نشریه علمی-تخصصی
پژوهش های نوین علوم مهندسی
ISSN: 2538-3809
سال هشتم، شماره ۴ (پیاپی: ۴۵)، پاییز ۱۴۰۲

# زمان‌بندی وظایف در محیط ابری مبنی بر الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش

رضا مهران مهر[۱]

*تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۳*
*تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۸*
*کد مقاله: ۷۲۰۱۹*

## چکـیده

زمانبندی، به معنی واگذاری کارآمد و مناسب منابع به کارها است. هدف اصلی آن، کوتاه کردن زمان تکمیل کار، بالا بردن توان عملیاتی سیستم و ایجاد تعادل باررروی منابع است. این مسئله در ابر به دلیل مقیاس بزرگ منابع، پیچیده تر هم می شود؛ بنابراین شناخت بهتر الگوریتم ها می تواند در انتخاب الگوریتم مناسب کمک زیادی کند. هدف از انجام این تحقیق زمان بندی وظایف در محیط ابری مبنی بر الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام موش است. در روش پیشنهادی از پارامترهای کیفیت به تریتب زمان هزینه اجرای کارها توجه شده است. هر کار می تواند فقط روی یکی از منابع اجرا شود و تا پایان اجرایش متوقف نمی شود. همچنین از مدل ماتریس برای زمان بندی کارها استفاده می شود. دراین تحقیق زمان بندی وظایف در محیط ابری با الگوریتم ازدحام موش در سه شرایط مختلف و با پارامترهای متفاوت انجام شد و در نهایت نتایج کار نشان از عملکرد مطلوب روش پیشنهادی داشت چرا که روند بهینه سازی در هر شرایط مورد تحقیق رو به بهبود می باشد.

**واژگـان کلـیدی:** زمانبندی وظایف، محیط ابری، الگوریتم، بهینه سازی، ازدحام موش

۱- کارشناسی ارشد، گروه کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران.
*rezamehranmehr77@gmail.com*

## ۱- مقدمه

امروزه فن آوری محاسبات ابری به عنوان مدل و رهیافتی نو برای حل مسائل پیچیده و بزرگ در علوم مهندسی، صنعت و تجارت مطرح شده است و هر روز بر تعداد برنامه های کاربردی متفاوتی که از زیر ساخت ابر (اینترنت)، به منظور تامین نیازهای محاسباتی، ذخیره سازی اطلاعات و سایر موارد بهره برداری می کند، افزوده می شود. با پیشرفت فناوری اطلاعات نیاز است تا افراد بتوانند کارهای محاسباتی سنگین خود را بدون داشتن سخت افزارها و نرم افزارهای گران از طریق خدماتی انجام دهند. بر یک مدل محاسباتی است که نرم افزارها، میان افزارها و منابع محاسباتی مبتنی بر وب را هنگام تقاضای کاربران ارائه میکند. با پیشرفت فناوری، کاربران فقط به منابعی که برای انجام کارشان نیاز دارند دسترسی پیدا می‌کنند، بنابراین فقط به ازای منابعی که استفاده کردند هزینه پرداخت می کنند. در محیط ابر، نیاز است منابع محاسباتی طوری زمانبندی شوند که هم ارائه‌دهندگان، حداکثر استفاده را از منابع‌شان ببرند و هم کاربران برنامه های کاربردی مورد نیاز خود را با کمترین هزینه در اختیار بگیرند. زمانبندی کار [1]، یکی از مهمترین مسائل در ابر محسوب می‌شود. محدودیت و موقتی بودن منابع دو شرطی هستند که به زمانبندی تحمیل شده اند. رایانش ابری یکی از رویکردهای جدید محاسباتی است که محبوبیت آن در سالهای اخیر به شکل چشمگیری افزایش پیدا کرده است. این سیستم محاسباتی، منابع محاسباتی (پردازنده، حافظه و...) را بسته بندی می‌کند و برحسب تقاضا و بر اساس سیستم پردازش مبتنی بر استفاده در اختیار کاربران بر قرار می‌دهد طوری که کاربران میتوانند میزان مصرف منابع خود را کاهش و یا تا حد ظرفیت ابر افزایش دهند(خلیل آبادی و همکاران، ۱۳۹۹).

وظایف [2]و زمان همواره جز محدودیت های اساسی در جهان رقابتی محسوب میشود، بنابراین مدیریت صحیح و زمانبندی وظایف میتواند به افزایش کارایی و بهرهبرداری از ظرفیت و نهایتاً افزایش سودهی در سازمانها منجر شود. محیط رایانش ابری با چالشهای متفاوتی مواجه است که یکی از مهمترین آنها مسئله تخصیص منابع و زمانبندی وظایف است. دو ذینفع در محیط رایانش ابری وجود دارد، ارائه دهنده خدمات و کاربر ابر که اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند. ازیک طرف ارائه دهنده خدمات منابع محاسباتی عظیمی را در مراکز داده خود نگهداری می‌کند و این منابع را برحسب تقاضای کاربران به آنها اجاره می‌دهد. هدف ارائه-کننده خدمات این است که با حداکثر بهره برداری از وظایف و منابع، سود خود را بیشینه کند و از طرف دیگر کاربرانی وجود دارند که برنامه های کاربردی (کارهای محاسباتی) متعدد با بارهای متغیر و نیازمندیهای کیفی خدمات منحصربه فرد دارند که برای انجام آنها منابع محاسباتی را از ارائه دهندگان خدمات اجاره می کند. هدف یک کاربر ابر برآوردن نیازهای محاسباتی خود با کمترین هزینه و در کمتـرین زمـان ممکن میباشد؛ بنابراین تخصیص وظایف در محیط رایانش ابری به گونه ای کـه اهـداف هـر دو طـرف قرارداد بهینه شود، چالش اصلی در محیط رایانش ابری است. در این پایان نامه، ما بر روی ارائه زمان بندی وظایف در محیط ابری مبنی بر الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش متمرکز شده است(بیسواس و همکاران[3]، ۲۰۱۹).

زمانبندی کار در محیط های ابری از مسائل با پیچیدگی NP- HARD می باشد. به طور معمول برای حل مسائلی با پیچیدگی های NP-HARD از الگوریتم های فرااکتشافی یا تکاملی استفاده می شود. انتخاب بهترین منبع به وسیله انتشار بار در منابع و حداکثر بهره وری از آنها از وظایف زمان بندی بوده در حالی که باید زمان پاسخ و هزینه سرویس حداقل شود که این موضوع به دلیل پیچیدگی و حجم بالای محاسبات جزو مسائل حل نشدنی [4]می باشد. اما این امکان وجود دارد که با تقسیم وظایف میان کامپیوترهای مختلف، منجر به کاهش هزینه ها و دسترسی پذیری بیشتر برای کاربران شویم. به طور دقیق تر زمانبندی یعنی به کدام ماشین چه کاری را اختصاص دهیم تا زمان اجرا و هزینه منابع حداقل شود. امروزه با افزایش تحقیقات روی محاسبات ابری و توسعه کاربردهای آن، محاسبات ابری به یکی از خدمات اصلی و الگوی محاسباتی تبدیل شده است. مقدار داده ایجاد شده در جهان در حال رشد است. تجربیات علمی و فرآیند تجاری به عنوان چارچوب های کاری ارائه میشود که در آن کارها برحسب جریان داده ها و وابستگی محاسبات، به هم ربط می یابند(کاشیکولایی و همکاران[5]، ۲۰۲۰).

بنابراین، تلاش بر این است که در این پایان‌نامه به زمان بندی وظایف در محیط ابری مبتی بر الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش می پردازیم. روش پیشنهادی و جدیدی برای انجام این کار متفاوت از سایر دیگر مدلهای زمانبندی جریان کار می باشد. تفاوت اصلی این مدل با دیگر مدلهای ارائه شده، تبدیل جریان کار که متشکل از کارهای به هم وابسته است، به مجموعه کارهای مستقل است. در نهایت بعد از این تبدیل، زمان بندی جریان کار همانند زمانبندی کار صورت می گیرد. با این تفاوت که در دیگر مدلهای زمان بندی کار، زمان بندی بین کارهای مستقل انجام می شود اما در این مدل زمان بندی کار بین مجموعه مستقل کارها انجام می گیرد. طراحی این مدل زمانبندی جریان کار به وسیله الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش صورت میپذیرد. تبدیل

1 Task scheduling
2 Tasks
3 Biswas et al
4 Np-Hard
5 Kashikolaei et al

زمانبندی جریان کار به زمانبندی کار باعث کاهش ابعاد در فضای جستجوی مسئله می شود و همچنین باعث کاهش ابعاد در الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش و افزایش سرعت جستجو خواهد بود(تنناراسو و همکاران[1]، ۲۰۲۱).

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

مدل رایانشی بر پایه شبکه‌های بزرگ کامپیوتری مانند اینترنت است که الگویی تازه برای عرضه، مصرف و تحویل سرویس‌های فناوری اطلاعات (شامل سخت افزار، نرم افزار، اطلاعات، و سایر منابع اشتراکی رایانشی) با به کارگیری اینترنت ارائه می‌کند. رایانش ابری راهکارهایی برای ارائه خدمات فناوری اطلاعات به شیوه‌های مشابه با صنایع همگانی (آب، برق، تلفن و ...) پیشنهاد می‌کند(صالح و همکاران، ۲۰۱۹).

این بدین معنی است که دسترسی به منابع فناوری اطلاعات در زمان تقاضا و بر اساس میزان تقاضای کاربر به گونه‌ای انعطاف‌پذیر و مقیاس‌پذیر از راه اینترنت به کاربر تحویل داده می‌شود .واژه ابر واژه‌ای است استعاری که به اینترنت اشاره می‌کند و در نمودارهای شبکه‌های رایانه‌ای نیز از شکل ابر برای نشان دادن شبکه اینترنت استفاده می‌شود. دلیل تشبیه اینترنت به ابر در این است که اینترنت همچون ابری جزئیات فنی‌اش را از دید کاربران پنهان می‌سازد و لایه‌ای از انتزاع را بین این جزئیات فنی و کاربران به وجود می‌آورد.به عنوان مثال آنچه یک ارائه‌دهنده سرویس نرم‌افزاری رایانش ابری ارائه می‌کند برنامه‌های کاربردی تجاری برخط است که از طریق مرورگر وب یا نرم‌افزارهای دیگر به کاربران ارائه می‌شود. نرم‌افزارهای کاربردی و اطلاعات، روی سرورها ذخیره می‌گردند و براساس تقاضا در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. جزئیات از دید کاربر مخفی می‌مانند و کاربران نیازی به تخصص یا کنترل در مورد فناوری زیرساخت ابری که از آن استفاده می‌کنند ندارند.

رایانش ابری می تواند باعث افزایش سرعت تولید و استقرار[2] برنامه های کاربردی و نیز ارائه کارهای خلاقانه با هزینه کم بشود. شرکت های مختلف دیدگاه های گسترده ای به رایانش ابری دارند و از جنبه های مختلف آن پشتیبانی می کنند که از آن جمله می توان به سرورها، تجهیزات ذخیره سازی، شبکه و فناوری مجازی سازی اشاره کرد. سرویس دهنده ابری می تواند پلت فرمی را فراهم کند که شامل سیستم عامل، سرور وب ( نظیر Apache) و پایگاه داده ( مانند MySQL)، و قابلیت های دیگر (Perl ، Python و PHP و ... ) باشد و امکان مقیاس پذیری آن بطور خودکار متناسب با حجم درخواست ها وجود داشته باشد. رایانش ابری می تواند از برنامه های کاربردی موجود در اینترنت برای ذخیره سازی و محافظت از داده در زمان ارائه سرویس ها پشتیبانی کند(خلیل آبادی و همکاران، ۱۳۹۹).

بهینه سازی نحوه اجرای وظایف یکی از پراهمیت ترین موضوعات در محیط های ابری است. یکی از مشکلات مهم، زمانی پیش می‌آید که شمار زیادی از کاربران منابع ابری بسیاری را به طور همزمان درخواست می‌کنند. این مشکلات را می‌توان با زمانبندی درست وظایف به ماشین های مجازی موجود حل نمود. هدف آنها به طور معمول توزیع بار بر روی ماشین های مجازی با توجه به پارامترهایی مثل هزینه، زمان پاسخ، قابلیت اعتماد، سرعت، بهره پردازنده، نرخ زمانبندی موفق و مهلت زمانی می‌باشد. در محیط های ابری در بستر شبکه جهانی وب حجم زیادی از درخواستها (وظایف) از طرف کاربران دریافت می شود. این درخواستها در چند صف جمع شده و به زمانبند وظایف ارسال می‌شود. زمانبند وظایف مسئول تخصیص وظایف به ماشین های مجازی برای اجرا می‌باشد. ماشین های مجازی که به نوبه خود به ماشین های فیزیکی اختصاص دارند دارای پردازنده های مجازی و حافظه با اندازه های مختلف می‌باشند.

اصغری و همکاران [3](۲۰۲۰) یک زمانبندی جریان کار در ابر به نام TETS را بر اساس الگوریتم ژنتیک ارائه داده اند. ایشان از گراف DAG برای نمایش جریان کار و اولویت بندی وظایف وابسته استفاده کرده اند و تکنیکهایی هم در جهش و آمیزش الگوریتم ژنتیک استفاده کرده اند. معیارهای این زمانبند کاهش انرژی و کاهش هزینه اجرا است. برای دسترسی به این دو معیار از روش ECS استفاده کردند. برای ارزیابی، این الگوریتم با دوالگوریتم ECS تنها و GA معمولی مقایسه شد که موفق به کاهش چهار درصدی هزینه اجرا و کاهش ۲۳ درصدی مصرف انرژی شد.

کاروناکاران[4](۲۰۱۹) الگوریتمی به نام ECMSMOO ارائه داده اند. آنها از تکنیک چند ازدحامی استفاده کرده اند که هر ازدحام به دنبال یک هدف زمانبندی می باشد. این الگوریتم با الهام از رفتار غدد درون بدن و تعبیه آن در الگوریتم ازدحام ذرات بهینه نتایج بهتری در مقایسه با زمانبندی وظایف با الگوریتم PSO اصلی گرفته اند. اهداف این مدل کاهش زمان اجرا، کاهش هزینه و کاهش انرژی می باشد.

[1] Thennarasu et al
[2] Deployment
[3] Asghari t al
[4] Karunakaran

اباذری و همکاران[1](۲۰۱۹) یک الگوریتم اکتشافی زمانبندی جریان کار دیگری را، مبتنی بر بهینه سازی گروهی وظایف ارائه دادند. الگوریتم گروهی وظایف، از رفتار گروهی حیوانات، مانند حرکت دسته جمعی پرندگان و ماهی ها الهام گرفته شده است. به این جهت که این الگوریتم نیز با یک ماتریس جمعیت تصادفی اولیه، شروع میشود، عملکرد آن مشابه بسیاری دیگر از الگوریتم های تکاملی همچون الگوریتم ژنتیک پیوسته و الگوریتم های مبتنی بر رقابت می باشد اما برخلاف الگوریتم ژنتیک، الگوریتم گروهی وظایف هیچ عملگرتکاملی همانند جهش وترویج را ندارد. الگوریتم اکتشافی زمانبندی جریان کاربه منظور بهینه سازی گروهی وظایف، بر اساس رویکرد اکتشافی برنامه های کاربردی و با توجه به منابع موجود در ابر و با هدف کاهش زمان انجام محاسبات و کاهش زمان انتقال داده ها طراحی شده است. این الگوریتم از دو جزء اصلی که شامل: اول استفاده از الگوریتم اکتشافی به منظور کشف صحیح منابع و سپس استفاده از الگوریتم بهینه سازی گروهی وظایف به منظور نگاشت صحیح این منابع به وظایف می باشد، تشکیل شده است. نتایج تجربی نشان میدهد که استفاده از این الگوریتم صرفه جویی در هزینه ها و توزیع متعادل حجم کار بر روی منابع را در برداشته است.

بیگم و همکاران[2](۲۰۱۹)، یک الگوریتم زمانبندی با دو هدف کاهش زمان اجرا و کاهش هزینه اجرا با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه داده اند. این زمانبند با مدلی دیگری مقایسه نشده است. بلکه با توجه با افزایش و کاهش تعداد کار و تعداد ماشین های مجازی در هر آزمایش و همچنین با استفاده از انواع ماشین های مجازی در هرآزمایش مورد بررسی قرار گرفته است .دو هدف کاهش زمان اجرا و کاهش هزینه اجرا در تناقض اند. یعنی اگر در حالت معمولی زمان اجرا کاهش یابد، هزینه اجرا افزایش خواهد یافت و بالعکس. اما در آزمایش های این الگوریتم نشان داده شد که با تغییر پارامترهای تعداد کار و تعداد و انواع ماشین، در حالتی میتواند این دو هدف در کنار هم قرار گیرند به طوری که هر دو هدف ارضا شوند.

اجینا بیگم و همکاران[3] (۲۰۱۹)، الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات PSO ، برای زمانبندی وظایف در محیط ابر را ارائه کرده اند که زمان پردازش را حداقل می کند. این الگوریتم با مجموعه وظایف بزرگتر همگرایی سریعتری دارد. فقدان تنوع PSO در همگرایی نابجای آن نقش دارد؛ بنابراین از PSO ترکیبی با عملیات متفاوت برای جلوگیری از همگرایی نابجا در مشکل زمانبندی وظایف استفاده می شود. تمرکز این مقاله، بر حداقل سازی زمان تکمیل کارها و همچنین حداکثر استفاده منابع است.

یوکیو و همکاران[4] (۲۰۱۹) یک مدل با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب پیشنهاد کرد. معیار زمانبندی کاهش زمان اجرا می باشد که نتایج آن با نتایج زمانبندی با الگوریتم PSO مقایسه شده است. نتایج مقایسه این دو الگوریتم برتری الگوریتم کرم شب تاب در این زمینه نشان میدهد.

راجاگوپالان و همکاران[5] (۲۰۲۰) سه الگوریتم Min-Min ، Min-Max و ژنتیک را جهت زمان‌بندی کار در ابر ترکیب کردند. ترکیب این سه الگوریتم برای حداقل رساندن زمان انجام کار و بهره برداری بهینه از منابع پیشنهاد شده است. الگوریتم بهبود یافته ترکیبی ذکر برتری خود را در مقایسه با الگوریتم ژنتیک استاندارد نشان داده است.

صالح و همکاران[6] (۲۰۱۹) زمانبندی با چند هدف از جمله: کاهش زمان انتقال، کاهش زمان اجرا و کاهش هزینه انجام کار با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات بهینه پیشنهاد داده است. تمرکز در این زمانبند بر روی هزینه انجام کار صورت گرفته است. با توجه به نتایج تجربی که در این پژوهش آمده است و تمرکز آن فقط بر روی هزینه است، زمانبندی کارآمد نسبت به زمانبندهای غیر بهینه در هزینه انجام کار، زمان اتمام کار و زمان انتقال می باشد.

## ۳- روش تحقیق

امروزه یکی از چالش هایی که در هر زمینه مورد بحث قرار می گیرد، سرعت اجرا در هر کار می باشد. پس ارائه یک زمان بند جهت اجرای کارها یا جریانهای کار در بستر ابر هر چه سریعتر انجام شود، رضایتمندی بیشتری از طرف ارائه دهنده سرویس و مشتریان یا کاربران سرویس حاصل می گردد، زیرا زمان ایجاد زمان بند در زمان پایان کار در ابر مورد محاسبه قرار می گیرد. یکی از عواملی که این الگوریتم ها را تسریع می بخشد این است که، جستجو در فضای مسئله به صورت موازی انجام می گیرد. منظور از جستجوی موازی این است که همزمان جمعیتی از نقاط در فضای مسئله مورد بررسی قرار می گیرد (علیرضایی و همکاران،۱۳۹۹).

1 Abazari et al
2 Beegom et al
3 Ajeena Beegom et al
4 Yiqiu et al
5 Rajagopalan et al
6 Saleh et al

دیگر عاملی که به دلیل آن پژوهشگران از این الگوریتم ها استفاده می کنند، سادگی و راحتی استفاده از این الگوریتم ها می باشد. همانطور که در قبل اشاره شد، این الگوریتم ها از ذات رفتاری مثل مورچه ها، کروموزوم ها، پرندگان و زنبور عسل الهام گرفته اند. تمامی این موجودات بدون هوش در نظر گرفته شده اند و تنها از رفتار آنها الگو برداری می شود. خود الگوریتم ها نیز نیاز به دانشی مکمل و اطلاعات ضمنی در رابطه با مسئله ندارند و تنها فقط تابع هدف در جستجو تأثیرمی گذارد. با توجه به این تأثیرگذاری، این الگوریتم ها از تغیرات احتمالی قوانین نیز پیروی می کنند. از دیگر عواملی که بر مبنای آن این الگوریتم ها، به آسانی مورد استفاده قرار می گیرند، عدم محدودیت برای تعریف تابع هدف می باشد. زیرا هر مسئله هدف خاص خود را دنبال میکند و تابع هدف باید به نحوی طراحی شود، که هر گام تکرار در مسئله را نسبت به گام قبلی ارتقا دهد. دیگر علت جذاب بودن در استفاده از این الگوریتم، ارائه چندین پاسخ مطلوب و قابل قبول به کاربر می باشد. که این باعث دادن حق انتخاب از بین جوابها به کاربر می باشد. امروزه نه تنها استفاده از الگوریتم های تکاملی در طراحی زمانبندی جریان کار به وفور دیده میشود، بلکه تغییر و ترکیب در این الگوریتم ها نیز جنبه استفاده عام به خود گرفته است. نمونه های بسیاری از ترکیب الگوریتم های تکاملی با دیگر الگوریتم ها وجود دارند که جواب های بهتر و سریعی نسبت به الگوریتم های تکاملی ارائه کرده اند، زیرا این ترکیبات محدودیتها و نواقص رفتاری همدیگر را پوشش می دهند. به طور خلاصه عواملی که باعث جذاب شدن الگوریتم های تکاملی هستند مواردی چون سریع بودن، راحتی در استفاده، قابل تطبیق بودن یا پویا بودن در هر شرایط مسئله، دادن حق انتخاب جواب به کاربران و قابل تغییر و ترکیب با دیگر الگوریتم ها می باشد. الگوریتم های ترکیبی علاوه بر استفاده در زمانبندی کار و جریان کار در ابر، در بسیاری دیگر از زمینه ها کاربرد دارد. از این زمینه ها می توان به هوش مصنوعی، دانش های کاربردی، استفاده از سیستمهای چند پردازنده ای و کنترل ربات ها اشاره کرد.

### ۳-۱- روش پیشنهادی: الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش

موش ها جوندگان دم دراز و متوسط هستند که از نظر اندازه و وزن متفاوت هستند. دو گونه اصلی موش وجود دارد: موش سیاه و موش قهوه ای. در خانواده موش‌ها، موش‌های نر باک و موش‌های ماده دو نامیده می‌شوند. موش ها عموماً ذاتاً از نظر اجتماعی باهوش هستند. آنها یکدیگر را اصلاح می کنند و در فعالیت های مختلفی مانند پریدن، تعقیب، غلت زدن و بوکس شرکت می کنند. موش ها حیواناتی سرزمینی هستند که در گروهی نر و ماده زندگی می کنند. رفتار موش ها در بسیاری از موارد بسیار تهاجمی است که ممکن است منجر به مرگ برخی از حیوانات شود. این رفتار پرخاشگرانه انگیزه اصلی این کار در تعقیب و مبارزه با طعمه است (ذیمان و همکاران ،۲۰۲۱).

### ۳-۲- مدل ریاضی و الگوریتم بهینه سازی

با توجه به داده های بدست آمده در این قسمت رفتار موش را به عنوان تعقیب و گریز بررسی می کنیم:

### ۳-۳- تعقیب طعمه در موش ها

به طور کلی، موش ها حیواناتی اجتماعی هستند که با رفتار آگونیستی اجتماعی خود، طعمه را در یک گروه تعقیب می کنند. برای تعریف ریاضی این رفتار، فرض می‌کنیم که بهترین عامل جستجو از مکان شکار آگاهی دارد. سایر عوامل جستجو می توانند موقعیت خود را با توجه به بهترین عامل جستجوی بدست آمده تا کنون به روز کنند. معادلات زیر در این مکانیسم پیشنهاد شده است:

$$\vec{P} = A.\vec{P_i}(x) + C.(\vec{P_r}(x) - \vec{P_i}(x)) \quad (۱)$$

بطوریکه $\vec{P_i}(x)$ موقعیت موش ها را مشخص می کند و $\vec{P_r}(x)$ بهترین راه حل بهینه را پیدا می کند. با این حال، پارامترهای A و C به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$A = R - x \times \left(\frac{R}{Max_{Iteration}}\right) \quad (۲)$$

$$C = 2.rand()$$

بنابراین، R و C به ترتیب اعداد تصادفی بین [۵، ۱] و [۲، ۰] هستند. پارامترهای A و C مسئول اکتشاف و بهره برداری بهتر در طول تکرار هستند.

### ۳-۴- مبارزه با طعمه

به منظور تعریف ریاضی فرآیند مبارزه موش ها با طعمه، معادله زیر پیشنهاد شده است:

$$(P_i\ )^{\rightarrow}(x+1) = |(P_r\ )^{\rightarrow}(x) - P^{\rightarrow}| \quad (۳)$$

که در آن $\vec{P}_i(x+1)$ موقعیت بعدی به روز شده موش را مشخص می کند. بهترین راه حل را ذخیره می کند و موقعیت سایر عوامل جستجو را با توجه به بهترین عامل جستجو به روز می کند. شکل (۴) اثر معادلات را نشان می دهد. در این شکل، موش صحرایی $(A.B)$ می تواند موقعیت خود را نسبت به موقعیت طعمه $(A^*.B^*)$ به روز کند. با تنظیم پارامترها، همانطور که در معادله(۲) و (۳) نشان داده شده است. می توان به تعداد متفاوتی از موقعیت ها در مورد موقعیت فعلی رسید. با این حال، این مفهوم را می توان در محیط n بعدی نیز گسترش داد.

### ۳-۵- پیچیدگی زمانی

مقداردهی اولیه جمعیت RSO به زمان $O(n \times d)$ نیاز دارد که در آن n تعداد تکرارها را نشان می دهد و d بعد یک تابع آزمایشی را برای تنظیم راه حل ها در مرز مشخص می کند. در مرحله بعد، محاسبه ftness هر عامل جستجو نیاز دارد $O(\max_{Iteration} \times n \times d)$ به زمان دارد. $\max_{Iteration}$ حداکثر تعداد تکرار برای شبیه سازی الگوریتم RSO پیشنهادی است. مراحل ۱ و ۲ را تکرار می شوند تا زمانی که نتایج رضایت بخش که به زمان $O(N)$ نیاز دارد پیدا شود.

در نتیجه مساله زمان بندی کارها شامل N کار و M ماشین است. هر یک از کارها باید به طریقی توسط هر یک از M ماشین مجازی پردازش شوند به طوری که در نهایت طول کلی زمان بندی به حداقل برسد. در روش پیشنهادی از پارامترهای کیفیت به ترتیب زمان هزینه اجرای کارها توجه شده است. هر کار می تواند فقط روی یکی از منابع اجرا شود و تا پایان اجرایش متوقف نمی شود. مجموعه زمان کامل شدن کارها روی تمام منابع توسط معادله زیر محاسبه می شود.

$$O(\max_{Iteration} \times n \times d)$$

### ۳-۶- پارامترهای شبیه سازی

مشخصات محیط شبیه سازی در جدول زیر نمایش داده شده است. این جدول دارای دو ستون است که یکی نشان دهنده پارامتر مورد نظر و دیگری مقدار آن در شبیه سازی است. دیگر پارامترها مقدار پهنای باند میان ماشین های داخل هر ناحیه می باشد که برابر با ۹۰۰ است و همچنین مقدار پهنای باند میان هر ناحیه که برابر با ۳۰۰ می باشد. تعداد کل ماشین ها ۱۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

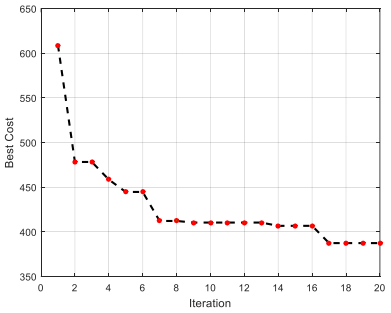
### ۳-۷- شرایط اول مورد تحقیق

در این قسمت برای تعداد وظایف در زمان بندی ۲۰ وظیفه و جمعیت اولیه الگوریتم را ۵۰ در نظر گرفته ایم و در نهایت تعداد تکرار الگوریتم را ۲۰ محاسبه کرده ایم.

در شرایط اول مورد تحقیق مقادیر شبیه سازی و وظایف به شرح بالا می باشد و خروجی زمان بندی الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش به صورت زیر است.

```
Command Window
  Task Number 17: Best Cost = 387.3186
  Execuation Time: 3.0108
  ------------------------------------------
  Task Number 18: Best Cost = 387.3186
  Execuation Time: 3.1512
  ------------------------------------------
  Task Number 19: Best Cost = 387.3186
  Execuation Time: 3.2604
  ------------------------------------------
  Task Number 20: Best Cost = 387.3186
  Execuation Time: 3.4476
  ------------------------------------------
fx >>
```

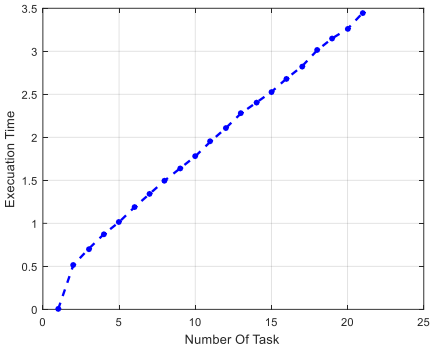
**شکل۱: نتایج بهینه سازی در نرم افزار متلب**




**نمودار۱: بهینه سازی تابع هدف در شرایط اول مورد تحقیق**

در این نمودار تکرار بهینه سازی روی عدد ۲۰ می باشد و جمعیت اولیه موش ها ۲۰ و همچنین تعداد جهت زمان بندی در محیط ابری نیز ۲۰ در نظر گرفته شده است که در نهایت مشاهده می شود که بهینه سازی صورت گرفته است اما ظاهرا جا برای بهینه سازی بیشتر وجود دارد و زمان بندی می تواند در نقطه بهتری انجام شود.

در این نمودار نیز تعداد وظایف بر حسب زمان انجام وظایف رسم شده است و این نمودار نشان می دهد که این تعداد وظایف در چه زمانی انجام شده است که در ادامه و بر طبق شرایط های دیگر با افزایش تعداد کارها سرعت انجام وظایف را بایستی بررسی نمود.



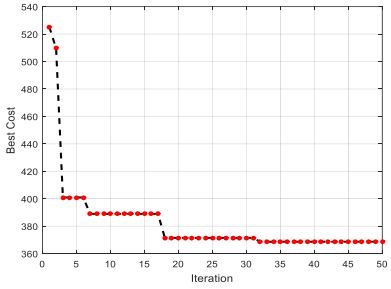

**نمودار۲: زمان اجرای وظایف در رایانش ابری**

## ۳-۸- شرایط دوم مورد تحقیق

تعداد وظایف در زمان بندی ۵۰ وظیفه و جمعیت اولیه الگوریتم را ۲۰۰ در نظر گرفته ایم و در نهایت تعداد تکرار الگوریتم را ۵۰ محاسبه کرده ایم.

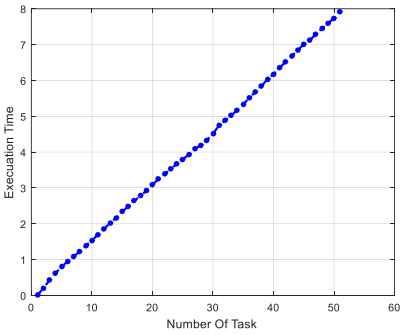
```
Command Window
  Task Number 47: Best Cost = 368.6737
  Execuation Time: 7.4412
  ------------------------------------------
  Task Number 48: Best Cost = 368.6737
  Execuation Time: 7.5972
  ------------------------------------------
  Task Number 49: Best Cost = 368.6737
  Execuation Time: 7.7376
  ------------------------------------------
  Task Number 50: Best Cost = 368.6737
  Execuation Time: 7.9093
  ------------------------------------------
fx >>
```

**شکل۲: نتایج بهینه سازی در نرم افزار متلب**




**نمودار۳: بهینه سازی تابع هدف در شرایط دوم مورد تحقیق**

بر طبق نمودارهای بالا در شرایط دوم مورد تحقیق تعداد ۵۰ کار یا وظایف زمان بندی شده است و بهینه سازی تابع هدف در بهترین جواب ظاهرا عملکردی مطلوب را داراست. در ادامه و در نمودار زمان مشاهده می شود که این تعداد وظایف در رایانش ابری در حدود ۸ ثانیه انجام می شود که زمان نسبتا مطلوبی است.



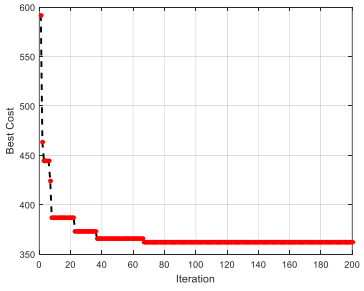

**نموار۴: زمان اجرای وظایف در رایانش ابری**

## ۳-۹- شرایط سوم مورد تحقیق

تعداد وظایف در زمان بندی ۲۰۰ وظیفه و جمعیت اولیه الگوریتم را ۳۰۰ در نظر گرفته ایم و در نهایت تعداد تکرار الگوریتم را ۲۰۰ محاسبه کرده ایم.

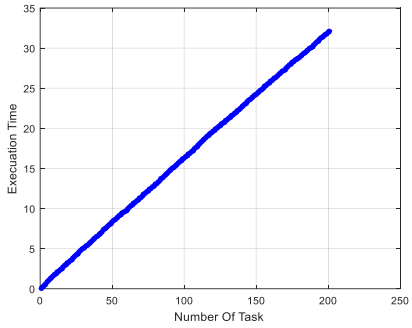
```
Command Window
  Task Number 197: Best Cost = 362.038
  Execuation Time: 31.6526
  ------------------------------------------
  Task Number 198: Best Cost = 362.038
  Execuation Time: 31.793
  ------------------------------------------
  Task Number 199: Best Cost = 362.038
  Execuation Time: 31.949
  ------------------------------------------
  Task Number 200: Best Cost = 362.038
  Execuation Time: 32.1206
  ------------------------------------------
fx >>
```

**شکل۳: نتایج بهینه سازی در نرم افزار متلب**




**نمودار۵: بهینه سازی تابع هدف در شرایط سوم مورد**

در اینجا حدودا ۲۰۰ وظیفه زمان بندی شده و الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش در بهترین حالت و بهینه ترین زمان این وظایف را زمان بندی نموده است. نتایج نمودار نشان می هد الگوریتم در تکرار حدودا ۷۰ به بهینه ترین حالت ممکن رسیده است و با زمان حدودا ۳۲ این وظایف را زمان بندی نموده که این نشان از سرعت و دقت بالای الگوریتم در زمان بندی وظایف در محیط ابری را دارد.




**نمودار۶: زمان اجرای وظایف در رایانش ابری**

## ۴- خلاصه یافته ها

دراین تحقیق زمان بندی وظایف در محیط ابری با الگوریتم بهینه سازی ازدحام موش در سه شرایط و با پارامترهای متفاوت انجام شد و در نهایت نتایج کار نشان از عملکرد مطلوب روش پیشنهادی داشت چرا که روند بهینه سازی در هر سناریو رو به بهبود می باشد. با تقسیم بندی قسمت های مختلف در سه شرایط متفاوت و ویژگی های مختلف می توان دریافت که با ایجاد تکرار بیشتر در الگوریتم و همچنین افزایش تعداد جمعیت اولیه تعداد موش ها در برنامه نویسی الگوریتم می توان بهینه سازی مطلوب تری را انجام داد و در نهایت بهینه سازی زمان و دقت در زمان بندی صورت می گیرد. همچنین می توان این مساله را برداشت کرد که روش پیشنهادی از عملکرد مطلوبی در زمان بندی برخوردار است و می تواند با سرعت بسیار خوبی با توجه به بهینه سازی کامل در تکرار ۷۰ زمان بندی تعداد بالای وظایف را نیز انجام دهد.

به طور کلی هر تحقیق، تلاشی منطقی، سازمان یافته و علمی برای دستیابی به پاسخ یک پرسش یا راه حل برای یک مسأله است. برای رسیدن به پاسخ ها و راه حل ها که در حقیقت هدف های اصلی یک پژوهش هستند باید مسیری طی شود که چگونگی طی این مسیر به عوامل گوناگونی چون ماهیت مسأله و پرسش و ... وابسته است. هر مسیر پژوهشی در واقع فرآیندی است که شامل گام‌ها و مرحله هاست. در این فرآیند، نتایج پژوهش از اهمیت بسزایی برخوردار است، زیرا می‌تواند مبنایی برای رفع مشکلات یا بهبود وضعیت موجود شده و راه را برای رسیدن به وضعیت مطلوب هموار سازد.

## ۵- نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق در نهایت در راستای ارزیابی نتایج تحقیق حاضر به بررسی و مقایسه نتایج برخی از تحقیقات معتبر و مشابه با تحقیق خود خواهیم پرداخت. به طور مثال :

۱- با پیشرفت روز افزون تکنولوژی، سیستم های متعددی برای تسهیل ارتباطات و اشتراک منابع به وجود آمد، که روند بسیاری از تعاملات بشر را نه تنها تغییر داد، بلکه روش ها و فرصت های جدیدی را در اختیار بشر قرار داد تا بتواند تعاملات روزمره خود را در سریع ترین زمان ممکن انجام دهد. یکی از سیستم هایی که امروزه جهت افزایش تعامل و تغییر روند کسب و کار و تجارت در بستر شبکه جهانی جای خوش کرده است، رایانش ابری است. منظور از ابر در محاسبات ابری ، شبکه ارتباطی مانند اینترنت می باشد که اطلاعات از دید کاربران مخفی می باشد و کاربر اطلاع دقیقی از وجود جزئیات فنی آن را ندارد مانند پوشش ابر. و منظور از رایانش، محاسبات و پردازش رایانه ای می باشد که تنها یکی از کارها می باشد. این بستر عظیم هر چند امروزه با چالش ها و موانعی مواجه است اما دارای پتانسیل عظیمی جهت اشتراک منابع و نرم افزارها و خدمات رسانی به مشتریان است. امکان استفاده از انواع منابع و پردازش داده ها بدون داشتن سخت افزارها و نرم افزارهای گران قیمت از مزایای رایانش ابری است که باعث شده روز به روز بر طرفداران این شبکه افزوده شود. در این پژوهش یک روش جدید زمان بندی به وسیله الگوریتم ازدحام موش در محیط محاسبات ابر ارائه می شود. و روش پیشنهادی بدین صورت است که از دیدگاه پارامترهای زمان انتظار، زمان پاسخ، زمان باقیمانده تا مهلت وظایف (فرجه) و کل دوره ی زمان بندی عملکرد بهتری داشته و همچنین از دیدگاه درصد وظایف زمان بندی شده عملکرد مطلوب و و بهینه ای را نشان می دهد، و در نهایت میتوان گفت که روش زمان بندی پیشنهادی عملکرد گردش کار را بهبود می بخشد و و بهتر از سیاست های جایگزین زمان بندی ذکر شده است.

## منابع


۱. احراری، محمدجواد، حسنی آهنگر، محمدرضا، غفوری، آرش، ۱۳۹۹، ارائه یک روش زمانبندی وظیفه تحمل پذیر خطا به منظور استفاده بهینه ازمنابع در محیط رایانش ابری، نشریه پدافند الکترونیکی و سایبری، دوره ۸، شماره ۲.

۲. بویر عسگر، علی، کرمیانی، عزیز، ۱۳۹۴، مروری بر روش های اخیر زمان بندی کار در محیط رایانش ابری، کنفرانس بین المللی وب پژوهی، جهاد دانشگاهی، علم و فرهنگ، دوره۱.

۳. حسینی، سیده شبنم، حسنی، کرامت، ۱۳۹۶، بررسی الگوریتم های زمانبندی در محیط رایانش ابری، دومین کنفرانس ملی مهندسی برق و کامپیوتر.

۴. خلیل آبادی، نیلوفر، رزاق زاده، شیوا، اسلام نژاد نمین، مجتبی،۱۳۹۹، زمان بندی کارا بر اساس الگوریتم ساناجاب و پارتو در رایانش ابری، دومین همایش بین المللی مهندسی فناوری اطلاعات، کامپیوتر و مخابرات ایران، تهران.

۵. علیرضایی، اسدالله، ربانی، مژده، مرادی، هدی، ۱۳۹۹، ارائه مدل ترکیبی زمان بندی وظایف براساس الگوریتم تطبیقی پویا و ژنتیک در محیط رایانش ابری، نشریه رشد فناوری، دوره ۱۶، شماره ۶۴.

۶. مشعلی، یاسمین، نوربخش، سپیده، ربیعی، مریم، ۱۳۹۹، بررسی برخی الگوریتم های مکاشفه ای زمانبندی کار در رایانش ابری، دهمین کنفرانس ملی علوم و مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات.

7. Abazari, F., Analoui, M., Takabi, H., Fu, S., 2019, MOWS: multi-objective workflow scheduling in cloud computing based on heuristic algorithm, Simulation Modelling Practice and Theory, 93, 119-132.
8. -Abdulqadir, H.R., Zeebaree, S.R., Shukur, H.M., Sadeeq, M.M., Salim, B.W., Salih, A.A., Kak, S.F., 2021, A study of moving from cloud computing to fog computing, Qubahan Academic Journal, 1(2), 60-70.
9. Ajeena Beegom, A. S., Rajasree, M. S. 2019. Non-dominated sorting based PSO algorithm for workflow task scheduling in cloud computing systems. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 37(5), 6801-6813.
10. Asghari, A., Sohrabi, M. K., Yaghmaee, F. 2020. Task scheduling, resource provisioning, and load balancing on scientific workflows using parallel SARSA reinforcement learning agents and genetic algorithm. The Journal of Supercomputing, 1-29.
11. Beegom, A. A., Rajasree, M. S. 2019. Integer-pso: a discrete pso algorithm for task scheduling in cloud computing systems. Evolutionary Intelligence, 12(2), 227-239.
12. Bello, S. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Delgado, J. M. D., Akanbi, L. A., ... Owolabi, H. A. 2021. Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges. Automation in Construction, 122, 103441.
13. Biswas, T., Kuila, P., Ray, A. K. 2019. A novel scheduling with multi-criteria for high-performance computing systems: an improved genetic algorithm-based approach. Engineering with Computers, 35(4), 1475-1490.
14. Cao, K., Hu, S., Shi, Y., Colombo, A. W., Karnouskos, S., Li, X. 2021. A survey on edge and edge-cloud computing assisted cyber-physical systems. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17(11), 7806-7819.
15. Dhiman, G., Garg, M., Nagar, A., Kumar, V., & Dehghani, M. (2021). A novel algorithm for global optimization: rat swarm optimizer. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12, 8457-8482.
16. Houssein, E. H., Gad, A. G., Wazery, Y. M., Suganthan, P. N. 2021. Task scheduling in cloud computing based on meta-heuristics: Review, taxonomy, open challenges, and future trends. Swarm and Evolutionary Computation, 62, 100841.
17. Ibrahim, I. M. 2021. Task scheduling algorithms in cloud computing: A review. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 12(4), 1041-1053.
18. Karunakaran, V. 2019. a stochastic development of cloud computing based task scheduling ALGORITHM. Journal of Soft Computing Paradigm (JSCP), 1(01), 41-48.
19. Kashikolaei, S. M. G., Hosseinabadi, A. A. R., Saemi, B., Shareh, M. B., Sangaiah, A. K., 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. Namasudra, S. 2021. Data access control in the cloud computing environment for bioinformatics. International Journal of Applied Research in Bioinformatics (IJARB), 11(1), 40-50.
21. 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 (pp. 678-687). Springer, Cham.
22. Sadeeq, M. M., Abdulkareem, N. M., Zeebaree, S. R., Ahmed, D. M., Sami, A. S., Zebari, R. R. 2021. IoT and Cloud computing issues, challenges and opportunities: A review. Qubahan Academic Journal, 1(2), 1-7.
23. Saleh, I. A., Alsaif, O. I., Muhamed, S. A., Essa, E. I. 2019. Task Scheduling for cloud computing Based on Firefly Algorithm. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1294, No. 4, p. 042004). IOP Publishing.
24. Sanaj, M. S., Prathap, P. J. 2021. An efficient approach to the map-reduce framework and genetic algorithm based whale optimization algorithm for task scheduling in cloud computing environment. Materials Today: Proceedings, 37, 3199-3208.
25. Strumberger, I., Bacanin, N., Tuba, M., Tuba, E. 2019. Resource scheduling in cloud computing based on a hybridized whale optimization algorithm. Applied Sciences, 9(22), 4893.
26. Thennarasu, S. R., Selvam, M., Srihari, K. 2021. A new whale optimizer for workflow scheduling in cloud computing environment. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12(3), 3807-3814.
27. Yiqiu, F., Xia, X., Junwei, G. 2019. Cloud computing task scheduling algorithm based on improved genetic algorithm. In 2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC) (pp. 852-856). IEEE.