

بررسی تأثیر اینترنت اشیا و تکنولوژی بلاکچین بر بهبود عملکرد سیستم کنترل موجودی و زنجیره تأمین (مطالعه موردی: کارخانه نورد صنعتی ساختمانی فولاد یزد)

محسن ابوطالبی^۱، محمد تقی هنری^۲

^۱ دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.

^۲ استادیار مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر اینترنت اشیا و تکنولوژی بلاکچین بر بهبود عملکرد سیستم کنترل موجودی و زنجیره تأمین بود. جامعه آماری این تحقیق را مدیران و معاونین واحدهای مختلف سازمانی و همچنین کارکنان واحدهای تدارکات، خرید، بازرگانی و آی تی شرکت نورد صنعتی ساختمانی فولاد یزد تشکیل می دادند که تعداد آنها ۱۰۹ نفر بود. در این پژوهش از پرسشنامه برای جمع اوری داده ها استفاده شده است. بدین منظور از پرسشنامه استاندارد بهره گرفته شد. در این پژوهش به منظور تأیید روایی پرسشنامه، از تکنیک روایی محتوا و برای سنجش پایایی مربوطه از آلفای کرونباخ استفاده شده است که بر اساس آن ضریب پایایی پرسشنامه ۰/۸۰۷ به دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش مدلسازی معادلات ساختاری و نرم افزار ایموس استفاده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده فرضیات پژوهش تأیید شده اند.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیا، تکنولوژی بلاک چین، سیستم کنترل موجودی، زنجیره تأمین

مقدمه

یکی از مهم ترین مفاهیمی که در چند سال اخیر در حوزه فناوری شاهد آن بوده ایم مفهوم بلاکچین^۱ است. بر خلاف آنچه که بسیاری از افراد تصور می کنند، استفاده از فناوری بلاکچین تنها محدود به ارزهای رمزنگاری شده مانند بیت کوین نمی شود و در حوزه های بسیاری از جمله اینترنت اشیا (IOT^۲) کاربرد دارد. اینترنت اشیا بیانگر ارتباط میان دستگاه ها و اینترنت از طریق نرم افزار کارگذاری شده و سنسورها به منظور برقراری ارتباط، جمع آوری و تبادل اطلاعات دستگاه ها با یکدیگر است. بلاکچین و اینترنت اشیا هر دو نوظهور و در حال رشد هستند و مسیر زیادی تا دستیابی به پذیرش کامل از سوی کاربران و شرکت ها پیش رو دارند. درست همانند اینترنت اشیا، بلاکچین نیز برای کسب مقبولیت نزد شرکت ها، نیازمند صرف انرژی و زمان زیادی است (تسانگ^۳ و همکاران، ۲۰۲۱).

رشد و توسعه ی اینترنت اشیا در سال های اخیر، باعث گسترده تر شدن دامنه داده ها و اطلاعات شده است. به موجب این روند طیف وسیعی از خدمات و زیر ساخت های جدید با ظرفیت آدرس دهی نامحدود ایجاد شده است. از سوی دیگر، داشتن درک و بینش مناسب از مشتریان جهت ایجاد مزیت رقابتی و ارائه پیشنهادات آنی، یک مسئله و مشکل اساسی در بازار محسوب می شود.

مدیریت زنجیره تامین، عبارت است از هدفی مبتنی بر تشریک مساعی، برای مرتبط کردن عملیات های تجاری فرا موسسه ای، تا نگرش مشتری را در مورد فرصت بازار فراهم نماید. از سوی دیگر، زنجیره تامین نتیجه به هم پیوستن حلقه های عملیاتی گوناگون است که در ابتدای آن عرضه کنندگان و در انتهای آن مشتریان قرار دارند. وجود بسترهای اطلاعاتی جامع و معتبر از الزامات یک زنجیره تامین می باشد. از این رو به کارگیری هرچه صحیح تر سیستم های یکپارچه اطلاعاتی نظیر فناوری اینترنتی از اشیا در این بخش از مدیریت سازمان، مورد اهمیت است. پوشش دهی این اطلاعات به شکل دقیق و در لحظه باعث تسهیل امور و شفاف تر شدن روند پیشرفت فرآیند ها می گردد. یکی از متمایزترین مزایای فناوری اینترنت اشیا، بکارگیری آن در طول مدیریت زنجیره تامین است. اینترنت اشیا می تواند بر کل فرایندهای زنجیره تامین تاثیرگذار باشد (شامبیاتی و همکاران، ۱۴۰۱).

از سوی دیگر در دهه اخیر گسترش مفاهیم مرتبط با فناوری بلاکچین، شرایط را دستخوش تغییراتی نمود و زمینه را برای ظهور انقلابی شگرف در بخش صنعت در جهان مساعد ساخت. با ظهور بیشتر خدمات و محصولات فناورانه و تجزیه و تحلیل مدیریت زنجیره تامین دشوار گردیده است و از طرفی چون تنوع تولیدات محصولات در کشورهای مختلفی صورت می پذیرد، مدیریت زنجیره تامین را با چالش هایی از جمله بالا رفتن سطح انتظارات مشتریان و فضای رقابتی جهانی در راستای کیفیت محصولات و در پی رفع هرگونه ایرادات و خرابی در تولید روبرو نموده است. از این رو فناوری بلاکچین می تواند پاسخگوی بسیار مفیدی برای حل و فصل چالش های موجود در زنجیره تامین و کنترل موجودی آن باشد. لذا با بکارگیری فناوری های نوین مانند بلاکچین در بسیاری از صنایع بزرگ موجب تسهیل فرآیند ها، تسریع چرخه حیات محصولات، پویایی مدل های نوین کسب و کار و تنوع تولیدات و خدمات آنها شده است (هانگ و هالیز^۴، ۲۰۲۱).

^۱ Blockchain

^۲ Internet of Things

^۳ Tsang

^۴ Hong & Hales

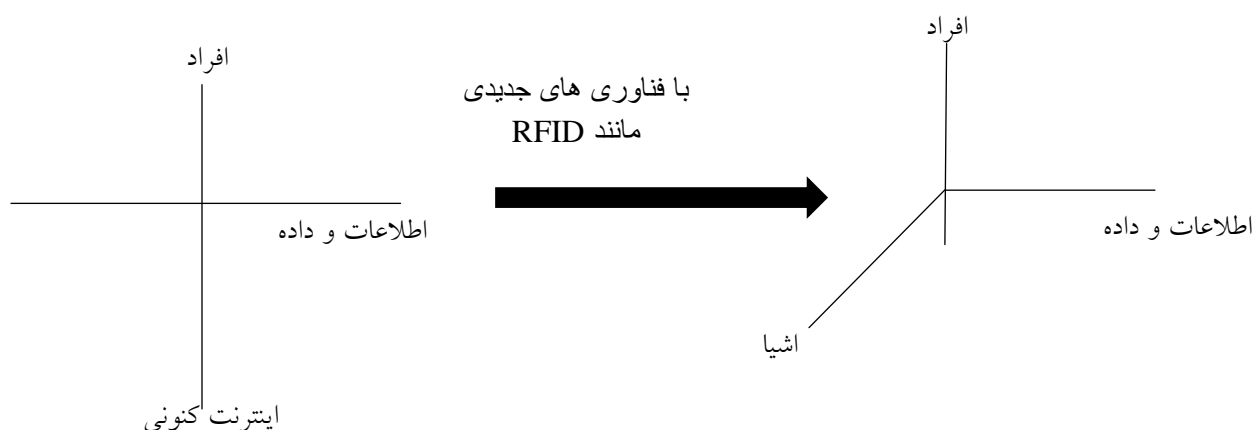
ادبیات پژوهش

اینترنت اشیاء، سیستمی به هم پیوسته از تجهیزات رایانه‌ای، ماشین‌های مکانیکی و دیجیتال، اشیاء، حیوانات یا افرادی است که با شناسه‌های منحصر به فرد (UID^۵) هویت یافته‌اند و از قابلیت انتقال داده‌ها روی یک شبکه بدون نیاز به تعامل انسان با انسان یا انسان با رایانه برخوردار هستند (مهرین و لاله، ۱۴۰۰).

با استفاده از تکنولوژی RFID^۶ و یکپارچه سازی آن با تکنولوژی حسگرها می‌توان اینترنت کنونی را به سمت اینترنت اشیاء هدایت کرد و به ارتباطات مستمر اشیاء به شبکه جهانی اینترنت که از نتایج آن نظارت آنی، دقیق و آسان به آنها است، دست یافت. این استفاده نوآورانه از RFID به همراه فناوری حسگر، اینترنت و فناوری وب می‌تواند قابلیت اعتماد، سهولت، استفاده و بهره‌وری از سیستم موجود را بهبود بخشد (محمد و وانگ^۷، ۲۰۱۷).

امروزه، سازمان‌ها در صنایع و کسب‌وکارهای گوناگون، به شکلی فزاینده از قابلیت‌های اینترنت اشیاء بهره می‌گیرند تا کارآمدتر و اثربخش‌تر عمل کنند؛ آنها با بهره‌مندی از دستاوردهای اینترنت اشیاء، به درکی بهتر و شایسته‌تر از مشتریان‌شان دست می‌یابند و می‌توانند خدماتی بهینه‌تر به آنها ارائه کنند. اینترنت اشیاء فرایند تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری را در سازمان بهبود می‌بخشد و ارزش کسب‌وکار را به شکلی چشمگیر افزایش می‌دهد. همچنین اینترنت اشیاء، شرکت‌ها را تشویق می‌کند تا رویکردهای خود را نسبت به کسب‌وکار، صنعت و بازارشان بازنگری کنند و با بهره‌مندی از ابزارهایی مؤثر، راهبردهای کسب‌وکارشان را بهبود بخشند (خیری میاب و ترکمن، ۱۴۰۰).

گزارش تهیه شده تیم تحلیلگران واحد استراتژی و سیاست ITU^۸ نگاهی به گام بعدی در ارتباطات مستمر و همیشه برقرار دارد که بر این اساس فناوری‌های جدیدی مانند RFID و محاسبه هوشمند^۹ نوید دهنده دنیایی از تجهیزات شبکه شده و به هم پیوسته است که در آن هنگام هر چیزی از چرخ‌های اتومبیل گرفته تا مسواک وارد حوزه ارتباطات می‌شوند که خبر دهنده طلوع عصر جدیدی است و اینترنت کنون (که حاوی داده و مردم است) را به سمت اینترنت اشیاء هدایت می‌کند. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود به نوعی می‌توان بحث اینترنت دو بعدی و سه بعدی را به میان آورد.



نمودار ۱. تبدیل اینترنت دو بعدی به سه بعدی

^۵ Unique ID

^۶ Radio Frequency Identification

^۷ Mohammed & Wang

^۸ International Telecommunication Union

^۹ Smart Computing

طبق انقلاب اینترنتی که در گذشته انجام شده، امکان ارتباط افراد و اطلاعات در هر کجا و در هر زمان فراهم شده است. افراد برای اتصال به شبکه جهانی علاوه بر نشستن جلوی رایانه شخصی خود، می توانند از تلفن های همراه و رایانه های همراه نیز استفاده کنند. مرحله بعدی این انقلاب تکنولوژیکی به طور منطقی، اتصال اشیاء به شبکه ارتباطات است و همچنین با تعبیه کردن فرستنده، گیرنده های سیار در اقلام و اشیاء معمولی، شکل های جدیدی از ارتباط میان افراد و اشیاء و حتی بین خود اشیاء فراهم می شود (یو^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۷).

به صورت کلی اینترنت اشیاء را می توان مجموعه ای از وب سرویس ها، دستگاه (RFID)، سنسورهای مادون قرمز، سیستم های تعیین موقعیت جهانی، اسکنرهای بارکد، شبکه اینترنت و... دانست که با استفاده از پروتکل متعارف، به تبادل اطلاعات و برقراری ارتباط، به منظور دستیابی به شناسایی، پیگیری، نظارت و مدیریت هوشمند اشیاء از آنها استفاده می شود. همچنین اینترنت اشیاء را می توان ترکیبی از اینترنت و شبکه های ارتباطی (کوتاه برد) دیگر دانست که شکل زیر ارتباط اینترنت اشیاء با سایر شبکه ها و اینترنت نشان می دهد. از اینترنت اشیاء می توان در زمینه هم جوشی صنعتی و اطلاعات بهره برد، اینترنت اشیاء دستیابی به اطلاعات مورد نیاز صنعت را راحت میسر می کند. هنگامی که اینترنت اشیاء شروع به گسترده تر شود نیاز است که سنسورهای هوشمند تری نصب شوند. با توجه به ویژگی های اینترنت اشیاء، دسته بندی از خدمات اینترنت اشیاء ارائه شده است (گوماگیاز^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱):

- خدمات شبکه: شناسایی کالا، ارتباطات و موقعیت آنها.
 - خدمات اطلاعاتی: جمع آوری اطلاعات، ذخیره سازی و پرس و جو.
 - خدمات عملیات: پیکربندی از راه دور، نظارت، عملیات و کنترل.
 - خدمات امنیتی: مدیریت کاربر، کنترل دسترسی، زنگ رویداد، تشخیص نفوذ، جلوگیری از حمله
 - خدمات مدیریت: تشخیص عیب، عملکردبهبود، ارتقاء سیستم، مدیریت صورت حساب خدمات.
- همانطور که مشخص است یک سری از عوامل وجود دارند که مانع از توسعه اینترنت اشیاء می شوند. این بازاریارنده ها عبارتند از (تو^{۱۲}، ۲۰۱۸):

- فقدان دانش و آگاهی سازمانی
- در این شرکت ها عموماً فقدان دانش و آگاهی کافی از منافع بالقوه، کمبود منابع انسانی و زمان برای بررسی فن آوری ها و سیستم های جدید، و فقدان اعتماد سطوح مختلف مدیریتی به امنیت این ارتباطات اشیاء باعث ایجاد مشکلات در برنامه ریزی، طراحی و پیاده سازی این سیستم ها گردیده است.
- محدودیت های منابع سازمانی
- عدم آمادگی کافی سازمان، موقعیت مالی ضعیف شرکت ها و مقاومت در برابر سرمایه گذاری های بیشتر از دیگر عوامل بازاریارنده می باشد.
- مقیاس بازار شرکت ها

بررسی شرکت های کوچک و متوسط ایرانی نشانگر مقیاس بسیار کوچک و خرد آنهاست به نحوی که متوسط سرمایه، مشتریان، تعداد کارمندان آنها از متوسط جهانی بسیار کمتر است که این مساله باعث وابستگی بیشتر این شرکت ها به

¹⁰ Yu

¹¹ Goumagias

¹² Tu

سیاست های ستادی شده و عدم تمایل به تخصیص منابع این شرکت ها به حوزه هایی که منافع مالی قابل اندازه گیری ندارند را باعث می گردد.

- عدم توسعه زیر ساخت فن آوری اطلاعات و ارتباطات
- محدودیت پهنای باند، عدم توسعه شبکه های بیسیم، فقدان زیر ساخت امنیت جاده ای الکترونیک مهمترین عوامل برون سازمانی می باشند.
- فقدان زیر ساخت های قانونی و حمایت های دولتی
- مبهم بودن سیاست های دولت در این زمینه، تعویق الزام نصب کد الکترونیکی کالا (ایران کد)، باعث کند شدن روند توسعه سیستم های مبتنی بر کد الکترونیک می گردد.
- فقدان استانداردهای ملی
- فقدان استانداردهای ملی در زمینه برچسب های RFID، کانال های انتقال (محدوده فرکانسی)، تجهیزات ارتباطات خودرو، یکپارچه سازی فرآیندها را تحت الشعاع قرار می دهد.

در حوزه زنجیره تامین، با رشد سریع فن آوری های اینترنت، بسیاری از تکنولوژی های نوظهور در سیستم های قابل ردیابی به کار گرفته شده اند. با این حال، تا به امروز، تقریباً تمام این سیستم ها متمرکز شده اند که انحصاری، نامتقارن و مبهم هستند که می توانند منجر به مشکل اعتماد مانند تقلب، فساد، دستکاری و تحریف اطلاعات شوند. علاوه بر این، سیستم متمرکز در برابر فروپاشی آسیب پذیر است، زیرا یک نقطه شکست منجر به سقوط کل سیستم خواهد شد. امروزه، تکنولوژی جدیدی به نام بلاکچین که یک نوآوری در فن آوری اطلاعات غیر متمرکز است، رویکرد کاملاً جدیدی را ارائه می دهد (زاهدی و نقدی خنجاه، ۱۳۹۸).

بلاکچین یک حسابداری بزرگ است که همه معاملات انجام شده توسط کاربران را ثبت می کند که این باعث می شود محققان و توسعه دهندگان اینترنت اشیا (IoT) به دنبال راه هایی برای اتصال IoT با بلاکچین باشند. امکان تشخیص، ثبت و انتقال اطلاعات با تکیه بر RFID و اینترنت اشیا همراه با ارتقای قابلیت اعتماد براساس بلاکچین، می تواند میزان اطمینان به دانش حاصل از انبار اطلاعات را افزایش داده و مرجعیت بکارگیری آن را بهبود دهد (رضائی و طائی زاده، ۱۳۹۸).

بلاکچین یک نوع سیستم ثبت اطلاعات و گزارشات است که اطلاعات ذخیره شده روی این سیستم برای اعضای یک شبکه به اشتراک گذاشته می شود و با استفاده از رمز نگاری امکان هک و حذف اطلاعات ثبت شده از بین می رود. بلاکچین به عنوان یک دفتر دیجیتال تعریف شده است که اولین بار با پیدایش بیت کوین به وجود آمد و برای ذخیره اطلاعات مربوط به رمز ارز ها استفاده می شد. اساساً این فناوری به عنوان یک پایگاه داده مشترک پر از ورودی هایی است که باید توسط شبکه های نظیر به نظیر تأیید و رمزگذاری شود. وقتی بلاکچین برای اولین بار ایجاد شد، پتانسیل کامل آن برای همه آشکار نبود. امروزه موارد بسیاری وجود دارد که می توان از بلاکچین استفاده کرد و حتی روشهای بیشتری برای استفاده در آینده وجود دارد که عملکرد آن را به میزان قابل توجهی بهبود می بخشد (زلبست^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۰).

بلاک چین نوع خاصی از پایگاه داده است که اطلاعات در آن ذخیره می شود. اما یک سری ویژگی های خاص، بلاک چین را از سایر پایگاه داده ها متمایز می کند. برای اضافه کردن داده جدید به بلاک چین یک سری قوانین وجود دارد. همچنین پس از اضافه شدن داده به بلاک چین و ذخیره آن، دیگر نمی توان آن را ویرایش یا حذف کرد. داده ها در شبکه بلاک چین در

¹³ Selbst

ساختاری متشکل از بلوک‌ها^{۱۴} وارد پایگاه داده می‌شوند. هر بلوک در ادامه بلوک قبلی ساخته می‌شود و شامل اطلاعاتی است که آن را به بلوک قبلی متصل می‌کند. با توجه به این که این بلوک‌ها به وسیله اطلاعاتی به همدیگر وصل هستند، بنابراین یک زنجیره^{۱۵} تشکیل می‌دهند که در آن بلوک‌ها به ترتیب ساخت در کنار هم قرار می‌گیرند. به اولین بلوک شبکه که قبل از آن بلوک دیگری وجود ندارد بلوک پیدایش^{۱۶} گفته می‌شود (ناندی^{۱۷} و همکاران، ۲۰۲۰).

قابل بیان است که در شبکه‌هایی که از بلاکچین استفاده می‌کنند می‌توان انتقال را بدون نیاز به اعتماد به دیگر کاربران انجام داد، زیرا با کاهش واسطه‌ها، معاملات بین کاربران سریعتر می‌شوند. علاوه بر این، استفاده از رمزنگاری در بلاکچین امنیت اطلاعات را تضمین می‌کند؛ از این رو، از مهمترین دستاوردهای بکارگیری بلاکچین، اطمینان به عدم دستکاری داده‌ها و صحت اطلاعات است که در سطح کلان، برخورداری از دانشی قابل اعتماد را تضمین می‌کند. بلاکچین می‌تواند با امنیت در جمع‌آوری، انتقال و به اشتراک گذاری داده‌های معتبر، در هر یک از مراحل تولید، پردازش، انبارداری، توزیع و فروش امکان ردیابی اطلاعات و امنیت را در زنجیره تامین افزایش دهد (مارکی-تولر^{۱۸}، ۲۰۲۰).

زنجیره تامین به فرایند تولید، مونتاژ، ترانزیت و وصول کالا به دست مصرف کننده اطلاق می‌شود که نقشی حیاتی در توسعه اقتصاد دارد. این حوزه در مسیر توسعه با چالش‌هایی از جمله عدم وجود شفافیت در شناسایی منبع تهیه و توزیع کالاهای تجاری، عدم وجود امنیت مبادلاتی با ایجاد تنش در قراردادهای تجاری و مصرف کنندگان مواجه است. پیاده سازی فناوری بلاکچین می‌تواند به عنوان راه حلی مناسب جهت چالش‌های مذکور باشد. این بستر با برخورداری از ویژگی شفافیت، وجود مکانیسم‌های پیشگیری از وقوع یا حل آنلاین اختلافات یا حذف واسطه‌های مالی در تراکنش‌های الکترونیکی امکان دستیابی به اهداف مقرر را فراهم می‌آورد، اما پیاده سازی آن در هر نظام با چالش‌هایی از جمله مقیاس پذیری، قابلیت اتصال، استانداردسازی و برخی چالش‌های حقوقی مواجه است که حل این چالش‌ها نیازمند سیاست گذاری اجرایی از جمله بکارگیری ابزارهای دیجیتال کارآمد، اعتبارسنجی آنها و پیش بینی تشریفات برقراری بسترهای نامتمرکز و نهادهای صلاحیت دار نظارت بر روند صحیح امور می‌باشد. (فرحزادی و ناصر، ۱۴۰۰).

به منظور دستیابی به مزیت رقابتی در زنجیره تامین باید فاکتورهای انعطاف پذیری، سرعت در پاسخگویی قابلیت اطمینان و هزینه مناسب را در نظر داشت. این اهداف می‌توانند با سرعت بالای جریان اطلاعات و جریان مواد و پایین آوردن هزینه‌های سربار تحقق یابند. از طرفی هماهنگی و یکپارچگی در اطلاعات مختلف مانند اطلاعات فروش، اطلاعات موجودی و فعالیت‌های مختلف نظیر تبلیغات و حمل و نقل برای موفقیت زنجیره تامین ضروری هستند. یکی از مسائل مهم شبکه زنجیره تامین به حداقل رساندن هزینه‌ها با شرایط بهینه عملیات‌های آن می‌باشد که البته بدلیل پیچیدگی‌های میان تعاملات زنجیره کار بسیار سختی می‌باشد. برای حل این پیچیدگی‌ها و به حداکثر رساندن عملکرد اعضای زنجیره تامین باید ابتدا مسئولیت‌ها و نقش‌های هریک از اعضا به همراه مکانیسم همکاری آنان در زنجیره تعریف شود.

در حالت کلی زنجیره تامین از دو یا چند سازمان تشکیل می‌شود که از یکدیگر جدا هستند و به وسیله جریان‌های مواد، اطلاعات و جریان‌های مالی به یکدیگر مربوط می‌شوند. این سازمان‌ها می‌توانند بنگاه‌هایی باشند که مواد اولیه، قطعات، محصول نهایی یا خدماتی چون توزیع، انبارش، عمده فروشی و خرده فروشی تولید می‌کنند، حتی خود مصرف کننده نهایی را

¹⁴ Blocks

¹⁵ Chain

¹⁶ Genesis Block

¹⁷ Nandi

¹⁸ Markey-Towler

نیز می توان یکی از این سازمان ها در نظر گرفت. براساس این، فعالیت هایی نظیر برنامه ریزی عرضه و تقاضا، تهیه مواد، تولید و برنامه ریزی محصول، خدمت نگهداری کالا، کنترل موجودی، توزیع، تحویل و خدمت به مشتری که پیش از این در سطح شرکت انجام می شد، اکنون به سطح زنجیره تأمین انتقال پیدا می کند (پوشپامالی^{۱۹} و همکاران، ۲۰۱۹).

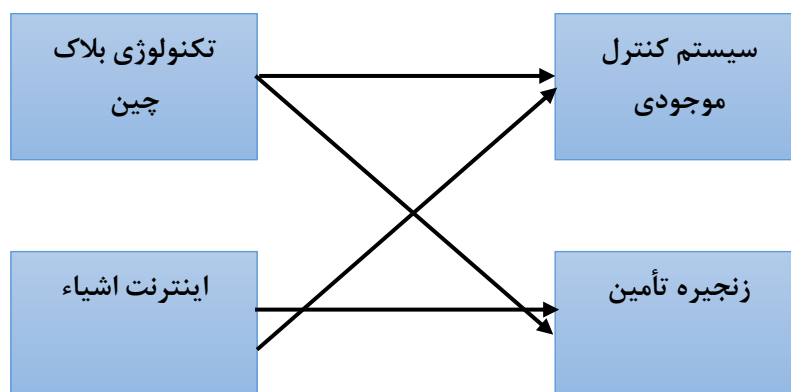
در بازار جهانی و رقابت امروز برای رسیدن به موفقیت بیشتر در صنایع مختلف، مدیریت زنجیره تامین نقش بسیار حیاتی ایفا می کند. زنجیره تامین شبکه ای از تامین کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع کنندگان و مشتریانی است که با مسائل مختلفی نظیر: حمل و نقل، به اشتراک گذاری اطلاعات و زیر ساخت های مالی به هم مرتبط شده اند. هدف زنجیره تامین ارائه محصولات و خدمات با کیفیت به مصرف کننده نهایی با کارایی بالا و کمترین هزینه است. یکی از مهمترین سیاست های بهینه تصمیم گیری، سیاست کنترل موجودی است. در این سیاست، اعضای زنجیره های تامین مطمئن می شوند که موجودی کالا های آنها در سطوحی قرار دارد که می توانند پاسخگوی استانداردهای از پیش تعیین شده باشند و بودجه کافی را برای سرمایه در گردش آزاد کنند. سیاست بهینه موجودی نقش تعیین کننده و مهمی را در تصمیمات تصمیم گیرندگان هر زنجیره ایفا می کند (بخشی زاده و عظیمی، ۱۳۹۸).

یکی از مهم ترین سیاست های بهینه تصمیم گیری سیاست کنترل موجودی است. در این سیاست، اعضای زنجیره های تامین مطمئن می شوند که موجودی کالاهای آن ها در سطوحی قرار دارد که می توانند پاسخگوی استانداردهای از پیش تعیین شده باشند و بودجه کافی را برای سرمایه در گردش آزاد کنند. سیاست بهینه موجودی نقش تعیین کننده و مهمی را در تصمیمات تصمیم گیرندگان هر زنجیره ایفا می کند. از این رو، هماهنگی و یکپارچگی راهبردهای بهینه موجودی و قیمت گذاری با دیگر زمینه های تصمیم گیری در زنجیره تأمین از قبیل تولید، ارسال و ... سبب اثربخشی و کارایی بیشتر زنجیره خواهد شد. بررسی پژوهش ها نشان می دهد که تصمیمات بهینه کنترل موجودی یکی از مؤثرترین و مهم ترین تصمیمات عملیاتی اعضا در زنجیره های تامین تولیدی و خدماتی بر هزینه های زنجیره تأمین است که به دلیل پیچیدگی های محاسباتی، تصمیم های کنترل موجودی اعضا برای ساختارهای مختلف زنجیره تأمین با در نظر گرفتن هزینه های عملیاتی مواد اولیه، کالای پیش ساخته و کالای نهایی با چالش هایی روبرو است. (نوری داریان و طالعی زاده، ۱۳۹۷).

روش تحقیق

این پژوهش به قصد بررسی تأثیر اینترنت اشیا و تکنولوژی بلاک چین بر بهبود عملکرد سیستم کنترل موجودی و زنجیره تأمین در کارخانه نورد صنعتی ساختمانی فولاد یزد انجام شده است. به منظور گردآوری داده ها از پرسشنامه استاندارد استفاده شده است که این پرسشنامه بعد از سنجش روایی و پایایی میان ۱۳۶ نفر از مدیران، معاونین و کارکنان بخش زنجیره تأمین کارخانه نورد صنعتی ساختمانی فولاد یزد که بر اساس جدول مورگان به عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شده اند، توزیع گردید. بر اساس نمودار ۱. که مدل مفهومی پژوهش را نشان می دهد، فرضیات پژوهش در ادامه بیان شده اند. به صورت کلی هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر تکنولوژی بلاک چین بر بهبود عملکرد سیستم کنترل موجودی و بهبود عملکرد زنجیره تأمین است؛ همچنین این پژوهش به میزان تأثیر اینترنت اشیا بر بهبود عملکرد سیستم کنترل موجودی و بهبود عملکرد زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار داده است. تجزیه و تحلیل های صورت در این پژوهش با استفاده روش مدلسازی معادلات ساختاری و نرم افزار AMOS انجام شده است.

¹⁹ Pushpamali



نمودار ۲. مدل مفهومی پژوهش

فرضیات پژوهش عبارتند از:

۱. تکنولوژی بلاک چین بر بهبود عملکرد سیستم کنترل موجودی تأثیر دارد.
۲. تکنولوژی بلاک چین بر بهبود عملکرد زنجیره تأمین تأثیر دارد.
۳. اینترنت اشیاء بر بهبود عملکرد سیستم کنترل موجودی تأثیر دارد.
۴. اینترنت اشیاء بر بهبود عملکرد زنجیره تأمین تأثیر دارد.

تجزیه و تحلیل داده ها

آزمون نرمال بودن

قبل از اینکه فرضیه های این پژوهش آزمون شوند باید ابتدا از نرمال بودن متغیرها اطمینان حاصل شود. برای بررسی فرض نرمال بودن متغیرهای مورد مطالعه از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف استفاده شد. نتایج نشان داد که فرض نرمال بودن برای همه متغیرهای تحقیق تایید می شود؛ چرا که سطح معنی داری آنها بزرگتر از ۰٫۰۵ می باشد (جدول ۱).

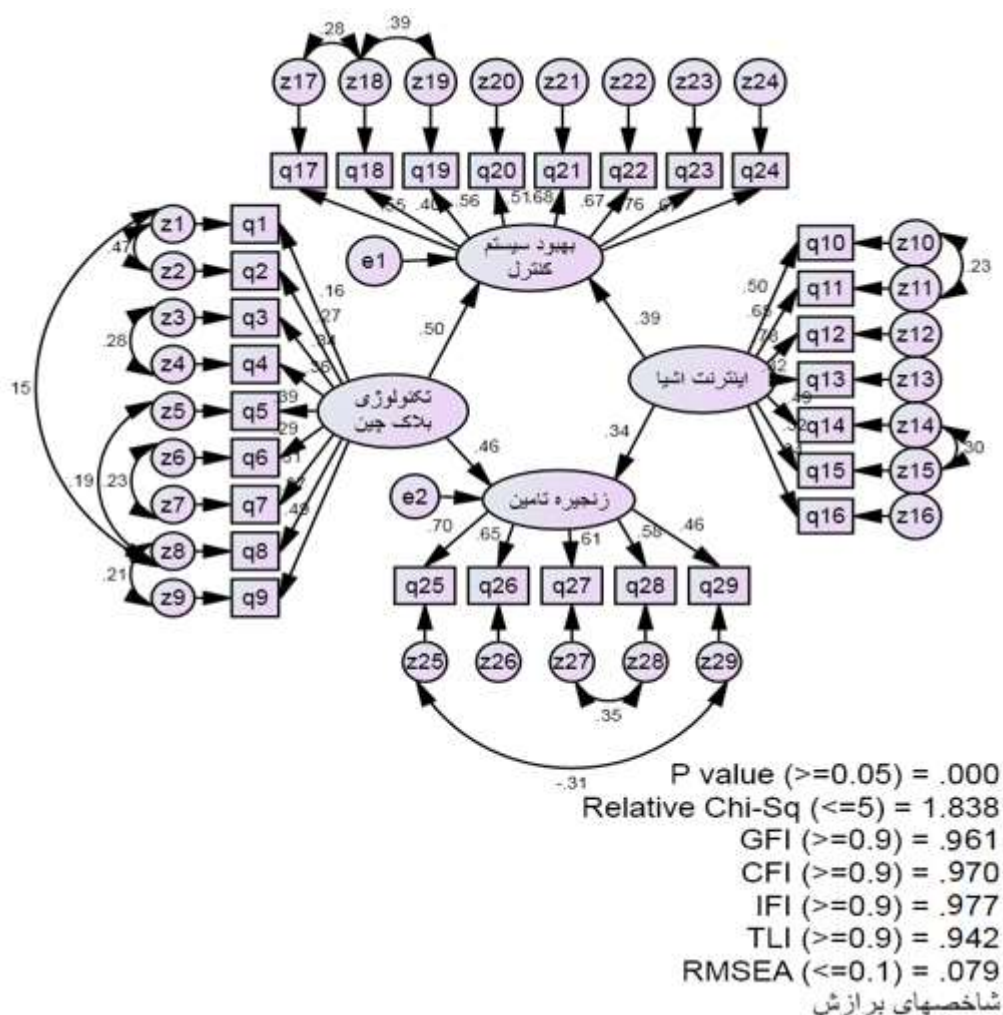
جدول ۱. نتایج آزمون چولگی و کشیدگی برای بررسی فرض نرمال بودن

| متغیرها | حجم نمونه | آماره آزمون | P-value |
|--------------------|-----------|-------------|---------|
| تکنولوژی بلاک چین | ۱۳۷ | ۱٫۸۸۲ | ۰٫۰۷۲ |
| اینترنت اشیا | ۱۳۷ | ۱٫۰۴۹ | ۰٫۲۲۲ |
| سیستم کنترل موجودی | ۱۳۷ | ۱٫۲۲۸ | ۰٫۰۹۸ |
| زنجیره تأمین | ۱۳۷ | ۱٫۹۸۳ | ۰٫۰۶۷ |

نتایج تحلیل معادلات ساختاری (آزمون فرضیات)

پس از بررسی و تأیید الگوهای اندازه گیری در گام اول، در گام دوم از معادلات ساختاری برای تست فرضیه ها استفاده شده است. برای آزمون معناری فرضیه ها از دو شاخص جزیبی مقدار بحرانی و سطح معناداری استفاده شده است. مقدار بحرانی مقداری است که از حاصل تقسیم تخمین وزن رگرسیونی بر خطای استاندارد بدست می آید. براساس سطح معناداری ۰٫۰۵،

مقدار مسیر بحرانی باید بیشتر از $1/96$ یا کمتر از $1/96$ - باشد و کمتر از این مقدار، پارامتر مربوط در الگو مهم شمرده نمی شود؛ و همچنین مقادیر کوچکتر از $0/05$ برای مقدار سطح معناداری حاکی از تفاوت معنادار محاسبه شده برای وزن های رگرسیونی با مقدار صفر در سطح اطمینان $0/99$ دارد.



شکل ۱. مدل معادلات ساختاری فرضیه اصلی

خلاصه نتایج الگویابی معادلات ساختاری در جدول شماره ۲ ارائه شده است:

جدول ۲. نتایج اجرای الگویابی معادلات ساختاری

| رابطه | نتیجه | سطح معنی داری | اثر کل | اثر مستقیم | مقدار بحرانی | روابط متغیرهای تحقیق |
|------------------------------------|-------|---------------|--------|------------|--------------|----------------------|
| تکنولوژی بلاک چین - بهبود عملکرد | تایید | ۰,۰۰۰ | ۰,۵۰ | ۰,۵۰ | - | |
| تکنولوژی بلاک چین - بهبود عملکرد | تایید | ۰,۰۰۰ | ۰,۴۶ | ۰,۴۶ | - | |
| اینترنت اشیا - بهبود عملکرد سیستم | تایید | ۰,۰۱۲ | ۰,۳۹ | ۰,۳۹ | ۲,۹۴ | |
| اینترنت اشیا - بهبود عملکرد زنجیره | تایید | ۰,۰۲۵ | ۰,۳۴ | ۰,۳۴ | ۲,۲۳ | |

در جدول شماره ۳ شاخص های برازش مدل در الگویابی معادلات ساختاری ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می شود مدل تحقیق از برازش مناسبی برخوردار است و سطح پذیرش شاخص ها برآورده شده است.

جدول ۳. شاخص های برازش برای مدل فرضیه

| متغیر | P | CMIN/DF | GFI | IFI | TLI | CFI | RMSEA |
|-----------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| فرضیه | ۰,۰۰۰ | ۱,۸۳۸ | ۰,۹۶ | ۰,۹۷ | ۰,۹۴ | ۰,۹۷ | ۰,۰۷۹ |
| سطح مناسب | >۰,۰۰۵ | <۵ | >۰,۹۰ | >۰,۹۰ | >۰,۹۰ | >۰,۹۰ | <۰/۱ |
| نتیجه | نامناسب | مناسب | مناسب | مناسب | مناسب | مناسب | مناسب |

نتیجه گیری

امروزه تغییرات و تحولات دنیای کنونی بسیار وسیع و گسترده شده است به طوری که هر روزه شاهد تغییرات بسیاری در محیط های جاری می باشیم، برای موفقیت در محیط های رقابتی لازم است صنایع خود را با تغییرات موجود هماهنگ نمایند و لازمه این امر استفاده از فناوری های جدید می باشد. از اینرو در دنیای رقابتی امروز بهره گیری از ایده های نو و فناوری های جدید امری حیاتی است.

به دلیل افزایش هزینه ها، روند جهانی شدن، محدود شدن منابع، کوتاه تر شدن دوره عمر کالاها و زمان سریع تر پاسخ به مشتریان، توجه به سمت یکپارچگی زنجیره تأمین جلب شده است. یک شبکه زنجیره تأمین کارا به همکاری بین تأمین کنندگان، تولیدکنندگان، خرده فروشان و حتی خریداران نیاز دارد؛ به عبارت دیگر در بازارهای کنونی، رقابت از سازمان های مجزا فراتر بوده و به منظور حفظ موقعیت رقابتی لازم است منافع کل زنجیره های تأمین در نظر گرفته شده و افزایش کارایی و سودآوری کل زنجیره، هدف مشترک تمام سازمان های درگیر باشد.

فناوری بلاک چین و اینترنت اشیا یک فناوری جدید و نو می باشد که در صورت استفاده می تواند برای افراد و سازمان ها مزایا و فواید بسیاری به همراه داشته باشد و باعث سهولت در انجام امور سازمانی گردد حال سازمانی که افراد به این درک از فناوری ها برسند راحت تر می توانند آن را بپذیرند. برای شکل گیری فناوری های جدید لازم است که از آن حمایت صورت گیرد و این امر باید از طرف بالاترین مقام یک شرکت صورت گیرد و تا زمانی که مدیریت عالی یک سازمان پشتیبانی لازم را از فناوری جدید انجام ندهد، نمی توان به موفقیت آن امیدوار بود. همچنین سیاست های سازمانی بیانگر نحوه عملکرد یک سازمان می باشد و به عبارتی مشخص می کند که سازمان در چه مسیری در حال حرکت می باشد اگر سیاست های موجود با فناوری جدید هماهنگ باشد می توان به شکل گیری آن در سازمان خوشبین بود ولی اگر در تضاد به آنها باشد نمیتوان به شکل گیری و توسعه آن امید داشت. از این رو پیشنهاد می شود جهت ارزیابی آمادگی کارخانجات صنعتی برای استفاده از فناوری بلاک چین شاخص های سازمانی تجاری شامل توسعه زیرساخت ها، مهارت های مدیران، توسعه منابع انسانی، اندازه شرکت یا سازمان، منابع مالی، فرهنگ سازمانی پذیرا، سیاست های سازمانی و پشتیبانی اندازه گیری شود.

توسعه فناوری بلاکچین توجه بسیاری را به کاربرد این فناوری در زمینه های مختلف سوق داده است. در زمینه اینترنت اشیا، کاربرد گسترده دستگاه های IoT برای جمع آوری و انتقال داده ها، نگرانی های امنیت و حفظ حریم خصوصی قابل توجه ای

را ایجاد می کند. کاربرد بلاکچین در این زمینه امنیت بیشتری را در مقایسه با سیستم های مدیریت داده سنتی فراهم می نماید. بنابراین می توان از بلاکچین جهت توانمند سازی زمینه های مختلف کلان داده استفاده کرد، البته باید در نظر داشت که پیاده سازی بلاکچین و استفاده از سیستم اینترنت اشیا با چالش های امنیتی و عملکردی روبرو است. این چالش ها و تهدیدات مسائل مهمی هستند و باید در طراحی برنامه های بلاکچین در نظر گرفته شوند.

منابع

۱. بخشی زاده، ن.، و عظیمی، پ. (۱۳۹۸). بهینه سازی کنترل موجودی در یک زنجیره تامین سه سطحی از طریق شبیه سازی و الگوریتم جستجوی هارمونی. فصلنامه علمی مطالعاتی مدیریت صنعتی، سال هفدهم، شماره ۴۵، ۶۷-۱۰۹.
۲. خیری میاب، م.، و ترکمن، م. (۱۴۰۰). تکنیک و کاربردهای فناوری بلاکچین و اینترنت اشیا در سیستم های کشاورزی نوین. نخستین کنفرانس بین المللی بلاک چین رمز ارزها و اقتصاد جهانی، (ص. ۶۳-۷۹). تهران.
۳. زاهدی، م.، و نقدی خنجاه، ش. (۱۳۹۸). استفاده از بلاکچین؛ رویکردی کاربردی در رسیدن به اهداف مدیریت زنجیره تامین قطعات یدکی خودرو. اولین کنفرانس بین المللی مدیریت دانش، بلاکچین و اقتصاد، (ص. ۱۳۱-۱۴۸). تهران.
۴. شامبیاتی، ه.، شفیعی نیک آبادی، م.، و خاتمی، ف. (۱۴۰۱). مدلی جهت بهینه سازی عملکرد پردازش اطلاعات در زنجیره تامین مجازی، مبتنی بر اینترنت اشیا. دوفصلنامه مدیریت تولید و عملیات، دوره: ۱۳، شماره: ۱، ۱۴۸-۱۶۵.
۵. فرحزادی، ع.، و ناصر، م. (۱۴۰۰). نقش فناوری بلاک چین در رفع چالش های مبادلات سنجیزه تأمین: بایسته ها و سیاستگذاری ها. فصلنامه رشد فناوری، سال هفدهم، شماره ۶۶، ۱۱-۲۰.
۶. مهرین، م.، و لاله، س. (۱۴۰۰). مدل اکتشافی عوامل موثر بر بهینه سازی زنجیره تامین سیستم های سلامت با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی (Block Chain) و اینترنت اشیا (IOT). هجدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، (ص. ۲۱۵-۲۲۳).
۷. نوری داریان، م.، و طالعی زاده، ه. (۱۳۹۷). توسعه مدل تولید اقتصادی در زنجیره های تأمین سه سطحی یکپارچه و غیریکپارچه با در نظر گرفتن سیاست بهینه کنترل موجودی. نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۲۵، شماره ۱، ۱۲۵-۱۳۷.
8. Pushpamali, N., Agdas, D., & Rose, T. (2019). A Review of Reverse Logistics: An Upstream Construction Supply Chain Perspective. *Sustainability*, 11(4143).
9. Goumagias, N., Whalley, J., & Dilaver, O. (2021). Making sense of the internet of things: a critical review of internet of things definitions between 2005 and 2019. *Internet Research*, Vol. 31 No. 5, 1583-1610.
10. Hong, L., & Hales, D. (2021). Blockchain performance in supply chain management: application in blockchain integration companies. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 121 No. 9, 1969-1996.
11. Markey-Towler, B. (2020). Blockchains and institutional competition in innovation systems. *Journal of Entrepreneurship and Public Policy*, Vol. 9 No. 2, 185-193.
12. Mohammed, A., & Wang, Q. (2017). Multi-criteria optimization for a cost-effective design of an RFID-based meat supply chain. *British Food Journal*, Vol. 119 No. 3, 676-689.
13. Nandi, M., Nandi, S., Moya, H., & Kaynak, H. (2020). Blockchain technology-enabled supply chain systems and supply chain performance: a resource-based view. *Supply Chain Management*, Vol. 25 No. 6, 841-862.

14. Tsang, Y., Wu, C., & Ip, W. (2021). Exploring the intellectual cores of the blockchain–Internet of Things (BIoT). *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 34 No. 5, 1287-1317.
15. Tu, M. (2018). An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management: A mixed research approach. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 29 No. 1, 131-151.
16. Yu, X., Roy, S., Quazi, A., & Nguyen, B. (2017). Internet entrepreneurship and “the sharing of information” in an Internet-of-Things context: The role of interactivity, stickiness, e-satisfaction and word-of-mouth in online SMEs’ websites. *Internet Research*, Vol. 27 No. 1, 74-96.
17. Zebst, P., Green, K., & Sower, V. (2020). The impact of RFID, IoT, and Blockchain technologies on supply chain. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 31 No. 3, 441-457.