Ind. Manag. Persp. 2024, 14(1), 238-264; doi: 10.48308/JIMP.14.1.238

Industrial Management Perspective

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

Original Article

Presenting the Elements and Reinforcement Learning Methodology of Hospital Accreditation Based on the Agent-Based Conceptual Model

Javad Keshvari Kamran*
Mohammad Ali Keramati**
Abbas Toloie Eshlaghy***
Seyed Abdollah AminMousavi****

Abstract

Introduction: This study presents the elements and methodology of the reinforcement learning model according to the agent-based conceptual model of hospital accreditation in Iran. The elements and methodology of the mentioned model will create a favorable study base for creating a smart and multi-agent hospital accreditation system and environment simulation trends to provide efficient guidelines to relevant agents and policymakers. This study aims to address the main research questions concerning the uncertainties related to the reinforcement learning elements and the methodology selection in a multi-agent socio-technical system.

Methods: To collect the necessary information to understand the elements and identify hospital accreditation processes, agents, the environment, and their interactions, systematic reviews of sources, scientific document reviews, and semi-structured interviews with experts were conducted. Interviewees were selected from university faculty members, hospital managers, and quality improvement officers through a targeted non-random snowball sampling method. The interviews were summarized using grounded-theory-based methods and a sequential and systematic approach. The characteristics of the machine learning process were collected using a systematic review method from the "Iran Hospital Accreditation Guide 2022". The process of selecting the features was done by correctly choosing the output features of the model, which are the actions of the agent. The list of agent actions was extracted as a general non-binary tree based on the classification of the tree structure from the conceptual content of the document.

Received: Aug. 26, 2023; Revised: Sep. 11, 2023; Accepted: Jan. 23, 2024; Published Online: Mar. 13, 2024.

* Ph.D. Student, Department of Information Technology Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
** Associate Professor, Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Corresponding Author: moh.keramati@iauctb.ac.ir
*** Professor, Department of Industrial Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
**** Assistant Professor, Department of Information Technology Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Ind. Manag. Persp. 2024, 14(1), 238-264; doi: 10.48308/JIMP.14.1.238

Industrial Management Perspective

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

Original Article

Findings: The extracted reinforcement learning model seeks to find the optimal chains of operational actions under conditions where quantitative data of the hospital are available. The most important elements of the model are:
1. Set of States: Hospital accreditation factors such as input variables, output variables, indicators, parameters, and fixed numbers related to the metrics of each conceptual agent in the "Iran Hospital Accreditation Guide 2022".
2. Set of Actions: Actions of intelligent agents in each reinforcement learning episode, paths from the hierarchically clustered binary tree, which are operational actions that can be performed in the hospital per set of state features.
3. Reward Function: "Obtaining the highest possible score in the hospital ranking system by performing the least number of necessary actions."
4. Policy Function: Based on the learning process of each agent, it relies on a DQN deep neural network and a gradient reduction algorithm.
5. Operational Agents: The operational goal of each conceptual agent is "maximizing the accreditation points of the metrics of the relevant field by recommending the least measures."
6. General Cycle of the Model: In this structure, each intelligent agent, a subset of the nine conceptual agents, has a multi-layered neural network. The characteristics of related states are entered into this neural network, and in the output, based on the special policy function definition of that agent, a map of optimal actions is created according to the agent's current conditions and states.
7. Neural Network Model: The neural network of the intelligent agent is derived from the conceptual agent "management and leadership," specifying the input, hidden, and output layers of the network.

Conclusion: Summarizing the background of related research showed that the approach to designing hospital accreditation models could be divided into two groups: "conceptual models without using intelligent agents" and "conceptual models using intelligence and operating systems". The investigations showed that these studies had the expected results and that the efficiency and effectiveness of the models and processes proposed by them had the necessary validity.

Keywords: Reinforcement Learning; Gradient Reduction; Intelligent Agents; Neural Network Model; Hospital Accreditation.

How to Cite: Keshvari Kamran, Javad; Keramati, Mohammad Ali; Toloie Eshlaghy, Abbas; Amin Mousavi, Seyed Abdollah (2024). Presenting the Elements and Reinforcement Learning Methodology of Hospital Accreditation Based on the Agent-Based Conceptual Model. *Ind. Manag. Persp.*, 14(1), 238-264 *(In Persian)*.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴۰۳، دوره ۱۴، شماره ۱، صص ۲۳۸ – ۲۶۴، doi: 10.48308/JIMP.14.1.238

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

نوع مقاله: پژوهشی

ارائه عناصر و روش‌شناسی یادگیری تقویتی اعتباربخشی بیمارستان بر اساس مدل مفهومی عامل‌بنیان

جواد کشوری کامران*

محمدعلی کرامتی**

عباس طلوعی اشلقی***

سید عبدالله امین موسوی*****

چکیده

مقدمه: هدف از انجام این مطالعه، ارائه عناصر و روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی در ایران است. عناصر و روش‌شناسی مدل یادشده، زیربنای مطالعاتی مطلوبی برای ایجاد سیستم هوشمند و چندعاملی اعتباربخشی بیمارستانی و روندهای شبیه‌سازی محیط در جهت ارائه رهنمودهای بهره‌ورانه به کارگزاران و سیاست‌گذاران مربوطه ایجاد خواهد کرد. این مطالعه در نظر دارد تا پاسخ مناسبی به پرسش‌های اصلی پژوهش که در آن ابهامات مربوط به عناصر یادگیری تقویتی و چگونگی انتخاب روش‌شناسی یادگیری تقویتی در یک سیستم چندعاملی از نوع سیستم‌های اجتماعی ـ فنی وجود دارد، ارائه کند.

روش‌ها: به‌منظور گردآوری داده‌های موردنیاز برای شناخت عناصر و شناسایی فرایندهای اعتباربخشی بیمارستانی، عامل‌ها، محیط و تعامل بین آن‌ها، از روش مرور سیستماتیک منابع، بررسی مستندات علمی و مصاحبه‌های نیمه‌ساخت‌یافته، از طریق خبرگان، به‌صورت حضوری بهره گرفته شد. مصاحبه‌شوندگان از میان اعضای هیئت‌علمی، مدیران بیمارستان و مسئولان بهبود کیفیت بیمارستان‌ها انتخاب شدند. جمع‌بندی مصاحبه‌ها با استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌بنیاد، رویکرد ترتیبی و سیستماتیک، صورت گرفت. منابع جمع‌آوری ویژگی‌های فرایند یادگیری ماشین با استفاده از روش مرور سیستماتیک از مستند «راهنمای اعتباربخشی ۱۴۰۱» بوده است. روند انتخاب ویژگی‌های یادشده از طریق انتخاب صحیح از ویژگی‌های خروجی مدل که همان کنش‌های عامل است، صورت گرفت. فهرست کنش‌های عامل بر اساس طبقه‌بندی ساختار درختی از محتوای مفهومی مستند فوق‌الذکر به‌صورت یک درخت عمومی غیردودویی استخراج شد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۴، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۳، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۱۳.

* دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

** دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: moh.keramati@iauctb.ac.ir

*** استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

**** استادیار، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴۰۳، دوره ۱۴، شماره ۱، صص ۲۳۸ – ۲۶۴، doi: 10.48308/JIMP.14.1.238

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

نوع مقاله: پژوهشی

یافته‌ها: مدل یادگیری تقویتی استخراج‌شده درصدد یافتن زنجیره‌های بهینه از کنش‌های عملیاتی در شرایطی که داده‌های کمی موجود است، خواهد بود. مهم‌ترین عناصر مدل یادشده عبارت‌اند از:

۱. مجموعه حالات: مجموعه عوامل اعتباربخشی بیمارستانی مانند متغیرهای ورودی، متغیرهای خروجی، شاخص‌ها، پارامترها، اعداد ثابت مربوط به سنجه‌های هر عامل مفهومی در مستند «راهنمای اعتباربخشی ۱۴۰۱»؛

۲. مجموعه کنش‌ها: کنش‌های عامل‌های هوشمند؛ در هر اپیزود یادگیری تقویتی، مسیرهایی از درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی‌شده اقدامات عملیاتی قابل‌انجام در بیمارستان و به‌ازای مجموعه ویژگی‌های حالت هستند؛

۳. تابع پاداش: «کسب بالاترین امتیاز ممکن در نظام رتبه‌بندی بیمارستانی با انجام کمترین تعداد کنش و اقدام لازم» است؛

۴. تابع سیاست: بر اساس فرایند یادگیری هر عامل، مبتنی بر یک شبکه عصبی عمیق DQN و الگوریتم کاهش گرادیان است؛

۵. عامل‌های عملیاتی: هدف عملیاتی هر یک از عامل‌های مفهومی؛ «حداکثرکردن امتیازات اعتباربخشی سنجه‌های حوزه مربوط به خود با توصیه کمترین اقدامات» است.

۶. چرخه کلی مدل: در این ساختار هر کدام از عامل‌های هوشمند، زیرمجموعه عامل‌های مفهومی نه‌گانه، در محدوده خود دارای یک شبکه عصبی چندلایه است که ویژگی‌های حالات مرتبط، به این شبکه عصبی وارد می‌شود و در خروجی، بر اساس تعریف تابع سیاست ویژه آن عامل، نگاشتی از کنش‌های بهینه بر حسب شرایط و حالات فعلی عامل ایجاد خواهد شد؛

۷. مدل شبکه عصبی: شبکه عصبی عامل هوشمند برگرفته از عامل مفهومی «مدیریت و رهبری» است که در آن مشخصات لایه‌های ورودی، مخفی و خروجی شبکه آمده است.

نتیجه‌گیری: جمع‌بندی پیشینه پژوهش‌های مرتبط، نشان داد که رویکرد طراحی مدل‌های اعتباربخشی بیمارستانی می‌تواند به دو گروه «مدل‌های مفهومی بدون بهره‌گیری از عوامل هوشمند» و «مدل‌های مفهومی با بهره‌گیری از مفاهیم هوشمندسازی و سیستم‌های عامل‌بنیان» تقسیم شود. بررسی‌ها نشان داد که این مطالعات دارای نتایج موردانتظار بوده و کارایی و اثربخشی مدل‌ها و فرایندهای پیشنهادشده توسط آن‌ها، اعتبار لازم را داشته‌اند. از نقاط ضعف این پژوهش‌ها، این است که الگوریتم‌های یادگیری تقویتی لزوماً با مدل‌های عامل‌بنیان در آن‌ها درآمیخته نشده است.

کلیدواژه‌ها: یادگیری تقویتی؛ کاهش گرادیان؛ عامل‌های هوشمند؛ مدل شبکه عصبی؛ اعتباربخشی بیمارستانی.

استناددهی: کشوری کامران، جواد؛ کرامتی، محمدعلی؛ طلوعی اشلقی، عباس؛ امین موسوی، سید عبدالله (۱۴۰۳). ارائه عناصر و روش‌شناسی یادگیری تقویتی اعتباربخشی بیمارستان بر اساس مدل مفهومی عامل‌بنیان. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴(۱)، ۸۵-۲۶۴.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

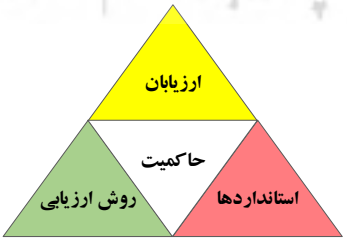
۱. مقدمه

بیمارستان‌ها، سازمان‌های اجتماعی پیچیده، بروکراتیک و چندتخصصی هستند که بخش زیادی از بودجه نظام سلامت را به خود اختصاص می‌دهند. نوع مشتریان و ماهیت خدمات بیمارستان‌ها ایجاب می‌کند که یک سیستم هدفمند برای برنامه‌ریزی، بهبود و ارزشیابی کیفیت خدمات ارائه‌شده ایجاد شود. زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستان، مثلثی با اضلاع «استاندارد، روش اعتباربخشی و ارزیابان اعتباربخشی» است. هر تغییری که در یک ضلع مثلث اعتباربخشی ایجاد شود، باید به‌طور هماهنگ، اصلاحات متناسب در سایر اضلاع نیز صورت گیرد تا زیست‌بوم اعتباربخشی، سودمندی و اثربخشی لازم را داشته باشد [۲۲]. اعتباربخشی بیمارستانی در ایران با چالش‌هایی مواجه است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: تعداد زیاد استانداردها و سنجه‌ها؛ عدم‌شفافیت و ابهام در سنجه‌ها، کامل‌نبودن و نقص در استانداردها و تأکید زیاد بر ساختار و مستندات؛ نبود تفکر سیستمی و به دنبال آن تمرکز زیاد بر رویکرد بخشی‌نگری [۲۵]. نتایج مرور سیستماتیک از نوع کیفی و خلاصه نتایج مطالعات مرتبط، حاکی از آن است که درنتیجه نبود تفکر سیستمی و عدم‌به‌کارگیری رویکردهای نوین حل مسائل «اجتماعی، فنی» مانند «استفاده از سیستم‌های عامل‌بنیان»، چالش‌های فوق‌الذکر، بروز و ظهور بیشتری پیدا می‌کند و درنهایت موجب ناکامی در اجرای بهینه و اثربخش استانداردهای اعتباربخشی و غیرواقعی‌شدن رتبه‌بندی و اعتبار تخصیص‌یافته به بیمارستان می‌شود [۹].

هدف از انجام این پژوهش، ارائه عناصر و روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی در ایران است. عناصر و روش‌شناسی مدل یادشده، زیربنای مطالعاتی مطلوبی برای ایجاد سیستم هوشمند و چندعاملی اعتباربخشی بیمارستانی و روندهای شبیه‌سازی محیط در جهت ارائه رهنمودهای بهره‌ورانه به کارگزاران و سیاست‌گذاران مربوطه ایجاد خواهد کرد؛ همچنین این مطالعه در نظر دارد تا پاسخ مناسبی به پرسش‌های اصلی پژوهش که در آن ابهامات مربوط به عناصر یادگیری تقویتی و چگونگی انتخاب روش‌شناسی یادگیری تقویتی در یک سیستم چندعاملی از نوع سیستم‌های اجتماعی- فنی وجود دارد، ارائه کند. در همین راستا پرسش اصلی پژوهش عبارت است از: «*آیا عناصر و روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی را می‌توان منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی، طراحی و تدوین کرد؛ به‌طوری‌که به بهینه‌شدن بهره‌وری در زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستانی منجر شود؟*» که پژوهش‌گران سعی در ارائه پاسخ به آن دارند. هرچند تعداد مطالعات و پژوهش‌هایی مرتبط با ارائه مدل بهینه و اثربخش در زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستانی، کم نیستند، اما مطالعاتی در این حوزه که ترکیب روش‌های یادگیری تقویتی و عامل-بنیان باشند، وجود ندارد؛ بنابراین می‌توان از نتایج این مطالعه در پژوهش‌های آتی که فرایندهای شبیه‌سازی محیط و عامل‌های سیستم اعتباربخشی بیمارستانی را بررسی می‌کنند، استفاده کرد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

اعتباربخشی بیمارستانی. اعتباربخشی بیمارستانی، فرایند ارزشیابی سیستماتیک و تعیین اعتبار بیمارستان توسط یک سازمان خارجی با استفاده از استانداردهای مطلوب ساختاری، فرآیندی و پیامدی است. در سال‌های اخیر، اعتباربخشی باعث ارتقای کیفیت، ایمنی، اثربخشی و کارایی خدمات بیمارستان‌ها شده است [۴].



شکل ۱. عناصر اصلی سیستم اعتباربخشی بیمارستانی [۲۳]

شکل ۱، عناصر اصلی سیستم اعتباربخشی بیمارستانی را نشان می‌دهد. سیستم اعتباربخشی بیمارستانی یک مثلث شامل اضلاع «استاندارد، روش اعتباربخشی و ارزیابان اعتباربخشی» است؛ البته عنصر حاکمیت، تنظیم‌گر و کنترل‌کننده اضلاع این مثلث است. اگر نتایج ارزیابی‌ها نمایانگر نبود ارتباط بین اعتباربخشی و نتایج کلیدی عملکردی بیمارستان باشد، باید نقایص را در اضلاع مثلث جست‌وجو کرد. به‌عبارتی یا استانداردها کامل و جامع تدوین نشده‌اند، یا روش درستی برای ارزیابی استفاده نشده است و یا اینکه ارزیابان کار ارزیابی

را درست انجام نداده‌اند. برای مثال، وقتی که تعداد استانداردها بسیار زیاد بوده و تمرکز بر مستندات و ساختارها است، توجه مدیران و کارکنان بیمارستان‌ها به سمت تهیه مستندات و ایجاد ساختارهای لازم حتی به‌صورت ظاهری است و در زمینه ارتقای فرایندهای کاری و اصلاح نقایص، کارهای کمتری انجام داده می‌شود؛ درنتیجه پیامدهای مناسبی حاصل نخواهد شد. پ اختلاف‌سلیقه ارزیابان در بررسی استانداردهای ساختاری نسبت به استانداردهای پیامدی و فرایندی بسیار زیاد است و درنهایت تفاوت دیدگاه‌های ارزیابان، چالشی بزرگ برای بیمارستان‌ها ایجاد خواهد کرد [۲۳، ۲۴].

مدل‌سازی عامل‌بنیان. در مدل‌سازی عامل‌بنیان نیازی به شناخت کاملی از رفتار سیستم و متغیرها و روابط بین آن‌ها نیست؛ بلکه با تمرکز بر عامل‌های موجود در سیستم و قواعد رفتاری آن‌ها، امکان شناخت سیستم در سطحی از جزئیات موردبررسی وجود دارد. در این روش می‌توان در صورت لزوم، عامل‌ها را به هم متصل کرد تا در تعامل با هم باشند؛ همچنین می‌توان آن‌ها را در یک محیط قرار داد تا رفتارشان قابل‌مشاهده و بررسی شود. در این شرایط، رفتار کلی سیستم برآیند رفتار همه عامل‌ها خواهد بود [۱۷، ۳].

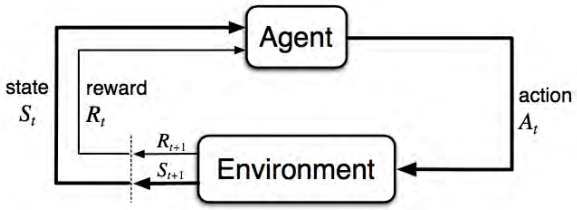
یادگیری تقویتی. در روش‌های نظارتی یادگیری ماشین، مجموعه‌ای از داده‌های هدف به الگوریتم وارد می‌شود و الگوریتم به‌عنوان راهنما از این پاسخ‌ها در حل مسئله بهره می‌برد. در روش‌های غیرنظارتی، نیازی به داده‌های راهنما و برچسب وجود ندارد و خود مدل به‌تنهایی و بدون حضور یک ناظر خارجی با یافتن شباهت‌های بین ورودی‌ها و کشف الگوهای پنهان به حل مسئله می‌پردازد؛ اما در رویکردهای نیمه‌نظارتی از جمله روش یادگیری تقویتی، نیازی به مجموعه داده نست و عامل با محیط خود در تعامل است تا با آزمون‌وخطا و دریافت پاداش از محیط، بهترین کنش را در جهت اهداف حل مسئله انجام دهد [۶، ۱۵، ۲۶]. جدول ۱، شاخص‌های مقایسه‌ای رویکردهای مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ۱. شاخص‌های مقایسه‌ای رویکردهای یادگیری ماشین

معیار	یادگیری با نظارت	یادگیری بدون نظارت	یادگیری تقویتی
تعریف	یادگیری از طریق داده‌های راهنما	یادگیری بدون داده‌های راهنما	تعامل با محیط
نوع داده	داده‌های برچسب دار	داده‌های بدون برچسب	بدون تعریفی از داده‌ها
نوع مسئله	دسته‌بندی، پیش‌بینی و رگرسیون	قوانین انجمنی، خوشه‌بندی	حول محور پاداش
ناظر	ناظر افزوده	بدون ناظر	بدون ناظر
هدف	نگاشت داده‌های ورودی به خروجی‌های معین	کشف الگو	آموختن یک سری از کنش‌ها در محیط

یادگیری تقویتی بر توانایی نظارت بر واکنش اقدامات انجام‌شده و اندازه‌گیری آن با پاداش متکی است و کاملاً غیرنظارتی نیست. در یادگیری تقویتی، یک عامل از طریق تعامل با محیط به یادگیری می‌پردازد. عامل سعی می‌کند که مسئله را با آزمایش و خطا و از طریق تعامل با محیطی که پویایی آن برای او ناشناخته است، حل کند. عامل می‌تواند ضمن دریافت بازخورد فوری از محیط، حالات محیط را با کنش‌های خود تغییر دهد. اگرچه یادگیری تقویتی یکی از حوزه‌های یادگیری ماشین است، اما از جهات مختلف با روش‌های اصلی یادگیری ماشین تفاوت اساسی دارد؛ نخست اینکه، یادگیری تقویتی، به فراگیری داده‌ها وابسته نیست. در یادگیری تقویتی عامل از تجربه خود که در طول تعامل با محیط ایجاد شده است، یاد می‌گیرد و به ناظر وابسته نیست. دوم این‌که، یادگیری تقویتی به‌جای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، بر یافتن یک سیاست بهینه[1]، تمرکز دارد [۲۷]. شکل ۲، مدل مفهومی کلی از یادگیری تقویتی و تعاملات عامل و محیط را نشان می‌دهد.

1. Optimal Policy



شکل ۲. مدل کلی یادگیری تقویتی [۲۷]

پیشینه پژوهش. جدول ۲، گزارشی از پیشینه مهم‌ترین پژوهش‌های مرتبط انجام‌شده، را نشان می‌دهد.

جدول ۲. گزارش پیشینه مهم‌ترین پژوهش‌های مرتبط

پژوهشگر (سال)	خلاصه نتایج مطالعه
عبدالطیف و همکاران[1]، (۲۰۲۱)	در مطالعه‌ای باعنوان «یادگیری تقویتی برای سیستم‌های مراقبت بهداشتی هوشمند: یک نظرسنجی جامع»، مدل‌ها و تکنیک‌های اخیر یادگیری تقویتی برای پشتیبانی از سیستم‌های مراقبت بهداشتی هوشمند، به‌طور جامع بررسی شده است و نمای کلی، چالش‌ها، معماری و چگونگی سودمندی یادگیری تقویتی برای این سیستم‌ها ارائه و پیش‌زمینه و مدل‌سازی ریاضی رویکردهای آن نیز بررسی شده است [۲۲].
لی و همکاران[2]، (۲۰۱۸)	در مطالعه‌ای باعنوان «توصیه مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق با مدل‌سازی تعاملات صریح کاربر»، یک چارچوب جدید مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق به‌نام DRR پیشنهاد شده است که توصیه را به‌عنوان یک رویه تصمیم‌گیری متوالی در نظر می‌گیرد و یک طرح یادگیری تقویتی «بازیگر منتقد» برای مدل‌سازی تعاملات بین کاربران و سیستم‌های توصیه‌کننده ارائه می‌کند [۲۸].
ژاو و همکاران[3]، ۲۰۱۹	در مطالعه‌ای باعنوان «آموزش تقویتی عمیق برای تبلیغات آنلاین در سیستم‌های توصیه‌کننده» یک استراتژی تبلیغاتی جدید برای مبادله تبلیغ پیشنهادشده و یک چارچوب مبتنی بر یادگیری تقویتی ایجاد شده است که می‌تواند به‌طور مداوم استراتژی‌های تبلیغاتی خود را بروز کند و در درازمدت، پاداش را به‌حداکثر برساند [۲۹].
یوسفی، (۲۰۲۲)	در مطالعه‌ای باعنوان «یادگیری تقویتی عمیق برای معاملات سهام تهران»، مدل‌های معاملاتی تک‌سهام بر اساس الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری تقویت عمیق (DDPG و C2A) ارائه شده است [۲۸].
چن و همکاران[4]، (۲۰۱۹)	در مطالعه‌ای باعنوان «توصیه تعاملی در مقیاس بزرگ با گرادیان خط‌مشی ساختاریافته درختی»، یک چارچوب توصیه گرادیان خط‌مشی ساختاریافته درختی (TPGR) پیشنهاد شده که در آن یک درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی متوازن بر روی آیتم‌ها ساخته می‌شود و یک آیتم به‌عنوان جست‌وجوی یک مورد فرموله می‌شود [۲۳].
فروتن و همکاران، (۲۰۲۲)	در مطالعه‌ای باعنوان «یک سیستم مدیریت انرژی خانگی مبتنی بر رضایت پیشرفته با استفاده از یادگیری تقویتی عمیق» یک سیستم HEM مبتنی بر رضایت پیشرفته با استفاده از یادگیری تقویتی عمیق برای برنامه‌ریزی ساعتی لوازم قابل‌کنترل و قابل‌جابه‌جایی، از جمله وسیله نقلیه الکتریکی، تهویه مطبوع و سیستم روشنایی به‌عنوان بارهای قابل‌کنترل و ماشین لباسشویی و ماشین ظرفشویی به‌عنوان زمان پیشنهاد شده است [۱۸].
کنگرلو حقیقی و همکاران، (۲۰۲۳)	هدف این پژوهش، توسعه مدل ریاضی عامل‌بنیان سیستم پایش برخط، برای بهبود نظام توزیع دارو بر اساس مدل مفهومی، با استفاده از رویکرد یادگیری تقویتی است. یافته‌های پژوهش نشان داد که مدل ریاضی توسعه‌یافته، با توجه به تعاملات و تغییر رفتار عامل‌ها و وضعیت محیط، قابلیت بهبود مستمر اهداف، تصمیم‌گیری‌ها و عملکرد فرایندهای زنجیره توزیع دارو را دارا است [۲۹].
ملکی و همکاران، (۲۰۲۳)	هدف این پژوهش، توسعه مدل مکان‌یابی رقابتی با درنظرگرفتن دو محصول از سوی سه رقیب است. برای این منظور، مسئله به‌صورت یک بازی مکان ـ قیمت تعریف و با استفاده از مدل ریاضی دوسطحی، مدل‌سازی شده است. الگوریتم جست‌وجوی ممنوع، روش انتخابی حل مدل پژوهش حاضر است. نتایج نشان داد بازی قیمت در شرایطی که پیش از ورود به بازار، بیش از یک رقیب حضور داشته باشد، در مقایسه با حالتی که بازار انحصاری است، شدت و اهمیت بیشتری دارد [۱۸].
فرحبخش و همکاران، (۲۰۲۲)	در این پژوهش مدلی برای شبیه‌سازی چرخه عمر صنعت برق با استفاده از شبیه‌سازی عامل‌بنیان ارائه‌شده، در این مدل، عامل‌ها استخراج‌شده و شبیه‌سازی به کمک Anylogic صورت پذیرفته است؛ همچنین برای بهینه‌سازی مدل چهار سناریو با نظر خبرگان ارائه شده است [۲۵].

1. Abdellatif
2. Liu
3. Zhao
4. Chen

جمع‌بندی و تحلیل مطالعات کتابخانه‌ای در زمینه پیشینه پژوهش، نشان می‌دهد که پژوهش‌های مرتبط در حوزه نظام سلامت مبتنی بر یادگیری تقویتی بسیار کم‌تکرار بوده و بیشترین فراوانی مربوط به پژوهش‌های یادگیری تقویتی در حوزه کنترل‌های هوشمند هستند. یادآوری این نکته لازم است که یکی از شکاف‌ها و نقاط ضعف در پیشینه پژوهش‌ها، این است که در اغلب آن‌ها، از مدل‌های یادگیری تقویتی مبتنی بر «هوشمندی عامل‌ها» در سیستم‌های اجتماعی- فنی، استفاده چندانی نشده است. همچنین یکی از نقاط قوت پژوهش‌های پیشین، این است که اغلب دارای نتایج موردانتظار بوده است و کارایی و اثربخشی مدل‌های یادگیری تقویتی و فرایندهای آن، اعتبار لازم را داشته‌اند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

برای گردآوری داده‌ها و اطلاعات، از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. ضروری بود که با استفاده از تحلیل‌های کیفی، به شناخت کامل ابعاد مسئله پرداخته شده و نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل‌های کیفی به مدل‌های مفهومی و ریاضی تبدیل شود؛ ازاین‌رو رویکرد این مطالعه از نوع ترکیبی است؛ همچنین برای جمع‌آوری داده‌های موردنیاز مدل‌سازی مفهومی داده‌بنیاد، از نمونه‌گیری به‌روش گلوله‌برفی استفاده شده است که به‌طور هم‌زمان داده‌ها، گردآوری و تحلیل شده‌اند و انتخاب نمونه‌های بعدی با توجه به تحلیل داده‌های گردآوری‌شده پیشین صورت گرفته است. نمونه‌گیری به‌صورت نامحدود در تعداد شرکت‌کننده‌ها (ابتدا ۸ نفر از مدیران باتجربه درمانی در نظر گرفته شدند؛ ولی در ادامه ۶ نفر از آن‌ها دیدگاه‌های موردوثوق‌تری ارائه کردند؛ بنابراین منتخب مصاحبه شدند) انجام شد تا اشباع نظری حاصل شود. در ادامه، اشباع نظری هنگامی حاصل شد که نمونه‌های جدید نتوانستند اطلاعات جدیدتری در مورد موضوع ارائه دهند؛ بنابراین با انجام ۶ مصاحبه، اشباع نظری در خصوص مدل مفهومی داده‌بنیاد به‌دست آمد.

به‌منظور گردآوری داده‌های موردنیاز برای شناخت عناصر و شناسایی فرایندهای اعتباربخشی بیمارستانی، عامل‌ها، محیط و تعامل بین آن‌ها و همچنین سایر مؤلفه‌های مطالعه از روش مرور سیستماتیک منابع، بررسی مستندات علمی و مصاحبه‌های نیمه‌ساخت‌یافته، از طریق متخصصان و خبرگان، به‌صورت حضوری بهره گرفته شده است. مصاحبه‌شوندگان از میان اعضای هیئت‌علمی، مدیران بیمارستان و مسئولان بهبود کیفیت بیمارستان‌ها انتخاب شدند. این گروه مشتمل بر چهار نفر آقا و دو نفر خانم در محدوده سنی ۳۵ تا ۵۵ سال بودند. آن‌ها همچنین ۱۰ تا ۲۸ سال سابقه کار و مدرک تحصیلی فوق‌لیسانس و دکتری داشتند. در انتها جمع‌بندی مصاحبه‌ها با استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌بنیاد، رویکرد ترتیبی و سیستماتیک صورت گرفت.

برای بررسی روایی و پایایی مصاحبه‌های انجام‌شده، پس از طراحی پروتکل مصاحبه، از سه نفر خبره اعتباربخشی بیمارستانی (آن‌ها تجربه زیادی در زمینه ارزیابی و نظارت بر روال‌های اعتباربخشی بیمارستانی در استان‌های تهران و همدان داشتند)، نظرخواهی شده و اصلاحات لازم مطابق دیدگاه‌های تخصصی آن‌ها اعمال شد. با توجه به اینکه مصاحبه‌ها به‌صورت باز انجام شدند، در طول فرایند مصاحبه، پرسش‌های دیگری که به روشن‌شدن بیشتر ابعاد پژوهش کمک می‌کرد به چارچوب مصاحبه اضافه شد؛ همچنین در روند پایایی مصاحبه‌ها، بررسی نتایج یکسان در شرایط یکسان نیز صورت گرفت؛ بنابراین دیدگاه‌های افراد از طریق پرسش‌های باز دریافت و سپس پاسخ‌ها یادداشت و کدگذاری شد. برای محاسبه پایایی مصاحبه‌ها، روش توافق موضوعی دو کدگذار به‌کار رفت؛ به این صورت که آموزش‌ها و تکنیک‌های لازم و استانداردشده برای کدگذاری مصاحبه‌ها به یک نفر دستیار پژوهش ارائه شد؛ سپس پژوهشگر به‌همراه دستیار موردنظر، سه مصاحبه را به‌صورت تصادفی، انتخاب و کدگذاری کرد. درنهایت پایایی بین دو کدگذار (شاخص تکرارپذیری) که به‌عنوان شاخص پایایی تحلیل به‌کار می‌رود، مطابق رابطه ۱، محاسبه شد [۲۸].

$$R = 100 * \frac{2*A}{S}$$ رابطه (۱)

در رابطه ۱، R شاخص یا درصد پایایی، A تعداد توافقات و S تعداد همه کُدها است که با مقدار A برابر با ۵۱ و S برابر با ۱۲۴، مقدار شاخص پایایی محاسبه‌شده برابر با ۸۲/۲۵ درصد است [۲۸].

منابع استخراج و جمع‌آوری ویژگی‌ها. داده‌های فرایند یادگیری ماشین در این مطالعه با استفاده از روش مرور سیستماتیک از مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتباربخشی ملّی بیمارستان‌های ایران نسخه مورداستناد دور پنجم اعتباربخشی ملّی سال ۱۴۰۱» استخراج، تدوین و تلخیص شد [۲۳]. در این نسخه از کتاب «استانداردهای اعتباربخشی بیمارستانی»، تعداد ۱۹ محور به‌عنوان مؤلفه‌های

اصلی، ۱۱۰ استاندارد کیفی و ۵۰۵ سنجه به تفکیک ۲۱۲ سنجه سطح یک (اهمیت، حساسیت و امکان تحقق آن‌ها بالا)، ۲۰۸ سنجه سطح دو (امکان تحقق آن‌ها متوسط و در حدود انتظارات وضعیت فعلی بیمارستان) و ۸۵ سنجه سطح سه (امکان تحقق آن‌ها پایین و فراتر از حدود انتظارات) وجود دارد. شکل ۳، محورهای اصلی موردبررسی در مستند ذکرشده را نشان می‌دهد.

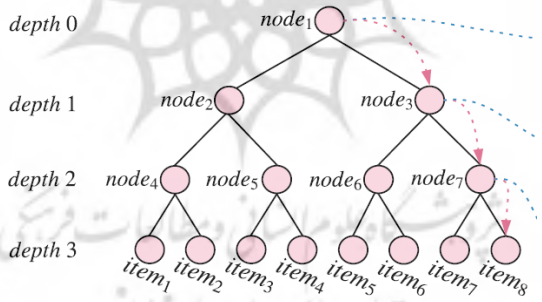
شکل ۳. محورهای اصلی مستند «نسخه مورد استناد دور پنجم اعتباربخشی ملّی سال ۱۴۰۱»

با توجه به حجم زیاد اقلام و مؤلفه‌های ارزیابی، فرایند انتخاب محورها، استانداردها، سنجه‌ها و مؤلفه‌ها، بر اساس نظرخواهی از گروه دوم خبرگان که شامل ۴ نفر آقا، ۱ نفر عضو هیئت‌علمی دانشگاه در حوزه مدیریت بهداشت و درمان، ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت فناوری اطلاعات و ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی فناوری اطلاعات سلامت و ۱ نفر مدیر بیمارستان بودند، طی مصاحبه نیمه‌ساخت‌یافته، انجام و نهایی‌سازی شد [۲۸]. یادآوری این نکته لازم است که پژوهشگر با درنظرگرفتن پیشنهادهای مصاحبه‌شوندگان و لحاظ‌کردن ملاحظات فنی، صرفاً اقلام استاندارد و سنجه‌های محور اصلی شماره یک (رهبری و مدیریت) را در مدل یادگیری ماشین مداخله داده است و فرایندهای مربوط به ایجاد مدل یادگیری تقویتی، صرفاً برای عامل‌ها و عناصر مرتبط با محور شماره یک (رهبری و مدیریت) انجام شده است.

پیش‌پردازش ویژگی‌ها. پیش‌پردازش اولیه از فهرست خام ویژگی‌ها و فرایند انتخاب ویژگی‌های مهم و مشارکت‌کننده در مدل یادگیری ماشین، با بهره‌گیری از نظر گروه دوم خبرگان (شامل ۴ نفر آقا، ۱ نفر عضو هیئت‌علمی دانشگاه در حوزه مدیریت بهداشت و درمان، ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت فناوری اطلاعات و ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی فناوری اطلاعات سلامت و ۱ نفر مدیر بیمارستان) طی مصاحبه نیمه‌ساخت‌یافته صورت گرفت [۲۸]. سازوکار انتخاب حالات و کنش‌های مرتبط، به انتخاب و گزینش سنجه‌هایی از مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتباربخشی ملّی بیمارستان‌های ایران نسخه مورداستناد دور پنجم اعتباربخشی ملّی سال ۱۴۰۱» منجر شد؛ بنابراین کلیه ویژگی‌های موردنیاز در فرایند یادگیری تقویتی، برگرفته‌شده از محورهای شماره ۱ تا ۷ استانداردهای اصلی «مدیریت و رهبری» موجود در آن مستند است. از بین ۶۷ استاندارد مرتبط در مستند فوق‌الذکر، تعداد ۵۴ استاندارد به‌عنوان عضو مجموعه حالات (ویژگی‌های اولیه) در مدل یادگیری تقویتی، انتخاب شدند. جدول ۱ پیوست، فهرست ویژگی‌های اولیه یادشده را نشان می‌دهد. این فهرست، بازنمایی کننده واقعی از اقلام کنش‌های عامل «مدیریت و رهبری» و حالات مربوط به محیط در یک فضای حالت و عمل بیمارستانی است.

انتخاب ویژگی‌ها[1]. در فرآیند انتخاب ویژگی، ارزیابی رابطه بین هر متغیر ورودی و متغیر هدف با روش آمارگیری و انتخاب داده‌هایی که قوی‌ترین رابطه را با متغیر هدف دارند، انجام می‌شود [۲۰]. روش کلی انتخاب و کاهش ویژگی مدل یادگیری تقویتی در این مطالعه از نوع روش‌های بسته‌بندی[2] است. در نخستین مرحله فرایند انتخاب ویژگی این مطالعه، انتخاب صحیح از ویژگی‌های خروجی مدل که همان کنش‌های عامل است، صورت گرفت. این مرحله نیز به‌صورت مرور سیستماتیک و با استفاده از مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتباربخشی ملّی بیمارستان‌های ایران نسخه مورداستناد دور پنجم اعتباربخشی ملّی سال ۱۴۰۱» و نظرخواهی از گروه دوم خبرگان که شامل ۴ نفر آقا، ۱ نفر عضو هیئت‌علمی دانشگاه در حوزه مدیریت بهداشت و درمان، ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت فناوری اطلاعات و ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی فناوری اطلاعات سلامت و ۱ نفر مدیر بیمارستان بودند، طی مصاحبه نیمه‌ساخت‌یافته صورت گرفت [۲۸]. پس از استخراج چارچوب کلی کنش‌های عامل از نتایج داده‌های کیفی، در ادامه با دقت زیاد، مجموعه کنش‌ها بر حسب به‌روزرسانی و انتخاب حالت محیط، موردارزیابی و بررسی محتوایی قرار گرفت؛ بنابراین فهرست کنش‌های عامل بر اساس طبقه‌بندی ساختار درختی از محتوای مفهومی مستند فوق‌الذکر به‌صورت یک درخت عمومی غیردودویی[3] استخراج و ایجاد شد [۲۳].

با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی K-means[4]درخت عمومی یادشده به یک درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تبدیل شد [۱۷, ۵]. شکل ۴، ساختار کلی این درخت را نشان می‌دهد. میزان احتمال انتخاب هر قلم کنش در این درخت بر اساس پرسش از خبرگان گروه دوم، تدوین شده است. به‌دلیل ماهیت خوشه‌بندی محتوایی، در این فهرست احتمال انتخاب اقلام سطوح ۱، ۲ و ۳، به‌صورت قطعی و ۱۰۰ است؛ ولی احتمال انتخاب اقلام سطح ۴ مشخص‌کننده مسیر اصلی خروجی مدل بوده و از همین رو بر اساس نظر خبرگان در جدول ۵ پیوست، فهرست شده‌اند؛ بنابراین جدول ۲ پیوست، فهرست کنش‌های سطح ۱، جدول ۳ پیوست، فهرست کنش‌های سطح ۲ منشعب از گروه ۱ سطح ۱، جدول ۴ پیوست، فهرست کنش‌های سطح ۳ منشعب از گروه ۱ سطح ۲ و درنهایت جدول ۵ پیوست (صرفاً حاوی داده‌های نمونه)، فهرست کنش‌های سطح ۴ منشعب از گروه‌های سطح ۳ را نشان می‌دهند. با توجه به مطالب، فهرست ویژگی‌های نهایی مدل (جدول ۶ پیوست) در ۴ سطح استاندارد که ۳ سطح کلی و ۱ سطح جزئی بود، انتخاب و تدوین شدند.



شکل ۴. ساختار درخت دودویی قبل از انجام خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی [۲۳]

پس از مشخص‌شدن فهرست ویژگی‌های نهایی و فهرست اولیه مربوط به کنش‌ها، باید فرایند نگاشت ویژگی ـ کنش بر اساس رویه استاندارد انجام پذیرد؛ بنابراین کنش‌های نهایی‌محور «رهبری و مدیریت کیفیت» که باید در طراحی جدول Q[5] مرتبط به‌کارگرفته شود، تدوین شد [۲۳]. شکل ۵، کنش‌های محور «رهبری و مدیریت کیفیت» را نشان می‌دهد. برای تدوین جدول Q یادشده، نظرخواهی از گروه دوم خبرگان که شامل ۴ نفر آقا، ۱ نفر عضو هیئت‌علمی دانشگاه در حوزه مدیریت بهداشت و درمان، ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت فناوری اطلاعات و ۱ نفر دانشجوی دکتری تخصصی فناوری اطلاعات سلامت و ۱ نفر مدیر بیمارستان بودند، طی مصاحبه نیمه‌ساخت‌یافته، صورت گرفت. در این فرایند، ابتدا ارتباط معنایی و محتوایی بین فهرست ویژگی‌های اولیه (جدول ۱ پیوست) و کنش‌های اولیه (جدول‌های ۲ و ۳ و ۴ و ۵ پیوست) مشخص شد؛ سپس در طول جلسه دوم همین مصاحبه، بانک اطلاعاتی[6] اولیه

1. Features Selection
2. Wrapper
3. General non-binary tree
4. K-means-based Balanced Clustering
5. Q-table
6. Dataset

ساخته‌شده توسط پژوهشگر که یک جدول خام Q بود؛ توسط خبرگان داوری شد [۲۶]. بانک اطلاعاتی فوق‌الذکر، حاوی اطلاعات ساختاری ویژگی‌های حالت (۴۳ ویژگی حالت موجود در جدول ۶ پیوست) بود؛ همچنین اطلاعات ویژگی‌های کنش سطوح ۱، ۲ و۳ نیز را در خود دارد.

شکل ۵. کنش‌های محور «رهبری و مدیریت کیفیت» در مستند اعتباربخشی

در ادامه از خبرگان خواسته شد تا بر اساس تجربه علمی و عملیاتی خود، داده‌های هدف[1] را در بانک اطلاعاتی Q مشخص کنند. این کار مستلزم ثبت اطلاعات داده‌های هدف برای هر یک از بیمارستان‌های فرایند شبیه‌سازی بود؛ بنابراین با گروه‌بندی خبرگان و تقسیم این کار در میان آن‌ها، درمجموع اطلاعات هدف تعداد ۸۴ بیمارستان شبیه‌سازی‌شده، در بانک اطلاعاتی نهایی Q، تکمیل شد [۲۹]. این مجموعه داده برای استفاده در ادامه فرایند یادگیری، در قالب یک فایل اکسل ذخیره شد. برای اعتبارسنجی بیشتر متغیرهای منتخب فوق‌الذکر (متغیرهای مستقل مجموعه ویژگی‌ها و حالات و متغیرهای وابسته مجموعه کنش‌ها و اقدامات) از روش تحلیل حساسیت نیز استفاده شد. نتایج تحلیل حساسیت (شکل‌های نمونه ۱۵، ۱۶ و ۱۷) نیز اعتبار لازم متغیرهای مدل شبیه‌سازی را نشان داد.

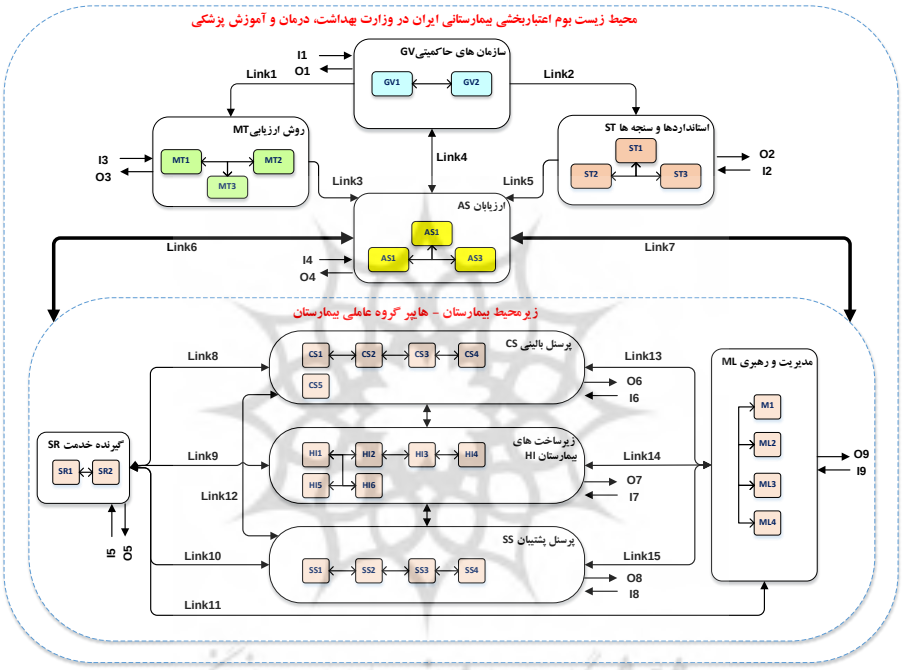
۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

مدل مفهومی عامل‌بنیان. در مطالعه کشوری‌کامران و همکاران (۲۰۲۳) [۱۳]، با بهره‌گیری از نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل داده‌های کیفی و مدل داده‌بنیاد، مصادیق و عامل‌های مستقل هر گروه عاملی شناسایی شد [۱۱]. در فرایند تدوین مدل مفهومی عامل‌بنیان، کلیه تعاملات عامل‌ها در درون گروه، همچنین تعاملات کلان گروه‌های عاملی با محیط، به‌صورت تعاملات ورودی و خروجی و کلیه تعاملات گروه‌های عاملی به‌صورت ارتباطات جهت‌دار در مدل نهایی عامل‌بنیان شکل ۶، آمده است. درنهایت عامل‌های مفهومی مدل عامل‌بنیان شناسایی شدند. ۹ عامل مفهومی نهایی موجود در جدول ۳، مجموعه عامل‌های مفهومی حوزه اعتباربخشی بیمارستانی را تشکیل می‌دهند.

1. Target Features

جدول ۳. فهرست عامل‌های سیستم چندعاملی اعتباربخشی بیمارستانی [۱۳]

عنوان عامل مفهومی	نوع عامل
سازمان‌های حاکمیتی	سازمان
مدیریت و رهبری	فرد
کارکنان بالینی	فرد
کارکنان پشتیبان	فرد
زیرساخت‌های بیمارستان	شیء، نرم‌افزار، سخت‌افزار، طرح و برنامه، فرد
ارزیابان	فرد
استانداردها و سنجه‌ها	طرح و برنامه
روش ارزیابی	طرح و برنامه
گیرنده خدمت	فرد



شکل ۶. مدل مفهومی عامل‌بنیان سیستم اعتباربخشی بیمارستانی [۱۳]

عناصر مدل یادگیری تقویتی. مدل یادگیری تقویتی در این پژوهش درصدد یافتن زنجیره‌های بهینه[1] از کنش‌های عملیاتی، در شرایطی که عناصر کمی ارزیابی بیمارستان موجود است، است [۱۲]. عناصر و اجزای مدل یادشده در ادامه ذکر شده است [۱۲، ۲۹]:

۱. هدف اصلی: هدف اصلی در مدل، شبیه‌سازی فرایند ارزیابی وضعیت (حالت) فعلی و برآورد رتبه اعتباربخشی بیمارستان و همچنین توصیه‌کردن شرایط (کنش) نیل به وضعیت مطلوب و انجام زنجیره اقدامات مثبت و منفی[2] است.

۲. محیط عامل‌بنیان: محیط عامل‌بنیان، زیست‌بومی است که عامل‌ها در آن کنش می‌کنند؛ بنابراین «زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستانی در وزارت بهداشت ایران» به‌عنوان محیط عامل‌بنیان این مطالعه در نظر گرفته شده است.

۳. مجموعه حالات[3]: حالات، موقعیت‌های قرارگیری عامل‌ها هستند؛ بنابراین مجموعه عوامل حوزه اعتباربخشی بیمارستانی مانند متغیرهای ورودی، متغیرهای خروجی، شاخص‌ها، پارامترها، اعداد ثابت مربوط به سنجه‌های هر عامل در مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتباربخشی ملّی بیمارستان‌های ایران نسخه مورداستناد دور پنجم اعتباربخشی ملّی سال ۱۴۰۱»، مجموعه حالات مدل یادگیری تقویتی مطالعه حاضر را تشکیل می‌دهند. این مجموعه در جدول ۱۰، پیوست ارائه شده است. روابط ۱ و ۲، نمایش ریاضی از مجموعه حالات فعلی محیط و حالات بعدی محیط در داده‌های جدول ۶ پیوست را نشان می‌دهند.

1. Optimum Action Trajectories
2. Trajectories
3. States

رابطه (۱) $S_t = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ v_n: ام n مقدار متغیر

رابطه (۲) $S_{t+1} = \{v'_1, v'_2, \dots, v'_n\}$ v'_n: ام n مقدار متغیر

۴. مجموعه کنش‌ها: مجموعه کنش‌های عامل‌های هوشمند، در هر اپیزود یادگیری تقویتی، مسیرهایی از درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی‌شده[1] اقدامات عملیاتی قابل‌انجام در بیمارستان و به‌ازای مجموعه ویژگی‌های حالت در جدول‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ پیوست هستند. شیوه دسته‌بندی و پیمایش کنش‌ها در این مطالعه، برگرفته از ساختار درختی موجود در «الگوریتم توصیه‌گرگرادیان تابع سیاست مبتنی بر ساختار درختی»[2] است. خروجی این الگوریتم، یک درخت با ساختار رخدادی است. در هر گام از جست‌وجو، الگوریتم با استفاده از یک تابع پیش‌بینی، احتمال موفقیت هر گره را برای کاربر محاسبه می‌کند و درخت را به سمت گره با بیشترین احتمال، گسترش می‌دهد. این گسترش موجب ایجاد مسیرهای مشخص و توصیه اقلام کنش به کاربر می‌شود. رابطه ۳، مشخصات اولیه درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی از کنش‌ها را نشان می‌دهد. رابطه ۴، کنش‌های سطح ۱، ۲ و ۳، درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی در اقلام جداول ۲، ۳ و ۴ پیوست را نشان می‌دهد. رابطه ۵، مجموعه کنش‌های سطح آخر درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی در اقلام جدول ۵ پیوست را نشان می‌دهد. رابطه ۶، مسیر شماره ۱ از تراجکتوری‌های درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد. رابطه ۷، مسیر شماره ۲ از تراجکتوری‌های درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد. رابطه ۸، مسیر شماره n از تراجکتوری‌های درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد. رابطه ۹، مجموعه مسیرهای کنش (تراجکتوری) در زمان t را نشان می‌دهد.

رابطه (۳)
n_1: تعداد اقلام کنش در سطح ۱ درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی
n_2: تعداد اقلام کنش در سطح ۲ درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی
n_3: تعداد اقلام کنش در سطح ۳ درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی
n_{item}: تعداد اقلام کنش در سطح آخر item درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی :

رابطه (۴)
$$A_{s_1} = \left\{(a_{s_1})_1, (a_{s_1})_2, \dots, (a_{s_1})_{n_1}\right\}$$
$$A_{s_2} = \left\{(a_{s_2})_1, (a_{s_2})_2, \dots, (a_{s_2})_{n_2}\right\}$$
$$A_{s_3} = \left\{(a_{s_3})_1, (a_{s_3})_2, \dots, (a_{s_3})_{n_3}\right\}$$

رابطه (۵) $$A_{s_{item}} = \left\{(a_{s_{item}})_1, (a_{s_{item}})_2, \dots, (a_{s_{item}})_{n_{item}}\right\}$$

رابطه (۶) $$path_1 = \left\{(a_{s_1})_{selected_index1}, (a_{s_2})_{selected_index2}, , (a_{s_3})_{selected_index3}, (a_{s_{item}})_{selected_index4}\right\}$$

رابطه (۷) $$path_2 = \left\{(a_{s_1})_{selected_index1}, (a_{s_2})_{selected_index2}, , (a_{s_3})_{selected_index3}, (a_{s_{item}})_{selected_index4}\right\}$$

رابطه (۸) $$path_{n_{item}} = \left\{(a_{s_1})_{selected_index1}, (a_{s_2})_{selected_index2}, , (a_{s_3})_{selected_index3}, (a_{s_{item}})_{selected_index4}\right\}$$

رابطه (۹) $$Recommended_Actions_t = \{path_1, path_2, \dots, path_{n_{item}}\}$$

1. Hierarchical clustered binary tree
2. TPGR (Tree Policy Gradient Recommendation)

۵. تابع پاداش[1]: در یادگیری تقویتی، بازخورد انجام کنش از محیط، پاداش است؛ بنابراین تابع پاداش در مدل این مطالعه «کسب بالاترین امتیاز ممکن در نظام رتبه‌بندی بیمارستانی با انجام کمترین تعداد کنش و اقدام لازم» است. این تابع پاداش از تابع کلی‌تری باعنوان «منفی یک واحد پاداش در زمان t انجام هر کنش» استنتاج شده است. رابطه ۱۰، تابع پاداش، تابع شرطی مبتنی بر پاداش رتبه‌بندی و پاداش کنش را نشان می‌دهد.

رابطه (۱۰)

$$r_{Grade} = f(s_t)$$
$$r_{Action} = \Sigma(-t) \quad \text{یا} \quad r_{Action} = f(\text{value(items)}, \text{number(items)})$$
$$R_{Final} = Max(r_{Grade}) \mid min(r_{Action})$$

۶. سیاست (خطی‌مشی): روش نگاشت حالات عامل به کنش، سیاست یا خطی‌مشی در مدل یادگیری تقویتی است. در این مطالعه، تابع سیاست بر اساس فرایند یادگیری هر عامل، مبتنی بر یک شبکه عصبی عمیق DQN و الگوریتم کاهش گرادیان است که در آن سیاست بهینه برای اتخاذ تصمیم در خصوص انتخاب کنش‌های بهینه، مربوط به حالت فعلی یاد گرفته می‌شود. با روش انتخاب‌شده، از میان مجموعه‌ای از سیاست‌ها، سیاست و خطی‌مشی بهینه یاد گرفته شده و انتخاب می‌شود تا بهترین تصمیم در خصوص انتخاب کنش‌های متناسب اتخاذ شود. رابطه ۱۱، تخمین‌زن سیاست در این مطالعه را نشان می‌دهد که مبتنی بر یک تابع توزیع تصادفی بر پایه مونت‌کارلو تشکیل شده است.

رابطه (۱۱)

$$\nabla_\theta J(\theta) \approx \sum_{t \geq \emptyset} r(\tau) \nabla_\theta \log \Pi_\theta(a_t | S_t)$$

رابطه ۱۱، یادگیری سیاست با الگوریتم Reinforce است که در آن $r(\tau)$ مقدار پاداش یک تراجکتوری (a_t, s_t) است. اگر $r(\tau)$ بالا باشد، احتمالات کنش‌های انتخاب‌شده، افزایش یافته و اگر $r(\tau)$ پایین باشد، احتمالات کنش‌های انتخاب شده، کاهش می‌یابد. درنهایت با کاهش گردایان بر روی پارامترهای سیاست (θ)، سناریو و سیاست بهینه به‌دست‌آمده موجب انتخاب بهترین تراجکتوری از حالات و کنش‌ها می‌شود.

۷. فضای حالت و عمل: فضای حالت در مدل این مطالعه، گسسته و قطعی بوده و فضای عمل آن نیز گسسته و قطعی است؛ همچنین مدل کلی مطالعه خطی است؛ البته فضای عمل شبیه‌سازی می‌تواند دارای ابعاد بسیار زیاد باشد.

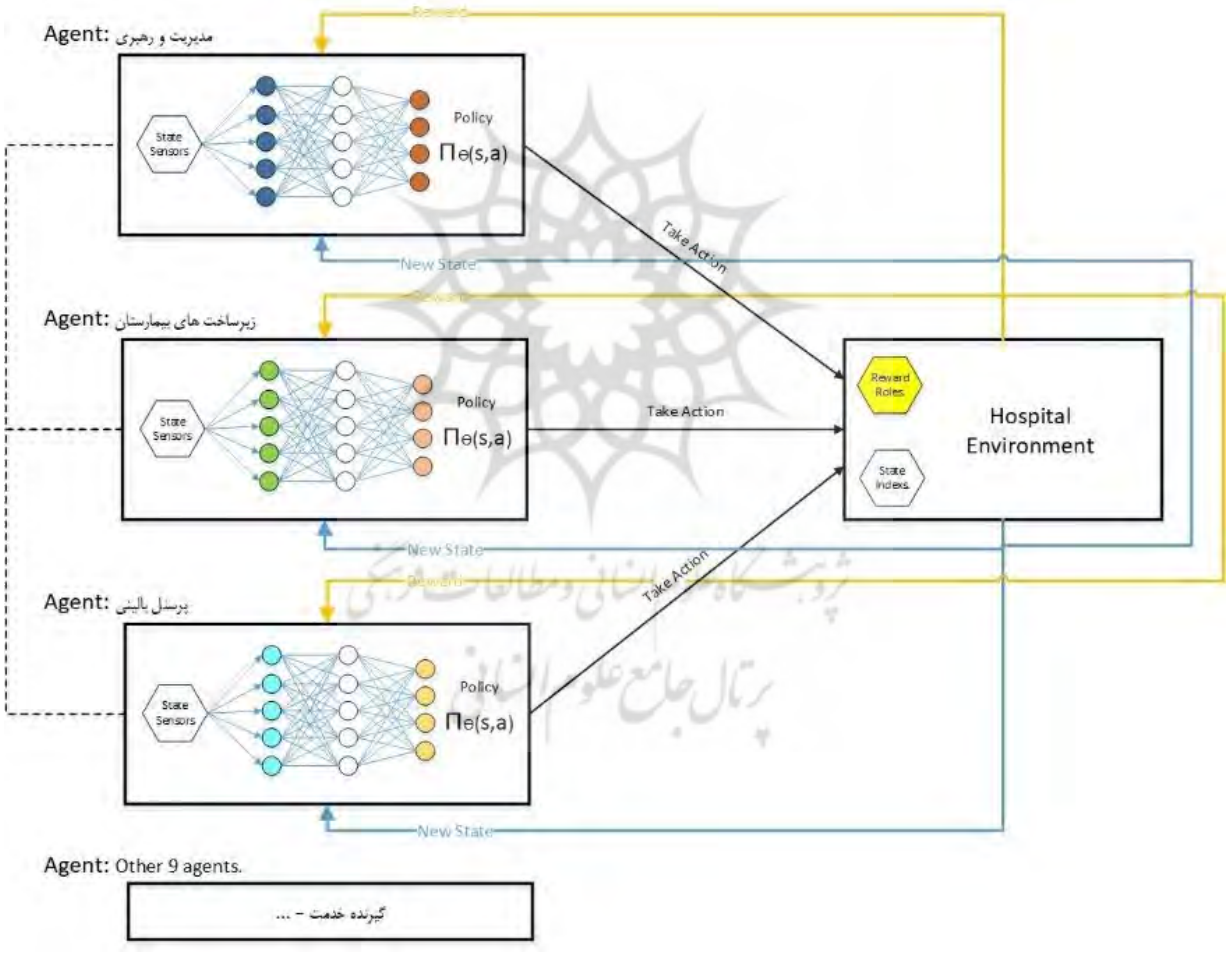
روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی. مهم‌ترین اجزای روش‌شناسی یادشده در ادامه آمده است:

۱. عامل‌های عملیاتی هوشمند: عامل‌های مفهومی مطالعه، ۹ عامل تدوین‌شده در جدول ۳، هستند. عامل «مدیریت و رهبری» یکی از آن‌ها بوده که به‌دلیل جلوگیری از افزایش ابعاد و حجم فضاهای حالت و عمل، به‌تنهایی در مدل یادگیری تقویتی ارائه شده است. سایر عامل‌های مفهومی عبارت‌اند از: «ارکنان بالینی، زیرساخت‌های بیمارستان، کارکنان پشتیبان، گیرنده خدمت، ارزیابان، روش ارزیابی، استانداردها و سنجه‌ها». هدف عملیاتی هر یک از عامل‌های مفهومی، «حداکثرکردن امتیازات اعتباربخشی سنجه‌های حوزه مربوط به خود با توصیه کمترین اقدامات» است؛ بنابراین عامل‌های هوشمندی که با بهره‌گیری از تکنیک‌ها و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، اهداف عملیاتی عامل‌های مفهومی متبوع خود را برآورده سازند، توسعه داده خواهد شد. هدف عملیاتی این عامل‌های هوشمند «حداکثرکردن پاداش و بهینه‌سازی اپیزدهای الگوریتم یادگیری تقویتی» است. در این مطالعه می‌توان از عامل‌های هوشمند و یادگیرنده ماشینی مربوط به عامل مفهومی «رهبری و مدیریت» مانند الگوریتم‌های DDPG[2]، A2C[3]، DQN[4]، TPGR[5]، TPGR-BP[6] بهره گرفت و اثربخشی هر یک را موردبررسی قرار داد و درنهایت یکی از آن‌ها را به‌عنوان عامل هوشمند بهینه پیشنهاد کرد [۲۳]. در همین

1. Reward function
2. Deep Deterministic Policy Gradient
3. Advantage Actor-Critic
4. Deep Q-Network
5. Tree Policy Gradient Recommendation
6. Tree Policy Gradient Recommendation – Best Practice

راستا، رویکردهای متعددی در یادگیری تقویتی، از جمله الگوریتم‌های Q-learning، SARSA[1]، Policy Gradient و DQN مورد مطالعه قرار گرفت؛ اما به‌دلیل شرایط فضای حالت و فضای عمل مدل حاضر، الگوریتم‌های مبتنی بر Policy Gradient انتظار اثربخشی بیشتری را فراهم کردند؛ بنابراین الگوریتم پایه مدل این مطالعهمبتنی بر Policy Gradient است که از روش Gradient Ascent برای بهینه‌سازی خطا در تغییرات پارامترهای سیاست استفاده می‌کند [۲۷]. در این الگوریتم، یک سیاست به‌عنوان تابعی از حالات محیط و کنش‌های قابل‌انجام توسط عامل تعریف می‌شود. هدف این الگوریتم، بهینه‌سازی پارامترهایی است که باعث افزایش کیفیت سیاست می‌گردند.

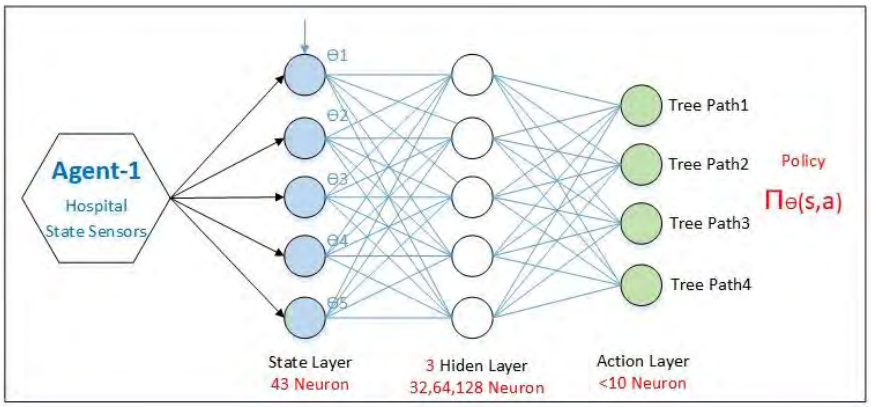
۱. چرخه کلی مدل: شکل ۷، چرخه کلی مدل یادگیری تقویتی در این مطالعه را نشان می‌دهد. در این ساختار هر یک از عامل‌های هوشمند، زیرمجموعه عامل‌های مفهومی نه‌گانه در محدوده خود دارای یک شبکه عصبی چندلایه بوده که ویژگی‌های حالات مرتبط، به این شبکه عصبی وارد شده و در خروجی آن، بر اساس تعریف تابع سیاست ویژه آن عامل، نگاشتی از کنش‌های بهینه بر حسب شرایط و حالات فعلی عامل ایجاد خواهد شد. درنهایت عامل موردنظر، اقدام به انجام یا توصیه زنجیره کنش منتخب خواهد کرد و به‌صورت متقابل نیز محیط بیمارستان بر اساس قوانین مرتبط و تابع اصلی پاداش، پاداش فعلی را به عامل هوشمند بازخورد خواهد داد؛ همچنین وضعیت جدید محیط، نیز به عامل بازخورد خواهد شد.



شکل ۷. شمای کلی مدل یادگیری تقویتی

مدل شبکه عصبی: شکل ۸، شمای کلی شبکه عصبی عامل هوشمند برگرفته از عامل مفهومی «مدیریت و رهبری» را نشان می‌دهد که در آن مشخصات لایه‌های ورودی، مخفی و خروجی شبکه آمده است. نورون‌های لایه ورودی این شبکه از ویژگی‌های حالات جدول شماره ۱۰، پیوست برگرفته شده و نورون‌های لایه خروجی شبکه نیز از مسیرهای نهایی ده‌گانه مربوط به درخت خوشه‌بندی شده سلسله‌مراتبی در جدول‌های ۲، ۳، ۴ و ۵، پیوست، برگرفته شده است.

1. State-Action-Reward-State-Action



شکل ۸. شمای شبکه عصبی عامل هوشمند مرتبط با عامل مفهومی «مدیریت و رهبری»

جدول ۴، عناصر و اقلام اجرایی یادگیری تقویتی را در وضعیت بهینه و اثربخش مدل نشان می‌دهد.

جدول ۴. اقلام اجرایی الگوریتم یادگیری تقویتی مدل

عنوان	نماد/مقدار
تعداد اپیزود اجرای الگوریتم	۲۰۰
تعداد همه ویژگی‌های حالت	۴۳
تعداد همه ویژگی‌های کنش	۹۹۶
تعداد ویژگی‌های کنش در سطح ۱ درخت کنش‌ها	۳
تعداد ویژگی‌های کنش در سطح ۲ درخت کنش‌ها	۷
تعداد ویژگی‌های کنش در سطح ۳ درخت کنش‌ها	۴۲
تعداد ویژگی‌های کنش در سطح ۴ درخت کنش‌ها	۹۴۴
پاداش محیط به ازای یک توصیه و انجام کنش	از طریق تابع پاداش
تعداد نورون‌های لایه ورودی شبکه عصبی	۴۳
تعداد لایه‌های مخفی شبکه عصبی	۳
تعداد نورون‌های لایه‌های مخفی شبکه عصبی	۳۲، ۶۴، ۱۲۸
تعداد نورون‌های لایه خروجی شبکه عصبی	۱۰
تابع فعال‌سازی شبکه عصبی	ReLU
تابع هزینه شبکه عصبی[1]	Mean Squared Error

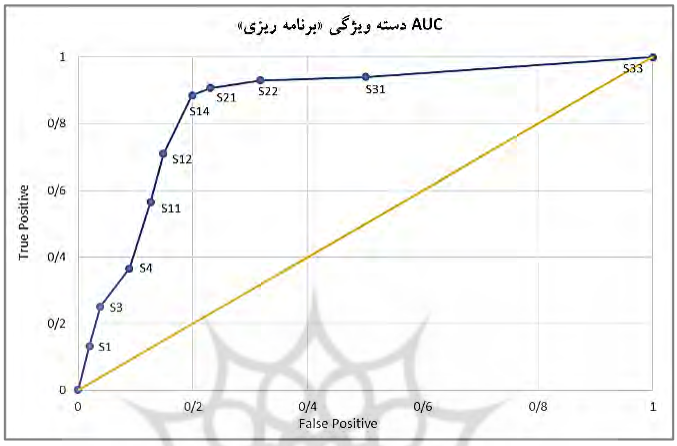
اعتبارسنجی ویژگی‌ها و مدل. برای اعتبارسنجی و اطمینان از دقت و صحت ویژگی‌ها در مدل، علاوه بر اجرای الگوریتم انتخاب ویژگی Backward، با استفاده از روش‌های اعتبارسنجی آماری، ویژگی‌های نهایی استخراج شده، اعتبارسنجی شد [۲۵]. شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳، نمودارROC مربوط به هر دسته ویژگی زیرمجموعه ۴۳ ویژگی نهایی را با درنظرگرفتن خروجی‌های سطح ۱، ۲ و ۳ از کنش‌های مدل و با استفاده از الگوریتم Classifier LR، در مدل یادگیری تقویتی نشان می‌دهد. جدول ۶، میزان میانگین AUC هر یک از دسته ویژگی‌ها را به همراه برچسب نهایی دقت که بر اساس جدول ۵، تدوین شده است را نشان می‌دهد. با درنظرگرفتن مطالب بالا، هر پنج دسته ویژگی برنامه‌ریزی، بسیج منابع، سازمان‌دهی، کنترل و هدایت و رهبری شرایط مطلوب در دقت، احراز می‌شود و دارای اعتبار لازم در مدل هستند.

برای اعتبارسنجی بیشتر متغیرهای منتخب در خروجی مدل، از روش تحلیل حساسیت نیز استفاده شده است. شکل‌های ۱۵، ۱۶ و۱۷، سه نمونه از نمودارهای تحلیل حساسیت انجام‌شده را نشان می‌دهند. در فرایند انجام تحلیل حساسیت، متغیرهای مستقل، مجموعه ویژگی‌ها و حالات مدل یادگیری تقویتی (جدول ۶ پیوست) و متغیرهای وابسته، مجموعه کنش‌ها و اقدامات خروجی حاصل از انتخاب

1. Loss Function

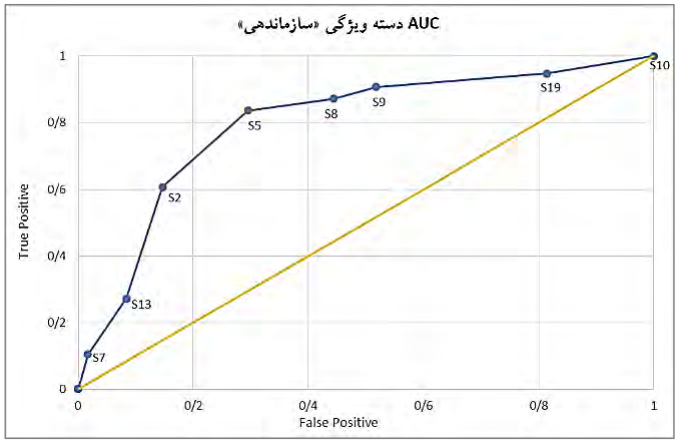
سیاست در مدل یادگیری تقویتی (جدول ۴ پیوست) هستند. به‌دلیل تعداد زیاد اعضای مجموعه حالات و کنش‌ها، صرفاً خروجی مدل، برای کنش‌های ۱ تا ۴۲ از مجموعه کنش‌های سطح ۳ منشعب از گروه ۱ سطح ۲ مربوط به محور «رهبری و مدیریت کیفیت» در جدول ۴، انتخاب شد و در ادامه، تحلیل حساسیت، نسبت به مقادیر متغیرهای شماره ۱ تا ۴۳ موجود در جدول۶ پیوست صورت گرفت؛ البته در نمودار شکل‌های ۱۴، ۱۵ و ۱۶ مقادیر متغیرS1، «میزان پیشرفت عملیات تدوین و اجرای سیاست‌های اصلی ابلاغی»، آمده است.

نتایج و نمودارهای تحلیل حساسیت، نشان داد که کلیه متغیرهای وابسته منتخب در خروجی مدل یادگیری تقویتی (جدول ۴ پیوست) نسبت به مقادیر متغیرهای مستقل منتخب در ورودی مدل یادگیری تقویتی (جدول ۶ پیوست)، حساس هستند؛ بنابراین فرایند انتخاب ویژگی‌ها و کنش‌های مدل یادگیری تقویتی دارای اعتبار و پایایی لازم است.



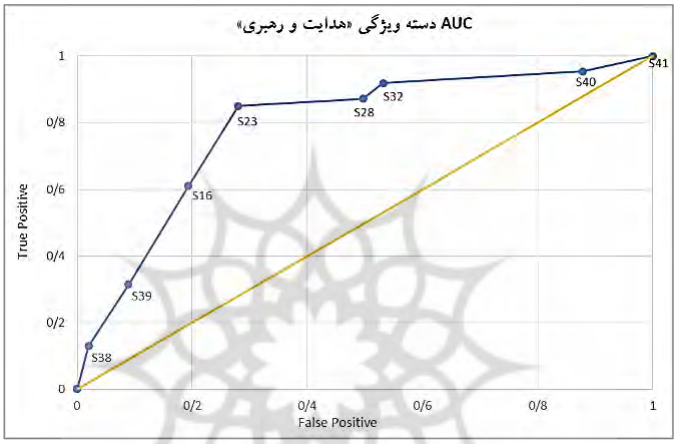
شکل ۹. نمودار ROC دسته ویژگی «برنامه‌ریزی»

شکل ۱۰. نمودار ROC دسته ویژگی «بسیج منابع»



شکل ۱۱. نمودار ROC دسته ویژگی «سازمان‌دهی»

شکل ۱۲. نمودار ROC دسته ویژگی «کنترل»



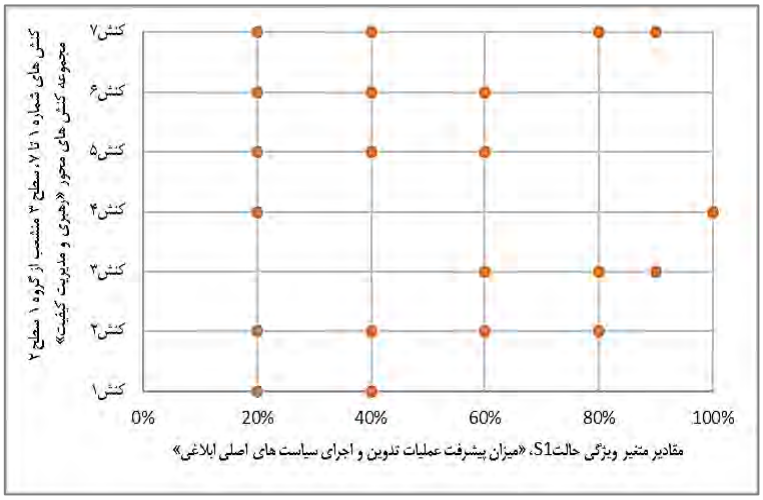
شکل ۱۳. نمودار ROC دسته ویژگی «هدایت و رهبری»

جدول ۵. معیار تعیین برچسب دقت

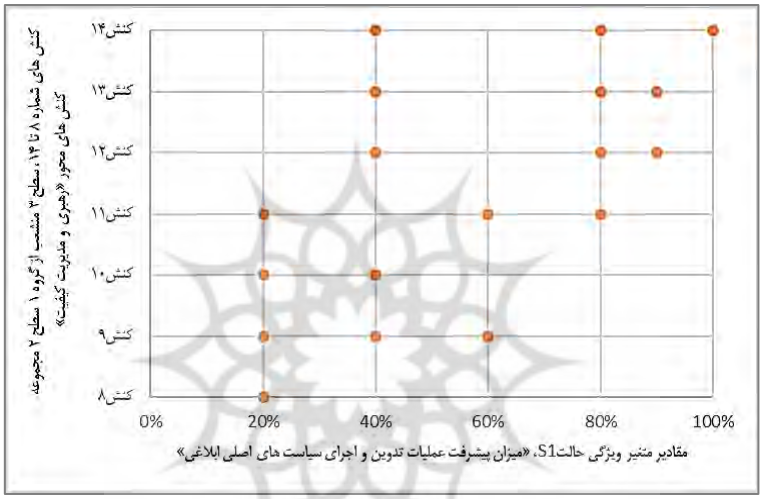
Accuracy	AUC
Excelent	> ۰/۹
Good	> ۰/۸
Fair	> ۰/۷
Poor	≤ ۰/۷

جدول ۶. میزان میانگین AUC هریک از دسته ویژگی‌ها

دسته ویژگی	لیست ویژگی‌ها	میانگین AUC	دقت
برنامه‌ریزی	s1,s3,s4,s11,s12,s14,s21,s22,s31,s33	۰/۸۶	Good
بسیج منابع	s37,s6,s17,s18,s25,s26,s30,s42,s43	۰/۸۸	Good
سازمان‌دهی	s7,s13,s2,s5,s8,s9,s19,s10	۰/۸۱	Good
کنترل	s15,s20,s24,s27,s29,s34,s35,s36	۰/۸۰	Good
هدایت و رهبری	s38,s39,s16,s23,s28,s32,s40,s41	۰/۸۳	Good



شکل ۱۴. نمودار حساسیت خروجی مدل (کنش‌های ۱ تا ۷ از کنش‌های محور «رهبری و مدیریت کیفیت»، در جدول ۴)، نسبت به مقادیر متغیر ویژگی حالت S1، در جدول ۶



شکل ۱۵. نمودار حساسیت خروجی مدل (کنش‌های ۸ تا ۱۴ از کنش‌های محور «رهبری و مدیریت کیفیت»، در جدول ۴)، نسبت به مقادیر متغیر ویژگی حالت S1، در جدول ۶

شکل ۱۶. نمودار حساسیت خروجی مدل (کنش‌های ۱۵ تا ۲۱ از کنش‌های محور «رهبری و مدیریت کیفیت»، در جدول ۴)، نسبت به مقادیر متغیر ویژگی حالت S1، در جدول ۶

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اعتباربخشی بیمارستانی، روند ارزشیابی با استفاده از استانداردهای مطلوب ساختاری، فرآیندی و پیامدی است که نقش قابل‌توجهی در نظارت و ارزشیابی سازمان‌های بهداشتی و درمانی دارد و همواره باعث ارتقای کیفیت، ایمنی، اثربخشی و کارایی خدمات این سازمان‌ها بوده است [۴]. با توجه به هدف اصلی پژوهش حاضر که «ارائه عناصر و روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی در ایران» است؛ سعی شده تا به پرسش اصلی آن (*آیا عناصر و روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی را*

می‌توان منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی، طراحی و تدوین کرد؛ به‌طوری‌که به بهینه‌شدن بهره‌وری در زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستانی منجر شود؟)، پاسخ‌های مناسبی داده شود. ابتدا با بهره‌گیری از نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل داده‌های کیفی و مدل داده‌بنیاد موجود در مطالعه کشوری‌کامران و همکاران (۲۰۲۳)، عامل‌های مفهومی (جدول ۳) شناسایی و مدل مفهومی عامل‌بنیان (شکل ۶) استخراج و تدوین شد. در ادامه داده‌های فرایند یادگیری ماشین با استفاده از روش مرور سیستماتیک، استخراج و تلخیص شدند و محورهای نهایی موردبررسی در مستند اعتباربخشی، تدوین شدند (شکل ۳) [۱۳]. با توجه به حجم زیاد اقلام و مؤلفه‌های ارزیابی، صرفاً اقلام محور اصلی شماره یک «رهبری و مدیریت» در مدل یادگیری تقویتی در نظر گرفته شد؛ بنابراین کلیه ویژگی‌های موردنیاز در فرایند یادگیری، مرتبط با محورهای شماره ۱ تا ۷ استانداردهای «مدیریت و رهبری» استخراج شد. از میان ۶۷ استاندارد مرتبط، تعداد ۵۴ استاندارد به‌عنوان عضو مجموعه حالات و ویژگی‌های اولیه در مدل یادگیری انتخاب شدند. پس از استخراج چارچوب کلی کنش‌های عامل، آن‌ها بر حسب به‌روزرسانی و انتخاب حالت محیط، مورد ارزیابی و بررسی محتوایی قرار گرفتند و فهرست کنش‌های عامل بر اساس طبقه‌بندی ساختار درختی، به‌صورت یک درخت عمومی غیردودویی استخراج و ایجاد شد؛ سپس به یک درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی‌شده تبدیل شد (شکل ۴). جدول ۱ پیوست، بازنمایی‌کننده واقعی از اقلام کنش‌های عامل «مدیریت و رهبری» است. در نهایت، فهرست ویژگی‌های نهایی مدل (جدول ۶ پیوست) در ۴ سطح استاندارد که ۳ سطح کلی و ۱ سطح جزئی بوده، انتخاب و تدوین شدند. کنش‌های نهایی‌محور «رهبری و مدیریت کیفیت» که باید در طراحی جدول Q مرتبط به‌کارگرفته شوند، تدوین شدند (شکل ۵). با انجام گروه‌بندی خبرگان، در مجموع اطلاعات هدف تعداد ۸۴ بیمارستان شبیه‌سازی شده، در بانک اطلاعاتی نهایی Q، تکمیل شد. این مجموعه داده برای استفاده در ادامه فرایند یادگیری، در قالب یک فایل اکسل ذخیره شد.

جمع‌بندی پیشینه پژوهش‌های مرتبط، نشان داد که رویکرد طراحی مدل‌های اعتباربخشی بیمارستانی می‌تواند به دو گروه «مدل‌های مفهومی بدون بهره‌گیری از عوامل هوشمند» و «مدل‌های مفهومی با بهره‌گیری از مفاهیم هوشمندسازی و سیستم‌های عامل‌بنیان» تقسیم شود؛ همچنین مشخص شد که مطالعات مدل‌های مفهومی سلامت (نه فقط و لزوماً اعتباربخشی بیمارستانی) با رویکرد سیستم‌های عامل‌بنیان، به‌صورت گسترده‌ای در حال رشد است. بررسی‌ها نشان داد که این مطالعات دارای نتایج موردانتظار بوده است و کارایی و اثربخشی مدل‌ها و فرایندهای پیشنهادشده توسط آن‌ها اعتبار لازم را داشته‌اند؛ همچنین از نقاط ضعف این پژوهش‌ها این است که الگوریتم‌های یادگیری تقویتی لزوماً با مدل‌های عامل‌بنیان در آن‌ها درآمیخته نشده است.

مصدق‌راد و غضنفری (۲۰۲۰)، تأیید کردند که برای اثربخشی بیشتر سیستم اعتباربخشی بیمارستانی، عامل‌هایی مانند سیاست‌گذاران، استانداردها، مدیران بیمارستانی، کارکنان و پزشکان، زیرساخت‌ها و منابع بیمارستانی، سازمان‌های بالادستی و ارزیابان، نقش مؤثرتری دارند؛ بنابراین از یافته‌های آن‌ها در فرایند تدوین مدل مفهومی عامل‌بنیان و روند استخراج و جمع‌آوری ویژگی‌ها در پژوهش حاضر بهره گرفته شد [۲۵].

مشخص شد که مهم‌ترین متغیرهای مستقل که دارای تأثیر و اثربخشی بر متغیر وابسته «سیستم اعتباربخشی بیمارستانی» بوده‌اند، عبارت‌اند از: شاخص‌های بهبود کیفیت؛ مدیریت رهبری؛ مدیریت منابع؛ مدیریت بیمار؛ همچنین مشخص شد که موضوعاتی مانند مستقل‌بودن سازمان اعتباربخشی، میزان مشارکت کارکنان، تعداد، ساختار و محتوای استانداردها، مشکلات ساختاری، اهمیت منابع انسانی و مالی، از جمله چالش‌های اجرایی اعتباربخشی هستند. این موضوع‌ها توسط چهرآزاد و همکاران (۲۰۱۹)، تأیید شده است [۴].

عبدالشریف و همکاران (۲۰۲۱)، مدل‌ها و تکنیک‌های اخیر یادگیری تقویتی برای پشتیبانی از سیستم‌های مراقبت بهداشتی هوشمند، را به طور جامع بررسی کرده و نمای کلی، چالش‌ها، معماری و چگونگی سودمندی یادگیری تقویتی برای این سیستم‌ها را ارائه و مدل‌سازی ریاضی آن را بررسی کردند [۲۲]؛ بنابراین از یافته‌های آن‌ها در فرایند تدوین عناصر و اجزای مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر بهره گرفته شده است.

لیو و همکاران (۲۰۱۸)، یک چارچوب جدید توصیه مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق با مدل‌سازی تعاملات صریح کاربر به‌نام DRR پیشنهاد داده‌اند که توصیه را به‌عنوان یک رویه تصمیم‌گیری متوالی در نظر می‌گیرد و یک طرح یادگیری تقویتی «بازیگر منتقد» برای مدل‌سازی تعاملات بین کاربران و سیستم‌های توصیه‌کننده ارائه می‌کند [۲۸]؛ بنابراین از یافته‌های آن‌ها در فرایند تدوین روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر بهره گرفته شده است.

ژائو و همکاران (۲۰۱۹)، یک استراتژی تبلیغاتی جدید برای مبادله تبلیغ پیشنهادشده و یک چارچوب مبتنی بر یادگیری تقویتی ایجاد کردند که می‌تواند به‌طور مداوم استراتژی‌های تبلیغاتی خود را به‌روز کند و در درازمدت، پاداش را به‌حداکثر برساند. در این مطالعه

چارچوبی برای یادگیری تقویتی عمیق برای تبلیغات آنلاین در سیستم‌های توصیه‌کننده ارائه شده است [۲۹]. از یافته‌های این پژوهش در فرایند تدوین عناصر و اجزای مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر بهره گرفته شده است.

چن و همکاران (۲۰۱۹)، یک چارچوب توصیه گرادیان خط‌مشی ساختاریافته درختی (TPGR) پیشنهاد کردند که در آن یک درخت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی متوازن بر روی آیتم‌ها ساخته می‌شود و یک آیتم به‌عنوان جست‌وجوی یک مورد فرموله می‌گردد [۲۳]. بر پایه الگوریتم آن، روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر توسعه یافت. یوسفی و همکاران، مدل‌های معاملاتی تک‌سهام بر اساس الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری تقویت عمیق (DDPG و C2A) را ارائه کردند که بر پایه آن، روش‌شناسی مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر توسعه پیدا کرده است [۲۸].

پژوهش‌های فوق‌الذکر، اغلب بدون بهره‌مندی از رویکرد عامل‌بنیان (به‌غیر از تعدادی در سایر حوزه‌های سلامت) تدوین و ارائه شده‌اند. تعدادی از آن‌ها بیشتر جنبه‌های مهم در مسائل مدل‌های یادگیری تقویتی را تحلیل و مورد مطالعه قرار داده‌اند؛ به‌طوری‌که ابعاد جزئیات برخی از آن‌ها، از پژوهش حاضر نیز بیشتر است؛ اما به‌دلیل عدم‌بهره‌گیری از رویکردهای شبیه‌سازی عامل‌بنیان، توانایی بازنمایی قواعد رفتاری عوامل و تعاملات محیطی و الگوهای پیچیده در سطح خُرد و کلان محیط (برای مثال، یک بیمارستان) در آن‌ها وجود نداشت؛ بنابراین در نتایج و یافته‌های اغلب آن‌ها، قابلیت‌های هوشمندسازی و تطبیق‌پذیری شرایط رفتاری مشاهده نشد. با توجه به مباحث ذکرشده، عناصر و روش‌شناسی مدل ارائه‌شده پژوهش حاضر، نتیجه‌ای جامع و منسجم حاصل‌شده از روش‌های ترکیبی عامل–بنیان و داده‌بنیاد است که بر خلاف اغلب مدل‌های پیشین می‌تواند به‌عنوان چارچوب مفهومی در سیستم‌های هوشمند نرم‌افزاری مانند ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری، استفاده شود تا سیاست‌گذاران، مدیران و تصمیم‌گیرندگان در بیمارستان قادر باشند با اطلاع از نتایج واکنش‌های خود، بهترین رویکردها را با درنظرگرفتن جنبه‌های بیشتری از این مسائل، اتخاذ کنند؛ همچنین پژوهشگران در نظر دارند در پژوهش‌های آتی خود، الگوریتم‌های یادگیری تقویتی در این مطالعه را توسعه دهند و با تمرکز بر این الگوریتم‌ها، چارچوب نرم‌افزاری منطبق بر مدل پژوهش حاضر را تهیه و تدوین کنند. به پژوهشگران آتی نیز پیشنهاد می‌شود با توجه به کاربرد فراوان مدل‌سازی عامل–بنیان در حوزه سیستم‌های اجتماعی، فنی بیمارستانی و اهمیت به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری تقویتی در آن‌ها، پژوهش‌های مرتبطی در این حوزه انجام دهند.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به‌عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست‌ها

جدول ۱. فهرست ویژگی‌های اولیه حالات

کُد	عنوان (شاخص/ متغیر عملکردی/ متغیر ساختاری / غیره)
$f1$	میزان پیشرفت عملیات تدوین و اجرای سیاست های اصلی ابلاغی
$f2$	گزاره وضعیتی: بیمارستان درخصوص فعالیت و استفاده بهینه از ظرفیت‌های بستری عادی، ویژه و سرپایی اطمینان حاصل می‌کند؟
$f3$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تأمین منابع مالی و مدیریت هزینه ها برای استقرار و استمرار کیفیت خدمات، اطمینان حاصل می‌کند؟
$f4$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از مشارکت پیمانکاران و تأمین‌کنندگان در تحقق نتایج مطلوب، اطمینان حاصل می‌کند؟
$f5$	درصد مبتنی بر شواهدبودن و داشتن نتایج متوازن در تصمیمات و اقدامات گروه رهبری و مدیریت
$f6$	میزان فعالیت اثربخش کمیته‌های بیمارستانی بر اساس ضوابط مربوط و متناسب با شرایط بیمارستان
$f7$	گزاره وضعیتی: عملکرد گروه رهبری و مدیریت نمایانگر تعهد به اجرای برنامه‌های ارتقای کیفیت خدمات و ایمنی بیمار است؟
$f8$	میزان اطمینان رهبری بیمارستان از مشخص‌بودن ارتباط سازمانی و پاسخگویی مسئولان در حیطه وظایفشان
$f9$	وضعیت تدوین و بازنگری سند استراتژیک بیمارستان
$f10$	میزان برنامه‌ریزی و انجام اقدامات پیشگیرانه برای ایمنی و امنیت زیرساخت های حیاتی و محیط بیمارستان
$f11$	میزان تدوین و اجرای برنامه ارزیابی، نگهداری و راهبری ایمن سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی
$f12$	میزان تدوین و اجرای برنامه آمادگی و پاسخ مؤثر و به‌موقع به حوادث و بلایا
$f13$	میزان برنامه‌ریزی و اقدام گروه رهبری و مدیریت برای توسعه اخلاق حرفه‌ای و ترویج فرهنگ بیمارمحوری
$f14$	میزان برنامه‌ریزی و اقدام بیمارستان در خصوص ارتقای سلامت
$f15$	میزان مشارکت بیمارستان در اجرای برنامه‌های ملّی سلامت
$f16$	میزان انجام ارزیابی خطرِحوادث و بلایا و برنامه‌ریزی و مدیریت بر اساس نتایج آن
$f17$	درصد پیشگیری و مدیریت حوادث شغلی در سطح بیمارستان
$f18$	درصد پیشگیری و مدیریت بیماری های شغلی در سطح بیمارستان
$f19$	گزاره وضعیتی: تداوم خدمات حیاتی و برنامه بازیابی پس از حوادث و بلایا پیش‌بینی‌شده و بر اساس آن عمل می‌شود؟
$f20$	میزان به‌کارگیری کارکنان بر اساس ضوابط و مقررات مربوطه و احراز توانمندی‌های لازم برای هر یک از مشاغل
$f21$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های توانمندسازی کارکنان بر اساس آموزش های هدفمند
$f22$	گزاره وضعیتی: ارزشیابی و نظارت بر عملکرد کارکنان در مسیر ارتقا و توسعه، برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود؟
$f23$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از رعایت اصول بهداشت محیط در تمام بخش‌ها و واحدها اطمینان حاصل می‌کند؟
$f24$	گزاره وضعیتی: مراحل تهیه، آماده‌سازی، طبخ، توزیع و سرو غذا با رعایت اصول بهداشتی انجام می‌شود؟
$f25$	گزاره وضعیتی: مدیریت آب‌وفاضلاب بیمارستان بر اساس استانداردهای ملّی و ضوابط بهداشتی مربوط صورت می‌پذیرد؟
$f26$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های مدون بیمارستان برای حمایت از کارکنان
$f27$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه بهبود شرایط و سالم‌سازی محیط کار
$f28$	گزاره وضعیتی: به‌کارگیری کارکنان پرستاری بر اساس شرح شغل و شرایط احراز، انجام می‌شود؟
$f29$	میزان تدوین و ابلاغ سیاست‌های آموزشی پرستاران و بیماران
$f30$	گزاره وضعیتی: مدیریت پرستاری بر روند مراقبت و درمان، نظارت مؤثر می‌کند؟
$f31$	گزاره وضعیتی: سامانه اطلاعات بیمارستان (HIS) با قابلیت‌های موردانتظار فعال است؟
$f32$	میزان اطمینان بیمارستان از ورود صحیح و کامل داده‌ها
$f33$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های نگهداشت تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری
$f34$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های امنیت داده‌ها
$f35$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از فرآیند تشکیل و تکمیل پرونده‌های پزشکی بیماران اطمینان حاصل می‌کند؟

کُد	عنوان (شاخص/ متغیر عملکردی/ متغیر ساختاری / غیره)
$f36$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های الکترونیکی کردن خدمات
$f37$	دردسترس‌بودن سند استراتژیک در بخش‌ها/ واحدها (ترجیحاً به‌صورت الکترونیک)
$f38$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های مدیریت پسماند بر اساس ضوابط و دستورالعمل‌های ابلاغی
$f39$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای فرایندهای رختشوی‌خانه با رعایت ضوابط و شرایط استاندارد
$f40$	گزاره وضعیتی: اصول بهداشت حفاظت در برابر پرتوها رعایت می‌شود؟
$f41$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تأمین ایمن گازهای طبی برای استفاده بیماران اطمینان حاصل می‌نماید؟
$f42$	گزاره وضعیتی: پایش، نگهداری، ارزیابی و کاربری صحیح تجهیزات پزشکی برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود؟
$f43$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از انجام دیالیز بیماران با استفاده از تجهیزات استاندارد اطمینان حاصل می‌نماید؟
$f44$	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های تأمین تجهیزات پزشکی بر اساس اصول فنی و رعایت ضوابط مربوطه
$f45$	آگاهی کارکنان از قسمت‌های مرتبط با فعالیت خود
$f46$	اطمینان از پاک و صحیح و کافی بودن داده‌ها/ اطلاعات
$f47$	گردآوری، سازمان‌دهی، تحلیل، تفسیر و نمایش داده‌ها/ اطلاعات
$f48$	تعیین اهداف عملیاتی/ اختصاصی/ عینی اسمارت برای هر یک از سال‌های برنامه استراتژیک مطابق با اهداف کلان و استراتژی‌های تدوین‌شده
$f49$	بازنگری حداقل سالیانه و یا اصلاح آن در صورت نیاز در هر مقطع زمان
$f50$	تجمیع داده‌ها/ اطلاعات برای به دست آوردن جنبه‌های جدیدی از وقایع و پدیده‌ها
$f51$	کاستن از داده‌های جزئی برای رسیدن به نکات اصلی
$f52$	مرتب‌سازی داده‌ها/ اطلاعات در مجموعه‌های مختلف
$f53$	گزارش دهی مناسب داده‌ها/ اطلاعات و طبقه‌بندی داده‌ها به گروه‌ها و طبقات مختلف
$f54$	تدوین برنامه استراتژیک بیمارستان مطابق الگوی علمی منتخب، هماهنگ با سیاست‌های اصلی بیمارستان توسط گروه رهبری و مدیریت بیمارستان

جدول ۲. فهرست کنش‌های سطح ۱

کُد	عنوان
۱	رهبری و مدیریت
۲	مراقبت و درمان
۳	حمایت از گیرنده خدمت

جدول ۳. لیست کنش‌های سطح ۲ منشعب از گروه ۱ سطح ۱

کُد	عنوان
۱	رهبری و مدیریت کیفیت
۲	مدیریت خطرِ حوادث و بلایا
۳	مدیریت منابع انسانی و سلامت حرفه‌ای
۴	مدیریت خدمات پرستاری
۵	فناوری و مدیریت اطلاعات سلامت
۶	بهداشت محیط
۷	مدیریت تجهیزات پزشکی

جدول ۴. فهرست کنش‌های سطح ۳ منشعب از گروه ۱ سطح ۲

کُد	عنوان
۱	تدوین و اجرای سیاست‌های اصلی ابلاغ‌شده و برنامه‌های بیمارستان بر اساس آن
۲	اطمینان حاصل‌کردن رهبری بیمارستان از مشخص‌بودن ارتباط سازمانی و پاسخگویی مسئولان در حیطه وظایفشان
۳	بازنگری‌شدن سند استراتژیک بیمارستان به‌صورت دوره‌ای
۴	نظارت بر تصمیمات و اقدامات گروه رهبری و مدیریت مبتنی بر شواهد و تأکید بر تحقق نتایج متوازن آن

کُد	عنوان
۵	فعالیت کمیته‌های بیمارستانی بر اساس ضوابط مربوط و متناسب با شرایط بیمارستان به‌صورت اثربخش
۶	عملکرد گروه رهبری و مدیریت نمایانگر تعهد به اجرای برنامه‌های ارتقای کیفیت خدمات و ایمنی بیمار
۷	گروه رهبری و مدیریت برای توسعه خلاق حرفه‌ای و ترویج فرهنگ بیمارمحوری برنامه‌ریزی و اقدام می‌کند.
۸	بیمارستان در خصوص فعالیت و استفاده بهینه از ظرفیت‌های بستری عادی، ویژه و سرپایی اطمینان حاصل می‌کند.
۹	بیمارستان از تأمین منابع مالی و مدیریت هزینه‌ها برای استقرار و استمرار کیفیت خدمات، اطمینان حاصل می‌کند.
۱۰	بیمارستان از مشارکت پیمانکاران و تأمین‌کنندگان در تحقق نتایج مطلوب اطمینان حاصل می‌کند.
۱۱	بیمارستان در خصوص ارتقای سلامت برنامه‌ریزی و اقدام می‌کند.
۱۲	بیمارستان در اجرای برنامه‌های ملّی سلامت مشارکت می‌کند.
۱۳	ارزیابی خطر حوادث و بلایا انجام شده و بر اساس نتایج آن برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود.
۱۴	اقدامات پیشگیرانه برای ایمنی و امنیت زیرساخت‌های حیاتی و محیط بیمارستان برنامه‌ریزی و انجام می‌شود.
۱۵	برنامه ارزیابی، نگهداری و راهبری ایمن سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی تدوین و اجرا می‌شود.
۱۶	برنامه آمادگی و پاسخ مؤثر و به‌موقع به حوادث و بلایا تدوین شده و بر اساس آن عمل می‌شود.
۱۷	تداوم خدمات حیاتی و برنامه بازیابی پس از حوادث و بلایا پیش‌بینی شده و بر اساس آن عمل می‌شود.
۱۸	کارکنان بر اساس ضوابط و مقررات مربوط و احراز توانمندی‌های الزام برای هر یک از مشاغل به‌کارگیری می‌شوند.
۱۹	توانمندسازی کارکنان بر اساس آموزش‌های هدفمند، برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.
۲۰	ارزشیابی و نظارت بر عملکرد کارکنان در مسیر ارتقا و توسعه، برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود.
۲۱	بیمارستان برای حمایت از کارکنان برنامه‌های مدون دارد و بر اساس آن عمل می‌کند.
۲۲	بهبود شرایط و سالم‌سازی محیط کار، برنامه‌ریزی‌شده و بر اساس آن اقدام می‌شود.
۲۳	حوادث شغلی در سطح بیمارستان پیشگیری و مدیریت می‌شوند.
۲۴	بیماری‌های شغلی در سطح بیمارستان پیشگیری و مدیریت می‌شوند.
۲۵	به‌کارگیری کارکنان پرستاری بر اساس شرح شغل و شرایط احراز انجام می‌شوند.
۲۶	سیاست‌های آموزشی پرستاران و بیماران تدوین و ابلاغ شده است.
۲۷	مدیریت پرستاری بر روند مراقبت و درمان، نظارت مؤثر می‌کند.
۲۸	سامانه اطلاعات بیمارستان با قابلیت‌های موردانتظار فعال است.
۲۹	بیمارستان از ورود صحیح و کامل داده‌ها اطمینان حاصل می‌کند.
۳۰	نگهداشت تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزارها برنامه‌ریزی و بر اساس آن عمل می‌شود.
۳۱	امنیت داده‌ها برنامه‌ریزی و بر اساس آن عمل می‌شود.
۳۲	بیمارستان از فرآیند تشکیل و تکمیل پرونده‌های پزشکی بیماران اطمینان حاصل می‌کند.
۳۳	بیمارستان در راستای الکترونیک‌کردن خدمات برنامه‌ریزی کرده و بر اساس آن عمل می‌کند.
۳۴	بیمارستان از رعایت اصول بهداشت محیط در تمام بخش‌ها / واحدها اطمینان حاصل می‌کند.
۳۵	مراحل تهیه، آماده‌سازی، طبخ، توزیع و سرو غذا با رعایت اصول بهداشتی انجام می‌شود.
۳۶	مدیریت آب‌وفاضلاب بیمارستان بر اساس استانداردهای ملّی و ضوابط بهداشتی مربوط صورت می‌پذیرد.
۳۷	مدیریت پسماند بر اساس ضوابط و دستورالعمل‌های ابلاغی، برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.
۳۸	فرایندهای رختشوی‌خانه با رعایت ضوابط و شرایط استاندارد برنامه‌ریزی و انجام می‌شود.
۳۹	اصول بهداشت حفاظت در برابر پرتوها رعایت می‌شود.
۴۰	بیمارستان از تأمین ایمن گازهای طبی برای استفاده بیماران اطمینان حاصل می‌کند.
۴۱	تأمین تجهیزات پزشکی بر اساس اصول فنی و رعایت ضوابط مربوط برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود.
۴۲	پایش، نگهداری، ارزیابی و کاربری صحیح تجهیزات پزشکی برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود.

جدول ۵. فهرست کنش‌های سطح ۴ منشعب از گروه‌های سطح ۳ (داده‌های نمونه)

کُد	احتمال	نوع کنش	عنوان کنش
۱	۹۸	نوع اول – برگ	سیاست‌های اصلی توسط مسئولان ارشد بیمارستان تعیین و مکتوب شود.
۲	۸۰	نوع دوم – برگ	سیاست‌های اصلی با سیاست‌های سازمان بالادستی و ملاحظات بومی بیمارستان همسو شود.
۳	۹۰	نوع سوم – برگ	از سیاست‌های اصلی به‌عنوان راهنما در تدوین استراتژی‌ها و فعالیت‌های بیمارستان استفاده شود.
۴	۷۰	نوع دوم – برگ	از سیاست‌های اصلی در نظارت و ارزیابی عملکرد واحدها استفاده شود.
۵	۶۵	نوع دوم – برگ	شناسایی و تحلیل ذی‌نفعان با یکی از روش‌های علمی و مشخص‌کردن ذی‌نفعان کلیدی بیمارستان انجام شود.
۶	۷۰	نوع دوم – برگ	سیاست‌های اصلی بیمارستان بر حسب ارتباط موضوعی به ذی‌نفعان کلیدی داخلی ابلاغ شود.
۷	۹۸	نوع دوم – برگ	فهرست و تحلیل انجام‌شده ذی‌نفعان ثبت و به‌روزرسانی شود.
۸	۸۰	نوع دوم – برگ	نمودار سازمانی تدوین، تصویب و ابلاغ شود.
۹	۹۰	نوع دوم – برگ	تطابق نمودار سازمانی با عملکرد و روابط بین واحدها و اجرای آن بررسی شود.
۱۰	۷۰	نوع دوم – برگ	بازنگری و به‌روزرسانی نمودار سازمانی در صورت تغییر انجام شود.
۱۱	۶۵	نوع دوم – برگ	وجود گواهی آموزش مدیران، برای پنج رده مدیریتی تعیین‌شده بررسی شود.
۱۲	۷۰	نوع سوم – برگ	نیازسنجی آموزشی در زمینه رهبری و مدیریت برای تمام مسئولان، مدیران سطوح مختلف تحت هدایت گروه رهبری بیمارستان انجام شود.
۱۳	۹۸	نوع سوم – برگ	گذراندن دوره‌های آموزشی مدیریتی عمومی و اختصاصی متناسب توسط مدیران و مسئولان بررسی شود.
۱۴	۸۰	نوع سوم – برگ	استفاده از آموزه‌های مدیریتی برای تحلیل اطلاعات و تصمیم‌گیری‌های سازمانی توسط مدیران و مسئولان در رده‌های مختلف بررسی شود.

جدول ۶. لیست ویژگی‌های نهایی حالات

کُد	عنوان
s1	میزان پیشرفت عملیات تدوین و اجرای سیاست‌های اصلی ابلاغی
s2	میزان اطمینان رهبری بیمارستان از مشخص‌بودن ارتباط سازمانی و پاسخگویی مسئولان در حیطه وظایفشان
s3	وضعیت تدوین و بازنگری سند استراتژیک بیمارستان
s4	درصد مبتنی بر شواهدبودن و داشتن نتایج متوازن در تصمیمات و اقدامات گروه رهبری و مدیریت
s5	میزان فعالیت اثربخش کمیته‌های بیمارستانی بر اساس ضوابط مربوط و متناسب با شرایط بیمارستان
s6	گزاره وضعیتی: عملکرد گروه رهبری و مدیریت بیانگر تعهد به اجرای برنامه‌های ارتقای کیفیت خدمات و ایمنی بیمار است؟
s7	میزان برنامه‌ریزی و اقدام گروه رهبری و مدیریت برای توسعه اخلاق حرفه‌ای و ترویج فرهنگ بیمارمحوری
s8	گزاره وضعیتی: بیمارستان در خصوص فعالیت و استفاده بهینه از ظرفیت‌های بستری عادی، ویژه و سرپایی اطمینان حاصل می‌کند؟
s9	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تأمین منابع مالی و مدیریت هزینه‌ها برای استقرار و استمرار کیفیت خدمات، اطمینان حاصل می‌کند؟
s10	گزاره وضعیتی: بیمارستان از مشارکت پیمانکاران و تأمین‌کنندگان در تحقق نتایج مطلوب، اطمینان حاصل می‌کند؟
s11	میزان برنامه‌ریزی و اقدام بیمارستان در خصوص ارتقای سلامت
s12	میزان مشارکت بیمارستان در اجرای برنامه‌های ملّی سلامت
s13	میزان انجام ارزیابی خطر حوادث و بلایا و برنامه‌ریزی و مدیریت بر اساس نتایج آن
s14	میزان برنامه‌ریزی و انجام اقدامات پیشگیرانه برای ایمنی و امنیت زیرساخت‌های حیاتی و محیط بیمارستان
s15	میزان تدوین و اجرای برنامه ارزیابی، نگهداری و راهبری ایمن سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی
s16	میزان تدوین و اجرای برنامه آمادگی و پاسخ مؤثر و به‌موقع به حوادث و بلایا
s17	گزاره وضعیتی: تداوم خدمات حیاتی و برنامه بازیابی پس از حوادث و بلایا پیش‌بینی‌شده و بر اساس آن عمل می‌شود؟
s18	میزان به‌کارگیری کارکنان بر اساس ضوابط و مقررات مربوطه و احراز توانمندی‌های لازم برای هر یک از مشاغل
s19	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های توانمندسازی کارکنان بر اساس آموزش‌های هدفمند
s20	گزاره وضعیتی: ارزشیابی و نظارت بر عملکرد کارکنان در مسیر ارتقاء و توسعه، برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود؟

کُد	عنوان
s21	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های مدون بیمارستان برای حمایت از کارکنان
s22	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه بهبود شرایط و سالم‌سازی محیط کار
s23	درصد پیشگیری و مدیریت حوادث شغلی در سطح بیمارستان
s24	درصد پیشگیری و مدیریت بیماری‌های شغلی در سطح بیمارستان
s25	گزاره وضعیتی: به‌کارگیری کارکنان پرستاری بر اساس شرح شغل و شرایط احراز انجام می‌شود؟
s26	میزان تدوین و ابلاغ سیاست‌های آموزشی پرستاران و بیماران
s27	گزاره وضعیتی: مدیریت پرستاری بر روند مراقبت و درمان، نظارت مؤثر می‌کند؟
s28	گزاره وضعیتی: سامانه اطلاعات بیمارستان (HIS) با قابلیت‌های موردانتظار فعال است؟
s29	میزان اطمینان بیمارستان از ورود صحیح و کامل داده‌ها
s30	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های نگهداشت تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری
s31	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های امنیت داده‌ها
s32	گزاره وضعیتی: بیمارستان از فرآیند تشکیل و تکمیل پرونده‌های پزشکی بیماران اطمینان حاصل می‌کند؟
s33	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های الکترونیکی کردن خدمات
s34	گزاره وضعیتی: بیمارستان از رعایت اصول بهداشت محیط در تمام بخش‌ها و واحدها اطمینان حاصل می‌کند؟
s35	گزاره وضعیتی: مراحل تهیه، آماده‌سازی، طبخ، توزیع و سرو غذا با رعایت اصول بهداشتی انجام می‌شود؟
s36	گزاره وضعیتی: مدیریت آب‌وفاضلاب بیمارستان بر اساس استانداردهای ملّی و ضوابط بهداشتی مربوط صورت می‌پذیرد؟
s37	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های مدیریت پسماند بر اساس ضوابط و دستورالعمل‌های ابلاغی
s38	میزان برنامه‌ریزی و اجرای فرایندهای رختشوی‌خانه با رعایت ضوابط و شرایط استاندارد
s39	گزاره وضعیتی: اصول بهداشت حفاظت در برابر پرتوها رعایت می‌شود؟
s40	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تأمین ایمن گازهای طبی برای استفاده بیماران اطمینان حاصل می‌کند؟
s41	میزان برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های تأمین تجهیزات پزشکی بر اساس اصول فنی و رعایت ضوابط مربوطه
s42	گزاره وضعیتی: پایش، نگهداری، ارزیابی و کاربری صحیح تجهیزات پزشکی برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود؟
s43	گزاره وضعیتی: بیمارستان از انجام دیالیز بیماران با استفاده از تجهیزات استاندارد اطمینان حاصل می‌کند؟

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

1. Abdellatif, A.A., Mhaisen, N., Chkirbene, Z., Mohamed, A., Erbad, A., (2021). Reinforcement learning for intelligent healthcare systems: A comprehensive survey. arXiv preprint arXiv:2108.04087.
2. Amini, N., et al., (2023). Automated prediction of COVID-19 mortality outcome using clinical and laboratory data based on hierarchical feature selection and random forest classifier. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 26(2), 160-173.
3. Azar, A. and Sadeghi, A. (2012). Agent Based Modeling, a New Approach in Modeling Complex Ethical Problems. ethicsjournal, 7(1),6-16.
4. Chehrzad, M. M., Mahmoodi, A. H., Fathivajargah, K., Khorshidi, A., & Samimi-Ardestani, S. M. (2019). Pathology the Process of Accreditation of Educational Institutions and Therapeutic Centers and Presentation an Appropriate Model. Research in Medical Education, 11(1), 37-49. https://doi.org/10.29252/rme.11.1.37
5. Chen, H., Dai, X., Cai, H., Zhang, W., Wang, X., (2019). Large-scale interactive recommendation with tree-structured policy gradient. in Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence.
6. Dorri, A., Kanhere, S., and Jurdak, R. (2018). Multi-Agent Systems: A Survey. IEEE Access, 6: p. 28573-28593.
7. Dulac-Arnold, G., Evans, R., van Hasselt, H., Sunehag, P., (2015). Deep reinforcement learning in large discrete action spaces. arXiv preprint arXiv:1512.07679.26
8. Forootani, A., Rastegar, M., and Jooshaki, M., (2022). An advanced satisfaction-based home energy management system using deep reinforcement learning. IEEE Access,10, 47896-47905. 18
9. Ghazanfari, F., et al., (2021). Iran hospital accreditation standards: challenges and solutions. The International Journal of Health Planning and Management,. 36(3), 958-975.
10. Haghighi, R.K. and A.T.A.M.R. Motadel, Agent-Based Modeling of Pharmaceutical Distribution Online Monitoring System, with Reinforcement Learning Approach. Journal of Industrial Management Perspective, 2023. 10(38): p. 267-315.
11. Hakkak, M., Hozni, S., Shahsiah, N., & Akhlaghi, T. (2017). Design of Hospital Accreditation Model: A Qualitative Study. ssu-mshsj, 2(3), 201-214. http://mshsj.ssu.ac.ir/article-1-104-fa.html
12. Kaelbling, L.P., Littman, M. and Moore, A. (1996). Reinforcement learning: A survey. Journal of artificial intelligence research,4, 237-285.
13. Keshvari Kamran, J., Keramati, M., Toloie Eshlaghy, A., & Mousavi, S. (2023). Providing Agent-based Conceptual Model for the Hospital Evaluation and Accreditation System. Business Intelligence Management Studies, 12(45), 347-389, https://doi.org/10.22054/ims.2023.70752.2248
14. Khastar, H. (2009). A Method for Calculating Coding Reliability in Qualitative Research Interviews. Methodology of Social Sciences and Humanities, 15(58), 161-174.
15. Lin, Y., et al., (2023). A Survey on Reinforcement Learning for Recommender Systems. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, p. 1-21.
16. Liu, F., Tang, R., Li, X., Zhang, W., Ye, Y., (2018). Deep reinforcement learning based recommendation with explicit user-item interactions modeling. arXiv preprint arXiv:1810.12027.
17. Macal, C. & North, M. (2009). Agent-based modeling and simulation.
18. Maleki, S., Talebi, A. and Moatameni, A. (2022). Developing a Mathematical Model for Competitive Facility Location with Multiple Commodities and Multiple Competitors. The Journal of Industrial Management Perspective, 12(4), 71-95.
19. Malinen, M. and Fränti, P. (2014). Balanced k-means for clustering. in Structural, Syntactic, and Statistical Pattern Recognition: Joint IAPR International Workshop, S+ SSPR 2014, Joensuu, Finland, August 20-22, Proceedings. 2014. Springer.
20. Moreno, V., Génova, G., Parra, E., Fraga, A., (2020). Application of machine learning techniques to the flexible assessment and improvement of requirements quality. Software Quality Journal, 28(4), 1645-1674.
21. Mosadeghrad, A. M., & Ghazanfari, F. (2020). Iran hospital accreditation governance: Challenges and solutions. Payavard-Salamt, 14(4), 311-332. http://payavard.tums.ac.ir/article-1-7042-fa.html
22. Mosadeghrad, A. M., Akbari-sari, A., & Yousefinezhadi, T. (2017). Evaluation of hospital accreditation standards. RJMS, 23(153), 43-54.
23. Mosadeghrad, A.M. and Ghazanfari, F. (2021). Developing a hospital accreditation model: a Delphi study. BMC Health Services Research, 2021. 21(1): p. 879.
24. Mosadeghrad, A.M., Akbari Sari, A., & Yousefinezhadi, T. (2017). Evaluation of hospital accreditation method. Tehran-Univ-Med-J, 75(4), 288-298.
25. Puorebrahimi, M., (2022). Power Industry's Life Cycle Simulation using Agent Based Modeling. The Journal of Industrial Management Perspective, 12(4), 9-35.
26. Sutton, R.S. & Barto, A.G. (1999). Reinforcement learning. Journal of Cognitive Neuroscience, 11(1), 126-134.
27. Sutton, R.S. & Barto, A.G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT press.
28. Yousefi, N., (2022). Deep Reinforcement Learning for Tehran Stock Trading. Journal of Novel Engineering Science and Technology. 1(02), 37-42.
29. Zhao, X., Gu, C., Zhang, H., Liu, X., Yang, X., (2019). Deep reinforcement learning for online advertising in recommender systems. arXiv preprint arXiv:1909.03602.