

## بهینه‌سازی مصرف انرژی در مرکز پایش ویدیوی ابری بر اساس زمان‌بندی کار و جاگذاری ماشین مجازی

سعید حقگو<sup>۱</sup>، غلامرضا احمدی<sup>۲</sup>، مائده عابدینی بقا<sup>۳\*</sup>

۱- مربی، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، تهران، ایران

۲- مربی، گروه کامپیوتر، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۳- دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ارومیه، باشگاه پژوهشگران جوان، ارومیه، ایران

\* Maide.abedini@gmail.com

ارسال: مرداد ماه ۹۷ پذیرش: آذر ماه ۹۷

### چکیده

رایانش ابری مدل محاسباتی درخواستی است که نیازمند حجم و سیعی از ابزارهای فیزیکی هست و بر اساس درخواست هر کاربر خدمات ارائه می‌کند؛ وجود تعداد زیاد مراکز داده موجب مصرف زیادی انرژی می‌شود و به چالشی اساسی در سال‌های اخیر تبدیل شده است. از سوی دیگر داده‌های کلان به موضوع اصلی تحقیقات فراهم‌کنندگان خدمات ابری تبدیل شده است. داده‌های ویدیویی با کیفیت و حجم بالا جز داده‌های کلان محسوب می‌شوند. از آنجاکه سیستم‌های پایش ویدیوی ابری یکی از مصرف‌کنندگان اصلی انرژی در رایانش ابری هستند، توجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی پایش ویدیوی ابری ضروری می‌باشد. در این تحقیق با توجه به اهمیت و میزان مصرف انرژی در سیستم پایش ویدیوی ابری سعی شده است تا با افزایش بهره‌وری سرورها، اتلاف و مصرف انرژی در این بخش را کاهش داد. روشی که برای کاهش هزینه مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری سرورها در رایانش ابری در این تحقیق ارائه شده است از تکنیک جاگذاری ماشین مجازی با سه مؤلفه عامل نظارتی، عامل منابع و عامل تخصیص می‌شود. روش پیشنهادی با نرم‌افزار CLOUDSIM پیاده‌سازی شده است و ارزیابی نتایج بهبود مصرف انرژی در روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: سیستم پایش ویدیوی ابری، ماشین مجازی، رایانش ابری، انرژی.

### ۱- مقدمه

رایانش ابری، مدل رایانشی بر پایه شبکه‌های رایانه‌ای مانند اینترنت است که الگویی تازه برای عرضه، مصرف و تحویل خدمات رایانشی (شامل زیرساخت، نرم‌افزار، بستر و سایر منابع رایانشی) با به کارگیری شبکه ارائه می‌کند. این بدین معنی است که دسترسی به منابع فناوری اطلاعات در زمان تقاضا و بر اساس میزان درخواست کاربر به گونه‌ای انعطاف‌پذیر و مقیاس‌پذیر از راه اینترنت به کاربر تحویل داده می‌شود [۱-۲].

رایانش ابری مدل محاسباتی درخواستی است که نیازمند حجم و سیعی از ابزارهای فیزیکی هست و بر اساس درخواست هر کاربر خدمات ارائه می‌کند؛ بنابراین درخواست‌های زیاد از حد برای محاسبات ابری مصرف انرژی در مراکز داده را افزایش می‌دهد. این مراکز حجم عظیمی از انرژی را مصرف می‌کنند که در پی آن مقدار زیادی کربن آزاد می‌شود. بهینه‌سازی منابع، کاهش مصرف انرژی و تثبیت ماشین مجازی از چالش‌های مطرح در این زمینه می‌باشند [۳].

رایانش ابری در زمینه پایش ویدیو نیز در سال‌های اخیر گسترش یافته است و مدل جدیدی از خدمات رایانش ابری به نام سیستم پایش ویدیوی ابری<sup>۱</sup> ایجاد گردیده است. طبق آمار IMS-Research درخواست‌های سیستم پایش ویدیوی ابری ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش سالانه دارد. این موضوع اهمیت سیستم‌های پایش ویدیو ابری را نشان می‌دهد. در نتیجه، طبق محاسبات سیسکو، ۷۷ درصد از ترافیک داده‌های عمومی شبکه در سال ۲۰۱۵ داده‌های ویدیویی کیفیت بالا بوده است؛ بنابراین مراکز داده‌های ویدیویی ابری به نوعی به سمت مراکز داده‌ها هدایت می‌شوند.

در طی دهه‌های اخیر تعداد سیستم‌های ابری پایش ویدیو به سرعت در حال رشد بوده است. سیستم پایش ویدیوی ابری یک سیستم پایش ویدیو است که بر اساس مدل خدمات رایانش ابری ساخته شده است. سیستم پایش ویدیوی ابری نه تنها منابع را به صورت کارا مجتمع می‌سازد، بلکه دسترسی به شبکه را سرعت می‌بخشد. از آنجا که سیستم‌های پایش ویدیوی ابری یکی از مصرف‌کنندگان اصلی انرژی در رایانش ابری هستند، توجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی سیستم پایش ویدیوی ابری ضروری می‌باشد [۴].

از زمانی که مدل سرویس سیستم پایش ویدیوی ابری فراهم شده است، با استفاده از فناوری مجازی سازی امنیت اش فراهم شده است و مشکل هزینه‌های برقراری ارتباط، ابزارهای ذخیره‌سازی، سطح پایین امنیت در لایه داده‌ها، قابلیت اطمینان و کارایی ضعیف به طور مؤثر حل شده است. فراهم‌کننده خدمات سیستم پایش ویدیوی ابری، یک مرکز سیستم پایش ویدیوی ابری عظیم را نگه می‌دارد که این مرکز متشکل از سرورهای کنترل دسترسی، ماشین‌های مجازی و مراکز داده‌ها می‌باشد؛ و یک سرویس پایشی پلاگ اند پلی به کاربران داده می‌شود. برای فراهم شدن سرویس، باید یک کاربر و یک فراهم‌کننده ابتدا یک توافق‌نامه سطح سرویس SLA<sup>۲</sup> را امضا کنند. در این توافق‌نامه سطح و محتوای سرویس که شامل کیفیت ویدیو، دوره پایش، مدیریت داده، هزینه‌ها و سایر جزئیات هست، مشخص می‌گردد [۵]. سپس یک دوربین با آدرس MAC واحد به کاربر اختصاص می‌یابد. داده‌های ویدیویی در مرکز سیستم پایش ویدیوی ابری ذخیره و مدیریت می‌شوند و کاربر قادر است با استفاده از مرورگر به آن‌ها دسترسی داشته باشد. یک سیستم پایش ویدیوی ابری از سه بخش تشکیل شده است [۶].

۱- پایانه‌های سیستم پایش ویدیوی ابری

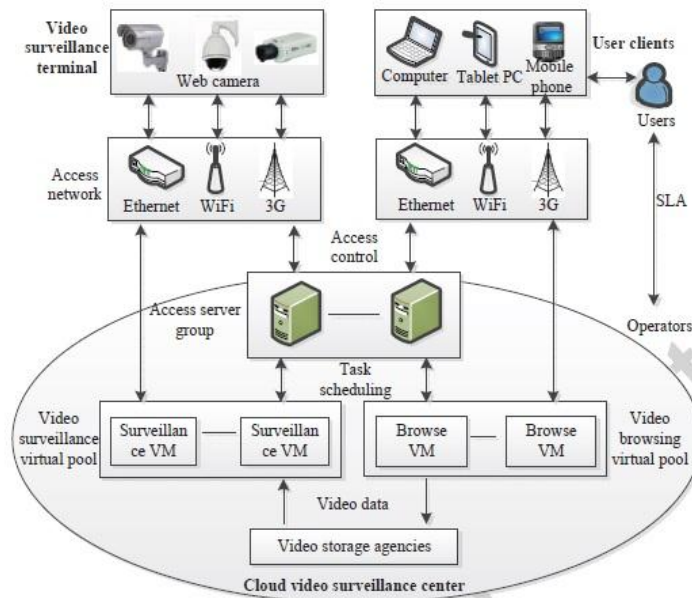
۲- یک مرکز سیستم پایش ویدیوی ابری

۳- مشتری‌های کاربر.

شکل ۱ معماری یک سیستم پایش ویدیوی ابری را نشان می‌دهد. در این شکل دوربین‌های وبکم به عنوان پایانه‌های پایش برای جمع‌آوری داده‌های ویدیویی استفاده شده است. کامپیوترهای رومیزی، تبلت‌ها و تلفن همراه که با استفاده از مرورگر به شبکه وصل می‌شوند، متداول‌ترین مشتریان کاربر برای به دست آوردن داده‌های ویدیویی هستند. مرکز سیستم پایش ویدیوی ابری یک گروه محاسباتی متشکل از تعداد زیادی از سرورها می‌باشد که از فناوری مجازی سازی برای جمع‌آوری منابع مجازی شده استفاده می‌شود.

<sup>۱</sup> cloud video surveillance (CVS)

<sup>۲</sup> Service level agreement



شکل ۱- معماری مرکز پایش ویدیو [۴]

در طی دهه‌های اخیر تعداد سیستم‌های ابری پایش ویدیو به سرعت در حال رشد بوده است. سیستم پایش ویدیوی ابری یک سیستم است که بر اساس مدل خدمات رایانش ابری ساخته شده است. سیستم پایش ویدیوی ابری نه تنها منابع را به صورت کارا مجتمع می‌سازد، بلکه دسترسی به شبکه را سرعت می‌بخشد. از آنجا که سیستم‌های پایش ویدیوی ابری یکی از مصرف‌کنندگان اصلی انرژی در رایانش ابری هستند، توجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی سیستم پایش ویدیوی ابری ضروری می‌باشد. نرخ عملیات مراکز سیستم پایش ویدیوی ابری تنها ۲۰٪ تا ۳۰٪ بوده است و تعداد زیادی از سرورها اغلب در حالت بیکار بوده‌اند. این ابزارهای بیکار حدوداً بیش از ۵۰ درصد از الکتریسیته‌ای را که در زمان بار کامل مصرف می‌کنند، مصرف کرده‌اند [۷]. این امر نشان می‌دهد که مصرف انرژی فعلی مراکز سیستم پایش ویدیوی ابری زیاد است و انرژی زیادی هدر می‌رود؛ بنابراین به روش‌هایی نیاز داریم تا مصرف انرژی مراکز سیستم پایش ویدیوی ابری را بهینه‌نماییم و کارایی این مراکز را افزایش دهیم. بنابراین ذکر گردید ارائه روشی برای کاهش هزینه مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری سرورها در رایانش ابری مورد نیاز است. در این تحقیق سعی شده است با استفاده از زمان‌بندی کارها و جاگذاری ماشین مجازی مصرف انرژی را در رایانش ابری پایش ویدیو کاهش داد و بر بخشی از چالش‌های مطرح در این زمینه فائق آمد. روشی که برای کاهش هزینه مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری سرورها در رایانش ابری در این تحقیق ارائه شده است ترکیب دو روش جاگذاری ماشین مجازی و زمان‌بندی کارها در مرکز پایش ویدیوی ابری می‌باشد. در این تحقیق استفاده از تکنیک جاگذاری ماشین مجازی با سه مؤلفه عامل نظارتی، عامل منابع و عامل تخصیص می‌باشد. در ادامه پس از مرور کارهای پیشین در زمینه کاهش مصرف انرژی در مراکز داده ابری، روش پیشنهادی بیان خواهد شد و سپس به ارزیابی نتایج حاصل از پیاده‌سازی می‌پردازیم و در پایان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ذکر می‌شود.

## ۲- مروری بر روشهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز داده ابری

در تحقیقات مختلف محققان روشهای مختلفی برای کاهش مصرف انرژی در رایانش ابری پیشنهاد نموده‌اند. روشهای بهینه‌سازی مصرف انرژی برای مراکز داده اساساً به دو بخش تقسیم می‌شود: ۱- روشهای مبتنی بر مقیاس و ۲- روشهای آگاه از تکه. روشهای مبتنی بر مقیاس شامل انجام تنظیماتی در سخت‌افزار سرورها می‌باشد مثل تنظیم ولتاژ CPU ها و سرعت چرخش دیسکها بر طبق بار درخواستی. روش‌های آگاه از تکه، که موضوع تحقیق ما نیز می‌باشد؛ به وضعیت‌های بیکاری برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی توجه دارد و می‌توان آن را به سه دسته تقسیم کرد:

۱. روش‌های مهاجرت ماشین مجازی

۲. روش های زمان بندی کار

۳. روش های تخصیص ماشین مجازی.

روش های مهاجرت ماشین مجازی با حرکت دادن ماشینهای مجازی در حال اجرا روی سرورها، به سرورهای دیگر و خالی کردن سرورها انجام می گیرد. بعد از خالی شدن سرورها از کار به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی می توان سرورهای خالی را خاموش نمود. سرور جدید فقط زمانی روشن می شود که تعداد سرورها برای پاسخ دهی به نیازها در عملیات کار فعلی کافی نباشد.

آنتوان بلوگلازوف و راجکومار بویا در سال ۲۰۱۱ یک الگوریتم اکتشافی تطبیقی را برای ادغام پویای ماشینهای مجازی بر اساس تجزیه و تحلیل داده های سابقه با کمک ماشینهای مجازی پیشنهاد کردند [۸]. محققان سوپریا کینگر و همکاران در سال ۲۰۱۳ الگوریتمی را پیشنهاد کردند که مبتنی بر مراحل متفاوت مهاجرت ماشین مجازی بود. مهاجرت بر اساس بهره گیری در صدی از CPU، مصرف انرژی و دمای کاری در میزبان ها صورت پذیرفت و سعی بر این بود که در محاسبات سازگار با محیط زیست به واسطه ادغام سرورها و با کمک یک روش مبتنی بر محدودیت برای تخصیص ماشین مجازی در مصرف انرژی صرفه جویی شود [۹]. در سال ۲۰۱۶ تلی و همکاران با توجه به هزینه مهاجرت داده و هزینه ذخیره سازی الگوریتمی پیشنهاد نمودند که هزینه مهاجرت و هزینه ذخیره داده ها را با در نظر گرفتن پهنای باند مصرفی، بهبود می داد [۱۰]. در [۱۱] نویسندگان مهاجرت ماشین مجازی آگاه از شبکه به نام (NetVMM) را برای شبکه ابری پیشنهاد کردند. در روش پیشنهادی شبکه ابری به صورت مسئله زمانی کامل چندحالتی غیر ثابت فرمول بندی شده است. هدف آنها کاهش هزینه های ترافیک شبکه با توجه به وابستگی های ذاتی میان ماشینهای مجازی است که یک اپلیکیشن چند لایه ای و توپولوژی لایه زیرین از ماشین فیزیکی و به منظور اطمینان از داد و ستد مناسب میان ارتباطات شبکه و هزینه های مهاجرت ماشین مجازی تعریف شده است. مکانیزمی که الگوریتم هوشمند از دحام ارائه می کند یافتن یک راه حل بهینه تقریبی بر اساس تکرارها برای مسئله مهاجرت ماشین مجازی است. در این تحقیق از الگوریتمهای ژنتیک و کلونی زنبور هوشمند استفاده شده است و این دو الگوریتم به گونه ای تغییر یافته اند تا مناسب مسئله مهاجرت ماشین مجازی با هدف کاهش هزینه شبکه باشند. نتایج تجربی نشان می دهد که الگوریتم ژنتیک زمانیکه نمونه های ماشین های مجازی کوچک باشند هزینه شبکه پایینی دارد. و زمانیکه اندازه مسئله بزرگتر می شود الگوریتم هوشمند کلونی زنبور بر الگوریتم ژنتیک ارجحیت دارد. روش های زمان بندی کار، کارها را به ماشینهای مجازی مناسب می سپارد. برای اجرا با هدف حداقل استفاده از ماشینهای مجازی در حالی که از کیفیت اجرای کارها مطمئن است زمان بندی آغاز می شود. به این ترتیب تعداد سرورهای روشن کاهش می یابد و این امر موجب کاهش مصرف انرژی می شود. آردنگ و همکاران روشی برای تخصیص ماشینهای مجازی پیشنهاد داده اند که در آن وضعیت هایی را برای میزان بار ماشین های مجازی پیش بینی می کند که در آن بر اساس شرایط گذشته ماشینهای مجازی، آینده را پیشگویی می کند و بر اساس پیشگویی انجام شده می توان کارها را زمان بندی نمود [۱۲].

در [۱۳] یک مدل منبع مرکز داده ابری و مدل انرژی پویای ماشین فیزیکی طراحی شده است و سپس یک روش زمان بندی منبع مجازی سه بعدی برای کاهش مصرف انرژی در محاسبات ابری به نام (TVSRM) پیشنهاد شده است. در روش پیشنهادی فرآیند زمان بندی منابع مجازی به سه مرحله تقسیم می شود: منابع مجازی، زمان بندی منابع مجازی و بهینه سازی منابع مجازی. روش پیشنهادی قادر است به صورت بهینه منابع مجازی را در مراکز داده ابری تخصیص دهد و مدیریت کند و میتواند به صورت موثر مصرف انرژی مرکز داده ابری را کاهش دهد و میزان تخطی از توافق نامه سطح سرویس را کاهش دهد. در [۱۴] یک مدل به نام MVFRS پیشنهاد شده است که زمان بندی منابع فازی و بر اساس میانگین حرکت در محیط مجازی ابری به منظور بهینه سازی زمان بندی منابع و از طریق ماشینهای مجازی انجام میشود. این روش در ابتدا با پیش بینی مصرف منابع مثل پهنای باند، حافظ و سیکل پردازش، شروع می شود. سپس با اندازه گیری روابط میان منابع موجود و درخواستهای داده شده برای استفاده از منابع ساخته می شود. نهایتاً یک تئوری کنترل فازی برای تکمیل سیستم هماهنگی میان درخواستهای کار و منابع موجود در ابر طراحی

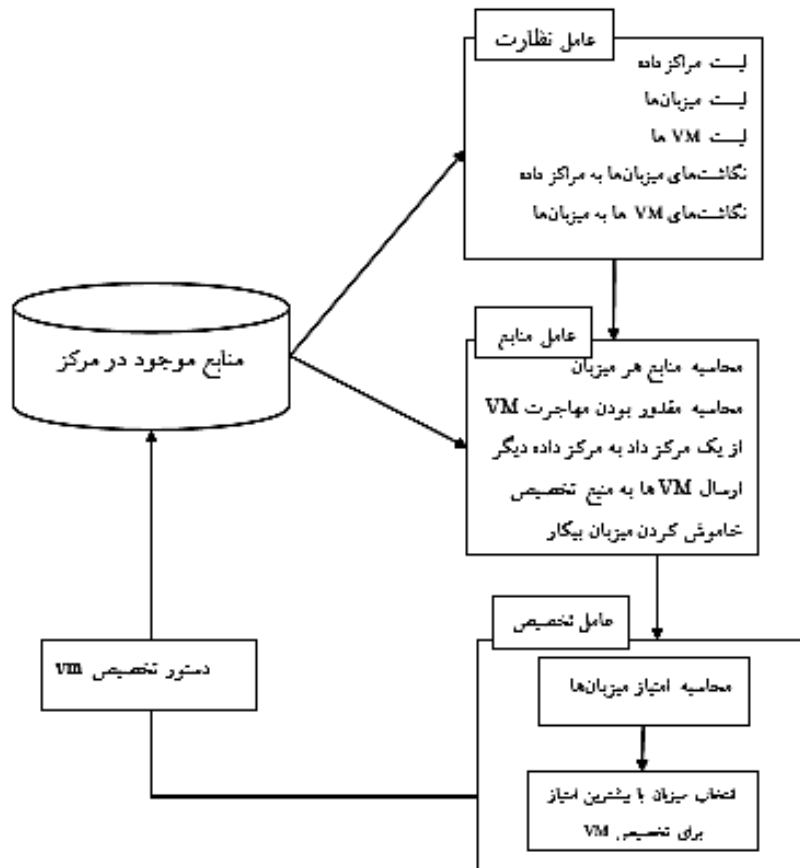
شده است. این روش قادر است تا مجموع زمان انتظار درخواستهای منابع کاربران ابری را کاهش دهد و نیز کارایی کلی سیستم و نرخ دسترسی موفق و منابع مصرفی را تضمین نماید. در روشهای زمانبندی کار، دیگر نیاز به پیکربندی خاص برای تنظیمات پارامترهای سرور نیست. چگونگی انتخاب یک ماشین مجازی برای انجام یک کار هنوز مشکل حل نشده در این روش هاست. در بسیاری از تحقیقاتها مشکل بهینه سازی مصرف انرژی به صورت نگاشت از ماشین های مجازی به سرورها فرمول شده است و به طور وسیع مورد مطالعه قرار گرفته است. در [۱۵] نویسندگان بر اجتناب از بن بست توجه کردند؛ بدین صورت که از الگوریتم بانکر استفاده کرده و حالت سیستم را جهت ممانعت از تحقق احتمالات بن بست کننده چک کردند. آن ها تخصیص منبع چندبعدی را به همراه الگوریتم های تعیین بار مازاد و انتخاب ماشین مجازی برای بهینه سازی تخصیص ماشین مجازی و مصرف مقرون به صرفه انرژی مطرح کردند. در این روش مسئله تخصیص ماشین مجازی با استفاده از الگوریتم زنبور عسل با خوشه بندی سلسله مراتبی جهت کاهش مصرف انرژی در سرورها حل شد. ان جنانی و همکارانش [۱۶] ایده ای را مطرح کردند که در آن استخر منابع فیزیکی موجود به مثابه یک کوله پشتی مطرح می شود که با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل می شود تا بتوانیم تخصیص بهینه را حاصل کنیم. در [۱۷] یک تکنیک برای بهینه سازی جایگذاری ماشین های مجازی با استفاده از مهاجرت زنده و مقدار حد آستانه پویا و تخصیص آزاد منابع پیشنهاد شده است و جلوگیری از بن بست را تضمین می نماید و با تمرکز بر منابع چند بعدی کارایی کلی منابع محاسباتی را افزایش می دهد و مصرف انرژی مراکز داده را کاهش می دهد. در [۱۸] مسئله جایگذاری ماشین مجازی و داده ها به صورت یک مسئله NP-Hard در نظر گرفته شده است. برای حل این مسئله در این تحقیق از الگوریتم متاهوریستیک بهینه سازی کلونی مورچه استفاده شده است. در ادامه روش پیشنهادی بر اساس جاگذاری ماشین های مجازی و زمان بندی کارها شرح داده می شود.

### ۳- روش پیشنهادی

در طی دهه های اخیر تعداد سیستم های ابری پایش ویدیو به سرعت در حال رشد بوده است. از آنجا که سیستم های ابری پایش ویدیو یکی از مصرف کنندگان اصلی انرژی در رایانش ابری هستند، توجه به بهینه سازی مصرف انرژی در آن ها ضروری می باشد. در این بخش روش پیشنهادی برای کاهش مصرف انرژی در سیستم های ابری پایش ویدیو شرح داده می شود.

روش پیشنهادی بر اساس جاگذاری ماشین های مجازی و زمان بندی کارها می باشد. در بحث تخصیص ماشین مجازی برای پایش ویدیو طبق توافقنامه سطح سرویس باید چهار مورد در نظر گرفته شود ۱- پهنای باند ۲- حافظه ۳- CPU و ۴- I/O جاگذاری پویای ماشین های مجازی موجب افزایش کارایی و کاهش هزینه ها می شود. تکنیک جاگذاری ماشین های مجازی پیشنهادی، ماشین های مجازی را به صورت پویا از یک سرور فیزیکی به سرور فیزیکی دیگر بر اساس معیارهایی همچون هزینه هایی که منابع مختلف متحمل می شوند، تخصیص می دهد. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، برای این منظور استفاده از سه عامل پیشنهاد شده است:

۱. عامل نظارت
۲. عامل منابع
۳. عامل تخصیص



شکل ۲- مؤلفه‌های روش پیشنهادی

عامل نظارت: در روش پیشنهادی عامل نظارت بر وضعیت جاری محیط ابری نظارت دارد از جمله تعداد مراکز داده، تعداد میزبانها و تعداد درخواستها نظارت دارد.

عامل منابع: عامل منابع، میزان استفاده ماشین‌های مجازی از منابع میزبان را محاسبه می‌کند. منظور از منابع میزبان، همان میزان پهنای باند، حافظه، پردازنده و ورودی و خروجی می‌باشد و در نهایت تعداد منابع موجود، تعداد منابع مشغول و بیکار، با بار مازاد و کم‌بار توسط این عامل شناسایی می‌گردد؛ و در مورد مهاجرت ماشین‌های مجازی تصمیم‌گیری می‌شود.

عامل تخصیص: این عامل، هزینه‌های لازم برای مهاجرت ماشین‌های مجازی و هزینه‌های استفاده از منابع در مرکز داده جاری و هزینه مصرف انرژی را محاسبه می‌کند و بر این اساس ماشین‌های مجازی را روی میزبانها جاگذاری می‌نماید. زمان‌بندی منابع و بهینه‌سازی آنها نیز از وظایف این مؤلفه می‌باشد. استفاده از این سه عامل باعث جاگذاری صحیح ماشین‌های مجازی بر روی ماشین‌های فیزیکی شده و میزان هزینه‌های مصرفی از جمله میزان انرژی مصرفی را بهبود می‌دهد. شکل ۲ نمایی از روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

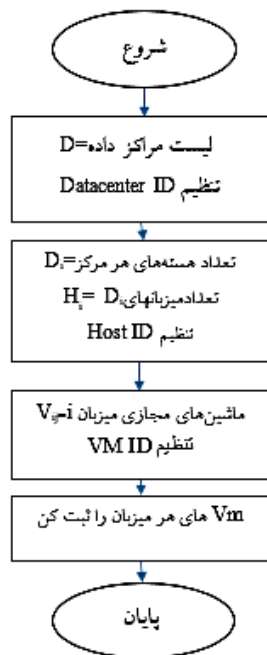
روش پیشنهادی به‌طور پویا به شاخص‌های منابع گوناگون برای جاگذاری ماشین‌های مجازی توجه دارد و اگر وضعیت تخصیص یافته جاری خودش یک سناریو کارا باشد، آنگاه مهاجرت و تخصیصی انجام نمی‌شود. با استفاده از مؤلفه عامل منابع، مهاجرت‌های ممکن میان هر مرکز داده شناسایی می‌شود. ماشین‌هایی که روشن و بیکار هستند انرژی مصرف می‌کنند، همچنین ماشین‌هایی که فراتر از ظرفیت خود بار دارند گرمای بیشتری تولید می‌کنند و علاوه بر این ممکن است برای دریافت خدمات در آنها صف ایجاد

شود و این امر به نوعی سیستم را به سمت کاهش کیفیت خدمات راهبری می‌کند، چرا که زمان‌های انتظار در صف و به تبع آن زمان پاسخ افزایش خواهد یافت و این موضوع مطلوبی نیست.

در روش پیشنهادی تمایل به کاهش استفاده از ماشین‌های فیزیکی به منظور کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی سیستم داریم؛ بنابراین باید سیستم را طوری برنامه‌ریزی نماییم تا بیشترین تعداد سیستم‌ها به حالت خاموش درآیند و برای این منظور استفاده از تکنیک خواب بیدار پیشنهاد شده است. الگوریتم خواب بیدار به شرح زیر عمل می‌کند.

۱. شروع.
۲. در صورتی که میزان بیکار باشد به حالت خواب تبدیل وضعیت یابد (خاموش شود).
۳. در صورت نیاز به منابع بیشتر باشد و عدم کفایت منابع بیدار موجود، منابع دیگر را به حالت بیدار تبدیل وضعیت گردان (روشن کن).
۴. پایان.

از این الگوریتم در عامل تخصیص منابع برای خاموش کردن منابع بلااستفاده و در صورت عدم کفایت منابع موجود برای روشن نمودن منابع خاموش استفاده می‌شود. عامل نظارت با تخصیص منابع ابری و دریافت لیست تمام منابع و موجودیت‌های جمع‌آوری شده کارش را انجام می‌دهد. موجودیت‌های همچون مراکز داده، میزبان‌ها و ماشین‌های مجازی جمع‌آوری می‌شوند و مشخصات آن‌ها نیز ثبت می‌شود. با الگوریتم عامل نظارت اطلاعات مربوط به تخصیص ماشین‌های مجازی به میزبان‌ها و میزبان‌ها در مراکز داده جمع‌آوری می‌شوند. الگوریتم عامل نظارت در ادامه بیان می‌شود. فلوچارت عامل نظارت در شکل ۳ نشان داده شده است. در ادامه الگوریتم عامل منابع ذکر می‌شود.

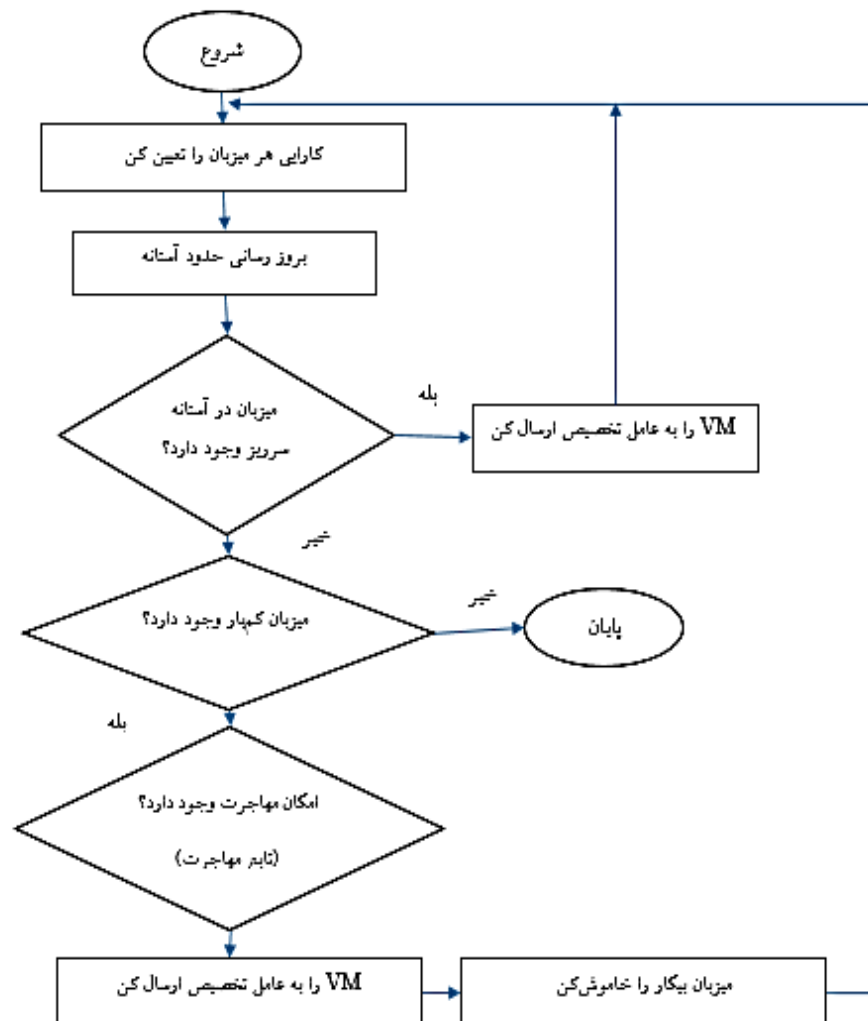


شکل ۳- فلوچارت عامل نظارت

### ۳-۱- عامل منابع

الگوریتم عامل منابع، منابع موجود و منابع موردنیاز در تمام میزبان‌های مراکز داده را محاسبه می‌کند و میزبان‌های کم‌بار و میزبان‌های در آستانه سرریز را شناسایی می‌کند. اگر میزبانی در آستانه سرریز بود با انتخاب یک ماشین مجازی از روی میزبان مذکور (این انتخاب به صورت تصادفی صورت می‌گیرد) و مهاجرت آن به میزبان دیگر مانع سرریز شدن منابع می‌شود و از سوی دیگر از تشکیل صف برای دریافت خدمات جلوگیری می‌کند. پیشگیری از سرریز منابع باعث سرعت در پاسخگویی شده و زمان انتظار صف‌ها را صفر می‌کند و به تبع آن کیفیت خدمات بهبود می‌یابد. برای جلوگیری از سرریز و تعیین ماشین‌های فیزیکی کم‌بار

استفاده از حد آستانه پیشنهاد شده است. الگوریتم عامل منابع، منابع موجود و منابع مورد نیاز در تمام میزبان‌های مراکز داده را محاسبه می‌کند و بر اساس آن ماشین‌های کم‌بار را شناسایی می‌کند، سپس تعیین می‌کند که آیا با مهاجرت ماشین‌های مجازی از روی میزبان فیزیکی می‌توان ماشین‌های مجازی آن را در میزبان‌های فیزیکی دیگر جای داد یا خیر اگر جواب مثبت بود تمام ماشین‌های مجازی این میزبان را به‌عنوان ورودی عامل تخصیص در نظر می‌گیرد و بعد از مهاجرت، میزبان مورد نظر را طبق تکنیک خواب بیدار، خاموش می‌کند. شکل ۴ فلوجارت عامل منابع را نشان می‌دهد.



شکل ۴- فلوجارت عامل منابع

### ۳-۲ تعیین حد آستانه

برای یافتن ماشین‌هایی که باید مهاجرت یابند نیاز است تا ماشین‌هایی که بار مازاد دارند یا کمتر از حد انتظار بار دارند تعیین شوند؛ وجود میزبان‌هایی که بار کاری مازاد دارند باعث کاهش کارایی سیستم و پایین آمدن کیفیت خدمات و نیز افزایش درجه حرارت سیستم می‌شود بنابراین ضروری است تا میزبان‌های با بار کاری مازاد تشخیص داده شوند و بار کاری به‌صورت متعادل در کل سیستم پخش شود. برای تعیین حد آستانه از روش پیشنهادی آنتون بلاگولازوف [۱۹] استفاده می‌کنیم. برای تعیین ماشین‌های بیش‌ازاندازه استفاده‌شده و کمتر استفاده‌شده برای بار کاری دینامیک با مدنظر قرار دادن استفاده CPU ی همه ماشین‌های میزبان گسترش می‌یابد. اگر یک ماشین میزبان به‌عنوان ماشین بیش‌ازاندازه استفاده‌شده، تعیین شود در این صورت تعدادی از ماشین‌های مجازی از این ماشین میزبان به میزبان دیگر مهاجرت می‌کنند و اگر ماشین میزبان به‌عنوان ماشین کمتر استفاده‌شده تعیین شود در این صورت همه ماشین‌های مجازی این ماشین میزبان به دیگر ماشین میزبان مهاجرت می‌کنند تا بار کاری نداشته باشند و این ماشین‌های بلااستفاده طبق تکنیک خواب بیدار، به حالت خواب یا خاموش بروند. در روش بلاگولازوف اگر استفاده CPU کمتر از مقدار آستانه‌ای پایین باشد در این صورت ماشین میزبان کمتر استفاده‌شده تلقی می‌شود و اگر استفاده بیشتر از آستانه بالا باشد در این صورت ماشین بیش‌ازاندازه



استفاده شده تلقی می شود. LT (آستانه پایین) و UT (آستانه بالا) برای تعیین ماشین های کمتر استفاده شده و بیش از حد استفاده شده به کار می روند. طبق شکل ۵، تابع Possible\_migrate بررسی می کند که آیا می توان تمام ماشین های مجازی میزبان I را به روی سایر میزبان های فیزیکی مهاجرت داد. اگر پاسخ مثبت باشد، تمام ماشین های مجازی میزبان I را به عامل تخصیص ارسال می کند تا در آنجا به میزبان ها مناسب تخصیص داده شوند.

```

Possible_migrate(hosts)
For i=1 to all host
{
    if(isUnderload (hosti)==true)
    {
        VM_selction=Random Selection (between all vms in Hosti);
        VM_selction used as input for allocation agent
    }
    Else
    {
        If ((Possible_migrate (all Hosti Vms)==true)
        {
            all Hosti Vms used as input for allocation agent
        }
    }
}

```

شکل ۵ - تابع بررسی امکانپذیری مهاجرت

### ۳-۳ عامل تخصیص

عامل تخصیص وظیفه تخصیص ماشین های مجازی به ماشین های فیزیکی را به عهده دارد. برای تخصیص ماشین های مجازی به ماشین های فیزیکی عامل تخصیص از الگوریتم زیر استفاده می کند.

۱. شروع

۲. برای هر میزبان بر اساس فرمول ۱ امتیاز بده.

۳. میزبانی که بیشترین امتیاز را داشته باشد به عنوان میزبان مقصد انتخاب کن.

۴. پایان.

ابتدا تمام میزبان های را بررسی می کنیم، میزبان هایی که قابلیت میزبانی از ماشین مجازی مورد نظر را داشته باشند بر اساس رابطه زیر امتیاز می گیرند. میزبانی که بیشترین امتیاز را داشته باشد به عنوان میزبان مقصد برای ماشین مجازی مورد نظر انتخاب می شود. در فرمول ۱ score امتیاز تعلق گرفته به هر میزبان می باشد. فرمول ۱ ترکیبی از دو فرمول ۲ و ۳ می باشد.  $U_i$  هزینه استفاده از واحد ذخیره سازی، RAM و MIPS و پهنای باند در مرکز داده  $i$  و  $UT_i$  مجموع هزینه های تحمیل شده به مرکز داده  $i$  می باشد که طبق فرمول ۴ از حاصل ضرب هزینه هایی که توسط تمام ماشین های مجازی به میزبان وارد می شود در مجموع منابع استفاده شده میزبان حاصل می گردد و  $MTab$  هزینه مهاجرت از مرکز داده  $a$  به  $b$  را طبق فرمول ۳ محاسبه می کند. در این فرمول  $MTab$  هزینه مهاجرت از مرکز داده  $a$  به مرکز داده  $b$  می باشد و  $STbj$  مجموع منابع درخواستی از میزبان  $j$  و  $RTaj$  مجموع منابع آزاد در میزبان  $j$  می باشد.  $Ta$  و  $Tb$  تابع زمان در مراکز داده های  $a$  و  $b$  می باشد؛ و  $MAa$  هزینه اجرای سیاست تخصیص در مرکز داده  $a$  است.  $Ma$  هزینه نگاشت ماشین های مجازی جدید در مرکز داده  $j$  می باشد.

$$\text{score} = (100 / ((U_i * 1) + (UT_i * 1.5) + MTab) + P(u)) \quad (1)$$

$$P(u) = k * P_{\max} + (1 - k) * P_{\max} * u \quad (2)$$

$$MTab = ((STbj / RTaj) * (Ta + Tb)) + MAa + Ma \quad (3)$$

$$UT_i = U_a * S_{bj} \quad (4)$$

فرمول ۲ برگرفته از منبع [۲۰] می باشد. در این رابطه  $P_{max}$  حداکثر انرژی مصرفی زمانی که سرور به طور کامل استفاده می شود؛  $K$  بخشی از انرژی مصرفی به وسیله سرور بیکار می باشد و  $u$  کارایی CPU می باشد. کارایی CPU بسته به بار کاری، ممکن است در لحظات مختلف متفاوت باشد. هزینه مهاجرت طبق فرمول با استفاده از زمان صرف شده برای مهاجرت، هزینه مورد نیاز برای سیاست های تخصیص برای جاگذاری دوباره ماشین های مجازی، هزینه نگاشت ماشین های مجازی دوباره تخصیص یافته به مراکز داده و نرخ مجموع منابع تخصیص یافته در منبع و فاصله مرکز داده و هزینه انرژی مصرفی میزبان لحاظ می شود و در انتخاب میزبان مقصد برای تخصیص ماشین مجازی عوامل ذکر شده دخالت داده می شود تا میزبانی مناسب و کم هزینه برای ماشین مجازی انتخاب شود.

#### ۴- پیاده سازی و ارزیابی نتایج

با توجه به ماهیت محاسبات ابری آزمایش در محیط واقعی هزینه بر و زمان بر می باشد و عملاً نمی توان در محیط واقعی بر روی یک مرکز داده واقعی آزمایش کرد. بنابراین در چنین مواردی شبیه سازی می تواند ایده مناسب باشد یکی از شبیه سازهای شناخته شده و مورد تأیید در حوزه محاسبات ابری شبیه ساز کلودسیم (CloudSim) می باشد. در این تحقیق نیز با توجه به محبوبیت کلودسیم در شبیه سازی محیط ابری از این شبیه ساز بهره گرفته شده است. برای پیاده سازی روش پیشنهادی و ارزیابی نتایج از نرم افزار کلودسیم و زبان برنامه نویسی جاوا استفاده شده است. کلودسیم یک شبیه ساز مبتنی بر جاوا می باشد که سعی دارد فعالیت قسمت های مختلف یک سیستم کلود را شبیه سازی کند این شبیه ساز از مجموعه کلاس های جاوا تشکیل شده است. با استفاده از جعبه ابزار کلودسیم، بسیاری از عملیات مربوط به محاسبات ابری را می توان، شبیه سازی کرد. برای پیاده سازی روش پیشنهادی از یک مرکز داده با ۵ سرور به عنوان میزبان استفاده شده است؛ که هر کدام از این میزبان ها دارای ۴ هسته می باشد. تعداد کاربران را برابر با ۸ تعریف نموده ایم. سایر تنظیمات سرورها مطابق با جدول ۱ می باشد.

جدول ۱- پارامترهای سرورهای پیاده سازی شده

پارامترها	مقادیر
CPU	Xen, 4 core
Hard disk	2 TB
Server BandWidth	1000MBps

سیاستی که برای تخصیص ماشین های مجازی روی میزبان ها استفاده می کنیم سیاست  $mad^3$  می باشد. در سیاست  $mad$  برای تشخیص ماشین های مجازی با بار مازاد و کم بار از انحراف مطلق متوسط استفاده می شود. در تابع  $creatVms()$  ماشین های مجازی را تعریف می کنیم. ماشین های مجازی را مطابق با توافق نامه سطح سرویس از نظر مقدار CPU، میزان RAM، فضای ذخیره سازی و پهنای باند تنظیم می کنیم. سپس فهرستی از ماشین های مجازی بنام  $vms$  را تهیه می کنیم ماشین های مجازی ساخته شده را به آن اضافه می کنیم. این لیست بخشی از عامل نظارت می باشد. در زمان شبیه سازی بسته نوع خروجی مورد نظر تعداد VM را تغییر می دهیم.  $cloudlet$  ها یا وظایف را با استفاده از تابع  $createCloudletList()$  می سازیم. به منظور تولید وظایف با زمان اجرای متفاوت برای آن ها MIPS به صورت تصادفی تعریف شده است و نیز سایز فایل و خروجی شان با استفاده از تابع  $rate$  به صورت رندوم تعریف می شود تا کارهایی با حجم های تصادفی ایجاد شود. به دلیل اینکه سیستم های تجربی پایانه های پایش ویدیوی زیادی ندارند که به عنوان وظیفه ویدیو<sup>۴</sup> انجام به کار کنند، یک تابع مولد برای تولید وظیفه ها، تعریف نمودیم. برنامه نوشته شده وظیفه های ویدیوی واقعی را شبیه سازی می کند و یک نرخ بیت از نرخ بیت های متداول ویدیوی را انتخاب می کند که این نرخ بیت ها شامل 128,192,256,768,1152,1280,1536,1792 KBps و ۲۰۴۸ می باشد؛ و به طور تصادفی درخواست

<sup>۳</sup> The Median Absolute Deviation

<sup>۴</sup> Video Task

دسترسی به وظیفه ویدیو را تولید می کند [۴]. از دو تابع برای تولید زمان های تصادفی و نرخ بیت های تصادفی استفاده شده است. از تابع  $Rate()$  برای تولید نرخ بیت های تصادفی و از تابع  $RandomTime()$  برای ایجاد زمان های تصادفی شروع و پایان وظیفه استفاده شده است. وظایف ایجاد شده در فهرستی بنام  $list$  ذخیره می شود. لیست کلودلتهای ایجاد شده بخشی از عامل نظارت می باشد.

در ادامه به بررسی و ارزیابی روش پیشنهادی و تحلیل خروجی های حاصل از شبیه سازی می پردازیم. نقطه قابل توجه این است که چون اندازه کلودلتهای به صورت تصادفی توسط تابع تعیین می گردد برای ارزیابی خروجی به ازای هر تعداد ماشین مجازی و هر تعداد کلودلت در تنظیمات انجام شده، حدود ۱۰ بار خروجی گرفته شده است و میانگین حاصل به عنوان عدد نهایی در تنظیم نمودارها و تحلیل خروجی مورد استفاده قرار گرفته است.

#### ۴-۱- مقایسه منابع مصرفی

در این آزمایش تعداد ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ وظیفه ویدیو (کلودلت) به صورت تصادفی برای دریافت خدمات از مرکز پایش ویدیو ابری ایجاد می شود. به دلیل اینکه روش های متداول توجهی به صرفه جویی در مصرف انرژی ندارند، استراتژی زمان بندی وظیفه ویدیویی را ندارند و تعداد VM ها و سرورها را بر اساس بیشترین نرخ بیت ویدیو برآورد می کنند تا زمانی که سرور برای انجام وظیفه ویدیو زمان بندی می کند، با محدودیت پهنای باند مواجه نباشد (Yonghua Xiong, 2015)؛ بنابراین در روش های متداول، منابع آزاد با سایز مناسب از پهنای باند برای وظایف ویدیویی جاری تخصیص می یابد. به عنوان مثال ۱۰۰۰ وظیفه ویدیویی را در نظر بگیرید؛ از آنجا که حداکثر پهنای باند ۲۰۴۸ Kbps است، یک محاسبه ساده نشان می دهد که پهنای باند مورد نیاز منابع ۲۰۰۰ MBps است. توجه داشته باشید که اگر حداکثر پهنای باند برای هر VM حدود ۱۰۰ MBps باشد، پرواضح است که ۲۰ VM مورد نیاز است؛ بنابراین ما مجبوریم تا ۲ سرور روشن داشته باشیم. در نتیجه، مسئله Bin Packing یک بعدی اساسی می باشد و روش FFD<sup>۵</sup> احتمالاً باید با الگوریتم انتخاب پیش رود. برای نشان دادن مؤثر بودن روش پیشنهادی الگوریتم FFD را معرفی می کنیم. الگوریتم FFD یکی از الگوریتم های محبوب برای مسائل Bin Packing می باشد و در این الگوریتم اولین مناسب ترین منبع (VM) انتخاب می شود.

جدول ۲- مقایسه استفاده از منابع در روش های متداول و روش پیشنهادی

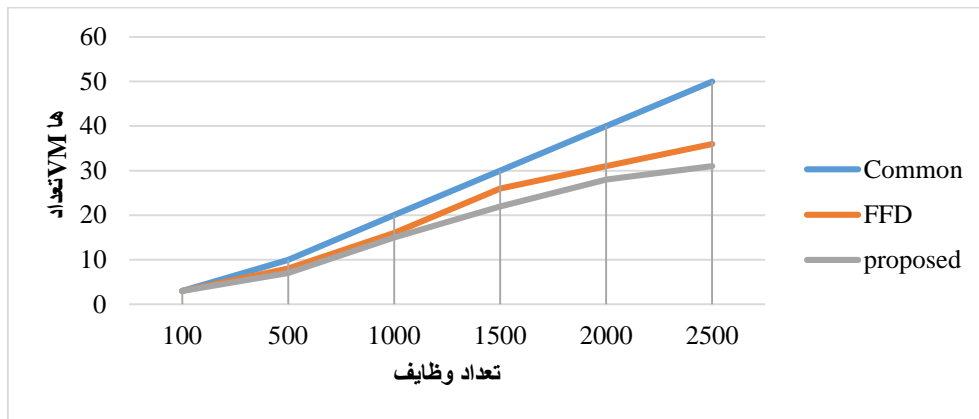
وظایف	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰
Common	[1,3]	[1,10]	[2,20]	[3,30]	[4,40]	[5,50]
FFD	[1,3]	[1,8]	[2,16]	[3,26]	[4,31]	[4,36]
روش پیشنهادی	[1,3]	[1,7]	[2,15]	[3,22]	[3,28]	[4,31]
بهبود نسبت به Common	0	30%	25%	26.6%	30%	38%
بهبود نسبت به FFD	0	12.5%	6%	15%	9.6%	13.8%

نتایج زمان بندی های روش های دیگر و روش پیشنهادی ما در جدول ۲ نشان داده شده است. در این جدول عبارت  $[X, Y]$  استفاده شده است که در آن  $X$  تعداد سرورهای روشن و  $Y$  تعداد VM های در حال اجرا را نشان می دهد. اگر  $Y_0$  و  $Y_c$  را تعداد VM های در حال اجرا در روش ما و روش های متداول باشد، عامل بهبود منابع<sup>۶</sup> مورد استفاده با  $P$  نشان می دهیم و آن را با فرمول ۵ محاسبه می کنیم.

$$P = ((Y_c - Y_0) / Y_c) \cdot 100\% \quad (۵)$$

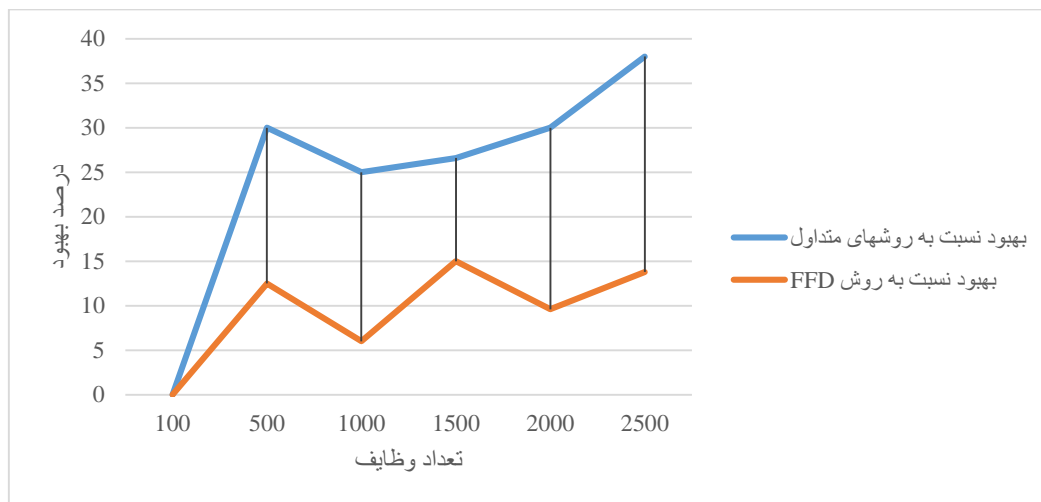
<sup>۵</sup> First Fit decreasing algorithm

<sup>۶</sup> Resource utilization factor



شکل ۶- مقایسه استفاده از VM ما

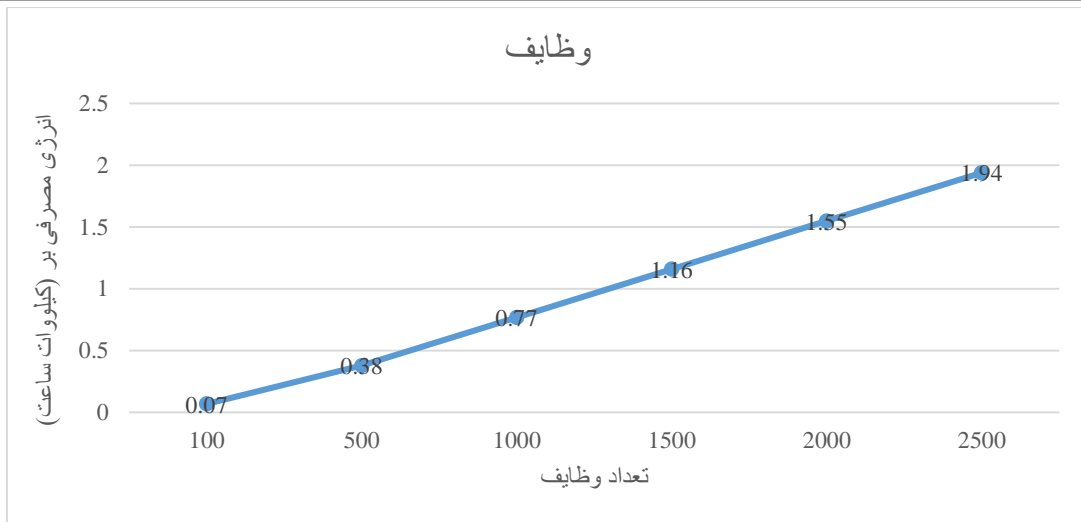
همان‌طور که در شکل ۶ دیده می‌شود، در مقایسه با سایر روش‌ها، روش پیشنهادی ما عامل استفاده منابع را به‌طور چشمگیر افزایش می‌دهد. آمارها نشان می‌دهد زمانی که تعداد وظایف برابر یا بزرگ‌تر از ۵۰۰ باشد، میانگین عامل بهبود استفاده از منابع نسبت به روشهای متداول 29.92٪ و نسبت به روش FFD، ۱۱.۳۸٪ می‌باشد. با چشم‌پوشی از مقدار p زمانی که تعداد وظایف کمتر از ۵۰۰ است، درمی‌یابیم که روش پیشنهادی تقریباً همیشه بهتر از روش‌های متداول است. از طرف دیگر در مقایسه با FFD متوجه می‌شویم که منابع مصرفی در روش پیشنهادی کمتر از روش FFD می‌باشد و این ناشی از افزایش کارایی میزبانهای روشن در روش پیشنهادی است، روش پیشنهادی سعی دارد تا ماشینهای مجازی از ماشینهای کم بار را به میزبانهای ایده آل مهاجرت دهد و میزبان بیکار را به حالت خاموش تغییر حالت دهد و به این ترتیب کارایی ماشینهای روشن را افزایش دهد، در حالیکه روش FFD به افزایش بهره‌وری میزبانها توجهی ندارد. شکل ۷ نمودار عامل بهبود منابع روش پیشنهادی را نسبت به روشهای متداول و روش FFD نشان می‌دهد.



شکل ۷- میزان بهبود استفاده از منابع در روش پیشنهادی نسبت به سایر روشها

#### ۴-۲- ارزیابی انرژی مصرفی

در این آزمایش تعداد ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ وظیفه ویدیو (کلودلت) به صورت تصادفی برای دریافت خدمات از مرکز پایش ویدیو ابری ایجاد می‌شود. تعداد ماشینهای مجازی ۱۰ و ۵۰ و ۱۰۰ تعریف شده است. نتایج مصرف انرژی در شرایط مختلف در جدول نشان داده شده است. شکل ۸ میزان مصرف انرژی در روش پیشنهادی با ۱۰ ماشین مجازی و با تعداد وظایف مختلف را نشان می‌دهد. انرژی مصرفی بر اساس کیلووات ساعت می‌باشد.



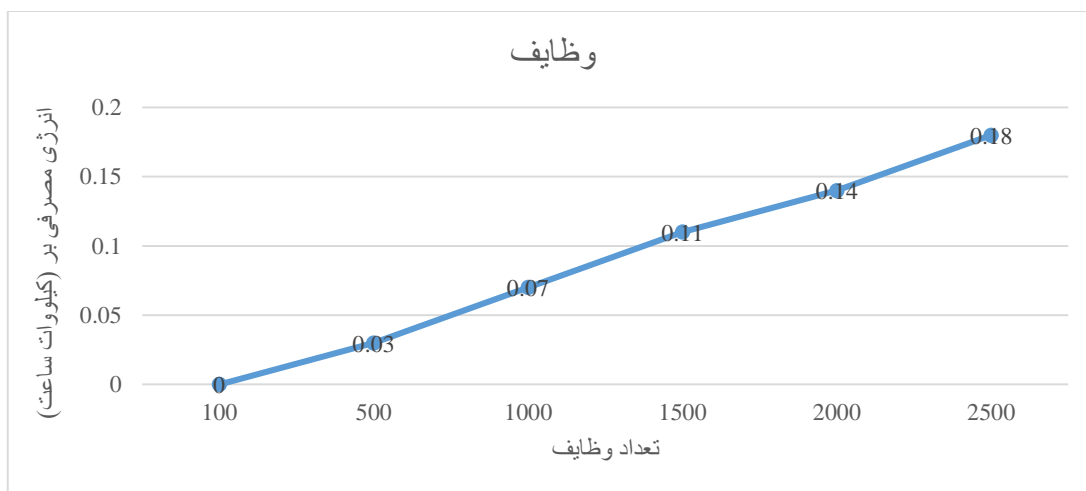
شکل ۸- مصرف انرژی روش پیشنهادی با ۱۰ ماشین مجازی

شکل ۹ میزان مصرف انرژی در روش پیشنهادی با ۵۰ ماشین مجازی و با تعداد وظایف مختلف را نشان می‌دهد. انرژی مصرفی بر اساس کیلووات ساعت می‌باشد.



شکل ۹- مصرف انرژی روش پیشنهادی با ۵۰ ماشین مجازی

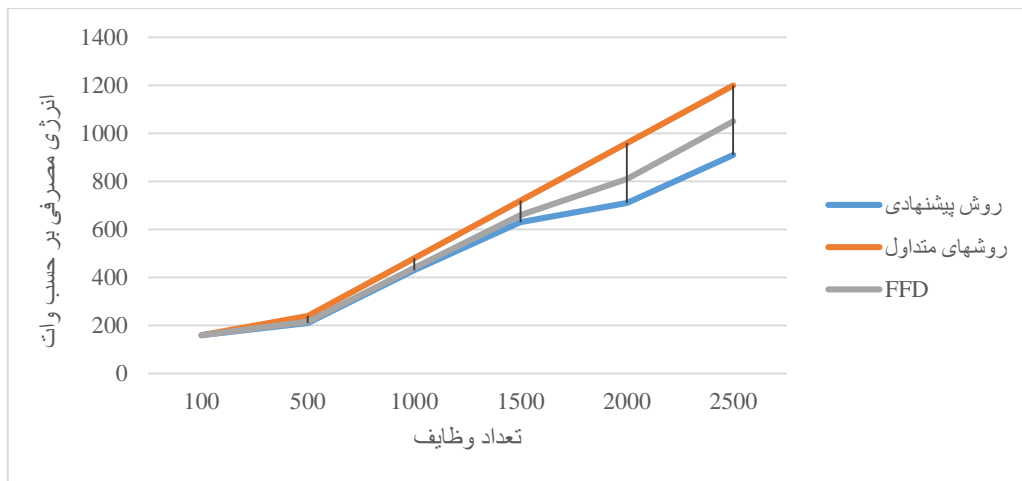
شکل ۱۰ میزان مصرف انرژی در روش پیشنهادی با ۱۰۰ ماشین مجازی و با تعداد وظایف مختلف را نشان می‌دهد. انرژی مصرفی بر اساس کیلووات ساعت می‌باشد.



شکل ۱۰- مصرف انرژی روش پیشنهادی با ۱۰۰ ماشین مجازی

شکل ۱۱ مقایسه میانگین انرژی مصرفی روش پیشنهادی و روشهای متداول را نشان می‌دهد. همان طور که در نمودار دیده می‌شود، برای تعداد وظایف کم، انرژی مصرفی می‌شود و هر چه تعداد وظایف بیشتر باشد تعداد سرورهای روشن افزایش یافته

و مصرف انرژی افزایش می یابد. با افزایش تعداد وظایف اختلاف مصرف انرژی در روش پیشنهادی و روشهای متداول بیشتر می شود. همانطور که در نمودار دیده می شود روش پیشنهادی از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی موفقتر از سایر روشها عمل می کند.



شکل ۱۱- مقایسه میانگین انرژی مصرفی روش پیشنهادی و سایر روشها

## ۵- جمع بندی و نتیجه گیری

در اکثر تحقیقاتی که قبلاً برای کاهش مصرف انرژی در رایانش ابری انجام شده است، توجهی به کاهش مصرف انرژی در سیستم پایش ویدیوی ابری نبوده است. در این تحقیق با توجه به اهمیت و میزان مصرف انرژی در سیستم پایش ویدیوی ابری سعی شده است تا با افزایش بهره‌وری سرورها، اتلاف و مصرف انرژی در این بخش را کاهش داد. روش پیشنهادی به طور پویا به شاخص‌های منابع گوناگون برای جاگذاری ماشین مجازی توجه دارد و اگر وضعیت تخصیص یافته جاری خودش یک سناریو کارا باشد، آنگاه مهاجرت و تخصیصی انجام نمی‌شود. با استفاده از مؤلفه عامل منابع، مهاجرت‌های ممکن میان هر مرکز داده شناسایی می‌شود. ماشین‌هایی که روشن و بیکار هستند انرژی مصرف می‌کنند، همچنین ماشین‌هایی که فراتر از ظرفیت خود بار دارند گرمای بیشتری تولید می‌کنند و علاوه بر این ممکن است برای دریافت خدمات در آن‌ها صف ایجاد شود و این امر به نوعی سیستم را به سمت کاهش کیفیت خدمات راهبری می‌کند، چراکه زمان‌های انتظار در صف و به تبع آن زمان پاسخ افزایش خواهد یافت و این موضوع مطلوبی نیست. در روش پیشنهادی مصرف انرژی در مراکز پایش ویدیوی ابری با استفاده از سه عامل نظارت، منابع و تخصیص به صورت پویا مورد نظارت قرار می‌گیرد و برای خاموش کردن تعدادی از میزبان‌ها، میزبان‌های با بهره‌وری کمتر با استفاده از حد آستانه بر اساس ظرفیت پردازنده تعیین شده و ماشین‌های مجازی میزبان‌های کم‌بار مهاجرت داده شده و میزبان‌های بلا استفاده، به حالت خواب تغییر حالت می‌دهند. در کل روش پیشنهادی با کاهش استفاده از منابع و افزایش کارایی موجب کاهش مصرف انرژی در مراکز پایش ویدیوی ابری می‌شود.

## ۶- منابع

1. Gahlawat, M. and P. Sharma "Survey of virtual machine placement in federated Clouds", in Advance Computing Conference (IACC), 2014 IEEE International. 2014.
2. Wanneng Shu, Wei Wang, Yunji Wang "A novel energy-efficient resource allocation algorithm based on immune clonal optimization for green cloud computing", arXiv preprint arXiv, pp. 1405-4618., 2014.
3. Mohammad Masdari, Sayyid Shahab Nabavi, Vafa Ahmadi "An Overview of Virtual Machine Placement Schemes In Cloud Computing", Journal of Network and Computer Applications, pp. 106-127, 2016.
4. S. W. J. S. M. Y. H. Yonghua Xionga "An energy-optimization-based method of task scheduling for a cloud video surveillance center", Journal of Networks and Computer Applications, 2015.
5. P. V. R. R. A. Kandukuri B R "Cloud security issues", Proceedings of the IEEE International Conference on Services Computing, IEEE. 2009.

6. R. S. Neal D “ ,Video surveillance in the cloud ”,The International Journal of Cryptography and Information Security (IJCIS) ,Volume 2(3), 2012.
7. K. C. Yuan H“ ,Energy efficiency in data centers and cloudbased multimedia services: An overview and future directions ”,Proceedings of the 2010 International on Green Computing (pp. 375-382). IEEE ,2010.
8. A. B. Buyya“ ,Optimal Online Deterministic Algorithms and Adaptive Heuristics for Energy and Performance Efficient Dynamic Consolidation of Virtual Machines in Cloud Data Centers ”,Wiley InterScience ,pp. 1-24, 2011.
9. Supriya Kinger, K. G., Energy- Efficient CPU Utilization based Virtual Machine Scheduling in Green Clouds, IET Digital Library, 2013 ,pp. 28-34.
10. Prasad Teli , Manoj V. Thomas, K Chandrasekaran“ ,Big Data Migration between Data Centers in Online Cloud Environment ”,International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology (ICETEST- 2015) ,2015.
11. Weizhe Zhang, Shuo Han, Hui He, Huixiang Chen“ ,Network-aware virtual machine migration in an overcommitted cloud ”,Future Generation Computer Systems ,pp. 1-34, 2016 .
12. Ardagna D, P. B“ ,Energy-aware autonomic resource allocation in multitier virtualized environments ”,IEEE Transactions on Services Computing ,pp. 2-19, 2012.
13. Wei Zhu, Yi Zhuang, Long Zhang“ ,A three-dimensional virtual resource scheduling method for energy ”, Future Generation Computer Systems ,2016.
14. Priya V, C. Nelson Kennedy Babu“ ,Moving average fuzzy resource scheduling for virtualized cloud data services ”,Computer Standards & Interfaces. 2017.
15. Ajith Singh. N, M. H“ ,Energy Efficient Virtual Machine Placement Technique using Banker Algorithm in Cloud Data Centre ”,International Conference on Advanced Computing and Communication Systems ,2013 .
16. N. Janani, R.D. Shiva Jegan, P. Prakash“ ,Optimization of Virtual Machine Placement in Cloud Environment Using Genetic Algorithm In: Research Journal of Applied Sciences ”,Engineering and Technology ,pp. 247-287, 2015.
17. Ankita Choudhary, Shilpa Rana, K.J. Matahaic“ ,A Critical Analysis of Energy Efficient Virtual Machine Placement Techniques and its Optimization in a Cloud Computing Environment ”,Procedia Computer Science , 2016.
18. T.P. Shabeera , S.D. Madhu Kumar, Sameera M. Salam, K. Murali Krishnan“ ,Optimizing VM allocation and data placement for data-intensive applications in cloud using ACO metaheuristic algorithm ”,Engineering Science and Technology, an International Journal ,2017.
19. Beloglazov A, Buyya R“ ,.Optimal Online Deterministic Algorithms and Adaptive Heuristics for Energy and Performance Efficient Dynamic Consolidation of Virtual Machines in Cloud Data Centers ”,Concurrency and Computation: Practice and Experience ,Volume 24, pp. 1397-1420, 2012.
20. Rajkumar Buyya, Anton Beloglazov, Jemal Abawajy“ ,Energy-Efficient Management of Data Center Resources for Cloud Computing: A Vision, Architectural Elements, and Open Challenges ”,International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA 2010) ,,Las Vegas, USA, 2010.