

## زمان بندی منابع در رایانش ابری با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تغییر یافته علف

### های هرز مهاجم

محسن توفیقیان<sup>۱</sup>، دکتر آزاده السادات خدایی<sup>۲</sup>، دکتر محمد علی نعمت الهی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره) - وزارت جهاد کشاورزی

<sup>۲</sup> عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد صفادشت

<sup>۳</sup> عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد شهر قدس

### چکیده

رایانش ابری یک سیستم توزیعی و موازی شامل مجموعه ای از کامپیوترهای درون ارتباطی و واقعی است. کامپیوترها به طور دینامیکی ایجاد شده و به عنوان یکی از منابع هماهنگ براساس توافقات سطح سرویس ارائه می شوند، که با مذاکره بین سرویس دهنده و مشتری به وجود می آیند. پژوهش حاضر با هدف زمان بندی منابع در رایانش ابری با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تغییر یافته علف های هرز مهاجم تدوین گشت. از نظر طبقه بندی تحقیق بر مبنای هدف، این پژوهش از نوع تحقیقات کاربردی است، زیرا در این پژوهش تمامی نظریه ها، قانون مندی ها و اصول و فنون در حل مسائل اجرایی به کار می روند و این تحقیق از نظر روش تحلیلی است. در روش مقاله از الگوریتم بهینه سازی علفهای هرز در جهت زمانبندی وظایف در محیط ابر استفاده می شود. در روش تحقیق ابتدا به جمع آوری مقالات و مطالعه پیشینه تحقیق پرداختیم و سپس به ترتیب به مطالعه الگوریتم های بهینه سازی و زمانبندی منابع ابری، طراحی روش پیشنهادی بر اساس الگوریتم تغییر یافته علف های هرز مهاجم، پیاده سازی و شبیه سازی الگوریتم انتخاب شده در محیط نرم افزار متلب و در نهایت به نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات پرداختیم. گردآوری اطلاعات به صورت کتابخانه ای بوده و جهت تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار متلب استفاده نمودیم. نتایج حاکی از پیاده سازی و کاهش تعداد مهاجرت هادر سناریوی مه-ابر، و کاهش ۵ درصدی مصرف انرژی در شرایط استفاده از مه-ابر و ۳ درصد بهبودی در زمان Make span بوده است.

**واژه های کلیدی:** رایانش ابری، الگوریتم، بهینه سازی، علف های هرز مهاجم

## ۱-مقدمه:

رایانش ابری یک سیستم توزیعی و موازی شامل مجموعه‌ای از کامپیوترهای درون ارتباطی و واقعی است. کامپیوترها به‌طور دینامیکی ایجاد شده و به عنوان یکی از منابع هماهنگ براساس توافقات سطح سرویس ارائه می‌شوند، که با مذاکره بین سرویس‌دهنده و مشتری به‌وجود می‌آیند (عبداللهی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). دلیل تشبیه این تکنولوژی به ابر این است که مانند ابر جزئیات فنی‌اش را از کاربران مخفی می‌سازد و لایه‌ای از انتزاع را بین جزئیات فنی و کاربران به‌وجود می‌آورد (چودهری<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). در این معماری، اکثر داده‌های ابر بر روی سرورهای موجود در بستر اینترنت قرار گرفته و برنامه‌های کاربردی علاوه بر سرورهای ابری بر روی مرورگرهای کاربران نیز اجرا می‌شود. عموماً مصرف‌کننده‌های سیستم‌های محاسبات ابری، مالک زیرساخت فیزیکی ابر نیستند، بلکه برای عدم پرداخت هزینه آن، از عرضه‌کنندگان شخص ثالث<sup>۳</sup> اجاره می‌کنند. آنها منابع را در قالب سرویس استفاده می‌کنند و صرفاً بهای منابع به کار برده شده، می‌پردازند (کساس<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). بسیاری از سرویس‌دهندگان محاسبات ابری، با به‌کارگیری مدل محاسبات کاربردی امکان مصرف این سرویس‌ها را به‌گونه‌ای مشابه با صنایع همگانی (مانند برق) فراهم می‌سازند. این در حالی است که سایر عرضه‌کنندگان سرویس‌های خود را به‌صورت اشتراکی عرضه می‌کنند. به‌اشتراک‌گذاری قدرت محاسباتی<sup>۵</sup> میان چند درخواست‌کننده می‌تواند باعث بهبود نرخ بهره‌وری شود زیرا با این شیوه دیگر سرورها بدون دلیل بیکار نمی‌مانند که باعث کاهش قابل توجه هزینه‌ها علاوه بر افزایش سرعت تولید و توسعه برنامه کاربردی می‌شود. تأثیر دیگر این شیوه نیز این است که منابع به میزان بیشتری مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیرا مشتریان محاسبات ابری نیازی به محاسبه و تعیین بیشترین مقدار برای بار حداکثر خود ندارند (پاندا<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۶).

منابع کامپیوتری می‌تواند به‌طور دینامیکی به شرایط و اولویت‌های کاربر اختصاص یابد. در محیط رایانش ابری هر کاربر برای اجرای هر کار، ممکن است با صدها منابع مجازی روبرو شود. رایانش ابری کاملاً به مجازی سازی وابسته است. سیستم زمان‌بندی، وظایف مختلفی را در ابر جهت افزایش نرخ تکمیل کار و افزایش بهره‌وری از منابع و در نتیجه افزایش توان محاسباتی، برعهده دارد. در واقع مفهوم زمان‌بندی به معنای اختصاص منابع به کارها است. از این جهت مساله زمان‌بندی یک مساله مهم در مدیریت منابع موجود در ابر است، چراکه با وجود درخواست‌های زیاد امکان انجام زمان‌بندی به‌طور دستی در مرکز داده وجود ندارد. در چارچوب زمان‌بندی باید پارامترهای ورودی‌های کاربر مانند زمان اجرای سرویس، منابع مورد نیاز، تعداد آن و... در نظر گرفته شود. مجازی‌سازی به‌طور وسیعی در رایانش ابری استفاده می‌شود. با این حال به‌دلیل همگنی دینامیکی منابع بر پایگاه رایانش ابری، دستگاه‌های مجازی باید با محیط مجازی رایانش ابری انطباق یابند تا بهترین عملکرد را با استفاده کامل از سرویس و منابع آن به‌دست بیاورند. اما برای بهبود استفاده از منابع، منابع بایستی به‌درستی اختصاص یابند. سرویس‌های کاربر در محیط ابر به‌صورت مستقل و یا وابسته است. در سرویس‌های مستقل هر سرویس و منابع مورد نیاز آن مشخص است اما در

<sup>۱</sup>Abdullahi, etal<sup>۲</sup>Choudhary, etal<sup>۳</sup>third party providers<sup>۴</sup>Casas, etal<sup>۵</sup>Computing Power<sup>۶</sup>Panda, etal

سرویس‌های وابسته تقدم و تأخیر اجرای سرویس‌ها بایستی در زمان‌بندی مشخص در نظر گرفته شود. در این حالت اگر اجرای سرویس  $i$  مقدم بر اجرای سرویس  $j$  باشد در این حالت بایستی ابتدا سرویس  $i$  اجرا شده و سپس سرویس  $j$  اجرا شود، همچنین هر یک از سرویس‌ها فقط زمانی اجرا می‌شوند که منابع لازم در دسترس باشد. مسئله زمان‌بندی در محیط ابر یک مسئله NP-complement است بنابراین بیشتر این مسائل توسط روش‌های تقریبی هوش مصنوعی مانند PSO و GA حل می‌شوند، زیرا این روش‌ها راهکاری موثر برای حل این مشکل می‌باشند (گپتا<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۶).

از آنجایی که منابع موجود در ابر در هر زمان در حال تغییر هستند مسئله زمان‌بندی وظایف امر مهمی است که تأثیر زیادی در عملکرد محیط محاسبات ابری دارد. الگوریتم زمان‌بندی روشی است که به وسیله آن وظایف به منابع موجود در مراکز داده تخصیص داده می‌شود. انتخاب یک زمان‌بندی نامناسب می‌تواند باعث ناکارآمدی سخت افزار یا کند شدن برنامه ابر شود. در مواردی انتخاب نادرست الگوریتم باعث می‌شود مسئله‌ای که چند ثانیه زمان می‌برد در چندین ساعت حل شود؛ بنابراین یک زمان‌بند خوب باید در شرایط مختلف رفتار مناسبی داشته باشد. کارآمدی یک الگوریتم را توسط مقدار زمانی که برای اجرای آن لازم است ارزیابی می‌کنند. در این تحقیق به بررسی برخی از الگوریتم‌های موجود در ابر می‌پردازیم تا با شناخت بهتر آن‌ها بتوانیم الگوریتمی کارا برای محیط ابر طراحی کنیم (ایکسینگ و گائو<sup>۸</sup>، ۲۰۱۶). در این پژوهش قصد داریم با انتخاب الگوریتم علف‌های هرز مهاجم به زمان‌بندی سرویس‌های وابسته از طریق تخصیص منابع بپردازیم بطوریکه زمان تکمیل سرویس‌ها و هزینه پرداختی به سرویس‌دهنده کمینه شود. مزیت اصلی الگوریتم علف‌های هرز در این است که سرعت همگرایی بالایی دارد و باعث یافتن تنوع و توزیع جواب‌های غیرمغلوب بهتری نسبت به الگوریتم‌های دیگر دارد. با حمایت تکنولوژی مجازی سازی، پلت فرم‌های ابر این قابلیت را پیدا می‌کنند که توان محاسباتی را به شکل ماشین‌های مجازی (VMs) به کاربران ارائه دهند (عبدالهی<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). به علت اینکه در محیط ابر صدها هزار ماشین مجازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تخصیص وظایف به منابع محاسباتی ابر، به صورت دستی، بسیار دشوار می‌باشد (چودهری<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۸).

در نتیجه نیاز به یک الگوریتم بهینه برای تخصیص منابع ابر به وظایف درخواست شده می‌باشد. به عبارتی دیگر، استفاده از یک روش بهینه برای مدیریت و زمان‌بندی وظایف در محیط ابر ضروری می‌باشد. یک روش مدیریت منابع ابر باید استراتژی خود را بر مبنای شرایط متغیر محیط و انواع وظایف تغییر دهد و خود را با شرایط جدید وفق دهد (ابریشمی<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳).

در نتیجه، یک روش مدیریت منابع ابر پویا مانند الگوریتم علف‌های هرز مهاجم برای محیط ابر مناسب و مفید خواهد بود. در این پژوهش قصد داریم یک الگوریتم زمان‌بندی وظایف مبتنی بر الگوریتم علف‌های هرز مهاجم برای

<sup>۷</sup>Gupta, etal

<sup>۸</sup>Xing & Gao

<sup>۹</sup>Abdullahi, etal

<sup>۱۰</sup>Choudhary, etal

<sup>۱۱</sup>Abrishami, etal

به حداکثر رساندن استفاده از منابع ابر است. مشخصاً افزایش استفاده بهینه از منابع ابر، کاهش هزینه مصرف انرژی را نیز در پی خواهد داشت. در این میان اجرای مدلی جامع برای بهینه سازی زمانبندی منابع به منظور به حداقل رساندن زمان اجرا و هزینه منابع محاسباتی از مواردی می باشد که با زمانبندی در رایانش ابری با استفاده از الگوریتم علف های هرز مهاجم به بهبود آن پرداخته می شود.

### معماری رایانش ابری

نسل اول سیستم های محاسباتی با یک سیستم بسیار بزرگ مواجه بودند که کاربران از طریق یک ترمینال واحد به آن دسترسی پیدا می کردند. به مرور این سیستم ها کوچکتر شدند و با توان پردازشی بیشتر و قیمت کمتر، به صورت رایانه های شخصی در اختیار همه کاربران قرار گرفتند. سپس این امکان فراهم شد که با اتصال مجموعه ای از این سیستم های کوچک، شبکه ای با توان پردازشی بیشتر فراهم نمود تا پاسخگوی نیازهای پردازشی بیشتر و سنگین تر باشند. اما نیازهای پردازشی به شکل فزاینده ای در حال افزایش بودند و نیاز به سیستم های محاسباتی بزرگتر و قوی تر احساس شد. بنابراین تعداد زیادی از این شبکه ها به صورت اختصاصی در سرتاسر اینترنت به هم متصل شدند و شبکه محاسبات توری را بوجود آوردند. در این بین مشاهده شد که میلیون ها کاربر در اینترنت وجود دارند که در اکثر اوقات از تمام توان رایانه خود استفاده نمی کنند و سیستم محاسباتی دیگری شکل گرفت تا کاربرانی که تمایل داشته باشند، در زمان های بیکار سیستم خود را برای کارهای محاسباتی عام المنفعه هدیه کنند. بنابراین تعداد بسیار زیادی منبع محاسباتی کوچک در شبکه ای تحت عنوان محاسبات داوطلبانه به هم پیوستند و توان پردازشی عظیمی را بوجود آوردند (آیمریچ و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۱).

### مدل های استقرار

مدل های گوناگونی برای تحویل سرویس ها وجود دارد، برای استقرار و به کارگیری ابرها نیز چندین مدل گوناگونی وجود دارد که بسته به مورد کاربردی می توان هر یک از ابرها را به کار گرفت. این مدل ها شامل ابرهای خصوصی، عمومی، ترکیبی، انجمنی و یا خاص - منظوره می باشند.

### ابر خصوصی<sup>۱۳</sup>

این ابرها عموماً متعلق به یک شرکت منفرد و یا شرکت های استیجاری بوده و سرویس ها فقط در داخل همان شرکت مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین سرویس ها مستقیماً به مشتریان عرضه نمی شود. در واقع این سازمان ها هنوز ناخواسته یا نتوانسته اند که سرویس هایشان را در اختیار عموم قرار دهند.

### ابر عمومی<sup>۱۴</sup>

سازمان ها می توانند از سرویس های ارائه شده توسط سازمان های دیگر استفاده نمایند و البته سرویس های درون سازمانی خود را نیز در معرض دید سازمان های دیگر قرار دهند. این کار به شرکت ها این اجازه را می دهد تا در

<sup>۱۲</sup> Aymerich, et al

<sup>۱۳</sup> Private

<sup>۱۴</sup> Public

ساخت سرویس های خود برون سپاری کنند و از این طریق هزینه های ساخت سرویس را کاهش دهند(بویا<sup>۱۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۹).

#### ابر ترکیبی<sup>۱۶</sup>

با اینکه سازمان ها می توانند با استفاده از سرویس های ارائه شده در ابرهای عمومی و برون سپاری نیازمندی هایشان از کاهش هزینه زیر ساخت بهره مند شوند، با این حال همیشه مطلوب نیست و سازمان ها عموماً ترجیح می دهند کنترل نسبی بر روی داده ها و سرویس های خود داشته باشند و در این شرایط آن هایی می توانند برای سرویس های حساس خود از مدل خصوصی و در همان زمان، برای سایر سرویس ها از مدل عمومی استفاده کنند که به این مدل ابر ترکیبی گفته می شود.

#### ابر انجمنی<sup>۱۷</sup>

در این مدل چندین سازمان که تقریباً حرفه ای و نیازمندی های آن ها مشترک می باشد منابع و سرویس هایشان را با هم به اشتراک می گذارند و یک ابر انجمنی را تشکیل می دهند(جانگ<sup>۱۸</sup>، ۲۰۱۰).

#### ابر خاص-منظوره<sup>۱۹</sup>

ابراهی ارائه دهنده ی IaaS سرویس های همه منظوره ای را ارائه می دهند که می توانند مورد استفاده دامنه وسیعی از مشتریان با سناریوهای کاربردی متعدد قرار گیرد. در مقابل اینگونه ابرهای دیگر مثل ارائه دهندگان PaaS وجود دارند که دامنه مشتریان محدودتری دارند و برای اهداف خاص طراحی گردیده اند که به این گونه ابرها، خاص-منظوره اطلاق می شود.

#### خصوصیات کلیدی ابر

رایانش ابری از خصوصیات منحصر به فردی بهره می برد که این سبک محاسباتی را از سایر سبک ها متمایز می کنند. ارائه سرویس مبتنی بر تقاضا: در رایانش ابری پرداخت فقط به ازای منابعی که استفاده می شود انجام می گیرد. در صورتی که نیاز به منابع بیشتر باشد، تا حد ظرفیت ابر می توان منابع بیشتر دریافت نمود. دسترسی شبکه گسترده (اینترنت): این سیستم برای تحویل و ارائه سرویس ها از بستر موجود برای اینترنت استفاده می نماید بنابراین مشترکین سرویس ها به هیچ گونه نرم افزار یا سخت افزار خاصی نیاز ندارند.

استخرمنبع: این سیستم در برگیرنده حجم وسیعی از منابع می باشد. این منابع از طریق مجازی سازی از محل فیزیکی خود منتقل شده اند بنابراین به راحتی می توانند در بستر شبکه جا بجا شوند، در واقع نرم افزارها، پایگاه های داده ها،

<sup>۱۵</sup>Buyya, etal

<sup>۱۶</sup>Hybrid

<sup>۱۷</sup>Community

<sup>۱۸</sup>Chuang

<sup>۱۹</sup>Special Purpose

وب سرورها، سیستم عامل ها و دستگاه های ذخیره سازی و شبکه ای همگی به عنوان سرورهای مجازی در سیستم حضور دارند.

### الگوریتم بهینه سازی علف های هرز مهاجم

بدلیل اینکه مسأله بازیابی بار یک مسأله بهینه سازی پیچیده ترکیبی است، در این بخش روش بهینه سازی فراابتکاری استفاده شده در روند حل مسأله توضیح داده می شود. الگوریتم بهینه سازی علف هرز مهاجم (IWO) جزء روش های بهینه سازی جمعیت محور بوده و دارای منشأ طبیعی است. این الگوریتم الهام گرفته شده از طبیعت علفهای هرز در کشاورزی است. علفهای هرز عموماً در تمامی زمینها رشد می کنند. درختها، بوته های گوجه، درخت های تاک و شاخ و برگ سایر گیاهان با توجه به موقعیت آنها، می تواند محل مناسبی برای رشد علف های هرز باشد. به طور کلی در توصیف رفتار این گیاهان در طبیعت می توان گفت: «رشد سریع و تهاجمی علف های هرز تهدیدی جدی برای رشد گیاهان زراعی به شمار می رود». علف های هرز طبیعت بسیار پرتوان و قابل انطباقی با محیط از خود نشان میدهند و در کشاورزی به عنوان گیاهان هرز و نامطلوب شناخته می شوند. در سرتاسر دنیا، مجلات و مقالات فراوانی (مانند بیولوژی و مدیریت علف های هرز، پژوهش پیرامون علف های هرز و دانش های علف های هرز) منتشر میشوند که به مطالعه طبقه بندی، بیولوژی و زیست شناسی، مدیریت و کنترل علفهای هرز و... می پردازند. الگوریتم IWO، یک روش بسیار ساده و در عین حال موثر در یافتن نقاط بهینه عملکرد توابع می باشد که براساس ویژگی هایی اولیه و طبیعی علفهای هرز مانند تولید بذر، رشد و تنازع برای بقا در یک کلونی عمل می کند. برخی از ویژگی های اصلی این الگوریتم که آنرا از دیگر روشها متمایز می کند عبارتند از: بازتولید، فضای پراکندگی و رقابت انحصاری. سادگی و سرعت اجرای خوب این الگوریتم را برای حل مسائل بهینه سازی مناسب می کند و می توان از آن برای بهینه سازی مسائل پیچیده با ابعاد پارامترهای بالا استفاده کرد (ایکسینگ و گائو، ۲۰۱۴).

### ۲-مروری بر ادبیات تحقیق

آرانی<sup>۲۱</sup> و همکاران: در سال ۲۰۱۸، به بررسی پژوهشی با عنوان یک روش نظریه بازی برای تخصیص منابع به سرویس های محاسبات ابری پرداختند. هدف این تحقیق حل مساله کیفیت سرویس از طریق تخصیص منابع محدود است. متقاضیان سرویس می خواهند از طریق درخواست منابع مورد نیازشان برای حل مساله محاسباتی موازی پیچیده شان ارائه شود. در این تحقیق نظریه بازی برای حل مساله تخصیص منابع استفاده شده است و یک راه حل دو مرحله ای مناسب پیشنهاد شده است. اول، هر مشتری به طور مستقل مساله اش را بدون در نظر گرفتن تسهیم تخصیص منابع حل می کند. یک روش برنامه نویسی دودویی صحیح برای حل بهینه مستقل پیشنهاد شده است. دوم، یک مکانیزم تکاملی طراحی شده است که تغییرات استراتژی تسهیم راه حل های اولیه از مشتری های مختلف را انجام می دهد. نتایج کلی این است که همیشه می توان راه حل مناسب یافت. چودهاری<sup>۲۲</sup> و همکاران: در سال ۲۰۱۸، به بررسی پژوهشی با عنوان یک چارچوب کاری برای استراتژی های تخصیص منابع در محیط محاسبات ابری پرداختند. در این پژوهش روشی برای ارزیابی استراتژی های تخصیص منبع شبکه در محیط محاسبات ابری پیشنهاد شده و

<sup>۲۰</sup>Xing & Gao

<sup>۲۱</sup>Arani, et al

<sup>۲۲</sup>Choudhary, et al

تلاش دارد تا بر روی بهینه‌سازی آگاهی و سازگاری استراتژی‌های تخصیص منابع شبکه تمرکز کند. چارچوب‌کاری برای تخصیص منابع شبکه در محاسبات ابری مبتنی بر معیارهای فعال است. توپولوژی شبکه، در نظر گرفتن ترافیک‌ها و تغییر بهینه معیار متناسب با نیازهای پویای کاربر (نقش اصلی در تعیین معماری‌ها و پروتکل‌های کاربردی اینترنت و شکل‌دهی استراتژی‌های مدیریت تخصیص منابع در محاسبات ابری بازی می‌کند) از جمله مهم‌ترین نتایج تحقیق بوده است. سانگ<sup>۲۳</sup> و همکاران: در سال ۲۰۱۸، به بررسی پژوهشی با عنوان الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز مهاجم به عنوان یکی از قوی‌ترین روش‌های بهینه‌سازی تکاملی پرداختند. در الگوریتم پیشنهادی برای بهبود پاسخ‌ها، ترتیب ورود جمعیت اولیه بر اساس الگوریتم، که مبتنی بر کاهش زمان اجرای هر یک از کارها است، تعیین شده است. سپس ماشین‌های فعال توسط خوشه‌بندی گروه‌بندی می‌گردند، تا در هر مرحله از عملیات، انتخاب ماشین از بین ماشین‌های فعال صورت گیرد. بنابراین تعداد جواب‌های انتخابی برای الگوریتم کلونی مورچه محدود می‌گردد، تا سرعت اجرای الگوریتم مورچه افزایش یابد. در نهایت نیز از الگوریتم کلونی مورچه برای تخصیص ماشین‌ها به کارها و برای بهبود در الگوریتم مورچه جهت جستجوی سراسری در کنار جستجوی محلی استفاده شده است. الگوریتم پیشنهادی بر روی مجموعه داده مقالات مرتبط ارزیابی شده است. نتایج نشان می‌دهد، که الگوریتم پیشنهادی سرعت بالاتری در رسیدن به جواب نهایی و همچنین همگرایی بالایی در جواب‌ها دارد.

مانهات<sup>۲۴</sup> و همکاران: در سال ۲۰۱۷، به بررسی پژوهشی با عنوان تخصیص منابع پویا در محاسبات ابری با استفاده از چندمعیار تحلیل توزیع شده پرداختند. در این تحقیق یک روش برای مدیریت منابع خودمختار پویا در محاسبات ابری پیشنهاد شده است و به صورت دو مرحله‌ای است. اول، یک معماری توزیع شده مدیریت منابع به وظایف مستقل را تجزیه می‌کند و هر کدام به وسیله گره‌های عامل اجرا می‌شوند که ماشین‌های فیزیکی ارتباط محکم در مرکز داده - ای هستند. دوم، گره‌های عامل خودکار از طریق چندین معیار تحلیل تصمیم با استفاده از روش PROMETHEE پیکربندی می‌شوند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد روش پیشنهادی قابل انعطاف است. کاساس<sup>۲۵</sup> و همکاران: در سال ۲۰۱۷، به بررسی پژوهشی با عنوان تخصیص منابع پویا با استفاده از ماشین‌های مجازی برای محیط محاسبات ابری پرداختند. در این تحقیق یک سیستمی که از تکنولوژی مجازی‌سازی برای تخصیص منابع پویای مرکز داده مبتنی بر تقاضاهای کاربردی و بهینه‌سازی منابع سرویس استفاده می‌کند. در این تحقیق مفهوم Skewness به عنوان معیاری غیرهموار در بهره‌برداری منابع چندبعدی در سرویس معرفی می‌شود. در این تحقیق مجموعه‌ای از نوآوری‌ها برای جلوگیری از سربار در سیستم به طور مؤثر توسعه داده شده تا در ذخیره‌سازی انرژی استفاده شود. نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی به کارایی مطلوبی رسیده است.

### ۳- روش پژوهش

#### مراحل الگوریتم بهینه‌سازی علف‌های هرز مهاجم

##### ۱- تعیین مقدار اولیه برای جمعیت

یک جمعیت محدود اولیه در فضای حل مساله به صورت تصادفی پراکنده می‌شود.

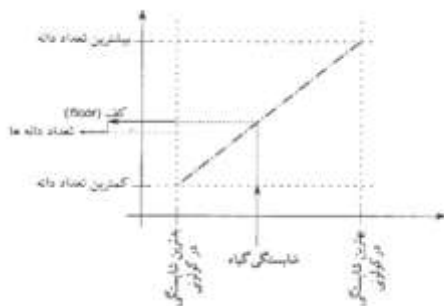
<sup>۲۳</sup> Sang, etal

<sup>۲۴</sup> Maenhaut, etal

<sup>۲۵</sup> Casas, etal

۲- تولید مثل علف های هرز<sup>۲۶</sup>

هر عضو از جمعیت گیاهان می تواند بر اساس کمترین و بیشترین شایستگی در کلونی اش دانه تولید کند: تعداد دانه هایی که هر گیاه تولید می کند به طور خطی از حداقل مقدار ممکن به بیشترین مقدار افزایش پیدا می کند. به بیان دیگر، یک گیاه، دانه ها را بر اساس شایستگی خودش در قیاس با پایین ترین و بالاترین شایستگی کلونی تولید می کند. این رویه به صورت خطی در نظر گرفته شده است، در نتیجه تعداد دانه های تولید شده توسط هر گیاه مطابق شکل (۱-۳) و رابطه (۱-۳) تعیین می شود (وو ۲۷ و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل (۱-۳) روال بدست آوردن تعداد دانه های تولید شده توسط هر علف

رابطه (۱-۳)

$$s = \left[ s_{min} + (s_{max} - s_{min}) \times \frac{f - f_{worst}}{f_{best} - f_{worst}} \right]$$

## ۳- پراکندگی فضایی

تصادف و توافق در این بخش الگوریتم فراهم می شوند. در این مرحله دانه های تولید شده به طور تصادفی در فضای چندبعدی مساله پراکنده می شوند. تابع توزیع تصادفی، تابعی نرمال بوده بدین معنی که مقدار متوسط آن برابر صفر و انحراف معیار آن در مراحل مختلف متغیر می باشد.

۴- حذف رقابتی<sup>۲۸</sup>

بعد از چند مرحله از تکرار تعداد دانه ها در کلونی در اثر تولید مثل به بیشترین حد خود می رسند. با رسیدن به تعداد ماکزیمم دانه های مجاز ( $p_{max}$ ) باید مکانیزمی برای حذف دانه های ضعیف به کار گرفته شود.

<sup>۲۶</sup>Weeds reproduction

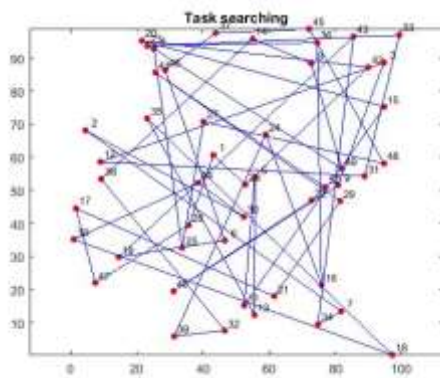
<sup>۲۷</sup>Wu, et al

<sup>۲۸</sup>Competitive exclusion



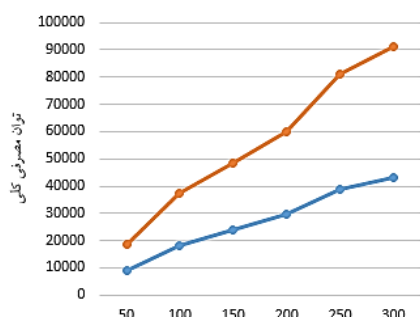
## ۴-مدلسازی

هر سرور در ابتدا لیستی از همسایگان خود را تهیه کرده و شماره شناسایی آن ها را به همراه فاصله تقریبی در جدولی ذخیره می کند. عملیات بدین صورت انجام می شود که هر سرور با ارسال پیام آغازین به سرور های اطراف خود، آنها را از وجود موقعیت خود و سطح انرژی فعلی اش مطلع می کند. هر سرور پیام دریافتی را در بردار اعمال خود به ترتیب فاصله ذخیره می کند. این موضوع در شکل ۱ نشان داده شده است.

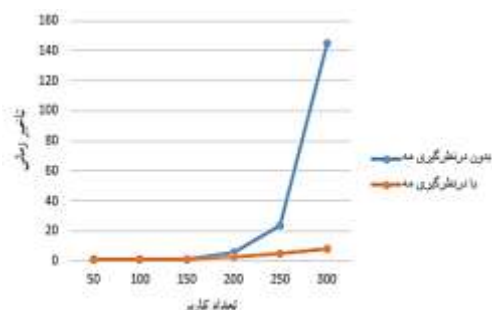


شکل ۱ یافتن Task ها در ابر

به منظور ارزیابی عملکرد بستر مه در کنار ابر، توان کلی شبکه و میزان تاخیر پردازش درخواست ها با در نظر گیری تاثیر تعداد کاربران بدست آمد. این موضوع در شکل های ۲ و ۳ ارائه شده است. لازم به ذکر است که بر اساس تحلیل انجام شده در این پژوهش، فرض شده که مه نیمی از ظرفیت ابر را در بر داشته است.



شکل ۲ توان مصرفی کلی بر حسب کاربر



بر اساس شکل های ۲ و ۳ می توان نتیجه گرفت که در حضور مه، اضافه شده تعداد کاربران، تاخیر پردازش درخواست ها را به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار نمی دهد. این امر به این دلیل است که بار، بین مه و ابر توزیع می شود و در نتیجه تاثیرات منفی روی سیستم کلی دارد. از سوی دیگر، افزایش تعداد کاربران در سناریوی ابر تنها باعث تاخیر قابل توجهی در سیستم می شود، در حالی که بر مصرف انرژی مشابه با سناریو که در آن مه ها وجود دارند، تأثیر می گذارد. بدون حضور مه، متوسط تاخیر پردازش افزایش می یابد. به این دلیل است که هنگامی که ابر در ظرفیت ۱۰۰ درصد باشد، گاهی، کاربران قادر به اتصال به ابر نخواهند بود. حال به منظور بررسی هزینه ها سه سناریو را در نظر می گیریم.

سناریوهای در نظر گرفته شده برای تحلیل که شامل دیوایس های کوچک، بزرگ و استاتیک می باشد را در جدول ۱ ارائه می دهیم.

جدول ۱ سناریوهای در نظر گرفته شده

	۹: استاتیک	۱۱: دیوایس کوچک	۱۸: دیوایس بزرگ
RPL	L1	L1	L2
Service	S1: Youtube	S1: Youtube	S2: Cloud Storage
Resource Pool	CPU : 10% Memory : 8% Storage : 0% Services : 5 Bandwidth : 300 Kbps	CPU : 12.5% Memory : 10% Storage : 0% Services : 10 Bandwidth : 375 Kbps	CPU : 8% Memory : 6% Storage : 8% Services : 2 Bandwidth : 200 Kbps

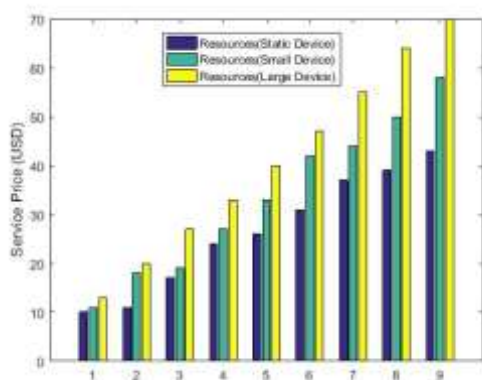
سه سناریو به صورت زیر تحلیل می شود:

۱. در سناریو ۱، میزان  $CPU$  ۱۰٪ و میزان درخواست برای رم ۸٪ و از ۱۰۰٪ قیمت کل برای سرویس برای ۹ کار در نظر گرفته شده قیمت سرویس برای سناریوی ۱، ۳۴ می باشد و تعداد درخواست ها نیز ۵ درخواست است.

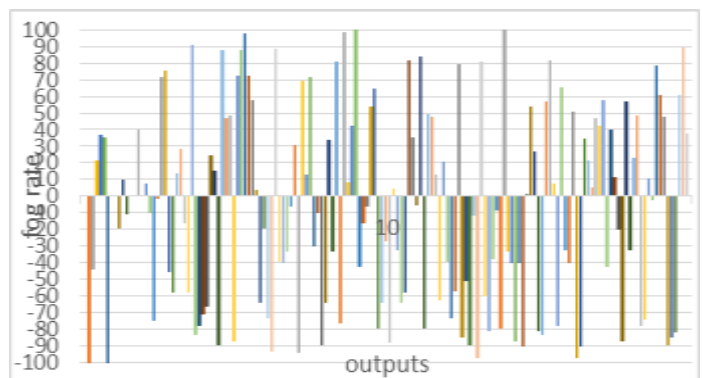
۲. در سناریو ۲، میزان  $CPU$  ۱۲٫۵٪ و میزان درخواست برای رم ۱۰٪ و از ۱۰۰٪ قیمت کل برای سرویس برای ۹ کار در نظر گرفته شده قیمت سرویس برای سناریوی ۲، ۳۳ می باشد و تعداد درخواست ها نیز ۱۰ درخواست است.

۳. در سناریو ۳، میزان  $CPU$  ۸٪ و میزان درخواست برای رم ۶٪ و از ۱۰۰٪ قیمت کل برای سرویس برای ۹ کار در نظر گرفته شده قیمت سرویس برای سناریوی ۳، ۴۰ می باشد و تعداد درخواست ها نیز ۲ درخواست است.

به منظور پیش بینی قیمت هزینه های خدمات رسانی در بستر ابر بر اساس زمانبندی مورد نظر، سه سناریوی بیان شده در ابتدای این بخش را پیاده سازی می کنیم. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است، در هر سه نوع سناریو، منابع واقعی (حافظه، پردازشگر، فضای ذخیره سازی، پهنای باند و غیره)، بر اساس نوع خدمات ارائه شده و سیاست های خاص مربوطه، برنامه ریزی می شوند. سپس خروجی را با مقدار  $FOG RATE$  که ۱۰٪ بود مقایسه کرده اگر کوچکتر از آن بود به مه فرستاده می شود و اگر بزرگتر بود در ابر می ماند. این امر در نمودار میله ای شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۴: تخمین منابع برای درخواست های جدید در شرایط مختلف



شکل ۵: مقایسه خروجی با نرخ مه

از کل دیتاست موجود تعداد ۹۱ درخواست به مه فرستاده می شود و تعداد ۶۵ درخواست در ابر باقی می ماند که این امر خود سبب شده زمان پاسخگویی به درخواست ها کاهش و رضایت مشتریان را به همراه داشته باشد.

قسمتی از شبه کد متلب مدلسازی:

```
fx >> disp(['Number of Members of Cloud=' num2str(c)])
disp(['Number of Members of Cloud=' num2str(f)])
Number of Members of Cloud=65
Number of Members of Fog=91
```

## ۵- بحث

در سال های اخیر تمایلات شدیدی به استفاده از محاسبات ابری و تلفیق آن ها در کاهش زمان پاسخگویی به نیاز کاربران و کاهش هزینه های جانبی بهره گیری از منابع ایجاد شده است. بهره گیری از مفهوم ابر ایده ایست که در این پژوهش در تلفیق با الگوریتم بهینه سازی علف های هرز مهاجم بدان پرداخته شده است. در این تحقیق، از مفهوم ابری و مه در راینش ابری در کنار هم استفاده شده تا بتوان پاسخگویی درخواست ها و اختصاص منابع در دیتاسنترهای شبکه بر اساس سطح انرژی و مختصات دیتاسنترها انجام شود. این پروتکل با استفاده از تعداد مشخصی از دیتاسنتر های پراورزی در شبکه و اعمال آنها به عنوان دانه های گیاه، نزدیک ترین دیتاسنترهای کم انرژی را جذب دیتاسنتر های پراورزی می کند؛ به طوریکه اطلاعات لزوما در دیتاسنترهای مجاور ذخیره نشده و در واقع براساس دو پارامتر سطح انرژی و همسایگی (فاصله کم)، مجموعه ای در بستر مه با انرژی متوازن تشکیل خواهند شد. در این فصل دو سناریوی استفاده از مه و بدون استفاده از مه در بستر ابری را مورد بررسی قرار دادیم که با توجه به نیاز و درخواست کاربران و نیز تعداد کاربران، توان مصرفی، سطح انرژی و تاخیر زمانی پردازش درخواست ها را مورد بررسی قرار دادیم و نتایج را ارائه نمودیم. در نهایت با ارائه سه سناریوی مختلف درخواست، هزینه های اختصاص منابع را بررسی نمودیم.

## ۶- نتیجه گیری

با توجه به افزایش روزافزون محبوبیت رایانش ابری، اگر انرژی که در منابع ارائه‌دهنده خدمات آن مصرف می‌شود کنترل نگردد، آنگاه درگام اول هزینه ارائه سرویس افزایش می‌یابد و در پی آن روی هزینه پرداختی سرویس گیرندگان تأثیر خواهد گذاشت. مسئله مهمتر اینکه این مسئله سهم زیادی در افزایش آلودگی محیط‌زیست خواهد داشت؛ لذا کشف راهکارهای بهره‌وری انرژی بسیار حیاتی است از این رو مدیریت و تخصیص منابع یکی از مهم‌ترین مسائل در مبحث رایانش ابری می‌باشد که ما با استفاده از الگوریتم علف‌های هرز به این امر دست یافتیم. در این پژوهش، برای بررسی عملکرد دیتاسنترها و میزان ذخیره‌سازی و عملکرد ماشین‌های مجازی بر اساس درخواست‌های صادر شده، مدلی را برای ارزیابی تأثیر استفاده از مه‌ها ایجاد کرده ایم. براساس بررسی‌های انجام شده، میتوان نتیجه گرفت که استفاده از مه در ترکیب با ابر میتواند منجر به کاهش هزینه و زمان پاسخ دهی به درخواست‌ها (کاهش تاخیرها) و نیز بهبود تجربه کاربر شود. انجام این کار نه تنها به ابر کمک میکند تا وظایف خود را در زمان کوتاهی اجرا کند، بلکه باعث خواهد شد کاربران با سرعت بیشتری داده‌ها را دریافت کنند. همچنین نشان دادیم که استفاده از مه‌ها میتواند به میزان قابل توجهی کاهش تاخیر و کاهش تعداد بسته‌های منسوخ را کاهش دهد. این مدل پیشبینی منابع، تخصیص منابع و قیمت‌گذاری را در شیوه‌ای واقع بینانه و پویا، همچنین با توجه به نوع ویژگی‌ها و خواسته‌های مشتری، در نظر می‌گیرد. ما معتقدیم که این کار میتواند معیار خوبی برای تحقیق و توسعه واقع بینانه‌ای باشد که مربوط به محاسبات ابرو مه باشد. این مدل یک مدل پویا و انعطاف پذیر است و قادر خواهد بود با الزامات ارائه‌کنندگان خدمات مختلف منطبق باشد. بنابراین، در محیط‌های مختلف با سناریوهای متنوع قابل اجرا است. نتایج این ارزیابی نشان میدهد که مه موجب افزایش چابکی، مقیاس پذیری، قابلیت انطباق و کاهش هزینه از طریق مسیریابی و تعادل بار ایجاد شده و انتقال وظیفه‌ها از ابر به مه باهدف کاهش زمان و انرژی میشود. پیاده‌سازی و نتایج نشان دهنده کاهش تعداد مهاجرت هادر سناریوی مه-ابر، و کاهش ۵ درصدی مصرف انرژی در شرایط استفاده از مه-ابرو ۳ درصد بهبودی در زمان makespan بوده است.

## منابع

- Abdullahi, M., & Ngadi, M. A. (۲۰۱۶). Symbiotic Organism Search optimization based task scheduling in cloud computing environment. *Future Generation Computer Systems*, ۵۶, ۶۴۰-۶۵۰.
- Choudhary, A., Gupta, I., Singh, V., & Jana, P. K. (۲۰۱۸). A GSA based hybrid algorithm for bi-objective workflow scheduling in cloud computing. *Future Generation Computer Systems*.
- Abrishami, S., Naghibzadeh, M., & Epema, D. H. (۲۰۱۳). Deadline-constrained workflow scheduling algorithms for infrastructure as a service clouds. *Future Generation Computer Systems*, ۲۹(۱), ۱۵۸-۱۶۹.
- Casas, I., Taheri, J., Ranjan, R., Wang, L., & Zomaya, A. Y. (۲۰۱۷). A balanced scheduler with data reuse and replication for scientific workflows in cloud computing systems. *Future Generation Computer Systems*, ۷۴, ۱۶۸-۱۷۸.
- Panda, S. K., & Jana, P. K. (۲۰۱۶). Normalization-based task scheduling algorithms for heterogeneous multi-cloud environment. *Information Systems Frontiers*, ۱-۲۷.

- Gupta, I., Kumar, M. S., & Jana, P. K. (۲۰۱۶, September). Compute-intensive workflow scheduling in multi-cloud environment. In *Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, ۲۰۱۶ *International Conference on* (pp. ۳۱۵-۳۲۱). IEEE.
- Xing, B., & Gao, W. J. (۲۰۱۶). *Innovative computational intelligence: a rough guide to ۱۳۴ clever algorithms* (pp. ۱۰۵-۱۲۱). Springer.
- Sang, H. Y., Duan, P. Y., & Li, J. Q. (۲۰۱۸). An effective invasive weed optimization algorithm for scheduling semiconductor final testing problem. *Swarm and Evolutionary Computation*, ۳۸, ۴۲-۵۳.
- Aymerich, F.M., Fenu, G., Surcis, S.(۲۰۱۱). "An approach to a Cloud Computing network," ICADIWT ۲۰۱۱. First International Conference on Applications of Digital Information and Web Technologies, ۴-۶ A. PP.۱۱۳ – ۱۱۸.
- Shamim, S. M., Sarker, A., Bahar, A. N., & Rahman, M. A. (۲۰۱۵). A Review on Mobile Cloud Computing. *International Journal of Computer Applications*, ۱۱۳(۱۶).
- Marbán, O., Segovia, J., Menasalvas, E., & Fernández-Baizán, C. (۲۰۰۹). Toward data mining engineering: A software engineering approach. *Information systems*, ۳۴(۱), ۸۷-۱۰۷.
- Bari, M. F., Boutaba, R., Esteves, R., Granville, L. Z., Podlesny, M., Rabbani, M. G., ... & Zhani, M. F. (۲۰۱۳). Data center network virtualization: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, ۱۵(۲), ۹۰۹-۹۲۸.
- Alhamad, M., Dillon, T., & Chang, E. (۲۰۱۰, September). Sla-based trust model for cloud computing. In *Network-Based Information Systems (NBIS)*, ۲۰۱۰ *۱۳th International Conference on* (pp. ۳۲۱-۳۲۴). Ieee.
- Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (۲۰۰۹). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the  $\Delta$ th utility. *Future Generation computer systems*, ۲۵(۶), ۵۹۹-۶۱۶.
- Chuang, T. Y. (۲۰۱۰, May). Trust with social network learning in e-commerce. In *Communications Workshops (ICC)*, ۲۰۱۰ *IEEE International Conference on* (pp. ۱-۶). IEEE.
- Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (۲۰۰۹). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the  $\Delta$ th utility. *Future Generation computer systems*, ۲۵(۶), ۵۹۹-۶۱۶.