



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Identifying and prioritizing the applications of game theory in the educational and learning environments using the BWM

S.F. Noorani^{*1}, M. Serkani², Z. Karimi³

¹ Department of Information Technology and Computer Engineering, Faculty of engineering, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran

² Department of Information Technology Engineering, Faculty of Engineering, Noore Toubia Virtual University, Tehran, Iran

³ Department of computer science, Faculty of mathematical science, Sharkord University (SKU), Sharkord, Iran

ABSTRACT

Received: 19 November 2022

Reviewed: 15 January 2023

Revised: 11 February 2023

Accepted: 26 March 2023

KEYWORDS:

Game Theory

Education

Learning

Modeling

BWM

* Corresponding author

✉ sf.noorani@pnu.ac.ir

☎ (+98919)7724657

Background and Objectives: Game Theory is a branch of applied mathematics that can mathematically model the real-world scenarios for situations such as competition and cooperation and predict their payoffs. The main point in Game Theory is that the interests of the competition or cooperation of both sides depend on each other's decisions. The teaching and learning environments are considered as an undeniable atmosphere of interactions among the learners, faculty members, and instructors. Using Game Theory to interactions modeling, we are able to analyze the situation to achieve the greater educational achievement. In this paper, for the first time, we used Educational Game Theory to mention the use of Game Theory in the education context. The aim of the present study was to highlight the types of applications of Game Theory in addressing various aspects of teaching and learning in the articles that were conducted from 1987 to 2022.

Methods: This research is applied in terms of purpose and systematically provides a comprehensive review of research on the use of game theory in education and learning. In the first stage, by searching the electronic scientific and research sources and preliminary study of abstract, introduction, and conclusion of articles, we discovered that 42 articles were related to the purpose of our research. In the next stage, each of the studied articles was examined and analyzed in detail from four aspects: What is the application of game theory in the field of education and learning? Is there a mechanism design in the study? Who interacts in the field of education (learners, teachers, staff, and parents), and basically who are the players in the proposed model? Finally, we investigated how the articles evaluate and proved their proposed model. Using a questionnaire, the applications of game theory in the field of education were prioritized. The best-worst (BWM) multi-criteria decision-making method was used for prioritization.

Findings: In the present study, we divided the use of game theory in the field of education and learning into six categories. The first category was research that analyzed participatory behavior in different situations. The second category was research that used game theory to create an environment for further learning; the third category was articles that used game theory to model conditions that would affect the quality of education and create an environment for further learning. The fourth category was research that modeled learner assessment conditions. The fifth category modeled and analyzed the educational behavior of teachers with each other and their teaching methods. The sixth category was articles that considered the collaborative learning environment and use game theory to recommend educational resources to group members. From the perspective of relationship modeling, 60% of the articles modeled the interaction among the learners, 29% modeled the interaction between the instructors and learners and 7% of the articles modeled the interaction of the instructors. One article modeled parental interaction in deciding whether to hire a tutor and one article modeled the employee-learner relationship on cheating. The analysis of the findings showed that applications such as "learner assessment", "enhancement of learning" and "content suggestion" were assigned the highest priorities, respectively. Applications such as "teachers' educational behavior analysis", "investigation of environmental factors affecting education" and "participatory behavior analysis" were in lower priorities.

Conclusion: We studied and organized studies which have applied Game Theory in the education area. The areas of learner assessment by the instructor or peer, grouping for collaboration learning, using the user model, and implicit modeling were some of the topics that needed further research in Educational Game Theory. Also, in learner/learner and learner/teacher interactions, new incentives design methods need to encourage players to learning improvement. The results of this study provide a perspective for researchers in the area of education and learning regarding the use of Game Theory in modeling the teaching and learning environment and creating conditions for increasing educational outcomes.



NUMBER OF REFERENCES
56



NUMBER OF FIGURES
7



NUMBER OF TABLES
5

مقاله پژوهشی

شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای نظریه‌بازی در فضای آموزش و یادگیری با استفاده از روش تصمیم‌گیری BWM

سیده فاطمه نورانی^{۱*}، محمد سرکانی^۲، زهرا کریمی^۳

^۱ گروه فناوری اطلاعات و مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

^۲ گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه مجازی نور طوبی، تهران، ایران

^۳ گروه علوم کامپیوتر، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: نظریه بازی، شاخه‌ای از ریاضیات کاربردی است که می‌تواند سناریوهای دنیای واقعی برای موقعیت‌هایی مانند رقابت و مشارکت را به صورت ریاضی مدل کرده و نتایج آنها را پیش‌بینی کند. نکته کلیدی در نظریه بازی این است که سود طرفین رقابت یا مشارکت وابسته به تصمیمات یکدیگر است. فضای آموزش و یادگیری یک فضای انکارناپذیر از تعاملات بین یادگیرندگان، مدرسان و کارکنان آموزشی است، که با مدل کردن تعامل این افراد می‌توان به تحلیل و ارائه شرایطی جهت پیش‌بینی و در نتیجه بهره‌وری بیشتر آموزشی پرداخت. در این مقاله، برای اولین بار عبارت نظریه بازی آموزشی (Educational Game Theory) را برای استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش به کار می‌بریم. هدف تحقیق حاضر، برجسته کردن انواع کاربرد و مدل‌سازی‌های نظریه بازی در پرداختن به جنبه‌های مختلف آموزش و یادگیری در پژوهش‌های انجام شده در طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۲ و در نهایت اولویت‌بندی انواع کاربردها است.

روش‌ها: این پژوهش از نظر هدف کاربردی است و بررسی جامعی از تحقیقات انجام شده در خصوص استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش و یادگیری ارائه می‌دهد. در مرحله اول، با جستجو در منابع علمی و تحقیقاتی الکترونیکی و مطالعه اولیه چکیده، مقدمه و نتیجه‌گیری مقالات، ۴۲ مقاله، مطابق هدف تحقیق تشخیص داده شدند. سپس، هر کدام از مقالات مورد مطالعه، از چهار جنبه مورد بررسی و تحلیل دقیق قرار گرفتند: این پژوهش در حوزه آموزش و یادگیری، چه استفاده و کاربردی از نظریه بازی را منظور نموده‌اند؟ آیا در پژوهش مورد نظر طراحی مکانیزمی ارائه شده است؟ تعاملات چه افرادی در حوزه آموزش (اعم از یادگیرنده، استاد، کارکنان و والدین) مدل شده است و اساساً بازیکنان مدل پیشنهادی در مقاله چه کسانی در حوزه آموزش هستند؟ و در نهایت، مقاله مورد نظر، مدل پیشنهادی خود را چگونه ارزیابی و اثبات نموده است؟ در مرحله دوم، با استفاده از ابزار پرسش‌نامه، کاربردهای نظریه بازی در حوزه آموزش اولویت‌بندی شدند. در این مرحله از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین – بدترین (BWM) به منظور اولویت‌بندی کاربردها استفاده شده است.

یافته‌ها: در تحقیق حاضر، استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش و یادگیری را در شش دسته تقسیم‌بندی نمودیم. دسته اول تحقیقاتی هستند که به تحلیل رفتار مشارکتی در شرایط مختلف می‌پردازند. دسته دوم تحقیقاتی هستند که از نظریه بازی جهت ایجاد محیطی برای یادگیری بیشتر استفاده می‌کنند. دسته سوم، مقالاتی که از نظریه بازی جهت مدل‌سازی شرایط اثرگذار بر کیفیت آموزش و ایجاد محیط برای یادگیری بیشتر استفاده می‌کنند. دسته چهارم،

تاریخ دریافت: ۲۸ آبان ۱۴۰۱

تاریخ داوری: ۲۵ دی ۱۴۰۱

تاریخ اصلاح: ۲۲ بهمن ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۶ فروردین ۱۴۰۲

واژگان کلیدی:

نظریه بازی

آموزش

یادگیری

مدل‌سازی

BWM

^۱ نویسنده مسئول

Sf.noorani@pnu.ac.ir

① ۰۹۱۹-۷۷۲۴۶۵۷

پژوهش‌هایی که مدل‌سازی شرایط ارزیابی یادگیرنده را انجام می‌دهند. دسته پنجم، رفتار آموزشی مدرسان با یکدیگر و شیوه تدریس آنها را مدل‌سازی و تحلیل می‌نمایند. دسته ششم، مقالاتی هستند که فضای یادگیری مشارکتی را مد نظر قرار داده و با استفاده از نظریه بازی، به توصیه منابع آموزشی به اعضای گروه می‌پردازند.

از منظر مدل‌سازی روابط، ۶۰٪ مقالات، تعامل بین یادگیرندگان با یکدیگر را مدل نموده‌اند، ۲۹٪ تعامل مدرسان با یادگیرندگان را مدل نموده‌اند و ۷٪ مقالات به مدل نمودن تعامل مدرسان با یکدیگر پرداخته‌اند. یک مقاله تعامل پدر و مادر در تصمیم‌گیری در خصوص بکارگیری معلم خصوصی را و یک مقاله نیز ارتباط کارمند و یادگیرنده در خصوص تقلب را مدل نموده‌اند.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها با استفاده از روش BMW نشان داد که کاربردهایی مانند «ارزیابی یادگیرندگان»، «افزایش یادگیری» و «پیشنهاد محتوا» به ترتیب بالاترین اولویت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. کاربردهایی مانند «تحلیل رفتار آموزشی مدرسان»، «بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش» و «تحلیل رفتار مشارکتی» در اولویت‌های پایین‌تر قرار دارند.

نتیجه‌گیری: در این پژوهش، سازمان‌دهی رویکردهای مختلف تحقیقاتی در استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش صورت می‌گیرد. حوزه ارزیابی یادگیرنده توسط استاد یا همگروه، گروه‌بندی برای فعالیت مشارکتی، استفاده از مدل کاربر و مدل‌سازی تلویحی، از موضوعاتی هستند که نیاز به پژوهش و تحقیق بیشتر در حوزه مدل‌سازی فضای آموزش با استفاده از نظریه بازی دارند. همچنین در مدل‌سازی تعامل یادگیرنده/یادگیرنده و استاد، پس از مدل‌سازی فضای یادگیری، طراحی مکانیزم‌های تشویق جهت ترغیب بازیکنان در مسیر حصول یادگیری بیشتر، از مواردی است که نیاز به پژوهش و تحقیق بیشتر دارد. نتایج حاصل از این پژوهش، دیدگاهی مهیا خواهد کرد که برای محققان بحث آموزش و یادگیری در خصوص استفاده از نظریه بازی در بحث مدل‌سازی فضای آموزش و یادگیری و ایجاد شرایطی برای افزایش بهره‌وری آموزشی می‌تواند ارزشمند باشد.

مقدمه

همه انسان‌ها در موقعیت‌های متفاوت تصمیم‌گیری در زندگی شخصی یا شغلی هستند. نظریه یا تئوری بازی (Game Theory) یکی از شیوه‌های ریاضی جهت مدل‌سازی روابط بین عوامل متفاوت در موضع تصمیم‌گیری است [۱، ۲]. نظریه بازی، شاخه‌ای از ریاضیات کاربردی است که ابزارهایی برای تجزیه و تحلیل موقعیت‌هایی فراهم می‌کند که در آن طرف‌هایی که بازیکنان نامیده می‌شوند، تصمیمات وابسته به یکدیگر می‌گیرند. این وابستگی متقابل باعث می‌شود که هر بازیکن تصمیمات یا استراتژی‌های احتمالی بازیکن دیگر را در تدوین استراتژی خود در نظر بگیرد. به بیان ساده در این فضا پس از شناسایی تصمیم‌گیرندگان و همه استراتژی‌های تصمیم‌گیری، یک مدل ریاضی از طرفین تصمیم‌گیری و استراتژی آنها ایجاد می‌شود. تصمیم‌گیرندگان با بررسی مدل و رؤیت استراتژی بازیکن مقابل و تحلیل انتخاب‌های وی، بهترین راهبرد (Strategy) را نسبت به بازیکن دیگر انتخاب می‌کند [۲]. به عنوان مثال در بازی Tic Tac To یا همان بازی ضربدر دایره، دو بازیکن وجود دارد. یکی از بازیکنان علامت ضربدر و یکی از بازیکنان علامت دایره را انتخاب می‌کنند. در این بازی بازیکنان، باید مرحله به مرحله و به نوبت علامت انتخابی خود را در خانه‌های یک جدول ۳×۳ قرار دهند. طبق قوانین بازی، اولین بازیکنی که بتواند علامت انتخابی خود را در سه خانه متوالی به صورت عمودی، افقی یا مورب در جدول درج کند، برنده خواهد شد.

نظریه بازی، در حوزه‌های متنوعی استفاده می‌شود. به عنوان نمونه در حوزه اقتصاد، در مدل کردن مسائل حراج (Auction) و چانه‌زنی (Bargaining) و تصمیم‌گیری جمعی (Collective decision-making) از

نظریه بازی استفاده می‌شود. در حوزه سیاست، مسأله رأی‌گیری از جمله مسائلی است که از نظریه بازی استفاده می‌شود. در مسائل امنیت و حریم خصوصی در شبکه، از نظریه بازی جهت مدل‌سازی استفاده می‌شود. استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش (Education) و یادگیری (Learning) نیز به جهت وجود تعاملات بین یادگیرندگان (Learners)، مدرسان، و کارکنان آموزشی، نتایج مثبت بسیاری به همراه خواهد داشت [۳] و با مدل کردن تعامل افراد مختلف می‌توان به تحلیل و ارائه شرایطی جهت بهره‌وری بهتر آموزشی پرداخت.

نظر به سابقه و اهمیت و نیز تأثیر آموزش بر سایر جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و تربیتی، تحلیل فضا و عوامل دخیل در آموزش و ارائه راهکاری برای افزایش بهره‌وری این فضا از دیدگاه متخصصین و پژوهشگران متفاوت، همانند علم تعلیم، علوم تربیتی، آمار، علوم ریاضی و فناوری همیشه مورد تحقیق و بررسی بوده است. به عنوان یک روش تحلیل فضای آموزشی، می‌توان به استفاده از نظریه بازی در مدل‌سازی روابط بین عوامل مختلف حوزه آموزش یعنی مدرسان، یادگیرندگان، مؤسسه‌ها و کارکنان آموزشی و در نتیجه فهم عناصر تأثیرگذار در ارتقای کیفیت تعاملات و در نهایت ارائه راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری سیستم آموزش، اشاره نمود.

ضرورت و اهمیت تحقیق از بعد نظری را می‌توان این گونه بیان کرد که با توجه به اینکه تئوری بازی‌ها رویکردی جدید در مدیریت آموزش است و مزایای قابل توجهی در طراحی برنامه‌هایی برای بهبود مشارکت دانشجویان ارائه می‌دهد [۳]؛ بنابراین این نیاز دیده می‌شود که در این خصوص مطالعه و تحقیق صورت پذیرد. از این رو، با انجام تحقیق حاضر و تدوین و گردآوری تحقیقات پژوهشی انجام شده، می‌توان مسیر

دو تعریف اساسی در نظریه بازی، تعادل نش (Nash Equilibrium) و بهنجیگی پارتو (Pareto optimum) هستند که در ادامه توضیح داده می‌شوند.

تعریف تعادل نش: تعادل نش، یک نمایه عملکرد است که در آن هیچ بازیکنی به تنهایی نمی‌تواند با تغییر استراتژی، دستاورد بیشتری را به دست آورد [۲، ۷].

تعریف بهنجیگی پارتو: یک نمایه عملکرد، بهنجیگی پارتو نامیده می‌شود؛ اگر و فقط اگر، هیچ نمایه عملکرد دیگر برای هر دو بازیکن دستاورد بهتری به همراه نداشته باشد [۸].

معمای زندانی‌ها

معمای زندانی‌ها یکی از بازی‌های معروف در نظریه بازی است. در این بازی، مجموعه استراتژی هر دو بازیکن مشارکت (Cooperate)، تقابل (Defect) است. یعنی هر بازیکن در مقابل بازیکن طرف مقابل می‌تواند استراتژی مشارکت یا تقابل (عدم مشارکت) را انتخاب کند. دستاورد هر بازیکن با توجه به استراتژی انتخابی توسط وی و بازیکن مقابل تعیین می‌شود و در ماتریس دستاورد نشان داده می‌شود. شکل ۱ ماتریس دستاورد در یک بازی معمای زندانی را نشان می‌دهد.

		بازیکن ۲ Player 2	
		مشارکت Cooperate	تقابل Defect
بازیکن ۱ Player 1	مشارکت Cooperate	c , c	a , d
	تقابل Defect	a , a	b , b

شکل ۱: ماتریس دستاورد در معمای زندانی‌ها

Fig. 1: Payoff Matrix of Prisoners' Dilemma

در ماتریس دستاورد، استراتژی‌های بازیکن اول به صورت سطری و استراتژی‌های بازیکن دوم به صورت ستونی نمایش داده می‌شود. در هر خانه از جدول دو مقدار وجود دارد، که مقدار اول دستاورد بازیکن اول و دومی دستاورد بازیکن دوم است. منظور از دستاورد در تئوری بازی، سود به دست آمده منهای هزینه (کار و تلاش) است. به عنوان نمونه اگر بازیکن اول استراتژی «مشارکت» و بازیکن دوم استراتژی «تقابل» را انتخاب نمایند، به ترتیب دستاورد a و d را دریافت می‌کنند. در معمای زندانی‌ها، ارتباط بین مقادیر جدول دستاورد به صورت رابطه زیر است:

$$\frac{a+d}{2} < c, \quad a < b < c < d \quad (1)$$

$$\left(\frac{1}{2}(\alpha-C), \frac{1}{4}(\alpha-C)\right)$$

با توجه به ماتریس دستاورد در شکل ۱، مشارکت هر دو بازیکن دستاورد c را دارد که بیشتر از دستاورد حاصل از تقابل و عدم مشارکت هر دو بازیکن یعنی b است. با این حال، از آنجا که اگر به عنوان مثال بازیکن ۱ مشارکت کند و بازیکن ۲ عدم مشارکت، دستاورد بازیکن ۱ کمتر از

روشنی در جهت کاربرد تئوری بازی در حوزه آموزش ارائه داد. با بررسی و مرور تحقیقات انجام شده، مشاهده شد که مقالات قبل در خصوص مدل‌سازی حوزه آموزش با استفاده از نظریه بازی روی یک شاخه (یا کاربرد) خاص متمرکز شدند و دسته‌بندی جامعی ارائه ندادند. به عبارت دیگر بنا به دانش ما، مقاله‌ای در خصوص مرور انواع مدل‌سازی‌های انجام شده در استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش انجام نشده و همچنین اولویت انواع کاربردها هم انجام نگرفته است. نوآوری این مقاله در مرور و نیز اولویت بنده کاربردهای تئوری بازی در حوزه آموزش است. شایان ذکر است که مرور انواع مدل‌سازی‌های انجام شده در استفاده از نظریه بازی در زمینه‌های دیگر مثل اینترنت اشیا [۴]، امنیت شبکه [۵]، و بلاک چین [۶] در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، از آنجا که در مقاله حاضر دسته‌بندی کاربردهای نظریه بازی در حوزه آموزش صورت گرفته است، به منظور شاخص کردن این کاربردهای خاص از تئوری مذکور در حوزه آموزش، عبارت نظریه بازی آموزشی (Educational Game Theory) را استفاده کردیم. این عبارت پیشتر از این در متون استفاده نشده است و اولین بار در این مقاله ارائه و استفاده شده است.

در ادامه، مقدمه، روش تحقیق، و نتایج ارائه خواهند شد و در نهایت بحث و نتایج و سپس نتیجه‌گیری بیان خواهد شد.

روش تحقیق

در این بخش ابتدا مفهوم نظریه بازی توضیح داده خواهد شد. سپس نظر به اینکه دو بازی معروف معمای زندانی‌ها (Prisoner's Dilemma) (به صورت مختصر PD) و استکلبرگ (Stackelberg game) در مقالات مورد مطالعه در این تحقیق استفاده شده‌اند، درباره این دو بازی نیز توضیحاتی خواهیم داشت؛ سپس روش پژوهش بیان خواهد شد.

نظریه بازی

نظریه بازی به تحلیل مشارکت (Cooperation) و تناقض (Conflict) بین تصمیم‌گیرندگان هوشمند (Intelligent decision-maker) با استفاده از مدل‌های ریاضی می‌پردازد [۱۳]. در این بازی، هر تصمیم‌گیرنده در خلال تعامل با دیگر تصمیم‌گیرندگان، سعی دارد دستاورد (Payoff) یا بهره (Utility) خود را بیشینه نماید. با این تعریف هر تصمیم‌گیرنده قادر است دستاورد حاصل از هر انتخاب استراتژی را محاسبه نماید. تصمیم‌گیرندگان در نظریه بازی‌ها، با نام بازیکن (Player) مشخص می‌شوند. در هر بازی، بازیکنان با یکدیگر در تعامل هستند و در هر مرحله از بازی یک استراتژی از مجموعه استراتژی (Strategy Set) را انتخاب نموده و در نهایت براساس جدول یا ماتریس دستاورد (Payoff Matrix)، پاداش و یا جریمه دریافت خواهند کرد. بنابراین بازیکن، مجموعه استراتژی و جدول دستاورد از مهم‌ترین عناصر یک بازی در نظریه بازی می‌باشند. در هر مرحله از بازی، استراتژی‌های انتخاب شده توسط بازیکنان در مجموعه‌ای نگهداری می‌شود که به آن نمایه عملکرد (Action Profile) گویند.

بعد، قیمت صفر خواهد شد. با تعریف α به عنوان سقف تولید، اگر میزان تولید یعنی q_1+q_2 بیشتر از α شود، قیمت صفر خواهد شد. بنابراین:

$$P(q_1+q_2)=\begin{cases} \alpha-(q_1+q_2) & \text{if } (q_1+q_2) \leq \alpha \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

منفعت نهایی هر شرکت برابر سود منهای هزینه است که برابر $q_i \times P(q_1+q_2) - C \times q_i$ می شود.

حال برای محاسبه نقطه نش، از شرکت دوم شروع می کنیم. شرکت دوم به دنبال بهینه کردن سود خود یعنی ماکزیمم کردن $q_2 \times P(q_1+q_2) - C \times q_2$ است. با مشتق گیری، ماکزیمم تولید شرکت دوم برابر خواهد بود با:

$$q_2^* = \frac{1}{2}(\alpha - C - q_1) \quad (3)$$

شرکت اول، چون می داند شرکت دوم به دنبال بهینه کردن تولید خود است و میزان تولید بهینه آن را می داند، به دنبال بهینه کردن سود خود است. سود شرکت اول برابر $q_1 \times P(q_1+q_2) - C \times q_1$ و به عبارت دیگر $q_1 \times (\alpha - (q_1+q_2)) - C \times q_1$ است و با قرار دادن مقدار بهینه شرکت دوم، مقدار بهینه تولید شرکت اول برابر با $q_1 \times (\alpha - (q_1 + \frac{1}{2}(\alpha - C - q_1))) - C \times q_1$ (که با مشتق گیری مقدار بهینه تولید شرکت اول برابر خواهد بود با:

$$q_1^* = \frac{1}{2}(\alpha - C) \quad (4)$$

حال با قرار دادن این مقدار، مقدار بهینه شرکت دوم هم برابر خواهد بود با:

$$q_2^* = \frac{1}{4}(\alpha - C) \quad (5)$$

یعنی مقدار تولید دو شرکت در نقطه تعادل نش برابر خواهد بود با:

$$(\frac{1}{2}(\alpha - C), \frac{1}{4}(\alpha - C)) \quad (6)$$

روش پژوهش

این پژوهش پس از مرور تمام مدل سازی های انجام شده با استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش و یادگیری، به اولویت بندی کاربردها با استفاده از روش BMW می پردازد. این مرور با بررسی جامع پایگاه های اطلاعاتی و علمی الکترونیکی مختلف و با استفاده از کلیدواژه های مرتبط با اهداف بنیادی پژوهش انجام می شود و شامل چهار مرحله است. در مرحله اول هدف تحقیق تعیین می شود، در مرحله دوم پژوهش های مورد نظر در خصوص به کارگیری نظریه بازی در حوزه آموزش و یادگیری، جستجو و انتخاب می شوند و در مرحله بعد تجزیه و تحلیل مقالات استخراج شده، با توجه به اهداف تحقیق صورت خواهد گرفت. در مرحله چهارم و در بخش کمی، برای اولویت بندی کاربردهای استخراج شده از روش تصمیم گیری چند معیاره بهترین - بدترین (BWM) استفاده می شود.

هدف اصلی مقاله، دسته بندی انواع کاربرد نظریه بازی در حوزه آموزش و یادگیری است. بنابراین در مقاله، نحوه استفاده از نظریه بازی در

بازیکن ۲ می شود؛ تمایل بازیکنان به عدم مشارکت و تخاصم است. تلاش در این بازی ایجاد انگیزه برای مشارکت هر دو بازیکن و کسب دستاورد بیشتر است. به عنوان مثال دو اپراتور موبایل، با هم قراردادی منعقد می کنند که دکل های مخابراتی هر کدام، مشترکان اپراتور مقابل را نیز پوشش دهد. اگر هر دو بر این قرارداد پایبند باشند، و مشارکت نمایند، دستاورد بیشتری نسبت به عدم مشارکت هر دو خواهند داشت. در حالت مشارکت، هزینه های سخت افزاری کم خواهد شد و دستاورد نهایی هر کدام از اپراتورها بیشتر از عدم مشارکت خواهد شد. حال اگر یکی از اپراتورها به این قرارداد متعهد شود و مشترکان اپراتور مقابل را هم پوشش دهد؛ اما اپراتور دوم این کار را انجام ندهد، دستاورد اپراتور دوم بیشتر خواهد شد. چون بدون پرداخت هزینه های راه اندازی دکل های بیشتر، مشترکان بیشتری را پوشش می دهد. البته این عدم مشارکت در دراز مدت، موجب خارج شدن اپراتور اول از تعهد خواهد شد؛ اما در همان لحظاتی که اپراتور اول متعهد به قرارداد بوده و اپراتور دوم استراتژی تقابل را انتخاب می کرده، دستاورد به نفع اپراتور دوم بوده است. در این بازی نمایه استراتژی (تقابل، تقابل)، نقطه تعادل نش و نمایه استراتژی (مشارکت، مشارکت) بهینگی پارتو است.

بازی/استکلیبرگ

بازی استکلیبرگ یکی از بازی های پویا در نظریه بازی است که در آن بازیکن، پس از رؤیت حرکت و انتخاب استراتژی بازیکن مقابل، استراتژی خود را انتخاب می کند [۲]. فرض کنید دو شرکت محصول مشترکی را تولید می کنند و شرایط به این صورت است که ابتدا شرکت اول محصول خود را تولید می کند و سپس شرکت دوم پس از مشاهده تعداد تولیدات شرکت اول، در مورد تعداد محصولی که تولید می کند تصمیم خواهد گرفت. شرکتی که اول تولیدات خود را عرضه می کند، شرکت پیشرو (Leader) نامیده می شود. شرکت دوم که پس از مشاهده تعداد تولیدات شرکت اول، تصمیم به تولید محصول خود گرفته و در مورد تعداد تولیدات خود تصمیم گیری می کند، شرکت دنباله رو (Follower) نامیده می شود. بنابراین اگر شرکت اول به تعداد q_1 از یک محصول تولید کند؛ شرکت دوم پس از دیدن تعداد محصولات تولید شده توسط شرکت اول، تصمیم خواهد گرفت که به تعداد q_2 از همان محصول تولید کند.

در این بازی فرض می شود که نرخ هزینه تابع خطی است و اگر هزینه تولید هر محصول C باشد؛ هزینه تولید q_i تا محصول توسط شرکت i ، برابر $Cost(q_i) = C \times q_i$ خواهد بود.

در این بازی، سود شرکت ها برابر تعداد تولیدات هر دو شرکت در قیمت محصول در بازار است. اگر قیمت محصول در بازار براساس تولیدات دو شرکت برابر $Price(q_1+q_2)$ باشد؛ سود هر شرکت i برابر $Benefit = q_i \times P(q_1+q_2)$ خواهد بود (برای سادگی قیمت را P نشان می دهیم). در این مدل فرض بر این است که نسبت بین تعداد تولید و قیمت معکوس است و همچنین برای تعداد تولید سقفی وجود دارد و از آن سقف به

و متون آنها کاملاً در دسترس هستند. این مقالات در کنفرانس‌ها، ژورنال‌ها، گزارش‌های فنی و کتاب‌ها منتشر شده‌اند.

فرآیند انتخاب

پس از ترکیب کلمات کلیدی اصلی و فرعی قید شده در جدول ۱، جستجو در پایگاه‌های داده برخط مختلف علمی همچون IEEE، Springer، wile، Science Direct انجام شد. در این مرحله ۴۵۳۳ مقاله که کلمات کلید در عنوان، چکیده و متن آنها اشاره شده بود، یافت شد که ۴۸۳ مقاله مرتبط با پژوهش تشخیص داده شد. پس از مطالعه اولیه چکیده، مقدمه و نتیجه‌گیری مقالات جستجو شده، در نهایت ۴۲ مقاله مرتبط با هدف تحقیق شناخته و انتخاب شدند. در بین ۴۲ مقاله، دو مقاله مشابه هم هستند، که در دسته‌بندی و خلاصه مقالات، این دو با هم گزارش شده‌اند.

در این مرحله تمام ۴۲ مقاله انتخاب شده، مورد بررسی دقیق قرار گرفتند. در هر مقاله، نحوه استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش، بازیکنان، نحوه ارزیابی مدل و اینکه آیا طراحی مکانیزم در مقاله انجام شده یا خیر، استخراج شدند. در خصوص ارزیابی مدل، مشاهده شد که برخی از مقالات از شبیه‌سازی، برخی از اثبات ریاضی و برخی نیز از اجرای تجربی برای اثبات مدل خود استفاده کرده‌اند.

منظور از طراحی مکانیزم، مقالاتی است که به مدل کردن بازیکنان خود و ارائه دستاورد حاصل از تعاملات بازیکنان با استفاده از استراتژی‌های تعریف شده برای بازیکنان می‌پردازند. برخی از مقالات به‌عنوان مثال چند بار معمای زندانی را اجرا می‌کنند و بررسی می‌کنند چه ارتباطی بین رفتار مشارکتی و جنسیت وجود دارد. این دسته از مقالات طراحی مکانیزم ندارند؛ اما پاره‌ای از مقالات با مدل کردن استراتژی و جدول دستاورد بازیکن به ازای انتخاب استراتژی‌های متفاوت، شرایط بازی را مدل کرده‌اند. این دسته از بازی‌ها حاوی طراحی مکانیزم هستند. مراحل انجام پژوهش در شکل ۲ نشان داده شده است.

روایی و پایایی

همان‌طور که در شکل ۲، نشان داده شده است، پرسش‌نامه طراحی شده، پیش از توزیع در اختیار جمعی از خبرگان قرار گرفته و پس از بررسی و اصلاح و در نهایت تأیید خبرگان مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین روایی محتوای پرسش‌نامه توسط این جمع از خبرگان تأیید می‌شود.

در خصوص پایایی، از آنجا که در تحلیل اولویت کاربردهای نظریه بازی در حوزه آموزش از روش BMW استفاده خواهد شد. نرخ سازگاری در این روش عددی بین [۰ و ۱] است که هرچه کوچکتر باشد، سازگاری بیشتر است. تحقیق پرسش‌نامه در بین ۲۰ پاسخ‌دهنده توزیع و از این بین ۱۴ پرسش‌نامه پاسخ داده شده سازگار تشخیص داده شد و مابقی حذف شدند. به این ترتیب پایایی پرسش‌نامه با در نظر گرفتن ضریب سازگاری و حذف پاسخ‌های ناسازگار، تأیید می‌شود.

مدل‌سازی آموزش، بازیکنان و روش ارزیابی مدل پیشنهادی استخراج می‌شود. به این ترتیب سؤالات تحقیق حاضر عبارتند از:

- نظریه بازی چه نوع کاربردهایی در حوزه آموزش دارد؟
 - بازیکنان در حوزه آموزش چه کسانی هستند و تعامل بین آنها چگونه مدل می‌شوند؟
 - مدل‌های پیشنهادی در حوزه آموزشی، چگونه ارزیابی و اثبات می‌شوند؟
 - اولویت‌بندی کاربردهای نظریه بازی در حوزه آموزش چگونه است؟
- در خصوص جستجوی مقالات، در ابتدا در خصوص انتخاب کلمات کلیدی که بتواند اطلاعاتی در خصوص پژوهش مورد نظر در اختیار بگذارد، تحقیقاتی انجام گرفت. در مرحله بعد با ترکیب کلمات کلیدی اصلی و فرعی که در جدول ۱ قید شده است، مقالات به‌طور نظام‌مند جستجو شدند. از بین مقالات جستجو شده، ۴۲ مقاله پس از مطالعه دقیق‌تر، مطابق با هدف تحقیق تشخیص داده شدند و پس از داندلود، متن مقاله از جهت اهداف تحقیق کاملاً مورد بررسی قرار گرفت.

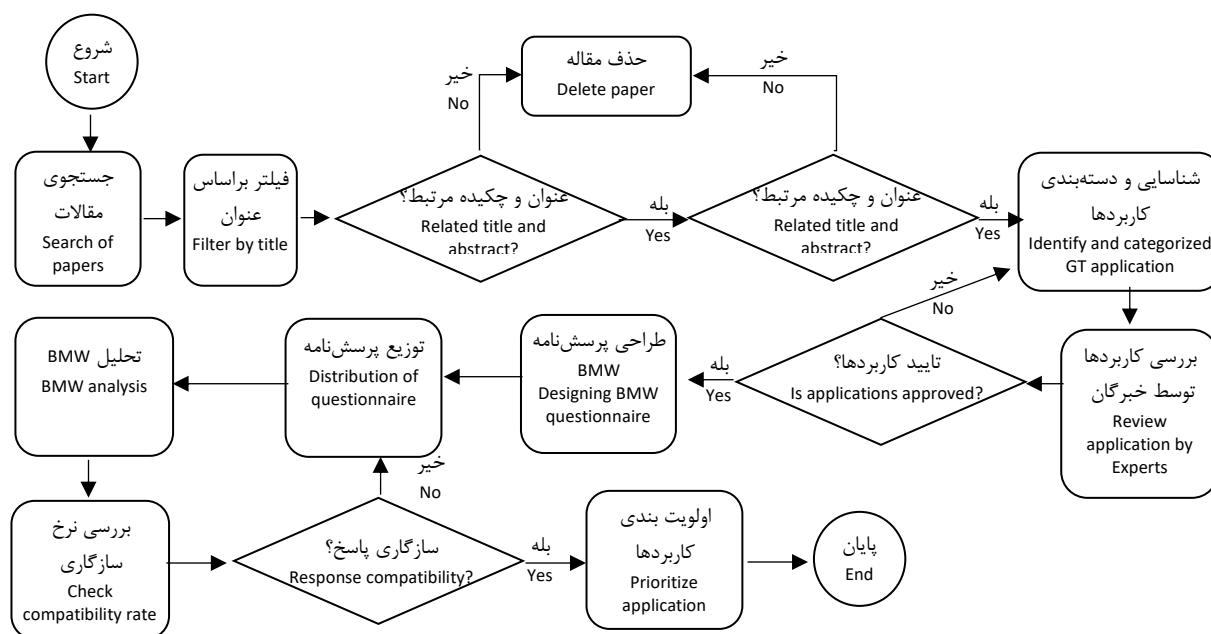
جدول ۱: کلیدواژه‌های اصلی و فرعی در جستجوی مقالات

Table 1: Research keywords and sub-keywords

Research keywords	Research sub-keywords
کلمات کلیدی تحقیق	کلمات فرعی تحقیق
Game Theory	Education
نظریه بازی	آموزش
Mechanism Design	Student
طراحی مکانیزم	دانشجو
Prisoners' Dilemma	Learner
معمای زندانی‌ها	یادگیرنده
Game Theoretical	Training
مبتنی بر نظریه بازی	آموزش
Game Theoretic	Class
مبتنی بر نظریه بازی	کلاس
Stackelberg game	Learning
بازی استکلبرگ	یادگیری
Evolutionary game	College
بازی تکاملی	دانشکده
	Teacher
	معلم
	Instructor
	مربی
	University
	دانشگاه
	Assessment
	ارزیابی

معیارهای ورودی

در این پژوهش، معیار اصلی جهت ورود، مقالات چاپ شده در سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۲ است. هر پژوهشی که هریک از انواع کاربرد نظریه بازی در حوزه آموزش و یادگیری را پوشش می‌دهند، از پایگاه داده‌های علمی الکترونیکی انتخاب شدند. مقالات انتخاب شده به زبان فارسی و انگلیسی



شکل ۲: مراحل انجام پژوهش

Fig. 2: Steps of research

نتایج و بحث

به منظور افزایش یادگیری در یک محیط یادگیری همتا استفاده می‌کند. مقاله [۱۱] نیز در یک فضای یادگیری همتا، با اجرای بازی معمای زندانی‌ها در نمره‌دهی فعالیت‌های مشارکتی، سعی در افزایش مشارکت یادگیرندگان و در نتیجه افزایش یادگیری دارد.

برخی از پژوهش‌ها بر یادگیری مفاهیم تئوری بازی متمرکز شده‌اند. به عنوان مثال مقاله [۱۲] از comic book برای یادگیری مفاهیم تئوری بازی استفاده کرده و نویسندگان مقاله [۱۳] با استفاده از یک برنامه کامپیوتری به آموزش بازی معمای زندانی تکرار شونده پرداخته‌اند.

دسته دیگری از مقالات تمرکز خود را به نقطه تعادل نش معطوف داشته‌اند. به عنوان نمونه مقاله [۱۴] یک بازی براساس میزان تلاش کم و زیاد بین استاد و یادگیرنده طراحی نموده و با یک پرسش‌نامه دو سؤالی از استاد و یادگیرنده، و جمع نظر در خصوص تمایل به کار کم یا زیاد، به این نتیجه رسیده است که بازیکنان در نقطه تعادل نش بازی نمی‌کنند و یادگیرندگان تمایل به کار کم و مدرسان تمایل به کار زیاد دارند. نویسندگان مقاله [۱۵] به طراحی مکانیزمی برای افزایش یادگیری پرداخته‌اند. مکانیزم پیشنهادی براساس بازی معمای زندانی‌ها طراحی و پیاده‌سازی شده است. در بازی طراحی شده نمایه استراتژی (عدم مشارکت، عدم مشارکت) تعادل نش و (مشارکت، مشارکت) بهیمنی پارتو است. نویسندگان با بررسی متوجه شدند که بازیکنان در بیشتر حالات بهیمنی پارتو را بازی کرده‌اند و استفاده از مکانیزم تشویقی نمره می‌تواند انگیزه خوبی برای بازی در بهیمنی پارتو باشد.

فعالیت‌های گروهی مشارکتی به خصوص در کلاس‌های درس، علاوه بر افزایش یادگیری، فرصتی جهت ارتقای مهارت‌های ارتباطی خواهد بود. از این رو، مهارت‌های رابطه یکی از پنج حوزه شایستگی یادگیری

با بررسی مقالات در خصوص استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش (Educational Game Theory)، مشاهده شد که نحوه استفاده از نظریه بازی در آموزش و یادگیری، در شش دسته تقسیم‌بندی می‌شود. دسته اول تحقیقاتی هستند که به تحلیل رفتار مشارکتی در شرایط مختلف می‌پردازند. دسته دوم تحقیقاتی هستند که از نظریه بازی جهت ایجاد محیطی برای یادگیری بیشتر استفاده می‌کنند و دسته سوم، مقالاتی که از نظریه بازی جهت مدل‌سازی شرایط اثرگذار بر کیفیت آموزش و ایجاد محیط برای یادگیری بیشتر بهره می‌برند. دسته چهارم، پژوهش‌هایی که مدل‌سازی شرایط ارزیابی یادگیرنده را انجام می‌دهند. دسته پنجم، رفتار آموزشی مدرسان با یکدیگر و شیوه تدریس آنها را مدل‌سازی و تحلیل می‌نمایند و دسته ششم، مقالاتی هستند که فضای یادگیری مشارکتی را مد نظر قرار داده و با استفاده از نظریه بازی، به توصیه منابع آموزشی به اعضای گروه می‌پردازند. در ادامه مقالات هر دسته به تفصیل توضیح داده خواهند شد.

الف) افزایش یادگیری

دسته‌ای از مقالات، از نظریه بازی برای ایجاد محیط رقابتی یا مشارکتی جهت افزایش یادگیری استفاده نموده‌اند. به عنوان مثال نویسندگان مقاله [۹] از بازی معمای زندانی‌ها برای افزایش مهارت برنامه‌نویسی یادگیرندگان استفاده کرده‌اند. برای این منظور در قالب یک پروژه درسی یادگیرندگان می‌بایست با زبان جاوا، برنامه‌ای برای پیاده‌سازی بازی معمای زندانی‌ها تحت شبکه برنامه نویسی اجرا کنند. این برنامه‌ها با یکدیگر رقابت می‌کنند و هر که امتیاز بیشتری کسب کند برنده خواهد بود. مقاله [۱۰] از بازی معمای زندانی‌ها برای ایجاد یک فضای رقابتی

زندانی‌هاست و با در نظر گرفتن تشویقاتی می‌توان آنها را به نقطه تعامل بهتر هدایت نمود.

اولتین (Oltean) و همکاران در مقاله [۲۲] استراتژی مطالعه/عدم مطالعه برای یادگیرندگان و استراتژی بازبینی/عدم بازبینی را برای استاد تعریف کرده‌اند. در استراتژی «بازبینی» مدرسان سیستم ارزشیابی بسیار دقیقی دارند؛ در حالی که در استراتژی «عدم بازبینی» نفع مالی مؤسسه آموزشی مورد نظر است و ارزشیابی مدرسان از یادگیرندگان بسیار ساده خواهد بود. در این مقاله عنوان شده که استاد استراتژی خود را با توجه به میزان اهمیت پارامترهایی همانند «از دست دادن شخصیت شغلی»، «ریسک از دست دادن دستمزد» و «میزان تلاش تخصصی مورد نیاز» انتخاب می‌کند. برای هر کدام از این پارامترها ارزش کیفی $\{H, h, l, L\}$ در نظر گرفته می‌شود که در آن ارزش $H > h > l > L$ است. در نهایت براساس انتخاب استراتژی‌های مختلف توسط بازیکنان، سناریوهای مختلفی تعریف شده و در هر سناریو، نقطه تعادل نش پیدا شده است. نویسندگان مقاله [۲۳] مدل ارائه شده توسط اولتین و همکاران [۲۲] را مورد تحلیل کیفی تطبیقی قرار داده و در بحث مشارکت حالت‌های نظیری «خواست همه» (حالتی که همه بازیکنان تمایل به مشارکت داشته باشند)، «عدم خواست همه»، «خواست فقط استاد»، «عدم خواست استاد» را بیان و تحلیل کرده‌اند.

نویسندگان مقاله [۲۴] نحوه ارتباط مؤثر بین استاد و یادگیرنده را با استفاده از یک بازی غیرمشارکتی (Non-cooperative game) مدل نموده‌اند و با حل مدل بیان کردند که به‌منظور برقراری ارتباط مؤثر در یادگیری، یادگیرنده باید تکالیف را انجام دهد و مدرسان باید بررسی تکالیف را به دقت انجام دهند.

یکی از چالش‌های آموزشی والدین در اختیار گرفتن معلم خصوصی برای فرزندان است. در مقاله [۲۵] یک مدل تئوری بازی در خصوص تصمیم‌گیری والدین در به‌کارگیری معلم خصوصی ارائه شده است. در این مقاله، در دو حالت مقدار بهره‌وری به‌کارگیری معلم خصوصی تحلیل شده است. حالت اول، حالتی که هر دو پدر و مادر هم نظر هستند و حالت دوم، حالتی که نظرات والدین متفاوت باشد.

در خصوص مقالات مطرح شده در این دسته چند نکته وجود دارد. اولین نکته این است که، در این دسته از پژوهش‌ها نحوه مدل کردن میزان تلاش بیان نشده است. تمامی مقالات این دسته از اثبات ریاضی برای اثبات مدل خود استفاده نموده‌اند. در فضای آزمایشگاهی مواردی مانند اندازه‌گیری میزان تلاش نیاز به بحث دارد. همچنین نحوه تشویق و مکانیزم تشویق در این مقالات عنوان نشده است. نکته دیگر این است که عوامل تأثیرگذار تنها از یک دیدگاه مطرح شده‌اند. به‌عنوان ترکیب میزان تلاش، تعداد یادگیرندگان در یک کلاس می‌تواند بررسی شود و حتی برای عوامل مختلف وزن و تأثیر متفاوتی در نظر گرفته شود.

ج) تحلیل رفتار مشارکتی

برخی از مقالات در خصوص به‌کارگیری نظریه بازی در جهت بررسی رفتار مشارکتی یادگیرندگان به تحقیق پرداخته‌اند.

اجتماعی و عاطفی نامیده می‌شود و این‌گونه بیان می‌شود که مشارکت و رفتار مشارکتی پایه و مرکز هر رفتار اجتماعی است [۱۶]. از آنجا که اساس هر فعالیت مشارکتی، گروه‌بندی است، نویسندگان مقاله [۱۷] با استفاده از matching game theory به گروه‌بندی یادگیرندگان می‌پردازند. برای این منظور سیستم میزان دانش و رفتار یادگیرندگان را به هر دانشجو نشان می‌دهد؛ هردانشجو ترجیحات خود را پیشنهاد می‌دهند و سیستم براساس تطبیق در نظریه بازی، گروه‌بندی را انجام می‌دهد.

پس از مطالعه مقالاتی که متمرکز بر یادگیری بوده‌اند؛ چند نکته قابل تأمل و بحث است. نکته اول این است که تنها از نمره به‌عنوان مکانیزم تشویقی برای بازی در بهینگی پارتو، استفاده شده است. استفاده از مکانیزم‌های تشویقی همانند هدیه، تخفیف در خدمات آموزشی، تخفیف در آیتم‌هایی مانند شهریه، خرید کتاب، و خدمات آموزشی دیگر همانند عضویت رایگان در کتابخانه‌های فیزیکی و مجازی نیز می‌توانند استفاده شوند و حتی نحوه استفاده از مکانیزم‌های تشویقی متفاوت می‌تواند در فضای نظریه بازی مدل شود.

در خصوص گروه‌بندی، استفاده از سبک یادگیری، مهارت، دانش پیش‌زمینه و حتی روش‌های تلویحی استخراج مدل کاربر، می‌تواند به خودکار کردن این روش کمک کننده باشد، و بنابر دانش ما، تحقیقی در این خصوص انجام نشده است.

مورد دیگر در بحث گروه‌بندی، استفاده از بازی معمای زندانی تکرار شونده است. در این خصوص می‌توان دو خط تحقیق را دنبال کرد. در حالت اول با اجازه تغییر همگروه در جلسات مختلف، رفتار یادگیرنده در بازی معمای زندانی قابل پیگیری است. در حالت دوم با اجازه تغییر همگروه می‌توان همبستگی روند تغییر یا عدم تغییر همگروه را با مواردی مانند ابعاد شخصیتی مقایسه نمود که در مقالات مورد مطالعه تحقیقی در خصوص رفتار تغییر همگروه انجام نشده است.

ب) بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش

کورئا (Correa) و همکاران از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۳ تحقیقات جذابی پیرامون مدل کردن رابطه بین استاد و یادگیرنده انجام داده‌اند. کار آنها در مقاله [۱۸] از اولین مقالاتی است که تئوری‌های اقتصاد (Economy Theory) را در حوزه آموزش به خدمت گرفته است. کورئا در مقاله [۱۸] میزان تلاش کم و زیاد در امر تدریس و یادگیری را به‌عنوان استراتژی استاد و یادگیرنده معرفی می‌کند و میزان موفقیت تحصیلی یادگیرنده (Learner Achievement) را به‌صورت تابعی از میزان تلاش استاد و نیز میزان تلاش یادگیرنده مدل کرده است. کورئا همچنین به بررسی ارتباط میان موفقیت یادگیرنده و تعداد یادگیرندگان در یک کلاس در مقاله [۱۹] و میزان زمانی که استاد و یادگیرنده به درس اختصاص می‌دهند در مقاله [۲۰] پرداخته است.

نویسندگان مقاله [۲۱] نشان دادند که تعامل استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد در خصوص نوشتن مقاله از نوع بازی معمای

انتخاب کنند، امتیاز همگی صفر خواهد شد. نقطه تعادل در این بازی انتخاب گزینه الف برای همه است. البته نتیجه گزارش شده توسط مقاله نشان می‌دهد که ۴۷ درصد یادگیرندگان گزینه «ب» را انتخاب کرده‌اند. دسته‌ای از مقالات از تئوری بازی جهت آموزش رفتار مشارکتی استفاده نموده‌اند. به عنوان نمونه، مقاله [۳۶] از بازی معمای زندانی برای یاد دادن رفتار مشارکتی استفاده می‌کند. در این مقاله به هر شرکت‌کننده دو کارت، یکی با علامت Δ و دیگری علامت $\bigcirc$ داده شده است. این علائم همانند استراتژی مشارکت و تخاصم در بازی معمای زندانی هستند و دستاوردها هم همانند بازی معمای زندانی‌ها پیچیده شده است. در این مقاله اشاره شده که پس از چند جلسه، یک متن انگیزشی در مورد مزایای مشارکت به یادگیرندگان نشان داده می‌شود. در نهایت تأثیر این متن در تعداد مشارکت بین شرکت‌کنندگان بررسی شده است. نویسندگان مقاله [۳۷] به بررسی رفتار مشارکتی در جریان بازی معمای زندانی تکرار شونده پرداخته‌اند و بیان می‌کنند حصول به انتخاب بهترین استراتژی توسط طرفین بازی (یعنی مشارکت هر دو) نیازمند یک سری فعالیت‌های کنترلی است. همچنین این گونه بیان می‌کنند عدم مشارکت طرفین بازی، ممکن است به دلیل فقدان دانش کافی در طرفین باشد و پیشنهاد می‌دهند که برای افزایش دانش بازیکنان در خصوص بازیکن مقابل، می‌توان گزینه شهرت (Reputation) را به پروفایل بازیکنان اضافه نموده و این پروفایل برای همه قابل رؤیت هم باشد. به این ترتیب در انتخاب همگروه این گزینه نیز توسط بازیکنان مد نظر قرار خواهد گرفت. نویسندگان مقاله [۳۸] پس از بیان اهمیت انجمن‌های آموزشی برخط (Online Educational Forum) از بازی استکلبرگ استفاده کرده و به تحلیل و ایجاد شرایطی برای مشارکت بیشتر مدرسان و یادگیرندگان با مهارت‌های متفاوت، در این انجمن‌های آموزشی پرداخته‌اند. در خصوص مقالاتی که در این دسته مورد بررسی قرار گرفته‌اند، چند نکته وجود دارد. اولاً مقالاتی که صرفاً به بررسی رفتار مشارکتی با توجه عواملی مانند سن، جنسیت، ملیت، میزان آشنایی پرداخته‌اند، در پژوهش‌های خود طراحی مکانیزمی ارائه نکرده‌اند؛ یعنی بدون هیچ مدلی بین بازیکنان، تنها از بازی نظریه بازی‌ها استفاده نموده‌اند. محیط آموزش و اهمیت مواردی مانند نمره، حتماً در انتخاب استراتژی تأثیرگذار است. بنابراین این بررسی رفتار مشارکتی باید از حالت مجرد خارج و در محیط یک مبحث آموزشی بررسی شود.

د) تحلیل رفتار آموزشی مدرسان

برخی از مقالات نحوه تدریس مدرسان را مدل کرده‌اند. به عنوان نمونه، موگا (Moga) در مقاله [۳۹] با تعریف مجموعه استراتژی تدریس به صورت کلاسیک، تدریس تعاملی استاد در مقابل مجموعه استراتژی مشارکت، عدم مشارکت یادگیرنده، تعامل استاد و یادگیرنده را مدل و در خصوص نقطه تعادل نش تحلیل انجام داده است. نویسندگان مقاله [۴۰] از بازی مجموع صفر (zero-sum game) برای مدل کردن بازی بین دو استراتژی تدریس مربیان یعنی تدریس مستقیم در مقابل

در بررسی رفتار مشارکتی، برخی از مقالات از بازی معماری زندانی‌ها استفاده کرده‌اند. در این خصوص، مقاله [۲۶] رفتار مشارکتی یادگیرندگان در مواجهه با یک فرد آشنا یا یک فرد غیرآشنا را بررسی می‌کند. مقاله [۲۷] رفتار مشارکتی با توجه به ملیت، جنسیت و آشنا بودن با بازیکن مقابل را مورد مطالعه قرار می‌دهد. مقاله [۲۸] رفتار مشارکتی با توجه به میزان هوش هیجانی (Emotional Intelligence) را بررسی می‌کند. نویسندگان مقاله [۲۹] رفتار مشارکتی را با توجه به جنسیت مورد بررسی قرار می‌دهند. نویسندگان مقاله [۳۰] نشان می‌دهند که در بازی معمای زندانی‌ها، مردان میزان مشارکت بیشتری نسبت به زنان دارند. نکته دیگر اینکه اواخر بازی، میزان عدم مشارکت در هر دو جنسیت زن و مرد زیاد است. مقاله [۳۱] نیز به بررسی تأثیر سن بر میزان مشارکت در بازی معمای زندانی پرداخته و گزارش داده که برخلاف انتظار افراد کم سن‌تر مشارکت بیشتری نسبت به افراد مسن‌تر دارند. دسته دیگری از مقالات مانند مقاله [۳۲] از بازی‌های تکاملی (Evolutionary Game)، برای فهمیدن و تحلیل میزان مشارکتی که دانشجویان در کارهای گروهی داشته‌اند، استفاده می‌کند. در این مقاله افراد فعال (از گروه‌های غیرفعال) به گروه‌های فعال منتقل می‌شوند و افراد غیرفعال (از گروه‌های فعال) به گروه‌های غیر فعال منتقل می‌شوند. در این مقاله چنین بیان می‌شود که وقتی بر اساس بازی‌های تکاملی، گروه‌بندی‌ها از نو ایجاد می‌شود، افراد فعال همچنان فعال و افراد غیرفعال همچنان غیرفعال باقی می‌مانند.

یکی از مسائل در محیط‌های یادگیری مشارکتی، free-rider ها هستند. این‌ها افرادی هستند که تصمیم می‌گیرند در فعالیت‌های گروهی و یادگیری مشارکتی شرکت نکنند و به صورت منفعل در گروه باشند و فقط از مزایای گروه بهره می‌برند. این دسته از افراد اغلب روحیه، بهره‌وری و اثربخشی گروه را کاهش می‌دهند. در خصوص حل مشکل این دسته از افراد در فعالیت‌های گروهی، راه حل‌ها و روش‌های متفاوتی ارائه و پیشنهاد شده است [۳۳]. برای این منظور مقاله [۳۴] سعی می‌کند که از شیوه Tit for Tat که از شیوه‌های بازی معمای زندانی تکرار شونده (Repeated Prisoners' Dilemma) است استفاده نماید. در این شیوه هر بازیکن، استراتژی خود در هر مرحله را براساس استراتژی بازیکن مقابل در مرحله قبل انتخاب می‌کند. یعنی اگر بازیکن مقابل در مرحله قبل، مشارکت نموده، بازیکن در مرحله جدید مشارکت خواهد نمود و در غیراینصورت بازیکن استراتژی عدم مشارکت را انتخاب خواهد نمود. در ادامه، نویسندگان مقاله [۳۴] بیان کرده‌اند که Tit-for-Tat نمی‌تواند مسأله free-rider ها را حل کند و مجازات از طریق همگروه می‌تواند روشی برای حل این مشکل باشد.

نویسندگان مقاله [۳۵] با تغییری در رویه بازی معمای زندانی‌ها به بررسی رفتار مشارکتی یادگیرندگان پرداخته‌اند. برای این کار در انتهای سوالات میانترم، سؤالی اضافه کرده بودند که یادگیرندگان باید یکی از گزینه‌های الف) امتیاز ۵ ب) امتیاز ۱۵ را انتخاب کنند. به یادگیرندگان گوشزد شده بود که به اندازه امتیاز انتخاب شده، امتیاز به میان‌ترم اضافه خواهد شد؛ منتهی اگر بیش از ۱۰ درصد کلاس گزینه «ب» را

برخی مقالات شرایط تقلب را مدل کرده و روش‌هایی جهت کنترل آن ارائه نموده‌اند. مقاله [۴۸] به بررسی میزان جریمه ناشی از تقلب و عملکرد مراقبان می‌پردازد و بیان می‌کند که اگر جریمه ناشی از تقلب کم باشد؛ عملکرد مراقبان بهتر از حالتی است که جریمه ناشی از تقلب زیاد باشد. مقاله [۴۹] به بررسی ارتباط بین میزان آشنایی یادگیرندگان با یکدیگر و تقلب پرداخته‌اند و مقاله [۵۰] نیز بیان نموده که تقلب یک هزینه اخلاقی دارد و وقتی تعداد تقلب کنندگان زیاد می‌شوند، این هزینه کم می‌شود و انگیزه برای تقلب بیشتر می‌شود.

با توجه به مقالات مطرح شده در این دسته، بحث ارزیابی، نیاز به پژوهش بیشتری دارد. مقاله [۴۴] ایده جالبی در خصوص تعریف فعالیت‌های یادگیری مشارکتی که شامل دو بخش انجام فردی و انجام مشارکتی داشته باشد، مطرح می‌کند. به این ترتیب ارزیابی در دو بخش فردی و گروهی صورت می‌گیرد. ارزیابی بخش فردی اثر free-rider را کمتر خواهد کرد و ارزیابی بخش مشارکتی، انگیزه فعالیت گروهی را بیشتر خواهد کرد. البته مقاله [۴۴] هیچ مدلی برای تعریف این‌گونه فعالیت‌ها و نحوه تعامل استاد با یادگیرنده و یا یادگیرندگان با یکدیگر ارائه نداده است. تعریف وزن بین این دو دسته فعالیت، و حتی پیدا کردن وزن برای حالتی که ارزیابی دقیق‌تر و همچنین مشارکت یادگیرنده را در هر دو سطح ارزیابی (هم فردی و هم مشارکتی) بالا ببرد، می‌تواند به‌عنوان یک زمینه تحقیقاتی در حوزه ارزیابی مورد پژوهش قرار گیرد. در خصوص تقلب، مقالات کار شده صرفاً تعامل یادگیرنده/یادگیرنده و یا تعامل کارمند/یادگیرنده را مدل نموده‌اند؛ اما در شرایط واقعی، در بحث تقلب باید تعامل یادگیرنده با استاد، کارمند و یادگیرندگان دیگر مدل شود. در این شرایط ۴ بازیکن باید مدل شوند و دستاوردها مورد تحلیل قرار گیرند.

(و) پیشنهاد محتوا

یکی از مسائل مطرح در یادگیری مشارکتی، تعارض علائق اعضای گروه است. در این راستا مقالات [۵۱، ۵۲] از تئوری بازی جهت حل این مشکل و توصیه منابع به اعضای گروه با علائق متفاوت استفاده کرده‌اند. همچنین نویسندگان مقاله [۵۳] از بازی‌های غیرمشارکتی استفاده نموده و با توجه به پیش زمینه یادگیرنده و میزان علاقه به اشیاء آموزشی، بهترین اشیاء آموزشی را به یادگیرندگان پیشنهاد می‌دهند. در این دسته از تحقیقات، بنابر دانش ما، تحقیقاتی در خصوص توصیه منبع با توجه به سبک یادگیری (Learning Style) و اساساً مدل یادگیرنده (Learner Model) ارائه نشده است. سبک یادگیری به شیوه ترجیحی یادگیرنده در نحوه یادگیری اشاره می‌کند. به‌عنوان مثال یادگیرنده مطالب صوتی را بهتر یاد می‌گیرد یا مطالب تصویری؟ آیا شیوه مطالعه جزء به کل را ترجیح می‌دهد یا شیوه مطالعه کل به جزء؟ مدل یادگیرنده به دانش، پیش‌زمینه، سبک یادگیری و همه خصوصیات آموزشی یادگیرنده اشاره دارد که می‌تواند به‌صورت صریح و از طریق پرسش‌نامه استخراج شود و یا اینکه به‌صورت ضمنی و تلویحی و براساس رفتار یادگیرنده در سیستم آموزش، استخراج شود.

تدریس از طریق پروژه استفاده کرده‌اند. همچنین مقاله [۴۱] از نظریه بازی به جهت مدل کردن روش تدریس مدرسان و پیدا کردن بهترین روش تدریس استفاده نموده است.

تحقیقات دیگری نیز در خصوص تعامل مدرسان با همکاران به ارائه مدل پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال در سال ۲۰۰۱، کورئا در مقاله [۴۲]، دو رویکرد مشارکتی و رقابتی بین مدرسان مؤسسات را مورد بررسی قرار داده است. در این مقاله میزان موفقیت هر استاد به صورت $hi=ni \times si$ در نظر گرفته شده، که ni تعداد یادگیرندگانی هستند که در درس مدرس i ثبت نام نموده‌اند و si تعداد یادگیرندگانی هستند که در این درس موفق و قبول شده‌اند. دو استاد می‌توانند رفتار مشارکتی داشته باشند، که به دنبال بیشینه کردن $h=h_1+h_2=n_1s_1+n_2s_2$ هستند. حالت دیگر، رفتار رقابتی بین مدرسان است؛ در این حالت پیدا کردن نقطه تعادل نش می‌تواند به حل مسأله کمک کند.

نویسندگان مقاله [۴۳] نیز یک مدل جهت ارتباط بین رئیس دانشکده و مدرسان، جهت اشتراک دانش ارائه داده و بیان کرده‌اند که رفتار بهینه اعضای علمی با توجه به خصوصیات اعضای دیگر، متفاوت است.

آنچه در خصوص مدرسان مهم است، بحث دانش و انتقال دانش از طریق مدرسان است. یکی از مقوله‌هایی که نیاز به کار دارد، استفاده از نظریه بازی در مدیریت دانش است. در این خصوص، با توجه به دانش ما، تنها مقاله [۴۳] از نظریه بازی در خصوص اشتراک دانش بین مدرسان استفاده نموده است. این مبحث در خصوص اشتراک دانش بین یادگیرندگان و بین استاد و یادگیرندگان، قابل پژوهش و تحقیق است.

(ه) مدل‌سازی شرایط و نحوه/ارزیابی یادگیرنده Assessment

استفاده از نظریه بازی در طراحی فرآیند ارزیابی، تأثیر مثبتی بر یادگیری مفاهیم و مهارت‌ها خواهد داشت [۴۴].

یکی از شیوه‌های ارزیابی، ارزیابی همتایان (Peer assessment) است که به‌عنوان یک استراتژی یادگیری، یادگیرندگان را تشویق می‌کند تا از کار دیگران بیاموزند و در نتیجه تبادل با همتایان را افزایش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که ارزیابی همتایان نه تنها خودکارآمدی و انگیزه یادگیری را افزایش می‌دهد؛ بلکه مشارکت در امر یادگیری را نیز افزایش می‌دهد [۴۵]. در این خصوص مقاله [۴۶] رابطه بین دانشجوی ارزیابی‌شونده و ارزیابی‌کننده را مدل کرده و ثابت می‌کنند که استاد می‌تواند فضای را به سمت ارزیابی مؤثر هدایت نماید.

مقاله [۴۷] از بازی معمای زندانی‌ها برای مدل کردن فضای رقابت و مشارکت افراد درون یک گروه استفاده کرده و در نهایت نتیجه می‌گیرد که برای ایجاد فضای مشارکتی مؤثر، ایجاد شرایطی برای رقابت افراد داخل یک گروه و ارزیابی مداوم همتایان مؤثر و کارا هستند.

نویسندگان مقاله [۴۴] فعالیت‌هایی به‌صورت مشارکتی تعریف می‌شود که هر یادگیرنده بخشی از آن را باید به تنهایی و بخشی را با مشارکت با یادگیرندگان دیگر حل کند. در نهایت نمره ارزیابی براساس نظریه بازی مشارکتی (cooperative game theory)، براساس فعالیت جداگانه و فعالیت در گروه به یادگیرنده تعلق می‌گیرد.

در هر مقاله به چه ترتیبی بوده است؟ آیا با یک تست تجربی بر روی نمونه‌های آماری مدل ثابت شده است (تجربی)؟ یا مقاله از شبیه‌سازی برای اثبات مدل استفاده کرده است یا اینکه تنها با قوانین ریاضی مدل اثبات شده است؟ پنج ستون سمت چپ جدول ۲ نشان می‌دهد که هر مقاله چه نوع تعاملی را مدل نموده و در حقیقت بازیکنان مدل پیشنهادی چه کسانی هستند.

شکل ۵، فراوانی تعداد مقالات در هر ۵ سال را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه بازه مقالات از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۲ بوده است، فراوانی مقالات در هر پنج سال محاسبه و نمودار شکل ۶ نشان داده شده است.

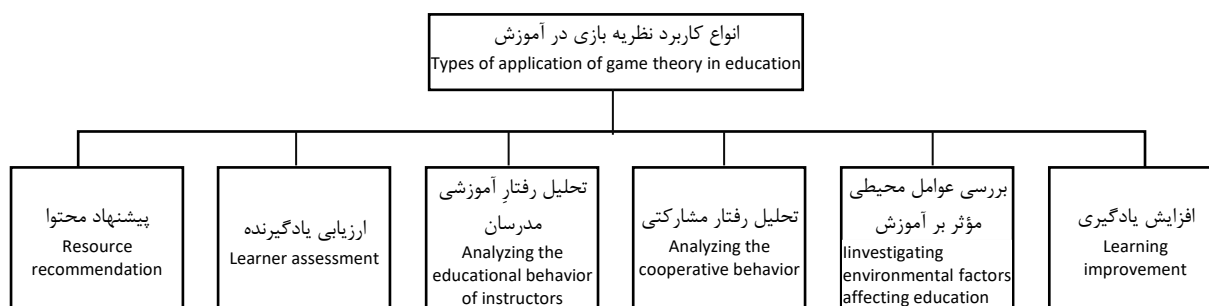
از نظر بازیکنان، شکل ۵ به فراوانی نوع تعاملات در مقالات مورد مطالعه می‌پردازد. بیشترین تعداد مقالات با میزان ۶۰٪ به مدل‌سازی تعامل یادگیرنده/یادگیرنده پرداخته‌اند و کمترین تعداد مربوط به مدل‌سازی تعامل کارمند/یادگیرنده و تعامل والدین است.

به جهت نوع اثبات مدل، ۵۴٪ مقالات از روش‌های آزمایشی و تجربی برای اثبات مدل خود استفاده کرده‌اند؛ یعنی با استفاده از یک جامعه آماری مدل خود را اجرا و تحلیل نموده‌اند. ۳۴٪ مقالات از اثبات ریاضی برای اثبات مدل خود استفاده کرده و ۱۲٪ مقالات با شبیه‌سازی توسط نرم‌افزارهای شبیه‌ساز، مدل را اثبات کرده‌اند. همچنین ۵۷٪ مقالات مورد تحقیق در این پژوهش طراحی مکانیزم داشته‌اند و ۴۳٪ طراحی مکانیزم نداشته‌اند.

در خصوص توصیه منبع برای گروهی از یادگیرندگان براساس مدل یادگیرندگان، اگر اختلاف زیادی بین مدل یادگیرندگان در یک گروه باشد و یادگیرندگان در یک گروه نامتقارن باشند، توصیه منبع و شیوه انتخاب منبع برای توصیه دچار چالش می‌شود که نیازمند تحقیق و ارائه راهکار است. شکل ۳ دسته‌بندی انجام شده در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

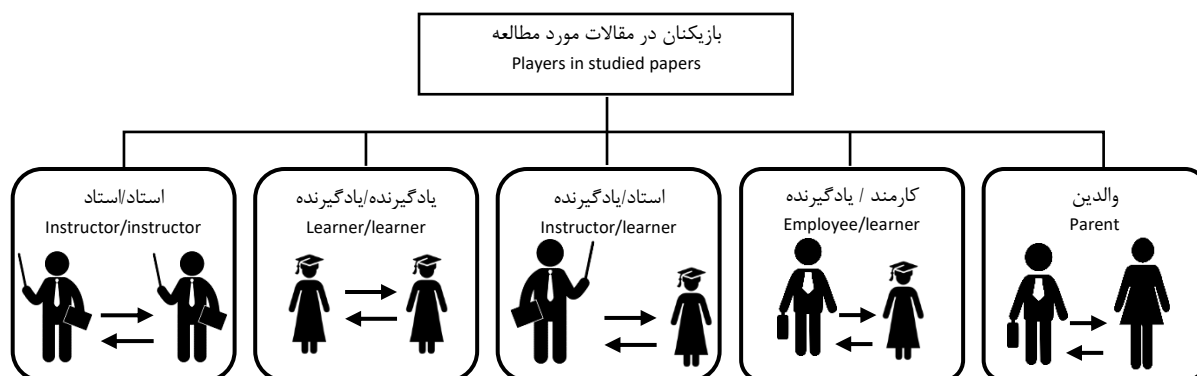
از منظر بازیکنان و نوع تعاملات مدل‌شده در مقالات، با بررسی دقیق ۴۲ مقاله مورد تحقیق، مشخص شد که مقالات تعامل بین مدرسان/یادگیرندگان، یادگیرندگان/یادگیرندگان، مدرسان/مدرسان، کارکنان آموزشی/یادگیرندگان و والدین یعنی پدر/مادر را در حوزه آموزش مدل نموده‌اند (شکل ۴).

در مطالعه مقالات استفاده شده از پژوهش حاضر، مقالات از نظر نوع اثبات مدل پیشنهادی و نیز ارائه طراحی مکانیزم نیز مورد بررسی قرار گرفتند. جدول ۲ خلاصه‌ای از مقالات مذکور را از منظر بازیکنان و نوع تعامل نشان می‌دهد. در این جدول، ستون اول، به مقاله اشاره می‌کند. ستون دوم سال انتشار مقاله را نشان می‌دهد. ستون «دسته‌بندی مقاله» به دسته‌بندی انجام شده در این مقاله اشاره می‌کند و مشخص می‌کند که مقاله به کدام دسته تعلق دارد. ستون «خلاصه‌ای از مقاله» شرح خیلی مختصری از کار انجام شده در هر مقاله را نشان می‌دهد. ستون پنجم، مشخص می‌کند که آیا در مقاله طراحی مکانیزم انجام شده است یا خیر. ستون‌های شش، هفت و هشت نشان می‌دهد که نوع اثبات مدل



شکل ۳: دسته‌بندی کاربرد نظریه بازی در حوزه آموزش (انجام شده در پژوهش حاضر)

Fig. 3: Classification of the application of game theory in the field of education (conducted in the present study)



شکل ۴: تقسیم‌بندی مقالات از جهت نوع بازیکنان و تعاملات مدل شده

Fig. 4: Classification of the studied papers according to players and interaction modeling

Table 2: A summary of the articles reviewed in this study, in terms of the players, how to prove the model and also having a mechanism design

Table 2: A summary of the articles reviewed in this study, in terms of the players, how to prove the model and also having a mechanism design									
سال Year	انتشارات Publisher	دسته‌بندی مقاله Classification of paper	خلاصه‌ای از مقاله Summary of paper	اثبات مدل به صورت تجربی (Experimental) (Mechanism design)	اثبات مدل به صورت شبیه سازی (Simulation) (Mathematical proof)	تأمیل کارکنان / والد (Employee/learner) (Parent/parent)	تأمیل استاد / یادگیرنده (Instructor/learner) (Instructor/learner)	تأمیل استاد / یادگیرنده (Instructor/learner) (Instructor/learner)	تأمیل استاد / یادگیرنده (Instructor/learner) (Instructor/learner)
۲۰۱۸	SSRN	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش	یک مدل براساس میزان تلاش کم و زیاد استاد و یادگیرندگان A model based on low and high effort of instructor and investizating environmental	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۲۰۱۸	Routledge	افزایش یادگیری Learning improvement	تحلیل چگونگی ارزیابی همتای مؤثر Analysing effective peer assessment	✓				✓	✓
۲۰۰۷	Routledge	افزایش یادگیری Learning improvement	آموزش معمای زندانی تکرارشونده به یادگیرندگان با کامپیوتر Training Repeated prisoners' dilemma using computer		✓			✓	✓
۲۰۱۰	Elsevier	افزایش یادگیری Learning improvement	یادگیری رقابتی با برنامه‌نویسی معمای زندانی با زبان جاوا Competitive learning with programming prisoners' Dilemma using Java	✓				✓	✓
۲۰۱۸	IEEE	افزایش یادگیری Learning improvement	توصیه منبع به اعضای یک گروه. با استفاده از نقطه تعادل نش Recommend the source to members of a group. Using	✓	✓			✓	✓
۲۰۱۸	IEEE	افزایش یادگیری Learning improvement	استفاده از بازی های غیرمشارکتی برای پیشنهاد اشیاء آموزشی Use non-cooperative games to suggest educational	✓	✓			✓	✓
۲۰۱۸	Elsevier	افزایش یادگیری Learning improvement	بررسی جنسیت و قانون آخر بازی در در بازی معمای زندانی Check the gender and the law of the end of the game	✓				✓	✓
۲۰۲۰	Springer	افزایش یادگیری Learning improvement	استفاده از matching game theory برای گروه‌بندی یادگیرندگان Using matching game theory to learners grouping	✓	✓			✓	✓
۲۰۲۰	Conference	افزایش یادگیری Learning improvement	بررسی بازی در نقطه تعادل نش Playing in Nash Equilibrium investigation	✓	✓			✓	✓
۲۰۲۲	IEEE	افزایش یادگیری Learning improvement	ایجاد یک محیط مشارکتی برای افزایش یادگیری A cooperative environment to enhance learning	✓	✓			✓	✓
۱۹۹۴	Springer	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	نحوه مشارکت با توجه به ملیت، جنسیت و میزان آشنایی Cooperation based on nationality, gender, and familiarity level	✓				✓	✓
۲۰۰۰	Elsevier	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	آموزش مشارکت با استفاده از PD و متون حاوی نکات اخلاقی	✓				✓	✓
۲۰۱۲	IEEE	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	مدل کردن شیوه تدریس کلاسیک و تعاملی Modeling classical and interactive teaching methods	✓	✓			✓	✓
۲۰۱۲	Learntechlib	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	استفاده از بازی‌های تکاملی برای تحلیل رفتار مشارکتی Using evolutionary game theory to analyzing cooperative behavior	✓				✓	✓
۲۰۱۳	PloS one	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	نحوه بازی معمای زندانی براساس جنسیت Type of playing PD according to gender	✓				✓	✓
۲۰۱۴	Elsevier	تحلیل رفتار آموزشی مدرسان Analyzing the educational behavior of instructors	تعیین بهترین استراتژی برای تدریس استاد Determine the best strategy for teaching the teacher	✓	✓			✓	✓
۲۰۱۴	Elsevier	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	نحوه بازی معمای زندانی در مقابل آشنا و غریبه Type of playing PD against the familiar and stranger	✓				✓	✓

✓	✓	ارتباط بین مشارکت و هوش عاطفی و تصمیم‌گیری The relationship between cooperation and emotional intelligence and decision making	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	Elsevier	۲۰۱۴ [۲۸]
✓	✓	مشارکت در مقابل افراد مسن در بازی معمای زندانی Cooperation towards the elderly in PD	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	Conference	۲۰۱۷ [۳۱]
✓	✓	ایجاد یک محیط رقابتی برای افزایش یادگیری A competitive environment to enhance learning	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	IEEE	۲۰۱۸ [۱۰]
✓	✓	بررسی مشارکت با استفاده از اضافه کردن یک سؤال به شکل معمای زندانی‌ها به میانترم Examine cooperation by adding a question in the form of a PD to midterm	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	IDEAS	۲۰۲۰ [۳۵]
✓	✓	استفاده از بازی استکلبرگ برای تشویق استاد و یادگیرنده Use the Stackelberg game to encourage the teacher and learner to cooperate more in online forums	تحلیل رفتار مشارکتی Analyzing the cooperative behavior	arXiv	۲۰۲۱ [۳۸]
✓	✓	Modeling learner achievement based on learner and instructor effort	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش Investigating environmental factors affecting education	Elsevier	۱۹۸۷ [۱۸]
✓	✓	ارتباط بین تعداد یادگیرندگان در کلاس و میزان موفقیت آن‌ها The relation between number of students in a class and their achievement	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش Investigating environmental factors affecting education	Taylor & Francis	۱۹۹۳ [۱۹]
✓	✓	ارتباط بین دستاورد یادگیرنده و میزان ساعتی که یادگیرنده و استاد به درس اختصاص می‌دهد The relationship between the learner's achievement and the amount of time that the learner and the teacher devote to the lesson	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش Investigating environmental factors affecting education	Elsevier	۲۰۰۳ [۲۰]
✓	✓	بررسی استخدام معلم خصوصی با تئوری بازی Review of hiring private tutor with game theory	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش Investigating environmental factors affecting education	Yonsei University	۲۰۰۷ [۲۵]
✓	✓	الزام یادگیرندگان به انجام تکالیف و مدرسان به بررسی آن، برای موفقیت بیشتر یادگیرندگان Requiring learners to do homework and teachers to check it, for more learner success	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش Investigating environmental factors affecting education	j.mecs-press	۲۰۱۶ [۲۴]
✓	✓	بررسی تأثیر همکلاسیان بر تقلب Investigating the effect of classmates on cheating	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش Investigating environmental factors affecting education	Springer	۲۰۱۹ [۵۰]
✓	✓	تعامل استاد و یادگیرنده با در نظر گرفتن بحث‌های مالی Instructor and learner interaction based on financial issue	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش Investigating environmental factors affecting education	Springer	۲۰۱۶ [۲۲] ۲۰۲۰ [۲۳]
✓	✓	مدل کردن تعامل بین مدرسان در یک محیط رقابتی و مشارکتی Analyzing the educational behavior of instructors	تحلیل رفتار آموزشی مدرسان Analyzing the educational behavior of instructors	Elsevier	۲۰۰۱ [۴۲]
✓	✓	بررسی رفتار free-riderها با استفاده از بازی‌های تکراری Study of free-rider using repeated PD	تحلیل رفتار آموزشی مدرسان Analyzing the educational behavior of instructors	Conference	۲۰۱۲ [۳۴]
✓	✓	تحلیل رفتار مشارکتی با بررسی استراتژی Tit for Tat در معمای زندانی‌های تکرارشونده Analysing cooperative using Tit for Tat in repeated PD	تحلیل رفتار آموزشی مدرسان Analyzing the educational behavior of instructors	Elsevier	۲۰۱۴ [۳۷]
✓	✓	استفاده از بازی مجموع صفر برای مدل کردن استراتژی تدریس مستقیم در مقابل تدریس از طریق انجام پروژه Use the zero-sum game to model a direct-to-teaching strategy versus teaching through a project	تحلیل رفتار آموزشی مدرسان Analyzing the educational behavior of instructors	openaccess.biruni	۲۰۱۹ [۴۰]
✓	✓	ارتباط بین رئیس دانشکده و مدرسان، جهت اشتراک دانش Communication between the head of department and	تحلیل رفتار آموزشی مدرسان Analyzing the educational behavior of instructors	Elsevier	۲۰۱۹ [۴۳]
✓	✓	ارزیابی مداوم همتایان راهی برای افزایش رقابت افراد درون گروه Increase the intra-group competition using continuous	ارزیابی یادگیرنده Learner assessment	Elsevier	۲۰۰۶ [۴۷]
✓	✓	بررسی انگیزه تقلب در یادگیرندگان Investigating the motivation of cheating of learners	ارزیابی یادگیرنده Learner assessment	Conference	۲۰۱۱ [۴۸]

بعد از بررسی و تأیید پرسش‌نامه توسط خبرگان دانشگاهی، پرسش‌نامه‌ها جهت تکمیل توزیع شده و بعد از تکمیل و جمع‌آوری، به کمک نرم‌افزارهای LINGO و EXCEL مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

نسبت به بدترین کاربرد به صورت $A_w = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})$ نشان داده می شود. در این بردار a_{jw} نشان دهنده ترجیح کاربرد j ام نسبت به بدترین کاربرد w است و بدیهی است که $a_{ww} = 1$ است؛ یعنی میزان ارجحیت بدترین کاربرد نسبت به خودش یکسان است. درواقع بردار A_w نشان دهنده مقایسه های زوجی سایر کاربردهای هر دسته نسبت به بدترین کاربرد آن دسته است.

گام پنجم: تعیین وزن کاربردها و نرخ سازگاری
در این گام با استفاده از مدل بهینه سازی، وزن بهینه کاربردها که با نماد $(W_1^*, W_2^*, \dots, W_n^*)$ نشان داده می شود، محاسبه می شود. وزن بهینه برای هر کاربرد زمانی به دست می آید که برای هر زوج w_j/w_w و w_b/w_j رابطه های $(w_b/w_j = a_{bj})$ و $(w_j/w_w = a_{jw})$ برقرار باشد. برای برقراری این شرط برای همه زها، باید راه حلی وجود داشته باشد که در آن حداکثر تفاوت های مطلق یعنی $\left| \frac{w_b}{w_j} - a_{bj} \right|$ و $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|$ برای تمام زها حداقل باشد [۵۵]. برای این منظور از معادله زیر استفاده می کنیم:

$$\begin{aligned} \text{Min } \xi \\ \text{s.t.} \\ \left| \frac{w_b}{w_j} - a_{bj} \right| \leq \xi \text{ for all } j \\ \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \xi \text{ for all } j \\ \sum_j w_j = 1 \\ w_j \geq 0, \text{ for all } j \end{aligned} \quad (Y)$$

این مدل را می توان در نرم افزارهایی مانند لینگو پیاده سازی و اجرا کرد. با حل معادله فوق اوزان بهینه $(W_1^*, W_2^*, \dots, W_n^*)$ به دست می آیند. نرخ سازگاری به کمک مقدار ξ ، جدول ۴ و معادله ۸ محاسبه می شود. در این معادله CR به معنی نرخ سازگاری و CI به معنی شاخص سازگاری می باشند.

$$CR = \frac{\xi}{CI} \quad (A)$$

جدول ۴: شاخص سازگاری در روش BWM
Table 4: Compatibility index in BWM method

مقدار A_{BW} Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9
شاخص سازگاری (CI) Compatibility index	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

نرخ سازگاری در بازه $[0, 1]$ قرار می گیرد و هرچه به صفر نزدیک تر باشد؛ مقایسات از سازگاری و ثبات بیشتری برخوردارند و هرچه به یک نزدیک تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات کمتری برخوردارند.

بهترین-بدترین نسبت به سایر روش های مشابه پیشین می توان به نیاز به داده های مقایسه ای کمتر، سازگاری با سایر روش های تصمیم گیری و دستیابی به مقایسه ای استوارتر بدین معنی که جواب های قابل اطمینان تری می دهد، اشاره نمود [۵۴].

گام های روش بهترین-بدترین عبارتند از [۵۵]:

گام اول: تعیین مجموعه کاربردهای پژوهش

در این گام ابتدا باید مسأله مورد پژوهش مشخص شود. این کاربردها در بخش کیفی مشخص شده اند و در شش دسته که در شکل ۲ ارائه شده، قابل مشاهده هستند. در این گام برای هر دسته، کاربردهای آن دسته را به صورت $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ در نظر می گیریم. تعداد کاربردهای هر دسته است.

گام دوم: مشخص کردن بهترین و بدترین کاربرد

در این گام بهترین (مهم ترین، مطلوب ترین) و بدترین (کم اهمیت ترین، کمترین مطلوبیت) کاربرد را مشخص نمایید. در این پژوهش برای انتخاب بهترین و بدترین کاربرد در هر دسته، از نظر خبرگان استفاده شده است.

گام سوم: اجرای مقایسه زوجی بهترین کاربرد با سایر کاربردها

در این مرحله از طریق پرسش نامه توزیع شده بین خبرگان میزان ترجیح بهترین کاربرد نسبت به سایر کاربردها با استفاده از مقیاس ساعتی یعنی اعداد ۱ تا ۹ که در جدول ۳ ارائه شده است، تعیین می شود.

جدول ۳: مقیاس برای مقایسه های زوجی
Table 3: Criteria for two by two comparison

مقیاس عددی Numerical comparison	مقادیر اهمیت Importance values
1	اهمیت یکسان Equal importance
3	کمی مهمتر A little importance
5	خیلی مهمتر much more important
7	خیلی زیاد مهمتر Very much more important
9	کاملاً مهمتر Absolutely more important
2-4-6-8	بینابین Intermediate

نتیجه به صورت بردار $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ خواهد بود که a_{Bj} نشان دهنده ترجیح بهترین کاربرد (B) بر کاربرد j ام است و بدیهی است که $a_{BB} = 1$ است؛ یعنی میزان ارجحیت بهترین کاربرد نسبت به خودش یکسان است. درواقع بردار A_B نشان دهنده مقایسه های زوجی بهترین کاربرد هر دسته نسبت به دیگر کاربردهای آن دسته است.

گام چهارم: اجرای مقایسه زوجی سایر کاربردها با بدترین کاربرد

در این مرحله بخش دیگری از مقایسه از طریق پرسش نامه توزیع شده بین خبرگان انجام می شود و میزان ترجیح سایر کاربردها نسبت به بدترین کاربرد با استفاده از مقیاس ساعتی یعنی اعداد ۱ تا ۹ که در جدول ۳ ارائه شده است، تعیین می شود. بردار ارجحیت سایر کاربردها

اولویت‌بندی کاربردها

در این پژوهش برای به دست آوردن وزن کاربردهای باید یک مدل ریاضی استفاده کرد. از بین پرسش‌نامه‌های توزیع شده تعداد ۱۴ پرسش‌نامه از ۲۰ پرسش‌نامه جمع‌آوری شده که دارای میانگین نرخ سازگاری کمتر از ۱ بودند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. وزنی و اولویت‌بندی کاربردها توسط مدل ریاضی در نرم‌افزار EXCEL و LINGO انجام شده است. در جدول ۵ کلیه کاربردها به همراه وزن و رتبه در هر دسته مشخص شده‌اند.

جدول ۵: اولویت‌بندی کاربرد نظریه بازی در حوزه آموزش
Table 5: Prioritize the application of game theory in the field of education

رتبه Rank	وزن Weight	کاربرد application
2	۰/۱۸۲	افزایش یادگیری enhancement of learning
5	۰/۱۰۳	بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش investigation of environmental factors affecting education
6	۰/۰۴۲	تحلیل رفتار مشارکتی participatory behavior analysis
4	۰/۱۳۰	تحلیل رفتار آموزشی مدرسان teachers' educational behavior analysis
1	۰/۳۸۰	ارزیابی یادگیرندگان learner assessment
3	۰/۱۶۲	پیشنهاد محتوا content suggestion

تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد که کاربردهایی مانند «ارزیابی یادگیرندگان»، «افزایش یادگیری» و «پیشنهاد محتوا» به ترتیب بالاترین اولویت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. کاربردهایی مانند «تحلیل رفتار آموزشی مدرسان»، «بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش» و «تحلیل رفتار مشارکتی» در اولویت‌های پایین‌تر قرار دارند. اما در تحلیل مقالات چند نکته وجود دارد. در مطالعه مقالات، مشاهده نمودیم که در دسته مقالات با هدف افزایش یادگیری، تنها از نمره به عنوان ابزاری برای تشویق یادگیرندگان برای مشارکت بیشتر در فعالیت یادگیری استفاده شده است. استفاده از مکانیزم‌های تشویق دیگر مانند استفاده تخفیف‌دار یا رایگان برخی خدمات آموزشی می‌تواند در طراحی مکانیزم‌های با هدف افزایش یادگیری اضافه و حتی در تحقیقاتی تأثیر مکانیزم‌های متفاوت تحلیل و بررسی شود.

در حوزه گروه‌بندی هنوز جای تحقیقات بسیاری وجود دارد. به عنوان مثال در خصوص پارامترهای مورد استفاده در گروه‌بندی یادگیرندگان در فضای یادگیری مشارکتی، جای تحقیقاتی از جمله استفاده از مدل یادگیرنده و روش‌های تلویحی استخراج مدل یادگیرنده در طراحی مکانیزم‌ها خالی است و کاری در این خصوص انجام نشده است. بررسی رفتار تغییر همگروه یادگیرندگان در طی تکرارهای مختلف مکانیزم‌ها و نیز بررسی همبستگی بین رفتار تغییر همگروه و ابعاد شخصیتی، تحقیقاتی است که می‌تواند با ترکیب فضای نظریه بازی و داده‌کاوی مورد بررسی قرار گیرد. از آنجا که قالب مقالاتی که موفقیت یادگیرنده

را مورد بررسی قرار داده‌اند، به صورت ریاضی مدل خود را اثبات کرده‌اند، ملاک‌های کیفی برای پارامترهایی نظیر نحوه اندازه‌گیری میزان تلاش یادگیرنده و میزان تلاش استاد ارائه نداده‌اند. این مقالات نیاز به تشریح بیشتر برای پیاده‌سازی در شرایط واقعی دارند.

در دسته مقالاتی که به بررسی رفتار مشارکتی پرداخته‌اند، طراحی مکانیزم به چشم نمی‌خورد و اینها خارج از فضای نظریه بازی، فقط از بازی معمای زندانی در یک فضای مجرد برای بررسی رفتار مشارکتی استفاده کرده‌اند؛ یعنی بدون در نظر گرفتن محیط آموزشی، تنها با اجرای تکراری بازی معمای زندانی، انتخاب استراتژی را در اجراهای متوالی رصد و تحلیل نموده‌اند. بدیهی است که باید فضای رفتار مشارکتی هم در نظر گرفته و بررسی شود آیا رفتار مشارکتی افراد به عنوان مثال در فضای یادگیری با فضای شغل کار متفاوت است یا

خیر؟ آیا منافع و نوع آن در رفتار مشارکتی تأثیرگذار است یا خیر؟ از آنجا که در نظریه بازی، تعامل افراد در مشارکت و تقابل بررسی قرار می‌گیرد؛ تلفیق تئوری بازی و مدیریت دانش در فضای یادگیری امری است که تنها در مقاله [۴۳] به آن پرداخته شده است. در این خصوص نیز نیاز به تحقیق و پژوهش است.

یکی از حوزه‌هایی که نیاز به پژوهش بیشتر دارد بحث استفاده از نظریه بازی در ارزیابی است. مقاله [۴۴] ایده جالبی در خصوص تعریف فعالیت‌های یادگیری مشارکتی دارد که شامل دو بخش انجام فردی و انجام مشارکتی بوده و شیوه خوبی در ارزیابی است. این مقاله هیچ مدلی برای تعریف این‌گونه فعالیت‌ها و نحوه تعامل استاد با یادگیرنده و یا یادگیرندگان با یکدیگر ارائه نداده است.

در خصوص تقلب، مقالات کار شده صرفاً تعامل یادگیرنده/یادگیرنده و یا تعامل کارمند/یادگیرنده را مدل کرده‌اند؛ اما در شرایط واقعی، در بحث تقلب باید تعامل یادگیرنده با استاد، کارمند و یادگیرندگان دیگر مدل شود. در این شرایط ۴ بازیکن باید مدل شوند و دستاوردها مورد تحلیل قرار گیرند.

در این دسته از تحقیقات، بنابر دانش ما، تحقیقاتی در خصوص توصیه منبع با توجه با سبک یادگیری و اساساً مدل یادگیرنده ارائه نشده است. اگر این توصیه برای گروهی از یادگیرندگان باشد؛ در این حالت باید مدل یادگیرنده کل اعضای گروه در نظر گرفته و منبع پیشنهاد شود.

نتیجه‌گیری

نظر به اهمیت حوزه آموزش، و قابلیت نظریه بازی در مدل کردن تعاملات، در این پژوهش مقالات با تمرکز انواع کاربردهای نظریه بازی در حوزه آموزش در بازه سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۲ مورد مطالعه و تحلیل قرار گرفتند. در این مقاله برای اولین بار مفهوم Educational Game (Theory) برای تحقیقات در خصوص استفاده از نظریه بازی در حوزه آموزش استفاده شد.

با مرور ۴۲ مقاله مورد مطالعه، مشخص شد که ۲۹٪ مقالات در خصوص تحلیل رفتار مشارکتی، ۱۹٪ در خصوص ایجاد محیطی برای افزایش

می‌تواند منجر به تحلیل شرایط برای هدایت ارزیابی همتا به ارزیابی دقیق‌تر و نزدیک‌تر به مدرس شود. بنا به دانش ما در خصوص افزایش ارزیابی همتا هنوز تحقیقات کامل و جامعی انجام نشده است و می‌تواند به‌عنوان یک موضوع پژوهشی مورد بررسی قرار گیرد. این تحقیقات از دو منظر می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد که یکی تعامل یادگیرندگان با یکدیگر و دیگر تعامل یادگیرنده با مدرس در جهت افزایش صحت ارزشیابی همتایان است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان به‌صورت مساوی در انجام و ارائه مقاله سهیم هستند.

تشکر و قدردانی

از خبرگان عزیز که در بررسی پرسش‌نامه همکاری نمودند، متشکریم.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مأخذ

- [1] Myerson RB. Game theory: analysis of conflict: Harvard university press; 1997.
 - [2] Matsumoto A, Szidarovszky F. Game theory and its applications: Springer; 2016.
 - [3] Cohen M, Bhattacharya S, Nabin M, Rafiq S. Student Engagement in Postgraduate Education: Using Game Theory to Improve Results. 2018: 1-15.
 - [4] Chi C, Wang Y, Tong X, Siddula M, Cai Z. Game Theory in Internet of Things: A Survey. *IEEE Internet of Things Journal*. 2021.
 - [5] Manshaei MH, Zhu Q, Alpcan T, Başar T, Hubaux J-P. Game theory meets network security and privacy. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. 2013; 45(3): 1-39.
 - [6] Liu Z, Luong NC, Wang W, Niyato D, Wang P, Liang Y-C, et al. A survey on applications of game theory in blockchain. *arXiv preprint*. 2019. arXiv:1902.10865.
 - [7] Osborne MJ. An Introduction to Game Theory: Oxford University Press; 1st edition; 2004.
 - [8] Myerson RB. Game theory: analysis of conflict. 1991. Cambridge: Mass, Harvard University.
 - [9] Burguillo JC. Using game theory and Competition-based Learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*. 2010; 55(2): 566-75.
 - [10] Noorani SF, Manshaei MH, Montazeri MA, Zhu Q. Game-theoretic approach to group learning enhancement through
- یادگیری، ۱۹٪ مقالات در خصوص بررسی عوامل تأثیرگذار بر موفقیت یادگیرنده، ۱۴٪ در خصوص مدل‌سازی شرایط ارزیابی یادگیرنده، ۱۲٪ در خصوص مدل‌سازی رفتار آموزشی مدرسان و ۷٪ در خصوص توصیه منبع پژوهش داشته‌اند.
- در مقالات بررسی شده مشخص شد که انواع بازیکنان در مدل‌های ارائه شده استاد/استاد، یادگیرنده/یادگیرنده، استاد/کارکنان/یادگیرنده و والد/والد هستند.
- همچنین ۵۴٪ مقالات به اثبات مدل به‌صورت آزمایشی و تجربی و بااستفاده از جامعه آماری پرداخته‌اند، ۳۴٪ از اثبات ریاضی و ۱۲٪ از شبیه‌سازی با نرم‌افزارهایی مانند متلب برای اثبات مدل خود استفاده کرده‌اند.
- در بین مقالات مرور شده، برخی طراحی مکانیزم داشتند و با ارائه جداول دستاورد بازیکنان، مکانیزم پیشنهادی خود را برای کاربرد مورد نظر ارائه داده بودند. برخی از مقالات طراحی مکانیزم نداشتند و تنها از برخی از قابلیت‌های نظریه بازی برای منظور خاص استفاده کرده‌اند. اکثر مقالاتی که در خصوص بررسی رفتار مشارکتی بودند، طراحی مکانیزم نداشتند و تنها از اجرای بازی معمایی زندانی، به بررسی برخی عوامل در انتخاب استراتژی مشارکت پرداخته بودند.
- حوزه‌هایی مانند ارزیابی یادگیرنده با احتساب یادگیرنده، استاد، کارمند به‌عنوان بازیکنان، گروه‌بندی با استفاده از matching game theory و استفاده از مدل کاربر و استخراج تلویحی مدل کاربر، همچنین طراحی مکانیزم‌های تشویق غیر از نمره در بازی‌های مشارکتی از حوزه‌هایی است که زمینه برای گسترش و تحقیقات بیشتر را دارند.
- در نهایت، با استفاده از ابزار پرسش‌نامه کاربردهای نظریه بازی در حوزه آموزش اولویت‌بندی شدند. برای اولویت‌بندی از روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین – بدترین (BWM) استفاده شده است. تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد که کاربردهایی مانند «ارزیابی یادگیرندگان»، «افزایش یادگیری» و «پیشنهاد محتوا» به ترتیب بالاترین اولویت‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. کاربردهایی مانند «تحلیل رفتار آموزشی مدرسان»، «بررسی عوامل محیطی مؤثر بر آموزش» و «تحلیل رفتار مشارکتی» در اولویت‌های پایین‌تر قرار دارند.
- از جمله محدودیت‌های پژوهش، عدم آشنایی پرسش‌شوندگان از تئوری بازی بود. در این خصوص یک‌بار پرسش‌نامه در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت و با تحلیل نتایج متوجه مشکل عدم درک تئوری بازی شدیم. در این خصوص توضیحی از تئوری بازی، به همراه مثالی از کاربرد آن در آموزش و همچنین توضیحی در خصوص کاربردهای آن در حوزه آموزش، پیش از پاسخ به سؤالات قرار داده شد. همان‌طور که نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد؛ ارزیابی همتا و ارزیابی یادگیرندگان، بیشترین اولویت را در کاربرد نظریه بازی در حوزه آموزش دارد. از آنجا که اعتماد به ارزیابی یادگیرندگان و میزان صحت آن یکی از چالش‌های اصلی در ارزیابی یادگیرندگان است [۵۶]؛ مدل‌سازی تعامل یادگیرندگان با یکدیگر با استفاده از تکنیک‌های نظریه بازی،

- [25] Kim J-H. A game theoretical approach to private tutoring in South Korea. 2007.
- [26] Waddell JC, Peng W. Does it matter with whom you slay? The effects of competition, cooperation and relationship type among video game players. *Computers in Human Behavior*. 2014; 38: 331-8.
- [27] Hemesath M. Survey article: Cooperate or defect? Russian and American students in a prisoner's dilemma. *Comparative Economic Studies*. 1994; 36(1): 83-93.
- [28] Fernández-Berrocal P, Extremera N, Lopes PN, Ruiz-Aranda D. When to cooperate and when to compete: Emotional intelligence in interpersonal decision-making. *Journal of Research in Personality*. 2014; 49:21-4.
- [29] Molina JA, Giménez-Nadal JI, Cuesta JA, Gracia-Lazaro C, Moreno Y, Sanchez A. Gender differences in cooperation: experimental evidence on high school students. *PLoS one*. 2013; 8(12): e83700.
- [30] Colman AM, Pulford BD, Krockow EM. Persistent cooperation and gender differences in repeated Prisoner's Dilemma games: Some things never change. *Acta Psychologica*. 2018; 187: 1-8.
- [31] Johnson C, Gray I, Marshall J, editors. Game Theory and the Effects of Age on Cooperation. 1st Annual Undergraduate Research Experience in Entomology Symposium; 2017; Manhattam, KS.
- [32] Chiong R, Jovanovic J. Collaborative Learning in Online Study Groups: An Evolutionary Game Theory Perspective. *Journal of Information Technology Education*. 2012; 11(1): 81-101.
- [33] Matsushima H. Free-Rider Problem and Sovereignty Protection. 2022.
- [34] Al-Dhanhani A, Mizouni R, Otrók H, Al-Rubai A, editors. Game theoretical analysis of collaborative social applications. 8th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom); 2012 14-17 Oct. 2012.
- [35] Tetik M. Investigating factors affecting cooperative and non-cooperative behavior: An experimental game in the classroom. *Theoretical and Applied Economics*. 2020; 27(2 (623)): 205-14.
- [36] Fan C-P. Teaching children cooperation — An application of experimental game theory. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2000; 41(3): 191-209.
- [37] Al-Dhanhani A, Mizouni R, Otrók H, Al-Rubaie A. A game theoretical model for collaborative groups in social applications. *Expert Systems with Applications*. 2014; 41(11): 5056-65.
- [38] Vallam RD, Bhatt P, Mandal D, Narahari Y. Improving teacher-student interactions in online educational forums using a Markov Chain based Stackelberg Game Model. *arXiv preprint*. 2021; arXiv:211201239.
- peer-to-peer explanation and competition. *IEEE Access*. 2018; 6: 53684-97.
- [11] Noorani SF, Manshaei MH, Montazeri MA, Omoomi B. Fostering Peer Learning With a Game-Theoretical Approach in a Blended Learning Environment. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*. 2022; 9(2): 571-80.
- [12] O'Roark B, Grant W. Games superheroes play: Teaching game theory with comic book favorites. *The Journal of Economic Education*. 2018; 49(2): 180-93.
- [13] Lange C, Baylor AL. Teaching the Repeated Prisoner's Dilemma With a Computerized Tournament. *The Journal of Economic Education*. 2007; 38(4): 407-18.
- [14] Bhasker S. Modelling Teacher Student Class Interaction in Higher Education as a Prisoner's Dilemma: SSRN; 2018.
- [15] Noorani SF, MirAbedini S. Game Theory and Learning: Moving from Nash Equilibrium to Pareto Optimal. 27th International Computer Conference, the Computer Society of Iran; 2020; Iran: Computer Society of Iran; 2020.
- [16] Argyle M. Cooperation (psychology revivals): The basis of sociability: Routledge; 2013.
- [17] Yusri R, Abusitta A, Aïmeur E. Teens-Online: a Game Theory-Based Collaborative Platform for Privacy Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2020.
- [18] Correa H, Gruver GW. Teacher-student interaction: A game theoretic extension of the economic theory of education. *Mathematical Social Sciences*. 1987; 13(1): 19-47.
- [19] Correa H. An economic analysis of class size and achievement in education. *Education Economics*. 1993; 1(2): 129-35.
- [20] Correa H. A game theoretical analysis of the educational impact of differences in the abilities and work ethics of teachers and students. *The Journal of Socio-Economics*. 2003; 32(3): 249-63.
- [21] Gou Q, Wang X, Zhang J. Equilibrium and incentives for supervisor–postgraduate collaborations: A game-theoretic approach. *RAIRO-Operations Research*. 2019; 53(5): 1729-47.
- [22] Oltean VE, Borangiu T, Drăgoicea M, editors. On a qualitative game theoretic approach of teacher-student interaction in a public higher education service system. International Conference on Exploring Services Science; 2016: Springer.
- [23] Saito E, Khong TDH, Sumikawa Y, Watanabe M, Hidayat A. Comparative institutional analysis of participation in collaborative learning. *Cogent Education*. 2020; 7(1): 1779556.
- [24] Beltadze GN. Game Theory-basis of Higher Education and Teaching Organization. *International Journal of Modern Education & Computer Science*. 2016; 8(6).

2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON); 2018: IEEE.

[53] Zia A, Usman M, editors. Elective Learning Objects Group Recommendation Using Non-Cooperative Game Theory. 2018 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT); 2018: IEEE.

[54] Mohammadian M, Sedighi M, Serkani M. Selection of Internet of things (IOT) applications in education industry using the Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method. *Technology of Education Journal (TEJ)*. 2022; 16(2): 363-86.

[55] Rezaei J. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*. 2015; 53: 49-57.

[56] Adachi C, Tai JH-M, Dawson P. Academics' perceptions of the benefits and challenges of self and peer assessment in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 2018; 43(2): 294-306.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



سیده فاطمه نورانی استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات دانشگاه پیام نور استان تهران می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی را از دانشگاه علم و صنعت و در سال ۱۳۷۸ اخذ نمودند و مدرک کارشناسی ارشد را در رشته مهندسی کامپیوتر در سال ۱۳۸۰ و از دانشگاه شهید

بهشتی دریافت نمودند. ایشان دکتری رشته مهندسی کامپیوتر را در سال ۱۳۹۷ و با رتبه ۱ از دانشگاه صنعتی اصفهان اخذ نمودند. تخصص ایشان تئوری بازی، داده‌کاوی و مدل‌سازی کاربر است.

Noorani, S.F. Assistant professor, Computer Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

✉ sf.noorani@pnu.ac.ir



محمد سرکانی دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دانشگاه نور طوبی در سال ۱۳۹۹ می‌باشند که مدرک کارشناسی مهندسی کامپیوتر - نرم‌افزار را در سال ۱۳۹۰ از دانشگاه علامه نائینی - نائین اصفهان دریافت نمودند. ایشان به‌عنوان مدرس دروس کامپیوتر، هوشمندسازی در

سطح مدارس، داور جشنواره دانش‌آموزی خوارزمی در سطح منطقه و کارشناس فناوری اطلاعات و آمار در اداره کل آموزش و پرورش شهرستان‌های استان تهران - منطقه شهرستان قدس فعالیت دارند.

Serkani, M, Graduate of Master of Information Technology Engineering, Nooretouba University, Tehran, Iran

✉ Serkani74@chmail.ir

[39] Moga H, Antonya C, Sandu F, Cocorada S, editors. Using game theory for modeling the student-professor interaction. 2012 13th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM); 2012: IEEE.

[40] Göktepe Yıldız S, Göktepe Körpeoğlu S. A new approach for assessing teachers' teaching methods used in lessons: game theoretic analysis. *Acta Didactica Napocensia*. 2019; 12(2): 30-44.

[41] Ghic G, Grigorescu CJ. Applications of Games Theory in Analyzing Teaching Process. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2014; 116: 3588-92.

[42] Correa H. A game theoretic analysis of faculty competition and academic standards. *Higher Education Policy*. 2001; 14(2): 175-82.

[43] Tabatabaei M, Afrazeh A, Seifi A. A game theoretic analysis of knowledge sharing behavior of academics: Bi-level programming application. *Computers & Industrial Engineering*. 2019; 131: 13-27.

[44] Lazo JGL, De Oliveira SN, Stucchi L, Ariza CPO, editors. Application of Cooperative Game Theory as Strategy for Designing the Evaluation Process in Engineering Disciplines. 2018 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE); 2018: IEEE.

[45] Fang J-W, Shao D, Hwang G-J, Chang S-C. From Critique to Computational Thinking: A Peer-Assessment-Supported Problem Identification, Flow Definition, Coding, and Testing Approach for Computer Programming Instruction. *Journal of Educational Computing Research*. 2022: 07356331211060470.

[46] Klein G. The effectiveness of peer assessment and a proposal for its analysis using game theory. *Journal of Education for Business*. 2018; 93(8): 436-42.

[47] Shih S-G, Hu T-P, Chen C-N. A game theory-based approach to the analysis of cooperative learning in design studios. *Design Studies*. 2006; 27(6): 711-22.

[48] Ma J, Jiao H, Zhang Q, Zhang C, Pan L, editors. Game Theory Analysis on College Student Cheating. 2011 Third Pacific-Asia Conference on Circuits, Communications and System (PACCS); 2011 17-18 July 2011.

[49] Griebeler MdC. Friendship and in-class academic dishonesty. *Economics Letters*. 2017; 150: 1-3.

[50] Griebeler MdC. "But everybody's doing it!": a model of peer effects on student cheating. *Theory and Decision*. 2019; 86(2): 259-81.

[51] Papamitsiou Z, Economides AA. Motivating students in collaborative activities with game-theoretic group recommendations. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2018; 13(2): 374-86.

[52] Papamitsiou Z, Economides AA, editors. Recommendation of educational resources to groups: a game-theoretic approach.

رشته مهندسی نرم افزار را در سال ۱۳۹۶ از دانشگاه اصفهان اخذ نمودند. تخصص ایشان در روش های رفتاری و تجربی در مهندسی نرم افزار و داده کاوی است.

Karimi, Z. Assistant Professor, Software Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

✉ Zahra.karimi@sku.ac.ir



زهرا کریمی استادیار گروه علوم کامپیوتر دانشگاه شهرکرد هستند. ایشان مدرک کارشناسی را در سال ۱۳۷۸ با رتبه ۱ از دانشگاه صنعتی اصفهان اخذ نمودند و مدرک کارشناسی ارشد را در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه علم و صنعت دریافت نمودند. ایشان دکتری

Citation (Vancouver): Noorani S.F, Serkani M, Karimi Z. [Identifying and prioritizing the applications of game theory in the educational and learning environments using the BWM]. *Tech. Edu. J.* 2023; 17(2): 371-390

 <https://doi.org/10.22061/tej.2023.9311.2828>



COPYRIGHTS



©2023 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.