

ISSN:2821-1588		https://www.jadm.khadu.ir	
	Journal of Air Defense Management Volume 4, Issue 15 Fall 2025 P.P. 1-24		
Research Paper			
Evaluation of Educational Components Affecting Learners' Learning based on Virtual Environments in Air Traffic Control Simulators Mohammad Davarzani¹, Abdolali Jalali² 1. Instructor, Air Traffic Department, Graduate School, Shahid Sattari University of Aeronautical Sciences and Technology, Tehran, Iran. E-mail: Davarzani.m@gmail.com 2. Assistant Prof., Department of Aviation, Faculty of Graduate Studies, Shahid Sattari University of Aeronautical Sciences and Technology, Tehran, Iran. E-mail: Aajalali@ssau.ac.ir			
Article Information		Abstract	
Received: 2025/01/06 Accepted: 2025/06/15 Keywords: Educational Technology, Virtual Learning Environment, Air Traffic Control Simulator. Corresponding Author: Abdolali Jalali Email: Aajalali@ssau.ac.ir		Background & Purpose: With the development of new technologies and the use of virtual environments in specialized training, educational simulators, especially in sensitive and high-risk areas such as air traffic control, play an important role in improving the quality of learning and reducing human errors. Since the effective functioning of air traffic controllers depends on precise cognitive and practical skills, identifying and evaluating the educational components that are effective in this process is an undeniable necessity. Accordingly, the present study was conducted with the aim of identifying and evaluating key educational factors that affect learners' learning in virtual air traffic control simulator environments. Methodology: The present study is applied in terms of its purpose and is a descriptive-correlational research in terms of its nature and method. The statistical population of the study included 250 graduates of the air traffic control field, of which 152 were selected based on the Morgan table and by simple random method. The data collection tool was a questionnaire. Data analysis and testing of research hypotheses were carried out through the structural equation modeling technique using LISREL software. Findings: The research findings showed that all 8 components of the abilities required for air traffic simulator training (radio conversation ability with a coefficient of 0.65; coordination method training with a coefficient of 0.57; indicator tape writing training with a coefficient of 0.48; emergency response training with a coefficient of 0.62; English conversation skills with a coefficient of 0.69; aviation rules and regulations training with a coefficient of 0.42; operational instructions training with a coefficient of 0.52, and air traffic management training with a coefficient of 0.59) have a positive and significant effect on the learning of flight attendant learners. Conclusion: The efficient and effective use of modern educational technologies, including air traffic control simulators, in the process of training learners requires improving the ability required for learning through these technologies.	
Citation: Davarzani, Mohammad and Jalali, Abdul Ali.(2025). Evaluation of Educational Components Affecting Learners' Learning based on Virtual Environments in Air Traffic Control Simulators. <i>Journal of Air Defense Management</i>, 4(15), 1-24.			



فصلنامه علمی مدیریت دفاع هوایی

دوره ۴، شماره ۱۵

پاییز ۱۴۰۴

صص ۱-۲۴



مقاله پژوهشی

ارزیابی مولفه‌های آموزشی موثر بر یادگیری فراگیران مبتنی بر محیط مجازی در

شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی

محمد داورزنی^۱، عبدالعلی جلالی^۲

۱. مربی، گروه ترافیک هوایی، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران. رایانامه: Davarzani.m@gmail.com

۲. استادیار، گروه هوانوردی، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران. رایانامه: Aajalali@ssau.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

زمینه و هدف: با گسترش فناوری‌های نوین و بهره‌گیری از محیط‌های مجازی در آموزش‌های تخصصی، شبیه‌سازهای آموزشی به‌ویژه در حوزه‌های حساس و پرریسک مانند کنترل ترافیک هوایی، نقش مهمی در ارتقای کیفیت یادگیری و کاهش خطاهای انسانی ایفا می‌کنند. از آنجا که کارکرد مؤثر کنترلرهای ترافیک هوایی به مهارت‌های شناختی و عملی دقیق وابسته است، شناخت و ارزیابی مولفه‌های آموزشی تأثیرگذار در این فرایند، ضرورتی انکارناپذیر محسوب می‌شود. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی عوامل آموزشی کلیدی مؤثر بر یادگیری فراگیران در محیط‌های مجازی شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی انجام شد.

روش‌شناسی: تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش انجام آن از نوع تحقیقات توصیفی-همبستگی است. جامعه‌ی آماری تحقیق شامل ۲۵۰ نفر از دانش‌آموختگان رشته تحصیلی کنترل ترافیک هوایی بود که تعداد ۱۵۲ نفر بر اساس جدول مورگان و به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها پرسش‌نامه بود. تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌های تحقیق از طریق تکنیک مدل‌یابی معادلات ساختاری به کمک نرم‌افزار لیزرل انجام گرفت.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق نشان داد که هر ۸ مولفه توانایی‌های موردنیاز برای آموزش شبیه‌ساز ترافیک هوایی (توانایی مکالمات رادیویی با ضریب ۰.۶۵؛ آموزش روش هماهنگی با ضریب ۰.۵۷؛ آموزش نوشتن نوار شاخص با ضریب ۰.۴۸؛ آموزش نحوه برخورد با شرایط اضطراری با ضریب ۰.۶۲؛ مهارت مکالمه به زبان انگلیسی با ضریب ۰.۶۹؛ آموزش قوانین و مقررات هوایی با ضریب ۰.۴۲؛ آموزش دستورالعمل‌های عملیاتی با ضریب ۰.۵۲ و آموزش مدیریت ترافیک هوایی با ضریب ۰.۵۹) بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تأثیر مثبت و معناداری دارند.

نتیجه‌گیری: استفاده کارآمد و موثر از فناوری‌های نوین آموزشی از جمله شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی در فرآیند آموزش فراگیران مستلزم ارتقای توانایی موردنیاز برای یادگیری از طریق این فناوری‌ها است.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۳/۲۵

کلیدواژه‌ها:

فناوری آموزشی،

محیط یادگیری

مجازی،

شبیه‌ساز کنترل

ترافیک هوایی.

نویسنده مسئول:

عبدالعلی جلالی

ایمیل:

Aajalali@
ssau.ac.ir

استناد: داورزنی، محمد و جلالی، عبدالعلی. (۱۴۰۴). ارزیابی مولفه‌های آموزشی موثر بر یادگیری فراگیران مبتنی بر محیط مجازی در

شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی. فصلنامه مدیریت دفاع هوایی، ۴(۱۵)، ۱-۲۴.

مقدمه

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که یادگیری با کمک فن‌آوری به رویکردی جدید در بهبود و توسعه‌ی آموزش تبدیل شده است. زیرساخت‌های ایجاد شده با بهره‌گیری از تکنیک‌های واقعیت مجازی^۱ و شبیه‌سازی‌های شرایط واقعی به ابزاری قدرتمند در اجرای آموزش تبدیل شده‌اند. محققان علوم شناختی رفتاری نیز در معرفی فن‌آوری‌های مختلف در انواع فعالیت‌های یادگیری مشارکت دارند. آن‌ها همچنین این فن‌آوری را به حوزه‌های مختلف روان‌شناسی، انسان‌شناسی، زبان‌شناسی، عصب‌شناسی، فلسفه‌ی ذهن، علوم رایانه، هوش مصنوعی و ... تعمیم داده‌اند (هرینگتون و همکاران، ۲۰۱۸).

یادگیری، تمرکز اصلی تحقیقات در علوم روانشناسی، عصب‌شناسی، اکولوژی رفتاری، نظریه‌ی تکاملی، علوم رایانه و همچنین در بسیاری از رشته‌های دیگر است. علی‌رغم کاربرد گسترده این مفهوم، تعاریف انجام شده از یادگیری در رشته‌های مختلف، بسیار متفاوت است و با گذشت زمان، تعاریف جدیدی از یادگیری ارائه می‌گردد (دی هوور و هوگس، ۲۰۲۲). همین اختلاف بر سر تعریف یادگیری باعث ابهام در مورد مرزهای مفهوم یادگیری گردیده است و ارزیابی‌ها را در مورد اینکه کدام پدیده‌ها واقعاً یادگیری را تشکیل می‌دهند، مشکل نموده است. این اختلافات، مشارکت بین رشته‌ای و ترکیب بین زمینه‌های مفهومی مرتبط را تا حدودی مختل می‌نماید. با این حال، بسیاری از تعاریف استفاده شده در رشته‌های مختلف را می‌توان ذیل هسته مشترک یادگیری با فرض آن به عنوان "ابزار پردازش اطلاعات" به دست آمده از تجربه با هدف ایجاد ویژگی‌های رفتاری مورد نظر در فراگیر، تعریف نمود (گلیستل و همکاران، ۲۰۲۱).

تجربه به شدت با مفهوم یادگیری در ارتباط است؛ زیرا تجربه به عنوان منبع اطلاعاتی که آموخته می‌شود، شناخته می‌شود (فریا، ۲۰۲۰). تجربه بخش عمده‌ای از تعاریف یادگیری را به خود اختصاص داده است. البته به ندرت می‌توان یک تعریف علمی جهان‌شمول قالب قبول همگان از تجربه یافت (سیترو و نسبائوم، ۲۰۱۸). یادگیری ممکن است به تجربه بستگی داشته باشد، اما مشخص است که همه تجربیات قابل آموختن نیست. البته این شرط که ارگانیسم باید چیزی را درک کند تا به عنوان تجربه در نظر گرفته شود، به دلایل عملکردی، مورد انتقاد قرار گرفته است، زیرا مرز میان درک رویدادهای محیطی و استنتاج

^۱. Virtual reality

پردازش شناختی را در نظر نمی‌گیرد (دی هوور و هوگس ، ۲۰۲۲). اگر تجربه صرفاً به عنوان منبع اطلاعات در نظر گرفته شود، نقص موجود در این رابطه کاهش می‌یابد. در این حالت، تجربه هیچ رویداد ذهنی خاصی را پیش‌فرض نمی‌گیرد.

یادگیری با شبیه‌ساز به معنای فراگیری نوعی مهارت در یک محیط آموزشی امن است که در آن نوعی از واقعیت، شبیه‌سازی می‌شود. فراگیران باید در این محیط یاد بگیرند و بر همین اساس عمل کنند. فراگیران معمولاً باید وظایف کاملاً پیچیده‌ای را انجام دهند که اغلب به وظایف واقعی آنان پس از طی کردن این آموزش، نزدیک است. یادگیری ایجاد شده در محیط شبیه‌سازی، شکلی از یادگیری تجربی است. بر همین اساس، بسیاری از جنبه‌های مورد نیاز جهت یادگیری (شناختی، انگیزشی، عاطفی، روانی حرکتی، اجتماعی و ...) در این محیط ادغام می‌گردد و با درجه‌ی بالایی از نزدیکی به واقعیت ارائه می‌شود (لطیف ، ۲۰۲۰). بسیاری از شکل‌های یادگیری با استفاده از شبیه‌سازی، از زیرساخت رایانه‌ای مجازی استفاده می‌کنند. این شبیه‌سازها دارای ساختاری پیچیده هستند که زیرساخت‌های یادگیری را فراهم می‌نمایند و از جنبه‌های مختلفی شباهت زیادی با واقعیت دارند. آنها پویا هستند و با سپری شدن زمان تغییر می‌کنند (چه یادگیرنده به آن واکنش نشان دهد یا ندهد با گذر زمان تغییر می‌کنند)، و تأثیر عکس‌العمل‌های یادگیرنده را بازتاب می‌دهند (یادگیرنده بر اساس رفتار انجام داده با نتیجه متفاوتی روبرو شده و با بازتاب حاصل از عمل خود مواجه و آن را درک می‌نماید). ماهیت وجودی بهره‌گیری از شبیه‌سازها، حفظ ایمنی با هدف یادگیری فراگیران بدون نیاز به اجرای آن در محیط‌های واقعی است. در واقع، شبیه‌سازی‌ها می‌توانند موقعیت‌هایی را مدل‌سازی کنند که در واقعیت یادگیری آن بسیار خطرناک هستند (مانند مدیریت جریان ترافیک هوایی، اعمال جراحی و ...)، که یا به راحتی قابل مشاهده نیستند و یا در محیط واقعی (مانند سوانح پروازی، عمل جراحی بیماران و ...) قابل اجرا یا تکرار نیستند (زندلر و گرینر ، ۲۰۲۰).

محققان علوم رفتارشناسی، روش‌های جدیدی از «ارزیابی یادگیری»^۱ را طراحی نموده‌اند که در آن به جای تمرکز بر احصای ناکارآمدی‌های میدانی ناشی از یادگیری ناموفق، بر تلاش برای بهبود مستمر یادگیری در طول فرآیند اجرا تمرکز دارد (بایرد و همکاران ، ۲۰۱۷). در این رویکردها، ارزیابی انعطاف‌پذیر، مستمر، زمینه‌ای و مشارکتی است تا توسعه‌ی دانش و میزان فراگیری را تقویت نماید. بر این اساس، ارزیابی با ایجاد حلقه‌های

1. Assessment of learning

بازخوردی، امکان تغییرات زمینه‌ای را در نحوه‌ی اجرای آموزش‌ها فراهم می‌سازد (بالاسورامانیان و همکاران، ۲۰۱۵).

کنترل ترافیک هوایی از جمله مشاغل حیاتی و حساس در حوزه هوانوردی است که کوچک‌ترین خطا در آن می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری برای ایمنی پروازها و جان مسافران داشته باشد. از این رو، کیفیت آموزش و یادگیری فراگیران در این حرفه از اهمیت راهبردی برخوردار است. با توجه به پیچیدگی محیط واقعی کنترل ترافیک هوایی، استفاده از شبیه‌سازهای آموزشی به‌عنوان جایگزین یا مکمل آموزش‌های سنتی به‌طور روزافزون گسترش یافته است. این شبیه‌سازها ضمن فراهم کردن محیطی ایمن و کم‌هزینه برای تمرین، امکان بازآفرینی موقعیت‌های متنوع و بحرانی را در اختیار فراگیران قرار می‌دهند. با وجود این مزایا، صرف به کارگیری شبیه‌ساز تضمین‌کننده یادگیری عمیق و پایدار نیست. تحقیقات نشان می‌دهد که میزان اثرگذاری آموزش مبتنی بر محیط‌های مجازی به کیفیت طراحی آموزشی و مؤلفه‌های آن، مانند تعاملات آموزشی، بازخورد، سطح شبیه‌سازی، انگیزش یادگیرنده و روش‌های ارزشیابی بستگی دارد. در حالی که بخش عمده‌ای از پژوهش‌های داخلی و خارجی بیشتر به کاربرد شبیه‌سازها پرداخته‌اند، کمتر مطالعه‌ای به‌طور نظام‌مند مولفه‌های آموزشی مؤثر بر یادگیری فراگیران در بستر شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی را بررسی کرده است.

از سوی دیگر، ویژگی‌های خاص این محیط (مانند نیاز به تصمیم‌گیری سریع، مدیریت همزمان اطلاعات چندمنبعی و شرایط فشار روانی بالا) ایجاب می‌کند که مؤلفه‌های آموزشی متناسب با این الزامات شناسایی و ارزیابی شوند. بنابراین، خلأ پژوهشی موجود آن است که هنوز روشن نیست کدام عناصر طراحی آموزشی در محیط‌های شبیه‌سازی شده بیشترین تأثیر را بر یادگیری، ماندگاری و عملکرد فراگیران کنترل ترافیک هوایی دارند. شناسایی این مؤلفه‌ها می‌تواند به بهبود برنامه‌های آموزشی، ارتقای کیفیت یادگیری و افزایش ایمنی پروازها منجر شود.

پیشینه پژوهش

فناوری آموزشی؛ فناوری آموزشی مفهومی است که با بهره‌گیری از ابزارهای گوناگون همچون رسانه‌ها، ماشین‌ها، سخت‌افزارهای شبکه و همچنین با تکیه بر رویکردهای نظری در حوزه یادگیری مؤثر به کار گرفته می‌شود (ریچری، ۲۰۰۸). هدف اصلی فناوری آموزشی، ارتقای اثربخشی یادگیری است؛ به گونه‌ای که معمولاً به منزله کاربرد اصول علمی در حل مسائل آموزشی تعریف می‌شود. در واقع، فناوری آموزشی مجموعه‌ای از ابزارها و راهکارهایی

است که آموزش‌گر برای یاددهی کارآمدتر و فراتر رفتن از شیوه‌های سنتی نظیر سخنرانی صرف، به کار می‌گیرد تا بدین وسیله رفتارها و یادگیری‌های مورد انتظار در فراگیران برانگیخته شود (لی، ۲۰۱۰).

بر این اساس، فناوری آموزشی تمامی علوم آموزشی معتبر و قابل اتکایی را دربرمی‌گیرد که به صورت عملیاتی در فرایند یادگیری و آموزش به کار می‌روند. این مفهوم شامل تجهیزات، فرایندها و روش‌هایی است که بر پایه یافته‌های پژوهش‌های علمی شکل گرفته‌اند و می‌توانند در یک زمینه خاص به فرایندهای نظری، الگوریتمی یا اکتشافی اشاره داشته باشند. از این رو، فناوری آموزشی الزاماً به معنای فناوری فیزیکی نیست، بلکه دامنه‌ای گسترده‌تر را پوشش می‌دهد (بروکنر، ۲۰۱۵).

بهره‌گیری از فناوری‌های آموزشی، علاوه بر ارتقای کیفیت آموزش، از جنبه کمی نیز تعداد بیشتری از فراگیران را در فرایند یادگیری درگیر می‌سازد و به این ترتیب بخشی از کاستی‌ها و محدودیت‌های نظام آموزشی برطرف می‌شود. استفاده از این فناوری‌ها مزایای متعددی دارد؛ از جمله: افزایش انگیزه فراگیران برای مشارکت فعال در فعالیت‌های آموزشی، کمک به معلمان در ارائه آموزش در قالب‌های نوین، شکل‌گیری کلاس‌های یادگیرنده‌محور و تغییر نقش معلم از سخنران به تسهیلگر، ارتقای مهارت‌های فناورانه و گروهی در فراگیران، عینی‌سازی و ملموس کردن فرایند یادگیری، تقویت حس کنجکاوی و خلاقیت، کاهش خستگی جسمی و ذهنی، افزایش توانایی تفکر و استدلال، ایجاد تنوع آموزشی و نیز تسریع و تسهیل یادگیری (فیروزی، ۱۳۹۱).

یافته‌های پژوهش لاکدستی و همکاران (۱۳۹۰) با موضوع تأثیر نرم‌افزارهای شبیه‌ساز آموزشی بر یادگیری و یادسپاری دانشجوینان، نشان داد که میان آموزش با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و روش سنتی تدریس، تفاوت معناداری وجود دارد؛ به بیان دیگر، بهره‌گیری از شبیه‌سازهای آموزشی تأثیر مثبتی بر افزایش یادگیری و یادسپاری دانشجوینان داشته است. همچنین مطالعه مرضیه کتیه و همکاران (۱۳۹۱) درباره به‌کارگیری شبیه‌ساز EYESI در آموزش جراحی فیکوآمولسیفیکاسیون به دستیاران چشم‌پزشکی نشان داد که این شبیه‌ساز از اعتبار صوری و محتوایی مطلوبی برخوردار است و می‌تواند در ارتقای مهارت‌های بالینی دستیاران نقشی مؤثر ایفا کند.

تحقیقی با موضوع پارسین مدل که توسط عیانی و همکاران (۱۳۹۴) انجام شد، نشان داد مهم‌ترین علت عدم موفقیت مدل‌های پیشین آموزش الکترونیکی در به‌کارگیری شبیه‌ساز بیمار، نبود توجه دقیق به ابزارهای پیاده‌سازی بوده است؛ موضوعی که دستیابی به نتایج مورد انتظار را با چالش جدی مواجه می‌کرد. همچنین مطالعه‌ای در زمینه طراحی سامانه حرکتی

الکترومکانیکی شبیه‌ساز پرواز هواپیما توسط عیسوند و همکاران (۱۳۹۸) بیانگر آن است که این نوع شبیه‌ساز نقشی مؤثر در ارتقای کیفیت آموزش، افزایش ایمنی پرواز و کاهش هزینه‌های آموزشی ایفا می‌کند.

در همین راستا، پژوهش سخاوت و همکاران (۱۳۹۹) درباره تأثیر به‌کارگیری مربی مجازی در شبیه‌ساز هوشمند آموزش قوانین رانندگی نشان داد حضور چنین عاملی می‌تواند موجب تقویت حس حضور یادگیرندگان و در نتیجه ارتقای کیفیت فرآیند یادگیری شود. یافته‌ها حاکی از آن بود که فراگیران پس از ارتکاب خطا و دریافت تذکر از مربی مجازی، تمایل بیشتری به اتخاذ استراتژی‌های ایمن‌تر نشان داده و عملکرد خود را بهبود می‌بخشند. افزون بر این، حضور عامل آموزشی مجازی باعث شکل‌گیری تعامل اجتماعی میان کاربر و مدرس شده و در نهایت حس حضور فرد را در محیط آموزشی افزایش می‌دهد. با توجه به نتایج پژوهش‌های پیشین و یافته‌های مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که مداخله یک عامل آموزشی مجازی می‌تواند اثرات مثبتی بر یادگیری و حس حضور یادگیرندگان در محیط‌های شبیه‌سازی شده بر جای گذارد. از این‌رو، بهره‌گیری از این عامل در سایر زمینه‌های آموزشی نیز می‌تواند به بهبود فرآیند یادگیری کمک کند.

یافته‌های پژوهش بنی‌اسدی و همکاران (۱۳۹۹) با موضوع مزایا و محدودیت‌های بالقوه به‌کارگیری سیستم‌های شبیه‌ساز بیمار مبتنی بر واقعیت مجازی در آموزش نشان داد که توسعه و اجرای برنامه‌های کمک‌آموزشی مبتنی بر واقعیت مجازی، در صورتی که راهکارهای کاهش محدودیت‌های احتمالی آن نیز مدنظر قرار گیرد، اقدامی منطقی و سودمند به نظر می‌رسد.

همچنین، آریانژاد و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای با عنوان تعیین ویژگی‌های شبیه‌ساز رایانه‌ای در آموزش معماری داخلی با رویکرد شایستگی از دیدگاه متخصصان بیان می‌کنند که رعایت استانداردهای محتوایی و پداگوژیک در محیط‌های شبیه‌سازی - که شباهت زیادی به فضای کارگاهی دارند - می‌تواند موجب ارتقای شایستگی‌های هنرجویان معماری داخلی شود. آنان تأکید می‌کنند که تکرارپذیری فعالیت‌ها همراه با جذابیت محیط، اثربخشی تمرین را افزایش داده و تمایل هنرجویان به مشارکت را تقویت می‌کند. علاوه بر این، دیداری‌سازی مفاهیم به‌ویژه در فرایندهای پیچیده، درک هنرجویان از محتوا را عمیق‌تر می‌سازد. افزایش قابلیت‌های شبیه‌ساز نیز فرصت‌های متنوع یادگیری را در اختیار فراگیران قرار می‌دهد. از سوی دیگر، پیش‌بینی فرصت‌های سنجش علاوه بر پایش میزان یادگیری، امکان خودارزیابی را نیز برای هنرجویان فراهم می‌آورد. به‌علاوه، ویژگی‌های تعاملی بودن محیط شبیه‌ساز و مدیریت فرایند یادگیری توسط هنرجو، موجب فعال‌تر شدن یادگیری و هماهنگی آن با

سرعت پیشرفت فرد می‌شود. در نهایت، توجه به ارزش‌های اخلاقی و تلفیق آن با مؤلفه‌های شایستگی، اهداف تربیتی را در طراحی فعالیت‌ها تقویت می‌کند. در همین راستا، نتایج پژوهش فرومند (۱۴۰۰) درباره تأثیر استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز آزمایش‌های فیزیک در یادگیری و عملکرد دانش‌آموزان نیز نشان داد که بهره‌گیری از شبیه‌سازها به‌طور معناداری باعث بهبود یادگیری و ارتقای عملکرد دانش‌آموزان می‌شود.

آموزش کنترل ترافیک هوایی

متخصصان کنترل ترافیک هوایی که به اختصار ای‌تی‌سی‌اس^۱ نامیده می‌شوند، کارکنانی هستند که مسئولیت برقراری جریان ایمن، منظم و تسریع در روند حرکتی ترافیک هوایی را بر عهده دارند. کنترلر ترافیک هوایی، نیاز به دانش، مهارت و توانایی‌های تخصصی دارد. کنترلرها، براساس قوانین پروازی، جدایی میان پروازها را اعمال می‌کنند تا هواپیماها را در فاصله ایمن از یکدیگر نگهداشته و آن‌ها در فضای مورد نظر، روند حرکتی خود به سمت مقصد ادامه دهند. کنترلرها در حین انجام وظیفه‌ی خود (در هوانوردی، با اصطلاح "موقعیت"^۲ کاری شناخته می‌شود) مسئولیت بسیار سنگینی بر عهده دارند و روزانه تصمیمات بی‌شماری را در شرایط واقعی می‌گیرند. حرفه‌ی کنترل ترافیک هوایی در دنیا، به عنوان یکی از چالش برانگیزترین مشاغل شناخته می‌شود و بسته به شرایط شغلی (مقررات، الزامات و استانداردهای پروازی، محیط پیرامونی، شرایط آب و هوایی، تجهیزات ارتباطی، نوبری و نظارتی، حجم ترافیک، نوع ترافیک، عوامل انسانی و بسیاری عوامل دیگر) می‌تواند به شدت استرس‌زا باشد (صالح و همکاران، ۲۰۲۰). هدف اصلی از ارائه سرویس کنترل ترافیک هوایی شامل موارد زیر است:

۱- جلوگیری از برخورد هواپیماها با یکدیگر در هوا و هواپیماها با موانع بر روی نواحی مانور زمینی؛

۲- حفظ نظم و تسریع در جریان ترافیک‌های هوایی؛

به منظور ارائه سرویس کنترل ترافیک هوایی توسط واحدهای سرویس ترافیک هوایی، فضای هر کشور به بخش‌های مختلف تقسیم و برای کنترل ترافیک و ارائه سرویس مناسب در هر بخش، واحدهایی با وظایف مشخص، تعیین گردیده‌اند؛

○ واحد برج مراقبت پرواز^۳

1. Air Traffic Control Specialists

2. Position

3. Aerodrome Control Tower

○ واحد تقرب پرواز^۱

○ واحد مرکز کنترل^۲

واحد‌های مذکور وظیفه ارائه خدمات کنترل ترافیک هوایی را در محدوده‌های مشخص بر عهده دارند. کنترلرهای ترافیک هوایی عموماً افرادی منظم و ساختارمند هستند که در محاسبات عددی و ریاضی سرعت بالایی دارند، تصمیم‌های قاطع و سریع می‌گیرند، در شرایط فشار قادر به حفظ خونسردی‌اند و از حافظه کوتاه‌مدت بسیار قوی برخوردارند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد این افراد معمولاً از حافظه بصری برتری نسبت به میانگین جامعه برخوردار بوده و سطح بالاتری از آگاهی موقعیتی را نیز دارا هستند. در آزمون‌های مربوط به حافظه کوتاه‌مدت، تحمل استرس و تحلیل فوری ریسک، کنترلرهای ترافیک هوایی همواره عملکرد بهتری نسبت به گروه‌های کنترل داشته‌اند. افزون بر این، مهارت‌های شنیداری و گفتاری از الزامات اساسی این حرفه به شمار می‌رود و داوطلبان پیش از ورود به آن، تحت آزمون‌های دقیق جسمانی و روان‌شناختی قرار می‌گیرند (موراتیل و همکاران، ۲۰۲۲).

سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری^۳ به عنوان وضع‌کننده قوانین بین‌المللی هوانوردی کشورهای عضو پیمان شیکاگو (که ایران نیز جزو اعضای این پیمان است) شناخته می‌شود. با توجه به بین‌المللی بودن حرفه‌ی مراقبت پرواز، فراگیران کنترل ترافیک هوایی، باید دانش و مهارت تجربی مورد نیاز را بر اساس قوانین، مقررات و الزامات این سازمان فراگیرند. با این حال، فراگیران پس از طی این دوره‌های آموزشی، قبل از شروع به کار به صورت مستقل و در محیط واقعی در آزمون‌های مهارتی مختلف شرکت می‌نمایند و تنها پس از دریافت گواهی‌نامه‌ی یک موقعیت کاری در واحد کنترل ترافیک هوایی، فقط و فقط در همان موقعیت و همان واحد امکان فعالیت را پیدا می‌کنند، اما کسب دانش و مهارت‌های پایه‌ای از الزامات شروع به کار به عنوان کارآموز در این حرفه است (آپدگرو و جفر، ۲۰۱۷).

شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی^۴ می‌تواند موجب تحقق دستیابی به اهداف آموزش کنترل ترافیک هوایی گردد. اهدافی هم‌چون جلوگیری از برخورد هواپیماها با یکدیگر؛ جلوگیری از برخورد هواپیماها با یکدیگر و هواپیماها با موانع در سطح تردد فرودگاه‌ها؛ تأمین ایمنی، تسریع و تنظیم جریان ترافیک هوایی، ارائه توصیه‌ها و اطلاعات مفید جهت تأمین ایمنی و کارایی بیشتر پروازها و آگاه نمودن سازمان‌های مسئول امداد و نجات از هواپیماهای

1. Approach Control Unit

2. Area Control Unit

3. International Civil Aviation Organization

4. Air Traffic Control Simulator

نیازمند به امداد و نجات و هدایت و کنترل سازمان‌های درگیر امداد و نجات (جوو و لوو، ۲۰۲۲).

پیشینه تجربی

بررسی پیشینه تجربی در حوزه آموزش مبتنی بر محیط‌های مجازی و شبیه‌سازها، تصویری روشن از مسیرهای پیموده‌شده و شکاف‌های موجود در تحقیقات پیشین ارائه می‌دهد. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که شبیه‌سازها به‌ویژه در آموزش‌های تخصصی و حساس، همچون کنترل ترافیک هوایی، نقش کلیدی در ارتقای کیفیت یادگیری، بهبود عملکرد و کاهش خطا ایفا می‌کنند. با این حال، نتایج پژوهش‌ها بیانگر آن است که عوامل متعددی از جمله طراحی آموزشی، ویژگی‌های فناوری، مهارت‌های فردی و شرایط محیطی می‌توانند بر اثربخشی این ابزارها تأثیرگذار باشند. مرور پژوهش‌های پیشین در این زمینه نه تنها کمک می‌کند تا الگوها و یافته‌های معتبر شناسایی شوند، بلکه بستری برای تبیین جایگاه پژوهش حاضر در میان مطالعات مشابه فراهم می‌سازد.

جدول ۱. پیشینه تحقیقات انجام شده

محقق	سال	هدف	یافته‌ها
آرمنین ^۱ و همکاران	۲۰۱۴	پاسخ چندوجهی مربی-فراگیر در شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی	در این پژوهش، تعامل چند وجهی مربی و فراگیر در انجام وظیفه کنترل ترافیک مطالعه شده است. این تحقیق بر برخی نگرانی‌های اصلی در خصوص تحلیل مکالمه توسط کنترلر و مطالعات مرتبط با قوم‌شناسی (در کشور و منطقه مورد مطالعه)، یعنی چندوجهی بودن، تجسمی یا عینی بودن و ... به عنوان جنبه‌های کلیدی فرآیندهای ادراکی شرکت‌کنندگان متمرکز گردیده است.
آپدروگو و جفر ^۲	۲۰۱۷	بهینه‌سازی آموزش کنترل ترافیک هوایی در آکادمی اداره‌ی هوانوردی فدرال امریکا	یافته‌های این تحقیق نیاز به بهبود عملی سه حوزه در فرآیند آموزشی و فن‌آوری‌های شبیه‌سازی را نشان داده است: (۱) کاهش وابستگی به مربیان در طول آموزش شبیه‌سازی، (۲) استفاده از روش‌های آموزشی مبتنی بر وب، و (۳) به‌روزرسانی سیستم‌های شبیه‌ساز فعلی جهت گنجاندن ویژگی‌های جدید، مانند ویژگی‌های ضبط و پخش سناریوها.
ویلسون ^۳ و همکاران	۲۰۱۸	یادآوری اجرای وظایف ضمنی در کنترل ترافیک	یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که یادآوری برای از سرگیری یک کار ضمنی در کنترل ترافیک هوایی شبیه‌سازی‌شده به مراقبت مستمر از نشانه‌های موقعیتی روی

¹. Man Liang Arminen

². Updegrove and Jafer

³. Michael David Wilson

نمایشگر بستگی دارد و به صورت خاص، فراگیران در معرض فراموشی تداخل‌ها هستند.	هوایی شبیه سازی شده: تاثیر وقفه‌ها		
نتایج پژوهش نشان داد که کیفیت عملکرد اجرای سناریو به طور قابل توجهی با افزایش تعداد هواپیما و نیاز به توجه تقسیم شده، کاهش می‌یابد. معیار درگیری فعالیت الکتریکی مغز بین گروه‌های تجربه به‌طور قابل توجهی متفاوت بود. در کنترل‌کننده‌های با تجربه کمتر، درگیری بالاتری نسبت به کنترل‌کننده‌های با تجربه‌تر نشان داده شد. متریک بار کار فعالیت الکتریکی مغز و قطر مردمک به دستکاری حجم کار حساس بود اما گروه‌های تجربه را متمایز نکرد. معیارهای حالت شناختی فعالیت الکتریکی مغز ممکن است ابزاری مناسب برای تقویت آموزش کنترل ترافیک هوایی باشد.	بررسی اثرات بار کاری و تجربه‌ی پویا را بر روی معیارهای حالت شناختی الکتروانسفالوگرافی (فعالیت الکتریکی مغز) موجود در یک محیط کنترل ترافیک هوایی	۲۰۱۹	بمهارت ^۱ و همکاران
نتایج تحقیق نشان داد که ارتقای سطح توانایی‌های فکری فراگیران در بکارگیری فناوری‌های آموزش از راه دور مانند شبیه سازهای کنترل ترافیک هوایی و همچنین یادگیری آنان نقش موثر دارد.	طراحی سیستم نوآورانه برای آموزش از راه دور شبیه‌سازی کنترل ترافیک هوایی	۲۰۲۲	من لیانگ ^۲

چارچوب نظری و توسعه فرضیه‌ها؛ با توجه به اهمیت حرفه‌ی مراقبت پرواز، سازمان

بین‌المللی هواپیمایی کشوری^۳ به عنوان وضع‌کننده قوانین بین‌المللی هوانوردی برای کشورهای عضو پیمان شیکاگو (که ایران نیز جزو اعضای این پیمان است) در استانداردها و توصیه‌های اجرایی^۴ و اسناد^۵ مختلف خود به تشریح ابعاد آموزش فراگیران کنترل ترافیک هوایی پرداخته است. از جمله‌ی این اسناد و ضمایم می‌توان به انکس^۶، جلد اول سند^۷ ۱۰۰۵۶، سند ۹۴۲۶^۸ و سند ۴۴۴۴^۹ اشاره کرد.

در اسناد مذکور، الزامات مختلفی آمده است که لازم است مقامات متصدی امور ارائه سرویس کنترل ترافیک هوایی، با فراهم نمودن زیرساخت‌های توضیح داده شده در محیط‌های استاندارد مشخص شده نسبت به آموزش فراگیران خود، اقدام نمایند. بخشی از الزامات، مربوط به ارائه‌ی دانش نظری و عملی بکارگیری قوانین هوایی در واحدهای کنترل ترافیک هوایی و دستورالعمل‌های عملیاتی مرتبط با واحدهای کاری و بخشی مربوط به بسترهای نظارت بر اجرای فرآیند برای اطمینان از ایمن بودن تمام شرایط جاری در هوانوردی

¹. Bernhardt

². Man Liang

³. International Civil Aviation Organization

⁴. SARPs: Standard and Recommendation Practices

⁵. Documents

⁶. Annex1: Personnel Licensing

⁷. Manual on Air Traffic Controller Competency-Based Training and Assessment - Volume I - Air Traffic Control (ATC) (Doc 10056-1)

⁸. ATS planning manual

⁹. Procedures for Air Navigation Services (PANS) - Air Traffic Management (Doc 4444)

کشورهای عضو پیمان است. با توجه به موارد گفته شده، مولفه‌های آموزشی موثر بر یادگیری فراگیران که از اسناد مختلف ایکائو احصا گردیده در بخش زیر آمده است؛

۱- توانایی انجام مکالمات رادیویی: اطلاعات، مجوزها و دستورات صادره از سوی واحدهای مراقبت پرواز برای تضمین ایمنی و تسریع عملیات هواپیماها امری حیاتی است. این دستورالعمل‌ها بر اساس تحلیل سوانح و رویدادهای پیشین که ناشی از استفاده از مکالمات رادیویی غیراستاندارد بوده‌اند، تدوین شده‌اند (دسوک، ۲۰۲۰). به منظور برقراری ارتباطات رادیویی شفاف، دقیق و موثر، و ایجاد وحدت رویه در تعامل میان مراقبین پرواز و خلبان‌ها در سراسر جهان، مکالمات رادیویی استاندارد طراحی شده است (سند ۹۴۳۲ ایکائو، ۲۰۲۲). با این حال، امکان تدوین مکالمات استاندارد برای تمامی موقعیت‌های ممکن وجود ندارد و در چنین شرایطی، استفاده از مکالمات متداول به زبان انگلیسی ضروری است. در این میان، رعایت سه اصل شفافیت، دقت و عدم ابهام در تمامی مکالمات رادیویی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (سند ۴۴۴۴ ایکائو، ۲۰۲۲). مطابق اسناد رسمی سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری، از جمله سند ۷۱۹۲، سند ۴۴۴۴ و انکس ۱ (استانداردها و توصیه‌های اجرایی ایکائو)، اجرای قوانین و مقررات مربوط به مکالمات رادیویی با ویژگی‌های فوق الزامی بوده و یادگیری آن برای فراگیران امری ضروری است.

فرضیه ۱: توانایی انجام مکالمات رادیویی بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

۲- توانایی هماهنگی^۱: هماهنگی فرآیندی است که طی آن، بخش‌های مختلف یک نظام برای دستیابی به هدفی مشترک در هم می‌آمیزند. این فرآیند از طریق مجموعه‌ای از سازوکارهای ساختاری و رفتاری تحقق می‌یابد که ارتباط میان اجزای سازمان را برقرار ساخته و دستیابی به اهداف سازمانی را تسهیل می‌کند (رضاییان، ۲۰۲۰). با توجه به نقش حیاتی هماهنگی در حوزه هوانوردی، سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری در اسناد مختلف از جمله ۴۴۴۴ و ۹۴۲۶ به آن پرداخته است. اهمیت هماهنگی در حدی است که در واحدهای مراقبت پرواز، برنامه‌ریزی بدون آن فاقد معناست و تحقق مدیریت مؤثر ترافیک هوایی و تضمین ایمنی پروازها بدون هماهنگی میان واحدها امکان‌پذیر نخواهد بود (آپدرگو و جفر، ۲۰۱۷). از جمله مهم‌ترین جلوه‌های این هماهنگی می‌توان به انتقال کنترل ترافیک هوایی میان واحدهای مختلف - نظیر مرکز کنترل منطقه‌ای، واحد کنترل پایانه و برج مراقبت فرودگاه - و نیز هماهنگی میان ارائه‌دهندگان خدمات ترافیک هوایی با شرکت‌های

^۱. Coordination

هواپیمایی، بخش هواشناسی و ارگان‌های نظامی اشاره کرد. توانایی فراگیران در برقراری این هماهنگی، نقشی تعیین‌کننده در ارتقای یادگیری آنان دارد (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۸).

فرضیه ۲: توانایی انجام هماهنگی بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

۳- توانایی در نوشتن نوار شاخص^۱ (پروازی): یکی از ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری در کنترل ترافیک هوایی، نوار شاخص پروازی است. داده‌های مربوط به مراحل مختلف پروازها بر روی این برگه‌ی نوار مانند ثبت می‌گردند. از این برگه به‌منظور تسهیل ارائه‌ی خدمات ترافیک هوایی و جلوگیری از برخورد هواپیماها استفاده می‌شود. بر این اساس، سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری در اسناد ۹۴۳۲ و ۴۴۴۴ اقدام به ارائه‌ی راهنمایی و بیان خطوط کلی در این زمینه نموده است تا کار کنترلر ترافیک هوایی در مستندسازی اطلاعات مورد نیاز جهت ارائه سرویس، تسهیل گردد. ویلسون و همکارانش (۲۰۱۸) معتقدند این مهارت اطلاعات مناسبی را در اختیار برج مراقبت قرار می‌دهد که در تصمیم‌گیری مناسب آنها بسیار تاثیرگذار است. توجه به این مهارت در آموزش‌های کنترل ترافیک هوایی نقش مهمی در یادگیری فراگیران خواهد داشت (بمهاردت و همکاران، ۲۰۱۹).

فرضیه ۳: توانایی در نوشتن نوار شاخص بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

۴- توانایی برخورد با شرایط اضطراری^۲: در مواقعی که هواپیمایی با شرایط اضطراری مواجه می‌گردد، کنترلر ترافیک هوایی باید تمامی اقدامات ضروری و کمک‌های لازم را برای کاهش خطرات احتمالی اجرا نماید. از جمله این موارد می‌توان به تعیین ماهیت وضعیت اضطراری، و به تناسب آن به‌کارگیری دستورالعمل‌های متناسب و انجام هماهنگی با واحدهای مورد نیاز اشاره نمود. یکی از مهارت‌هایی که اصول اولیه آن برای اجرا در شرایط واقعی پایه‌گذاری میشود، آموزش اصول اجرای این مهارت برای چنین شرایطی است. آرمین و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که شبیه‌سازی شرایط اضطراری و بررسی توانایی فراگیران و قدرت تصمیم‌گیری و سرعت عمل در هماهنگ‌سازی اقدامات نقش مهمی در عملکرد برج مراقبت ایفا می‌کند. بنابراین ارائه آموزش‌های لازم برای ارتقای توانایی برخورد با شرایط اضطراری بخش مهمی از آموزش‌های فراگیران کنترل ترافیک هوایی می‌باشد.

فرضیه ۴: توانایی برخورد با شرایط اضطراری بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

۵- توانایی مهارت مکالمه به زبان انگلیسی: زبان انگلیسی به عنوان زبان مشترک بین‌المللی مکالمات رادیویی هوانوردی در سراسر دنیا تعیین گردیده است. بر این اساس، سازمان

^۱. Strip Marking

^۲. Emergency

بین‌المللی هواپیمایی کشوری در انکس شماره ۱ مبادرت به تهیه‌ی دستورالعملی در این زمینه نموده است که با توجه به الزامات مصوب آن، کلیه کارکنان درگیر در عملیات‌های هوایی، ملزم به دریافت گواهینامه‌ی سطح زبان برای ارائه سرویس در هر یک از واحدهای کاری کنترل ترافیک هوایی می‌باشند. زبان انگلیسی به عنوان زبان رسمی هوانوردی بین‌المللی، در ارتباطات بین برج مراقبت و خلبانان از سراسر جهان استفاده می‌شود. ن مهارت به آنها امکان می‌دهد تا با خلبانان از ملیت‌های مختلف به طور موثر ارتباط برقرار کنند، دستورالعمل‌های ایمنی را منتقل کنند، و در شرایط اضطراری به درستی واکنش نشان دهند. من لیانگ (۲۰۲۲) معتقد است تسلط به زبان انگلیسی سرعت یادگیری را در فراگیران افزایش می‌دهد.

فرضیه ۵: مهارت مکالمه به زبان انگلیسی بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

۶- توانایی در بُعد اعمال قوانین و مقررات هوایی: به منظور استانداردسازی امور و اعمال قوانین و مقررات هوایی بین‌المللی و جلوگیری از هر گونه رویداد و سوانح هوایی، سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری مبادرت به تهیه قوانین و مقرراتی استاندارد نموده است. اجرای قوانین و مقررات وضع شده برای تمامی کاربران هوانوردی امری ضروری است. در انکس^۱، فراگیران مراقبت پرواز به کسب الزامات استاندارد در این خصوص مکلف گردیده‌اند. توانایی اعمال قوانین، کمک می‌کند تا عملیات ترافیک هوایی در سطح استاندارد باقی بماند، مشکلات و خطاهای انسانی کاهش یابد و فرآیندهای کاری بهینه‌تر انجام شود. فراگیران در شبیه سازهای آموزشی چگونگی اعمال این قوانین و مقررات را در موقعیت‌های مختلف تمرین می‌کنند. بنابراین این مولفه آموزشی نقش مهمی در یادگیری فراگیران مراقبت پرواز می‌تواند ایفا کند (ویلسون، ۲۰۱۸).

فرضیه ۶: توانایی در بعد اعمال قوانین و مقررات هوایی بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

۷- توانایی اعمال دستورالعمل‌های عملیاتی: به منظور جلوگیری از به خطر افتادن ایمنی، هر سیستم در بخش هوانوردی در تمامی زمان‌ها باید در بالاترین سطح استاندارد به فعالیت‌های خود ادامه دهد. به منظور به این مهم، استانداردسازی دستورالعمل‌ها و اجرای آن، امری ضروری است. در مواقع بحران و شرایط اضطراری، اقدامات سریع، منسجم و مطابق استاندارد انجام می‌شود. آموزش توانایی اعمال دستورالعمل‌های عملیاتی، مهارت واکنش صحیح را در کارکنان ارتقاء بخشیده و می‌تواند خطاهای انسانی را به حداقل برساند (آرمین و همکاران، ۲۰۱۴).

فرضیه ۷: توانایی اعمال دستورالعمل‌های عملیاتی بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

۸- توانایی اعمال مدیریت ترافیک هوایی: هدف کلی از مدیریت ترافیک هوایی، برقراری جریان ایمن ترافیک هوایی با هدف تسریع سرویس‌دهی جریان منظم ترافیک هوایی با

هدف فراهم ساختن امکان برنامه‌ریزی به شرکت‌های هواپیمایی و سایر پروازها با حداقل محدودیت‌های ممکن در کنار حفظ سطوح قابل قبول در ایمنی هوانوردی است. برای دستیابی و حصول اهداف مذکور، اقداماتی همچون؛ برنامه‌ریزی استراتژیک، تاکتیکی و عملیاتی با هدف تخصیص فضاهاى مورد نیاز برای کاربران فضا در دوره‌های زمانی بلند مدت، میان دوره و کوتاه مدت؛ جمع‌آوری و ارزیابی تمامی درخواست‌هایی که نیازمند تخصیص فضایی برای دوره زمانی موقتی هستند؛ انتشار جزییات اطلاعات برای بخش‌هایی که نیازمند چنین اطلاعاتی هستند و مواردی که حسب نیاز کشورها با توجه به شرایط مورد نیاز برای فضای خود تعریف می‌نمایند (آپدرگو و جفر، ۲۰۱۷). آموزش توانایی مدیریت ترافیک هوایی در شبیه‌سازهای آموزشی یکی از مؤثرترین روش‌ها برای آماده‌سازی کارکنان مراقبت پرواز و کنترل ترافیک هوایی است. این نوع آموزش، باعث افزایش مهارت، ارتقاء اعتمادبه‌نفس و آمادگی عملی در شرایط واقعی می‌شود (من لیانگ، ۲۰۲۲).

فرضیه ۸: توانایی اعمال مدیریت ترافیک هوایی بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز تاثیر دارد.

روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نوع کمی و به لحاظ هدف، کاربردی است. روش گردآوری داده‌ها در این پژوهش توصیفی و از نوع پیمایشی می‌باشد. از نظر روابط بین متغیرها، تحقیق از نوع همبستگی بوده و به‌طور مشخص مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری است. مدل‌سازی معادلات ساختاری یک رویکرد آماری جامع برای آزمون فرضیه‌ها درباره روابط میان متغیرهای آشکار و متغیرهای پنهان است و تحلیل چارچوب نظری و فرضیه‌های مرتبط با آن را امکان‌پذیر می‌سازد. این تکنیک تحلیلی، بخشی از خانواده رگرسیون چندمتغیری است و به پژوهشگر اجازه می‌دهد تا مجموعه‌ای از معادلات رگرسیون را به طور همزمان مورد آزمون قرار دهد. از طریق این رویکرد می‌توان قابل قبول بودن مدل‌های نظری را در جوامع پیچیده بررسی کرد.

با توجه به اینکه اکثر متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش از نوع پنهان هستند، استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری برای این تحقیق مناسب به نظر می‌رسد. در این پژوهش، برای تعیین روابط بین مولفه‌هایی مانند: توانایی مکالمات رادیویی، توانایی هماهنگی، توانایی نوشتن نوار شاخص، توانایی برخورد با شرایط اضطراری، توانایی مهارت مکالمه به زبان انگلیسی، توانایی اعمال قوانین و مقررات هوایی، توانایی اجرای دستورالعمل‌های عملیاتی و توانایی مدیریت ترافیک هوایی، از تکنیک مدل‌سازی معادلات ساختاری و نرم‌افزار لیزرل استفاده شده است.

در مدل‌سازی معادلات ساختاری، از یک سو میزان انطباق داده‌های پژوهش با مدل مفهومی (برازش مدل) بررسی می‌شود و از سوی دیگر معناداری روابط در مدل برازش‌یافته آزمون می‌گردد. شاخص‌های برازش مدل شامل نسبت کای-دو به درجه آزادی، شاخص نکویی برازش (GFI) و شاخص تعدیل شده نکویی برازش (AGFI) است. مدلی دارای برازش مناسب است که نسبت کای-دو به درجه آزادی کمتر از ۳، مقدار GFI و AGFI بیش از ۹۰٪ و شاخص RMSR کمتر از ۰۰۰۵ باشد. این تکنیک نشان می‌دهد که شاخص‌های انتخابی تا چه حد معرف یا برازنده متغیر مورد نظر هستند. برای بررسی معناداری روابط، از آماره تی- t (test) استفاده شده است. در این روش، شاخص‌هایی که دارای مقدار بزرگ‌تر از ۱۰۹۶ یا کمتر از -۱۰۹۶ باشند، از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شده و سایر شاخص‌ها از مدل اندازه‌گیری حذف می‌شوند.

جامعه آماری این پژوهش شامل ۲۵۰ نفر از دانش‌آموختگان رشته کنترل ترافیک هوایی است که از میان آن‌ها، ۱۵۲ نفر بر اساس جدول مورگان انتخاب شدند. روش جمع‌آوری داده‌ها میدانی بوده و برای آزمون فرضیه‌های تحقیق از دو ابزار استفاده گردید:

- پرسش‌نامه محقق‌ساخته توانایی‌های مورد نیاز برای آموزش با شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی که شامل ۳۰ گویه است و توانایی‌های مورد نیاز را بر اساس پیشینه و اسناد سازمان بین‌المللی هوانوردی (ایکائو) احصاء و برای هر عامل شاخص‌هایی تعریف کرده است.
- پرسش‌نامه استاندارد یادگیری فردی (بردبار، ۱۳۹۴) شامل مولفه‌های نگرش و ادراک، کسب و درهم‌تنیدن دانش، بسط و اصلاح دانش، استفاده مؤثر از دانش و عادات با ۲۵ گویه. تمام متغیرها بر اساس طیف ۵ درجه‌ای لیکرت اندازه‌گیری شدند. روایی پرسش‌نامه توانایی‌های مورد نیاز، به روش روایی محتوایی با بهره‌گیری از نظرات و پیشنهادها اساتید و متخصصان حوزه ترافیک هوایی و مراقبت پرواز تأیید شد. همچنین، روایی سازه شامل روایی همگرا و واگرا نیز مورد تأیید قرار گرفت. برای سنجش پایایی پرسش‌نامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که مطابق جدول (۲)، مقادیر آن بالای ۰.۷ بوده و نشان‌دهنده پایایی مناسب ابزار اندازه‌گیری می‌باشد.

جدول ۲. مقادیر آلفای کرونباخ

ردیف	متغیر	مقدار آلفای کرونباخ
۱	توانایی مکالمات رادیویی	۰/۷۱۲
۲	آموزش روش هماهنگی	۰/۷۳۵
۳	آموزش نوشتن نوار شاخص	۰/۷۳۲
۴	آموزش نحوه برخورد با شرایط اضطراری	۰/۷۶۶

۵	آموزش مهارت مکالمه به زبان انگلیسی	۰/۷۰۲
۶	آموزش قوانین و مقررات هوایی	۰/۷۴۶
۷	آموزش دستورالعمل‌های عملیاتی	۰/۸۰۲
۸	آموزش مدیریت ترافیک هوایی	۰/۸۳۳
پایایی کلی پرسش‌نامه توانایی‌های مورد نیاز برای آموزش با شبیه ساز		
۱	نگرش و ادراک	۰/۷۳۷
۲	کسب و درهم تنیدن دانش	۰/۸۴۲
۳	بسط و اصلاح دانش	۰/۷۹۰
۴	استفاده موثر از دانش	۰/۸۱۱
۵	عادات ذهنی	۰/۸۵۴
پایایی کلی پرسش‌نامه یادگیری		
		۰/۹۰۸

یافته‌های پژوهش

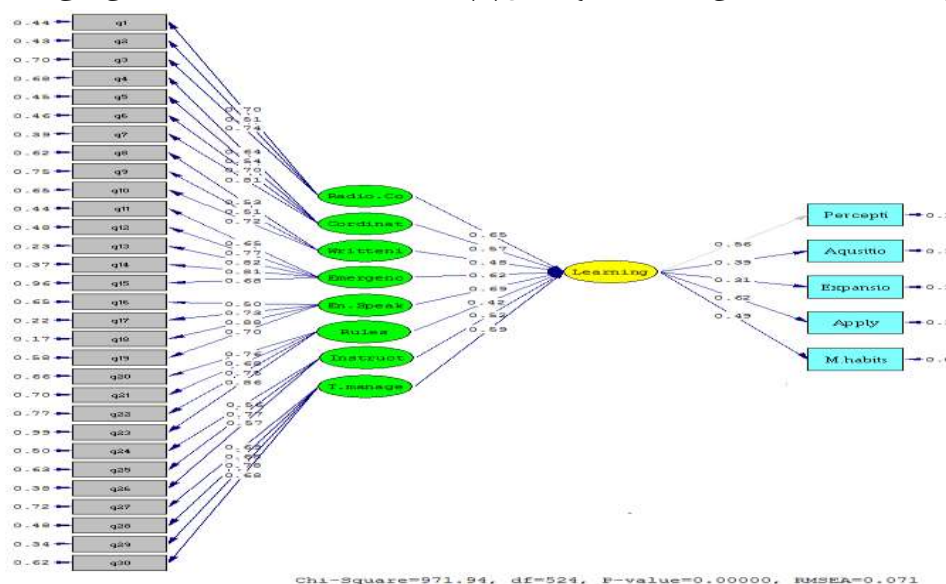
در این تحقیق برای تحلیل داده‌ها از مدل‌یابی معادلات ساختاری استفاده شد. با توجه به محقق ساخته بودن پرسش‌نامه توانایی‌های مورد نیاز برای آموزش شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی به منظور بررسی روایی ابزار از تحلیل عاملی تاییدی استفاده شد. بارهای عاملی مدل در حالت تخمین استاندارد میزان تاثیر هر کدام از متغیرها و یا گویه‌ها را در توضیح و تبیین واریانس نمرات متغیر نشان می‌دهد. جدول شماره ۳ بارهای عاملی هر یک از سوالات تحقیق را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه تمامی مقادیر بارهای عاملی بزرگتر از ۰/۵ است، در نتیجه روایی ابزار تایید می‌شود.

جدول ۳. نتایج تحلیل عاملی تاییدی

متغیر	گویه‌ها	میانگین واریانس استخراج شده	بار عاملی
توانایی مکالمات رادیویی	مکالمات رادیویی شفاف	۰/۷۱۴	۰/۷۷
	دقیق بودن مکالمات رادیویی		۰/۸۷
	مکالمات رادیویی مناسب و به موقع		۰/۸۹
توانایی روش هماهنگی	هماهنگی بین واحدهای کنترل ترافیک هوایی	۰/۶۸۵	۰/۸۰
	هماهنگی بین واحدهای کنترل ترافیک هوایی و شرکت‌های هواپیمایی		۰/۸۱
	هماهنگی بین واحدهای کنترل ترافیک هوایی و هواشناسی		۰/۸۲
	هماهنگی بین واحدهای کنترل ترافیک هوایی و واحدهای نظامی		۰/۸۸
توانایی نوشتن نوار شاخص	شفافیت در انجام مکالمات رادیویی	۰/۵۷۱	۰/۷۹
	دقیق بودن مکالمات رادیویی		۰/۷۸
	غیرمبهم بودن مکالمات رادیویی		۰/۷۱
توانایی مهارت	بخش نوشتاری	۰/۵۴۱	۰/۷۰

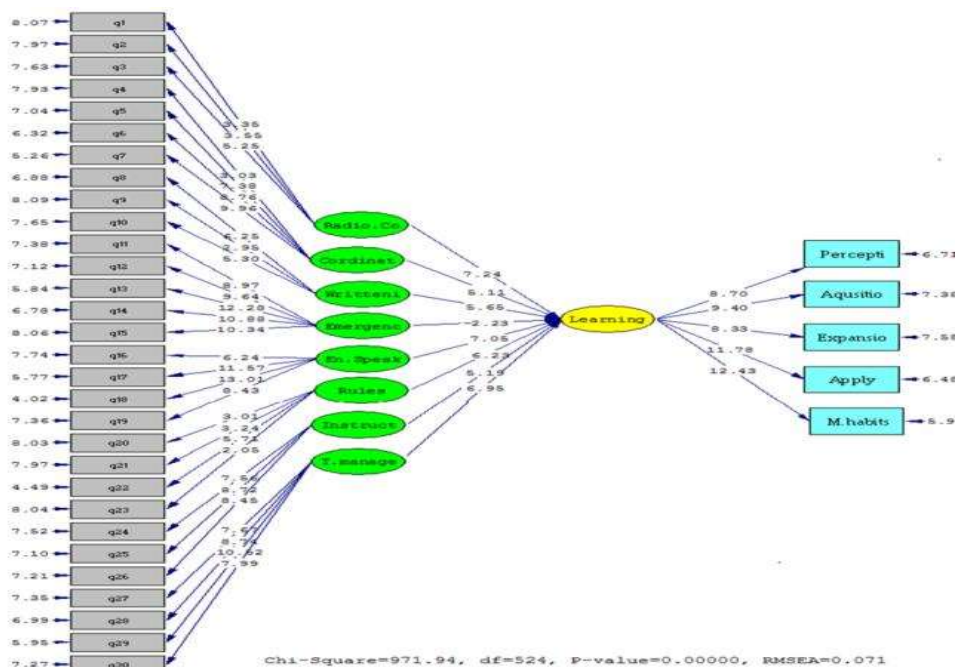
متغیر	گویه‌ها	میانگین واریانس استخراج شده	بار عاملی
مکالمه به زبان انگلیسی	بخش درک مطلب		۰/۶۵
	بخش گوش دادن		۰/۷۷
	بخش لغات		۰/۷۸
	بخش خواندن		۰/۸۵
توانایی قوانین و مقررات هوایی	یادگیری نحوه اعمال جدایی عمودی	۰/۶۳۰	۰/۸۶
	یادگیری نحوه اعمال جدایی افقی		۰/۸۱
	یادگیری نحوه اعمال جدایی ترکیبی		۰/۷۶
	یادگیری نحوه اعمال جدایی بین پروازهای بصری		۰/۷۴
توانایی دستورالعمل‌های عملیاتی	یادگیری مقوله‌ی هماهنگی عملیاتی با سایر واحدها	۰/۷۰۶	۰/۸۳
	یادگیری برخورد با حوادث غیر مترقبه		۰/۸۵
	یادگیری دستورالعمل‌های مرتبط		۰/۸۱
	یادگیری دستورالعمل راه‌های ورودی / خروجی / طرح‌های تقرب		۰/۸۷
توانایی نحوه برخورد با شرایط اضطراری	تشخیص ماهیت و سطح دشواری وضع اضطراری	۰/۵۰۱	۰/۷۱
	به‌کارگیری دستورالعمل‌های مناسب		۰/۶۲
	انجام هماهنگی با کلیه‌ی واحدهای درگیر		۰/۷۵
توانایی اعمال مدیریت ترافیک هوایی	مدیریت فضا	۰/۷۰۲	۰/۸۵
	طرح‌ریزی و اختصاص فضا		۰/۸۲
	فعال‌سازی و غیرفعال‌سازی فضا		۰/۸۵
	ارسال اطلاعات پروازی به واحدهای نیازمند		۰/۸۳

جهت آزمون فرضیه‌های تحقیق از تحلیل مسیر استفاده شد. شکل (۱) مدل ساختاری تحقیق را در حالت تخمین استاندارد و شکل (۲) در حالت اعداد معناداری نشان می‌دهد.



شکل ۱. مدل ساختاری تحقیق در حالت تخمین استاندارد

همان گونه که در خروجی‌های نرم افزار مشاهده می‌شود اعداد معناداری بدست آمده برای تمامی روابط پیش بینی شده در مدل بزرگتر از ۰.۹۶ است لذا تمامی فرضیه‌های تحقیق تایید می‌گردد. جدول ۴ نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌های تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۲. مدل ساختاری تحقیق در حالت اعداد معناداری

جدول ۴. نتایج آزمون فرضیه‌های تحقیق

نتیجه	عدد معناداری	ضریب مسیر	مسیرها
تایید	۷/۲۴	۰/۶۵	توانایی مکالمات رادیویی ← یادگیری
تایید	۵/۱۱	۰/۵۷	آموزش روش هماهنگی ← یادگیری
تایید	۵/۶۵	۰/۴۸	آموزش نوشتن نوار شاخص ← یادگیری
تایید	۲/۲۳	۰/۶۲	آموزش مواجهه با شرایط اضطراری ← یادگیری
تایید	۷/۰۵	۰/۶۹	آموزش مکالمه به زبان انگلیسی ← یادگیری
تایید	۶/۲۳	۰/۴۲	آموزش قوانین و مقررات هوایی ← یادگیری
تایید	۵/۱۹	۰/۵۲	آموزش دستورالعمل‌های عملیاتی ← یادگیری
تایید	۶/۹۵	۰/۵۹	آموزش مدیریت ترافیک هوایی ← یادگیری

در جدول (۵) شاخص‌های برازندگی مدل ساختاری تحقیق نشان داده شده است. با توجه این که نسبت کای اسکوئر به درجه آزادی (۱/۰۳۷) کمتر از ۳ بوده و تقریب خطای ریشه‌ی دوم (۰/۰۳۰) و اندازه‌ی خطای باقی‌مانده (۰/۰۲۵) از ۰/۰۵ کمتر است و شاخص نیکویی برازش (۰/۹۳) و شاخص تعدیل شده نیکویی برازش (۰/۹۱) نیز از ۰/۹۰ بزرگ‌تر می‌باشند، برازش کلی مدل ساختاری تحقیق مناسب ارزیابی می‌گردد.

جدول ۵. اطلاعات برازش کلی مدل تحقیق

نام پارامتر	مقدار	حد مجاز
نسبت کای اسکوئر به درجه آزادی	۱.۸۵۴	کمتر از ۳
شاخص برازش غیرنرم (NNFI)	۰.۹۵	بیشتر از ۰.۹
شاخص برازش تطبیقی (CFI)	۰.۹۴	بیشتر از ۰.۹
شاخص برازش افزایشی (IFI)	۰.۹۵	بیشتر از ۰.۹
شاخص برازندگی (GFI)	۰.۹۳	بیشتر از ۰.۹
شاخص برازندگی تعدیل یافته (AGFI)	۰.۹۱	بیشتر از ۰.۹
شاخص ریشه میانگین مربعات خطای براورد (RMSEA)	۰.۰۷۱	بیشتر از ۰.۰۸

بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف ارزیابی عوامل آموزشی موثر بر یادگیری مبتنی بر محیط مجازی در شبیه‌ساز کنترل ترافیک هوایی انجام شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که به‌کارگیری شبیه‌سازهای کنترل ترافیک هوایی موجب می‌گردد تا یادگیری فراگیر در راستای توانمندسازی مکالمات رادیویی، انجام هماهنگی، نوشتن نوار شاخص پروازی، نحوه‌ی برخورد با شرایط اضطراری، مدیریت ترافیک هوایی، اجرای دستورالعمل‌های عملیاتی و قوانین و مقررات هوایی و پیدا نمودن مهارت در مکالمه به زبان انگلیسی بهبود یابد. یافته‌های تحقیق با مطالعات انجام شده توسط دیگر محققین همچون لوفت^۱ و همکاران (۲۰۰۴)، فوترگیل^۲ و همکاران (۲۰۰۹)، باکن^۳ و همکاران (۲۰۱۴)، مترگر و پاراسورمان^۴ (۲۰۱۷) و جو و لو^۵ (۲۰۲۲) در خصوص نقش شبیه‌سازها بر یادگیری همسو می‌باشد.

یافته‌های تحقیق نشان داد که تمام متغیرهای مورد بررسی در تحقیق حاضر تاثیر قابل توجهی بر یادگیری فراگیران مراقبت پرواز در محیط شبیه‌سازی دارند. بر این اساس، می‌توان گفت که بکارگیری شبیه‌سازها می‌تواند موجب تسهیل آموزش فراگیران شده و به تبع آن با افزایش دانش و مهارت آنان اشتباهات احتمالی در عمل را کاهش دهد. به بیانی دیگر، فراگیران در این محیط، فرصت بدست آوردن مهارت‌هایی را پیدا می‌کنند که در دنیای واقعی، امکان آن بدین شکل و با این کیفیت وجود ندارد. برای مثال، در یادگیری نحوه‌ی کنترل ترافیک هوایی با تعداد پروازهای زیاد در شرایط واقعی، شرایط به شدت حساس

1. Loft

2. Fothergill

3. Bacon

4. Metzger & Parasuraman

5. Xu & Luo

خواهد بود. در حقیقت، اولین اشتباه، آخرین اشتباه غیر قابل جبران کنترلر در محیط واقعی و غیر قابل برگشت است. بر این اساس، در محیط شبیه‌سازی می‌توان با اجرای سناریوی‌های ساده و به مرور و با گذشت زمان، اجرای سناریوی‌هایی با ترافیک‌های با حجم بیشتر، تجربیات و مهارت‌های فراگیران را برای هدایت و کنترل ترافیک هوایی بهبود بخشید.

تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که در محیط شبیه‌سازی، تجربیات و دانش فراگیران در هنگام برخورد با شرایط و اوضاع اضطراری بهبود می‌یابد. در حقیقت، می‌توان شرایطی مختلفی هم چون موقعیت‌های آب و هوایی نامساعد، نقص در تجهیزات پروازی و ... را شبیه‌سازی نمود تا فراگیران بتوانند نحوه روبرو شدن با این شرایط را آموزش ببینند. بنابراین، تا قبل از زمانی که کنترلر در شرایط واقعی، اعمال کنترل ترافیک هوایی را آغاز خواهد کرد، تجربیاتی ارزنده و مهارت‌های لازم در این زمینه را فرا گرفته است.

تجربیات نشان می‌دهند که امکان یادگیری فراگیران از بازخوردهای داده شده پس از اجرای سناریوهای ترافیک هوایی وجود دارد. از این‌رو، مربیان در هر برنامه‌ی کاری می‌توانند با ضبط کارهای انجام شده، امکان بررسی و رفع معایب فراگیران را میسر سازند. بنابراین، با طراحی مناسب شبیه‌سازها، یادگیرندگان می‌توانند از نتایج رفتاری خود در راستای بازخورد اصلاح پاسخ‌های خود و ایجاد اندوخته رفتاری مناسب بهره گیرند.

سایر تحقیقات انجام شده نشان داده است که استفاده از شبیه‌سازها برای ایجاد علاقه و جذابیت یادگیری در فراگیران موثر است، اما در عین حال آموزش برخی مهارت‌های ذهنی ممکن است با برخی موانع و پیچیدگی‌ها روبرو گردد. هم‌چنین استفاده از شبیه‌سازی هنگامی موثرتر است که ما اصول و مفاهیم ذهنی و پایه‌ای را به دیگر روش‌ها آموزش داده باشیم و سپس برای آموزش مهارت عملی از شبیه‌سازی استفاده نماییم. بر این اساس، بکارگیری الگوی شبیه‌سازی، در اثنای فعالیت واقعی، انواعی از نتایج آموزشی از جمله انتقال مفاهیم و مهارت‌ها، اعمال روش‌های مختلف کنترل ترافیک هوایی و تصمیم‌گیری در خصوص اعمال جدایی بین پروازها در شرایط مختلف جوی؛ شرایطی ایده‌آل و استاندارد را فراهم خواهد نمود.

از ذکر این نکته نباید غفلت نمود که برای اثربخشی بیشتر شبیه‌سازها تمرکز بر اهداف و مهارت‌های کلیدی، دقت در آماده‌سازی سناریوها، فراهم‌سازی بسترهای سخت افزاری لازم جهت روبرداری از سناریوهای تمرین‌شده در جهت یادگیری فراگیران در کنار، بکارگیری اساتید خبره از ضروریات آموزش با محیط شبیه‌ساز است.

تشکر و قدردانی

از گروه هوانوردی دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری و تمامی دانش‌آموختگان رشته

کنترل ترافیک هوایی که در انجام این تحقیق مساعدت و همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در مورد انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی شامل سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر توسط نویسندگان رعایت شده است.

دسترسی آزاد

این نشریه دارای دسترسی باز است و اجازه اشتراک (تکثیر و بازآرایی محتوا به هر شکل) و انطباق (بازترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را می‌دهد.

منابع

- بردبار، نجمه. (۱۳۹۴). بررسی رابطه بین نوآوری دانشگاهی و گرایش دانشجویان به یادگیری مادام‌العمر با واسطه‌گری مهارت اعضای هیئت علمی در فرایند یاددهی- یادگیری در دانشگاه شیراز، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت آموزشی، دانشگاه شیراز.
- آریانژاد، پرستو؛ مظفر، فرهنگ؛ خانمحمدی، محمدعلی و صالح صدق پور، بهرام. (۱۴۰۰). تعیین ویژگی‌های شبیه‌ساز رایانه‌ای در آموزش معماری داخلی با رویکرد شایستگی از دیدگاه متخصصان. فناوری آموزش، ۱۱۶(۱)، ۱۱۹-۱۳۴.
- بنی اسدی، طیبه؛ شاهمرادی، لیلا؛ سلیمی لاهیجی، امین و صمصام پور، صادق. (۱۳۹۹). مزایا و محدودیت‌های بالقوه به‌کارگیری سیستم‌های شبیه‌ساز بیمار مبتنی بر واقعیت مجازی در آموزش. مجله ایرانی آموزش در علوم پزشکی، ۲۰، ۳۸۷-۳۹۶.
- سختوت، یونس؛ علیزاده، فرشته و روحی، صمد. (۱۴۰۰). بررسی تاثیر استفاده از مربی مجازی در شبیه‌ساز هوشمند آموزش قوانین رانندگی بر عملکرد یادگیری. فناوری آموزش، ۱۵(۲)، ۲۳۹-۲۴۸.
- فیروزی، احمد. (۱۳۹۰). بررسی موانع بکارگیری فناوری آموزشی در مدارس متوسطه شهرستان کرمانشاه در سال تحصیلی ۱۳۹۰-۱۳۹۱، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی تهران.
- عیانی، شیرین؛ رفعت، بیات؛ نعمت الهی، سمانه؛ شهرآبادی، محمدعلی، رحیمی، فروغ و سلیمانی، علی. (۱۳۹۶). پارسین: مدلی مشتمل بر ابزارهای لازم به‌منظور پیاده‌سازی شبیه‌ساز بیمار در سیستم مدیریت یادگیری. مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، ۲۴(۳)، ۱۷۳-۱۸۱.
- عیسوند، حسن؛ آدمی، حامد و نوری، علی. (۱۳۹۸). طراحی سامانه حرکتی الکترومکانیکی شبیه‌ساز پروازی هواپیما. مکانیک هوافضا، ۱۵(۳)، ۷۷-۶۱.

کتیبه، مرضیه؛ اسکندری، آرمن؛ ضیایی، حسین و جوادی، محمدعلی. (۱۳۹۰). استفاده از شبیه‌ساز EYESI در آموزش جراحی فیکوآمولسیفیکاسیون به دستیاران چشم پزشکی. بینا، ۱۷(۲)، ۱۵۵-۱۶۱

لاکدشتی ابوالفضل، یوسفی رضا و خطیری خدیجه. (۱۳۹۰). تاثیر نرم افزارهای شبیه‌ساز آموزشی بر یادگیری و یادسپاری دانشجویان و مقایسه آن با روش سنتی تدریس. فن آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، ۱(۳)، ۵-۲۱.

Annex1: *Personnel Licensing* (2022). ICAO publication.

Arminen, I., Koskela, I., & Palukka, H. (2014). Multimodal production of second pair parts in air traffic control training. *Journal of pragmatics*, 65, 46-62.

Bacon, L. P., Strybel, T. Z., Vu, K. P. L., Kraut, J. M., Nguyen, J. H., Battiste, V., & Johnson, W. (2011). Situation awareness, workload, and performance in midterm NEXTGEN: Effect of variations in aircraft equipage levels between scenarios. In *16th International Symposium on Aviation Psychology* (p. 32).

Baird, J. A., Andrich, D., Hopfenbeck, T. N., & Stobart, G. (2017). Assessment and learning: Fields apart?. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 24(3), 317-350.

Balasubramanian, B. A., Cohen, D. J., Davis, M. M., Gunn, R., Dickinson, L. M., Miller, W. L., ... & Stange, K. C. (2015). Learning evaluation: blending quality improvement and implementation research methods to study healthcare innovations. *Implementation Science*, 10(1), 1-11.

Bernhardt, K. A., Poltavski, D., Petros, T., Ferraro, F. R., Jorgenson, T., Carlson, C., ... & Iseminger, C. (2019). The effects of dynamic workload and experience on commercially available EEG cognitive state metrics in a high-fidelity air traffic control environment. *Applied ergonomics*, 77, 83-91.

Brückner, M. (2015). Educational Technology. 10. 13140/ 2.1.2180.9449. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/272494060_Educational_Technology.

De Houwer, J., & Hughes, S. (2020). *The psychology of learning: An introduction from a functional-cognitive perspective*. MIT Press.

De Houwer, J., & Hughes, S. (2022). Learning in Individual Organisms, Genes, Machines, and Groups: A New Way of Defining and Relating Learning in Different Systems. *Perspectives on Psychological Science*, 17456916221114886.

Desoky, H. M. A. (2022). The Effect of a Proposed On-Job Task-Based Program on Developing the English Language Fluency For Civil Aviation Personnel. 8(18), 416-457.

Doc 10056-1: *Manual on Air Traffic Controller Competency-Based Training and Assessment - Volume I - Air Traffic Control* (2022). ICAO publication.

Doc 4444: *Procedures for Air Navigation Services (PANS) - Air Traffic Management* (2016). ICAO publication.

Doc 9426: *ATS planning manual*, ICAO publication. (1984). ICAO publication.

- Doc 9432: *Manual of Radiotelephony* (2007). ICAO publication.
- Faria, M. A. (2020). The neurobiology of learning and memory—as related in the memoirs of Eric R. Kandel. *Surgical Neurology International*, 11.
- Fothergill, S., Loft, S., & Neal, A. (2009). ATC-labAdvanced: An air traffic control simulator with realism and control. *Behavior Research Methods*, 41(1), 118-127.
- Gallistel, C. R., LoLordo, V. M., Rozin, P., & Seligman, M. E. (2021). Robert A. Rescorla (1940–2020).
- Harrington, C. M., Kavanagh, D. O., Quinlan, J. F., Ryan, D., Dicker, P., O’Keeffe, D., Tierney, S. (2018). Development and evaluation of a trauma decision-making simulator in Oculus virtual reality. *The American Journal of Surgery*, 215(1), 42–47.
- Lateef, F. (2010). Simulation-based learning: Just like the real thing. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, 3(4), 348.
- Lateef, F. (2020). Maximizing learning and creativity: understanding psychological safety in simulation-based learning. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*, 13(1), 5.
- Lee, M. (2010). Interactive whiteboards and schooling: the context. *Technology, Pedagogy and Education*, 19(2), 133- 141.
- Liang, M. (2022, March). Innovative System Design for Remote Air Traffic Control Simulation Training. In *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1714-1720). IEEE.
- Loft, S., Hill, A., Neal, A., Humphreys, M., & Yeo, G. (2004). ATC-lab: An air traffic control simulator for the laboratory. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(2), 331-338.
- Metzger, U., & Parasuraman, R. (2017). Automation in future air traffic management: Effects of decision aid reliability on controller performance and mental workload. In *Decision Making in Aviation* (pp. 345-360). Routledge.
- Mouratille, D., Amadiou, F., & Matton, N. (2022). A meta-analysis on air traffic controllers selection: cognitive and non-cognitive predictors. *Journal of Vocational Behavior*, 138, 103769.
- Pazargadi, M; Sahdeghi, R(2010). Simulation in nurses training, training strategic journal, 3(4).
- Rezaeian, Ali, principles of organization and management, SAMT Publications, ed. 30: 2020. In persian.
- Richey, R. C., Silber, K. H., & Ely, D. P. (2008). Reflections on the 2008 AECT Definitions of the Field. *TechTrends*, 52(1), 24-25
- Saleh, L. M., Russeng, S. S., & Rahim, M. R. (2020). The effect of progressive muscle relaxation on decreasing work stress in air traffic controller. *Enfermería clínica*, 30, 231-235.
- Sitter, K. C., & Nusbaum, E. A. (2018). Critical disability studies and community engagement. *The Wiley International Handbook of Service-Learning for Social Justice*, 191-202.

- Updegrove, J. A., & Jafer, S. (2017). Optimization of air traffic control training at the Federal Aviation Administration Academy. *Aerospace*, 4(4), 50.
- Wilson, M. D., Farrell, S., Visser, T. A., & Loft, S. (2018). Remembering to execute deferred tasks in simulated air traffic control: The impact of interruptions. *Journal of experimental psychology: applied*, 24(3), 360.
- Xu, R., & Luo, F. (2022). Research on simulation of risk control strategy for air traffic controllers' unsafe acts. *Safety science*, 151, 105728.
- Zendler, A., & Greiner, H. (2020). The effect of two instructional methods on learning outcome in chemistry education: The experiment method and computer simulation. *Education for Chemical Engineers*, 30, 9-19.