

مقاله پژوهشی

زمان بندی وظایف در توازن منابع برای مکان یابی ماشین مجازی در مراکز داده ابر با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهبود یافته

Doi: 10.30508/kdip.2023.346375.1041

محسن آزاده^۱ | احمد براتیان^۲ | حمید طباطبایی (نویسنده مسئول)^۳

۱-۲-۳- گروه مهندسی کامپیوتر، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۹

صفحه: ۸ - ۱۹

چکیده:

یکی از مهم ترین چالش های موجود در مراکز داده ابری مساله زمان بندی کارها یا اختصاص منابع به درخواست های کاربران است. دلایل متعددی ارائه شده است که این موضوع به عنوان یک مساله NP-Complete، نمود پیدا کند. در محیط محاسبات ابری هر کاربر ممکن است برای اجرای هر کار، با صدها منبع مجازی روبه رو شود. در این حال، تخصیص کارها به منابع مجازی توسط خود کاربر غیرممکن می باشد. روش های ابر اکتشافی به صورت جستجوی اکتشافی، گزینه مناسبی برای این مسائل است. از جمله این روش ها الگوریتم ژنتیک می باشد. الگوریتم ژنتیک یکی از بهترین روش های ممکن برای حل مسئله، زمان بندی وظایف در ابر می باشد که کارایی خوبی برای حل مسئله زمان بندی و تعادل بار پویا در سیستم های موازی دارد. مقاله حاضر به بررسی مفاهیم و روش های ارائه شده در این زمینه پرداخته است.

کلمات کلیدی: مکان یابی ماشین مجازی. مراکز داده ابری، زمان بندی وظایف

۱- مقدمه

عملکرد سیستم‌های کامپیوتری به چندین عامل بستگی دارد. یکی از این عوامل متوازن سازی درخواست‌ها است. این عامل به میزان کاری که در یک بازه‌ی زمانی خاص به سیستم محول شده، وابسته است. از این رو، کامپیوترها باید بر اساس اصول اولویت کارها مدیریت شوند (میشرا، ساهو و پاریدا^۱، ۲۰٪). زمان‌بندی وظایف روشی در سیستم‌های ابری است که توزیع وظایف محاسباتی در میان منابع مجازی را بر عهده دارد. زمان‌بندی وظایف موضوع مهمی است که پژوهش‌های بسیاری در این زمینه انجام شده است. با وجود اینکه ارائه‌دهندگان سرویس ابر و سرویس گیرنده‌ها، اهداف و نیازمندی‌های متفاوتی دارند ولی هدف تکنیک‌های زمان‌بندی، بهینه‌سازی یک هدف می‌باشد (دابلی، کومار و شارما^۲، ۱۸٪).

مراکز داده ابری^۳، اطلاعاتی را براساس نیاز کاربران، صرف نظر از موقعیت جغرافیایی آنها ارائه می‌دهد (ورقس و بایا^۴، ۱۸٪). مراکز داده ابری بر روی تحویل به موقع خدمات، قابلیت اطمینان، تأمین امنیت در ارسال و دریافت داده‌ها، تحمل پذیری خطا در ارائه سرویس، پایداری و ایجاد زیرساخت‌های مقیاس پذیر برای میزبانی خدمات کاربردی مبتنی بر اینترنت متمرکز شده است (لی، لیو، لین، اکسائو، زائو و کانگ^۵، ۲۱٪). عملکرد این فناوری به این صورت است که هرگونه خدماتی را با استفاده از مجازی سازی و اشتراک گذاری انجام می‌دهد. به طور کلی محاسبات ابری، مدلی است که دسترسی کاربران را بر اساس نوع تقاضاهایی که از منابع اطلاعاتی و محاسباتی دارند، امکان پذیر می‌سازد (ثیین، مائو، پروین و گانمه^۶، ۲۰٪؛ عزیزی، زند سلیمی ولی^۷، ۲۰٪). در این مدل استفاده از منابع انسانی و هزینه کاهش یافته و در عین حال، سرعت دسترسی به خدمات افزایش می‌یابد. با افزایش نرخ استفاده از این فناوری در سراسر جهان،

اختصاص یک ماشین فیزیکی به هر کاربر درخواست کننده هم از نظر هزینه و هم از نظر مصرف انرژی و تولید گرما غیرممکن است. از این رو، با گسترش محاسبات ابری، مجازی سازی به عنوان بهترین راه حل در این حوزه مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از تکنولوژی مجازی سازی می‌توان به جای خرید چندین سرور جهت ذخیره سازی داده، داده‌های خود را بر روی مراکز داده ابری ذخیره نموده و تنها به میزان استفاده خود هزینه پرداخت کنید. در صورت نیاز، منابع بیشتری را در خدمت بگیرید (ستپاسی، آدیا، تراک، ماجهی و ساهو^۸، ۱۸٪).

کارکرد مجازی سازی به این صورت است که هر ماشین مجازی برای اجرا نیازمند یک ماشین فیزیکی است تا از طریق آن نیازهای سخت افزاری خود را (نظیر حافظه و CPU) تأمین کند. فرآیند یافتن ماشین فیزیکی با قابلیت تأمین منابع مورد نیاز برای اجرای یک ماشین مجازی را، فرآیند مکان یابی آن ماشین مجازی^۹ می‌نامیم. در محاسبات ابری، یک استخر بزرگ از منابع وجود دارد که شامل؛ ماشین‌های مجازی فراوان است. استراتژی زمان بندی، توزیع وظایف محاسباتی به استخر منابع مجازی برای به دست آوردن قدرت محاسباتی، ذخیره سازی و انواع خدمات نرم افزار با توجه به نیازهای کاربر می‌باشد.

مکان یابی ماشین‌های مجازی یکی از چالش‌های بزرگ در مراکز داده ابری است. علی‌رغم پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه مکان یابی ماشین‌های مجازی، هنوز مکان یابی ماشین‌های مجازی با مشکلات متعددی مواجه می‌باشد. تاکنون الگوریتم‌های مختلفی برای حل این مسئله پیشنهاد شده است (الحربی، تاین، تانگ، ژانگ، پنگ و فی^{۱۰}، ۱۹٪). در این پژوهش برای حل مسئله زمان بندی، وظایف در توازن منابع برای مکان یابی ماشین مجازی در مراکز داده ابر از الگوریتم ژنتیک بهبود یافته، بررسی می‌شود. هدف اصلی این الگوریتم‌ها برقراری

1- Mishra, Sahoo, & Parida

2- Dubey, Kumar, & Sharma

3- Cloud data centers

4- Varghese & Buyya

5- Li, Liu, Lin, Xiao, Zio, & Kang

6- Thein, Myo, Parvin, & Gawanmeh

7- Azizi, Zandsalimi, & Li

8- Satpathy, Addya, Turuk, Majhi, & Sahoo

9- Virtual Machine Placement

10- Alharbi, Tian, Tang, Zhang, Peng, & Fei

۳- مبانی نظری

یک موازنه بین هزینه انجام وظایف و زمان لازم برای انجام وظایف می باشد.

زمان بندی وظایف

زمان بندی از چالش های مهم در محاسبات ابری و سیستم های ناهمگن می باشد، به همین دلیل مطالعات و تحقیقات زیادی روی آن انجام گرفته است. در محاسبات ابری موضوع زمان بندی به عنوان یک مسئله Hard-NP مطرح می گردد (دومانال و ردی^۱، ۲۰۱۸). با استفاده از زمان بندی وظایف یک نوع موازنه بین درخواست های ورودی از سیستم برقرار می شود که سبب می شود، سیستم در شرایط پایدار و مطلوبی قرار بگیرد. در مراکز داده ابری، زمان بندی وظایف و در نتیجه تخصیص منابع، از طریق فناوری مجازی مدیریت و ارائه می شود. در محیط ابر، عملیات زمان بندی وظایف برای انتخاب و تخصیص وظایف به منابع مناسب جهت ارتقای کیفیت سرویس انجام می شود. زمان بندی وظایف به دلیل شفافیت و انعطاف پذیری سیستم ابری و نیازهای مختلف برای منابع، پیچیده تر نیز می شوند (آران آران، منجول و ساگماران^۲، ۲۰۱۹).

مکان یابی ماشین مجازی

مکان یابی ماشین مجازی به عنوان یکی از موضوعات مهم در مراکز داده ابری مطرح است و از این تکنولوژی برای مدیریت بهتر مرکز داده استفاده می نمایند. با استفاده از این تکنولوژی، ماشین های فیزیکی به چندین ماشین مجازی همراه با اشتراک گذاری منابع تبدیل می شوند در واقع مکان یابی ماشین های مجازی شامل عملیاتی برای نگاشت ماشین های مجازی بر روی ماشین های فیزیکی می باشد (لیانگ، دانگ، وانگ، و ژانگ^۳، ۲۰۲۰). در محاسبات ابری، مکان یابی ماشین های مجازی فرآیند تصمیم گیری انتخاب یک سرور برای یک ماشین مجازی، مطابق با نیاز ماشین مجازی و منابع ماشین های فیزیکی می باشد (رحمانی، خواجهوند و ترابیان^۴، ۲۰۲۰).

مکان یابی ماشین های مجازی این امکان را در

۲- اهمیت و ضرورت پژوهش

یکی از مشکلات مهم و اساسی در محیط ابری، زمان بندی وظایف می باشد. برای این منظور هر درخواست کننده براساس نیاز خود درخواست استفاده از منابع را در محیط ابر می نماید تا بتواند جریان کاری خود را توسط این منابع به انجام رساند. مشکل زمانی پیش می آید که تعداد کارها و منابع زیاد باشد، در این زمان درخواست کننده نمی تواند به راحتی منابع مناسب را انتخاب کند. این مشکل به دلیل پیچیدگی محاسباتی بالا می باشد (جانا، چاکرابرتی و ماندال^۱، ۲۰۱۹). از سوی دیگر، مراکز داده ابری جهت ارائه خدمات ابری استفاده می شوند. این مراکز برای ارائه خدمات مقادیر زیادی انرژی مصرف می کنند. علاوه بر این، مصرف سالانه انرژی را در این مراکز حدود ۹۱ میلیارد کیلووات ساعت تقریب زده شده است، که انتظار می رود این مقدار تا ۱۴۰ میلیارد کیلو وات ساعت افزایش یابد. همچنین، میزان مصرف انرژی مراکز داده ابری در سطح حدود ۱٫۱ الی ۱٫۳ درصد از کل مصرف انرژی جهان را به خود اختصاص داده، که این روند در حال افزایش است. در سال های اخیر، مصرف انرژی نه تنها هزینه برق مراکز داده را افزایش می دهد، بلکه موجب افزایش تولید و انتشار گازهای گلخانه ای و آلودگی محیط زیست شده است. از این رو، افزایش سریع در مصرف انرژی مراکز داده، هم از دیدگاه اقتصادی و هم از دیدگاه زیست محیطی تامل برانگیز است. لذا می توان با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری مکان یابی و تخصیص منابع را به خوبی مدیریت نمود. که برای این منظور، مقاله حاضر، به بررسی زمان بندی وظایف در توازن منابع برای مکان یابی ماشین مجازی در مراکز داده ابر با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهبود یافته پرداخته است.

1- Jana, Chakraborty, & Mandal

2- Domanal & Reddy

3- Arunarani, Manjula, & Sugumaran

4- Liang, Dong, Wang, & Zhang,

5- Rahmani, Khajehvand, & Torabian

بقای یک فرد در نسل جدید به ترکیب خاص کروموزومی وابسته است. در مراحل تولید مثل نسل جدید ممکن است جهش‌هایی در خصوصیات یک فرد نسل جدید رخ دهد که در نتیجه فردی با ژنتیک عالی و سازگاری بالا تولید می‌شود. در روند زادوولد به گونه‌های برتر در هر نسل اجازه تولید مثل داده می‌شود و گونه‌های نامطلوب به تدریج از بین خواهند رفت و افراد نسل‌های جدید با گذشت زمان تکامل می‌یابند. مراحل الگوریتم ژنتیک به شرح زیر است (آسیما و عباس زاده اصل ۱۹۰۴):

- ایجاد جمعیت اولیه؛
- انتخاب کروموزوم‌های از جمعیت قبلی برای نسل بعدی با توجه به صحت و درستی آن و بر اساس تابع هدف برازندگی در الگوریتم؛
- تولید مثل و انجام زاد و ولد و ایجاد یک نسل جدید؛
- جهش و مشخص شدن مکان فرزند تولید شده در کروموزوم؛
- پذیرش و جا دادن فرزند جدید در داخل جمعیت؛
- جایگزینی جمعیت جدید به جای جمعیت قبلی و استفاده از جمعیت جدید در مراحل بعدی الگوریتم؛
- امتحان و در صورت دستیابی به نتایج مناسب برگشت به مرحله دوم

زمان‌بندی وظایف در توازن منابع برای مکان‌یابی ماشین مجازی در مراکز داده ابر

مکان‌یابی ماشین‌های مجازی به دلیل افزایش پیچیدگی سیستم‌های ابری اهمیت ویژه‌ای دارد. با توجه به اهمیت بالایی که فرآیند زمان‌بندی در محاسبات ابری دارد، روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی به منظور رسیدن به زمان‌بندی قابل قبول در محاسبات ابری ارائه شده است. در تمامی این الگوریتم‌ها سعی شده است راه‌حل بهینه‌ای جهت به دست آوردن یک زمان‌بندی مناسب به دست آورده شود که هر کدام از روش‌های پیاده‌سازی شده دارای معایب و مزایایی نیز بوده‌اند و یک راه‌حل کلی که تمام پارامترهای موجود در ابر را بهبود بخشد، پیشنهاد نشده است.

سیستم ابری فراهم می‌آورد که چندین ماشین مجازی بر روی یک میزبان فیزیکی قرار بگیرد. با توجه به افزایش روزافزون نیاز به سیستم ابری و از آنجایی که سرعت رشد داده‌ها و برنامه‌های کاربردی محاسبات ابری تا حدی زیاد است که بیش از قبل لزوم وجود سرورها و دیسک‌ها مشخص می‌شود تا این داده‌ها و برنامه‌های کاربردی را با سرعت کافی و در بازه زمانی مورد نیاز پردازش کنند، از این رو، بهینه کردن مکان‌یابی ماشین‌های مجازی همیشه یک چالش مهم محسوب می‌شود (پونراج، ۱۹۰۱؛ قره‌پاشا، مصدري و جعفریان، ۱۹۰۲). در نتیجه، موجب بهبود مصرف انرژی و مدیریت صحیح تخصیص منابع می‌شود. بنابراین می‌تواند نقش موثری در کاهش مصرف انرژی، جلوگیری از آلودگی محیط زیست، افزایش بهره‌وری داشته باشد.

مراکز داده ابر

محاسبات ابری یکی از روش‌ها محاسباتی است. ابرها منابع محاسباتی، براساس تقاضای مشتری و نیاز کاربر و بر حسب تقاضا، با دریافت هزینه از مشتری ارائه می‌دهد. ارائه دهنده خدمات ابری باید این ابر مشترک را به مشتریان خود اجاره دهد. این ابر از یک مرکز داده تشکیل شده است. به طور کلی می‌توان این گونه بیان کرد که ارائه دهنده خدمات ابری قسمتی از مرکز داده خود را به مشتریان اجاره می‌دهد. مرکز داده ابری شامل چندین سرویس دهنده است، این سرویس دهنده‌ها قدرت و منابع ابر را تشکیل می‌دهند. هر سرویس دهنده نمایانگر میزانی از منابع در مرکز داده ابری است و مجموعه‌ی سرویس دهنده‌ها با هم توانایی کلی مرکز داده را مشخص می‌کند (حسیه، لیو، بویا و زومایا^۱، ۲۰۲۰).

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک نخستین بار توسط جان هلند (۱۹۶۲) ارائه شد. این الگوریتم بر اساس انتخاب طبیعی و با الهام از ژنتیک طبیعی بدن انسان رفتار می‌کند. جمعیت جدید یک جامعه از طریق زادوولد تولید می‌شوند. شانس

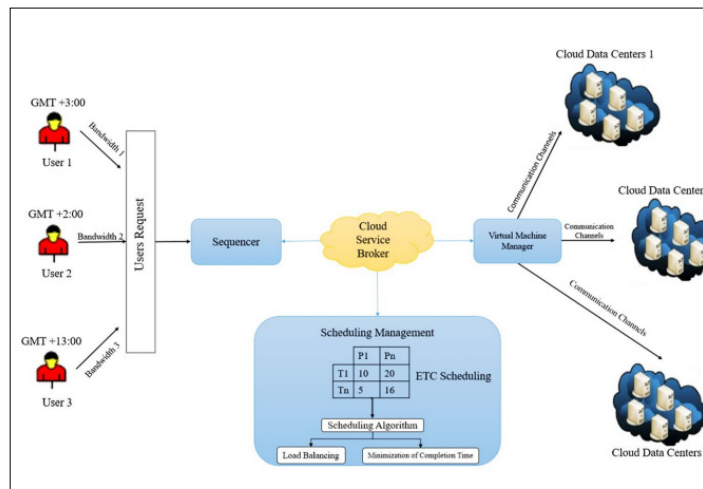
1- Ponraj

2- Gharehpasha, Masdari, & Jafarian

3- Hsieh, Liu, Buyya, & Zomaya

4- Asima, & Abbaszadeh

شكل شماره (۱)، نماي كلي زمان بندي وظيفه براي مكان يابي ماشين مجازي در محيط هاي رايانش ابري را نشان مي دهد.



شكل (۱): نماي كلي زمان بندي وظيفه در محيط هاي رايانش ابري

با استفاده الگوريتم بهينه سازي ازدحام ذرات بهبوديافته ارائه شده است. الگوريتم بهبوديافته با استفاده از يادگيري انطباقی منجر به تنوع در جمعيت می شود و لذا تعادلی بين عمليات اکتشاف و بهره برداری به دست می آید. الگوريتم زمان بندي پيشنهادهی همزمان پنج پارامتر (زمان بازگشت، بار، مصرف انرژی، هزینه و امنيت) را در حين توزيع کارها در نظر می گیرد تا در نهايت منجر به توزيع بار و کاهش مصرف انرژی می گردد. الگوريتم پيشنهادهی با استفاده از شبیه ساز کلودسيم پياده سازي و با روش هاي مربوطه (CJS, OTSS, GTSA, ISSS) مقایسه می شود. نتایج حاصل از شبیه سازي نشان می دهد، الگوريتم پيشنهادهی با در نظر گرفتن ويژگي های کارها و منابع، کارايي و اثربخشي قابل توجهی در محيط رايانش ابري خصوصاً در بار کاري بالا دارد.

راجوپالان، مودال و سنتي کومار^۳ (۲۰۲۰)، روش توازن بار بر مبنای الگوريتم بهينه سازي ازدحام ذرات در رايانش ابري را پيشنهاده داده اند. در اين مقاله، روشي جهت انتقال بهينه وظيفي که منجر به اضافه بار می شوند، را در انتقال

آجمال، اقبال، زيشان خان، احمد، احمد و گوپتا^۱ (۲۰۲۱) الگوريتمی ترکیبی بر پایه الگوريتم زنتیک و الگوريتم کلونی مورچگان را ارائه دادند. الگوريتم پيشنهادهی از ويژگي های الگوريتم زنتیک و الگوريتم کلونی مورچه ها استفاده می کند و وظيفه و ماشين هاي مجازي را به گروه هاي کوچک تر تقسيم می کند. الگوريتم پيشنهادهی به طور موثر فضای راه حل را با تقسيم وظيفه به گروه ها و با شناسايي ماشين هاي مجازي بارگذاري شده، کاهش می دهد. در اين الگوريتم با توجه به حداقل فضا، همگرایی و زمان پاسخ به طور قابل توجهی کاهش می يابد. اين روش راه حل زمان بندي عملی برای به حداقل رساندن زمان اجرای گردش کار و وظيفه ارائه می دهد، به طوري که ۶۴ درصد کاهش در زمان اجرا و ۱۱ درصد کاهش در هزینه هاي كلي مرکز داده را به همراه دارد.

منصورى، محمدحسنى زاده و غفارى^۲ (۲۰۲۱) الگوريتم زمان بندي کار مبتنی بر امنيت با استفاده از تکنیک بهينه سازي ازدحام ذرات و يادگيري انطباقی چندگانه را ارائه دادند. در اين مقاله، الگوريتم زمان بندي برای بهبود امنيت

1- Ajmal, Iqbal, Zeeshan Khan, Ahmad, Ahmad, & Gupta

2- Mansouri, Mohammad Hasani Zade, & Ghafari

3- Rajagopalan Modale, & Senthilkumar

امنيتی منابع و ارتباطات است؛ به طوری که دو محدودیت زمان و هزینه نیز برآورده شود. الگوریتم پیشنهادی -PSO WSCS که تغییراتی روی الگوریتم PSO اصلی می دهد، با سه الگوریتم دیگر زمان بندی مطرح و مشابه MPSO، VNPSO و MPSO-SA با در نظر گرفتن امنیت در محیط ابر ترکیبی مقایسه می گردد. نتایج ارزیابی حاکی از مؤثر بودن الگوریتم پیشنهادی در یافتن منابع با شباهت امنیتی نزدیک به نیازهای امنیتی می باشد. به طور متوسط، بهبود ۴۰ درصدی در نمونه های در نظر گرفته شده این مهم را نشان می دهد.

محمدزاده، مصدري، سلیمانان و جعفریان^۳ (۲۰۲۰) یک الگوریتم فرا ابتکاری بهبود یافته بر اساس الگوریتم فرا ابتکاری گرگ های خاکستری به منظور حل مسائل زمان بندی وظایف ارائه کرده اند. در الگوریتم پیشنهادی ضعیف ترین گرگ ها از جمعیت حذف شده و با گرگ های دیگری از جمعیت اولیه جاگذاری می شود. این الگوریتم با هدف بهبود عملکرد جستجو در مقابله با مسائل مختلف، افزایش سرعت هم گرایی و جلوگیری از گیر افتادن در بهینه محلی ارائه شده است. با بررسی عملکرد و مقایسه آماری نتایج به دست آمده از الگوریتم جدید با الگوریتم گرگ های خاکستری پایه و چند الگوریتم دیگر به این نتیجه رسید که با تنظیم مناسب پارامترها بهبودهای انجام شده تأثیر بسزایی در زمان بندی جریان کار در محیط محاسبات ابری دارد.

مصطفوی، احمدی و آقاسرام^۴ (۲۰۲۰) یک روش زمان بندی مبتنی بر روش یادگیری تقویتی پیشنهاد دادند که به دلیل قابلیت تطبیق با محیط و ارائه پاسخ مناسب به درخواست های متغیر با زمان، با تخصیص آینده نگرانه وظایف به منابع منجر به افزایش کارایی سیستم در بلندمدت می گردد. نتایج این مقاله نشان می دهد که روش پیشنهادی نه تنها منجر به کاهش زمان پاسخ، زمان انتظار و زمان تکمیل کار می گردد بلکه نرخ بهره وری منابع را هم به عنوان هدف فرعی افزایش می دهد. روش پیشنهادی در محدوده تعداد وظایف بالا، زمان پاسخ را به طور میانگین حدود ۴۹/۵۲ درصد نسبت به Random،

ماشین های مجازی بارگذاری شده به ماشین های مجازی در محیط رایانش ابری پیشنهاد کرده است. توابع هدف در این روش، شامل بهینه سازی اجرای وظایف و زمان انتقال در مدل بهینه سازی پیشنهادی است. آزمایش رویکرد ارائه شده در ابزارهای نرم افزار کلودسیم انجام شده است. مزیت روش ارائه شده، ارائه راه حل بهینه برای زمان بندی وظایف و توزیع برابر وظایف برای ماشین های مجازی و همچنین کاهش زمان برای فرایند تخصیص وظایف به ماشین های مجازی است.

کاشی کولایی، حسین آبادی، صائمی، شاره، سنگیاه و باین^۱ (۲۰۲۰)، روشی جهت ارتقاء زمان بندی وظایف در رایانش ابری بر مبنای الگوریتم رقابت استعماری و الگوریتم کرم شب تاب معرفی نموده اند. در روش ارائه شده، استفاده از الگوریتم هوش جمعی برای پردازش درخواست های کاربرها و زمان بندی وظایف برای توازن بار پیشنهاد شده است. هدف الگوریتم ارائه شده، بهبود زمان بندی و توازن بار در رایانش ابری با الگوریتم های جستجوی محلی و سراسری است. استفاده از الگوریتم رقابت استعماری، جهت بررسی فضای راه حل و الگوریتم کرم شب تاب، به منظور جستجوی محلی است. نتایج شبیه سازی مطابق با معیارهای پایداری، زمان پردازنده مرکزی، توازن بار، درصد راندمان و بازه زمانی نشان داده شده و الگوریتم ارائه شده قادر به تعداد وظایف بیشتری است که منجر به عملکرد بهتر الگوریتم ارائه شده نسبت به سایر الگوریتم ها شده است. این امر، به دلیل ترکیب مناسب دو الگوریتم است. مهرآوران، پژوهان و ادیب نیا^۲ (۲۰۲۰) روشی جدیدی برای زمان بندی کارها با در نظر گرفتن ملاحظات امنیتی پیشنهاد کردند. ملاحظات امنیتی شامل؛ حساسیت برای کارها که در پژوهش های اخیر در نظر گرفته شده، حساسیت برای داده های انتقالی بین کارها و همچنین ایده اصلی در نظر گرفتن قدرت امنیتی برای منابع و مسیرهای ارتباطی بین آن ها می باشد. سناریوی پیشنهادی توسط الگوریتم PSO بهبود یافته (PSO-WSCS) پیاده سازی می شود. تابع هدف، حداقل کردن فاصله امنیتی کارها و داده ها از قدرت

1- Kashikolaei, Hosseinabadi, Saemi, Shareh, Sangaiah, & Bian

2- Mehravaran, Pajoohan, & Adibnia

3- Mohammadzadeh, Masdari, Soleimani, & Jafarian

4- Mostafavi, Ahmadi, & Agha Sarram

دو الگوریتم بهینه‌سازی مورد مقایسه قرار گرفته است. در حالی که تعداد کارها افزایش پیدا می‌کند، مدت زمان اتمام کار نیز افزایش پیدا خواهد کرد، اما نرخ رشد در الگوریتم پیشنهادی بسیار کمتر از سایر الگوریتم‌ها است. دلیل این امر این است که الگوریتم پیشنهادی، زمان‌بندی بهینه را مبتنی بر جستجوی محلی و سراسری پیدا می‌کند. الگوریتم پیشنهادی کارها را با در نظر گرفتن طول کار و توانایی منبع، به منابع اختصاص می‌دهد. بنابراین کل زمان اجرای هر ماشین مجازی کاهش پیدا می‌کند.

ستاری نایینی، سالم و راشدی^۳ (۲۰۱۸) با بهره‌گیری از الگوریتم پرش ترکیبی قورباغه راهکاری جهت کاهش مصرف انرژی مراکز داده ابری از طریق بهینه‌سازی مدیریت زمان‌بندی کارها و ترکیب مؤثر ماشین‌های مجازی ارائه دادند. در این مقاله الگوریتمی جهت مدیریت زمان‌بندی کارها و توازن بار ارائه می‌شود. این الگوریتم به نام پرش ترکیبی قورباغه با بهره‌مندی از حافظه، همکاری و اشتراک‌گذاری اطلاعات بین قورباغه‌ها، سرعت هم‌گرایی مناسب و انعطاف‌پذیری بهتر در برابر مشکل بهینه محلی، بهبود قابل توجهی نسبت به روش‌های سیستم تجمع مورچگان (ACO) و الگوریتم ژنتیک (GA) جهت مصرف انرژی و مهاجرت ماشین مجازی فراهم می‌آورد. در این مقاله، مدیریت پویای منابع بر اساس ترکیب مؤثر ماشین‌های مجازی انجام می‌شود و توسط الگوریتم پیشنهادی با توجه به قرارداد سطح سرویس پیاده‌سازی می‌شود. تفاوت این روش با روش‌های دیگر در این است که بهبود پارامترهای زمان، سرعت و دقت هم‌گرایی را نشان می‌دهد. نتایج تجربی نشان می‌دهد که، روش ارائه شده موجود، از نظر مصرف انرژی، تعداد مهاجرت‌های ماشین مجازی و نقض قرارداد سطح سرویس عملکرد بهتری دارد.

۴- تحلیل و ارزیابی

در محاسبات ابری موضوع زمان‌بندی به عنوان یک مسئله Hard-NP مطرح می‌گردد (دومانال و همکاران، ۲۰۱۸). از این‌رو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف اصلی

۴۶/۰۳ نسبت به Mix، ۴۳/۹۹ نسبت به FIFO، ۴۳/۵۳ نسبت به Greedy و ۳۸/۶۸ درصد نسبت به Q-sch بهبود بخشیده است.

خضرو جعفری^۱ (۲۰۱۹) بیان نمودند که روش‌های رایج در زمان‌بندی دارای معایبی از قبیل پیچیدگی زمانی بالا، هم‌زمان اجرا نشدن کارهای ورودی و افزایش زمان اجرای برنامه است. الگوریتم‌های زمان‌بندی بر پایه اکتشاف جهت اولویت‌دهی به وظایف از سیاست‌های متفاوتی استفاده می‌کنند که باعث به وجود آمدن زمان‌های اجرای بالا بر روی سیستم‌های رایانش توزیع شده ناهمگن می‌شود. بنابراین، روشی برای زمان‌بندی وظایف مناسب است که اولویت‌دهی آن باعث تولید زمان اجرای کل کمینه گردد. الگوریتم ژنتیک به عنوان یکی از روش‌های تکاملی به منظور بهینه‌کردن مسایل NP-Complete است. از این رو، الگوریتم ژنتیک موازی با استفاده از چارچوب نگاشت-کاهش برای زمان‌بندی وظایف بر روی رایانش ابری با استفاده از صف‌های اولویت‌چندگانه ارایه شده است. ایده اصلی این مقاله، استفاده از چارچوب نگاشت-کاهش برای کاهش زمان اجرای کل برنامه می‌باشد. بر اساس نتایج بر روی مجموعه‌ای از گراف‌های جهت‌دار، بدون دور تصادفی حاکی از آن است که روش پیشنهادی زمان اجرای کل دو روش موجود را با سرعت هم‌گرایی بالا بهبود داده است. مناصراه و باعلی^۲ (۲۰۱۸) الگوریتم ترکیبی زمان‌بندی کار بررسی کردند. در این الگوریتم سعی بر این است که با کمک الگوریتم ژنتیک و با در نظر گرفتن تعادل بار سیستم، زمان اجرا و هزینه‌ی اجرا کاهش یابد. الگوریتم تلاش دارد با ایجاد تغییر در الگوریتم ژنتیک استاندارد و کاهش تعداد ایجاد جمعیت، عملکرد بهتری داشته باشد. هدف اصلی الگوریتم، تخصیص کارها به منابع با در نظر گرفتن طول کارها و تعداد دستورات قابل اجرای بوده است ماشین مجازی الگوریتم، کارها را با در نظر گرفتن تعداد کار و توانایی‌های منابع، به منابع تخصیص می‌دهد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که الگوریتم به طور مؤثری زمان اجرا، هزینه‌ی اجرا و میانگین درجه عدم تعادل را بهبود بخشیده است. الگوریتم پیوندی زمان‌بندی کار با

1- Khezr, & Jafari

2- Manasrah & Ba Ali

3- Sattari Naeini, Salem, & Rashedi

کرد. الگوریتم‌های زمان‌بندی مبتنی بر توازن بار، هزینه، اولویت، کاهش زمان تکمیل کلی، مصرف انرژی، سازگاری و غیره (یزدان بخش و خرسند، ۱۳۹۹). در این بخش روش‌های موجود در زمینه زمان‌بندی وظایف و بررسی مزایا و معایب این روش‌ها دارد. در جدول شماره (۱) به بررسی و ارزیابی الگوریتم‌های معرفی شده در بخش قبل، پرداخته شده است.

۵- نتیجه‌گیری

زمان‌بندی وظیفه یک نقش کلیدی در سیستم‌های

از زمان‌بندی وظایف، اولویت‌بندی و تخصیص وظایف به منابع آزاد است به گونه‌ای که حداکثر وظایف به صورت موازی در حال پردازش باشند. دیگر اهداف زمان‌بندی شامل: تعادل بار، کیفیت خدمات، اصل اقتصادی بودن، بهترین زمان اجرا و توان عملیاتی سیستم است (ابولقاه و دیابات، ۲۰۲۱). روش‌ها و طریق‌های زمان‌بندی متفاوتی برای تخصیص وظایف به گره‌های مختلف و ماشین‌های مجازی در دسترس در محیط‌های ابری به استخدام گرفته می‌شوند. الگوریتم‌های زمان‌بندی ارائه شده را می‌توان مبتنی بر پارامترهای بهبود در محیط ابری دسته‌بندی

جدول (۱): مقایسه الگوریتم‌های ارائه شده			
نویسندگان	عنوان مقاله	مزایا	معایب
آجمال و همکاران (۲۰۲۱)	الگوریتم ترکیبی ژنتیک مورچگان برای زمان‌بندی کارآمد در مراکز داده ابری	۱. استفاده از ویژگی‌های الگوریتم ژنتیک و الگوریتم کلونی مورچه‌ها ۲. کاهش فضای راه حل با تقسیم وظایف ۳. کاهش زمان پاسخ‌گویی ۴. سرعت همگرایی بالا ۵. کاهش زمان اجرا ۶. کاهش در هزینه‌های کلی مرکز داده ۷. کاهش توان محاسباتی	۱. عدم توجه به مصرف انرژی ۲. عدم توجه به استفاده از منابع ۳. عدم توجه به مقیاس‌بندی مرکز داده ۴. هم زمان اجرا نشدن کارها
منصوری و همکاران (۲۰۲۱)	الگوریتم زمان‌بندی کار مبتنی بر امنیت با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی ازدحام ذرات و یادگیری انطباقی چندگانه	۱. کاهش زمان پاسخ‌گویی ۲. توزیع بار بهینه ۳. کاهش مصرف انرژی	۱. عدم توجه به مقیاس‌بندی مرکز داده ۲. عدم توجه به کاهش فضای راه حل
راجوپلان و همکاران (۲۰۲۰)	زمان‌بندی بهینه وظایف در رایانش ابری با استفاده از الگوریتم ترکیبی کرم شب تاب-ژنتیک	۱. ارائه راه‌حل بهینه برای زمان‌بندی وظایف ۲. توزیع برابر وظایف برای ماشین‌های مجازی ۳. کاهش زمان برای فرایند تخصیص وظایف به ماشین‌های مجازی ۴. قابلیت جستجوی مؤثر و سریعی در یک محیط ابری پویا ۵. سرعت همگرایی بالا ۶. تخصیص بهینه منابع ۷. کاهش زمان اجرا	۱. عدم توجه به کاهش فضای راه حل ۲. عدم توجه به مقیاس‌بندی مرکز داده ۳. عدم توجه به توان محاسباتی ۴. هم زمان اجرا نشدن کارها

جدول (۱): مقایسه الگوریتم‌های ارائه شده

نویسندگان	عنوان مقاله	مزایا	معایب
کاشی کولایی و همکاران (۲۰۲۰)	بهبود زمان بندی وظایف در رایانش ابری بر اساس الگوریتم رقابتی امپریالیستی و الگوریتم فرقی	۱. بهبود زمانبندی ۲. توازن بار در رایانش ابری ۳. کاهش زمان مصرفی CPU ۴. افزایش تعادل بار ۵. افزایش درصد کارایی و ماندگاری	۱. عدم توجه به کاهش فضای راه حل ۲. عدم توجه به مقیاس بندی مرکز داده ۳. عدم توجه به توان محاسباتی ۴. عدم توجه به سرعت همگرایی ۵. زمان بالای تخصیص وظایف به ماشین‌های مجازی ۶. هم زمان اجرا نشدن کارها
مهرآوران و همکاران (۲۰۲۰)	زمان بندی گردش کار در محیط ابر ترکیبی با در نظر گرفتن امنیت کارها و ارتباطات با الگوریتم ازدحام ذرات بهبود یافته	۱. کاهش زمان اجرا ۲. کاهش در هزینه‌های کلی مرکز داده ۳. حداقل کردن فاصله امنیتی کارها و داده‌ها	۱. عدم توجه به کاهش فضای راه حل ۲. عدم توجه به مقیاس بندی مرکز داده ۳. عدم توجه به سرعت همگرایی
محمدزاده و همکاران (۲۰۲۰)	ارائه یک الگوریتم بهبود یافته بهینه سازی گرگ‌های خاکستری برای زمان بندی جریان کار در محیط محاسبات ابری	۱. کاهش زمان اجرا ۲. افزایش سرعت همگرایی ۳. جلوگیری از افتادن در بهینه محلی	۱. عدم توجه به مقیاس بندی مرکز داده ۲. عدم توجه به کاهش فضای راه حل ۳. عدم توجه به مصرف انرژی
مصطفوی و همکاران (۲۰۲۰)	زمان بندی آینده‌نگرانه وظایف در محاسبات ابری مبتنی بر یادگیری تقویتی	۱. کاهش زمان پاسخ ۲. کاهش زمان انتظار ۳. کاهش زمان تکمیل کار ۴. افزایش نرخ بهره‌وری منابع	۱. عدم توجه به مقیاس بندی مرکز داده ۲. عدم توجه به کاهش فضای راه حل ۳. عدم توجه به مصرف انرژی
مناصراه و همکاران (۲۰۱۸)	زمان بندی گردش کار با استفاده از الگوریتم ترکیبی GA-PSO در رایانش ابری	۱. کاهش زمان اجرا ۲. کاهش هزینه اجرا ۳. تخصیص کارها به منابع با در نظر گرفتن طول کارها و توانایی‌های منابع ۴. بهبود میانگین درجه عدم تعادل ۵. توجه به مقیاس بندی مرکز داده	۱. هم زمان اجرا نشدن کارها ۲. عدم توجه به سرعت همگرایی ۳. فضای بالای راه حل
خضرو جعفری (۲۰۱۹)	زمان بندی کارها در محیط‌های ابری با استفاده از چارچوب نگاشت - کاهش و الگوریتم ژنتیک	۱. هم زمان اجرا شدن کارها ۲. کاهش پیچیدگی زمانی ۳. کاهش زمان اجرای برنامه ۴. سرعت همگرایی بالا	۱. عدم توجه به مقیاس بندی مرکز داده ۲. عدم توجه به کاهش فضای راه حل ۳. عدم توجه به استفاده از منابع
ستاری و همکاران (۲۰۲۰)	بهره‌گیری از الگوریتم پرش ترکیبی قورباغه جهت کاهش مصرف انرژی مراکز داده ابری از طریق بهینه‌سازی مدیریت زمان بندی کارها و ترکیب مؤثر ماشین‌های مجازی	۱. کاهش زمان اجرا ۲. سرعت همگرایی بالا ۳. انعطاف پذیری بالا در برابر مشکل بهینه محلی ۴. کاهش مصرف انرژی ۵. تعداد بهینه مهاجرت‌های ماشین مجازی	۱. عدم توجه به کاهش فضای راه حل ۲. عدم توجه به مقیاس بندی مرکز داده

رسیدگی کردن و انجام آنها، فرآیند زمان بندی و تخصیص منابع کاری دشوار می شود و باید از طریق الگوریتم مناسب این زمان بندی بین فراهم کننده منابع و درخواست کاربران انجام شود. در اینجا روش متفاوت را برای این نوع زمان بندی وظایف با الگوریتم ژنتیک بررسی گردید. که هر کدام از این روش ها دارای نقاط ضعف و قوت خاص خودشان هستند. الگوریتم های زمان بندی موجود در این پژوهش اهدافی دارند که عبارتند از: به حداقل رساندن کل زمان اجرای کار، افزایش قدرت پردازش، حداقل رساندن کل زمان پردازش، به حداقل رساندن طول برنامه، کاهش مصرف انرژی، دستیابی توان بالای سیستم و غیره است. زمان بندی در سیستم های رایانش توزیع شده یک مسئله مهم می باشد و الگوریتم های زمان بندی گوناگونی در این زمینه ارائه شده است. پیشنهاد می شود به عنوان پژوهش های بعدی از سایر الگوریتم های فرابتکاری به منظور زمان بندی وظایف در مراکز داده های ابری استفاده گردد و نتایج حاصله با الگوریتم ژنتیک ارائه در این پژوهش مقایسه گردد. همچنین، می توان جهت کاهش پیچیدگی زمانی محاسباتی الگوریتم ژنتیک ارائه شده از روش موازی سازی استفاده نمود. پردازش موازی یکی از مهم ترین برتری های الگوریتم ژنتیک می باشد، به این معنی که در این روش به جای یک متغیر، در یک زمان یک جمعیت را به سوی نقطه بهینه رشد می دهید. بنابراین سرعت همگرایی روش بسیار بالا می رود.

محاسباتی ابر بازی می کند و این نوع زمان بندی بر اساس یک معیار تنها نمی تواند انجام شود، بلکه تعداد زیادی قوانین و شرایط به صورت یک توافق بین کاربران و فراهم کنندگان ابر باید در نظر گرفته شوند. در واقع این توافق، کیفیت سرویسی است که کاربران از فراهم کنندگان انتظار دارند. مراکز داده ابر نه تنها باید این وظیفه های عظیم را اجرا کنند بلکه باید نیازمندی های چندگانه کاربران مختلف را ارضاء کنند. به عنوان نمونه در مقاله منصوری و همکاران (۲۰۲۱) و مقاله مهرآوران و همکاران (۲۰۲۰) عنصر امنیت در زمان بندی وظایف در نظر گرفته شده است در حالی که در سایر مقالات به این عنصر، توجهی نشده است. یا در الگوریتم ترکیبی بر پایه الگوریتم ژنتیک و الگوریتم کلونی مورچگان که توسط آجمال و همکاران (۲۰۲۱) ارائه شده به طور موثر فضای راه حل را با تقسیم وظایف به گروه ها و با شناسایی ماشین های مجازی بارگذاری شده کاهش می دهد. همچنین، بررسی نتایج مقالات نشان می دهد که الگوریتم های ترکیبی کارایی و کیفیت بالاتری را نتیجه می دهند. از سوی دیگر الگوریتم پرش ترکیبی قورباغه ارائه شده توسط ستاری و همکاران (۲۰۱۸)، سرعت همگرایی مناسب و انعطاف پذیری بهتر در برابر مشکل بهینه محلی، بهبود قابل توجهی نسبت به روش های سیستم تجمع مورچگان (ACO) و الگوریتم ژنتیک (GA) جهت مصرف انرژی و مهاجرت ماشین مجازی فراهم می آورد. زمانی که وظایف و درخواست ها برای منابع زیاد شود،

منابع

- 6-Abualigah, L., Diabat, A. (2021). A novel hybrid antlion optimization algorithm for multi-objective task scheduling problems in cloud computing environments. *Cluster Comput*, 24(): 205-223.
- 7-Ajmal, M.S., Iqbal, Z., Zeeshan Khan, F., Ahmad, M., Ahmad, I., Gupta, B.B. (2021). Hybrid ant genetic algorithm for efficient task scheduling in cloud data centers, *Computers & Electrical Engineering*, 95(): 107-119.
- 8-Alharbi, F., Tian, Y.C., Tang, M., Zhang, w.Z., Peng, C., Fei, M. (2019). An Ant Colony System for energy-efficient dynamic Virtual Machine Placement in data centers, *Expert Systems with Applications*, 120(): 228-238.
- 9-Arunarani, A.R., Manjula, D., Sugumaran, V. (2019). Task scheduling techniques in cloud computing:

- A literature survey, *Future Generation Computer Systems*, 91(): 407-415.
- 10-Asima, M., Ali Abbaszadeh Asl, A. (2019). Developing a Hybrid Model to Estimate Expected Return Based on Genetic Algorithm. *Financial Research Journal*, 21(1), 101-120.
- 11-Azizi, S., Zandsalimi, M., Li, D. (2020). An energy-efficient algorithm for virtual machine placement optimization in cloud data centers. *Cluster Comput* 23(): 3421-3434.
- 12-Domanal, S.G., Reddy, G.R.M. (2018). An efficient cost optimized scheduling for spot instances in heterogeneous cloud environment. *Future Generation Computer Systems*, 84(): 11-21.
- 13-Dubey, K., Kumar, M., Sharma, S. C. (2018). Modified HEFT Algorithm for Task Scheduling in Cloud Environment, *Procedia Comput. Sci.*, 125(), 725-732.
- 14-Gharehpasha, S., Masdari, M., Jafarian, A. (2019). A New Approach for Optimal Placement of Virtual Machines in Cloud Datacenters Using Discrete Gravitational Search Algorithm and Chaotic Functions. *Journal of Soft Computing and Information Technology*, 8(2): 44-54.
- 15-Gharehpasha, S., Masdari, M., Jafarian, A. (2020). The Placement of Virtual Machines Under Optimal Conditions in Cloud Datacenter. *Information Technology and Control*, 48(4).
- 16-Hsieh, S.H., Liu, C.S., Buyya, R., Zomaya, A.Y. (2020). Utilization-prediction-aware virtual machine consolidation approach for energy-efficient cloud data centers, *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 139(): 99-109.
- 17-Jana, B., Chakraborty, M., Mandal, T. (2019). A Task Scheduling Technique Based on Particle Swarm Optimization Algorithm in Cloud Environment. In: Ray K., Sharma T., Rawat S., Saini R., Bandyopadhyay A. (eds) *Soft Computing: Theories and Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Singapore, 742(): 525-536.
- 18-Jiang, Y., Wu, P., Zeng, J., Zhang, Y., Zhang, Y., Wang, S. (2019). Multiparameter and multi-objective optimisation of articulated monorail vehicle system dynamics using genetic algorithm, *Veh. Syst. Dyn*: 1-18.
- 19-Kashikolaei, S.M.G., Hosseinabadi, A.A.R., Saemi, B., Shareh, M.B., Sangaiah, A.K. and Bian, G.B. (2020). An enhancement of task scheduling in cloud computing based on imperialist competitive algorithm and firefly algorithm. *The Journal of Supercomputing*, 76(8): 6302-6329.
- 20-Khezr, N., Jafari Novimipour, N. (2019). Scheduling tasks in cloud environments using mapping framework - reduction and genetic algorithm *Research Areas: General, Journal of Information and Communication Technology*, 10(37): 71-84.
- 21-Li, X.Y., Liu, Y., Lin, Y.H., Xiao, L.H., Zio, E., Kang, R. (2021). A generalized petri net-based modeling framework for service reliability evaluation and management of cloud data centers, *Reliability Engineering & System Safety*, 207(): 107-181.
- 22-Liang, B., Dong, X., Wang, Y., Zhang, X. (2020). Memory-aware resource management algorithm for low-energy cloud data centers, *Future Generation Computer Systems*, 113(): 329-342.
- 23-Manasrah, A., Ba Ali, H. (2018). Workflow Scheduling Using Hybrid GA-PSO Algorithm in Cloud Computing *Hindawi January 2018 Wireless Communications and Mobile Computing*, 8(3):1-16 .
- 24-Mansouri, N., Mohammad Hasani Zade, B., Ghafari, R. (2021). Security-aware Task Scheduling Algorithm based on Multi Adaptive Learning and PSO Technique. *Electronic and Cyber Defense*, 9(2), 159-178.
- 25-Mehravar, M., Pajoohan, M., Adibnia, F. (2020). Secure and confidential workflow scheduling in hybrid cloud using improved particle swarm optimization algorithm. *Electronic and Cyber Defense*, 7(4): 131-145.
- 26-Mishra, S.K., Sahoo, B., Parida, P.P. (2020). Load balancing in cloud computing: A big picture, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 32(2): 149-158.
- 27-Mohammadzadeh, A., Masdari, M., Soleimani Gharehchopogh, F., Jafarian, A. (2020). An Improved Grey Wolves Optimization Algorithm For Workflow Scheduling In Cloud Computing Environment. *Journal of Soft Computing and Information Technology*, 8(4): 17-29.
- 28-Mostafavi, S., Ahmadi, F., Agha Sarraam, M. (2020). Reinforcement-Learning-based Foresighted

- Task Scheduling in Cloud Computing. *Tabriz Journal Of Electrical Engineering*, 50(1), 387-401.
- 29-Ponraj, A. (2019). Optimistic virtual machine placement in cloud data centers using queuing approach, *Future Generation Computer Systems*, 93(): 338-344.
- 30-Rahmani, S., Khajehvand, V., Torabian, M. (2020). Burst-aware Placement for Improving VM Consolidation in Cloud Environment. *Journal of Soft Computing and Information Technology*, 9(3): 1-14.
- 31-Rajagopalan, A., Modale, D.R., Senthilkumar, R. (2020). Optimal scheduling of tasks in cloud computing using hybrid firefly-genetic algorithm. In *Advances in decision sciences, image processing, security and computer vision*. Springer, Cham: 678-687.
- 32-Satpathy, A., Addya, S.K., Turuk, A.K., Majhi, B., Sahoo, G. (2018). Crow search based virtual machine placement strategy in cloud data centers with live migration, *Computers & Electrical Engineering*, 69(): 334-350.
- 33-Sattari Naeini, V., Salem, Y., Rashedi, E. (2018). Application of Shuffled Frog-Leaping Algorithm to Reduce Energy Consumption in Cloud Data Centers by Optimizing Scheduling Management and Virtual Machines Consolidation. *Tabriz Journal Of Electrical Engineering*, 48(2), 687-698.
- 34-Thein, T., Myo, M.M., Parvin, S., Gawanmeh, A. (2020). Reinforcement learning based methodology for energy-efficient resource allocation in cloud data centers, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 32(10): 1127-1139.
- 35-Varghese, B., Buyya, R. (2018). Next generation cloud computing: New trends and research directions, *Future Generation Computer Systems*, 79(): 849-861.
- 36-Yazdanbakhsh, M., Khorsand, R. (2019). A Task Scheduling Strategy to Improve Qualitative Features in the Cloud Computing Environment. *Tabriz Journal Of Electrical Engineering*, 49(3), 1427-1437.

©Authors, Published by Journal of Intelligent Knowledge Exploration and Processing. This is an open-access paper distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

