بهبود زمان تحویل سفارشات مشتریان زنجیره تامین دیجیتال با بهره گیری از رایانش ابر و مه و الگوریتم تکاملی

حسن اصغری مشهدیکلایی

[1] **کارشناس کامپیوتر اداره آموزش و پرورش ناحیه 2 شهرستان ساری ، hassanasghari1368@gmail.com**

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: 1401/08/10
تاریخ پذیرش مقاله: 1401/09/16
تاریخ انتشار مقاله: 1401/09/23

کلمات کلیدی:
زنجیره تامین دیجیتال
سفارشات مشتریان
رایانش ابری
رایانش مه
الگوریتم ژنتیک
الگوریتم نهنگ

چکیده

زنجیره تامین دیجیتال، مجموعه مراحلی است که یک شرکت برای تبدیل مواد خام به محصول نهایی انجام می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که زنجیره تامین دیجیتال آنها کارامد و مقرون به صرفه است. بخشی از زنجیره تامین دیجیتال، لجستیک هوشمند است که با کمک آن، کیفیت خدمات رسانی صنعت حمل‌ونقل بهبود خواهد یافت به گونه‌ای که در آن یکی از پارامترهایی که مدنظر قرار گرفته است شامل زمان تحویل سفارشات مشتریان است. در این تحقیق یک روشی با کمک الگوریتم های ژنتیک و نهنگ در بستر رایانش ابر و مه ارائه شده است که در زنجیره تامین دیجیتال منجر به کاهش زمان تحویل سفارشات مشتریان این زنجیره خواهد شد. در ساختار روش پیشنهادی که با نام (GAWOASch) است، برای درخواست‌ها و سفارشات مشتریان در زنجیره تامین دیجیتال، محیط رایانش مه و محیط رایانش ابری سطوح مختلفی در نظر گرفته شده است. به منظور ارزیابی روش پیشنهادی چند شبیه‌سازی در بستر نرم افزار متلب انجام گرفته است. نتایج نشان دادند که سفارشات مشتریان زنجیره تامین دیجیتال با زمان قابل قبولی پاسخ داده شدند و تحویل داده شدند و همچنین مشخص شده است که با افزایش داده ها ی ورودی مساله، بار پردازشی برنامه افزایش چندانی پیدا نمی‌کند. همچنین در مقایسه با روش دیگر مشخص شده است که روش پیشنهادی از بار پردازشی بسیار کمتری برخوردار است و توانسته است پاسخ بهینه را با پیچیدگی محاسباتی کمتر به دست آورد.

1 - مقدمه

امروزه، انعطاف‌پذیری سازمان‌ها با توجه به تغییر در نیازهای مشتریان، با به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند رایانش ابری بسیار حائز اهمیت است. فناوری ابر به‌عنوان یک قابلیت کلیدی در دنیای امروز می‌تواند تاثیر شگرفی بر انتقال داده‌ها در مدل‌های مختلف عملکردی زنجیره تامین دیجیتال و همچنین تحلیل بخش‌های مختلف کسب‌وکار داشته باشد. همچنین رایانش مه، به عنوان یک لایه میانی بین رایانش ابری و کاربران است که پردازش‌های لازم کاربران را در لبه شبکه و با حداقل تاخیر ممکن مورد پردازش قرار می‌دهد. استفاده از این بستر رایانشی، منجر به بالا بردن کارایی، کاهش هزینه چرخه حیات محصول و بهینه کردن زمان پاسخگویی به تقاضای متغیر مشتریان را به وجود خواهد آورد.

زنجیره تامین دیجیتال، مجموعه مراحلی است که یک شرکت برای تبدیل مواد خام به محصول نهایی انجام می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که زنجیره تامین دیجیتال آنها کارامد و مقرون به صرفه است. از طرفی دیگر، صنعت زنجیره تامین از لحاظ فراهم کردن تسهیلات و امکانات تولید، انبارداری، عرضه و توزیع کالا و خدمات برای صنایع موثر و پیچیده است. به علت ماهیت غالبا فیزیکی کسب و کارهای این حوزه روند خودکارسازی و بهره‌برداری از فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی در این صنعت همواره با چالش‌های بسیاری روبه‌رو است .

بخشی از زنجیره تامین دیجیتال، لجستیک هوشمند است که با کمک آن، کیفیت خدمات رسانی صنعت حمل‌ونقل بهبود خواهد یافت به گونه‌ای که در آن یکی از پارامترهایی که مدنظر قرار گرفته است شامل زمان تحویل سفارشات مشتریان است. ارتباط حمل و نقل با سازمان‌ها و شرکت‌ها با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات رو به افزایش است. این ارتباط برگرفته از ابزارهایی مانند سنسورها، دستگاه‌های اینترنت اشیا، ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی مانند شبکه ارتباطی بین خودرویی و خودروهای خودران هستند که همگی بر تقویت ارتباط صنعت حمل‌ونقل با زنجیره تامین شرکت‌ها تاثیرگذار هستند. از این‌رو، در این تحقیق یک روشی با کمک الگوریتم های تکاملی در بستر رایانش ابر و مه ارائه می‌شود که در زنجیره تامین دیجیتال منجر به کاهش زمان تحویل سفارشات مشتریان این زنجیره خواهد شد. الگوریتم تکاملی پیشنهادی شامل الگوریتم ژنتیک است که یک روش بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت جاندار (موجودات زنده) می‌باشد را می‌توان در طبقه‌بندی‌ها، به عنوان یک روش عددی، جستجوی مستقیم و تصادفی یاد کرد. الگوریتم ژنتیک اولیه از روش قوی طبیعت در تکامل موجودات زنده پیچیده و از نظریه انتخاب طبیعی داروین الهام گرفته بودند که توضیح ساده ای از روند طبیعت ارائه می داد. این نوع الگوریتم، در مدت زمان کوتاهی می‌تواند مسائل پیچیده را حل نماید.

2- مبانی نظری تحقیق

زنجیره تامین دیجیتال

زنجیره تأمین امروز مجموعه-ای از اقدامات کاملاً گسسته و جداگانه است که محصول را از طریق بازاریابی، توسعه محصول، تولید و توزیع در نهایت به دست مشتری می‌رساند. فرایند دیجیتالی کردن منجر به فرو ریختن دیوارهای مابین این اقدامات می‌شود و به واسطه‌ی آن زنجیرها به یک اکوسیستم کاملاً یکپارچه تبدیل می-شوند. این اکوسیستم، برای همه بازیکنان درگیر از تأمین کنندگان مواد اولیه، اجزا و قطعات گرفته، تا حاملان محصولات نیمه‌ساخته و کالاهای نهایی و در نهایت مشتریان متقاضی محصول نهایی کاملاً شفاف است.

این شبکه مبتنی بر فناوری‌های کلیدی همچون سیستم‌های برنامه‌ریزی و اجرای یکپارچه، پدیداری لجستیک، لجستیک خودگردان، خرید و انبارداری هوشمند، مدیریت قطعات یدکی و تجزیه و تحلیل پیشرفته است. کسب‌وکارها با مدل‌سازی کامل شبکه، ایجاد سناریوهای "چه- اگر" ، و تنظیم بلادرنگ زنجیره تأمین با توجه به تغییر شرایط، قادر خواهند بود تا نسبت به تغییر و تحولات در زنجیره تأمین واکنش نشان دهند و حتی آن‌ها را پیش بینی نمایند.

رایانش ابری

مفهوم جدید Cloud Computing منابع مقیاس پذیر پویا را ارائه می دهد که به عنوان یک سرویس از طریق اینترنت ارائه می شود و بنابراین نوید می دهد که منافع اقتصادی زیادی بین توزیع کنندگان آن توزیع می شود. بسته به نوع منابع ارائه شده توسط Cloud، می توان لایه های متمایزی را تعریف کرد (شکل زیر را ببینید). لایه پایین ترین ، مولفه های اساسی زیرساخت مانند CPU، حافظه و ذخیره را فراهم می کند و از این پس اغلب به عنوان Infrastructure-asa-Service (IaaS) نشان داده می شود Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) .مثال برجسته ای برای پیشنهاد IaaS است. در بالای IaaS ، سرویس های بیشتر مبتنی بر پلت فرم امکان استفاده از محیط های میزبانی متناسب با یک نیاز خاص را فراهم می کنند Google App . Engineمثالی برای یک بستر وب به عنوان سرویس (PaaS) است که امکان نصب و مقیاس پویا برنامه های وب مبتنی بر Pythonو Java را فراهم می کند. سرانجام ، بالاترین لایه به

کاربران امکان استفاده از برنامه هایی را می دهد که با نام Software-as-a-Service (SaaS)نیز شناخته می شوند. برای دسترسی به این سرویس های Cloud ، در حال حاضر می توان دو فناوری اصلی را شناسایی کرد. سرویس های وب معمولاً برای دسترسی به سرویس های IaaS و مرورگرهای وب برای دسترسی به برنامه های SaaS استفاده می شوند. در محیط های PaaS هر دو روش را می توان یافت.

مدل‌های پیاده‌سازی رایانش ابری

در تعریف NIST (انستیتوی ملی استانداردها و فناوری‌ها) مدل‌های استقرار ابر به چهار صورت زیر است که در ادامه آمده است .

1 -ابر عمومی

ابر عمومی به طور خلاصه، ابری داست معروف‌ترین و ساده‌ترین نوع از محاسبات ابری است]3[. ابر عمومی امکان دسترسی کاربران به ابر را از طریق رابط ها با استفاده از مرورگرهای وب فراهم می کند. کاربران فقط برای مدت زمانی که از این سرویس استفاده می کنند باید هزینه پرداخت کنند ، یعنی پرداخت به ازای استفاده. این را می توان با سیستم الکتریکی مقایسه کرد که در خانه دریافت می کنیم. ما فقط مبلغی را که استفاده می کنیم پرداخت می کنیم. در اینجا همان مفهوم اعمال می شود. این امر به کاهش هزینه های عملیاتی هزینه های فناوری اطلاعات کمک می کند. با این وجود امنیت ابرهای عمومی در مقایسه با سایر مدل های ابر از امنیت کمتری برخوردار است زیرا همه برنامه ها و داده های موجود در ابر عمومی بیشتر در معرض حملات مخرب هستند. راه حل این می تواند این باشد که بررسی های امنیتی از طریق اعتبار سنجی در هر دو طرف ، توسط فروشنده ابر و همچنین مشتری انجام شود. همچنین هر دو طرف باید مسئولیت های خود را در مرزهای عملیاتی خود شناسایی کنند .

2 -ابر گروهی

ابر گروهی در جایی به وجود می‌آید که چندین سازمان نیازهای یکسان دارند و به دنبال این هستند که با به اشتراک گذاردن زیرساخت از مزایای محاسبات ابری بهره‌مند گردند]4[. هنگامی که بسیاری از سازمان ها به طور مشترک زیرساخت ابر را ایجاد و مشترک می کنند ، الزامات و سیاست های آنها ، چنین مدل ابری را ابر انجمنی می نامند. زیرساخت های ابری می توانند توسط ارائه دهنده شخص ثالث یا در یکی از سازمان های انجمنی میزبانی شوند.

3 -ابر ترکیبی

ابر ترکیبی اجازه می‌دهد که یک رویکرد "ترکیب و مطابقت" وجود داشته باشد]5[. این ترکیبی از ابر عمومی و ابر خصوصی است. در این مدل یک ابر خصوصی به یک یا چند سرویس ابر خارجی مرتبط است. این روش ایمن تر برای کنترل داده ها و برنامه ها است و به شخص امکان دسترسی به اطلاعات از طریق اینترنت را می دهد. این سازمان را قادر می سازد تا نیازهای خود را در فضای ابری خصوصی تأمین کند و در صورت بروز هرگونه نیاز گاه به گاه ، از ابر عمومی منابع فشرده درخواست می کند.

4 -ابر خصوصی

اغلب سازمان‌ها بزرگ از این سرویس ابر خصوصی برای مدیریت اطلاعات استفاده می‌کنند چرا که بیشتر خدمات ارائه شده برای همین سازمان‌ها و ارگان‌ها است. عملیات خصوصی ابرها در مرکز داده سازمانی داخلی سازمان است. مزیت اصلی در اینجا این است که مدیریت امنیت ، نگهداری و ارتقا آسان تر است و همچنین کنترل بیشتری بر استقرار و استفاده دارد. ابر خصوصی را می توان با اینترانت مقایسه کرد. در مقایسه با ابر عمومی که همه منابع و برنامه ها توسط ارائه دهنده خدمات مدیریت می شوند ، در ابر خصوصی این خدمات با هم جمع می شوند و در سطح سازمانی در دسترس کاربران قرار می گیرند. منابع و برنامه ها توسط خود سازمان مدیریت می شوند. در اینجا امنیت افزایش یافته است زیرا فقط "کاربران" سازمانها به فضای خصوصی دسترسی دارند.

مدل‌های سرویس ابری

معماری محاسباتی ابری برای برطرف کردن نیازهای مختلف انواع سرویس‌گیرندگان ابری، چند مدل سرویس دهی ارائه داده است. هر کدام از این مدل‌ها یک نوع خاصی از برنامه کاربردی یا توسعه سیستم را مد نظر قرار می‌دهند. این مدل‌های سرویس با نام‌های نرم‌افزار به عنوان سرویس(SaaS) ، سکو به عنوان سرویس (PaaS)و زیر ساخت به عنوان سرویس (IaaS) مشخص شده‌اند.

زیر ساخت به عنوان سرویس(IaaS)

قابلیت ذخیره‌سازی و محاسبات به عنوان یک سرویس ارائه میشود. نمونه ها عبارتند از: سرویس ذخیره‌سازی S3 آمازون ، Rackspace Cloud Serverو بستر محاسباتی.EC2

سکو به عنوان سرویس(PaaS)

این پلتفرم به عنوان یک سرویس ارائه شده است که می تواند بدون هزینه و پیچیدگی خرید و مدیریت لایه های سخت افزاری و نرم افزاری اساسی ، توسعه و استقرار برنامه ها را فعال کند. نمونه ها عبارتند از Platform Services Azure :مایکروسافت ، Google App Engine، خدمات پایگاه داده های ارتباطی آمازون.

نرم‌افزار به عنوان سرویس(SaaS)

برنامه و نرم افزار به عنوان یک سرویس ارائه می شود ، که در آن برنامه بر روی ابر اجرا می شود ، نیاز به نصب و اجرای برنامه در رایانه مشتری از بین می رود. نمونه های آن عبارتند از Salesforce، Gmail، Facebookو .Twitter

مزایای فناوری رایانش ابری

استفاده از فناوری رایانش ابری دارای مزایای زیادی است که در ادامه به بیان کلی آنها پرداخته می‌شود .

از دیدگاه اقتصادی، رایانش ابری منجر به کاهش هزینه‌هایی مانند زیر خواهد شد:

1 - مشتریان هزینه استفاده از خدمات ابری را خواهد پرداخت لذا آنها هزینه‌های خرید سخت افزار و نرم‌افزار را نخواهند پرداخت.

2 - از آنجایی که ارتباط مستقیم بین مشتریان و سازمان¬های ارائه دهنده سرویس، برخی از هزینه‌ها حذف خواهند شد.

در محیط رایانش ابری محل استقرار نرم‌افزارها در سمت سرور است کهدر این صورت عملیات به روزرسانی نرم‌افزارها توسط سازمان ارائه دهنده سرویس و در سمت سرور صورت میپذیرد .

رایانش ابری برای ارائه خدمات با مقیاس پذیری نامحدود طراحی شده است که به عنوان یکی از ویژگی های اساسی آن در نظر گرفته می شود .مشتریان به انبوهی از منابع مجازی دسترسی دارند که به آنها امکان می دهد تا با یک روش کارآمد ، انعطاف پذیر و کارآمد به دوره های غیرقابل پیش بینی بار پیک پاسخ دهند.

ارائه دهندگان خدمات رایانش ابری میزبان برنامه ها و سرورهای خریداری شده هستند. آنها همچنین مسئول به روزرسانی نرم افزار و پشتیبانی فنی هستند. زیبایی رایانش ابری در اینجا برای حل مشکلات دولت الکترونیکی به ویژه در حومه شهرهای کوچک دولت به نظر می رسد زیرا اشتغال نیروهای آموزش دیده اقتصادی نیست و همچنین متخصصان ترجیح می دهند در چنین مناطق دور افتاده ای کار نکنند. علاوه بر این ، در فناوری ابری به روزرسانی برنامه های نرم افزاری از طریق یک رایانه ضروری نیست. این کار منجر به صرفه جویی در هزینه و زمان می شود و برای کشورهای در حال توسعه به پرسنل کمتر آموزش دیده نیاز دارد و باعث افزایش کارایی سیستم (با جلوگیری از خطاهای نگهداری) و اثربخشی آن می شود.

مدلهای خدماتی رایانش ابری متمرکز بر ارائه خدمات اقتصادی به شرکتها و سازمانهای دولتی است. این فرصت را ایجاد می کند تا با کاهش هزینه خرید سیستم های بسیار گران قیمت و استخدام کارمندان حرفه ای برای مدیریت و نگهداری ، از هزینه های سرمایه گذاری به هزینه های عملیاتی تبدیل شود.

قابلیت ردیابی هرگونه تغییر در اطلاعات حاوی اطلاعات در خدمات دولت الکترونیکی ضروری است. با استفاده از خدمات فناوری اطلاعات و با مسئولیت های ارائه دهندگان خدمات می توان فساد اداری را کنترل کرد. فرآیند حسابرسی ، ممیزی های امنیتی باید به صورت دوره ای انجام شود تا امنیت سیستم تضمین شود. رایانش ابری می تواند در تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده ها و تشخیص هرگونه تقلب کمک کند. این می تواند به ایجاد مکانیسم های دفاعی برای افزایش امنیت کمک کند ، بنابراین برنامه ها در دسترس و قابل اعتماد هستند.

بازیابی پس از خرابی یک مسئله حیاتی برای بقای بسیاری از سازمان ها است تا اطمینان حاصل شود که آیا توانایی زنده ماندن در حوادث ناشی از زیرساخت های فناوری اطلاعات آنها را دارند یا خیر. برنامه های بازیابی حوادث در رایانش ابری گزینه های بیشتری نسبت به مدل سنتی بازیابی فاجعه برای سازمان ها فراهم می کنند تا اطلاعات را خیلی سریع و موثر بازیابی کنند.

رایانش مه

در یک تعریف عمومی از رایانش ابری، دیتاسنترهای سخت‌افزاری و نرم‌افزارهای تأمین‌کننده‌ی سرویس پردازشی را «رایانش ابری» می‌نامند. رایانش ابری یک روش نوین پردازش است که در آن منابع قابل گسترش و اغلب مجازی شده، به صورت یک سرویس پردازشی و از طریق شبکه‌های ارتباطی مانند شبکه‌های محلی و اینترنت عرضه می‌شود. محوریت این مدل، سرویس‌دهی به کاربر بر اساس تقاضا است، بدون آن که کاربر نیازی به تجهیزات خاصی برای پردازش داشته یا از محل انجام این پردازش آگاه باشد. این سرویس را می‌توان به شبکه برق‌رسانی تشبیه کرد که مشترک بدون نیاز به داشتن اطلاع از نحوه‌ی تولید برق و مکان دقیق تولید آن، تنها با اتصال از طریق یک درگاه، انرژی لازم برای استفاده از وسایل الکتریکی خود را تامین می‌کند.

یکی از اهداف رایانش ابری (Cloud Computing) ایجاد یک دسترسی مناسب به منابع محاسباتی است که میتواند این دسترسی به صورت مجازی شده باشد. در سرویس‌های محاسباتی، پرداخت هزینه بر اساس میزان و مدت استفاده از منابع توسط مشتری صورت میپذیرد.

در سال‌های اخیر تعداد دستگاه‌ها و سنسورهای اینترنت اشیاء رشد زیادی داشته است. برای پشتیبانی از حجم عظیم کاربردهای برخط با حساسیت بالا نسبت به تغییر نیازمند به طرح‌های رایانشی جدید برای پشتیبانی از دستگاه‌های توزیع‌شده جغرافیایی اینترنت اشیاء هستیم. برای این منظور رایانش مه پیشنهاد شده‌اند. رایانش مه توسعه‌دهنده‌ی عملکرد ابر بوده و در نزدیکی دستگاه‌ها و

سنسورهای اینترنت اشیاء اجرا می‌شود. در واقع می‌توان آنها را با عنوان لایه‌ی میانی بین دستگاه‌ها و سنسورهای اینترنت اشیاء و مراکز داده‌ای ابر در نظر گرفت .

هدف از بکارگیری رایانش مه جایگزینی آن با رایانش ابر نیست، بلکه هدف ایجاد لایه‌ای میانی بین دستگاه‌های اینترنت اشیاء و کاربران نهایی ابر بمنظور کاهش سربار ترافیکی شبکه و افزایش امنیت می‌باشد. امروزه با توجه به حجم عظیم داده‌های تولیدی از منابع مختلفی چون رسانه‌های اجتماعی، وب‌سایت‌های تجارت الکترونیک، کاربردهای شخصی و سازمانی باید برای ذخیره‌سازی، نگهداری و دسترسی کارا و امن در جهت استفاده در کاربردهای مختلف چاره‌اندیشی نماییم.

یک محیط رایانش مه متشکل از مولفه‌های شبکه سنتی مانند مسیریاب‌ها، سوئیچ‌ها، ایستگاه‌های کاری و خدمت‌دهندگان پراکسی است که در مجاورت دستگاه‌ها-سنسورهای اینترنت اشیاء قرار می‌گیرد. این طرح در شکل زیر نشان داده شده است .

رایانش مه می‌تواند موجب پشتیبانی از تحرک‌پذیری، تراکنش‌های برخط، مقیاس‌پذیری، تعاملات برخط، ارتباطات مناسب بین عناصر، افزایش کارایی، کاهش ترافیک، کاهش هزینه‌های Opex و Capexو توزیع مناسب محتوا شود. با ظهور رایانش ابری فناوری رایانشی وارد دنیای جدیدی شد. فراهم‌کنندگان خدمات رایانشی چونGoogle ، Amazon، Microsoftخدمات زیادی را در قالب کاربردهایی چون زیرساخت به عنوان سرویس (IaaS) ، بستر به عنوان سرویس (PaaS)و نرم‌افزار به عنوان سرویس (SaaS) ارائه نمودند. از آنجایی‌که مراکز داده‌ای ابر ذاتا مجتمع و در نقاط راه دور هستند مشکلاتی چون هزینه‌ی بالا، تاخیرات طولانی مدت، مشکلات امنیتی و کیفیت خدمات سرویس پایینی را دارا می‌باشند. از این‌رو ایده‌ی شبکه‌ی لبه‌ای معرفی شده است که هدف آن تصمیم بر انجام عمل در محل نزدیک‌تر و بصرفه‌تر در کنار سنسورهای اینترنت اشیاء و یا ارسال داده‌ها به مراکز راه دور است .

از نظر زیرساختCISCO ، رایانش مه به عنوان توسعه‌ای از رایانش ابر مطرح شده است که سرویس‌ها را به لبه‌ی شبکه‌ی کاربران منتقل می‌نماید. رایانش مه به عنوان رایانش لبه‌ای نیز نامی‌ده می‌شود. این طرح رایانشی بطور وسیعی از بسترهای مجازی که سرویس‌های شبکه‌ای، فضای ذخیره‌سازی و سرویس‌های محاسباتی را به سرورهای ابر و دستگاه‌های کاربر نهایی اضافه می‌نمایند، بهره می‌برد. رایانش مه نقش مهمی را در پشتیبانی و پیاده‌سازی اینترنت اشیاء بر عهده دارد. این طرح تاخیر را کاهش داده و در نتیجه کیفیت سرویس را افزایش می‌دهد. در حالی کمه با افزایش روزافزون و استفاده گسترده از میلیاردها دستگاه‌های اینترنت اشیاء، رایانش ابر دیگر قادر به فراهم‌سازی پشتیبانی سیار، کاربردها آگاه از مکان و نیازمند تاخیر نیست، رایانش مه می‌تواند برای حل تمامی این مشکلات راه‌حل مناسبی را ارائه نماید.

از آنجایی که رایانش لبه‌ای سیار می‌تواند با اهداف وفق یافته و آماده‌سازی اولیه‌ی سریع‌تری برای خدمات سلولی ارائه کند برای مشتریان مناسب‌تر بوده و کارایی شبکه را افزایش می‌دهد. رایانش لبه‌ای سیار می‌تواند از ارتباطات نسل پنجم پشتیبانی نموده و هدف از آن دسترسی منعطف به اطلاعات شبکه‌های رادیویی برای توزیع محتوا و گسترش کاربرد است. رایانش ابر سیار بخاطر پشتیبانی از دستگاه‌های سیار هوشمند برای اجرای کاربردهای ضروری بر روی دستگاه‌های قابل حمل نسبت به کامپیوترهای سنتی مناسب‌تر هستند. از آنجایی‌که بیشتر دستگاه‌های سیار هوشمند دارای محدودیت‌های منابع انرژی، ذخیره‌سازی و محاسباتی هستند ، از این‌رو در سناریوهای بحرانی به دنبال اجرای کاربرده‌ها خارج از وسایل موبایل ولی بصورت محلی هستیم. در این شرایط رایانش ابری سیار می‌تواند منابع لازم را برای پشتیبانی از اجراهای راه دور و تخلیه‌ی کاربردها در نزدیکی کاربرهای نهایی بکار رود .

رایانش ابری سیار سه طرح رایانش ابری، رایانش موبایل و ارتباط بی‌سیم را برای بهبود کیفیت خدمات موبایل ارائه‌شده به کاربران و خلق فرصت‌های تجاری جدید برای اوپراتورهای شبکه و فراهم‌کنندگان خدمات ابر در اختیار قرار می‌دهد .

همانند رایانش لبه‌ای سیار و رایانش ابری سیار، رایانش مه می‌تواند رایانش لبه‌ای را فراهم کند، بگونه‌ای که در بالای رایانش لبه‌ای، رایانش مه می‌تواند به هسته‌ی شبکه افزوده شود و یا به عبارت دیگر هر دوی شبکه‌های لبه‌ای و هسته‌ای می‌توانند به عنوان زیرساخت‌های رایانشی در رایانش مه مورد استفاده قرار گیرد. بر خلاف رایانش لبه‌ای، رایانش مه می‌تواند خدمات بر پایه‌ی ابر مانند IaaS، PaaSو SaaS را به لبه‌های شبکه گسترش دهد و از این‌رو نسبت به دیگر طرح‌های رایانشی وابسته توانایی کارکرد ساختمندتری را برای دستگاه‌های IOT دارد .

رایانش مه به عنوان توسیعی از رایانش ابری برای راه‌اندازی مسائل مرتبط IOT در لبه‌ی شبکه بوجود آمده است که در آن گره‌ها ناهمگن و توزیع‌شده هستند. خدمات بر پایه‌ی مه برای جنبه‌های متفاوت از محیط‌های با شرایط ویژه طراحی شده و از این‌رو امنیت در آن‌ها یک مسئله اساسی است. در رایانش ابری داده‌های به مرکز داده‌ای ابر راه دور فرستاده شده،پردازش مربوطه صورت پذیرفته و نتایج برگشت می‌نماید. درحالی‌که در رایانش لبه‌ای مرکز داده‌ای وجود نداشته و محاسبات در لبه‌ی شبکه صورت می‌پذیرد. در

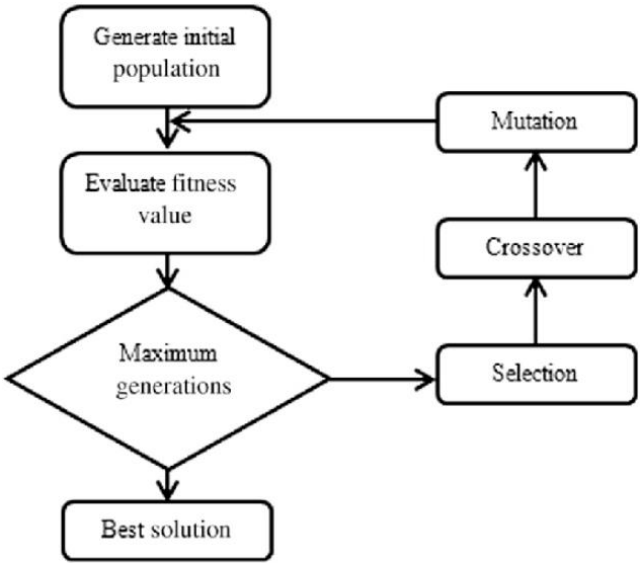
رایانش ابری سیار همانند رایانش ابری داده‌ها به مرکز داده‌ای ارسال می‌شوند و وجود دستگاه‌های موبایل از ویژگی‌های آن است. در واقع این طرح فاقد شبکه‌ی لبه بوده و یک مرکز داده‌ای ابر کوچک توسط منابع دستگاه‌های کوچک موجود تشکیل می‌شود. در رایانش لبه‌ای سیار کارهای بزرگ‌تر و فاقد محدودیت‌های زمانی به مرکز داده‌ای متمرکز اصلی انتقال می‌یابند در حالی‌که در این طرح تعدادی خدمت‌دهنده‌ی لبه‌ی سیار وجود دارند که کارهای کوچک و یا بلادرنگ و همچنین کارهایی با شرایط خاص و محدودیت‌های امنیتی را در نزدیکی محل اجرا می‌نمایند. در رایانش مه لبه‌ی شبکه متصل به یک شبکه‌ی هسته‌ای می‌باشد که این شبکه‌ی هسته‌ای تصمیم‌گیرنده‌ی آن است که کارها در لبه انجام پذیرند و یا آنکه به مرکز داده‌ای راه دور ارسال شوند.

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک را می‌توان یک روش جستجوی کلی نامید که از قوانین تکامل بیولوژیک طبیعی تقلید می‌کند. الگوریتم ژنتیک بر روی یک سری از جواب‌های مساله به امید به دست آوردن جواب‌های بهتر قانون بقای بهترین را اعمال می‌کند. در هر نسل به کمک فرایند انتخابی متناسب با ارزش جواب‌ها و تولید مثل جواب‌های انتخاب شده به کمک عملگرهایی که از ژنتیک طبیعی تقلید شده‌اند، تقریب‌های بهتری از جواب نهایی بدست می‌آید. این فرایند باعث می‌شود که نسل‌های جدید با شرایط مسئله سازگارتر باشد. الگوریتم ژنتیک یکی از زیرمجموعه‌های محاسبات تکامل یافته می‌باشد که رابطه‌ی مستقیمی با مبحث هوش مصنوعی دارد. در واقع الگوریتم ژنتیک یکی از زیرمجموعه‌های هوش مصنوعی می‌باشد.

از طرفی، الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی عمومی نیز محسوب می‌شود که از طبیعت برگرفته شده است. این روش قادر است تا جواب‌هایی نزدیک به جواب بهینه را پیدا کند. در این روش غالبا در مسائلی استفاده می‌شود که فضای جستجو گسترده و تعداد اکسترمم‌های محلی زیاد می‌باشد. چون جستجو برای یافتن بهترین تطبیق در فضایی گسترده همراه با تعداد زیادی از قله‌های محلی صورت می‌گیرد. عملگرهای الگوریتم ژنتیک شامل انتخاب، تولید مثل و جهش می‌باشد. این عملگرها در بخش‌های بعدی شرح داده می‌شوند.

در شکل زیر ساختار کلی الگوریتم ژنتیک رسم شده است. با توجه به این شکل، ابتدا ساختار کروموزوم و تابع ارزیابی آن ایجاد می‌شود. در هر نسل تمام کروموزوم‌ها ارزیابی می‌شود و کروموزوم‌های مرغوب‌تر انتخاب می‌شوند. سپس کروموزوم‌ها، دوبه‌دو انتخاب می‌شوند و از ترکیب آن‌ها، کروموزومهای نسل جدید ایجاد می‌شوند. این کار با احتمال p_c انجام می‌گیرد. در ادامه مرحله‌ی جهش با احتمال p_m اعمال می‌شود تا کروموزوم‌ها به میزان کافی در فضای مجموعه جواب پراکنده شوند. بعد از انجام این مراحل، شرط پایان ارزیابی می‌شود و در صورت لزوم، کار پایان می‌یابد.



شکل (3- 1) ساختار کلی الگوریتم ژنتیک

در ادامه به بیان مولفه‌های موجود در این الگوریتم پرداخته می‌شود.

• کروموزوم

در الگوریتم‌های ژنتیکی، هر کروموزوم نشان دهنده‌ی یک نقطه در فضای جستجو و یک راه‌حل ممکن برای مسئله‌ی مورد نظر است. خود کروموزوم‌ها (راه‌حل‌ها) از تعداد ثابتی ژن (متغیر) تشکیل می‌شوند. برای نمایش کروموزوم‌ها، معمولا از کدگذاری‌های دودویی (رشته‌های بیتی) استفاده می‌شود.

• جمعیت

مجموعه‌ای از کروموزوم‌های یک جمعیت را تشکیل می‌دهند. با تاثیر عملگرهای ژنتیکی بر روی هر جمعیت، جمعیت جدیدی با همان تعداد کروموزوم تشکیل می‌شود.

• تابع برازندگی

به منظور حل هر مسئله با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیکی، ابتدا باید یک تابع برازندگی برای آن مسئله ابداع شود. برای هر کروموزوم، این تابع عددی غیرمنفی را بر می‌گرداند که نشان دهنده شایستگی یا توانایی فردی آن کروموزوم است.

• عملگرهای الگوریتم ژنتیک

در الگوریتم ژنتیک در طی مرحله‌ی تولید مثل از عملگرهای ژنتیکی استفاده می‌شود. با تاثیر این عملگرها بروی یک جمعیت، نسل بعدی آن جمعیت تولید می‌شود. عملگرهای انتخاب، آمیزش و جهش معمولا بیشترین کاربرد را در الگوریتم‌های ژنتیکی دارند.

• عملگر انتخاب

این عملگر از بین کروموزوم‌های موجود در جمعیت، تعدادی کروموزوم را برای تولید مثل انتخاب۱ می‌کند. کروموزوم‌های برازنده‌تر شانس بیشتری دارند تا برای تولید مثل انتخاب شوند.

• عملگر آمیزش (تقاطع)

در جریان عمل آمیزش (که تقاطع یا تلفیق نیز نامیده می‌شود) به صورت اتفاقی بخش‌هایی از کروموزوم‌ها با یکدیگر تعویض می‌شوند. این موضوع باعث می‌شود که فرزندان ترکیبی از خصوصیات والدین خود را همراه داشته باشند و دقیقا مشابه یکی از والدین نباشند. هدف تولید فرزند جدید می‌باشد به این امید که خصوصیات خوب دو موجود در فرزندشان جمع شده و یکی موجود بهتری را تولید کند.

روش کار به صورت زیر است:

به صورت تصادفی یک نقطه از کروموزوم انتخاب می‌شوند. سپس ژن‌های مابعد آن نقطه از کروموزوم‌ها با یکدیگر جابجا می‌شوند.

• عملگر جهش

پس از اتمام عمل آمیزش، عملگر جهش بروی کروموزوم‌ها اثر داده می‌شود. این عملگر یک ژن از کروموزوم را به طور تصادفی انتخاب نموده و سپس محتوای آن ژن را تغییر می‌دهد. اگر ژن از جنس اعداد دودویی باشد، آن را به وارونه‌اش تبدیل می‌کند و چنانچه متعلق به یک مجموعه باشد، مقدار یا عنصر دیگری از آن مجموعه را به جای آن ژن قرار می‌دهد. پس از اتمام عمل جهش، کروموزوم‌های تولید شده به عنوان نسل جدید شناخته شده و برای دور بعد اجرای الگوریتم ارسال می‌شوند.

• کدگذاری

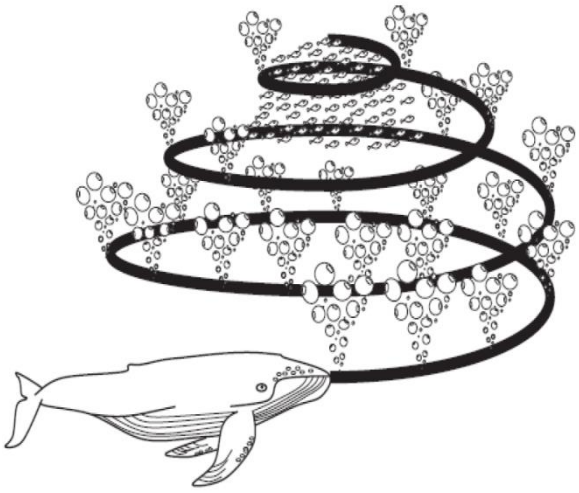
قبل از اینکه یک الگوریتم ژنتیکی بتواند اجرا شود، ابتدا باید کدگذاری(یا نمایش) مناسبی برای مسئله مورد نظر پیدا شود. معمولی‌ترین شیوه نمایش کروموزوم‌ها در یک الگوریتم ژنتیک به شکل رشته‌های دودویی است. هر متغیر تصمیم‌گیری به صورت دودویی درآمده و سپس با کنار هم قرار گرفتن این متغیرها کروموزوم ایجاد می‌شود. گرچه این روش گسترده‌ترین شیوه‌ی کدگذاری است، اما شیوه‌های دیگری مثل نمایش با اعداد حقیقی در حال گسترش هستند. همچنین یک تابع برازندگی نیز باید ابداع شود تا به هر راه حل کدگذاری شده راه حلی را نسبت دهد.

الگوریتم نهنگ

نهنگ‌ها موجوداتی فانتزی هستند. آنها بعنوان بزرگترین پستانداران در جهان محسوب می‌شوند. یک نهنگ بالغ می‌تواند تا 30 متر رشد کند و تا 180 تن وزن داشته باشد. 7 گونه مختلف از این پستاندار غول پیکر وجود دارد:نهنگ قاتل، نهنگ سئی، نهنگ تیغ باله، نهنگ اقیانوس اطلس، نهنگ کوهان دار، نهنگ مینکی و نهنگ آبی.

نهنگ‌ها اغلب بعنوان شکارچی در نظر گرفته می‌شوند. آنها هرگز نمیخوابند زیرا آنها از سطح اقیانوس‌ها تنفس می‌کنند. در حقیقت ، نیمی از مغز تنها می‌خوابد. نکته جالب در مورد نهنگ‌ها این است که آنها بعنوان حیوانات بسیار باهوش و با احساس در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به گفته‌های هاف و دان نهنگ‌ها در نواحی خاصی از مغز خود سلولهایی شبیه به آن دسته از سلولهای انسان که به آنها سلولهای دوکی۲ گفته می‌شوند دارند. این سلولها مسئول قضاوت، احساسات و رفتارهای اجتماعی در انسان هستند. به عبارت دیگر سلول‌های دوکی ما را از سایر حیوانات متمایز می‌کند. نهنگ‌ها دو برابر انسان بالغ از این سلولها دارد که باعث هوشمندی آنها می‌شود. اثبات شده است که نهنگ‌ها می‌توانند فکر کنند، یاد بگیرند، قضاوت کنند، ارتباط برقرار کنند و حتی از انسان نیز احساسی‌تر باشند.

رفتار اجتماعی نهنگ‌ها به‌گونه‌ای است که آنها به تنهایی و یا بصورت گروهی زندگی می‌کنند. برخی از گونه‌های موجود نهنگ‌ها می‌توانند کل دوره حیات خود را در یک خانواده از نهنگ‌ها زندگی کنند. بعنوان مثال نهنگ قاتل از این نوع هستند. یکی از بزرگترین نهنگ‌های بالنی نهنگ کوهان‌دار است. طعمه‌های مورد علاقه این نوع نهنگ‌ها گله‌های ماهی کریل و کوچک هستند. شکل (3-3) این پستاندار را نشان می‌دهد.



شکل (3- 2) رفتار نهنگ آبی

نهنگ کوهان‌دار روش شکار مخصوص خودشان را دارند. این رفتار تغذیه‌ای روش غذاخوردن شبکه حبابی نام دارد. نهنگ‌های کوهان‌دار ترجیح می‌دهند تا ماهی‌های کوچل نزدیک به سطح

اقیانوس را شکار کنند. با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شده است که این تغذیه با ایجاد کردن جاب‌های متمایز دایره‌ای شکل یا به شکل عدد 9 همانطور که در شکل (3-3) نشان داده شده است صورت می‌گیرد.

به‌هر حال ، گولدبوگن و همکاران این رفتار را با استفاده از سنسورهایی بررسی کردند. آنها اطلاعات مرتبط با 300 شبکه حباب از 9 نهنگ کوهان‌دار را ضبط کردند. و دو نوع مانور مرتبط با حباب‌ها را پیدا کردن که نام آنها را مارپیچی سمت بالا حلقه‌های حباب قرار دارند.

در مانور پیشین، نهنگ‌های کوهان دارحدود 12 متر در آب شیرجه زدند و سپس شروع به تولید حباب به شکل مارپیچی در اطراف طعمه کردند و در ادامه این کار، به سمت سطح آب شنا کردند. مانور بعدی شامل سه مرحله مختلف بود: حلقه مرجانی، lobtail (رفتاری که نهنگ‌ها انجام می‌دهند و ماهی‌ها را از آب خارج می‌کنند و به سمت بالا حرکت می‌دهند و سپس آنها را به سطح آب پایین می‌آورند) و حلقه اسیرکردن.

تابع برازندگی در روش پیشنهادی

در روش پیشنهادی، فرایند تولید سفارشات مشتریان و زمانبندی آنها در زنجیره تامین دیجیتال بدین صورت درنظر گرفته‌ایم که سفارشات مشتریان DSC به لایه رایانش مه و رایانش ابر ارسال می‌شوند تا توسط منابع پردازشی موجود در این دو لایه (لایه مه و لایه ابر) مورد پردازش قرار گیرند. از آنجایی که در هر لحظه حجم این سفارشات زیاد است و تعداد پردازنده موجود در منابع پردازشی در هر لحظه ممکن است آزاد باشند و یا مشغول به انجام سفارشات دیگری باشند، باید این سفارشات به صورت متوازن بین منابع آزاد تخصیص یابند تا علاوه بر توزیع متوازن بار بر روی منابع، از میزان تاخیر پردازشی کمتری برخوردار شوند تا منابع پردازشی زودتر آزاد شوند و در نتیجه زمان تحویل سفارشات کاهش یابد. لذا این پارامتر تاخیر پردازشی در روش پیشنهادی به صورت یک تابع تناسب (برازندگی) در نظر گرفته شده است.

در روش پیشنهادی برای تعداد سفارشات مشتریان در زنجیره تامین دیجیتال و منابع پردازشی موجود در لایه رایانش مه و رایانش ابری بدین صورت است که تعداد n سفارش مستقل از لایه مشتریان DSC در معماری روش پیشنهادی، تولید می شوند و تعداد m منابع در لایه مه و ابر در دسترس هستند. هر سفارش زمان پردازش از قبل مشخصی دارد و می‌توانند بر روی هر منبعی که در سطح رایانش مه و ابر در دسترس هستند، اجرا شوند.

پارامتر زمان تحویل نشان‌دهنده آن است که مجموعه سفارشاتی که به هر منبع در رایانش مه و ابر تخصیص یافته اند و در حال پردازش هستند، با صرف چه میزان تاخیر، به اتمام می‌رسند. ممکن است تعداد سفارشات تخصیص یافته به هر منبع متفاوت باشد یعنی به یک منبع تعداد 3 سفارش تخصیص داده شود و به منبع دیگر، تعداد 7 سفارش تخصیص یابد و به دیگری 5 سفارش، در نتیجه زمان اجرایی هر سفارش بر روی هر منبع متفاوت خواهد شد.

بنابراین هر منبع نسبت به منبع دیگر در زمان‌های مختلفی سفارشات تخصیص یافته به خودش را به اتمام می‌رساند. سفارشاتی که به یک منبع تخصیص میبایند در یک زمان وارد منبع پردازشی میشوند تا به ترتیب در صف آن منبع قرار گیرند تا به ترتیب اجرا شوند. زمانی که هر سفارش توسط منبع شروع به اجراشدن میکند را زمان شروع می‌نامیم و با پارامتر T_{start}^{i} آن را نشان می‌دهیم و زمانی که اجرای آن سفارش به اتمام رسیده باشد را زمان پایان می‌نامیم و با پارامتر T_{finish}^{i} نشان می‌دهیم. لذا زمان تحویل سفارش شماره i را میتوان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$T_{finish}^{i} = T_{start}^{i} + T_{Run}^{i}$$

که در معادله بالا، T_{Run}^{i} زمان اجرای سفارش شماره i بر روی منبع پردازشی است. لازم به ذکر است که همه سفارشاتی که به یک منبع تخصیص یافته‌اند، همه با هم در یک زمام شروع به اجرا نمی‌شوند بلکه باید به ترتیب یکی پس از دیگری اجرا شوند که با پایان یافتن اجرای یک سفارش، سفارش بعدی که در صف است، اجرا میشود. لذا زمان شروع سفارشات تخصیص یافته بر روی یک منبع با یکدیگر متفاوت است.

در نهایت به ازای مجموعه سفارشاتی که یک منبع پردازشی در حال اجرای آنها است، مجموع زمان تحویل به صورت معادله زیر حساب می شود:

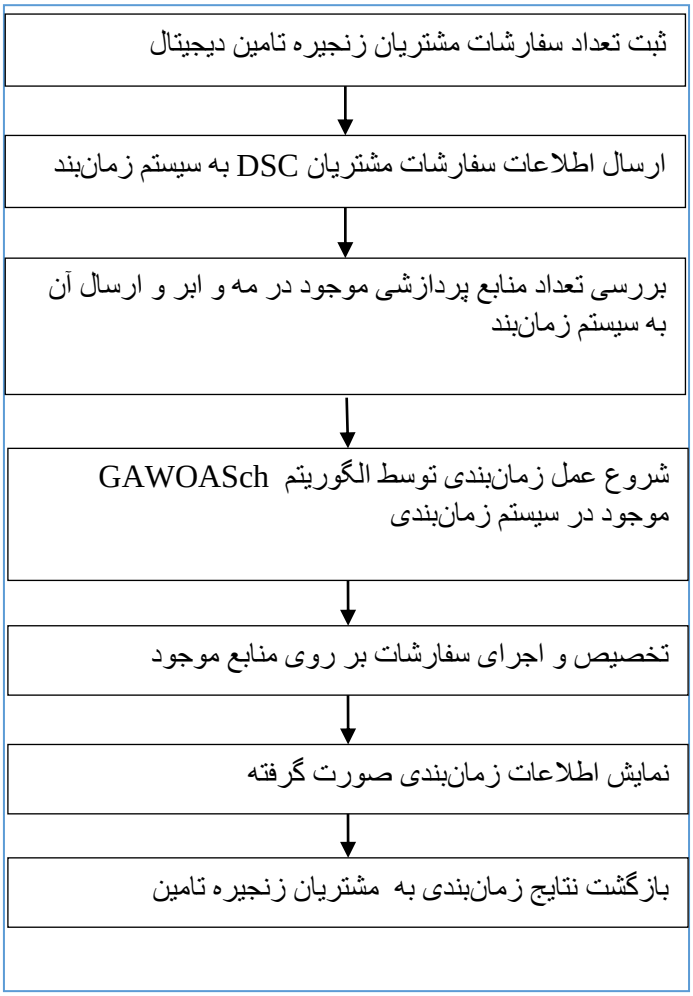
$$Delivery = \sum_{i=1}^{n} T_{finish}^{i}$$

که در آن n برابر با تعداد سفارشاتی است که به منبع تخصیص داده شده است.

فلوچارت روش پیشنهادی GAWOASch در شکل فوق نشان داده شده است. با توجه به روش معرفی شده، گام‌های روش پیشنهادی به صورت زیر است:

ابتدا تعداد سفارشات مشتریان در زنجیره تامین دیجیتال ثبت شده و اطلاعات آنها به مولفه زمانبند ی ارسال می‌شوند تا توسط الگوریتم پیشنهادی زمانبندی شوند. در ادامه، تعداد منابع موجود

در محیط رایانش مه و ابری نیز محاسبه شده و ثبت می‌شوند. اطلاعات این منابع نیز به سیستم زمانبند ارسال می‌شوند. در سیستم زمانبند، اطلاعات کسب شده به الگوریتم GAWOA در روش پیشنهادی به عنوان ورودی داده می‌شوند. برای شروع الگوریتم، لازم است پارامترهای مورد نیاز الگوریتم زمانبندی پیشنهادی مانند تعداد تکرار الگوریتم، تعداد جمعیت، نرخ تقاطع و جهش و ... تنظیم شوند. با تنظیم شدن پارامترها، الگوریتم زمانبند پیشنهادی بر اساس اطلاعات موجود شروع میشود تا به شرط خاتمه برسد. بعد از اتمام الگوریتم، وضعیت تخصیص سفارشات به منابع تعیین شده و اطلاعات به دست آمده از اجرای روش پیشنهادی نمایش داده می‌شوند. این اطلاعات شامل تعداد سفارشاتی که به هر منبع تخصیص داده شده است و شامل زمان تحویل سفارشات است.



فلوچارت روش پیشنهادی GAWOASch

نرم افزار شبیه سازی

نرم‌افزار متلب توسط شرکت مت ورکس تولیدشده است. این شرکت در سال ۱۹۸۴ در ایالت ماساچوست امریکا تأسیس شد. در سال ۱۹۷۰ ، مولرنرم‌افزار متلب را بر پایه زبان فرترن نوشت. در سال ۱۹۸۳ این نرم‌افزار را بر پایه زبان برنامه‌نویسی C شکل دادند و پس از تأسیس شرکت گسترش آن سرعت گرفت. واژه متلب هم به معنی محیط محاسبات رقمی و هم به معنی خود زبان برنامه‌نویسی مربوطه است که از ترکیب دو واژه ماتریس و آزمایشگاه ایجاد شده است. این نام نشان‌دهنده‌ی ماتریس محور بودن برنامه است، که در آن حتی اعداد منفرد هم به‌عنوان ماتریس در نظر گرفته می‌شوند. هسته متلب برای سرعت و کارایی بالا به زبان سی C نوشته‌شده است اما رابط گرافیکی آن به زبان جاوا پیاده‌سازی گشته است. اکثر برنامه‌های نرم‌افزار متلب متن‌باز هستند. محبوبیت بیشتر متلب در سراسر جهان به خاطر قدرت انعطاف‌پذیری و راحتی کار با آن است.

متلب یک برنامه نرم‌افزاری قوی برای کسانی است که با محاسبات عددی و به‌ویژه جبر خطی و نمایش آن‌ها سرو کاردارند.این نرم‌افزار نسل چهارم زبان‌های برنامه‌نویسی محسوب شده که هدف اولیه آن عبارت است از قادر ساختن مهندسان و دانشمندان به حل مسائل شامل عملیات ماتریسی،بدون نیاز به نوشتن برنامه در زبان‌های برنامه‌نویسی متداول همچون C. پایه‌ای‌ترین المان در این نرم‌افزار ماتریس است. ازاین‌رو سریع‌ترین راه نوشتن و اجرای کد در این نرم‌افزار استفاده از ماتریس است .در حقیقت تمام داده‌ها در متلب به شکل یک ماتریس ذخیره می‌شوند. برای مثال یک عدد (اسکالر) به شکل یک ماتریس 1×1 ذخیره می‌شود. یک‌رشته مانند « This is my command» به شکل ماتریسی با یک سطر و چندین ستون (که تعداد ستون‌ها به تعداد کاراکترهاست) ذخیره می‌شود. حتی یک تصویر به شکل یک ماتریس سه‌بعدی ذخیره می‌گردد که بُعد اول و دوم آن برای تعیین مختصات نقاط و بُعد سوم آن برای تعیین رنگ نقاط استفاده می‌شود. فایل‌های صوتی نیز در متلب به شکل ماتریس‌های تک‌ستون (بردارهای ستونی) ذخیره می‌شوند.

نرم‌افزار متلب دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی است که سایر زبان‌های برنامه‌نویسی آن را ندارند. از جمله مزایای این نرم‌افزار را می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

امکان کد نویسی سریع و آسان با یک‌زبان سطح بالا

اشکال‌زدایی آسان

محیط کاربری ساده

قابلیت نمایش گرافیکی نتایج و رسم نمودارهای ۲ بعدی و ۳ بعدی

تطابق نسخه‌های مختلف با هم

امکان گسترش نرم‌افزار و افزودن قابلیت‌های جدید به آن به‌وسیله جعبه ابزارها.

در محیطهای دانشگاهی از متلب به‌عنوان ابزاری برای آموزش دوره‌های مقدماتی تا پیشرفته ریاضیات، علوم مهندسی و علوم پایه استفاده می‌شود. در صنایع نیز متلب به‌عنوان ابزاری برای تحقیقات افزایش تولید و نیز آنالیز ریاضی مسائل درگیر در آن صنایع استفاده می‌شود.

این نرم‌افزار به‌صورت اختصاصی در موارد زیر نیز کاربرد دارد:

ریاضیات و محاسبات

ساخت و پیاده‌سازی الگوریتم‌های ریاضی

جمع‌آوری داده‌ها

مدل‌سازی، شبیه‌سازی و تحلیل مدل

آنالیز، استخراج مشخصه‌های آماری، رسم و نمایش دیتا

رسم گراف‌های مهندسی و علوم (منحنی‌های دوبعدی و سه‌بعدی، منحنی‌های آماری و . . .)

تولید نرم‌افزارهای کاربردی دارای واسط گرافیکی

جنبه نوآوری تحقیق

استفاده از رایانش مه در ترکیب با رایانش ابری و همچنین به‌کارگیری الگوریتم تکاملی ژنتیک در زنجیره تامین دیجیتال به عنوان نوآوری تحقیق است که منجر به بهبود زمان تحویل سفارشات مشتریان در این حوزه خواهد شد.

سوالات تحقیق

1- روش پیشنهادی تا چه میزان زمان تحویل سفارشات مشتریان زنجیره تامین دیجیتال را کاهش میدهد؟

2-روش پیشنهادی چگونه از الگوریتم تکاملی برای حل مساله مطرح شده استفاده می‌کند؟

3- فرضیه تحقیق

در این تحقیق، فرضیاتی نیز در نظر گرفته شده‌اند که به صورت زیر هستند:

1-زنجیره تامین دیجیتال مورد بررسی شامل تعدادی کالای سفارش داده شده توسط مشتریان، چند وسیله نقلیه و یک دپوی مرکزی محصولات نهایی است .

2-استفاده از الگوریتم تکاملی می‌تواند زمان پاسخگویی به سفارشات مشتریان را کاهش دهد.

4- تنظیمات شبیه‌سازی

در شبیه سازی ها ساختار تنظیمات الگوریتم GAWOASch به صورت جدول زیر است.

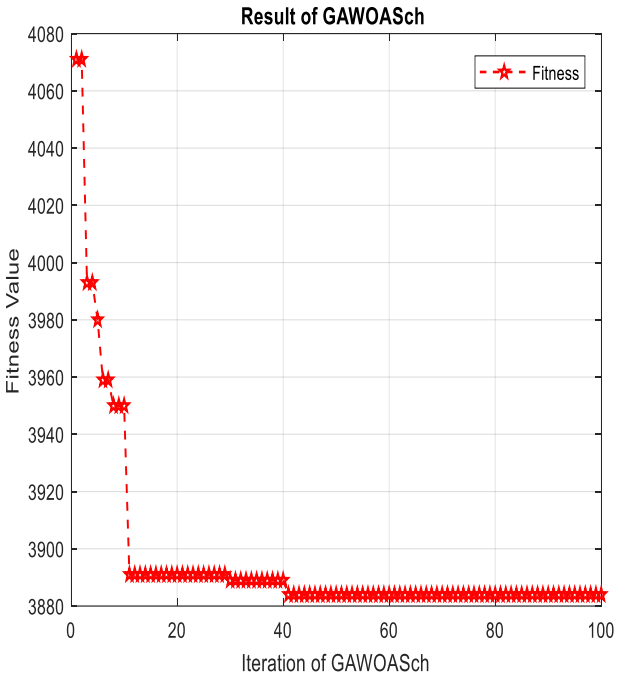
جدول (4- 1) تنظیمات الگوریتم GAWOASch در روش پیشنهادی در شبیه‌سازی‌ها

پارامتر	مقدار
تعداد جمعیت	30
تعداد تکرار الگوریتم	100
نرخ تقاطع	0/6
نرخ جهش	0/4
ضریب A	0/5
ضریب r	0/5

اجرای شبیه‌سازی‌ها

در این شبیه سازی برای تحلیل بهتر، تعداد سفارشات مشتریان DSC در زنجیره تامین دیجیتال و تعداد منابع رایانش مه و ابر را کم در نظر می گیریم. لذا تعداد سفارشات برابر با 12 سفارش و تعداد منابع را برابر با 3 منبع درنظر گرفته ایم. با اجرای روش پیشنهادی و اجرای الگوریتم GAWOASch، نتیجه پاسخگویی به سفارشات به صورت زیر شده است:

نحوه بهینه‌سازی تابع تناسب در تکرارهای الگوریتم GAWOASch به صورت شکل زیر است:

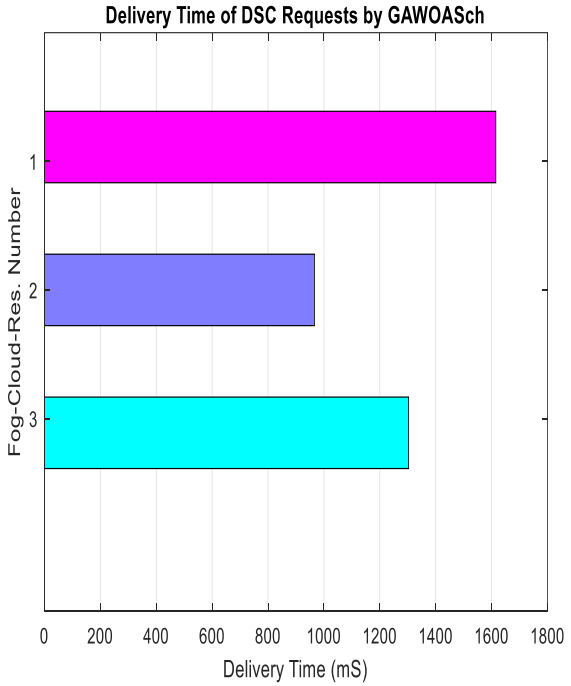


شکل (4- 1) بهینه سازی تابع تناسب در شبیه‌سازی توسط الگوریتم GAWOASch

که در نتیجه، عمل زمانبندی این مجموعه سفارشات بر روی منابع به صورت زیر شده است:

Fog-Cloud-Res. ID	DSC Customer Request List	Delivery time
1	[3 6 8 9 12]	1615
2	[4 5 11]	966
3	[1 2 7 10]	1303
	Sum:	3884

با توجه به نتیجه بالا مشخص شده است که سفارشات شماره [3 6 8 9 12] به منبع شماره 1 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 1615 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [4 5 11] به منبع شماره 2 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 966 میلی ثانیه شده است و سفارشات شماره [1 2 7 10] به منبع شماره 3 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 1303 میلی ثانیه شده است. در نهایت، مجموع زمان تحویل سفارش مشتریان DSC برابر با 3884 میلی ثانیه شده است. زمان تحویل مجموعه سفارشات تخصیص یافته به هر منبع رایانش مه و ابر در شکل زیر رسم شده است:

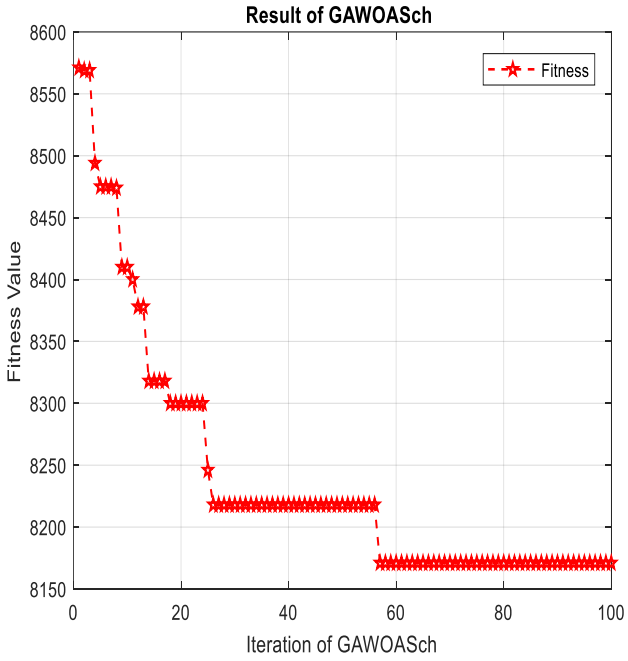


شکل (4- 2) زمان تحویل سفارشات مشتریان DSC بر روی منابع رایانش مه و ابر در شبیه‌سازی

که در شکل بالا محور افقی، زمان تحویل سفارشات مشتریان DSC که توسط منابع انجام شده است را نشان می‌دهد که بر حسب میلی‌ثانیه است و محور عمودی، شماره منابع رایانش مه و ابر است. این شکل نشان می‌دهد که منبع شماره 1، سفارشات مشتریان را با کمی زمان بیشتر تحویل می‌دهد.

در این شبیه سازی تعداد سفارشات برابر با 25 کار و تعداد منابع را برابر با 3 منبع درنظر گرفته ایم. با اجرای روش پیشنهادی و اجرای الگوریتم GAWOASch، نتیجه زمانبندی به صورت زیر شده است:

نحوه بهینه‌سازی تابع تناسب در تکرارهای الگوریتم GAWOASch به صورت شکل زیر است:



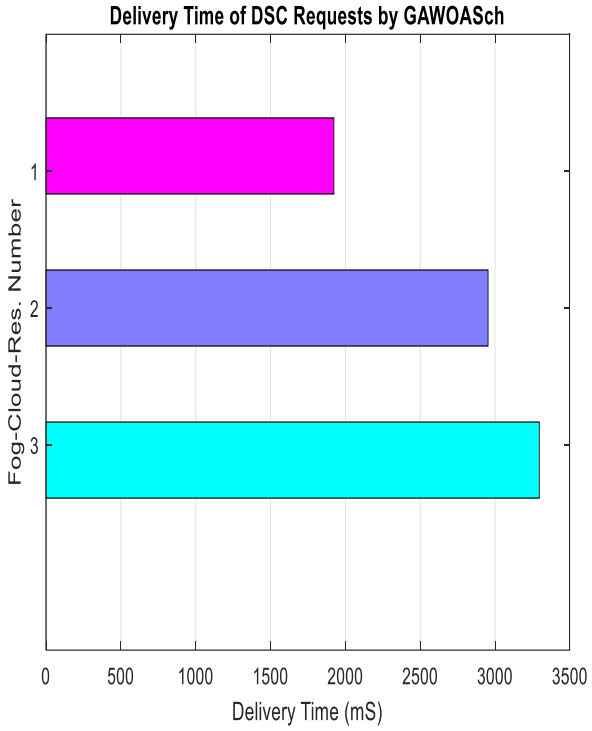
شکل (4- 3) بهینه سازی تابع تناسب در شبیه‌سازی توسط الگوریتم GAWOASch

که در نتیجه، عمل زمانبندی این مجموعه سفارشات بر روی منابع به صورت زیر شده است:

Fog-Cloud-Res. ID	DSC Customer Request List	Delivery time
1	[6 8 9 14 19 24]	1923
2	[3 4 5 11 12 13 16 21 25]	2953
3	[1 2 7 10 15 17 18 20 22 23]	3295
	Sum:	8171

با توجه به نتیجه بالا مشخص شده است که سفارشات شماره [6 8 9 14 19 24] به منبع شماره 1 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 1923 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [3 4 5 11 12 13 16 21 25] به منبع شماره 2 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 2953 میلی ثانیه شده است و سفارشات شماره [1 2 7 10 15 17 18 20 22 23] به منبع شماره 3 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 3295 میلی ثانیه شده است. در نهایت، مجموع زمان تحویل سفارش مشتریان DSC برابر با

8171 میلی ثانیه شده است. زمان تحویل مجموعه سفارشات تخصیص یافته به هر منبع رایانش مه و ابر در شکل زیر رسم شده است:

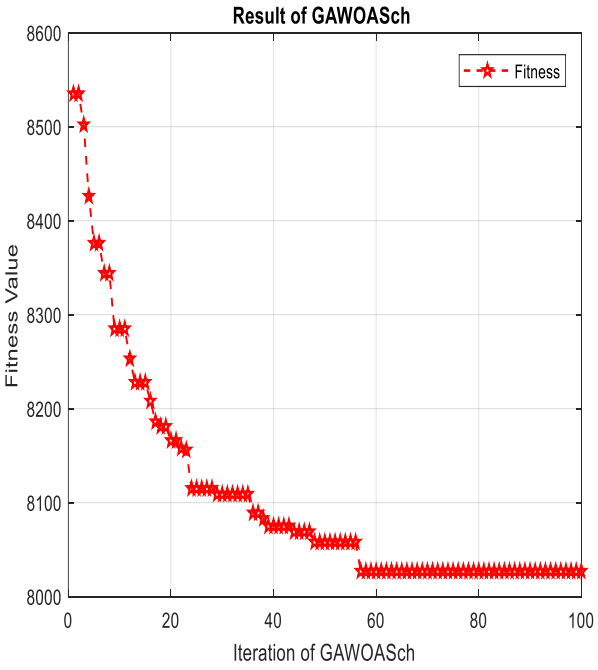


شکل (4- 4) زمان تحویل سفارشات مشتریان DSC بر روی منابع رایانش مه و ابر در شبیه‌سازی

این شکل نشان می‌دهد که منبع شماره 3، سفارشات مشتریان DSC را با کمی زمان بیشتر به تحویل می‌دهد.

در این شبیه سازی تعداد سفارشات برابر با 25 سفارش ولی تعداد منابع را برابر با 5 منبع درنظر گرفته ایم، یعنی تعداد منابع را افزایش دادیم ولی تعداد سفارشات همان تعداد قبلی هستند. با اجرای روش پیشنهادی و اجرای الگوریتم GAWOASch، نتیجه زمانبندی به صورت زیر شده است:

نحوه بهینه‌سازی تابع تناسب در تکرارهای الگوریتم GAWOASch به صورت شکل زیر است:



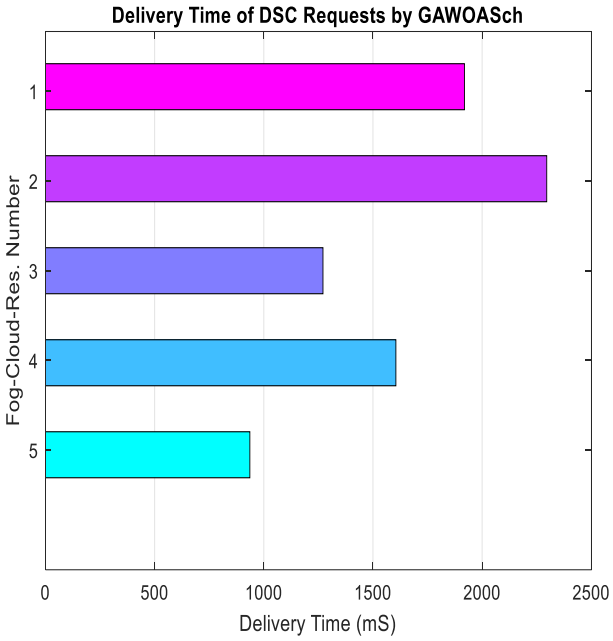
شکل (4- 5) بهینه سازی تابع تناسب در شبیه‌سازی توسط الگوریتم GAWOASch

که در نتیجه، عمل زمانبندی این مجموعه سفارشات بر روی منابع به صورت زیر شده است:

Fog-Cloud-Res. ID	DSC Customer Request List	Delivery time
1	[2 3 10 18 19 20]	1919
2	[4 5 9 13 14 22 23]	2296
3	[1 12 16 25]	1271
4	[7 11 15 17 24]	1605
5	[6 8 21]	936
	Sum:	8027

با توجه به نتیجه بالا مشخص شده است که سفارشات شماره [2 3 10 18 19 20] به منبع شماره 1 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 1919 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [4 5 9 13 14 22 23] به منبع شماره 2 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 2296 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [1 12 16 25] به منبع شماره 3 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 1271 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [7 11 15 17 24] به منبع شماره 4 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 1605 میلی ثانیه شده است و سفارشات شماره [6 8 21] به منبع شماره 5 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 936 میلی ثانیه

شده است. در نهایت، مجموع زمان تحویل سفارش مشتریان DSC برابر با 8027 میلی ثانیه شده است. زمان تحویل مجموعه سفارشات تخصیص یافته به هر منبع رایانش مه و ابر در شکل زیر رسم شده است:

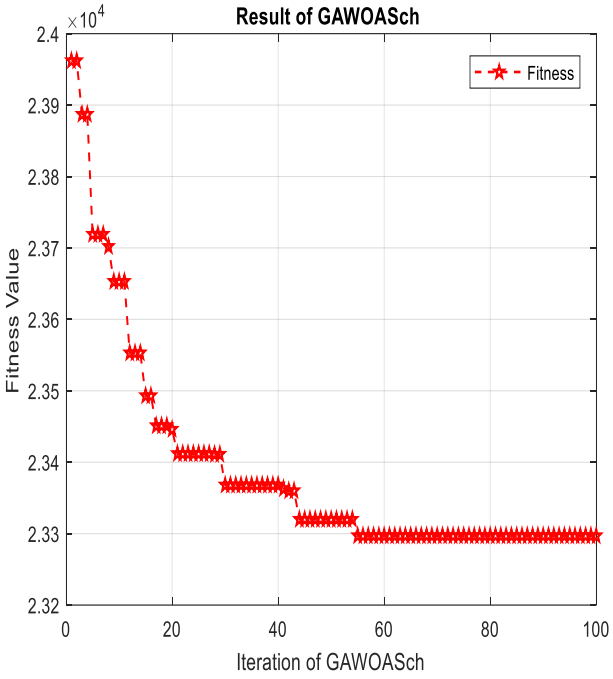


شکل (4- 6) زمان تحویل سفارشات مشتریان DSC بر روی منابع رایانش مه و ابر در شبیه‌سازی

این شکل نشان می‌دهد که منبع شماره 2، سفارشات مشتریان DSC را با صرف زمان بیشتر تحویل می‌دهد.

در این شبیه سازی تعداد سفارشات برابر با 70 سفارش و تعداد منابع را برابر با 5 منبع درنظر گرفته ایم، یعنی تعداد سفارشات را افزایش دادیم ولی تعداد منابع همان تعداد قبلی هستند. با اجرای روش پیشنهادی و اجرای الگوریتم GAWOASch، نتیجه زمانبندی به صورت زیر شده است:

نحوه بهینه‌سازی تابع تناسب در تکرارهای الگوریتم GAWOASch به صورت شکل زیر است:



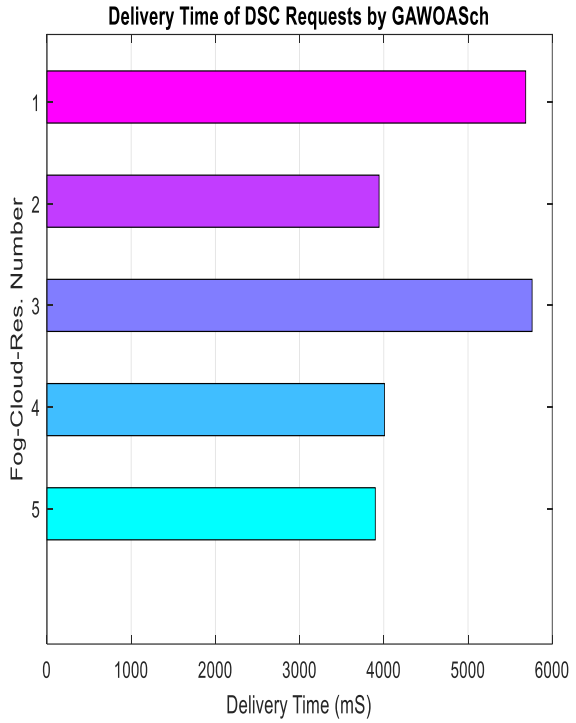
شکل (4- 7) بهینه سازی تابع تناسب در شبیه‌سازی توسط الگوریتم GAWOASch

که در نتیجه، عمل زمانبندی این مجموعه سفارشات بر روی منابع به صورت زیر شده است:

Fog-Cloud-Res. ID	DSC Customer Request List	Delivery time
1	[1 17 25 34 36 37 38 40 43 45 49 50 51 57 60 66 70]	5685
2	[2 5 9 20 26 31 32 33 44 48 64 67]	3944
3	[4 6 7 12 13 16 19 21 23 28 30 42 46 55 62 68 69]	5761
4	[3 10 11 15 22 24 41 52 54 59 61 63]	4008
5	[8 14 18 27 29 35 39 47 53 56 58 65]	3899
	Sum:	23297

با توجه به نتیجه بالا مشخص شده است که سفارشات شماره [1 17 25 34 36 37 38 40 43 45 49 50 51 57 60 66 70] به منبع شماره 1 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 5685 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [2 5 9 20 26 31 32 33 44 48 64 67] به منبع شماره 2 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 3944 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [4 6 7 12 13 16 19 21 23 28 30 42 46 55 62 68 69] به منبع شماره 3 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 5761 میلی ثانیه شده است. سفارشات شماره [3 10 11 15 22 24 41 52 54 59 61 63] به منبع شماره 4 تخصیص یافتند که زمان تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 4008 میلی ثانیه شده است و سفارشات شماره [8 14 18 27 29 35 39 47 53 56 58 65] به منبع شماره 5 تخصیص یافتند که زمان

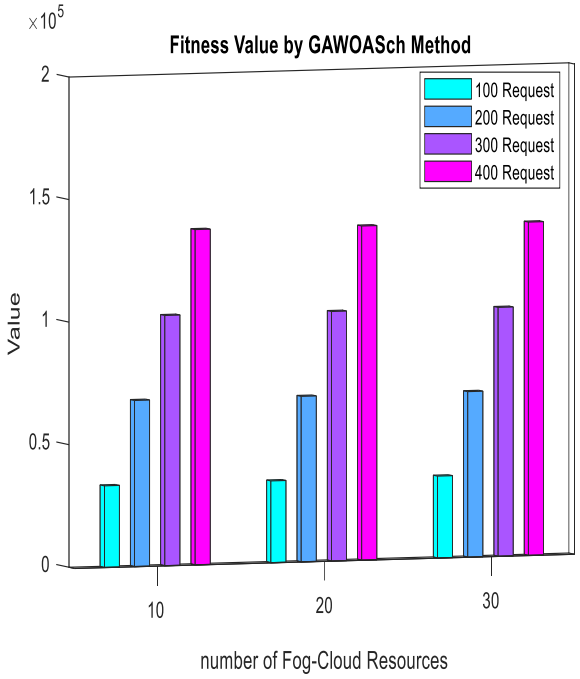
تحویل این مجموعه سفارشات برابر با 3899 میلی ثانیه شده است. در نهایت، مجموع زمان تحویل سفارش مشتریان DSC برابر با 23297 میلی ثانیه شده است. زمان تحویل مجموعه سفارشات تخصیص یافته به هر منبع رایانش مه و ابر در شکل زیر رسم شده است:



شکل (4- 8) زمان تحویل سفارشات مشتریان DSC بر روی منابع رایانش مه و ابر در شبیه‌سازی

این شکل نشان می‌دهد که منبع شماره 3، سفارشات مشتریان DSC را با کمی زمان بیشتر تحویل می‌دهد.

در شبیه سازی بعدی، تعداد سفارشات مشتریان DSC در زنجیره تامین دیجیتال را تغییر دادیم که به ترتیب برابر با 100، 200، 300 و 400 سفارش تنظیم کرده‌ایم و تعداد منابع را هم تغییر دادیم که به ترتیب برابر با 10، 20 و 30 منبع در نظر گرفتیم. با اجرای روش پیشنهادی و اجرای الگوریتم GAWOASch، نتیجه زمانبندی و زمان تحویل سفارشات مشتریان به صورت زیر شده است. میزان تابع تناسب به ازای این چند حالت، به صورت شکل زیر شده است.



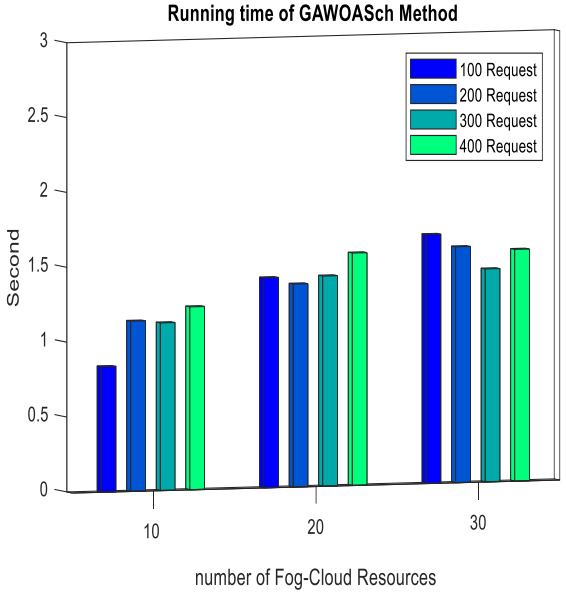
شکل (4- 9) میزان تابع تناسب به ازای تعداد سفارشات و منابع مختلف در شبیه‌سازی توسط الگوریتم GAWOASch

محور افق نشان دهنده تعداد منابع مختلف در محیط رایانش مه و ابر است و محور عمودی نیز میزان تابع تناسب است و نمودارهای میله‌ای به ازای تعداد سفارشات مختلف مشتریان DSC هستند. مقدار این نمودار در جدول زیر آورده‌ایم.

جدول (4- 2) میزان تابع تناسب به ازای تعداد سفارشات و منابع مختلف در شبیه‌سازی توسط الگوریتم GAWOASch

	10 منبع	20 منبع	30 منبع
100 سفارش	33298	33372	33400
200 سفارش	67777	67523	67515
300 سفارش	102110	101800	101530
400 سفارش	136800	136320	135990

همچنین زمان اجرای پیاده‌سازی روش پیشنهادی به ازای تعداد سفارشات و منابع مختلف در نرم‌افزار متلب به ازای این شبیه سازی قبلی اندازه گرفته شده است که در شکل زیر آمده است.



شکل (4- 10) زمان اجرای روش پیشنهادی به ازای تعداد سفارشات و منابع مختلف در شبیه‌سازی

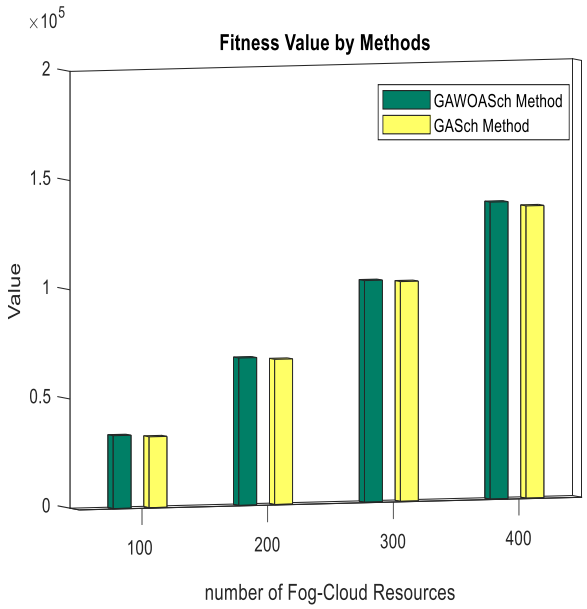
محور افق نشان دهنده تعداد منابع مختلف در محیط رایانش مه و ابر است و محور عمودی نیز میزان تابع تناسب است و نمودارهای میله‌ای به ازای تعداد سفارشات مختلف مشتریان DSC هستند. مقدار این نمودار در جدول زیر آورده‌ایم.

جدول (4- 3) زمان اجرای روش پیشنهادی به ازای تعداد سفارشات و منابع مختلف در شبیه‌سازی

	10 منبع	20 منبع	30 منبع
100 سفارش	0.8372	1.4018	1.662
200 سفارش	1.1359		1.355
300 سفارش	1.5748		
400 سفارش	1.1193		1.4035
	1.4217		
	1.2213		1.5519
	1.5471		

با بررسی این نتیجه مشخص می شود که یکی از مزیت‌های الگوریتم تکاملی مورد استفاده در روش پیشنهادی این است که با افزایش داده ها ی ورودی مساله، بار پردازشی برنامه افزایش چندانی پیدا نمی‌کند.

در شبیه سازی بعدی، روش پیشنهادی با روش الگوریتم ژنتیک مورد مقایسه قرار دادیم. تعداد سفارشات مشتریان DSC در زنجیره تامین دیجیتال را تغییر دادیم که به ترتیب برابر با 100، 200، 300 و 400 سفارش تنظیم کرده‌ایم و تعداد منابع برابر با 30 منبع در نظر گرفتیم. با اجرای الگوریتم GAWOASch و الگوریتم GASch نتیجه زمانبندی و زمان تحویل سفارشات مشتریان به صورت زیر شده است. میزان تابع تناسب به ازای این چند حالت، به صورت شکل زیر شده است.



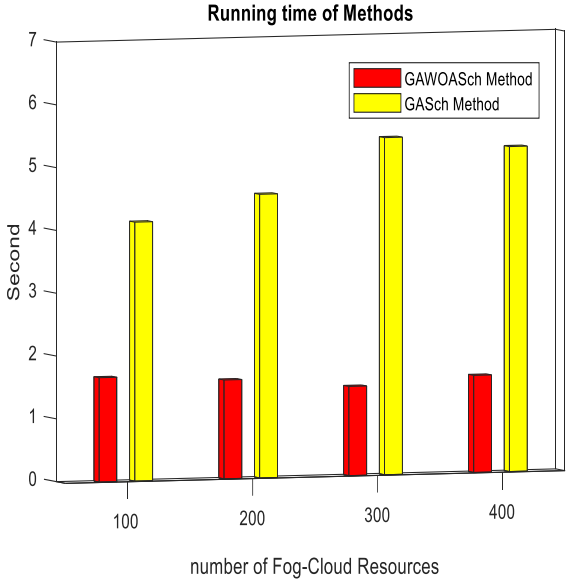
شکل (4- 11) میزان تابع تناسب روش GAWOASch در مقایسه با روش GASch در شبیه‌سازی

مقدار این نمودار در جدول زیر آورده‌ایم.

جدول (4- 4) میزان تابع تناسب روش GAWOASch در مقایسه با روش GASch در شبیه‌سازی

	روش GAWOASch	روش GASch
100 سفارش	33400	32482
200 سفارش	67515	66495
300 سفارش	101530	100662
400 سفارش	135990	133869

همچنین زمان اجرای پیاده‌سازی روش پیشنهادی به ازای تعداد سفارشات و منابع مختلف در نرم‌افزار متلب به ازای این شبیه سازی قبلی اندازه گرفته شده است که در شکل زیر آمده است.



شکل (4- 12) زمان اجرای روش GAWOASch در مقایسه با روش GASch در شبیه‌سازی

مقدار این نمودار در جدول زیر آورده‌ایم.

جدول (4- 5) زمان اجرای روش GAWOASch در مقایسه با روش GASch در شبیه‌سازی

	روش GAWOASch	روش GASch
100 سفارش	1.662	4.1250694
200 سفارش	1.5748	4.5178552
300 سفارش	1.4217	5.3695459
400 سفارش	1.5471	5.1764239

5- روش تحقیق

اهداف تحقیق

در این تحقیق اهداف زیر در نظر گرفته شده است:

1-استفاده از بستر رایانش مه در ترکیب با رایانش ابری درزنجیره تامین دیجیتال به منظور کاهش تاخیر پردازشی.

2-استفاده از الگوریتم تکاملی در زنجیره تامین دیجیتال برای پاسخگویی به سفارشات مشتریان.

3-کاهش زمان تحویل سفارشات مشتریان زنجیره تامین دیجیتال با کمک روش پیشنهادی.

4-نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در سازمان‌هایی که از زنجیره تامین دیجیتال استفاده می‌کنند، مورد استفاده قرار گیرد، مانند صنعت مواد غذایی، تحویل دارو و ...

6- خلاصه نتایج فرضیه های تحقیق:

زنجیره تامین دیجیتال، مجموعه مراحلی است که یک شرکت برای تبدیل مواد خام به محصول نهایی انجام می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که زنجیره تامین دیجیتال آنها کارامد و مقرون به صرفه است. از طرفی دیگر، صنعت زنجیره تامین از لحاظ فراهم کردن تسهیلات و امکانات تولید، انبارداری، عرضه و توزیع کالا و خدمات برای صنایع موثر و پیچیده است. به علت ماهیت غالبا فیزیکی کسب و کارهای این حوزه روند خودکارسازی و بهره‌برداری از فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی در این صنعت همواره با چالش‌های بسیاری روبه‌رو است .

زنجیره تأمین امروز مجموعه-ای از اقدامات کاملاً گسسته و جداگانه است که محصول را از طریق بازاریابی، توسعه محصول، تولید و توزیع در نهایت به دست مشتری می‌رساند. فرایند دیجیتالی کردن منجر به فرو ریختن دیوارهای مابین این اقدامات می‌شود و به واسطه‌ی آن زنجیرها به یک اکوسیستم کاملاً یکپارچه تبدیل می-شوند. این اکوسیستم، برای همه بازیکنان درگیر از تأمین کنندگان مواد اولیه، اجزا و قطعات گرفته، تا حاملان محصولات نیمه‌ساخته و کالاهای نهایی و در نهایت مشتریان متقاضی محصول نهایی کاملاً شفاف است.

در بیشتر شرکت‌ها، محصولات از طریق یک فرایند کاملا استاندارد به مشتریان تحویل داده می‌شوند. بازاریابی روند تقاضای مشتری را تجزیه و تحلیل می‌کند و سعی می‌کند که با استفاده از این تحلیل، فروش را برای دوره آینده پیش‌بینی کند. با استفاده از این اطلاعات، تولیدکننده مواد اولیه، اجزا و قطعات را برای ظرفیت مورد نظر سفارش می‌دهد. بخش توزیع تغییرات آتی در میزان محصول مورد نیاز در آینده را حساب می‌کند و به مشتریان گفته می‌شود چه موقع انتظار دریافت محموله را داشته باشند. اگر همه چیز به خوبی پیش برود، شکاف بین تقاضا و عرضه در هر نقطه از سیستم (در هر نقطه‌ای از اکوسیستم که عرضه و تقاضایی وجود داشته باشد) اندک است.

بخشی از زنجیره تامین دیجیتال، لجستیک هوشمند است که با کمک آن، کیفیت خدمات رسانی صنعت حمل‌ونقل بهبود خواهد یافت به گونه‌ای که در آن یکی از پارامترهایی که مدنظر قرار گرفته است شامل زمان تحویل سفارشات مشتریان است. ارتباط حمل و نقل با سازمان‌ها و شرکت‌ها با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات رو به افزایش است. این ارتباط برگرفته از ابزارهایی مانند سنسورها، دستگاه‌های اینترنت اشیا، ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی مانند شبکه ارتباطی بین خودرویی و خودروهای خودران هستند که همگی بر تقویت ارتباط صنعت حمل‌ونقل با زنجیره تامین شرکت‌ها تاثیرگذار هستند.

از این‌رو، در این تحقیق یک روشی با کمک الگوریتم های ژنتیگ و نهنگ در بستر رایانش ابر و مه ارائه می‌شود که در زنجیره تامین

دیجیتال منجر به کاهش زمان تحویل سفارشات مشتریان این زنجیره خواهد شد. الگوریتم تکاملی پیشنهادی شامل الگوریتم ژنتیک است که یک روش بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت جاندار (موجودات زنده) می‌باشد را می‌توان در طبقه‌بندی‌ها، به عنوان یک روش عددی، جستجوی مستقیم و تصادفی یاد کرد. الگوریتم ژنتیک اولیه از روش قوی طبیعت در تکامل موجودات زنده پیچیده و از نظریه انتخاب طبیعی داروین الهام گرفته بودند که توضیح ساده ای از روند طبیعت ارائه می داد. این نوع الگوریتم، در مدت زمان کوتاهی می‌تواند مسائل پیچیده را حل نماید.

در ساختار روش پیشنهادی که با نام (GAWOASch) است، برای درخواست‌ها و سفارشات مشتریان در زنجیره تامین دیجیتال، محیط رایانش مه و محیط رایانش ابری سطوح مختلفی در نظر گرفتیم. در مجموع سه سطح برای آن در نظر گرفتیم که سفارشات مشتریان DSC در سطح پایین، محیط رایانش مه در سطح میانی و محیط رایانش ابری در سطح بالا قرار دارند. در محیط زنجیره تامین دیجیتال سفارشات مشتریان دریافت شده و در محیط رایانش مه و رایانش ابری، منابعی در دسترس هستند که باید به سفارشات دریافتی تخصیص داده و توسط الگوریتم زمانبندی پیشنهادی تعیین و تکلیف شوند.

سفارشات درخواستی توسط دستگاه هایی که دراختیار مشتریان زنجیره تامین دیجیتال قرار دارد، تولید می‌شوند. از آنجایی که این دستگاه‌ها در سطح پایین قرار گرفته‌اند باید این کارها به سطح بالاتر ارسال شوند تا توسط منابع پردازشی موجود، مورد پردازش قرار گیرند. در لایه بالاتر، سیستم زمانبندی روش پیشنهادی وجود دارد که اطلاعات پردازشی سفارشات را دریافت می کند و اطلاعات منابع موجود در محیط رایانش مه و ابر را نیز در اختیار دارد و از این منابع برای بهبود زمان پاسخ‌گویی به سفارشات مشتریان DSC استفاده خواهد کرد.

هر منبع پردازشی در دسترس در محیط رایانش مه و رایانش ابری، توانایی پردازش‌های مختلفی دارند که باید توسط الگوریتم ژنتیک و نهنگ در روش پیشنهادی تعیین شود که کدام سفارشات به کدام منبع تخصیص یابند و زمانبندی شوند تا همه سفارشات پردازش شوند به گونه‌ای که زودتر پاسخ داده شوند تا تاخیر پردازشی کارها کم شود.

از آنجایی که مساله زمانبندی سفارشات به منابع در زنجیره تامین دیجیتال، از نوع مسائل NP-سخت محسوب می‌شوند، در روش پیشنهادی از ترکیب الگوریتم تکاملی ژنتیک و نهنگ برای حل این مساله استفاده می‌کنیم. یکی از مزیت‌های الگوریتم ژنتیک این است که می تواند پاسخ نسبتا دقیق را در مدت زمان بسیار کم همراه با بار پردازشی کم پیدا کند و این امر منجر به آن می شود که فرایند پردازشی در زنجیره تامین دیجیتال کاهش یابد و به سفارشات مشتریان DSC در این محیط زودتر پاسخ داده شود که در نتیجه تاخیر کمتری را شاهد خواهیم بود. در روش پیشنهادی از الگوریتم ژنتیک و نهنگ به صورت ترکیبی استفاده کرده‌ایم تا تابع پیشنهادی را بهینه کند. با یافتن مقدار بهینه تابع، میزان انرژی مصرفی و زمان پاسخگویی و تاخیر ناشی از پردازش سفارشات در محیط زنجیره تامین دیجیتال به حداقل خود خواهد رسید و بر اساس پاسخ به دست آمده از این الگوریتم، مشخص می‌شود که کدام سفارشات به کدام منابع پردازشی تخصیص خواهند یافت.

به منظور ارزیابی روش پیشنهادی GAWOASch چند شبیه-سازی انجام شده است. شبیه‌سازی‌ها بر روی نرم افزار متلب MATLAB انجام داده‌ایم.

نتایج نشان دادند که یکی از مزیت‌های الگوریتم تکاملی مورد استفاده در روش پیشنهادی این است که با افزایش داده ها ی ورودی مساله، بار پردازشی برنامه افزایش چندانی پیدا نمی‌کند.

همچنین در مقایسه با روش دیگر مشخص شده است که روش پیشنهادی از بار پردازشی بسیار کمتری برخوردار است و توانسته است پاسخ بهینه را با پیچیدکی محاسباتی کمتر به دست آورد.

مراجع

[1]. Sabri, E., 2019. Transformation Framework for Supply Chain Segmentation in Digital Business. In Technology Optimization and Change Management for Successful Digital Supply Chains (pp. 54-84). IGI Global.

[2]. Zhou, L., Zhang, L. and Ren, L., 2018. Modelling and simulation of logistics service selection in cloud manufacturing. Procedia CIRP, 72, pp.916-921.

[3]. Radanliev, P., Roure, D.C.D., Nurse, J., Montalvo, R.M. and Burnap, P., 2019. Supply Chain Design for the Industrial Internet of Things and the Industry 4.0.

[4]. Liu, Y., Wang, L., Wang, X.V., Xu, X. and Zhang, L., 2019. Scheduling in cloud manufacturing: state-of-the-art and research challenges. International Journal of Production Research, 57(15-16), pp.4854-4879.

[5]. Zhou, L., Zhang, L. and Fang, Y., 2020. Logistics service scheduling with manufacturing provider selection in cloud manufacturing.

Chain and Operations Management (pp. 481-526). Springer, Cham.
[17]. Radanliev, P., Roure, D.C.D., Nurse, J., Montalvo, R.M. and Burnap, P., 2019. Supply Chain Design for the Industrial Internet of Things and the Industry 4.0.
[18]. Liu, Y., Wang, L., Wang, X.V., Xu, X. and Zhang, L., 2019. Scheduling in cloud manufacturing: state-of-the-art and research challenges. International Journal of Production Research, 57(15-16), pp.4854-4879.
[19]. Zhou, L., Zhang, L. and Fang, Y., 2020. Logistics service scheduling with manufacturing provider selection in cloud manufacturing. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 65, p.101914.
[20]. Yi, S., Hao, Z., Qin, Z. and Li, Q., 2015, November. Fog computing: Platform and applications. In 2015 Third IEEE workshop on hot topics in web systems and technologies (HotWeb) (pp. 73-78). IEEE.
[21]. Bonomi, F., Milito, R., Zhu, J. and Addepalli, S., 2012, August. Fog computing and its role in the internet of things. In Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing (pp. 13-16).
[22]. Vaquero, L.M. and Rodero-Merino, L., 2014. Finding your way in the fog: Towards a comprehensive definition of fog computing. ACM SIGCOMM computer communication Review, 44(5), pp.27-32.
[23]. Stojmenovic, I., 2014, November. Fog computing: A cloud to the ground support for smart things and machine-to-machine networks. In 2014 Australasian telecommunication networks and applications conference (ATNAC) (pp. 117-122). IEEE.
[24]. Stojmenovic, I. and Wen, S., 2014, September. The fog computing paradigm: Scenarios and security issues. In 2014 federated conference on computer science and information systems (pp. 1-8). IEEE.
[25]. Yi, S., Li, C. and Li, Q., 2015, June. A survey of fog computing: concepts, applications and issues. In Proceedings of the 2015 workshop on mobile big data (pp. 37-42).
Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 65, p.101914.
[6]. Tao, F., Zhang, L., Venkatesh, V.C., Luo, Y. and Cheng, Y., 2011. Cloud manufacturing: a computing and service-oriented manufacturing model. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 225(10), pp.1969-1976.
[7]. Buyya, R., Broberg, J. and Goscinski, A.M. eds., 2010. Cloud computing: Principles and paradigms (Vol. 87). John Wiley & Sons.
[8]. Jadeja, Y. and Modi, K., 2012, March. Cloud computing-concepts, architecture and challenges. In 2012 International Conference on Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET) (pp. 877-880). IEEE.
[9]. Marinos, A. and Briscoe, G., 2009, December. Community cloud computing. In IEEE International Conference on Cloud Computing (pp. 472-484). Springer, Berlin, Heidelberg.
[10]. Zhang, H., Jiang, G., Yoshihira, K. and Chen, H., 2014. Proactive workload management in hybrid cloud computing. IEEE Transactions on Network and Service Management, 11(1), pp.90-100.
[11]. Catteddu, D., 2009, December. Cloud Computing: benefits, risks and recommendations for information security. In Iberic Web Application Security Conference (pp. 17-17). Springer, Berlin, Heidelberg.
[12]. Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., & Meyarivan, T. A. M. T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. IEEE transactions on evolutionary computation, 6(2), 182-197.
[13]. Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (2008). Genetic algorithm optimization problems. In Introduction to Genetic Algorithms(pp. 165-209). Springer, Berlin, Heidelberg.
[14]. Davis, L. (1991). Handbook of genetic algorithms.
[15]. Tanese, R. (1989). Distributed genetic algorithms for function optimization.
[16]. Ivanov, D., Tsipoulanidis, A. and Schönberger, J., 2019. Digital supply chain, smart operations and industry 4.0. In Global Supply