علوم رایانش و فناوری اطلاعات
نشریه علمی انجمن کامپیوتر ایران
مجلد ۲۲، شماره ۱، ۱۴۰۳
صفحات ۷۴-۸۷
مقاله پژوهشی

معماری ابری ترکیبی مبتنی بر وب معنایی مناسب برای سیستم‌های مدیریت محتوای آموزشی

مهدی افضلی[۱]، مهدی بازرگانی[۲]، نفیسه فارغ زاده[۳]*، شیوا کریمی[۴]

*مهدی افضلی، دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۲، بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۱۴، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۲

[۱] استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران
[۲] استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران
[۳] استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خدابنده، زنجان، ایران
[۴] استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، زنجان، ایران

چکیده

محاسبات ابری محیط آنلاین، سامانه‌ها و شبکه‌های عمومی یا خصوصی را به یکدیگر مرتبط نموده و کاربران می‌توانند اطلاعات را از راه دور ذخیره نموده و از مستقل از زمان و مکان از داده‌ها استفاده نمایند. همچنین سیستم مدیریت محتوا جهت مدیریت حجم بالایی از داده‌های پویای قابل‌نمایش در وب به کار می‌رود. به دلیل آنکه روند ایجاد، ویرایش و مدیریت ذخیره‌سازی در محیط ابری آسان‌تر است، لذا استفاده از این محیط برای مراکز آموزشی، گزینه مناسبی است. در این پژوهش یک معماری ترکیبی ابری برمبنای وب معنایی برای سامانه‌های مدیریت محتوای آموزشی ارائه‌شده است که اهداف آن عبارت است از: بهره‌گیری از قابلیت‌های محاسبات ابری و فنّاوری وب معنایی، ارائه یک مدل استخراج اطلاعات بر مبنای وب معنایی برای سیستم مدیریت محتوا در ابر؛ یافتن روابط معنایی کلمات بر مبنای آنتولوژی و استفاده از آنتولوژی برای یافتن روابط بین فایل‌های ذخیره‌شده در سیستم مدیریت محتوا. بر اساس معماری پیشنهادی، کاربران به سیستم مدیریت محتوا در ابر متصل گردیده و از داده‌ها استفاده می‌نمایند. همچنین به‌منظور بازیابی داده‌ها بر اساس وب معنایی، داده‌ها برمبنای XML و RDF ذخیره می‌شوند و بین آن‌ها لینک‌های پیوندی ایجاد و داده‌های کلاس‌های اصلی بازیابی می‌گردند.

کلمات کلیدی: آنتولوژی، سیستم، محاسبات ابری، مدیریت محتوا، معماری ترکیبی، وب معنایی.

۱- مقدمه

امروزه سرعت پیشرفت فناوری باعث شده تا سازمان‌های مختلف دست‌خوش تغییرات فنّاورانه بسیار گردند. بهره‌گیری از فرآیندهای مدوّن و یکپارچه زیرساختی در سامانه‌های مدیریت محتوا، از ارکان بنیادین تولید محتوای مؤثر در سامانه‌های اطلاعاتی فناور محور است و مدیریت محتوا و پردازش داده‌های متنی با توجه به تولید روزافزون این داده‌ها در پلتفرم‌های مختلف از اهمیت زیادی برخوردار است [۱]. در این راستا اولین گام برای آغاز یک فرایند مؤثر پردازشی و مدیریتی در حوزه مدیریت محتوا، بررسی مطالعات انجام‌شده در حوزه‌ی تخصصی موردنظر و جمع‌آوری اطلاعات است. اساساً جمع‌آوری داده و محتوای مؤثر نیازمند یک روش و چارچوب نظام‌مند است. کلاسه‌بندی محتوا و کلمات کلیدی یکی از روش‌های مطرح در این حوزه است. اگرچه متأسفانه شناسایی کلمات کلیدی مناسب به همراه ارتباطات معنایی بین آن‌ها یکی از چالش‌های مطرح در این حوزه است که امروزه با کمک سامانه‌های مدیریت محتوا تا حد زیادی تسهیل گردیده است [۲]. سیستم مدیریت

محتوا[1] برنامه‌ای متن‌باز است که به‌طور کامل از ایجاد، مدیریت و به‌روزرسانی یک وب‌سایت پشتیبانی می‌کند و تمام ابزارهای موردنیاز برای مدیریت یک وب‌سایت را دارا است. سیستم مدیریت محتوا چرخه زندگی یک صفحه وب را از ایجاد و به‌روزرسانی تا مرحله انقراض آن در برمی‌گیرد. همچنین این سیستم دارای قابلیت مدیریت محتوا و ساختار سایت، شیوه نمایش صفحات و ارتباط آن‌ها با منوها است. سیستم مدیریت محتوا درواقع، مجموعه‌ای از فرآیندها و فن‌آوری‌ها است که جمع‌آوری، مدیریت و انتشار اطلاعات را در هر شکل یا به هر روشی به‌صورت مجتمع، پشتیبانی می‌نماید. این اطلاعات معمولاً محتوا، یا به‌طور دقیق، محتوای دیجیتالی نامیده می‌شود. محتوای دیجیتالی ممکن است به شکل متن (مانند اسناد الکترونیکی)، فایل‌های چندرسانه‌ای (مانند فایل‌های صوتی یا تصویری)، یا هر نوع فایل دیگری باشد که از چرخه عمر محتوا تبعیت می‌کند. شیوه‌ها و اهداف مدیریت محتوا بر اساس مأموریت و ساختار نظارت سازمانی متفاوت است. سازمان‌های خبری، وب‌سایت‌های تجارت الکترونیکی و مؤسسات آموزشی، همگی به شیوه‌های مختلف از مدیریت محتوا استفاده می‌کنند. یک سیستم مدیریت محتوا مجموعه‌ای از فرآیندهای خودکار است که عموماً ویژگی‌های زیر را پشتیبانی می‌نماید:

۱- واردکردن و ایجاد اسناد و ابزارهای چندرسانه‌ای؛
۲- تعیین تمام کاربران کلیدی و نقش‌های آن‌ها؛
۳- توانایی تخصیص نقش‌ها و مسئولیت‌ها به گروه‌ها یا انواع محتوا؛
۴- تعریف وظایف گردش‌کار اغلب همراه با پیام، طوری که مدیران محتوا از تغییرات محتوا آگاه شوند؛
۵- توانایی پیگیری و مدیریت نسخه‌های متعدد یک محتوای خاص؛

این سامانه‌های نرم‌افزاری به توسعه‌دهندگان وب‌سایت‌ها امکان می‌دهند تا به‌راحتی و در مدت‌زمان بسیار کوتاهی وب‌سایت موردنظر خود را ایجاد نموده و بدون محدودیت زمانی و از هرکجای دنیا به‌صورت آنلاین در سایت خود تغییراتی را اعمال و یا آن را بروز رسانی نمایند. سامانه‌هایی که امروزه در وب شناخته می‌شوند یک برنامه نرم‌افزاری روی سرور هستند و به مدیر سایت اجازه می‌دهند تا بدون نیاز به طراحی دوباره سایت محتوای سایت را تغییر دهد. اساساً سامانه‌های مدیریت محتوا سیستمی‌هایی هستند که بتوان به‌وسیله آن‌ها سه عمل اصلی: ایجاد، مدیریت و سطح‌بندی اطلاعات را انجام داد. سامانه‌های مدیریت محتوا دارای قابلیت‌های زیادی بوده و بسته به نوع محتوا کارایی آن‌ها نیز فرق می‌کند. به‌عنوان‌مثال محتوای صوت، تصویر یا فیلم، برای مدیریت و سطح‌بندی نیازهای متفاوت‌تری نسبت به محتوای متنی دارند. سیستم مدیریت محتوا این امکان را فراهم کرده که هر کاربری بتواند برای خود یک سایت را تولید کرده و آن را به‌طور کامل مدیریت نماید و عموماً برای این امر نیاز به دانش فوق تخصصی و پیچیده‌ای نیست. با استفاده از سیستم مدیریت محتوا می‌توان بخش‌های مختلف سایت را مدیریت کرد و بخش‌های جدید را به وب‌سایت اضافه نموده و یا محتویات آن‌ها را تغییر داد. برای این منظور حتی لازم نیست اطلاعات را مجدداً بر روی وب سرور خود بارگذاری نمود. کلیه این تغییرات بلافاصله پس‌ازآنکه دستور تغییر وارد می‌شود اعمال می‌شوند. یکی از مشکلاتی که تاکنون به‌نوعی باعث شده است تا افراد کمتری به فکر داشتن یک وب‌سایت باشند شاید نداشتن تخصص کافی و هزینه‌های بالای آن بوده، ولی امروزه با دسترس بودن سیستم مدیریت محتوا دیگر تمامی این مشکلات رفع شده و حتی بدون داشتن تخصص کافی و با کمترین هزینه می‌توان وب‌سایت‌های موردعلاقه خود را راه‌اندازی کرد. در زیر به برخی از مزایای عمومی سامانه‌های مدیریت محتوا اشاره‌شده است [۳-۴]:

۱- مدیریت محتوا به‌صورت غیرمتمرکز
۲- عدم نیاز به تسلط به HTML
۳- تنظیم سطوح دسترسی و تعیین نقش کاربران
۴- تفکیک اطلاعات متن، صفحه‌بندی و منوها
۵- به‌روز بودن اطلاعات
۶- قابلیت‌های پیشرفته وب
۷- واردکردن و ایجاد مستندات و موارد چندرسانه‌ای
۸- شناسایی تمامی کاربران کلیدی وظایف مدیریت محتوایی آن‌ها
۹- توانایی تخصیص وظایف و مسئولیت‌ها به دسته‌ها یا انواع مختلف محتوا
۱۰- استفاده‌های گوناگون از تصاویر و متن

در سامانه‌های مدیریت محتوای جدید، مالکان محتوا می‌توانند به‌سرعت و سهولت به قسمت‌های مختلف سایت دسترسی یابند و محتوای خود را به‌صورت مؤثر منتشر نمایند؛ مثلاً می‌توانند اطلاعات را مستقیماً بر روی وب‌سایت یا بر روی سرور لینوکس یا سرویس‌های هاستینگ مرتبط انتشار دهند. همچنین سطوح دسترسی مختلفی برای انواع کاربران پورتال وجود دارد و بدین ترتیب بر اساس نوع دسترسی تخصیصی افراد فقط قسمت‌های خاصی را می‌توانند ویرایش کنند [۵]. در این خصوص ابزارهای تغییر زیادی وجود دارد که می‌توان با استفاده از آن از بروز خطاها جلوگیری کرد. اخیراً اکثر شرکت‌های بزرگ تجاری اطلاعات خود را به‌صورت یکی از انواع سیستم مدیریت محتوا درمی‌آورند تا بدین شکل نوشتن محتوای پورتال را ساده و مؤثر کنند. بااینکه اغلب گروهی از متخصصان در فنّاوری اطلاعات بر سیستم نظارت دارند اما برخی ابزارهای مدیریت محتوای به‌طور کاملاً خودکار کار می‌کنند [۶]. این سامانه‌ها علیرغم تسهیل بسیاری از کارکردها همواره با مشکلات و مسائلی نیز روبرو بوده‌اند که پژوهش‌های اخیر این حوزه در جهت رفع این مسائل گام برداشته‌اند. در بخش بعدی مقاله ابعاد مسئله و چالش‌های مرتبط را بیان می‌نماییم.

۲- بیان مسئله

ازآنجاکه استخراج اطلاعات موردنیاز در محیط وب پیچیده و دشوار است، روش‌های سنتی بازیابی اطلاعات که برای جستجوی اطلاعات در پایگاه داده‌های توزیعی به کار می‌روند، عموماً در محیط وب قابل‌استفاده و کارا نمی‌باشند. کاربران معمولاً از موتورهای جستجو که مهم‌ترین و رایج‌ترین ابزار برای یافتن اطلاعات در وب می‌باشند، استفاده می‌نمایند. این موتورها، یک پرس‌وجوی مبتنی بر کلمات کلیدی از کاربر دریافت کرده و در پاسخ فهرستی از اسناد مرتبط با پرس‌وجو که بر اساس میزان ارتباط با این پرس‌وجو مرتب‌شده‌اند، به کاربران ارائه می‌کنند؛ اما اغلب موتورهای جستجو دارای دو مشکل اصلی می‌باشند. اولاً دقت اکثر موتورهای جستجو پایین است، چراکه این موتورها در پاسخ به یک پرس‌وجوی کاربر صدها یا هزاران سند را بازیابی می‌کنند، درحالی‌که بسیاری از اسناد بازیابی شده توسط آن‌ها با نیاز اطلاعاتی کاربر مرتبط نمی‌باشند [۷]. دوماً میزان فراخوانی این موتورها کم است، به آن معنی که قادر به بازیابی کلیه اسناد مرتبط با نیاز اطلاعاتی کاربر نیستند. چراکه حجم اسناد در وب بسیار زیاد است و موتورهای جستجو قادر به نگهداری اطلاعات کلیه اسناد وب، در پایگاه داده‌های خود نمی‌باشند. موتورهای جستجوگر با مشکلاتی مانند جستجو برمبنای کلیدواژه، عدم بازیابی همه اطلاعات مرتبط و نیز بازیابی اطلاعات نامرتبط فراوان، مواجه هستند. موتورهای جستجوگر اطلاعاتی، حجم قابل‌توجهی از اطلاعات نامربوط به جستجوها را نشان می‌دهند. داده‌های جستجو شده فقط از سوی جستجوگر شناخته‌شده و نمی‌تواند توسط موتورهای جستجو قابل تفسیر باشند. در پاسخ به این نقاط ضعف، وب معنایی شکل گرفت، وب معنایی از تطبیق کلیدواژه‌ها فراتر رفته و جستجو را بر اساس موضوع، ارتباط میان داده‌ها، نوع داده‌ها و کیفیت‌های دیگر انجام می‌دهد؛ بنابراین فرایند تطبیق اطلاعات، می‌تواند به‌جای کلیدواژه، مبتنی بر تطابق مفهومی باشد. درنتیجه، مدل وب معنایی که به‌عنوان یک فنّاوری جدید استفاده می‌شود. وب معنایی نمودار دانشی است که از

1. Content Management System (CMS)

ترکیب داده‌های متصل و پیوندی با محتوای هوشمند برای تسهیل درک ماشینی و پردازش محتوا، ابر داده و سایر اشیاء اطلاعاتی در مقیاس مشخص تشکیل می‌شود. استانداردهای معنایی یک تکامل حیاتی وب را به سمت هوشمندی باز می‌کند و به محتوایی که صورت آنلاین ارسال می‌کنیم اجازه می‌دهد به‌گونه‌ای ارائه شود که بتواند توسط ماشین‌ها قابل‌درک، متصل و ترکیب مجدد باشد [۸]. همچنین وب معنائی در سامانه‌های ابری و همچنین بررسی تشکیل آنتولوژی تأثیر بسیاری در بازیابی و استخراج داده‌های مفید دارد. آنتولوژی، جنبه‌های مختلف فرآیند یادگیری را توصیف می‌نماید. به‌طور خاص، مدیر یک پایگاه دانش را به‌عنوان هسته اصلی یادگیری در نظر می‌گیرد که کاربران را دریافتن خدمات مرتبط به کمک آنتولوژی راهنمایی می‌نماید. تولید و نگهداری داده‌های پایگاه‌های دانش از طریق فن‌های آنتولوژی مدیریت می‌شود [۹].

لازم به ذکر است در حال حاضر سامانه‌های مدیریت محتوای فعلی علیرغم داشتن مزایای فراوان دارای چالش‌هایی مانند مشکلات زیرساختی، پیچیدگی تفسیر و تحلیل معنایی و کارایی می‌باشند. مسلماً در صورت ترکیب سامانه‌های مدیریت محتوا با فنّاوری‌های فناور محور اخیر مانند رایانش ابری و بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیلی پیشرفته و استانداردهای معنایی مرتبط، این سامانه‌ها قادر خواهند بود به نحو بسیار مؤثرتری قابلیت‌های عملکردی مرتبط را بهبود داده و مؤثرتر ظاهر گردند. این همان رویکردی است که در حوزه تمرکز پژوهش حاضر قرار دارد. در راستای دستیابی به این هدف، در قسمت‌های بعدی مقاله پس از بیان مسئله و تحلیل مدل‌های موجود و چالش‌های مرتبط، یک معماری ترکیبی در جهت بهبود قابلیت‌های عملکردی سامانه‌های مدیریت محتوای آموزشی ارائه نموده‌ایم. اهداف معماری پیشنهادی عبارت است از: ارائه یک مدل استخراج اطلاعات بر مبنای وب معنایی برای سیستم مدیریت محتوا در محیط ابر؛ پیدا کردن روابط معنایی کلمات بر مبنای آنتولوژی و استفاده از آنتولوژی به‌منظور پیدا کردن روابط بین فایل‌های ذخیره‌شده در سیستم مدیریت محتوا. به‌منظور شفاف‌سازی ابعاد مسئله در بخش بعدی ابتدا فنّاوری‌ها و مدل‌های موجود را بررسی و تشریح نموده‌ایم.

۳- فنّاوری‌ها و مدل‌های موجود

امروزه اکثر وب‌سایت‌ها و پورتال‌ها در حوزه‌های فناوری تمرکز خود را بر استفاده از قدرت سامانه‌های مدیریت محتوا و فنّاوری‌های مرتبط گذاشته‌اند، زیرا این رویکرد تنها راهکاری است که می‌تواند قابلیت‌های عملکردی و کارایی این سامانه‌ها را افزایش دهد. در این بخش از مقاله ابتدا، فنّاوری‌ها و مدل‌های موجود و تحقیقات مرتبط را بررسی نموده و سپس با معماری پیشنهادی مقایسه می‌نماییم.

۳-۱- محاسبات ابری

محاسبات ابری مدلی است که دسترسی به منابع محاسباتی، سرورها، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و انواع سرویس‌ها را با سرعت مناسب و سهولت فراهم می‌کند به‌نحوی‌که این سرویس‌ها و منابع کاملاً متناسب با نیاز کاربر ارائه‌شده است و در مقابل کاربر نیز تنها به میزان استفاده از خدمات، هزینه پرداخت می‌نماید [۱۰]. به بیان ساده‌تر در یک محیط مبتنی برابر تمامی برنامه‌های کاربردی موردنیاز کاربران، مبتنی بر وب ارائه می‌شوند و به‌این‌ترتیب تنها بااتصال به اینترنت و دارا بودن سرعت مناسب از تمامی بسترهای فراهم‌شده می‌توان بهره برد. در محاسبات ابری سامانه‌های بسیار بزرگ و قوی وجود دارند که حافظه، پردازنده و انواع سرویس‌ها را ارائه می‌دهند. هرکس می‌تواند از این امکانات با توجه به نیاز خود استفاده کند و هزینه‌اش را بپردازد. در حقیقت در این مدل به‌جای خرید نرم‌افزار یا سرورهای بزرگ و قوی، می‌توان آن‌ها را اجاره کنید. مزایای عمومی فنّاوری محاسبات ابری به شرح زیر است [۱۱-۱۲]:

۱- عدم نیاز کاربران به کامپیوترهای قدرتمند و گران‌قیمت؛
۲- کارایی بهینه و سریع: کامپیوترهای محاسبات ابری، سریع‌تر بوت و راه‌اندازی می‌شوند؛ زیرا این کامپیوترها دارای فرآیندها و برنامه‌های کم‌تری هستند که به حافظه بار می‌شوند. درنتیجه کارایی این کامپیوترها نسبت به سایر سامانه‌های محاسباتی، بهینه است؛
۳- صرفه‌جویی در هزینه خرید و روزآمد کردن برنامه‌ها و نرم‌افزارهای گرا؛
۴- ظرفیت نامحدود حافظه در اختیار کاربران؛
۵- امکان دسترسی آسان به داده‌ها و اطلاعات شخصی، توسط کاربران در هرلحظه و مکان؛
۶- قابلیت مستقل از سخت‌افزار و نرم‌افزار؛
۷- محافظت از تمام داده‌ها و اطلاعات کاربران (قابلیت اعتماد).

در دنیای خدمات ابری، کاربر وابسته به مکان نبوده و می‌تواند از هر نقطه‌ای در دنیا از طریق اینترنت به خدمات موردنیاز خود دسترسی پیدا کند، بدون آنکه درگیر جزئیات شبکه و پیچیدگی‌های سامانه‌ای به‌کاررفته در ابر شود. هم‌چنین قابلیت اعتماد به فضاهای ابری بیشتر از سامانه‌های محلی است چراکه داده‌های کاربر در مکان‌های مختلفی در دنیا به‌صورت تکراری قرار می‌گیرد و در صورت از دست رفتن احتمالی داده‌ها در یک سایت خدمات ابری، امکان بازیابی آن از سایت‌های دیگر وجود خواهد داشت. اساساً چهار نوع ابر وجود دارد [۱۳-۱۴]:

۱- ابر عمومی[1]: در ابر عمومی منابع محاسباتی به‌صورت پویا از طریق اینترنت و برنامه‌ها یا سرویس‌های تحت وب تهیه می‌شوند. ابرهای عمومی توسط شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات ابری، اجرا می‌شوند و معمولاً کاربرانی که از سرویس‌های ابر عمومی استفاده می‌کنند به‌صورت ماهانه مبالغی را به ازای پهنای باند مصرفی و سرویسی که دریافت می‌کنند پرداخت می‌کنند.

۲- ابر خصوصی[2]: ابر خصوصی به محاسبات ابری در شبکه‌های خصوصی اشاره می‌کند. ابرهای خصوصی برای استفاده انحصاری مشتریان مشخص، کنترل کامل بر روی‌داده‌ها، امنیت و کیفیت خدمات به وجود می‌آیند.

۳- ابر ترکیبی[3]: در این محیط، مدل‌های ابرهای عمومی و خصوصی را ترکیب می‌کنند. زیرساخت ترکیبی از چندین ابر (عمومی، خصوصی یا گروهی) تشکیل می‌شود که ممکن است هر یک از این ابرها توسط یک ارائه‌کننده ایجاد شود و همه این ابرها در کنار هم یک ابر ترکیبی را ایجاد کنند [۱۵].

۴- ابر گروهی[4]: سازمان‌هایی که اهداف وظایف مشترکی دارند می‌توانند از زیرساخت‌های ابری مشترکی به نام «ابر گروهی» استفاده کنند؛ در این حالت، زیرساخت محاسباتی بین چند سازمان به اشتراک گذاشته می‌شود.

خدمات پایه محاسبات ابری به سه شکل ارائه می‌گردد. سازمان‌ها و شرکت‌ها با توجه به نیازهایشان می‌توانند یک یا چند راهبرد خدماتی را انتخاب نموده و استفاده نمایند. خدمات پایه در محیط‌های ابری به شرح زیر می‌باشند [۱۶ و۱۱]:

۱- نرم‌افزار به‌عنوان سرویس[5]: مدل SAAS نوعی مدل ارائه نرم‌افزار است به‌طوری‌که نرم‌افزار و اطلاعات مربوط به آن به‌طور کامل و یکپارچه روی ابر مستقرشده‌اند. دسترسی کاربران به نرم‌افزار با کمک یک مرورگر وب امکان‌پذیر خواهد بود. ازآنجایی‌که نرم‌افزار روی سرور متعلق به ارائه‌دهنده، نگهداری می‌شود، مصرف‌کننده نیازی به تهیه سخت‌افزار برای استقرار نرم‌افزار ندارد.

1. Public Cloud
2. Private Cloud
3. Hybrid Cloud
4. Community Cloud
5. Software as a Service (SaaS)

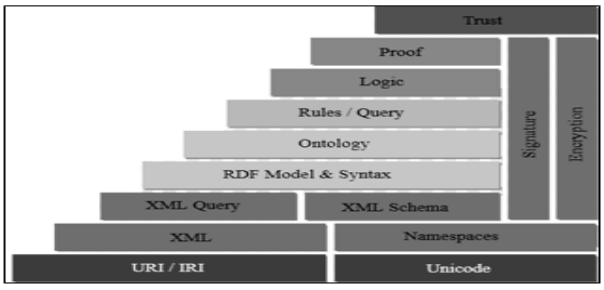
۲- پلتفرم به‌عنوان سرویس[1]: در این نوع خدمات، مشتری امکان دارد برنامه‌های کاربردی ساخته‌شده یا خریداری‌شده توسط خود را بر روی زیرساخت ابری قرار دهد که هزینه خرید یا ساخت این برنامه‌ها به عهده مشتری است. این برنامه‌ها با استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی و ابزارهایی که توسط فراهم‌کننده پشتیبانی می‌شوند ساخته‌شده‌اند.

۳- زیرساخت به‌عنوان سرویس[2]: این مدل یکی از سرویس‌های ابری است که در آن منابع زیرساختی به‌عنوان سرویس در اختیار مشتریان قرار می‌گیرد.

مهم‌ترین مزیت معماری ابری نسبت به معماری‌های سنتی برای ارائه خدمات فنّاورانه این است که معماری ابری وابستگی اشخاص و سازمان‌ها را به زیرساخت‌های فیزیکی شبکه، سرور و فضای ذخیره‌سازی که باید در محل کار یا زندگی آن‌ها باشد کاهش داده است؛ بنابراین مقدار زیادی از هزینه‌های سازمان‌هایی که از معماری ابری برای پاسخگویی به نیازهای خودشان استفاده می‌کنند کاهش می‌یابد. سازمان‌ها با پیروی از اصول معماری ابری و انتخاب بهترین شیوه‌های موجود، ضمن آنکه از ارزش تجاری واقعی سرمایه‌گذاری خود اطمینان حاصل می‌کنند، از محیط فناوری اطلاعات خود در آینده نیز محافظت می‌کنند. لذا در این مقاله بر آنیم تا از دستاوردهای این معماری در حوزه سامانه‌های مدیریت محتوای آموزشی بهره‌مند گردیم. در این راستا، وب معنائی می‌تواند به‌عنوان یک فنّاوری محرک سودمند باشد، لذا در بخش بعدی مقاله به آن می‌پردازیم.

۲-۳- وب معنایی

وب معنایی نمودار دانشی است که از ترکیب داده‌های متصل و پیوندی با محتوای هوشمند برای تسهیل درک ماشینی و پردازش محتوا، ابر داده و سایر اشیاء اطلاعاتی در مقیاس مشخص تشکیل می‌شود. وب معنایی با دادن توانایی به محتوا برای درک و ارائه خود در مفیدترین اشکال مطابق با نیاز مشتری، به تجارب مشتری سودمندتر و هوشمندتر منجر می‌شود. مهم‌ترین کارکرد فنّاوری وب معنایی استخراج مفاهیم و استخراج روابط داده‌ها است. بسیاری از کاربردها در استخراج اطلاعات، اکتساب دانش، فهم زبان طبیعی و بازیابی اطلاعات نیازمند درک در سطح مفهوم، معنا، رابطه و روابط معنایی است. هر موجودیتی در سیستم مدیریت محتوا دارای ویژگی‌ها و تعاریف مشخص است. وب معنایی به‌عنوان رویکرد استخراج دانش از پایگاه داده‌های وب شناخته می‌شود که روالی برای استخراج دانش ناشناخته از مقدار زیادی داده است. وب معنایی یکی از مهم‌ترین روش‌های کاوش اسناد است که جستجو در میان انبوهی از داده‌های مختلف است. در وب معنایی اسناد بر اساس دانش دامنه به‌صورت یک گراف آنتولوژی نمایش داده می‌شوند و یک سند بر اساس مفاهیم موجود در آن، به‌صورت زیر گرافی از آنتولوژی دامنه نمایش داده می‌شود. اصلی‌ترین اهداف وب معنایی به‌منظور پیدا کردن، اشتراک گذاشتن و راحت‌تر ترکیب کردن اطلاعات جهت تکامل بخشیدن به وب کنونی است. وب معنایی در عمل تلاش می‌کند که اطلاعات را به‌گونه‌ای سازمان‌دهی و ذخیره کند که جستجو بازیابی اطلاعات توسط ماشین‌ها قابل‌پردازش و حتی قابل‌فهم باشد. شکل زیر لایه‌های مختلف معماری وب معنائی را نمایش می‌دهد:



شکل ۱- معماری لایه‌ای وب معنایی [۱۷]

توصیف ویژگی‌ها و کارکردهای اصلی لایه‌ها در ساختار لایه‌ای معماری وب معنایی به شرح زیر است:

لایه آنتولوژی: شبکه گسترده‌ای از روابط بین موجودیت‌ها و مفاهیم جهت بازنمایی دانش در نظام‌های اطلاعاتی وب معنایی محسوب می‌شود. آنتولوژی به‌عنوان رویکرد جدید مهندسی دانش در عرصه هوش مصنوعی اهمیت یافته است. با ساخت آنتولوژی ساختار مفهومی بین مفاهیم استخراج و به صورتی صریح و آشکار در قالبی رسمی ارائه می‌شود. استفاده از آنتولوژی یکی از مهم‌ترین روش‌های بهبود دادن سامانه‌های بازیابی اطلاعات است. یک آنتولوژی به همراه خصوصیاتی که برای کلاس‌های یک شیء تعریف می‌کند، تشکیل یک پایگاه دانش را برای حوزه مربوطه می‌دهد. داده‌های توسط آنتالوژی پردازش می‌شوند و مفهوم مرتبط با هر متن از آنتولوژی دامنه به دست می‌آید.

لایه XML Schema: XML Schema زبانی است که هم به ایجاد ساختارهای سازگار با وب معنایی کمک می‌کند و هم محتوای قابل‌انتشار را ساختارمند و محدود می‌کند. این زبان برای انتشار اسناد XML در محیط وب به‌طور گسترده قابل‌استفاده است.

لایه XML: استاندارد XML برای کمک به ذخیره‌سازی، سازمان‌دهی و انتقال داده‌ها طراحی‌شده است. به این دلیل که از متنی بسیار ساده برای نوشتن کمک می‌گیرد و به‌آسانی می‌تواند در محیط اینترنت بارگذاری شود. XML به ساختاربندی و سازمان‌دهی محتوا در عرصه وب معنایی کمک می‌کند، اما به افزوده شدن قابلیت‌ها و امکانات متون به‌گونه‌ای که عملکردهای وب معنایی را دارا باشند، کمکی نمی‌کند.

استاندارد XML امکان ذخیره داده‌های ساخت‌یافته را دارد. داده‌های ساخت‌یافته به داده‌هایی گفته می‌شود که بخش‌های متفاوت آن قابل جداشده و ساختاربندی باشد. فرق اساسی XML با HTML این است که XML جهت حمل اطلاعات طراحی گردیده که معنای آن‌ها حفظ شود و درصورتی‌که HTML داده‌ها را طوری نشانه‌گذاری می‌نماید که قابل‌نمایش برای مرورگرها باشند.

لایه RDF: زبان HTML که در وب کنونی استفاده می‌شود توانایی بیان اشیا و روابط بین آن‌ها در وب را ندارد؛ بنابراین زبان دیگری جهت استفاده در وب معنایی به وجود آمده که RDF نام دارد. RDF زبانی است بر اساس XML که جهت تشریح مفاهیم و ایجاد اسناد در وب معنایی به وجود آمده است. اسناد RDF درواقع حاوی توضیحاتی در مورد اطلاعات در وب معنایی هستند به‌نحوی‌که آن‌ها را قابل‌درک برای ماشین‌ها می‌کند. RDF زبانی ساده برای بیان مدل‌های داده بوده و به اشیا و همین‌طور روابط آن‌ها اشاره می‌کند. مدل‌های مبتنی بر RDF با XML هم سازگاری دارند. به عبارتی، آر. دی.اف مدلی است مبتنی بر گراف که از آن به‌منظور توصیف منابع اینترنتی (نظیر صفحات وب و پیام‌های ایمیل) و نیز چگونگی ارتباط این منابع با یکدیگر استفاده به عمل می‌آید.

RDF زبانی است برای توصیف اطلاعات و قالب محتویات صفحات وب که وب معنایی نیز از این زبان بهره می‌برد. RDF همچنین به اسپایدرهای وب هم معروف است. اسپایدر، نرم‌افزاری است که کار جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز یک موتور جستجو را انجام می‌دهد. این نرم‌افزار تمامی لینک‌های موجود در وب‌سایت‌ها را شناسایی کرده و بدین ترتیب تمامی صفحات لینک داده‌شده را مرور می‌نماید و اطلاعات موردنیاز را جمع‌آوری می‌کند و آن را در اختیار سایر بخش‌های موتور جستجوگر قرار می‌دهد. این نرم‌افزار، صفحات مختلف را بازدید می‌کند و کدهای HTML صفحات را پیمایش می‌نماید و در داخل کدها به جمع‌آوری اطلاعات کلیدی می‌پردازد. وب معنایی در مقایسه با پایگاه‌های داده رابطه‌ای از مدل داده متفاوتی استفاده می‌کند. اساس مدل داده مورداستفاده در سامانه‌های پایگاه داده رابطه‌ای، رابطه‌های ریاضی است که در قالب جدول نگهداری می‌شوند. در حالیکه RDF داده‌ها

1. Platform as a Service (PaaS)

2. Infrastructure as a Service (IaaS)

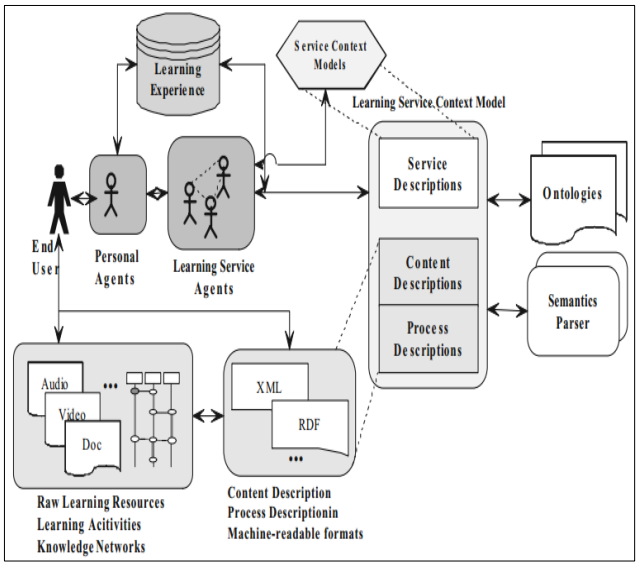
را در مدلی بر اساس گراف جهت‌دار که از ترکیب سه‌تایی‌ها (فاعل، مفعول و گزاره) تشکیل‌شده، بیان می‌کند [۱۸].

لایه طرح‌واره RDF: این لایه که به‌عنوان RDFS شناخته می‌شود به‌منظور تعریف منابع، کلاس، نوع داده و روابط بین زیر کلاس‌ها و خصوصیات بکار گرفته می‌شود. لذا، RDFS مجموعه‌ای است که برای توصیف و تشریح منابع مبتنی RDF بکار می‌رود و امکان افزودن قابلیت‌های وب معنایی نیز به آن وجود دارد.

لازم به ذکر است، امروزه سازمان‌ها با مجموعه‌ای عظیم از داده‌ها و اطلاعات مواجه هستند که مدیریت آن‌ها با شیوه‌های مرسوم قدیمی به‌سادگی امکان‌پذیر نیست. بهره‌گیری از فنّاوری وب معنایی این امکان را فراهم می‌آورند تا با تعریف صریح مفاهیم دامنه، ساختار مشترکی جهت مدیریت اطلاعات در یک سازمان فراهم آید. در این راستا در تحقیقات مختلف رویکردهای متفاوتی در جهت بهره‌گیری از وب معنائی در سامانه‌های مدیریت محتوا لحاظ شده است که در بخش بعدی مقاله حاضر به مهم‌ترین تحقیقات مرتبط می‌پردازیم.

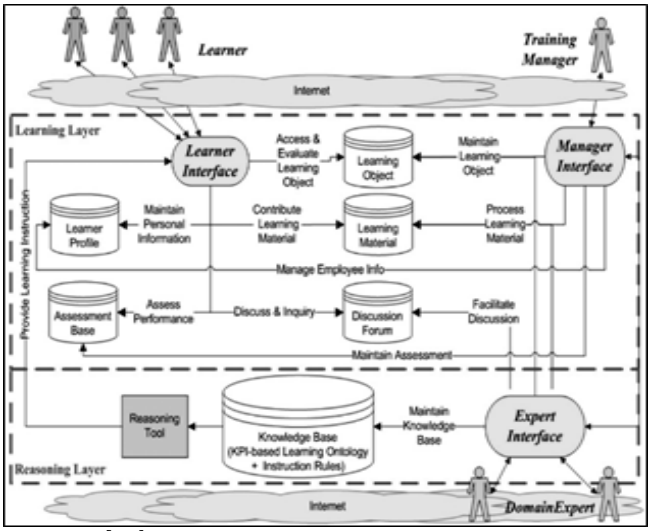
۴- پیشینه پژوهش

در این قسمت به بررسی، تحلیل و توصیف تاریخچه پژوهش و تحقیقات اخیر مرتبط با حیطه تمرکز تحقیق می‌پردازیم. در این حوزه، هوانگ و همکارانش در [۱۹] برای اولین بار یک مدل معنایی برای بازیابی فایل‌های تصویری برمبنای وب معنایی پیشنهاد کردند. روابط معنایی بین منابع با استفاده از چارچوب توصیف منبع (RDF1)شکل‌گرفته است. همچنین در این چارچوب از فن‌آوری SCORM[2] استفاده‌شده است. فن‌آوری SCORM مدل زیربنایی برای کاربران ایجاد می‌کند به‌طوری‌که هر کاربر می‌تواند بر اساس آن، مدل‌هایی از محتوای آموزش و سامانه‌های ارائه آموزش ایجاد نماید. SCORM یک استاندارد تکنیکی و فنی است که توسط ADL[3] به وجود آمد و توسعه داده شد. SCORM درواقع یک مدل نرم‌افزاری است که رابطه بین اجزاء درس، مدل‌های داده و پروتکل‌ها را برقرار می‌کند. شکل زیر این چارچوب ترکیبی را نمایش می‌دهد:



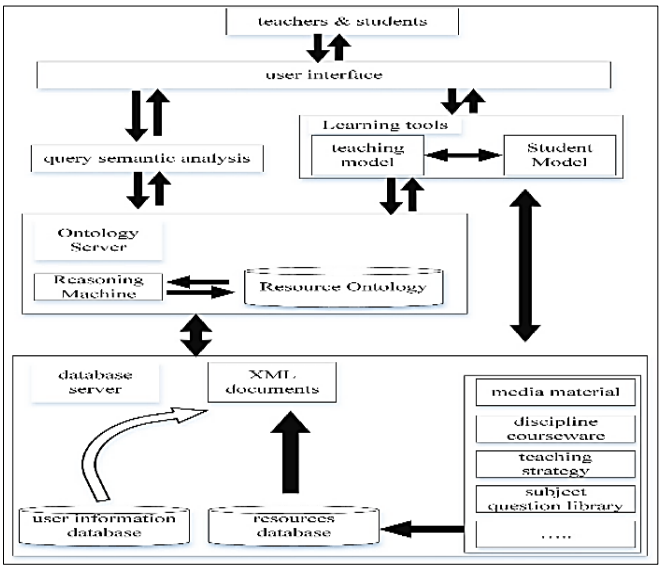
شکل ۲- چارچوب ترکیبی برمبندی وب معنایی و SCORM [۱۹]

در سال ۲۰۱۱، محققین در پژوهش [۲۰] یک پلتفرم معنایی به‌منظور راه‌اندازی سیستم یادگیری برمبندی وب معنایی پیشنهاد داده‌اند. پلتفرم معنایی شامل دولایه اصلی است یعنی لایه یادگیری و لایه استدلال. لایه یادگیری شامل یادگیرنده و مدیر آموزشی است. در لایه یادگیری روابط بین فرم‌ها، ابزارهای یادگیری و نگهداری اطلاعات وجود دارد؛ و در لایه استدلال کنترل دسترسی و بانک‌های اطلاعاتی وجود دارند. در معماری معنایی روابط بین اشیاء و کلاس‌ها طراحی‌شده و هر کلاس شامل زیر کلاس‌هایی با خصوصیات تعریف‌شده است. مزایای مدلشان این است که در برای بازیابی اطلاعات از روابط معنایی آنتولوژی استفاده‌شده است.



شکل ۳- بازیابی اطلاعات برمبندی پلتفرم معنایی [۲۰]

همچنین پژوهشگران در سال ۲۰۱۲ در مقاله [۲۱]، برمبندی وب معنایی یک مدل آموزشی طراحی کردند که دارای پنج لایه به شرح زیر است: لایه اول: دانشجویان و اساتید. لایه دوم: واسط کاربری. لایه سوم: ابزارهای آموزشی و تحلیل پرس‌وجو کوئری‌ها. لایه چهارم: سرور آنتولوژی. لایه پنجم: پایگاه داده منابع که در قالب فایل XML ذخیره‌شده‌اند. همچنین در این لایه توضیحات دروس، استراتژی دروس و موضوعات قرار دارند.

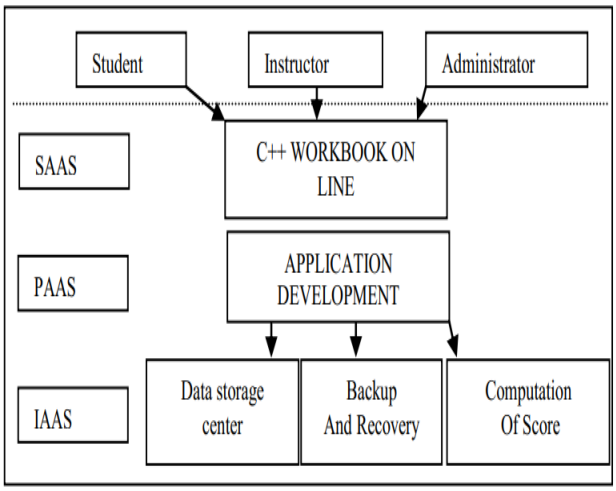


شکل ۴- مدل آموزشی سیستم یادگیری برمبندی وب معنایی [۲۱]

1. RDF = Resource Description Framework
2. Sharable Content Object Reference Model (SCORM)
3. Advanced Distributed Learning (ADL)

محققان در [۲۱] مدلی بر مبنای وب معنایی برای محیط‌های آموزشی در محاسبات ابری پیشنهاد کردند. تحقیقات [۲۲-۲۳] معماری هائی برمبندی وب معنایی برای سیستم آموزش الکترونیکی دانشگاهی پیشنهاد کرده‌اند. در این سامانه‌ها از روابط معنایی برای موجودیت‌های استاد، درس و دانشجو استفاده‌شده است. هر موجودیت شامل مجموعه‌ای از کلاس‌ها و توابع است که باهمدیگر ارتباط دارند. همچنین در [۲۴] بررسی و بیان‌شده است که سرویس‌های ابری متنوعی در محاسبات ابری عرضه‌شده است که امکان کشف آن‌ها به‌طور مؤثر وجود ندارد. این موضوع باعث می‌شود که کاربران وقت زیادی را صرف کشف سرویس موردنظر خود، نمایند. این موضوع در محاسبات ابری، مشکلات و چالش‌های مربوط به خود را دارد. عدم کشف سرویس باعث محدودیت در به دست آوردن مفاهیم مربوط به نیازهای کاربران و رابطه بین سامانه‌های ذخیره‌سازی ابری می‌شود. هدف از کشف سرویس، جستجو یافتن سرویس‌هایی است که می‌توانند نیاز کاربر را برآورده سازند. برای کشف سرویس برمبندی وب معنایی در ابتدا کاربر درخواست خود را وارد می‌کند و سپس سرویس موردنظر جستجو کشف می‌شود.

نویسندگان در [۲۵] مدل OCSS[1] را پیشنهاد نموده‌اند. مدل OCSS یک سیستم ذخیره‌سازی ابری آنتولوژی است که بر مبنای روابط معنایی کلمات، عمل بازیابی داده‌ها از سیستم فایل گوگل را انجام می‌دهد. مدل GFS نیز یک فایل سیستم توزیع‌شده قابل‌گسترش است که از برنامه‌های توزیع‌شده در مقیاس بزرگ و با داده‌های متمرکز پشتیبانی می‌کند. مدل GFS از سرورهای عادی ارزان برای به دست آوردن تحمل‌پذیری خطا بالا استفاده می‌کند. در مدل OCSS تمامی سرورها به یک پایگاه داده مرکزی بزرگ متصل هستند و هنگامی‌که کاربران داده‌ها را بازیابی می‌کنند روابط معنایی آن‌ها با استفاده از آنتولوژی استخراج وابستگی فایل‌های مربوط به هم شناسایی می‌شود و عمل بازیابی انجام می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که مدل OCSS زمان اجرایی بازیابی داده‌ها را در مقایسه با مدل GFS کاهش داده است. در [۲۶] نیز یک سیستم آموزشی برمبندی وب معنایی در محیط ابر برای دسترسی به داده‌ها پیشنهادشده است. این معماری شامل لایه‌های زیرساخت، پلتفرم، کاربردی، دستیابی و کاربران است. هر کاربر می‌تواند از طریق ارتباط معنایی به داده‌ها دسترسی داشته باشد و برنامه‌های موردنظرش را پیدا کند. هر برنامه در یک‌لایه خاص گنجانده‌شده و انواع متنوعی از برنامه‌ها برای هر کاربر وجود دارد. الامیر و همکارانش[2] در [۲۷] یک معماری آموزشی برمبندی آنتولوژی در محیط ذخیره‌سازی ابری پیشنهادشده است. مدل شامل دو آنتولوژی ذخیره و بازیابی است. در آنتولوژی ذخیره روابط بین مطالب برمبندی کلاس و خصوصیات مشترک مشخص‌شده است. بازیابی اطلاعات کاربران برمبندی کوئری انجام می‌گیرد. برای ذخیره و بازیابی اطلاعات از فرمت XML/RDF استفاده‌شده است. آن‌ها در [۲۷] یک معماری ابری برای آموزش زبان‌های برنامه‌نویسی در محیط ابری ارائه کرده‌اند. معماری آن‌ها شامل سه لایه SAAS، PAAS و IAAS است. لایه SAAS شامل نرم‌افزارهای آموزشی، لایه PAAS شامل توسعه برنامه‌ها و لایه IAAS شامل پایگاه‌های ذخیره‌سازی است. در لایه کاربری سه مدل کاربر دانشجو، استاد و مدیر به داده‌ها دسترسی دارند.



شکل ۵- یک معماری ابری برای آموزش زبان‌های برنامه‌نویسی

در [۲۸] معماری معنایی تحت عنوان «فنّاوری وب معنایی برای سیستم یادگیری» پیشنهادشده است. در این معماری از وب معنایی بر روی پرتال‌ها استفاده‌شده است. داده‌ها و فایل‌هایی که در بانک‌های اطلاعاتی ذخیره می‌شوند برمبندی وب معنایی از رابطه معنایی استفاده می‌کنند. مدل شامل سه لایه رابط دسترسی، سرویس‌ها و دانش معنایی است. در [۲۹] یک سیستم پیشنهاددهنده یادگیری برمبندی آنتولوژی برای مراکز آموزشی پیشنهادشده است. در سیستم پیشنهاددهنده برمبندی کوئری کاربران، عملیات بازیابی اطلاعات انجام می‌شود. در این مدل، اطلاعات برمبندی RDF و XML طبقه‌بندی و برای هرکدام کلاس مشخصی تعیین‌شده است. از مهم‌ترین مزایای این سیستم این است که کاربران می‌توانند در میان انبوهی از اطلاعات به داده‌های مشابه به کوئری دست یابند. در سال ۲۰۱۶، محققین یک موتور جستجوگر برمبندی آنتولوژی برای بازیابی اطلاعات پیشنهاد داده‌اند. موتور جستجوگر آن‌ها از بخش‌های RDF و XML تشکیل‌شده است. همچنین در این معماری، داده‌ها رمزنگاری‌شده‌اند و امنیت آن‌ها افزایش‌یافته است. اساس این معماری استفاده از آنتولوژی مدل‌سازی وب‌سرویس است. همچنین از WSDL به‌منظور تبادل پیام بین درخواست‌کننده و پاسخ‌دهنده استفاده‌شده است [۳۰].

به‌منظور آزمون انطباق سامانه‌های مدیریت یادگیری با یک مدل یادگیری از راه دور مشارکتی، در [۳۱] پژوهشی در سال ۲۰۲۱ میان دانشگاه پزشکی دولتی مسکو (روسیه)، آکادمی دولتی مهندسی عمران و معماری پریدنیپروسکا (اوکراین) و موسسه فن‌آوری ووژی(چین)[3] با استفاده از تخته‌سیاه سامانه‌های مدیریت یادگیری[4] به‌عنوان مطالعه موردی انجام شد. این پژوهش مزایای معرفی آموزش الکترونیکی مبتنی برابر در مؤسسات آموزش عالی را به‌عنوان تولیدکنندگان یک محصول آموزشی یکپارچه روشن می‌کند. این مطالعه تأیید کرد که معرفی رایانش ابری در آموزش منجر به پیشرفت محتوای آموزشی می‌شود و می‌تواند نتایج تحصیلی دانش‌آموزان را به دلیل فناوری‌ها، مفاهیم و ابزارهای یادگیری نوین به‌روز به‌طور قابل‌توجهی بهبود بخشد.

1. Ontology Cloud Storage System (OCSS)
2. A.M. Elamir, N. Jailani, M.A. Bakar,

1. Moscow State Medical University (Russia), Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture (Ukraine) and Wuxi Institute of Technology (China)
2. Blackboard Learn LMS

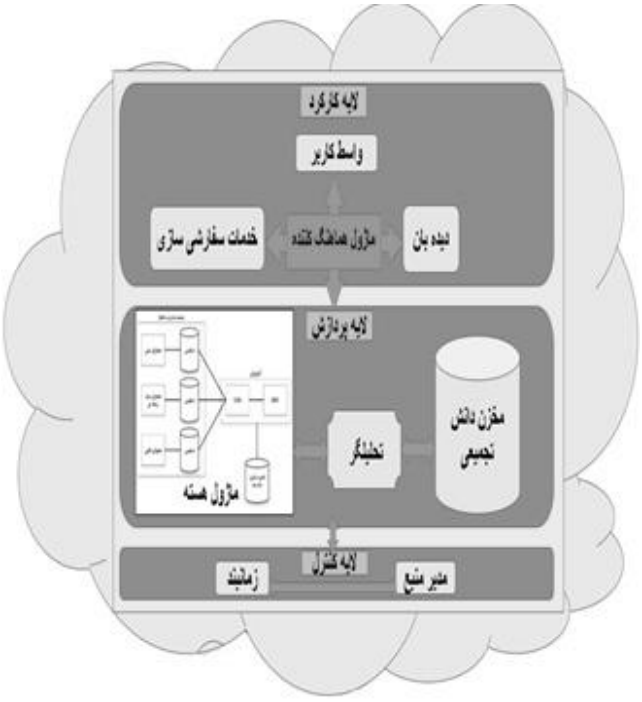
۴- معماری ترکیبی پیشنهادی

در حال حاضر سامانه‌های مدیریت محتوای فعلی علیرغم داشتن مزایای فراوان دارای چالش هائی مانند مشکلات زیرساختی، پیچیدگی تحلیل معنایی و کارایی می‌باشند. مسلماً در صورت ترکیب سامانه‌های مدیریت محتوا با فنّاوری‌های های فناور محور اخیر مانند رایانش ابری و بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیلی پیشرفته و استانداردهای معنایی مرتبط، این سامانه‌ها قادر خواهند بود به نحو بسیار مؤثرتری قابلیت‌های عملکردی مرتبط را بهبود داده و مؤثرتر ظاهر گردند. این همان رویکردی است که در حوزه تمرکز پژوهش حاضر قرار دارد. در راستای دستیابی به این هدف، در این بخش از مقاله حاضر یک معماری ابری ترکیبی مبتنی بر وب معنائی در جهت بهبود قابلیت‌های عملکردی سامانه‌های مدیریت محتوای آموزشی ارائه نموده‌ایم. اهداف معماری ترکیبی پیشنهادی عبارت است از: بهره‌گیری از قابلیت‌های مدل محاسبات ابری و فنّاوری وب معنایی توأماً و در کنار یکدیگر، ارائه یک مدل استخراج اطلاعات بر مبنای وب معنایی برای سیستم مدیریت محتوا در محیط ابر؛ یافتن روابط معنایی کلمات بر مبنای آنتولوژی و استفاده از آنتولوژی به‌منظور پیدا کردن روابط بین فایل‌های ذخیره‌شده در سیستم مدیریت محتوا.

معماری ترکیبی پیشنهادی از مدل محاسبات ابری وب معنایی برای بهبود کارکردهای سامانه‌های مدیریت محتوای آموزشی مستقر در محیط‌های رایانش ابری بهره می‌گیرد. رایانش ابری یک فناوری در حال ظهور و رشد است که امروزه بسیار موردتوجه قرارگرفته است. این فناوری اغلب توسط شرکت‌های بزرگ و همچنین استارتاپ‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد زیرا برای هر دو مناسب بوده و انعطاف‌پذیر است. هر شرکتی نیاز به ذخیره داده‌های خود دارد، بنابراین برای ذخیره اطلاعات به ابر احتیاج پیدا خواهد کرد. معماری محاسبات ابری از امنیت بالایی برخوردار بوده و داده‌ها درجایی امن نگهداری می‌شوند. لذا می‌توان در هر زمان و مکانی به آن‌ها دسترسی داشت. این سرویس بسیار مقرون‌به‌صرفه است و می‌توان به‌صورت رایگان از آن استفاده کرد. همه اجزای معماری رایانش ابری توانایی ایجاد پهنای باند بالاتری را دارد که به کاربر امکان دهد تا در هر زمان به ابر دسترسی داشته باشد. از سوی دیگر وب معنایی با به خدمت گرفتن هستی‌شناسی‌ها از طریق فراهم کردن ساختار مفهومی برای داده‌ها، این امکان را برای ماشین‌های به هم مرتبط فراهم می‌کند تا به‌گونه‌ای هوشمند اطلاعات را یافته و در اختیار جستجوگر قرار دهند. با بهره‌گیری از وب معنایی، کتابخانه‌های دیجیتال می‌توانند معنا محور شوند و همچنین تشکیل وب معنایی تحول بزرگی در بازیابی اطلاعات و دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی پیوسته ایجاد می‌نماید. در بخش بعدی ساختار لایه‌ای معماری پیشنهادی و اجزاء و قسمت‌های مرتبط را تشریح می‌نماییم.

۴-۱- ساختار لایه‌ای معماری پیشنهادی و بخش‌های مرتبط

در معماری ترکیبی پیشنهادی، دسترسی به حجم عظیمی از منابع محاسباتی به‌صورت مجازی‌سازی از طریق محیط محاسبات ابری، فراهم می‌گردد. این کار با استفاده از تجمیع منابع و ایجاد یک سیستم یکپارچه انجام می‌شود. سیستم مدیریت محتوا بر روی محاسبات ابری، علاوه بر دسترسی راحت و سریع به مراکز ذخیره‌سازی می‌تواند هزینه‌های ناشی از تهیه زیرساخت‌ها برای دستیابی به اطلاعات را کاهش دهد. در این معماری عملیاتی مانند ذخیره‌سازی، به‌روزرسانی‌ها و نسخه جدید برای سخت‌افزار و نرم‌افزارها، از طریق محاسبات ابری انجام خواهد شد. شکل ۶ چارچوب معماری ابری ترکیبی مبتنی بر وب معنایی مناسب برای سیستم مدیریت محتوای آموزشی را نمایش می‌دهد.



شکل ۶- معماری ابری ترکیبی پیشنهادی

ساختار لایه‌ای معماری پیشنهادی و کارکردهای کلی واحدهای عملیاتی مرتبط به شرح زیر است:

لایه کارکرد: این لایه در بخش خارجی محیط رایانش ابری خدمات کاربردی را برای کاربر نهائی ارائه می‌نماید. واحدهای بنیادین درون این لایه عبارت‌اند از: واسط کاربر، خدمات سفارشی‌سازی واحد دیده‌بان. واسط کاربر، کاربران نهائی سیستم را قادر می‌سازد با سرویس‌های ابری ارتباط برقرار نموده و خدمات موردنیاز خود را بر اساس سرویس‌های سفارشی انتخاب و دریافت نمایند. رابط کاربر عموماً تجهیزات و دستگاه‌هایی که به ابر متصل می‌شوند مانند وب‌سایت، اپلیکیشن موبایل، نرم‌افزار و یا دستگاه‌های دیگر را نیز دربر می‌گیرد. لذا، خدمات مبتنی بر محتوا می‌توانند به‌صورت سرویس‌هائی بر روی اینترنت تحویل داده‌شده و بدین‌وسیله کاربر می‌تواند به آن‌ها متصل شده و بهره‌مند گردد. دراینصورت، سرویس‌دهی محتوا بر روی ابر بسیار آسان بوده و به‌روزرسانی، نگهداری و پشتیبانی به‌صورت متمرکز و بر روی ابر صورت می‌گیرد. در این لایه سفارشی‌سازی به کاربران اجازه می‌دهد تا محتوای شخصی را مشاهده نمایند و یا اینکه شیوه نمایش اطلاعات سفارشی یا دسته‌بندی کردن آن‌ها را تعیین نمایند. واحد خدمات سفارشی‌سازی سرویسی است که کاربران را قادر می‌سازد فرایند شخصی‌سازی محتوا بر اساس اولویت‌ها را تجربه نمایند. این سرویس کمک می‌کند تا کاربر بتواند لایه‌بندی محتوا و بهبود کارایی را بر اساس نیازهایش داشته باشد. فراتر از مصرف منفعل محتوا، واحد خدمات سفارشی‌سازی این فرصت را برای کاربران فراهم می‌کند تا فعالانه با محتوا تعامل داشته باشند. این مزیت در بسیاری از تحقیقات مرتبط وجود ندارد. همچنین در این لایه واحد دیده‌بان اطلاعات پردازشی موردنیاز، توسط حسگرهای متصل به نقاط اجرائی جمع‌آوری نموده و از طریق ماژول هماهنگ‌کننده به لایه هسته منتقل می‌نماید. به‌کارگیری عامل‌های دیده‌بانی و تهیه فایل‌های ثبت وقایع از روش‌های معمول و رایج تحقق واحد دیده‌بانی در خدمات ابری بنیادین می‌باشند. همچنین داده‌های دیده‌بانی شده را می‌توان در قالب رخدادهای ثبت‌شده نیز ذخیره نمود. واحد هماهنگ‌کننده درواقع جزء واسط یا ماژول کنترل‌کننده بین لایه‌ای در معماری پیشنهادی است که عملیات اجرائی سایر واحدها را هماهنگ می‌نماید. قابلیت‌های عملکردی هماهنگ‌کننده در ساده‌ترین حالت می‌تواند توسط ویژگی و مشخصه پشته

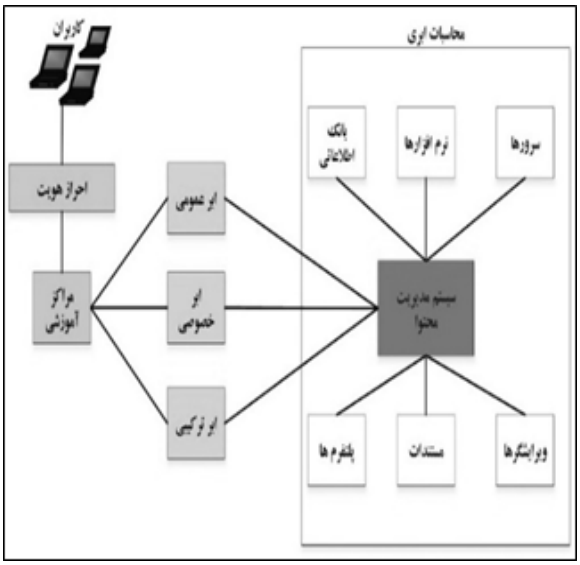
فراخوانی[1] و ارجاعات مرتبط پیاده‌سازی و شخصی‌سازی گردد. به‌محض آن‌که اطلاعات اجرائی موردنیاز اجرای هر واحد عملیاتی در مخزن دانش تجمیعی مهیا شود، آن واحد توسط هماهنگ‌کننده و از طریق واسط فراخوانی جهت اجرا فعال می‌گردد.

لایه پردازش: لایه پردازش چارچوبی جهت استقرار سیستم مدیریت محتوا و اتصال با واحدهای پردازشی موردنیاز در استخراج و ارائه محتوای مؤثر ایجاد می‌نماید. در لایه پردازش وظائفی مانند استخراج اطلاعات و تبدیل به دانش، تحلیل و تجمیع محتوای معنائی و تبادل داده و محتوا صورت می‌پذیرد. ماژول هسته ارتباطات بین سیستم مدیریت محتوا و آنتولوژی را تعریف نموده و درواقع فرایندهای کاربردی مدیریت محتوا و تحویل محتوا را مدیریت می‌نماید. این ماژول امکان ایجاد محتوا، اعمال تغییرات و حذف بخش خاصی از محتوای وب‌سایت را بدون نیاز به تخصص خاص و امکانات فنی در زمینه وب، برای طراحی وب‌سایت فراهم می‌آورد. در بخش‌های بعدی مقاله جزئیات عملیاتی ماژول هسته را تشریح می‌نماییم. همچنین در لایه پردازش، تحلیلگر اطلاعات را تحلیل و تفسیر نموده و از آن‌ها جهت به‌روزرسانی مخزن دانش تجمیعی وبگاه استفاده می‌نماید. تحلیلگر درواقع با استفاده از چارچوب توصیف منبع، اشیای موجود را توصیف کرده و در سطح بالاتر با استفاده از زبان‌های هستی‌شناسی، مفاهیم و روابط بین مفاهیم را با توجه به بافت یا حوزه علمی خاص برقرار می‌سازد تا معنا را ایجاد کرده و درنتیجه بازیابی محتوا را کارآمدتر کند و کاربر را یک گام جلوتر برده و منجر به کشف دانش گردد. اطلاعات معنایی از طریق مخزن دانش تجمیعی ذخیره و بازیابی می‌گردند. مخزن دانش تجمیعی محتوای ساختاریافته را ذخیره و بر اساس نیاز استخراج می‌نماید. همچنین این مخزن قادر است اطلاعات سامانه‌های فایل، سامانه‌های مدیریت اسناد، سامانه‌های مدیریت محتوا و سامانه‌های مدیریت دارایی‌های دیجیتال، اسناد، محتوا، رسانه‌های غنی و انواع دیگر عناصر اطلاعاتی را مدیریت نماید. مخازن دانش از مجموعه‌ای در حال تکامل از فناوری‌ها برای ذخیره، ایمن‌سازی و سازمان‌دهی انواع مختلف محتوا استفاده می‌کنند. آن‌ها متادیتا را برای شناسایی عناصر اطلاعاتی اختصاص می‌دهند. ازآنجایی‌که مخازن دانش، عناصر اطلاعاتی را فهرست بندی و تجمیع می‌کنند، محتوا را با ابر داده‌های مناسب برچسب‌گذاری می‌کنند و ارکان اصلی سامانه‌های مدیریت دانش را ارائه می‌دهند.

لایه کنترل: این لایه در بخش انتهائی[2] و پیش زمینه ابر مربوط به بخش پشتیبانی و تجهیزات زیرساختی است که سرویس‌های ابری را به کاربران محیط آموزشی ارائه می‌نماید. این بخش متشکل از سرورها، شبکه‌ها، سامانه‌های ذخیره‌سازی، پایگاه داده‌ها و سایر اجزای موردنیاز برای اجرای سرویس‌های ابری است. در این لایه زمانبند جریان کار منابع را کشف کرده وظایف را به منابع مناسب اختصاص می‌دهد و درواقع، برای ارتباط منابع با خدمات و مدیریت جریان کار در طی اجرا به کار می‌رود. زمان‌بندی جریان کار نقش حیاتی در مدیریت جریان کار و ارائه مؤثر محتوا ایفا می‌کند. زمان‌بندی صحیح می‌تواند اثر قابل‌توجهی روی کارایی سیستم مدیریت محتوا داشته باشد. در این راستا و برای زمان‌بندی مناسب، الگوریتم‌های زمان‌بندی مختلفی باید مورد ارزیابی قرار گیرند. به‌طورکلی جریان‌های کاری به‌صورت یک دنباله اجرا می‌شوند، زیرا به‌صورت یک مجموعه از وظایف مختلف برای رسیدن به یک محتوا و نتیجه خاص در نظر گرفته‌شده‌اند. همچنین وظایف بر اساس وابستگی به داده و محتوا اجرا می‌شوند. لذا می‌توان این ساختار را به‌صورت یک گراف در نظر گرفت که ابتدا والدها و درنهایت فرزندان باید اجرا شوند. درواقع، زمان‌بندی به معنی انتخاب بهترین منبع برای یک وظیفه یا اختصاص ماشین‌های مجازی از طریق مدیر منبع به وظایف به‌گونه‌ای است که اولویت‌های سامانه‌ای رعایت گردند. مدیر منبع یک لیست دستگاه‌های مجازی برای تخصیص و تعامل با زمانبند فراهم می‌کند.

۲-۴- تعاملات محیطی در معماری پیشنهادی

سیستم مدیریت محتوای آموزشی سامانه‌ای است که مراحل ایجاد، مدیریت، ذخیره‌سازی، نگهداری و ارائه محتوا نظیر فایل‌های متنی، تصاویر و فیلم‌های آموزشی و نیز مستندات مربوط به فرایندهای کلاسی را مکانیزه می‌کند. یک سیستم مدیریت محتوا یکی از سامانه‌هایی است که جهت نمایش اطلاعات بر روی اینترانت یا سایت اینترنتی استفاده می‌گردد. لازم به ذکر است در حال حاضر سامانه‌های مدیریت محتوای فعلی علیرغم داشتن مزایای فراوان دارای چالش هائی مانند مشکلات زیرساختی، پیچیدگی تفسیر و تحلیل معنایی و کارایی می‌باشند. مسلماً در صورت ترکیب سامانه‌های مدیریت محتوا با فنّاوری‌های های فناور محور اخیر مانند رایانش ابری و بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیلی پیشرفته و استانداردهای معنایی مرتبط، این سامانه‌ها قادر خواهند بود به نحو بسیار مؤثرتری قابلیت‌های عملکردی مرتبط را بهبود داده و مؤثرتر ظاهر گردند. معماری ترکیبی پیشنهادی مبتنی بر رایانش ابری وب معنایی که جهت تسهیل پردازش و ارائه محتوا در سامانه‌های مدیریت محتوای آموزشی معرفی نمودیم، امکان نوینی است که فرایندهای ذخیره، پردازش و بازیابی و اشاعه اطلاعات محتوایی را تسهیل نموده و موجب آسان شدن و سرعت گرفتن این فرآیندها به نفع کاربران سیستم می‌گردد. در معماری پیشنهادی رابطه بین سیستم مدیریت محتوا و محیط محاسبات ابری برای به‌کارگیری در سامانه‌های آموزشی توسط شکل زیر توصیف می‌گردد.

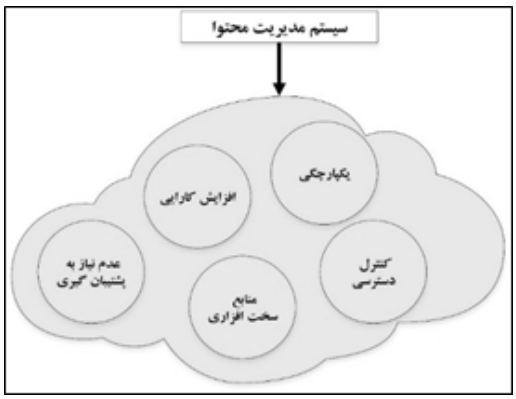


شکل ۷- معماری سیستم مدیریت محتوا بر روی محیط محاسبات ابری

درواقع محاسبات ابری محیطی برای ذخیره‌سازی داده‌ها است که کاربران به‌صورت اشتراکی می‌توانند از این محیط استفاده کنند و داده‌ها خود را در محیط ابری ذخیره و بازیابی کنند. در محاسبات ابری یک برنامه کاربردی به‌عنوان سرویس به کاربران ارائه می‌گردد که معمولاً سرویسی بر مبنای تقاضای مشتری است. در این مدل، در سمت مشتری، دیگر نیازی به سرمایه‌گذاری برای تهیه سرور مناسب و یا خریداری نرم‌افزار نیست و به‌این‌ترتیب هزینه‌ها به میزان چشمگیری کاهش پیدا می‌کنند. فناوری محاسبات ابری و ترکیب آن با وب معنایی یک زیرساخت قابل‌انعطاف برای سامانه‌های مدیریت محتوا محسوب می‌گردد که توان ذخیره و بازیابی مؤثر محتوا را بالا می‌برد. شکل ۸ مزایا و دستاوردهای استفاده از محیط محاسبات ابری برای سیستم مدیریت محتوا را نمایش می‌دهد:

1. Call Stack

2. Backend



شکل ۸- رابطه بین سیستم مدیریت محتوا و محاسبات ابری برای به‌کارگیری سیستم مدیریت محتوای آموزشی

براین اساس، مهم‌ترین مزایا و دلایل استفاده از محاسبات ابری برای معماری پیشنهادی و سیستم مدیریت محتوا به شرح زیر است:

۱- یکپارچگی: یک سیستم مدیریت محتوا روی بستر ابر قابلیت یکپارچه‌سازی کامل با دیگر بخش‌های سیستم بازیابی اطلاعات را دارد.

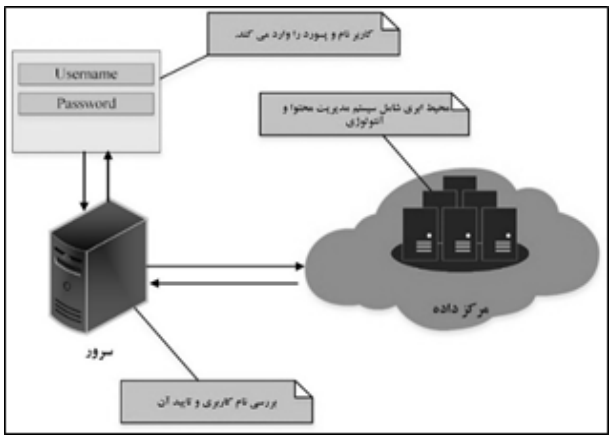
۲- کنترل دسترسی: در محیط ابری سطح دسترسی کاربران به اطلاعات می‌تواند متفاوت باشد و برای هر کاربر می‌توان سطح خاصی از دسترسی و کنترل‌های مرتبط را تعریف کرد.

۳- منابع سخت‌افزاری: کلیه منابع از قبیل سخت‌افزار، نرم‌افزار و سیستم‌عامل موردنیاز سیستم مدیریت محتوا در محیط ابری قابلیت تعریف و تخصیص پویا دارند.

۴- افزایش کارایی: ازآنجایی‌که برنامه‌های کاربردی بر روی سرورهای ابر اجرا می‌شوند، سیستم از مقیاس‌پذیری بالایی برخوردار خواهد بود. بنابراین، با افزایش تعداد افراد یادگیرنده، کارایی نرم‌افزار کاهش نخواهد یافت و امکان پشتیبانی از چندین مرکز آموزشی فراهم خواهد شد.

۵- عدم نیاز به پشتیبان گیری: به علت ذخیره اطلاعات بر روی محیط ابر، نیازی به پشتیبان گیری از اطلاعات توسط کاربران وجود ندارد؛ و همچنین کاربران در لازم در صورت خرابی سیستم نیازی به بازیابی منفرد اطلاعات ندارند، زیرا تمام داده‌ها به‌صورت خودکار در ابر ذخیره‌شده‌اند و بنابراین از دست نمی‌روند.

لازم به ذکر است، کاربران برای ورود به محیط محاسبات ابری در ابتدا توسط مرکز آموزشی احراز هویت می‌شوند. بدین گونه که به آن‌ها رمز و پسورد ورود و حق دسترسی به محیط ابری ارسال می‌شود. این عمل به‌منظور کنترل دسترسی، ارتقاء امنیت و حفظ داده‌ها انجام می‌شود. همچنین توسط مدیر سایت هر کاربر محدود می‌شود و حق دسترسی به‌تمامی داده‌ها را ندارد و در بعضی موارد هم حق دانلود فایل‌ها را ندارد. هنگامی‌که کاربران نام و پسورد را وارد کردند در مرحله بعد توسط سرور مرکز آموزشی، مشخصات آن‌ها بررسی می‌شود و در صورت صحت اطلاعات می‌توانند به محیط ابری وارد شوند.



شکل ۹- فرایند احراز هویت کاربران برای ورود به محیط ابر

کاربران مراکز آموزشی برمبنای سه مدل ابر عمومی، خصوصی و ترکیبی به سیستم مدیریت محتوا دسترسی خواهند داشت. سیستم مدیریت محتوا که در محیط ابر واقع‌شده است شامل سرورها، نرم‌افزارها، بانک‌های اطلاعاتی، ویرایشگرها، مستندات و پلتفرم‌ها است. سیستم مدیریت محتوا بر روی سرورها بارگذاری می‌شود و اطلاعات آن در بانک‌های اطلاعاتی ذخیره می‌شود. ابر عمومی، ابری است که داده‌های آن برای همه کاربران در دسترس است. در این روش، مالکیت زیرساخت و منابع محاسباتی در اختیار یک شرکت است و از طریق شبکه‌ی عمومی، خدمات خود را ارائه می‌کند. در این نوع ابر، برنامه‌های مشتریان مختلف در سرورها و سامانه‌های ذخیره‌ساز و شبکه ابری باهم قرار دارند. ابر خصوصی، ابری است که داده‌های آن فقط متعلق به یک مرکز آموزشی است و فقط کاربران آن مرکز می‌توانند به داده‌ها دسترسی داشته باشند. ابر ترکیبی، ابری است که از ترکیب چند ابر به وجود می‌آید. بدین معنی که چندین مرکز می‌توانند تشکیل یک ابری ترکیبی را بدهند. کوئری‌هایی که کاربران به‌منظور بازیابی اطلاعات مطرح می‌کنند ممکن است در سیستم ذخیره‌سازی محاسبات ابری پیدا نشود. لذا برای حل این مشکل از واژه‌یابی wordnet استفاده می‌کنیم. بدین گونه که کوئری کاربر آنالیز می‌شود و کلمه کلیدی آن شناسایی و برمبنای کلمه کلیدی، مترادف آن در پایگاه داده wordnet کشف می‌شود. وردنت یک پایگاه داده عظیم از کلمات مترادف و متضاد است که برای واژه‌یابی از آن استفاده می‌شود.

۲-۴- تعاملات سیستم مدیریت محتوا و آنتولوژی

سیستم مدیریت محتوا، به معنای سیستم نرم‌افزاری است که به کمک آن محتوا مدیریت می‌شود و به نرم‌افزارهایی گفته می‌شود که نظام قابل مدیریتی را در ثبت، به‌روزرسانی و بازیابی محتوا فراهم می‌آورند. سیستم مدیریت محتوا شامل انبوهی از اطلاعات مختلف است که برای دسترسی به این اطلاعات باید آن‌ها را قابل‌فهم برای ماشین‌ها کرد. بدین معنی که برای بازیابی اطلاعات باید بین آن‌ها ارتباط وجود داشته باشد. سیستم مدیریت محتوا، اغلب جهت ذخیره و انتشار مستندات بخصوص آموزشی مانند مقالات و جزوات آموزشی مورداستفاده قرار می‌گیرد. سیستم مدیریت محتوا به سه بخش کلی زیر تقسیم می‌شود:

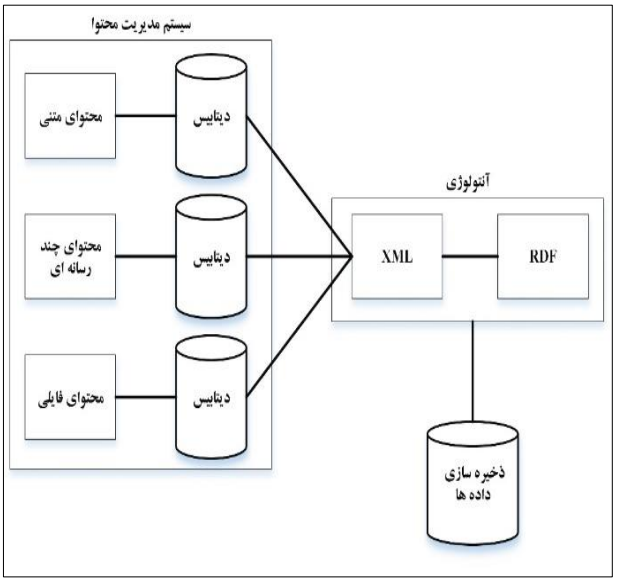
۱- محتوای متنی: این محتوا شامل اخبار، مقالات، کتب و سایر محتواهای متنی است که حجم عظیمی از اطلاعات را تشکیل می‌دهند.

۲- محتوای چندرسانه‌ای: این محتوا شامل صوت، تصویر و فیلم آموزشی است.

۳- محتوای فایلی: این محتوا شامل فایل‌های فشرده، فایل‌های اجرایی و کتب الکترونیک است.

آنتولوژی با استفاده از تعریف و توصیف مفاهیم و موجودیت‌ها و بیان ارتباط بین آن‌ها به پردازش دانش می‌پردازد و برمبنای نیازهای کاربران عمل بازیابی

اطلاعات و محتوا انجام می‌گیرد. شکل ۱۰، ارتباط و تعاملات بین سیستم مدیریت محتوا و آنتولوژی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰- ارتباط بین سیستم مدیریت محتوا و آنتولوژی

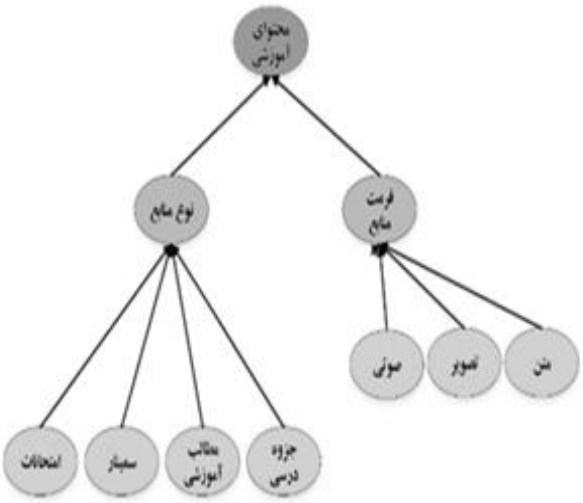
در شکل ۹ در ابتدا تمامی فایل‌ها در بانک اطلاعاتی ذخیره می‌شوند. سپس داده‌های ذخیره‌شده در بانک‌های اطلاعاتی به قالب XML تبدیل می‌شوند. استاندارد XML داده‌ها را به‌صورت ساختار درختی ذخیره می‌کند و عنوان هر فایل در ابتدای رکورد ذخیره‌سازی وجود دارد؛ و همچنین برای تعریف کلاس‌ها و روابط بین موجودیت‌ها از RDF استفاده می‌شود. RDF داده‌ها را در قالب یک گراف ترسیم می‌کند و خصوصیات بین آن‌ها را بررسی می‌کند. در صورتیکه یک رکورد برمبندی فیلد خاصی با رکوردهای دیگر مشابه باشد با استفاده از RDF شناسایی می‌شود. هدف RDF ایجاد فرایندی برای توصیف منابع و اسناد اینترنت است، به‌گونه‌ای که ماشین‌ها قادر به خواندن و پردازش آن‌ها باشند. RDF برای توصیف منابع از زبان XML استفاده می‌کند. مبنای کار RDF ارائه الگویی برای تعریف ویژگی‌های منابع و مقادیر (ارزش) آن‌هاست. این الگو سه جزء دارد که عبارت‌اند از:

۱- منابع: همه‌چیزهایی که توسط RDF توصیف می‌شوند منبع نام دارند. یک منبع می‌تواند یک صفحه وب باشد. مثل یک سند HML، یک بخش از یک صفحه یا مجموعه‌ای از صفحات وب مثل یک وب‌سایت.

۲- ویژگی‌ها: ویژگی عبارت است از یک وجه مشخصه، صفت، خاصیت یا رابطه که برای توصیف یک منبع استفاده می‌شود. هر ویژگی دارای معنای مشخصی است که مقدار یا ارزش مجاز آن و نوع منابعی که می‌تواند توصیف کند و نیز رابطه‌اش را با دیگر ویژگی‌ها تعریف می‌کند.

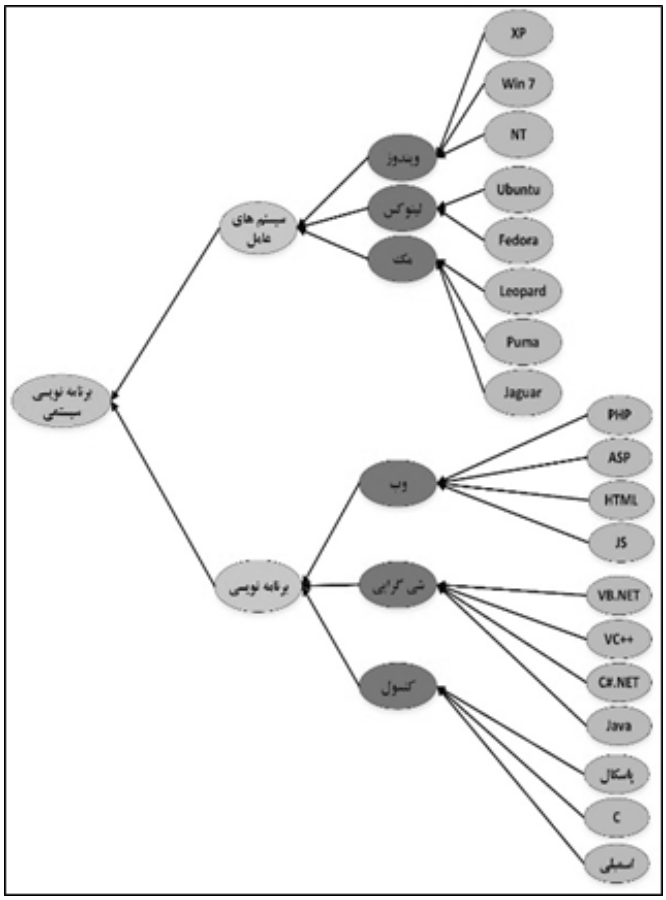
۳- جملات: یک منبع خاص به همراه یک ویژگی مشخص به‌علاوه مقدار آن ویژگی برای آن منبع به‌خصوص، تشکیل یک جمله RDF می‌دهند. یک جمله RDF سه جزء دارد که عبارت‌اند از: فاعل، مسند و مفعول. این سه جزء به ترتیب همان منبع، ویژگی و مقدار ویژگی هستند.

در شکل ۱۱، دیاگرام کلی آنتولوژی مربوط به منابع آموزشی نشان داده‌شده است. در دیاگرام آنتولوژی نوع منابع و فرمت آن‌ها مشخص می‌شود.



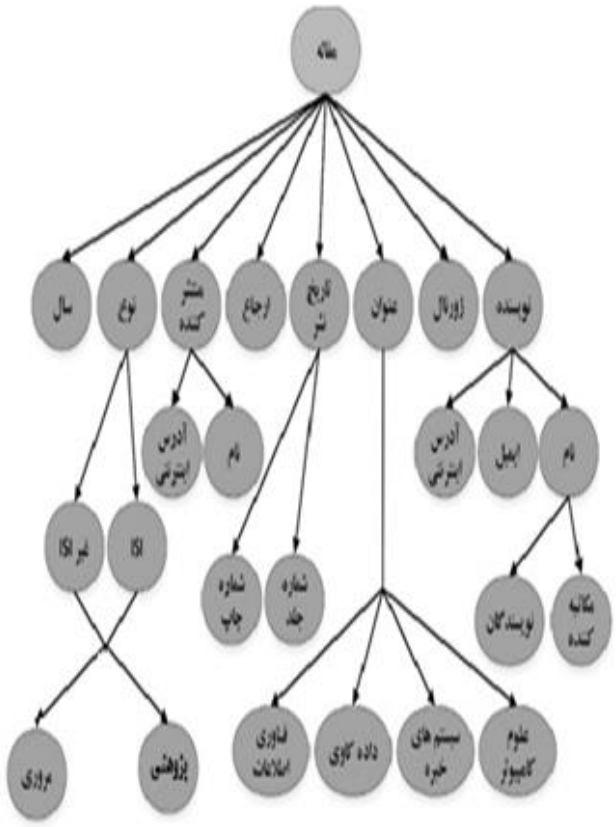
شکل ۱۱- دیاگرام کلی آنتولوژی در معماری پیشنهادی

در شکل ۱۲، دیاگرام دامنه آنتولوژی برای یک منبع آموزشی نشان داده‌شده است. منبع آموزشی شامل دو زیر کلاس است و هر زیر کلاس شامل کلاس‌هایی است که خصوصیاتی دارند. هر خصوصیت متعلق به یک کلاس است و کلاس اصلی برای بازیابی اطلاعات در محتوای آن‌ها عملیات جستجو را انجام می‌دهد.



شکل ۱۲-دامنه آنتولوژی برای یک منبع

همچنین در شکل ۱۳، یک نمونه RDF مربوط به محتوای مقالات آموزشی نشان داده‌شده است. با استفاده از RDF همه اطلاعات مربوط به مقاله برمبندی کلاس و زیر کلاس تدوین‌شده است.



شکل ۱۳- یک نمونه RDF مربوط به یک مقاله آموزشی

۵- مقایسه و بحث

ساختار سیستم مدیریت محتوا طوری طراحی‌شده که بتواند به‌طور هم‌زمان چند نوع محتوا را به چند زبان در اختیار کاربر بگذارد و همچنین قادر است تا اطلاعات و محتوا را با سطوح مختلف دسترسی دسته‌بندی نموده و در اختیار کاربران قرار دهد. سیستم مدیریت محتوا از جهات دیگری نیز قابل‌بررسی است و آن نوع مدیریت و سطح‌بندی اطلاعات است که پراهمیت‌ترین بخش در کاربری سیستم مدیریت محتوا است. سیستم مدیریت محتوا عمدتاً دسترسی به اطلاعات را در سه بخش کلی در نظر می‌گیرد که به ترتیب: ایجاد یا ورود اطلاعات، ویرایش، مدیریت و انتشار اطلاعات. سیستم مدیریت محتوا قادر است تا به‌صورت هم‌زمان محتوای متنی، تصویری، صوتی و فایلی را باهم مدیریت و سطح‌بندی نماید. به دلیل عدم تطبیق کلمات کلیدی عبارت کوئری کاربر با اسناد موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی عموماً در فاز استخراج همه اسناد مرتبط بازیابی نمی‌شوند. بدین منظور در وب معنایی از تطبیق واژه‌ها و جستجو بر اساس موضوع، ارتباط میان داده‌ها، نوع داده‌ها و کیفیت‌های دیگر استفاده می‌شود [۳۲]. توسعه وب معنایی مستلزم توسعه داده‌های پیوندی است. داده‌های پیوندی اجزای سازنده وب معنایی هستند که در قالب مدل RDF، منابع داده‌ای مختلف وب را به هم مرتبط می‌کنند. پیوندهای RDF به‌عنوان یکی از ارکان وب معنایی به شمار می‌آیند. با استفاده از این پیوندها و به کمک آنتولوژی، وب کنونی به ساختاری قابل‌فهم برای ماشین‌ها تبدیل می‌شود. زبان HTML که در وب کنونی استفاده می‌شود توانایی بیان اشیاء و روابط بین آن‌ها در وب را ندارد؛ بنابراین، زبان دیگری جهت استفاده در وب معنایی به وجود آمده که RDF نام دارد. RDF زبانی است بر اساس XML که جهت تشریح مفاهیم و ایجاد اسناد در وب معنایی به وجود آمده است. اسناد RDF درواقع حاوی توضیحاتی در مورد اطلاعات در وب معنایی هستند به‌نحوی‌که آن‌ها را قابل‌درک برای ماشین‌ها می‌کند. چارچوب RDF این امکان را فراهم می‌کند تا داده‌ها، به‌گونه‌ای در محیط اینترنت به اشتراک گذاشته شوند که ناهمگونی نداشته باشند. به عبارتی RDF امکانی برای توصیف منابع داده است که این داده‌ها به فرمت یکسانی توصیف خواهند شد و همان RDF است. باید توجه داشت که RDF خود منبع یا داده نیست بلکه درواقع توصیفی از آن منبع یا داده است به‌طوری‌که برای کامپیوترها و نرم‌افزارها قابل‌درک و خواندن باشد. در جدول ۱، مقایسه معماری پیشنهادی با مدل‌های دیگر نشان داده‌شده است. مقایسه‌ها نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی در مقایسه با سایر مدل‌ها مزایای بیشتری دارد و معایب مدل‌های دیگر را تشخیص و آن‌ها را در معماری پیشنهادی بکار گرفتیم. مقایسه برمبندی شش فاکتور کشف کلمات کلیدی، آنتولوژی، کنترل دسترسی، احراز هویت، محاسبات ابری واژه‌یابی انجام‌شده است. کشف کلمات کلیدی واژه‌یابی به جستجوی کاربران در کشف مطالب کمک می‌کنند.

جدول ۱- مقایسه معماری پیشنهادی با مدل‌های دیگر

مرجع	کشف کلمات کلیدی	آنتولوژی	کنترل دسترسی	احراز هویت	محاسبات ابری	واژه‌یابی	دسترسی از دور
[۱۹]	Y	Y	N	N	Y	N	Y
[۲۰]	N	Y	N	N	N	N	Y
[۲۴]	N	Y	N	N	Y	N	Y
[۲۵]	N	Y	N	N	N	N	N
[۲۷]	N	Y	N	N	Y	N	Y
[۲۹]	N	Y	N	N	N	N	N
[۳۰]	N	N	N	N	Y	N	Y
[۳۱]	N	N	Y	Y	Y	N	Y
مدل پیشنهادی	**Y**	**Y**	**Y**	**Y**	**Y**	**Y**	**Y**

تشریح فاکتورهای ارزیابی در جدول ۱ به شرح زیر است:

۱- کشف کلمات کلیدی: این فاکتور به‌منظور کشف کلمات کلیدی در داخل فایل‌ها برای دسترسی به فایل‌های بیشتر و مهم‌تر استفاده می‌شود. معمولاً در هر سند، کلماتی وجود دارند که بیشتر تکرار می‌شوند و لذا برمبندی کشف کلمات کلیدی، کوئری کاربران از دقت بیشتری در بازیابی اطلاعات بهره‌مند خواهند بود.

۲- آنتولوژی: مهم‌تری فاکتور برای ارتباط بین فایل‌ها استفاده از آنتولوژی است. آنتولوژی مفاهیم و روابط بین آن‌ها را کشف می‌کند و جستجوی فایل‌ها با دقت بالاتری انجام می‌گیرد؛ زیرا کلمات مشابه و مترادف کشف می‌شوند و کوئری کاربران بهتر می‌تواند اطلاعات را بازیابی کند.

۳- کنترل دسترسی: کنترل دسترسی توسط مدیر آموزشی انجام می‌گیرد و برای هر کاربر کنترل‌هایی مانند خواندن، نوشتن، کپی و تغییرات در

فایل‌ها تعیین می‌شود؛ مثلاً برای کاربرانی که در سیستم یادگیرنده ثبت‌نام نکرده‌اند فقط مجوز و کنترل دسترسی خواندن داده می‌شود.

۴- احراز هویت: احراز هویت کاربران برمبنای رمز ورود به سیستم یادگیرنده انجام می‌گیرد. برای تصدیق احراز هویت در این سامانه‌ها معمولاً از رمز دوم هم در قالب ارسال پیام به کاربران استفاده می‌شود و این باعث می‌شود که کاربران غیرمجاز حق دسترسی به داده‌ها نداشته باشند و امنیت داده‌ها تأمین شود.

۵- محاسبات ابری: اگر داده‌ها در محاسبات ابری باشند در مراکز آموزشی نیازی به استفاده از سرورها و سخت‌افزار نیست و همچنین کاربران در هر مکانی می‌توانند به داده‌ها دسترسی داشته باشند.

۶- واژه‌یابی: با استفاده از واژه‌یابی بعضی از کلمات کلیدی کاربرآن‌که مبهم هستند برای افزایش دقت جستجوی اطلاعات کشف می‌شوند و معادل آن‌ها جایگزین می‌شود. با این ابزار این امکان به وجود خواهد آمد که جستجو به شکل بهتر و مفهومی‌تری انجام شود.

۷- دسترسی از راه دور: کاربران از طریق اینترنت می‌توانند حتی در مکان‌هایی به‌غیراز محیط‌های آموزشی به فضای یادگیری به‌صورت آنلاین دسترسی داشته باشند. در بیشتر محیط‌های آموزشی، دسترسی به‌صورت شبکه است و فقط برای یک محیط طراحی‌شده است.

لازم به ذکر است، مدل‌های مقایسه‌ای غالباً بر روی آنتولوژی تأکید کرده‌اند و سیستم آموزشی را برای یک محیط منفرد طراحی کرده‌اند. در مقابل، معماری پیشنهادی با بهره‌گیری از محاسبات ابری این امکان را دارد که چندین محیط آموزشی بتوانند هم‌زمان و در هر نقطه‌ای از اطلاعات استفاده کنند و به‌روزرسانی اطلاعات با استفاده از سیستم مدیریت محتوا در کمترین زمان ممکن و با قالب‌های کم‌حجم انجام می‌گیرد. همان‌طور که در جدول نیز نمایش داده‌شده است، تحقیقات مرتبط راه‌حل‌های مختلفی جهت به‌کارگیری مؤثر سامانه‌های مدیریت محتوا پیشنهاد نموده‌اند که غالباً روی سناریوها، کاربردها و الگوریتم‌های خاص تمرکز داشته و بنابراین از عمومیت لازم جهت تبدیل به یک دیدگاه عمومی برخوردار نمی‌باشند. از سوی دیگر تحقیقات قبلی ابعاد معماری را به‌صورت پراکنده بررسی نموده‌اند و مسئله مدیریت مؤثر محتوا در محیط‌های آموزشی را از منظر چارچوب معماری ترکیبی بر اساس خدمات ابری بنیادین وب معنایی موردبررسی قرار نداده‌اند. لذا، مدل پیشنهادی در مقایسه با مدل‌های بررسی‌شده مزایای بیشتری دارد و معایب آن مدل‌ها در معماری پیشنهادی مرتفع گردیده‌اند.

۶- نتیجه‌گیری و کارهای آینده

امروزه سامانه‌های مدیریت محتوا توجه رو به رشدی را از سوی دانشگاهیان و نیز افراد خبره و حرفه‌ای به‌سوی خود جلب کرده‌اند. گستره مدیریت دانش در این سرویس‌ها بسیار وسیع است و دربرگیرنده انتظارات سازمانی و فاکتورهای تکنیکی می‌باشند. معماری مدیریت دانش در این سامانه‌ها چگونگی تبدیل و تحول اطلاعات به دانش و چگونگی انتقال و ارتباط آن را ارائه می‌دهد. به‌بیان‌دیگر، معماری مدیریت دانش در سیستم مدیریت محتوا طرح کلی زیرساخت فنی مدیریت محتوای مؤثر را در دسترس قرار می‌دهد. از سوی دیگر محاسبات ابری می‌تواند، به‌عنوان یک روش جدید برای ایجاد پویای نسل جدید مراکز داده موردتوجه قرار گیرد. بدین ترتیب، دنیای محاسبات به‌سرعت به سمت توسعه نرم‌افزارهایی پیش می‌رود که به‌جای اجرا بر روی کامپیوترهای منفرد، به‌عنوان یک سرویس در دسترس میلیون‌ها کاربر قرار گیرند. محاسبات ابری یک الگوی محاسباتی است که در آن تعداد بسیار زیادی از سامانه‌ها به‌صورت شبکه‌های خصوصی و یا عمومی به یکدیگر متصل شده‌اند تا زیرساخت پویا و مقیاس‌پذیری را برای برنامه‌های کاربردی، ذخیره داده‌ها و فایل‌ها فراهم آورند. با ظهور این فنّاوری، هزینه محاسبات، میزبانی برنامه‌های کاربردی، ذخیره‌سازی محتوا و تحویل سرویس‌ها به‌طور قابل‌توجهی کاهش‌یافته است. در این مقاله معماری ترکیبی برمبنای محاسبات ابری وب معنایی برای سیستم مدیریت محتوای آموزشی پیشنهاد دادیم. در معماری پیشنهادی به‌منظور بازیابی دقیق اطلاعات از وب معنایی استفاده‌شده است. وب معنایی با تشکیل ساختارهای ارتباطی و استفاده از مؤلفه‌های کلاس و زیر کلاس و خصوصیات می‌تواند بین داده‌ها لینک‌های پیوندی ایجاد کند و اطلاعات مفیدی برمبنای کوئری کاربران بازیابی شود. در پایان معماری پیشنهادی در این مقاله با مدل‌های مشابه دیگر مقایسه شد و در مقایسه با آن‌ها از مزایای بیشتری مانند استفاده توأمان از محیط محاسبات ابری و فنّاوری وب معنایی بهره‌مند بود. همان‌طور که در بخش‌های قبلی پژوهش حاضر بیان نمودیم، در تحقیقات مرتبط راه‌حل‌های مختلفی جهت به‌کارگیری مؤثر سامانه‌های مدیریت محتوا پیشنهادشده‌اند که برخی از آن‌ها روی سناریوها، کاربردها و الگوریتم‌های خاص تمرکز داشته و بنابراین از عمومیت لازم جهت تبدیل به یک دیدگاه عمومی برخوردار نمی‌باشند. از سوی دیگر تحقیقات قبلی ابعاد معماری را به‌صورت پراکنده بررسی نموده‌اند و مسئله را از منظر چارچوب ترکیبی بر اساس خدمات ابری بنیادین وب معنایی موردبررسی قرار نداده‌اند. از دیدگاه ما آنچه ضروری به نظر می‌رسد این است که یک دیدگاه یکپارچه در سطح معماری ایجاد گردد تا بتوان یک یا چند مکانیسم عمومی را بر اساس یک چارچوب معماری ترکیبی به‌صورت مؤثرتر بکار گرفت و این همان دیدگاه پیشنهادی پژوهش حاضر است و این اصل تفاوت این تحقیق با تحقیقات قبلی و رویکرد جدید تحقیق حاضر است. همچنین مزیت دیگر دیدگاه پیشنهادی گام برداشتن در جهت کاهش فاصله بین ابعاد مختلف مسئله و ایجاد پیوند بین مطالعات فعلی متمرکز بر سناریوها و روش‌های خاص و کاربرد این روش‌ها در سایر محیط‌های اجرائی همچون محیط رایانش ابری است. ما براین باوریم دیدگاه پیشنهادی این پژوهش می‌تواند به‌عنوان یک عامل انگیزشی و مشوق برای تهیه‌کنندگان خدمات ابری بنیادین در جهت پشتیبانی پویا از سامانه‌های مدیریت محتوا بر اساس فنّاوری وب معنایی باشد. چنین قابلیتی می‌تواند موجب افزایش رضایتمندی کاربران این سامانه‌ها و کاهش هزینه‌های عملیاتی و مدیریتی گردد و هم‌زمان در جهت منافع تهیه‌کنندگان خدمات ابری و مشتریان آن‌ها باشد. راهکار آتی پژوهش حاضر در جهت افزایش قابلیت‌های کارکردی و کیفی معماری پیشنهادی و ادغام با فنّاوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی است.

۷- مآخذ

[۱] ف. خلج، ح. عباسی مهر، *پیش‌بینی شباهت متن با استفاده از یک شبکه عصبی سیامی* مبتنی بر شبکه عمیق ویژگی‌های شباهت لغوی، نشریه علوم رایانش و فناوری اطلاعات، دوره ۲۰، شماره ۱، ص ۱۱-۱، ۱۴۰۱.

[۲] ا. شریفی، ا. عبدالله‌زاده‌بارفروش، ارتقاء فرآیند مطالعه نگاشتی نظام‌مند از طریق یک رویکرد معنایی، نشریه علوم رایانش و فناوری اطلاعات، دوره ۱۸، شماره ۲، ۱۳۹۹.

[3] A. Singh, A. Chaudhary and K. Chaudhary, "Content Management System", *Global Journal of Enterprise Information* System, vol. 15, no. 1, pp. 87-92, 2023.

[4] N. Fareghzadeh, "An architecture supervisor scheme toward performance differentiation and optimization in cloud systems", *The Journal of Supercomputing,* vol 78, pp. 1532–1563, 2022. https://doi.org/10.1007/s11227-021-03846-w.

[5] N. Ilame, "Enhancing Web Application Performance through Database Optimization: A Comprehensive Study", *MZ Journal of Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 1, pp. 1-13, 2024.

[6] M.H. Rahman, A. Ahmad and S.Zakaria, "A literature review on digital content management: trends and future challenges", *Digital Library Perspectives*, vol. 39, no. 1, pp. 97-110, 2023.

[7] M. Thangaraj, G. Sujatha, "An architectural design for effective information retrieval in semantic web", *Expert Systems with Applications*, vol. 41, Issue 18, pp. 8225-8233, 2014.

[8] S. Colucci, F.M. Donini and E. Di Sciascio, "A review of reasoning characteristics of RDF-based Semantic Web systems", *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, p.e1537, 2024.

[9] G. Shalom, "The Role of Semantic Web Technologies in Improving Knowledge Management Systems", *European Journal of Information and Knowledge Management*, vol. 3, no. 1, pp. 26-37, 2024.

[10] M.U. Bokhari, Q. Makki and Y.K. Tamandani, "A survey on cloud computing", In *Big data analytics: proceedings of CSI 2015* (pp. 149-164). Springer Singapore, 2018.

[11] N. Fareghzadeh, M.A. Seyyedi and M. Mohsenzadeh, "Toward holistic performance management in clouds: taxonomy, challenges and opportunities", *The Journal of Supercomputing,* 75, pp. 272-313, 2019.

[12] I. Odun-Ayo, M. Ananya, F. Agono and R. Goddy-Worlu, "Cloud computing architecture: A critical analysis", In *2018 18th international conference on computational science and applications (ICCSA)*, pp. 1-7, 2018.

[13] M.I. Malik, S.H. Wani and A. Rashid, "CLOUD COMPUTING-TECHNOLOGIES", *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, vol. 9, no. 2, 2018.

[14] L. Coyne, J. Dain, E. Forestier, P. Guaitani, R. Haas, C.D. Maestas, A. Maille, T. Pearson, B. Sherman and C. Vollmar, *IBM private, public, and hybrid cloud storage solutions,* IBM Redbooks, 2018.

[15] G. Aryotejo and D.Y. Kristiyanto, "Hybrid cloud: bridging of private and public cloud computing", *In Journal of Physics: Conference Series,* vol. 1025, no. 1, 2018.

[16] A.G. Prajapati, S.J. Sharma and V.S. Badgujar, "All about cloud: A systematic survey", In *2018 international conference on smart city and emerging technology (ICSCET), IEEE,* pp. 1-6, 2018.

[17] C.M. Mohammed and S.R. Zeebaree, "Sufficient comparison among cloud computing services: IaaS, PaaS, and SaaS: A review", *International Journal of Science and Business*, vol. 5, no. 2, pp.17-30, 2021.

[18] I. Cingil, A. Dogac, "An Architecture for Supply Chain Integration and Automation on the Internet", *Distributed and Parallel Databases* 10, p. 59–102, 2001.

[19] S. Tiwari, "Supply chain integration and Industry 4.0: a systematic literature review", *Benchmarking: An International Journal*, vol. 28, no. 3, pp. 990-1030, 2021.

[20] W. Huang, E. Eze, D. Webster, "Towards integrating semantics of multi-media resources and processes in e-Learning", *Multimedia Systems*, vol. 11, no. 3, pp. 203-215, Springer-Verlag, 2006.

[21] H. Jia, M. Wang, W. Ran, S.J.H. Yang, D.K.W. Chiu, "Design of a performance-oriented workplace e-learning system using ontology", *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 4, pp. 3372-3382, 2011.

[22] L. Rui, D. Maode, "A Research on E - learning Resources Construction Based on Semantic Web", *Physics Procedia*, vol. 25, pp. 1715-1719, 2012.

[23] M. Rani, R. Nayak, O.P. Vyas, "An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage", *Knowledge-Based Systems*, vol. 90, pp. 33-48, 2015.

[24] N. Fareghzadeh, M.A. Seyyedi and M. Mohsenzadeh, "Dynamic performance isolation management for cloud computing services", *The Journal of Supercomputing,* vol. 74, pp. 417-455, 2018.

[25] M. Masud, "Collaborative e-learning systems using semantic data interoperability", *Computers in Human Behavior*, vol. 61, pp. 127-135, 2016.

[26] B.D. Martino, G. Cretella, A. Esposito, "Cloud services composition through cloud patterns: a semantic-based approach", *Soft Computing*, pp. 1-14, 2016.

[27] H. Tawfeek al Feel; M.H. Khafagy, "OCSS: Ontology Cloud Storage System", *First International Symposium on Network Cloud Computing and Applications*, pp. 9-13, 2011.

[28] N. Selviandro, and Z.A. Hasibuan, "Cloud-Based E-Learning: A Proposed Model and Benefits by Using E-Learning Based on Cloud Computing for Educational Institution", *Information and Communication Technology - EurAsia Conference, ICT-EurAsia 2013: Information and Communication Technology*, pp. 192-201, 2013.

[29] A.M. Elamir, N. Jailani, M.A. Bakar, "Framework and Architecture for Programming Education Environment as a Cloud Computing Service", *Procedia Technology*, vol. 11, pp. 1299-1308, 2013.

[30] W.Q. Qwaider, "Semantic Web Technologies Applied to E-Learning System, *International Journal of Computer Applications*, vol. 47, no.10, 2012.

[31] J.K. Tarus, Z. Niu, A. Yousif, "A hybrid knowledge-based recommender system for e-learning based on ontology and sequential pattern mining", *Future Generation Computer Systems*, vol. 72, pp. 37-48, 2017.

[32] A. Chernyshov, A. Balandina and A. Kostkina V. Klimov, "Intelligence Search Engine and Automatic Integration System for Web-Services and Cloud-Based Data Providers Based on Semantics", *7th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures*, vol. 88, pp. 272-276, 2016.

[33] W. Wu and A. Plakhtii, "E-learning based on cloud computing", *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, vol. 16, no. 10, pp. 4-17, 2021.

[34] S. K. Shivakumar, *Enterprise content and search management for building digital platforms*, John Wiley & Sons, 2016.

معرفی نویسندگان:

مهدی افضلی دکترای خود را در رشته مدیریت اطلاعات، از دانشگاه حاجت تپه، آنکارا، ترکیه دریافت نموده است. او عضو هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان و مدیر گروه آموزشی مهندسی کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات است. علائق تحقیقاتی او شامل حوزه کتابخانه‌های دیجیتالی و آرشیوهای سازمانی، آموزش و نشر الکترونیکی، سامانه‌های اطلاعاتی و مدیریت اسناد الکترونیکی است.

ایمیل: afzali@iauz.ac.ir

مهدی بازرگانی دانش‌آموخته دکتری رشته مهندسی نرم‌افزار، گرایش هوش مصنوعی و عضو هیئت‌علمی تمام‌وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان و مدرس درس‌های سامانه‌های توزیع‌شده و رایانش ابری است. او علاقه‌مند به پژوهش در حوزه سامانه‌های توصیه گر، سامانه‌های توزیع‌شده، رایانش ابری و اینترنت اشیا است.
ایمیل: mbzir@iauz.ac.ir

نفیسه فارغ زاده دانش‌آموخته دکترای رشته سامانه‌های نرم افزاری از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و عضو هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خدابنده، استان زنجان است. علائق تحقیقاتی او شامل روش‌های صوری در مهندسی نرم‌افزار، درستی سنجی، مدیریت کیفیت خدمت و بهینه‌سازی کارایی سامانه‌های نرم‌افزاری است. تحقیقات اخیر او بر رویکردهای ترکیبی بهینه‌ساز خدمات نرم‌افزاری از طریق فنون یادگیری ماشین و یادگیری خودکار متمرکز است .او دارای مقالات مرتبط در مجلات علمی و پژوهشی و اجلاس‌های معتبر ملی و بین‌المللی است. او در انجام پروژه‌های تحقیقاتی و صنعتی مرتبط مشارکت داشته است و همچنین سه عنوان کتاب در حوزه تحقیقی مورد تمرکز تألیف نموده است.
ایمیل n.fareghzadeh@iauz.ac.ir :

شیوا کریمی فارغ‌التحصیل دوره دکترای مخابرات، سیستم، از دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی است. او عضو هیئت‌علمی گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان است. علائق پژوهشی او شامل: شبکه‌های مخابراتی، شبکه‌های کامپیوتری و شبکه‌های بی‌سیم است.
ایمیل: shikrm@iauz.ac.ir