

شناسایی و تعیین اهمیت ابعاد مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند در صنعت نفت و گاز

تاریخ دریافت مقاله: ۴۰۳/۰۴/۰۸ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۴۰۳/۰۶/۳۰

علی اصغر نصیری (گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران)
لادن ریاضی* (استادیار، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران)
سیدعبدالله امین‌موسوی (استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران)
حسین سلیمیان (استادیار، گروه مدیریت، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران)

چکیده:

صنعت نفت و گاز نقش مهمی در رشد و توسعه کشور دارد. از طرفی این صنعت با چالش‌های بی‌شماری همچون بی‌ثباتی قیمت، کاهش سرمایه‌گذاری، بهبود عملکرد کارکنان و... مواجه شده است. در این راستا یکی از پدیده‌های مرتبط با فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات که می‌تواند باعث ایجاد تحول مثبت در صنعت نفت و گاز شود قراردادهای هوشمند می‌باشد. لازم است که قبل از بکارگیری، ابعاد قراردادهای هوشمند مورد آسیب‌شناسی قرار گرفته و مهم‌ترین و مؤثرترین آنان شناسایی شوند. هدف از این پژوهش شناسایی و تعیین اهمیت ابعاد مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند در صنعت نفت و گاز بود. در این تحقیق از روش تحقیق آمیخته برای رسیدن به هدف پژوهش استفاده شده است. در فاز کیفی و با مراجعه به خبرگان مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند احصاء و در بخش کمی به تعیین مهم‌ترین ابعاد از طریق روش دیمتل اقدام شد نمونه آماری در بخش کمی تعداد ۲۵ نفر از خبرگان بودند. می‌توان گفت که عوامل ساختاری کلان، عوامل ساختاری خرد، عوامل محتوایی و عوامل فرهنگی - اجتماعی به ترتیب دارای بیشترین اهمیت هستند.

واژه‌های کلیدی: تعیین اهمیت، قراردادهای هوشمند، دیمتل، صنعت نفت و گاز.

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی در کشور که در سایه آن منفعت‌های بی‌شماری برای کشور حاصل شده است و در طول یکصد سال گذشته تا سال‌های دیگر نیز مهم‌ترین منبع اقتصادی به شمار می‌رود، نفت و گاز است (طالبیان و ملاکی، ۱۳۹۱: ۱۶۱). در حقیقت چه در بُعد داخلی (نقش برجسته در اقتصاد ملی، ایجاد اشتغال، تأمین‌کننده بخش چشم‌گیری از تولید ناخالص داخلی، تأمین‌کننده عمده درآمد ارزی) و چه در بُعد خارجی (به عنوان تأمین‌کننده برجسته انرژی در کشورهای منطقه و فرامنطقه‌ای) منابع فراوان نفت و گاز کشور ایران نقش بسزایی را ایفا می‌نماید (کارگر مطلق و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۳۸). به طور کلی می‌توان گفت که هرگونه مدیریت بهینه مخازن و بهبود عملکرد در میادین نفت و گاز از جمله اکتشاف، توسعه و استخراج مرهون استفاده از تکنولوژی‌های روز دنیا می‌باشد، لذا می‌توان گفت که صنعت نفت و توسعه آن بر محور تکنولوژی قرار دارد (بابایی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۶۴). هوشمندسازی از جمله فناوری‌های نوینی است که به دلیل تقاضای روزافزون پیرامون منابع نفت و گاز از اهمیت خاصی برخوردار شده است (معروف‌خانی و همکاران، ۱۳۹۷). به طور مثال قراردادهای هوشمند و فناوری دفتر ثبت توزیع شده می‌تواند صنعت نفت و گاز را که همواره از قراردادهای کاغذی و نرم‌افزارهای قدیمی برای تجارت استفاده می‌کنند در راستای افزایش رو به رشد شفافیت و کارایی برای این صنعت، وارد دنیای دیجیتال کند (وبسایت مرکز تحقیقات بلاک‌چین^۱). در حقیقت افزایش سرعت مبادلات، افزایش امنیت، کاهش هزینه‌ها، تمرکز دایمی و... از جمله مواردی است که در سایه استفاده از فناوری بلاک‌چین و به خصوص قراردادهای هوشمند در صنعت نفت و گاز ایجاد می‌شود از طرفی یکی از مهم‌ترین اسناد بالادستی در کشور سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ می‌باشد که ویژگی‌های کشور ایران را در سال ۱۳۸۲ برای سال ۱۴۰۴ نشان داده است. برای رسیدن به ویژگی‌های جامعه ایرانی در افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ و توجه به علم و دانش، توسعه‌یافتگی، محیط‌زیست، رفاه و... که در متن این سند به آنها اشاره شده است، لازم است که صنعت نفت و گاز نیز در راستای تحول دیجیتال و استفاده از علم و فناوری‌های روز دنیا در جهت پیشبرد اهداف توسعه پایدار خود حرکت نماید. که هوشمندسازی و استفاده از فناوری‌های مبتنی بر بلاک‌چین همچون قراردادهای هوشمند و... از جمله مواردی است که می‌تواند باعث پرونق‌تر شدن صنعت نفت و گاز شود.

اما استفاده از فناوری بلاک‌چین و به طور خاص قراردادهای هوشمند در ورای مزایای خویش برای استفاده با چالش‌هایی (به طور مثال مباحث امنیتی، فنی، فرهنگی، مدیریتی و...)

^۱ مرکز تحقیقات بلاک‌چین به نشانی اینترنتی: www.blockchainirc.com

همراه هستند و بدون انجام تحقیقات مطلوب نمی‌توان به استفاده از فناوری‌های نوین و تثبیت آن در فرایندهای کاری برای بهبود عملکرد دست یافت. بر همین اساس این پژوهش با توجه به افزایش روزافزون استفاده از بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند در صنایع مختلف از سویی و اهمیت نقش صنعت نفت و گاز ایران در ابعاد داخلی و خارجی از سویی دیگر، به شناسایی و تعیین اهمیت ابعاد مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند در صنعت نفت و گاز خواهد پرداخت.

۲. مبانی نظری

مفهوم‌شناسی قراردادهای هوشمند

واژه‌ی قرارداد هوشمند برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط نیک زاو پیشنهاد شد که از آن برای اشاره به «مجموعه‌ای از وعده‌ها و قول‌های، مشخص شده در قالب دیجیتال، که شامل پروتکل‌هایی است که طرفین در آن به وعده‌ها عمل می‌کنند» استفاده کرد (روشپسن و همکاران، ۱۹۹۸). قراردادهای هوشمند اصطلاحی است که برای توصیف کد رایانه‌ای به کار می‌رود که تمام یا قسمت‌هایی از یک توافقنامه را به طور خودکار اجرا می‌کند و در یک سیستم عامل مبتنی بر بلاکچین ذخیره می‌شود (ساوولیو^۱، ۲۰۱۷). این کد می‌تواند تنها مظهر توافق طرفین باشد و یا ممکن است مکمل یک قرارداد سنتی مبتنی بر متن باشد و مفاد خاصی را اجرا کند، مانند انتقال وجوه از یک طرف به طرف دیگر. کد به خودی خود در سراسر گره‌های بلاک‌چین تکثیر می‌شود. از این‌رو، قرارداد هوشمند از ویژگی‌های بلاک‌چین نظیر امنیت، دوام و تغییرناپذیری بهره‌مند است (ساوولیو، ۲۰۱۷). قرارداد هوشمند یک پروتکل خاص است که اغلب در بلاک‌چین برای ایجاد قراردادهایی استفاده می‌شود که شامل ویژگی‌های کد برای تعامل با قراردادهای دیگر، تصمیم‌گیری، ذخیره داده‌ها و ارسال اتر و غیره است (ایبا^۲، ۲۰۲۲، ساینی^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). در مقاله‌ای نویسنده تمامی تعاریف را به دو دسته‌ی، کد قرارداد هوشمند و قرارداد حقوقی هوشمند تقسیم کرده است. کد قرارداد هوشمند به معنای، کدی است که در زنجیره بلوکی ذخیره، تأیید و اجرا می‌شود. قابلیت این قرارداد هوشمند، به زبان برنامه‌نویسی استفاده شده برای بیان قرارداد و همچنین به ویژگی‌های بلاک‌چین بستگی دارد. قرارداد حقوقی هوشمند به معنای کد برای تکمیل یا جایگزینی قراردادهای حقوقی است.

¹ Savelyev

² Ibba

³ Saini

قابلیت این قرارداد هوشمند به فناوری بستگی ندارد، بلکه به نهادهای حقوقی، سیاسی و تجاری بستگی دارد (استارک، ۲۰۱۶).

مفهوم‌شناسی بلاک‌چین و رمز ارز اتریوم

فناوری بلاک‌چین برای اولین بار در سال ۲۰۰۸ توسط فردی با نام ساتوشی ناکاموتو^۱ در مقاله‌ای شناخته شد و برای اولین بار در سال ۲۰۰۹ به عنوان جزء اصلی از بیت‌کوین (زنجیره‌ای از امضاهای دیجیتال) اجرا شد. اگرچه بیت‌کوین و بلاک‌چین از لحاظ تاریخی به هم مرتبط هستند، اما دو چیز متفاوت هستند. بلاک‌چین فناوری پایه بیت‌کوین است. بیت‌کوین یک رمزنگاری معکوس است، اما این اصطلاح اغلب برای اشاره به هرکدام از رمزنگاری و پروتکل آن، یعنی بلاک‌چین استفاده می‌شود، این سردرگمی ممکن است یکی از دلایلی باشد که مردم مدت زیادی طول کشید تا متوجه شوند بلاک‌چین را می‌توان در مناطقی غیر از رمزنگاری ارز استفاده کرد (رستم‌نیا، ۱۴۰۱). به طور کلی یک سیستم بلاک‌چین از شش لایه تشکیل شده است، لایه داده^۲، لایه شبکه^۳، لایه اجماع^۴، لایه تشویقی^۵، لایه قرارداد^۶ و سطح کاربردی^۷ (وانگ و همکاران، ۲۰۱۸). خود اجباری و اتوماسیون، ماهیت ضد دستکاری، قابل اعتماد بودن، شفافیت و دسترسی، امنیت، سرعت و قابلیت اطمینان، خود تأیید، عملکرد و هزینه محاسباتی از جمله مزایای قرارداد هوشمند بر بستر بلاک‌چین می‌باشد (رستم‌نیا، ۱۴۰۱). اتریوم یک بستر بلاک‌چین عمومی است که برنامه‌ها بدون هیچ‌گونه احتمال خرابی، تقلب یا تداخل شخص سوم دقیقاً همانطور که برنامه‌ریزی شده‌اند اجرا می‌شوند. یک ماشین مجازی^۸ (EVM) برای اجرای بایت کد^۹ قرارداد و برنامه‌های کاربردی استفاده می‌شود (بایت کد توسط زبان سالیدیتی وارد می‌شود). اتر به دو روش استفاده می‌شود، یکی به عنوان ارز دیجیتال مانند بیت‌کوین معامله می‌شود و دیگری به عنوان پاداش برای گره‌های شرکت‌کننده در اجماع استفاده می‌شود. اتریوم در حال حاضر می‌تواند برای طراحی انواع برنامه‌های غیرمتمرکز در زمینه‌های سیستم‌های سلامت، زنجیره تأمین، اینترنت اشیاء، هویت دیجیتال،

¹ Nakamoto

² Data Layer

³ Network Layer

⁴ Consensus Layer

⁵ Incentive layer

⁶ Contract Layer

⁷ Application Layer

⁸ Ethereum Virtual Machine

⁹ Bytecode

نگهداری مدارک و رأی‌گیری مورد استفاده قرار بگیرد (بوترین^۱، ۲۰۱۴). کدهای قراردادهای هوشمند اتریوم به زبان بایت کدهای شرطی نوشته شده و در ماشین مجازی اجرا می‌شوند. برای نوشتن قراردادهای هوشمند اتریوم می‌توان از چندین زبان سطح بالا به عنوان مثال سالیدیتی استفاده کرد. سپس کدها به بایت کدهای ماشین مجازی برای اجرا تبدیل می‌شوند.

مزایا و معایب استفاده از قراردادهای هوشمند مبتنی بر اتریوم در صنعت نفت و گاز

اتریوم مبتنی بر فناوری بلاکچین می‌تواند در زنجیره تأمین، مبادلات مالی، مدیریت پایگاه داده و امنیت سایبری در صنعت نفت و گاز مورد استفاده قرار بگیرد و انتظار می‌رود با استفاده از این فناوری، صنعت نفت و گاز از مزایایی نظیر شفافیت، امنیت بهره‌بردار. (لاخانپال و ساموئل^۲، ۲۰۱۸) کاربرد بلاکچین در صنعت نفت و گاز چهار مزیت دارد مزیت مبادلات مالی، مدیریت و تصمیم‌گیری، نظارت و امنیت سایبری (لو و همکاران، ۲۰۱۹)

امروزه درک بلاکچین در صنعت نفت و گاز به اندازه کافی نبوده و استفاده از این فناوری هنوز در مرحله آزمایشی است و سرمایه‌گذاری کافی روی آن انجام نشده است. فناوری بلاکچین در صنعت نفت و گاز هنوز در مراحل ابتدایی است و چالش‌های زیادی برای اجرای آن وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد فنی، نظارتی و سیاست‌گذاری در این حوزه اشاره کرد (لو و همکاران، ۲۰۱۹) نتایج پژوهش روشنی و همکاران (۱۴۰۱) حاکی از آن است که آثار و پیامدهای بلاکچین (عوامل سازمانی، عوامل محیطی و عوامل فنی) و همچنین عوامل مداخله‌گر (درون سازمانی و برون سازمانی) بر استقرار بلاکچین در صنعت نفت و گاز تأثیرگذار هستند.

۲-۱. مطالعات پیشین

در جدول (۱) پیشینه تحقیق مورد نقد و بررسی قرار گرفته است:

جدول ۱: نقد و بررسی پیشینه داخلی و خارجی تحقیق

محقق / سال	عنوان	نقد و بررسی
اکبری‌گنجه و همکاران (۱۴۰۱)	طراحی مدل قرارداد هوشمند توافقنامه سطح خدمات با راهبرد تحول دیجیتال بر اساس نظریه	در این پژوهش که محقق با استفاده از روش داده‌بنیاد به طراحی مدلی پارادایمی پرداخته است در نهایت به این نتیجه رسیده است که عواملی همچون: شفاف‌سازی انتظارات طرفین، اعتماد الکترونیکی، مشتریان هوشمند، ارتباطات

¹ Buterin

² Lakhanpal and Samuel

هوشمند، تطابق قصد، اینترنت اشیا و... از جمله عوامل احصاء شده هستند که بر قراردادهای هوشمند توافقنامه سطح خدمات اثر گذار هستند در خصوص نقد و بررسی این پژوهش می‌توان به همپوشانی عوامل احصاء شده اشاره کرد به طور مثال با توجه به زیرمؤلفه‌های ذکر شده برای عامل خطای انسانی و دقت بالا در می‌یابیم که این دو عامل احصاء شده همپوشانی دارند	داده‌بنیاد	
محقق در این پژوهش به یکی از خطرترین آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند پرداخته است و یافته‌های نشان می‌دهد که با ایجاد BankGuard می‌توان از حملات ورود مجدد و دست‌کاری اطلاعات در امان بود پژوهش مورد بررسی به طور تخصصی در حوزه فناوری اطلاعات انجام شده است لذا ضمن داشتن نقاط قوت می‌توان گفت که در این پژوهش صرفاً نقض امنیتی به عنوان آسیب‌پذیری مطرح بوده است و نگاه جامع به آسیب‌پذیری قراردادهای هوشمند در حوزه فناوری اطلاعات نپرداخته است به طور مثال چالش‌های بلاک‌چین در حوزه کلیدهای خصوصی و ذخیره اطلاعات	ارائه روشی برای جلوگیری از آسیب‌پذیری در قراردادهای هوشمند و مقابله با حملات ورود مجدد (Reentrancy) بر بستر بلاک چین	پارسانیان (۱۴۰۱)
هدف پژوهش مورد بحث این بود که در اینترنت اشیا و از طریق بلاک‌چین، اعتماد و مدیریت آن محقق شود لذا نتایج این پژوهش نشان داد که نه تنها برای ایجاد اعتماد میان دستگاه‌های حاضر در اینترنت اشیا می‌توان از بلاک‌چین خصوصی استفاده کرد بلکه می‌توان از طریق بلاک‌چین خصوصی و بدون کاهش کارایی و افت چشم‌گیر سرعت انتقال اطلاعات این شبکه‌ها جلوی مشکلات امنیتی را نیز گرفت در این پژوهش نیز محقق صرفاً به مشکلات امنیتی در راستای اعتمادسازی از طریق بلاک‌چین پرداخته است لذا عدم توجه به سایر عوامل در این پژوهش احساس می‌شود به طور مثال چالش‌های بلاک‌چین خصوصی در مواجهه با حملات سایبری که اعتماد را تحت تأثیر قرار خواهد داد	راهکاری برای ایجاد و مدیریت اعتماد در اینترنت اشیا با استفاده از قراردادهای هوشمند بلاک‌چین	براتی بدرآبادی (۱۳۹۹)
محققین در این پژوهش پس از بررسی ادبیات و مصاحبه در نهایت ۲۹ چالش و ۶۰ راه‌حل را احصاء کردند که از جمله چالش‌ها می‌توان به قابلیت به روزرسانی کد^۲، قابلیت مشاهده کد^۳ و ... اشاره کرد و از جمله راه‌حل‌ها می‌توان به مشخصات حد گاز^۴، سایه زدن^۵، محاسبات خارج از دفتر^۱ و...	چالش‌ها و راه‌حل‌های رایج در توسعه قرارداد هوشمند	کاننگیبر و همکاران^۱ (۲۰۲۲)

^۱ Kannengießer et al

^۲ Code updateability

^۳ Code visibility

^۴ Gas Limit Specification

^۵ Shadowing

اشاره کرد. در این پژوهش محققین بیشتر تمرکز خود را به مسائل فنی معطوف کرده‌اند و از سایر عوامل چشم‌پوشی نموده‌اند		
در این پژوهش، پژوهشگران با استفاده از یک مطالعه سیستماتیک به بررسی چالش‌ها، مسائل باز و روندهای آتی قراردادهای هوشمند بلاک‌چین پرداخته بودند که در نهایت مکانیزم اجماع ^۲ ، حقوقی ^۴ ، مقیاس‌پذیری ^۵ ، تغییرناپذیری ^۶ و در نهایت تکیه بر منابع خارج از زنجیره ^۷ از جمله چالش‌ها و مسائل باز مربوط به قراردادهای هوشمند بلاک‌چین بود به طور کلی می‌توان گفت پژوهش مذکور به بررسی سیستماتیک مطالعات انجام شده پرداخته است اما با این حال همانطور که در متن مقاله اشاره شده است موارد بررسی شده توسط محققین در پژوهش مذکور پیرامون دو حوزه قابلیت استفاده و فنی است لذا سایر حوزه‌ها که می‌تواند در تسهیل استفاده از قراردادهای هوشمند مثر واقع شود در این پژوهش مغفول مانده است که از جمله آن‌ها می‌توان به حوزه‌های فرهنگی اشاره کرد از طرفی در پژوهش مذکور به زمینه‌های علمی لازم برای استفاده از قراردادهای هوشمند، مشکلات در خصوص پلتفرم‌های مناسب و همچنین ساز و کارهای نظارتی لازم بر اجرای قراردادهای اشاره نشده است	قراردادهای هوشمند بلاک‌چین: برنامه‌ها، چالش‌ها و روندهای آینده	خان و همکاران ^۲ (۲۰۲۱)

منبع: (یافته‌های تحقیق)

۳. روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نظر گردآوری داده‌ها یک مطالعه توصیفی - مطالعه موردی می‌باشد همچنین با توجه به هدف پژوهش می‌توان این تحقیق را یک تحقیق بنیادی - کاربردی برشمرد. به طور کلی این تحقیق یک پژوهش آمیخته از نوع کیفی - کمی می‌باشد. در بخش کیفی با مراجعه به خبرگان و با تکیه بر مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و تجزیه و تحلیل اطلاعات با روش تحلیل مضمون مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند احصاء شد که این مدل از چهار مضمون فراگیر (عوامل ساختاری کلان، عوامل ساختاری خرد، عوامل محتوایی و عوامل

¹ off-ledger computations

² Khan et al

³ Consensus mechanism

⁴ Legal

⁵ Scalability

⁶ Immutability

⁷ reliance on "offchain" resources

فرهنگی - اجتماعی) مبتنی بر هجده مضمون سازمان‌دهنده و ۱۲۲ مضمون پایه تشکیل شده است. در بخش کمی به تعیین مهم‌ترین و یا مؤثرترین ابعاد پرداخته شد که در این راستا یکی از ابزارهای کارآمد علمی که می‌تواند رابطه پیچیده علت و معلولی عوامل را که حکایت از میزان تأثیرپذیری و تأثیرگذاری آنان در یک سیستم دارد را از طریق نمودار و یا ماتریس نشان دهد روش دیمتل است (صمدی‌میارکلائی و صمدی‌میارکلائی، ۱۳۹۹: ۳۲۸). در واقع می‌توان گفت از طریق به کارگیری روش دیمتل اهمیت هر یک از ابعاد در الگوی احصاء شده تعیین گردید. جامعه آماری در بخش کمی را همان اعضای خبرگان در بخش کیفی تشکیل داده بودند اما تعداد آن‌ها برای ارتقای دقت نتایج افزایش پیدا کرد و در مجموع پرسش‌نامه دیمتل توسط ۲۵ نفر از خبرگان تکمیل شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت روش نمونه‌گیری در این بخش از نوع غیراحتمالی هدفمند بود. از ابزارهای مطالعات میدانی در این تحقیق پرسش‌نامه دیمتل است بدین منظور پرسش‌نامه‌ای ماتریسی با توجه به تعداد ابعاد الگوی احصاء شده تنظیم شد در واقع پرسش‌نامه مذکور شامل سطرها و ستون‌هایی است که ابعاد شناسایی شده در آن قرار گرفت تا از طرف خبرگان (اعضای نمونه آماری) به صورت دو به دو مورد مقایسه قرار گیرند. برای مقایسه زوجی (دو به دو) نیز از خبرگان خواسته شد که اگر ابعاد ذکر شده در سطرها بر ابعاد درج شده در هر ستون تأثیری ندارد عدد صفر، اگر تأثیر کمی دارد عدد یک، اگر تأثیر آن متوسط است عدد دو، اگر تأثیر آن زیاد است عدد سه و اگر هم تأثیر آن خیلی زیاد است عدد چهار را مرقوم نمایند. سپس با جمع‌آوری پرسش‌نامه نسبت به تجزیه و تحلیل اطلاعات اقدام شد. در پرسش‌نامه استاندارد دیمتل و به طور کلی پرسش‌نامه‌های زوجی نیاز به سنجش روایی نیست و این پرسش‌نامه‌ها از روایی برخوردار هستند چراکه در این پرسش‌نامه‌ها امکان در نظر نگرفتن یک عنصر وجود ندارد و همه عناصر به صورت دو به دو مقایسه می‌شوند (امیرقدسی و بنیادی‌نایینی، ۱۳۹۸: ۱۶۵). بر همین اساس و با توجه زوجی بودن پرسش‌نامه دیمتل می‌توان گفت که ابزار پژوهش در این مرحله از روایی لازم برخوردار است. از سویی دیگر برای سنجش پایایی ابزار پژوهش از روش آزمون مجدد استفاده گردید برای تحقق این امر پس از گذشت مدتی از توزیع اولیه پرسش‌نامه ماتریسی مجدداً پرسش‌نامه مذکور در بین ده تن از اعضای گروه خبرگان توزیع گردید و سپس نسبت به تعیین همبستگی بین دو آزمون اقدام شد که نتایج آن به شرح جدول (۲) می‌باشد.

جدول ۲: محاسبه ضریب همبستگی*

ردیف	خبرگان	مقدار محاسبه شده
۱	شماره یکم	۰,۷۰۶۷۰۹۶۹۱
۲	شماره دوم	۰,۷۱۵۴۲۰۸۵۳
۳	شماره سوم	۰,۷۸۵۳۰۹۴۵۵
۴	شماره چهارم	۰,۹۲۰۶۵۷۹۹
۵	شماره پنجم	۰,۸۲۹۹۰۴۶۴۶
۶	شماره ششم	۰,۸۳۵۵۷۲۸۵۱
۷	شماره هفتم	۰,۸۶۶۵۹۸۷۴۱
۸	شماره هشتم	۰,۷۹۱۱۵۴۸۰۵
۹	شماره نهم	۰,۷۲۰۵۴۸۲۵۱
۱۰	شماره دهم	۰,۸۲۴۵۴۸۲۶۹

منبع: (یافته‌های تحقیق)

* مقدار مطلوب بیشتر از ۰/۷ می‌باشد (شول و همکاران، ۱۳۹۶: ۶).

با عنایت به جدول فوق می‌توان نتیجه گرفت که پایایی پرسش‌نامه دیمتل مطلوب است.

۴. یافته‌های پژوهش

الف) اطلاعات جمعیت‌شناختی

اطلاعات نمونه آماری به شرح جدول (۲) می‌باشد:

جدول ۲: اطلاعات نمونه آماری

متغیر	نوع	تعداد
جنسیت	پسر / آقا	۱۵
	دختر / خانم	۱۰
تعداد کل: ۲۵		
سن	تا ۳۵ سال	۷
	۳۶-۴۰ سال	۱۳
	بالاتر از ۴۱ سال	۵
تعداد کل: ۲۵		
میزان تحصیلات	تا مقطع لیسانس	۳
	فوق لیسانس	۶
	دکتری	۱۶
تعداد کل: ۲۵		

سمت شغلی	عضو هیئت علمی دانشگاه	۹
	فعال صنعت	۵
	مدیر عامل	۳
	پژوهش‌گر	۳
	مدیر واحد تحقیق و توسعه	۲
	مدیر واحد فناوری اطلاعات	۳
تعداد کل: ۲۵		
سابقه شغلی	تا ۵ سال	۴
	۶-۱۰ سال	۱۰
	۱۱-۱۵ سال	۸
	بیشتر از ۱۵ سال	۳
تعداد کل: ۲۵		

منبع: (یافته‌های تحقیق)

(ب) روش دیمتل

با توجه به هدف پژوهش در این قسمت به تعیین اهمیت ابعاد چهارگانه مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند با تکیه بر روش دیمتل پرداخته شده است:

(۱) تنظیم پرسش‌نامه دیمتل

برای تعیین اهمیت ابعاد مدل پرسش‌نامه‌ای ماتریسی در ابعاد چهار در چهار تنظیم و در بین نمونه آماری توزیع گشت و از آنان خواسته شد تا میزان اثرگذاری هریک از ابعاد را بر یکدیگر با توجه به طیف (۰ به معنی بی‌اثر بودن تا ۴ به معنی کاملاً مؤثر) ارزیابی نمایند.

(۲) جمع‌آوری نظرات خبرگان و محاسبه میانگین

پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان و وارد کردن اطلاعات پرسش‌نامه‌های ماتریسی در نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۲۱ نسبت به محاسبه مجموع و میانگین نظرات ۲۵ تن از خبرگان که پرسش‌نامه‌های دیمتل را تکمیل نموده‌اند، به منظور ایجاد ماتریس ارتباط مستقیم اقدام شد که در جدول (۳) تشریح شده است:

جدول ۳: ماتریس ارتباط مستقیم

ع. ساختاری کلان	ع. ساختاری خُرد	ع. فرهنگی - اجتماعی	ع. محتوایی
ع. ساختاری کلان	۰	۲,۵۲	۳,۴۴
ع. ساختاری خُرد	۰,۹۲	۰	۱,۹۶
ع. فرهنگی - اجتماعی	۲,۶۴	۲,۸	۱,۸۴
ع. محتوایی	۲,۲	۳,۷۲	۰,۴۴

منبع: (یافته‌های تحقیق)

۳) نرمال‌سازی نظرات خبرگان

با توجه به لزوم نرمال‌سازی نظرات خبرگان، جمع سطری و ستونی ماتریس ارتباط مستقیم که در مرحله قبل ایجاد شده بود، محاسبه گردید و تمامی درایه‌های ماتریس ارتباط مستقیم بر بزرگ‌ترین عدد که برابر با (۹,۰۴) محاسبه شد تقسیم گردید. در جدول (۴) این نتایج ارائه شده است:

جدول ۴: نرمال‌سازی مجموع نظرات خبرگان

ماتریس نرمال شده	ع. ساختاری کلان	ع. ساختاری خُرد	ع. فرهنگی - اجتماعی	ع. محتوایی
ع. ساختاری کلان	۰	۰,۲۷۸۷۶۱۰۶۲	۰,۲۳۰۰۸۸۴۹۶	۰,۳۸۰۵۳۰۹۷۳
ع. ساختاری خُرد	۰,۱۰۱۷۶۹۹۱۲	۰	۰,۰۶۶۳۷۱۶۸۱	۰,۲۱۶۸۱۴۱۵۹
ع. فرهنگی - اجتماعی	۰,۲۹۲۰۳۵۳۹۸	۰,۳۰۹۷۳۴۵۱۳	۰	۰,۲۰۳۵۳۹۸۲۳
ع. محتوایی	۰,۲۴۳۳۶۲۸۳۲	۰,۴۱۱۵۰۴۴۲۵	۰,۰۴۸۶۷۲۵۶۶	۰

منبع: (یافته‌های تحقیق)

۴) ایجاد ماتریس ارتباط کامل

به منظور ایجاد ماتریس ارتباط کامل در مرحله اول پس از تشکیل ماتریس همانی نسبت به انجام عمل تفریق بین دو ماتریس همانی و ماتریس نرمال شده اقدام گردید سپس ماتریس به دست آمده معکوس گردید در نهایت نسبت به عمل ضرب بین دو ماتریس نرمال شده و ماتریس معکوس شده اقدام شد. نتایج حاصل از این محاسبات در جدول (۵) آمده است:

جدول ۵: تشکیل ماتریس ارتباط کامل

ماتریس ارتباط کامل	ع. ساختاری کلان	ع. ساختاری خُرد	ع. فرهنگی - اجتماعی	ع. محتوایی
ع. ساختاری کلان	۰,۸۰۴۸۰۰۸۳۶	۰,۴۱۹۰۳۷۵۸۵	۰,۸۵۲۶۳۰۰۵۵	۰,۴۰۵۰۰۴۵۰۴
ع. ساختاری خُرد	۰,۴۲۹۸۴۷۶۰۳	۰,۱۷۴۴۷۰۶۲۹	۰,۳۱۱۴۹۴۴۱	۰,۲۸۹۰۳۱۱۹۹
ع. فرهنگی - اجتماعی	۰,۶۵۴۰۵۶۴۰۷	۰,۲۲۳۹۰۸۲۵۴	۰,۸۱۵۳۷۲۷۲۳	۰,۵۹۹۵۷۷۹۶۴
ع. محتوایی	۰,۴۰۴۵۷۷۴۰۵	۰,۲۳۳۳۴۴۳۶۵	۰,۷۸۶۸۷۰۵	۰,۴۹۰۰۴۶۴۹۱

منبع: (یافته‌های تحقیق)

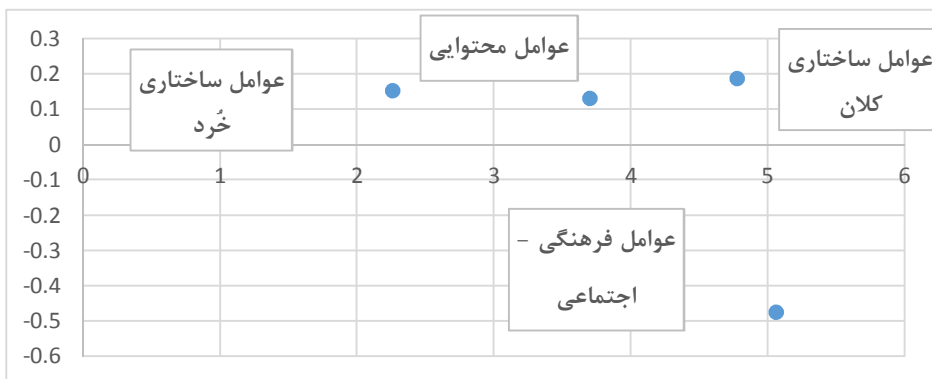
(۵) تعیین اهمیت هریک از ابعاد مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند

در آخرین مرحله به محاسبه جمع سطری و ستونی و محاسبه بردار افقی و عمودی پرداخته شد و جایگاه هریک از ابعاد در مدل آسیب‌شناسی مشخص گردید. نتایج حاصل از این مرحله در جدول (۶) و نمودار (۱) ارائه شده است:

جدول ۶: محاسبه جمع سطری و ستونی و محاسبه بردار افقی و عمودی

ابعاد مدل آسیب‌شناسی	جمع ستونی	جمع سطری	بردار افقی	بردار عمودی
عوامل ساختاری کلان	۲,۲۹۳۲۸۲۲۵	۲,۴۸۱۴۷۲۹۸	۴,۷۷۴۷۵۵۲۳	۰,۱۸۸۱۹۰۷۳
عوامل ساختاری خُرد	۱,۰۵۰۷۶۰۸۳	۱,۲۰۴۸۴۳۸۴	۲,۲۵۵۶۰۴۶۷	۰,۱۵۴۰۸۳۰۰۸
عوامل فرهنگی - اجتماعی	۲,۷۶۶۳۶۷۶۸	۲,۲۹۲۹۱۵۳۴	۵,۰۵۹۲۸۳۰۳	۰,۴۷۳۴۵۲۳۴۱
عوامل محتوایی	۱,۷۸۳۶۶۰۱۵	۱,۹۱۴۸۳۸۷۶	۳,۶۹۸۴۹۸۹۱	۰,۱۳۱۱۷۸۶۰۳

منبع: (یافته‌های تحقیق)



منبع: (یافته‌های تحقیق)

۵. بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که اشاره شد استفاده از فناوری بلاک‌چین و به طور خاص قراردادهای هوشمند در ورای مزایای خویش برای استفاده با چالش‌هایی (به طور مثال مباحث امنیتی، فنی، فرهنگی، مدیریتی و...) همراه هستند و توجه به این امر در صنعتی همچون نفت و گاز از اهمیت دوچندان برخوردار است لذا هدف از ارائه این شناسایی و تعیین اهمیت ابعاد مدل آسیب‌شناسی قراردادهای هوشمند در صنعت نفت و گاز بوده است. در راستای نتایج به دست آمده می‌توان موارد زیر را بیان کرد

۱) عوامل ساختاری کلان

این عامل به عنوان مهم‌ترین و اثرگذارترین بُعد در مدل شناسایی شده تعیین گشت. در راستای تفسیر این نتایج می‌توان گفت که پیاده‌سازی و اجرای قراردادهای هوشمند در صنعت مهمی همچون نفت و گاز مستلزم توجه به تعاملات پیچیده عوامل کلانی است که سبب ایجاد محدودیت و یا فرصت برای قراردادهای هوشمند می‌شود به طور مثال با نگاهی به روابط بین‌المللی ایران درمی‌یابیم که اجرای قراردادهای هوشمند در صنعت نفت و گاز با چالش‌های بی‌شماری همراه خواهد شد افزایش تحریم‌ها و عدم عضویت در نهادهای بین‌المللی از جمله موانعی است که می‌توان استفاده از قراردادهای هوشمند را تحت تأثیر قرار دهد از طرفی نبود زیرساخت‌های تکنولوژی مناسب در کشور باعث افزایش مشکلات قراردادهای هوشمند خواهد شد.

۲) عوامل ساختاری خرد

عوامل ساختاری خرد به عنوان دومین عامل اثرگذار می‌باشد در این راستا می‌توان گفت توجه به عوامل داخلی سازمان‌ها حائز اهمیت است. به طور مثال می‌توان به نقش آموزش کارکنان اشاره کرد به دیگر سخن اگر کارکنان درک کافی از مفاهیم بلاکچین و قراردادهای هوشمند نداشته باشند، ممکن است نتوانند به درستی از این تکنولوژی‌ها استفاده کنند و این موضوع می‌تواند به بروز مشکلات مختلف منجر شود. از طرفی سیستم‌های کامپیوتری و زیرساخت‌های فناورانه سازمان نقش کلیدی در اجرای مؤثر و ایمن قراردادهای هوشمند دارند.

۳) عوامل محتوایی

عوامل محتوایی به عنوان سومین عامل مهم و اثرگذار می‌باشد در راستای تفسیر این نتایج می‌توان گفت قراردادهای هوشمند بیانگر انقلابی مدرن در عصر دیجیتال هستند. اجرای خودکار و بدون واسطه توافقات توسط آن‌ها سبب کاهش ریسک‌پذیری، افزایش اعتماد، کارایی و اثربخشی گشته است اما در ورای مزایای آن قراردادهای هوشمند از حیث عوامل درونی دارای مشکلاتی هستند که ممکن است استفاده از آنان را محدود نماید از جمله این مشکلات

می‌توان به مسائل فنی همچون: وابستگی به اطلاعات بیرونی، مسائل انسانی به طور مثال: حملات فیشینگ، مسائل امنیتی همچون حملات اوراکل‌ها و مسائل عملکردی از جمله احراز هویت ضعیف اشاره کرد.

۴) عوامل فرهنگی - اجتماعی

عوامل فرهنگی - اجتماعی به عنوان اثرپذیرترین بُعد در مدل احصاء شده شناخته شد. در راستای تفسیر این بُعد می‌توان گفت که در ورای عوامل ساختاری و محتوایی، عوامل فرهنگی - اجتماعی به عنوان عوامل زمینه‌ای محسوب می‌شوند در واقع این عوامل نقش مهمی در پذیرش و استفاده از قراردادهای هوشمند دارند به طور مثال در برخی از جوامع ممکن است به دلیل نگرانی از تأثیرات اجتماعی و اقتصادی قراردادهای هوشمند مقاومت کنند.

در راستای انطباق نتایج تحقیق با پیشینه پژوهش می‌توان گفت که عوامل ساختاری کلان با برخی از نتایج پژوهش خان و همکاران (۲۰۲۱) همچون: مکانیزم اجماع و حقوقی، عوامل ساختاری خرد با برخی از نتایج تحقیق اکبری گنجه و همکاران (۱۴۰۱) همچون: ارتباطات هوشمند و اینترنت اشیا، عوامل محتوایی با نتایج پژوهش پارسائیان (۱۴۰۱) مبتنی بر حملات ورود مجدد و دست‌کاری اطلاعات، و در نهایت عوامل فرهنگی - اجتماعی با برخی از نتایج تحقیق اکبری گنجه و همکاران (۱۴۰۱) همچون: شفاف‌سازی انتظارات طرفین، اعتماد الکترونیکی، مشتریان هوشمند، ارتباطات هوشمند و... انطباق دارد.

در راستای نتایج تحقیق پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

- به منظور جلوگیری از مشکلات احتمالی پیشنهاد می‌شود به بررسی دقیق قوانین مربوط به انعقاد، اعتبار و اجرای قراردادها در کشور شامل قوانین مدنی، تجاری، و سایر قوانین مرتبط اقدام گردد؛

- به شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز پیشنهاد می‌گردد نسبت به طراحی فرایندهای کاری جدید منطبق بر قراردادهای هوشمند و همچنین بهینه‌سازی فرایندهای فعلی با تکیه بر این فناوری اقدام نمایند،

- به شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز توصیه می‌گردد تدوین چارچوب ارزیابی برای استخدام افراد متخصص و قابل اعتماد در دستور کار قرار دهند،

- پیشنهاد می‌گردد در راستای شفافیت در عملکرد قراردادهای هوشمند به ارائه گزارش‌های دوره‌ای از عملکرد و تأثیرات آن‌ها بپردازند.

منابع و مأخذ:

۱. اکبری گنجه، س.، موسوی، س. ع. و حیدرزاده هنزایی، ک. ۱۴۰۱. طراحی مدل قرارداد هوشمند توافقنامه سطح خدمات با راهبرد تحول دیجیتال بر اساس نظریه داده بنیاد. دوماهنامه بررسی های بازرگانی، ۲۰(۱۱۶): ۷۵-۱۰۰.
۲. امیرقدسی، س. و بنیادی نایینی، ع. ۱۳۹۸. بررسی رابطه متقابل مؤلفه های مدیریت دانش و توانمندسازی روان شناختی کارکنان شرکت نفت مناطق مرکزی ایران. پژوهش نامه مدیریت تحول، ۱۱(۲۱): ۱۸۰-۱۵۳. DOI: 10.22067/pmt.v11i1.69617
۳. بابایی، ن.، اسماعیل نیا، ع. ا.، دامن کشیده، م. و امام وردی، ق. ا. ۱۳۹۸. محاسبه انتشار تکنولوژی در بخش بالادستی صنعت نفت و اثر آن بر هزینه تولید نفت و گاز در ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۵(۶۰): ۱۹۰-۱۶۳.
۴. براتی بدرآبادی، س. م. ۱۳۹۹. راهکاری برای ایجاد و مدیریت اعتماد در اینترنت اشیا با استفاده از قراردادهای هوشمند بلاک چین. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و فرهنگ، دانشکده مهندسی کامپیوتر.
۵. پارسائیان، م. ر. ۱۴۰۱. ارائه روشی برای جلوگیری از آسیب پذیری در قراردادهای هوشمند و مقابله با حملات ورود مجدد (Reentrancy) بر بستر بلاک چین. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر فناوری اطلاعات، دانشگاه تهران، پردیس های منطقه ای - پردیس بین المللی کیش.
۶. رستم نیا، ز. ۱۴۰۱. شناسایی و رتبه بندی عوامل مؤثر در استفاده از قراردادهای هوشمند برای تجارت انرژی، مبتنی بر فناوری بلاک چین در صنعت برق ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان.
۷. روشنی، ع.، بوداقي، ح.، جعفری نویمی پور، ن.، آل عمران، ر. و قره بیگلو ح. ۱۴۰۱. بررسی و ارائه الگوی استقرار بلاک چین در قراردادهای بین المللی صنعت نفت و گاز (مطالعه موردی شرکت گاز استان آذربایجان شرقی).
۸. شول، ع.، هادوی نژاد، م. و سیاح پور، ع. ۱۳۹۶. طراحی مدل دیمتل فازی اخلاق کسب و کار پایدار. فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری، ۱۲(۴): ۱-۱۳.
۹. صمدی میار کلائی، ح. و صمدی میر کلائی، ح. ۱۳۹۹. تبیین الگوی دانشگاه کارآفرین از طریق رهیافت مدل سازی ساختاری تفسیری مبتنی بر دیمتل فازی. فصلنامه مجلس و راهبرد، ۲۷(۱۰۱): ۳۱۷-۳۵۲.
۱۰. طالبیان، س. ا. و ملاکی، ا. ۱۳۹۱. ارائه مدلی برای ارزیابی تأثیرات اجتماعی در صنعت نفت و گاز ایران. فصلنامه مطالعات توسعه اجتماعی - فرهنگی، ۱(۳): ۱۸۶-۱۶۱.

۱۱. کارگرمطلق، ا.، صادقی‌شاهدانی، م. و موسویان، س. ع. ۱۳۹۷. تحلیل فقهی و حقوقی نهاد مالکیت در قراردادهای بالادستی صنعت نفت و گاز. دوفصلنامه علمی - پژوهشی جستارهای اقتصادی ایران، ۱۵(۳۰): ۱۶۰-۱۳۷.
۱۲. معروف‌خانی، آ.، بهروز، ت. و فاضلی‌پور، ف. ۱۳۹۷. بررسی بکارگیری تکنولوژی چاه هوشمند در صنعت نفت و گاز. دومین کنفرانس ملی پیشرفت‌های نوین در حوزه انرژی و صنایع نفت و گاز، ساوه ۱۴/۰۲/۱۳۹۷.
13. Buterin, V. 2014. A next-generation smart contract and decentralized application platform. white paper, 3(37): 1-2.
14. Ibba, G. 2022. A smart contracts repository for top trending contracts. In Proceedings of the 5th International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain, 17-20.
15. Kannengießer, N., Lins, S., Sander, C., Winter, K., Frey, H. & Sunyaev, A. 2022. Challenges and Common Solutions in Smart Contract Development. IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, 48(11): 4291-4318
16. Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C., Benkhelifa, E., & Bani-Hani, A. 2021. Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends. Peer-to-Peer Networking and Applications, 14: 2901–2925. doi:10.1007/s12083-021-01127-0
17. Lakhnpal, V. & Samuel, R. 2018. Implementing Blockchain Technology in Oil and Gas Industry: A Review. doi: 10.2118/191750-MS
18. Lu, H. Huang, k. Azimi, M. & Guo, L. 2019. Blockchain Technology in the Oil and Gas Industry: A Review of Applications, Opportunities, Challenges, and Risks. IEEE Access, 7: 41426–41444, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2907695.
19. Röschelisen, M., Baldonado, M., Chang, K., Gravano, L., Ketchpel, S., & Paepcke, A. 1998. The Stanford InfoBus and its service layers: Augmenting the Internet with higher-level information management protocols. In Digital Libraries in Computer Science: The MeDocApproach, 213–230. Springer.