نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید
IERPS

نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

سال هفتم، شماره چهاردهم، بهار و تابستان ۱۳۹۸، صفحه ۱۲۷-۱۴۵
www.ier.basu.ac.ir

ISSN: 2345-2269

DOI: 10.22084/ier.2019.16231.1763

طراحی شبکه زنجیره‌تأمین با بهره‌گیری از فناوری رایانش ابری

وحید حاجی‌پور[1*]، محمد رهبرجو[2]

۱. استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
دریافت ۱۳۹۷/۲/۵
پذیرش ۱۳۹۸/۴/۳

کلمات کلیدی:
طراحی شبکه زنجیره‌تأمین
رایانش‌ابری
مدل‌سازی ریاضی

خلاصه

فناوری‌های نوین برای خلق فرصت‌های ارزشمند در زنجیره‌تأمین به رویکرد جدیدی نیاز دارند تا نه‌تنها جریان فیزیکی کالاها و خدمات، بلکه انبوه اطلاعات و داده‌های مالی را یکپارچه سازند. استفاده از فناوری روز و تحلیل داده‌های موجود و ارائه گزارشات مربوطه به مدیران ارشد سازمان در زمان مناسب موجب می‌شود تا آن‌ها با توجه به تغییرات بازار بتوانند تصمیمات مناسب و هوشمندانه‌ای را اتخاذ نمایند و در جهت اهداف استراتژیک سازمان گام‌های مؤثرتری بردارند. امروزه، انعطاف‌پذیری سازمان‌ها با توجه به تغییر در نیازهای مشتریان، بسیار حائز اهمیت است. از سوی دیگر، میزان و زمان سفارش‌گذاری مناسب تأثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های سربار داشته و چابکی سازمان را افزایش می‌دهد. فناوری ابر به‌عنوان یک قابلیت کلیدی در دنیای امروز می‌تواند تأثیر شگرفی بر انتقال داده‌ها در مدل‌های مختلف عملکردی زنجیره‌تأمین و همچنین تحلیل بخش‌های مختلف کسب‌وکار داشته باشد. به همین منظور در این تحقیق به‌دنبال بررسی استفاده از فناوری ابری جهت ارزشمندتر کردن فرایندهای زنجیره‌تأمین هستیم و این موارد را به‌صورت مدل ریاضی ارائه نمودیم. مدل ریاضی به‌صورت دقیق حل شده و در ابعاد بزرگ مسأله با استفاده از رویکردهای بهینه‌سازی هوشمند مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. نتایج نشان داد با پیاده‌سازی شبکه زنجیره‌تأمین پیشنهادی، حمل‌ونقل و هزینه‌های ناشی از آن به‌صورت چشم‌گیری کاهش و درآمد شرکت افزایش می‌یابد که این روند شرکت‌ها را به‌سمت زنجیره‌تأمین سبز نیز سوق می‌دهد. همچنین، با حذف واسطه‌ها، کالا با قیمت و کیفیت مناسب‌تری به مشتری نهایی تحویل می‌شود که این موضوع منجر به جلب هر چه بیشتر رضایت مشتری می‌گردد.

۱- مقدمه

پیدایش فناوری‌های نوین و استفاده روزافزون مردم از آن‌ها موجب تحول در زندگی، کسب‌وکارها و رقابت شرکت‌ها در دنیای فناوری و خدمات ارتباطی شده است. به‌کارگیری فناوری‌های روز دنیا نظیر ابر، به سرعت در کسب‌وکارهای مختلف در حال رشد بوده و تأثیر آن بر مشتریان و صنایع کاملاً ملموس است به‌طوری‌که برخی از شرکت‌های معتبر در بازه‌های زمانی و با معیارهای گوناگون در خصوص بررسی سرعت پیشرفت و تغییرات شرکت‌های استراتژی فناوری اطلاعات و ارتباطات جهانی مانند شرکت بوز[1] گزارش منتشر و شرکت‌های فعال در این حوزه را رتبه‌بندی می‌نمایند [۱].

* نویسنده مسئول: وحید حاجی‌پور
تلفن: ۰۲۱۴۴۲۹۷۰۷۲؛ پست الکترونیکی: hajipour.v@wtiau.ac.ir

1. Booz & Company

زنجیره‌تأمین الکترونیکی مشتریان و عرضه‌کنندگان را به شیوه مطلوبی به هم مرتبط می‌نماید و ارزش‌افزوده فعالیت‌های تولیدی را افزایش می‌دهد و همان مفاهیم مدیریت زنجیره تأمین را دارد که توسط فناوری اطلاعات توانمند شده است. شرکت‌ها برای موفقیت و افزایش بهره‌وری خود بایستی از زنجیره ارزش هوشمند استفاده نموده و زمان چرخه کاری خود را کاهش و وفاداری مشتریان خود را افزایش دهند [۲]. مدیریت زنجیره تأمین مؤثر شامل مدیریت دارایی‌های زنجیره تأمین و محصول، اطلاعات و جریان سرمایه برای به حداکثر رساندن سودآوری زنجیره تأمین است [۳]. بر این اساس، ارتباط به‌موقع و کامل بین همه عناصر زنجیره برای اطلاع از نیازهای مشتری و میزان تأمین نیازها از ضروریات زنجیره است. برای تسهیل جریان اطلاعات و مدیریت دقیق آن بستری مناسب از نرم‌افزارها و سیستم‌های اطلاعاتی یکپارچه و شبکه‌های اکسترانت و اینترانت موردنیاز است.

یکپارچگی شبکه زنجیره‌تأمین جهت بهینه‌سازی و مدیریت هوشمندانه بخش‌های تشکیل‌دهنده آن برای سازمان‌ها حائز اهمیت است. امروزه پاسخگویی به‌موقع به تقاضای مشتریان با توجه به تنوع درخواست‌های آن‌ها، جزء دغدغه‌های شرکت‌ها بوده و این امر موجب تغییر شرایط بازار شده است. به همین دلیل سازمان‌ها به دنبال فراهم کردن یک زنجیره‌تأمین با انعطاف‌پذیری بالا هستند. از طرفی عوامل گوناگونی نظیر گستردگی جغرافیایی، تنوع، اندازه و تمرکز محصولات و خدمات در زمینه خاص ازجمله عوامل تأثیرگذار در دستیابی به سبد محصولات و خدمات قدرتمند است لذا پیشرو بودن در استفاده از فناوری‌های روز و ارائه محصولات و خدمات متنوع که منطبق با نیاز مشتریان باشد، می‌تواند به‌عنوان یک راه‌حل جهت دستیابی شرکت‌ها به جایگاه و سهم بازار متناسب با استراتژی و اهداف آن‌ها، در نظر گرفته شود.

در ابتدا مناسب است تعاریف پایه‌ای فناوری‌ابری را ارائه نماییم. فناوری‌ابری به‌عنوان یک قابلیت کلیدی در دنیای امروز می‌تواند تأثیر مهمی در انتقال داده‌ها بین بخش‌های مختلف زنجیره‌تأمین، چالاکی سیستم، تحلیل اطلاعات و تصمیم‌گیری مدیران ارشد سازمان‌ها داشته باشد. تعاریف رسمی متفاوتی در خصوص رایانش ابری ارائه شده است. اما یکی از بهترین آن‌ها توسط مؤسسه استاندارد و فناوری ملی آمریکا ارائه شده که رایانش ابری را مدلی برای ارائه دسترسی مناسب شبکه‌ای، مستقل از مکان و کاملاً متناسب با نیاز و خواست کاربر به مخزنی اشتراکی از منابع محاسباتی (منابع شبکه‌ای، سرورها، فضاهای ذخیره‌سازی اطلاعات، نرم‌افزارهای کاربردی و به‌طورکلی خدمات و سرویس‌های شبکه‌ای) دانسته که دستر سی به منابع با حداقل میزان تلاش و ارتباط با تهیه‌کننده و در سریع‌ترین زمان ممکن امکان‌پذیر می‌سازد.

مدل‌های سرویس ابری که پیشنهاد می‌شود بیشتر به‌منظور حرکت از سرمایه‌گذاری بسیار زیاد به سمت استفاده از مدل کسب‌وکاری منعطف با هزینه‌های عملیاتی کمتر است. در این صورت کلید موفقیت انتخاب مدل ابری متناسب و هماهنگ با نیازهای کسب‌وکاری خواهد بود. در ادامه انواع مدل‌های ابری ازجمله مدل‌های سرویسی (طبق ماهیت خدمات ارائه شده در ابر) و مدل‌های پیاده‌سازی (شیوه‌های گوناگون بهره‌برداری از خدمات ابر در سازمان‌ها) معرفی می‌شود.

رایانش‌ابری را می‌توان براساس ماهیت سرویسی که تأمین‌کنندگان آن ارائه می‌دهند، به چهار گروه ذیل دسته‌بندی کرد:

- نرم‌افزار به‌عنوان خدمات (SaaS)[1] ارائه‌دهندگان سرویس ابر مجموعه‌ای از نرم‌افزارها و داده‌های مربوط به کسب‌وکار به وجود می‌آورند و دسترسی کاربران به این نرم‌افزارها و داده‌ها را از طریق مرورگر وب مهیا می‌سازند. انواع نرم‌افزارهایی که از این راه ارائه می‌شوند شامل نرم‌افزارهای حسابداری، مدیریت ارتباط با مشتری، برنامه‌ریزی منابع سازمانی، صورت‌حساب، مدیریت منابع انسانی، مدیریت محتوا و مدیریت پشتیبانی خدمات است.
- بستر اجرایی به‌عنوان خدمات (PaaS)[2] در این مدل ارائه‌دهندگان سرویس ابر، بستر کاملی را برای برنامه‌های کاربردی، واسط های کاربری، توسعه پایگاه های داده، ذخیره‌سازی و تست و آزمون پیشنهاد می‌کنند. این مدل به کسب‌وکارها اجازه توسعه، نگهداری و پشتیبانی از برنامه‌های کاربردی شخصی‌سازی‌شده را داده و درعین‌حال کاهش هزینه های فناوری اطلاعات و کم نمودن نیازمندی های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و محیط های میزبانی را نیز فراهم می‌آورد.
- زیر ساخت به‌عنوان خدمات (IaaS)[3] این مدل به کسب‌وکارها اجازه می‌دهد که منابع موردنیاز از قبیل سرویس‌دهنده‌ها، نرم‌افزارها، فضای موردنیاز مرکز داده یا تجهیزات شبکه را مانند سرویس‌های برون‌سپاری شده خریداری نمایند.
- فرآیندهای تجاری به‌عنوان خدمات (BPaaS)[4] تکنولوژی ابر در این مدل برای ارائه فرآیندهای کسب‌وکاری استاندارد مانند فرآیندهای مربوط به پرداخت، حقوق و دستمزد و منابع انسانی استفاده می شود. این مدل ترکیبی از همه مدل‌های ابری دیگر است.

انواع روش‌های پیاده‌سازی رایانش‌ابری را می‌توان به چهار مدل اصلی ذیل تقسیم کرد:

- ابرهای خصوصی در این مدل برای هر شرکت خاص، زیرساخت‌های ابری مجزا تخصیص داده می‌شود به‌طوری‌که این زیرساخت‌ها یا توسط شرکت یا توسط شخص ثالث مدیریت خواهند شد و ممکن است زیرساخت‌های تأمین‌کننده ابر خصوصی در ساختمان شرکت و یا خارج از آن وجود داشته

1. Software-as-a-Service (SaaS)
2. Platform-as-a-Service (PaaS)
3. Platform-as-a-Service (PaaS)
4. Business Process-as-a-Service

باشند. مدل طراحی ابر خصوصی امن‌ترین روش در بین تمامی مدل‌های پیاده‌سازی ابر است [۵-۴].

- ابرهای عمومی در این مدل پیاده‌سازی زیرساخت‌های تأمین‌کننده ابر به‌صورت عمومی قابل‌دسترس می‌باشند و سرویس‌های ابری توسط این تأمین‌کنندگان به شرکت‌ها و یا سازمان‌ها ارائه خواهند شد [۵-۴].
- ابرهای ترکیبی زیرساخت‌های ابر ترکیبی از دو یا چند ابر (خصوصی یا عمومی) می‌باشند [۵-۴].
- ابرهای گروهی هنگامی‌که چندین سازمان نیازهای یکسان دارند و به‌دنبال این هستند که با به اشتراک گذاردن زیرساخت از مزایای رایانش‌ابری بهره‌مند گردند از این مدل استفاده می‌شود که گران‌تر از ابر عمومی است اما میزان بیشتری از محرمانگی، امنیت و سازگاری با سیاست‌ها را به همراه می‌آورد [۵-۴].

شکل (۱) از شرکت IBM گرفته شده است که معماری مرجع رایانش‌ابری (نسخه چهارم CCRA) را به‌طور خلاصه ارائه کرده است [۶].

هر سازمانی می‌بایست با توجه به استراتژی‌ها و سیاست‌های خود و با رعایت موارد امنیتی و ملزومات کسب‌وکاری، اقدام به به‌کارگیری روش مناسب برای پیاده‌سازی رایانش ابری نماید

خدمات ابر، با فراهم‌سازی امکان تحلیل داده‌های عظیم، مزایای زیادی را برای شرکت‌های بزرگ به همراه آورده است. استفاده از این مزیت روی داده‌های حیاتی در تصمیم‌سازی به‌موقع جهت موفقیت کسب‌وکارها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در حقیقت این راهکارها با استفاده از رایانه‌های بزرگ و پیشرفته، سرعت ارائه خدمات را به بیشترین و هزینه‌های تمام شده، مصرف انرژی و صرف زمان را به حداقل می‌رسانند. مؤسسات مختلفی در خصوص استفاده از رایانش ابری در سازمان‌ها تحقیق کرده‌اند که برخی از آن‌ها به شرح ذیل است:

- در تحقیقات جداگانه‌ی صورت گرفته از سوی وال‌استریت و فناوری[1]، ۴۰٪ از مدیران اجرایی بازار سرمایه گزارش کردند سازمان آن‌ها در حال حاضر از خدمات مبتنی برابر استفاده می‌کنند و ۳۱٪ از آن‌ها برنامه‌ریزی‌های مربوط به استفاده از راه‌حل‌های ابر را در آینده خود دارند.
- بررسی‌های سیستم‌های بانکی و فناوری[2] حاکی از آن است که ۳۴٪ از بانکداران برنامه‌های کاربردی عمومی کسب‌وکارشان بر روی ابر است، ۱۶٪ برنامه‌ریزی‌های لازم برای استفاده از این مدل را در دستور کار خود دارند و ۳۴٪ در حال حاضر در حال ارزیابی این راه‌حل‌ها می‌باشند.
- نتایج بررسی‌های شرکت مکنسی[3] نشان می‌دهد که ۷۵٪ از مدیران اجرایی کسب‌وکار باور دارند که ابر در سازمان آن‌ها ارزش‌آفرین بوده و ۷۰٪ افزایش انعطاف‌پذیری که اولین هدف در رایانش مبتنی بر ابر است را در سازمان مشاهده نموده‌اند [۷].

با توجه به موارد ذکر شده، پیاده‌سازی رایانش‌ابری در سطح گسترده و استفاده شرکت‌ها از این فناوری در جهت حل مسائل زنجیره‌تأمین کسب‌وکار شان نیاز به بررسی بیشتری دارد. به همین منظور به مطالعه مقالاتی که در این خصوص در مجلات معتبر منتشر شده پرداختیم تا بتوانیم در جهت هموارسازی راه بهره‌گیری از این فناوری در زنجیره‌تأمین گامی برداریم. در ادامه مطالعات پیشین در این حوزه بررسی و در بخش‌های بعدی توضیحات کاملی در خصوص موضوع تحقیق ارائه می‌دهیم. در این تحقیق، تلاش کردیم تا با استفاده از فناوری رایانش‌ابری شبکه زنجیره‌تأمینی طراحی نماییم که در آن بخش‌های غیرکارا و هزینه زا در طول زنجیره حذف شوند چراکه وجود آن‌ها ارزش‌افزوده‌ای برای محصول نهایی ایجاد نکرده و صرفاً بر هزینه‌های تولید افزوده است. برای سنجش کارایی شبکه طراحی شده نیز از مدل ریاضی کمک گرفتیم که با حل آن و بررسی و تحلیل نتایج حاصله صحت موارد ذکر شده به‌وضوح قابل‌مشاهده خواهد بود. شایان‌ذکر است که تا کنون مدل ریاضی برای ارزیابی شبکه زنجیره تأمین ابری ارائه نشده است.

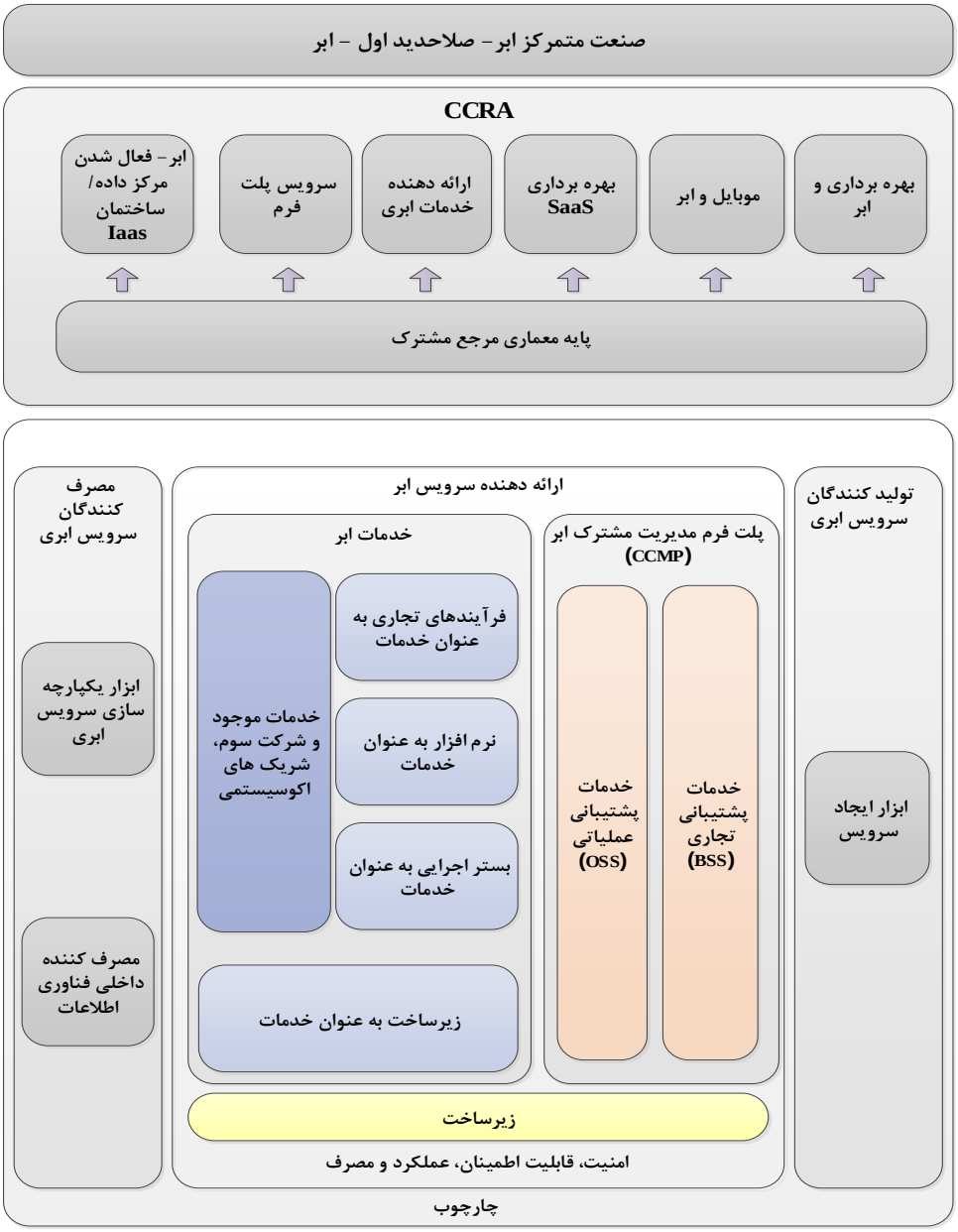
در ادامه مقاله، بخش (۲) پیشینه تحقیق را ارائه نموده و تحقیقات که تاکنون روی این موضوع انجام گرفته را موردبررسی قرار می‌دهیم سپس در بخش (۳) به بیان مساله و شرح جزئیات طرح تحقیق می‌پردازیم. در بخش (۴) مدل ریاضی مساله را ارائه نموده و در بخش (۵) به بهینه سازی مساله و تحلیل نتایج حاصله از تحقیق می‌پردازیم. بخش (۶) نیز به نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای تحقیقات آتی اشاره می‌نماید.

۲- پیشینه تحقیق

ادغام بیشتر فعالیت‌های بین تأمین‌کنندگان و مشتریان در کل زنجیره‌تأمین و تغییر در نیازهای آن‌ها موجب گردید تا از فناوری اطلاعات برای انعطاف‌پذیری بیشتر محصولات و خدمات استفاده شود به‌طوری‌که آکرمانز و همکاران [۸] این موضوع را منجر به افزایش مجموعه‌های قابل ارائه و ازجمله مسائل مهم مدیریت زنجیره‌تأمین در سال‌های آینده دانسته‌اند. سوافورد و همکاران [۹] با بررسی داده‌های تجربی مشخص کردند که بین یکپارچگی فناوری اطلاعات، انعطاف‌پذیری و چابکی زنجیره‌تأمین و عملکرد کسب‌وکار رقابتی رابطه‌ای شبیه دومینو[4] وجود دارد. در تحقیقی که توسط لیو و همکاران [۱۰] صورت گرفت، بیان شد که فشارهای سازمانی اثرات متفاوتی بر پذیرش مدیریت زنجیره‌تأمین الکترونیکی دارند و فرهنگ‌سازمانی نقش مهمی را در این رابطه بازی می‌کند. مارستون و همکاران [۱۱] با شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید

1. Business Process-as-a-Service
2 . Banking System & Technology
3. McKinsey & Company
4. Domino

رایانش‌ابری و همچنین مسائلی که روی ذینفعان مختلف این فناوری تأثیر می گذارد، مجموعه‌ای از توصیه‌ها را برای مدیریت بهتر این فناوری به استفاده‌کنندگان ارائه نمودند. بنلیان و هس [۱۲] با جمع‌آوری اطلاعات از مدیران فناوری اطلاعات و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها بیان کردند که تهدیدات امنیتی هم برای طرفداران نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس و هم افراد مخالف این روش، عامل مهمی بوده و روی درک کلی و ریسک پذیری مدیران فناوری اطلاعات تأثیر می‌گذارد. دوراجو و همکاران [۱۳] به این نتیجه رسیدند که رایانش ابری انعطاف‌پذیری را در شیوه‌ی فعالیت یک سازمان به ارمغان می‌آورد. با یک پژوهش مفهومی که تأثیر برخی از عدم‌قطعیت‌ها و انعطاف‌پذیری در ابر را بررسی می‌کند بیان نمودند که با استفاده از آنتروپی به‌عنوان یک ابزار ارزیابی، چگونه عملیات زنجیره تأمین تحت تأثیر قرار می‌گیرند. جان و وی [۱۴] فناوری اصلی رایانش ابری را همکاری اطلاعاتی در زنجیره‌تأمین دانسته و مسائل مربوط به تقسیم اطلاعات زنجیره‌تأمین در محیط رایانش ابری را نیز حائز اهمیت بیان کردند. ببیی و همکاران [۱۵] شرایط موجود و راهکارهای معرفی‌شده برای بهره‌گیری از فناوری رایانش ابری را بررسی کردند و برای تصمیم‌گیری بهتر سازمان‌ها در خصوص ادامه استفاده از نرم‌افزار فعلی کسب‌وکار خود و یا بهره‌گیری از نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس میزبانی، راهکار ارائه نمودند. هوبورگ و همکاران [۱۶].



شکل (۱): خلاصه معماری مرجع رایانش ابری (نسخه چهارم CCRA)[۶]

با در نظر گرفتن یک چارچوب پایدار چهاربعدی شامل ویژگی‌های رایانش ابری، عوامل تعیین‌کننده پذیرش، مکانیزم‌های مدیریتی و تأثیرات تجاری آن برای ساختاربندی، دریافتند که دیدگاه افراد از تمرکز روی جنبه‌های فناوری به‌سوی درک عمیق‌تری از رایانش ابری

به‌عنوان یک مدل فناوری اطلاعات جدید در حال تغییر است. آیوازیدو و همکاران [۱۷]، شرکت‌های مدرنی که به‌دنبال بهینه سازی هزینه و عملکرد مراحل زنجیره تأمین خود (مانند پیش‌بینی و برنامه‌ریزی، تهیه و تأمین منابع، تدارکات، خدمات و مدیریت قطعات یدکی) هستند را بررسی و اعلام نمودند که رایانش‌ابری به‌عنوان یک فناوری مفید به این بهینه‌سازی کمک می‌کند. هوانگ و همکاران [۱۸] با بررسی منابع موجود و قابلیت به اشتراک‌گذاری آن‌ها با استفاده از فناوری رایانش‌ابری در شرکت‌های با سایز کوچک و متوسط، بستر ابری خدمات تولید با محوریت سازمان‌های کوچک و متوسط را ارائه کردند. تیواری و جین [۱۹] بیان کردند که با استفاده از سرویس‌های ابری، در هر زمان و مکان منابع خدماتی زنجیره تأمین قابلیت به اشتراک گذاری دارند. به همین دلیل ایده اولیه‌ای از این فناوری به‌عنوان یک راه‌حل کارآمد و مقیاس‌پذیر برای مدیریت زنجیره‌تأمین و با استفاده از مرکز توزیع داده ارائه نمودند. بالا [۲۰] اطلاعات کارکنانی که فرآیندهای مدیریت زنجیره‌تأمین را در سازمان‌ها اجرا می‌کردند را بررسی و بیان نمود که پیاده‌سازی موفق سیستم‌ها و فرآیندهای آن به حمایت و تعهد کارکنان این بخش بستگی دارد. توجه به این موضوع به کاهش چالش‌های مربوط به پیاده‌سازی در سازمان‌ها کمک می‌کند. در تحقیقات برندر و مارکو [۲۱] مشخص گردید که با توجه به بحران اقتصادی امروز، مدل قیمت‌گذاری برای استفاده از رایانش‌ابری، انعطاف‌پذیری، مقیاس‌پذیری، قابلیت‌های امنیتی و سطح دسترسی آن، برای تمام شرکت‌ها جذاب است. بااین‌حال، رایانش ابری مملو از خطرات امنیتی است و قبل از هرگونه مشارکت باید این موضوع با دقت بررسی شود. بلومی و همکاران [۲۲] بیان کردند که انعطاف‌پذیری زنجیره‌تأمین تبدیل به یک عنصر مهم برای حفظ رقابت در محیط کسب‌وکار پیچیده کنونی است و بررسی تأثیر فعالیت‌های انتقال دانش داخلی و خارجی بر انعطاف پذیری زنجیره‌تأمین مهم هستند. تحقیقات بهویر و پینکیپال [۲۳] نشان داد که رایانش‌ابری توانایی انعطاف‌پذیری نرم‌افزارهای برون‌سپاری شده، همکاری در زنجیره و نیازهای زیرساختی را فراهم می‌نماید. مزیت رایانش‌ابری این است که می‌تواند یک فناوری مناسب برای حمایت و مدیریت شبکه‌ای پویا با تغییرات مداوم بوده و در نتیجه به مدیریت بهتر زنجیره تأمین کمک کند. یان و همکاران [۲۴] معتقدند که یکپارچه سازی فرآیندهای زنجیره‌تأمین در قالب خدمات و همچنین ارائه پشتیبانی اطلاعاتی مؤثر برای مدیریت منابع فیزیکی، منجر به تحقق اهداف کلی عملیات سیستم می‌گردد. ترونگ [۲۵] راهنمایی عملی برای اطمینان از بهره‌وری سیستم و کنترل خطرات مرتبط با راه‌حل‌های بیان شده پس از اتخاذ تصمیم استفاده از زنجیره‌تأمین ابر را ارائه نمود. چو و چان [۲۶] معتقدند که نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس، روش‌های برون سپاری سنتی را عمیقاً تغییر داده و راه‌حلی مناسب برای فرآیندهای مختلف کسب‌وکار ارائه می‌دهد. به همین دلیل شناسایی یک چارچوب نظری برای ارزیابی آن مهم است. در این راستا یک چارچوب یکپارچه برای ارزیابی پذیرش نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس با چهار دیدگاه صرفه‌جویی اقتصادی، تأثیرات استراتژیک، نگرش مدیریت نسبت به مالکیت و کیفیت خدمات ارائه نمودند. سینگ و همکاران [۲۷] با مطالعه در صنعت گوشت گاو، سیستمی یکپارچه با استفاده از فناوری رایانش‌ابری طراحی کردند که در آن همه ذینفعان این زنجیره‌تأمین می‌توانند انتشار کربن کار خود را اندازه‌گیری و به حداقل برسانند. گریسون و همکاران [۲۸] رابطه‌ی مدیریتی و فنی قابلیت‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات و تأثیرگذاری آن روی موفقیت رایانش‌ابری را با استفاده از تجزیه‌وتحلیل فرآیندها و عملیات بررسی کردند. کارکونا ساسی و همکاران [۲۹] در یک منطقه متغیرهای قابل‌توجهی که در مرحله اتخاذ رایانش‌ابری شرکت‌های مالزی را تحت تأثیر قرار دادند، بررسی نمودند. هلو و همکاران [۳۰] نمونه اولیه از اجرای زنجیره‌تأمین مجازی مبتنی بر ابر ارائه کردند. جده و تیوتبرگ [۳۱] با مطالعه۱۰۲ مقاله، یک مدل مرجع برای نشان دادن روابط متقابل بین عناصر مختلف رایانش‌ابری و مدیریت زنجیره‌تأمین طراحی و ارائه نمودند. زینگ و همکاران[۳۲] برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی زنجیره‌تأمین با توجه به همکاری و تبادل اطلاعات یک پلتفرم مبتنی بر ابر برای ارزیابی چرخه عمر پویا ارائه نمودند. ماسترینی و همکاران [۳۳] بیان کردند که سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد زنجیره‌تأمین با بهره‌گیری از فناوری‌های جدید به جمع‌آوری، ادغام و به اشتراک‌گذاری اطلاعات در میان چندین شریک کمک نموده و روند رو به رشدی در فعالیت تجاری ایجاد کردند بااین‌حال، مطالعاتی که واقعاً اندازه‌گیری عملکرد را فراتر از مرزهای یک شرکت بررسی نماید هنوز اندک هستند. به همین منظور با هدف اصلاح سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد زنجیره‌تأمین، بررسی سیستماتیک روی ادبیات انجام دادند. زهیری و همکاران [۳۴] یک شبکه چندبخشی جدید از یک زنجیره‌تامین دارویی در شرایط عدم قطعیت طراحی نمودند که به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا در مورد مکان‌های تأسیسات، جریان مواد و مدیریت موجودی‌ها تصمیمات آگاهانه بگیرند. بویوکازان و گوزل [۳۵] ادبیات اخیر در مورد چگونگی مدیریت فرایندهای زنجیره‌تامین با طیف گسترده‌ای از فناوری‌های نوآورانه مانند وسایل نقلیه بدون سرنشین، رایانش‌ابری و اینترنت اشیا، اهمیت زنجیره‌تأمین‌دیجیتال را نشان داده‌اند و بسیاری از محققان صنعتی درباره برنامه‌های کاربردی آن صحبت نموده‌اند. لی و همکاران [۳۶] به بررسی تاریخچه توسعه کنترل ترافیک و سیستم‌های مدیریت محاسبات در حال تحول پرداختند. ابرهای حمل‌ونقل هوشمند می‌توانند خدماتی مانند پشتیبانی تصمیم، محیط توسعه استاندارد برای استراتژی‌های مدیریت ترافیک و غیره را ارائه دهند. بااین‌حال، استفاده گسترده از تلفن همراه باعث ایجاد یک لایه پیچیده و قدرتمند می‌شود که نیاز به محاسبات و منابع با قدرت فراوان دارد. برای مقابله با این مشکل، آن‌ها یک نمونه اولیه سیستم مدیریت شهری با استفاده از ابرهای ترافیکی هوشمند پیشنهاد دادند که به ترافیک شهری کمک نموده و مدیریت ترافیک شهری را توانمند می‌سازد. این مورد می‌تواند به کاهش هزینه‌های این حوزه

کمک نماید. کوچان و همکاران [۳۷] با استفاده از رایانش‌ابری به‌عنوان یکی از توانمندسازهای سیستم‌های مدیریت زنجیره‌تامین‌الکترونیکی و به اشتراک‌گذاری اطلاعات، توانستند زنجیره‌تامین چند سطحی بیمارستان را بهبود دهند. سوبرمانیان و همکاران [۳۸] نشان دادند که ارائه‌دهندگان خدمات لجستیک کوچک و متوسط چینی جذب رایانش‌ابری شده‌اند تا در کوتاه‌مدت هزینه‌های خود را کاهش و در بلندمدت از مزایای سبز آن بهره‌مند شوند. این مطالعه قابلیت‌های رایانش‌ابری و ادغام سازمانی در زمینه خدمات تدارکات را گسترش داده است. کریستیا و همکاران [۳۹] یک معماری مفهومی برای طراحی پلت فرم مبتنی بر ابر ارائه دادند که خدمات ذخیره، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها را برای کشتی‌های بزرگ دریایی پیاده‌سازی می‌کند و هدف آن ارائه اطلاعات ارزشمندی برای تجارت حمل‌ونقل دریایی است .با شناسایی نیاز بازار حمل‌ونقل، به‌دست آوردن دانش بیشتر و بهینه سازی، کارایی عملیات و مزایای مالی یک شرکت دریایی را افزایش دادند و مزیت رقابتی برای آن ایجاد کردند. روش‌شناسی توسعه‌یافته و نتایج ارائه شده، فرصت‌های بزرگ و پتانسیل گسترده‌ای را برای ایجاد سیستم‌های مدیریت صنعت حمل‌ونقل به نمایش گذاشته است. لی و همکاران [۴۰] یک سیستم تدارکات زنجیره‌ای سرد بر اساس رایانش ابری ارائه دادند که هماهنگی بهتری را بین بخش‌های آن ایجاد می‌نماید. اطلاعات فروش محصول به شیوه مناسب‌تری کنترل شده و سرعت تدارکات زنجیره سرد را افزایش می‌دهد که بر این اساس منافع همه بخش‌های زنجیره به حداکثر می‌رسد. آن‌ها نشان دادند که یک سیستم لجستیک بر مبنای رایانش ابری فرآیندهای کسب‌وکار و زنجیره عرضه را بهبود می‌بخشد و خدمات بهتری را برای مشتریان ارائه می‌دهد. همچنین می‌تواند با هزینه کم به مدیریت تدارکات در کنترل بسیاری از عملیات که قبلاً قابل‌تصور نبودند کمک نماید. به این صورت شرکت‌های کوچک و متوسط نیز قادر به بهره‌مندی از راه‌حل‌های حرفه‌ای فناوری اطلاعات با سرمایه‌گذاری کمتر خواهند بود. در جدول (۱) لیست مقالات بررسی‌شده، دسته‌بندی آن‌ها و شکاف تحقیقاتی به‌دست‌آمده نمایش داده شده است.

با توجه به توضیحات و جدول ارائه شده می‌توان دریافت که بیشترین تحقیق روی مدل نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس صورت گرفته است ولی در خصوص انواع مدل‌های ابری، تحقیقات تقریباً مشابهی صورت گرفته است. همچنین تاکنون مدل ریاضی برای زنجیره‌تأمین با بهره‌گیری از رایانش ابری ارائه نشده است. بر این اساس در این تحقیق به دنبال طراحی و ارائه مدل ریاضی برای شبکه زنجیره‌تأمین با استفاده از مفهوم رایانش ابری هستیم که در آن از ابر ترکیبی استفاده شده است.

۳- بیان مسأله تحقیق و مدل‌سازی

ازآنجاکه شبکه زنجیره‌تأمین بسیار گسترده بوده و از اجزای زیادی تشکیل شده است امکان بهره‌گیری از یک فناوری برای تمام سطوح آن میسر نیست. برای استفاده بهتر از فناوری‌های روز در زنجیره‌تأمین لازم است شرایط موجود بررسی‌شده و سپس تغییرات مدنظر روی آن اعمال گردد.

۳-۱. بیان مساله

در این تحقیق ما قصد داریم شبکه زنجیره‌تأمینی طراحی و ارائه نماییم که برای بیشتر صنایع قابل‌استفاده باشد و بتوانند از آن به‌عنوان یک مدل پایه بهره‌برداری نمایند. در ابتدا لازم است زنجیره‌تأمین کنونی که توسط اکثر شرکت‌ها در حال استفاده است تشریح و سپس تغییرات لازم روی آن صورت گرفته و شبکه پیشنهادی ارائه گردد.

همان‌طور که در شکل (۲) بیان‌شده است در بخش‌های مختلف زنجیره‌تأمین رایج، واسطه‌ها برای روان‌سازی ارتباطات حضور پررنگی دارند و همین امر منجر به افزایش حمل‌ونقل و زمان‌بر شدن رسیدن کالا به دست مشتری نهایی، افزایش قیمت و مواردی ازاین‌دست شده است که این موضوع نارضایتی مشتری را به همراه دارد. از سوی دیگر تعاملات بین واحدهای مختلف در درون کارخانه و تأمین‌کنندگان مواد اولیه و مشتریان نهایی به شیوه مناسبی صورت نمی‌پذیرد.

با طراحی مجدد شبکه زنجیره‌تأمین و پیاده‌سازی آن می‌توان برخی مشکلات ذکر شده را برطرف کرد و مدیریت مناسب‌تری روی این بخش‌ها داشت. به همین منظور بخش‌هایی از زنجیره که در بخش پایین شکل (۲) به‌صورت خط‌چین (قرمز رنگ) مشخص شده می‌بایست حذف و بخش خط‌چین بالایی (سبز رنگ) جایگزین آن گردد که در ادامه به تشریح این تغییرات ایجاد شده می‌پردازیم.

برای تأمین فضای ابری می‌توان از شرکت‌های تأمین‌کننده آن استفاده و تا حد ممکن هزینه‌های سربار را کاهش داد. برای ارتباطات داخلی واحدهای کارخانه نیز از سامانه متمرکز و ابر خصوصی استفاده می‌شود تا اطلاعات موردنیاز بین آن‌ها به‌صورت برخط و با رعایت تمام تدابیر امنیتی لازم به اشتراک گذاشته شود.

با توجه به شرایط ابر خصوصی که تدابیر امنیتی بیشتری نسبت به ابر عمومی دارد سطح دسترسی افراد به اطلاعات به‌خوبی قابل‌کنترل است. این فناوری همچنین این امکان را فراهم می‌نماید تا تجهیزات سخت‌افزاری موردنیاز جهت انجام محاسبات و پردازش اطلاعات توسط یک رایانه بزرگ به اشتراک گذاشته شود و این مزیت به کاهش هزینه‌های مرتبط با رایانه‌های شخصی ازجمله تعمیرات و نگهداری، خرید قطعات گران‌قیمت و تهیه نرم‌افزارهایی مربوطه کمک شایانی می‌نماید.

جدول (۱): بررسی و دسته‌بندی تحقیقات چاپ‌شده در حوزه زنجیره تأمین و فناوری ابر

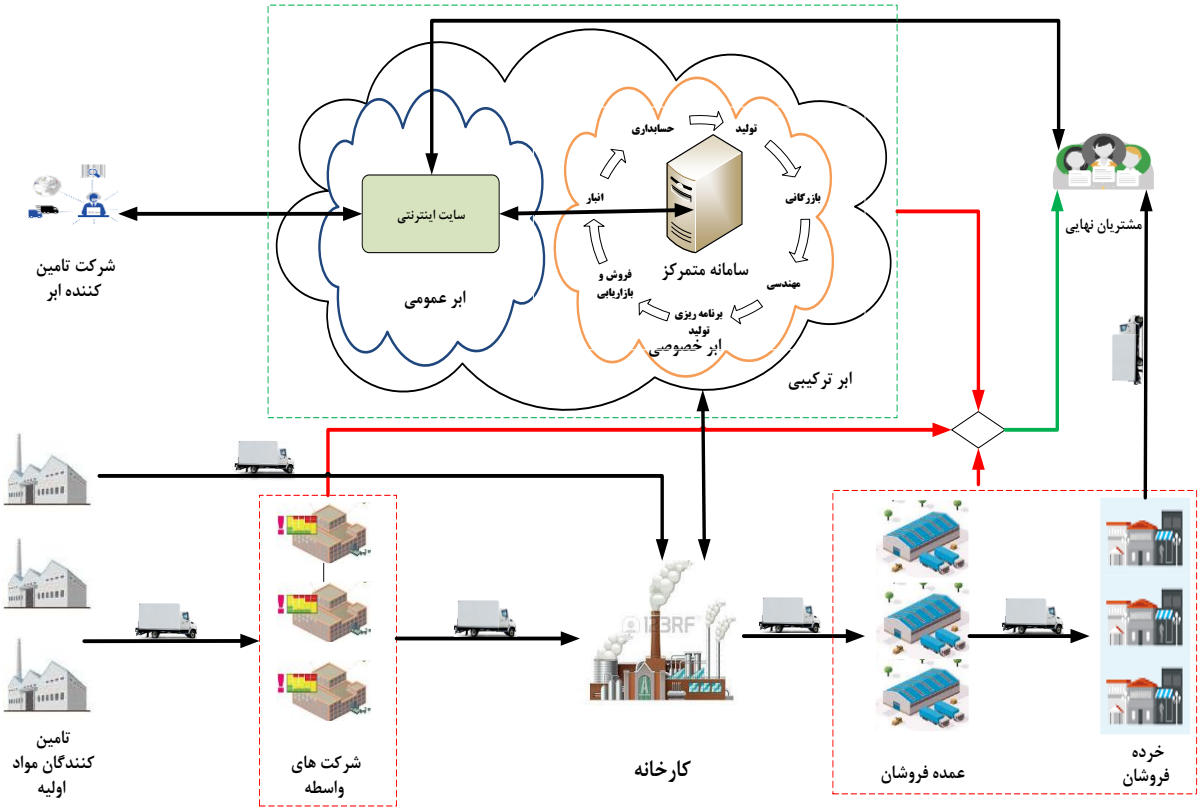
مرجع	سال	مدل ریاضی	مدل‌های ابری			مدل‌های سرویسی		
			خصوصی	عمومی	ترکیبی	نرم‌افزار	پلت فرم	زیرساخت
[۱۱]	۲۰۱۱	×	√	√	√	√	√	√
[۱۲]	۲۰۱۱	×				√		
[۱۵]	۲۰۱۲	×				√		
[۱۶]	۲۰۱۲	×	√	√	√	√	√	√
[۱۷]	۲۰۱۲	×	√	√	√	√		
[۱۸]	۲۰۱۳	×				√	√	
[۱۹]	۲۰۱۳	×	√			√	√	√
[۲۱]	۲۰۱۳	×	√	√		√	√	√
[۲۳]	۲۰۱۴	×				√	√	√
[۲۵]	۲۰۱۴	×				√		
[۲۶]	۲۰۱۵	×				√		
[۲۷]	۲۰۱۵	×				√		
[۲۸]	۲۰۱۵	×	√	√	√	√	√	√
[۲۹]	۲۰۱۶	×	√	√	√	√	√	√
[۳۱]	۲۰۱۶	×	√	√	√	√	√	√
[۳۲]	۲۰۱۶	×			√	√	√	
[۳۳]	۲۰۱۸		√	√		√		
در این پژوهش		√	√	√	√	√	√	√

در بخش ابر عمومی تمام ذینفعان زنجیره‌تأمین مانند واحدهای کارخانه، تأمین‌کنندگان مواد اولیه و مشتریان با شرایط تعریف شده و تدابیر امنیتی لازم در سامانه به تبادل اطلاعات می‌پردازند به‌طوری‌که واحدهای کارخانه با توجه به مشاهدات لحظه‌ای خریدهای انجام شده، سطح موجودی انبارها، تعداد سفارشات موجود، زمان موردنیاز تأمین مواد اولیه، زمان موردنیاز جهت تولید محصول و غیره می‌توانند داده‌های موجود را تحلیل کرده و گزارشات آن‌ها را در اختیار مدیران ارشد کارخانه قرار دهند تا آن‌ها با توجه به تغییرات بازار بتوانند تصمیمات مناسب و هوشمندانه‌ای را اتخاذ نمایند. همچنین مشتریان به راحتی می‌توانند با مراجعه به سایت اینترنتی در نظر گرفته شده خرید خود را به‌صورت مستقیم از کارخانه انجام داده و تمام مراحل پردازشی کالای درخواستی خود را تا دریافت محصول پیگیری نمایند. این موضوع تا حد قابل قبولی از تعداد کارمندان موردنیاز جهت ارائه خدمات پشتیبانی نیز می‌کاهد.

از سوی دیگر تغییر نیازهای مشتریان در طول زمان، اهمیت انعطاف‌پذیری سازمان را دو چندان نموده است به طوریکه اتخاذ تصمیم دقیق و به‌موقع به پیشرفت هر چه بیشتر و نداشتن اطلاعات به روز و مناسب منجر به از دست رفتن فرصت‌ها می‌گردد و شرایط سخت و پیچیده‌ای را برای انطباق با نیازهای بازار پیش روی مدیران قرار می‌دهد. به تبع تغییرات بازار، سفارش‌گذاری نیز دستخوش تغییرات مداوم است. با استفاده از این فناوری موجودی انبارها و هزینه سربار ناشی از آن، که همیشه یکی از دغدغه‌های اکثر شرکت‌ها است تا حد قابل‌قبولی کاهش می‌یابد. به‌عبارت دیگر میزان و زمان سفارش‌گذاری به مناسب‌ترین حالت ممکن انجام می‌شود. تأمین‌کنندگان مواد اولیه نیز در این چرخه با توجه به مشاهده اطلاعات لحظه ای بدون فوت وقت برای تأمین مواد موردنیاز کارخانه اقدامات مقتضی را انجام می‌دهند.

نکته مهمی در اینجا می‌توان به آن اشاره نمود موضوع امنیت داده‌ها در فرایند زنجیره‌تأمین ابری است که دراین راستا براساس نوع صنعت و میزان اهمیت داده‌ها می‌توان تدابیر امنیتی مختلفی از قبیل استفاده از الگوریتم‌های رمزنگاری برای داده‌ها در جریان رفت و برگشت اطلاعات (حتی در زمان پردازش داده‌ها روی سرور)، ، فایروال‌ها در چند سطح، سرورهای تقلبی برای به دام انداختن هکرها و غیره استفاده نمود.

با شرایط بیان شده از هزینه سفارش‌گذاری نیز می‌توان چشم‌پوشی نمود. با پیاده‌سازی شبکه زنجیره‌تأمین پیشنهادی، حمل‌ونقل و هزینه‌های ناشی از آن به‌صورت چشم‌گیری کاهش‌یافته و از این‌رو به سمت زنجیره‌تأمین سبز حرکت می‌نماییم. از سوی دیگر با تقلیل و حذف واسطه‌ها، کالا با قیمت و کیفیت مناسب‌تری به مشتری نهایی تحویل شده و برای جلب رضایت مشتری گام مؤثری برداشته می‌شود.



شکل (۲): نمایی از شبکه زنجیره تأمین مبتنی بر فناوری ابر

۳-۲- مدل‌سازی

در این بخش به ارائه مدل پیشنهادی برای شبکه زنجیره‌تأمین طراحی شده با بهره‌گیری از فناوری رایانش ابری خواهیم پرداخت از این رو در ابتدا فرضیات، اندیس ها، متغیرها و پارامترهای در نظر گرفته برای مساله بیان و سپس مدل مربوطه ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است منظور از خدمت، محصول یا خدمتی است که توسط شرکت‌ها به مشتری نهایی ارائه می‌شود و تأمین‌کنندگان نیز شرکت‌های ارائه دهنده مواد اولیه و فراهم کنندگان شرایط موردنیاز جهت تولید می‌باشند. همچنین با توجه به موارد بیان شده در بخش‌های قبلی و مقالات موجود در بخش پیشینه تحقیق که کمک رایانش ابری به سیستم حمل‌ونقل و کاهش هزینه‌های آن را بیان می‌کنند و با در نظر گرفتن شرایط شبکه طراحی شده (کاهش بخش زیادی از حمل‌ونقل در زنجیره و وجود بخش کوچک و غیرقابل‌حذف آن که هزینه قابل‌توجهی را به سیستم تحمیل نمی‌کند) و در جهت ساده‌سازی مدل ریاضی، هزینه‌های حمل‌ونقل در مدل ریاضی وارد نشده است. با مدل ریاضی ارائه‌شده، می‌خواهیم استفاده از رایانش ابری در زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار دهیم [۳۶]، [۳۸]، [۳۹]، [۴۰].

۳-۲-۱ فرضیات

- قیمت‌گذاری به ازای هر خدمت براساس رقابت است.
- هر خدمت نیازمند منابع پردازشی، ذخیره‌سازی، حافظه و پهنای باند به تناسب نوع خدمت است.
- میزان خدمت قابل ارائه بیشتر از تقاضاست.
- هر چقدرتعداد دفعات ا ستفاده از خدمت بی شتر با شد هزینه تمام شده خدمات کاهش می‌یابد.

۳-۲-۲ اندیس ها

i	نوع خدمت
j	نوع سیستم (ابر کامپیوتر)
s	تأمین کننده

۳-۲-۳ متغیرهای تصمیم

متغیرهای تصمیم مساله به شرح جدول (۲) است.

جدول (۲): متغیرهای تصمیم

نام متغیر	توضیحات
PC_{ij}	قیمت پردازش برای خدمت i با استفاده از سیستم j
PM_{ij}	قیمت حافظه برای خدمت i با استفاده از سیستم j
PS_{ij}	قیمت ذخیره‌گیری برای خدمت i با استفاده از سیستم j
PBW_{ij}	قیمت پهنای باند برای خدمت i با استفاده از سیستم j
P_{ij}	تعداد تولید از خدمت i با استفاده از سیستم j
$MTBF_{ij}$	زمان بین قطعی سیستم برای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
RE_{ij}	درصد پایایی ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
MR_{is}	نرخ مصرف مواد اولیه دریافت شده از تولید کننده s برای تولید خدمت i
TDS_{ij}	زمان فعال نبودن سیستم j برای ارائه خدمت i

۳-۲-۴ پارامترهای مسأله

پارامترهای مسأله به شرح جدول (۳) است.

جدول (۳): پارامترهای مسأله

نام پارامتر	توضیحات
NC_{ij}	تعداد واحد پردازش موردنیاز به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
NC_{ij}	
NM_{ij}	تعداد واحد حافظه موردنیاز به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
NS_{ij}	میزان واحد ذخیره‌گیری موردنیاز به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
NBW_{ij}	میزان واحد پهنای باند موردنیاز به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
CTC_{i}	هزینه هر بار ارسال ارائه خدمت i به مشتری
CP_{ij}	هزینه تولید خدمت ارائه i با استفاده از سیستم j
CC_{ij}	هزینه هر واحد پردازش به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
CM_{ij}	هزینه هر واحد حافظه به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
CS_{ij}	هزینه هر واحد ذخیره گیری به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
CBW_{ij}	هزینه هر واحد پهنای باند به ازای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
$VPCP_{\mathrm{i}}$	قیمت رقبا به ازای ارائه خدمت i به مشتری
PCS_{is}	ظرفیت تأمین کننده s برای تولید خدمت i
PCA_{ij}	ظرفیت تولید کارخانه جهت ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
$MTTR_{\mathrm{ij}}$	زمان موردنیاز جهت تعمیرسیستم برای ارائه خدمت i با استفاده از سیستم j
TT_{ij}	بازه زمانی اندازه‌گیری پایایی خدمت i با استفاده از سیستم j
CMR_{is}	هزینه خرید مواد اولیه برای ارائه خدمت i از تأمین کننده s
$CTDS_{\mathrm{ij}}$	هزینه قطعی سیستم j برای ارائه خدمت i
TSC_{ij}	زمان قابل تحمل مشتری برای دریافت خدمت i با استفاده از سیستم j
α_{i}	ضریب اهمیت ارائه خدمت i در سیستم j
D_{ij}	تقاضای مشتری برای دریافت خدمت i با استفاده از سیستم j
M	یک عدد بسیار بزرگ

۳-۳ مدل‌ریاضی پیشنهادی

با توجه به تعریف محیط، متغیرهای تصمیم و پارامترهای مسأله در قسمت های قبلی، حال می‌توان مدل ریاضی آن را به شرح ذیل ارائه نمود. این مدل براساس بیشینه‌سازی سود طراحی شده و قیمت هر محصول بر حسب منابع صرف شده برای آن از قبیل میزان پردازش، حافظه، ذخیره‌سازی و پهنای باند تعیین می‌شود. این دیدگاه برای مدل‌سازی از منابع اصلی موردنیاز برای بهره‌گیری از فناوری رایانش ابری نشأت گرفته است. از سوی دیگر زمانیکه مباحث فناوری اطلاعات بیان می‌شود پایایی سیستم نیز اهمیت زیادی پیدا می‌کند به همین منظور در این مدل این موضوع نیز مدنظر قرار گرفته است به‌طوری‌که درتابع هدف، محدودیت (۵) به طور خاص و در سایر محدودیت‌ها به‌صورت جزیی‌تر آورده شده است. از آنجا که مدل ریاضی براساس مفاهیم زنجیره تأمین طراحی و ارائه شده است و در تابع هدف نیز نمایان است تمامی زیرساخت های موردنیاز محاسباتی ذکر شده از طریق فناوری مذکور روی ابرهای خصوصی و عمومی تأمین می‌گردد و بر این اساس این هزینه ها که در گذشته در بخش های مختلف کارخانه به‌صورت جزیره‌ای، محدود و با هزینه بیشتر در دسترس کارمندان قرار داشت حال به‌صورت یکپارچه با ظرفیت و کیفیت بالاتر و یکسان در دسترس همگان ازجمله تأمین‌کنندگان و مشتریان قرار می گیرد که با این وصف علاوه‌بر کاهش هزینه های سربار شاهد رضایت هر چه بیشتر تمام عوامل زنجیره می باشیم. همچنین در محدودیت (۲) نیز این موضوع به‌صورت مقایسه قیمت ارائه محصول به مشتری در زنجیره تأمین ابری کارخانه با زنجیره تأمین سنتی رقبا بیان شده است.

$$MAX \sum_{\forall i}\sum_{\forall j} D_{ij} * [(NC_i * (PC_{ij} - CC_{ij})) + (NM_i * (PM_{ij} - CM_{ij})) + (NS_i * (PS_{ij} - CS_{ij})) + (NBW_i * (PBW_{ij} - CBW_{ij}))] + (P_{ij} * CP_{ij}) - (MR_{is} * CMR_{is}) - ((1 - RE_{ij}) * CTDS_{is}^{\propto_i}) - (D_{ij} * CTC_i) \quad (۱)$$

Subject to:

$$(NC_{ij} * PC_{ij}) + (NM_{ij} * PM_{ij}) + (NS_{ij} * PS_{ij}) + (NBW_{ij} * PBW_{ij}) + CTC_i) \leq VPCP_i \quad \forall i \in I.\ j \in J \quad (۲)$$

$$P_{ij} \leq PCA_{ij} \quad \forall i \in I.\ j \in J \quad (۳)$$

$$D_{ij} \leq P_{ij} \quad \forall i \in I.\ j \in J$$

$$\sum_{\forall i}\sum_{\forall j}\sum_{\forall s} MR_{is} * P_{ij} \leq \sum_{\forall i}\sum_{\forall s} PCS_{is} \quad \forall i \in I.\ j \in J.\ s \in S \quad (۴)$$

$$TDS_{ij} = [1 - \left(\frac{MTBF_{ij}}{MTBF_{ij}+MTTR_{ij}}\right)] * TT_{ij} \quad \forall i \in I.\ j \in J.\ s \in S \quad (۵)$$

$$RE_{ij} \leq \left[\frac{TT_{ij} - TDS_{ij}}{TT_{ij}}\right] \quad \forall i \in I.\ j \in J \quad (۶)$$

$$PC_{ij}, PM_{ij}, PS_{ij}, PBW_{ij}, P_{ij} \,.\, MR_{is}. \quad \forall i \in I. \; j \in J. \; s \in S \qquad (۷)$$
$$TDS_{ij}, MTBF_{ij}. RE_{ij} \geq 0$$

روابط (۱) تابع هدف و نشان‌دهنده حداکثرسازی سود است. محاسبات براساس مصرف هر خدمت از منابع در نظر گرفته شده است به‌گونه‌ای‌که اگر تعداد واحد پردازش، حافظه، ذخیره‌سازی و پهنای باند به ازای هر خدمت را در قیمت هریک ضرب کنیم درآمد شرکت محاسبه خواهد شد. برای محاسبه هزینه‌ها نیز تعداد واحد پردازش، حافظه، ذخیره‌سازی و پهنای باند به ازای هر خدمت را در هزینه هریک ضرب نموده و مجموع آن‌ها را به‌دست می‌آوریم. سایر هزینه‌های مترتب بر ارائه خدمت نیز به هزینه‌های بیان شده اضافه می‌شود. در نهایت از اختلاف بین درآمد و هزینه‌ها سود شرکت محاسبه خواهد شد .

روابط (۲) نشان‌دهنده رقابت حاکم بین کارخانه و شرکت‌های رقیب است به‌گونه‌ای‌که قیمت ارائه شده در بیشترین حالت برابر قیمت ارائه شده توسط رقبا خواهد بود. روابط (۳) نشان‌دهنده تعادل بین میزان تولید و ظرفیت داخلی کارخانه است. روابط (۴) تعادل بین درخواست خرید مواد اولیه از تأمین‌کنندگان و ظرفیت تولیدی آن‌هاست. روابط (۵) میزان در دسترس نبودن سیستم براساس زمان مانیتورینگ در نظر گرفته شده و زمان موردنیاز برای تعمیر و بازگشت سیستم را محاسبه می‌کند. روابط (۶) به سنجش پایایی سیستم می‌پردازد. روابط (۷) غیرمنفی بودن تمام متغیرهای تصمیم را بیان می‌نماید.

در این مدل تلاش شده است تا حمل‌ونقل‌های غیرضروری و بخش‌های هزینه‌زای زنجیره‌تأمین که ارزش‌افزوده‌ای روی محصولات و خدمات قابل ارائه شرکت‌ها ندارند حذف و درآمد، انعطاف‌پذیری و کارایی شرکت‌ها افزایش یابد. همچنین هر یک از مصرف‌کنندگان با توجه به نوع محصول یا خدمت دریافتی و هزینه‌ای که تولید این نوع محصول یا خدمت به سیستم تحمیل می‌کند پرداخت خواهد داشت که همین موضوع منجر به حرکت به سمت جلب رضایت هر چه بیشتر مشتریان خواهد شد. تناسب بین درخواست مشتری و هزینه پرداختی بابت آن از یک‌سو و دسترس پذیری بالا و امکان ارائه درخواست در هر زمان از سوی دیگر شرایط مناسبی را برای مشتریان به ارمغان می‌آورد.

۴- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک نوعی از جستجوست که از نظریه تکامل طبیعی چارلز داروین الهام گرفته شده است. این الگوریتم، فرایند انتخاب طبیعی است که در آن افراد متناسب برای تولیدمثل فرزندان نسل بعدی انتخاب می‌شوند. الگوریتم‌های ژنتیکی برای تقلید برخی از فرآیندهای مشاهده شده در تکامل طبیعی به‌کار گرفته شده‌اند. الگوریتم ژنتیک برای روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی در حل مسائل خطی، محدب و برخی مشکلات مشابه موفق بوده است ولی برای حل مسائل گسسته و غیرخطی بسیار کاراتر می‌باشد (گلدبرگ[1]، ۱۹۹۶).

پنج مرحله شامل جمعیت اولیه، تابع تناسب، انتخاب، تقاطع و جهش در الگوریتم ژنتیکی در نظر گرفته شده است که از طریق عملیات انتخاب، تقاطع و جهش روی نسل های متوالی، الگوریتم ژنتیک به‌سمت بهینه جهانی همگرا خواهد شد. به همین منظور و در جهت بهینه‌سازی مدل پیشنهادی از الگوریتم ژنتیک استفاده نمودیم که در ادامه به جزییات پیاده سازی آن می‌پردازیم.

۴-۱. ساختارکروموزوم مسأله

برای بهینه‌سازی مسأله با استفاده از الگوریتم ژنتیک لازم است ساختاری برای کروموزوم تدوین شود و بر این ا ساس چند m فایل مجزا برای بخش‌های مختلف مساله شامل پارامترها، متغیرها، تابع هدف و محدودیت ها، عملگر تقاطع, جهش در نظر گرفته و از عملگر چرخ رولت برای انتخاب بهره گیری شده است. یک چرخ درنظر بگیرید و آن را به n قسمت تقسیم کنید n تعداد کروموزوم‌های جمعیت است. ناحیه‌ای که توسط هر کروموزوم اشغال می‌شود، متناسب با مقدار شایستگی آن است حال این چرخ می‌چرخد و ناحیه‌ای از چرخ که درمقابل نقطه ثابت می‌ایستد، به‌عنوان والد انتخاب می‌شود. برای والد دوم این فرایند تکرار می‌شود. جزییات موار ذکر شده به شرح ذیل ارائه می‌گردد.

۴-۲. متغیرها

تمام متغیرهای مسأله پیوسته بوده و مقادیر آن‌ها به‌صورت اعداد تصادفی بین حد پایین و بالا در نظر گرفته شده‌اند. ساختار کروموزوم یکی از متغیرهای تصمیم (PC_{ij}) مطابق شکل (۳) می‌با شد. در این ساختار طراحی براساس ۴ خدمت، ۴ سیستم و ۱۰ تأمین‌کننده می‌باشد. سایر متغیرها نیز مطابق همین ساختار و براساس مقادیر حد با و پایین در نظر گرفته شده‌اند.

$$PC_{ij} = \begin{pmatrix} pc_{11} & pc_{12} & pc_{13} & pc_{14} \\ pc_{21} & pc_{22} & pc_{23} & pc_{24} \\ pc_{31} & pc_{32} & pc_{33} & pc_{34} \\ pc_{41} & pc_{42} & pc_{43} & pc_{44} \end{pmatrix}$$

شکل (۳): ساختار کروموزوم متغیر تصمیم PC_{ij}

۴-۳. تابع هدف و محدودیت‌ها

مدل ریا ضی و محدودیت‌های مدل با ا ستفاده از روش جریمه نو شته شده و سپس هریک از محدودیت ها ار ضا شدند. لازم به ذکر ا ست جهت ارضا محدودیت‌ها بعضا از تکنیک تغییر متغیر استفاده شده است.

استراتژی جریمه‌ای از پر کاربردترین تکنیک های مواجهه با جواب‌های غیرموجّه است که برای جلوگیری از تخطی الگوریتم از فضای موجه باید پاسخ‌هایی کروموزوم‌هایی که غیرموجه هستند تضعیف شوند تا احتمال انتقال آن‌ها به نسل بعدی کمتر شود. این

1. Goldberg

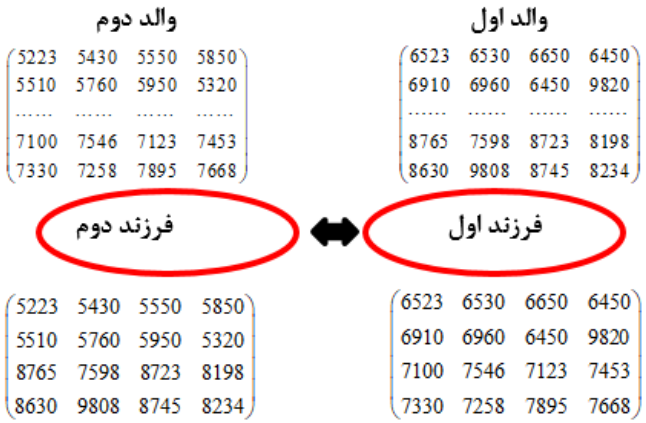
تضعیف با دستکاری حساب شده در مقدار تابع برازش پاسخ‌های دارای تخطی انجام می شود. به این ترتیب با بدتر شدن مقدار برازش، شانس انتخاب پاسخ دارای تخطی و انتقال به نسل بعدی کاهش می یابد.

در این مقاله با توجه به تابع هدف از فرمول ذیل برای جریمه روی محدودیت ها استفاده شده است که در آن β نشان‌دهنده اختلاف دوطرف معادله است [۴۱].

$$P(X) = M \times [MAX(\beta * 0)] \quad (۸)$$

۴-۴. تقاطع

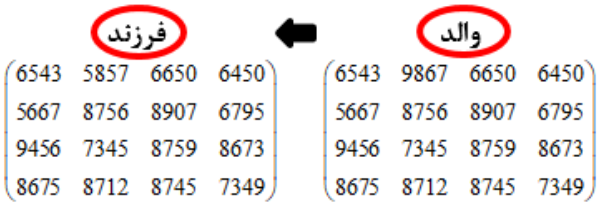
برای تقاطع از روش آریزماتیک[1] استفاده کردیم. در این روش دو والد و دو فرزند و سپس دو عدد تصادفی با مجموع یک در نظر گرفته می‌شود. هر فرزند نیمی از هر والد را به خود اختصاص می‌دهد. تقاطع در این مسأله روی تمام فرزندان انجام شده است. همچنین در صد تقاطع در کدینگ مسأله ۰,۸ در نظر گرفته شده است.



شکل (۴): عملگر تقاطع روی متغیر تصمیم PC_{ij}

۴-۵. جهش

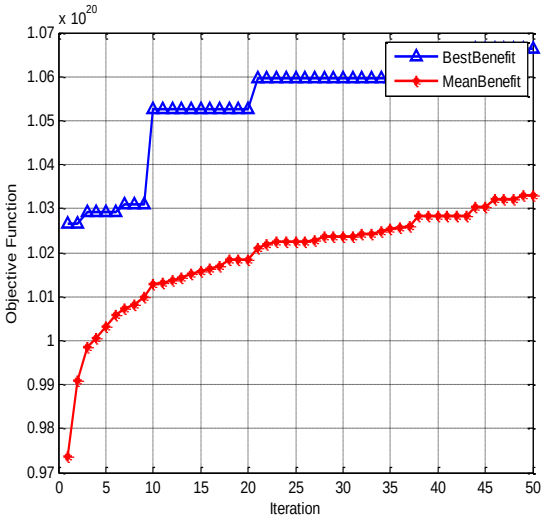
در مسأله حاضر برای جهش یک والد و یک فرزند انتخاب شده و ساختار ژن یکی از فرزندان تغییر یافته و در چرخه از آن استفاده شده است. جهش در این مسأله روی تمام متغیرها انجام شده است. شایان ذکر است نرخ جهش ۰,۰۲، جمعیت اولیه و حداکثر تعداد مرحله ۵۰ در نظر گرفته شده و برای بدست آوردن زمان پردازش مناسب و تعداد مراحلی که الگوریتم می‌بایست تکرار شود از روش استال جنریشن[2] استفاده نمودیم که در این تحقیق ۲۰ در نظر گرفته شده است.



شکل (۵): عملگر جهش روی متغیر تصمیم PC_{ij}

1. Arithmetic

2. StallGeneration



شکل (۶): یکی از نمودارهای الگوریتم ژنتیک

۵- تحلیل نتایج

در این بخش، با در نظر گرفتن ۲۰ مسأله آزمایشی در سه سطح کوچک، متوسط و بزرگ، صحت کارایی مدل مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای حل این مدل از رایانه شخصی با مشخصات سخت‌افزاری CPU i5 و RAM 8 GB DDR4 استفاده شده است. تمامی مسائل با الگوریتم ژنتیک حل شده است که برای هریک از متغیرهای تصمیم آن یک بازه بین حد بالا و پایین در نظر گرفته شده است. همچنین مسائل ذکر شده با نسخه ۲۴.۸.۳ نرم‌افزار گمز، روش NLP، حل‌کننده CONOPT نیز حل گردید.

تمامی پارامترهای مساله به‌صورت اعداد تصادفی و با توجه به ابعاد مسأله تولید شده‌اند. در این قسمت تمام اندیس‌ها یا به‌عبارت‌دیگر ابعاد مسأله تعیین می‌شود. جدول (۳) مقادیر به‌دست‌آمده در گمز و الگوریتم ژنتیک را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول (۳) نمایان است تلاش شده است تا مسائل در ابعاد مختلف و جنبه‌های مهم هر یک بررسی گردد. هر چه مسائل بزرگ‌تر می‌شوند سود حاصل شده بیشتر خواهد شد اما از سوی دیگر پیچیدگی مسائل و زمان موردنیاز جهت حل مسائل نیز افزایش می‌یابد که در بحث زمان الگوریتم ژنتیک عملکرد بهتری از خود نشان داد. همان‌گونه که در جدول (۳) و شکل (۳) مشخص است در جواب‌های الگوریتم ژنتیک به این نتیجه رسیدیم که اگر مسائل از یک حدی کوچکتر باشند افزایش تعداد خدمات، سیستم‌ها و یا سرویس‌دهندگان مسئله تأثیر چندانی در افزایش سود ندارد درصورتی‌که با افزایش آیتم‌ها قطعا پیچیدگی مسائل بیشتر شده و مدیریت آن‌ها سخت‌تر خواهد شد. با توجه به مسائل مطرح شده می‌توان گفت که در دسته اول (مسائل کوچک) تا مسئله ششم تأثیر بسزایی در سود مشاهده نشده ولی مسئله هفتم افزایش سود قابل توجه به‌وضوح قابل مشاهده است. در دسته دوم(مسائل متوسط ۱۲ تا ۱۴) و در دسته سوم (مسائل بزرگ ۱۷ تا ۲۰) نیز این موضوع صادق است. لذا با بررسی این موارد می‌توان به این نکته رسید که در هر مرحله برای گسترش کار میبایست هزینه و فایده را در نظر گرفت و سپس اقدام به گسترش کار نمود چنانچه پیشنهاد می‌شود در شرایط مشابه بهتر است شرکت‌ها در ابتدا زیرساخت‌های لازم را فراهم نموده و سپس در جهت گسترش حوزه کاری اقدام نمایند تا علاوه‌بر کسب سهم بازار و اعتبار بیشتر سود قابل‌توجهی نیز برای ایشان به‌دست آید.

از سوی دیگر در برخی از سطوح نیز سود تقریباً پایدار می‌شود و سپس جهش می‌یابد که این مورد در مسائل ۱۴-۱۳ و ۱۸-۱۷ رخ داده است. این شرایط نیز به نوعی بیانگر تحلیل شرایط بازار و خدمات قابل ارائه شرکت‌ها است که با تغییرات هوشمندانه شرایط ارائه خدمات و ایجاد جذابیت برای مشتری به گسترش کسب‌وکار کمک نمود و سود چشمگیری را نصیب شرکت نمود. در مسائل کوچک زمان صرف شده برای حل مدل یکسان است اما در مسائل متوسط و بزرگ الگوریتم ژنتیک توانست به‌صورت قابل‌توجهی سریعتر به جواب بهینه دست یابد. با بزرگ شدن مسایل یا به‌عبارت‌دیگر با افزایش تعداد خدمات، سیستم‌ها و خدمت‌دهندگان، قدرت مانور و تصمیم‌گیری مدیران ارشد سازمان‌ها به‌شدت افزایش پیدا می‌کند و همین امر علاوه‌بر ایجاد رقابت در شرکت‌های زیر مجموعه سازمان مادر و تأمین‌کنندگان، انعطاف‌پذیری سازمان و قدرت چالش پذیری آن را افزایش می‌دهد. این موضوع نشان‌دهنده این است که قطعا تمامی شرکت‌ها می‌بایست به‌دنبال گسترش کسب‌وکار، ارتباطات بیشتر با تأمین‌کنندگان و بهره‌برداری از فناوری‌های روز باشند تا همگام با تغییر نیازهای مشتریان بتوانند خود و خدمات خود را به روز نمایند و خود را به‌عنوان یک برند قابل‌اعتماد در جامعه نشان دهند و این موارد بدون کنترل و مدیریت زنجیره‌تأمین و همچنین مدیریت نیازمندی‌های سازمان امکانپذیر نخواهد بود. لذا شرکت‌ها می‌بایست به دنبال یافتن یک راهکار مناسب برای این موضوع باشند که زنجیره‌تأمین پیشنهادی با بهره‌گیری از فناوری روز رایانش‌ابری این امکان را برای آن‌ها فراهم می‌کند.

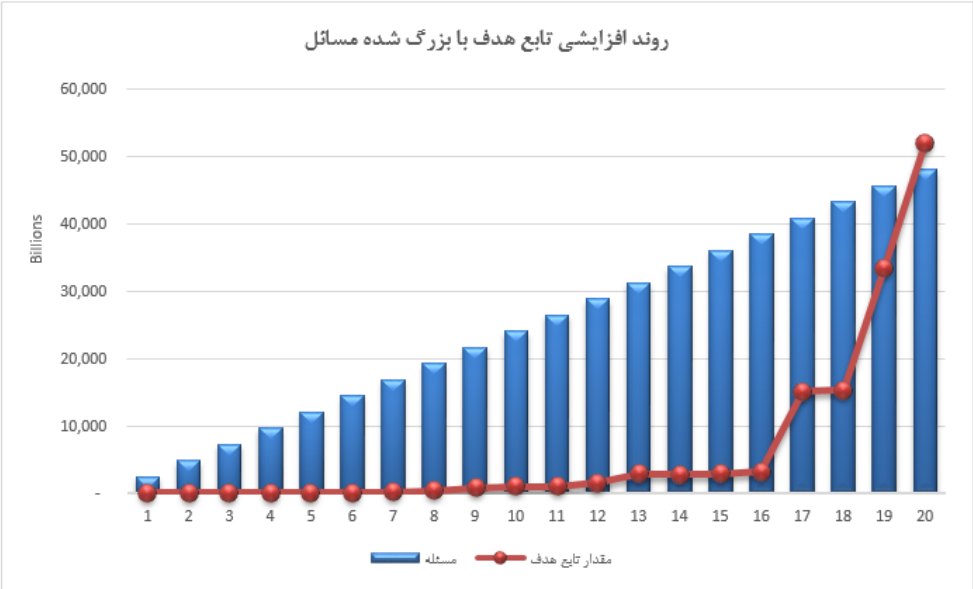
در تحقیق حاضر بهره‌گیری از فناوری رایانش ابری موجب شد تا تغییر المان‌های تأثیر گذار در مدل، به راحتی و با سرعت امکان‌پذیر

باشد به‌طوری با اضافه و یا کم نمودن تعداد سیستم، خدمت و یا خدمت‌دهندگان تغییرات را روی میزان سود سازمان می‌توان مشاهده نمود. بر این اساس با در نظر گرفتن شرایط شرکت و جامعه، چشم‌انداز، اهداف و استراتژی سازمان، امکان انتخاب بهترین سیاست توسط مدیران ارشد فراهم می‌شود. تغییر نوع خدمت یا محصول با توجه به امکان تغییر سریع سفارشات مواد اولیه از تأمین‌کنندگان از دیگر مواهب استفاده از این فناوری در چرخه زنجیره تأمین است. همچنین این امر باعث انباشت کمترین کالا و مواد در انبار هر بخش از زنجیره شده است. در این میان شرکت‌های پیمانکار نیز به واسطه هماهنگی حداکثری با شرکت مادر کمترین ضرر و زیان را در تغییرات بازار دیده و کمتر دچار چالش های جدی خواهند شد. در دنیای واقعی شاهد این موضوع بوده‌ایم که در بازه ای از زمان به جهت تغییرشرایط بازار بخشی از مواد اولیه، محصول نیمه‌ساخت و یا حتی محصول نهایی برای مدت‌ها در انبارها نگهداری و گاها (در صورت منحصربه فرد بودن مشتری) به ضایعات نیز تبدیل شده است که موارد ذکر شده به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی و به روز در طول زنجیره بوده و باعث برآورد غلط از شرایط موجود و پیش بینی نادرست از شرایط آتی بازار شده است که این موارد با استفاده از فناوری رایانش ابری در زنجیره تأمین تا حد قابل‌توجهی مرتفع گردیده است.

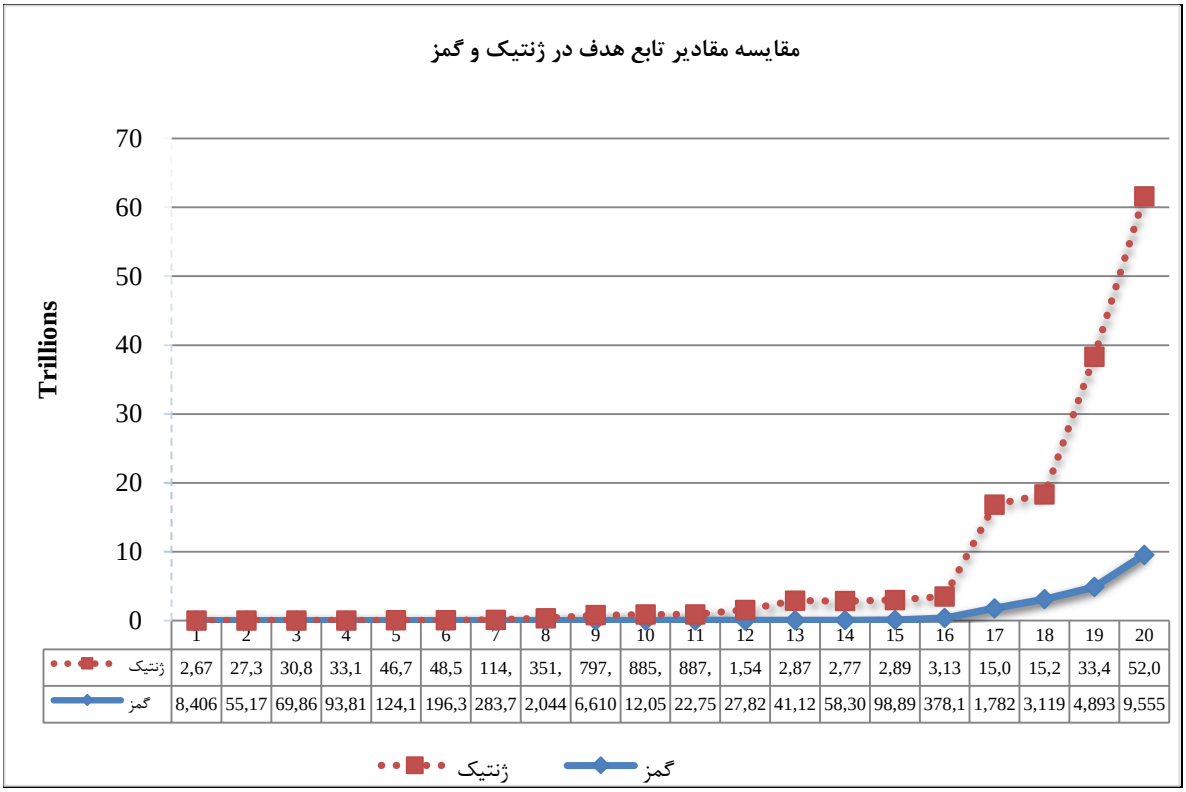
موضوع دیگر در زنجیره‌تأمین فعلی حجم بالای اطلاعات فیزیکی، جزیره‌ای بودن اطلاعات و زمانبر بودن دسترسی به آن‌ها در هر بخش از زنجیره است که عملاً یا به عدم‌استفاده یا بهره‌گیری ناقص از اطلاعات منجر می‌شود. همانطور که مشخص گردید با استفاده از رایانش ابری اطلاعات یکپارچه‌سازی شده و دسترسی به انواع گزارشات در حداقل زمان برای تمام افراد مجاز (بر حسب سطوح دسترسی هر یک) میسر می‌شود. انواع گزارشات کارشناسی و مدیریتی در کوتاه ترین زمان ممکن اخذ و در اختیار افراد به خصوص مدیران سطح بالا قرار می‌گیرد تا با تصمیمات به‌موقع ایشان بهترین عملکرد برای سازمان رقم زده شود.

جدول (۴): نتایج حل مسائل آزمایشی با گمز و ژنتیک

مسائل		خدمت	سیستم	خدمت دهندگان	مقدار تابع هدف		تعداد پارامترها
شماره	سایز	I	J	S	گمز (میلیارد)	ژنتیک (میلیارد)	
۱		۱	۱	۵	۰,۰۰۸	۲	۵
۲		۲	۲	۶	۰,۰۵۵	۲۷	۲۴
۳		۳	۲	۷	۰,۰۶۹	۳۰	۴۲
۴	کوچک	۴	۲	۸	۰,۰۹۳	۳۳	۶۴
۵		۵	۲	۹	۰,۱۲۴	۴۶	۹۰
۶		۶	۲	۱۰	۰,۱۹۶	۴۸	۱۲۰
۷		۷	۲	۱۱	۰,۲۸۳	۱۱۴	۱۵۴
۸		۱۰	۵	۲۰	۲	۳۵۱	۱۰۰۰
۹		۲۰	۵	۳۰	۶	۷۹۷	۳۰۰۰
۱۰		۳۰	۵	۴۰	۱۲	۸۸۵	۶۰۰۰
۱۱	متوسط	۴۰	۵	۵۰	۲۲	۸۸۷	۱۰۰۰۰
۱۲		۵۰	۵	۶۰	۲۷	۱۵۴۱	۱۵۰۰۰
۱۳		۶۰	۵	۷۰	۴۱	۲۷۷۸	۲۱۰۰۰
۱۴		۷۰	۵	۸۰	۵۸	۲۸۷۲	۲۸۰۰۰
۱۵		۱۰۰	۵	۱۰۰	۹۸	۲۸۹۵	۵۰۰۰۰
۱۶		۲۰۰	۵	۲۰۰	۳۷۸	۳۱۳۸	۲۰۰۰۰۰
۱۷		۳۰۰	۱۰	۳۰۰	۱۷۸۲	۱۵۰۶۸	۹۰۰۰۰۰
۱۸	بزرگ	۴۰۰	۱۰	۴۰۰	۳۱۱۹	۱۵۲۱۶	۱۶۰۰۰۰۰
۱۹		۵۰۰	۱۰	۵۰۰	۴۸۹۳	۳۳۴۰۹	۲۵۰۰۰۰۰
۲۰		۱۰۰۰	۱۰	۷۰۰	۹۵۵۵	۵۲۰۴۳	۷۰۰۰۰۰۰

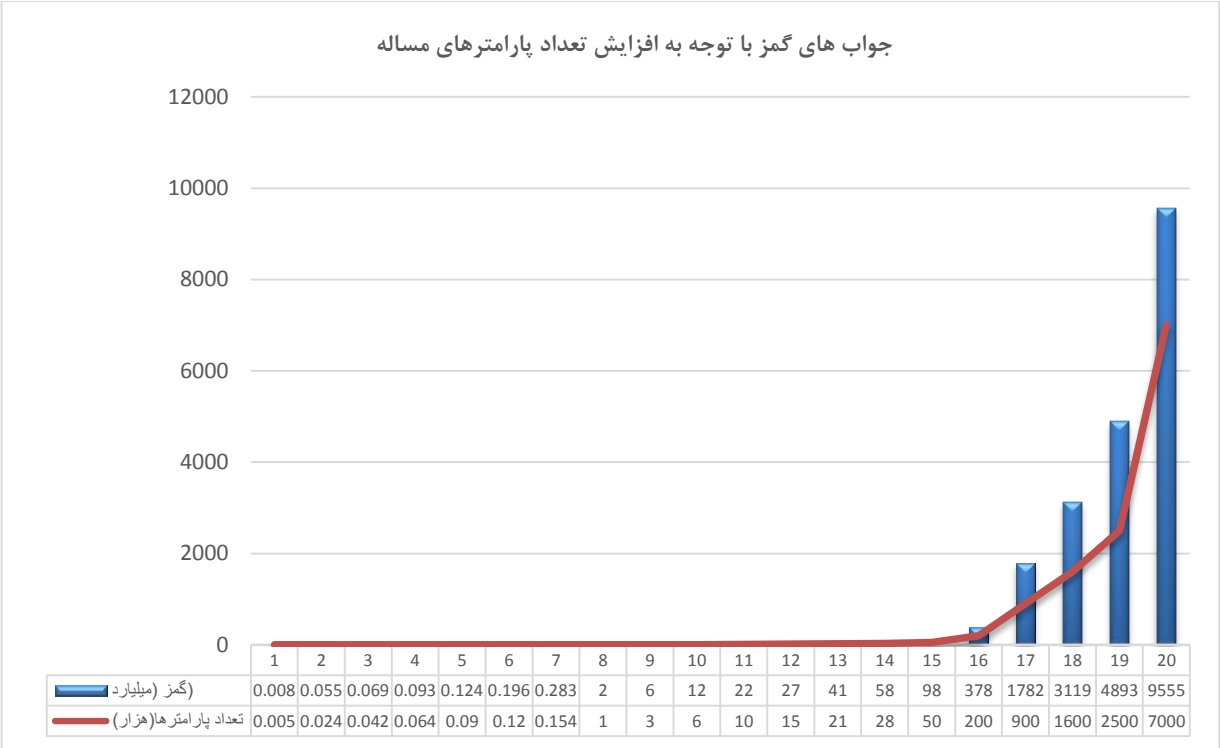


شکل (۷): روند افزایشی تابع هدف با بزرگ شده مسائل



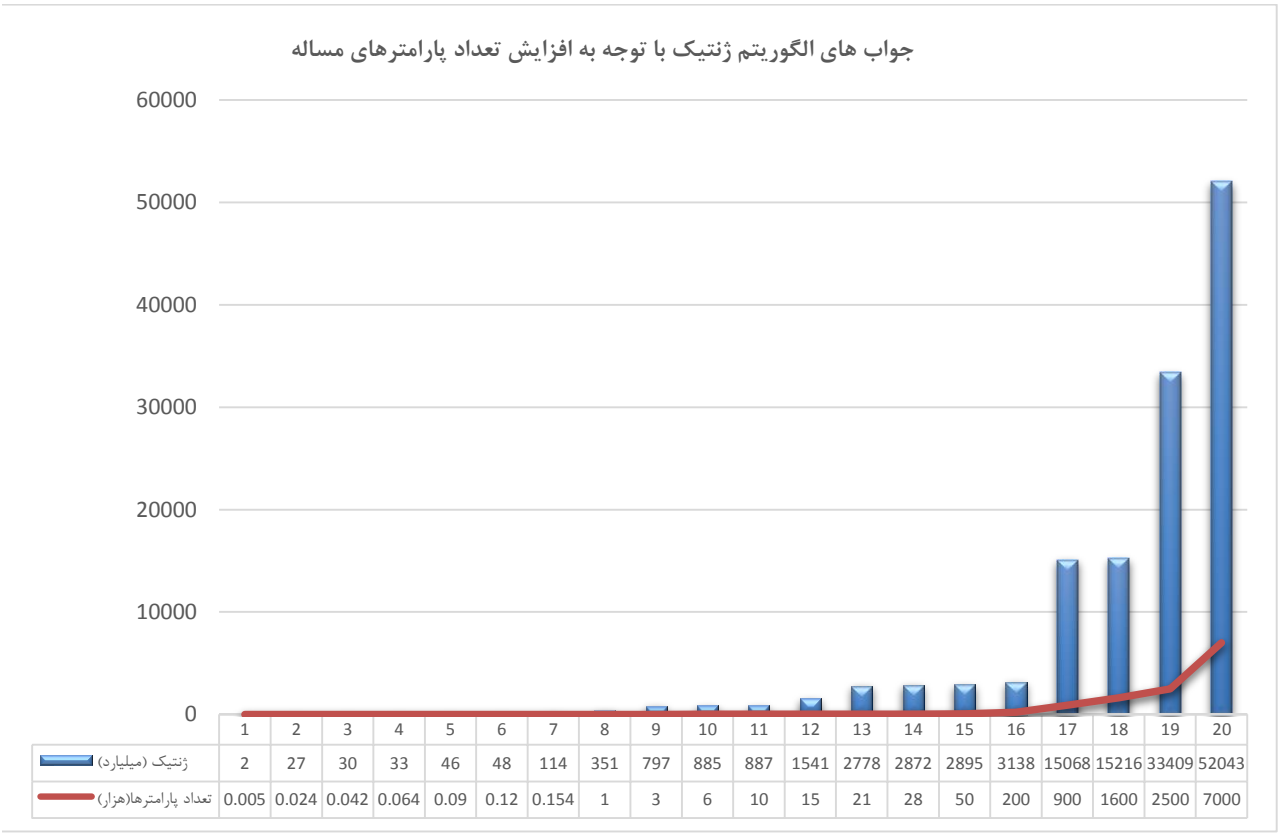
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ژنتیک	2,67	27,3	30,8	33,1	46,7	48,5	114,	351,	797,	885,	887,	1,54	2,87	2,77	2,89	3,13	15,0	15,2	33,4	52,0
گمز	8,406	55,17	69,86	93,81	124,1	196,3	283,7	2,044	6,610	12,05	22,75	27,82	41,12	58,30	98,89	378,1	1,782	3,119	4,893	9,555

شکل (۸): مقایسه مقادیر بدست آمده از الگوریتم ژنتیک و بهینه‌ساز گمز



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
گمز (میلیارد)	0.008	0.055	0.069	0.093	0.124	0.196	0.283	2	6	12	22	27	41	58	98	378	1782	3119	4893	9555
تعداد پارامترها(هزار)	0.005	0.024	0.042	0.064	0.09	0.12	0.154	1	3	6	10	15	21	28	50	200	900	1600	2500	7000

شکل (۹): بررسی جواب‌های بهینه‌ساز گمز با افزایش تعداد پارامترهای مساله



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ژنتیک (میلیارد)	2	27	30	33	46	48	114	351	797	885	887	1541	2778	2872	2895	3138	15068	15216	33409	52043
تعداد پارامترها(هزار)	0.005	0.024	0.042	0.064	0.09	0.12	0.154	1	3	6	10	15	21	28	50	200	900	1600	2500	7000

شکل (۱۰): بررسی جواب‌های الگوریتم ژنتیک با افزایش تعداد پارامترهای مساله

همان‌طور که در شکل‌های (۶) و (۷) نمایش داده شده است تأثیر افزایش تعداد پارامترهای مسائل روی جواب‌های به‌دست آمده از بهینه ساز گمز و الگوریتم ژنتیک مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج نشان داد که الگوریتم ژنتیک عملکرد بهتری نسبت به گمز از خود نشان دادو

این موضوع به‌خصوص در مسائل بزرگ کاملاً مشهود است از این رو می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به برخی موارد ازجمله NP-Hard بودن مسائل زنجیره تأمین، غیرخطی بودن مدل ریاضی در این تحقیق، احتمال محلی بودن نقطه بهینه در نرم‌افزار گمز، بزرگ شدن مسائل و صرف زمان بیشتر جهت حل آن‌ها نباید تنها از روش‌های دقیق استفاده کرد لذا می‌بایست الگوریتم‌های فراابتکاری که بر پایه بهینه سازی مسائل ترکیبی استوارند نیز مورد بررسی قرار گیرند. بر این اساس در این تحقیق از الگوریتم ژنتیک که یکی از متداولترین الگوریتم‌های فراابتکاری است استفاده شده است[۴۲ - ۴۳] .

نتایج حل مسائل آزمایشی با بهینه ساز گمز و الگوریتم ژنتیک در جدول (۴) گردآوری شده است. لازم به ذکر است که مقادیر تابع هدف به پایین گرد شده‌اند.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی

موارد بیان شده نشان‌دهنده بهبود کلی در عملکرد سیستم می‌باشد که این امر علاوه بر افزایش حاشیه سود کارخانه‌ها و شرکت‌های وابسته منجر به ایجاد شرایط مناسب‌تری برای ارائه خدمات با کیفیت بالاتر هم در بخش فروش و هم خدمات پس از فروش می‌گردد. به عبارت دیگر نتایج نشان داد که با طراحی مجدد شبکه زنجیره‌تامین با بهره‌گیری از فناوری رایانش‌ابری، سود شرکت‌ها افزایش چشم‌گیری می‌یابد و این موضوع خود به تنهایی قدرت و انعطاف‌پذیری آن‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین ارائه بهترین قیمت خدمت به مشتری، قدرت تصمیم‌سازی را برای مدیران ارشد بالا برده و به آن‌ها این توانایی را می‌دهد که با اعمال سیاست‌های متناسب بتوانند رضایت‌مندی، تقاضای مشتریان و در نهایت سود شرکت را افزایش دهند.

با توجه به اهمیت جریان اطلاعات و نقش آن در زنجیره‌تامین می‌توان گفت که علت بسیاری از ناکارآمدی‌های موجود در زنجیره تأمین، عدم‌دقت، صحت، دسترسی به‌موقع و کفایت سیستم‌های اطلاعاتی می‌باشد که وظیفه تهیه و پردازش اطلاعات را برعهده دارند. از این‌رو توزیع و انتقال مناسب اطلاعات، روابط همکاری بین اجزا زنجیره‌تأمین را ارتقا می‌بخشد و به‌طور مؤثری باعث بهبود کارآیی آن می‌شود. با این روند موجودی انبارها به حداقل رسیده و از هزینه سربار کارخانه نیز کاسته می‌شود.

در این مقاله با مدنظر قراردادن فناوری رایانش‌ابری تغییراتی روی شبکه زنجیره‌تأمین پیشنهاد و تاثیرات آن بررسی گردید. نتایج حاصل شده نشان داد که استفاده از این فناوری علاوه‌بر افزایش سود ناشی از کاهش هزینه‌های سربار، شیوه مناسبی برای کنترل هر چه بهتر جریان اطلاعات در طول زنجیره‌تأمین ارائه می‌دهد که بهبود قابل‌قبولی در فرایندهای زنجیره‌تأمین ایجاد می‌نماید. با توضیحات بیان شده می‌توان دریافت که تحویل به‌موقع کالا و خدمات به مشتریان نیز از مزایای این مدل پیشنهادی خواهد بود و افزایش رضایت‌مندی آن‌ها را به همراه خواهد داشت. نکته قابل‌توجه دیگری که می‌توان ذکر نمود نیروی انسانی است چراکه با توجه به اهمیت فناوری اطلاعات، بهره‌گیری از نیروی انسانی آموزش دیده در این زمینه، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای موفقیت در زنجیره‌تأمین است. به همین منظور تدوین دوره‌های آموزشی لازم از یک سو و هماهنگی بین کارکنان برای همسان نمودن آن‌ها با اهداف سازمان از سوی دیگر بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از این رو مدنظر قراردادن این نکته به بهبود مدل‌ها و شبکه‌های زنجیره‌تامین طراحی شده کمک نموده و آن‌ها را به سوی عملیاتی شدن سوق می‌دهد.

برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها و صنایع مشابه بررسی شده و نتایج آن‌ها را با هم مقایسه نمود تا بتوان مدل‌های اختصاصی و مناسبی برای استفاده در هر صنعت طراحی نمود. همچنین استفاده از نمونه موردی شرکت‌ها و تحقیقات روی ارتباط بین چابکی سازمان و فرایندهای مختلف زنجیره‌تأمین نیز می‌تواند در دستور کار محققین قرار گیرد. از دیگر زمینه‌های قابل تحقیق می‌توان به بررسی نوع مدل ابری و سرویسی قابل استفاده در هر صنعت با توجه به اندازه شرکت‌ها و موارد امنیتی موردنیاز هر کدام اشاره کرد.

مراجع

[1] Last, First. (2018). Battle-for-the-cloud.pdf. Retrieved April 09, 2018, from https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Battle-for-the-cloud.pdf

[2] Al-zu'bi, H. (2010). Applying Electronic Supply Chain Management Using Multi-Agent System: A Managerial Perspective. Int. Arab J. e-Technol., 1(3): 106-113.

[3] Chopra, S., Meindl, P. (2007). Supply chain management. Strategy, planning & operation. In Das summa summarum des management (pp. 265-275). Gabler.

[4] Mell, P, Grance, T., (2009). The NIST definition of cloud computing. National institute of standards and technology, 53(6): p.50.

[5] Ciovică, L., Cristescu, M.P., Fraţilă, L.A., (2014). Cloud Based Business Processes Orchestration. Procedia Economics and Finance, 16, 592-596.

[6] Chung, L., Hill, T., Legunsen, O., Sun, Z., Dsouza, A., Supakkul, S., (2013). A goal-oriented simulation approach for obtaining good private cloud-based system architectures. Journal of Systems and Software, 86(9): 2242-2262.

[7] Using This Site. (2018) Protecting information in the cloud | McKinsey & Company. Retrieved April 09, 2018, from https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/protecting-information-in-the-cloud

[8] Akkermans, H.A., Bogerd, P., Yücesan, E., van Wassenhove, L.N., (2003). The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study. European Journal of Operational Research, 146(2): 284-301.

[9] Swafford, P.M., Ghosh, S., Murthy, N., (2008). Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility. International Journal of

Production Economics, 116(2):288-290.
[10] Liu, H., Ke, W., Wei, K.K., Gu, J., Chen, H., (2010). The role of institutional pressures and organizational culture in the firm's intention to adopt internet-enabled supply chain management systems. Journal of Operations Management, 28(5): 372-384.
[11] Maestrini, V., Luzzini, D., Maccarrone, P., Caniato, F., (2017). Supply chain performance measurement systems: A systematic review and research agenda. International Journal of Production Economics, 183: 299-315.
[12] Benlian, A., Hess, T., (2011). Opportunities and risks of software-as-a-service: Findings from a survey of IT executives. Decision support systems, 52(1): 232-246.
[13] Durowoju, O. A., Chan, H. K., Wang, X., (2011). The impact of security and scalability of cloud service on supply chain performance. Journal of Electronic Commerce Research, 12(4): 243.
[14] Jun, C., Wei, M.Y., (2011). The research of supply chain information collaboration based on cloud computing. Procedia Environmental Sciences, 10: 875-880.
[15] Bibi, S., Katsaros, D., Bozanis, P. (2012). Business application acquisition: on-premise or SaaS-based solutions? IEEE software, 29(3): 93-86.
[16] Hoberg, P., Wollersheim, J., Krcmar, H., (2012). The business perspective on cloud computing-a literature review of research on cloud computing
[17] Aivazidou, E., Antoniou, A., Arvanitopoulos, K., Toka, A., (2012). Using cloud computing in supply chain management: Third-party logistics on the cloud. Paper presented at the ۲nd International Conference on Supply Chains.
[18] Huang, B., Li, C., Yin, C., Zhao, X. (2013). Cloud manufacturing service platform for small-and medium-sized enterprises. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 65(9-12): 1261-1272.
[19] Tiwari, A., Jain, M. (2012). Analysis of Supply Chain Management in Cloud Computing. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 3(5): 152-155.
[20] Bala, H., (2013). The effects of IT-enabled supply chain process change on job and process outcomes: A longitudinal investigation. Journal of Operations Management, 31(6): 450-473.
[21] Brender, N., Markov, I., (2013). Risk perception and risk management in cloud computing: Results from a case study of Swiss companies. International journal of information management, 33(5): 726-733 .
[22] Blome, C., Schoenherr, T., Eckstein, D., (2014). The impact of knowledge transfer and complexity on supply chain flexibility: A knowledge-based view. International Journal of Production Economics, 307-316, 147.
[23] Bhoir, H., Principal, R., (2014). Cloud Computing For Supply Chain Management. International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology, 1(2): 1-9
[24] Yan, J., Xin, S., Liu, Q., Xu, W., Yang, L., Fan, L., . . . Wang, Q., (2014). Intelligent supply chain integration and management based on cloud of things. International Journal of Distributed Sensor Networks, .
[25] Truong, D., (2014). Cloud-based solutions for supply chain management: A post-adoption study. ASBBS Proceedings, 21(1):697.
[26] Cho, V., Chan, A., (2015). An integrative framework of comparing SaaS adoption for core and non-core business operations: An empirical study on Hong Kong industries. Information systems frontiers, 17(3): 644-629.
[27] Shankar, R., (2015). Cloud computing technology: Reducing carbon footprint in beef supply chain. International Journal of Production Economics, 164: 462-471.
[28] Garrison, G., Wakefield, R. L., Kim, S., (2015). The effects of IT capabilities and delivery model on cloud computing success and firm performance for cloud supported processes and operations. International journal of information management, 35(4): 377-393.
[29] Karkonasasi, K., Baharudin, A.S., Esparham, B., Mousavi, S.A., (2016). Adoption of Cloud Computing among Enterprises in Malaysia. Indian Journal of Science and Technology, 48(9).
[30] Helo, P., Shamsuzzoha, A., Sandhu, M. (2016). Cloud-based Virtual Supply Chain. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Detroit, Michigan, USA, September, 23-25..
[31] Jede, A., Teuteberg, F., (2016). Towards cloud-based supply chain processes: Designing a reference model and elements of a research agenda. The International Journal of Logistics Management, 27(2): 438-462.
[32] Xing, K., Qian, W., Zaman, A.U., (2016). Development of a cloud-based platform for footprint assessment in green supply chain management. Journal of Cleaner Production, 139: 191-203.
[33] Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A., (2011). Cloud computing—The business perspective. Decision support systems, 51(1): 176-189.
[34] Zahiri, B., Jula, P., Tavakkoli-Moghaddam, R. (2018). Design of a pharmaceutical supply chain network under uncertainty considering perishability and substitutability of products. Information Sciences, 423: 257-283.
[35] Büyüközkan, G., Göçer, F., (2018). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. Computers in Industry, 97: 157-177.
[36] Li, Z., Chen, C., Wang, K., (2011). Cloud computing for agent-based urban transportation systems. IEEE Intelligent Systems, 26(1): 73-79.
[37] Kochan, C.G., Nowicki, D.R., Sauser, B., Randall, W. S. (2018). Impact of cloud-based information sharing on hospital supply chain performance: A system dynamics framework. International Journal

of Production Economics, 195,: 168-185
[38] Subramanian, N., Abdulrahman, M.D., Zhou, X. (2014). Integration of logistics and cloud computing service providers: Cost and green benefits in the Chinese context. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 70, 86-98.
[39] Cristea, D.S., Moga, L.M., Neculita, M., Prentkovskis, O., Md Nor, K., Mardani, A. (2017). Operational shipping intelligence through distributed cloud computing. Journal of Business Economics and Management, 18(4): 695-725.
[40] Li, X., Wang, Y., Chen, X., (2012). Cold chain logistics system based on cloud computing. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 24(17): 2138-2150.
[41] Yeniay, O., Ankare, B., (2005). Penalty function methods for constrained optimization with genetic algorithms. Mathematical and Computational Application, 10: 45–56.
[42] Min, H. (2015). Genetic algorithm for supply chain modelling: basic concepts and applications. International Journal of Services and Operations Management, 22(2): 143-164.
[43] Danalakshmi, C.S., Kumar, G.M., (2010). Optimization of supply chain network using genetic algorithm. J. Manuf. Eng, 3: 30-5.

IERPS Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

ISSN: 2345-2269

Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

Spring and Summer 2019, Volume 7., No.14., pp.127-145
www.ier.basu.ac.ir

DOI: 10.22084/ier.2019.16231.1763

Cloud Computing-Based Supply Chain Network Design

V. Hajipour[1*], M. Rahbarjou[2]

[1, 2] Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

***Article history*:**

Received 8 May 2018
Accepted 9 July 2019

***Keywords*:**

Supply chain network design
Cloud computing
Mathematical modelling

ABSTRACT

New technologies require new approaches to create valuable opportunities in the supply chain to integrate not only the physical progress of goods and services but also massive information and financial data. Using the technology of the day and analyzing the existing data and presenting the reports to the managers of the organization at the right time enable them to make suitable and intelligently decisions due to market fluctuations. It causes to move their effective steps toward the organizations strategic goals. Nowadays, the flexibility of the organizations is very important due to the changing customer's needs. On the other hand, the suitable time and amount of ordering has a significant impact to reduce the costs and to increase the organization's agility. Cloud technology, as a key feature in today's world, can contribute on data transfer in various performance models of the supply chain and also in analyzing various business parts. For this purpose, this research fallows to explore the use of cloud technology to value the supply chain processes and presents the problem as a mathematical model. The mathematical model has been thoroughly solved and analyzed in the large dimensions of the problem using the best-developed optimization algorithm. The results showed that with the implementation of the proposed supply chain network, transportation and costs reduce significantly and increase company revenue, which lead the companies to the green supply chain. Moreover, by removing intermediaries, the goods are delivered to the final customer with a better price and quality, which result in more customer satisfactions.

[*] Corresponding author. V. Hajipour
Tel.: *02144297072*; *E-mail address: hajipour.v@wtiau.ac.ir*