

An Intelligent Architecture based on Cloud Computing for Electronic Education Systems Evaluation (ICCEESE)

Zeinab Lashkaripour¹, and Nik Mohammad Balouchzahi^{2*}

1- Department of Computer, Faculty of Engineering, Velayat University, Iranshahr, Iran.

2*- Department of Computer Engineering, Faculty of Electrical and Computer Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

¹z.lashkaripour@velayat.ac.ir, and ^{2*}balouchzahi@ece.usb.ac.ir

Corresponding author address: Nik Mohammad Balouchzahi, Faculty of Electrical and Computer Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran, Post Code : 45845 – 98167.

Abstract- Various systems such as an education system should adapt with the increasing development of technology and use it for pursuing their purposes. Hence, the concept of EE or web based education is considered in the recent years. Beside the various advantages of this highly useful model of education, limitations such as absence of proper infrastructure, improper resource efficiency, and hardware and software resource management cost, exist. This paper aims to tackle the mentioned challenges through benefitting from the advantages of CC. For this purpose, after introducing CC technology, its advantages in EE System (EES) and the related works are given. The proposed intelligent architecture for a cloud-based EES is presented afterwards which is applicable for various courses in different educational systems. A comprehensive application layer and an intelligent and highly flexible evaluation mechanism are some of the advantages of this architecture that result in higher user satisfaction and performance improvement. Other benefits include accurate insight to the system user roles, their accessible sections, and accordingly considering the required sections in the cloud management layer. After examining different methods of implementing the proposed architecture, it has been evaluated against customary EES and also the recently presented cloud-based architectures. Finally, aside from showing its superiority, the proposed steps towards transition to the proposed superior architecture and also its limitations are discussed.

Keywords- Electronic education, cloud computing, technology, system, service, service provider, data.

یک معماری هوشمند مبتنی بر رایانش ابری جهت ارزیابی سیستم‌های آموزش الکترونیک

زینب لشکری پور^۱، نیک محمد بلوچ زهی^{۲*}

۱- مربی، مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران.

۲- استادیار، مهندسی کامپیوتر، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

¹z.lashkaripour@velayat.ac.ir, and ²balouchzahi@ece.usb.ac.ir

* نشانی نویسنده مسئول: نیک محمد بلوچ زهی، سیستان و بلوچستان، زاهدان، خیابان دانشگاه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده برق و کامپیوتر، کد پستی: ۹۸۱۶۷-۴۵۸۴۵

چکیده- پیشرفت روزافزون فناوری، سیستم‌های مختلف از جمله سیستم آموزشی را بر آن داشته است که خود را با شرایط جدید وفق داده و از فناوری در جهت پیشبرد مقاصد خود استفاده نمایند. از این رو، آموزش الکترونیک یا همان آموزش مبتنی بر وب در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در کنار مزایای بسیار این نوع آموزش، محدودیت‌هایی وجود دارد از جمله نبود زیرساخت مناسب جهت توسعه، بهره‌وری نامناسب منابع و هزینه مدیریت منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری. مقاله حاضر با هدف پرداختن به چالش‌های فوق از طریق بهره‌مندی از مزایای رایانش ابری، ارائه شده است. برای این منظور، پس از معرفی فناوری رایانش ابری، به مزایای آن در سیستم آموزش الکترونیک و کارهای صورت گرفته خواهیم پرداخت. سپس، معماری هوشمند پیشنهادی برای یک سیستم آموزش الکترونیک مبتنی بر رایانش ابری ارائه می‌شود که قابلیت به کارگیری برای دروس مختلف در هر نوع سیستم آموزشی را داراست. از نقاط قوت معماری فوق می‌توان به داشتن یک سطح کاربردی جامع و نیز مکانیزم ارزیابی هوشمند و بسیار منعطف اشاره نمود که نتیجه آن افزایش رضایت‌مندی و بهبود عملکرد کاربران است. از دیگر مزایای آن، نگرش دقیق به نقش کاربران سیستم و بخش‌های قابل دسترس توسط آن‌ها و متناسب با آن در نظر گرفتن بخش‌های لازم در سطح مدیریت ابر می‌باشد. پس از بررسی شیوه‌های مختلف پیاده‌سازی معماری پیشنهادی، به ارزیابی آن نسبت به سیستم آموزش الکترونیک مرسوم و همچنین معماری‌های مختلف مبتنی بر ابر پرداخته شده است. در نهایت نیز ضمن نشان دادن برتری آن، مراحل پیشنهادی جهت انتقال به معماری پیشنهادی در محیط‌های آموزشی و همچنین محدودیت‌های آن، ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: آموزش الکترونیک، رایانش ابری، فناوری، سیستم، خدمت، ارائه‌دهنده خدمت، داده.

۱- مقدمه

کامل جایگزین استاد گردد. بلکه تنها یک به‌روزرسانی در فناوری و ابزار می‌باشد که روش‌های جدید تحصیل را ارائه می‌کند. از این رو، استاد همچنان در توسعه و بهبود کارایی و استفاده از سیستم آموزش الکترونیک نقش مهمی ایفا می‌کند [۱]. توسعه و پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات، نیاز به تغییر را در سیستم‌های آموزش الکترونیک مرسوم^۴ افزایش می‌دهد. محدودیت‌هایی از جمله نبود

فناوری اطلاعات و ارتباطات^۱ به عنوان یک بخش جدایی‌ناپذیر زندگی به سرعت در حال پیشرفت است و مفاهیمی چون آموزش الکترونیک^۲ و رایانش ابری^۳ در نتیجه این پیشرفت ظهور پیدا کرده‌اند. آموزش الکترونیک یا آموزش مبتنی بر وب که در سال‌های اخیر در نظام آموزش مورد توجه قرار گرفته است، نمی‌تواند به‌صورت

همواره هر فناوری در کنار مزایا، چالش‌هایی را با خود به‌دنبال دارد که در مورد رایانش ابری برخی از مسائل حائز اهمیت عبارت‌اند از: امنیت و حریم خصوصی^{۱۳} داده، زیرا داده در دسترس ارائه‌دهنده خدمت^{۱۴} قرار دارد [۷]، تأخیر^{۱۵} و یا قطع شدن شبکه به‌دلیل دسترسی از راه دور^{۱۶}، هزینه تبادل^{۱۷} داده [۸] و مدیریت ابر.

رایانش ابری یک سیستم اطلاعاتی جدید مبتنی بر خدمت است که سه مدل خدمت با نام‌های نرم‌افزار به‌عنوان خدمت^{۱۸}، بستر به‌عنوان خدمت^{۱۹} و زیرساخت به‌عنوان خدمت^{۲۰} را ارائه می‌کند [۹]. در ادامه هر یک از سه مدل فوق تشریح می‌شوند.

نرم‌افزار به‌عنوان خدمت: در این نوع از خدمت، کاربر می‌تواند برنامه‌های کاربردی را در محیط ابری اجرا نماید در حالی که ارائه‌دهنده خدمت مسئول پشتیبانی از برنامه‌های کاربردی و نگهداری^{۲۱} سخت‌افزار و نرم‌افزار مورد نیاز می‌باشد. به‌بیان دیگر، مدیریت نمودن بستر میزبان در ابر بر عهده ارائه‌دهنده خدمت می‌باشد و کاربر نیازی به خرید مجوز، به‌روزرسانی و اجرای نرم‌افزار بر روی سیستم خود ندارد.

بستر به‌عنوان خدمت: در این نوع از خدمت، کاربر می‌تواند برنامه‌های کاربردی را با به‌کارگیری فناوری‌ها و امکاناتی که ارائه‌دهنده خدمت پشتیبانی می‌کند ایجاد نموده و بر روی زیرساخت ابری راه‌اندازی و مدیریت نماید. از این رو، کاربر در مقایسه با نوع قبل، کنترل بیشتری داشته ولی همچنان موارد امنیتی مرتبط به لایه‌های زیرین لایه برنامه کاربردی، تحت کنترل و نظارت ارائه‌دهنده خدمت می‌باشد.

زیرساخت به‌عنوان خدمت: در این نوع از خدمت، کاربر زیرساخت ابری را مدیریت نمی‌کند، ولی می‌تواند نرم‌افزارهای دلخواه مانند سیستم‌عامل را راه‌اندازی و اجرا نماید. در حقیقت کاربر می‌تواند به اجرا و نگهداری سیستم‌عامل و پشته‌ای از نرم‌افزارهای دلخواه خود بر روی منابع مجازی فراهم شده توسط ارائه‌دهنده خدمت پردازد.

علاوه بر سه مدل خدمت پایه، مدل‌های خدمت دیگری مانند ذخیره‌سازی داده به‌عنوان خدمت^{۲۲} [۱۰-۱۱]، امنیت به‌عنوان خدمت^{۲۳} [۱۲]، پایگاه‌داده به‌عنوان خدمت^{۲۴} [۱۳] و همه چیز به‌عنوان خدمت^{۲۵} [۱۴] معرفی شده‌اند. در تمام موارد فوق، با توجه به نیاز و درخواست کاربر، خدمات متفاوتی ارائه می‌گردد. در کنار انواع مدل‌های خدمت معرفی شده، یک سیستم رایانش ابری می‌تواند به چندین صورت عمومی^{۲۶}، خصوصی^{۲۷}، انجمنی^{۲۸} و ترکیبی^{۲۹} راه‌اندازی^{۳۰} شود [۳]، که در این قسمت به تشریح آن‌ها خواهیم پرداخت.

زیرساخت مناسب جهت توسعه، بهره‌وری نامناسب منابع و هزینه مدیریت منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری نیز مؤید لزوم این تغییر می‌باشد. مقاله حاضر با هدف پرداختن به چالش‌های فوق از طریق بهره‌مندی از مزایای رایانش ابری در امر آموزش الکترونیک ارائه شده است. در حقیقت، به‌کارگیری رایانش ابری که یک مدل جدید از ارائه اطلاعات و خدمات است، می‌تواند در فرآیند آموزش الکترونیک راه‌گشای بسیاری از مسائل پیش‌رو در نظام آموزش و نویدبخش آینده‌ای روشن برای آن باشد. بنابراین، در ادامه به تشریح دو مفهوم بسیار مهم و کاربردی رایانش ابری و آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر خواهیم پرداخت.

۱-۱- رایانش ابری

تعاریف متعددی برای رایانش ابری ارائه شده است و تعریف استاندارد برای آن وجود ندارد [۲]. با این حال، مؤسسه ملی استانداردها و فناوری^۵ [۳] رایانش ابری را به‌صورت زیر معرفی می‌کند:

رایانش ابری مدلی است که امکان دسترسی راحت، مطابق با نیاز و همه جا در دسترس را برای منابع مشترک مانند شبکه‌ها، خدمت‌گزارها، خدمات و برنامه‌های کاربردی، فراهم می‌کند.

با توجه به تعریف فوق برخی از مزایای استفاده از این فناوری به‌شرح زیر است:

- مصرف‌کنندگان می‌توانند با هر وسیله‌ای با قابلیت اتصال به اینترنت، مانند کامپیوتر شخصی یا تلفن همراه خدمات مورد نظر خود را سفارش داده و مدیریت نمایند؛ بنابراین، مستقل از مکان و دستگاه است [۴].
- استفاده بهینه^۶ از منابع مشترک با استفاده از فناوری مجازی‌سازی^۸ که جهت تأمین پویای منابع^۹ و افزایش بهره‌وری الزامی است.
- کاهش و یا افزایش سریع و منعطف مقیاس^{۱۰} منابع محاسباتی^{۱۱} اعم از فیزیکی یا مجازی [۵].
- هزینه خدمات ارائه شده مبتنی بر میزان استفاده می‌باشد و این در حالی است که فراهم نمودن مستقیم همان خدمات برای سیستم بسیار هزینه‌بر خواهد بود.
- مبتنی بر خدمت بودن، خصوصیت دیگر رایانش ابری می‌باشد. تمامی جزئیات خدمات در توافقنامه سطح خدمات^{۱۲} که پس از مذاکره بین طرفین امضاء می‌گردد، مشخص شده و حقوق و مسئولیت‌های هر یک تعیین می‌شود [۶].

عمومی: در یک ابر عمومی، ارائه‌دهنده خدمت، مالک^{۳۱} و مدیر

زیرساخت مربوط به ابر می‌باشد که به صورت استیجاری در اختیار کاربر قرار می‌گیرد.

خصوصی: مالکیت و استفاده از یک ابر خصوصی بر عهده یک سازمان خاص است و کارمندان آن کاربران ابر می‌باشند. این در حالی است که مدیریت نمودن ابر می‌تواند توسط خود سازمان یا یک شخص ثالث^{۳۲} و یا ترکیبی از این دو صورت پذیرد [۱۵].

انجمنی: ابر انجمنی توسط یک مجموعه از سازمان‌ها که دارای دغدغه‌های مشترک مانند امنیت و حریم خصوصی می‌باشند، بکار گرفته می‌شود. این نوع از ابر با توجه به مجموعه کاربران خود مابین ابر عمومی و خصوصی قرار دارد.

ترکیبی: در این حالت، حداقل دو زیرساخت ابری متمایز از نمونه ابرهای معرفی شده (عمومی، انجمنی یا خصوصی) به صورت موجودیت‌های مستقل با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

فناوری رایانش ابری علی‌رغم امکاناتی که فراهم می‌کند، در داخل از کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که رایانش ابری با داشتن پتانسیل‌های فراوان، قابلیت به‌کارگیری در حوزه‌های مختلف در سطح کشور از جمله سلامت، بانک‌داری و آموزش را دارا می‌باشد. از جمله مراکز تحقیقاتی و یا ارائه‌دهنده خدمت در این حوزه می‌توان به مراکز موجود در دانشگاه‌های امیرکبیر [۱۷-۱۶]، صنعتی اصفهان [۱۸]، رازی کرمانشاه [۱۹] و تبریز [۲۰] اشاره نمود. برای اطلاعات بیشتر در خصوص جایگاه رایانش ابری در ایران به [۲۱] مراجعه شود.

۱-۲- آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر

آموزش الکترونیک مرسوم محدودیت‌هایی از جمله نبود زیرساخت مناسب جهت توسعه، بهره‌وری نامناسب منابع و هزینه مدیریت منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را در پی دارد. فناوری رایانش ابری قادر است با فائق آمدن بر چالش‌های موجود، خدمات گسترده‌ای ارائه نماید. مزایای بکار بردن این فناوری در فرآیند آموزش الکترونیک برای کاربران مختلف اعم از دانشجوی، استاد، کارشناس^{۳۳} فناوری اطلاعات، و دانشگاه یا سازمان مربوطه، در جدول ۱ ارائه می‌شود.

با وجود آنکه کلاس مجازی [۲۸] یا آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر، بر مشکلات موجود در آموزش الکترونیک مانند کیفیت، مقیاس-پذیری^{۳۴} [۲۹]، عدم استفاده بهینه از منابع [۳۰] و تنها نقطه خرابی^{۳۵} بودن خدمت‌گزار [۲۸]، فائق آمده است، اما چالش‌ها و محدودیت‌هایی [۳۱] وجود دارد که می‌توان به اختصار به موارد زیر

اشاره نمود:

- حفظ امنیت و حریم خصوصی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
- صدور مجوز و مدل‌های قیمت [۲۵] یکی از ریسک‌های ناشی از استفاده نمودن از رایانش ابری در تحصیل است.
- برای محتوای^{۳۶} آموزشی به صورت فیلم یا فایل صوتی، بستر مناسب اینترنت با پهنای باند بالا نیاز است، زیرا تأخیر موجب ناراضایتی^{۳۷} کاربران می‌شود.
- تعداد زیاد درخواست‌های ارسالی به خدمت‌گزار با توجه به افزایش سالانه کاربران، نیازمند فناوری‌های سخت-افزاری و نرم‌افزاری مناسب جهت پردازش می‌باشد.
- تعیین سطح دانش و همچنین انگیزه دانشجویان از جمله مواردی است که نه تنها در کلاس‌های مجازی بلکه در در کلاس‌های مرسوم نیز مشکل‌ساز است.
- قوانین مدیریت آموزش بایستی مورد توجه قرار گیرند مانند مدیریت محتوای آموزش، درس، امتحان، کارایی و دانشجو [۳۲].

لازم به ذکر است که در ایران، آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر در فرآیند آموزشی دانشگاه‌ها چندان به چشم نمی‌خورد و این در حالی است که با استناد به [۳۳] برخی از دانشگاه‌های مطرح دنیا از فناوری رایانش ابری در راستای اهداف آموزشی خود استفاده می‌کنند. بنابراین، این حوزه فضای مناسبی برای تحقیق، پژوهش و سرمایه-گذاری محسوب می‌گردد.

در ادامه کارهایی که در زمینه آموزش الکترونیک انجام شده و از فناوری رایانش ابری برای این منظور استفاده نموده‌اند، معرفی می-گردند.

به منظور استخراج دانش در زمینه آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر، گروه اول مقاله‌ها [۳۴-۳۷]، که به معرفی فناوری ابر و همچنین چالش‌ها و مزایای ناشی از به‌کارگیری آن در آموزش الکترونیک پرداخته‌اند، یک نقطه شروع مناسب است. در این میان، مقاله [۳۶]، همچنین نقاط قوت و ضعف و قیمت چند ابزار مبتنی بر ابر را که برای این منظور مناسب می‌باشند، ارائه نموده است.

در گروه دیگر مقاله‌ها، [۱]، [۲۶] و [۴۸-۳۸]، شاهد فرم‌های مختلف تجمیع دو فناوری آموزش الکترونیک و رایانش ابری هستیم. یک چارچوب^{۳۸} ابری لایه‌ای در [۱] و [۳۸] معرفی شد که به مواردی چون کیفیت خدمت^{۳۹} و امنیت توجه نموده و از فناوری مجازی‌سازی

ویدیوها را برای تمام کاربران به صورت هم‌زمان ارسال نماید. مدل ارائه شده در [۴۰]، حاصل تجمیع شبکه خصوصی مجازی و ابر خصوصی برای اشتراک منابع در دانشگاه می‌باشد که نتیجه آن افزایش انعطاف‌پذیری^{۴۱} و مقیاس‌پذیری است.

EduCloud [۴۱] یک نرم‌افزار متن باز است برای کشور چین و ابر Nigedu [۴۲] برای کشور نیجریه معرفی شد. EduCloud از زیرساخت به‌عنوان خدمت و نرم‌افزار به‌عنوان خدمت استفاده می‌کند تا بر محدودیت منابع و فقدان مقیاس‌پذیری فائق آید.

به‌منظور استفاده مؤثرتر از منابع بهره می‌برند. نویسندگان در [۱] از یک ابر ترکیبی جهت اتصال سازمان‌های مختلف استفاده نموده‌اند، در حالی که در [۳۸]، هدف سازگار نمودن آموزش الکترونیک با رایانش ابری در دانشگاه‌ها بوده است. معماری لایه‌ای ارائه شده در [۲۶] نیز بهره‌وری منابع را در سناریوهای متفاوت بررسی نموده است. نویسندگان مقاله [۳۹]، یک مدل مقرون به‌صرفه^{۴۰} جهت ذخیره و بازیابی ویدیوهای آموزش الکترونیک ارائه نموده‌اند. مزیت این مدل علاوه بر توجه نمودن به مسأله امنیت این است که اگر هزاران درخواست در یک زمان ارسال گردد خدمت‌گزار می‌تواند

جدول ۱: فواید آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر برای کاربران

کاربر سیستم	فواید و قابلیت‌های به‌کارگیری فناوری رایانش ابری	فواید مشترک
دانشجو	<ul style="list-style-type: none"> ○ ارتباط سازنده و راحت با استاد در زمان‌های دلخواه، خصوصاً برای دانشجویانی که در جمع راحت نیستند. ○ برگزاری کلاس‌ها برای افرادی که از نظر سلامتی، کاری یا موقعیت جغرافیایی مشکلاتی دارند، و یا در شرایط بد آب و هوایی که امکان حضور فیزیکی در کلاس‌های درس وجود ندارد [۲۲]. ○ استفاده نمودن از محتواهای درسی متناسب با سرعت یادگیری خود و نداشتن استرس تدریس سریع [۲۳]. ○ رد شدن از مباحثی که در آن‌ها توانمند بوده و تمرکز نمودن بر روی مباحث جدید [۲۳]. ○ زمان‌بندی کلاس‌های خود در زمان مطلوب و نه در زمان‌های از پیش تعریف شده. ○ افزایش دانش و مهارت خود در زمینه اینترنت و کامپیوتر. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ راحتی دسترسی در هر زمان و مکان به دلیل به‌کارگیری فناوری وب.
استاد	<ul style="list-style-type: none"> ○ ارتباط سازنده و راحت با دانشجو متناسب با سرعت یادگیری او، در زمان‌های دلخواه. ○ فراهم نمودن محتواهای درسی و تمرینات در سطوح مختلف مبتدی، متوسط و پیشرفته در زمان مناسب. ○ استفاده نمودن از فناوری‌های مختلف و امکان فراهم نمودن درک عمیق از دروس برای دانشجو. ○ انعطاف‌پذیری و به‌کارگیری راحت امکانات چندرسانه‌ای مانند فیلم و عکس. ○ افزایش کارایی بدون مسئولیت اضافی برای استاد [۲۴]. ○ استفاده مجدد از محتواهای آموزشی تهیه شده. ○ افزایش دانش و مهارت خود در زمینه اینترنت و کامپیوتر (در برخی موارد). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ قابلیت حمل بالا، زیرا امکان استفاده از سیستم‌های مختلف با امکان اتصال به اینترنت وجود دارد. ○ استفاده نمودن از جدیدترین و به‌روزترین نرم‌افزارها، بدون نگرانی در مورد سازگاری با سخت‌افزار.
کارشناس بخش فناوری اطلاعات [۲۵]	<ul style="list-style-type: none"> ○ توسعه برنامه‌های کاربردی بدون نگرانی در مورد مقیاس‌پذیری. ○ بهینه‌سازی تخصیص منابع و افزایش امکان مجازی‌سازی. ○ در صورت بروز مشکل، جایگزین نمودن سریع خدمت‌گزارهای واقع در ابر بدون هزینه و خسارت زیاد، از طریق مجازی‌سازی، که نتیجه آن کاهش مدت زمان از کارافتادگی سرور می‌باشد [۲۶]. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ حذف یا کاهش هزینه مسائلی مانند خرید، نصب، راه‌اندازی، پیکربندی و نگهداری تجهیزات، به‌روزرسانی نرم‌افزار، مدیریت مجوزها و مصرف انرژی.
دانشگاه یا سازمان مربوطه	<ul style="list-style-type: none"> ○ برای افرادی که قصد سوءاستفاده از سیستم را دارند، تعیین موقعیت ماشینی که داده مورد نظر آن‌ها مانند سؤالات امتحانی، نتایج و غیره را ذخیره می‌کند، تقریباً غیر ممکن است [۲۶]. ○ کاهش هزینه‌های مدیریت منابع شامل برق، گاز و آب. ○ حذف یا کاهش هزینه‌های اردوهای علمی، وعده‌های غذایی، اجاره ساختمان یا تجهیزات آموزشی. ○ پرداخت هزینه مبتنی بر استفاده، که وابسته به تعداد کاربران می‌باشد. بدین ترتیب، استفاده نمودن از برنامه‌های کاربردی غنی با هزینه بالا، به راحتی امکان‌پذیر می‌گردد. ○ استفاده مجدد از محتواهای آموزشی تهیه شده. ○ حفاظت از محیط با استفاده از فناوری‌های سبز [۲۷]. ○ تطبیق یافتن با سرعت فزاینده پیشرفت فناوری. ○ از آنجا که برای تمام کاربران ابر تنها یک مدخل ورودی در نظر گرفته می‌شود، تغییر سیاست‌ها و تکنیک‌های امنیتی به سادگی قابل آزمایش و پیاده‌سازی می‌باشد [۲۶]. ○ کنترل دسترسی به داده‌ها آسان‌تر خواهد بود، زیرا تنها کنترل یک مکان مورد نیاز است نه به عنوان مثال کنترل هزاران سیستم کامپیوتری متعلق به یک دانشگاه [۲۶]. ○ مقیاس زیرساخت رایانشی را می‌توان بر حسب نیاز افزایش و یا کاهش داد و به این ترتیب سود سرمایه‌گذاری را بیشینه کرد [۲۶]. ○ از آنجا که برنامه کاربردی بر روی خدمت‌گزارهای ابر اجرا می‌شود، سیستم از مقیاس‌پذیری بالایی برخوردار خواهد بود. بنابراین، با افزایش تعداد کاربران، کارایی نرم‌افزار کاهش نمی‌یابد [۲۶]. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ متمرکز شدن بر روی وظیفه اصلی خود. به عنوان مثال، دانشجو بر روی تکالیف واگذار شده تمرکز خواهد کرد.

بررسی‌های انجام شده دانش جدیدی در پی نخواهد داشت. از این رو، هدف از ارائه مقاله حاضر، پیشنهاد یک معماری جامع^{۴۸} که دربرگیرنده تمامی نیازها در سطوح مختلف برای انواع کاربران باشد، است. همچنین معماری ارائه شده علاوه بر داشتن خصوصیات متمایز، حلقه گم شده کارهای پیشین را در بخش ارزیابی^{۴۹} که عبارت است از مقایسه نمودن با کارهای مشابه، ارائه می‌کند. با توجه به موارد فوق، نقاط قوت مقاله پیش رو به اختصار عبارت است از:

- ارائه نمودن سطح کاربردی جامع، شامل بخش‌های جدیدی از جمله: ارزیابی استاد، نظارت^{۵۰} و پشتیبانی، مدیریت زمان‌بندی و صدور بیانیه^{۵۱}.
- ارزیابی هوشمند^{۵۲} و بسیار منعطف با بهره‌گیری از یادگیری ماشین^{۵۳} در بخش ارزیابی سیستمی.
- افزایش کیفیت آموزش و میزان رضایت‌مندی کاربران در نتیجه مورد قبل.
- نگرش دقیق به نقش کاربران سیستم و بخش‌های قابل دسترس توسط آن‌ها در سطح کاربردی، با امکان تعریف نمودن کاربران جدید.
- افزودن دو بخش مدیریت کیفیت خدمت و مدیریت پشتیبان‌گیری در سطح مدیریت ابر که بخشی از نتایج آن جامعیت^{۵۴} داده‌ها و اطلاعات و همچنین افزایش سطح رضایت‌مندی کاربران خواهد بود.
- مقایسه نمودن معماری پیشنهادی (IACCEESE^{۵۵}) با سیستم آموزش الکترونیک مرسوم و معماری‌های مشابه ارائه شده در سال‌های اخیر.
- ارائه نمودن مراحل انتقال به محیط ابر، مبتنی بر معماری پیشنهادی.

در ادامه، ابتدا معماری پیشنهادی به صورت مشروح مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس، در بخش سوم، معماری ارائه شده از ابعاد مختلف مورد بحث و تحلیل قرار گرفته و در بخش آخر، نتایج حاصل از پژوهش بیان می‌شوند.

۲- معماری پیشنهادی

بیگانه بودن فناوری رایانش ابری در محیط آموزشی^{۵۶}، محدودیت‌های سیستم آموزش الکترونیک مرسوم، مزایای موجود برای اعضای سیستم (جدول ۱) و همچنین لزوم بومی‌سازی، ما را بر آن داشت تا در مقاله پیش رو، یک معماری جدید از یک سیستم آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر را ارائه نماییم. این معماری با هدف جامع-نگری و غلبه بر محدودیت‌های سیستم آموزش الکترونیک مرسوم، مبتنی بر مطالعات انجام شده و نیازمندی‌های یک سیستم آموزشی

از سوی دیگر، معماری ابر Nigedu، دسترسی مقرون‌به‌صرفه، افزایش هم‌کاری و نتایج بهتر در آموزش را برای کشورهای در حال توسعه فراهم می‌کند. نویسندگان مقاله [۴۳]، در دانشگاه‌های کشور مصر به بررسی رضایت دانشجو در نتیجه استفاده نمودن از فناوری رایانش ابری پرداخته‌اند که مزایای آن کاهش زمان پاسخ^{۴۴}، افزایش توان عملیاتی^{۴۵} و نداشتن خطا^{۴۶} می‌باشد. مشخصات یک نمونه اولیه از زیرساخت ابر ترکیبی برای کاربرد علمی در [۴۴] ارائه شده است که در کشور کانادا در دست پیاده‌سازی می‌باشد. زیرساخت فوق نمونه توسعه یافته کارهای پیشین آن‌ها می‌باشد که به مرور بر ظرفیت این زیرساخت افزوده شده و همچنین از ابر خصوصی به ترکیبی توسعه یافته است. نویسندگان در [۴۵]، یک مدل عملیاتی^{۴۵} از یک ابر خصوصی که برای آموزش الکترونیک طراحی شده را توصیف و به دلیل محدودیت منابع در ابر خصوصی، یک سازوکار زمان‌بندی بهینه^{۴۶} مبتنی بر یک الگوریتم ژنتیک ارائه نمودند. مدل شبه‌ابری ارائه شده در [۴۶]، مبتنی بر هم‌کاری گروهی در توسعه پروژه محول شده توسط استاد می‌باشد، که آموزش‌های اولیه در آن به صورت حضوری است. پس از آن امکان فعالیت از راه دور، ردیابی هم‌کاری اعضاء و استخراج اطلاعات آماری مانند نوع کار انجام شده یا زمان‌های صرف شده وجود دارد. در نهایت، معماری ارائه شده در [۴۷]، با هدف ساخت دانش مشترک^{۴۷} و حداکثرسازی اشتراک و بهره‌وری منابع در آموزش الکترونیک و چارچوب مجمل موجود در [۴۸] با هدف تمرکز بر آموزش چندرسانه‌ای، معرفی شده‌اند.

گروه بعدی مقاله‌ها نیز بر روی آموزش دروس خاص به کمک فناوری رایانش ابری تمرکز نمودند مانند [۲۸] برای دروس رشته علوم کامپیوتر، [۳۲] برای برنامه‌نویسی کامپیوتر، [۴۹] برای رشته مکاترونیک، [۵۰] برای هندسه و جبر دوره دبیرستان، [۵۱] برای آموزش ریاضیات و آمار و [۵۲] برای شبکه‌های کامپیوتری با به‌کارگیری VMWare و NetLab+. برخی دیگر از نمونه کارها مانند [۵۳-۵۴] معتقدند که با استفاده از فناوری رایانش ابری و پیاده‌سازی آزمایشگاه رایانش مجازی می‌توان بر مشکلات آموزش مرسوم مانند هزینه نگهداری غلبه نمود [۵۴]. بدین ترتیب امکان استفاده از آزمایشگاه در ساعات‌های مختلف با امکان رزرو و استفاده هم‌زمان، برای دانشجویان فراهم می‌گردد.

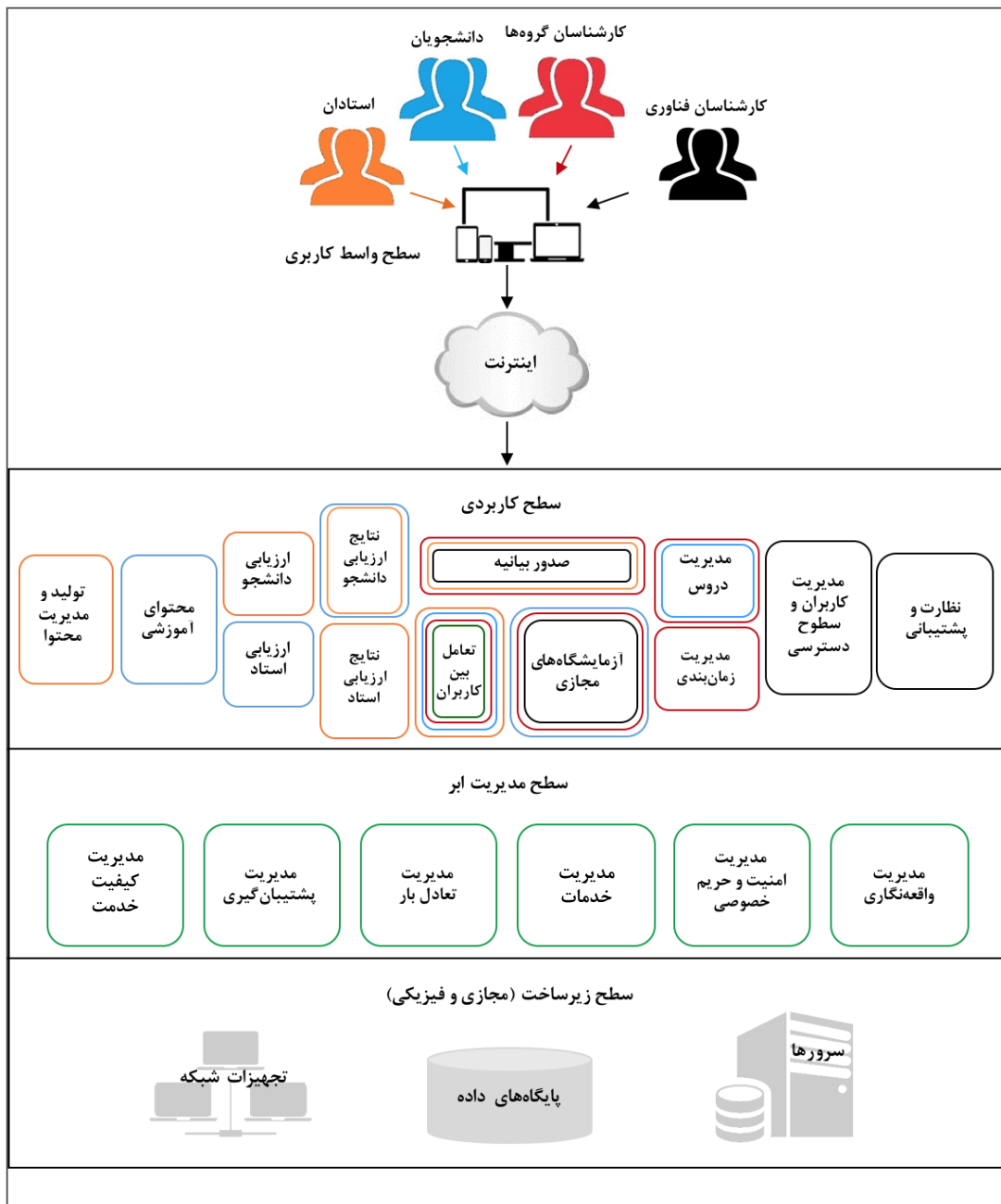
معماری‌های پیشنهادی در مقالات فوق، هر چند ناقص یا معرفی شده و یا به مرحله پیاده‌سازی نیز رسیده است. برخی از معماری‌های پیاده‌سازی شده نیز یک گام فراتر رفته و برخی از خصوصیات معماری خود را مورد بررسی و تست قرار داده‌اند. این در حالی است که خصوصیات بررسی شده مانند افزایش بهره‌وری و مؤثر بودن، به دلیل استفاده از فناوری رایانش ابری امری بدیهی است، لذا

مختلف مانند کامپیوتر شخصی، لپ‌تاپ، تبلت، تلفن هوشمند و یا هر ابزار دیگری که امکان اتصال به اینترنت و استفاده نمودن از مرورگر را فراهم می‌کند، می‌توانند از خدمات سیستم استفاده نمایند. به بیان دیگر، آن‌ها می‌توانند از نقاط مختلف و در هر زمانی بدون داشتن تأثیر سوء بر روی کار یک‌دیگر از سیستم آموزش استفاده نمایند. در حقیقت، این سطح واسطی است بین کاربران و سیستم مبتنی بر ابر که خدمات خود را از طریق لایه کاربردی در اختیار کاربران مختلف قرار می‌دهد.

ارائه شده است. در این معماری، تلاش بر آن بوده است که در کنار بهره‌گیری از خصوصیات مثبت رایانش ابری در فرآیند آموزش، یک دید جامع از تمامی نیازها در سطوح مختلف و کاربردهای متنوع، ارائه شود. در ادامه معماری پیشنهادی (شکل ۱) که در چهار سطح واسط کاربری، کاربردی، مدیریت ابر و زیرساخت (مجازی و فیزیکی) ارائه شده است، تشریح می‌گردد.

۱-۲- سطح واسط کاربری

در این سطح کاربران مختلف سیستم آموزشی از طریق واسط‌های



شکل ۱: معماری پیشنهادی

۲-۲- سطح کاربردی

این سطح از معماری پیشنهادی، دربرگیرنده تمامی خدماتی است که سیستم آموزشی ارائه می‌کند، شامل تولید و مدیریت محتوا، ارزیابی، ارتباط میان اعضاء، آزمایشگاه‌های مجازی و همچنین بخش‌های مدیریتی. هر یک از بخش‌های موجود در سطح کاربردی عهده‌دار قسمتی از وظایف سیستم آموزش الکترونیک می‌باشد که با توجه به نوع کاربران و سطح دسترسی آن‌ها با رنگ‌های مختلف مشخص شده‌اند. در این سطح، کاربران از طریق پرتال‌های خود می‌توانند به بخش‌های خاص در نظر گرفته شده برای آن‌ها، دست یابند. بخش‌های موجود به شرح زیر می‌باشند:

تولید و مدیریت محتوا: در این بخش دروس مختلف تعریف شده برای استاد، قابل دسترس است. استاد نیز می‌تواند از طریق امکانات موجود در این بخش، محتواهای آموزشی را تولید، ویرایش یا حذف نماید. امکانات این بخش می‌تواند مواردی چون کتاب الکترونیک، اسلاید، فیلم و عکس را شامل شود که وابسته به نوع درس امکان بهره‌گیری از همه یا بخشی از آن‌ها وجود دارد.

محتوای آموزشی: دانشجو با توجه به دروس انتخابی در این بخش می‌تواند به محتواهای مربوطه که توسط استاد فراهم شده است دست یابد.

ارزیابی دانشجو و استاد: ارزیابی دانشجو بر عهده استاد و بالعکس، ارزیابی استاد با دانشجو می‌باشد. ارزیابی دانشجو وابسته به نوع درس می‌تواند از طریق طرح و تصحیح سؤال‌های امتحانی و بررسی نمودن تکالیف و پروژه‌ها صورت پذیرد. ارزیابی استاد نیز می‌تواند متناسب با درس، با توجه به محتواهای آموزشی ارائه شده، کیفیت ارزیابی دانشجو، پاسخ‌گویی به سؤال‌های مطرح شده و سایر عواملی که در سیستم‌های مرسوم در نظر گرفته می‌شود، صورت پذیرد.

نتایج ارزیابی: در این قسمت علاوه بر نمایش نتایج حاصل از ارزیابی‌های صورت گرفته، ارزیابی‌های سیستمی نیز برای کاربران نمایش داده می‌شود. ارزیابی سیستمی به صورت هوشمند برای دانشجو و استاد در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب که روند پیشرفت یا پسرفت دانشجو و نیز عملکرد استاد با توجه به فعالیت‌های صورت گرفته در تهیه محتواهای آموزشی و ارزیابی دانشجو مطابق با امکانات موجود، پاسخ به سؤال‌های دانشجویان و میزان استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی در صورت نیاز، تعیین می‌گردد. در حقیقت، می‌توان با بهره‌گیری از یادگیری ماشین جهت بهبود کارایی این قسمت از سطح کاربردی، و با در نظر گرفتن فاکتورها و عوامل بیشتر، نتایج ارزیابی را به واقعیت نزدیک‌تر نمود.

عامل^{۵۷} و ارتباط بین کاربران: گروه‌های مختلف کاربران می‌توانند با کاربران گروه خود یا سایر گروه‌ها تعامل داشته و سؤال‌های خود را در این قسمت مطرح نمایند. این ارتباط می‌تواند به صورت‌های مختلف مانند پیام، پست الکترونیک، گفتگو^{۵۸}، انجمن^{۵۹} و ویدیو کنفرانس انجام پذیرد.

آزمایشگاه‌های مجازی: علاوه بر محتواهای آموزشی موجود در این سطح، وابسته به کاربرد و نوع درس، آزمایشگاه‌های مجازی و ابزارهایی که در این راستا مورد نیاز می‌باشند نیز برای دانشجو و استاد فراهم است. بنابراین، با به کارگیری آزمایشگاه‌های فوق، امکان افزایش کیفیت تدریس و بازدهی^{۶۰} یادگیری فراهم می‌شود. لازم به ذکر است که کارشناسان فناوری اطلاعات نیز به بخش آزمایشگاه‌های مجازی دسترسی خواهند داشت تا در صورت نیاز تنظیمات لازم را انجام و یا ایرادهای احتمالی را برطرف نمایند.

صدور بیانیه: این بخش به منظور ابلاغ اطلاعیه‌های مختلف در دسترس استاد، کارشناسان گروه و فناوری قرار دارد. از این طریق امکان اطلاع رسانی‌های کلی برای کاربران مختلف وجود دارد. اطلاع رسانی به صورت خاص نیز از طریق بخش تعامل و ارتباط بین کاربران فراهم می‌گردد.

مدیریت دروس: کارشناسان گروه‌ها بایستی قادر به تعریف و تخصیص دروس به استاد باشند، که از طریق این بخش قابل انجام است. علاوه بر این، دانشجو نیز می‌تواند دروس مورد نظر خود را در این بخش، در صورت دارا بودن شرایط، انتخاب و مدیریت نماید.

مدیریت زمان‌بندی: کارشناسان گروه‌ها همچنین باید بتوانند ضمن تعریف نمودن تقویم آموزشی، بازه‌های زمانی دسترسی به بخش‌های مختلف در این سطح اعم از آزمایشگاه‌ها، تولید و به کارگیری محتواهای آموزشی و ارزیابی‌ها را مدیریت نمایند.

مدیریت کاربران و سطوح دسترسی: این قسمت در دسترس کارشناسان فناوری اطلاعات قرار دارد تا بتوانند سطح دسترسی کاربران مختلف را کنترل نمایند. در حقیقت تعریف نمودن گروه‌های مختلف کاربران و تعیین سطوح دسترسی آن‌ها مطابق با سیاست‌های^{۶۱} دانشگاه در این بخش انجام می‌شود. همچنین در این بخش، امکان تعریف نمودن نوع کاربر جدید با سطح دسترسی خاص وجود دارد.

نظارت و پشتیبانی: آخرین بخش موجود در این سطح نیز به منظور نظارت بر وقایعی که در سیستم رخ می‌دهد و مدیریت نمودن کم و کیف پشتیبان‌گیری در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب، در صورت نیاز، ردیابی رویدادهای درون سیستم و بازیابی اطلاعات برای

دلخواه ضروری است. لازم به ذکر است که با توجه به سیاست‌گذاری دانشگاه و همچنین نوع محیط ابر استفاده شده (عمومی، خصوصی، انجمنی و ترکیبی) نحوه پیاده‌سازی بخش‌های مختلف در سطح کاربردی می‌تواند به شیوه‌های مختلف صورت پذیرد.

تبادل بار: این بخش به منظور ایجاد تعادل بار در ماشین‌های مجازی و توزیع بار محاسباتی بر روی قطعه‌های سخت‌افزاری، مورد استفاده قرار می‌گیرد، تا بدین ترتیب منابع موجود به صورت کارآمد بکار گرفته شوند.

پشتیبان‌گیری: اطلاعات یکی از دارایی‌های بسیار مهم در هر سازمان می‌باشد. در نتیجه، پشتیبان‌گیری حائز اهمیت است، خصوصاً در یک سیستم مبتنی بر ابر که با توجه به قسمت ۱-۱ از مقیاس و پیچیدگی بالا برخوردار است. از این رو، بخش مدیریت پشتیبان‌گیری نقش مهمی را ایفا می‌کند و در صورت رخداد فاجعه، امکان بازیابی اطلاعات به راحتی فراهم می‌گردد.

کیفیت خدمت: آخرین بخش در سطح مدیریت ابر، به کمک فناوری مجازی‌سازی به دنبال استفاده بهینه‌تر از منابع و پشتیبانی از اهداف کیفیت خدمت در مدل‌های خدمت (بخش ۱-۱) می‌باشد. بنابراین، افزایش دسترس‌پذیری، کارایی، قابلیت اتکا^{۶۸} و امنیت و همچنین کاهش هزینه، بخشی از اهداف این بخش است. به بیان دیگر، بررسی دستیابی به اهداف کیفیت خدمت در سطوح مختلف در این بخش انجام می‌شود.

۲-۴- سطح زیرساخت (مجازی و فیزیکی)

این سطح آخرین سطح در معماری پیشنهادی است که تجهیزات مربوط به مراکز داده و شبکه وابسته شامل اینترنت یا اینترنت، خدمت‌گزار، سویچ، نرم‌افزار سیستمی، سیستم مدیریت اطلاعات و ... در آن قرار دارند. با استفاده از فناوری مجازی‌سازی امکان به وجود آوردن نسخه‌های مجازی از منابع سخت‌افزاری مختلف وجود دارد و بدین ترتیب ماشین‌های مجازی مجزا^{۶۹} و منفرد^{۷۰}، متناسب با نیاز کاربران ایجاد می‌گردد. به بیان دیگر، با استفاده از مجازی‌سازی منابع منطقاً بین چند برنامه کاربردی تقسیم می‌شوند تا بدین ترتیب، ضمن افزایش توان محاسباتی؛ شفافیت^{۷۱}، مقیاس‌پذیری، دسترس‌پذیری و انعطاف‌پذیری افزایش و از سوی دیگر هزینه کاهش یابد. تمامی درخواست‌های ارسال شده به سیستم آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر، پس از عبور از سطوح مختلف در نهایت بایستی بر روی منابع فیزیکی اجرا گردند. بنابراین، درخواست‌های ارسال شده به معماری پیشنهادی در آخرین سطح از ماشین‌های مجازی به سخت‌افزار نگاشت می‌یابد.

کارشناسان فناوری اطلاعات میسر می‌گردد. لازم به ذکر است که حیطه اختیارات کارشناسان فناوری در این بخش بسته به نوع پیاده‌سازی و سیاست‌های دانشگاه می‌تواند بیشتر و یا کمتر گردد.

۲-۳- سطح مدیریت ابر

این سطح واسطی است بین سطح کاربردی و سطح زیرساخت که از شش بخش مدیریتی تشکیل شده است. مدیریت: واقعه‌نگاری^{۶۲}، امنیت و حریم خصوصی، خدمات، تعادل بار^{۶۳}، پشتیبان‌گیری و کیفیت خدمت، بخش‌های موجود در سطح مدیریت ابر می‌باشند که در ادامه تشریح می‌گردند.

واقعه‌نگاری: این بخش اجرای تمامی درخواست‌ها را ردیابی نموده و همراه با جزئیاتی مانند زمان درخواست، شخص درخواست‌کننده، پایگاه داده مرتبط و سخت‌افزار پاسخ‌دهنده به درخواست، ثبت می‌کند. واقعه‌نگاری در این سطح حاوی تمام جزئیات لازم است و تنها بخشی از این اطلاعات که برای کارشناسان فناوری مفید است در سطح بالاتر برای آن‌ها قابل ارائه می‌باشد.

امنیت و حریم خصوصی: مدیریت نمودن امنیت و حریم خصوصی به دلیل حساسیت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امنیت و حریم خصوصی یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های هر سازمان است و در یک محیط مبتنی بر ابر به دلیل ساختار و خصوصیات آن، این نگرانی مضاعف می‌گردد. احراز هویت^{۶۴} کاربر و بررسی مجوزهای دسترسی به بخش‌های مختلف سیستم، اطمینان از حفظ محرمانگی^{۶۵}، جامعیت و دسترس‌پذیری^{۶۶} داده‌های درون سیستم، قسمتی از وظایف این بخش مدیریتی است.

خدمات: به منظور ارائه قابلیت‌های موجود در سطح کاربردی مطابق با نیازمندی‌های کاربران، خدماتی از محیط ابری پیشنهاد می‌گردد که بخش مدیریت خدمات عهده‌دار این وظیفه می‌باشد. به بیان دیگر، پیاده‌سازی هر کدام از بخش‌های موجود در لایه کاربردی نیازمند خدمات خاصی از یک سیستم ابری می‌باشند. به عنوان مثال، در بخش آزمایشگاه‌های مجازی وابسته به کاری که قرار است انجام شود، ممکن است به هر سه نوع خدمت نرم‌افزار، بستر و زیرساخت نیاز باشد. به عنوان نمونه در بسیاری از کاربردها نیاز به یک محیط برنامه‌نویسی خاص با پیکربندی^{۶۷} معین می‌باشد. از این رو، بستر به عنوان خدمت گزینه مناسب خواهد بود چرا که با در اختیار قرار دادن بستر مناسب شرایط استفاده از محیط مورد نظر فراهم می‌گردد. علاوه بر این، بخش مدیریت کاربران و سطوح دسترسی، نیازمند تمامی خدمات ابر جهت پیاده‌سازی می‌باشد، زیرا علاوه بر نیازمندی‌های ذکر شده تنظیم و پیکربندی سخت‌افزار و نرم‌افزارهای

۲-۵- پیاده‌سازی معماری پیشنهادی

معماری پیشنهادی می‌تواند با توجه به امکانات، بودجه و نیازمندی‌های دانشگاه به‌صورت خصوصی، انجمنی یا ترکیبی راه‌اندازی شود. در فرم ترکیبی، دانشگاه می‌تواند علاوه بر منابع اختصاصی خود، از خدمات ابر عمومی استفاده نماید و الزامی در مالکیت، نظارت و مدیریت تمام منابع و خدمات مختلف نمی‌باشد. در حقیقت، با توجه به ویژگی‌های فرم‌های مختلف راه‌اندازی (بخش ۱-۱) و شرایط عمومی دانشگاه‌های کشور که بودجه لازم برای خریداری، راه‌اندازی و نگهداری منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در آن‌ها وجود ندارد، ارائه نمودن معماری به‌صورت ترکیبی سودمند خواهد بود. بدین ترتیب، زمانی که منابع خصوصی جوابگوی نیازهای سیستم آموزش الکترونیک نمی‌باشد، می‌توان از ابر عمومی جهت راه‌اندازی ماشین‌های مجازی مورد نیاز استفاده نمود. چنین محیطی از مزایای هر دو نوع ابر بهره‌مند می‌گردد. این در حالی است که برای دانشگاه‌های خصوصی با درآمد بالا پیاده‌سازی یک محیط ابری به‌صورت کاملاً خصوصی با معماری پیشنهادی توصیه می‌گردد. زیرا در این صورت، داده تماماً در دسترس خود دانشگاه قرار دارد (اطمینان از حفظ محرمانگی)، نه فراهم‌کننده خدمت و کلیه موارد اعم از مدیریت ابر و زیرساخت برعهده دانشگاه می‌باشد. در چنین شرایطی، حتی دانشگاه می‌تواند فناوری ابر را در اختیار سازمان‌های دیگر قرار دهد و بدین ترتیب، ضمن درآمدزایی، به افزایش بهره‌وری منابع خود کمک نماید.

۳- نتایج و بحث

در این بخش، معماری پیشنهادی مورد ارزیابی قرار گرفته و به‌صورت مشروح با سیستم‌های آموزش الکترونیک اعم از مرسوم و مبتنی بر ابر مقایسه می‌شود. پس از آن، مراحل پیشنهادی جهت انتقال به این معماری برای یک سیستم آموزشی و همچنین محدودیت‌های معماری پیشنهادی، ارائه می‌گردد.

۳-۱- مقایسه با سیستم آموزش الکترونیک مرسوم

مزایای معماری پیشنهادی زمانی که به‌فرم ترکیبی پیاده‌سازی شود در مقایسه با سیستم آموزش الکترونیک مرسوم را می‌توان به اختصار به‌صورت جدول ۲ بیان نمود.

در ادامه به تشریح هر یک از معیارهای ذکر شده می‌پردازیم.

امنیت: یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های هر سازمان امنیت می‌باشد و در معماری پیشنهادی به توافقنامه سطح خدمات وابسته است. این در حالی که در سیستم آموزش الکترونیک مرسوم تأمین امنیت

تماماً بر عهده سازمان می‌باشد.

هزینه: این معیار همان‌گونه که پیش از این بیان شد، شامل هزینه‌های مربوط به تجهیزات اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار، نصب، نگهداری و مصرف انرژی می‌باشد. دلیل بالا بودن آن در سیستم‌های آموزش الکترونیک مرسوم این است که هزینه‌ها تماماً بر عهده خود سازمان قرار دارد.

دسترسی پذیری: هر دو نوع سیستم مورد بررسی مبتنی بر فناوری وب می‌باشند. از این رو، محدودیتی در زمان و مکان دسترسی وجود ندارد.

مقیاس پذیری: این معیار به تعداد استفاده‌کنندگان (دانشجو، استاد، ...) از سیستم وابسته است که در یک سیستم مبتنی بر ابر برخلاف سیستم مرسوم، محدودیتی بر روی تعداد وجود ندارد.

انعطاف پذیری ارزیابی: یکی از معایب سیستم‌های آموزشی مرسوم، ضعف در مسأله ارزیابی می‌باشد. در معماری پیشنهادی، با در نظر گرفتن فاکتورها و عوامل تأثیرگذار بیشتر و دخیل نمودن هوش مصنوعی^{۲۲} (یادگیری ماشین) می‌توان نتایج ارزیابی را به واقعیت نزدیک‌تر نمود. نتیجه این امر، افزایش کیفیت آموزش و سطح رضایت‌مندی خواهد بود.

بهره‌وری منابع: یکی از ویژگی‌های اصلی سیستم‌های مبتنی بر ابر، استفاده بهینه از منابع مختلف می‌باشد که این مهم از طریق فناوری مجازی‌سازی تحقق می‌یابد.

محدودیت منابع: با توجه به تأمین شدن منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مورد نیاز سازمان از سوی ارائه‌دهنده خدمت، بر خلاف سیستم‌های مرسوم محدودیتی برای آن‌ها وجود ندارد.

تجمیع بستر متقابل^{۲۳}: امکان ارتباط و اشتراک منابع بین چند بستر مختلف از خصوصیات یک محیط مبتنی بر ابر می‌باشد که سیستم‌های آموزش الکترونیک مرسوم فاقد آن می‌باشند.

زیرساخت: بررسی این که آیا خدمت‌گزار، منابع محاسباتی و ذخیره‌سازی فیزیکی مورد نیاز می‌باشد یا خیر به‌وسیله این معیار صورت می‌پذیرد. زمانی که سیستم آموزشی مورد نظر به‌صورت ابر ترکیبی پیاده‌سازی می‌گردد، نیاز به زیرساخت، وابسته به امکانات دانشگاه و قرارداد مابین دانشگاه و فراهم‌کننده خدمت ابر می‌باشد. این در حالی است که هزینه فوق در مقایسه با سیستم‌های مرسوم که فراهم نمودن تمام زیرساخت برعهده آن‌ها می‌باشد، بسیار کم و قابل اغماض است.

جدول ۲: مقایسه معماری پیشنهادی با سیستم آموزش الکترونیک مرسوم

ردیف	معیار	سیستم آموزش الکترونیک مرسوم	سیستم آموزش مبتنی بر معماری پیشنهادی
۱	امنیت	بر عهده سازمان	وابسته به توافقنامه سطح خدمات
۲	هزینه	بالا	پایین
۳	دسترسی پذیری	بالا	بالا
۴	مقیاس پذیری	محدود	غیرمحدود
۵	انعطاف پذیری ارزیابی	پایین	بالا
۶	بهره‌وری منابع	نامناسب	بالا
۷	محدودیت منابع	بله	خیر
۸	تجمیع بستر متقابل	خیر	بله
۹	نیاز به زیرساخت	بله	خیر
۱۰	نیاز به نگهداری	بله	خیر
۱۱	سازگاری	بله	بله
۱۲	تنها نقطه شکست	خدمت‌گزار	خیر
۱۳	امکان بازیابی فاجعه	خیر	بله
۱۴	موقعیت فیزیکی داده‌های ذخیره شده	مشخص	نامشخص

پیشنهادی با سایر معماری‌های مبتنی بر ابر مقایسه می‌شود. این معماری‌ها (به ترتیب سال ارائه) عبارت‌اند از اکوسیستم کلاس مجازی^{۷۶} [۲۸]، [۱]، کتاب کار^{۷۷} C++ [۳۲]، ابر [NIGEDU ۴۲]، [۲۶]، CLEM^{۷۸} [۴۹]، VCLE^{۷۹} [۴۸]، ابر خصوصی [۴۰] و PCHL^{۸۰} [۴۶]، که غالباً می‌توانند در یک محیط ترکیبی پیاده‌سازی شوند. در این جدول علاوه بر سال ارائه، خصوصیات هر معماری، نحوه ارائه و یا ارزیابی آن نیز بیان شده است. با توجه به اطلاعات موجود در جدول ۳ نوآوری‌های معماری پیشنهادی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- جامع‌نگری در نیازمندی‌های سطح کاربردی که با توجه به مطالعات انجام شده، بخش‌های زیر پیش از این در نظر گرفته نشده‌اند:
 - ارزیابی استاد
 - نظارت و پشتیبانی
 - مدیریت دروس
 - مدیریت زمان‌بندی
 - صدور بیانیه
- انعطاف‌پذیری بالا در ارزیابی‌ها با افزودن ارزیابی سیستمی که از یادگیری ماشین بهره می‌برد. این بخش با در نظر گرفتن فاکتورها و عوامل تأثیرگذار بیشتر، یکی از ضعف‌های عمده سیستم‌های آموزشی موجود را برطرف می‌کند. بدین ترتیب، نتایج ارزیابی به واقعیت نزدیک‌تر

نگهداری: سخت‌افزار و نرم‌افزار مورد استفاده در سیستم مربوطه نیازمند نگهداری و به‌روزرسانی می‌باشد. در معماری پیشنهادی این معیار توسط فراهم‌کننده خدمت ابر تأمین می‌گردد و مشابه زیرساخت، قابل اطمینان است.

سازگاری^{۷۴}: سازگار بودن محیط آموزشی با بسترهای مختلف و امکان کار کردن بر روی سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای گوناگون در این معیار تعیین می‌شود. در حقیقت، کاربران با انواع بسترهای قابل اتصال به اینترنت، امکان استفاده از سیستم آموزشی را دارند.

تنها نقطه شکست: در سیستم آموزش الکترونیک مرسوم، خدمت‌گزار تنها نقطه شکست محسوب می‌گردد زیرا، در صورتی که خدمت‌گزار دچار مشکل شود کل سیستم از کار خواهد افتاد. این در حالی است که در سیستم مبتنی بر ابر چنین مشکلی وجود ندارد. **بازیابی فاجعه^{۷۵}:** در نتیجه معیار قبل، امکان بازیابی در صورت رخداد یک فاجعه برای سیستم پیشنهادی، به راحتی وجود دارد.

موقعیت فیزیکی داده‌های ذخیره شده: در سیستم آموزشی پیشنهادی که در محیط ابر ارائه شده است تعیین موقعیت فیزیکی داده‌ها تقریباً غیرممکن است و همین ویژگی امکان سوءاستفاده را کاهش می‌دهد.

۲-۳- مقایسه با سیستم‌های مبتنی بر ابر

پس از مقایسه نمودن معماری پیشنهادی با سیستم‌های آموزش الکترونیک مرسوم و نشان دادن برتری آن، در جدول ۳ معماری

جدول ۳: مقایسه معماری پیشنهادی با معماری سایر سیستم‌های آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر

توضیحات	سال	ارائه‌دهنده - نام سیستم
<ul style="list-style-type: none"> آموزش دروس علوم کامپیوتر معماری چهار لایه‌ای شامل بخش‌های مدیریت خدمت (نظارت، زمان‌بندی و راه‌اندازی)، ثبت وقایع و کنترل دسترسی پیشنهاد نحوه پیاده‌سازی معماری 	۲۰۱۱	[۲۸] Aldakheel VCE
<ul style="list-style-type: none"> ارائه یک معماری سه لایه‌ای با امکان ارتباط بین سازمان‌های مختلف شامل سطح کاربردی با بخش‌های مدیریت، ارزیابی، تعامل، مجازی‌سازی، تولید و ارسال محتوا 	۲۰۱۲	[۱] Masud, and Huang
<ul style="list-style-type: none"> آموزش برنامه‌نویسی شامل خدمات کتاب کار برخط ++C، تصحیح خودکار تمرین، واقع‌نگاری فعالیت‌های برنامه‌نویسی و شناسایی برنامه‌های کیپی. پیاده‌سازی معماری جهت نشان دادن امکانات آن 	۲۰۱۳	Elamir, Jailani, and Bakar [۳۲] C++ workbook
<ul style="list-style-type: none"> ارائه یک معماری چهار لایه‌ای برای دولت نیجریه بخش کنترل و مدیریت آن شامل بخش‌های نظارت و مدیریت خدمت، تولید گزارش، فهرست منابع یادگیری، مدیریت انجام سفارش، اندازه‌گیری و صدور صورت‌حساب 	۲۰۱۳	Ezenwoke, Omoregbe, Ayo, and Sanjay [۴۲] NIGEDU CLOUD
<ul style="list-style-type: none"> معماری سه لایه‌ای با سطح مدیریت ابر (بالاترین لایه) شامل بخش‌های توزیع و تعادل بار، پایش منابع، مدیریت ظرفیت منابع، مدیریت امنیت و مدیریت سیاست‌گذاری پیاده‌سازی و بررسی خصوصیات معماری در سناریوهای متفاوت (نقاط قوت ارائه شده به دلیل استفاده از فناوری ابر بدیهی می‌باشد) 	۲۰۱۴	وکیلی [۲۶]
<ul style="list-style-type: none"> مختص رشته مکترونیک شامل سطح کاربردی با بخش‌های ارتباط اعضا، مدیریت آزمایشگاه و منابع یادگیری استفاده نمودن از مفهوم اتاق CLEM به منظور ارتباط بین استادان و متخصصین پیاده‌سازی معماری و بررسی مفید و مؤثر بودن آن (نقاط قوت ارائه شده به دلیل استفاده از فناوری ابر بدیهی می‌باشد) 	۲۰۱۵	[۴۹] Chao et al. CLEM
<ul style="list-style-type: none"> ارائه معماری چهار لایه‌ای شامل سطح کاربردی با بخش‌های درس، دانش، تعامل، ارزیابی (دانشجو) و ردیابی 	۲۰۱۶	El Mhouti, Erradi, and [۴۸] Vasquéz VCLE
<ul style="list-style-type: none"> ارائه ابر خصوصی در سه لایه مبتنی بر شبکه خصوصی مجازی 	۲۰۱۷	[۴۰] Jayasena, and Song
<ul style="list-style-type: none"> ارائه یک مدل شبه‌ابری برای آموزش مبتنی بر هم‌کاری حضور بودن آموزش‌های اولیه با امکان فعالیت از راه دور در توسعه پروژه و ارتباط بین اعضا ردیابی هم‌کاری اعضا و استخراج اطلاعات آماری مانند نوع کار انجام شده یا زمان‌های صرف شده، توسط استاد مقایسه با سیستم آموزش الکترونیک مرسوم و سیستم مبتنی بر ابر 	۲۰۱۸	Kalushkov, Valcheva, and Markova [۴۶] PCHEL
<ul style="list-style-type: none"> ارائه یک معماری چهار لایه‌ای کامل‌ترین سطح کاربردی با سیزده بخش مختلف مانند مدیریت کاربران و سطوح دسترسی، آزمایشگاه‌های مجازی، صدور بیانیه و ... تعیین اینکه هر بخش سطح کاربردی متناسب با نقش کاربران توسط کدام گروه (ها) قابل استفاده است شامل بخش‌های مدیریت واقع‌نگاری، امنیت و حریم خصوصی، خدمات، تعادل بار، پشتیبان‌گیری و کیفیت خدمت پیشنهاد استفاده از یادگیری ماشین جهت ارزیابی نزدیک‌تر به واقعیت که نتیجه آن افزایش سطح رضایت‌مندی و بهبود کیفیت آموزش و عملکرد است ارائه نحوه پیاده‌سازی معماری پیشنهادی ارائه مراحل انتقال به محیط ابر مبتنی بر معماری پیشنهادی مقایسه با کارهای مشابه 	۲۰۱۹	معماری پیشنهادی IACCEESE

انتخاب می‌گردد، مگر در مواقعی که سازمان بودجه کافی جهت راه-اندازی ابر خصوصی را داشته باشد.

پایاده‌سازی: سیستم مبتنی بر ابر با توجه به اطلاعات سه بخش قبل پایاده‌سازی می‌گردد.

انتقال: انتقال سیستم فعلی به محیط ابر.

ارزیابی: ارزیابی سیستم در محیط جدید، تحلیل کارایی و شناسایی مشکلات.

عیب‌یابی: ارائه راه‌حل برای مشکلات و برطرف نمودن آن‌ها.

راه‌اندازی: سیستم در محیط عملیاتی راه‌اندازی می‌شود که با نظارت، توسعه و بهبود آن می‌توان امکان مطابقت با نیازهای جدید را فراهم نمود.

۳-۴- محدودیت‌های معماری پیشنهادی

در آخرین قسمت از این بخش، محدودیت‌های معماری پیشنهادی را می‌توان به اختصار به صورت زیر بیان نمود:

- با توجه به جایگاه و اهمیت امنیت اطلاعات در محیط‌های آموزشی، توصیه می‌شود معماری پیشنهادی به صورت خصوصی راه‌اندازی گردد. این در حالی است که محدودیت منابع مالی، سخت‌افزاری و نرم‌افزاری برای غالب این محیط‌ها مطرح است.
- موفقیت کامل در فرآیند اجرایی شدن پروژه‌هایی مانند معماری پیشنهادی نیازمند هم‌کاری فعال و سازنده بین دولت، محیط‌های آموزشی و بخش خصوصی می‌باشد.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نیازمندی‌های رو به رشد دانشگاه‌ها، فراهم نمودن ملزومات فناوری اطلاعات برای آموزش، پژوهش و توسعه با چالش‌هایی مانند بودجه، کارایی و مقیاس‌پذیری مواجه است که به کارگیری فناوری ابر می‌تواند یک راه‌کار بسیار مناسب در این راستا باشد. از این رو، در مقاله پیش رو یک معماری جامع و هوشمند برای یک سیستم آموزش الکترونیک مبتنی بر ابر ارائه شده است. معماری فوق، علاوه بر پیش رو گذاشتن سیستم‌های آموزش الکترونیک مرسوم، نسبت به معماری‌های ارائه شده در سال‌های اخیر برتری‌های قابل توجهی دارد. در حقیقت عامل تمایز معماری پیشنهادی خصوصیاتمانند برخورداری از یک سطح کاربردی جامع، انعطاف‌پذیری بالا در ارزیابی‌ها، منتسب نمودن بخش‌های مختلف به کاربران مجاز با توجه به نقش آن‌ها در سازمان و افزایش کیفیت

شده و در نتیجه کیفیت آموزش و میزان رضایت‌مندی کاربران افزایش می‌یابد.

این نوع تفکیک نمودن وظایف، یا به بیان بهتر طراحی پیمانه‌ای، موجب تسهیل فرآیند طراحی، پایاده‌سازی و مدیریت بخش‌های مختلف می‌شود.

- مشخص نمودن کاربران مجاز هر بخش در سطح کاربردی با توجه به نقش آن‌ها در سیستم؛ با امکان تعریف نمودن کاربران جدید و سطوح دسترسی متناسب با نقش آن‌ها.
- افزودن دو بخش مدیریت کیفیت خدمت و مدیریت پشتیبان‌گیری در سطح مدیریت ابر که بخشی از نتایج آن جامعیت داده‌ها و اطلاعات و همچنین افزایش سطح رضایت‌مندی کاربران خواهد بود.
- مقایسه نمودن معماری پیشنهادی با معماری‌های مشابه ارائه شده در سال‌های اخیر.
- ارائه نمودن مراحل انتقال به محیط ابر، مبتنی بر معماری پیشنهادی (بخش ۳-۲).

۳-۳- مراحل پیشنهادی جهت انتقال به محیط ابر

در این قسمت، با توجه به معماری ارائه شده، مراحل پیشنهادی جهت انتقال به ابر در محیط‌های آموزشی را می‌توان به صورت زیر پیشنهاد نمود:

امکان‌سنجی^{۸۱}: مطالعه و بررسی امکان و نحوه انجام فرآیند انتقال از ابعاد مختلف از طریق شرکت در کارگاه‌ها، سمینارها، کنفرانس‌ها و همچنین کمک گرفتن از افراد خبره در این زمینه. این مرحله شالوده کار در مراحل بعد است، لذا نیازمند دقت و توجه می‌باشد.

تحلیل: بررسی و تحلیل نیازمندی‌های دانشجو، استاد، کارمند و دانشگاه. بررسی امکانات مورد نیاز و تعریف نمودن اهداف متناسب با نتایج تحلیل که قسمت اعظمی از این بخش در معماری پیشنهادی پوشش داده شده است. وابسته به قوانین و شرایط حاکم بر دانشگاه ممکن است بخش‌ها یا کاربران جدیدی اضافه گردد یا به برخی از گروه‌ها اختیار بیشتر یا کمتری داده شود.

بررسی زیرساخت: تعیین زیرساخت فناوری اطلاعات مورد نیاز با توجه به نیازمندی‌های استخراج شده جهت پایاده‌سازی و انتقال سیستم فعلی و همچنین هزینه‌های ناشی از مهندسی مجدد^{۸۲} سیستم.

تعیین نوع ابر: تصمیم‌گیری در مورد ساخت یک زیرساخت مبتنی بر ابر به صورت کاملاً خصوصی یا اجاره نمودن آن از شرکت‌های موجود و یا استفاده نمودن از فرم ترکیبی. در اغلب موارد نوع سوم

Innovative Data Systems Research (CIDR), Asilomar, California, USA, 2011, pp 235-240.

[14] G. Pallis, "Cloud computing: the new frontier of internet computing", *IEEE Internet Computing*, Vol. 14, No. 5, p 70, 2010.

[15] W. Jansen, and T. Grance, "NIST-Guidelines on security issues in public cloud computing", National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, Rep. 800-144, 2011.

[۱۶] مرکز تحقیقات رایانش، مرکز تحقیقات ابر، [برخط]. <http://crc.aut.ac.ir> [دسترسی در ۱۳۹۸/۰۲/۰۵]

[۱۷] دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مرکز محاسبات ابری امیرکبیر-ارائه‌دهنده سرویس رایانش ابری، [برخط]. <http://hpcrc.aut.ac.ir> [دسترسی در ۱۳۹۸/۰۲/۰۵]

[۱۸] دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز ابر رایانش ملی شیخ بهایی، [برخط]. <https://nhpcc.iut.ac.ir/fa/home> [دسترسی در ۱۳۹۸/۰۲/۰۵]

[۱۹] دانشگاه رازی کرمانشاه، مرکز رایانش ابری دانشگاه رازی کرمانشاه، [برخط]. <http://cloud.razi.ac.ir> [دسترسی در ۱۳۹۸/۰۲/۰۵]

[۲۰] دانشگاه تبریز، آزمایشگاه تحقیقاتی رایانش ابری، [برخط]. <http://ece.tabrizu.ac.ir/fa/page/3004> [دسترسی در ۱۳۹۸/۰۲/۰۵]

[۲۱] زینب لشکری پور، نسرین عادل پور، "فناوری محاسبات ابری و جایگاه آن در ایران"، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی برق و کامپیوتر با تاکید بر دانش بومی، صفحه ۸-۱، تهران، مؤسسه آموزش عالی مقدس اردبیلی، ۱۹ بهمن ۱۳۹۶.

[22] M. Nasr, and S. Ouf. "An Ecosystem in e-learning using cloud computing as platform and Web2. 0", *The Research Bulletin of Jordan ACM*, Vol. 2, pp. 134-140, 2011.

[23] M. Bosamia, and A. Patel. "An overview of cloud computing for e-learning with its key benefits", *International Journal of Information*, Vol. 6, No. ۱/2, 2016.

[24] X. Bai, "Affordance of ubiquitous learning through cloud computing", In *2010 Fifth International Conference on Frontier of Computer Science and Technology*, Changchun, Jilin, China, 2010, pp. 78-82.

[25] J. A. González-Martínez, M. L. Bote-Lorenzo, E. Gómez-Sánchez, and R. Cano-Parra, "Cloud computing and education: A state-of-the-art survey", *Computers & Education*, Vol. 80, pp. 132-151, 2015.

[۲۶] گلناز وکیلی، "ارزیابی کارایی مدل‌های رایانش ابری در ارائه سرویس‌های یادگیری الکترونیکی"، پژوهش‌نامه پردازش و مدیریت اطلاعات، دوره ۲۹، شماره ۴، تابستان ۱۳۹۳.

[27] D. G. Chandra, and M. D. Borah, "Cost benefit analysis of cloud computing in education", In *2012 International Conference on Computing, Communication and Applications*, Dindigul, Tamilnadu, India, 2012, pp. 1-6.

[28] E. A. Aldakheel, "A cloud computing framework for computer science education", Ph.D. Thesis, Bowling Green State University, 2011.

[29] M. Zuvic-Butorac, Z. Nebic, D. Nemcanin, T. Mikac, and P. Lucin, "Establishing an institutional framework for an e-learning implementation-experiences from the University of Rijeka, Croatia", *Journal of Information Technology Education*, Vol. 10, No. IIP, pp. 043-056, 2011.

[30] S. Duggal, N. Ali, and M. K. Sharma, "Designing Issues for E-Learning Modules in Cloud Platform", In *International Conference*

آموزش و سطح رضایت‌مندی کاربران که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، می‌باشد. علاوه بر این، نحوه انتقال به معماری پیشنهادی برای محیط‌های آموزشی در قالب چندین مرحله و در نهایت محدودیت‌های آن، ارائه شده است.

در آینده می‌توان معماری پیشنهادی را با استفاده از ابزارهای شبیه‌سازی، پیاده‌سازی و کارایی آن را در سناریوهای متفاوت ارزیابی نمود؛ تا در نهایت بتوان پس از بهبود معماری، آن را در یک محیط آموزشی به مرحله اجرا درآورد. علاوه بر این، می‌توان بخش ارزیابی سیستمی را که مبتنی بر یادگیری ماشین است را با جزئیات بیشتر بررسی و فاکتورهای تأثیرگذار را شناسایی نمود. در حقیقت، پس از جمع‌آوری داده بایستی مراحل لازم جهت آموزش^{۸۳}، سنجش^{۸۴}، تنظیم^{۸۵} و پیش‌بینی^{۸۶} در این راستا طی گردد.

مراجع

- [1] M. A. H. Masud, and X. Huang, "An e-learning system architecture based on cloud computing", *System*, Vol. 10, No. 11, pp. 255-259, 2012.
- [2] L. M. Vaquero, L. Rodero-Merino, J. Caceres, and M. Lindner, "A break in the clouds: towards a cloud definition", *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, Vol. 39, No. 1, pp. 50-55, 2008.
- [3] P. Mell, and T. Grance, "The NIST definition of cloud computing", National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, Rep. 800-145, 2011.
- [4] S. Marston, Z. Li, S. Bandyopadhyay, J. Zhang, and A. Ghalsasi, "Cloud computing—The business perspective", *Decision support systems*, Vol. 51, No. 1, pp. 176-189, 2011.
- [5] B. Grobauer, T. Walloschek, and E. Stocker, "Understanding cloud computing vulnerabilities", *IEEE Security & Privacy*, Vol. 9, No. 2, pp. 50-57, 2011.
- [6] P. Pocatilu, F. Alecu, and M. Vetrici, "Measuring the Efficiency of Cloud Computing for E-Learning Systems", *Wseas Transactions on Computers*, Vol. 9, pp. 42-51, 2010.
- [7] T. Dillon, C. Wu, and E. Chang, April. "Cloud computing: issues and challenges", In *2010 24th IEEE international conference on advanced information networking and applications*, Perth, Western Australia, 2010, pp. 27-33.
- [8] Q. Zhang, L. Cheng, and R. Boutaba, "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges", *Journal of internet services and applications*, Vol. 1, No. 1, pp. 7-18, 2010.
- [9] I. M. Abbad, *Cloud management and security*, John Wiley & Sons, West Sussex, United Kingdom, 2014.
- [10] R. L. Grossman, "The case for cloud computing", *IT professional*, Vol. 11, No. 2, pp. 23-27, 2009.
- [11] L. Wang, G. V. Laszewski, A. Younge, X. He, M. Kunze, J. Tao, and C. Fu, "Cloud computing: a perspective study", *New Generation Computing*, Vol. 28, No. 2, pp 137-146, 2010.
- [12] M. Roza, C. Smith, and K. Fielder, "Working group Security as a Service (SecaaS)", Cloud Security Alliance (CSA), [Online] <https://cloudsecurityalliance.org/research/working-groups/security-as-a-service/>, [Accessed: July 19, 2019].
- [13] C. Curino, E. P. Jones, R. A. Popa, N. Malviya, E. Wu, S. Madden, H. Balakrishnan, and N. Zeldovich, "Relational cloud: A database-as-a-service for the cloud", *Proc. 5th Biennial Conference on*

- [44] Y. Khmelevsky, and V. Voytenko, "Hybrid cloud computing infrastructure in academia", *WCCCE 2015 - the 20th Western Canadian Conference on Computing Education*, Nanaimo, British Columbia, Canada, 2015, pp. 8-9.
- [45] O. Morariu, C. Morariu, and T. Borangiu, "A genetic algorithm for workload scheduling in cloud based e-learning", *In Proceedings of the 2nd International Workshop on Cloud Computing Platforms*, Bern, Switzerland, 2012, p. 5.
- [46] T. Kalushkov, D. Valcheva, and G. Markova, "A Model for Pseudo-Cloud Hosted E-Learning Module for Collaborative Learning", *In 2018 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, 2018, pp. 1-5.
- [47] A. El Mhouti, A. N. M. Erradi, and J. M. Vasquez, "Cloud-based VCLE: A virtual collaborative learning environment based on a cloud computing architecture", *In Systems of Collaboration (SysCo), International Conference on*, Casablanca, Morocco, 2016, pp. 1-6.
- [48] V. R. Naidu, A. Z. Bhat, and B. Singh, "Cloud Concept for Implementing Multimedia Based Learning in Higher Education", *In Smart Technologies and Innovation for a Sustainable Future*, Cham, 2019, pp. 81-84.
- [49] K. M. Chao, A. E. James, A. G. Nanos, J. H. Chen, S. D. Stan, I. Muntean, G. Figliolini, P. Rea, C. B. Bouzgarrou, P. Vitliemov, and J. Cooper, "Cloud E-learning for Mechatronics: CLEM", *Future Generation Computer Systems*, Vol. 48, pp.46-59, 2015.
- [50] S. Stein, J. Ware, J. Laboy, and H. E. Schaffer, "Improving K-12 pedagogy via a Cloud designed for education", *International Journal of Information Management*, Vol. 33, No. 1, pp. 235-241, 2013.
- [51] K. Chine, "Learning math and statistics on the cloud, towards an EC2-based Google Docs-like portal for teaching/learning collaboratively with R and Scilab", *In 2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Sousse, Tunisia, 2010, pp. 752-753.
- [52] R. I. Dinita, G. Wilson, A. Winckles, M. Cirstea, and A. Jones, "A cloud-based virtual computing laboratory for teaching computer networks", *In Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM), 2012 13th International Conference on*, Brasov, Romania, 2012, pp. 1314-1318.
- [53] W. Tian, S. Su, and G. Lu, "A framework for implementing and managing platform as a service in a virtual cloud computing lab", *In Education Technology and Computer Science (ETCS), 2010 Second International Workshop on*, Wuhan, Vol. 2, 2010, pp. 273-276.
- [54] M. Vouk, S. Averitt, M. Bugaev, A. Kurth, A. Peeler, H. Shaffer, E. Sills, S. Stein, and J. Thompson, "Powered by VCL—using Virtual Computing Laboratory (VCL) Technology to Power Cloud Computing", *In Proceedings of the 2nd International Conference on Virtual Computing (ICVCI)*, NC: RTP, 2008, pp. 15-16.
- of Advance Research and Innovation*, New Delhi, India, 2015, pp. 142-146.
- [31] A. Y. U. Gital, and F. U. Zambuk, "Cloud computing: Solution to ICT in higher education in Nigeria", *Advances in Applied Science Research*, Vol. 2, No. 6, pp. 364-369, 2011.
- [32] A. M. Elamir, N. Jailani, and M. A. Bakar, "Framework and architecture for programming education environment as a cloud computing service", *Procedia Technology*, Vol. 11, pp.1299-1308, 2013.
- [33] M. Despotović-Zrakić, K. Simić, A. Labus, A. Milić, and B. Jovanić, "Scaffolding Environment for e-Learning through Cloud Computing", *Educ. Technol. Soc.*, Vol. 16, No. 3, pp. 301-314, 2013.
- [34] A. El Mhouti, M. Erradi, and A. Nasseh, "Using cloud computing services in e-learning process: Benefits and challenges", *Education and Information Technologies*, Vol. 23, No. 2, pp. 893-909, 2018.
- [35] H. F. El-Sofany, S. A. El-Seoud, and R. T. Farouk, "Studying the Effect of Using E-Learning Through Secure Cloud Computing Systems", *In The Challenges of the Digital Transformation in Education: Proceedings of the 21st International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, Kos Island, Greece, Vol. 2, 2018, pp. 54-63.
- [36] S. T. Siddiqui, S. Alam, Z. A. Khan, and A. Gupta, "Cloud-Based E-Learning: Using Cloud Computing Platform for an Effective E-Learning", *In Smart Innovations in Communication and Computational Sciences*, Singapore, 2019, pp. 335-346.
- [37] N. B. Nordin, R. N. Mir, and Z. Noor, "Adoption of Cloud Computing in Higher Learning Institutions: A Systematic Review", *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 10, No. 36, pp. 1-19, 2017.
- [38] C. Madhumathi, and G. Ganapathy, "An academic cloud framework for adapting e-learning in universities", *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 2, No. 11, pp. 4480-4484, 2013.
- [39] L. Rajendran, and R. Veilumuthu, "A Cost Effective Cloud Service for E-Learning Video on Demand", *European Journal of Scientific Research*, Vol. 55, No. 4, pp. 569-579, 2011.
- [40] K. P. N. Jayasena, and H. Song, "Private Cloud with e-Learning for Resources Sharing in University Environment", *In E-Learning, E-Education, and Online Training*, Dublin, Ireland, 2017, pp. 169-180.
- [41] Z. Yang, and Z. Zhu, "Construction of OSS-based e-learning cloud in China", *In Education Technology and Computer (ICETC), 2010 2nd International Conference on*, Shanghai, China, Vol. 2, 2010, pp. V2-398.
- [42] A. Ezenwoke, N. Omoregbe, C. K. Ayo, and M. Sanjay, "NIGEDU CLOUD: model of a national e-education cloud for developing countries", *IERI Procedia*, Vol. 4, pp.74-80, 2013.
- [43] A. E. Khedr, and A. M. Idrees, "Enhanced e-Learning System for e-Courses Based on Cloud Computing", *JCP*, Vol. 12, No. 1, pp. 10-19, 2017.

زیر نویس ها:

⁹ Dynamic resource provisioning

¹⁰ Scale

¹¹ Computing

¹² Service Level Agreement (SLA)

¹³ Privacy

¹⁴ Service provider

¹⁵ Latency

¹⁶ Remote access

¹ Information and Communications Technology (ICT)

² Electronic Education

³ Cloud computing

⁴ Traditional

⁵ National Institute of Standards and Technology (NIST)

⁶ Servers

⁷ Efficient utilization

⁸ Virtualization

17 Exchange
18 Software as a Service (SaaS)
19 Platform as a Service (PaaS)
20 Infrastructure as a Service (IaaS)
21 Maintenance
22 Storage as a Service (SaaS)
23 Security as a Service (SecaaS)
24 Database as a Service (DBaaS)
25 Everything as a Service (XaaS)
26 Public
27 Private
28 Community
29 Hybrid
30 Deploy
31 Owner
32 Third party
33 Staff
34 Scalability
35 Single point of failure
36 Content
37 Dissatisfaction
38 Framework
39 Quality of Service (QoS)
40 Cost effective
41 Flexibility
42 Response time
43 Throughput
44 Error
45 Operational
46 Optimal schedule
47 Collaborative knowledge
48 Comprehensive
49 Evaluation
50 Monitor
51 Statement issuance
52 Intelligent

53 Machine learning
54 Integrity
55 Intelligent Architecture based on Cloud Computing for Electronic
Education Systems Evaluation (IACCEESE)
56 Academic
57 Interaction
58 Chat
59 Forum
60 Efficiency
61 Policies
62 Log
63 Load Balancing
64 Authentication
65 Confidentiality
66 Accessibility
67 Configuration
68 Reliability
69 Separate
70 Isolated
71 Transparency
72 Artificial intelligence
73 Cross platform integration
74 Compatibility
75 Disaster recovery
76 Virtual Class Ecosystem (VCE)
77 C++ workbook
78 CLOUD E-learning for Mechatronics (CLEM)
79 Virtual Collaborative Learning Environment (VCLE)
80 Pseudo-Cloud Hosted E-Learning (PCHEL)
81 Feasibility
82 Re-engineering
83 Train
84 Evaluate
85 Tuning
86 Predict