فصلنامه علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال پنجم، شماره چهار، زمستان ۱۴۰۰

شناسایی موانع و پیشران‌های پذیرش فناوری واقعیت مجازی به منظور ایجاد سامانه فرماندهی و کنترل مجازی: مطالعه موردی یک سازمان نظامی

*رضا خان احمدلو[۱]، سجاد ذوقی [۲]**

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۱/۲۷ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰/۳/۲۱**

چکیده

سازمان‌های نظامی در سراسر دنیا از فناوری واقعیت مجازی در جهت استقرار سیستم فرماندهی و کنترل مجازی استفاده می‌کنند. اما این سازمان‌ها در مسیر پذیرش این فناوری با چالش‌ها و مشکلاتی نیز مواجه می‌شوند. این مطالعه به دنبال شناخت این چالش‌ها و همچنین پیشران‌های پذیرش این فناوری در جهت توسعه سامانه فرماندهی-کنترل مجازی در سازمان مورد مطالعه است. با توجه به این هدف، در ابتدا با استفاده از بررسی ادبیات فنی حوزه فناوری واقعیت مجازی و همچنین حوزه پذیرش فناوری، موانع پذیرش این فناوری شناسایی شده و سپس لیست موانع و پیشران‌های مستخرج از ادبیات حوزه در اختیار نمونه‌ای ۸ نفر از خبرگان سازمان قرارداده شد. سپس با انجام ۳ مرحله روش دلفی و حصول اجماع این موانع و پیشران‌ها در سازمان مورد مطالعه مشخص و دسته بندی شدند. روایی ابزار جمع آوری داده‌ها با استفاده از سنجش روایی صوری و محتوی حاصل شده است. میزان حصول اجماع نیز در هر مرحله از طریق آماره کندال **W** مورد بررسی قرارگرفت. با عنایت به نتایج حاصل شده از مطالعه دلفی مشخص شد که امنیت اطلاعات کاربر، امنیت اطلاعات نرم‌افزار، نبود قوانین و مقررات در کنار ایمنی بیشتر نیروها، افزایش کیفی تمرینات و امکان استفاده از هوش مصنوعی از جمله موانع و پیشران‌های پذیرش این فناوری در سازمان مورد مطالعه است. درون‌زایی و سرمایه‌گذاری در جهت عدم وابستگی به خارج از کشور در تولید قطعات لازم برای واقعیت مجازی و همچنین تعیین چارچوب قانونی لازم می‌تواند به پذیرش این سامانه در سازمان مورد مطالعه کمک شایانی کند.

واژگان کلیدی: واقعیت مجازی، پذیرش فناوری، فرماندهی-کنترل، دلفی

[۱] دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه تهران rezakhanahmadloo@gmail.com

[۲] کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه شهید بهشتی Sajadzoghi@yahoo.com (نویسنده مسئول)

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

۱. کلیات

۱,۱ مقدمه

امروزه بیش از هر زمان دیگری موفقیت در میدان نبرد به فرماندهی و کنترل مؤثر متکی است. اما پیچیدگی و عدم قطعیت فزاینده و رشد سریع فناوری‌های نوین امکان ایجاد آگاهی جامع محیطی را دشوار کرده است.[۱] [۲] این نکته به‌ویژه برای فرماندهان اهمیت می‌یابد چراکه میدان نبرد میدان عدم قطعیت‌ها است. وجود این پیچیدگی و عدم قطعیت باعث می‌شود که فرماندهان نیازمند تصمیم‌گیری درست در شرایط دشوار باشند. تجربه نشان داده است که این مهم از طریق آموزش امکان‌پذیر است.[۲]از طرفی نیروی انسانی توانا و مبتکر می‌توانند سرنوشت نبردها را تغییر دهند و موجب برتری و موفقیت در مقابل دشمن شوند.[۳]

از طرف دیگر، در سال‌های اخیر استفاده از شبیه‌سازی‌های مبتنی بر واقعیت مجازی[۲] از حوزه تفریحات و سرگرمی به حوزه‌های عملیاتی و کاربردی کشیده شده و این فناوری از یک فناوری صرفاً تبلیغاتی و نمادین به یک فناوری سودمند و مؤثر تبدیل‌شده است. این فناوری در حوزه‌های مختلفی ازجمله تفریحات و سرگرمی، گردشگری، درمان مشکلات ذهنی و همچنین آموزش و یادگیری کاربردهای متعددی دارد[٤]به همین دلیل نیز سازمان‌های نظامی در سراسر دنیا به سمت استفاده از شبیه‌سازهای واقعیت مجازی در حوزه‌های مختلفی ازجمله شبیه‌سازی نبردهای مختلف برای فرماندهان و همچنین پیاده‌سازی سیستم فرماندهی و کنترل مجازی روی آوردند. تا افراد بتوانند درگیری‌ها و سناریوهای احتمالی نظامی را در محیط واقعیت مجازی تجربه کنند.[۱]

در آمریکا، نیروی‌هوایی با هدف توسعه مهارت‌های نیروی‌های خود سامانه فرماندهی-کنترل مجازی را با سرمایه-گذاری بالغبر ۱,۷ میلیون دلار راه‌اندازی کرده است. پروژه‌ای که در تاریخ هفده ماه می سال ۲۰۲۱ میلادی به بهره‌برداری رسید و هدف آن توسعه مهارت‌های نسل جدید نیروها در مواجه با میدان‌های نبرد نوین و معاصر است. علاوه‌براین، ارتش هلند نیز پس از انجام مطالعات گسترده که به مدت ٤ سال به طول انجامید پروژه‌ای را تحت عنوان نت‌فورس[۳] راه-اندازی کرد که سامانه فرماندهی مجازی و کاملا مبتنی بر تعامل افراد و انتشار محتوی ۳ بعدی نظامی بود. این سامانه برای افراد امکان ارزیابی موقعیت‌های مختلف را به صورت تعاملی و آسان فراهم می‌کرد. [۳]

بنابراین، در مواجه با پیچیدگی و عدم قطعیت فزاینده و همچنین سرعت‌بالای تکامل و تحول فناوری ایجاد سیستمی که بتوان از طریق آن فرماندهان میدان نبرد را در محیطی شبیه‌سازی‌شده و میدان نبرد مجازی قرارداد تا بتوانند از طریق آن طیف وسیعی از موقعیت‌های احتمالی درگیری را تجربه کرده و به کمک آن سناریوهای شبیه‌سازی‌شده مختلفی را تجربه کنند امری لازم و ضروری است.

اما پذیرش فناوری واقعیت مجازی یک فرایند تدریجی است و مسئله‌ای که در این رابطه وجود دارد این است که ممکن است در مسیر پذیرش این فناوری در سازمان‌ها، به‌مانند فناوری‌های نوین پیشین، مشکلاتی وجود داشته باشد که پذیرش و استقرار این فناوری را دشوار یا غیرممکن کند. مسائلی که در پیکره دانش مدیریت فناوری به نام موانع

[۲] Virtual Reality

[۳] NetForce

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

پذیرش[4] شناخته می‌شوند و حذف آن‌ها پذیرش و استقرار فناوری در سازمان را تسهیل کرده و تسریع می‌بخشد. در کنار این عوامل، عوامل دیگری نیز هستند که به نام پیشران‌های پذیرش[5] فناوری شناخته‌شده و ضمن توجیه پذیرش به استقرار هرچه سریع‌تر و گسترش فناوری در سازمان‌ها کمک شایانی می‌کنند. [۵] سازمان مورد مطالعه نیز به‌مانند بسیاری از سازمان‌ها در مسیر پذیرش این فناوری با موانعی روبرو است. از طرفی عوامل مثبتی نیز به‌عنوان نیروهای پیش‌برندِ در کار هستند که پذیرش این فناوری در حوزه فرماندهی و کنترل را در سازمان توجیه و تسهیل می‌نمایند. بنابراین مسئله‌ای که پژوهش فعلی به دنبال پرداختن به آن است شناخت هم‌زمان این موانع و پیشران‌ها در سازمان مورد مطالعه است تا از این طریق سازمان بتواند طرح و برنامه درست و دقیقی برای پذیرش سیستم فرماندهی-کنترل مجازی در گام بعد به دست آورد.

اهمیت پیاده‌سازی و استفاده از سامانه فرماندهی و کنترل مجازی به‌عنوان یک روش نوین تجربه شرایط نبرد از چند منظر قابل‌بررسی و ارزیابی است. موضوع اول افزایش کارایی افراد در میدان نبرد به دلیل تجربه قبلی برآمده از شبیه‌سازی است. در کنار آن امکان شبیه‌سازی طیف گسترده‌ای از سناریوها و اجرای چندباره آن‌ها در کنار افزایش دسترسی به شرایط نظامی که در دنیای حقیقی دستیابی به آن دشوار، پرهزینه و پر ریسک است، همه و همه ازجمله مزایایی است که پذیرش و استقرار این سامانه می‌تواند برای سازمان مورد مطالعه داشته باشد.[٦]

همچنین، اهمیت پذیرش فناوری واقعیت مجازی را می‌توان در گزارش‌ها و پیش‌بینی‌های سازمان‌های معتبر تحقیقاتی نیز مشاهده کرد. در این زمینه، در گزارشی که پایگاه استراتژیک دیفنس در سال ۲۰۱۵ منتشر کرد روندی ۱۰ ساله را برای استفاده از فناوری واقعیت مجازی و شبیه‌سازی در صنعت دفاعی پیش‌بینی کرد. مطابق با این تحلیل طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ حجم سرمایه‌گذاری بر روی شبیه‌سازی‌های نظامی در حوزه‌های مختلف ازجمله فرماندهی و کنترل از حدود ۸۰ میلیارد دلار به سمت ۹۰ میلیارد دلار حرکت خواهد کرد که این حجم عظیم سرمایه‌گذاری نشان از اهمیت این فناوری در سازمان‌های نظامی دنیا دارد. [۷]

در مطالعه محمدی و ابراهیمی [۸]با استفاده از تجمیع نظر ۹ نفر از خبرگان فناوری اطلاعات نظامی مهم‌ترین و کلیدی‌ترین فناوری‌های با کاربرد و قابلیت نظامی در سازمان‌های نظامی ایران تعیین شد. این مطالعه نشان داد که فناوری واقعیت مجازی از میان ۲۳ فناوری اطلاعاتی نوظهور یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین فناوری‌های نظامی با اولویت پیاده‌سازی است. در کنار این، مطالعه دهکردی و همکاران[۹]نیز با استفاده ازنظر ٦١ نفر از خبرگان فناوری نشان دادند که فناوری واقعیت مجازی در کنار فناوری‌های دیگر مانند تله مدیسین و مراقبت‌های بیمار محور جزو فناوری‌های با اولویت بالا درزمینهٔ نوآوری مبتنی بر فناوری در سازمان‌های نظامی ایران هستند.

بنابراین و با عنایت به موارد مطرح‌شده، مطالعه پذیرش فناوری واقعیت مجازی از جنبه کاربردی که در راه‌اندازی سامانه فرماندهی و کنترل مجازی دارد، وهم از منظر همسویی با روند جهانی و هم از منظر اسناد بالادستی موضوعی مهم و نیازمند توجه است. هدف پژوهش فعلی آن است که از طریق شناخت موانع و پیشران‌های پذیرش فناوری واقعیت مجازی شرایط را برای استقرار و پیاده‌سازی سامانه فرماندهی و کنترل مجازی در سازمان مورد مطالعه فراهم کرده و پذیرش این

[4] Adoption Barrier

[5] Adoption Driver

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

فناوری را در آن سازمان تسهیل کند. اکنون با عنایت به اهداف مطرح‌شده سؤالات زیر برای پژوهش فعلی مطرح می‌شود:

۱. چه موانعی بر سر راه پذیرش سیستم فرماندهی کنترل مبتنی بر فناوری واقعیت مجازی در سازمان مورد مطالعه وجود دارد؟
۲. چه پیشران‌هایی پذیرش سیستم فرماندهی و کنترل مبتنی بر فناوری واقعیت مجازی در سازمان را تسهیل می‌کند؟

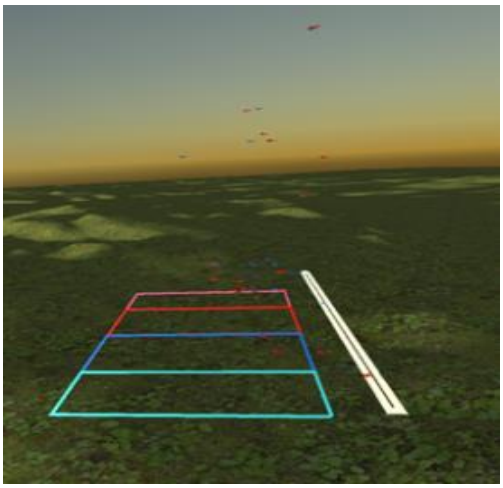
۱,۲ مروری بر پیشینه پژوهش

واقعیت مجازی و کاربرد آن در فرماندهی و کنترل

واقعیت مجازی سیستمی کامپیوتری است که محیطی شبیه‌سازی‌شده برای کاربر خلق می‌کند. این محیط دقیقاً مانند محیط واقعی به نظر رسیده و به همان شیوه نیز توسط کاربر ادراک می‌شود. برای آنکه تجربه استفاده از واقعیت مجازی کاملاً شبیه به واقعیت بوده و مغز کاربر کاملاً آن را به‌عنوان یک محیط حقیقی بپذیرد برنامه شبیه‌سازی حرکات کاربر را زیر نظر داشته و پایش می‌کند و تصویر نمایشگر را به‌گونه‌ای منطبق با حرکت کاربر تغییر می‌دهد که کاربر تجربه‌ای مانند دنیای واقعی و باورپذیر داشته باشد. بنابراین واقعیت مجازی ابزاری است که از طریق آن افراد می‌توانند به‌صورت فیزیکی با یک محیط شبیه‌سازی‌شده که از دنیای فیزیکی مجزا است تعامل کنند [۱۰]درواقع، واقعیت مجازی یک رسانه است، رسانه‌ای که از شبیه‌سازی‌های تعاملی رایانه‌ای ساخته‌شده و موقعیت بدنی و حرکات کاربر را تشخیص می‌دهد و متناسب با آن بازخوردهای مناسبی را به کاربر ارائه می‌کند تا او محیط شبیه‌سازی‌شده را کاملاً باور کند.[۱۱]

هدف فناوری واقعیت مجازی این است که یک فعالیت حرکتی و شناختی برای افراد در دنیایی مصنوعی و مجازی ایجاد کند. این دنیای مجازی می‌تواند شبیه‌سازی برخی جنبه‌های دنیای واقعی بوده و یا کاملاً خیالی و نمادین باشد. [۱۱]

با توجه به خصوصیات و پتانسیل‌های فناوری واقعیت مجازی سازمان‌های نظامی در سراسر دنیا از این فناوری در جهت شبیه‌سازی عملیات نظامی و همچنین ایجاد سامانه‌های فرماندهی- کنترل مجازی استفاده می‌کنند به‌عنوان‌مثال هارینگ و همکاران[۱۲]در مطالعه خود سیستمی را برای فرماندهی و کنترل عملیات انجامی توسط چندین ربات طراحی کردند که هدف آن افزایش آگاهی محیطی در هر ۳ سطح آن و همچنین پایین نگه‌داشتن حجم کار اپراتور بود. سیستم معرفی شده توسط هارینگ توانست به یک اپراتور این امکان را بدهد که تجمع ۲۵۰ ربات را از طریق سامانه فرماندهی-کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی کنترل کند.



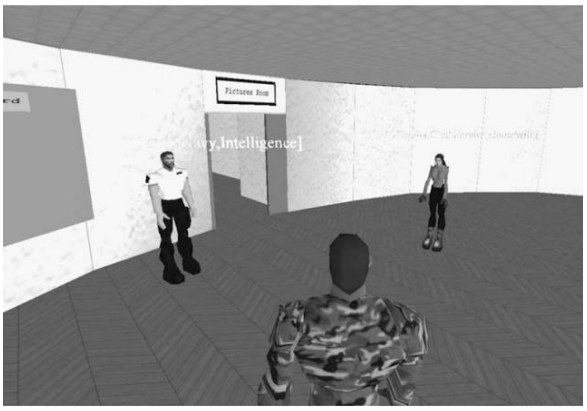
شکل ۱ تصویری از محیط سیستم پیشنهادی توسط هارینگ و همکاران [۱۲]

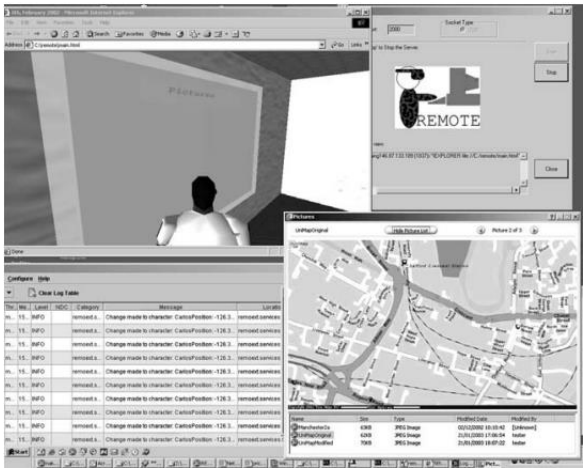
از طرف دیگر آیلت و همکاران[۱۳]در مطالعه خود یک سامانه برنامه‌ریزی نظامی مشارکتی مبتنی بر واقعیت مجازی را توسعه داده و معرفی کرده است که از طریق آن افراد میتوانستند از راه دور به سامانه مجازی متصل شده و با استفاده از یک انسان‌نما[۶] در سامانه حضور داشته و با دیگر افراد مشارکت کنند. در این سامانه افراد با توجه به نقشی که در

[۶] Avatar

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

سامانه دارند میتوانند اقدامات متفاوتی را انجام داده و به اشیا و موقعیت‌های مختلفی نیز دسترسی داشته باشند.این سامانه مبتنی بر معماری کلاینت–سرور بوده و از طریق کنترلرهای





بخصوص داده‌های موقعیتی و حرکتی افراد را جمع‌آوری کرده و برای سرور ارسال می‌کند.

گرین و همکاران[۱٤]نیز استفاده از تجهیزات بدون سیم در توسعه مرکز فرماندهی و کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی را بررسی کردند و نشان دادند که سامانه فرماندهی و کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی می‌تواند در حوزه نظامی در انواع محیط‌ها عملکرد مناسبی داشته باشد. سیستم معرفی شده توسط کناتزان و همکاران[۱]نیز سامانه فرماندهی و کنترل

شکل ۳سامانه فرماندهی مجازی از راه دور معرفی شده توسط آیلت و همکاران [۱۳]

نظامی را توسعه داده و معرفی کردند که در آن فرماندهان می‌توانستند با یکدیگر و همچنین با میدان نبرد مجازی تعامل

شکل ۲ مرکز فرماندهی کنترل مجازی پیاده سازی شده در دانشگاه برونل انگلستان[۱٤]

برقرار کرده و شرایط مختلف میدان نبرد را از طریق سامانه واقعیت مجازی تجربه کنند.

پذیرش فناوری واقعیت مجازی

مطالعات انجام‌شده پیشین درزمینهٔ پذیرش فناوری واقعیت مجازی با استفاده از دو رویکرد کلی انجام‌شده‌اند. دسته‌ای از مطالعات معطوف به بررسی پذیرش فناوری واقعیت مجازی از منظر کاربر نهایی بوده‌اند. به عبارتی این پژوهش‌ها به دنبال بررسی این موضوع بوده‌اند که چه چیزی باعث می‌شود تا کاربران نهایی از فناوری واقعیت مجازی استفاده کنند. دانستن این عوامل می‌تواند هم برای تولیدکنندگان سخت‌افزار و هم به توسعه‌دهندگان نرم‌افزارهای لازم امکان شناخت دقیق‌تر کاربران را فراهم کند تا از این طریق ضمن رفع نواقص و پوشش دادن به دغدغه کاربران زمینه گسترش نفوذ فناوری را فراهم کند. [۵]

درزمینه رویکرد اول می‌توان به نظریاتی همچون مدل پذیرش فناوری (TAM[۷]) نظریه رفتار عقلایی (TRA[۸]) و نظریه جامع پذیرش و استفاده از فناوری (UTAUT[۹]) اشاره کرد که همگی ازجمله نظریاتی هستند که تاکنون مطالعات

[۷] Technology Acceptance Model

[8] Theory of Reasoned Action

[9] Unified Technology Acceptance and Use theory

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

بسیار زیادی در حوزه پذیرش فناوری بر مبنای چارچوب پیشنهادی آن‌ها انجام شده‌است[۵]. در این زمینه، کانگ[۱۵] نشان داد که عواملی مانند پیچیدگی استفاده، مزیت استفاده از فناوری، نوآوری و انگیزه درونی ازجمله عوامل مؤثر بر کاربران در تمایل به پذیرش فناوری واقعیت مجازی است. ساگنیر و همکاران[۱۶] بر جنبه دیگری تأکید کردند. آن‌ها نشان دادند که سودمندی ادراک‌شده از جانب کاربر و همچنین سادگی استفاده تأثیر مثبتی بر کاربران این سیستم‌ها دارد. ویشواکارما و همکاران[17] با بررسی کاربران صنعت توریسم در هندوستان توانستند تأثیر ریسک آسیب‌های ذهنی و همچنین سودمندی ادراک‌شده بر کاربران را اثبات کنند. لاورل و همکاران[18] با تحلیل داده‌های شبکه‌های اجتماعی دریافتند که کم بودن محتوی آماده برای کاربران از دلایل عدم استفاده از این فناوری است. در کنار این موارد فاکتورهایی مانند ریسک افشای داده‌ها، کیفیت محتوی استفاده‌شده در شبیه‌سازی، طراحی نمایشگرهای واقعیت مجازی و حتی نوآوری آن می‌تواند بر تمایل کاربران به استفاده از این فناوری تأثیرگذار باشند[۱۹] [۲۰] [۲۱]

دسته دوم مطالعات به بررسی پذیرش فناوری واقعیت مجازی از دید سازمان‌ها و صنایع می‌پردازند. به‌عبارت‌دیگر، این دسته از مطالعات به دنبال شناخت موانع و مشکلاتی هستند که صنایع و یا سازمان‌ها در مسیر پذیرش این فناوری‌ها با آن‌ها روبرو می‌شوند چراکه حذف این موانع می‌تواند مسیر پذیرش فناوری را تسهیل کند. [۵]

درزمینه دسته دوم می‌توان به نظریات تامپسون، ریچارد دفت و ماری جوهچ اشاره کرد. نظریه تامپسون یکی از اولین نظریاتی بود که به مطالعه فناوری در بستر سازمان پرداخت که ماحصل آن معرفی سه نوع فنّاوری متمرکز، واسطه‌ای و پیوسته مستمر بود. به‌جز مطالعه تامپسون نظریات دیگری نیز توسط ریچارد دفت، ماری جوهچ و چارلز پرو ارائه شدند که فناوری را در بستر سازمان موردبررسی و مطالعه قراردادند. [۲۲]تورناتزکی و فلیشر[۱۰] [۲۳]نیز یکی از مهم‌ترین نظریات پذیرش فناوری را ارائه دادند که به چارچوب TOE[۱۱] شناخته می‌شود و پذیرش فناوری در بستر سازمان را ناشی از ۳ دسته عوامل می‌داند که پژوهش حاضر نیز از این چارچوب بهره می‌برد. این عوامل عبارت‌اند از:

- عوامل سازمانی
- عوامل فناورانه
- عوامل محیطی

در راستای پاسخ دادن به سؤالات پژوهش با استفاده از جستجوی فراوان در میان مقالات و همچنین گزارش‌های تحقیقاتی موانع و پیشران‌های پذیرش فناوری واقعیت مجازی، از دل مطالعاتی که با رویکرد سازمان محور (رویکرد دوم) انجام شدند، سازه‌های اولیه شروع مرحله نخست دلفی شناسایی شدند که مشروح آن در جدول ۱ قرار داده‌شده است.

مطالعه فعلی مانند مطالعاتی که در جدول ۱ و جدول ۲ بررسی شد رویکرد سازمان محور به پذیرش فناوری واقعیت مجازی دارد، اما این مطالعه از چند جنبه با مطالعات پیشین متفاوت است. اولین وجه تمایز این مطالعه قلمرو مکانی آن است چراکه این مطالعه در ایران و یک سازمان ایرانی انجام‌گرفته است. تمایز دوم این مطالعه با مطالعات پیشین در صنعت موردبررسی است، چراکه مطالعات پیشین معطوف به صنایع غیر دفاعی بودند و مطالعه فعلی معطوف به یک سازمان دفاعی است که قطعاً الزامات و نیازمندی‌های متفاوتی دارد. تمایز سوم درروش انجام پژوهش است چراکه بسیاری از مطالعات پیشین با روش مصاحبه اقدام به شناسایی موانع و پیشران‌های پذیرش فناوری واقعیت مجازی کرده‌اند اما مطالعه فعلی از ترکیب داده‌های برآمده از ادبیات موضوع و همچنین روش دلفی برای دستیابی به سازه‌های پژوهش استفاده می‌کند.

[۱۰] Tornatzky, & Fleischer

[۱۱] Technological, Organizational, Environmental

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

جدول ۱ موانع پذیرش فناوری واقعیت مجازی برگرفته از مطالعات پیشین با رویکرد سازمان محور

موانع	توضیح	منبع
هزینه‌های سخت‌افزاری	هزینه‌های بالای تهیه سخت‌افزار برای استقرار سامانه فرماندهی و کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی	[۲٤] [۲٥] [۲٦]
پیچیدگی ساخت برنامه‌های واقعیت مجازی	توسعه برنامه‌ها و شبیه‌سازی‌های فناوری واقعیت مجازی پیچیدگی بالایی دارد	[۲٤] [۲٥] [۲٦] [۲۷]
کاربری پیچیده سیستم واقعیت مجازی (پیچیدگی از دید کاربر نهایی)	استفاده از سیستم (اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار) واقعیت مجازی پیچیده است.	[۲۵] [۲۸] [۲۹]
لزوم نداشتن محدودیت جسمانی در استفاده از واقعیت مجازی	سیستم‌های فرماندهی-کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی عموماً به‌گونه‌ای طراحی‌شده‌اند که کاربران برای استفاده از آن‌ها باید محدودیت جسمی یا مالی یا دانشی نداشته باشند و بدین ترتیب کاربرانی که محدودیتی در این شاخص‌ها داشته باشند نمی‌توانند از این سیستم‌ها استفاده کنند.	[۳۰] [۳۱]
شبکه محور نبودن واقعیت مجازی	بسیاری از برنامه‌ها و محتوی شبیه‌سازی‌شده توسط واقعیت مجازی باید به‌صورت انفرادی مورداستفاده قرارگرفته و نمی‌توانند در آن با دیگر افراد تعامل اجتماعی داشته باشند	[۳۰] [۳۲]
محدود بودن محتوی آماده	بسیاری از محتواهای از پیش آماده محدود به حوزه سرگرمی و تفریحات هستند و نمی‌توان از آن‌ها در شبیه‌سازی نظامی استفاده نمود.	[۳۰] [۳۲]
نبود استانداردهای لازم	باوجوداینکه تعداد پلتفرم‌ها و شرکت‌های فعال در زیست‌بوم واقعیت مجازی زیاد است اما هنوز استانداردهای لازم برای توسعه این فناوری ایجاد نشده است	[۲۶] [۳۲] [۳۰]
امنیت اطلاعات	ریسک افشای داده‌های نیروها (داده‌های هویتی و ...) وجود دارد	[۴] [۳۲] [۲۶]
حجیم بودن سخت‌افزار	سخت‌افزار موردنیاز برای اجرای شبیه‌سازی واقعیت مجازی بزرگ و حجیم است به‌طوری‌که اجرای آن را با مشکل روبرو می‌کند.	[۳۲]
فقدان مهارت‌ها / تخصص‌های لازم در نیروها	نبود مهارت‌های لازم در نیروها در جهت استفاده و توسعه سیستم واقعیت مجازی.	[۲۴] [۲۵] [۳۲] [۳۳] [۲۷]
نگرش منفی مدیران نسبت به فناوری واقعیت مجازی	ذهنیت و نگرش مدیران سازمان نسبت به فناوری واقعیت مجازی مثبت نیست	[۲۴] [۲۵] [۲۶]

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

اجتناب از تغییر	سازمان تا حد بسیار زیادی از تغییر اجتناب می‌کند	[۳۲]
نبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات مناسب	زیرساخت‌های فناوری اطلاعات سازمان آماده پذیرش این فناوری نیستند	[۳۱]
عدم‌حمایت مدیران عالی	مدیران عالی سازمان از پیاده‌سازی و توسعه سامانه فرماندهی-کنترل مبتنی بر فناوری واقعیت مجازی در سازمان حمایت نمی‌کنند.	[۳۱] [۲۶] [۲۷]
فقدان آگاهی درزمینهٔ تفاوت سامانه فرماندهی-کنترل مجازی با حقیقی	مدیران سازمان نسبت به تفاوت شبیه‌سازی سامانه فرماندهی-کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی با سامانه حقیقی آگاهی لازم را ندارند	[۲۹) [۴] [۳۱] [۲۶]
فقدان آگاهی درزمینهٔ سودمندی سامانه فرماندهی و کنترل مجازی	مدیران سازمان نسبت به تأثیرات مثبتی که سامانه فرماندهی و کنترل مجازی می‌تواند داشته باشد آگاهی کافی ندارند.	[۲۹] [۴] [۳۱] [۲۶]
یکپارچگی با سیستم‌های فعلی	تعامل‌پذیری و ادغام و یکپارچگی سامانه فرماندهی-کنترل واقعیت مجازی با سیستم‌های فعلی سازمان دشوار است.	[۳۰] [۴] [۲۶] [۲۷]
عدم امکان تأمین مالی مستمر	نمی‌توان پروژه ایجاد سامانه فرماندهی و کنترل مجازی را به‌صورت مستمر به لحاظ مالی تأمین کرد.	[۴] [۳۲] [۳۱] [۲۷]
پذیرش پایین فناوری‌های پیشین	تعداد مؤلفه‌های فناوری اطلاعات و پذیرش فناوری در سازمان پایین است	[۲۶]
نبود چارچوب قانونی لازم	قوانین لازم برای استفاده از سامانه فرماندهی-کنترل مجازی وجود ندارند	[۲۹] [۲۶] [۲۷]

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

دسترسی به سخت‌افزارها	به دلیل تأخیرهای زمانی موجود در زنجیره‌های تأمین و تولیدکنندگان سخت‌افزار دسترسی به سخت‌افزارها با تأخیر زمانی و دشواری همراه است.	[۳۰] [۳۱]
عدم تعامل با سازمان‌های همکار خارجی	تعامل مناسبی با سازمان‌های همکار خارجی وجود ندارد	[۲۷]

جدول ۲ پیشران‌های پذیرش واقعیت مجازی برآمده از مطالعات با رویکرد سازمان محور

پیشران	توضیح	منبع
ایمنی بیشتر برای افراد	با استفاده از شبیه‌سازی افراد در حین استفاده و تجربه ایمنی بالاتری دارند	[۲۴] [۳۲]
افزایش کیفی تمرینات	کیفیت تمرینات نظامی با استفاده از شبیه‌سازی افزایش پیدا می‌کند	[۲۴] [۳۲]
کاهش هزینه	به دلیل شبیه‌سازی عملیات و یا موقعیت‌هایی که در حالت عادی دستیابی به آن‌ها دشوار یا پرهزینه است	[۲۴] [۳۲]
استفاده آزمایشی	می‌توان سیستم واقعیت مجازی را به‌صورت آزمایشی و در مقیاس کوچک پیاده‌سازی کرده و نتایج استفاده از آن را مورد ارزیابی قرارداد.	[۲۶] [۲۷]
قابل‌مشاهده بودن نتایج	نتایج استفاده از سامانه واقعیت مجازی از طریق شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد قابل ارزیابی هستند	[۲۷]
تنوع شبیه‌سازی	با استفاده از سخت‌افزارهای سیستم واقعیت مجازی می‌توان موقعیت‌های متنوعی را شبیه‌سازی و ایجاد کرد	[۳۴] [۳۵] [۳۶]
در دسترس بودن	سیستم واقعیت مجازی می‌تواند سطح بالایی از دسترسی را برای موقعیت‌های پرتنش و احتمالی درگیری به ارمغان بیاورد	[۳۴] [۳۵] [۳۶]
قابلیت تکرار	با استفاده از سیستم واقعیت مجازی می‌توان انجام سناریوهای نظامی را به‌دفعات تکرار کرد.	[۳۴] [۳۵] [۳۶]
امکان حضور ارزیاب	با استفاده از حضور یک ارزیاب می‌توان نحوه عملکرد افراد را به‌صورت آنی بررسی کرد.	[۳۴] [۳۵] [۳۶]
اشتیاق به استفاده	نیروهای سازمان نسبت به استفاده از سیستم واقعیت مجازی مشتاق هستند	[۳۴] [۳۵] [۳۶]
همسویی با روند جهانی	به دنبال افزایش استفاده از این فناوری در سازمان‌های نظامی دنیا استفاده از این فناوری توجیه پیداکرده است.	[۳۲] [۲۷] [۳۱] [۳۳]
دقت بالا	سخت‌افزار مورداستفاده در سیستم واقعیت مجازی میزان بالایی از دقت را به همراه می‌آورد و به همین علت می‌توان عملکرد افراد را بهتر ارزیابی کرد.	[۳۴]

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

۱,۳ روش‌شناسی پژوهش

پژوهش فعلی از منظر محیط جمع‌آوری داده‌ها از نوع میدانی و از حیث کاربردی بودن در دسته پژوهش‌های کاربردی قرار دارد. همچنین این پژوهش از هر دو نوع داده کیفی و کمی استفاده کرده و از حیث قطعیت در دسته پژوهش‌های اکتشافی قرار دارد. [۳۷]

در این مطالعه از روش دلفی که یکی از روش‌های دست‌یابی به اجماع در گروه‌های تصمیم‌گیری است استفاده‌شده است. این روش با استفاده از پرسشنامه و همچنین بازخوردهای کنترلی ارائه‌شده به تصمیم‌گیرندگان در عین حفظ گمنامی برای آن‌ها به حصول اجماع کمک می‌کند. [۳۸]

در پژوهش حاضر، در مرحله اول مسئله پژوهش تعریف شد. سپس در گام بعدی، ضمن جمع‌آوری مقالات و آخرین گزارش‌های حوزه فناوری واقعیت مجازی که از سوی سازمان‌های تحقیقاتی معتبر در دنیا انتشاریافته‌اند، پنل خبرگان نیز انتخاب و مشخص شد. در مرحله بعد پرسشنامه تنظیم‌شده به‌منظور بررسی و اخذ روایی صوری و محتوی به ۵ تن از خبرگان ارائه شد و اصلاحات موردنیاز مشخص و اعمال گردید. بنابراین، پس از اخذ روایی صوری و محتوی به‌صورت کیفی، پرسشنامه نهایی برای انجام روش دلفی در اختیار پنل خبرگان قرار گرفت. بعد از انجام مرحله نخست دلفی سازه‌های جدید پیشنهادی توسط خبرگان و همچنین تغییرات موردنظر بر روی سازه‌های پیشین پژوهش اعمال گردید. در انتها نیز پس از انجام مرحله سوم دلفی سازه‌هایی که میانگین آن‌ها از آستانه مشخص‌شده کمتر بود حذف‌شده و سازه‌های باقی‌مانده به‌عنوان خروجی مطالعه در نظر گرفته شدند.

همچنین، به‌منظور جمع‌آوری آرای خبرگان از پرسشنامه و طیف لیکرت ۷ تایی و در کنار آن از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ برای تحلیل و انجام آزمون‌های آماری موردنیاز استفاده‌شده است. علاوه‌براین، شرط حذف سازه‌ها نیز کسب میانگین بالاتر از ۵ در طیف ۷ تایی لیکرت است. در کنار این موارد، به‌منظور بررسی حصول اجماع از آماره کندال W که یک آزمون نا پارامتریک بوده و برای داده‌های ترتیبی استفاده می‌شود و همچنین یکی از روش‌های تشخیص اجماع مبتنی بر آمار استنباطی است استفاده‌شده است. مقدار آماره کندال W می‌تواند عددی میان ۰ تا ۱ را به خود اختصاص دهد که صفر بیانگر نبود اجماع و یک بیانگر اجماع نظر کامل خبرگان است. مطابق با این آماره $W>0.7$ بیانگر اجماع قوی، $w=0.5$ بیانگر اجماع متوسط و $w<0.3$ بیانگر اجماع ضعیف است. البته ذکر این نکته اهمیت دارد که در مطالعات دلفی با تعداد اعضای پنل کمتر از ۱۰ نفر مقادیر W کمتر از ۰,۳ نیز معنادار هستند. در بررسی اجماع دلفی با استفاده از آماره کندال W دو معیار برای پایان مراحل دلفی وجود دارد معیار اول اجماع قوی میان خبرگان است که با مقدار آماره W مشخص می‌شود. معیار دوم نیز رشد ناچیز و یا عدم‌تغییر مقدار W طی دو مرحله متوالی از انجام دلفی است. [۳۸]

$$W = \frac{12S}{M^2\,(N^2 - N)}$$

$$S = \sum_{i=1}^{n} (Ri - \bar{R})$$

که در آن R، M و N عبارت‌اند از:

R = مجموع رتبه‌های یک سازه

M = تعداد مجموعه رتبه‌بندی‌ها

N = تعداد سازه‌ها یا پدیده‌های در حال بررسی

در پژوهش حاضر برای انتخاب خبرگان از دو معیار تجربه و تخصص استفاده‌شده است. بنابراین از میان خبرگان سازمان ۸ تن از افرادی که درزمینهٔ فناوری واقعیت مجازی صاحب دانش هستند و همچنین تجربه و شناخت کافی از سازمان دارند برای گردآوری داده‌ها انتخاب شدند.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

۲. یافته‌ها

۲,۱ یافته‌های پژوهش در دور اول دلفی

پس از جمع‌آوری سازه‌های پژوهش از دل مطالعات پیشین و توزیع پرسشنامه اولیه نزد خبرگان و اعمال تغییرات لازم در واژه‌پردازی و سازه‌ها مطابق با نظر خبرگان اصلاحات لازم انجام شد. با اجرای مرحله اول دلفی داده‌های موردنیاز مطابق با جدول ٥ جمع‌آوری شد. در طی مرحله اول دلفی و بنابر پیشنهاد خبرگان سازه ((امنیت اطلاعات)) به دو سازه ((امنیت اطلاعات کاربر)) و ((امنیت اطلاعات نرم‌افزار)) تقسیم شد. همچنین ۲ سازه مربوط به آگاهی نسبت به واقعیت مجازی با یکدیگر ادغام‌شده و سازه‌های جدیدی تحت عناوین ((امکان بروز آسیب‌های ذهنی به کاربران)) و ((وابستگی به قطعات خارجی)) به لیست سازه‌های پژوهش اضافه شدند. همچنین در بخش پیشران‌ها نیز ۳ سازه به جمع ۱۲ سازه مرحله اول دلفی اضافه شد که عبارت‌اند از: امکان استفاده از هوش مصنوعی، شیوع بیماری کرونا و قابلیت حمل‌ونقل آسان که به‌عنوان سازه‌های شماره ۱۳، ١٤ و ۱۵ به لیست پیشران‌های پذیرش اضافه شدند

جدول3 مقدار آماره کندال W برای موانع در دور اول دلفی

Related-Samples Kendall's Coefficient of Concordance Summary	
Total N	٨
Kendall's W	٠.٤٦٤
Test Statistic	٧٨.٠١١
Degree Of Freedom	٢١
Asymptotic Sig	٠.٠٠٠

جدول4 آماره کندال W برای پیشران‌ها در دور اول دلفی

Related-Samples Kendall's Coefficient of Concordance Summary	
Total N	٨
Kendall's W	٠.٤١٥
Test Statistic	٣٦.٥٤١
Degree Of Freedom	١١
Asymptotic Sig	٠.٠٠٠

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

جدول ۵ داده‌های جمع‌آوری‌شده در بخش اول دلفی مربوط به موانع

سازه	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
هزینه‌های بالای سخت‌افزاری	۲	۷	٤,۱۳	۱,۷۲۷
پیچیدگی ساخت برنامه‌های واقعیت مجازی	۳	۷	۵,۲۵	۱,۳۸۹
کاربری پیچیده سیستم واقعیت مجازی (پیچیدگی از دید کاربر نهایی)	۱	۵	۳,۰۰	۱,۳۰۹
لزوم نداشتن محدودیت جسمانی در استفاده از واقعیت مجازی	۱	٤	۲,۸۸	۱,۱۲٦
شبکه محور نبودن واقعیت مجازی	۱	٦	۳,۵۰	۱,٦۰٤
فقدان آگاهی درزمینهٔ سودمندی فناوری واقعیت مجازی	۳	٦	٤,۷۵	۱,۰۳۵
نبود استانداردهای لازم	۳	٦	٤,۵۰	۱,۱۹۵
امنیت اطلاعات	۵	۷	۵,۷۵	۰,۸۸٦
حجیم بودن سخت‌افزار	۱	٤	۲,۷۵	۱,۰۳۵
محدود بودن محتوی آماده	۲	۵	۳,۵۰	۰,۹۲٦
نگرش منفی مدیران نسبت به واقعیت مجازی	۳	٦	٤,۳۸	۱,۱۸۸
اجتناب از تغییر	۳	٦	٤,۸۸	۱,۱۲٦
نبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات مناسب	۲	٦	٤,۳۰	۱,۰۱۲
عدم‌حمایت مدیران عالی	٤	٦	۵,۱۳	۰,۸۳۵
فقدان آگاهی درزمینهٔ تفاوت سامانه فرماندهی-کنترل مجازی با حقیقی	۳	٦	٤,۵۰	۰,۹۲٦
فقدان مهارت‌ها / تخصص‌های لازم در نیروها	۲	۵	۳,۳۸	۰,۹۱٦
یکپارچگی با سیستم‌های فعلی	۳	۵	٤,۰۰	۰,۹۲٦
عدم امکان تأمین مالی مستمر	۵	۷	۵,۸۸	۰,۸۳۵
پذیرش پایین فناوری‌های پیشین	۱	٤	۳,۰۰	۱,۰٦۹
نبود چارچوب قانونی لازم	٤	٦	۵,۲۵	۰,۸۸٦
دسترسی به سخت‌افزارها	٤	٦	۵,۰۰	۰,۹۲٦
عدم تعامل با سازمان‌های همکار خارجی	۵	۷	۵,۸۸	۰,۸۳۵

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

جدول6 داده‌های جمع‌آوری‌شده در مرحله اول دلفی در بخش پیشران‌ها

	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
ایمنی بیشتر برای افراد	۵	۷	۶,۰۰	۰,۹۲۶
افزایش کیفی تمرینات	۳	۷	۵,۵۰	۱,۴۱۴
کاهش هزینه	۵	۷	۵,۳۸	۰,۷۴۴
استفاده آزمایشی	۴	۷	۵,۵۰	۱,۱۹۵
قابل‌مشاهده بودن نتایج	۳	۷	۵,۱۳	۱,۶۴۲
تنوع شبیه‌سازی	۶	۷	۶,۵۰	۰,۵۳۵
در دسترس بودن	۴	۷	۵,۳۸	۱,۰۶۱
قابلیت تکرار	۶	۷	۶,۶۳	۰,۵۱۸
امکان حضور ارزیاب	۵	۷	۵,۸۸	۰,۸۳۵
اشتیاق به استفاده	۱	۶	۳,۰۰	۱,۶۹۰
همسویی با روند جهانی	۱	۶	۳,۵۰	۱,۶۰۴
دقت بالا	۴	۷	۵,۵۰	۱,۱۹۵

۲,۲ یافته‌های پژوهش در دور دوم دلفی

در طی اجرای مرحله دوم دلفی ضمن ارائه گزارشی از نتایج داده‌های مرحله اول، پرسشنامه مرحله دوم به خبرگان ارائه شد که نتایج و داده‌های حاصل از آن در جدول ۹ و جدول۱۰ قابل‌مشاهده است. در طی مرحله دوم دلفی نیز فقط یک پیشنهاد برای تغییر سازه ((شیوع بیماری کرونا)) به ((شیوع بیماری‌های واگیردار)) ارائه شد تا قابلیت تعمیم بیشتری به آینده داشته باشد.

همچنین طی مرحله دوم دلفی مقدار آماره کندال W برای موانع و پیشران‌ها به ترتیب ۰,۵۵۰ و ۰,۵۳۹ به دست آمد که نشان‌گر اجماع متوسط خبرگان پیرامون این سازه‌ها است. بنابراین، با توجه به مقدار آماره کندال و همچنین اعمال یک اصلاح بر روی سازه‌های پژوهش اجرای دلفی ادامه یافت.

جدول7 مقدار آماره کندال W در دور دوم دلفی برای موانع

Related-Samples Kendall's Coefficient of Concordance Summary	
Total N	۸
Kendall's W	۰.۵۵۰
Test Statistic	۱۰۵.۶۵۶
Degree Of Freedom	۲۴
Asymptotic Sig.	۰.۰۰۰

جدول8 مقدار آماره کندال W در دور دوم دلفی برای پیشران‌ها

Related-Samples Kendall's Coefficient of Concordance Summary	
Total N	۸
Kendall's W	۰.۵۳۹
Test Statistic	۶۰.۳۲۳
Degree Of Freedom	۱۴
Asymptotic Sig.	۰.۰۰۰

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

جدول ۹ داده‌های جمع‌آوری‌شده از مرحله دوم دلفی بخش موانع

سازه	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
هزینه‌های بالای سخت‌افزاری	۱	۵	۳,۵۰	۱,٤۱٤
پیچیدگی ساخت برنامه‌های واقعیت مجازی	٤	۷	۵,۵۰	۱,۱۹۵
کاربری پیچیده سیستم واقعیت مجازی (پیچیدگی از دید کاربر نهایی)	۱	٦	۳,۲۵	۱,٦٦۹
لزوم نداشتن محدودیت جسمانی در استفاده از واقعیت مجازی	۱	٦	۳,۱۳	۱,۸۰۸
شبکه محور نبودن واقعیت مجازی	۳	٦	٤,۲۵	۱,۰۳۵
محدود بودن محتوی آماده	۳	٦	٤,٦۳	۱,۰٦۱
نبود استانداردهای لازم	۲	٤	۳,۳۸	۰,۷٤٤
امنیت اطلاعات کاربران	۵	۷	٦,۳۸	۰,۷٤٤
امنیت اطلاعات نرم‌افزار	۵	۷	٦,۵۰	۰,۷۵٦
حجیم بودن سخت‌افزار	۱	۵	۳,۲۵	۱,۲۸۲
احتمال بروز آسیب‌های ذهنی به کاربران	۱	۵	۲,۸۸	۱,٤۵۸
اتکای صرف به دنیای مجازی	۱	٦	۳,۲۵	۱,۸۳۲
فقدان مهارت‌ها / تخصص‌های لازم در نیروها	۲	٦	۳,۷۵	۱,٤۸۸
نگرش منفی مدیران نسبت به واقعیت مجازی	۳	٦	٤,۵۰	۱,۱۹۵
اجتناب از تغییر	۲	۵	۳,۸۸	۰,۹۹۱
نبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات مناسب	٤	٦	۵,۰۰	۰,۷۵٦
عدم‌حمایت مدیران عالی	۱	٦	۳,٦۳	۱,۵۰٦
فقدان آگاهی درزمینهٔ تفاوت سامانه فرماندهی-کنترل مجازی با حقیقی	٤	۷	۵,٦۳	۰,۹۱٦
یکپارچگی با سیستم‌های فعلی	۲	٦	۳,۸۸	۱,۲٤٦
عدم امکان تأمین مالی مستمر	۱	٦	۳,۵۰	۱,۰٤۵
پذیرش پایین فناوری‌های پیشین	۱	۳	۲,۰۰	۰,۷۵٦
نبود چارچوب قانونی لازم	۵	۷	٦,۱۳	۰,۹۹۱
دسترسی به سخت‌افزارها	٤	۷	۵,۱۳	۱,۱۲٦
وابستگی به قطعات خارجی	٤	۷	۵,٦۳	۱,۰٦۱
عدم تعامل با سازمان‌های همکار خارجی	٤	۷	۵,۵۰	۱,۰۲۱

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

جدول10 داده‌های جمع‌آوری‌شده در مرحله دوم دلفی در بخش پیشران‌ها

پیشران‌ها	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
ایمنی بیشتر برای افراد	۵	۷	٦,۲۵	۰,۸۸٦
افزایش کیفی تمرینات	۳	۷	۵,۰۰	۱,۳۰۹
کاهش هزینه	۳	٦	٤,۸۸	۱,۱۲٦
استفاده آزمایشی	٤	۷	۵,۷۵	۱,۲۸۲
قابل‌مشاهده بودن نتایج	۳	۷	۵,۱۳	۱,۲٤٦
تنوع شبیه‌سازی	٤	۷	۵,۸۸	۱,۱۲٦
در دسترس بودن	٤	۷	۵,٦۳	۱,۳۰۲
قابلیت تکرار	۳	۷	۵,۰۰	۱,۵۱۲
امکان حضور ارزیاب	۳	۷	۵,۵۰	۱,٤۱٤
اشتیاق به استفاده	۱	٤	۲,٦۳	۱,۰٦۱
همسویی با روند جهانی	۲	٤	۳,۱۳	۰,۸۳۵
دقت بالا	٤	۷	٦	۱,۰٦۹
امکان استفاده از هوش مصنوعی	٤	۷	۵,۸۸	۱,۱۲٦
شیوع بیماری کرونا	۱	٦	۳,۳۸	۱,٦۸۵
قابلیت حمل‌ونقل آسان	۱	٤	۲,٦۳	۱,۱۸۸

۲,۳ یافته‌های پژوهش در دور سوم دلفی

در طی اجرای مرحله سوم دلفی سازه جدیدی در بخش موانع یا پیشران‌ها اضافه یا اصلاح نشد و تنها اصلاح پیشنهادی خبرگان در مرحله دوم نیز اعمال شد و سازه ((شیوع بیماری کرونا)) به ((شیوع بیماری‌های واگیردار)) تغییر نام پیدا کرد.

همچنین مقدار آماره کندال در مرحله سوم دلفی برای موانع و پیشران‌ها به ترتیب ۰,٦۷۵ و ۰,٦٤۳ بود که در سطح معناداری ۱ درصد عدد قابل قبولی است. بنابراین، در این مرحله اجرای دلفی متوقف شد. پس از حصول اجماع و اجرای ۳ مرحله روش دلفی سازه‌های با میانگین بیشتر از ۵ در طیف ۷ تایی لیکرت انتخاب و مابقی از لیست سازه‌ها حذف شدند.

جدول11 مقدار آماره کندال W در مرحله سوم دلفی برای موانع

Related-Samples Kendall's Coefficient of Concordance Summary	
Total N	۸
Kendall's W	۰.٦۷۵
Test Statistic	۱۲۹.۵۸٦
Degree Of Freedom	۲٤
Asymptotic Sig.	۰.۰۰۰

جدول12 مقدار آماره کندال W در مرحله سوم دلفی برای پیشران‌ها

Related-Samples Kendall's Coefficient of Concordance Summary	
Total N	۸
Kendall's W	۰.٦٤۳
Test Statistic	۷۲.۰۱٦
Degree Of Freedom	۱٤
Asymptotic Sig.	۰.۰۰۰

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

جدول ۱۳ داده‌های جمع‌آوری‌شده در مرحله سوم دلفی در بخش موانع

سازه	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
هزینه‌های بالای سخت‌افزاری	۱	٤	۲,۵۰	۱,۱۹۵
پیچیدگی ساخت برنامه‌های واقعیت مجازی	٤	۷	۵,۳۸	۰,۹۱٦
کاربری پیچیده سیستم واقعیت مجازی (پیچیدگی از دید کاربر نهایی)	۱	۵	۲,۸۸	۱,٤۵۸
لزوم نداشتن محدودیت جسمانی در استفاده از واقعیت مجازی	۱	٤	۲,۳۸	۱,۰٦۱
شبکه محور نبودن واقعیت مجازی	۱	٤	۲,۵۰	۱,۱۹۵
محدود بودن محتوی آماده	۱	۵	۳,٦۳	۱,۳۰۲
نبود استانداردهای لازم	۲	٤	۳,۲۵	۰,۷۰۷
امنیت اطلاعات کاربران	٦	۷	٦,٦۳	۰,۵۱۸
امنیت اطلاعات نرم‌افزار	٦	۷	٦,٦۳	۰,۵۱۸
حجیم بودن سخت‌افزار	۱	٤	۲,۸۸	۱,۱۲٦
احتمال بروز آسیب‌های ذهنی به کاربران	۱	٤	۲,۵۰	۱,۱۹۵
اتکای صرف به دنیای مجازی	۲	۵	۳,۸۸	۰,۹۹۱
فقدان مهارت‌ها / تخصص‌های لازم در نیروها	٤	٦	۵,۰۰	۰,۹۲٦
نگرش منفی مدیران نسبت به واقعیت مجازی	۲	٦	۳,٦۳	۱,٤۰۸
اجتناب از تغییر	۳	٦	٤,۸۸	۰,۹۹۲
نبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات مناسب	۱	٤	۲,۵۰	۱,۱۹٦
عدم‌حمایت مدیران عالی	۳	٦	٤,۸۸	۰,۹۹۳
فقدان آگاهی درزمینهٔ تفاوت سامانه فرماندهی-کنترل مجازی با حقیقی	٤	۷	۵,۵۰	۱,۱۹۳
یکپارچگی با سیستم‌های فعلی	۲	۵	۳,۵۰	۱,۱۹۵
عدم امکان تأمین مالی مستمر	۲	۵	۳,۳۸	۱,۱۸۸
پذیرش پایین فناوری‌های پیشین	۱	۳	۲,۰۰	۰,۹۲٦
نبود چارچوب قانونی لازم	٤	۷	۵,٦۳	۱,۰٦۱
دسترسی به سخت‌افزارها	٤	٦	۵,۱۳	۰,۸۲۰
وابستگی به قطعات خارجی	۵	۷	۵,۸۸	۰,۸۳۵
عدم تعامل با سازمان‌های همکار خارجی	٤	٦	۵,۱۳	۰,۸۳۵

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

جدول14 داده‌های جمع‌آوری‌شده در مرحله سوم در بخش پیشران‌ها

پیشران‌ها	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
ایمنی بیشتر برای افراد	٥	٧	٦,٢٥	٠,٧٠٧
افزایش کیفی تمرینات	٤	٧	٥,٧٥	١,٠٣٥
کاهش هزینه	١	٥	٣,٠٠	١,٥١٢
استفاده آزمایشی	٣	٧	٥,٢٥	١,٢٨٢
قابل‌مشاهده بودن نتایج	٤	٧	٥,٥٠	١,١٩٥
تنوع شبیه‌سازی	٥	٧	٦,١٣	٠,٨٣٥
در دسترس بودن	٤	٧	٥,٧٥	١,٠٣٥
قابلیت تکرار	٥	٧	٦,٥٠	٠,٧٥٦
امکان حضور ارزیاب	٥	٧	٦,٣٨	٠,٧٤٤
اشتیاق به استفاده	١	٣	٢,٢٥	٠,٧٠٧
همسویی با روند جهانی	٢	٥	٣,٥٠	٠,٩٢٦
دقت بالا	٥	٧	٦,١٣	٠,٨٣٥
امکان استفاده از هوش مصنوعی	٥	٧	٦,٣٨	٠,٧٤٤
شیوع بیماری‌های واگیردار	٤	٧	٥,٨٨	٠,٩٩١
قابلیت حمل‌ونقل آسان	١	٤	٣,٠٠	١,٠٦٩

۳. بحث و نتیجه‌گیری

در طی چند سال گذشته فناوری واقعیت مجازی از یک فناوری صرفاً تبلیغاتی به یک فناوری سودمند و مفید تبدیل‌شده که کاربردهای زیادی حتی در حوزه فرماندهی و کنترل سازمان‌های نظامی دارد. یکی از مصادیق این کاربرد سیستم فرماندهی و کنترل مجازی و مبتنی بر شبیه‌سازی واقعیت مجازی است. اما پذیرش این فناوری در سازمان‌های نظامی فرایندی تدریجی دارد که می‌تواند تحت تأثیر عوامل بازدارنده و پیش برنده متعددی قرار گیرد. پژوهش فعلی به دنبال یافتن موانع و پیشران‌های پذیرش این فناوری درسازمان مورد مطالعه بود تا از این طریق مدیران سازمان مذکور بتوانند مسیر پذیرش این فناوری را هموارتر کرده و برای استقرار این فناوری در سازمان برنامه‌ریزی کرده و چارچوب بهتری داشته باشند. در این راستا پس از مطالعه و مرور ادبیات فنی حوزه پذیرش فناوری واقعیت مجازی با استفاده از روش دلفی و مراجعه و جمع‌آوری داده‌ها از ۸ تن از خبرگان سازمان در طی ۳ مرحله اجرای روش دلفی به‌صورت رفت و برگشتی موانع و پیشران‌های پذیرش سامانه فرماندهی کنترل مجازی شناسایی و مشخص شدند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از داده‌های پژوهش و همچنین با استفاده از رویکرد TOE در پذیرش فناوری در سازمان می‌توان موانع پذیرش سامانه فرماندهی و کنترل مجازی در سازمان را در ۳ دسته ((عوامل فناورانه))، ((عوامل سازمانی)) و ((عوامل محیطی)) دسته‌بندی کرد. مطابق با این رویکرد موانع پیچیدگی ساخت برنامه‌های واقعیت مجازی، امنیت اطلاعات کاربر و امنیت اطلاعات نرم‌افزار در دسته موانع مربوط به فناوری، فقدان آگاهی در مدیران سازمان و

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی فرماندهی و کنترل، سال پنجم، شمارهٔ چهار، زمستان ۱۴۰۰

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

نبود قوانین لازم در دسته عوامل سازمانی و وابستگی به قطعات خارجی، دسترسی دشوار به سخت‌افزارها و عدم تعامل با سازمان‌های همکار خارجی را در دسته عوامل محیطی پذیرش این سامانه در سازمان دانست. نکته شایان‌ذکر در اینجا این است که سازه‌های نهایی مطالعه فعلی با یافته‌های زابل و تلکمن [۲۷]، دلگادو و همکاران[۳۲]، باداماسی و همکاران[24] و آدگوک[25] انطباق ندارد چراکه بسیاری از سازه‌های مورداشاره در این مطالعات، مانند هزینه‌های سخت‌افزاری عدم‌حمایت مدیران عالی و...، در مطالعه فعلی تأیید نشدند.

جدول ۱۵ موانع پذیرش سیستم فرماندهی کنترل مجازی

موانع پذیرش سیستم فرماندهی کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی در سازمان		
فناورانه	سازمانی	محیطی
پیچیدگی ساخت برنامه‌های واقعیت مجازی	فقدان آگاهی در مدیران سازمان نسبت به سودمندی واقعیت مجازی	وابستگی به قطعات خارجی
امنیت اطلاعات کاربر	نبود قوانین لازم در سازمان	دسترسی دشوار به سخت‌افزارها
امنیت اطلاعات نرم‌افزار		عدم تعامل با سازمان‌های همکار خارجی

در رابطه با پیشران‌های پذیرش نیز مشخص شد که پیشران‌های ایمنی، قابلیت تکرار، امکان استفاده از هوش مصنوعی و حتی شیوع بیماری‌های واگیردار (مانند کرونا) جزو عوامل مهم پذیرش این سامانه در سازمان مورد مطالعه هستند. از جهت تفاوت مطالعه فعلی با مطالعات پیشین نیز می‌توان به این نکته اشاره کرد که سازه‌های همسویی با روند جهانی، قابلیت حمل‌ونقل آسان و کاهش هزینه‌های آموزش در این مطالعه جزو موارد مهم تشخیص داده نشدند و ازاین‌جهت با مطالعات اوگرورتسوا و همکاران [۳٤]، تلکمن و زابل[27] دلگادو و همکاران[32]، فرناندز[33]و چاندرا و کومار[31] متفاوت هستند.

جدول ۱٦ پیشران‌های پذیرش سیستم فرماندهی کنترل مجازی

پیشران‌های پذیرش سیستم فرماندهی کنترل مجازی در سازمان		
ایمنی بیشتر برای افراد	تنوع شبیه‌سازی	دقت بالا
افزایش کیفی تمرینات	در دسترس بودن	امکان استفاده از هوش مصنوعی
استفاده آزمایشی	قابلیت تکرار	شیوع بیماری‌های واگیردار
قابل‌مشاهده بودن نتایج	امکان حضور ارزیاب	

آنچه از نتایج می‌توان مشاهده نمود دغدغه ریسک‌های مربوط به افشای اطلاعات در تمامی ارکان سیستم مبتنی بر واقعیت مجازی است. از طرف دیگر وابستگی به کشورهای دیگر هم از جنبه دانش تولید سخت‌افزار واقعیت مجازی و هم از جنبه دشواری‌ها و تأخیرهای موجود در زنجیره تأمین قطعات سخت‌افزار واقعیت مجازی قابل‌طرح و بحث است. اما از طرفی بهره‌مندی از مزایای حاصل از این فناوری مسئله‌ای است که رفع چالش‌های آن را توجیه می‌کند.

با عنایت به این عوامل می‌توان بیان داشت که راهکارهای درون‌زایی و روش‌های تولید قطعات مخصوص فناوری واقعیت مجازی در داخل سازمان، ازجمله اقداماتی است که علاوه بر برطرف کردن وابستگی به خارج می‌تواند دغدغه امنیتی مدیران سازمان را نیز پوشش دهد چراکه با تولید قطعات در داخل نظارت‌ها و الزامات امنیتی موردنیاز سازمان در نظر گرفته خواهد شد. نکته مهم دیگر در اینجا طراحی و تعیین چارچوب‌های قانونی مناسب برای استقرار و استفاده از سیستم فرماندهی-کنترل مبتنی بر واقعیت مجازی است چراکه تعیین چارچوب قانونی مناسب می‌تواند سیستم مبتنی بر شبیه‌سازی را به بقیه سیستم‌های سازمان متصل کرده و استقرار

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

آن را تسهیل بخشد. در کنار این اقدامات می‌توان به سرمایه‌گذاری در مسیر توسعه موتورهای بازی‌سازی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین عناصر تولید محتوی واقعیت مجازی نگاه ویژه داشت تا از این طریق بتوان پیچیدگی ساخت محتوی واقعیت مجازی را نیز کاهش داد. نکته قابل‌ذکر در اینجا آن است که سازمان می‌تواند در مسیر توسعه موتور بازی‌سازی از پیشران‌های مورداشاره در این مطالعه، مانند استفاده از هوش مصنوعی، حداکثر استفاده را ببرد تا از این طریق پذیرش محتوی ساخته‌شده تسهیل گردد.

با عنایت به نتایج و بحث و بررسی آن‌ها می‌توان دریافت که مطالعات آینده می‌توانند به امکان‌سنجی تولید قطعات و سخت‌افزار واقعیت مجازی در سازمان بپردازند تا از این طریق امکان حذف وابستگی به خارج مرتفع گردد. مطالعات آینده می‌تواند معطوف به طراحی چارچوب‌های قانونی و سازمانی لازم برای استقرار سامانه فرماندهی و کنترل مجازی در سازمان باشد. منظور از چارچوب سازمانی آن است که مطالعات آینده می‌توانند امکان‌سنجی تشکیل کمیته‌ها و یا تیم‌های تخصصی برای راهبری این پروژه از مراحل ابتدایی و توسعه نرم‌افزار تا مراحل انتهایی و استقرار سیستم در سازمان را بررسی کند. حوزه دیگر می‌تواند ارائه چارچوب توسعه محتوی واقعیت مجازی و یا شاخصه‌های مدنظر سیستم فرماندهی مجازی باشد که باهدف تسهیل توسعه محتوی در سازمان انجام شود. در کنار این موارد پژوهشگران آتی می‌توانند به دیگر سازمان‌های کشور نیز توجه داشته و مطالعه مشابهی را در سازمان‌های دیگر با پیش‌فرض‌ها و الزامات متفاوت انجام دهند.

٤. منابع

1. [1] Knutzon, J. S., Walter, B. E., Sannier, A. V., & Oliver, J. H. (2004). An immersive approach to command and control. Journal of Battlefield Technology, 7(1), 37–42. https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.086683138308022

۲. [۲]فتح‌آبادی, خالقی, آرمین. (۱۳۹۹). طراحی چارچوب آموزش مهارت‌های تصمیم‌گیری برای محیط‌های دفاعی. *فصلنامه علمی-پژوهشی فرماندهی و کنترل*, ٤(۳), ٤۹-۳۵.

۳. [۳]جعفری زاده, امید. (۱۳۹۹). مؤلفه‌ها و شاخص‌های منابع انسانی مؤثر بر سامانه فرماندهی و کنترل *فصلنامه علمی-پژوهشی فرماندهی و کنترل*, ٤(۳), ۹۱-۷٤.

4. [4] Karanjia.B & Veerapaneni.A & Gupta,S & Goswami,S & Sudhir,S *Virtual, Augmented and Mixed Reality for Defence and Public Sector* Retrieved From Deloitte Website: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/about-deloitte/in-about-deloitte-Digital%20Reality%20in%20Defence_Final%20print.pdf
5. [5] Taherdoost, H. (2018). A review of technology acceptance and adoption models and theories. *Procedia manufacturing*, *22*, 960-967.
6. [6] Koźlak, M., Kurzeja, A., & Nawrat, A. (2013). Virtual reality technology for military and industry training programs. In *Vision Based Systemsfor UAV Applications* (pp. 327-334). Springer, Heidelberg.
7. [7] Strategic Defence,2015 *The Global Military Simulation and Virtual Training Market 2015–2025* Retrieved from: https://www.marketresearch.com/product/sample-8911464.pdf

۸. [۸]محمدی فاتح, ابراهیمی. شناسایی و رتبه‌بندی فناوری‌های اطلاعاتی نوظهور در بخش دفاعی-نظامی. (۱۳۹۹) *آینده‌پژوهی دفاعی*, ۵(۱۷), ۱٦۸-۱٤۱.

۹. [۹]مبینی دهکردی, یدالهی فارسی, جهانگیر, عربیون, کشاورزترک. (۱۳۹۹) چارچوب شناسایی فرصت‌های کارآفرینی در حوزه فناوری اطلاعات با رویکرد آینده‌نگاری (مورد مطالعه: فناوری‌های سلامت دیجیتال در نیروهای نظامی). *آینده‌پژوهی دفاعی*, ۵(۱۷), ۸٤-۵۵.

10. [10] Craig, A. B., Sherman, W. R., & Will, J. D. (2017). Developing virtual reality applications: Foundations of effective design. Morgan Kaufmann.
11. [11] Fuchs, P. (2017). Virtual reality headsets-a theoretical and pragmatic approach. CRC Press.
12. [12] Haring, K. S., Finomore, V., Muramoto, D., Tenhundfeld, N. L., Wen, J., & Tidball, B. (2018, March). Analysis of using virtual reality (vr) for command and control applications of multi-robot systems. In Proceedings of the 1st International Workshop on Virtual, Augmented, and Mixed Reality for HRI (VAM-HRI).
13. [13] Aylett, R. S., Delgado, C., Serna, J. H., Stockdale, R., Clarke, H., Estebanez, M & Lynam, T. (2005). REMOTE: desk-top Virtual Reality for future command and control?. Virtual Reality, 8(3), 131-146.
14. [14] Green, D., Stanton, N., Walker, G., & Salmon, P. (2005). Using wireless technology to develop a virtual reality command and control centre. Virtual Reality, 8(3), 147-155.

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]

15. **[15] Kang, S. (2020). Going Beyond Just Watching: The Fan Adoption Process of Virtual Reality Spectatorship. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, *64*(3), 499-518.**
16. **[16] Sagnier, C., Loup-Escande, E., Lourdeaux, D., Thouvenin, I., & Valléry, G. (2020). User acceptance of virtual reality: an extended technology acceptance model. *International Journal of Human–Computer Interaction*, *36*(11), 993-1007.**
17. **[17] Vishwakarma, P., Mukherjee, S., & Datta, B. (2020). Travelers' intention to adopt virtual reality: A consumer value perspective. *Journal of Destination Marketing & Management*, *17*, 100456.**
18. **[18] Laurell, C., Sandström, C., Berthold, A., & Larsson, D. (2019). Exploring barriers to adoption of Virtual Reality through Social Media Analytics and Machine Learning–An assessment of technology, network, price and trialability. *Journal of Business Research*, *100*, 469-474.**
19. **[19] Herz, M., & Rauschnabel, P. A. (2019). Understanding the diffusion of virtual reality glasses: The role of media, fashion and technology. *Technological Forecasting and Social Change*, *138*, 228-242.**
20. **[20] Kunz, R. E., & Santomier, J. P. (2019). Sport content and virtual reality technology acceptance. *Sport, Business and Management: An International Journal*.**
21. **[21] Fagan, M., Kilmon, C., & Pandey, V. (2017). Exploring the adoption of a virtual reality simulation: The role of perceived ease of use, perceived usefulness and personal innovativeness. *Campus-Wide Information Systems*.**
22. **[22] Hatch, M. J. (2018). Organization theory: Modern, symbolic, and postmodern perspectives. Oxford university press.**
23. **[23] Tornatzky, L. G., Fleischer, M., & Chakrabarti, A. K. (1990). *Processes of technological innovation*. Lexington books.**
24. **[24] Badamasi, A. A., Aryal, K. R., Makarfi, U. U., & Dodo, M. (2021). Drivers and barriers of virtual reality adoption in UK AEC industry. *Engineering, Construction and Architectural Management***
25. **[25] Adegoke, A. S., Oladokun, T. T., Ayodele, T. O., Agbato, S. E., & Jinadu, A. A. (2021). DEMATEL method of analysing the factors influencing the decision to adopt virtual reality technology by real estate firms in Lagos property market. *Smart and Sustainable Built Environment*.**
26. **[26] Martins, J., Gonçalves, R., Au-Yong-Oliveira, M., Moreira, F., & Branco, F. (2020). Qualitative analysis of virtual reality adoption by tourism operators in low-density regions. *IET Software*, *14*(6), 684-692.**
27. **[27] Zabel, C., & Telkmann, V. (2020). The adoption of emerging technology-driven media innovations. A comparative study of the introduction of virtual and augmented reality in the media and manufacturing industries. *Journal of media business studies*, 1-32.**
28. **[28] Velev, D., & Zlateva, P. (2017). Virtual reality challenges in education and training. *International Journal of Learning and Teaching*, *3*(1), 33-37.**
29. **[29] Glegg, S. M. N., & Levac, D. E. (2018). Barriers, facilitators and interventions to support virtual reality implementation in rehabilitation: a scoping review. *PM&R*, *10*(11), 1237-1251.**
30. **[30] Armstrong.S (2018) *Extended reality: five barriers to adoption* Retrieved from: https://www.raconteur.net/technology/vr-ar/extended-reality-barriers-adoption**
31. **[31] Chandra, S., & Kumar, K. N. (2018). EXPLORING FACTORS INFLUENCING ORGANIZATIONAL ADOPTION OF AUGMENTED REALITY IN E-COMMERCE: EMPIRICAL ANALYSIS USING TECHNOLOGY-ORGANIZATION-ENVIRONMENT MODEL. *Journal of electronic commerce research*, *19*(3).**
32. **[32] Davila Delgado, J. M., Oyedele, L., Beach, T., & Demian, P. (2020). Augmented and virtual reality in construction: drivers and limitations for industry adoption. *Journal of Construction Engineering and Management*, *146*(7), 04020079.**
33. **[33] Fernandez, M. (2017). Augmented virtual reality: How to improve education systems. *Higher Learning Research Communications*, *7*(1), 1-15.**
34. **[34] Ogourtsova, T., Archambault, P. S., & Lamontagne, A. (2019). Exploring barriers and facilitators to the clinical use of virtual reality for post-stroke unilateral spatial neglect assessment. *Disability and rehabilitation*, *41*(3), 284-292.**
35. **[35] Virtually There From 2D to 3D to XR, *Accenture Analysis* (2017)**
36. **[36] Virtual, Augmented, and Mixed Reality for Defence and Public Sector, *Deloitte* (2019)**
37. [۳۷]عزیزی شهریار (۱۳۹۵) روش تحقیق در مدیریت با تاکید بر مثال‌های کاربردی و آماری، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)
38. **[38] Habibi, A., Sarafrazi, A., & Izadyar, S. (2014). Delphi technique theoretical framework in qualitative research. *The International Journal of Engineering and Science*, *3*(4), 8-13.**

[Downloaded from ic4i-journal.ir on 2026-09-06]