



بررسی تأثیر قراردادهای هوشمند بر حرفه حسابداری و حسابداری

دکتر مظفر جمالیان پور^۱ ©

عضو هیئت علمی گروه حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی

علی علی پور فلاح پسند^۲

دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی

(تاریخ دریافت: ۱ تیر ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: ۱ آبان ۱۳۹۸)

انسان همواره به دنبال استفاده از روش‌های نوین برای برقراری ارتباط موثر و انجام دادوستد کالاها و خدمات گوناگون بوده است. اینگونه دادوستدها بر ایجاد قرارداد یا پیمانی فی مابین دو نفر یا بیشتر استوار بوده که با اراده طرفین یک اثر حقوقی را پدید آورده اند. مبادلات اینچنینی گستره‌ای از کالاها، خدمات، تکنولوژی‌ها، علم و غیره را در بر گرفته است. نیاز به مبادله بیشتر موجب تلاش برای برقراری بسترهایی شده تا تسهیل امور مبادلاتی در هر نقطه از جهان را در کمترین زمان ممکن و به صرفه‌ترین بها به ارمغان آورد. در همین راستا استفاده از تکنولوژی‌های نوینی همچون زنجیره بلوکی، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، قراردادهای هوشمند و فرایند اتوماسیون رباتیک مورد توجه استفاده‌کنندگان قرار گرفته است. تمامی این تکنولوژی‌ها با هدف تسهیل امور مبادلاتی فی مابین طرفین مبادله و نظام بخشی هرچه بیشتر داده‌ها و اطلاعات به وجود آمده‌اند. لذا، بسیاری از شرکت‌ها و ارگان‌ها اقدام به بررسی، سرمایه‌گذاری و استفاده عملیاتی از تکنولوژی‌های اشاره شده نموده‌اند. در این مقاله اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و فرایند اتوماسیون رباتیک اجمالاً معرفی شده و ضمن تشریح زنجیره بلوکی به‌عنوان تکنولوژی پایه پدیدآورنده قراردادهای هوشمند، تأثیر پیمان‌های هوشمند بر حرفه حسابداری و حسابداری از دیدگاه بسیاری از صاحب‌نظران مطرح می‌شود. سپس ابعاد گوناگون قراردادهای هوشمند و جایگاه آن در حسابداری و حسابداری بحث خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: قراردادهای هوشمند، زنجیره بلوکی، فرایند اتوماسیون رباتیک، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا.

^۱m.jamalianpour@atu.ac.ir

^۲ali.alipour.fallahpasand@gmail.com

مقدمه

با تسریع توسعه تکنولوژی‌های اینترنت اشیا صنعتی، گستره‌ی وسیعی از دستگاه‌های هوشمند و مستقل در برنامه‌های اتوماسیون دیجیتالی همچون اتومبیل‌های بدون راننده، شبکه‌ها یا کارخانه‌های خودکار، مدیریت انرژی [۲۰]، دادوستد پایاپای انرژی [۲۲]، خدمات خانگی و دولتی هوشمند [۵]، ذخیره توزیع‌شده اطلاعات، دارایی‌های دیجیتالی، قراردادهای هوشمند، بانکداری و خدمات سلامت [۲۳] گسترش خواهند یافت. از این میان زنجیره بلوکی ساختار مبتنی بر داده که داده‌ها را به‌مجرد اینکه به وقوع می‌پیوندند در لیستی همواره رو به افزایش همانند دفتر کل حسابداری ثبت می‌نماید [۶]. به‌کارگیری تکنولوژی زنجیره بلوکی برای اینترنت اشیا مورد توجه بخش گسترده‌ای از دانشگاهیان و صنعت گران قرار گرفته است [۲۴] [۱۵] [۲۱]. این تکنولوژی پدیدآورنده زیربنای مبتنی بر شبکه گسترده طراحی شده بر پایه اینترنت بوده که به‌وسیله‌ی رمزنگاری معاملات از طریق رایانه، دادوستد بهای اقلام را تسهیل می‌بخشد. به‌عبارت‌دیگر این سیستم عبارت است از ساختار داده‌ای خاص که از تراکنش‌هایی که در بلوک‌هایی که به‌وسیله رمزنگاری با یکدیگر مرتبط شده تا زنجیره‌های متوالی و غیرقابل دستکاری را پدیدآورند، تشکیل شده‌اند. زنجیره بلوکی نسل جدیدی از پایگاه داده را پدید آورده که به چندین استفاده‌کننده در عملیات امکان به اشتراک‌گذاری پایگاه‌ها را داده و نیز به طرفین اجازه ایجاد تغییرات حتی در شرایطی که به یکدیگر اعتماد کافی ندارند را در بستری امن و بی‌خطر می‌دهد [۱۷]. با اعتماد به ویژگی ذاتی زنجیره بلوکی و کاربردهای آن همچون استفاده از این بستر در صنایع پرداخت و حمل‌ونقل، در واقع نیاز به حضور مؤسسات نهاد سومی مانند بانک‌ها در این چرخه رو به حذف شدن پیش می‌روند. حال آنکه مصرف‌کنندگان نهایی از این‌گونه تراکنش‌های که در زمان و با هزینه کمتر نسبت به قبل به وقوع خواهد پیوست نفع می‌برند [۲۶]. حذف نهاد سوم در معاملات جهت تسریع تراکنش‌ها و نقل‌وانتقال کالا و خدمات بدون نیاز به نهادی برای ایجاد اعتماد بین طرفین معامله از خصوصیات قابل توجه مرتبط با زنجیره بلوکی و استفاده از قراردادهای هوشمند استوار شده بر این بستر می‌باشد. این ویژگی بنیادین زنجیره بلوکی سبب توجه صنایع به استفاده از این بستر جهت انعقاد قراردادهایی با هزینه‌ی کمتر و امنیت و دقت بالاتر نسبت به قراردادهای سنتی شده است. پیمان‌هایی که نه تنها فاز عملیاتی یک دادوستد را بهبود می‌بخشند بلکه عملیات‌های مربوط به ثبت و تأیید اطلاعات مالی را در بستری فراتر از حسابداری تعهدی دوطرفه وابسته به حضور حسابداران جهت ثبت، طبقه‌بندی و تلخیص اطلاعات مالی به نحوی معنادار و حساب‌برسان جهت کسب اطمینان از اینکه صورت‌های مالی عاری از هرگونه تحریف بااهمیت ناشی از تقلب و اشتباه است، میسر خواهند ساخت. در دنیای اقتصادی امروز و با افزایش روزافزون تقاضا برای ارائه اطلاعاتی شفاف و پاسخگو، نیاز به افرادی باکفایت برای اعتباردهی به گزارش‌ها و اطلاعات ارائه‌شده، امری حیاتی به نظر می‌رسد [۳]. در این راستا، توسعه برنامه‌های آموزشی برای افزایش انتظارات در میان حساب‌برسان بر این مبنا که ابزارها و تکنیک‌های کامپیوتری به نحوی رضایت‌بخش عملکرد آن‌ها را بهبود بخشد، می‌تواند به افزایش مصرف ابزارها و تکنیک‌های کامپیوتری منجر شود [۲]. پس از بررسی کاربردهای این تکنولوژی امکان استفاده از این بستر برای برقراری معاملاتی که به‌صورت پیمان‌های هوشمند دو یا چند

طرفه با خصوصیت ذاتی حذف نهادهای سومی است، پدید آمد. به عبارت دیگر قراردادهای هوشمند کدهای رایانه‌ای ذخیره شده بر بستر زنجیره بلوکی بوده که وظایف از پیش تعیین شده قراردادی را به اجرا درمی‌آورند [۱۱]. پیش از بررسی تأثیرات این تغییرات بر عملیات حسابداری و حسابرسی به معرفی قراردادهای هوشمند و زنجیره بلوکی و نحوه عملکرد هریک می‌پردازیم.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

قرارداد هوشمند را می‌توان شبکه‌ای از گره‌ها (رایانه‌های استفاده‌کنندگان) تعریف نمود که طی فعالیت‌های پایاپای به منظور تولید تراکنش‌های تغییرناپذیر تاریخی که امکان مشاهده توسط عموم برای آن‌ها فراهم است، انجام وظیفه می‌کنند [۲۵] [۳۳] [۱۶]. این قراردادها از کدهای نرم‌افزاری رایانه‌ای تشکیل شده که به صورت خودکار تراکنش‌ها (مانند مبادلات پولی، دارایی، سهام و هر چیزی که دارای بها باشد) را اجرا نموده و/یا پیمان‌ها را بر اساس تحقق مفاد آنها پیش می‌برند. این امر از طریق بستری که به وسیله اعتبارسنجی عمومی از صحیح و قابل اعتماد بودن عملیات مبتنی بر قوانین پذیرفته شده و استفاده از تکنولوژی دفتر کل غیرمتمرکز، صورت می‌پذیرد. کنترل مستمر جهت حصول اطمینان از اینکه قراردادهای هوشمند عاری از دستکاری و عملیات مخربانه باشد توسط عموم شرکت‌کنندگان صورت پذیرفته، که این اقدام نیاز جهت حضور نهادهای سومی واسطه‌گر (و هزینه‌های مرتبط در اینباره) را حذف می‌کند. قراردادهای هوشمند دفتر وقایع حسابداری شده مختص خود را از طریق ذخیره تمامی تراکنش‌های مرتبط با قرارداد و در صورتی که بازنگری در آینده نیاز باشد، مرتب شده بر اساس زمان وقوع، نگهداری می‌نماید [۱۹]. در تعاریف فوق، دفاتر کل عمومی عبارت‌اند از دفاتری که نیاز استفاده‌کنندگان به مشاهده تراکنش‌های تغییرناپذیر تاریخی را به صورت رایگان فراهم کنند [۱۶] [۳۱]. ایده قراردادهای هوشمند در سال ۱۹۹۴ توسط نیک ژابو ارائه گردید [۳۲]. هرچند ایده ایشان تا زمان به وجود آمدن بستر زنجیره بلوکی مورد توجه چندانی قرار نگرفت؛ بسیاری از نهادهای پیشرو در امر تحقیق، مشاوره و به‌کارگیری این تکنولوژی به‌عنوان بستری قابل اطمینان جهت انجام معاملات تسهیل شده، اشاره نموده‌اند. بنا بر تعریفی دیگر می‌توان قرارداد هوشمند را به‌عنوان سیستمی برشمرد که دارایی‌ها را فی‌مابین برخی یا تمامی بازیگران معامله به صورت خودکار و از طریق قواعد از پیش تعیین شده منتقل می‌نماید [۸]. قراردادهای هوشمند توسط شبکه کامپیوتری فعالیت می‌کند، که با استفاده از اجماع پروتکل‌هایی که تأیید مجموعه‌ای از اقدامات صورت پذیرفته حاصل از کدهای قراردادی را برعهده دارند، اجرا می‌شود [۱۳]. نتیجه این امر عبارت است از برقراری شیوه‌ای که طرفین قرارداد مقررات مربوطه را تأیید و رأی اعتماد خودکار را اخذ می‌نمایند. این اعتماد با کاهش میزان ریسک خطا و دستکاری همراه است [۱۴]. به صورت سنتی، تراکنش‌های اطلاعاتی موردنیاز برای برقراری تجارت اغلب با تعامل انسان صورت می‌گیرد. معمولاً تعاملات انسانی شامل: تعیین نمودن نیازهای برآورده نشده کسب‌وکار یا نیازهای مشتریان (شناسایی نیاز)، بازیابی اطلاعات در خصوص اینکه چه چیزی خریداری شود تا نیاز مرحله قبل تأمین شود (واسطه‌گری محصول)، ارزیابی اطلاعات معامله‌گر خاص برای تعیین این امر که خرید کالاها از چه کسی صورت پذیرد (واسطه‌گری معامله‌گر)، استفاده از یک شیوه جهت تعیین شرایط و ضوابط خرید یا

فروش محصولات (مذاکره)، ارتباطات جهت حصول اطمینان از کسب موافقت برای شرایط و ضوابط تعیین شده (پیشنهاد و پذیرش)، برقراری شیوه‌ای برای تبادل تعهدات قانونی (پرداخت)، و تعیین سطح قابل‌ادراک کیفیت و خدمات پس از فروش محصولات خریداری شده (رضایت‌مندی مشتری) می‌باشد [۲۷]. در مقایسه قراردادهای هوشمند قبل از انجام معاملات توانایی برنامه‌ریزی دقیق را به طرفین معامله می‌دهند. بر این اساس هر یک از طرفین می‌توانند معیارهایی جهت شناسایی مالکیت و قطعی نمودن انتقال دارایی تعیین نمایند. همچنین امکان برقراری پیش‌نیازهایی جهت حصول اطمینان از اینکه تعهدات فروشنده و خریدار انجام شده است وجود دارد. قراردادهای هوشمند تنها به منظور معاملات جهت کسب سود طراحی نمی‌شوند بلکه امکان انعقاد این گونه پیمان‌ها برای دادوستدهای عام‌المنفعه یا دولتی نیز وجود دارد. در بستری که نهادهای سومی از چرخه معاملات طرفین حذف شوند و شرکت کنندگان بتوانند بدون نیاز به حضور نهادهای نظارت‌گر اقدام به انجام معاملاتی در حداقل زمان ممکن و به صرفه‌ترین بهای موجود نمایند؛ در آن صورت نیاز به وجود قراردادی با خصیصه‌های ذاتی و بالقوه برای معامله گران ضروری است؛ که قراردادهای هوشمند به نیاز استفاده‌کنندگان در این زمینه پاسخ خواهد داد. از منظر دیگر، ویژگی خودکنترل شونگی بستر زنجیره بلوکی موجب افزایش اعتماد طرفین در انجام معاملات مبتنی بر این گونه قراردادها می‌شود.

مکانیسم کارکرد قراردادهای هوشمند بر بستر زنجیره بلوکی

هر قرارداد هوشمند دارای یک حساب متوازن، ذخیره‌گاه اختصاصی و کد قابل اجرا است. حالت کلی قرارداد شامل ذخیره‌گاه، حالت تعادل قرارداد خواهد بود. این حالت بر بستر زنجیره بلوکی ذخیره شده و هر مرتبه که قرارداد فراخوان می‌شود نیز بروز می‌گردد. پس از استقرار یک قرارداد هوشمند بر این بستر امکان تغییر کد آن قرارداد وجود ندارد. به منظور اجرای قرارداد، استفاده‌کنندگان به سادگی می‌توانند تراکنش مربوطه را به آدرس قرارداد ارسال نمایند. قرارداد پس از کسب تأیید هر یک از گره‌های (استخراج‌کنندگان) موجود در شبکه نسبت به مفاد توافقات، اجرا و حالت کلی قرارداد بر اساس تغییرات حاصل شده بروز می‌شود. قرارداد می‌تواند مبتنی بر تراکنش‌های دریافتی، ذخیره‌گاه خصوصی خود را نوشته یا از آن طریق خوانده شود؛ وجوه حاصله را در گردش حساب خود ذخیره نماید؛ پیغام‌ها را ارسال و دریافت نموده یا وجه حاصل از سایر استفاده‌کنندگان یا قراردادهای دریافت کرده و یا حتی قراردادهای جدیدی منعقد نمایند [۴]. شرکت‌های عرضه‌کننده کالا و خدمات می‌توانند برای هر یک از اقلام خود کدهایی جداگانه طراحی نمایند. این کدها ملقب به هَش‌ها این توانایی را به شرکت‌ها می‌دهند تا برای کالاهای موردنظر خود خصوصیات منحصر به فرد تعریف نموده و این خصایص را بر بستر زنجیره بلوکی به صورت هوشمند طراحی کنند. در حال حاضر تعداد فراوانی از نمونه‌های قراردادهای خودکار در سیستم‌های مالی لحظه‌ای در حال وقوع است. از دستگاه‌های فروش تسهیل بخش مکانیکی گرفته تا عملیات واگذار شده به بانک‌ها جهت انجام یا حق برداشت از شخص دیگر. ایده قراردادهای هوشمند به نحوی طراحی شده تا به تمامی تراکنش‌هایی که به سادگی و به صورت خودکار همچون عملیات خرید از دستگاه‌های فروش اتوماتیک صورت می‌گیرند، اجازه دهد تا در این بستر انجام‌پذیرند. اینگونه عملیات‌ها بدون نیاز به پاسخ‌دهی (یا

پرداخت) به نهاد مرکزی به منظور قضاوت نسبت به نحوه انجام مفاد قرارداد صورت می گیرند. تکنولوژی زنجیره بلوکی فرصتهایی در این عرصه ارائه می نماید. زیرا کدهای قراردادهای هوشمند قابلیت نوشته شدن به صورت مستقیم بر بستر زنجیره بلوکی را دارند؛ و همچنین مانند قراردادهای سنتی می توان آنها را پیش از اجرا آزمایش نمود. اگر مفاد قرارداد توسط طرفین مورد قبول واقع شود به وسیله حقوق مناسب تکمیل و مفاد از پیش تعیین شده به صورت خودکار به اجرا درمی آیند. این امر بدان معناست که پرداخت وجه چرخه ای را به حرکت درمی آورد که شامل شروع فعالیت حساب تضمینی، انجام سرمایه گذاری است. مضافاً اینکه، قراردادهای هوشمند دوپهلوی (مبهم) نیستند. قرارداد تنها یک موضوع را به اجرا درمی آورد و آن تعریفی است که کد برنامه نویسی شده در قرارداد تعیین می کند [۱۸].

خلق قراردادهای هوشمند به معنای حذف کامل قراردادهای سنتی و جایگزینی نوع کاملاً متفاوت و مستقلی از قراردادهای معمول نخواهد بود. بلکه تغییرات چشمگیری در ماهیت قراردادهای سنتی رخ خواهد داد. در جدول شماره ۱ سعی شده است تا با در نظر گرفتن عملکرد قراردادهای هوشمند به مقایسه برخی از تفاوت های عمده آن با قراردادهای سنتی پرداخته شود.

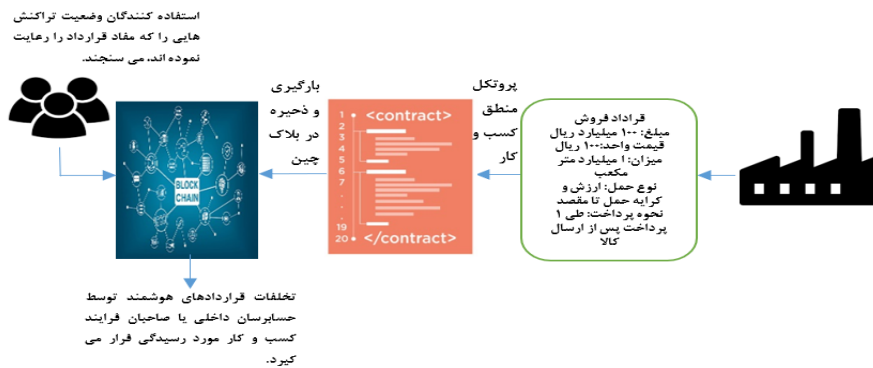
(جدول شماره ۱)

قراردادهای سنتی	قراردادهای هوشمند
وجود نهادهای سومی نظارت گر و تضمین کننده	عدم وجود نهاد سومی
دارای سازوکار قانونی	فاقد سازوکار پذیرفته شده قانونی
تعدد نهادهای تدوین کننده قرارداد	کاهش زمان و روند انعقاد قرارداد به وسیله برنامه ریزی مفاد قرارداد از طریق رایانه
امکان در نظر گرفتن مفادی با تعهدات قراردادی کیفی	تهیه قراردادهایی با مفاد قابل اندازه گیری کمی
تنظیم الحاقیه قرارداد برای ایجاد تغییرات قراردادی	غیر قابل تغییر بودن مفاد قرارداد پس از انعقاد
نیازمند تائید توسط نهادهای دولتی در برخی موارد	عدم نیاز به تائید توسط نهادهای دولتی
نیاز به انعقاد قرارداد جدید برای هر یک از طرفین در صورت وجود طرفین متعدد برای موضوعات گوناگون	امکان تجمیع قراردادهای متعدد با طرفین متعدد در یک قرارداد بر اساس برنامه ریزی رایانه ای
تعدد نسخ قرارداد و نیاز به تائید دستی توسط هریک از ذینفعان	تک نسخه ای بودن قرارداد و استفاده از تکنولوژی جهت انعقاد قراردادهای از راه دور
نیاز مبرم به وجود انسان در کنترل اجرای مفاد قبل، در حین و پس از انعقاد قرارداد	کاهش دخالت انسانی در روندهای اجرا و کنترل مفاد قراردادی

فواید استفاده از قراردادهای هوشمند برای معامله گران

به طور کلی قراردادهای هوشمند مجموعه گسترده‌ای از کاربردهای مرتبط با کسب و کارهای گوناگون را در برمی‌گیرند. برخی از این کاربردها عبارت‌اند از: معاملات توزیع شده (معاملات واقع شده در دفاتر توزیع شده)، اقدامات انطباقی در راستای مبارزه با پول‌شویی، احراز هویت مشتریان (مورد استفاده توسط بانک‌ها)، گزارشات قانونی برون‌سازمانی، گزارشات تحقیق و توسعه پزشکی [۱۲]. دو وجه قابل توجه در قراردادهای هوشمند کاهش هزینه و زمان برای معاملات طرفین است. حال آنکه کاهش هزینه‌ها موجب افزایش رقابت‌پذیری بهای اقلام فروش رفته و متعاقباً افزایش سودآوری معامله گران خواهد شد. این امر می‌تواند بر بهای سفارشات کالا و خدمات تأثیر چشمگیری داشته باشد. میزان تأثیرگذاری قراردادهای هوشمند بر بهای تمام شده معاملات نیاز به بررسی‌های تخصصی در خصوص مقایسه میزان کاهش هزینه‌ها حمل و نگهداری، آزادسازی وجوه در دوره‌های کوتاه‌تر نسبت به قراردادهای سنتی، حذف هزینه‌های مربوط به نهادهای سومی ضمانت کننده، تعیین ریسک ناشی از عملیات های مخربانه در خصوص قراردادهای هوشمند در مقایسه با قراردادهای سنتی و تخمین میزان ضرر ناشی از این گونه عملیات ها بر بهای اقلام دادوستد شده، اندازه‌گیری هزینه‌های مربوط به تولید بلوک ها و بسیاری دیگر از هزینه‌ها که به دلیل نوظهور بودن این تکنولوژی در حال حاضر کشف یا اندازه‌گیری نشده‌اند، دارد. با تمامی این تفاسیر عموم متخصصان در این حوزه و برخی از نخستین استفاده‌کنندگان به برتری خصایص ذاتی این سیستم نسبت به پیمان‌های سنتی اذعان نموده‌اند. کاهش زمان در انجام تعهدات و دادوستد وجوه حاصل به معنای کاهش دوره پرداخت بدهی‌ها در صنایع خواهد بود. ضمناً در شروع استفاده از این قراردادها بازده سود سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس در کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد. این امر با افشاء در سطح صورت‌های مالی همراه شده و در کوتاه‌مدت با استقبال سرمایه‌گذاران به سهام استفاده‌کنندگان پیشرو در استفاده از قراردادهای هوشمند قرار می‌گیرد. ارتقاء دوره معاملات به معنای افزایش سرعت جابجایی موجودی در شرکت‌های توزیع کننده کالا و خدمات می‌باشد و نیاز به استفاده از سیستم‌های موجودی کالا در زمان سفارش بیش‌ازپیش نمایان خواهد شد. ضمن آنکه به دلیل کاهش هزینه‌های نگهداری و انبار، بهای تمام شده کالاهای فروش رفته با کاهش همراه خواهد بود. کاهش بهای کالا و خدمات به معنای کاهش قیمت فروش به‌منظور کسب بخش بیشتری از بازار برای فروشندگان رقابتی بوده که این امر ضمن حفظ سود ناخالص کالاها منجر به افزایش مقداری فروش شرکت‌ها می‌شود. توانایی شرکت‌ها در بازاریابی و فروش محصولات در این گونه بازارهای رقابتی موفقیت بسیاری از ذینفعان در دنیای کسب و کار مبتنی بر بستر زنجیره بلوکی را تضمین می‌کند.

(شکل شماره ۱) [۷]



حرفه حسابداری و تحولات پیرامون

علاوه بر مزیت‌های ذکر شده فوق، قراردادهای هوشمند حرفه حسابداری را در ثبت و نگهداری اطلاعات مالی متحول خواهد نمود. فرض کنیم معامله‌ای مبتنی بر قرارداد هوشمند بین طرفین معامله در حال انجام است. موضوع معامله عبارت است از برقراری خطوط انتقال گاز بین کشورهای ایران و پاکستان. در حالت سنتی قراردادی با موضوع مهندسی، راه‌اندازی و انتقال خطوط گاز ایران به کشور پاکستان در مدت‌زمانی مشخص با بهای از قبل تعیین‌شده انجام خواهد شد. در این حالت فروش هر یک از مراحل قرارداد اعم از مهندسی، ساخت، راه‌اندازی و انتقال انرژی بر اساس درصد پیشرفت کار توسط حسابداران شناسایی و وجوه حاصل بر اساس مفاد قرارداد دریافت خواهد شد. حال همین پیمان را با فرض انعقاد قرارداد هوشمند بین طرفین فرض می‌کنیم. قرارداد هوشمند بر اساس کدهای برنامه‌ریزی‌شده که بیانگر مفاد قرارداد، تعیین میزان پیشرفت کار، تحقق هر یک از مراحل پروژه و نهایتاً انتقال وجوه حاصل از معاملات در حساب‌ها است انجام‌وظیفه می‌کند. این بستر برداشت وجوه و واریز آن به حساب شرکت ارائه‌کننده کالا و خدمات را عهده‌دار است. پس از حصول اطمینان از اینکه کدهای نرم‌افزاری که نمایان گر تعهدات فروشنده است به‌درستی با مفاد قرارداد مطابقت داده شد و طرفین از انجام صحیح معامله در هر یک از مراحل اطمینان حاصل کردند اکنون مرحله ثبت خودکار عملیات حسابداری بر بستر زنجیره بلوکی است. زنجیره بلوکی به دلیل ماهیت ذاتی غیرقابل تغییر خود و نیز امنیت بالا به طرفین این اطمینان را می‌دهد که ثبت و نگهداری عملیات حسابداری به‌درستی و با دقت بالا و مبتنی بر استانداردهای پذیرفته‌شده حسابداری به‌صورت خودکار انجام‌شده است. این تنها بخشی از قابلیت‌های قراردادهای هوشمند بر بستر زنجیره بلوکی است. امکان کدگذاری برای گزارشات در لحظه با هر نوع نیازی فراهم خواهد بود. در همین راستا به‌محض تغییر خودکار در مراحل انجام کار امکان ارسال گزارشات به بخش‌های تصمیم‌گیرنده در معاملات و نهادهای قانونی اعم از ارگان‌های مطالبه‌گر بیمه و مالیات فراهم خواهد شد. سومین و یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های قراردادهای هوشمند که حرفه حسابداری را دچار تغییر خواهد

نمود امکان استفاده از این تکنولوژی، در تحلیل بودجه برآوردی برای پروژه‌های در دست اجراست. امکان برنامه‌نویسی برای تعیین اینکه آیا با روند موجود امکان تحقق وجوه حاصل از پروژه در زمان پیش‌بینی شده میسر می‌شود یا خیر را قراردادهای هوشمند با کمک بستر زنجیره بلوکی به‌دراستی و دقت و به‌صورت مرحله‌ای انجام خواهد داد.

نقش و جایگاه زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند در نظام مالیاتی و امور مبادلاتی دولتی

توانایی بالقوه تکنولوژی زنجیره بلوکی توانسته موجب پیدایش جهان ارزهای رمزنگاری شده شود. بسیاری از کاربردها موجود در زنجیره بلوکی در حال ارزیابی و توسعه می‌باشند. از این میان می‌توان برخی کاربردهای مورد انتظار بخش دولتی همچون ثبت اطلاعات دارایی‌ها، اطلاعات هویت شهروندی، زنجیره‌های تأمین، سوابق پزشکی و بسیاری موارد دیگر را نام برد [۳۰]. در اقتصادهای پویا نقش دولت در برقراری نظام‌های وصول و توزیع عادلانه ثروت غیرقابل چشم‌پوشی است. نهادهای اخذکننده‌ی عایدی دولت همواره به دنبال برقراری بستری کارا بوده‌اند که توانایی اخذ صحیح و به‌موقع مطالبات خود را از آن طریق میسر سازند. هرچند زنجیره بلوکی برای تمامی سیستم‌های اخذ مالیات قابل تجویز نیست، اما می‌توان از آن در بسیاری از حوزه‌ها برای کاهش هزینه‌های جمع‌آوری و دریافت مالیات و متعاقباً کاهش شکاف مالیاتی استفاده نمود [۲۹]. در دنیایی که زنجیره بلوکی فراگیر شده و توسط بخش عمده از معامله‌گران مورد استفاده قرار می‌گیرد، دولت‌ها نیز تحت تأثیر تغییرات مدرن و دیجیتالی چاره‌ای جز جایگزینی و بروز رسانی سیستم‌های اخذ عایدی‌ها همچون، مالیات ارزش‌افزوده، مالیات بر کالا و خدمات، عوارض آلاینده‌ی، حقوق و عوارض گمرکی و تمامی درآمدهایی که قابل‌اندازه‌گیری می‌باشند نخواهند داشت. چراکه وصول سریع و اثربخش درآمد دولت به معنای برقراری برابری اجتماعی بیشتر و بهبود شاخص‌های اقتصادی است. اخذ مالیات بر ارزش‌افزوده و عوارض نیاز به خلق زنجیره‌های بلوکی برای انتقال داده‌ها و پرداخته‌ای مالیاتی فی‌مابین مودیان مالیاتی و درگاه‌های دولتی دارد. این‌گونه زنجیره‌های بلوکی می‌توانند صلاحیت‌های قضایی به پرداخت‌کنندگان مالیات به‌صورت محدود و یا متعدد اعطا نمایند [۷]. همچنین استفاده از قراردادهای هوشمند به دلیل امنیت بالای آن در مقابل سرقت و دستکاری اطلاعات در فرایندهای رأی‌گیری نیز می‌تواند مورد استفاده دولت‌ها قرار گیرد. یکی از نقاط ضعف این‌گونه قراردادهای را می‌توان در محدودیت استفاده از آن‌ها در بده بستان‌های اجتماعی فاقد ارزش قابل‌اندازه‌گیری بین دولت و مردم دانست؛ زیرا معاملاتی که غیرقابل‌اندازه‌گیری یا کمی‌سازی باشند قابلیت ثبت بر این بستر را دارا نیستند.

معایب و کاستی‌های قراردادهای هوشمند

با افزایش مبادلات تجاری، اقتصادی و پیشرفت تکنولوژی اطلاعات، داده‌های مالی به‌سرعت انباشته شده و این موضوع به‌نوبه خود برخی محدودیت‌ها را برای استفاده بهینه و کارا از این داده‌ها به‌وجود آورده است [۱]. زنجیره بلوکی به‌عنوان بستر ذخیره داده، موجب کاهش دو هزینه‌ی اصلی می‌شود: اول، هزینه‌ی تصدیق درستی صفات تراکنشی که امکان ثبت آن‌ها بر بستر زنجیره بلوکی فراهم است و دوم، هزینه‌ی مربوط به شبکه‌بندی رایانه‌ای [۹]. ضمناً قراردادهای هوشمند علاوه بر برخورداری از صفات ذاتی زنجیره

بلوکی به عنوان بستر قابل اجرا برای آن‌ها، به دلیل پتانسیل‌های گوناگون اشاره شده در قبل، توانایی استفاده در بسیاری از صنایع و توسط طیف وسیعی از استفاده‌کنندگان را داراست. توانایی‌های بالقوه قراردادهای هوشمند به نحوی معنادار علل لزوم استفاده از این‌گونه قراردادها در مقایسه با قراردادهای سنتی را توجیه می‌نماید. حال آنکه این فناوری‌ها دارای کاستی‌ها و نواقصی نیز هستند.

خطرات عملیات‌های مخربانه و غیرقانونی و مشکل کنترل شونده‌گی غیرمتمرکز

هرچند زنجیره بلوکی از امنیت بالایی برخوردار است اما کماکان در مقابل دستکاری و سرقت هکرها شکننده می‌باشد. این شکنندگی تا میزانی است که تاکنون اکثر کشورها تنها به پذیرش این بستر برای معاملات خرد بسنده کرده‌اند. توان واکنش نسبت به عملیات‌های مخربانه با در نظر گرفتن اینکه زنجیره بلوکی ذاتاً غیرمتمرکز است کاهش می‌یابد زیرا در صورت سرقت و دستکاری اطلاعات، واکنش‌های سریع و مطلوب از جانب پدید آورندگان بلوک‌ها امکان پذیر نخواهد بود. زیرا هیچ نهادی مستقلاً مسئولیت نظارت و کنترل از معاملات واقع شده بر بستر زنجیره بلوکی را دارا نیست و درعین حال همه‌ی آفرینندگان بلوک‌ها یا معدنچیان متصدیان امور بلوک‌های به وجود آمده هستند. غیرمتمرکز بودن زنجیره بلوکی می‌تواند موجب بروز معاملاتی همچون عملیات‌های پول‌شویی شود که ماهیتاً غیرقانونی بوده و امکان کنترل آنها فراهم نیست. بسیاری از بحث و گفتگوها به استفاده غیرقانونی از ارز بیت کوین در قالب یک سایه در تکنولوژی‌های زنجیره بلوکی پرداخته‌اند. در روسیه استفاده از بین کوین به‌خودی‌خود غیرقانونی نیست، اما بیانیه‌های اخطار از جانب بانک مرکزی روسیه و کمیته دیده‌بان مالی در رابطه با اینکه بیت کوین ممکن است در نظام‌های پول‌شویی و تأمین مالی تروریسم مورد استفاده قرار گیرد، صادر شده است [۱۰]. با در نظر گرفتن اینکه قراردادهای هوشمند بر بستری استوار شده‌اند که خود ممکن است در معرض حملات مخربانه یا سوءاستفاده قرار گیرد لذا قابل پیش‌بینی است که این معاهده‌ها نیز در معرض چنین خطراتی خواهند بود. شایان ذکر است که برای افزایش امنیت و کنترل زنجیره بلوکی اقداماتی در راستای برقراری زنجیره‌های بلوکی خصوصی در حال انجام است که به پدیدآورندگان امکان برقراری و اعمال کنترل بر پیدایش و اجرای آن‌ها را خواهد داد.

عدم وجود سازوکار قانونی

نکته کلیدی در این زمینه مربوط به نوپا بودن این تکنولوژی است. قراردادهای هوشمند تنها بر بستر زنجیره بلوکی اجرا پذیرند. بستری که تاکنون توسط نهادهای قانونی بسیاری از کشورها مورد قبول واقع نشده است. عدم وجود سازوکار قانونی یعنی تعهدات موجود در قراردادها نیز قابلیت تعریف بر اساس قانون را نخواهند داشت. با فرض اینکه زنجیره بلوکی و متعاقباً قراردادهای هوشمند توسط تمامی دولت‌های سراسر جهان مورد پذیرش قانونی قرار گیرند همچنان تناقضی در این خصوص وجود خواهد داشت. این تناقض با ماهیت زنجیره بلوکی غیرمتمرکز به وجود خواهد آمد. زنجیره بلوکی ماهیتاً فاقد پدیدآورنده و اداره‌کننده‌ی مستقل است. حال دولت‌ها به‌عنوان نهادهای اداره‌کننده‌ی تمامی امور کشوری چگونه خواهند توانست قوانینی وضع نمایند تا بستری غیرمتمرکز را مدیریت و کنترل نمایند. این امر بدون دخالت پدیدآورندگان زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند غیرممکن خواهد بود. همچنین قراردادهای

هوشمند تحت ماهیت "کد یعنی قانون" اجرا می‌شوند [۲۸]. غیرقابل تغییر بودن آن‌ها در مراحل مختلف قرارداد می‌تواند موجب ایجاد مشکلات عملیاتی گردد.

هزینه‌های راه‌اندازی، آموزش و نگهداری

تخمین هزینه‌های آشنایی و آموزش استفاده‌کنندگان قراردادهای هوشمند از دیگر مواردی است که در آینده نزدیک بسیاری از معامله‌گران با آن مواجه خواهند بود. هرچند مقایسه این هزینه‌ها با هزینه‌های مربوط به حذف نهادهای سومی و سایر هزینه‌های بهبود فرایندهای قراردادی اشاره شده در این مقاله نیاز به تحقیق و اندازه‌گیری دقیق دارد. زمان موردنیاز برای تسهیل استفاده و فراگیر شدن این‌گونه قراردادها از دیگر موارد قابل پیش‌بینی پیش رو است.

یکسان‌سازی قوانین تجارت بین‌الملل

قراردادهایی که در گستره تجارت جهانی قابل استفاده باشند نیاز به سازوکارهای مشابه در کشورهای مختلف خواهند داشت. طرفین قرارداد در صورتی خواهند توانست بر اجرای مفاد قرارداد کنترل‌های لازم را اعمال نمایند که توانایی اجرای قراردادها در ساختارهای درون‌مرزی کشورها فراهم باشد. در غیر این صورت قراردادهای هوشمند در ابتدا در حدود مرزهای کشورها بین معامله‌گران قابل اجرا خواهد بود.

بحث و نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن تغییراتی که قراردادهای هوشمند بر شیوه کسب‌وکار نوین خواهد داشت می‌توان تحولات پیش روی حرفه حسابداری را شامل تغییر در جایگاه حسابداران گواهی‌شده از اشخاصی که وظیفه نگهداری اطلاعات مالی بر مبنای اصول پذیرفته‌شده حسابداری را بر عهده‌دارند به افرادی که متخصص امور فناوری اطلاعات در رابطه با اطمینان دهی نسبت به مطابقت عملیات خودکار بسترهایی همچون زنجیره بلوکی با استانداردهای حسابداری و گزارشگری برشمرد. حساب‌رسان قراردادهای هوشمند گواهی‌شده به‌عنوان ضابطین اطمینان‌بخش امور کسب‌وکارها، بیشترین توانایی را در اطمینان دهی به استفاده‌کنندگان اطلاعات مالی در ارتباط با نتایج حاصل از قراردادهای تماماً هوشمند دارند؛ به‌نحوی که نتایج این‌گونه عملیات عاری از هرگونه خطا، اشتباه، دستکاری و یا عملیات‌های مخربانه باشد. همچنین ارائه راهکارهای نوین مالی در خصوص تسهیل امور معاملاتی که به‌خودی‌خود باعث برقراری چهارچوب‌های تصحیح‌شده کسب‌وکار است، بخشی دیگر از وظایف آن‌ها است. با در نظر گرفتن تغییراتی که تکنولوژی‌های نوینی همچون زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند بر حرفه‌های حسابداری و حسابرسی به وجود خواهد آورد، نیاز به نگاهی متفاوت به برقراری بسترهای آموزشی و حرفه‌ای است که ایجاد آن‌ها به حسابداران گواهی‌شده توانایی کسب صلاحیت‌های موردنیاز جهت انجام عملیات‌های حرفه‌ای مبتنی بر شرایط جدید را می‌دهد. یکی از چالش‌های مهم پیش رو برای متخصصین اطمینان‌بخش صحت و درستی تراکنش‌ها بر بستر زنجیره بلوکی، را می‌توان مشکلات مرتبط با برقراری سازوکار لازم برای تعیین نقش حسابداران و حسابرسانی برشمرد که تاکنون به دلیل صلاحیت‌های حرفه‌ای و دانش لازم نسبت به استانداردهای حسابداری و حسابرسی و سایر مصادیق موردنیاز در این حوزه با عناوین صلاحیت‌دار یا

گواهی شده به استفاده کنندگان اطلاعات، خدمات حرفه‌ای ارائه نموده‌اند. زنجیره بلوکی به دلیل ماهیت غیرمتمرکز خود تصدیق درست و منصفانه بودن تراکنش‌ها را توسط گره‌ها محک می‌زند. به عبارت دیگر، در حال حاضر گره‌ها یا همان پدیدآورندگان بلوک‌ها نقش اطمینان بخشی را برای استفاده کنندگان ایفا می‌نمایند و نه نهادهای نظارت‌گر بیرونی. در صورتی که حساب‌برسان تاکنون نقش تعیین کننده‌ای در ارائه اظهارنظر مستقل خود در خصوص کیفیت اطلاعات مالی داشته‌اند. اکنون در صورتی که حساب‌برسان به‌عنوان مطابقت دهندگان کدهای نرم‌افزاری برای اطمینان از صحیح بودن تراکنش‌ها در این بستر ایفای نقش نمایند خصیصه اصلی و بنیادی زنجیره بلوکی با عنوان غیرمتمرکز بودن دچار نقصان خواهد شد. با این تفاسیر با تغییرات چشم‌گیر پیش رو، حسابداران و ارائه‌دهندگان خدمات حسابداری و اطمینان‌بخش نیاز اساسی به آشنایی کامل با سیستم‌های نوین اطلاعاتی و آسیب‌شناسی این‌گونه تکنولوژی‌ها در اقتصاد دیجیتال و مترقی خواهند داشت.

فهرست منابع

۱. باقرپور و لسانی، محمدعلی، ساعی، محمدجواد، مشکانی، علی، باقری، مصطفی. (۱۳۹۲). "پیش‌بینی گزارش حساب‌برس مستقل در ایران: رویکرد داده‌کاوی"، **تحقیقات حسابداری و حسابداری**، انجمن حسابداری ایران، فصل پاییز، شماره ۱۹.
۲. ستایش، محمدحسین، جمالیان پور، مظفر. (۱۳۸۸). "بررسی رابطه نسبت‌های مالی و متغیرهای غیرمالی با اظهارنظر حساب‌برس"، **تحقیقات حسابداری و حسابداری**، انجمن حسابداری ایران، فصل تابستان، شماره ۲.
۳. صالحی، تابنده. (۱۳۹۴). "عوامل مؤثر بر استفاده حساب‌برسان از کامپیوتر"، **مطالعات حسابداری و حسابداری**، انجمن حسابداری ایران، فصل زمستان، شماره ۲۰.
۴. Alharby, Maher, Moorsel, Aad van. (2017). "BLOCKCHAIN-BASED SMART CONTRACTS: A SYSTEMATIC MAPPING STUDY", **School of Computing Science, Newcastle University, Newcastle, UK, College of Computer Science and Engineering, Taibah University, Medina, KSA.**
۵. Alketbi, Ahmed, Nasir, Q and Talib, Manar Abu. (2018). "Blockchain for Government Services – Use Cases Security Benefits and Challenges", **Learning and Technology Conf. Jeddah, Saudi Arabia.**
۶. Bird, Glynn . (2016). "Block chain technology, smart contracts and Ethereum", Retrieved from: <https://www.developer.ibm.com>
۷. Bulk, Gijsbert. (2018). "How blockchain could transform the world of indirect tax", Retrieved from: https://www.ey.com/en_gl/trust/how-blockchain-could-transform-the-world-of-indirect-tax
۸. Buterin, Vitalik. (2013), "A next-generation smart contract and decentralized application platform", Available online at: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper/> [Accessed 19/02/2017]

۹. Catalini, Christian, Gans, Joshua S. (2016). "Some Simple Economics of the Blockchain", **MIT Sloan School of Management, Research Paper series, Massachusetts US, University of Toronto- Rotman School of Management Research Paper Series, Toronto Canada.**
۱۰. Central Bank of Russia and Committee of Financial Monitoring of the Russian Federation. (2014). "On the Usage of Cryptocurrencies, Including Bitcoin, for Performance of Transactions, On the Usage of Cryptocurrencies".
۱۱. CPA Canada. (2017). "Blockchain Technology and Its Potential Impact on the Audit and Assurance Profession", Retrieved from: http://www.Aicpa.org/content/dam/aicpa/interestareas/frc/assurance_adiorservices/downloadabledocuments/blockchain-technology-and-its-potential-impact-on-the-audit-and-assurance-profession pp.6.
۱۲. Delloite. (2018). "What can you do with a Blockchain", Retrieved from: www.deloitte.co.uk/Blockchain
۱۳. Delmolino, Kevin. (2015). "Step by step towards creating a safe smart contract: Lessons and insights from a crypto-currency lab", **University of Maryland.** Retrieved from: <https://eprint.iacr.org/2015/460.pdf>.
۱۴. Deloitte(2016). "CFO Insights, Getting smart about smart contracts", Retrieved from: <https://www2.deloitte.com/tr/en/pages/finance/articles/cfo-insights-getting-smart-contracts.html>
۱۵. Dorri, Ali, Steger Marco, Kanhere Salil S and Jurdak Raja. (2017). "Blockchain: A Distributed Solution to Automotive Security and Privacy", **IEEE Communications Magazine**, vol. 55 no.12, pp.119-125.
۱۶. Drescher, Daniel. (2017). **Blockchain basics**, Apress; 1st ed. Edition.
۱۷. Dr Garrick Hileman & Michel Rauchs. (2017). "Global Blockchain Benchmarking Study", Cambridge, UK. **Cambridge center for alternative finance**, University of Cambridge, Judge Business School.
۱۸. ICAEW. (2017). "blockchain case studies", Retrieved from: <https://www.icaew.com/technical/technology/blockchain/blockchain-articles/blockchain-case-studies>
۱۹. ISACA Tech Brief. (2017). "Understanding Smart Contracts", Retrieved from: <http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/ResearchDeliverables/Pages/understanding-smart-contracts.aspx>
۲۰. Kleinschmidt, Jutta. (2018). "Blockchain-powered Energy Management", **Green Energy Wallet**, pp. 10.
۲۱. Li, R. Song, T, Mei, B, Li, H, Cheng, X, and Sun, L. (2018). "Blockchain For Large Scale Internet of Things **Data Storage and Protection**", **IEEE Trans. Services Computing.**
۲۲. Li, Z, Kang, J, Yu R, Ye, D, Deng Q and Zhang, Y. (2018). "Consortium Blockchain for Secure Energy Trading in Industrial Internet of Things", **IEEE Trans. Industrial Information**, vol. 14, no.8, pp. 3690-3700.

۲۳. Mettler, Matthias (2016).Blockchain Technology in Healthcare: **The Revolution Starts here. Conf. e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)**. Munich, Germany.
۲۴. Miller, Dennis. (2018). "Blockchain and the Internet of Things in the industrial Sector", **IT Professional**. vol. 20, no. 3, pp. 15-18.
۲۵. Nakamoto, S. (2008). "Bitcoin: A Peer-to-peer electronic cash system", Retrieved from: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
۲۶. Raj,R Vittal, Partner, Kumar & Raj. (2017)."Will external audits vanish blockchain world", Retrieved from: <https://www.ifac.org/global-knowledge-gateway/audit-assurance/discussion>
۲۷. Runyon, K.E, Stewart, D.W. (1987). **Customer Behavior and the Practice of Marketing**, Merrill Pub Co; Subsequent edition.
۲۸. Savelyev, Alexander. (2017). "Contract law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law", **Information & Communications Technology Law**, vol.26 no.2, pp.116-134.
۲۹. Sehofield, Mark. (2017). "How blockchain technology could improve the tax system", Retrieved from: <https://www.pwc.co.uk/issues/futuretax/how-blockchain-technology-could-improve-tax-system.html>
۳۰. Seco, Antonio. (2018). "BLOCKCHAIN: Concepts and potential applications in the tax area", Retrieved from: <https://www.ciat.org/blockchain-concepts-and-potential-applications-in-the-tax-area-13/?lang=en>.
۳۱. Swan, M. (2015). **Blockchain: Blueprint for a new economy**, O'Reilly Media; 1 edition.
۳۲. Szabo, Nick. (1997). "Formalizing and securing relationships on public networks", Retrieved from: <http://rstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/4691> [Accessed 15/02/2017]
۳۳. Tapscott, Don. and Tapscott, Alex. (2016). **Blockchain reolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world**. Portfolio.



The Impacts of Smart Contracts on Accounting and Auditing

Mozaffar Jamalianpour (PhD) ¹©

Assistant Professor, Allameh Tabataba'i University, Iran

Ali Alipourfallahpasand

M.Sc. Student of Auditing, Allameh Tabataba'i University, Iran

(Received: ۲۲ June ۲۰۱۹; Accepted: ۲۳ October ۲۰۱۹)

Since the dawn of time, mankind has been in search of different ways of exchanging goods and services. Such exchanges have been built upon contracts or agreements between two or more parties whose will has given way to the creation of a legal phenomenon. Since the last few decades, man's ever-growing needs have given rise to a need for different kinds of limitless exchange. Such exchanges encompass a whole range of goods, services, technology, science, etc. The need for more exchange has caused people to look for platforms through which one could partake in such activities all around the World in the most time-efficient and cost-efficient manner. This has caused unprecedented attention being given to state-of-the-art technologies such as the BlockChain, Internet of Things, Artificial Intelligence, Smart Contracts, and Automatic Automation. Such technologies are aimed at facilitating different aspects of exchange between the parties and putting data and information in order. Therefore, a large number of companies and organizations have examined, invested in, and made use of said technologies from the early days of their existence. In this study, we go through an overview of such things as the Internet of Things, Artificial Intelligence and Robotic Automation Process, and after defining BlockChain as the foundational technology for Smart Contracts, we examine the opinion of an expert on how it could affect the fields of accounting and auditing. Afterward, we examine Smart Contracts and discuss their significance for accounting and auditing services.

Keywords: Smart Contracts, Block Chain, Robotic Automation Process, Artificial Intelligence, Internet of Things.

¹m.jamalianpour@atu.ac.ir ©(Corresponding Author)