ICWR2022
May 11-12, 2022; Tehran, Iran
8th International Conference on Web Research

Security and Performance-aware Virtual Machine Placement in Cloud Computing Environments

Ghazaleh Bakhtiariazad*[1], Mehrdad Ashtiani[2]

[1] School of Computer Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
ghazale_bakhtiari@comp.iust.ac.ir

[2] School of Computer Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
m_ashtiani@comp.iust.ac.ir

Abstract

The current trend in the field of computer systems is moving in the direction that users, instead of launching the services they need on traditional data centers, procure them from providers that provide these services through the Internet and are responsible for setting them up and maintaining them. These centers have a pool of resources that create the image of unlimited resources for users. Also, the services of these providers benefit from a high degree of flexibility, as a result of which the client can receive exactly the resources corresponding to their needs and pay the same amount. With the expansion of cloud data centers, the placement of virtual machines in existing systems with awareness of factors such as security, energy and data traffic between different machines has become main concerns of these centers. This is because not paying attention to these factors and using random, greedy or intermittent algorithms entails high financial and security costs for cloud service providers. In this study, we were able to provide a way to improve the security and location of virtual machines compared to other methods using a more accurate and appropriate decision to improve each, respectively, by an average of 15% and 23%.

Keywords: Security risks awareness, Virtual machine placement, Cloud computing, Performance in cloud centers

ICWR2022
May 11-12, 2022; Tehran, Iran
8th International Conference on Web Research

ارائه روشی به منظور جایابی ماشین‌های مجازی با آگاهی از امنیت و کارایی

غزاله بختیاری آزاد*[1]، مهرداد آشتیانی[2]

[1] دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران،
ghazale_bakhtiari@comp.iust.ac.ir

[2] دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران،
m_ashtiani@comp.iust.ac.ir

چکیده

روند جاری در حوزه سامانه‌های کامپیوتری به سمتی پیش می‌رود که کاربران در عوض راه‌اندازی خدمات مورد نیاز خود بر روی مراکز داده‌ی سنتی، آن‌ها را از ارائه‌دهندگانی تهیه نمایند که این خدمات را از طریق اینترنت عرضه کرده و وظیفه راه‌اندازی و نگهداری آن‌ها را بر عهده می‌گیرند. این مراکز دارای استخری از منابع هستند که تصویر وجود منابع نامحدود را برای کاربران ایجاد می‌کند. خدمات این ارائه‌دهندگان از قابلیت انعطاف بالایی بهره می‌برند که درنتیجه آن متقاضی می‌تواند دقیقا منابع متناظر با نیاز خود را دریافت کرده و به همان میزان نیز هزینه پرداخت نماید. با گسترش مراکز داده ابری، نحوه قرارگیری ماشین‌های مجازی در سیستم‌های موجود با آگاهی از عواملی مانند امنیت، انرژی و ترافیک داده‌های انتقالی بین ماشین‌های مختلف تبدیل به یکی از دغدغه‌های اصلی این مراکز شده است. این امر به این دلیل است که عدم توجه به این عوامل و استفاده از الگوریتم‌های تصادفی، حریصانه یا نوبتی هزینه‌های مالی و امنیتی بالایی برای سرویس‌دهنده‌های ابری در بر داشته باشد. در این پژوهش، توانستیم روشی ارائه دهیم تا امنیت و کارایی جانمایی ماشین‌های مجازی را نسبت به سایر روش‌های ارائه‌شده با استفاده از تصمیم دقیق‌تر و مناسب‌تری هریک به ترتیب و به طور میانگین به میزان ۱۵٪ و ۲۳٪ بهبود ببخشد.

کلمات کلیدی

آگاهی از مخاطرات امنیتی، جانمایی ماشین‌های مجازی، کارایی مراکز ابری، محاسبات ابری.

۱- مقدمه

فراهم‌کنندگان زیرساخت ابری برای خدمت‌رسانی به مشتریان خود مراکز داده‌ای را ایجاد کرده‌اند که از تعداد زیادی ماشین‌مجازی و ماشین فیزیکی تشکیل شده است. از اولین روزهای بوجود آمدن خدمات مبتنی بر محاسبات ابری رویکردهای متفاوتی برای جانمایی ماشین‌های مجازی بر روی ماشین‌های فیزیکی پیشنهاد شده است. مطابق تحقیقات صورت گرفته تا به امروز در حدود پنجاه و شش رویکرد متفاوت برای جانمایی ماشین‌های مجازی بر روی ماشین‌های فیزیکی پیشنهاد شده است [1]. از بین این رویکردها، رویکردهای ذیل بیشترین میزان تحقیقات را به خود اختصاص داده‌اند:

۱- کمینه‌سازی مصرف انرژی: هدف اصلی این رویکرد کاهش مصرف انرژی برق است، زیرا انرژی یکی از چالش‌هایی است که بر روی قیمت یک خدمت اثر مستقیم دارد و از سوی دیگر آثار مرتبط با محیط زیست دارد. این رویکرد از جانمایی ماشین‌های مجازی، حدود پنجاه درصد تحقیقاتی که در زمینهٔ جانمایی ماشین‌های مجازی صورت گرفته است را به خود اختصاص داده است [2].

۲- کمینه‌سازی ترافیک شبکه: هدف اصلی این رویکرد کاهش ترافیک شبکه است زیرا افزایش ترافیک شبکه ممکن است در کیفیت ارائه خدمت تاثیر گذار باشد و زمان پاسخ را طولانی کند [3].

۳- بهبود صرفهٔ اقتصادی: هدف عمدهٔ این رویکرد افزایش بازگشت سرمایه برای فراهم‌کنندگان زیرساخت مجازی‌سازی و یا ابرهای عمومی است. برای نیل به این هدف چندین بعد مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. مهمترین فاکتوری که برای افزایش بازگشت سرمایه در نظر گرفته شده، کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های عملیاتی است [4].

۴- بیشینه‌سازی کارایی: هدف این رویکرد افزایش سطح دسترسی‌پذیری یک خدمت به همراه افزایش کارایی است. در این رویکرد از معیارهای کیفیت خدمت استفاده شده است [5].

۵- بیشینه‌سازی مصرف منابع: هدف این رویکرد آن است تا از منابع موجود در یک مرکزداده به صورت کارا و متعادل استفاده شود [1].

این درحالی است که جانمایی ماشین‌های‌مجازی با رویکردی امنیتی کمتر از پنج درصد از تحقیقات انجام شده را به خود اختصاص داده است [1]. اما با افزایش حملات به لایهٔ مجازی‌سازی در محیط‌های مبتنی بر ابر در سال‌های اخیر، باعث شده است تا تحقیقات دانشگاهی و صنعتی به این رویکرد توجه ویژه پیدا کنند. در همین راستا در این مطالعه برای بر طرف کردن چالش‌های امنیتی در لایهٔ مجازی سازی که پیش‌تر به آن‌ها ا شاره شد، مدلی ارائه شده است که با توجه به آسیب‌پذیری‌های موجود در خدمات، عمل جانمایی ماشین‌های مجازی بر روی ماشین‌های فیزیکی را به صورت خودکار و با آگاهی نسبت به مخاطرات امنیتی انجام می‌دهد. در مدل ارائه شده هدف کمینه‌سازی مخاطرات امنیتی در لایهٔ مجازی خواهد بود و برای نیل به این هدف، امر جانمایی ماشین‌های‌مجازی به صورتی انجام خواهد شد که ماشین‌های‌مجازی با آسیب‌پذیری‌های پر مخاطره بر روی یک ماشین فیزیکی جانمایی نشوند تا در ادامه مهاجم نتواند از این آسیب‌پذیری‌ها برای رسوخ به سایر خدمات استفاده کند.

۲- کارهای مرتبط

در این بخش به مقایسه روش‌های ارائه شده در حوزه کاهش مخاطرات امنیتی موجود در منابع اشتراکی مجازی پرداخته می‌شود. برای درک بهتر تفاوت هر یک از این روش‌ها، آورده شده است. در جدول (۱) روش‌ها بر اساس معیارهای ذیل ارزیابی شده‌اند:

۱. نیاز به اظهار نظر کاربران و یا فراهم‌کننده زیرساخت ابری وجود دارد.
۲. معیارهای دیگر در نظر گرفته شده است.
۳. در راه‌کار از روش تصادفی در همه یا قسمتی از آن استفاده شده است.

۳- روش پیشنهادی

در راه‌کار پیشنهادی زمان‌بند عمومی به گونه‌ای طراحی شده‌است که در ابتدا فراهم‌کننده‌ی ابر با توجه به نیازهای مرکز خود می‌تواند سیاست‌هایی را تعیین کرده و با توجه به اهمیت آن‌ها به هریک وزن دهد. با توجه به موضوع پژوهش برای سیاست‌های مرکز داده چهار معیار اصلی جهت جانمایی امن ماشین‌های مجازی و حفظ کارایی در نظر گرفته شده است که به صورت زیر تعریف شده‌اند:

تعداد ماشین‌های مجازی که کاربر درخواست‌کننده از پیش بر روی یک ماشین فیزیکی داشته‌است: در واقع در این مدل ماشین‌های فیزیکی که در حال حاضر میزبان تعدادی از ماشین‌های مجازی درخواست‌کننده هستند اولویت بیشتری دارند. دلیل انتخاب این سیاست این است که با قرار دادن حداکثری تعداد ماشین‌های مجازی یک کاربر بر روی یک ماشین فیزیکی از هم‌مکانی ماشین‌های او با ماشین‌های سایر کاربران تا حد خوبی جلوگیری شود چرا که همانطور که پیش‌تر ذکر شد این هم‌مکانی روزنه خوبی برای رسوخ به سایر ماشین‌ها و به خطر انداختن امنیت مرکز است.

مدت زمان بی‌خطر بودن کاربر درخواست‌کننده روی یک ماشین فیزیکی: علاوه‌بر اینکه داشتن ماشین مجازی بر روی یک ماشین فیزیکی معیار مناسبی برای انتخاب آن ماشین به عنوان میزبان ماشین مجازی جدید است، قدمت بی‌خطر بودن فعالیت‌های کاربر درخواست‌کننده بر روی یک ماشین فیزیکی نیز می‌تواند اولویت انتخاب آن ماشین را افزایش دهد چرا که هرچه یک کاربر زمان طولانی‌تری مهمان بی‌خطر یک ماشین فیزیکی باشد میزبانی آن ماشین فیزیکی برای ماشین‌های مجازی جدید این کاربر احتمال به مخاطره انداختن امنیت مرکز را کاهش می‌دهد زیرا این بدان معنی است که یا کاربر مورد نظر در کل کاربری بی‌خطر است و یا در این ماشین فیزیکی نمی‌تواند مخاطره‌ای ایجاد کند.

سطح اهمیت ماشین فیزیکی: گاهی ممکن است یک ماشین فیزیکی میزبان تعدادی ماشین مجازی باشد که حاوی اطلاعات مهمی بوده و در امان بودن این ماشین‌ها از نظر فراهم‌کننده ابر و یا به درخواست کاربر بسیار مهم است بنابراین فراهم‌کننده ابر با وزن دادن به این معیار سطح اهمیت آن ماشین فیزیکی در برابر مخاطرات امنیتی را تعیین کرده و در هنگام انتخاب ماشین فیزیکی هرچه اهمیت یک ماشین فیزیکی بیشتر باشد اولویت کمتری برای انتخاب به عنوان میزبانی خواهد داشت.

تعداد هسته‌های ماشین فیزیکی: به جهت حفظ کارایی مرکز هرچه تعداد هسته‌های ماشین فیزیکی کمتر باشد اولویت بیشتری برای انتخاب به عنوان میزبان خواهد داشت چرا که در این صورت ظرفیت‌های بیشتر برای ماشین‌های مجازی با نیازهای بیشتر ذخیره خواهد شد. پس از تعیین وزن برای معیارهای ذکر شده توسط فراهم‌کننده ابر شکل (۱)، مرکز داده آماده پذیرش ماشین‌های مجازی از سوی کاربران خواهد شد که در ادامه به بررسی

جدول (۱) : مقایسه روش‌های ارائه شده مرتبط با مطالعه جاری

مطالعه	تعامل کاربر یا فراهم‌کننده زیر ساخت ابری	ارزیابی امنیتی	چند معیاره بودن	انتخاب تصادفی
الگوریتم استاندارد [6]	✓	-	×	×
مدل یوچی و همکاران [7]	✓	CVSS	×	×
مدل آگاروال و دونگ [8]	×	-	✓	✓
مدل هان و همکاران [9]	✓	CVSS	✓	✓
مدل کارون و همکاران [10]	✓	-	×	✓
مدل آذر و همکاران [11]	✓	-	×	×
مدل احمد و همکاران [12]	×	-	✓	✓
مدل پیشنهادی	✓	-	✓	×

نحوه جانمایی ماشـــین مجازی جدید با توجه به راه‌کار پیشـــنهادی خواهیم پرداخت. مطابق این روش همانطور که در شـــکل (۲) قابل مشـــاهده اســـت، هنگامی که یک ماشین مجازی از سوی یک کاربر درخواست می‌شود، ابتدا از بین تمامی ماشـــین‌های فیزیکی موجود در مرکز آن‌هایی که منابع کافی برای پذیرش ماشین مجازی جدید دارند به عنوان کاندید انتخاب می‌شوند.

ســـپس با توجه به معیارهایی که پیش‌تر ذکر شـــد و وزنی که از پیش تو سط فراهم‌کننده ابر به آن‌ها داده شده به هر یک از کاندیدها امتیازی تعلق می‌گیرد که در ادامه به نحوه امتیازدهی به ما شین‌های فیزیکی بی شتر خواهیم پرداخت. در نهایت ما شین فیزیکی که بی شترین امتیاز را ک سب کرده‌ا ست به عنوان میزبان ماشین مجازی درخواست شده انتخاب می‌شود.

۱-۳- امتیازدهی به ماشین های مجازی

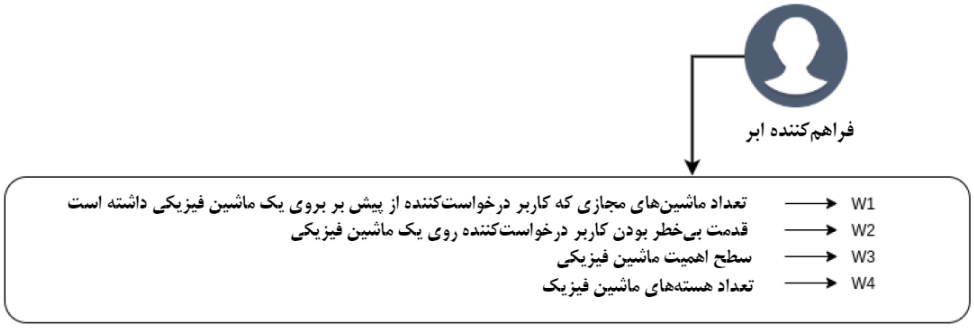
همانطور که پیش‌تر ذکر شد امتیازدهی به ماشین‌های فیزیکی کاندید بر اساس پارامترهای تعیین شده توسط فراهم‌کننده ابر و وزن آن‌ها می‌باشد. برای پارامتر اول، تعداد ماشین‌های مجازی که کاربر درخواست‌کننده از پیش بر روی یک ماشین فیزیکی داشته‌است، هر تعداد ماشین مجازی که این کاربر روی تمامی ماشین‌های فیزیکی کاندید داشته است را حساب کرده و با ضرب این تعداد در وزن پارامتر مذکور به امتیاز هر ماشین فیزیکی اضافه می‌کنیم. محاسبه امتیاز با توجه به پارامتر دوم نیز به این صورت است که تاریخ شروع جانمایی را از تاریخی که کاربر فعالیت مخربی روی یک ماشین فیزیکی نداشته است (برای کاربرانی که مخرب نیستند این تاریخ مربوط می‌شود به اولین ماشین مجازی آن‌ها که مهمان یک ماشین فیزیکی شده است) کم کرده و بدین صورت قدمت بی‌خطر بودن او روی ماشین فیزیکی بدست می‌آید که با ضرب این مقدار در وزن تعیین شده برای این پارامتر امتیاز آن ماشین فیزیکی افزایش می‌یابد. میزان اهمیت ماشین فیزیکی را نیز در اهمیت آن که با وزن نمایان می‌شود ضرب کرده و از امتیاز هر ماشین فیزیکی کم می‌کنیم. برای آخرین معیار یعنی تعداد هسته‌های هر ماشین فیزیکی نیز تعداد را در وزن آن ضرب کرده و از امتیاز ماشین کم می‌کنیم چرا که هرچه تعداد هسته‌ها کمتر باشد بهتر است. به طور خلاصه امتیاز هر ماشین فیزیکی با توجه به مطالب بیان شده در فرمول (۱) قابل بیان است.

$$Score = Numer\ of\ vms * W1 + History\ of\ benign\ act * W2 - Importance\ of\ pm * W3 - Numbers\ of\ cores * W4 \quad (۱)$$

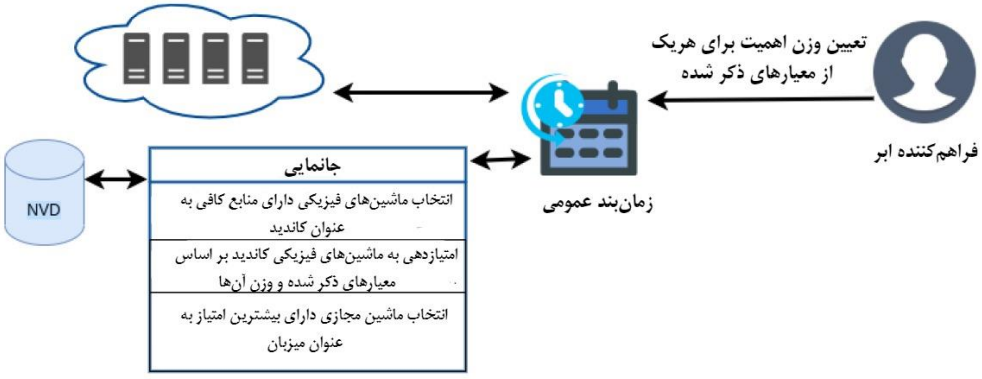
به طور کلی شبه کد مدل پیشنهادی در شکل (۳) قابل مشاهده است:

٤- ارزیابی روش پیشنهادی

ارزیابی روش پیشنهادی به شرح زیر است:



شکل (۱): تعیین وزن برای معیارهای تعریف شده توسط فراهم‌کننده.



شکل (۲): مدل کلی راه‌کار پیشنهادی.

```
input: W1,W2,W3,W4, Requested VM
Output: Assignment of Vm to a Pm
pm_list: all pms in cloud center
candidate pms <- all Pm ∈ pm_list s.t. pm has enough resources for
Vm
 for pm in candidate_pms:
        if user in pm.user_list:
score[pm.name] += W1
score[pm.name] += calculate_date()
        score[pm.name] -= W3

        end if
        score[pm.name] -= pm.core * W4
end for
calculate_date()
        return date.now - user.safenessDate
assign Vm to pm with most score
```

شکل (۳): شبه کد مدل پیشنهادی.

۱-٤- محیط آزمایش

در برای ارزیابی و پیاده‌سازی روش ارائه شده در این گزارش، زبان برنامه‌نویسی جاوا، تحت سیستم عامل لینوکس به کار گرفته عامل شده‌است. سخت‌افزار مورد استفاده عبارت است از:

۱. پردازنده *core i7*.
۲. ۱۶ گیگ حافظه اصلی.
۳. ۳ ترابایت دیسک.

۲-٤- فرضیات و معیارهای ارزیابی

بخش برای بررسی عملکرد مدل ابتدا لازم بود تا معیارهایی برای ارزیابی آن داشته باشیم. این معیارها هم باید امنیت و هم کارایی مدل را ارزیابی کنند و از آنجا که این معیارها جهت مقایسه روش پیشنهادی با سایر روش‌ها نیز استفاده می‌شود از معیارهای ارزیابی آن‌ها استفاده شده‌است.

معیار مقاومت در برابر هم‌مکانی: در حال حاضر هیچ معیار استانداردی برای ارزیابی امنیت مراکز ابری با توجه به حملات مبتنی بر مکان‌یابی مشترک وجود ندارد. آذر و همکاران [11] ایده‌ی "مقاومت در برابر هم‌مکانی" را به عنوان یک معیار ارزیابی مقاومت یک مرکز ابری در برابر حملات مبتنی بر مکان‌یابی مشترک معرفی کرده‌است. در "مقاومت در برابر هم‌مکانی"، مهاجم تنها علاقه‌مند است تا خود را در کنار حداقل یکی از ماشین‌های مجازی هدف خود قرار دهد. بنابراین، اگر یک کاربر مخرب در مکان‌یابی مشترک ماشین‌های مجازی خود با حداقل یکی از ماشین‌های مجازی یک کاربر بی‌خطر، موفق شود، کاربر بی‌خطر احتمال دارد به خطر بیفتد. بدیهی است که در یک مرکز ابری ممکن است چندین کاربر مخرب تلاش‌های فراوانی در به خطر انداختن کاربران بی‌خطر انجام دهند. با در نظر گرفتن این قضیه، ما یک کاربر را "ایمن" تعریف می‌کنیم اگر هیچ یک از ماشین‌های مجازی وی مکان مشترکی با ماشین‌های مجازی کاربران مخرب در فرایند جانمایی نیابد.

اکنون تعریف می‌کنیم که "مقاومت در برابر هم‌مکانی" ابری برابر است با نرخ کاربران بی‌خطری که ایمن هستند به روی تعداد کل کاربران بی خطر که در فرمول (۲) تعریف می‌شود. مقاومت در برابر هم‌مکانی همچنین می‌تواند به عنوان احتمال ایمن بودن یک کاربر بی‌خطر تصادفی ذکر شود. همچنین لازم به ذکر است که مقاومت در برابر هم‌مکانی یک عدد واقعی بین ۰ و ۱ است. مقاومت در برابر هم‌مکانی ۰ است هنگامی که هیچ یک از کاربران بی‌خطر ایمن نباشند و از طرفی این معیار ۱ است هنگامی که تمامی کاربران بی‌خطر ایمن باشند. بنابراین هدف ما افزایش حداکثری مقدار مقاومت در برابر هم‌مکانی است و این مقدار را به صورت درصدی نشان خواهیم داد.

$$\text{مقاومت در برابر هم مکانی} = \frac{\text{تعداد کاربران بی‌خطری که ایمن هستند}}{\text{تعداد کل کاربران بی‌خطر}} \qquad (۲)$$

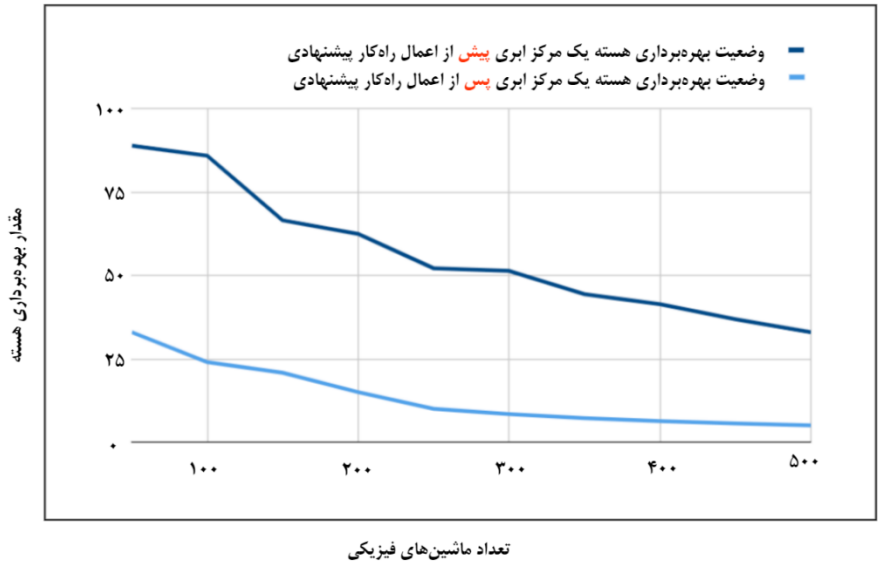
معیار بهره‌برداری هسته: در [8] بیان شده است که مصرف انرژی توسط هسته‌های پردازنده در در ماشین‌های فیزیکی بیش از هر منبع دیگری است. با در نظر گرفتن این نکته می‌دانیم که در یک سناریوی واقعی تقریبا تمامی هسته‌های پردازنده‌ی ماشین‌های فیزیکی زنده توسط ماشین‌های مجازی زنده اشغال می‌شوند اما با اجرای برخی الگوریتم‌های تصمیم‌گیری جانمایی و خاتمه دادن به ماشین‌های مجازی توسط کاربران این امکان وجود دارد که برخی از هسته‌های پردازنده‌ها بیکار بمانند. بنابراین برای ارزیابی کارایی الگوریتم‌های مختلف جانمایی آگاه از استفاده بهینه از منابع از "بهره‌برداری هسته" به عنوان یک معیار استفاده خواهیم کرد. بهره‌برداری هسته برابر است با نرخ تمام هسته‌هایی که توسط ماشین‌های مجازی استفاده می‌شوند ضربدر مدت زمان زنده‌مانی آن‌ها به روی تمام هسته‌های ماشین‌های فیزیکی در مدت زمان زنده‌مانی آن‌ها که به صورت ریاضی مطابق فرمول (۳) تعریف می‌شود:

$$CU = \frac{\sum_{all\ v} V^c \times l_v}{\sum_{all\ p} P^c \times l_p} \qquad (۳)$$

لازم به ذکر است که بهره‌برداری هسته یک مقدار واقعی بین ۰ و ۱ است که این مقدار زمانی ۰ است که تمامی هسته‌های تمام ماشین‌های فیزیکی بیکار بوده و زمانی ۱ است که تمامی هسته‌های تمام ماشین‌های فیزیکی توسط ماشین‌های مجازی اشغال شده باشند. در نتایجی که در ادامه ذکر خواهیم کرد به علت کوچک بودن این مقدار را با مقیاس ×۱۰۰۰ نشان خواهیم داد.

اکنون که معیارهای ارزیابی به طور کامل بررسی شدند برای ارزیابی روش پیشنهادی لازم است تا یک مرکز داده ابری تصور شود و سناریوهای مختلف ارزیابی روی آن اعمال شود که در ادامه ویژگی‌های مرکز ابری را با توجه به سناریوی مربوطه بیان خواهیم کرد. برای مقایسه بهره‌برداری هسته مرکز ابری پیش و پس از اعمال راه‌کار پیشنهادی، ابتدا یک مرکز ابری را تصور کنید که قرار است ۲۰۰ ماشین مجازی با منابع مختلف را روی ماشین‌های فیزیکی خود با منابع مختلف جانمایی کند. بدیهی است برای بررسی کارایی مرکز، تعداد کاربران مخرب و یا بی‌خطر اهمیتی ندارد. نتایج درصد بهره‌برداری هسته در شکل (۴) قابل مشاهده‌است.

مطابق آنچه پیش‌تر در مورد بهره‌برداری هسته ذکر شد، انتظار می‌رفت با افزایش تعداد ماشین‌های فیزیکی آماده برای میزبانی ماشین‌های مجازی درخواست شده باید میزان بهره‌برداری هسته کاهش می‌یافت که همانطور که مشاهده می‌کنید در هر دو حالت این اتفاق افتاد اما به طور کلی درصد بهره‌برداری هسته پس از اعمال الگوریتم جانمایی پیشنهادی بسیار کمتر از



شکل (٤): بهره‌برداری هسته مرکز ابری پیش و پس از اعمال راه‌کار پیشنهادی.

گذشته است و ما به هدف خود در کاهش حداکثری میزان بهره‌برداری هسته رسیدیم.

۳-٤- مقایسه راه‌کار پیشنهادی با دو راهکار دیگر

از میان مطالعات صورت پذیرفته از لحاظ بافت و نحوه‌ی نگرش به مساله مطالعه‌ی آگاروال و دونگ [8] و مطالعه‌ی آذر و همکاران [11] بیشترین نزدیکی به راه‌کار پیشنهادی ما را دارند و همچنین به صورت کامل این دو مطالعه راه‌کار خود را شبیه‌سازی کرده‌اند و شبه کد الگوریتم پیشنهادی خود را در مطالعه خود قرار داده‌اند که امکان مقایسه با راه‌کار ما را امکان‌پذیر می‌نمود، لذا برای بررسی میزان دقت این پژوهش در این قسمت به مقایسه بین راه‌کار پیشنهادی ما و دو راه‌کار ذکر شده خواهیم پرداخت. لازم به ذکر است در دو مطالعه دیگر از روش‌های تصادفی استفاده شده‌است بدین ترتیب برای افزایش دقت ارزیابی سناریوهای متفاوت، هر آزمایش ۲۰ بار تکرار شده و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شده‌است.

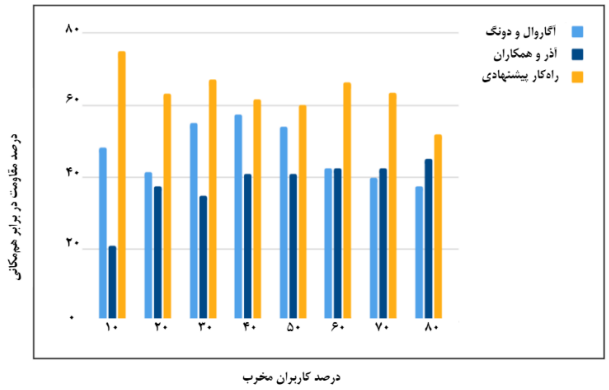
در سناریوی اول شبیه‌سازی و ارزیابی فرض بر وجود ۲۵۰ ماشین فیزیکی با ویژگی‌ها، وزن‌های تعریف شده در بخش مثال عملی و منابع مختلف است که قرار است ۱۲۰ ماشین مجازی که برای سادگی و بررسی بهتر همگی آن‌ها به ۱ هسته، ۱۰ گیگ رم و ۱۰ گیگ دیسک سخت احتیاج دارند، را جانمایی کند. در ابتدا ۱۰ درصد کاربران مخرب هستند و در هر دور شبیه‌سازی به این تعداد ۱۰ درصد دیگر اضافه خواهد شد تا در انتها ۸۰ درصد کاربران درخواست‌کننده مخرب باشند. از آنجا که دو تا از الگوریتم‌ها یعنی راه‌کار پیشنهادی و مطالعه‌ی آگاروال و دونگ از بررسی قدیمی یا جدید بودن کاربر درخواست‌کننده ماشین مجازی استفاده می‌کنند از میان ۱۲۰ ماشین مجازی درخواست شده ممکن است تعدادی از آن‌ها مربوط به کاربران تکراری اعم از مخرب و بی‌خطر باشند. همانطور که در شکل (۵) نمایش داده شده‌است، محور عمودی نشان‌دهنده درصد مقاومت در برابر هم‌مکانی و محور افقی نشان‌دهنده درصد کاربران مخرب درخواست‌کننده است.

همانطور که مشهود است راه‌کار پیشنهادی در تمام موارد از دو راه‌کار دیگر در صد مقاومت در برابر هم‌مکانی بیشتری دارد. بدیهی است با افزایش میزان کاربران مخرب در مرکز مقاومت در برابر هم‌مکانی نیز کاهش می‌یابد علاوه‌بر این با توجه به اینکه دو مطالعه‌ی دیگر از راه‌کار تصادفی در الگوریتم خود استفاده کرده‌اند، عملکرد راه‌کار پیشنهادی تا حد خوبی قابل پیش‌بینی و دیگر الگوریتم‌ها غیر قابل پیش‌بینی هستند. در سناریوی دوم تمامی فرضیات مانند سناریوی اول در نظر گرفته شده‌است با این تفاوت که تعداد ماشین‌های فیزیکی ۵۰۰ تا و تعداد ماشین‌های مجازی جهت جانمایی ۲۰۰ تا در نظر گرفته شده‌است که نتایج ارزیابی سه راه‌کار در شکل (۶) قابل مشاهده است.

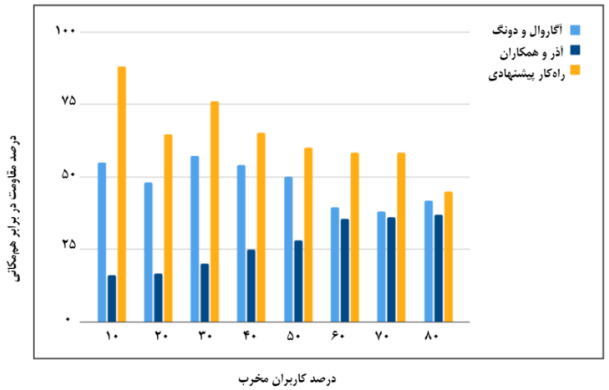
همانطور که مشهود است در این سناریو نیز راه‌کار پیشنهادی در تمام جانمایی‌ها از دو راه‌کار دیگر درصد مقاومت در برابر هم‌مکانی بیشتری دارد. در سناریوی آخر، هدف ما ارزیابی میزان بهره‌برداری هسته بین سه راه‌کار موجود است. بدیهی است در این سناریو درصد کاربران مخرب و بی‌خطر برای ما اهمیتی ندارد چرا که هدف ارزیابی کارایی الگوریتم‌هاست نه امنیت آن‌ها. بنابراین در این سناریو صرفا قرار است تعدادی ماشین مجازی را با سه راه‌کار مدنظر در ۲۰۰ ماشین فیزیکی جانمایی کنیم. در ابتدا تعداد ماشین‌های مجازی ۲۰ عدد است که در هر دور به این تعداد ۲۰ تا ماشین مجازی دیگر اضافه شده تا به ۲۰۰ ماشین مجازی بر سیم. همانطور که در شکل (۷) نمایش داده شده‌است، محور عمودی نشان‌دهنده میزان بهره‌برداری هسته با مقیاس ۱۰۰۰ و محور افقی نشان‌دهنده تعداد ماشین‌های مجازی جهت جانمایی است. همانطور که انتظار می‌رفت با افزایش تعداد ماشین‌های مجازی جهت جانمایی مقدار بهره‌برداری هسته تمامی الگوریتم‌ها افزایش می‌یابد که راه‌کار پیشنهادی در تمامی مراحل از دو راه‌کار دیگر بهره‌برداری کمتری دارد.

۵- نتیجه‌گیری و کارهای آینده

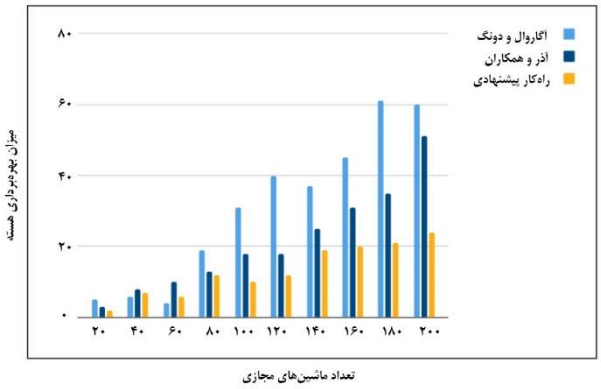
در این مطالعه راه‌کاری را پیشنهاد کردیم تا ماشین‌های مجازی را با رویکرد امنیتی و در نظر گرفتن کارایی جانمایی نماید. در این راه‌کار چهار معیار اصلی



شکل ۵: مقایسه درصد مقاومت در برابر هم‌مکانی با دو راه‌کار دیگر – ۲۵۰ ماشین فیزیکی.



شکل ٦: مقایسه درصد مقاومت در برابر هم‌مکانی با دو راه‌کار دیگر – ۵۰۰ ماشین فیزیکی.



شکل ۷: مقایسه میزان بهره‌برداری هسته با دو راه‌کار دیگر.

برای امتیازدهی به ماشـــین‌های فیزیکی و انتخاب آن‌ها جهت میزبانی در نظر گرفته شده‌است که این چهار معیار به صورت زیر تعریف شده‌اند:

۱- تعداد ماشین‌های مجازی که کاربر درخواست‌کننده از پیش بر روی یک ماشین فیزیکی داشته‌است.

۲- مدت زمان بی‌خطر بودن کاربر درخواست‌کننده روی یک ماشین فیزیکی.

۳- سطح اهمیت ماشین فیزیکی.

۴- تعداد هسته‌های ماشین فیزیکی.

همچنین، این امکان برای فراهم‌کننده ابر در نظر گرفته شـــده‌اســـت تا الویت‌های خود را درباره این خصوصیت‌ها بیان کند و یا خصوصیت جدیدی به خصوصیت‌های موجود اضافه کند و سپس زمان‌بند عمومی با استفاده از این الویت‌ها اقدام به تولید طرح جانمایی نماید.

در آخر برای ارزیابی صـــحت عملکرد روش و دقت آن، آزمایش‌های مختلفی طراحی گردید و در نهایت روش ارائه شده با دو روش که پایه روش پیشنهادی اســت مقایســه شــد. با توجه به ارزیابی و بررســی‌های خروجی آزمایش‌ها، این نتیجه حاصـــل شـــد که روش پیشـــنهادی در تصـــمیم‌گیری برای جانمایی ماشـــین‌های مجازی با آگاهی از امنیت و کارایی توانســـته اســـت با توجه به معیارهای ذکر شـــده عمل جانمایی را به صـــورت موثر و کارایی انجام دهد. از آنجا که روش پیشـــنهادی، دارای مزایایی اســـت، برای بهبود و نزدیکی هرچه بیشتر به واقعیت جای کار دارد. یکی از کارهایی که برای گسترش این مطالعه در نظر گرفته شده‌است اضافه کردن معیارهای جدیدتر به این مدل است که این امر باعث می‌شـــود مدل پیشـــنهادی برای اســـتفاده در محیط‌های گوناگون انعطاف‌پذیر باشد. همچنین این نیاز وجود دارد تا این راه‌کار ارائه شده در محیط عملی و واقعی نیز مورد بررســـی و ارزیابی قرار بگیرد. لذا در مطالعات آتی این برنامه وجود دارد تا راه‌کار پیشنهادی را بر روی چارچوب‌های مدیریت ابر مانند OpenStack و OpenNebula مورد ارزیابی قرار داد تا بتوان محدودیت‌های واقعی و ناپیدای این راه‌کار کشف شود. بر روی این چارچوب‌ها سعی خواهیم کرد تا بتوانیم میزان کارائی، دقت و همچنین ســـرعت در اجرای این راه‌کار را ارزیابی و مقایسه کنیم. ناپیدای این راه‌کار کشف شود. بر روی این چارچوب‌ها سـعی خواهیم کرد تا بتوانیم میزان کارائی، دقت و همچنین سـرعت در اجرای این راه‌کار را ارزیابی و مقایسه کنیم.

مراجع

[1] M. Abdel-Basset, L. Abdle-Fatah, A.K. Sangaiah, An improved Lévy based whale optimization algorithm for bandwidth-efficient virtual machine placement in cloud computing environment. Journal of Cluster Comput 22, 8319–8334, 2019.

[2] X. Zhang, "Energy-aware virtual machine allocation for cloud with resource reservation," Journal of Systems and Software, vol. 147, pp. 147-161, 01 01 2019.

[3] S. Feizollahibarough, M. Ashtiani, A security-aware virtual machine placement in the cloud using hesitant fuzzy decision-making processes. J Supercomput 77, 5606–5636, 2021.

[4] N. R. Rao, E., Hershey and S. Bakhtiar, "Digital Economy, Business Models, and Cloud Computing," Global Virtual Enterprises in Cloud Computing Environments, IGI Global, 2019, pp. 19-44.

[5] H. Yuan, H. Liu, J. Bi and M. Zhou, "Revenue and Energy Cost-Optimized Biobjective Task Scheduling for Green Cloud Data Centers," in *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 18, no. 2, pp. 817-830, 2021

[6] J. M. Robson, "Worst case fragmentation of first fit and best fit storage allocation strategies," The Computer Journal, vol. 20, pp. 242-244, 1977.

[7] S. Shetty, "Enabling security-aware virtual machine placement in IaaS clouds," in Proceedings of the 2015 IEEE Military Communications Conference the MILCOM 2015, Tampa, FL, 2015.

[8] A. Agarwal and T. N. B. Duong, "Secure virtual machine placement in cloud data centers," Future Generation Computer Systems, vol. 100, pp. 210-222, 2019.

[9] J. Han, "Reducing Security Risks of Clouds Through Virtual Machine Placement," Data and Applications Security and Privacy XXXI, Philadelphia, PA, USA, 2017.

[10] J. R. Cornabas, "Improving Users' Isolation in IaaS: Virtual Machine Placement with Security Constraints," in Proceedings of the 2014 IEEE 7th International Conference on Cloud Computing, Anchorage, AK, 2014.

[11] Y. Azar, "Co-Location-Resistant Clouds," in Proceedings of the 6th ACM Workshop on Cloud Computing Security, Scottsdale, Arizona, USA, 2014.

[12] S. F. Ahmad, "Security Aware and Energy-Efficient Virtual Machin Consolidation Cloud Computing Systems," in Proceedings of the 2016 Trustcom/BigDataSE/ISPA Conference, Tianjin, China.