

بررسی چالش‌های تعامل‌پذیری در محیط‌های محاسبات ابری

بهمن رشیدی^۱، محسن شریفی^۲

^۱دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی کامپیوتر، b_rashidi@comp.iust.ac.ir

^۲دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی کامپیوتر، msharifi@iust.ac.ir

چکیده- در چند سال اخیر محاسبات ابری یکی از ده تکنولوژی برتر در دنیا به حساب می‌آید. دلیل اصلی این واقعیت ارائه سرویس‌های گوناگونی می‌باشد که این ابرها به کاربران خود می‌دهند. در این میان تعامل‌پذیری میان این ابرها به منظور ارائه سرویس‌های بهتر به کاربران نقش کلیدی را ایفا می‌کند. برقراری تعامل میان این ابرها خود با چالش‌هایی مواجه می‌باشد که از جمله این چالش‌ها می‌توان به استفاده از مجازی‌سازهای متفاوت و یا استفاده از رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی (API) متفاوتی نام برد که در پیاده‌سازی ابرها استفاده شده‌اند. برای رفع این چالش‌ها تلاش‌هایی صورت گرفته است که در این مقاله مطرح و مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

کلیدواژه‌ها- محاسبات ابری، تعامل‌پذیری، سکو، زیرساخت، رابط برنامه‌نویسی کاربردی

۱. مقدمه

مساله برای محیط‌های محاسبات ابری مساله مهمی می‌باشد، این مقاله به بررسی این مساله می‌پردازد [2].

تعامل‌پذیری در محیط‌های محاسبات ابری

با توجه به اینکه تعامل میان ابرها از جهت‌های گوناگونی ممکن است صورت گیرد در نتیجه تعاریف متفاوتی از تعامل‌پذیری در چنین محیط‌هایی وجود دارد. سه تعریف اصلی تعامل‌پذیری ابرها عبارتند از:

"بتوان کدی نوشت که در ابرهای دیگر قابل به کارگیری و اجرا باشد، بدون توجه به تفاوت‌هایی که در ابرها وجود دارد" [2]

"تعامل‌پذیری در ابر به وجود قابلیت مهاجرت و یکپارچه کردن برنامه‌های کاربردی و داده‌ها میان فراهم‌کننده‌گان مختلف ابرها اشاره دارد" [3]

"تعامل یک سرویس با سایر سرویس‌های موجود در ابرهای دیگر به منظور بهبود سرویس‌دهی خود، که این سرویس‌ها می‌توانند تحت یک شرکت یا شرکت‌های متفاوت ارائه شده باشند" [3]

محاسبات ابری یکی از مهم‌ترین فناوری‌های موجود در دنیا است که سرویس‌های متفاوتی را در سه دسته‌ی نرم‌افزار به عنوان سرویس (SaaS)، سکو به عنوان سرویس (PaaS)، و زیرساخت به عنوان سرویس (IaaS) ارائه می‌دهد. یکی از چالش‌های مهم موجود این فناوری، تعامل‌پذیری ابرها با یکدیگر است که تلاش‌هایی برای رفع آن صورت گرفته است [1].

چالش‌های موجود در تعامل‌پذیری هنگامی نمایان می‌شوند که چند ابر نیازمند تعامل و همکاری با یکدیگر باشند. این تعاملات ممکن است در رابطه با انتقال داده‌ها و یا برنامه‌های کاربردی باشد که قرار است میان این ابرها جابه‌جا شوند. مواردی مانند تفاوت در ابزارهای مجازی‌سازی و همچنین استفاده از زبان‌های برنامه‌نویسی متفاوت در هنگام توسعه‌دادن برنامه‌های- کاربردی استفاده شده در ابرها، موجب به وجود آمدن چالش‌هایی در این رابطه شده است. به همین دلیل از آنجایی که این

۳. دلایل عدم وجود قابلیت تعامل پذیری

هر ابر در مرحله پیاده سازی از مدل های متفاوتی برای این انجام این کار استفاده می کند، به گونه ای که بر اساس هدفی که در مرحله تعریف سرویس برای سرویس های مورد نظر برای ابر مذکور صورت گرفته تصمیم به انتخاب مدلی برای پیاده سازی آن صورت می گیرد. و این مدل ها از یکدیگر متمایز می باشند و تفاوت های اساسی با یکدیگر دارند. به عنوان مثال ابری که قرار است سرویس زیرساخت را ارائه بدهد با ابری که قرار است سرویس سکو و یا نرم افزار ارائه بدهد دارای پیاده سازی های متفاوتی می باشند در نتیجه اختلاف در پیاده سازی های متفاوت در آینده موجب می شود که ابرها برای ارتباط با یکدیگر با چالش های تعامل پذیری رو به رو شوند [3].

حتی در حالتی که این ابرها سرویس های مشابهی را هم ارائه دهند باز هم در نحوه پیاده سازی ها با هم تفاوت هایی را در بخش های مختلف پیاده سازی دارا می باشند به عنوان مثال دو ابر ممکن است به طور مشابه سرویس زیرساخت یا سرویس سکو ارائه دهند اما در ارتباط با یکدیگر ناتوان باشند. به عنوان مثال در حالتی که هر دو ابر سرویس نرم افزار می دهند ممکن است که از سکوهایی متفاوتی استفاده کنند که این خود باعث می شود که تعامل پذیری در این دو ابر با مشکل مواجه شود [4].

در حالت کلی مهمترین دلایلی که دو ابر ممکن است نتوانند با یکدیگر تعامل پذیری مناسبی را داشته باشند یکی در استفاده از ابزارها و مدل های متفاوت در پیاده سازی زیرساخت ابرها می باشد و دیگری در استفاده از رابط های برنامه نویسی کاربردی متفاوت می باشد که در ادامه هر کدام را شرح می دهیم و برای هر کدام از این چالش ها تلاش هایی را که صورت گرفته می آوریم.

۳.۱.۳. زیرساخت های متفاوت

هر ابر برای انجام عملیات و محاسبات خود نیاز به زیرساختی می باشد که بتواند اجرای این عملیات را برای ابر ممکن سازد. این زیرساخت شامل منابع مختلفی می باشد که از

نقطه مشترک این سه تعریف این است که تعامل به منظور ارتباط بین چند ابر و ارائه خدماتی به یکدیگر در جهت انجام کار خود به صورتی که سرویس بهتری به کاربر ارائه کنند می باشد. در دو تعریف اول به صورت جزئی تری به بحث تعامل میان ابرها پرداخته شده و انتقال داده ها و کد میان دو ابر مطرح شده است در حالی که در تعریف سوم به تعامل در سطح بزرگتری به نام سرویس اشاره شده است.

۲. هدف از برقراری تعامل پذیری

در این بخش به هدف از ایجاد قابلیت تعامل پذیری میان ابرها می پردازیم. از آنجایی که هر ابر تمایل دارد که کاربران آن فقط از سرویس هایی که توسط خود آن ابر ارائه می شود استفاده نماید، لذا این مساله پیش می آید که ابرها کاربران خود را به گونه ای مقید به استفاده از سرویس های خود می کنند که این وضعیت به اصطلاح "Lock-In" خوانده می شود. کاربران نمی توانند از سرویس های متفاوتی که در سایر ابرها ارائه می شود استفاده کنند و یا حتی از به خدمت گرفتن چندین سرویس از ابرهای متفاوت برای دریافت سرویس بهتری محروم می شوند [3]. این امر وضعیت ناخوشایندی را برای کاربر به همراه دارد در حالی که کاربر حق دارد که بهترین حالت موجود برای دریافت سرویس را تجربه کند. این در حالی است که انجمن اروپایی شبکه و امنیت اطلاعات (ENISA)^۱ عدم وجود تعامل پذیری در محیط های محاسبات ابری را یکی از بزرگترین چالش های این دسته از سیستم های توزیع شده به حساب می آورد [3].

از اینرو است که شرکت های بزرگی همچون Google و Amazon که در این عرصه صاحب نام هستند و پروژه های بزرگی را به انجام رسانده اند و سرویس های متفاوتی را ارائه می دهند، در این راه پیش قدم شده اند تا با تعریف یک سری از استانداردها بتوانند به تعامل با یکدیگر پرداخته و از سرویس هایی که ارائه می دهند استفاده نموده و سرویس بهتری را به کاربران ارائه دهند.

^۱ European Network and Information Security Agency

این مسئله که ابرهایی که از ابزارهای متفاوتی برای پیاده‌سازی مجازی‌سازی خود استفاده می‌کنند نمی‌توانند با یکدیگر تعامل داشته باشند به این دلیل است که هر کدام از این ابزارها دارای ساختارهای متفاوتی هستند و همچنین نحوه کار متفاوتی نسبت به یکدیگر دارا می‌باشند، لذا ماشین‌های مجازی را که این ابزارها تولید می‌کنند دارای ساختارهای متفاوتی می‌باشند و این قابلیت را ندارند که تحت یک ناظر ماشین‌مجازی از جنس دیگری کار کنند.

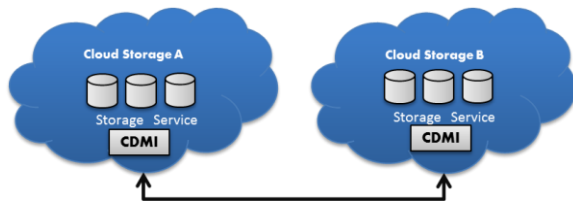
از این رو برای حل چالش‌هایی که برای تعامل‌پذیری در سطح زیر ساخت وجود دارد نیاز به انجام یکسری از استانداردهای مجازی‌سازی می‌باشد. به صورتی که بتوان با استفاده از این استانداردهای تعریف شده چالش‌هایی را که در این سطح برای تعامل دو ابر وجود دارند رفع کرد. در این زمینه شرکت‌ها و انجمن‌های بسیاری قدم در این راه نهاده‌اند و تلاش‌هایی را صورت داده‌اند که در ادامه به برخی از این کارها اشاره می‌کنیم، کارهای صورت گرفته در این زمینه ممکن است بر روی جنبه‌های یکسانی صورت گرفته شده باشند یا این که تلاش‌های متفاوتی را داشته باشند.

به عنوان مثال می‌توان به یکی از کارهای صورت گرفته در این زمینه توسط انجمن Distributed Management Task Force یا به اختصار DMTF^۲ اشاره کرد، این شرکت به منظور تعریف استانداردهایی در زمینه زیرساخت‌های ابرها بنا نهاده شده است. تلاشی که این انجمن برای رفع چالش ناسازگار بودن ابزار-های مجازی‌سازی در ابرهای متفاوت انجام داده است به این صورت است که به تعریف یکسری استاندارد برای انتقال ماشین‌های مجازی و همچنین برنامه‌های کاربردی و نرم‌افزار میان ابرهای مختلف در سطح زیرساخت پرداخته است و با گرفتن هر کدام از ماشین‌های مجازی که در بالا به آنها اشاره شد با اضافه کردن بخش‌هایی به آنها تولید بسته‌ای با فرمت خاصی کرده و بعد از انجام این عمل بسته‌بندی آن را به ابر مقصد فرستاده و ابر مقصد با دریافت آن بدون هیچ مشکلی آن را دریافت کرده و آن

جمله این منابع می‌توان به منابع سخت‌افزاری نظیر حافظه و منابع محاسباتی و یا همچنین به منابع میان‌افزاری و نرم‌افزاری برای مدیریت منابع موجود اشاره کرد. که در صورتی که برای پیاده‌سازی هر ابر از منابع متفاوتی برای این کار استفاده کرد در نتیجه مسئله تعامل‌پذیری با مشکل مواجه می‌شود [6].

از آنجایی که مجازی‌سازی یکی از مهمترین و اساسی‌ترین بخش‌های زیرساختی هر ابر محسوب می‌شود و به جرات می‌توان گفت که ابر بدون وجود مجازی‌سازی معنی پیدا نمی‌کند در نتیجه یکی از مهمترین این منابع که برای فراهم کردن زیرساخت ابرها استفاده می‌شود ابزارهای مربوط به مجازی‌سازی منابع سخت‌افزاری می‌باشد، که به نحوی برای مدیریت منابع سخت‌افزاری به کار گرفته می‌شوند تا بتوانند یک دید یکپارچه از منابع را برای فراهم‌کنندگان ابر ایجاد کنند، این مسئله به مدیریت راحت‌تر منابع کمک می‌کند. برای مثال Xen ابزار مجازی‌سازی در ابر Amazon است و یا می‌توان به ابزار KVM که برای ایجاد مجازی‌سازی در ابر IBM است اشاره کرد. همانطور که می‌دانیم با استفاده از ابزار مجازی‌سازی می‌توان ماشین‌های مجازی (Virtual Machine) فراوانی ایجاد کرد که هر کدام از این ماشین‌های مجازی به هدف اجرا کردن یکسری از عملیات ایجاد شده‌اند. حال وضعیتی را تصور کنید که منابع سخت‌افزاری موجود در ابر توانایی این را نداشته باشد که بتواند همه ماشین‌های مجازی را به صورت همزمان در حال اجرا نگهداری کند، در این حالت نیازمند است که منابع بیشتری را در اختیار داشته باشد و اگر چنین منابعی که در اختیار خود او باشند وجود نداشته باشد می‌تواند از منابع سایر ابرها استفاده کند و برای توزیع بار کاری که دارد یکسری از این ماشین‌ها را به ابر دیگری برای اجرا انتقال دهد. حال مسئله‌ای که وجود دارد این است که اگر دو ابر از ابزارهای متفاوتی برای مجازی‌سازی منابع خود استفاده کرده باشند و قصد این را داشته باشند که با یکدیگر ماشین‌های مجازی خود را تبادل نمایند این امر به دلیل تفاوت بودن ابزارهای مجازی‌سازی متفاوت ممکن نیست در نتیجه این یکی از مهمترین چالش‌های مربوط به تعامل‌پذیری می‌باشد [5].

^۲ <http://www.dmtf.org/standards/Cloud>



شکل ۲: معماری ابرهایی که سرویس حافظه ارائه می‌دهند و از روش SNIA برای انجام تعاملات خود بهره می‌برند

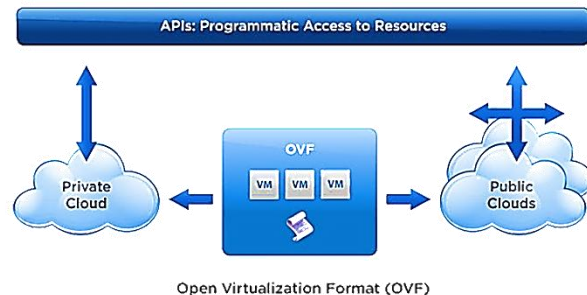
این کار ممکن است که سربارهایی را به همراه داشته باشد اما در حالت کلی برای این دسته از تعاملات مفید می‌باشد.

از دیگر تلاش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به Open Cloud Computing Interface (OCCI) اشاره کرد که در زمینه تعریف استانداردهایی برای مدیریت منابع در ابرهایی است که سرویس‌های مربوط به زیر ساخت IaaS را ارائه می‌دهند [8].

۳.۲. رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی متفاوت

همانطور که قبلاً هم اشاره شد در هر ابر ممکن است برنامه‌های کاربردی و نرم‌افزارهای فراوانی وجود داشته باشند که یک دسته از آنها متعلق به کاربران می‌باشد و همچنین دسته‌ای از آنها متعلق به خود ابرها می‌باشد که هر کدام از این دسته‌ها در محیط‌های متفاوتی از برنامه‌نویسی توسعه داده شده‌اند. از آنجایی که ممکن است این نیاز وجود داشته باشد که هر برنامه کاربردی بخواهد به سطوح مختلف هر ابر دسترسی داشته باشد و بتواند عملیاتی را برای آنها تعریف کند در نتیجه برای مدیریت و انجام عملیات در هر سطح از رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی که برای آن سطح تعریف شده است استفاده می‌کند. از این امر این نتیجه گرفته می‌شود که در یک ابر هر برنامه‌ی کاربردی از یکسری از رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی استفاده می‌کند که مختص به خود آن ابر می‌باشد در نتیجه ابرها ممکن است از نظر رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی با یکدیگر متفاوت باشند [9].

را به کار می‌گیرد. این ابزار که این عمل را انجام می‌دهد Open Virtual Format یا در اصطلاح OVF^۳ نام برده می‌شود در شکل (۱) معماری جریان کاری این روش آورده شده است [6]:



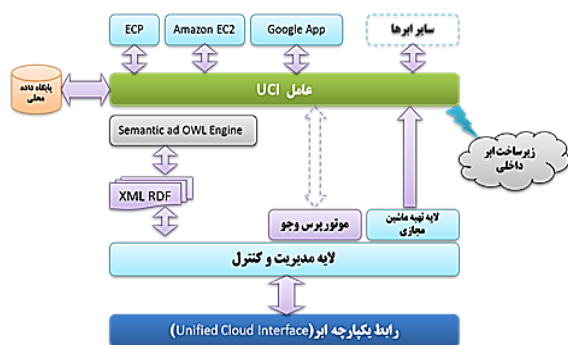
شکل ۱: جریان کاری ابزاری بسته بندی OVF

همانطور که در شکل (۱) می‌بینیم روش OVF یک روش برای انجام عمل استانداردسازی ماشین‌های مجازی می‌باشد. از جمله تلاش‌های دیگری که در این زمینه صورت گرفته است مربوط به انجمن Storage Networking Industry Association یا در اصطلاح SNIA می‌باشد، این انجمن تلاش‌هایی را در سطح زیر-ساخت برای ابرهایی انجام داده است که قرار است سرویس حافظه ارائه دهند. این دسته از ابرها برای نگهداری داده‌ها و اطلاعات مربوط به کاربران خود می‌باشند و در ازای هر میزان فضایی که برای کاربران تهیه می‌کنند هزینه‌ای را دریافت می‌کنند اما مسئله‌ای که در اینجا مطرح است این است که هر کدام از این ابرها از قالب‌های متفاوتی برای نگهداری داده‌های خود استفاده می‌کنند به همین دلیل در صورتی که این ابرها بخواهند با یکدیگر تعامل داشته باشند دچار مشکل می‌شوند. حال راه حلی که این انجمن برای این مسئله دارد به این صورت است که یکسری از استانداردها را در قالب یک بسته به نام CDMI برای هر کدام از ابرها تهیه می‌کند و در این ابرها تعبیه می‌کند و زمانی که نیاز به تعامل میان این دسته از ابرها باشد داده‌های منتقل شده از یک ابر به ابر دیگر با اعمال تغییراتی که از سوی این استانداردهای تعبیه شده بر روی آنها انجام می‌شود به قالب‌های قابل فهمی برای ابر مقصد تبدیل می‌شوند. در شکل (۲) معماری کلی این روش نمایش داده شده است [7]:

^۴ <http://occi-wg.org/>

^۳ <http://www.vmware.com/appliances/getting-started/learn/ovf.html>

یک رابط یکپارچه که شامل برخی از ویژگی‌های مربوط به سکوها موجود در ابرهای می‌باشد تشکیل شده است. در این روش ممکن است به دلیل این که برای تعاملات میان ابرها دارای سرباری اضافه هستیم نتیجه دلخواه و مورد نظر خود را نگیریم و این خود دلیلی بر این واقعیت است که تا به حال هیچ شرکتی در عرصه محاسبات ابری تلاشی برای پیاده کردن و حل مسئله تعامل پذیری بر پایه این الگو نکرده است [10].



شکل ۳: معماری مربوط به روش انجمن CCIF

برای نمونه از تلاش‌های دیگری که در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به Open Cloud Consortium یا OCC^۷ اشاره کرد که در زمینه فراهم کردن محیطی است که ابرها بتوانند برنامه‌های کاربردی خود را با یکدیگر به اشتراک بگذارند و از سرویس‌های یکدیگر در سطح سکو استفاده نمایند و یا Cloud Industry Forum یا CIF^۸ اشاره نمود.

در حالت کلی دو عاملی که در بالا به آنها اشاره شد دو دسته اصلی از علت برقرار نشدن تعامل پذیری در محیط‌های محاسبات ابری می‌باشند هر چند می‌توان عنصر دیگری را نیز دلیل بر مشکلی بر سر راه تعامل میان ابرها دانست و آن هم اینکه سیاست‌های مدیریتی مربوط به هر ابر با سایر ابرها ممکن است متفاوت باشد که این خود می‌تواند دلیلی بر این باشد که دو ابر که دارای مدیریتی متفاوت از یکدیگر باشند نتوانند با یکدیگر تعامل داشته باشند در این زمینه هر دو فراهم کننده‌گان

این تفاوت در رابط‌های برنامه نویسی کاربردی خود می‌تواند عاملی باشد که ابرهای متفاوت نتوانند با یکدیگر در سطح سکو و برنامه‌های کاربردی با یکدیگر تعاملاتی را داشته باشند به همین دلیل این مسئله نیز یکی از مهمترین چالش‌های مربوط به تعامل پذیری در محیط‌های محاسباتی ابری می‌باشد. برای یک نمونه از این که این تفاوت در سکو و یا همان رابط‌های برنامه نویسی کاربردی چگونه می‌تواند باعث شود که دو ابر که سرویس‌هایی را ارائه می‌کنند نتوانند با یکدیگر تعامل داشته باشند این مثال را بیان می‌کنیم، فرض کنید دو ابر که در سطح سکوی خود دارای سکوهایی متفاوتی می‌باشند به عنوان مثال یکی از سکوی .NET و دیگری از سکوی Java استفاده می‌کند حال اگر میان این دو ابر قرار باشد که برنامه‌های کاربردی جابه‌جا شوند این کار ممکن نیست به این دلیل که این دو از سکوهایی متفاوتی استفاده می‌کنند و به همین دلیل قابلیت اجرا و یا توسعه برنامه‌های کاربردی که در محیط مربوط به سکوی دیگری توسعه یافته‌اند را ندارند [9].

در رابطه با اینکه ابرهای متفاوت از سکوهایی متفاوتی استفاده می‌کنند و این امر موجب می‌شود که نتوانند تعاملاتی را با یکدیگر داشته باشند در نتیجه در این زمینه انجمن‌ها و موسساتی تلاش‌هایی را انجام داده‌اند که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می‌کنیم. در این زمینه و تلاش‌های صورت گرفته می‌توان به انجمن تعامل پذیری در محاسبات ابری^۵ یا CCIF^۶ اشاره کرد، تلاش این انجمن به این صورت می‌باشد که همانطور که می‌دانیم هر ابر سکوی اختصاصی به خود با ویژگی‌های خاص خود را دارا می‌باشد. ایده این انجمن چنین است که با تولید محیطی که در آن یک رابط یکپارچه از سکوهایی متفاوت را ایجاد و برنامه‌های کاربردی موجود در این ابرها از طریق این رابط با یکدیگر در تعامل می‌باشند و به گونه‌ای نقش واسط را در این زمینه ایفا می‌کند [10].

در شکل (۳) معماری مربوط به این مکانیزم آورده شده است همانطور که در این شکل می‌بینیم ابرهای مختلف از طریق

^۷ <http://openCloudconsortium.org/>
^۸ <http://www.Cloudindustryforum.org/>

^۵ Cloud Computing Interoperability Forum
^۶ <http://www.Cloudforum.org/>

است که بخش اصلی حل این می‌تواند در سطح زیرساخت اتفاق افتد به دلیل اینکه خصوصیت قابل‌حمل بودن سرویس‌ها در سطوح پایینی بیشتر است، دلیل این مسئله می‌تواند سربارهایی باشد که در سطوح بالا ایجاد می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به CCIF اشاره کرد که تلاش‌هایی را برای حل این مسئله در سطح سکو انجام داد که به دلیل سرباری که داشت به حالت پیاده‌سازی در نیامد. در حالی که روش‌هایی که در سطح زیرساخت تلاش‌هایی را داشته‌اند توسط ابرهای مختلفی به حالت پیاده‌سازی رسیده‌اند.

مراجع

[1] Anthony T. Velte, Toby J. Velte and Robert Elsenpeter, "Cloud Computing: A Practical Approach". McGraw-Hill Companies, pp. 91-110, 2010.

[2] Scott Dowell, Albert Barreto, "Cloud to Cloud Interoperability", 6th IEEE International Conference on System of Systems Engineering, Albuquerque, NM, USA, June 27-30, 2011.

[3] Nikolaos Loutas, Eleni Kamateri, "Cloud Computing Interoperability: The State of Play", 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, Athens, Greece, November 29 - December 1, 2011.

[4] Tharam Dillon, Chen Wu and Elizabeth Chang, "Cloud Computing: Issues and Challenges", 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Perth, Australia, April 20-23, 2010.

[5] A. Sheth and A. Ranabahu, "Semantic Modeling for Cloud Computing, Part I & II," IEEE Internet Computing Magazine, vol. 14, pp. 81-83, 2010.

[6] <http://www.dmtf.org/standards/Cloud>, Last Visit: Jun, 2012.

[7] <http://www.snia.org>, Last Visit: Jun, 2012.

[8] <http://occi-wg.org/>, Last Visit: Jun, 2012.

[9] Asheesh Chaddha, "Cloud Interoperability and Standardization", SETLabs Briefings, Infosys, Vol. 7, No. 7, 2009.

[10] CCIF's Unified Cloud Interface Project, Available at <http://code.google.com/p/unifiedcloud>, Last Visit: April, 2012.

[11] Hassan Takabi, James B. D. Joshi, "Policy Management as a Service: An Approach to Manage Policy Heterogeneity in Cloud Computing Environment", 45th Hawaii International Conference on System Science, 2012.

ابرها بهتر است برای حل این مشکل توافق‌هایی را با یکدیگر صورت دهند [11].

اگر بخواهیم یک دسته‌بندی در مورد انواع چالش‌ها و این که چه تلاش‌هایی برای حل آنها صورت گرفته است می‌توان جدولی مانند زیر را فراهم کرد، که در آن با احتساب تفاوت‌های مدیریتی نیز به عنوان یکی از چالش‌ها دارای سه چالش عمده می‌باشد که در جدول (۱) به آنها اشاره شده است:

جدول ۱: انواع چالش‌ها و تلاش‌هایی که برای حل آنها صورت گرفته است

زیر ساخت	رابط برنامه‌نویسی - کاربردی	سیاست‌های مدیریتی
DMTF, SNIA, OCCI, IEEE P2301	CCIF, CIF, OCC, OGF, OASIS,	ایده و هر گونه تصمیم‌گیری بستگی به دو ابر موجود دارد

همانطور که در جدول ۱ دیده می‌شود راه‌حل‌های متفاوتی برای هر کدام از چالش‌های موجود وجود دارد که برخی از آنها به حالت اجرایی و پیاده‌سازی رسیده‌اند و برخی دیگر خیر، به عنوان مثال استاندارد SNIA به عنوان راه حلی در خیلی از ابرهایی که سرویس حافظه ارائه می‌دهند پیاده‌سازی شده است و یا به عنوان CCIF هیچ وقت به حالت پیاده‌سازی در محیط ابرها نرسیده است.

۴. نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه محاسبات ابری برای جلب نظر مشتری‌های بیشتر ناچار می‌باشد که بتواند سرویس‌های متنوع و با کیفیتی را ارائه دهد، که یکی از راه‌حل‌های این مسئله داشتن تعامل میان ابرها می‌باشد که همانطور که گفته شد با چالش‌هایی روبه‌رو است. با توجه به تجربیاتی که در بحث‌ها و همچنین پیاده‌سازی‌های صورت گرفته در این زمینه توسط شرکت‌های مختلف صورت گرفته است باید گفت که نمی‌توان همه جنبه‌های مسئله تعامل‌پذیری را در یکی از سطوح ابر رفع کرد بلکه برای حل این مسئله بهتر است که در سطوح مختلف بخشی از کار را انجام داد در غیر این صورت موجب ایجاد بارکاری اضافی در یک سطح خاص می‌شود. نکته‌ای دیگری که وجود دارد این مسئله