مطالعات مدیریت راهبردی
شماره ۴۵ ـ بهار ۱۴۰۰
ص‌ص ۱۳۸-۱۱۹

تبیین نقش بازی‌وارسازی در سنجش تفکر سیستمی

معصومه تابناک *، سید یعقوب حسینی **

چکیده

تفکر سیستمی یکی از مهارت‌های مهم شناختی در افراد است و بازی‌وارسازی نیز مفهومی است که در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهش‌گران در حوزه‌ی آموزش قرار گرفته است. هدف اصلی این پژوهش، سنجش تفکر سیستمی دانش آموزان در چند موقعیت متفاوت است. در حالت نخست، تفکر سیستمی دانش‌آموزان بدون هیچ گونه آموزشی سنجیده شده است. در حالت دوم تفکر سیستمی دانش‌آموزان با رویکرد بازی‌وارسازی با استفاده از طراحی یک بازی بررسی شده است. در حالت سوم بازی وارسازی در کنار آموزش قرار گرفته و پس از آن تفکر سیستمی مورد ارزیابی قرار گرفته است. این پژوهش، پژوهشی کاربردی است که با رویکرد کمی انجام شده است. جامعه آماری این پژوهش دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۲ ساله منطقه بهمنی شهر بوشهر است. پس از نمونه‌گیری تعداد ۱۷۰ دانش‌آموز انتخاب شد. از نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد. این تعداد دانش‌آموز بر اساس اهداف و فرضیه‌های پژوهش به سه گروه تقسیم‌بندی شده و از طریق آزمون مقایسه میانگین، نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شدند. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که میانگین نمرات دانش‌آموزانی که با رویکرد بازی وارسازی ارزیابی شده‌اند، تفاوت معناداری با نمرات دانش‌آموزانی که به صورت سنتی و بدون آموزش ارزیابی شدند، دارد. همچنین مشخص شد که نمره تفکر سیستمی دانش آموزان در حالت آموزش (به همراه بازی وارسازی)، بیشتر از زمانی است که تنها از بازی وارسازی استفاده می‌کنند. همچنین بیشتر بودن نمره تفکر سیستمی دانش آموزان در حالت آموزش (به همراه بازی‌وارسازی) بیشتر از روش سنتی (و بدون آموزش) است.

کلید واژه‌ها: تفکر، تفکر سیستمی، بازی‌وارسازی، بازی، آموزش، یادگیری

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹

* دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.
** دانشیار، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، ایران (نویسنده مسئول)
Email: hosseini@pgu.ac.ir

۱. مقدمه

در تفکر سیستمی بر پویایی کل سیستم و اهمیت تعامل میان اجزای سیستم به عنوان تعیین‌کننده‌های رفتار آن تاکید می شود. تفکر سیستمی بر بهبود مهارت‌های تصمیم‌گیری تمرکز می‌کند [۹]. مهارت‌های تفکر سیستمی یکی از اصلی‌ترین عناصر دانش و یکی از مهارت‌های مهم قرن ۲۱ شناخته شده است. مطالعات متنوعی به بررسی این موضوع پرداخته است که چگونه بازی‌ها می‌توانند مهارت‌های تفکر سیستمی دانش‌آموزان را بهبود بخشند و چگونه معلمان می‌توانند برنامه‌های آموزشی مبتی بر بازی را طراحی کنند [۲۴]. از سوی دیگر، شبکه‌های اجتماعی و فناوری بخش بزرگی از زندگی انسان را از سنین کودکی تا بزرگسالی را تشکیل می‌دهند، کودکان در تمام سنین به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از تکنولوژی‌های در حال ظهور استفاده می‌کنند. در اوایل دهه ۲۰۰۰، اَشکال عمده‌ای از یادگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات[۱] از طریق یک فضای رسانه‌ای قوی مانند سی‌دی رام‌ها، دی‌وی‌دی‌ها و رسانه‌های مشابه شکل گرفت. سپس یادگیری با بازی‌های رایانه‌ای با استفاده از رایانه‌های شخصی آغاز به کسب شهرت کرد. در این روزها استفاده از تلفن همراه و تبلت‌ها استفاده از رایانه‌ی شخصی را تحت تاثیر قرار داده است [۲۶].

بازی‌ها، ابزارهای خوبی برای یادگیری بوده و استفاده آن‌ها در آموزش بیش از یک دهه است که مورد مطالعه است. بازی‌ها می‌توانند در درگیرسازی دانش‌آموزان و افزایش فعالیت آن‌ها و نتایج یادگیری در سطوح گوناگون علمی و پایه‌های مختلف تحصیلی، از دبیرستان تا دانشگاه و در زمینه‌های گوناگون یادگیری استفاده شود. با توجه به این مزایای آموزشی، بازی‌وار سازی به سرعت برای درگیرسازی یادگیرندگان در آموزش پذیرفته شد [۵]. با توجه به اهمیت دو مفهوم بازی‌وارسازی و تفکر سیستمی، این پژوهش با این پرسش بنیادین درگیر شده است که بازی‌وارسازی و به‌کارگیری مولفه‌های طراحی بازی در فرایند سنجش و آموزش مفهوم تفکر سیستمی، تا چه اندازه می‌تواند در ارزیابی تفکر سیستمی دانش‌آموزان تاثیر داشته باشد؟ در همین راستا این پژوهش با هدف شناسایی تفاوت نمره تفکر سیستمی دانش‌آموزان بر پایه ارزیابی سنتی و آموزش مبتنی بر بازی‌وارسازی انجام شده است.

امروزه در نظام‌های آموزشی، توجه به تفکر سیستمی و آموزش آن محبوبیت روزافزونی پیدا کرده است و ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست و در این راستا دوره‌های آموزشی متنوعی در راستای بهبود تفکر سیستمی برگزار می‌شود. با توجه به اهمیت این موضوع و هزینه‌هایی که هر ساله برای آموزش و انتقال این مهارت به افراد صورت می‌پذیرد، ضرورت دارد تا در پژوهشی، روش‌های مختلف آموزش این مفهوم مورد بررسی قرار گیرد و بخش آموزش کشور، روشی را انتخاب کرده تا بیشترین تاثیرگذاری را بر روی مهارت تفکر سیستمی دانش‌آموزان داشته باشد. همچنین در پژوهش‌هایی که تاکنون پژوهش‌گر بررسی کرده، نقش بازی‌وارسازی در تفکر سیستمی دانش‌آموزان با رویکرد عملی و مبتنی بر یک پلتفرم اینترنتی بررسی نشده است. به همین دلیل، ضرورت انجام چنین پژوهشی احساس می‌شد.

۲. مبانی و چارچوب نظری پژوهش

تفکر سیستمی هنر و علم استنتاج‌های معقولانه از طریق توسعه ادراک فزاینده‌ی عمیق، پیرامون رفتار ساختارهای اساسی است[۳۵].

---

۱. ICT Learning

پیتر سنگه[1] در کتاب «پنجمین فرمان خلق سازمان یادگیرنده»؛ تفکر سیستمی را راه و روشی برای کل‌نگری تعریف می‌کند که چارچوبی است که تاکید آن بر دریافت روابط داخلی پدیده‌ها و نه شناسایی تک تک آن‌ها، ادراک الگوهای تغییر و تحول و نه شناختی ایستا است [۳۸]. آساروف و اوریون[2] (۲۰۰۵) تفکر سیستمی را توانایی شناسایی روابط بین اجزا و متغیرهای یک سیستم و هم‌افزایی آن‌ها را یک کل تعریف می‌کنند [۴]. قرچه داغی[3] (۱۹۹۹) بیان می‌دارد که تفکر سیستمی سیستم را در بستر محیطیِ بزرگتر از بخشی که در آن است، قرارمی‌دهد و نقشی که سیستم در یک کل بزرگتر ایفا می‌کند را بررسی می‌کند.

همچنین تفکر سیستمی هنر ساده کردن پیچیدگی‌ها، دیدن بی‌نظمی‌ها، مدیریت وابستگی‌های متقابل و درک انتخاب‌هاست. از منظر انسان‌ها جهان پیچیده و آشفته است زیرا از مفاهیم ناکافی برای توضیح آن استفاده می‌شود و زمانی که چیزی درک شود دیگر پیچیده و بی‌نظم دیده نخواهد شد [۱۷].تفکر سیستمی یک توانایی شناختی برای فرد است تا بتواند تمامیت یک وجود و ارتباط علَی آن با وجودهای دیگر که با آن در تعامل‌اند و نیز زیرمجموعه‌های وجودی‌اش را که آن را ایجاد می‌کنند درک کند. متفکران سیستمی قادرند سیستم‌های جهان و اینکه چگونه این سیستم‌ها به طور گسترده‌ای با هم در ارتباط‌اند را درک کنند [۳۰].

مهارت تفکر سیستمی. بنا به نظر ندلکاسکا و نفکی[4] (۲۰۱۹) مهارت، بخشی از سرمایه انسانی است که از طریق آموزش و تمرین قابل دستیابی است. همچنین به نقل از نلسون و وینتر[5] (۱۹۸۲) مهارت را مانند یک برنامه[6] توصیف می‌کنند که دنباله‌ای هموار از رفتارهایی است که یک واحد موثر در رفتارهای هماهنگ متوالی عمل می‌کند [۳۲]. پژوهش‌گران زیادی درپژوهش‌های خود به معرفی و بررسی مهارت‌های تفکر سیستمی پرداخته‌اند و آن را مهارتی چند بعدی می‌دانند. در ادامه به بررسی مهم‌ترین ابعاد مهارت تفکر سیستمی پرداخته شده است.

تصویرسازی. تصویرسازی یا کل‌نگری بدین مفهوم است که متفکر سیستمی باید ابتدا یک سیستم را به‌طور کلی درک کند و سپس وارد جزییات آن شود. شناخت سیستم در مرحله اول در گرو یک درک کلی از سیستم است [۳]. متفکر سیستمی باید هر سیستم را کلی در نظر بگیرد که از مجموعه‌ای از اجزا ساخته شده اما فراتر از عملکرد تک تک آن‌ها عمل می‌کند. او باید سیستم را ورای زیر سیستم‌ها و مجموعه‌های آن‌ها درک کند و عملکرد هر زیرسیستم را عملکرد کل مجموعه ببینید. آن‌ها باید سیستم را بدون تکیه کردن بر جزییات بفهمند. درک عمیقی از ساختارهای اصولی به‌دست آورده و تاثیرات متقابل را در بازی بین بخش‌های مختلف سیستم درک می‌کنند [۳۹].

علیت‌شناسی. جمله اگر- آنگاه؛ مبنا و سازنده ساختار ذهن و ادراک ما از چیزهاست. بنیان این نوع تفکر تمایز قاطع میان علت و معلول است. برای توضیح یک پدیده (احتمالا مجرد) باید علت آن را بیابیم. فرض بر این است که علت وجود دارد و تاثیر هر زمان که علت معتبر باشد، می‌تواند مشاهده شود. کلماتی مانند زیرا؛ بنابراین؛ اگر، چنین مفاهیمی را در زبان روزمره بیان می‌کنند. در زبان ریاضی این مفهوم با تابع متغیر مستقل (علت) و وابسته (معلول) بیان می‌شود. به‌طور کلی منظور از علیت‌شناسی این است که هنگامی که در یک سیستم اتفاقی می‌افتد، این اتفاق پیامد دیگری را نیز در دل خود دارد و موجب اتفاق دیگری خواهد شد، به طوری‌که باید درک شود که برای توضیح یک پدیده همواره علتی وجود دارد و اثر (معلول) آن تا زمانی که علت وجود دارد، قابل مشاهده است [۳۳].

---

[1]. Peter Senge
[2]. Assaraf & Orion
[3]. Gharajedaghi
[4]. Nedelkoska & Neffke
[5]. Nelson & Winter
[6]. Program

تفکر بازخوردی. متفکر سیستمی باید بتواند روابط غیرخطی را شناسایی کنند که با یکدیگر تعامل بسته‌ای را تشکیل می‌دهند و حلقه‌های بازخورد نامیده می‌شوند [۳]. زمانیکه اثرات عوامل بر یکدیگر غیر مستقیم باشد، یعنی یک پدیده به طور غیرمستقیم بر پدیده دیگر تاثیر بگذارد، به این ترتیب حلقه بازخورد تشکیل خواهد شد و این مهم را باید متفکر سیستمی درک کند. حلقه‌های بازخورد می‌تواند مثبت (تقویتی) یا منفی (تعادلی) باشد [۲۹].

روند اندیشی. سیستم‌ها با گذر زمان رفتار خاصی دارند. تاخیرات زمانی، رشد و نوسانات از ویژگی‌ها بارز سیستم‌هاست که بدون در نظر گرفتن بعد زمان قابل درک نیستند. روندانديشی یا تفکر پویا به عملکرد سیستم نگاهی‌گذشته‌نگر و در عین حال آینده‌نگر دارد. برای پیش‌بینی آینده باید درک شود که تغییرات در سیستم به مرور رخ می‌دهند و بر عملکرد آن به آرامی تاثیر می‌گذارند [۳۳].

درک درون سیستمی. اجزای سیستم برای اینکه در کنار هم قرار بگیرند باید با یکدیگر ارتباطات به‌هم پیوسته‌ای را داشته باشند. این ارتباطات به‌هم پیوسته‌ی درونی، گاه ارتباطات فیزیکی است، مانند میزان آب موجود در تنه یک درخت یا پیشرفت دانشجویان در یک دانشگاه. بسیاری از ارتباطات درونی جریان‌های اطلاعاتی است که نقاط تصمیم‌گیری یا عمل درون یک سیستم را شکل می‌دهند. به‌طور کلی هر سیستم مطابق با قوانین خود ارتباطات درونی خاص خود را دارد و متفکر سیستمی باید آن را درک کند [۲۹].

مدل‌باوری. افراد معمولا بر اساس تصاویر و دیدگاه‌هایی که از جهان دارند؛ فکر می‌کنند. در واقع تفکر سیستمی نیازمند آگاهی از این حقیقت است که افراد با مدل‌هایی که از واقعیت اطرافمان می‌سازند، زندگی می‌کنند و نه با خودِ واقعیت. در نتیجه افراد باید توانایی مدلسازی و توسعه آن را داشته باشند. مدل‌سازی کمک کننده و لازمه‌ی توانمندی فرد برای پیش‌بینی تحولات آینده است، به‌خصوص زمانی‌که واقعیت‌ها نسبتا آرام ظهور می‌کنند [۳۳].

مداخله هوشمندانه. مهارت مداخله هوشمندانه به این معنی است که متفکر سیستمی بتواند نقاط اهرمی سیستم را تشخیص دهد. نقاط اهرم محل‌هایی در سیستم است که یک تغییر کوچک در آن می‌تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در سیستم شود. این نقاط اساسا برای حل مسائل پیچیده‌ی موجود در سیستم‌های پیچیده استفاده می‌شود. مهارت یافتن نقاط مداخله‌ای با اهرم بالا اثربخش‌ترین تاثیر را در سیستم دارد [۳۳].

آینده اندیشی. متفکر سیستمی باید بتواند رفتار آینده سیستم را با توجه به درک تغییر رفتار سیستم در طول زمان و نحوه این تغییر پیش‌بینی کند. پیش‌بینی رفتار آینده‌ی سیستم اغلب دشوارتر از توصیف رفتار گذشته‌ی آن است. در عین حال مهارت توصیف رفتار گذشته، مهارت پیش‌بینی رفتار آینده‌ی سیستم را خواهد داد. با این حال، پیش‌بینی رفتار آینده نیاز به درک نحوه تغییر سیستم‌ها با گذشت زمان و نحوه بروز رفتار پویا دارد [۳].

بازی‌وارسازی

بازی‌وارسازی استفاده از مولفه‌های طراحی بازی در زمینه‌های غیربازی است و اصطلاح غیررسمی برای استفاده از مولفه‌های بازی‌های ویدئویی در سیستم‌های غیربازی برای بهبود تجربه و مشارکت[1] (درگیرسازی) کاربر است [۱۱]. همچنین بازی‌وارسازی استفاده از مکانیک مبتنی بر بازی، عناصر زیبایی‌شناختی، تفکر بازی برای جذب کردن افراد، ایجاد کردن انگیزه در عمل، ارتقا دادن یادگیری و حل مسائل نیز تعریف می‌شود [۲۵]. مارچوفسکی[2] (۲۰۱۳) در کتاب خود دو تعریف از بازی‌وارسازی ارائه می‌کند، یکی اینکه بازی‌وارسازی استفاده از تکنیک‌های طراحی بازی، تفکر بازی و مکانیک‌های بازی برای بهبود بخشیدن به زمینه‌های غیربازی است. عمدتا بازی‌وارسازی در کاربردها و فرایندهای غیربازی به‌کار گرفته می‌شود تا افراد را تشویق کند خود را تطبیق داده و یا آن‌ها را در مورد آنچه که استفاده می‌کنند تحت تاثیر قرار دهد. بازی‌وارسازی با استفاده از تکنولوژی

---

[1] . Engagement
[2] . Marczewski

جذاب‌تر خواهد شد. با استفاده ازابزارهای استقلال و اختیار و با استفاده از مزایای بالقوه روان‌شناختی کاربران را تشویق می‌کند تا رفتار مطلوبی داشته باشند و در آخر او تعریف اصلی خود را ارائه می‌دهد که به‌شرح زیر است: بازی‌وارسازی استفاده از استعاره بازی در وظایف زندگی واقعی برای تاثیر گذاشتن بر رفتار، بهبود انگیزش و افزایش تعامل است [۲۸].

نکته اصلی این است که در بازی‌وارسازی یک بازی ایجاد نمی‌شود بلکه به یک فرایند از پیش موجود (مانند کلاس درس دانشگاه یا برنامه درسی مدیریت) ویژگی‌هایی از بازی افزوده می‌شود [۲۷]. هانتری و هامری[1] (۲۰۱۷) در تعریفی بازی‌وارسازی را فرایندی تعریف می‌کنند که یک خدمت را به‌صورت کاربردی برای ایجاد یک تجربه بهتر بهبود می‌بخشد تا برای کاربر ارزش‌آفرینی کند. آن‌ها بر این نکته تاکید می‌کنند که تعاریف گذشته بر استفاده از مولفه‌های بازی تمرکز دارند در حالی‌که هنوز توافق مشخصی بر سر اینکه آن مولفه‌ها چه هستند وجود ندارد. آن‌ها تعریف خود را هدف–محور توصیف می‌کنند [۱۹]. در مبانی نظری و تجربی بازی‌وارسازی، بیشتر از آنکه بر به کارگیری چارچوب‌های بازی‌وارسازی در مطالعات تمرکز شود بر به کارگیری مولفه‌های خاص تمرکز شده است که محققان گوناگون از تعابیر متفاوتی برای تعریف این مولفه‌ها استفاده کرده‌اند. به همین منظور در جدول ۱ خلاصه‌ای از تعاریف مولفه‌های بازی‌وارسازی پرکاربرد، آورده شده است.

جدول ۱: مولفه‌های مشترک بازی‌وارسازی در مبانی نظری

مولفه	تعریف
امتیاز[2]	امتیازات ابزاری برای تشویق کردن افراد برای انجام کاری است، امتیازات به روش‌های متفاوتی می‌توانند در بازی‌وار سازی به کار گرفته شوند. گاهی امتیازات برای برنده شدن و گاهی برای اعطای یک پاداش بیرونی استفاده می‌شوند [۴۲].
سطح[3]	به کاربر نشان می‌دهد که چه میزان در رسیدن به هدف اصلی پیشرفت داشته است. سطح یک نقطه آستانه تعریف می‌شود که کاربر می‌تواند در بازی به بر مبنای فعالیت‌هایش پیش برود و آن را طی کند [۳۷].
نشان[4]	نشانگر دستاوردهایی هستند که کاربر در طول بازی به‌دست می‌آورد و مستقیما باعث ایجاد انگیزش در کاربر می شود [۱].
پاداش[5]	پاداش یا ملموس و یا غیر ملموس است و پس از یک عمل ارائه می‌شود تا رفتار تکرار گردد. در بازی‌سازی پاداش به شکل امتیاز یا مواردی از این قبیل داده می‌شود [۳۷].
چالش[6]	چالش‌ها و ماموریت‌ها کاربران را به سمت وسوی فعالیتی که باید انجام دهند هدایت می‌کند [۴۴].
بورد امتیازات[7]	بورد امتیازات می‌تواند عملکرد بازیکن(میزان امتیاز و پاداش) را به صورت عمومی نشان دهد به گونه‌ای که همه بتوانند آن را ببینند. در یک وضعیت درست بورد امتیازات می‌تواند یک انگیزاننده قوی باشد [۴۲].
نوار پیشرفت[8]	یک نمایش گرافیکی مبتنی بر درصدی از پیشرفت بازیکنان در حین بازی را نشان می‌دهد [۱۳].
خط داستانی[9]	خط داستانی به معنای سلسله ارتباطاتی است که از پیوند بین فعالیت‌های بازی ایجاد می‌شود و به تجربه بازی‌وار معنا می‌دهد و زمینه‌ای را برای کاربرد وظایف فراهم می‌کند [۲۵]
دستاوردها[10]	یک هدف خاص و مشخص که در بازی تعریف شده است [۷].

[1] . Huotari & Hamari
[2] . point
[3]. Level
[4] . budge
[5]. Rewards
[6]. Challenges
[7]. Leaderboard
[8]. Progress Bar
[9]. Storyline
[10]. Achievements

پیشینه پژوهش

کلارک[1] و همکاران(۲۰۱۷) در پژوهشی به آموزش تفکر سیستمی به دانش‌آموزان پایه چهارم و پنجم از طریق یک برنامه کامپیوتری به نام داشبورد محیطی پرداختند. در این برنامه محیط کلی مدرسه شبیه سازی شده بود. در این فرایند درک سیستم به عنوان کلی فراتر از اجزای خود، درک روابط علت و معلولی و درک روابط درون سیستمی به دانش‌آموزان آموزش داده شد. نتایج از طریق مقایسه میانگین نشان داد که دانش‌آموزانی که از این طریق آموزش داده شده‌اند، درک بهتری از مفاهیم سیستمی و درسی دارند. به این شرح که نتیجه (۱/۰۳۳= d, p<۰/۰۰۱ , t(۶۹)=۴/۸۳) برای مقایسه فقط دو گروه به‌دست آمد [۹].

آکاگولا و گرین(۲۰۱۸) در پژوهشی به آموزش تفکر سیستمی از طریق یک دوره طراحی بازی برای دانش‌آموزان دبیرستانی پرداختند. هدف تحلیل و درک سیستم و تقویت مهارت طراحی سیستم و حل مساله است. این پژوهش بر روی دو گروه گواه و کنترل انجام شد و در نهایت با توجه به مقایسه میانگین گروه‌ها که از آزمون نهایی گرفته شد، نتایج نشان داده که گروه گواه توانستند نمرات بهتری را کسب کنند. نتایج به شرح (t(۳۷)=۲/۷۰۱, p=۰/۰۱) به‌دست آمد [۲]. فریور[2]و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی ظرفیت و مفهوم‌سازی مهارت‌های تفکر سیستمی در دانش‌آموزان پیش‌دبستانی و دبستانی در آلمان و ترکیه پرداختند. زمینه این بررسی آموزش مفاهیم محیط زیستی و پایداری بود. بدین منظور از یک روش کیفی برای بررسی هشت مهارت مدل‌باوری، علیت‌شناسی، بازخوردشناسی، درک رفتارهای پویای سیستم(روند اندیشی)، تصویرگری، درک درون سیستمی، عاقبت اندیشی و مداخله هوشمندانه پرداختند. در این پژوهش از خوانش داستان آب‌چال[3] برای کودکان استفاده شد و سپس بر مبنای یک چک‌لیست از کودکان آزمونی بر مبنای مصاحبه گرفته شد و به آن‌ها امتیازاتی اختصاص داده شد. نتایج نشان داد کودکان در تشخیص حلقه‌های علیت یک مرحله‌ای یا دو مرحله‌ای، حلقه‌های متعادل کننده و نیز تشخیص تغییرات آشکار تدریجی(روند اندیشی) تا حدودی توانمندند اما از در درک مدل‌باوری، درک درون سیستمی، تشخیص حلقه‌های تقویت کننده، مداخله هوشمندانه محدودیت داشتند [۱۴].

جمشیدی و مکوندی (۱۳۹۷) به بررسی آموزش تفکر سیستمی به دانشجویان رشته مدیریت صنعتی پرداختند. دانشجویان به دو گروه گواه و آزمون تقسیم‌بندی شده و از طریق پرسشنامه پس از بازی مورد آزمون قرار گرفتند. گروه نخست بازی سیم‌سیتی[4] را انجام دادند و گروه دوم تنها از طریق پرسشنامه مورد آزمون قرار گرفتند. تحلیل کوواریانس نشان داد که نتایج هر دو گروه مثبت (sig=۰/۰۰۰,sig=۰/۰۰۵) گزارش شده است اما نتایج برای آموزش گروه دوم (آموزش از طریق بازی) تقریبا اختلاف بیشتری دارد [۲۳].

ایبانز[5] و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش خود تاثیر بازی‌وارسازی بر تعامل شناختی و یادگیری دانشجویان علوم کامپیوتر از زبان برنامه نویسی C را بررسی نمودند، آن‌ها از طریق طراحی یک پلتفرم در دو بخش به آزمون ۲۲ نفر از دانشجویان درس سیستم عامل در دانشگاه کارلوس مادرید اسپانیا پرداختند. عناصر بازی‌وارسازی به‌کار گرفته شده در این پلتفرم شامل امتیاز، نشان، جایزه، سطح‌بندی، تعامل مشترک، بورد امتیازات بود. سنجش دانشجویان با پرسشنامه و از روش پیش‌آزمون–پس‌آزمون انجام شد، تا دانش یادگیری دانشجویان از زبان برنامه‌نویسی C قبل و بعد از انجام فعالیت بازی‌وار سنجش شود. نتایج از بهبود یادگیری دانشجویان و تفاوت

---

[1]. Clarck
[2]. Feriver
[3]. Water Hole
[4]. CimCity
[5]. Ibianez

معنادار (P-Value=۰/۰۰۱ ,V=۲۴۵/۵) خبر داد، همچنین برخی دانشجویان خواستار ادامه روند تدریس درس برنامه‌نویسی به همین شیوه بودند [۲۰].

سو و چنگ[1] (۲۰۱۵) در پژوهش خود تاثیر فرایند بازی‌وار موبایلی را در دانش‌آموزان ابتدایی در درس علوم بررسی کردند. آن‌ها انگیزش و مشارکت دانش‌آموزان در فعالیت‌های یادگیری را ارزیابی کردند. عناصر به‌کارگرفته شده در پلتفرم موبایلی شامل نشان، بورد امتیازات، ماموریت(تکلیف) بود. ۱۰۲ نفر از دانش‌آموزان کلاس چهارم در سه گروه دسته‌بندی شد که گروه اول گروه گواه بودند که از سیستم بازی‌وار یادگیری موبایلی استفاده کردند. اولین گروه کنترل از رویکرد مرسوم یادگیری موبایلی استفاده کردند و به دومین گروه کنترل با روش سنتی مرسوم کلاسی آموزش داده شد. به مدت شش هفته فعالیت‌های یادگیری دانش‌آموزان بررسی شد و در نهایت نتایج آزمون تی–تست نشان داد که بین گروه کنترل اول و دوم اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (۰/۰۵ < F=۰/۴۲۹, P=۰/۶۲۵) و نتیجه (F=۲۵/۲۸۷, P=۰/۰۶۲)

برای فرضیه نهایی نشان داده شد که زمانی که یادگیری موبایلی با یک پلتفرم بازی‌وار ترکیب شده باشد اثر بهتری در یادگیری کودکان نسبت به زمانی دارد که یادگیری موبایلی مبتی بر یک روش غیربازی‌وار باشد [۴۰]. دیاس[2] (۲۰۱۷) درپژوهشی نقش بازی‌وارسازی را در آموزش درس تحقیق در عملیات رشته مدیریت بررسی کرد، او با اجرای دو دوره آموزشی بازی‌وار و غیربازی‌وار به مقایسه میزان یادگیری دانش‌آموزان از این درس می‌پردازد. پس از طراحی محتوای دوره آموزشی، آن را طی یک ترم به صورت دو دوره بازی‌وار و غیربازی‌وار اجرایی کرده است. عناصر بازی‌وارسازی به‌کار گرفته شده در این فرایند؛ چالش‌ها، امتیازات، نشان‌ها، بورد امتیازات، بازخورد شخصی برای افراد بود. در این پژوهش با توجه به عدم تجهیز کلاس‌ها به کامپیوتر از پلتفرم آنلاین استفاده نشده و به جای آن سعی شده که از یک شبکه اجتماعی استفاده شود. در نهایت یکی از مهم‌ترین نتایجی که به‌دست آمد این بود که مشارکت دانش‌آموزان در دوره بازی‌وار نسبت به دوره دیگر افزایش یافت. همچنین با استفاده از آزمون تی–تست میانگین نمرات دانش‌آموزان در هر دوره مشخص و مقایسه شد که در نهایت دوره بازی‌وار مقدار بیشتری را به خودش اختصاص داد [۱۲].

تسای[3] و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی را با هدف نقش بازی‌وارسازی در یادگیری دانشجویان سال دوم کارشناسی دوره توسعه مهارت‌های شخصی و حرفه‌ای، انجام دادند. علاوه‌بر آموزش‌های آکادمیک علمی در کلاس، آموزش‌های یادگیری آنلاینی نیز اجرا شد. ۱۳۶ نفر از دانشجویان در این دوره شرکت داشتند و ارزیابی نهایی انجام شده نشان داد که عملکرد دانشجویانی که در دوره آموزشی بازی‌وار شرکت داشته‌اند نسبت به کسانی که به طور سنتی آموزش دیده‌اند، به طور قابل توجهی بهبود داشته است [۴۱]. در ادامه در جدول ۲ به خلاصه‌ای از مقالات به کار گرفته شده در ادبیات تجربی بازی‌وارسازی در آموزش طی سال‌های گوناگون اشاره شده است.

با توجه به بررسی پژوهش‌های پیشین، در این پژوهش‌ها به طور مشخص از یک پلتفرم آنلاین برای سنجش تفکر سیستمی به صورتی که مهارت‌های گوناگون تفکر سیستمی آن را مورد سنجش قرار دهند و یا به آموزش آن بپردازد، استفاده نشده است و صرفا بازی‌هایی مانند سیم‌سیتی طراحی شده است که به آموزش تفکر سیستمی به عنوان یک مفهوم کلی پرداخته است. در طراحی بازی‌هایی که در سایر پژوهش‌های پیشین برای آموزش تفکر سیستمی به‌کار گرفته شده نیز تاکید بر در درک سیستم و اجزای آن و ارتباطات درون سیستمی بوده و بر سایر مهارت‌های مورد نیاز تاکیدی صورت نپذیرفته است.

---

[1]. Su & Cheng
[2]. Dias
[3]. Tsay

جدول ۲: مروری بر پیشینه تجربی بازی‌وارسازی در آموزش

نویسنده	موضوع بازی‌وار	عناصر بازی‌وار سازی	نتیجه
کاریلو[1] و همکاران(۲۰۱۹)	نوآوری در تدریس آموزش ابتدایی و بررسی میزان انگیزش و مهارت آموزشی آموزگاران	تعیین اهداف، نوع بازیکن، تعامل گروهی، چالش‌ها، ماموریت‌ها، نمره، بورد بازی، نشان، آواتور	بهبود انگیزش دانشجویان به نسبت ۳۲ و ۲۲ درصد در سال‌های اول و دوم و بهبود مهارت‌های آموزشی به نسبت ۸۰ درصد در سال دوم.
ایروئلا [2]و همکاران (۲۰۱۹)	سنجش میزان رضایت دانشجویان در دوره آموزشی پایگاه داده	نشان، محدودیت زمانی، امتیاز، سطح، نوار پیشرفت، طبقه‌بندی، ماموریت، بازخورد، بورد امتیازات	رضایت دانشجویان در دوره بازی‌وار از آموزش درس ۳۴ درصد بیشتر از کسانی بود که در دوره غیربازی‌وار شرکت داشتند.
رامش و ساداشیو[3] (۲۰۱۹)	آموزش شیمی به کودکان ۱۰- ۱۲ ساله	استفاده از عناصر سه گانه‌ی مکانیک‌ها، دینامیک‌ها و عناصر گرافیکی	پیشرفت دانش‌آموزان در ارزیابی نهایی ۷۲ درصد نسبت به روش عادی رشد داشت.
جاگست[4] و همکاران (۲۰۱۸)	آموزش ریاضی به کودکان پایه دوم و سوم ابتدایی	روایت داستانی، بازخورد، نمره، همکاری گروهی، بورد امتیازات، رقابت، زمان	نتایج (t(۴۸)=۱/۱۳۸ , ۰/۲۶۱) نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود ندارد.
فلورز[5] و همکاران (۲۰۱۸)	دوره آموزشی حساب دیفرانسل	چالش‌ها، سطح پیشرفت، نشان، آواتورها، بورد امتیازات	نوآوری در روش تدریس موجب افزایش عملکرد در سه بخش درسی به میزان ۵۸ ، ۴۶ و ۵۰ درصد شد.
هنگ[6] و همکاران (۲۰۱۸)	آموزش یادگیری معکوس بازی‌وار در درس مدیریت اطلاعات	نشان، امتیاز، سطح‌بندی، پاداش، نوار پیشرفت، بورد امتیازات، همکاری، چالش، بازخورد، اهداف	نمرات آزمون هفتگی دانشجویان در دوره‌بازی وار تفاوت معناداری با دانشجویان دوره عادی دارد.
سِیلر و همکاران (۲۰۱۷)	میزان رضایت دانش‌آموزان	نشان‌ها، بورد امتیاز، نمودار عملکردی، آواتورها، داستان‌ها، کار تیمی	میانگین و انحراف معیار در هر چهار بعد رضایت در دوره بازی‌وار اختلاف معناداری با دوره دیگر دارد.
یلدریم[7] و همکاران (۲۰۱۷)	پیشرفت و نگرش دانشجویان رشته ریاضی نسبت به شیوه درسی مبتنی بر بازی	امتیاز، نشان و پاداش، بورد امتیازات	پیشرفت دانشجویان دوره بازی‌وار بیشتر از دوره عادی است. همچنین نتایج نشان داد که دانشجویان دوره بازی‌وار نگرش بهتری نسبت به دانشجویان دوره عادی داشتند.

به همین دلیل در این پژوهش یک پلتفرم آنلاین بازی‌وار برای سنجش و آموزش مهارت‌های تفکر سیستمی طراحی شده است. در پژوهش‌های پیشین تاکید بر دریافت مفاهیم با استفاده از روش‌های درسی مرسوم مانند تدریس در کلاس، استفاده از آزمایشگاه‌ها در درس‌های جغرافیا، علوم و علوم زیستی، طراحی بازی به صورت کدنویسی (در سطح دبیرستان)، استفاده از استعاره‌ها، مدلسازی و نقشه مفهومی بدون استفاده‌ی خاصی از مولفه‌های بازی‌وارسازی بوده است. پژوهشی که به طور مشخص تفکر سیستمی را با نگاه بازی‌وارسازی، مورد بررسی قرار داده باشد یافت نشد، به همین دلیل این پژوهش در راستای این خلاء پژوهشی از یک دوره‌ی آموزشی بازی‌وار برای آموزش مفاهیم گوناگون تفکر سیستمی به کودکان استفاده کرده است.

[1] . Carrillo
[2] . Iruela
[3] . Ramesh & Sadashiv
[4] . Jagušt
[5] . Flores
[6] . Huang
[7] . Yildirim

مدل مفهومی این پژوهش برای سنجش تفکر سیستمی (شکل ۱) از سه بعد تشکیل شده است. این ابعاد عبارتند از دوراندیشی هوشمندانه، ادراک هوشمندانه و اقدام هوشمندانه که در ادامه توضیحی داده شده اند.

- **دوراندیشی هوشمندانه:** دور اندیشی هوشمندانه شامل سه متغیر تصویرسازی، آینده‌اندیشی و روند اندیشی است. در این بعد تاکید بر آن است که متفکر سیستمی بتواند در عین اینکه یک کلیت جامع را از سیستم مد نظر قرار می‌دهد، به تغییرات سیستم در طول زمان نیز بیاندیشد و بر مبنای آن‌ها آینده را پیش‌بینی کند.
- **ادراک هوشمندانه:** ادراک هوشمندانه شامل سه بعد مدل‌باوری، علیت‌شناسی و درک درون‌سیستمی است. در این بعد متفکر سیستمی باید بتواند الگوهای پیدا و پنهان پیرامون سیستم را شناسایی و مدل کند. به‌طور دقیق‌تر متفکر سیستمی باید بتواند سیستم‌های بیرونی و در ارتباط با سیستم و مولفه‌های درون سیستم که با یکدیگر در تعامل و بر رفتار سیستم تاثیر گذار هستند را درک کند.
- **اقدام هوشمندانه:** اقدام هوشمندانه شامل دو بعد درک بازخوردها و مداخله هوشمندانه است. به‌طور کلی یک سیستم‌ها و روابطها در یک حلقه‌ی بسته با یکدیگر در تعامل هستند. به بیان دیگر حلقه‌ی بازخورد حلقه‌ای است که سیستم‌های گوناگون و مولفه‌های آن‌ها در یک رابطه‌ی تقویتی یا تعادلی با یکدیگر در ارتباط می‌باشند و اهداف و کارهای سیستم را شکل می‌دهند. به همین دلیل مهم است که متفکر سیستمی درک کند در کدام نقطه باید نقش متعادل‌کننده‌ی حلقه و در کدام نقطه نقش تقویت‌کننده‌ی حلقه را به عنوان مداخله‌گر هوشمند، باید ایفا کند.

در این پژوهش نمره تفکر سیستمی دانشجویان در سه حالت با همدیگر مقایسه شده است. این سه حالت عبارتند از:

- در حالت ارزیابی سنتی بدون هیچ آموزشی
- در حالت بازی وارسازی (با استفاده از یک پلتفرم بازی)
- در حالت بازی وارسازی به همراه آموزش

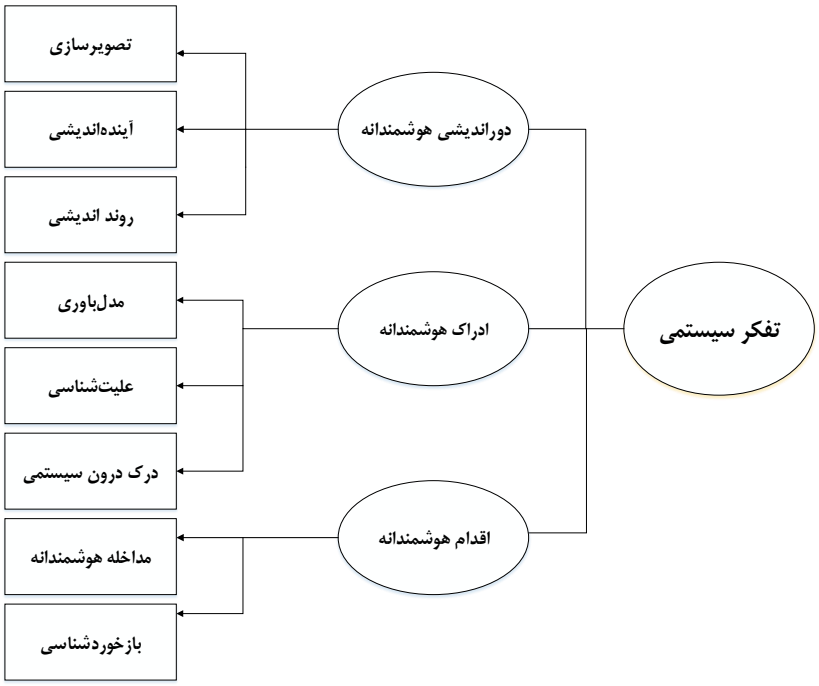
ادعای کلی این بود که نمره تفکر سیستمی در این سه حالت در یک قیاس دو به دو با هم متفاوت است. فرضیه‌های پژوهش به شرح زیر است:

۱- نمره **تفکر سیستمی** دانش آموزان با رویکرد بازی وارسازی (بدون آموزش)، بیشتر از نمره دانش آموزان در روش ارزیابی سنتی (بدون آموزش) است.

۲- نمره **تفکر سیستمی** دانش آموزان در رویکرد بازی وارسازی (بهمراه آموزش)، بیشتر از نمره دانش آموزان با رویکرد ارزیابی سنتی (بدون آموزش) است.

۳- نمره **تفکر سیستمی** دانش آموزان در رویکرد بازی وارسازی (بهمراه آموزش)، بیشتر از نمره دانش آموزان در رویکرد بازی وارسازی (بدون آموزش) است.

علاوه بر سه فرضیه اصلی بالا، تفاوت این سه حالت در سه بعد دوراندیشی، ادراک هوشمندانه و اقدام هوشمندانه نیز مورد سنجش قرار گرفته شده است.



شکل ۱: مدل مفهومی تفکر سیستمی

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش پیش رو از نظر هدف کاربردی است. در این پژوهش محققان به دنبال تبیین و بررسی و توصیف موضوع مورد مطالعه هستند، لذا این پژوهش از نظر نوع ماهیت در دسته پژوهش‌های توصیفی قرار می‌گیرد. از آنجا که در این پژوهش محقق پرسش‌هایی را بر مبنای یک چک لیست مطرح می‌کند و به جمع‌آوری اطلاعاتی می‌پردازد و به آن‌ها امتیاز می‌دهد؛ این پژوهش از نظر نوع داده‌ها پژوهشی کمی است. از نظر استراتژی، در دسته پژوهش‌های همبستگی قرار می‌گیرد و به صورت میدانی انجام می‌شود. جامعه آماری این پژوهش تمامی دانش‌آموزان دبستانی ۱۰ تا ۱۲ ساله شامل پایه‌های چهارم تا ششم منطقه بهمنی شهر بوشهر تشکیل داده‌اند و روش نمونه‌گیری این پژوهش، نمونه‌گیری در دسترس است. و تعداد نمونه ۱۷۰ نفر از دانش‌آموزان دبستان پسرانه و دخترانه بود. اطلاعات جمعیت شناختی جامعه آماری در
جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳: داده‌های جمعیت‌شناختی نمونه آماری

متغیر	اجزا	فراوانی	درصد
جنسیت	دختر	۸۹	٪۵۲/۴
	پسر	۸۱	٪۴۷/۶
سن	۹ سال	۱۲	٪۷/۱
	۱۰ سال	۷۶	٪۴۴/۷
	۱۱ سال	۶۴	٪۳۷/۶
	۱۲ سال	۱۸	٪۱۰/۶
مقطع تحصیلی	چهارم	۷۵	٪۴۴/۱
	پنجم	۶۶	٪۳۸/۸
	ششم	۲۹	٪۱۷/۱
نوع مدرسه	دولتی	۸۴	٪۴۹/۴

غیردولتی	۸۶	٪۵۰/۶

مطابق جدول۳، بیشتر شرکت‌کنندگان با اختلاف کمی دانش‌آموزان دختر بوده‌اند. به طوری‌که از ۱۷۰ نفر از دانش‌آموزان شرکت کننده در این پژوهش، ۵۸ (۵۲/۷) نفر دختر و ۵۲ (۴۷/۳) نفر پسر بوده‌اند.

این پژوهش در سه مرحله صورت گرفته است. در مرحله نخست از یک داستان به نام آب‌چال نوشته گریم بیس[1] استفاده شده است. بر پایه خواندن این داستان، چک‌لیستی از مقاله فریور و همکاران (۲۰۱۹) برای سنجش تفکر سیستمی تهیه شد و با استفاده از مصاحبه امتیاز دانش آموزان در تفکر سیستمی به دست آمد. در ابتدا از ۱۱۰ نفر از دانش‌آموزان خواسته شد تا داستان مورد نظر را مطالعه کنند و سپس از هر یک به صورت جداگانه بر مبنای چک لیست تهیه شده، مصاحبه‌ای صورت گرفته و به تفکر سیستمی آن‌ها امتیازی اختصاص داده شد. در مرحله دوم، با رویکرد بازی‌وارسازی، پلتفرمی طراحی شد. این پلتفرم اینترنتی (بازی اینترنتی) دارای هشت مرحله است و در هر مرحله ابعاد تفکر سیستمی مورد سنجش قرار گرفت.

داده‌های ۶۰ دانش‌آموز در زمینه تفکر سیستمی از این مرحله به دست آمد. در مرحله آخر (مرحله سوم) دوره‌ای آموزشی برگزار شد و سپس نمره تفکر سیستمی دانش‌آموزان با همان پلتفرم بازی‌وار اندازه گیری شد و سپس نتایج این ۳ مرحله با یکدیگر مقایسه شد. با توجه به ماهیت پژوهش، از آزمون مقایسه میانگین دو جامعه و نرم افزار SPSS استفاده شده است. برای سنجش پایایی از روش آزمون بازآزمون استفاده شده است. معیار مورد بررسی در این حالت، ضریب همبستگی بین نمره‌های دو آزمون است. به بیان دیگر وضعیت تعدادی از شرکت کنندگان دو بار مورد آزمون قرار گرفته است. در صورتیکه ضریب همبستگی این دو سری از نمرات، مثبت و معنادار باشد، می‌توان به وجود پایایی اذعان کرد. نتایج پایایی در جدول ۴ آمده است. همچنان که نتایج نشان می‌دهد، همگی این ضرایب مثبت و در سطح ۹۵ درصد اطمینان، معنادار هستند.

جدول ۴: وضعیت پایایی متغیرهای پژوهش(ضریب همبستگی پیرسون)

متغیر	ضریب همبستگی	Sig
دوراندیشی هوشمندانه	۰/۸۲	۰/۰۱
تصویرسازی	۰/۸۱	۰/۰۱
روندانديشی	۰/۷۸	۰/۰۲
آینده‌اندیشی	۰/۸۶	۰/۰۴
ادراک هوشمندانه	۰/۸۹	۰/۰۱
مدل‌باوری	۰/۹۳	۰/۰۰
درک درون سیستمی	۰/۸۲	۰/۰۴
علیت‌شناسی	۰/۹۱	۰/۰۱
اقدام هوشمندانه	۰/۷۹	۰/۰۴
بازخوردشناسی	۰/۸۸	۰/۰۲
مداخله هوشمندانه	۰/۹۲	۰/۰۰۹

برای سنجش روایی بسته به ماهیت پژوهش از معیارهای متفاوتی استفاده می‌شود. روایی منطقی[2]، روایی ظاهری[3]، روایی محتوایی[4]، روایی ملاک (معیار)[5]، روایی همزمان[1]، روایی پیش‌بین[2]، روایی سازه[3]، روایی همگرا[4] و

[1].Gram Base
[2] Logical Validity
[3] Face Validity
[4] Content Validity
[5] Criterion Validity

و روایی واگرا (تشخیصی)[5] از جمله این معیارها برای روایی‌اند [۱۰]. برای روایی محتوا ابتدا با توجه به تجربیات پیشین، مشاهده شد که بیشتر پژوهش‌هایی که برای سنجش تفکر سیستمی انجام شده اند از خوانش یک کتاب مشهور بهره برده‌اند. به همین منظور از ترجمه فارسی این کتاب استفاده شد (کتاب آب‌چال، نوشته گریم بیس).

برای سنجش تفکر سیستمی بعد از خوانش کتاب توسط دانش آموزان، چک لیستی تهیه شده تا دانش آموزان به پرسش‌هایی در باره کتاب توضیح دهند. چک لیست تهیه شده در این پژوهش از چک لیست پژوهش‌های پیشین، مانند پژوهش ریچموند (۱۹۹۴)، آساروف و اوریون (۲۰۰۵)، آساروف و همکاران (۲۰۱۱)، آرنولد و وید (۲۰۱۵) و پژوهش فریور و همکاران (۲۰۱۹) استفاده کرده و سپس با توجه به مدل مفهومی مورد نظر این پژوهش، چک لیست نهایی پژوهش‌گران تهیه شد. این چک لیست تهیه شده در اختیار دو گروه از افراد قرار گرفت تا نظر خود را درباره آن بگویند تا بیشتر با فضای محیطی کشور ایران سازگار باشد. مراجعه به اساتید و کارشناسان حوزه تفکر سیستمی و کسانی که در زمینه بازی وارسازی کار کرده بودند در این مرحله انجام شد و پس از اعمال نظرات آنان، چک لیست نهایی استخراج شد.

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

در جدول ۵جدول ۵ خلاصه‌ای از توصیف متغیرهای پژوهش آورده شده است. در روش ارزیابی سنتی در بین متغیرهای بررسی شده متغیر مداخله هوشمندانه با نمره ۱۰/۷۲ دارای بالاترین میانگین و پس آن متغیر تصویرسازی با نمره ۸/۸۶ در رتبه دوم و متغیر روند اندیشی با نمره ۸/۶۸ در رتبه سوم قرار می‌گیرد. متغیر عاقبت اندیشی با نمره ۶/۵ کمترین نمره را دارد.

جدول ۵. مقایسه میانگین نمرات دانش‌آموزان در سه مرحله‌ی پژوهش در ابعاد گوناگون تفکر سیستمی

متغیرها و ابعاد پژوهش	ارزیابی سنتی	بازی وارسازی	بازی وارسازی و آموزش
دوراندیشی هوشمندانه	۸	۱۵/۶۰	۱۸/۵۰
تصویرسازی	۸/۸۶	۱۴/۹۰	۱۷/۷۳
آینده اندیشی	۶/۵	۱۴/۵	۱۸/۵۰
روند اندیشی	۸/۶۸	۱۷/۴۰	۱۸/۶۶
ادراک هوشمندانه	۷/۷۱	۱۳/۴۱	۱۶/۲۲
مدل‌باوری	۷/۳۶	۱۳/۵۲	۱۶/۰۰
علیت‌شناسی	۷/۸۱	۱۴/۸۳	۱۶/۶۰
درک درون سیستمی	۸	۱۱/۸۳۳	۱۶/۰۰
اقدام هوشمندانه	۸/۶۲	۱۷/۲۳	۱۸/۰۱
تفکر بازخوردی	۶/۵۲	۱۶/۶۶	۱۸/۵۳
مداخله هوشمندانه	۱۰/۷۲	۱۷/۸۰	۱۹/۵۰
متوسط نمره تفکر سیستمی	۸/۰۵۴	۱۴/۸۸	۱۵/۵۰

در روش ارزیابی به صورت بازی‌وارسازی، متغیر مداخله هوشمندانه با نمره ۱۷/۸۰ دارای بالاترین میانگین و متغیر روندانديشی با نمره ۱۷/۴۰ در رتبه دوم و متغیر تفکر بازخوردی با نمره ۱۶/۶۷ در رتبه سوم قرار می‌گیرد.

[1] Concurrent Validity
[2] Predictive Validity
[3] Constructed Validity
[4] Convergent Validity
[5] Discriminant Validity

متغیر درک دورن سیستمی با نمره ۱۱/۸۳ کمترین نمره را دارد. در روش بازی‌وارسازی به همراه آموزش، اقدام هوشمندانه با نمره ۱۷/۲۳ بالاترین میانگین را به خود اختصاص داده است. پس آن متغیر روندیابی با نمره ۱۸/۶۶ در رتبه دوم و متغیر تفکر بازخوردی با نمره ۱۸/۵۳ در رتبه سوم قرار می‌گیرد. متغیر مدل‌باوری با نمره ۱۶/۰۰ کمترین نمره را دارد.

در **Error! Not a valid bookmark self-reference.** خلاصه‌ای از وضعیت تفکر سیستمی بر اساس متغیرهای جمعیت‌شناختی (سن، جنسیت، مقاطع تحصیلی، نوع مدرسه) آورده شده است. بنا به محتوای این جدول نمره تفکر سیستمی دختران و پسران تفاوت معناداری را نشان نمی‌دهد (دختران در حالت بازی‌وارسازی ۱۵/۷۸و نمره پسران ۱۵/۳۶). در متغیر سن نیز همانگونه که مشاهده می شود با تغییر سن، نمره تفکر سیستمی افراد نیز کمی تغییر پیدا کرده است (دانش‌آموزان ۹ سال با نمره ۱۵/۲۷، دانش‌آموزان ۱۰ سال با نمره ۱۵/۹۰، دانش‌آموزان ۱۱ سال با نمره ۱۵/۶ و دانش‌آموزان ۱۲ سال با نمره ۱۵/۶۹). کمترین نمره تفکر سیستمی در دانش آموزان ۹ ساله مشاهده شده است. نمرات تفکر سیستمی دانش‌آموزان در پایه چهارم ۱۵/۶۴، در پایه پنجم ۱۵/۶۶ و در پایه ششم ۱۵/۶۰ است. بیشترین نمره تفکر سیستمی در مدارس غیردولتی با نمره ۱۶/۱۹ و در مدارس غیردولتی با نمره ۱۴/۳۷ به دست آمده است.

جدول ۶: تبیین تاثیر متغیرهای جمعیت‌شناختی بر نمره تفکر سیستمی دانش‌آموزان

متغیر	شرح	بازی‌وارسازی	سنتی
جنسیت	دختر	۱۵/۷۸	۸/۰۵۴
	پسر	۱۵/۳۶	۷/۹۸
سن	۹ سال	۱۵/۲۷	۷/۴۲
	۱۰ سال	۱۵/۹۰	۷/۹۳
	۱۱ سال	۱۵/۶	۸/۲۱
	۱۲ سال	۱۵/۶۹	۸/۴۲
مقطع تحصیلی	چهارم	۱۵/۶۴	۷/۷۸
	پنجم	۱۵/۶۶	۸/۲۴
	ششم	۱۵/۶۰	۸/۴۰
نوع مدرسه	دولتی	۱۴/۳۷	۸/۰۷
	غیردولتی	۱۶/۱۹	۷/۹۸

آزمون فرضیه‌های پژوهش

در ادامه تفاوت‌های موجود میان نتایج ارزیابی به شیوه‌های سنتی و پلتفرم بازی، تفاوت نتایج ارزیابی با پلتفرم بازی و ارزیابی به همراه آموزش و پلتفرم بازی و در نهایت تفاوت نتایج ارزیابی سنتی و ارزیابی به همراه آموزش و پلتفرم بازی، برای تایید یا رد فرضیه‌ها بررسی گردید. ابزار مورد استفاده آزمون مقایسه میانگین دو جامعه مستقل(T-Test) و نرم‌افزار مورد نظر نرم‌افزار SPSS است. نتایج در جدول ۷ آورده شده است.

همچنان که اطلاعات جدول ۷ نشان می‌دهد به دلیل آنکه سطح معناداری T در فرضیه نخست پژوهش، کمتر از ۵ درصد است و مقدار تینیز مثبت است با اطمینان ۹۵ درصد میتوان بیان داشت که نمره تفکر سیستمی دانش آموزان با رویکرد بازی وارسازی (بدون آموزش)، بیشتر از نمره دانش آموزان در روش ارزیابی سنتی (بدون آموزش) است. همچنین این جدول نشان می‌دهد که فرضیه دوم پژوهش دال بر بیشتر بودن نمره تفکر سیستمی در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش) نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تایید قرار گرفته است.

جدول ۷: نتایج آزمون تی بررسی فرضیه‌های اصلی پژوهش

شرح فرضیه		تساوی/عدم تساوی واریانس ها	تست لوین (برابری واریانس)		آزمون t برای برابری میانگین‌ها			
			F	Sig	T	Df	Sig	تفاوت
بیشتر بودن نمره تفکر سیستمی در حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۱	تساوی واریانس‌ها	۰/۲۴	۰/۶۲	۲۴/۰۳	۱۳۸	۰/۰۰	-۶/۸۲
		عدم تساوی واریانس‌ها			۲۵/۷۴	۵/۰۹	۰/۰۰	-۶/۸۲
بیشتر بودن نمره تفکر سیستمی در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۲	تساوی واریانس‌ها	۰/۳۰	۰/۵۸	۸/۳۰	۵۸	۰/۰۰	۲/۶۱
		عدم تساوی واریانس‌ها			۸/۳۰	۵۷/۷	۰/۰۰	۲/۶۱
بیشتر بودن نمره تفکر سیستمی در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش)	فرضیه ۳	تساوی واریانس‌ها	۱/۱۶	۰/۲۳	۳۳/۴۵	۱۳۸	۰/۰۰	۹/۴۴
		عدم تساوی واریانس‌ها			۳۷/۰۲	۵۳/۵	۰/۰۰	۹/۴۴

بر پایه اطلاعات جدول ۷، فرضیه سوم پژوهش مبنی بر بیشتر بودن نمره تفکر سیستمی در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش) نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد ، تایید شده است. در

به طور کلی، می‌توان اینگونه بیان کرد که میانگین نمرات تفکر سیستمی گروه نخست که به‌صورت سنتی ارزیابی شدند از باقی گروه‌ها کمتر است. همچنین در مورد نمره تفکر سیستمی دیگر گروه‌ها، از جمله گروهی که دوره‌ی آموزشی برای آن‌ها برگزار نشده بود و نیز گروهی که دوره‌ی آموزشی را گذارنده بودند، در بیشتر ابعاد و متغیرها تفاوت معناداری وجود داشت. همچنین گروهی که صرفا مورد ارزیابی سنتی قرار گرفته بودند و گروه مستقلی که تنها با پلتفرم ارزیابی شدند، نیز دارای تفاوت معنادار در نمرات میانگین خود بودند. این تفاوت در نمرات گروه نخست و گروه آخر نیز قابل مشاهده بود.

در سایر ابعاد اصلی مدل پژوهش از جمله دوراندیشی هوشمندانه، ادراک هوشمندانه و اقدام هوشمندانه نیز به ترتیب ذکر شده، فرضیه ها تایید شد. به طور کلی فرضیه‌های اصلی پژوهش مبنی بر تاثیر مثبت وارد کردن بازی و مولفه‌های آن در فرایند آموزش و ارزیابی بر یادگیری تفکر سیستمی، تایید شد. در مورد تفاوت معنی‌دار نمرات گروه پایانی شرکت‌کنندگان با سایر گروه‌ها نیز می‌توان اینگونه استدلال کرد که با توجه به اینکه مفاهیم گوناگون مربوط به تفکر سیستمی در دوره‌ی آموزشی به آن‌ها آموزش داده شد و طی دوره با ورود مولفه‌های بازی مانند گروه‌بندی و ایجاد رقابت بین گروه‌ها، امتیاز و تشویق و تخصیص جایزه‌های مجازی(جام طلا–نقره–برنز) به فرایند آموزش سعی شد تا بر جذابیت کلاسی افزوده شود و باعث شود دانش‌آموزان یادگیری موثرتری داشته باشند و مفاهیم را یاد بگیرند، در نتیجه نتایج بهتری دریافت شد.

جدول ۸ نتایج آزمون فرضیات برای فرضیه های فرعی نیز آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت در نمرات این سه نوع ارزیابی در ابعاد تفکر سیستمی نیز مورد تایید قرار گرفته شده است.

به طور کلی، می‌توان اینگونه بیان کرد که میانگین نمرات تفکر سیستمی گروه نخست که به‌صورت سنتی ارزیابی شدند از باقی گروه‌ها کمتر است. همچنین در مورد نمره تفکر سیستمی دیگر گروه‌ها، از جمله گروهی که دوره‌ی آموزشی برای آن‌ها برگزار نشده بود و نیز گروهی که دوره‌ی آموزشی را گذارنده بودند، در بیشتر ابعاد و متغیرها تفاوت معناداری وجود داشت. همچنین گروهی که صرفا مورد ارزیابی سنتی قرار گرفته بودند و گروه مستقلی که تنها با پلتفرم ارزیابی شدند، نیز دارای تفاوت معنادار در نمرات میانگین خود بودند. این تفاوت در نمرات گروه نخست و گروه آخر نیز قابل مشاهده بود.

در سایر ابعاد اصلی مدل پژوهش از جمله دوراندیشی هوشمندانه، ادراک هوشمندانه و اقدام هوشمندانه نیز به ترتیب ذکر شده، فرضیه ها تایید شد. به طور کلی فرضیه‌های اصلی پژوهش مبنی بر تاثیر مثبت وارد کردن بازی و مولفه‌های آن در فرایند آموزش و ارزیابی بر یادگیری تفکر سیستمی، تایید شد. در مورد تفاوت معنی‌دار نمرات گروه پایانی شرکت‌کنندگان با سایر گروه‌ها نیز می‌توان اینگونه استدلال کرد که با توجه به اینکه مفاهیم گوناگون مربوط به تفکر سیستمی در دوره‌ی آموزشی به آن‌ها آموزش داده شد و طی دوره با ورود مولفه‌های بازی مانند گروه‌بندی و ایجاد رقابت بین گروه‌ها، امتیاز و تشویق و تخصیص جایزه‌های مجازی(جام طلا–نقره–برنز) به فرایند آموزش سعی شد تا بر جذابیت کلاسی افزوده شود و باعث شود دانش‌آموزان یادگیری موثرتری داشته باشند و مفاهیم را یاد بگیرند، در نتیجه نتایج بهتری دریافت شد.

جدول ۸ نتایج آزمون تی فرضیه‌های فرعی پژوهش

شرح فرضیه		پیشفرض	آزمون لوین برای برابری واریانس		آزمون t برای برابری میانگین‌ها			
			F	Sig	T	df	Sig(2-tailed)	تفاوت میانگین
بیشتر بودن نمره دوراندیشی هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۴	فرض تساوی واریانس‌ها	۱۶/۶	۰/۰۱	۱۸/۹	۱۳۸	۰/۰۰۰	۷/۵۸
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۱۶/۱	۳۸/۳	۰/۰۰۰	۷/۵۸
بیشتر بودن نمره دوراندیشی هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۵	فرض تساوی واریانس‌ها	۱۳/۳	۰/۰۰	۵/۳۶	۵۸	۰/۰۰۰	۲/۷
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۵/۳۶	۴۷/۷	۰/۰۰۰	۲/۷
بیشتر بودن نمره دوراندیشی هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش)	فرضیه۶	فرض تساوی واریانس‌ها	۴/۴۰	۰/۰۳	۲۹/۰	۱۳۸	۰/۰۰۰	۱۰/۲
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۳۴/۱	۶۰/۱	۰/۰۰۰	۱۰/۲
بیشتر بودن نمره ادراک هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۷	فرض تساوی واریانس‌ها	۰/۱۳	۰/۷۱	۱۵/۳	۱۳۸	۰/۰۰۰	۵/۸۶
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۱۴/۹	۴۴/۷	۰/۰۰۰	۵/۸۶
بیشتر بودن نمره ادراک هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۸	فرض تساوی واریانس‌ها	۱/۰۷	۰/۳۰	۵/۶۴	۵۸	۰/۰۰۰	۲/۸۰
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۵/۶۴	۵۷/۶	۰/۰۰۰	۲/۸۰
بیشتر بودن نمره ادراک هوشمندانه	فرضیه ۹	فرض تساوی	۱/۰۹	۰/۲۹	۲۲/۰	۱۳۸	۰/۰۰۰	۸/۴۹

شرح فرضیه		پیشفرض	آزمون لوین برای برابری واریانس		آزمون t برای برابری میانگین‌ها			
			F	Sig	T	df	Sig(2-tailed)	تفاوت میانگین
در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش)		واریانس‌ها						
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۲۱/۰	۴۲/۳	۰/۰۰۰	۸/۴۹
بیشتر بودن نمره اقدام هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۱۰	فرض تساوی واریانس‌ها	۰/۱۵	۰/۶۹	۱۷/۹	۱۳۸	۰/۰۰۰	۸/۵۴
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۱۶/۸	۴۲/۵	۰/۰۰۰	۸/۵۴
بیشتر بودن نمره اقدام هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت سنتی (بدون آموزش)	فرضیه ۱۱	فرض تساوی واریانس‌ها	۶/۱۴	۰/۰۱	۳/۳۱	۵۸	۰/۰۰۲	۱/۷۸
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۳/۳۱	۴۷/۸	۰/۰۰۲	۱/۷۸
بیشتر بودن نمره ادراک هوشمندانه در حالت بازی‌وارسازی (با آموزش) از حالت بازی‌وارسازی (بدون آموزش)	فرضیه ۱۲	فرض تساوی واریانس‌ها	۸/۳۲	۰/۰۰	۲۳/۶	۱۳۸	۰/۰۰۰	۱۰/۲
		فرض تفاوت واریانس‌ها			۲۹/۳	۴۷/۳	۰/۰۰۰	۱۰/۲

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش از یک پلتفرم آنلاین که در آن مولفه‌های بازی‌وارسازی به‌کار گرفته شد، برای آموزش و سنجش مفهوم تفکر سیستمی در دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۲ ساله استفاده گردید. نتایج پژوهش درستی فرضیه‌های پژوهش مبنی بر موثر بودن به‌کارگیری مولفه‌های بازی‌وارسازی در سنجش و آموزش تفکر سیستمی را تایید کردند. لذا با توجه به نتایج این پژوهش بازی‌وارسازی می‌تواند ابزار موثری در آموزش تفکر سیستمی بخصوص برای کودکان باشد. از نظر هم‌پوشانی، نتایج حاصل از پژوهش حاضر به پژوهش باومیک و همکاران [۶] شبیه است که در پژوهش آن‌ها هدف آموزش تفکر طراحی به کودکان ۶ تا ۱۲ بود تا بتوانند در فعالیت‌های حل مساله راه‌حل‌های خلاقانه‌تری داشته باشند. نتایج آن‌ها همچون پژوهش حاضر تایید کرد که بازی‌وارسازی و استفاده از مولفه‌های آن مانند بورد امتیازات، پاداش مجازی، کارت امتیاز، نوارِ بازخورد عملکرد، منجر به ارائه‌ی راه‌حل‌های خلاقانه‌تر نسبت به زمانی شده است که به صورت عادی در فعالیت‌های درسی از دانش‌آموزان خواسته می‌شد تا در فعالیت‌های حل مساله شرکت کنند. همچنین مانند نتایج این پژوهش تایید شد که کودکان در ابعاد گوناگون تفکر طراحی مانند شناسایی موضوع یا مساله، تشریح مساله، ساختارسازی راه‌حل‌ها، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته‌اند. همچنین نتایج این پژوهش به نتایج پژوهش نند و همکاران [۳۱] نزدیک است؛ در پژوهش مذکور به آموزش شمارش اعداد به کودکان از طریق یک پلتفرم آنلاین بازی‌وار پرداخته شد و در این پلتفرم آنلاین؛ مولفه‌های بازی‌وارسازی همچون نوار بازخورد، چالش، سوالات پرسش و پاسخی و تعامل میان بازیکنان، وجود داشت. در نهایت تایید شد که بازی‌وارسازی و استفاده از مولفه‌های آن و نیز پلتفرم آنلاین بازی‌وار باعث پیشرفت مهارت شمارش اعداد در کودکان شده است. در پژوهش رامش و همکاران [۳۴] نیز که در آن به آموزش مفاهیم شیمی عالی به کودکان ۱۰ تا ۱۲ ساله پرداختند؛ مانند پژوهش حاضر به طراحی یک پلتفرم بازی‌وار با مولفه‌های کارت امتیاز، روایت داستانی، نوار پیشرفت پرداختند و نتایج نشان داد که مانند این پژوهش نمره‌ی دانش‌آموزانی

که به صورت بازی‌وار آزمون داده و یادگیری داشتند نسبت به گروهی که به صورت سنتی مورد آزمون قرار گرفتند بهبود داشته است.

در پژوهش باکلی و دویل [۷] نیز مانند این پژوهش با استفاده از مولفه‌های بازی از جمله پاداش، نوار بازخورد، چالش‌ها، سطح، سیستم رتبه‌بندی بازیکنان، یک پلتفرم آنلاین برای آموزش درس دانش مالیاتی طراحی شد و تایید نتایج نشان داد که مانند پژوهش حاضر معدل دانش عمومی یادگیرندگان نسبت به حالت یادگیری سنتی بهبود داشته است. همچنین می‌توان به نتایج پژوهش سو و چنگ [۴۰] اشاره کرد که در آن پژوهش به آموزش درس علوم از طریق یک پلتفرم آنلاین بازی‌وار پرداخته شد.

نتایج قبل و بعد از آزمون نشان داد که مانند نتایج پژوهش حاضر ترکیب فناوری‌های موبایلی و بازی‌وارسازی در فرایندیادگیری مباحث علوم می‌تواند به بهبود عملکرد در یادگیری و درجه بالاتری از انگیزش در مقایسه با یادگیری غیربازی‌وار یا یادگیری با دستورالعمل‌های سنتی باشد. با توجه به اهمیت تفکر سیستمی به عنوان یک مهارت و توانایی فکری، و جایگاه بازی‌وارسازی طی ده سال گذشته، مبتنی بر نتایج به دست آمده، پیشنهادات اجرایی ارائه شده می تواند مورد توجه قرار گیرد: با توجه به تهیه یک پلتفرم آنلاین برای آموزش و ارزیابی تفکر سیستمی در این پژوهش، و همچنین نتایج این پژوهش که نشان از اثربخشی بیشتر آموزش تفکر سیستمی با روش بازی‌وارسازی دارد، به سیاست‌گذران آموزش استانی پیشنهاد می‌شود با به‌کارگیری متخصصان فناوری، به تقویت این پلتفرم پرداخته شده تا بتواند یک منبع آنلاین در زمینه آموزش تفکر سیستمی و ارزیابی و سنجش آن؛ پرداخته شود.

به سیاستگذاران در حوزه‌های آموزشی پیشنهاد می‌شود تدوین برنامه آموزشی تفکر سیستمی را با محوریت بازی وارسازی را در دستور کار خود قرار دارده و با سطح بندی دوره‌های آموزشی، مدرسین را در این زمینه آموزش داده تا آنها بتوانند مهارت تفکر سیستمی را به دانش آموزان منتقل کنند. همچنین با به‌کارگیری متخصصان حوزه تفکر سیستمی به تهیه محتواهای گوناگون و متنوع متناسب با سرفصل‌های درسی و کاری در زمینه آموزش تفکر سیستمی؛ همت گمارند. با توجه به نتایج این پژوهش مبنی بر تاثیر مثبت استفاده از بازی‌وارسازی و مولفه‌های آن در آموزش تفکر سیستمی؛ به مدرسین پیشنهاد می‌شود در زمینه آموزش تفکر سیستمی به کودکان از مولفه‌های بازی‌وارسازی (به دلیل جذابیت، ایجاد انگیزه و شور و نشاط) استفاده کنند.

مدرسین می‌توانند در زمینه سنجش تفکر سیستمی از پلتفرم‌های بازی‌وار آنلاین و آزمون‌های مبتنی بر به‌کارگیری مولفه‌های بازی‌وارسازی (به دلیل آنکه در این حالت سنجش و ارزیابی جنبه یک مسابقه جذاب را به خود می‌گیرد و از سطح استرس و فشار ناشی از موقعیت امتحانی می‌کاهد) استفاده کنند. علاوه‌بر پیشنهادات اجرایی ذکر شده ، در زمینه پژوهشی نیز پیشنهاد می شود تا پژوهش‌گران آتی با توجه به آنکه اجرای این پژوهش در مرکز یک استان انجام شده، پژوهش‌های آتی با موضوعی مشابه با حوزه‌ی این پژوهش، در سطح استانی صورت پذیرد و جامعه‌ی آماری وسیع‌تری (منطقه- شهر- روستا) را دربرگیرد تا ابعاد روشن‌تری از جنبه‌های گوناگون آموزش تفکر سیستمی تبیین شود.

در این پژوهش به بررسی عوامل زمینه‌ای موثر بر تفکر سیستمی پرداخته نشده است، لذا در پژوهش‌های آتی می‌توان رابطه‌ی بین معدل، وضعیت درسی شرکت کنندگان و نمرات آنان در دروس گوناگون، سن، جنسیت، پایه‌ی تحصیلی، تربیت خانوادگی و دیگر شاخص‌های اجتماعی آنان با نمره‌ی تفکر سیستمی را بررسی کرد. این پژوهش بر مبنای یک پلتفرم تحت وب انجام شده است، پژوهش‌های آتی می‌توانند با طراحی پلتفرم‌های موبایلی که جذابیت بیشتری دارند، فرایند آموزش و سنجش تفکر سیستمی را انجام دهند.

منابع

1. Abramovich, S., Schunn, C., & Mitsuo Higashi, R. (2013). Are badges useful in education?: it depends upon the type of badge and expertise of learner. *Educational Technology Research and Development, 61*(2), 217-232.
2. Akcaoglu, M., & Green, L. S. (2018). Teaching systems thinking through game design. *Educational Technology Research and Development, 67*(1), 1-19.
3. Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2017). A complete set of systems thinking skills. *INSIGHT, 20*(3), 9-18.
4. Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 42*(5), 518–560.
5. Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2017). Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. *Computers in Human Behavior, 71*, 550-585.
6. Bhaumik, R., Bhatt, A., Kumari, M., Menon, S., & Chakrabarti, A. (2019). A gamified model of design thinking for fostering learning in children . *Research into Design for a Connected World*, 1023-1036.
7. Buckley, P., Geary, C., & Nagle , E. (2019). An empirical study of gamification frameworks. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC), 31*(1), 22-38.
8. Carrillo, D., García, A., Laguna, T., Magán, G., & Moreno, J. (2019). Using gamification in a teaching innovation project at the university of alcalá: a new approach to experimental science practices. *The Electronic Journal of e-Learning, 17*(2), 93-106.
9. Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Daneri, D. R. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *Plos One, 12*(4), 1-11.
10. Danaeefard, H., Hossainee, S., & Mirzaee, S. (2016). *Introduction to research methodology.* Thran: Safar Press.
11. Deterding, s., dixon, d., Khaled, R., & Nacke, L. E. (2011). Gamification: Toward a definition. *The Acm Chi Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 12-15). Vancouver.
12. Dias, J. (2017). Teaching operations research to undergraduate management students: The role of gamification. *The International Journal of Management Education, 15*(1), 98-111.
13. Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: a systematic mapping study. *Educational Technology & Society, 18*(3), 1-14.
14. Feriver, S., Olgan, R., Teksöz, G., & Barth, M. (2019). Systems thinking skills of preschool children in early childhood education contexts from Turkey and Germany. *Sustainability*, 1-26.
15. Flores, E., Gallardo, K., & Fuente, J. (2018). Strengthening an educational innovation strategy: processes to improve gamification in calculus course through performance assessment and meta-evaluation. *International Electronic Journal of Mathmatics Education, 13*(1), 1-11.
16. Fonseca, D., Villagrasa, S., Navarro, I., Redondo, E., Valls, F., Llorca, J., . . . Calvo, X. (2017, October 18 - 20). Student motivation assessment using and learning virtual and gamified urban environments . *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pp. 1-8.
17. Gharajedaghi, J. (2011). *Systems thinking, managing chaos and complexity: A platform for designing business architecture (3rd ed.). Burlington, MA: Morgan Kaufmann.* Massachusetts: Morgan Kaufmann;.

18. Huang, B., Hew, K., & Lo, C. (2018). Investigating the effects of gamification-enhanced flipped learning on undergraduate students' behavioral and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*,Vol.27,No.8, 1-21.
19. Huotari, K., & Hamari, J. (2017). A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature. *Electronic Markets, 1*(27), 21-31.
20. Ibianez, M.-B., Serio, A. D., & Kloos, C. D. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *Transaction On Learning Tecnologoeis, 7*(3), 291-302.
21. Iruela, M., Fonseca, M., Neira, R., & Chambel, T. (2019). Analysis of gamification elements. a case study in a computer science course. *International Conference on Artificial Intelligence in Education*, (pp. 89–93). Springer, Cham.
22. Jagušt, T., Botički, I., & So, H.-J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computer & Education, 125*, 444-457.
23. Jamshidi, M., & Makvandi, P. (1397). Designing a model to evaluate the quality of teaching managing career using digital games; case study: teaching systems thinking as one of the required careers for city management based on Iranian Eslamic approach. *Journal of Iranian Cultural Research (JICR), 12*(1), 1-32.
24. Jeon Kim, Y., & Pavlov, O. V. (2018). *Game-based structural debriefing: a design tool for systems thinking curriculum.* Retrieved from SSRN.
25. Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education.* Pfeiffier.
26. Kayımbaşıoğlu, D., Okteki, B., & Haci, H. (2016). Integration of gamification technology in education. *12th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing* (668-676). Austria: Procedia Computer Science.
27. Landers, R. N. (2014). Developing a theory of gamified learning: linking serious games and gamification of learning. *Simulation & Gaming, 45*(6), 752–768.
28. Marczewski, A. (2013). *Gamification: a simple introduction.* Andrzej Marczewski.
29. Meadows, D. H. (2009). *Thinking in systems: a primer.* London: Sustainability Institute.
30. Mobus, G. E. (2018). Teaching systems thinking to general education students. *Ecological Modelling, 373*, 13-21.
31. Nand, K., Baghaei, N., Casey, J., Barmada, B., Mehdipour, F., & Liang , H.-N. (2019). Engaging children with educational content via Gamification. *Smart Learning Environments, 6*(1).
32. Nedelkoska, L., & Neffke, F. (2019). Skill mismatch and skill transferability: review of concepts and measurements. *Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG)*(1921). Retrieved from Papers in Evolutionary Economic Geography.
33. Ossimitz, G. (2000). Teaching system dynamics and systems thinking in Austria and Germany. *System Dynamics Conference* (pp. 1-231). Bergen, Norway: Springer Inc.
34. Ramesh, A., & Sadashiv, G. (2019). Essentials of gamification in education: a game-based learning. *Research into Design for a Connected World, 135*, pp. 975-988. Bangalore.
35. Richmond, B. (1994). System dynamics/systems thinking: let's just get on with it. *System Dynamics Review, 10*(2-3), 135-157.
36. Sailer, M., Hense, J., Mayr, S., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior, 69*, 371-380.
37. Seixas, L. D., Gomes, A. S., & Filho, I. J. (2016). Effectiveness of gamification in the engagement of students. *Computers in Human Behavior, 58*, 48-63.
38. Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline.* United States: Currency.

39. Shaked, H., & Schechter, C. (2013). Seeing wholes: the concept of systems thinking and its implementation in school leadership. *International review of education, 59*(6), 771-791.
40. Su, C.-H., & Cheng, C.-H. (2015). A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. *Journal Of Computer Assisted Learning, 31*(3), 268-286.
41. Tsay, C. H.-H., Kofinas, A., & Luo, J. (2018). Enhancing student learning experience with technology-mediated gamification: An empirical study. *Computers & Education, 121*, 1-17.
42. Werbakh, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: how game thinking can revolutionize your business.* Wharton: Wharton Digital Press.
43. Yildirim, I. (2017). The effects of gamification-based teaching practices on student achievement and students' attitudes toward lessons. *The Internet and Higher Education, 33*, 86-92.
44. Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: implementing game mechanics in web and mobile apps.* Sebastopol: O'Reilly Media Inc.