Presenting the elements and reinforcement learning methodology of hospital accreditation based on the agent-based conceptual model

Javad Keshvari Kamran
PhD student in Information Technology Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

Mohammadali Keramati
Associate Professor, Department of Industrial Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.
(Corresponding Author)

Abbas Toloie Eshlaghy
Professor, Department of Industrial Management, Islamic Azad University, Science and Research Unit, Tehran, Iran.

Seyed Abdollah AminMousavi
Assistant Professor, Department of Information Technology Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

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

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. Also, this study intends to provide an appropriate answer to the main research questions in which there are uncertainties related to the reinforcement learning elements and how to choose the reinforcement learning methodology in a multi-agent system of the socio-technical systems type.

Methods: To collect the information needed to know the elements and identify the hospital accreditation processes, agents, environment, and interaction between them, the systematic review of sources, review of scientific documents, and semi-structured interviews, through experts, to The face-to-face method has been used. Summarizing the interviews was done using grounded-theory-based methods, and a sequential and systematic approach. The sources for collecting the characteristics of the machine learning process using the systematic review method were from the document "Iran

Hospital Accreditation Guide 2022". Also, the process of selecting the mentioned features was done through the correct selection of the output features of the model, which are the actions of the agent. The list of agent actions was extracted from the conceptual content of the document above in the form of a general non-binary tree based on the classification of the tree structure.

Findings: The extracted reinforcement learning model will seek to find the optimal chains of operational actions, in the conditions where the quantitative data of the hospital is available. The most important elements of the mentioned model are:

1. Set of states: set of hospital accreditation factors such as input variables, output variables, indicators, parameters, and fixed numbers related to the metrics of each conceptual agent in the document "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 are operational actions that can be performed in the hospital and 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 and actions."
4. Policy function: Based on the learning process of each agent, it is based on a DQN deep neural network and gradient reduction algorithm.
5. Operational Agents: the operational goal of each of the conceptual agents, is "maximizing the accreditation points of the metrics of the relevant field by recommending the least measures."
6. The general cycle of the model: in this structure, each of the intelligent agents, a subset of the 9 conceptual agents, has a multi-layered neural network within its scope, and the characteristics of related states are entered into this neural network and Output, based on the definition of the special policy function of that agent, a map of optimal actions will be 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" in which the input, hidden, and output layers of the network are specified.

Conclusion: Summarizing the background of related research showed that the approach to designing hospital accreditation models can be divided into two groups: "conceptual models without using intelligent agents" and "conceptual models using Intelligence and operating systems" should be divided. 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.

ارایه عناصر و متدولوژی یادگیری‌تقویتی اعتباربخشی بیمارستان بر اساس مدل مفهومی عامل‌بنیان

جواد کشوری کامران
دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

محمدعلی کرامتی
دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.
ایمیل انجام مکاتبات: moh.keramati@iauctb.ac.ir

عباس طلوعی اشلقی
استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

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

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

چکیده

مقدمه: هدف از انجام این مطالعه، ارایه عناصر و متدولوژی مدل یادگیری تقویتی منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی در ایران می‌باشد. عناصر و متدولوژی مدل مذکور، زیربنای مطالعاتی مطلوبی برای ایجاد سیستم هوشمند و چندعاملی اعتباربخشی بیمارستانی و روندهای شبیه‌سازی محیط در جهت ارایه 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 متدولوژی یادگیری تقویتی در یک سیستم چندعاملی از نوع سیستم‌های اجتماعی–فنی وجود دارد، ارایه نماید.

روش‌ها: جهت گردآوری اطلاعات مورد نیاز 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 شده است. مصاحبه‌شوندگان از بین اعضای هیات‌علمی، مدیران بیمارستان و مسئولین بهبودکیفیت بیمارستان‌ها انتخاب شدند. جمع‌بندی مصاحبه‌ها با استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌بنیاد، رویکرد ترتیبی و سیستماتیک، صورت پذیرفت. منابع جمع‌آوری ویژگی‌های فرایند یادگیری ماشین با استفاده از روش مرور سیستماتیک از مستند « راهنمای اعتبار بخشی ۱۴۰۱» بوده است. همچنین روند انتخاب ویژگی‌های مذکور از طریق انتخاب صحیح از ویژگی‌های خروجی مدل که همان کنش‌های عامل است،

انجام گردید. لیست کنش‌های عامل بر اساس طبقه‌بندی ساختار درختی از محتوای مفهومی مستند فوق‌الذکر بصورت یک درخت عمومی غیر دودویی استخراج گردید.

یافته‌ها: مدل یادگیری تقویتی استخراج شده، درصدد یافتن زنجیره‌های بهینه از کنش‌های عملیاتی، در شرایطی که داده‌های کمی موجود است، خواهد بود. مهم‌ترین عناصر مدل مذکور عبارتند از:

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

۲. مجموعه کنش‌ها: کنش‌های عامل‌های هوشمند؛ در هر اپیزود یادگیری تقویتی، مسیرهایی از درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله مراتبی شده اقدامات عملیاتی قابل انجام در بیمارستان و به ازای مجموعه ویژگی‌های حالت می‌باشند.

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

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

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

٦. چرخه کلی مدل: در این ساختار هر کدام از عامل‌های هوشمند، زیرمجموعه عامل‌های مفهومی ۹ گانه، در محدوده خود دارای یک شبکه عصبی چند لایه بوده که ویژگی‌های حالات مرتبط، به این شبکه عصبی وارد شده 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» 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 می‌تولند به دو گروه «مدل‌های مفهومی بدون بهره‌گیری از عوامل هوشمند» و «مدل‌های مفهومی با بهره‌گیری از مفاهیم هوشمندسازی و سیستم‌های عامل‌بنیان» تقسیم گردد. بررسی‌ها نشان داد که این مطالعات، دارای نتایج مورد انتظار بوده و کارایی و اثربخشی مدل‌ها و فرایندهای پیشنهاد شده توسط آنها، اعتبار لازم را داشته‌اند. همچنین از نقاط ضعف این پژوهش‌ها، این است که، الگوریتم‌های یادگیری تقویتی لزوما با مدل‌های عامل‌بنیان در آنها در آمیخته نشده است.

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

۱. مقدمه

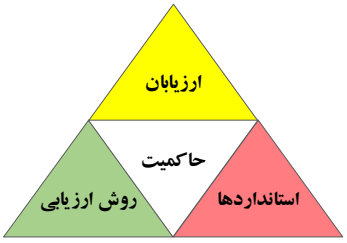
بیمارستان‌ها، سازمان‌های اجتماعی پیچیده، بروکراتیک و چند تخصصی هستند که بخش قابل‌توجهی از بودجه نظام سلامت را به خود اختصاص می‌دهند. نوع مشتریان و ماهیت خدمات بیمارستان‌ها ایجاب می‌کند که یک سیستم هدفمند برای برنامه‌ریزی، بهبود و ارزشیابی کیفیت خدمات ارایه شده ایجاد شود. زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستان، مثلثی با اضلاع «استاندارد، روش اعتباربخشی و ارزیابان اعتباربخشی» است. هر تغییری که در یک ضلع مثلث اعتباربخشی ایجاد گردد، باید به‌طور هماهنگ، اصلاحات متناسب در سایر اضلاع نیز ایجاد شده تا زیست‌بوم اعتباربخشی، سودمندی و اثربخشی لازم را داشته باشد [۱]. اعتباربخشی بیمارستانی در ایران، با چالش‌هایی مواجه بوده که مهم‌ترین آنها عبارتند از: «تعداد زیاد استانداردها و سنجه‌ها، عدم شفافیت و ابهام در سنجه‌ها، کامل نبودن و نقص در استانداردها و تاکید زیاد بر ساختار و مستندات، عدم وجود تفکر سیستمی و به‌دنبال آن تمرکز زیاد بر رویکرد بخشی‌نگری» [۲]. نتایج مرور سیستماتیک از نوع کیفی، و خلاصه نتایج مطالعات مرتبط، حاکی از آن است که؛ در نتیجه نبود تفکر سیستمی و عدم بکارگیری رویکردهای نوین حل مسایل «اجتماعی، فنی» مانند «استفاده از سیستم‌های عامل‌بنیان»، چالش‌های فوق‌الذکر، بروز و ظهور بیشتری پیدا نموده و در نهایت موجب ناکامی در اجرای بهینه و اثربخش استانداردهای اعتباربخشی و غیرواقعی شدن رتبه‌بندی و اعتبار تخصیص‌یافته به بیمارستان می‌گردند [۳].

هدف از انجام این مطالعه، ارایه عناصر و متدولوژی مدل یادگیری تقویتی منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی در ایران می‌باشد. عناصر و متدولوژی مدل مذکور، زیربنای مطالعاتی مطلوبی برای ایجاد سیستم هوشمند و چندعاملی اعتباربخشی بیمارستانی و روندهای شبیه‌سازی محیط در جهت ارایه 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 متدولوژی یادگیری تقویتی در یک سیستم چندعاملی از نوع سیستم‌های اجتماعی–فنی وجود دارد، ارایه نماید. در همین راستا پرسش اصلی پژوهش عبارتند از: «*آیا عناصر و متدولوژی مدل یادگیری تقویتی را می‌توان منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی، طراحی و تدوین نمود، بطوری‌که منجر به بهینه‌شدن بهره‌وری در زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستانی گردد؟*»، که پژوهش‌گران سعی در ارایه پاسخ به آن دارند. با توجه به این‌که تعداد مطالعات و پژوهش‌هایی با هدف ارایه مدل بهینه و اثربخش در زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستانی، کم نیستند، اما مطالعاتی در این حوزه که ترکیب روش‌های یادگیری تقویتی و عامل‌بنیان باشند، وجود ندارد. بنابراین می‌توان از نتایج این مطالعه

در پژوهش‌های آتی که فرایندهای شبیه‌سازی محیط و عامل‌های سیستم اعتباربخشی بیمارستانی را مطالعه می‌نمایند، استفاده کرد.

۲. مبانی و چارچوب نظری 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 سالیان اخیر، اعتباربخشی، باعث ارتقای کیفیت، ایمنی، اثربخشی و کارایی خدمات بیمارستان‌ها شده است [۴].



شکل ۱. عناصر اصلی سیستم اعتباربخشی بیمارستانی
منبع: [۵]

شکل۱، 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 می‌باشد. اگر نتایج ارزیابی‌ها بیانگر عدم ارتباط بین اعتباربخشی و نتایج کلیدی عملکردی بیمارستان باشد، باید نقایص را در اضلاع مثلث جستجو نمود. 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. به‌عنوان مثال، وقتی‌که تعداد استانداردها بسیار زیاد بوده و تمرکز بر مستندات و ساختارها است، توجه مدیران و کارکنان بیمارستان‌ها به تهیه مستندات و ایجاد ساختارهای لازم حتی به‌صورت ظاهری می‌باشد و در زمینه ارتقای فرایندهای کاری و اصلاح نقایص، کارهای کمتری انجام داده می‌شود. در نتیجه، پیامدهای مناسبی حاصل نخواهد شد. همچنین اختلاف سلیقه ارزیابان در بررسی استانداردهای ساختاری نسبت به استانداردهای پیامدی و فرایندی بسیار زیاد بوده و در نهایت، تفاوت دیدگاه‌های ارزیابان، چالشی بزرگ برای بیمارستان‌ها ایجاد خواهد نمود [۵, ۶].

مدل‌سازی عامل‌بنیان. در مدل‌سازی عامل‌بنیان نیاز 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 مورد بررسی وجود دارد. در این روش می‌توان در صورت لزوم، عامل‌ها را به هم متصل نمود تا در تعامل با هم باشند. همچنین می‌توان آنها را در یک محیط

قرار داد تا رفتارشان قابل مشاهده و بررسی گردد. در این شرایط، رفتار کلی سیستم برآیند رفتار همه عامل‌ها خواهد بود [۹,۷].

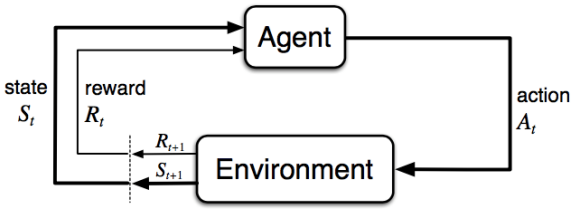
یادگیری تقویتی. در روش‌های نظارتی یادگیری ماشین، مجموعه‌ای از داده‌های هدف به الگوریتم وارد شده و الگوریتم به عنوان راهنما از این پاسخ‌ها در حل مساله بهره می‌برد. در روش‌های غیرنظارتی، نیازی به داده‌های راهنما و برچسب وجود ندارد و خود مدل به تنهایی و بدون حضور یک ناظر خارجی با یافتن شباهت‌های بین ورودی‌ها و کشف الگوهای پنهان به حل مساله می‌پردازد. اما در رویکردهای نیمه‌نظارتی از جمله روش یادگیری تقویتی، نیازی به مجموعه داده نبوده و عامل با محیط خود در تعامل است تا با آزمون و خطا و دریافت پاداش از محیط، بهترین کنش را در جهت اهداف حل مساله انجام دهد [۸, ۱۰, ۱۱]. جدول ۱، شاخص‌های مقایسه‌ای رویکردهای مذکور را نمایش می‌دهد.

جدول ۱. شاخص‌های مقایسه‌ای رویکردهای یادگیری ماشین (محقق‌ساخته)

معیار	یادگیری با نظارت	یادگیری بدون نظارت	یادگیری‌تقویتی
تعریف	یادگیری از طریق داده های راهنما	یادگیری بدون داده های راهنما	تعامل با محیط
نوع داده	داده های بر چسب دار	داده های بدون برچسب	بدون تعریفی از داده ها
نوع مساله	دسته بندی، پیش بینی و رگرسیون	قوانین انجمنی، خوشه بندی	حول محور پاداش
ناظر	ناظر افزوده	بدون ناظر	بدون ناظر
هدف	نگاشت داده های ورودی به خروجی های معین	کشف الگو	آموختن یک سری از کنش ها در محیط

یادگیری‌تقویتی متکی بر توانایی نظارت بر واکنش اقدامات انجام شده واندازه‌گیری آن با پاداش بوده و کاملا غیرنظارتی نمی‌باشد. در یادگیری تقویتی، یک عامل از طریق تعامل با محیط به یادگیری می‌پردازد. عامل سعی می کند که مساله 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؛ اول این‌که، یادگیری تقویتی، وابسته به فراگیری داده‌ها 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 تجزیه و تحلیل داده‌ها، بر یافتن یک سیاست بهینه[1]، تمرکز دارد [۱۲]. 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 [۱۲]

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

جدول ۲. گزارش پیشینه مهم‌ترین پژوهش‌های مرتبط

پژوهش‌گر و سال نشر	خلاصه نتایج مطالعه
۲۰۲۱,عبدالطیف و همکاران[1]	در مطالعه‌ای با عنوان «یادگیری تقویتی برای سیستم‌های مراقبت بهداشتی هوشمند: یک نظرسنجی جامع»، بررسی جامع از مدل‌ها و تکنیک‌های اخیر یادگیری تقویتی برای پشتیبانی از سیستم‌های مراقبت بهداشتی هوشمند، انجام 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[۱۳].
لی و همکاران[2]، ۲۰۱۸	در مطالعه‌ای با عنوان «توصیه مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق با مدل‌سازی تعاملات صریح کاربر» یک چارچوب جدید مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق بنام DRR پیشنهاد شده که توصیه را بعنوان یک رویه تصمیم‌گیری متوالی در نظر می‌گیرد و یک طرح یادگیری تقویتی «بازیگر منتقد» برای مدل‌سازی تعاملات بین کاربران و سیستم‌های توصیه‌کننده ارائه می‌کند[۱۴].
ژاو و همکاران[3]، ۲۰۱۹	در مطالعه‌ای با عنوان «آموزش تقویتی عمیق برای تبلیغات آنلاین در سیستم‌های توصیه‌کننده» یک استراتژی تبلیغاتی جدید برای مبادله تبلیغ پیشنهاد شده و یک چارچوب مبتنی بر یادگیری تقویتی ایجاد شده که می‌تواند به طور مداوم استراتژی‌های تبلیغاتی خود را بروز کند و در دراز مدت، پاداش را به حداکثر برساند[۱۵].
یوسفی[4]، ۲۰۲۲	در مطالعه‌ای با عنوان «یادگیری تقویتی عمیق برای معاملات سهام تهران» مدل‌های معاملاتی تک سهام بر اساس الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری تقویت عمیق (DDPG و C2A) ارائه شده است[۱۶].

[1] Abdellatif,et al
[2] Liu,et al
[3] Zhao,et al
[4] Yousefi

چن و همکاران[1]، ۲۰۱۹	در مطالعه‌ای با عنوان «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 بعنوان جستجوی یک مورد فرموله می‌شود[۱۷].
فروتن و همکاران[2]، ۲۰۲۲	در مطالعه‌ای با عنوان «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 قابل کنترل و قابل جابجایی، از جمله وسیله نقلیه الکتریکی، تهویه مطبوع و سیستم روشنایی بعنوان بارهای قابل کنترل و ماشین لباسشویی و ماشین ظرفشویی بعنوان زمان پیشنهاد شده است[۱۸].
کنگرلو حقیقی و همکاران[3]،۲۰۲۳	هدف این پژوهش، توسعه مدل ریاضی عامل بنیان سیستم پایش برخط، برای بهبود نظام توزیع دارو بر اساس مدل مفهومی، با استفاده از رویکرد یادگیری تقویتی می‌باشد. یافته‌های پژوهش نشان داد که مدل ریاضی توسعه یافته، با توجه به تعاملات و تغییر رفتار عامل‌ها و وضعیت محیط، قابلیت بهبود مستمر اهداف، تصمیم‌گیری‌ها و عملکرد فرایندهای زنجیره توزیع دارو را دارا می‌باشد[۱۹].
سمیه ملکی و همکاران[4]، 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 قیمت تعریف و با استفاده از مدل ریاضی دوسطحی، مدل‌سازی شده است. الگوریتم جستجوی 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[۲۰].
محمدفرحبخش و همکاران[5]، ۲۰۲۲	در این پژوهش مدلی برای شبیه‌سازی چرخه عمر صنعت برق با استفاده از شبیه‌سازی عامل‌بنیان ارائه شده، در این مدل، عامل‌ها استخراج شده و شبیه‌سازی به کمک Anylogic صورت پذیرفته است. همچنین برای بهینه‌سازی مدل چهار سناریو با نظر خبرگان ارائه شده است[۲۱].

جمع‌بندی و تحلیل مطالعات کتابخانه‌ای در زمینه پیشینه پژوهش، نشان می‌دهدکه پژوهش‌های مرتبط در حوزه نظام سلامت مبتنی بر یادگیری تقویتی بسیار کم‌تکرار بوده و بیشترین فراوانی مربوط به پژوهش‌های یادگیری تقویتی درحوزه کنترل‌های هوشمند می‌باشند. لازم به ذکر است که یکی از شکاف‌ها و نقاط

[1] Chen,et al
[2] Forootani,et al
[3] Kangarlou Haghighi,et al
[4] Somayeh Maleki,et al
[5] Mohamad Farahbakhsh,et al

ضعف در پیشنه 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 پژوهش-های پیشین، این است که اغلب دارای نتایج مورد انتظار بوده 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 مساله پرداخته شده و نتایج به دست آمده از تحلیل‌های کیفی به مدل‌های مفهومی و ریاضی تبدیل گردد. از این‌رو، رویکرد این مطالعه از نوع ترکیبی است. همچنین برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز مدل‌سازی مفهومی داده بنیاد، از نمونه‌گیری به‌روش گلوله برفی استفاده شده است که به‌طور همزمان داده‌ها، گردآوری و تحلیل شده‌اند و انتخاب نمونه‌های بعدی با توجه به تحلیل داده‌های گردآوری شده پیشین انجام یافته است. نمونه‌گیری به‌صورت نامحدود در تعداد شرکت‌کننده‌ها (در ابتدا ۸ نفر از مدیران باتجربه درمانی در نظر گرفته شدند ولی در ادامه ۶ نفر از آنها نظرات مورد وثوق‌تری ارایه کردند، بنابراین منتخب مصاحبه شدند) انجام شد تا اشباع نظری حاصل گردد. در ادامه، اشباع نظری هنگامی حاصل شد که نمونه‌های جدید نتوانستند اطلاعات جدیدتری در مورد موضوع ارایه دهند. بنابراین با انجام ۶ مصاحبه، اشباع نظری در خصوص مدل مفهومی داده‌بنیاد حاصل گردید.

جهت گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای شناخت عناصر و شناسایی فرایندهای اعتباربخشی بیمارستانی، عامل‌ها، محیط و تعامل بین آن‌ها و همچنین سایر مولفه‌های 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 بین اعضای هیات‌علمی، مدیران بیمارستان و مسئولین بهبودکیفیت بیمارستان‌ها انتخاب شدند. این گروه مشتمل بر چهار نفر آقا و دو نفر خانم در محدوده سنی ۳۵ تا ۵۵ سال بودند. آنها همچنین دارای ۱۰ تا ۲۸ سال سابقه‌کار و مدرک تحصیلی فوق‌لیسانس و دکتری بودند. در انتها، جمع‌بندی مصاحبه‌ها با استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌بنیاد، رویکرد ترتیبی و سیستماتیک، صورت پذیرفت.

برای بررسی روایی و پایایی مصاحبه‌های انجام‌یافته، 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 نظرات تخصصی آن‌ها اعمال گردیده است. با توجه به این‌که مصاحبه‌ها به‌صورت باز انجام شده‌اند، در طول فرایند مصاحبه، پرسش‌های دیگری که به روشن‌شدن بیشتر ابعاد پژوهش کمک می‌کرد به چارچوب مصاحبه اضافه گردید. همچنین در روند پایایی مصاحبه‌ها، بررسی نتایج یکسان در شرایط یکسان نیز انجام پذیرفت. بنابراین نظرات افراد از طریق پرسش‌های باز دریافت و سپس پاسخ‌ها

یادداشت و کدگذاری گردید. برای محاسبه پایایی مصاحبه‌ها، از روش توافق موضوعی دو کدگذار، استفاده گردید. به این صورت که، از یک نفر دستیار پژوهش بهره گرفته شد و آموزش‌ها و تکنیک‌های لازم و استانداردشده برای کدگذاری مصاحبه‌ها به ایشان ارایه گردید. سپس محقق به‌همراه دستیار مورد نظر، سه مصاحبه را به صورت تصادفی، انتخاب و کدگذاری نمود. در نهایت پایایی بین دو کدگذار (شاخص تکرارپذیری) که به‌عنوان شاخص پایایی تحلیل به‌کار می‌رود مطابق رابطه۱ در ذیل محاسبه شد[۲۲]:

$$R = 100 * \frac{2*A}{S}$$ رابطه (۱)

در رابطه فوق R شاخص یا درصد پایایی، A تعداد توافقات و S تعداد همه کدها می‌باشد که با مقدار A برابر با ۵۱ و S برابر با ۱۲۴، مقدار شاخص پایایی محاسبه شده برابر با ۸۲/۲۵ درصد می‌باشد [۲۲].

منابع استخراج و جمع‌آوری ویژگی‌ها. داده‌های فرایند یادگیری ماشین در این مطالعه با استفاده از روش مرور سیستماتیک از مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتبار بخشی ملی بیمارستان‌های ایران نسخه مورد استناد دور پنجم اعتباربخشی ملی سال ۱۴۰۱» استخراج، تدوین و تلخیص شده است [۲۳]. در این نسخه از کتاب استانداردهای اعتباربخشی بیمارستانی، تعداد ۱۹ محور به عنوان مولفه‌های 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 مورد بررسی در مستند فوق را نشان می‌دهد.

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

با توجه به حجم زیاد اقلام و مولفه های ارزیابی، فرایند انتخاب محورها، استانداردها، سنجه‌ها و مولفه‌ها، 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 نیمه ساخت‌یافته، انجام و نهایی‌سازی شد [۲۲]. لازم به ذکر است که محقق با در نظر گرفتن پیشنهادهای مصاحبه شوندگان و لحاظ کردن ملاحظات فنی، صرفا 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، صرفا برای عامل‌ها و عناصر مرتبط با محور شماره یک (رهبری و مدیریت) انجام گردیده است.

پیش‌پردازش ویژگی‌ها. پیش‌پردازش اولیه از لیست خام ویژگی‌ها و فرایند انتخاب ویژگی‌های مهم و مشارکت کننده در مدل یادگیری ماشین، با بهره‌گیری از نظر گروه دوم خبرگان که شامل ۴ نفر آقا، ۱ نفر عضو هیئت علمی 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 نیمه ساخت یافته انجام پذیرفت [۲۲]. سازوکار

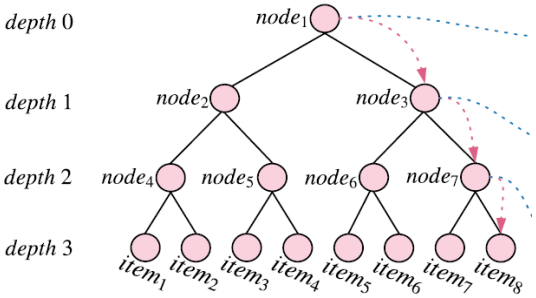
انتخاب حالات و کنش‌های مرتبط، منجر به انتخاب و گزینش سنجه‌هایی از مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتبار بخشی ملی بیمارستان‌های ایران نسخه مورد استناد دور پنجم اعتباربخشی ملی سال ۱۴۰۱» گردید. بنابراین کلیه ویژگی‌های مورد نیاز در فرایند یادگیری تقویتی، برگرفته شده از محورهای شماره ۱ تا ۷ استانداردهای اصلی «مدیریت و رهبری» موجود در آن مستند می‌باشد. از بین ۶۷ استاندارد مرتبط در مستند فوق الذکر، تعداد ۵۴ استاندارد بعنوان عضو مجموعه حالات (ویژگی‌های اولیه) در مدل یادگیری تقویتی، انتخاب شدند. جدول ۱ پیوست، لیست ویژگی‌های اولیه مذکور را نشان می‌دهد. این لیست، 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 انتخاب‌ویژگی، 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 [۲۴]. روش کلی انتخاب و کاهش ویژگی مدل یادگیری تقویتی در این مطالعه، از نوع روش‌های بسته–بندی[2] می‌باشد. در اولین مرحله فرایند انتخاب ویژگی این مطالعه، انتخاب صحیح از ویژگی‌های خروجی مدل که همان کنش‌های عامل است، انجام گردید. این مرحله نیز بصورت مرور سیستماتیک و با استفاده از مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتبار بخشی ملی بیمارستان‌های ایران نسخه مورد استناد دور پنجم اعتباربخشی ملی سال ۱۴۰۱» و نظرخواهی از گروه دوم خبرگان که شامل ۴ نفر آقا، ۱ نفر عضو هیئت علمی 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 نیمه ساخت‌یافته انجام پذیرفت [۲۲]. پس از استخراج چارچوب کلی کنش‌های عامل از نتایج داده‌های کیفی، در ادامه، با دقت زیاد، مجموعه کنش‌ها بر حسب بروزرسانی و انتخاب حالت محیط، مورد ارزیابی و بررسی محتوایی قرار گرفت. بنابراین، لیست کنش‌های عامل بر اساس طبقه‌بندی ساختار درختی از محتوای مفهومی مستند فوق‌الذکر بصورت یک درخت عمومی غیر دودویی[3] استخراج و ایجاد گردید [۱۷].

با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله مراتبیK-means[4]درخت عمومی مذکور به یک درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله مراتبی شده، تبدیل گردید [۱۷, ۲۵]. 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 گردیده است. به دلیل ماهیت خوشه‌بندی محتوایی، در این لیست احتمال انتخاب

[1] Features Selection
[2] Wrapper
[3] General non-binary tree
[4] K-means-based Balanced Clustering

اقلام سطوح ۱، ۲ و ۳ بصورت قطعی و ۱۰۰٪ بوده ولی احتمال انتخاب اقلام سطح ۴ مشخص‌کننده مسیر اصلی خروجی مدل بوده و از همین رو بر اساس نظر خبرگان در جدول ۵ پیوست، لیست شده‌اند. بنابراین جدول ۲ پیوست، لیست کنش‌های سطح ۱، جدول ۳ پیوست، لیست کنش‌های سطح ۲ منشعب از گروه ۱ سطح ۱، جدول ۴ پیوست، لیست کنش‌های سطح ۳ منشعب از گروه ۱ سطح ۲ و در نهایت جدول ۵ پیوست (صرفا حاوی داده‌های نمونه)، لیست کنش‌های سطح ۴ منشعب از گروه‌های سطح ۳ را نشان می‌دهند. با توجه به مطالب فوق‌الذکر، لیست ویژگی‌های نهایی مدل (جدول ۶ پیوست) در ۴ سطح استاندارد که ۳ سطح کلی و ۱ سطح جزیی بوده، انتخاب و تدوین گردیدند.



شکل ۴. ساختار درخت دودویی قبل از انجام خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی [۱۷]

پس از مشخص شدن لیست ویژگی‌های نهایی و لیست اولیه مربوط به کنش‌ها، می‌بایست فرایند نگاشت ویژگی-کنش بر اساس رویه استاندارد انجام پذیرد. بنابراین کنش‌های نهایی محور «رهبری و مدیریت کیفیت» که می‌بایست در طراحی جدول Q[1] مرتبط بکارگرفته شود، تدوین گردید[۱۷]. شکل ۵، کنش‌های محور «رهبری و مدیریت کیفیت» را نشان می‌دهد. برای تدوین جدول Q مذکور، نظرخواهی از گروه دوم خبرگان که شامل ۴ نفر آقا، ۱ نفر عضو هیئت علمی 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 نیمه ساخت‌یافته، انجام شد. در این فرایند، ابتدا ارتباط معنایی و محتوایی بین لیست ویژگی‌های اولیه (جدول ۱ پیوست) و کنش‌های اولیه (جداول ۲ و ۳ و ۴ و ۵ پیوست) مشخص گردید و سپس در طول جلسه دوم همین مصاحبه، بانک اطلاعاتی[2] اولیه ساخته شده توسط محقق که یک جدول خام Q بود؛ به داوری افراد خبره فوق‌الذکر گذاشته شد [۲۶]. بانک اطلاعاتی فوق‌الذکر، حاوی اطلاعات ساختاری ویژگی‌های حالت (۴۳ ویژگی حالت موجود در

[1] Q-table
[2] Dataset

جدول ۶ پیوست) بوده است، همچنین اطلاعات ویژگی‌های کنش سطوح ۱ و 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 نمایند. این کار، مستلزم ثبت اطلاعات داده‌های هدف برای هر یک از بیمارستان‌های فرایند شبیه‌سازی بود؛ بنابراین، با انجام گروه‌بندی خبرگان و تقسیم این کار بین آنها، در مجموع اطلاعات هدف تعداد ۸۴ بیمارستان شبیه‌سازی شده، در بانک اطلاعاتی نهایی Q، تکمیل گردید [۱۰]. این مجموعه داده، برای استفاده در ادامه فرایند یادگیری، در قالب یک فایل اکسل ذخیره گردید. 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 گردید. نتایج تحلیل‌حساسیت (شکل‌های نمونه ۱۵، ۱۶ و ۱۷) نیز اعتبار لازم متغیرهای مدل شبیه‌سازی را نشان داد.

۴. یافته‌های پژوهش

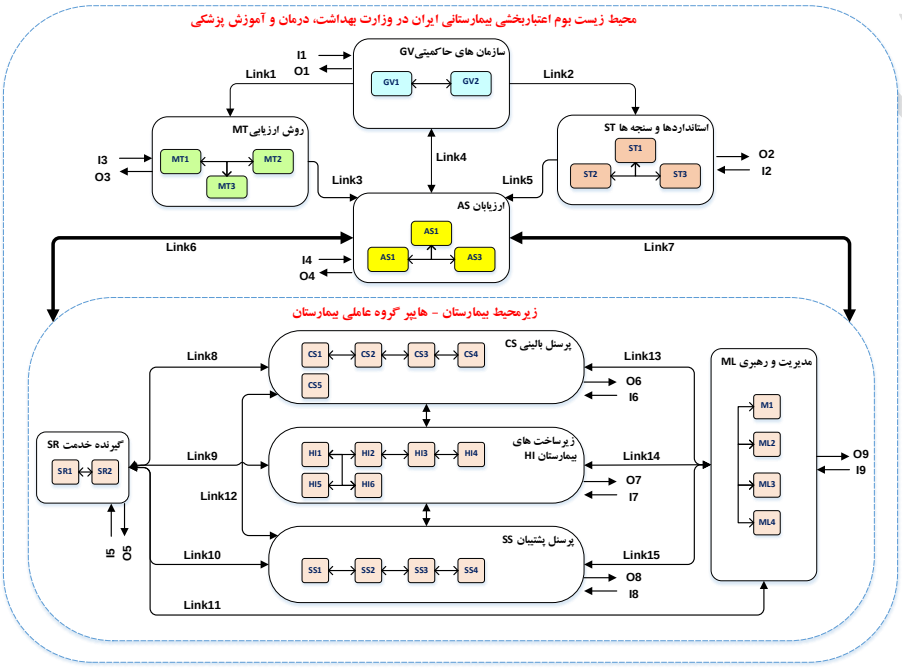
مدل مفهومی عامل‌بنیان. در مطالعه پیشین محقق [۳۴]، با بهره‌گیری از نتایج بدست آمده از تحلیل داده‌های کیفی و مدل داده‌بنیاد، مصادیق و عامل‌های مستقل هر گروه عاملی شناسایی شد

[1] Target features

[۲۳, ۲۷, ۲۸]. در فرایند تدوین مدل مفهومی عامل‌بنیان، کلیه تعاملات عامل‌ها در درون گروه، همچنین تعاملات کلان گروه‌های عاملی با محیط، بصورت تعاملات ورودی و خروجی، همچنین کلیه تعاملات گروه‌های عاملی بصورت ارتباطات جهت‌دار در مدل نهایی عامل‌بنیان شکل ۶ آمده است. در نهایت عامل‌های مفهومی مدل عامل بنیان شناسایی شدند. ۹ عامل مفهومی نهایی موجود در جدول ۳، مجموعه عامل‌های مفهومی حوزه اعتباربخشی بیمارستانی را تشکیل می‌دهند.

جدول ۳. لیست عامل‌های سیستم چندعاملی اعتباربخشی بیمارستانی [۳۴]

عنوان عامل مفهومی	نوع عامل
سازمان‌های حاکمیتی	سازمان
مدیریت و رهبری	فرد
پرسنل بالینی	فرد
پرسنل پشتیبان	فرد
زیرساخت‌های بیمارستان	شی، نرم افزار، سخت افزار، 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 [۳۴]

عناصر مدل یادگیری تقویتی. مدل یادگیری تقویتی در این مطالعه، درصدد یافتن زنجیره‌های بهینه[1] از کنش‌های عملیاتی، در شرایطی که عناصر کمی ارزیابی بیمارستان موجود است، خواهد بود [۲۹-۳۱]. عناصر و اجزای مدل مذکور در ذیل آمده است [۱۲, ۱۷, ۳۰-۳۲]:

۱. **هدف اصلی:** هدف اصلی در مدل، شبیه‌سازی فرایند ارزیابی وضعیت (حالت) فعلی و برآورد رتبه اعتباربخشی بیمارستان، همچنین توصیه کردن 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 «زیست بوم اعتباربخشی بیمارستانی در وزارت بهداشت ایران» بعنوان محیط عامل‌بنیان این مطالعه در نظر گرفته شده است.

۳. **مجموعه حالات[3]:** حالات، موقعیت‌های قرارگیری عامل‌ها می‌باشند؛ بنابراین مجموعه فاکتورهای حوزه اعتباربخشی بیمارستانی مانند متغیرهای ورودی، متغیرهای خروجی، شاخص‌ها، پارامترها، اعداد ثابت مربوط به سنجه‌های هر عامل در مستند «راهنمای جامع استانداردهای اعتبار بخشی ملی بیمارستان‌های ایران نسخه مورد استناد دور پنجم اعتباربخشی ملی سال ۱۴۰۱»، مجموعه حالات مدل یادگیری تقویتی مطالعه حاضر را تشکیل می‌دهند. این مجموعه در جدول شماره ۱۰ پیوست آمده است. رابطه (۱) و (۲)، نمایش ریاضی از مجموعه حالات فعلی محیط و حالات بعدی محیط در داده‌های جدول ۶ پیوست را نشان می‌دهد.

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

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

۴. **مجموعه کنش‌ها:** مجموعه کنش‌های عامل‌های هوشمند؛ در هر اپیزود یادگیری تقویتی، مسیرهایی از درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله مراتبی شده[4] اقدامات عملیاتی قابل انجام در بیمارستان و به ازای مجموعه ویژگی‌های حالت در جداول ۲، ۳، ۴ و۵ پیوست می‌باشند. شیوه دسته‌بندی و پیمایش کنش‌ها در این مطالعه، برگرفته شده از ساختار درختی موجود در «الگوریتم توصیه‌گرگرادیان تابع سیاست مبتنی بر ساختار

[1] Optimum Action Trajectories
[2] Trajectories
[3] States
[4] Hierarchical clustered binary tree

درختی»[1] می‌باشد. خروجی این الگوریتم، یک درخت با ساختار رخدادی است. در هر گام از جستجو، 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 می‌گردد. رابطه (۳) مشخصات اولیه درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی از کنش‌ها را نشان می‌دهد. رابطه (۴) کنش‌های سطح ۱ و ۲ و ۳ درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی در اقلام جداول ۲، ۳ و ۴ پیوست را نشان می‌دهد. رابطه (۵) مجموعه کنش‌های سطح آخر درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی در اقلام جدول ۵ پیوست را نشان می‌دهد. رابطه (۶) مسیر شماره ۱ از تراجکتوری‌های درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی را نشان می‌دهد. رابطه (۷) مسیر شماره ۲ از تراجکتوری‌های درخت خوشه بندی سلسله مراتبی را نشان می‌دهد. رابطه (۸) مسیر شماره n از تراجکتوری‌های درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی 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 سلسله مراتبی

n_2: تعداد اقلام کنش در سطح ۲ درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی

n_3: تعداد اقلام کنش در سطح ۳ درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی

n_{item}: تعداد اقلام کنش در سطح آخر item درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی

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)

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

[1] TPGR (Tree Policy Gradient Recommendation)

نسخه پیش از انتشار

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

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

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

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

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» می‌باشد. این تابع پاداش از تابع کلی‌تری با عنوان «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)
$$r_{Grade} = f(s_t)$$
$$r_{Action} = \Sigma(-t) \quad \text{یا} \quad r_{Action} = f(value(items), number(items))$$
$$R_{Final} = Max(r_{Grade}) \mid min(r_{Action})$$

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 می‌باشد، که در آن سیاست بهینه، برای اتخاذ تصمیم در خصوص انتخاب کنش‌های بهینه، مربوط به حالت فعلی یاد گرفته می‌شود. با روش انتخاب شده، از میان مجموعه‌

[1] Reward function

ای از سیاست‌ها، سیاست و خطی‌مشی بهینه یادگرفته شده و انتخاب می‌گردد تا بهترین تصمیم در خصوص انتخاب کنش‌های متناسب اتخاذ گردد. رابطه ۱۱، تخمین‌زن سیاست در این مطالعه را نشان می‌دهد که مبتنی بر یک تابع توزیع تصادفی بر پایه مونت کارلو تشکیل شده است.

$$\nabla_\theta J(\theta) \approx \sum_{t\geq\emptyset} r(\tau)\nabla_\theta \log \Pi_\theta(a_t|S_t) \qquad \text{رابطه (۱۱)}$$

رابطه فوق، یادگیری سیاست با الگوریتم Reinforce می‌باشد که در آن $r(\tau)$ مقدار پاداش یک تراجکتوری (a_t, s_t) است. اگر $r(\tau)$ بالا باشد، احتمالات کنش‌های انتخاب شده، 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 بدست آمده که موجب انتخاب بهترین تراجکتوری از حالات و کنش‌ها می‌گردد.

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

متدولوژی مدل یادگیری تقویتی. مهم‌ترین اجزای متدولوژی مذکور در ذیل آمده است:

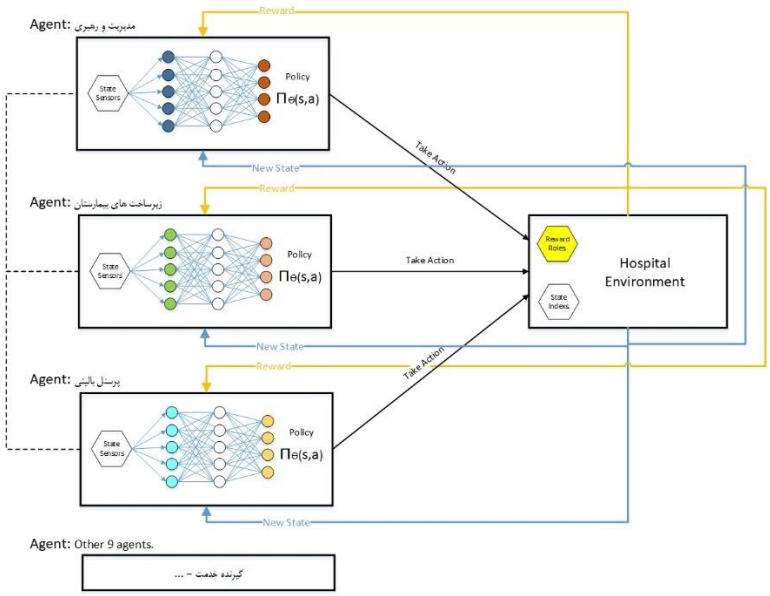
۱. **عامل‌های عملیاتی هوشمند:** عامل‌های مفهومی مطالعه، ۹ عامل تدوین شده در جدول ۳ می‌باشند. عامل «مدیریت و رهبری» یکی از آنها بوده که به دلیل جلوگیری از افزایش ابعاد و حجم فضاهای حالت و عمل، به تنهایی در مدل یادگیری تقویتی آمده است. سایر عامل‌های مفهومی عبارتند از؛ «پرسنل بالینی، زیرساخت های بیمارستان، پرسنل پشتیبان، گیرنده خدمت، ارزیابان، روش ارزیابی، استانداردها و سنجه‌ها». هدف عملیاتی هر یک از عامل‌های مفهومی؛ «ماکزیمم کردن 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 «ماکزیمم کردن 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[1]، A2C[2]، DQN[3]، TPGR[4]، TPGR-BP[5] بهره‌گیری نمود و اثربخشی هر یک را مورد بررسی قرارداد و در نهایت یکی از آنها را بعنوان عامل هوشمند بهینه پیشنهاد نمود[۱۷]. در همین راستا، رویکردهای متعددی در یادگیری تقویتی، از جمله الگوریتم‌های Q-learning، SARSA[6]، Policy Gradient و DQN مورد مطالعه توسط محقق قرار گرفت لکن به دلیل شرایط فضای حالت و فضای عمل مدل حاضر، الگوریتم‌های مبتنی بر Policy Gradient انتظار اثربخشی بیشتری را فراهم می‌نمودند. بنابراین الگوریتم پایه مدل این مطالعه، مبتنی بر Policy Gradient است که از روش Gradient Ascent برای بهینه‌سازی خطا در تغییرات پارامترهای سیاست استفاده می‌کند[۱۲]. در این الگوریتم، یک سیاست به عنوان تابعی از حالات محیط و کنش‌های قابل انجام توسط عامل تعریف می‌شود. هدف این الگوریتم، بهینه‌سازی پارامترهایی که باعث افزایش کیفیت سیاست می‌گردند، است.

۲. **چرخه کلی مدل:** شکل ۷، چرخه کلی مدل یادگیری تقویتی در این مطالعه را نشان می‌دهد. در این ساختار هر کدام از عامل‌های هوشمند، زیرمجموعه عامل‌های مفهومی ۹ گانه، در محدوده خود دارای یک شبکه عصبی چند لایه 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. در نهایت عامل مورد نظر، اقدام به انجام یا توصیه زنجیره کنش منتخب خواهد نمود و بصورت 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.

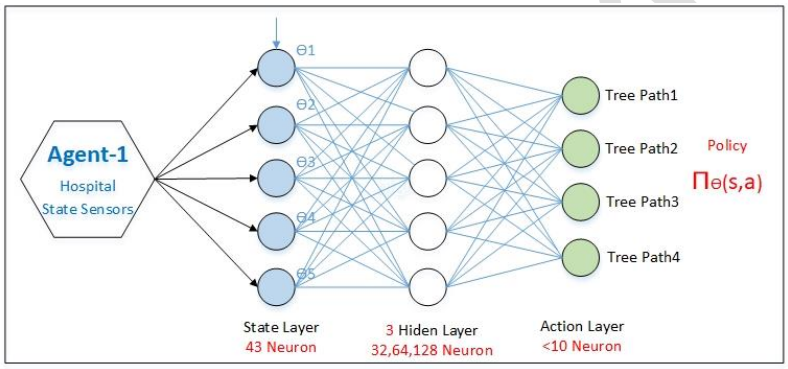
---

[1] Deep Deterministic Policy Gradient
[2] Advantage Actor-Critic
[3] Deep Q-Network
[4] Tree Policy Gradient Recommendation
[5] Tree Policy Gradient Recommendation - Best Practice
[6] State-Action-Reward-State-Action



شکل ۷. شمای کلی مدل یادگیری تقویتی(محقق‌ساخته)

۳. **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 ۱۰پیوست برگرفته شده و نورون‌های لایه خروجی شبکه نیز از مسیرهای نهایی ۱۰ گانه مربوط به درخت خوشه‌بندی شده سلسله مراتبی در جداول ۲، ۳، ۴ و ۵ پیوست، برگرفته شده است.



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

همچنین جدول ۴، عناصر و اقلام اجرایی یادگیری تقویتی را در وضعیت بهینه و اثربخش مدل نمایش 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 ا 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

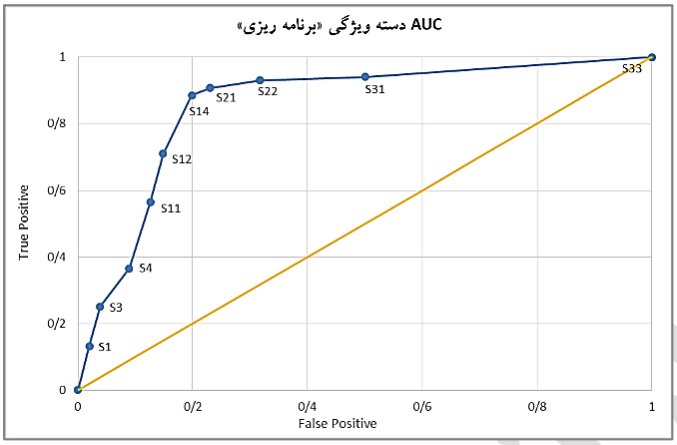
اعتبارسنجی ویژگی‌ها و مدل. جهت اعتبارسنجی و اطمینان از دقت و صحت ویژگی‌ها در مدل، علاوه بر اجرای الگوریتم انتخاب ویژگی Backward، با استفاده از روش‌های اعتبارسنجی آماری، ویژگی‌های نهایی استخراج شده، اعتبارسنجی گردید [۳۳]. شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ نمودارROC مربوط به هر دسته ویژگی زیرمجموعه ۴۳ ویژگی نهایی را با در نظر گرفتن خروجی‌های سطح یک، دو و سه از کنش‌های مدل و با استفاده از الگوریتم Classifier LR، در مدل یادگیری تقویتی نشان می‌دهد. همچنین جدول ۶، میزان میانگین AUC هریک از دسته ویژگی‌ها را به همراه برچسب نهایی دقت که بر اساس جدول ۵، تدوین شده را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن مطالب فوق، هر پنج دسته ویژگی برنامه‌ریزی، بسیج منابع، سازماندهی، کنترل و هدایت و رهبری شرایط مطلوب را در دقت، احراز نموده و دارای اعتبار لازم در مدل هستند.

همچنین 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 انجام شده 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 سیاست در مدل یادگیری تقویتی (جدول ۴ پیوست) هستند. به دلیل

[1] loss function

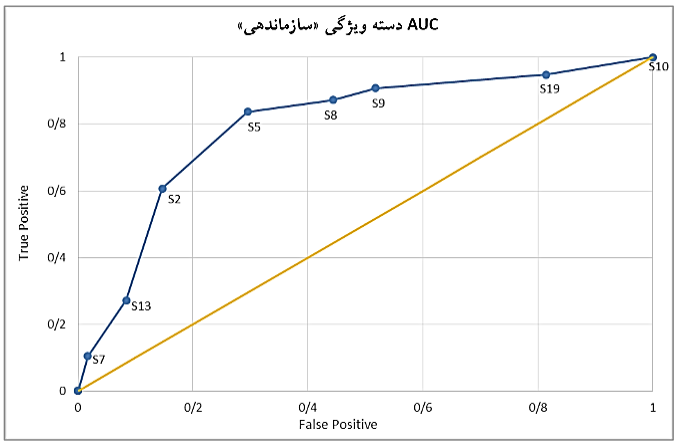
تعداد زیاد اعضای مجموعه حالات و کنش‌ها؛ صرفا خروجی مدل، برای کنش‌های ۱ تا ۴۲ از مجموعه کنش‌های سطح ۳ منشعب از گروه ۱ سطح ۲ مربوط به محور «رهبری و مدیریت کیفیت» در جدول ۴، انتخاب شد و در ادامه، تحلیل حساسیت، نسبت به مقادیر متغیرهای شماره ۱ تا ۴۳ موجود در جدول۶ پیوست انجام گردید. البته در نمودار شکل‌های 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 می‌باشند. بنابراین فرایند انتخاب ویژگی‌ها و کنش‌های مدل یادگیری تقویتی دارای اعتبار و پایایی لازم می‌باشد.



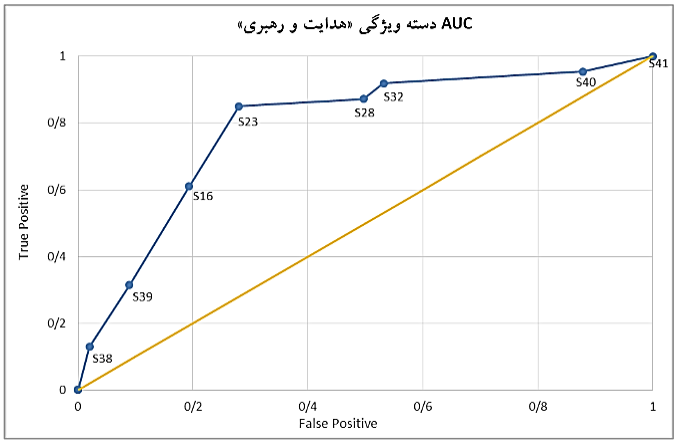
شکل ۹. نمودار ROC دسته ویژگی «برنامه‌ریزی» (محقق‌ساخته)

شکل ۱۰. نمودار ROC دسته ویژگی «بسیج منابع» (محقق‌ساخته)



شکل ۱۱. نمودار ROC دسته ویژگی «سازماندهی» (محقق‌ساخته)

شکل ۱۲. نمودار ROC دسته ویژگی «کنترل» (محقق‌ساخته)



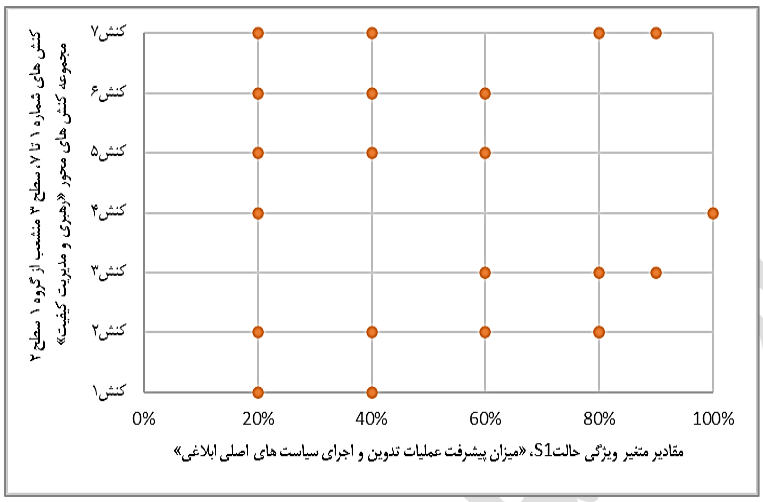
شکل ۱۳. نمودار ROC دسته ویژگی «هدایت و رهبری» (محقق‌ساخته)

جدول ۵. معیار تعیین بر چسب دقت

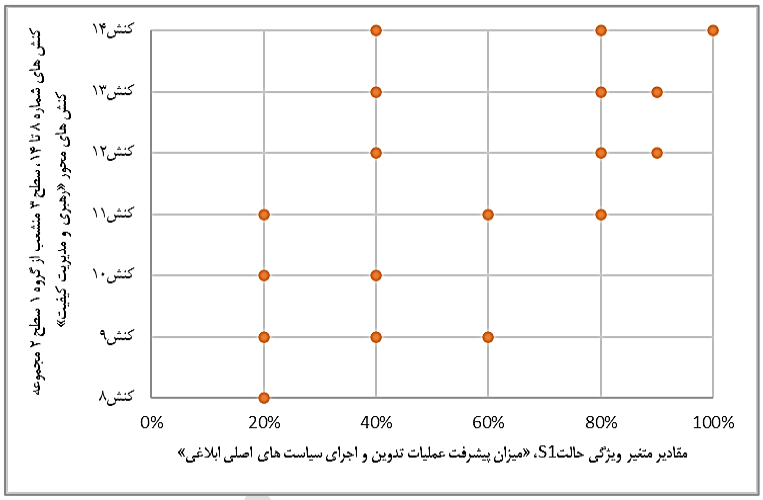
AUC	Accuracy
> ۰/۹	Excelent
> ۰/۸	Good
> ۰/۷	Fair
≤ ۰/۷	Poor

جدول ۶. میزان میانگین AUC هریک از دسته ویژگی‌ها

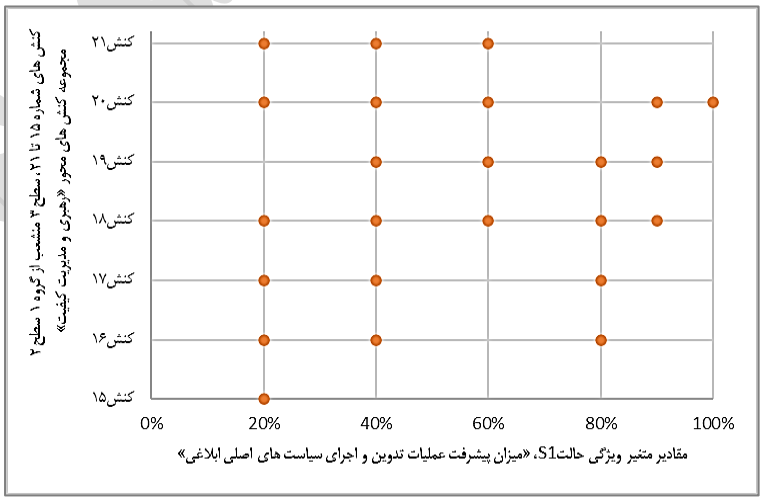
دسته ویژگی	لیست ویژگی‌ها	میانگین AUC	دقت
برنامه‌ریزی	s1,s3,s4,s11,s12,s14,s21,s22,s31,s33	۰/۸۶	Good
بسیج منابع	s37,s6,s17,s18,s25,s26,s30,s42,s43	۰/۸۸	Good
سازماندهی	s7,s13,s2,s5,s8,s9,s19,s10	۰/۸۱	Good
کنترل	s15,s20,s24,s27,s29,s34,s35,s36	۰/۸۰	Good
هدایت و رهبری	s38,s39,s16,s23,s28,s32,s40,s41	۰/۸۳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



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



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



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

۵. بحث و نتیجه‌گیری

اعتباربخشی بیمارستانی، روند ارزشیابی با استفاده از استانداردهای مطلوب ساختاری، فرآیندی و پیامدی است که نقش قابل توجهی در نظارت و ارزشیابی سازمان‌های بهداشتی و درمانی داشته و همواره باعث ارتقای کیفیت، ایمنی، اثربخشی و کارایی خدمات این سازمان‌ها بوده است [4].

با توجه به هدف اصلی پژوهش حاضر که «ارایه عناصر و متدولوژی مدل یادگیری تقویتی منطبق بر مدل مفهومی عامل بنیان اعتباربخشی بیمارستانی در ایران» است؛ سعی شده تا به پرسش اصلی آن (*آیا عناصر و متدولوژی مدل یادگیری تقویتی را می‌توان منطبق بر مدل مفهومی عامل‌بنیان اعتباربخشی بیمارستانی، طراحی و تدوین نمود، بطوری‌که منجر به بهینه شدن بهره‌وری در زیست‌بوم اعتباربخشی بیمارستانی گردد؟*)، پاسخهای مناسبی داده شود. در ابتدا با بهره‌گیری از نتایج بدست آمده از تحلیل داده‌های کیفی و مدل داده‌بنیاد موجود در مطالعه پیشین محقق، 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 مورد بررسی در مستند اعتباربخشی، تدوین شدند (شکل ۳). با توجه به حجم زیاد اقلام و مولفه های ارزیابی، صرفا اقلام محور اصلی شماره یک «رهبری و مدیریت» در مدل یادگیری تقویتی در نظر گرفته شد. بنابراین کلیه ویژگی‌های مورد نیاز در فرایند یادگیری، مرتبط با محورهای شماره ۱ تا ۷ استانداردهای «مدیریت و رهبری» استخراج شد. از بین ۶۷ استاندارد مرتبط، تعداد ۵۴ استاندارد بعنوان عضو مجموعه حالات و ویژگی‌های اولیه در مدل یادگیری، انتخاب شدند. پس از استخراج چارچوب کلی کنش‌های عامل، آنها بر حسب بروزرسانی و انتخاب حالت محیط، مورد ارزیابی و بررسی محتوایی قرار گرفتند و لیست کنش‌های عامل بر اساس طبقه‌بندی ساختار درختی، بصورت یک درخت عمومی غیر دودویی استخراج و ایجاد گردید و سپس به یک درخت دودویی خوشه‌بندی سلسله مراتبی شده، تبدیل شد (شکل ۴). جدول ۱ پیوست، بازنمایی کننده واقعی از اقلام کنش‌های عامل «مدیریت و رهبری» است. در نهایت، لیست ویژگی‌های نهایی مدل (جدول ۶ پیوست) در ۴ سطح استاندارد که ۳ سطح کلی و ۱ سطح جزیی بوده، انتخاب و تدوین شدند. کنش‌های نهایی محور «رهبری و مدیریت کیفیت» که می‌بایست در طراحی جدول Q مرتبط بکارگرفته شوند، تدوین شدند (شکل ۵). با انجام گروه‌بندی خبرگان، در مجموع اطلاعات هدف تعداد ۸۴ بیمارستان شبیه‌سازی شده، در بانک اطلاعاتی نهایی Q، تکمیل گردید. این مجموعه داده، برای استفاده در ادامه فرایند یادگیری، در قالب یک فایل اکسل ذخیره گردید.

جمع‌بندی پیشینه پژوهش‌های مرتبط، نشان داد که رویکرد طراحی مدل‌های اعتباربخشی بیمارستانی می‌تولند به دو گروه «مدل‌های مفهومی بدون بهره‌گیری از عوامل هوشمند» و «مدل‌های مفهومی با بهره‌گیری از مفاهیم هوشمندسازی و سیستم‌های عامل‌بنیان» تقسیم گردد. همچنین مشخص شد که مطالعات مدل‌های مفهومی سلامت (نه فقط و لزوما اعتباربخشی بیمارستانی) با رویکرد سیستم‌های عامل‌بنیان، به‌صورت گسترده‌ای در حال رشد می‌باشد. بررسی‌ها نشان داد که این مطالعات، دارای نتایج مورد انتظار بوده و کارایی و اثربخشی مدل‌ها و

فرایندهای پیشـنهاد شـده توسـط آنها، اعتبار لازم را داشـته‌اند. همچنین از نقاط ضـعف این پژوهش‌ها، این اسـت که، الگوریتم‌های یادگیری تقویتی لزوما با مدل‌های عامل‌بنیان در آنها در آمیخته نشده است.

مصدق‌راد و غضنفری [2] تایید کردند که برای اثربخشی بیشتر سیستم اعتباربخشی بیمارستانی، عامل‌هایی مانند سیاست‌گذاران، استانداردها، مدیران بیمارستانی، پرسنل و پزشکان، زیرساخت‌ها و منابع بیمارستانی، سازمان‌های بالادستی و ارزیابان، نقش موثرتری دارند. بنابراین از یافته‌های آنها در فرایند تدوین مدل مفهومی عامل‌بنیان و روند اسـتخراج و جمع‌آوری ویژگی‌ها در پژوهش حاضر بهره گرفته شد.

مشـخص شـد که مهم‌ترین متغیرهای مسـتقل که بر متغیر وابسـته «سـیسـتم اعتباربخشـی بیمارستانی» دارای تاثیر و اثربخشی بوده، عبارتند از؛ شاخص‌های بهبود کیفیت، مدیریت رهبری، مدیریت منابع، مدیریت بیمار. همچنین مشخص شد که موضـوعاتی مانند مسـتقل‌بودن سازمان اعتباربخشی، میزان مشارکت کارکنان، تعداد، ساختار و محتوای استانداردها، مشکلات ساختاری، اهمیت منابع انسانی، مالی، از جمله چالش‌های اجرایی اعتباربخشی هستند. این موضوع‌ها توسط چهرآزاد و همکاران [4] مورد تایید واقع شد.

Abdellatif,et al [۱۳] در مطالعه خود، بررسی جامع از مدل‌ها و تکنیک‌های اخیر یادگیری تقویتی برای پشتیبانی از سیستم‌های مراقبت بهداشتی هوشمند، انجام داده‌اند و نمای کلی، چالش‌ها، معماری و چگونگی سودمندی یادگیری تقویتی برای این سیستم‌ها را ارائه و مدل‌سازی ریاضی آن را نیز بررسی نموده‌اند. بنابراین از یافته‌های آنها در فرایند تدوین عناصر و اجزای مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر بهره گرفته شده است.

Liu,et al [۱۴]یک چارچوب جدید توصیه مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق با مدل‌سازی تعاملات صریح کاربر بنام DRR پیشنهاد داده‌اند که توصیه را بعنوان یک رویه تصمیم‌گیری متوالی در نظر می‌گیرد و یک طرح یادگیری تقویتی «بازیگر منتقد» برای مدل‌سازی تعاملات بین کاربران و سیستم‌های توصیه‌کننده ارائه می‌کند. بنابراین از یافته‌های آنها در فرایند تدوین متدولوژی مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر بهره گرفته شده است.

Zhao,et al [۱۵] یک استراتژی تبلیغاتی جدید برای مبادله تبلیغ پیشنهاد شده و یک چارچوب مبتنی بر یادگیری تقویتی ایجاد نموده‌اند که می‌تواند به طور مداوم استراتژی‌های تبلیغاتی خود را بروز نماید و در دراز مدت، پاداش را به حداکثر برساند. در واقع این مطالعه چارچوبی برای یادگیری تقویتی عمیق برای تبلیغات آنلاین در سیستم‌های توصیه‌کننده را ارایه کرده است. از یافته‌های آنها در فرایند تدوین عناصر و اجزای مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر بهره گرفته شده است.

مطالعه با عنوان «توصیه تعاملی در مقیاس بزرگ با گرادیان خط‌مشی ساختاریافته درختی» توسط Chen,et al [۱۷] یک چارچوب توصیه گرادیان خط‌مشی ساختاریافته درختی (TPGR) پیشنهاد نموده که در آن یک درخت خوشه‌بندی سلسله مراتبی متوازن بر روی آیتم‌ها ساخته می‌کند و یک آیتم بعنوان جستجوی یک مورد فرموله می‌شود. بر پایه الگوریتم آن، متدولوژی مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر توسعه پیدا کرده است. همچنین Yousefi [۱۶] مدل‌های معاملاتی تک سهام بر اساس الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری تقویت عمیق (DDPG و C2A) را ارایه کرده است که بر پایه آن متدولوژی مدل یادگیری تقویتی در پژوهش حاضر توسعه پیدا کرده است.

پژوهش‌های فوق‌الذکر، اغلب بدون بهره‌مندی از رویکرد عامل‌بنیان (به‌غیر از تعدادی در سایر حوزه‌های سلامت) تدوین و ارایه شده‌اند. تعدادی از آنها بیشتر جنبه‌های مهم در مسایل مدل‌های یادگیری تقویتی را تحلیل و مورد مطالعه قرار داده‌اند، به‌طوری‌که ابعاد جزییات برخی از آنها، از پژوهش حاضر نیز بیشتر می‌باشد؛ اما به‌دلیل عدم بهره‌گیری از رویکردهای شبیه‌سازی عامل‌بنیان، توانایی بازنمایی قواعد رفتاری عوامل و تعاملات محیطی و الگوهای پیچیده در سطح خرد و کلان محیط (بعنوان مثال یک بیمارستان) در آنها وجود نداشت. بنابراین در نتایج و یافته‌های اغلب آنها، قابلیت‌های هوشمندسازی و تطبیق‌پذیری شرایط رفتاری مشاهده نگردید. با توجه به مباحث فوق‌الذکر، عناصر و متدولوژی مدل ارائه شده پژوهش حاضر، نتیجه‌ای جامع و منسجم حاصل شده از روش‌های ترکیبی عامل‌بنیان و داده‌بنیاد می‌باشد که برخلاف اغلب مدل‌های پیشین می‌تواند به‌عنوان چارچوب مفهومی در سیستم‌های هوشمند نرم‌افزاری مانند ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری، استفاده گردد تا سیاست‌گذاران، مدیران، تصمیم‌گیرندگان در بیمارستان قادر باشند تا با اطلاع از نتایج واکنش‌های خود، بهترین رویکردها را با در نظرگرفتن جنبه‌های بیشتری از این مسائل، اتخاذ نمایند. همچنین نویسندگان در نظر دارند؛ در پژوهش‌های آتی خود، الگوریتم‌های یادگیری تقویتی در این مطالعه را توسعه داده و با تمرکز بر این الگوریتم‌ها، چارچوب نرم افزاری منطبق بر مدل پژوهش حاضر تهیه و تدوین نمایند. همچنین به پژوهشگران آتی نیز پیشنهاد می‌گردد با توجه به کاربرد فراوان مدل‌سازی عامل‌بنیان در حوزه سیستم‌های اجتماعی، فنی بیمارستانی و اهمیت به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری تقویتی در آنها، پژوهش‌های مرتبطی در این حوزه به انجام رسانند.

پیوست‌ها

جدول ۱. لیست ویژگی‌های اولیه حالات

کد	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 ظرفیت های بستری عادی، ویژه و سرپایی اطمینان حاصل می نماید؟
$f3$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تامین منابع مالی و مدیریت هزینه ها جهت استقرار و استمرار کیفیت خدمات، اطمینان حاصل می نماید؟
$f4$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از مشارکت پیمانکاران و تامین کنندگان در تحقق نتایج مطلوب، اطمینان حاصل می نماید؟
$f5$	درصد مبتنی بر شواهد بودن و داشتن نتایج متوازن در تصمیمات و اقدامات تیم رهبری و مدیریت
$f6$	میزان فعالیت اثربخش کمیته های بیمارستانی بر اساس ضوابط مربوط و متناسب با شرایط بیمارستان
$f7$	گزاره وضعیتی: عملکرد تیم رهبری و مدیریت بیانگر تعهد به اجرای برنامه های ارتقای کیفیت خدمات و ایمنی بیمار است؟
$f8$	میزان اطمینان رهبری بیمارستان از مشخص بودن ارتباط سازمانی و پاسخگویی مسئولان در حیطه وظایفشان
$f9$	وضعیت تدوین و بازنگری سند استراتژیک بیمارستان
$f10$	میزان برنامه ریزی 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 سیستم های مکانیکی و الکتریکی
$f12$	میزان تدوین و اجرای برنامه آمادگی و پاسخ مؤثر و به موقع به حوادث و بلایا
$f13$	میزان برنامه ریزی و اقدام تیم رهبری و مدیریت برای توسعه اخلاق حرفه ای و ترویج فرهنگ بیمار محوری
$f14$	میزان برنامه ریزی و اقدام بیمارستان در خصوص ارتقای سلامت
$f15$	میزان مشارکت بیمارستان در اجرای برنامه های ملی سلامت
$f16$	میزان انجام ارزیابی خطرِحوادث و بلایا و برنامه ریزی 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 پیش بینی شده و بر اساس آن عمل می‌شود؟
$f20$	میزان بکارگیری کارکنان بر اساس ضوابط و مقررات مربوطه و احراز توانمندی های لازم برای هر یک از مشاغل
$f21$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های توانمندسازی کارکنان بر اساس آموزش های هدفمند
$f22$	گزاره وضعیتی: ارزشیابی و نظارت بر عملکرد کارکنان در مسیر ارتقاء و توسعه، برنامه ریزی و مدیریت می شود؟
$f23$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از رعایت اصول بهداشت محیط در تمام بخش ها و واحدها اطمینان حاصل می نماید؟

$f24$	گزاره وضعیتی: مراحل تهیه، آماده سازی، طبخ، توزیع و سرو غذا با رعایت اصول بهداشتی انجام می شود؟
$f25$	گزاره وضعیتی: مدیریت آب و فاضلاب بیمارستان بر اساس استانداردهای ملی و ضوابط بهداشتی مربوط صورت می پذیرد؟
$f26$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های مدون بیمارستان برای حمایت از کارکنان
$f27$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه بهبود شرایط و سالم سازی محیط کار
$f28$	گزاره وضعیتی: بکارگیری کارکنان پرستاری بر اساس شرح شغل و شرایط احراز، انجام می شود؟
$f29$	میزان تدوین و ابلاغ سیاست های آموزشی پرستاران و بیماران
$f30$	گزاره وضعیتی: مدیریت پرستاری بر روند مراقبت و درمان، نظارت مؤثر می نماید؟
$f31$	گزاره وضعیتی: سامانه اطلاعات بیمارستان (HIS) با قابلیت های مورد انتظار فعال است؟
$f32$	میزان اطمینان بیمارستان از ورود صحیح و کامل داده ها
$f33$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های نگهداشت تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری
$f34$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های امنیت داده ها
$f35$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از فرآیند تشکیل و تکمیل پرونده های پزشکی بیماران اطمینان حاصل می نماید؟
$f36$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های الکترونیکی نمودن خدمات
$f37$	در دسترس بودن سند استراتژیک در بخش‌ها/ واحدها (ترجیحاً بصورت الکترونیک)
$f38$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های مدیریت پسماند بر اساس ضوابط و دستورالعمل های ابلاغی
$f39$	میزان برنامه ریزی و اجرای فرایندهای رختشویخانه با رعایت ضوابط و شرایط استاندارد
$f40$	گزاره وضعیتی: اصول بهداشت حفاظت در برابر پرتوها رعایت می شود؟
$f41$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تامین ایمن گازهای طبی برای استفاده بیماران اطمینان حاصل می نماید؟
$f42$	گزاره وضعیتی: پایش، نگهداری، ارزیابی و کاربری صحیح تجهیزات پزشکی برنامه ریزی و مدیریت می شود؟
$f43$	گزاره وضعیتی: بیمارستان از انجام دیالیز بیماران با استفاده از تجهیزات استاندارد اطمینان حاصل می نماید؟
$f44$	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های تامین 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 داده ها/ اطلاعات
$f47$	گردآوری، سازماندهی، تحلیل، تفسیر و نمایش داده ها/ اطلاعات
$f48$	تعیین اهداف عملیاتی/ اختصاصی/ عینی اسمارت برای هر یک از سالهای برنامه استراتژیک مطابق با اهداف کلان و استراتژیهای تدوین شده

نسخه پیش

$f49$	بازنگری حداقل سالیانه و یا اصلاح آن در صورت نیاز در هر مقطع زمان
$f50$	تجمیع داده ها/ اطلاعات برای بدست آوردن جنبه های جدیدی از وقایع و پدیده ها
$f51$	کاستن از داده های جزئی برای رسیدن به نکات اصلی
$f52$	مرتب سازی داده ها/ اطلاعات در مجموعه های مختلف
$f53$	گزارش دهی مناسب داده ها/ اطلاعات و طبقه بندی داده ها به گروه ها و طبقات مختلف
$f54$	تدوین برنامه استراتژیک بیمارستان مطابق الگوی علمی منتخب، هماهنگ با سیاستهای اصلی بیمارستان توسط تیم رهبری و مدیریت بیمارستان

جدول ۲. لیست کنش‌های سطح ۱

کد	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

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

کد	عنوان
۱	تدوین و اجرای سیاست‌های اصلی ابلاغ شده و برنامه های بیمارستان براساس آن
۲	اطمینان حاصل کردن رهبری بیمارستان از مشخص بودن ارتباط سازمانی و پاسخگویی مسئولان در حیطه وظایف شان
۳	بازنگری شدن سند استراتژیک بیمارستان به صورت دوره ای
۴	نظارت بر تصمیمات و اقدامات تیم رهبری و مدیریت مبتنی بر شواهد بودن و تاکید بر تحقق نتایج متوازن آن
۵	فعالیت کمیته های بیمارستانی بر اساس ضوابط مربوط و متناسب با شرایط بیمارستان به صورت اثربخش

۶	عملکرد تیم رهبری و مدیریت بیانگر تعهد به اجرای برنامه های ارتقای کیفیت خدمات و ایمنی بیمار
۷	تیم رهبری و مدیریت برای توسعه خلاق حرفه ای و ترویج فرهنگ بیمار محوری برنامه ریزی و اقدام می نماید.
۸	بیمارستان درخصوص فعالیت و استفاده بهینه از ظرفیت های بستری عادی، ویژه و سرپایی اطمینان حاصل می نماید.
۹	بیمارستان از تامین منابع مالی و مدیریت هزینه ها جهت استقرار و استمرار کیفیت خدمات، اطمینان حاصل می نماید.
۱۰	بیمارستان از مشارکت پیمانکاران و تامین کنندگان در تحقق نتایج مطلوب اطمینان حاصل می نماید.
۱۱	بیمارستان در خصوص ارتقای سلامت برنامه ریزی و اقدام می نماید.
۱۲	بیمارستان در اجرای برنامه های ملی سلامت مشارکت می نماید.
۱۳	ارزیابی خطرِحوادث و بلایا انجام شده و بر اساس نتایج آن برنامه ریزی و مدیریت می شود.
۱۴	اقدامات پیشگیرانه برای ایمنی و امنیت زیرساخت های حیاتی و محیط بیمارستان برنامه ریزی و انجام می شود.
۱۵	برنامه ارزیابی، نگهداری و راهبری ایمن سیستمهای مکانیکی و الکتریکی تدوین شده و اجرا می شود.
۱۶	برنامه آمادگی و پاسخ مؤثر و به موقع به حوادث و بلایا تدوین شده و براساس آن عمل می شود.
۱۷	تداوم خدمات حیاتی و برنامه بازیابی پس از حوادث و بلایا پیش بینی شده و براساس آن عمل می شود.
۱۸	کارکنان براساس ضوابط و مقررات مربوط و احراز توانمندی های الزم برای هر یک از مشاغل بکارگیری می شوند.
۱۹	توانمندسازی کارکنان براساس آموزش های هدفمند، برنامه ریزی و اجرا می شود.
۲۰	ارزشیابی و نظارت بر عملکرد کارکنان در مسیر ارتقاء و توسعه، برنامه ریزی و مدیریت می شود.
۲۱	بیمارستان برای حمایت از کارکنان برنامه های مدون داشته و بر اساس آن عمل می نماید.
۲۲	بهبود شرایط و سالم سازی محیط کار، برنامه ریزی شده و بر اساس آن اقدام می شود.
۲۳	حوادث شغلی در سطح بیمارستان پیشگیری و مدیریت می شوند.
۲۴	بیماری های شغلی در سطح بیمارستان پیشگیری و مدیریت می شوند.

نسخه پیش از انتشار

۲۵	بکارگیری کارکنان پرستاری براساس شرح شغل و شرایط احراز انجام می شوند.
۲۶	سیاست های آموزشی پرستاران و بیماران تدوین و ابلاغ شده است.
۲۷	مدیریت پرستاری بر روند مراقبت و درمان، نظارت مؤثر می نماید.
۲۸	سامانه اطلاعات بیمارستان با قابلیت های مورد انتظار فعال است.
۲۹	بیمارستان از ورود صحیح و کامل داده ها اطمینان حاصل می نماید.
۳۰	نگهداشت تجهیزات سخت افزاری و نرم افزارها برنامه ریزی و بر اساس آن عمل می شود.
۳۱	امنیت داده ها برنامه ریزی و بر اساس آن عمل می شود.
۳۲	بیمارستان از فرآیند تشکیل و تکمیل پرونده های پزشکی بیماران اطمینان حاصل می نماید.
۳۳	بیمارستان در راستای الکترونیک نمودن خدمات برنامه ریزی نموده و بر اساس آن عمل می نماید.
۳۴	بیمارستان از رعایت اصول بهداشت محیط در تمام بخشها / واحدها اطمینان حاصل می نماید.
۳۵	مراحل تهیه، آماده سازی، طبخ، توزیع و سرو غذا با رعایت اصول بهداشتی انجام می شود.
۳۶	مدیریت آب و فاضلاب بیمارستان براساس استانداردهای ملی و ضوابط بهداشتی مربوط صورت می پذیرد.
۳۷	مدیریت پسماند بر اساس ضوابط و دستورالعمل های ابلاغی، برنامه ریزی و اجرا می شود.
۳۸	فرایندهای رختشویخانه با رعایت ضوابط و شرایط استاندارد برنامه ریزی و انجام می شود.
۳۹	اصول بهداشت حفاظت در برابر پرتوها رعایت می شود.
۴۰	بیمارستان از تامین ایمن گازهای طبی برای استفاده بیماران اطمینان حاصل می نماید.
۴۱	تامین تجهیزات پزشکی بر اساس اصول فنی و رعایت ضوابط مربوط برنامه ریزی و مدیریت می شود.
۴۲	پایش، نگهداری، ارزیابی و کاربری صحیح تجهیزات پزشکی برنامه ریزی و مدیریت می شود.

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

کد	احتمال	نوع کنش	عنوان کنش
۱	۹۸	نوع اول – برگ	سیاست های اصلی توسط مسئولان ارشد بیمارستان تعیین و مکتوب شود.

۲	۸۰	نوع دوم – برگ	سیاست های اصلی با سیاست های سازمان بالادستی و ملاحظات بومی بیمارستان همسو شود.
۳	۹۰	نوع سوم – برگ	از سیاست های اصلی به عنوان راهنما در تدوین استراتژی ها و فعالیت های بیمارستان استفاده گردد.
۴	۷۰	نوع دوم – برگ	از سیاست های اصلی در نظارت و ارزیابی عملکرد واحدها استفاده گردد.
۵	۶۵	نوع دوم – برگ	شناسایی و تحلیل ذینفعان با یکی از روش های علمی و مشخص کردن ذینفعان کلیدی بیمارستان انجام گردد.
۶	۷۰	نوع دوم – برگ	سیاست های اصلی بیمارستان بر حسب ارتباط موضوعی به ذینفعان کلیدی داخلی ابلاغ گردد.
۷	۹۸	نوع دوم – برگ	فهرست و تحلیل انجام شده ذینفعان ثبت و به روز رسانی شود.
۸	۸۰	نوع دوم – برگ	نمودار سازمانی تدوین، تصویب و ابلاغ گردد.
۹	۹۰	نوع دوم – برگ	تطابق نمودار سازمانی با عملکرد و روابط بین واحدها و اجرای آن بررسی گردد.
۱۰	۷۰	نوع دوم – برگ	بازنگری و به روز رسانی نمودار سازمانی در صورت تغییر انجام گردد.
۱۱	۶۵	نوع دوم – برگ	وجود گواهی آموزش مدیران، برای پنج رده مدیریتی تعیین شده بررسی گردد.
۱۲	۷۰	نوع سوم – برگ	نیازسنجی آموزشی در زمینه رهبری و مدیریت برای تمام مسئولان، مدیران سطوح مختلف تحت هدایت تیم رهبری بیمارستان انجام گردد.
۱۳	۹۸	نوع سوم – برگ	گذراندن دوره های آموزشی مدیریتی عمومی و اختصاصی متناسب توسط مدیران و مسئولان بررسی گردد.
۱۴	۸۰	نوع سوم – برگ	استفاده از آموزه های مدیریتی برای تحلیل اطلاعات و تصمیم گیری های سازمانی توسط مدیران و مسئولان در رده های مختلف بررسی گردد.

جدول ۶ لیست ویژگی‌های نهایی حالات

کد	عنوان
s1	میزان پیشرفت عملیات تدوین و اجرای سیاست های اصلی ابلاغی
s2	میزان اطمینان رهبری بیمارستان از مشخص بودن ارتباط سازمانی و پاسخگویی مسئولان در حیطه وظایفشان

s3	وضعیت تدوین و بازنگری سند استراتژیک بیمارستان
s4	درصد مبتنی بر شواهد بودن و داشتن نتایج متوازن در تصمیمات و اقدامات تیم رهبری و مدیریت
s5	میزان فعالیت اثربخش کمیته های بیمارستانی بر اساس ضوابط مربوط و متناسب با شرایط بیمارستان
s6	گزاره وضعیتی: عملکرد تیم رهبری و مدیریت بیانگر تعهد به اجرای برنامه های ارتقای کیفیت خدمات و ایمنی بیمار است؟
s7	میزان برنامه ریزی و اقدام تیم رهبری و مدیریت برای توسعه اخلاق حرفه ای و ترویج فرهنگ بیمار محوری
s8	گزاره وضعیتی: بیمارستان درخصوص فعالیت و استفاده بهینه از ظرفیت های بستری عادی، ویژه و سرپایی اطمینان حاصل می نماید؟
s9	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تامین منابع مالی و مدیریت هزینه ها جهت استقرار و استمرار کیفیت خدمات، اطمینان حاصل می نماید؟
s10	گزاره وضعیتی: بیمارستان از مشارکت پیمانکاران و تامین کنندگان در تحقق نتایج مطلوب، اطمینان حاصل می نماید؟
s11	میزان برنامه ریزی و اقدام بیمارستان در خصوص ارتقای سلامت
s12	میزان مشارکت بیمارستان در اجرای برنامه های ملی سلامت
s13	میزان انجام ارزیابی خطرِحوادث و بلایا و برنامه ریزی و مدیریت بر اساس نتایج آن
s14	میزان برنامه ریزی و انجام اقدامات پیشگیرانه برای ایمنی و امنیت زیرساخت های حیاتی و محیط بیمارستان
s15	میزان تدوین و اجرای برنامه ارزیابی، نگهداری و راهبری ایمن سیستم های مکانیکی و الکتریکی
s16	میزان تدوین و اجرای برنامه آمادگی و پاسخ مؤثر و به موقع به حوادث و بلایا
s17	گزاره وضعیتی: تداوم خدمات حیاتی و برنامه بازیابی پس از حوادث و بلایا پیش بینی شده و بر اساس آن عمل می شود؟
s18	میزان بکارگیری کارکنان بر اساس ضوابط و مقررات مربوطه و احراز توانمندی های لازم برای هر یک از مشاغل
s19	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های توانمندسازی کارکنان بر اساس آموزش های هدفمند
s20	گزاره وضعیتی: ارزشیابی و نظارت بر عملکرد کارکنان در مسیر ارتقاء و توسعه، برنامه ریزی و مدیریت می شود؟
s21	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های مدون بیمارستان برای حمایت از کارکنان
s22	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه بهبود شرایط و سالم سازی محیط کار

s23	درصد پیشگیری و مدیریت حوادث شغلی در سطح بیمارستان
s24	درصد پیشگیری و مدیریت بیماری های شغلی در سطح بیمارستان
s25	گزاره وضعیتی: بکارگیری کارکنان پرستاری بر اساس شرح شغل و شرایط احراز، انجام می شود؟
s26	میزان تدوین و ابلاغ سیاست های آموزشی پرستاران و بیماران
s27	گزاره وضعیتی: مدیریت پرستاری بر روند مراقبت و درمان، نظارت مؤثر می نماید؟
s28	گزاره وضعیتی: سامانه اطلاعات بیمارستان (HIS) با قابلیت های مورد انتظار فعال است؟
s29	میزان اطمینان بیمارستان از ورود صحیح و کامل داده ها
s30	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های نگهداشت تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری
s31	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های امنیت داده ها
s32	گزاره وضعیتی: بیمارستان از فرآیند تشکیل و تکمیل پرونده های پزشکی بیماران اطمینان حاصل می نماید؟
s33	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های الکترونیکی نمودن خدمات
s34	گزاره وضعیتی: بیمارستان از رعایت اصول بهداشت محیط در تمام بخش ها و واحدها اطمینان حاصل می نماید؟
s35	گزاره وضعیتی: مراحل تهیه، آماده سازی، طبخ، توزیع و سرو غذا با رعایت اصول بهداشتی انجام می شود؟
s36	گزاره وضعیتی: مدیریت آب و فاضلاب بیمارستان بر اساس استانداردهای ملی و ضوابط بهداشتی مربوط صورت می پذیرد؟
s37	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های مدیریت پسماند بر اساس ضوابط و دستورالعمل های ابلاغی
s38	میزان برنامه ریزی و اجرای فرایندهای رختشویخانه با رعایت ضوابط و شرایط استاندارد
s39	گزاره وضعیتی: اصول بهداشت حفاظت در برابر پرتوها رعایت می شود؟
s40	گزاره وضعیتی: بیمارستان از تامین ایمن گازهای طبی برای استفاده بیماران اطمینان حاصل می نماید؟
s41	میزان برنامه ریزی و اجرای برنامه های تامین تجهیزات پزشکی بر اساس اصول فنی و رعایت ضوابط مربوطه
s42	گزاره وضعیتی: پایش، نگهداری، ارزیابی و کاربری صحیح تجهیزات پزشکی برنامه ریزی و مدیریت می شود؟

s43	گزاره وضعیتی: بیمارستان از انجام دیالیز بیماران با استفاده از تجهیزات استاندارد اطمینان حاصل می نماید؟

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 به عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

منابع

References

1. Mosadeghrad, A. M., Akbari-sari, A., & Yousefinezhadi, T. (2017). Evaluation of hospital accreditation standards. RJMS, 23(153), 43-54. http://rjms.iums.ac.ir/article-1-4284-en.html
2. 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
3. Ghazanfari, F., et al., Iran hospital accreditation standards: challenges and solutions. The International Journal of Health Planning and Management, 2021. 36(3): p. 958-975.
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. Mosadeghrad, A.M. and Ghazanfari, F. (2021). Developing a hospital accreditation model: a Delphi study. BMC Health Services Research, 21(1).
6. Mosadeghrad, A.M., Akbari Sari, A., & Yousefinezhadi, T. (2017). Evaluation of hospital accreditation method. Tehran-Univ-Med-J, 75(4), 288-298. http://tumj.tums.ac.ir/article-1-8149-fa.html
7. Macal, C. and North, M. (2009). Agent-based modeling and simulation.
8. Dorri, A., Kanhere, S., and Jurdak, R. (2018). Multi-Agent Systems: A Survey. IEEE Access, 6: p. 28573-28593.
9. Azar, A. and Sadeghi, A. (2012). Agent Based Modeling, a New Approach in Modeling Complex Ethical Problems. ethicsjournal, 7(1): p. 6-16.
10. Lin, Y., et al., (2023). A Survey on Reinforcement Learning for Recommender Systems. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, p. 1-21.
11. Sutton, R.S. and Barto, A.G. (1999). Reinforcement learning. Journal of Cognitive Neuroscience, 11(1): p. 126-134.

12. Sutton, R.S. and Barto, A.G. (2018)., Reinforcement learning: An introduction. MIT press.
13. Abdellatif, A.A., et al., (2021). Reinforcement learning for intelligent healthcare systems: A comprehensive survey. arXiv preprint arXiv:2108.04087.
14. Liu, F., et al., (2018). Deep reinforcement learning based recommendation with explicit user-item interactions modeling. arXiv preprint arXiv:1810.12027.
15. Zhao, X., et al., (2019). Deep reinforcement learning for online advertising in recommender systems. arXiv preprint arXiv:1909.03602.
16. Yousefi, N., (2022). Deep Reinforcement Learning for Tehran Stock Trading. Journal of Novel Engineering Science and Technology. 1(02): p. 37-42.
17. Chen, H., et al. (2019). Large-scale interactive recommendation with tree-structured policy gradient. in Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence.
18. Forootani, A., Rastegar, M., and Jooshaki, M., (2022). An advanced satisfaction-based home energy management system using deep reinforcement learning. IEEE Access,10: p. 47896-47905.
19. Haghighi, R.K. and Motadel, A. (2023). Agent-Based Modeling of Pharmaceutical Distribution Online Monitoring System, with Reinforcement Learning Approach. Journal of Industrial Management Perspective, p. -.
20. Maleki, S., Talebi, A. and Moatameni, A. (2022). Developing a Mathematical Model for Competitive Facility Location with Multiple Commodities and Multiple Competitors. Journal of Industrial Management Perspective, 2022. 12(4): p. 71-95.
21. Puorebrahimi, M., (2022). Power Industry's Life Cycle Simulation using Agent Based Modeling. Journal of Industrial Management Perspective, 12(4): p. 9-35.
22. Khastar, H. (2009). A Method for Calculating Coding Reliability in Qualitative Research Interviews. Methodology of Social Sciences and Humanities, 15(58),161-174.
24. Moreno, V., et al., (2020). Application of machine learning techniques to the flexible assessment and improvement of requirements quality. Software Quality Journal, 28(4): p. 1645-1674.
25. 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.
26. Dulac-Arnold, G., et al., (2015). Deep reinforcement learning in large discrete action spaces. arXiv preprint arXiv:1512.07679.
27. 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
29. Kaelbling, L.P., Littman, M. and Moore, A. (1996). Reinforcement learning: A survey. Journal of artificial intelligence research,4: p. 237-285.
32. Zare, M., (2015). Reinforcement learning and its algorithms.

33. 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): p. 160-173.

34. 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), -. https://doi.org/10.22054/ims.2023.70752.2248

نسخه پیش از انتشار