



آموزش ایمنی در پروژه‌های ساخت با استفاده از شبیه‌سازی محیط واقعی برپایه تلفن‌های همراه هوشمند

مهرشاد درّی، مجتبی مغربی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه عمران گرایش مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه فردوسی مشهد

dorri.mehrshad@mail.um.ac.ir

خلاصه

پیچیدگی، بزرگی مقیاس و پویایی صنعت ساخت و ساز باعث شده به عنوان یکی از حادثه‌خیزترین صنایع شناخته شود. در این میان کارگران ساختمانی نیز تحت تاثیر خطرات موجود در این صنعت می‌باشند. در همین راستا رعایت ایمنی به عنوان عاملی بازدارنده از بروز سوانح ناگوار می‌باشد. استفاده از فناوری‌های واقعیت مجازی و افزوده تاثیر مثبت بسیاری در افزایش ایمنی و مهارت کارکنان ساختمانی داشته است. در این پژوهش مد نظر است در محیطی شبیه‌سازی شده از واقعیت، آموزش‌های ایمنی به مهندسين این صنعت ارائه شود. با استفاده از این سیستم، تجاری که تنها با دست دادن هزینه جانی و مالی فراوانی بدست می‌آید، در زمان و هزینه کمتر توسط مهندسين کسب می‌شود.

کلمات کلیدی: ایمنی، آموزش، تلفن همراه هوشمند، واقعیت افزوده، ساخت و ساز

۱- مقدمه

فقط در سال ۱۳۹۷ تعداد ۳۷۳۵ نفر (۳۷ درصد از کل افراد آسیب دیده) در صنعت ساختمان بر اثر حوادث آسیب دیده یا جان خود را از دست داده اند. این امر موجب شده تا همواره صنعت ساخت و ساز یکی از خطرناک‌ترین صنایع در جهان قلمداد شود. براساس آمارهای وزارت تعاون کار و رفاه اجتماعی، سقوط از ارتفاع بیشترین سهم در بین سایر حوادث را به خود اختصاص داده است. براساس تحقیقات جامعه بین‌الملل ۹۰ درصد از حوادث به علت کمبود آگاهی و بی‌احتیاطی خود افراد بوده است [۱-۳]. از این سو آموزش ایمنی نقش به‌سزایی در پایه‌ریزی محیط کاری مطمئن و مناسب ایفا می‌کند [۴]. آموزش به شیوه فعلی توانایی فراهم نمودن تجربیات و آموزه‌های کاربردی ایمنی را ندارند [۵]. آموزش ایمنی به شیوه امروزی دارای محدودیت‌های بسیاری در انتقال مفاهیم به افراد می‌باشد. برای درک بهتر این تعلیمات نیاز به فراگیری دانش به صورت عملی و تجربی در محیطی واقعی^۱ احساس می‌شود. اما متأسفانه به علت حجم بالای مفاهیم تئوری، بیشتر اوقات آموزش‌های ایمنی خسته‌کننده هستند. از این رو، نیاز ویژه‌ای برای اصلاح سیستم آموزش فعلی در جهت به دست آوردن مهارت عملی در آموزه‌های نظری، احساس می‌شود. برپایه بررسی‌های محققین، سطوح به خاطر سپاری آموزه‌های نظری و عملی برای انسان مطابق با شکل شماره ۱ می‌باشد [۶]. همانطور که در شکل شماره ۱ بیان شده است، میزان حجم مطالب آموزشی با شیوه‌های نظری سرکلاسی ۲۰٪ از کل مطالب می‌باشد. اما با آموزش به شیوه‌های شبیه‌سازی تمرین، میزان یادگیری و به خاطر سپاری تا ۸۰٪ افزایش می‌یابد. برای رسیدن به این شیوه‌های آموزشی می‌توان از فناوری‌های گوناگون همانند واقعیت مجازی^۲، واقعیت افزوده^۳ و تلفن همراه هوشمند^۴ استفاده نمود. بهره‌وری از این دسته تکنولوژی‌ها در سایر رسته‌ها منجر به نتایج مطلوبی شده است [۴]. پژوهشگران در رابطه با استفاده از واقعیت مجازی

¹ Real Environment

² Virtual Reality

³ Augmented Reality

⁴ Smartphone

در قیاس با شیوه‌های سنتی آموزش، از حس حضور کامل و حالت غوطه‌ور^۱ در آن صحبت می‌کنند. این حالت باعث تجربه‌ای به مراتب واقعی‌تر شده که در نهایت به ایجاد فرصت‌های جدیدی در یادگیری‌های ایمنی ختم می‌شود [۷]. با استفاده از ابزار تلفن همراه هوشمند می‌توان آموزش‌های تجربی‌ای که در حال حاضر در قالب متن به افراد آموزش داده می‌شوند، به صورت تجربی آن‌ها را به علم آموزان انتقال داد. [۸]. با استفاده از تکنولوژی تلفن همراه می‌توان جذابیت مطالب آموزشی را نیز بهبود داد، که این امر سبب افزایش انگیزه‌های یادگیری در افراد می‌شود [۹]. امروزه استفاده از تلفن همراه باعث دسترسی سریع‌تر به مطالب آموزشی وسیع‌تر نسبت به گذشته شده است. انعطاف پذیری این وسیله باعث کاربردی‌تر شدن آن با شرایط و محیط‌های آموزشی مختلف می‌شود [۱۰]. براساس گفته‌های فوق، ترکیب صحیح ابزاری مانند تلفن همراه هوشمند با محیط‌های واقعیت مجازی و یا واقعیت افزوده در راستای آموزش به افراد، توانایی پر کردن خلاءهای آموزش تجربی ایمنی حاضر برای فعالان صنعت ساخت و ساز را دارد. این مطالعه با هدف اصلاح سیستم آموزشی سنتی ایمنی ساخت و ساز به وسیله ارائه سیستم آموزشی نوین برای آموزش مطالب تجربی در محیط واقعیت مجازی و واقعیت افزوده بر پایه تلفن همراه هوشمند تهیه شده است. این سیستم بر ارتقای قدرت تشخیص خطرات^۲، در مهندسان رسته ایمنی پروژه‌های ساخت تمرکز دارد. بدین گونه، مهندسان قادر به تجسم تمامی اطلاعات مرتبط با ایمنی به هنگام تعامل با محیطی واقعی می‌باشند. بر همین اساس شناخت مسائل ایمنی وارد فاز جدید در فضایی گسترده‌تر می‌شود. این تحقیق شامل دو فاز می‌باشد، فاز اول دربردارنده یادگیری دستورالعمل‌های ایمنی به کمک سیستم واقعیت مجازی و واقعیت افزوده مبتنی بر تلفن همراه است. فاز دوم مربوط به استفاده از این دانش و به کارگیری آن در محیط شبیه‌سازی شده از واقعیت می‌باشد.



شکل ۱ - هرم توزیع میزان به خاطر سپاری آموزش به شیوه های گوناگون [۶]

۲- مرور ادبیات

در این قسمت به بررسی کارهای انجام شده در زمینه ۱. شیوه‌های امروزه آموزش ایمنی و ۲. تکنیک تجسم سازی و تلفن همراه هوشمند در ساخت و ساز و آموزش از گذشته تا امروز پرداخته شده است.

۲-۱- شیوه‌های امروزه آموزش ایمنی:

صنعت ساخت و ساز همواره با عدم قطعیت‌های بسیاری همراه بوده است [۱۱]، از این حیث این صنعت دارای محیطی منحصر به فرد در هر پروژه می‌باشد. به نحوی که در یک مکان پروژه ساختمانی عوامل متعددی در آن اثرگذار می‌باشند. ترتیب اجرای فعالیت‌های ساختمانی به گونه‌ای است که در یک زمان مشخص فعالیت‌های متفاوتی در مکان پروژه در حال انجام هستند. با وجود این شرایط، سوانح مشکلات جدی و جدایی‌ناپذیر این حرفه بوده که مکرراً اتفاق می‌افتند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سوانح ساختمانی باعث لبریز شدن هزینه‌ها، کمبود منابع انسانی و به وجود آمدن تأخیرها شده است

¹ Immersive

² Hazard Identification

[۱۲]. غالباً علل سوانح برآمده از خطاهای عمدی، اشتباهات سهوی و سو برداشت‌ها بوده است [۱۳]. یکی از عوامل اساسی این موضوع، آگاهی ضعیف از آموزش‌های ایمنی است، که منجر به فقدان دانش و تجربه عملی کافی در مدیریت ایمنی بوده است [۱۴]. تحقیقات بیان می‌کنند که بسیاری از مهندسان از آگاهی ایمنی کافی برخوردار نیستند. این کمبود آگاهی خود نشأت گرفته از عدم انتقال دانش ایمنی حداقل و پایه با روش‌های آموزشی رایج به این اشخاص بوده است [۱۵]. بنابراین سیستم آموزش ایمنی مؤثر می‌تواند به ارتقای دانش و تجربه عملیاتی افراد برای جلوگیری از وقوع سوانح مهلک و کشنده در محل پروژه‌های ساختمانی کمک نماید. اخیراً این دانش ایمنی از طریق تمرین و آموزش، برنامه‌های کارآموزی و تجربه کاری محقق می‌شود [۱۶]. اکثر برنامه‌های تمرینی آموزش ایمنی در قالب فایل‌های نمایشی، تست‌های چند گزینه‌ای و ارائه‌های آموزشی بوده است [۱۷]. بعضی اوقات شناسایی خطرات و ریسک‌های قوی‌تر، از طریق سمینارها، کنفرانس‌ها، سخنرانی‌ها و فیلم‌ها مورد بحث قرار می‌گیرند [۱۸]. اما در تمام این برنامه‌ها، علم آموز نقشی غیرفعال دارد [۱۹]، به علاوه همین عدم درگیری کافی در برنامه آموزشی باعث خسته‌کنندگی فرد می‌شود [۲۰]. محققان بر این نکته تأکید کردند که دانش انجام کارهای خاص از طریق یادگیری به صورت عملی بوقوع می‌پیوندد. به علاوه دانشی که تنها از طریق مطالب نظری محقق شود علاوه بر اینکه قدرت کاربردی و جزئیات بالایی ندارد [۲۱]، به سرعت نیز از یاد می‌رود. به ویژه در آموزش‌ها و تمرین‌های ایمنی باید از یادگیری و درک مفاهیم مطمئن شویم، تا در صورت نیاز توانایی تشخیص خطرات مشخص در فرد وجود داشته باشد [۲۲]. آموزش ایمنی در دانشگاه‌ها فرصتی را برای فعالان آینده صنعت ساختمان به وجود می‌آورد، تا آن‌ها را برای محل کار خود آماده سازد. این آمادگی با آموزش‌های در محل پروژه تکمیل می‌شود [۲۳]. در مورد شیوه اخیر آموزش ایمنی، بررسی‌ها نشان می‌دهد که سخنرانی سنتی مبتنی بر واحد درسی توانایی به نتیجه رساندن مهندسان شرکت کننده در دوره آموزشی برای استفاده این آموزه‌ها در محیط کار را ندارند [۱۷]. آموزش تجربی همراه با کلاس‌های سنتی، یادگیری آنلاین و تقویت یکپارچگی میان آموزش‌های نظری و عملی باعث بهبود توانایی‌های عملیاتی می‌شود [۲۴]. براساس گزارش NMC تکنیک‌های تجسم سازی پیشرفته مانند واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و تلفن همراه توانایی بیشتری در یاری رسانی به علم آموزان در قیاس با شیوه‌های سنتی آموزش و سخنرانی‌های حال حاضر مورد استفاده در دانشگاه‌ها دارند [۲۵، ۲۶].

۲-۲- تکنیک تجسم سازی و تلفن همراه هوشمند در ساخت و ساز و آموزش

در سال‌های اخیر تکنولوژی‌های تجسم‌سازی مانند واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، زمینه‌ی ارتقاء ایمنی این صنعت را فراهم آورده‌اند [۲۷]. واقعیت مجازی که در چند دهه‌ی اخیر گسترش یافته است، در حقیقت تکنولوژی است که به کاربران خود اجازه حضور در محیطی سه بعدی و الهام گرفته از واقعیت را به صورت در آن واحد^۲ می‌دهد [۲۸]. واقعیت مجازی برای یادگیری تجربیات گوناگون از تصاویر به کار گرفته شده است. در حقیقت، محیط واقعیت مجازی بطور ویژه بر آموزش‌های عالی مؤثر بوده است [۲۹]. از تکنولوژی‌های واقعیت مجازی و واقعیت افزوده به طور وسیعی برای آموزش حرفه‌ای در مشاغل با ریسک بالا مانند خلبانی [۳۰]، جراحی [۳۱] و بسیاری موارد دیگر مورد استفاده قرار گرفته است [۳۲]. از واقعیت افزوده نیز در مباحثی مرتبط با محل پروژه‌هایی ساختمانی استفاده شده است. در حقیقت مزیت واقعیت افزوده، استفاده آن از محیط واقعی است. در واقعیت افزوده، اقدام به افزودن مواردی دلخواه به واقعیت برای تکمیل آن محیط می‌شود [۳۳]. مطالعات بسیاری وجود دارند که در آن‌ها به کمک واقعیت افزوده، آموزش مهارت‌های کاری مانند تجسم سازی اطلاعات، بازرسی و کنترل فعالیت‌ها داده شده است [۳۴]. قسمتی از مطالعات در مورد انطباق واقعیت مجازی و واقعیت افزوده به جهت آموزش و تمرین افراد در صنعت ساخت و ساز بوده است. [۳۵]. گروهی دیگر به استفاده از واقعیت مجازی برای آموزش معماری با استفاده از اطلاعات آتو کد و مدل‌سازی سه بعدی پرداختند [۳۶]. جمعی از محققین یک بررسی برای آموزش ایمنی به کمک ایجاد محیط بازی مبتنی بر مکان پروژه ساختمانی پرداختند [۴]. تحقیقات یک محقق به معرفی یک محیط مدل‌سازی شده با واقعیت افزوده در جهت ارتقای آموزش مهندسی و مدیریت ساخت ختم شد. [۳۷]. در ادامه تلاش‌های گوناگونی برای ارایه پتانسیل‌های موجود در استفاده از تکنولوژی تلفن

¹ New Media Consortium Horizon Report

² Real Time

همراه در ساخت و ساز صورت گرفت [۳۸, ۳۹]. به عنوان نمونه از تلفن همراه هوشمند برای سیستم مدیریت کاستی‌ها استفاده شد [۳۴]. یکی دیگر از پتانسیل‌های تلفن همراه هوشمند، سیستم مدیریت ریسک در محل کارگاه بود که به مکان یابی و ثبت مناطق ریسک پذیر سایت پروژه می‌پرداخت. پژوهشگرانی به استفاده از واقعیت مجازی و واقعیت افزوده جهت آموزش مسائل ایمنی، ساخت و ساز و تجهیزات تاکید کردند [۴۰]. در ادامه محققانی برای انتقال مفاهیم آموزش ایمنی ساخت از شبیه‌سازی محیط‌های پروژه به صورت بازی با ابزار واقعیت مجازی استفاده نمودند [۴۱].

با توجه به موارد فوق، همه مطالعات منجر به نتایج مثبت بسیاری شده است. اما نیازمند دانش تخصصی خاصی می‌باشند و استفاده از آن برای افراد نا آشنا بدون حضور اپراتور وسیله، شاید کاری نا ممکن باشد که در نهایت مطالعه‌ای که به استفاده از واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در تلفن همراه برای پر کردن شکاف بین کلاس‌های درس و مکان واقعی پروژه در جهت آموزش موارد ایمنی باشد به نحوی که استفاده از آن سهل باشد به چشم نمی‌خورد.

۳- روش تحقیق

هدف این پژوهش ارتقاء آموزش ایمنی از طریق واقعیت افزوده مبتنی بر تلفن همراه می‌باشد. مطابق با شکل شماره ۲، نرم‌افزار طراحی شده شامل سه مرحله ۱. جمع آوری داده‌ها (گردآوری قوانین مورد نیاز برای آموزش ایمنی و تهیه تصاویر ۳۶۰ درجه از مکان پروژه ساختمانی)، ۲. آماده سازی داده‌ها (تهیه سناریوهای آموزشی براساس تصاویر)، ۳. ساخت نرم‌افزار تلفن همراه هوشمند (ساخت نرم‌افزار به کمک موتوربازی سازی یونیتی^۱ با ویژگی‌های مدنظر سیستم آموزشی پیشنهادی) و ۴. آموزش با سیستم پیشنهادی به علم آموزان می‌باشد. این سیستم شامل فاز ۱. آموزش با شیوه پیشنهادی به علم آموزان و ۲. ارزیابی دانش کسب شده علم آموزان در این شرایط می‌باشد. در ادامه به بررسی جزئیات فازهای سیستم پیشنهادی پرداخته شده است.



شکل ۲ - مراحل اجرایی سیستم آموزش به شیوه شبیه‌سازی واقعیت در عینک‌های واقعیت مجازی بر پایه تلفن همراه هوشمند

¹ Unity Game Engine

۳-۱- فاز اول: آموزش به شیوه واقعیت افزوده برپایه تلفن همراه هوشمند

این مرحله در مورد تعلیم و انتقال دانش ایمنی براساس محتوای آموزشی تصادفی می‌باشد. از طریق این محتواها قوانین، دستورالعمل‌ها و شیوه ایمن انجام فعالیت‌ها به علم آموزان با استفاده از سیستم واقعیت افزوده برپایه تلفن‌های هوشمند مطابق با شکل شماره ۳ آموزش داده می‌شود. در این رویکرد ابتکاری، مهندسی به کمک تلفن‌های همراه هوشمند خود نرم‌افزار ساخته شده را نصب می‌کنند. سپس با استفاده از عینک‌های واقعیت مجازی به مشاهده تصاویری آموزشی می‌پردازند. این تصاویر، صحنه‌های واقعی عکسبرداری شده از پروژه‌های ساختمانی می‌باشند. در این عکس‌ها به کمک واقعیت افزوده موارد آموزشی مورد نظر که شامل ریسک‌ها و خطرات ایمنی هستند، منطبق بر استانداردهای یادگیری ایمنی به علم آموزان به صورت تجربی آموزش داده می‌شود. بر همین اساس مطالب موجود در آیین‌نامه‌ها به صورت کاملاً تجسمی به فرد علم آموز منتقل می‌شود. به این صورت که علم آموز، حسی مشابه با حضور در آن محیط‌ها را تجربه می‌کند. بنابراین آموزش موضوعات ایمنی به کمک تصاویر افزوده‌دار از مکان پروژه‌های ساختمانی انجام شده است. پس از گذراندن این مرحله، افراد قادر به تشخیص خطرات و ریسک‌های ایمنی هستند.



شکل ۳ - تصویر محیط اجرایی فاز دوم یا ارزیابی



شکل ۴ - تصویر محیط اجرایی فاز اول یا فاز

۳-۲- فاز دوم: ارزیابی دانش کسب شده علم آموزان در شرایط شبیه‌سازی شده

در فاز دوم از سیستم پیشنهادی، علم آموزان در فضایی مشابه با فاز نخست شروع به مشاهده تصاویری از وضعیت مکان پروژه‌های ساختمانی کردند. اما با این تفاوت که این بار به جای مشاهده اطلاعات آموزشی، سوالاتی هدفمند از تصاویر موجود به سبب سنجش میزان عمق یادگیری مهندسی مطابق با شکل شماره ۴ پرسیده شده است. در این فاز افراد سعی می‌کنند تا از آموزه‌هایی که در فاز پیشین کسب کرده‌اند، در جهت تشخیص ریسک‌های ایمنی درست در فضایی شبیه‌سازی شده از واقعیت استفاده نمایند. در این فاز، ابتدا مهندسی احساس رویارویی با یک شرایط شبه واقعی می‌کنند، که باید به تنهایی خطرات را در آن واحد تشخیص داده و آن‌ها را تحلیل نمایند. در نگاهی دیگر، تمرینی از دانش خود بعمل می‌آورند تا حداقل آموزش‌های پیشین خود را محک زند و آموزش‌ها یک مرتبه دیگر تکرار شود.

۳-۳- ساخت سیستم پیشنهادی

در این قسمت ساخت سیستم پیشنهادی در تلفن‌های همراه هوشمند بررسی شده است. برای این منظور، همانطور که در شکل ۲ نمایان می‌باشد، ابتدا اقدام به تصویر برداری ۳۶۰ درجه از محیط پروژه‌های ساختمانی گردیده است. این تصاویر بهتر است با دوربین‌های DSLR¹ به همراه لنزهای عریض یا

¹ Digital Single Lens Reflex

پانوراما^۱ گرفته شوند، تا کیفیت قابل قبولی داشته باشند. کیفیت به این دلیل اهمیت دارد که افراد می‌بایست با دیدن تصاویر، توانایی جزئی نگری و تشخیص موارد ریز را داشته باشند. پس از ثبت تصاویر، آن‌ها به داخل موتور بازی سازی یونیتی آورده می‌شوند. در اینجا روند ساخت رابط کاربری، ایجاد افزوده‌ها به واقعیت و در نهایت درج نکات آموزشی ایمنی در بستر^۲ واقعیت مجازی انجام می‌شود. نکات آموزشی در بسته‌های آموزشی طبق نظر کارشناسان با سناریوهای هدفمند گردآوری می‌شوند تا هر بسته به مقتضای نیاز علم آموز توانایی آموزش و یادگیری را داشته باشد. هر آموزش براساس سناریوهای از پیش تعیین شده به مهندسان آموزش داده شده است. سناریو هر یک از بسته‌های آموزشی شامل حوادث ناگوار پیش پا افتاده صنعت ساخت و ساز می‌باشد. در این بین، سقوط از ارتفاع رایج‌ترین ریسک ایمنی در سایر سوانح این صنعت می‌باشد. به طوری که طبق گزارش‌های گروهی از متخصصین، این نوع سانحه سهمی حدود ۳۰ درصد از انواع سوانح حوزه ساخت و ساز را دارد. بر همین اساس، تنها برای آموزش این سانحه، سه سناریو تعریف شده است. عامل حادثه ساز دیگر، سقوط اجسام و مصالح از جرنقیل یا لبه طبقات می‌باشد. رفتار صحیح با این موضوع نیز مورد بررسی قرار گرفته است. گفته‌های فوق در جدول شماره ۱ به تفکیک توضیح داده شده‌اند.

جدول ۱ - سناریوهای آموزشی به همراه موضوعات مورد توجه

شماره سانحه	ریسک	آموزش‌های ایمنی	تصویر
۱	سقوط کارگران از لبه طبقه (سناریو ۷)	برای رفت آمد از نردبان، کارگران حصار لبه طبقه را برداشتن و در نهایت فراموش کردند حصار را نصب نمایند.	
۲	سقوط کارگران از لبه طبقه (سناریو ۲)	در طبقه دوم، قسمت شرقی تصویر موجود از کشیدن حصار ایمنی اجتناب شده است.	
۳	سقوط کارگران (سناریو ۳)	به علت رفت و آمد راحت تر ماشین‌های ساختمانی، حصار پیاده رو با زمین پروژه کشیده نشده است.	
۴	سقوط مصالح از لبه طبقه (سناریو ۵)	مصالح چوبی بارگذاری شده در لبه طبقه ممکن است خطر ریزش داشته باشند.	

۳-۴- اجرای سیستم

روند استفاده از سیستم پیشنهادی همانطور که در جدول ۱ نمایان است به این صورت می‌باشد که، هنگام برگزاری دوره‌های آموزشی ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست در کلیه آموزشگاه‌ها، پس از توضیح یک سری موارد نظری در رابطه با رفتار صحیح ایمنی در مقابل ریسک‌های پروژه‌های ساخت، حال برای تکمیل و آموزش تجربی مطالب به علم آموزان، از افراد خواسته شده است که نرم افزار تهیه شده را پس از بارگیری در تلفن هوشمند خود نصب نمایند. سپس تلفن خود را درون عینک واقعیت مجازی قرار می‌دهند. از علم آموزان خواسته می‌شود تا وارد محیط نرم‌افزاری شوند، و شروع به انجام فاز اول نرم‌افزار ساخته شده یعنی فاز آموزش نمایند. در این مرحله تصاویر گرفته شده به همراه نکات آموزشی درج شده در آن‌ها برحسب سناریوهای آموزشی تحت نظر مربی توسط علم آموزان، آموزش داده می‌شوند. در بسته آموزشی تهیه شده، سه تصویر در مورد خطر سقوط کارگران از ارتفاع بوده

¹ Panorama

² Platform



دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران

۸ و ۷ خرداد ۱۳۹۹

دانشگاه صنعتی سهند، تبریز، ایران



و دو تصویر نیز در رابطه با ریسک سقوط مصالح از جرثقیل یا طبقات بوده است. نکات گردآوری شده در این تصاویر همگی برحسب استانداردهای آموزش HSE¹ در پروژه های ساختمانی ایران بوده و توسط کارشناسان این صنعت مورد بررسی قرار گرفته است. موضوعاتی در نرم افزار استفاده شده که اولاً در مباحث نظری به صورت کامل منتقل نمی شوند و دوماً از مباحث مهم و کلیدی این حرفه می باشند. به همین ترتیب، علم آموزان نکات ایمنی را یاد می گیرند. به بیان دیگر، فاز اول از سیستم به پایان می پذیرد. سپس در فاز دوم یا پس از یادگیری نکات آموزشی، بار دیگر تصاویری منتخب برای علم آموزان نمایان می شود. با این تفاوت که این بار به جای آموزش، از دانش کسب شده در فاز پیشین به طور غیرمستقیم سوال پرسیده می شود. پس از مشاهده تصاویر، ابتدا در رابطه با وجود ریسک احتمالی سوال می شود. سپس در صورت تشخیص وجود ریسک، سوال های بعدی در رابطه با نوع و مکان ریسک پرسیده می شود. به بیان دیگر، علم آموز پس از مشاهده تصویری از مکان پروژه ساختمانی واقعی، اقدام به تشخیص ریسک های ایمنی موجود آن می نماید. پس از جواب دهی به تمامی سوالات و تصاویر، نتیجه آزمون در اختیار او و مربی گذاشته می شود.

۴- ارزیابی سیستم آموزشی پیشنهادی

بعد از مرحله یادگیری و سنجش یادگیری، اقدام به ارزیابی کیفیت یادگیری این سیستم آموزشی در قیاس با شیوه های سنتی آموزش برای سنجش میزان مهارت فرد آموزش دیده، هنگام قرارگیری در موقعیت های واقعی، حساس و پر ریسک شده است. جامعه آموزشی متشکل از دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا در رشته عمران می باشد. این دانشجویان در سطوح مختلف تجربه کاری و علمی نیز می باشند. غالب مباحث آموزشی درباره سقوط از بلندی و باقی موارد درباره سقوط مصالح از ارتفاع می باشد. موارد ارزیابی این پرسش نامه شامل ۱. سهولت استفاده (ارزیابی راحتی استفاده، کیفیت رابط کاربری و حس مثبت از به کار بردن این سیستم)، ۲. تطابق با واقعیت (بررسی میزان حس حضور در محیط واقعی)، ۳. تشخیص مطالب ایمنی (قابل تشخیص بودن نکات آموزشی مورد هدف سامانه)، ۴. حافظه یادگیری ایمنی (میزان به خاطر سپاری آموزش ها با روش پیشنهادی در مهندسين) و ۵. قابلیت اجرایی این سیستم آموزشی می باشد. ارزیابی به صورت کیفی انجام شد. همانطور که در جدول ۲ مشخص می باشد، نمره ویژگی سهولت استفاده ۴٫۱ شد که نشان از مطلوبیت کار با نرم افزار می باشد. امتیاز تطابق با واقعیت به نمره ۳٫۶ دست یافته، که این بخاطر استفاده از تصاویر واقعی از سایت های ساخت و سازی می باشد. ویژگی تشخیص مطالب ایمنی به نمره ۳٫۷ مختوم شد، این نمره اگر از تصاویر متحرک استفاده می شد یا امکان حرکت در محیط محیا بود پتانسیل دست یافتن به نمره بالاتر نیز داشت. امتیاز ویژگی حافظه یادگیری ایمنی در این سیستم پیشنهادی برابر با ۳٫۴ است. علت این امتیاز قابل قبول، قدرت بیشتر حافظه تصویری در قیاس با حافظه متنی است. امتیاز ویژگی قابلیت اجرایی این سیستم آموزشی نیز به ۳٫۴ رسید. از عوامل محتمل این نمره می توان به نبود زیرساخت های مناسب و باورهای نوین در آموزش اشاره کرد.

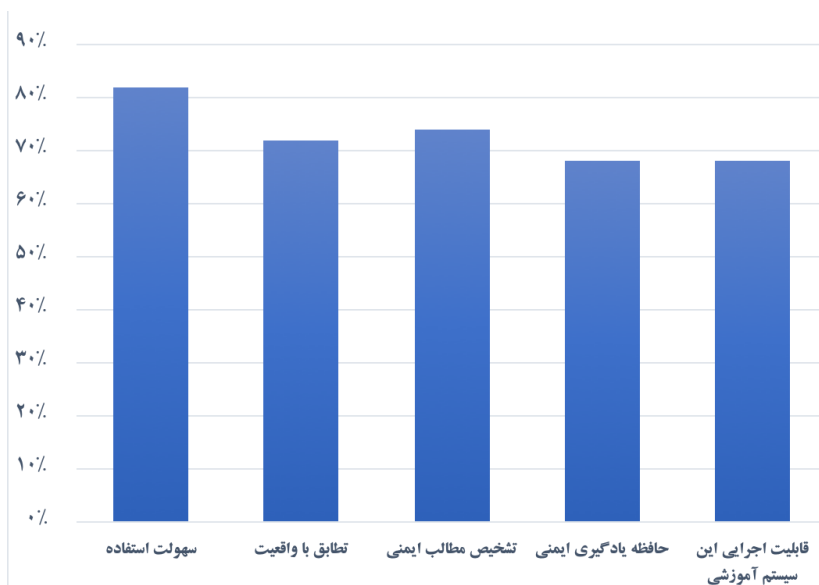
¹ Health, Safety and Environment

جدول ۲ - نتایج ارزیابی استفاده کنندگان سیستم آموزشی پیشنهادی

ویژگی	امتیاز	نتایج
۱. سهولت استفاده	۴,۱	
آیا احساس راحتی هنگام کار با عینک واقعیت مجازی و تلفن همراه در تعامل با محیط داشتید؟	۴,۳	خیلی راحت امتیاز بالای این بخش نشان از سهولت استفاده از سیستم عینک واقعیت مجازی تلفن همراه برای کاربران می باشد.
استفاده از سیستم برای شما ساده بود؟ توانایی راه اندازی و استفاده سیستم را به راحتی داشته باشید.	۳,۹	متوسط
۲. تطابق با واقعیت	۳,۶	
علامت واقعیت افزوده تا چه میزان قابل درک بودند؟	۳,۹	بالا محتوای مجازی تهیه شده حس حضور در محیط را القاء کردند.
اطلاعات نمایش داده شده از محیط، شفاف بودند؟	۳,۵	واضح اطلاعات ایمنی کافی توسط سیستم برای کاربر فراهم شده است.
آیا این سیستم توانایی بازتاب تجربه حضور واقعی در سایت پروژه را برای شما داشت؟	۳,۵	سناریوهای مجازی تعریف شده، اهداف آموزشی را محقق می کنند. توانایی تشخیص ریسک های ایمنی را برای مهندسين بوجود آورد.
۳. تشخیص مطالب ایمنی	۳,۷	
محتویات آموزشی ایمنی موجود در تصاویر مفید بودند؟	۳,۹	کمک کننده استفاده از این سیستم در تشخیص ریسک های ایمنی مفید دیده شد.
آیا سیستم از پس ارتقاء توانایی های تشخیص ریسک های ایمنی مهندسان در سایت های ساختمانی واقعی بر خواهد آمد؟	۳,۵	متوسط به نظر می رسد سیستم عینک واقعیت مجازی قدرت تشخیص را بالا برد.
۴. حافظه یادگیری ایمنی	۳,۴	
آیا به این باور رسیدید که با استفاده از این سیستم حافظه یادگیری ایمنی شما افزایش می یابد؟	۳,۶	راضی کننده محتوای افزوده و تصاویر واقعی ۳۶۰، ماندگاری خوبی در ذهن داشت.
آیا شما انتظار دارید استفاده از عینک های واقعیت مجازی و تلفن همراه با تصاویر مشاهده شده در بلند مدت در مخاطر بسیاری شما تأثیر بگذارد؟	۳,۲	معمولی با توجه به یادگیری به کمک تصویر، انتظار ماندگاری بیشتر اطلاعات در ذهن می باشد، هرچند بهتر است این مورد هم بررسی شود.
۵. قابلیت اجرایی این سیستم آموزشی	۳,۴	
آیا به نظر شما این سیستم توانایی ارتقاء آموزش ایمنی ساخت و ساز را به شکل مؤثر نیز دارد؟	۳,۸	مؤثر سیستم پیشنهادی در ارتقاء دانش و کارایی ایمنی کارگاه مفید بود.
آیا یادگیری به شیوه تلفن همراه و عینک واقعیت مجازی را کارآمدتر از آموزش به شیوه های سنتی دیدید؟	۳	متوسط کاربران بر این باورند که سیستم پیشنهادی به مراتب قدرت بیشتری در ارتقاء یادگیری نسبت به سایر شیوه های آموزشی سنتی دارد

۵- نتیجه گیری

تحقیق پیش رو به ارائه یک سیستم جهت آموزش مفاهیم تجربی ایمنی ساخت و ساز با استفاده از ابزار واقعیت افزوده بر پایه تلفن های همراه هوشمند پرداخته است. به سبب تجربی بودن آموزه های ایمنی، با استفاده از این شیوه، ماندگاری آن ها در ذهن بیشتر شده است. در حقیقت، به جای یادگیری مفاهیمی که نیاز به تجربه و حضور در محیط واقعی و صرف هزینه و زمان فراوان دارند، این امکان محیا شده است تا مطالب در همان محیط های آموزشی به صورت کاملاً شبیه سازی شده به متقاضیان آموزش داده شوند. همانطور که ملاحظه می شود، هزینه پیاده سازی این سیستم بسیار کمتر از بروز تنها یکی از سوانح ایمنی موجود در پروژه های ساختمانی می باشد. در ادامه، در پیرو بررسی شایستگی سیستم، همانطور که گفته شد، یک کلاس درس آموزشی برگزار و در نهایت میزان کیفیت آموزشی ارزیابی شد. مطابق با شکل شماره ۴ در این سیستم آموزشی، بیش از ۸۰ درصد استفاده کنندگان با سهولت استفاده از سیستم موافق بودند. بیش از ۷۰ درصد استفاده کنندگان از تطابق با واقعیت تصاویر رضایت داشتند.



شکل ۵ نتایج ارزیابی استفاده کنندگان سیستم آموزشی پیشنهادی

در مورد تشخیص مطالب ایمنی، رضایت بیش از ۷۰ درصد استفاده کنندگان را به همراه داشت. در مورد حافظه یادگیری ایمنی نتایج نشان می‌دهد که بیش از ۶۵ درصد از موارد حافظه یادگیری بهبود داشته است. و در نهایت این سیستم طبق نظر استفاده کنندگان بیش از ۶۵ درصد قابلیت اجرایی برای استفاده به عنوان سیستم آموزشی را دارد. هدف اصلی این سیستم پیشنهادی جلوگیری از کسب علم و دانش با تجربه‌های سعی و خطایی در محیط کار ساختمانی بود که در ادامه این مهم، منجر به صرف هزینه و زمان سنگینی برای پروژه می‌شود. در آخر مشخص شد که تکنولوژی واقعیت افزوده و تلفن همراه هوشمند برای یادگیری به مثابه باز شدن پنجره‌ای جدید به روی سیستم‌های آموزشی در صنعت ساخت و ساز عمل می‌کند. شایان توجه است که این آموزش‌ها در آینده‌ای نه چندان دور جایگزین شیوه‌های حال حاضر خواهد شد. در این صورت بهتر است که سریع‌تر در این جهت حرکت نماییم.

۶- مراجع

- Garrett, J. and J. Teizer, Human factors analysis classification system relating to human error awareness taxonomy in construction safety. *Journal of Construction Engineering and and Management*, 2009. 135(8): p. 754-763.
- Woodward, S., *Rethinking patient safety*. 2017: Productivity Press.
- Choi, B., S. Ahn, and S. Lee, Role of social norms and social identifications in safety behavior of construction workers. I: Theoretical model of safety behavior under social influence. *Journal of construction engineering and management*, 2017. 143(5): p. 04016124.
- Lin, K.-Y., J.W. Son, and E.M. Rojas, A pilot study of a 3D game environment for construction safety education. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 2011. 16(5): p. 69-84.
- Saleh, J.H. and C.C. Pendley, From learning from accidents to teaching about accident causation and prevention: Multidisciplinary education and safety literacy for all engineering students. *Reliability Engineering & System Safety*, 2012. 99: p. 105-113.
- Dale, E. and B. Nyland, *Cone of learning*. Educational Media, 1960.
- Behzadan, A.H. and V.R. Kamat, Enabling discovery-based learning in construction using telepresent augmented reality. *Automation in Construction*, 2013. 33: p. 3-10.
- El-Hussein, M.O.M. and J.C. Cronje, Defining mobile learning in the higher education landscape. *Journal of Educational Technology & Society*, 2010. 13(3): p. 12-21.
- Ally, M., *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*. 2009: Athabasca University Press.
- Gikas, J. and M.M. Grant, Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. *The Internet and Higher Education*, 2013. 19: p. 18-26.



11. Olson, D.L. and D. Wu, Enterprise risk management in projects, in Enterprise risk management models. 2020, Springer. p. 165-177.
12. Ho, C.-L. and R.-J. Dzung, Construction safety training via e-Learning: Learning effectiveness and user satisfaction. *Computers & Education*, 2010. 55(2): p. 858
13. Reese, C.D. and J.V. Eidson, *Handbook of OSHA construction safety and health*. 2006: Crc Press.
14. Choudhry, R.M. and D. Fang, Why operatives engage in unsafe work behavior: Investigating factors on construction sites. *Safety science*, 2008. 46 : (۴) p. 566-584.
15. Tam, C., S. Zeng, and Z. Deng, Identifying elements of poor construction safety management in China. *Safety science*, 2004. 42(7): p. 569-586.
16. Gambatese, J.A., Safety emphasis in university engineering and construction programs. *Construction safety education and training—A global perspective*, 2003.
17. Cherrett, T., et al., Making training more cognitively effective: Making videos interactive. *British Journal of Educational Technology*, 2009. 40(6): p. 1124-1134.
18. Odusami, K., O. Oyediran, and A. Oseni, Training needs of construction site managers. *Emirates Journal for Engineering Research*, 2007. 12(1): p. 73-81.
19. Goedert, J., et al., A framework for virtual interactive construction education (VICE). *Automation in Construction*, 2 : (۱) ۲۰ . ۰۱) p. 76-87.
20. Le, Q.T., A. Pedro, and C.S. Park, A social virtual reality based construction safety education system for experiential learning. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 2015. 79(3-4): p. 487-506.
21. Clevenger, C., S. Glick, and C.L. del Puerto, Interoperable learning leveraging building information modeling (BIM) in construction education. *International Journal of Construction Education and Research*, 2012. 8(2): p. 101-118.
22. Topf, M., The Safety Net A look at demographic and social challenges facing the new breed and the old guard of safety professionals. *Occupational Hazards*, 2000. 62(11): p. 49-52.
23. Jaeger, M. and D. Adair. Construction safety simulations and students' perception of stress. in 40th SEFI Conference-Engineering Education 2020: Meet the future. 2012.
24. Jang, S.-J., The effects of integrating technology, observation and writing into a teacher education method course. *Computers & Education*, 2008. 50(3): p. 853-865.
25. Johnson, L., et al., NMC horizon report: 2016 higher education edition. 2016: The New Media Consortium.
26. Johnson, L., et al., The 2011 Horizon Report. Austin, Texas: The New Media Consortium; 2011 [cited 2012-08-29].
27. Jamali, S.S., et al., Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015. 197: p. 659-668.
28. Sampaio, A.Z., P.G. Henriques, and O.P. Martins, Virtual reality technology used in civil engineering education. *The open virtual reality journal*, 2010. 2.(۱)
29. Koskela, M., et al., Suitability of a Virtual Learning Environment for Higher Education. *Electronic Journal of e-Learning*, 2005. 3(1): p. 23-32.
30. Maltby, N., et al., Virtual reality exposure therapy for the treatment of fear of flying: A controlled investigation. *Journal of consulting and clinical psychology*, 2002. 70(5): p. 1112.
31. Basdogan, C., et al., VR-based simulators for training in minimally invasive surgery. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2007. 27(2): p. 54-66.
32. Specht, M., *Mobile Augmented Reality for Learning*. 2012.
33. Azuma, R.T., A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1997. 6(4): p. 355-385.
34. Park, C.-S., et al., A framework for proactive construction defect management using BIM, augmented reality and ontology-based data collection template. *Automation in Construction*, 2013. 33: p. 61-71.
35. Irizarry, J. and D.M. Abraham, Application of virtual reality technology for the improvement of safety in the steel erection process, in *Computing in Civil Engineering (2005)*. 2005. p. 1-11.
36. Sampaio, A.Z., et al., 3D and VR models in Civil Engineering education: Construction, rehabilitation and maintenance. *Automation in Construction*, 2010. 19(7): p. 819-828.
37. Behzadan, A.H. and V.R. Kamat ,Integrated information modeling and visual simulation of engineering operations using dynamic augmented reality scene graphs. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 2011. 16(17): p. 259-278.
38. Fuertes, A., et al., Mobile learning in a real-world construction engineering scenario. 2008.
39. Anumba, C.J. and X. Wang, *Mobile and pervasive computing in construction*. 2012: John Wiley & Sons.
40. Behzadan, A.H., A. Iqbal, and V.R. Kamat. A collaborative augmented reality based modeling environment for construction engineering and management education. in *Proceedings of the 2011 winter simulation conference (WSC)*. 2011. IEEE.
41. Pedro, A., Q.T. Le, and C.S. Park, Framework for integrating safety into construction methods education through interactive virtual reality. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 2016. 142(2): p. 04015011.