطح شاخص‌ها، کمبود نیروی انسانی، ضعف مدیریت ارتباط با توزیع‌کنندگان، عملکرد ناکارآمد کمیته‌های دارویی و ضعف در تحلیل هزینه-درآمد از جمله مهم‌ترین عوامل اثرگذار بودند. نقشه شبکه علی نیز روابط پیچیده و تأثیرات متقابل میان عوامل شناسایی‌شده را نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** این مطالعه درک نظام‌مندی از روابط علی مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار دارویی در داروخانه‌های بیمارستانی ارائه می‌دهد. تقویت مدیریت دارایی‌ها و هزینه‌ها، بهبود نظام‌های مدیریت موجودی و ارتقای هماهنگی سازمانی می‌تواند به افزایش پایداری، تاب‌آوری و عملکرد عملیاتی زنجیره تأمین دارویی کمک کند.

### واژه‌های کلیدی:

مدیریت زنجیره تأمین پایدار، داروخانه بیمارستانی، تکنیک دیمتل فازی، تحلیل شبکه، زنجیره تأمین دارو

## آنچه می‌دانیم

- مدیریت پایدار زنجیره تأمین دارویی برای تضمین دسترسی به‌موقع به دارو، ارتقای کیفیت خدمات سلامت و بهبود پیامدهای بیماران ضروری است..
- زنجیره‌های تأمین دارویی کارآمد، کمبود دارو، اتلاف منابع و ناکارآمدی‌های عملیاتی در نظام سلامت را کاهش می‌دهند.

## آنچه این مطالعه اضافه کرده است:

- این مطالعه نشان داد که مدیریت دارایی و مدیریت هزینه به‌عنوان عوامل علی و کلیدی، عملکرد پایدار زنجیره تأمین دارویی را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ در حالی که قابلیت اطمینان، پاسخگویی و انعطاف‌پذیری عمدتاً در زمره ابعاد متأثر از سایر عوامل قرار می‌گیرند.
- تحلیل علی نشان داد که کمبود نیروی انسانی متخصص در حوزه دارویی، ضعف در مدیریت روابط با توزیع‌کنندگان، عملکرد نامطلوب کمیته‌های دارویی بیمارستان، طولانی بودن فرآیند بازپرداخت مطالبات بیمه‌ای و ضعف در تحلیل هزینه-درآمد از مهم‌ترین عوامل بالادستی هستند که می‌توانند بر ابعاد مختلف عملکرد زنجیره تأمین اثرگذار باشند.
- یافته‌ها نشان می‌دهند که ارتقای پایداری زنجیره تأمین دارویی مستلزم عبور از مداخلات عملیاتی و منفرد و حرکت به سمت اولویت‌دهی به عوامل مدیریتی، مالی و هماهنگی در سطوح بالادستی است؛ به‌ویژه عواملی که در شبکه زنجیره تأمین دارای نقش علی هستند.
- شبکه علی حاصل از این مطالعه، مبنایی عملی برای اولویت‌بندی منابع، بازطراحی نظام ارزیابی عملکرد داروخانه‌های بیمارستانی و تدوین مداخلات هدفمند فراهم می‌کند؛ به‌گونه‌ای که بتوان قابلیت‌های اطمینان‌پذیری، پاسخگویی، انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری زنجیره تأمین دارویی را تقویت کرد.

## مقدمه:

زنجیره تأمین دارو به دلیل ارتباط مستقیم با سلامت بیماران و تداوم ارائه خدمات درمانی، یکی از مهم‌ترین اجزای نظام سلامت محسوب می‌شود [۱]. پایداری این زنجیره مستلزم مدیریت هم‌زمان ابعاد اقتصادی، عملیاتی و اجتماعی است؛ زیرا هرگونه اختلال در تأمین، نگهداری و توزیع دارو می‌تواند دسترسی بیماران به داروهای موردنیاز را با مخاطره مواجه سازد [۲]. در این میان، داروخانه‌های بیمارستانی به‌عنوان آخرین حلقه زنجیره تأمین دارو و نقطه نهایی ارائه خدمت به بیمار، نقش تعیین‌کننده‌ای در تأمین به‌موقع دارو، مدیریت موجودی، کنترل هزینه‌ها و حفظ کیفیت خدمات درمانی ایفا می‌کنند [۳،۴].

باوجود این اهمیت، داروخانه‌های بیمارستانی با چالش‌های متعددی در حوزه مدیریت زنجیره تأمین مواجه هستند. مطالعات نشان داده‌اند که مدیریت نامناسب موجودی و خطا در پیش‌بینی تقاضا از مهم‌ترین عوامل ایجاد کمبود دارو، افزایش هزینه‌های عملیاتی و انباشت اقلام منقضی شده هستند [۵،۶] همچنین محدودیت‌های مالی، ضعف مدیریت نقدینگی و نبود تحلیل دقیق هزینه-فایده می‌تواند توان سازمان را برای اجرای راهبردهای پایدار کاهش دهد [۷،۸].

از سوی دیگر، ضعف هماهنگی میان تأمین‌کنندگان، داروخانه‌ها و سایر ذی‌نفعان، همراه با چالش‌های زیرساختی و فناوری اطلاعات، موجب کاهش کارایی و پاسخگویی زنجیره تأمین می‌شود [۹-۱۲]. علاوه بر این، کمبود نیروی انسانی توانمند و الزامات سخت‌گیرانه نظارتی در حوزه دارو، پیچیدگی مدیریت این زنجیره را افزایش داده است [۱۳،۱۴].

در سال‌های اخیر پژوهشگران با استفاده از رویکردهای مختلف به بررسی زنجیره تأمین دارو پرداخته‌اند. در مطالعات داخلی، طراحی شبکه‌های توزیع، مدل‌های بهینه‌سازی، شناسایی عوامل مؤثر و اولویت‌بندی آن‌ها موردتوجه قرار گرفته است. برای مثال، مهاجر و

همکاران [۱۵] به طراحی شبکه توزیع دارو پرداختند و شاه بهرامی و همکاران [۱۶] عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار زنجیره تأمین دارو را شناسایی و اولویت‌بندی کردند. همچنین مطالعات نعمت‌الهی و همکاران و مهرعلیان و همکاران [۱۷، ۱۸] بر هماهنگی زنجیره تأمین و مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره متمرکز بوده‌اند. در سطح بین‌المللی نیز پژوهش‌ها عمدتاً بر موضوعاتی همچون مدیریت ریسک، پایداری، تاب‌آوری و ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین دارو تمرکز داشته‌اند [۱۹، ۲۰].

باوجود گسترش مطالعات مرتبط با زنجیره تأمین دارو، بخش عمده شواهد موجود بر سطح کلان نظام تأمین دارو، شرکت‌های پخش و سیاست‌های توزیع متمرکز بوده است و عوامل مؤثر بر پایداری این زنجیره در سطح داروخانه‌های بیمارستانی کمتر موردتوجه قرار گرفته‌اند. این در حالی است که داروخانه‌های بیمارستانی به‌عنوان حلقه نهایی و حیاتی زنجیره تأمین دارو، نقش مستقیمی در تضمین دسترسی به موقع بیماران به دارو، مدیریت هزینه‌ها و تداوم ارائه خدمات سلامت دارند. اهمیت این موضوع در شهر یزد، با توجه به محدودیت منابع، افزایش هزینه‌های دارویی، ضرورت مدیریت بهینه موجودی و نقش بیمارستان‌های ارجاعی در ارائه خدمات تخصصی، دوچندان است. از این رو، شناخت عوامل کلیدی و نحوه تعامل میان آن‌ها می‌تواند زمینه را برای بهبود عملکرد فرایندهای تأمین، نگهداری و توزیع دارو در داروخانه‌های بیمارستانی فراهم سازد.

اهمیت این پژوهش در آن است که با فراهم‌رفتن از شناسایی ساده عوامل مؤثر، به تحلیل روابط علی و میزان تأثیرگذاری متقابل این عوامل می‌پردازد و امکان تمرکز مدیران و سیاست‌گذاران بر عوامل پیشران و اهرم‌های کلیدی بهبود را فراهم می‌کند. در شرایطی که زنجیره تأمین دارو با چالش‌هایی همچون محدودیت منابع، پیچیدگی روابط میان ذی‌نفعان و ضرورت افزایش تاب‌آوری مواجه است، تعیین عوامل اثرگذار و اولویت‌بندی آن‌ها می‌تواند به تخصیص هدفمند منابع، بهبود سیستم‌های مدیریت موجودی، تقویت هماهنگی میان واحدهای سازمانی و ارتقای تصمیم‌گیری مدیریتی کمک نماید.

نوآوری این پژوهش صرفاً در به‌کارگیری تکنیک دیمتل فازی نیست، بلکه در بومی‌سازی مدل SCOR برای داروخانه‌های بیمارستانی و تلفیق روش‌های محتوای لاوشه با دیمتل فازی برای پالایش ۵۹ شاخص اولیه و استخراج ۳۶ عامل نهایی نهفته است. این رویکرد ضمن فراهم ساختن امکان تحلیل روابط علی-معلولی میان عوامل، چارچوبی متناسب با شرایط داروخانه‌های بیمارستانی برای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین دارو ارائه می‌دهد.

بر همین اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر، تحلیل شبکه‌ای عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار دارو در داروخانه‌های بیمارستان‌های شهر یزد با استفاده از تکنیک دیمتل فازی است. در این راستا، پژوهش حاضر باهدف شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین دارو، تعیین روابط علی-معلولی میان آن‌ها، ترسیم نقشه شبکه تأثیرگذاری متقابل عوامل و ارائه راهبردهای مدیریتی مبتنی بر اولویت‌های شناسایی شده انجام شده است. استفاده از رویکرد دیمتل فازی این امکان را فراهم می‌کند تا با لحاظ کردن عدم قطعیت موجود در قضاوت‌های خبرگان، ساختار پیچیده روابط میان عوامل به‌صورت نظام‌مند تحلیل شده و چارچوبی مبتنی بر شواهد برای ارتقای پایداری و تاب‌آوری زنجیره تأمین دارو در داروخانه‌های بیمارستانی ارائه گردد.

## روش‌ها

پژوهش تحلیلی حاضر در مقطع زمانی سال ۱۴۰۴ در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول برای جمع‌آوری داده‌ها از مدل استاندارد مقاله شاه بهرامی و همکاران (۱۳۹۹) مبتنی بر مدل مرجع (SCOR) شامل ۵۹ سؤال در ابعاد قابلیت اطمینان (۱۹ سؤال)، پاسخگویی (۲۰ سؤال)، انعطاف‌پذیری (۷ سؤال)، مدیریت هزینه‌ها (۱۰ سؤال) و مدیریت دارایی‌ها (۳ سؤال) استفاده شد. مدل اسکور با

رویکردی فرآیندی، چارچوب متداولی را برای زنجیره تأمین ارائه می‌کند و به ارائه اصطلاحات استاندارد و پارامترهای متعارف و مشترکی که توسط ارزیابی مقایسه‌ای و بهترین حالات به‌دست آمده می‌پردازد [۱۶].

روایی محتوایی شاخص‌ها با استفاده از نسبت روایی محتوا (CVR) بر اساس روش لاوشه (Lawshe) ارزیابی شد. مدل ارائه شده لاوشه برای تحلیل محتوا به این صورت است که نظر خبرگان در ارتباط با عوامل پیشنهادی در مقیاس لیکرت سه نقطه‌ای، شامل «موافقم و استفاده از آن ضروری است»، «مفید است، اما استفاده از آن ضروری نیست»، «مخالقم و استفاده از آن ضروری نیست» دریافت می‌شود. این سه حالت به ترتیب با حروف U، E و N کدگذاری شده و برای محاسبه میانگین عددی قضاوت‌ها، به ترتیب اعداد کمی ۲، ۰ و ۱ برای آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. طبق فرمول لاوشه (۱۹۷۵)، مقدار CVR به کمک رابطه ۱ و به دست می‌آید. مطابق نظر لاوشه (۱۹۷۵)، ۰/۴۲ حداقل مقدار قابل قبول CVR برای ۲۰ خبره است.

$$CVR = (ne - \frac{N}{2}) / (\frac{N}{2}) \quad (۱)$$

در این رابطه، N تعداد کل پانل‌ها و ne تعداد پانل‌هایی است که پاسخ «ضروری» دادند. نسبت روایی محتوا (CVR) و میانگین عددی قضاوت‌ها (MnJ) برای هر کدام از چالش‌های زنجیره تأمین دارو محاسبه شد (جدول ۱). معیارهای پذیرش به شرح زیر است:

پذیرش بدون شرط گزینه‌هایی که مقدار CVR آن‌ها بیشتر از ۰/۴۲ است. پذیرش گزینه‌هایی که مقدار CVR آن‌ها بین صفر و ۱ بوده و مقدار میانگین عددی قضاوت‌ها مساوی یا بیشتر از ۱/۵ است. این وضعیت نشان می‌دهد افزون بر نیمی از خبرگان با ضرورت گزینه موافق بوده‌اند.

پذیرش بدون شرط برای گویه‌هایی در نظر گرفته شد که مقدار CVR آن‌ها بیش از ۰/۴۲ بود. همچنین گویه‌هایی که مقدار CVR آن‌ها بین صفر و ۰/۴۲ قرار داشت، در صورتی پذیرفته شدند که میانگین امتیاز خبرگان به ضرورت آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱,۵ باشد که نشان‌دهنده توافق نسبی خبرگان درباره اهمیت و ضرورت آن گویه‌ها است. در مقابل، گویه‌هایی که دارای CVR منفی بودند یا میانگین امتیاز آن‌ها کمتر از ۱/۵ بود، از مطالعه حذف شدند [۲۱].

پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان در مرحله قبل، پرسشنامه دیمتل عوامل موثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار دارو، جهت شناسایی و بررسی روابط بین عوامل موثر و همچنین اولویت بندی این عوامل تدوین شده و نظرات خبرگان بر اساس این پرسشنامه اخذ شد. نمونه‌گیری در این مرحله به صورت هدفمند انجام گرفت. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه خبرگان و مدیران شاغل در حوزه مدیریت دارو و خدمات داروخانه‌ای (شامل مسئولین فنی و مسئولین سفارش دارو) در بیمارستان‌های دولتی و خصوصی شهر یزد بود. افراد منتخب بر اساس معیارهایی شامل برخورداری از دانش و تجربه کافی در زمینه مدیریت دارو و زنجیره تأمین دارو، داشتن تحصیلات مرتبط و تمایل به مشارکت در پژوهش انتخاب شدند. در نهایت، ۲۰ نفر از خبرگان واجد شرایط در این مرحله از مطالعه شرکت کردند. معیار خروج افراد، تمایل نداشتن به شرکت در مطالعه، ارائه پرسشنامه ناقص و یا ترک مطالعه در حین انجام مراحل پژوهش بود. جهت تحلیل داده‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد. در این پژوهش ۵ گام اصلی DEMATEL به صورت زیر طراحی شده است.

**گام اول: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (M):** زمانی که از دیدگاه چند نفر استفاده می‌شود از میانگین ساده نظرات استفاده شده و M تشکیل می‌شود.

**گام دوم: نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم**

$$N = K \times M$$

که در این فرمول  $K$  به صورت زیر محاسبه می شود. ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون ها محاسبه می شود. معکوس بزرگ ترین عدد سطر و ستون  $K$  را تشکیل می دهد.

$$K = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

گام سوم: محاسبه ماتریس ارتباط کامل

$$T = N \times (I - N)^{-1}$$

گام چهارم: ایجاد نمودار علی<sup>۱</sup>:

- جمع عناصر هر سطر ( $D$ ) برای هر عامل نشانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل های سیستم است (میزان تأثیرگذاری متغیرها).
- جمع عناصر ستون ( $R$ ) برای هر عامل نشانگر میزان تأثیرپذیری آن عامل از سایر عامل های سیستم است (میزان تأثیرپذیری متغیرها).
- بنابراین بردار افقی ( $D+R$ ) میزان تأثیر و تأثر عامل موردنظر در سیستم است. به عبارت دیگر هر چه مقدار  $D+R$  عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.
- بردار عمودی ( $D-R$ ) قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می دهد. به طور کلی اگر  $D-R$  مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می شود.
- در نهایت یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می شود. در این دستگاه محور طولی مقادیر  $D+R$  و محور عرضی بر اساس  $D-R$  است. موقعیت هر عامل با نقطه ای به مختصات ( $D+R$ ,  $D-R$ ) در دستگاه معین می شود. به این ترتیب یک نمودار گرافیکی نیز به دست خواهد آمد.

گام پنجم: محاسبه آستانه ارزش

جهت تعیین نقشه روابط شبکه ( $NRM$ ) باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آن ها در ماتریس  $T$  از مقدار آستانه بزرگ تر باشد در  $NRM$  نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین هندسی مقادیر ماتریس  $T$  محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس  $T$  که کوچک تر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی شود.

یافته ها

مرحله اول: شناسایی عوامل موثر بر زنجیره تأمین دارو با استفاده از روش روایی محتوا

در مطالعه حاضر، از بین ۲۰ نفر جمعیت مورد مطالعه اکثریت آن ها زن (۶۵٪) و مابقی آن ها مرد بودند و میانگین سنی خبرگان ۹/۷۴ ± ۳۵/۲۵ سال (با دامنه ۲۶ تا ۷۰ سال) بود. میانگین سابقه کار افراد ۹/۱۵ سال بوده و از بین ۲۰ نفر از خبرگان ۸ نفر آن ها سابقه مدیریت در حوزه دارویی را داشتند که به طور میانگین سابقه مدیریت افراد ۶ سال بوده است. همچنین ۶۰ درصد از افراد دارای مدرک تحصیلی دکتری حرفه ای بودند. این یافته ها نشان می دهد که افراد شرکت کننده در این مطالعه در زمینه عوامل موثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار دارو تجربه کافی را داشتند.

<sup>1</sup> Causal Diagram

در این مرحله از پژوهش، جهت شناسایی عوامل موثر بر زنجیره تامین پایدار دارو از روش روایی محتوا که در بخش گذشته تشریح شد، استفاده گردید. بدین منظور بر اساس مدل استاندارد شاه بهرامی و همکاران (۱۳۹۹)، پرسشنامه‌ای شامل ۵۹ سؤال در ابعاد قابلیت اطمینان، پاسخگویی، انعطاف پذیری، مدیریت هزینه‌ها و مدیریت دارایی‌ها طراحی و در اختیار ۲۰ نفر از خبرگان قرار داده شد. پس از جمع‌آوری و تحلیل پرسشنامه‌ها بر اساس روش مذکور، نتایج جدول ۱ حاصل شد. بر اساس این جدول، از ۵۹ عامل شناسایی شده، تعداد ۳۶ عامل پذیرفته و ۲۳ عامل رد شد.

جدول ۱: نتایج روش روایی محتوایی



| ابعاد          | عوامل                                                                                                           | تعداد ۰ | تعداد ۱ | تعداد ۲ | میانگین | CVR  | نتیجه |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|------|-------|
| قابلیت اطمینان | کافی نبودن تعداد پرسنل: دکتر داروساز، کارشناسان، تکنیسین، انباردار                                              | 1       | 1       | 18      | ۱/۸۵    | ۰/۸  | ✓     |
|                | مدیریت ضعیف ارتباط با توزیع کنندگان: چگونگی انتخاب، نحوه قرارداد (دسترس و ارتباط با تأمین کنندگان)              | 0       | 2       | 18      | ۱/۹     | ۰/۸  | ✓     |
|                | عدم انعطاف‌پذیری توزیع کنندگان (قدرت مالی و نقدینگی)                                                            | 0       | 1       | 19      | ۱/۹۵    | ۰/۹  | ✓     |
|                | وفاداری پایین و تعهد ضعیف توزیع کنندگان مخصوصاً در مواقع بحران                                                  | 0       | 4       | 16      | ۱/۸     | ۰/۶  | ✓     |
|                | میانگین بالای زمانی برای دریافت سفارش‌ها از توزیع کنندگان                                                       | 0       | 4       | 16      | ۱/۸     | ۰/۶  | ✓     |
|                | عدم محاسبه و پیش‌بینی میزان تقاضای دارو و لوازم توسط داروخانه                                                   | 0       | 5       | 15      | ۱/۷۵    | ۰/۵  | ✓     |
|                | عدم امکان محاسبه و پیش‌بینی فروش                                                                                | 5       | 2       | 13      | ۱/۴     | ۰/۳  | ×     |
|                | فضای فیزیکی نامناسب جهت تهیه داروهای ترکیبی                                                                     | 2       | 7       | 11      | ۱/۴۵    | ۰/۱  | ×     |
|                | نبود فضا و اتاق ضد حریق برای داروها و مواد قابل اشتعال                                                          | 0       | 5       | 15      | ۱/۷۵    | ۰/۵  | ✓     |
|                | سرقت از انبار دارویی                                                                                            | 2       | 7       | 11      | ۱/۴۵    | ۰/۱  | ×     |
|                | نبود (یا ضعف) دوره‌های بازآموزی برای پرسنل داروخانه                                                             | 2       | 11      | 7       | ۱/۲۵    | -۰/۳ | ×     |
|                | عدم تشکیل پرونده دارویی برای بیمار                                                                              | 4       | 5       | 11      | ۱/۳۵    | ۰/۱  | ×     |
|                | عدم ارائه گزارش ماهیانه از عملکرد داروخانه و ارائه آن به تیم مدیریت بیمارستان (تعامل ضعیف با مسئولین بیمارستان) | 3       | 5       | 12      | ۱/۴۵    | ۰/۲  | ×     |
|                | ضعف سیستم کنترل کیفیت داروهای داروخانه                                                                          | 1       | 11      | 8       | ۱/۳۵    | -۰/۲ | ×     |
|                | ضعف مدیریت توزیع داروهای سهمیه‌ای از طرف معاونت غذا و دارو                                                      | 0       | 3       | 17      | ۱/۸۵    | ۰/۷  | ✓     |
|                | تعامل ضعیف مسئول فنی ملزومات پزشکی و پرسنل داروخانه                                                             | 5       | 6       | 9       | ۱/۲     | -۰/۱ | ×     |
|                | نظارت ضعیف مسئول فنی ملزومات پزشکی بر خرید این اقلام                                                            | 5       | 8       | 7       | ۱/۱     | -۰/۳ | ×     |
|                | به‌موقع نبودن گزارش کمبودها در سامانه اداره کل                                                                  | 0       | 5       | 15      | ۱/۷۵    | ۰/۵  | ✓     |
|                | ضعف مدیریت توزیع مخدر از طرف معاونت غذا و دارو                                                                  | 0       | 4       | 16      | ۱/۸     | ۰/۶  | ✓     |
| پاسخگویی       | ارتباط ضعیف بین داروخانه و بخش‌های مختلف بیمارستان                                                              | 0       | 5       | 15      | ۱/۷۵    | ۰/۵  | ✓     |
|                | میانگین بالای مدت‌زمان بین سفارش تا تحویل دارو به بیمار (اگر دارویی در داروخانه یا انبار نباشد)                 | 0       | 6       | 14      | ۱/۷     | ۰/۴  | ✓     |
|                | عدم تطابق اطلاعات ثبت‌شده در HIS و موجودی واقعی داروی انبار و داروخانه‌ها                                       | 0       | 11      | 9       | ۱/۴۵    | -۰/۱ | ×     |
|                | دسترس ضعیف (عدم دسترسی) به پزشک داروساز در طول شبانه‌روز                                                        | 0       | 5       | 15      | ۱/۷۵    | ۰/۵  | ✓     |

| نتیجه | CVR  | میانگین | تعداد ۲ | تعداد ۱ | تعداد ۰ | عوامل                                                                                                     | ابعاد           |
|-------|------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ✓     | ۰/۲  | ۱/۶     | 12      | 8       | 0       | عدم استفاده از داروسازان در تیم درمان به عنوان مشاور                                                      | انعطاف پذیری    |
| ✓     | ۰/۳  | ۱/۶۵    | 13      | 7       | 0       | عملکرد ضعیف کمیته دارویی بیمارستان                                                                        |                 |
| ×     | -۰/۱ | ۱/۲     | 9       | 6       | 5       | دو نرخی بودن برخی از اقلام دارویی                                                                         |                 |
| ×     | -۰/۳ | ۱/۱     | 7       | 8       | 5       | بازرسی دوره‌ای ضعیف کارشناسان معاونت غذا و دارو از داروخانه‌ها (نبود بازخورد مناسب از بازرسی‌های دوره‌ای) |                 |
| ✓     | ۰/۹  | ۱/۹۵    | 19      | 1       | 0       | پیگیری ضعیف رفع کمبودهای دارو و ملزومات توسط معاونت غذا و دارو                                            |                 |
| ✓     | ۰/۱  | ۱/۵۵    | 11      | 9       | 0       | توزیع نامناسب ملزومات پزشکی کمیاب از طریق هیئت‌امنا با هماهنگی معاونت غذا و دارو                          |                 |
| ×     | 0    | ۱/۴۵    | 9       | 11      | 0       | عدم رسیدگی و انعکاس مشکلات کیفی ملزومات پزشکی                                                             |                 |
| ✓     | ۰/۷  | ۱/۸     | 17      | 2       | 1       | پاسخگویی ضعیف در شرایط اورژانسی                                                                           |                 |
| ×     | -۰/۲ | ۱/۳۵    | 8       | 11      | 1       | ارائه خدمات دارو و لوازم به بیماران سرپایی                                                                |                 |
| ✓     | ۰/۵  | ۱/۷     | 15      | 4       | 1       | به روز نبودن فارماکوپه دارویی                                                                             |                 |
| ×     | -۰/۱ | ۱/۳۵    | 9       | 9       | 2       | وجود فارماکوپه ناقص و سلیقه‌ای در بیمارستان‌ها                                                            |                 |
| ×     | ۰/۲  | ۱/۴۵    | 12      | 5       | 3       | عدم هماهنگی بین فارماکوپه دارویی و برخی داروهای تجویزی پزشکان برای بیماران                                |                 |
| ✓     | ۰/۸  | ۱/۸۵    | 18      | 1       | 1       | به روز نبودن محاسبه هزینه دارو و لوازم                                                                    |                 |
| ×     | -۰/۳ | 1       | 7       | 6       | 7       | انجام کارهای دفتری و اداری غیر مرتبط توسط پزشک داروخانه                                                   |                 |
| ×     | ۰/۲  | ۱/۳۵    | 12      | 3       | 5       | انجام روش خرید سنتی از مراکز و شرکت‌های دارویی                                                            |                 |
| ×     | -۰/۴ | ۱/۱     | 6       | 10      | 4       | عدم ثبت برند داروها و لوازم در HIS                                                                        | انعطاف پذیری    |
| ×     | ۰/۲  | ۱/۴۵    | 12      | 5       | 3       | تسلط کم پزشک داروساز بر سیستم HIS و نظام نوین مالی                                                        |                 |
| ✓     | ۰/۶  | ۱/۷     | 16      | 2       | 2       | عدم تبادل دارو و ملزومات کم مصرف و تاریخ نزدیک از طریق معاونت غذا و دارو (مابین واحدهای تابعه)            |                 |
| ✓     | ۰/۵  | ۱/۶۵    | 15      | 3       | 2       | عدم بررسی و تحویل داروهای برگشتی از بخش در طول ماه                                                        |                 |
| ✓     | ۰/۶  | ۱/۷     | 16      | 2       | 2       | عدم بررسی داروهای با تاریخ مصرف کم یا تاریخ گذشته                                                         |                 |
| ✓     | ۰/۱  | ۱/۵     | 11      | 8       | 1       | مدیریت ضعیف داروها و لوازم با کاربرد کم یا بی کاربرد                                                      |                 |
| ✓     | ۰/۵  | ۱/۷     | 15      | 4       | 1       | مدیریت ضعیف داروهای پرمصرف                                                                                |                 |
| ✓     | ۰/۶  | ۱/۷۵    | 16      | 3       | 1       | مدیریت ضعیف داروهای گران قیمت                                                                             | مدیریت هزینه‌ها |
| ×     | ۰/۱  | ۱/۴۵    | 11      | 7       | 2       | مدیریت ضعیف هزینه‌های پرسنلی (بالا بودن هزینه‌های پرسنلی)                                                 |                 |
| ✓     | ۰/۴  | ۱/۶     | 14      | 4       | 2       | عدم استفاده از مدیر خبره مالی برای مدیریت هزینه‌ها                                                        |                 |
| ×     | ۰/۳  | ۱/۴     | 13      | 2       | 5       | تجویز بیش از حد دارو توسط رزیدنت به دلیل آموزشی بودن مرکز                                                 |                 |
| ×     | ۰/۳  | ۱/۴     | 13      | 2       | 5       | تجویز غیر ضروری دارو توسط رزیدنت به دلیل آموزشی بودن مرکز                                                 |                 |
| ✓     | ۰/۴  | ۱/۵۵    | 14      | 3       | 3       | عدم وجود سیستم انبارداری مناسب مثل (FIFO)                                                                 |                 |
| ✓     | ۰/۸  | ۱/۸۵    | 18      | 1       | 1       | شرایط فیزیکی نامناسب انبار دارویی - دما و رطوبت و آلودگی محیط                                             |                 |
| ✓     | ۰/۷  | ۱/۸     | 17      | 2       | 1       | بیمه نبودن انبارهای دارویی بیمارستان                                                                      |                 |
| ✓     | ۰/۳  | ۱/۵۵    | 13      | 5       | 2       | نبود سیستم unit dose برای پخش دارو بین بیماران در بخش‌ها                                                  |                 |

| نتیجه | CVR | میانگین | تعداد ۲ | تعداد ۱ | تعداد ۰ | عوامل                                  | ابعاد            |
|-------|-----|---------|---------|---------|---------|----------------------------------------|------------------|
| ✓     | ۰/۴ | ۱/۷     | 14      | 6       | 0       | طولانی بودن مدت زمان تسویه بدهی ها     |                  |
| ✓     | ۰/۸ | ۱/۹     | 18      | 2       | 0       | طولانی بودن مدت زمان بازپرداخت بیمه ها |                  |
| ✓     | ۰/۵ | ۱/۷     | 15      | 4       | 1       | ضعف مدیریت نقدینگی داروخانه            | مدیریت دارایی ها |
| ✓     | ۰/۳ | ۱/۶     | 13      | 6       | 1       | ضعف در تحلیل هزینه درآمد               |                  |
| ✓     | ۰/۲ | ۱/۵     | 12      | 6       | 2       | استقرار داروخانه در محل نامناسب        |                  |

مرحله دوم: تحلیل روابط بین عوامل موثر بر زنجیره تأمین دارو با استفاده از روش دیمتل فازی

در این پژوهش برای تعیین میزان تاثیرگذاری یا تاثیرپذیری عوامل و روابط آن ها از تکنیک دیمتل فازی استفاده شد.

#### تحلیل ابعاد

گام اول: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم فازی: در ابتدا برای جمع آوری داده ها جهت مقایسات زوجی، پرسشنامه ای طراحی و از نظر ۲۰ خبره استفاده شده است. سپس نظرات خبرگان به اعداد فازی تبدیل و ترکیب نظرات به روش میانگین حسابی ماتریس جدول ۱۱ (پیوست) بدست آمد.

گام دوم: نرمال سازی ماتریس ارتباط مستقیم فازی: در این گام ابتدا جمع کران بالای اعداد فازی مثلثی هر سطر و ستون محاسبه و بزرگترین عدد (۳/۳) به عنوان K انتخاب شد. سپس جهت نرمال سازی ماتریس ارتباط مستقیم، هر سلول بر K تقسیم شد. نتایج این گام در جدول ۲ (پیوست) مشاهده می شود.

گام سوم: محاسبه ماتریس ارتباط کل فازی شاخص ها: این ماتریس در جدول ۳ (پیوست) مشاهده می شود.

گام چهارم: محاسبه ماتریس ارتباط کل قطعی: در این مرحله با استفاده از روش مثلثی عمل دی فازی کردن (قطعی کردن) انجام شد که جدول ۴ (پیوست) نشان دهنده فرآیند دی فازی است.

گام پنجم: تعیین روابط علی میان ابعاد: در این گام مجموع سطرها و ستون های ماتریس T با استفاده از روابط زیر بدست می آیند.

$$\tilde{D} = (\tilde{D}_i)_{n \times 1} = \left[ \sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{n \times 1} \quad \tilde{R} = (\tilde{R}_i)_{1 \times n} = \left[ \sum_{i=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{1 \times n}$$

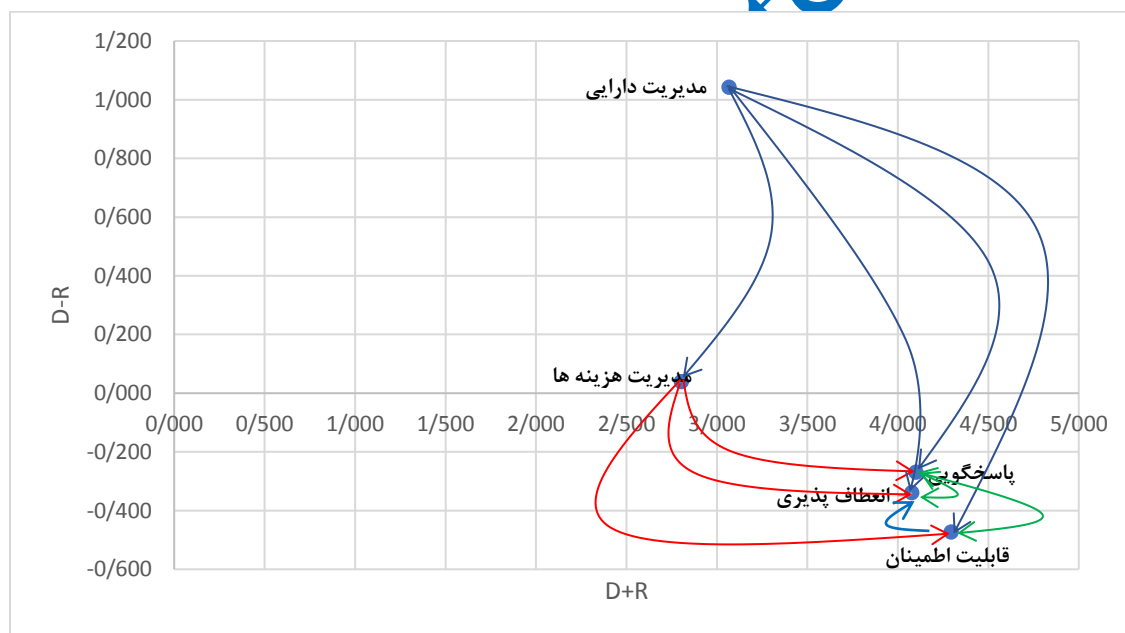
که  $\tilde{D}$  و  $\tilde{R}$  به ترتیب ماتریس  $n \times 1$  و  $1 \times n$  هستند.

همچنین، در این گام مولفه های  $(D_i - R_i, D_i + R_i)$  برای ابعاد محاسبه می شوند. به طور کلی، مقدار ابعاد شاخص  $(D_i - R_i)$  بیانگر تعلق معیار  $\tilde{A}$  به گروه علت و مقدار منفی ابعاد  $(D_i - R_i)$  بیانگر تعلق معیار  $\tilde{A}$  به گروه معلول است.

جدول ۲: محاسبه D+R و D-R

| نوع   | D-R    | D+R   | (R <sub>i</sub> ) | (D <sub>i</sub> ) | ابعاد            |
|-------|--------|-------|-------------------|-------------------|------------------|
| معلول | -۰/۴۷۳ | ۴/۲۹۶ | ۲/۳۸۴             | ۱/۹۱۱             | قابلیت اطمینان   |
| معلول | -۰/۲۷۰ | ۴/۱   | ۲/۱۸۵             | ۱/۹۱۵             | پاسخگویی         |
| معلول | -۰/۳۳۹ | ۴/۰۷۷ | ۲/۲۰۸             | ۱/۸۶۹             | انعطاف پذیری     |
| علت   | ۰/۰۴۰  | ۲/۸۰۴ | ۱/۳۸۲             | ۱/۴۲۲             | مدیریت هزینه ها  |
| علت   | ۱/۰۴۲  | ۳/۰۶۷ | ۱/۰۱۲             | ۲/۰۵۵             | مدیریت دارایی ها |

به استناد برآیند نظر خبرگان در ارتباط میان ابعاد عوامل موثر بر زنجیره تامین پایدار دارو و داده‌های جدول ۲، نمودار علت و معلولی به صورت شکل ترسیم شد. جهت تعیین نقشه روابط شبکه، ارزش آستانه محاسبه شد و تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T (جدول ۴ پیوست) از مقدار آستانه بزرگ‌تر بود در نقشه روابط نمایش داده شد. همانطور که ملاحظه می‌شود، ابعاد مدیریت دارایی ها و مدیریت هزینه‌ها به ترتیب تأثیرگذارترین (علت) و ابعاد قابلیت اطمینان، انعطاف‌پذیری و پاسخگویی به ترتیب تأثیرپذیرترین (معلول) ابعاد زنجیره تامین پایدار دارو محسوب می‌شوند. همچنین، شاخص D+R نشان‌دهنده میان تعامل و ارتباط هر بُعد با دیگر ابعاد است که مطابق جدول ۲، بُعد قابلیت اطمینان بیشترین تعامل را با دیگر ابعاد دارد و اهمیت ویژه‌ای دارد.



شکل ۱: تأثیرپذیری و تأثیرگذاری ابعاد

برای محاسبه میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل موثر در هر یک از ابعاد، همانند تحلیل ابعاد، در ابتدا نظرات خبرگان به صورت کیفی و واژگان زبانی اخذ شد. سپس نظرات خبرگان به اعداد کمی و فازی تبدیل و میانگین حسابی نظرات استخراج گردید. جهت نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم، هر سلول بر K تقسیم شد و در مرحله بعد، ماتریس ارتباط کل فازی عوامل محاسبه شد. سپس با استفاده از روش مثلثی عمل دی فازی کردن (قطعی کردن) انجام و در گام بعد، روابط بین عوامل مربوط به بعد محاسبه شد که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: جدول مقایسه عوامل تاثیرپذیر و تاثیرگذار

| نوع   | D-R    | D+R    | (R <sub>i</sub> ) | (D <sub>i</sub> ) | عوامل | ابعاد                                                                                          |
|-------|--------|--------|-------------------|-------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| عَلت  | ۰/۶۸۷  | ۴/۱۵۶  | ۱/۷۳۴             | ۲/۴۲۱             | R1    | کافی نبودن تعداد پرسنل: دکتر داروساز، کارشناسان، تکنیسین، انباردار                             |
| عَلت  | ۰/۵۰۸  | ۴/۸۶۴  | ۲/۱۷۸             | ۲/۶۸۶             | R2    | مدیریت ضعیف ارتباط با توزیع کنندگان: چگونگی انتخاب، نحوه قرارداد                               |
| عَلت  | ۰/۱۱۹  | ۴/۱۸۴  | ۲/۰۳۳             | ۲/۱۵۲             | R3    | عدم انعطاف پذیری توزیع کنندگان (قدرت مالی و نقدینگی)                                           |
| معلول | -۰/۲۰۴ | ۳/۸۰۵  | ۲/۰۰۵             | ۱/۸۰۰             | R4    | وفاداری پایین و تعهد ضعیف توزیع کنندگان مخصوصاً در مواقع بحران                                 |
| عَلت  | ۰/۲۵۶  | ۵/۳۱۶  | ۲/۵۳۰             | ۲/۷۸۶             | R5    | میانگین بالای زمانی برای دریافت سفارشها از توزیع کنندگان                                       |
| معلول | -۱/۲۰۲ | ۳/۸۱۱  | ۲/۵۰۷             | ۱/۳۰۵             | R6    | عدم محاسبه و پیش بینی میزان تقاضای دارو و لوازم توسط داروخانه                                  |
| معلول | -۰/۶۰۶ | ۲/۳۸۰  | ۱/۴۹۳             | ۰/۸۸۷             | R7    | نبود فضا و اتاق ضد حریق برای داروها و مواد قابل اشتعال                                         |
| معلول | -۰/۱۳۹ | ۴/۰۷۱  | ۲/۱۰۵             | ۱/۹۶۶             | R8    | ضعف مدیریت توزیع داروهای سهمیه ای از طرف معاونت غذا و دارو                                     |
| معلول | -۰/۰۳۸ | ۴/۵۴۵  | ۲/۲۹۱             | ۲/۲۵۳             | R9    | به موقع نبودن گزارش کمبودها در سامانه اداره کل                                                 |
| عَلت  | ۰/۶۱۹  | ۴/۴۰۸  | ۱/۸۹۵             | ۲/۵۱۳             | R10   | ضعف مدیریت توزیع مخدر از طرف معاونت غذا و دارو                                                 |
| عَلت  | ۰/۲۵۳  | ۴/۱۷۸  | ۱/۹۶۲             | ۲/۲۱۵             | RE1   | ارتباط ضعیف بین داروخانه و بخش های مختلف بیمارستان                                             |
| عَلت  | ۰/۰۶۳  | ۴/۰۷۴  | ۲/۰۰۶             | ۲/۰۶۸             | RE2   | میانگین بالای مدت زمان بین سفارش تا تحویل دارو به بیمار                                        |
| معلول | -۰/۶۱۷ | ۳/۲۱۷  | ۱/۹۱۷             | ۱/۳۰۰             | RE3   | دسترسی ضعیف (عدم دسترسی) به پزشک داروساز در طول شبانه روز                                      |
| معلول | -۰/۳۶۷ | ۲/۱۰۶  | ۱/۲۳۷             | ۰/۸۷              | RE4   | عدم استفاده از داروسازان در تیم درمان به عنوان مشاور                                           |
| عَلت  | ۰/۲۸۶  | ۴/۸۵   | ۲/۲۸۲             | ۲/۵۶۸             | RE5   | عملکرد ضعیف کمیته دارویی بیمارستان                                                             |
| عَلت  | ۰/۲۳۴  | ۴/۴۳   | ۲/۰۹۸             | ۲/۳۳۲             | RE6   | پیگیری ضعیف رفع کمبودهای دارو و ملزومات توسط معاونت غذا و دارو                                 |
| معلول | -۰/۲۸۵ | ۳/۸۰۵  | ۲/۰۴۵             | ۱/۷۶              | RE7   | توزیع نامناسب ملزومات پزشکی کمیاب از طریق هیئت امنا با هماهنگی معاونت غذا و دارو               |
| معلول | -۰/۰۳۱ | ۳/۳۲۴  | ۱/۶۷۷             | ۱/۶۴۷             | RE8   | پاسخگویی ضعیف در شرایط اورژانسی                                                                |
| معلول | -۰/۱۰۲ | ۳/۸۹۷  | ۲/۱               | ۱/۷۹۷             | RE9   | به روز نبودن فارماکوپه دارویی                                                                  |
| عَلت  | ۰/۱۶۸  | ۳/۵۲   | ۱/۳۷۶             | ۲/۱۴۴             | RE10  | به روز نبودن محاسبه هزینه دارو و لوازم                                                         |
| معلول | -۰/۰۳۲ | ۱۴/۱۴  | ۷/۰۸۶             | ۷/۰۵۴             | F1    | عدم تبادل دارو و ملزومات کم مصرف و تاریخ نزدیک از طریق معاونت غذا و دارو (مابین واحدهای تابعه) |
| عَلت  | ۰/۵۵۵  | ۱۴/۳۹۶ | ۶/۹۲۱             | ۷/۴۷۵             | F2    | عدم بررسی و تحویل داروهای برگشتی از بخش در طول ماه                                             |
| عَلت  | ۰/۵۷۹  | ۱۳/۸۰۴ | ۶/۶۱۲             | ۷/۱۹۲             | F3    | عدم بررسی داروهای با تاریخ مصرف کم یا تاریخ گذشته                                              |
| عَلت  | -۰/۰۰۲ | ۱۳/۸۱۵ | ۶/۹۰۸             | ۶/۹۰۶             | F4    | مدیریت ضعیف داروها و لوازم با کاربرد کم یا بی کاربرد                                           |
| عَلت  | ۰/۵۴۵  | ۱۴/۳۵۶ | ۶/۹۰۵             | ۷/۴۵۱             | F5    | مدیریت ضعیف داروهای پرمصرف                                                                     |
| معلول | -۱/۶۴۶ | ۱۳/۳۴۷ | ۷/۴۹۷             | ۵/۸۵۱             | F6    | مدیریت ضعیف داروهای گران قیمت                                                                  |

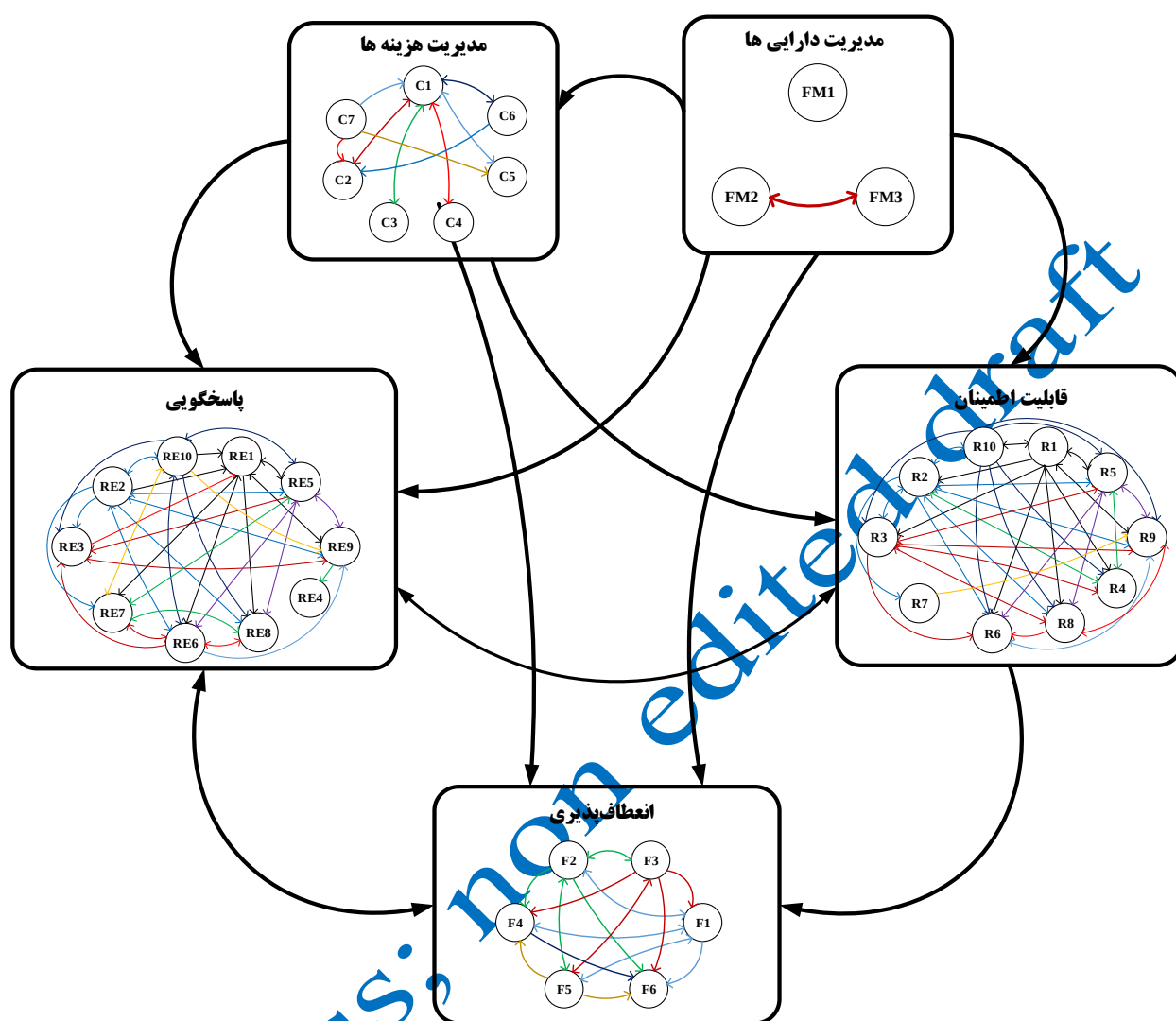
قابلیت اطمینان

پاسخگویی

انعطاف پذیری

| نوع   | D-R    | D+R   | (R <sub>i</sub> ) | (D <sub>i</sub> ) | عوامل | ابعاد                                                         |
|-------|--------|-------|-------------------|-------------------|-------|---------------------------------------------------------------|
| معلول | -۰/۰۹۸ | ۲/۷۵۱ | ۱/۴۲۴             | ۱/۳۲۶             | C1    | عدم استفاده از مدیر خبره مالی برای مدیریت هزینه‌ها            |
| معلول | -۰/۲۰۲ | ۱/۵۵۲ | ۰/۸۷۷             | ۰/۶۷۵             | C2    | عدم وجود سیستم انبارداری مناسب مثل (FIFO)                     |
| معلول | -۰/۰۹۹ | ۱/۳۰۳ | ۰/۷۱              | ۰/۶۰۲             | C3    | شرایط فیزیکی نامناسب انبار دارویی - دما و رطوبت و آلودگی محیط |
| معلول | -۰/۰۴۹ | ۱/۳۷۴ | ۰/۷۱۱             | ۰/۶۶۲             | C4    | بیمه نبودن انبارهای دارویی بیمارستان                          |
| معلول | -۰/۱۵۹ | ۱/۴۰۵ | ۰/۷۸۲             | ۰/۶۲۳             | C5    | نبود سیستم Unit Dose برای پخش دارو بین بیماران در بخش‌ها      |
| غلت   | ۱/۴۶۰  | ۱/۴۵۶ | ۰/۶۵۵             | ۰/۸۰۱             | C6    | طولانی بودن مدت‌زمان تسویه بدهی‌ها                            |
| غلت   | ۰/۴۶۱  | ۱/۱۹۸ | ۰/۳۶۸             | ۰/۸۳              | C7    | طولانی بودن مدت‌زمان بازپرداخت بیمه‌ها                        |
| معلول | -۰/۰۵۸ | ۴/۰۶۱ | ۲/۰۵۹             | ۲/۰۰۲             | FM1   | ضعف مدیریت نقدینگی داروخانه                                   |
| غلت   | ۰/۲۴۲  | ۶/۳۶۲ | ۳/۰۶۰             | ۳/۳۰۲             | FM2   | ضعف در تحلیل هزینه درآمد                                      |
| معلول | -۰/۱۸۴ | ۶/۳۶۴ | ۳/۲۷۴             | ۳/۰۹              | FM3   | استقرار داروخانه در محل نامناسب                               |

همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، عوامل «کافی نبودن تعداد پرسنل: دکتر داروساز، کارشناسان، تکنیسین، انباردار»، «ضعف مدیریت توزیع مخدر از طرف معاونت غذا و دارو» و «مدیریت ضعیف ارتباط با توزیع‌کنندگان: چگونگی انتخاب، نحوه قرارداد» به ترتیب تاثیرگذارترین و عوامل «عدم محاسبه و پیش‌بینی میزان تقاضای دارو و لوازم توسط داروخانه»، «نبود فضا و اتاق ضد حریق برای داروها و مواد قابل اشتعال» و «وفاداری پایین و تعهد ضعیف توزیع‌کنندگان مخصوصاً در مواقع بحران» به ترتیب تاثیرپذیرترین عوامل بعد قابلیت اطمینان زنجیره تامین پایدار دارو محسوب می‌شوند. همچنین، شاخص D+R نشان‌دهنده بیشترین تعامل میان «میانگین بالای زمانی برای دریافت سفارش‌ها از توزیع‌کنندگان» با دیگر عوامل این بُعد بوده و اهمیت ویژه‌ای دارد. در میان عوامل بعد انعطاف‌پذیری، عوامل «دسترسی ضعیف (عدم دسترسی) به پزشک داروساز در طول شبانه‌روز»، «میانگین بالای مدت‌زمان بین سفارش تا تحویل دارو به بیمار» و «عملکرد ضعیف کمیته دارویی بیمارستان» به ترتیب تاثیرگذارترین و عوامل «پیگیری ضعیف رفع کمبودهای دارو و ملزومات توسط معاونت غذا و دارو» و «ارتباط ضعیف بین داروخانه و بخش‌های مختلف بیمارستان» به ترتیب تاثیرپذیرترین عوامل محسوب می‌شوند. همچنین، شاخص D+R نشان‌دهنده بیشترین تعامل «میانگین بالای مدت‌زمان بین سفارش تا تحویل دارو به بیمار» با دیگر عوامل این بُعد دارد. در خصوص بُعد مدیریت هزینه‌ها، عوامل «طولانی بودن مدت‌زمان بازپرداخت بیمه‌ها» و «طولانی بودن مدت‌زمان تسویه بدهی‌ها» به ترتیب تاثیرگذارترین و عوامل «عدم وجود سیستم انبارداری مناسب مثل (FIFO)»، «نبود سیستم unit dose برای پخش دارو بین بیماران در بخش‌ها» و «شرایط فیزیکی نامناسب انبار دارویی - دما و رطوبت و آلودگی محیط» به ترتیب تاثیرپذیرترین عوامل محسوب شده و شاخص D+R نشان می‌دهد، عدم استفاده از مدیر خبره مالی برای مدیریت هزینه‌ها بیشترین تعامل را با دیگر عوامل این بُعد دارد و در نهایت مطابق جدول ۳، عامل «ضعف در تحلیل هزینه درآمد» تاثیرگذارترین و عامل «استقرار داروخانه در محل نامناسب» و «ضعف مدیریت نقدینگی داروخانه» به ترتیب تاثیرپذیرترین عوامل بُعد مدیریت دارایی‌ها زنجیره تامین پایدار دارو محسوب شده و عامل «استقرار داروخانه در محل نامناسب» بیشترین تعامل را با سایر عوامل این بُعد دارد. در نهایت، جهت تعیین نقشه روابط شبکه، ارزش آستانه محاسبه شد و تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگ‌تر بود در نقشه روابط نمایش داده شد.



شکل ۲: نقشه روابط شبکه علیتی

#### بحث

یافته‌های این مطالعه نشان داد که در میان ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار دارو در داروخانه‌های بیمارستانی، دو بعد «مدیریت دارایی‌ها» و «مدیریت هزینه‌ها» در زمره عوامل علی و اثرگذار قرار دارند، در حالی که ابعاد «قابلیت اطمینان»، «پاسخگویی» و «انعطاف‌پذیری» ماهیتی اثرپذیر دارند. این نتیجه نشان می‌دهد که عملکرد زنجیره تأمین دارو بیش از آنکه صرفاً به فرآیندهای اجرایی وابسته باشد، تحت تأثیر سازوکارهای مالی، نحوه مدیریت منابع و وضعیت نقدینگی داروخانه قرار دارد. در واقع، ضعف در تحلیل هزینه-درآمد و تأخیر در بازپرداخت مطالبات بیمه‌ای می‌تواند توان داروخانه را برای تأمین به‌موقع دارو کاهش دهد و در نهایت به بروز کمبود دارو، تأخیر در تحویل و کاهش سطح پاسخگویی منجر شود. این یافته با نتایج مطالعات پیشین همسو است؛ به‌گونه‌ای که شاه‌بهرامی و همکاران [۸،۱۶] عوامل مالی و مدیریتی را از مؤلفه‌های کلیدی پایداری زنجیره تأمین دارو معرفی کرده‌اند. همچنین پژوهش‌های دیگر نشان داده‌اند که سیاست‌های مالی، مدیریت موجودی و هماهنگی منابع نقش تعیین‌کننده‌ای در کارایی

زنجیره تأمین و دسترسی پایدار به دارو دارند [۲۰،۳۰۷]. بنابراین، قرار گرفتن ابعاد مدیریت دارایی‌ها و مدیریت هزینه‌ها در گروه عوامل علی بیانگر آن است که اصلاح سازوکارهای مالی می‌تواند نقطه شروعی مؤثر برای بهبود سایر ابعاد عملکرد زنجیره تأمین دارو باشد.

در سطح عوامل عملیاتی، نتایج نشان داد که کافی نبودن نیروی انسانی، ضعف در مدیریت ارتباط با توزیع‌کنندگان، طولانی بودن زمان دریافت سفارش‌ها، عملکرد نامطلوب کمیته دارویی بیمارستان و ضعف در پیگیری کمبودهای دارویی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر مدیریت زنجیره تأمین دارو هستند. این نتایج بیانگر آن است که پایداری زنجیره تأمین دارو به میزان هماهنگی و تعامل میان بازیگران مختلف این زنجیره، از جمله داروخانه بیمارستانی، شرکت‌های پخش، پزشکان، کمیته دارویی و مدیران بیمارستان بستگی دارد. ضعف در ارتباط با توزیع‌کنندگان می‌تواند زمان تأمین دارو را افزایش داده و موجب کاهش قابلیت اطمینان و اختلال در پاسخگویی به نیاز بیماران شود؛ موضوعی که با یافته‌های جامبولینگام و کاتوریا [۱] و لیو همکاران [۴] درباره نقش هماهنگی میان خریدار و تأمین‌کننده در بهبود عملکرد زنجیره تأمین دارویی همسو است. همچنین کمبود نیروی انسانی متخصص می‌تواند توان داروخانه را در پایش موجودی، کنترل تاریخ انقضا و مدیریت داروهای پرمصرف محدود کند؛ نتیجه‌ای که با مطالعات سازوار و همکاران [۱۳] و شارما و همکاران [۱۴] در خصوص نقش منابع انسانی در تاب‌آوری زنجیره تأمین همخوانی دارد. در این میان، عملکرد فعال و اثربخش کمیته دارویی بیمارستان می‌تواند نقش مهمی در منطقی‌سازی مصرف دارو، کنترل داروهای پرهزینه و بهبود تصمیم‌گیری‌های مرتبط با تأمین دارو ایفا کند [۱۷]. علاوه بر این، مدیریت نامناسب داروهای پرمصرف، گران‌قیمت و اقلام تاریخ‌گذشته به‌عنوان عوامل مهم در بُعد انعطاف‌پذیری شناسایی شد که با نتایج جورج و الرشید [۵] و نعمت‌الهی و همکاران [۱۸] در خصوص تأثیر مدیریت موجودی بر عملکرد داروخانه‌های بیمارستانی همخوانی دارد.

از منظر مدیریتی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که بهبود پایداری زنجیره تأمین دارو مستلزم حرکت از رویکردهای واکنشی به سمت مدیریت یکپارچه، پیش‌نگر و مبتنی بر داده است. استقرار سیستم‌های اطلاعاتی برای پایش لحظه‌ای موجودی دارو، پیش‌بینی تقاضا، تحلیل هزینه-درآمد و رصد کمبودهای دارویی می‌تواند نقش مهمی در افزایش پاسخگویی، انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان زنجیره تأمین ایفا کند. در این راستا، شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های نوین مانند بلاکچین می‌تواند با افزایش شفافیت و رهگیری‌پذیری جریان دارو، به بهبود کارایی و اعتماد در زنجیره تأمین کمک کند [۲۲]. همچنین رویکردهای مبتنی بر صنعت ۵،۰ با تأکید بر تعامل هوشمند میان انسان و فناوری و توجه به پایداری، ظرفیت‌های جدیدی برای ارتقای مدیریت زنجیره تأمین دارو فراهم می‌کنند [۲۳]. علاوه بر این، تعریف و پایش شاخص‌های کلیدی عملکرد با رویکرد پایداری می‌تواند زمینه بهبود مدیریت منابع، کاهش اتلاف و ارتقای کارایی عملیاتی را فراهم سازد [۲۴]. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود مدیران بیمارستانی و مسئولان داروخانه‌ها علاوه بر اصلاح سازوکارهای مالی و تسریع در تسویه مطالبات، بر تقویت نقش کمیته‌های دارویی، توسعه همکاری و قراردادهای شفاف با شرکت‌های توزیع‌کننده، توانمندسازی نیروی انسانی و استقرار سیستم‌های هوشمند مدیریت موجودی تمرکز کنند تا زمینه ارتقای پایداری و کارایی زنجیره تأمین دارو فراهم شود.

#### محدودیت‌ها :

با وجود ارائه یک نقشه نظام مند از روابط علی میان عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار زنجیره تأمین دارو، این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرند. نخست، استفاده از نمونه‌گیری هدفمند و تمرکز مطالعه بر داروخانه‌های بیمارستانی یک شهر، ممکن است قابلیت تعمیم یافته‌ها به سایر مناطق و محیط‌های سازمانی را محدود سازد. دوم، ماهیت خبره‌محور

روش دیمتل فازی و اتکای داده‌ها به قضاوت‌های خبرگان و پرسشنامه‌های خوداظهاری، احتمال بروز سوگیری‌های ذهنی را به همراه دارد. علاوه بر این، با توجه به وجود ۳۶ عامل نهایی، تشکیل ماتریس مقایسات زوجی ۳۶×۳۶ مستلزم انجام تعداد زیادی ارزیابی بود که می‌توانست احتمال خستگی خبرگان و کاهش دقت برخی قضاوت‌ها را افزایش دهد. همچنین، طراحی مقطعی پژوهش امکان بررسی تغییرات و روابط علی عوامل در طول زمان را فراهم نمی‌کند. در نهایت، اگرچه روش دیمتل فازی قادر به شناسایی و تبیین روابط مستقیم و غیرمستقیم میان عوامل است، اما اثربخشی واقعی مداخلات پیشنهادی را در محیط عملیاتی اندازه‌گیری نمی‌کند؛ از این رو انجام مطالعات طولی، اعتبارسنجی تجربی نتایج و آزمون مدل در سایر بسترهای سازمانی برای تقویت قابلیت تعمیم و کاربردپذیری یافته‌ها پیشنهاد می‌شود.

### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که ابعاد «مدیریت دارایی‌ها» و «مدیریت هزینه‌ها» مهم‌ترین عوامل علی و پیشران پایداری زنجیره تأمین داروی داروخانه‌های بیمارستانی هستند، در حالی که ابعاد «قابلیت اطمینان»، «پاسخگویی» و «انعطاف‌پذیری» عمدتاً از این دو بعد تأثیر می‌پذیرند. در سطح عوامل، ضیف در تحلیل هزینه-درآمد، مدیریت نقدینگی، ارتباط با توزیع‌کنندگان، عملکرد کمیته‌های دارویی و مدیریت موجودی دارو به‌عنوان مهم‌ترین اهرم‌های اثرگذار شناسایی شدند. بر این اساس، تقویت نظام‌های مدیریت مالی و دارایی، بهبود تعامل با تأمین‌کنندگان، استقرار نظام‌های هوشمند مدیریت موجودی و ارتقای فرآیندهای پایش و ارزیابی می‌تواند پایداری زنجیره تأمین دارو را افزایش داده و قابلیت اطمینان، پاسخگویی، انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری داروخانه‌های بیمارستانی را در شرایط عادی و بحرانی بهبود بخشد.

### اعلان‌ها

**ملاحظات اخلاقی:** این مطالعه از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی یزد کد اخلاق (IR.SSU.SPH.REC.1403.173) را دریافت نموده است.

**حمایت مالی:** این پژوهش قسمتی از طرح پژوهشی است که با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی یزد و با کد 19067 انجام شده است. اما حامی مالی نقشی در طراحی، اجرا، گردآوری و تحلیل داده‌ها نداشته است.

**تعارض منافع:** نویسندگان هیچگونه تضاد منافع احتمالی را در رابطه با تحقیق تالیف و انتشار این مقاله اعلام نکرده‌اند.

### سهم نویسندگان:

الهام شاه بهرامی: طراحی مطالعه، روش شناسی، تحلیل داده‌ها و نگارش پیش نویس و تایید نهایی، سید مسعود موسوی: طراحی مطالعه، اعتبار سنجی، تأمین منابع، سرپرستی مطالعه، مدیریت پژوهش، همکاری در نگارش پیش نویس و تایید نهایی. **ناهد خدای:** همکاری در تحلیل داده‌ها، همکاری در نگارش پیش نویس و تایید نهایی. **عارفه وطنی:** طراحی مطالعه همکاری در نگارش پیش نویس و جمع‌آوری داده‌ها.

**رضایت برای انتشار:** مورد ندارد.

**دسترسی برای داده‌ها:** داده‌های مورد استفاده در این مطالعه، به دلیل ملاحظات اخلاقی و محرمانگی، به‌صورت عمومی منتشر نشده‌اند؛ با این حال، در صورت ارائه درخواست منطقی همراه با توجیه مناسب و پس از اخذ تأییدهای لازم، از طریق نویسندگان در دسترس خواهند بود.

استفاده از هوش مصنوعی: نویسندگان صرفاً از ابزارهای هوش مصنوعی برای کمک به نگارش چکیده مبسوط استفاده کرده‌اند. تمامی متون تهیه‌شده با کمک هوش مصنوعی توسط نویسندگان به‌دقت بازبینی، اصلاح و تأیید شده است. مسئولیت کامل صحت، یکپارچگی علمی و محتوای مقاله بر عهده نویسندگان است.

قدردانی: بدین‌وسیله از کلیه همکارانی که در کلیه مراحل تدوین و اجرای مطالعه شرکت داشته‌اند، تشکر به عمل می‌آید.

## منابع

1. Jambulingam T, Kathuria R. Antecedents to buyer-supplier coordination in the pharmaceutical supply chain. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*. 2020;14(2):289-303. <http://doi.org/10.1108/ijphm-08-2019-0058>
2. Campling N, Breen L, Miller E, Birtwistle J, Richardson A, Bennett M, et al. Issues affecting supply of palliative medicines into community pharmacy: A qualitative study of community pharmacist and pharmaceutical wholesaler/distributor perspectives. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*. 2022;6:100132. <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2022.100132>
3. Cavicchi C, Vagnoni E. Sustainable business models in hybrids: A conceptual framework for community pharmacies' business owners. *Sustainability*. 2020;12(19):8125. <https://doi.org/10.3390/su12198125>
4. Lee YH, An D, Baek Y, Yoo K, Hyun S, Park S-K, et al. Factors influencing drug shortages and their resolution in South Korean community pharmacies. *Risk Management and Healthcare Policy*. 2024;2083-95. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S473839>
5. George S, Elrashid S. Inventory management and pharmaceutical supply chain performance of hospital pharmacies in Bahrain: a structural equation modeling approach. *Sage Open*. 2023;13(1):21582440221149717. <https://doi.org/10.1177/21582440221149717>
6. Rizaldy FM, Handayati Y, Simatupang TM, Okdinawati L, Suharto Y, Ginanjar R. Comparative Analysis of Demand Forecasting Methods to Optimize Supply Chain Efficiency in PharmaHealth Group. *International Journal of Current Science Research and Review*. 2024;7(08):6271-6. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr.v7-i8-40>
7. Bahiru Tefera B, Tilahun Anbessa G. Pharmaceutical supply chain practices and its associated factors in public health facilities, West Gojjam Zone, Ethiopia: Cross-Sectional Study. *Hospital Pharmacy*. 2022;57(5):622-32. <https://doi.org/10.1177/00185787211067375>
8. Shahbahrani E, Kalhor R, Amerzadeh M, Hasani M, Kiani M. A dynamic management model for sustainable drug supply chain in hospital pharmacies in Iran. *BMC Health Services Research*. 2024;24(1):1205. <https://doi.org/10.1186/s12913-024-11692-8>
9. Agrawal A, Sharma A, Srivastava PK, Devi M, editors. Moving towards industry 5.0 for sustainable supply chain in the pharmaceutical industry. 2024 11th International conference on computing for sustainable global development (INDIACom); 2024: IEEE. <https://doi.org/10.23919/INDIACom61295.2024.10498268>
10. Ali I, Kannan D. Mapping research on healthcare operations and supply chain management: a topic modelling-based literature review. *Annals of Operations Research*. 2022;315(1):29-55. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04596-5>
11. Khan F, Ali Y. Implementation of the circular supply chain management in the pharmaceutical industry. *Environment, Development and Sustainability*. 2022;24(12):13705-31. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02007-6>

12. Kumarswamy S, Sampigerayappa PA. Leveraging Blockchain Technology to Establish a Transparent and Counterfeit-Resistant Pharmaceutical Supply Chain. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*. 2024;57(5). <https://doi.org/10.18280/jesa.570518>
13. Sazvar Z, Tafakkori K, Oladzad N, Nayeri S. A capacity planning approach for sustainable-resilient supply chain network design under uncertainty: A case study of vaccine supply chain. *Computers & Industrial Engineering*. 2021;159:107406. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107406>
14. Sharma A, Kumar D, Arora N. Supply chain risk factor assessment of Indian pharmaceutical industry for performance improvement. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2022;73(1):119-57. <https://doi.org/10.1108/ijppm-01-2022-0035>
15. Mohajer Tabrizi M, Khojeh Z, Darvishmohammadi T. Designing a drug distribution network using a two-tier genetic algorithm and priority-based coding The case of Adorateb. *Research in Production and Operations Management*. 2022;13(3):47-75. [in Persian] <https://doi.org/10.22108/jpom.2022.133342.1439>
16. Shahbahrami E, Amoozad Mahdiraji H, Hosseinzadeh M. Prioritizing Determinants of Drug sustainable supply chain management in Hospital Pharmacies. *Journal of Health Administration*. 2020;23(2):89-101. [in Persian] <http://jha.iums.ac.ir/article-1-3316-en.html>
17. Mehralian G, Moosivand A, Emadi S, Asgharian R. Developing a coordination framework for pharmaceutical supply chain: using analytical hierarchy process. *International Journal of Logistics Systems and Management*. 2017;26(3):277-93. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2017.081961>
18. Nematollahi M, Hosseini-Motlagh S-M, Ignatius J, Goh M, Saghafi Nia M. Coordinating a socially responsible pharmaceutical supply chain under periodic review replenishment policies. *Journal of Cleaner Production*. 2018;172:2876-91. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.126>
19. Jaberidoost M, Nikfar S, Abdollahiasl A, Dinarvand R. Pharmaceutical supply chain risks: a systematic review. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2013;21(1):69. <https://doi.org/10.1186/2008-2231-21-69>
20. Silva AC, Marques CM, de Sousa JP. A simulation approach for the design of more sustainable and resilient supply chains in the pharmaceutical industry. *Sustainability*. 2023;15(9):7254. <https://doi.org/10.3390/su15097254>
21. Lawshe CH. A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology* 1975. Available from: <https://parsmodir.com/wp-content/uploads/2015/03/lawshe.pdf>
22. Akram W, Joshi R, Haider T, Sharma P, Jain V, Garud N, et al. Blockchain technology: A potential tool for the management of pharma supply chain. *Research in Social and Administrative Pharmacy*. 2024;20(6):156-64. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1551741124000792>
23. Ivanov D. The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. *International Journal of Production Research*. 2023;61(5):1683-95. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2118892>
24. Rajeev A, Pati RK, Padhi SS, Govindan K. Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. *Journal of Cleaner Production*. 2017;162:299-314. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617309514>

Manuscript, non edited draft

پیوست ها

جدول ۱ پیوست : میانگین نظرات خبرگان

| مدیریت دارایی ها         | مدیریت هزینه ها          | انعطاف پذیری             | پاسخگویی                 | قابلیت اطمینان           | ابعاد           |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| (،/۱۶۳ ،/۴۱۳)<br>(،/۰۵)  | (،/۱۵ ،/۴)<br>(،/۰۵)     | (،/۷۲۵ ،/۹۳۸)<br>(،/۴۷۵) | (،/۸۲۵،،/۹۵)<br>(،/۵۷۵)  | (،،،،)                   | قابلیت اطمینان  |
| (،/۱۳۸،،/۳۸۸)<br>(،/۰۵)  | (،/۱۸۸ ،/۴۳۸)<br>(،/۰۵)  | (،/۷۷۵ ،/۸۸۸)<br>(،/۵۳۸) | (،،،،)                   | (،/۸۵ ،/۹۳۸)<br>(،/۶)    | پاسخگویی        |
| (،/۱۷۵ ،/۴۲۵)<br>(،/۰۵)  | (،/۱۸۸ ،/۴۳۸)<br>(،/۰۳۸) | (،،،،)                   | (،/۵ ،/۷۵ ،/۸۸۸)<br>(،)  | (،/۷ ،/۹۱۳)<br>(،/۴۵)    | انعطاف پذیری    |
| (،/۱۲۵ ،/۳۷۵)<br>(،/۰۶۳) | (،،،،)                   | (،/۴۳۸ ،/۶۶۳)<br>(،/۲)   | (،/۳۳۸ ،/۵۶۳)<br>(،/۱۷۵) | (،/۲۸۸ ،/۵۱۳)<br>(،/۱۷۵) | مدیریت هزینه ها |

|                     |                        |                        |                        |                        |       |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|
| مدیریت دارایی<br>ها | ،/۸۳۸ ،/۹۳۸)<br>(،/۵۸۸ | ،/۲۸۸ ،/۵۲۵)<br>(،/۱۳۸ | ،/۲۷۵ ،/۵۱۳)<br>(،/۱۲۵ | ،/۸۳۸ ،/۹۳۸)<br>(،/۵۸۸ | (،،،) |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|

جدول ۲ پیوست: ماتریس نرمال سازی شده ارتباط فازی

| ابعاد               | قابلیت اطمینان         | پاسخگویی               | انعطاف پذیری           | مدیریت هزینه‌ها        | مدیریت دارایی<br>ها    |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| قابلیت اطمینان      | (،،،)                  | ،/۲۵،/۲۸۸)<br>(،/۱۷۴   | ،/۲۲ ،/۲۸۴)<br>(،/۱۴۴  | ،/۰۴۵ ،/۱۲۱)<br>(،/۰۱۵ | ،/۰۴۹ ،/۱۲۵)<br>(،/۰۱۵ |
| پاسخگویی            | ،/۲۵۸ ،/۲۸۴)<br>(،/۱۸۱ | (،،،)                  | ،/۲۳۵ ،/۲۶۹)<br>(،/۱۶۳ | ،/۰۵۷ ،/۱۳۳)<br>(،/۰۱۵ | ،/۰۴۲ ،/۱۱۷)<br>(،/۰۱۵ |
| انعطاف پذیری        | ،/۲۱۲ ،/۲۷۷)<br>(،/۱۳۶ | ،/۲۲۷ ،/۲۶۹)<br>(،/۱۵۲ | (،،،)                  | ،/۰۵۷ ،/۱۳۳)<br>(،/۰۱۱ | ،/۰۵۳ ،/۱۲۹)<br>(،/۰۱۵ |
| مدیریت هزینه-<br>ها | ،/۰۸۷ ،/۱۵۵)<br>(،/۰۵۳ | ،/۱۰۲ ،/۱۷)<br>(،/۰۵۳  | ،/۱۳۳ ،/۲۰۱)<br>(،/۰۶۱ | (،،،)                  | ،/۰۳۸ ،/۱۱۴)<br>(،/۰۱۹ |
| مدیریت دارایی<br>ها | ،/۲۵۴ ،/۲۸۴)<br>(،/۱۷۸ | ،/۰۸۳ ،/۱۵۵)<br>(،/۰۴۸ | ،/۰۸۷ ،/۱۵۹)<br>(،/۰۴۲ | ،/۲۵۴ ،/۲۸۴)<br>(،/۱۷۸ | (،،،)                  |

جدول ۳ پیوست: ماتریس ارتباط کل فازی ابعاد

| ابعاد               | قابلیت اطمینان          | پاسخگویی               | انعطاف پذیری           | هزینه‌ها               | مدیریت دارایی<br>ها    |
|---------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| قابلیت اطمینان      | ،/۲۲۹ ،/۸)<br>(،/۰۷۱    | ،/۴۱۹،/۹۷۵)<br>(،/۲۱۸  | ،/۳۹۴ ،/۹۸۶)<br>(،/۱۹۲ | ،/۱۲۸ ،/۶۳۱)<br>(،/۰۲۶ | ،/۱۰۴ ،/۵۳۸)<br>(،/۰۲۳ |
| پاسخگویی            | ،/۴۴۱ ،/۱۰۰۷)<br>(،/۲۳  | ،/۲۲۶ ،/۷۳۸)<br>(،/۰۷۴ | ،/۴۱۲ ،/۹۶۴)<br>(،/۲۱۱ | ،/۱۳۸ ،/۶۳)<br>(،/۰۲۶  | ،/۱ ،/۵۲۶)<br>(،/۰۲۳   |
| انعطاف پذیری        | ،/۳۹۷ ،/۱۰۰۶)<br>(،/۱۸۵ | ،/۳۹۶ ،/۹۵۲)<br>(،/۱۹۵ | ،/۲۰۷ ،/۷۵۴)<br>(،/۰۶۱ | ،/۱۳۶ ،/۶۳۳)<br>(،/۰۲۲ | ،/۱۰۵ ،/۵۳۵)<br>(،/۰۲۲ |
| هزینه‌ها            | ،/۲۲۱ ،/۷۷۲)<br>(،/۰۸۴  | ،/۲۲۶ ،/۷۲۴)<br>(،/۰۸۲ | ،/۲۴۸ ،/۷۷۵)<br>(،/۰۸۸ | ،/۰۵۶ ،/۴۲۱)<br>(،/۰۰۸ | ،/۰۷۳ ،/۴۴۵)<br>(،/۰۲۳ |
| مدیریت دارایی<br>ها | ،/۴۳۹ ،/۱۰۴۷)<br>(،/۲۲۲ | ،/۳ ،/۹۰۹)<br>(،/۱۰۲   | ،/۳۰۳ ،/۹۲۹)<br>(،/۱۰۲ | ،/۳۲۴ ،/۷۸۱)<br>(،/۱۸۶ | ،/۰۶۲ ،/۴۴۶)<br>(،/۰۱  |

جدول ۴ پیوست: ماتریس ارتباط کل قطعی

| ابعاد            | قابلیت اطمینان | پاسخگویی | انعطاف پذیری | مدیری<br>هزینه ها | مدیریت دارایی<br>ها |
|------------------|----------------|----------|--------------|-------------------|---------------------|
| قابلیت اطمینان   | ۰/۳۶۷          | ۰/۵۳۷    | ۰/۵۲۴        | ۰/۲۶۲             | ۰/۲۲۲               |
| پاسخگویی         | ۰/۵۵۹          | ۰/۳۴۶    | ۰/۵۲۹        | ۰/۲۶۵             | ۰/۲۱۶               |
| انعطاف پذیری     | ۰/۵۲۹          | ۰/۵۱۵    | ۰/۳۴۱        | ۰/۲۶۴             | ۰/۲۲۱               |
| مدیریت هزینه ها  | ۰/۳۵۹          | ۰/۳۵۰    | ۰/۳۷۰        | ۰/۱۶۱             | ۰/۱۸۰               |
| مدیریت دارایی ها | ۰/۵۷۰          | ۰/۴۳۷    | ۰/۴۴۵        | ۰/۴۳              | ۰/۱۷۳               |

In press; non edited dr