

## مروری بر پژوهش‌ها در زمینه بهره‌مندی از قراردادهای هوشمند در پروژه‌های ساخت و ساز، یک فراتحلیل

مسعود طالش علیپور<sup>۱\*</sup>، دکتر مصطفی قاضی مرادی<sup>۲</sup>، دکتر علیرضا راسخی صحنه<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، مهندسی مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد قشم

۲- استادیار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

۳- استاد گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم

ایمیل نویسنده مسئول: alipour.civil@live.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸

چکیده:

امروزه در پروژه‌های ساخت و ساز جهت جلوگیری از اختلافات و شفاف سازی هرچه بیشتر ارکان و موضوعات اجرایی پروژه و چگونگی نحوه ارائه و تحویل خدمات، عقد و ثبت قرارداد فی ما بین کارفرما و پیمانکار امری و به منظور حل این مشکل، مفهومی جدید در سال‌های اخیر در زمینه عقد قرارداد با عنوان قرارداد هوشمند شکل گرفته است. قرارداد هوشمند یک قرارداد خود اجراگر است که طبق تحقیقات تا کنون در زمینه ساخت و ساز در داخل کشور انعقاد نشده است و یا اگر هم عقد گردیده عمومی نشده است. از این رو مطالعه حاضر، به دنبال بررسی مزایای بهره‌مندی از سیستم قراردادی هوشمند در پروژه‌های ساخت و ساز است. برای این منظور از روش مطالعه مروری بر روی تحقیقات پیشین با بهره‌مندی از یک فراتحلیل استفاده شده است. این پژوهش از نوع تحقیقات اسنادی است و به دلیل به کارگیری روش فراتحلیل و با توجه به ماهیت داده‌ها در زمره پژوهش‌های کمی مروری قرار می‌گیرد. اطلاعات مربوط به مقالات مختلف در زمینه قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز با کلیدواژه‌های قرارداد هوشمند، Smart Contract، پروژه‌های ساخت، Construction Projects و مدیریت قرارداد از سال ۲۰۱۵ تا سال ۲۰۲۳ در نشریات علمی معتبر داخل و خارج بررسی و پس از ارزیابی اولیه مقاله‌ها، مطابق فرایندهای مقدماتی فراتحلیل، پژوهش‌هایی که متغیر مستقل یا متغیر میانجی آنها قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز بود، انتخاب و در نهایت ۱۴ مقاله به عنوان مقاله‌هایی که شرایط ورود برای فراتحلیل را داشتند، انتخاب شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که از میان مزایای مختلف استفاده از این دسته از قراردادهای هوشمند، اندازه اثر مدیریت منسجم با مقدار ۰.۵۳۶، عامل فرآیندهای مالی منسجم با میانگین اندازه اثر ۰.۳۵۶ و آماره t برای عوامل محرمیت اطلاعات، افزایش رقابت و ارتقای زنجیره تامین پروژه به ترتیب ۰.۲۱۹، ۰.۴۰۶ و ۰.۳۲۱ بدست آمدند که این عوامل استفاده از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه‌های ساخت و ساز در جامعه آماری مطالعه شده معنادار می‌باشند ( $P < 0.05$ ).

کلمات کلیدی

"قرارداد هوشمند"، "پروژه ساخت و ساز"، "مزایای قراردادی"، "فراتحلیل".

۱- مقدمه

جهت تسریع روند سازگاری با بازارهای جهانی و ورود قراردادهای هوشمند صورت پذیرفته است. به دلیل ماهیت آبشاری، سیستم پرداخت سنتی پیشرفت ممکن است منجر به مشکلات بزرگی در صورت عدم انجام یا تاخیر در پرداخت شود (Rathnayake و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به تحقیق و تفحصی که در زمینه پژوهشهای داخلی انجام شد و این نتیجه حاصل شد که در پردازش به این مساله فعالیت بسیار کمی انجام شده و منابع بسیار محدود است لذا با توجه به اهمیت بسیار زیاد استفاده از این قراردادها در زمینه ساخت و ساز در جهت همسویی و پیشرفت موازی با جامعه جهانی نیاز شدید پرداختن به این موضوع در داخل کشور مشهود می‌باشد. طبق تحقیقات پژوهشگر قرارداد هوشمندی در زمینه ساخت و ساز در داخل کشور انعقاد

قرارداد هوشمند، که در اواسط دهه ۱۹۹۰ معرفی شد (Wu و همکاران، ۲۰۲۲)، یک پروتکل تراکنش خودکار و کاملاً اجرایی است که بدون نیاز به دخالت انسان عمل می‌کند. گزارش روند کمیسیون اروپا تخمین زده است که قراردادهای هوشمند می‌توانند هزینه‌های زیرساخت بانکی را تا سال ۲۰۲۲ تا ۱۸.۴ میلیارد یورو در سال کاهش دهند (Nalioglu و همکاران، ۲۰۲۳). این در حالیست که این نوع قراردادها هنوز در کشور ایران ورود پیدا نکرده‌اند و با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی و بزرگتر شدن پروژه‌ها و نیاز به دقت همراه با سرعت در به سرانجام رساندن پروژه جهت کاهش هزینه‌ها و عدم آسیب به پیشرفت پروژه و کاهش اختلافات قراردادی و شفاف سازی اقدامی

نشده است و یا اگر هم عقد گردیده عمومی نشده است. بنابراین نیاز است تا پیگیری بابت دلیل نبود و چگونگی هموارسازی مسیر ورود آن و آماده سازی زیرساختها و مرتفع نمودن سایر مشکلات اقدامات لازم انجام پذیرد. ” Arcadis “گزارش جهانی اختلافات ساخت و ساز ۲۰۲۰: همکاری برای دستیابی به برتری پروژه (۲۰۲۰ Arcadis) نشان داده است که میانگین ارزش اختلافات در صنعت ساخت و ساز بریتانیا در سال ۲۰۱۹ به ۱۷.۸ میلیون دلار رسیده است و به طور متوسط ۹.۸ ماه طول کشیده تا حل شود (Shang و همکاران، ۲۰۲۳). بنابراین، نیاز به تغییر از حل اختلاف به کاهش اختلاف مشهود است، پژوهشگر معتقد است قراردادهای هوشمند می توانند بخشی از چنین اقدامات پیشگیرانه مدیریت اختلاف را تشکیل دهند. در واقع، گزارش اخیر Arcadis که در بالا ذکر شد (Arcadis ۲۰۲۰) نشان داده است که ۶۰٪ از پاسخ دهندگان موافق هستند که مدیریت قرارداد مؤثر مهم ترین تأثیر را در جلوگیری از اختلافات در ساخت و ساز خواهد داشت. روابط اعتماد پایین بین مشتریان و پیمانکاران باعث افزایش ۸ تا ۲۰ درصدی هزینه های پروژه در حق بیمه های ریسک مرتبط با بندهای سلب مسئولیت می شود. مخاطبین هوشمند، که خود اجرا و خود اجباری هستند، با تغییر تأکید از «اعتماد رابطه ای» به «اعتماد دیجیتال» بر اساس اعتماد به «قوانین» به توسعه اعتماد کمک می کنند (Ye و همکاران، ۲۰۲۲). تحویل به موقع اسناد و قراردادهای به عنوان یک نیاز اساسی برای تحویل موفق پروژه ها شناخته شده است. با این حال، صنعت ساخت و ساز هنوز به فرآیندهای قراردادهای سنتی وقت گیر وابسته است که بر بهره وری کلی پروژه ها در صنعت تأثیر منفی می گذارد. استفاده از قراردادهای هوشمند (SCs) به عنوان یک فناوری جدید مناسب برای تسریع فرآیندهای قرارداد و ایجاد یک محیط پرداخت قابل اعتماد در صنعت ساخت و ساز برجسته شده است. در حالی که در سال های اخیر بحث در مورد استفاده از SC در ساخت و ساز افزایش یافته است، استفاده از آنها در عمل هنوز در مراحل اولیه خود است. به این ترتیب، این موضوع از بررسی کامل مزایا، محرک ها، موانع و استراتژی هایی که می توانند اجرای SCs در ساخت و ساز را افزایش دهند، سود خواهد برد. قراردادهای هوشمند را بایستی به دو بخش مدل داخلی و خارجی تقسیم نمود در مدل خارجی یا اکسترنال، قراردادهای هوشمند، صرفا کدهای رایانه ای هستند که بیرون از قرارداد اصلی جای داشته و هیچ التزامی را بین طرفین عقد اصلی ایجاد نمی کند و صرفا شیوه ای برای تسهیل اجرای قرارداد اصلی هستند با این حال، در بخش

مدل داخلی، قرارداد هوشمند به صورت شرط ضمن عقد در ضمن یک عقد لازم ظاهر می گردد و بین طرفین لازم الاجرا هست و جزیی از قرارداد محسوب می گردد (Sonmez و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین در این معنا دوم، قرارداد هوشمند را می توان به عنوان یک قرارداد محسوب نمود عنصر اصلی در قرارداد هوشمند مبتنی بر نمایندگی رسمی قراردادی است که ممکن است با عقد وکالت به ویژه اشتباه گرفته شود و یک نوع عقد جایز محسوب گردد. با این حال، قرارداد هوشمند همان گونه که اشاره شد با عقد وکالت متفاوت است و بر اساس ماده ۱۰ قانون مدنی می توان آن را یک عقد لازم محسوب نمود. پروژه های ساختمانی معمولاً شامل امضای قراردادهای مختلف با رویه های صورتحساب خاص است. پرداختن به ساختارهای پیچیده قرارداد، مشکلاتی را با توجه به پرداخت به موقع و جریان نقدی تضمین شده ایجاد می کند. همچنین، عدم شفافیت باعث از بین رفتن اعتمادها می شود.

## ۲- شرح مفاهیم

### ۲-۱- قرارداد هوشمند

قرارداد هوشمند یا اسمارت کانترکت (smart contract) توافقی است بین دو شخص یا نهاد در قالب کدهای رایانه ای که برای اجرای خودکار برنامه ریزی شده است. این ایده در دهه ۱۹۹۰ توسط نیک سابو، یکی از پیشگامان علوم کامپیوتر مدرن پیشنهاد شد. قرار داد هوشمند تحت شرایط و ضوابط خاص یک پروتکل بدون واسطه اداره می شود و بندهای قرارداد از طریق بلاکچین که یک دفتر کل توزیع شده و غیرمتمرکز است ذخیره و اجرا می شود. در قراردادهای سنتی که در حال حاضر در جهان رایج هستند، همیشه یک واسطه برای تنظیم قرارداد نیاز است. این واسطه یا شخص سوم برای تنظیم قرارداد مبلغی را نیز به عنوان کمیسیون دریافت می کند. قراردادهای سنتی امکان تغییر یا حذف دارند. هر یک از طرفین معامله می تواند به زبانی ساده زیر قولش بزند و همچنین امکان تقلب در این قراردادهای همیشه وجود دارد (Ahmad, ۲۰۲۰). تکنولوژی بلاک چین زیرساخت لازم برای اجرای قراردادهای هوشمند را فراهم کرده است. قرارداد هوشمند یک قرارداد خود اجراگر است که در زمان برقراری شرایط تعریف شده، عملکردهای متقابل را اجرا می کند. در مقایسه با قراردادهای معمولی، این قراردادهای ویژگی هایی دارند که باعث متمایز شدن آنها شده است. به صورت کلی این تفاوت ها را می توان در موارد زیر خلاصه کرد (Buterin, ۲۰۱۴). حذف نهاد یا شخص واسطه: در تکنولوژی بلاک چین دفتر کل به صورت توزیع شده وجود دارد و نودهای شبکه با استفاده

کاهش می یابد، این فناوری باعث می شود که سیستم با تامین کننده تماس بگیرد. دوربینی که بر سایت نظارت می کند، زمانی را که تامین کننده تحویل می دهد، یادداشت می کند، که سیستم را وادار می کند تا پرداخت را پردازش کند. پرداختها همچنین می تواند با تکمیل سایر فعالیتها، مانند بازرسی یا بررسی انجام شود. تمام داده های جمع آوری شده از طریق قرارداد هوشمند در دسترس پیمانکاران و مشتریان است تا بتوانند پیشرفت پروژه را ارزیابی کنند (Gurgun, 2021).

#### ۲-۲-۱ معایب

قبل از استفاده از بلاک چین و قراردادهای هوشمند، کاربران باید با این فناوری آشنا شوند و اصول اولیه را درک کنند. مذاکره در مورد شرایط یک قرارداد هوشمند به همان اندازه که در یک قرارداد استاندارد حیاتی است - شاید بیشتر از این مهم است. کاربران باید بدانند که همه اصطلاحات برای اتوماسیون مناسب نیستند. فناوری بلاک چین این پتانسیل را دارد که شرکت های ساختمانی را کارآمدتر کرده و سود بیشتری کسب کنند. با این حال، مانند هر فناوری جدید، بلاک چین هنوز در معرض خطاهای انسانی است. کاربران جدید باید احتیاط کنند و اطمینان حاصل کنند که تمام جزئیات مذاکره شده و به طور دقیق وارد می شوند. نظارت انسانی برای بررسی مجدد همه اطلاعات ضروری است (Hamledari, 2021). باید توجه داشت که حتی با وجود چنین اتوماسیونی، شرکت های ساختمانی همچنان به مدیران با تجربه نیاز دارند تا معافیت های حق را مبادله کنند، درخواست های پرداخت را ارسال کنند و در صورت توقف پیشرفت، زنگ هشدار را به صدا در آورند. راه حل های نرم افزاری برای جایگزینی کارمندان نیست، بلکه به آنها کمک می کند تا وظایف خود را در زمان کمتری انجام دهند. این فناوری هنوز در حال تکامل است، اما شرکت های ساختمانی می توانند از تماشای پیشرفت آن و تعیین اینکه آیا و چه زمانی آن را اتخاذ کنند، سود ببرند. سرمایه گذاری در چنین فناوری پیشرفته ای ممکن است خطرناک به نظر برسد، اما اجتناب از آن ممکن است مضرتر باشد. جامعه به داشتن انواع اطلاعات به آسانی عادت کرده است و این در مورد پیمانکاران ساختمانی، فروشندگان و مشتریان نیز صادق است. داشتن توانایی ردیابی پروژه در زمان واقعی می تواند یک مزیت برای همه افراد درگیر باشد (Hamledari, 2021). پیشرفت در قراردادهای هوشمند به طور فزاینده ای به عنوان یک مؤلفه در تحول دیجیتال صنعت ساخت و ساز مورد بررسی قرار می گیرد. قراردادهای هوشمند پتانسیل کمک به حل یک سری

از دستگاه های ماینر خود کدهای بلاک چین را اجرایی می کنند. این مساله باعث می شود که نهاد واسطه برای تایید تراکنشها و ثبت قراردادهای نیاز نباشد. در قرارداد سنتی، بدون وجود نهاد واسطه امکان ثبت قرارداد وجود ندارد چرا که ادعای طرفین بدون وجود این نهاد قابل بررسی نیست. زمان اجرا: برای اجرای شدن قراردادهای سنتی حتما باید طرفین در مرکز رسمی ثبت قراردادهای حضور پیدا کنند و مفاد قرارداد را با نظارت نهاد ناظر تایید کنند. بنابراین، زمان اجرای قرارداد سنتی حداقل یک روز است در حالی که قرارداد هوشمند به صورت آنی و نهایتا در یک دقیقه ثبت و نهایی می شود.

#### ۲-۲-۲ قرارداد هوشمند در ساخت و ساز

هر پروژه ساخت و ساز موفق به یک فرآیند دقیق و کارآمد متکی است تا اطمینان حاصل شود که تمام وظایف به موقع و مؤثر انجام می شود. گاهی اوقات فرآیند ممکن است به دلیل کاغذبازی زیاد و ارتباط ضعیف بین ذینفعان با مشکل مواجه شود. فناوری در حال تکامل می تواند به ساده سازی این فرآیند کمک کند، و دو نمونه اصلی عبارتند از بلاک چین و قراردادهای هوشمند. قرارداد هوشمند یک قرارداد الکترونیکی با یک جزء خود اجرا است. به عنوان یک قرارداد، شامل شرایط و ضوابط بین طرفین قابل اجرا است، اما با اجرای خودکار یا اجرای مفاد خاص تقویت می شود. یک قرارداد هوشمند با عملکرد "اگر/آنگاه" عمل می کند که این فناوری را قابل توجه می کند. به طور کلی، اگر  $X$  اتفاق بیفتد،  $Y$  بعدی اتفاق خواهد افتاد. با استفاده از یک الگوریتم، مفاد قرارداد در داخل قرارداد کدگذاری می شود. سپس قرارداد بر روی بلاک چین ثبت می شود. با وقوع شرایط یا رویدادهای خاص، قرارداد هوشمند به طور خودکار شرایط را اجرا می کند. با این حال، کاربران بالقوه باید درک کنند که یک قرارداد هوشمند، مفاد و بندهای استاندارد را نفی نمی کند، و همه شرطها یا شرایط قرارداد کدگذاری نمی شوند. مفاد قرارداد استاندارد باقی مانده است. شرایط اساسی خاصی در فناوری بلاک چین مورد توافق قرار گرفته و کدگذاری شده است (Gurgun, 2021). بسیاری از پیمانکاران برای ساده کردن فرآیند ساخت و ساز با فشار مواجه هستند و قراردادهای هوشمند می توانند در این امر کمک کنند. آنها با استفاده از اپلیکیشن ها، حسگرها و دوربین ها، اطلاعات را از محل کار جمع آوری می کنند. این فناوری تغییراتی را شناسایی می کند که به طور خودکار سایر اقدامات را آغاز می کند. به عنوان مثال، ترازوها و حسگرها سطح عرضه را در محل کار نظارت می کنند. هنگامی که موجودی به سطح مشخصی

استفاده از بلاک چین و قراردادهای هوشمند را در ادبیات ساخت و ساز بررسی، تجزیه و تحلیل و دسته بندی کردند و چارچوب تصمیم گیری را پیشنهاد کردند که می تواند برای طراحی بلاک چین و برنامه های کاربردی قرارداد هوشمند اجرا شود (Hunhevicz, ۲۰۲۰). لی و همکاران یک چارچوب بلاک چین و قرارداد هوشمند را برای افزایش قابلیت ردیابی در طول عملیات یک دارایی ساخته شده پیشنهاد کرد (Li و همکاران، ۲۰۱۹). طی یک پژوهش در بریتانیا عوامل تاثیرگذار بر تصمیم گیری در مورد پذیرش قراردادهای هوشمند را چهار عامل مشاهده پذیری، حمایت مدیریت ارشد، فشار رقابتی، فشار شرکای زنجیره تامین می دانند. قراردادهای هوشمند برای ایجاد کارایی بیشتر با به حداقل رساندن هزینه های کلی و کاهش ضایعات در صنعت ساخت و ساز مورد حمایت قرار می گیرند (Badi و همکاران، ۲۰۲۰). از ادبیات بررسی شده، مشخص شد که قراردادهای هوشمند می توانند فرآیندهای اداری را کاهش دهند، که به صدور صورت حساب و بررسی محاسبات بعدی هزینه ها اجازه می دهد ساده تر، بسیار سریع تر و دقیق تر شوند (Kinnaird, ۲۰۱۷). قراردادهای هوشمند همچنین نیاز به قرارداد فیزیکی مبتنی بر کاغذ و هزینه های اداری مربوط به نوشتن، ذخیره و بایگانی چنین اسنادی را حذف می کند (Cohn, ۲۰۱۷). محیط دیجیتالی که از قراردادهای هوشمند پشتیبانی می کند همچنین ممکن است منجر به این شود که واسطه های شخص ثالث مانند وکلا و مقامات در حاکم بر شرایط قراردادی کمتر انتقاد کنند، بنابراین هزینه های تراکنش را کاهش می دهند. علاوه بر استفاده برای خرید، ردیابی و تأیید کالاها و خدمات بین بازیگران زنجیره تأمین؛ قراردادهای هوشمند را می توان در معاملاتی که شامل انتقال مالکیت انرژی، حقوق مالکیت معنوی، و مالکیت و عناوین زمین است استفاده کرد (Cohn, ۲۰۱۷). با وجود مزایای فوق، پذیرش قرارداد هوشمند در بخش ساخت و ساز ممکن است نیازمند تغییرات اساسی در روابط قراردادی بین شرکت ها باشد. برای متقاعد کردن شرکت های ساختمانی برای تغییر از مدل های تدارکاتی قراردادهای سنتی مبتنی بر کاغذ به یک مدل هوشمند متعارف مبتنی بر بلاک چین (Mason, ۲۰۱۷). به تغییر در طرز فکر نیاز است. پیچیدگی قراردادهای هوشمند نیز به دلیل نیاز به کدگذاری فوق العاده دقیق از ابتدا افزایش می یابد، با توجه به اینکه قرارداد برای همیشه در دفتر کل باقی می ماند. علاوه بر این، پروژه های ساخت و ساز تعهدات پیچیده ای هستند و بسیاری از رویدادهای رایج مانند حوادث در محل، مقررات جدید و فورس ماژور ممکن است در کدهای کامپیوتری دشوار باشد. قراردادهای هوشمند

مشکلات رو به رشد در ساخت و ساز را دارند، مانند اختلافات قراردادی و مسائل پرداخت، و می توانند پذیرش مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) را تسهیل کنند (Hamledari and Fischer, ۲۰۲۱). اختلافات قراردادی در صنعت ساخت و ساز رایج است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹). تناقضات، اشتباهات یا شرایط نادرست در قراردادهای ساخت و ساز می تواند باعث ایجاد مشکل در اجرا شود. رایج بودن قراردادهای مبتنی بر کاغذ منجر به دشواری ردیابی تغییرات و ثبت اجرا می شود. بنابراین، ادعاها و اختلافات فاقد پایه و اساس، تشویق رفتار نامنظم و اجرای کم قرارداد مشتریان یا پیمانکاران هستند. با استفاده از قراردادهای هوشمند، می توان از تغییر ناپذیری اطمینان حاصل کرد، در حالی که همه تغییرات به صورت ایمن ثبت شده و به راحتی قابل ردیابی است. مشکل رو به رشد دیگری در پرداخت رخ می دهد. پرداخت به موقع و جریان نقدی پایدار برای موفقیت پروژه های ساختمانی حیاتی است. مشکلاتی مانند پرداخت نکردن، تأخیر و نادرست منجر به تأخیر در ساخت و ساز، هزینه های اضافی، کاهش عملکرد و اختلافات می شود. تحولات اخیر در قراردادهای هوشمند، توانایی دستیابی به پرداخت خودکار ایمن و دقیق را فراهم می کند (Ahmad, ۲۰۲۰).

### ۳-۲ پیشینه تحقیق

#### ۳-۲-۱ پیشینه خارجی

در این بخش، اطلاعات مربوط به مقالات مختلف در زمینه قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز با کلیدواژه های Smart Contract, Construction Projects و Projevt Management از سال ۲۰۱۵ تا سال ۲۰۲۳ در نشریات علمی معتبر داخل و خارج بررسی و پس از ارزیابی چکیده ای از آنها مطرح شده است. هالو و همکاران چارچوبی را برای نشان دادن پتانسیل بلاک چین برای اتوماسیون پرداخت های ساخت و ساز پیشنهاد کرد (Luo و همکاران، ۲۰۱۹). حجازی و همکاران مزایا و محدودیت های ادغام بلاک چین با BIM را برای فعال کردن یک منبع حقیقت مورد بحث قرار داد (Hijazi و همکاران، ۲۰۱۹). لی و کاسم نتایج مصاحبه های نیمه ساختاریافته را برای کشف پتانسیل ها و چالش های بلاک چین و قراردادهای هوشمند در صنعت ساخت و ساز گزارش کردند که در آن تصویب مقررات مالی جدید به عنوان عاملی برای غلبه بر اجرای پرداخت های رمزنگاری قرارداد هوشمند شناسایی می شود (Li و همکاران، ۲۰۱۹). شجاعی و همکاران یک مدل اجرای قرارداد هوشمند برای ادغام BIM و بلاک چین ارائه کرد (Shojaei و همکاران، ۲۰۱۹). هونهوچ و هال موارد

کدگذاری دامنه تحلیل می شوند. هشت حوزه تحقیقاتی شناسایی شده‌اند که سه حوزه بسیار مورد بررسی قرار داد و پرداخت، زنجیره تامین و تدارکات و مدیریت اطلاعات هستند. ادغام قراردادهای هوشمند با سایر مفاهیم نوآورانه و فناوری های پیشرفته مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. همچنین در این مقاله کاربرد، مزایا و چالش های برنامه های کاربردی قرارداد هوشمند در مورد حوزه های مختلف تحقیقاتی مورد بحث قرار می گیرد. Shang و همکاران (۲۰۲۳) بیان نمودند صنعت ساختمان به دوراهی پیشرفت سریع فناوری رسیده است. در حالی که پیش بینی می شود ظهور فناوری های جدید ساخت و ساز آینده صنعت ساخت و ساز را مختل کند، چنین اختلالاتی اغلب محیط ایده آلی را برای نوآوری ایجاد می کند. از آنجایی که شیوه های پرداخت ضعیف همچنان صنعت ساخت و ساز را آزار می دهد، ظهور قراردادهای هوشمند فرصتی برای اصلاح نقص های ذاتی در کاهش مشکلات پرداخت در قراردادهای ساخت و ساز سنتی ایجاد کرده است. با توجه به مقاومت ذاتی شرکت های ساختمانی در برابر چنین تغییرات انقلابی، هدف این مطالعه درک عوامل مختلف موثر بر پذیرش قراردادهای هوشمند در صنعت ساخت و ساز سنکاپور است. Rathnayake و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیق خود یافته های کلیدی از یک مرور ادبیات سیستماتیک (SLR) در زمینه قراردادهای هوشمند SCs در صنعت ساخت و ساز را ارائه کرده و به طور انتقادی مطالعات موجود در مورد این موضوع را ارزیابی می کند. این مطالعه در ابتدا شامل ۱۷۱ مقاله تحقیقاتی برای فرآیند SLR بود و از این تعداد ۴۹ مقاله تحقیقاتی پس از خواندن چکیده آنها برای تجزیه و تحلیل بیشتر فیلتر شدند. در مجموع ۳۰ مقاله در نهایت پس از خواندن متن کامل برای SLR فیلتر شدند. برای تجزیه و تحلیل یافته های متن کامل از روش توصیفی و تحلیل محتوا استفاده شد. این مطالعه با استفاده از نرم افزار Visualization of Similarities (VoS) Viewer، مواد کتاب شناختی را به صورت گرافیکی ترسیم کرد. طبق یافته ها، این موضوع بیشتر در آسیا و اقیانوسیه به عنوان یک منطقه و چین به عنوان یک کشور مورد تحقیق قرار گرفته است. اشاره شد که مقالات تجربی بیشتری نسبت به مطالعات نظری مربوط به SC وجود دارد که نشان دهنده ارتباط صنعت موضوع است. در مجموع ۵۵ درصد از مقالات بررسی شده در مجلات با رتبه Q۱ منتشر شده است. کاهش خطرات مشتریان، وضوح در مسئولیت و تخصیص ریسک، در حالی که موانع کلیدی شامل نامنی، مشاهده پذیری محدود، ناسازگاری، همکاری غیرفعال

همچنین با چالش هایی مانند محدودیت در ظرفیت ذخیره سازی، قابلیت همکاری، قابلیت اطمینان داده ها و محرمانه بودن همراه هستند (Greenwood و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به مزایا و چالش های ذکر شده قراردادهای هوشمند در بخش ساخت و ساز، پذیرش آنها در مرحله ابتدایی خود باقی مانده است و به طور گسترده اعتقاد بر این است که راه طولانی در پیش است تا طرف های مختلف درگیر در مورد مزایای حاصل از یک قرارداد هوشمند متقاعد شوند (Cardeira، ۲۰۱۵). در تحقیقات صنعت ساخت و ساز، چندین مطالعه از چارچوب TOE در مطالعه تدارکات الکترونیکی و پیاده سازی BIM و در ارزیابی پیچیدگی پروژه انجام شده است. مطالعات فوق، بینش های ارزشمند ارائه شده توسط چارچوب TOE را برای درک پذیرش نوآوری های تکنولوژیکی در زمینه ها و صنایع مختلف نشان می دهد. با پیروی از چارچوب TOE، ما یک مدل مبتنی بر ادراک را پیشنهاد می کنیم که فرض می کند درجه ای که یک سازمان ساخت و ساز تصمیم به اتخاذ و اجرای یک قرارداد هوشمند می کند تحت تأثیر سه گروه اصلی عوامل تعیین کننده است: عوامل فنی، سازمانی و محیطی. این سه شاخه را در رابطه با عواملی که مربوط به صنعت ساخت و ساز میشوند مورد مکاشفه قرار می دهیم تا اصولی قطعی برای تحقیقمان ایجاد شود (Acosta، ۲۰۱۶). Sonmez و همکاران (۲۰۲۲) بیان کردند که در سال های اخیر روش های پرداخت پیشرفت مبتنی بر بلاک چین برای بهبود فرآیند پرداخت سنتی در پروژه های ساختمانی پیشنهاد شده است. نتایج یک نظرسنجی از متخصصان ساخت و ساز در این تحقیق نشان داد که سیستم پیشنهادی دارای پتانسیل قابل توجهی برای بهبود روش پرداخت سنتی از طریق تسریع در روند و با کاهش مستعد کردن پرداخت های پیشرفت به اختلاف، به ویژه برای پروژه های با مبلغ مقطوع است. نتایج همچنین نشان دهنده پتانسیل تحقیقات آینده در مورد سیستم های قرارداد هوشمند یکپارچه BIM برای تسریع پذیرش BIM و فن آوری های قرارداد هوشمند برای مدیریت پرداخت پیشرفت در بخش ساخت و ساز است. Zeng و König (۲۰۲۲) بیان کردند که توسعه تحول دیجیتال در صنعت ساخت و ساز منجر به پذیرش روزافزون قراردادهای هوشمند شده است. بنابراین، مطالعه آنها یک بررسی سیستماتیک بر اساس ۸۱ مقاله تحقیقاتی منتشر شده از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۱ در مورد برنامه های کاربردی قرارداد هوشمند در ساخت و ساز انجام می دهد تا پتانسیل های آنها را تحت الزامات دامنه خاص بررسی و برجسته کند. نتایج بر اساس دسته بندی نوع تحقیق و

ای از آنها مطرح شده است. استاشرافیان (۱۴۰۰) مطالعه خود را با هدف تشریح جایگاه و اهمیت فناوری های بلاکچین و قرارداد هوشمند در مسیر توسعه ملی انجام داد. روش جمع آوری داده ها در این مطالعه روش اسنادی است که مطالعه مقالات و گزارش های بین المللی طی دو سال اخیر را شامل می گردد. بر اساس تحلیل ارائه گردیده در این مقاله قرارداد هوشمند بعنوان دروازه تحول و دستیابی به یک الگوی توسعه اقتصادی برای کشور محسوب می گردد که می تواند به عامل مزیت سازمانی مبدل گردد و در این بین سیستم بانکی کشور پیشران این تحول می تواند قلمداد گردد. جمشیدی و همکاران (۱۴۰۱) تحقیق خود را در جهت بررسی چالش های اجرای قراردادهوشمند به طراحی یک پلتفرم برای شرکت توزیع نیروی برق استان چهارمحال و بختیاری جهت استفاده از قراردادهای هوشمند انجام دادند. یاورزاده و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه خود که با بررسی کتابخانه ای صورت گرفته، چارچوبی را به عنوان قراردادهای مدلسازی اطلاعات ساختمان، تبادل داده مبتنی بر کانتینر و گردش کار مدیریت قرارداد دیجیتال نامیده می شود، توصیف می کند و همچنین در مورد الزامات خاص صنعت برای بلاکچین و ذخیره سازی داده بحث می کند. پورقاسمی و شاکری (۱۴۰۱) به این نتیجه رسیدند که قراردادهای هوشمند در صنعت احداث می توان به مدیریت اطلاعات، پرداخت ها، تدارکات، مدیریت زنجیره تامین، تحویل اقلام و مدیریت ساخت و ساز و حل اختلاف کارائی داشته باشند. در حقیقت دفترکل توزیع شده (DLT) و قراردادهای هوشمند، به عنوان مکملی برای فناوری های دیگری همچون مدیریت اطلاعات ساختمان (BIM)، اینترنت اشیا (IOT) و محاسبات ابری شناخته می شوند. از مزایای قراردادهای هوشمند می توان به شفافیت در پرداخت، محافظت از تاریخچه پرداخت ها و مهیا نمودن بستری امن جهت دسترسی به اطلاعات اشاره نمود. نتایج نشان می دهد که بلاک چین یک سیستم حیاتی برای کنترل قراردادهای پروژه های ساخت و ساز است که به دلیل خودکار کردن نتایج هر تراکنش و حفظ یک سابقه غیرقابل دستکاری پیشرفت پروژه، در هر نوع حل اختلاف ارزشمند است. یزدی و همکاران (۱۴۰۰) پژوهش خود را با هدف بررسی و مطالعه بکارگیری قراردادهای هوشمند در پروژه های عمرانی شهر کربلا انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد که در ابعاد مختلفی از جمله اقتصادی، اجرایی، حقوقی، مدیریتی و فنی، قراردادهای هوشمند پتانسیل و کاربرد پیاده سازی در پروژه عمرانی شهر کربلا را دارند. همچنین، وضعیت مولفه های موثر در بکارگیری قراردادهای هوشمند در پروژه عمرانی صحن حضرت زینب (س) شهر

دولت و ظرفیت ذخیره سازی محدود است. استراتژی های کلیدی برای افزایش کاربرد SC در ساخت و ساز شامل یکپارچه سازی قضایای اثبات اجرای نمادین، استفاده از روش شفافیت انتخابی و سیستم صندوق قفل، آزمایش ادغام SC با سایر سیستم ها در مرحله اولیه، ترکیب مکانیزم های اجماع نیمه خودکار برای پرداخت ها، ساخت و ساز مکانیزمی برای تعامل فعال با نهادهای دولتی و غیره. Nalioğlu و همکاران (۲۰۲۳) مطالعه خود را تحلیل اثرات احتمالی قراردادهای هوشمند بر مدیریت ادعای ساخت و ساز برشمردند. یک تحلیل ادبیات ساختاری برای تعیین مزایایی که قراردادهای هوشمند ممکن است در این زمینه ارائه دهند، انجام شد. یافته های مطالعه نشان می دهد که قراردادهای هوشمند ممکن است مزایای قابل توجهی در فرآیند مدیریت ادعا داشته باشند که از آن جمله می توان یکپارچگی ثبت، حذف بوروکراسی غیر ضروری، قابلیت اطمینان اسناد، کاهش هزینه های مبادله و افزایش شفافیت را نام برد. Wu و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه خود، در مرحله اول، یک چارچوب BBSC، شامل سه فرآیند (الف) شروع و پیکربندی، (ب) انجماد پرداخت، و (ج) برنامه پرداخت، توسعه یافته است. در مرحله بعد، بر اساس چارچوب، معماری سیستم BBSC، شامل سه لایه (۱) زیرساخت به عنوان سرویس (JaaS)، (۲) زنجیره بلاک به عنوان یک سرویس (BaaS)، و (۳) نرم افزار به عنوان یک سرویس (SaaS) پیشنهاد و شرح دادند. در نهایت، بر اساس معماری سیستم، یک سیستم نمونه اولیه BBSC با استفاده از یک پروژه ساخت و ساز مدولار واقعی به عنوان مطالعه موردی توسعه یافته است. مشخص شد که سیستم نمونه اولیه می تواند اطمینان و کارایی پرداخت پیشرفت را بهبود بخشد و در نتیجه امکان پرداخت هوشمند در معاملات ساخت و ساز را فراهم می کند. بدون حمایت از تغییرات اساسی (به عنوان مثال، روابط قراردادی یا نقش واسطه بانک ها در پروژه های ساختمانی مدرن)، نمونه اولیه را می توان به یک سیستم BBSC واقعی توسعه داد که می تواند سازگار با پیشرفت های فعلی در این زمینه کار کند. کارهای آینده برای تنظیم دقیق یافته ها و ترجمه و پیاده سازی آنها در برنامه های کاربردی واقعی توصیه می شود.

### ۳-۲-۲ پیشینه داخلی

در این بخش، اطلاعات مربوط به مقالات مختلف در زمینه قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز با کلیدواژه های قراردادهای هوشمند، پروژه های ساخت و ساز و مدیریت پروژه از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۴۰۱ در نشریات علمی معتبر داخل و خارج بررسی و پس از ارزیابی چکیده

قالب بخش‌های محاسبه اندازه اثر و آزمون معناداری اندازه اثر هر فرضیه صورت گرفته است. با این حال، اساس اصلی رویکرد فراتحلیل مبتنی بر اندازه اثر است. اندازه یا بزرگی اثر مهمترین و معروفترین اصطلاح مورد استفاده در روش فراتحلیل است (رزنتال و دیمیتو، ۲۰۰۱، ص ۱۱۲). بر اساس علم فراگیر آماری، اندازه اثر عبارت است از نسبت آزمون معناداری به حجم مطالعه (حجم نمونه مورد بررسی). این مفهوم توسط کوهن (۱۹۹۸) معرفی و بر اهمیت استفاده از آن تأکید شده است. کوهن تنها تمرکز روی سطح معناداری برای رد یا تأیید فرضیه را ناکافی قلمداد کرد و معتقد بود که افزون بر سطح معناداری، باید به اندازه اثر نیز در رد یا تأیید فرضیه توجه کرد. در فراتحلیل با داشتن مقادیر میانگین، واریانس و انحراف معیار گروه‌ها، قادر به محاسبه اندازه اثر بوده، اما رایجترین آماره‌ها در این زمینه پارامترهای  $d$  و  $r$  هستند که  $d$  برای تفاوت‌های گروهی و  $r$  برای مطالعات همبستگی به کار می‌روند. از آنجا که در تحقیق حاضر به وجود ارتباط و همبستگی بین عوامل قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز نیاز است، از آماره  $r$  استفاده خواهد شد. اگر در تحقیقی از آزمونهای  $t$  و  $F$  استفاده شده باشد، می‌توان اندازه اثر آنها را طبق فرمول زیر محاسبه کرد:

$$(۱) \quad r = \sqrt{\frac{x^2}{n}}, \quad r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2+df}}, \quad r = \sqrt{\frac{F}{F+df}}$$

در تحقیق حاضر از شاخص  $r$  برای اندازه اثر استفاده شد که این اندازه اثرها همراه با معنادار بودن یا نبودن هر یک، در ادامه گزارش می‌شود. در جدول ۱ اندازه اثر عوامل و مزایای اصلی بهره‌مندی از قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز با بهره‌مندی از فرمول (۱) محاسبه و نتایج آن ارائه شده است.

کربلا نیز مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. موحد و عبدیزدان (۱۴۰۰) در مقاله خود به بررسی برنامه‌های جامع بلاک چین و بهبود آینده پرداخته می‌شود و به طور تجربی اثرات آن پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که ترخیص گمرکی و مدیریت، دیجیتالی کردن و تسهیل تشریفات اداری، استانداردسازی و توسعه پلت فرم به طور مثبت بر استفاده تأثیر می‌گذارد. به طور خاص، در این مقاله، دیجیتالی سازی مبتنی بر بلاک چین حملو نقل دریایی نیز به بهبود مسیرهای آینده در فناوری بلاک چین اشاره شده است. قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاک چین نیز میتوانند معماری کاری تقریباً تمام صنایع را به سمت استانداردهای خدماتی بالا تغییر دهند. فن آوری که اخیراً به یکی از امیدبخش‌ترین فناوری‌ها تبدیل شده و دارای مزیت بالقوهای برای بررسی و کنترل ریسکهای زنجیره تامین است به بررسی به تجزیه و تحلیل پتانسیل بزرگاستفاده از فناوری‌های بلاک چین در صنعت خودرو با تأکید بر ویژگی‌های امنیت سایبری نیز می‌پردازد.

### ۳- روش تحقیق

این پژوهش از نوع تحقیقات اسنادی است و به دلیل به کارگیری روش فراتحلیل و با توجه به ماهیت داده‌ها در زمره پژوهش‌های کمی مروری قرار می‌گیرد. در مطالعه حاضر، به منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز برای فراتحلیل از یک فرم کدگذاری که معادل پرسشنامه یا فرم مصاحبه در انواع دیگر پژوهش‌هاست، استفاده شده است. بنابراین، جامعه آماری پژوهش مقاله‌های انجام گرفته درباره قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز است. به این منظور از پژوهش‌های منتشرشده در نشریات علمی پژوهشی داخل کشور بهره‌گیری شده است. اطلاعات مربوط به مقالات مختلف در زمینه قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز و ارتباط آن با بافت فرسوده از سال ۲۰۱۵ تا سال ۲۰۲۳ در نشریات علمی معتبر داخل و خارج به چاپ رسیده بود بررسی و پس از ارزیابی اولیه مقاله‌ها، مطابق فرایندهای مقدماتی فراتحلیل، پژوهش‌هایی که متغیر مستقل یا متغیر میانجی آنها قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز بود، از میان آنها انتخاب شدند. در این میان از آن دسته از مقالات کیفی که شاخص‌های کمی را دارا نبودند و همچنین مقاله‌هایی که شاخص‌های آنها برای به دست آوردن اندازه اثر کافی نبود حذف شدند. در نهایت ۱۴ مقاله به عنوان مقاله‌هایی که شرایط ورود برای فراتحلیل را داشتند، انتخاب شدند. با توجه به اصول مربوط به روش فراتحلیل، تجزیه و تحلیل داده‌ها در

جدول ۱. نتایج بدست آمده از تحقیقات مختلف در زمینه مزایای بهره مندی از سیستم قراردادهای هوشمند در عرصه ساخت و ساز

ردیف	نویسندگان	علل تحقق	X <sup>۲</sup>	df	مقدار t	SWOT	اندازه اثر	سطح معنادرای	نتیجه	
۱	Sonmez (۲۰۲۲)	بهبود روش پرداخت		۱۹۱	۳۱.۵		۰.۹۱۸	۰.۰۰۱	تائید	
		تسریع در روند مالی		۱۹۱	۵.۹۴		۰.۴۰۱	۰.۰۰۱	تائید	
		مدیریت پرداخت پیشرفته		۱۹۱	۱۳.۵۶		۰.۷۰۷	۰.۰۰۱	تائید	
۲	Zeng و Konig (۲۰۲۲)	زنجیره تامین بهتر		۲۳۳	۸.۶۲		۰.۴۷۹	۰.۰۰۱	تائید	
		تسهیل تدارکات		۲۳۳	۱۶.۳۸		۰.۷۲	۰.۰۰۱	تائید	
		مدیریت اطلاعات		۲۳۳	۳۱.۶۲		۰.۸۹۵	۰.۰۰۱	تائید	
۳	Shang و همکاران (۲۰۲۳)	کاهش مشکلات پرداخت	۱۴.۸۹	۲۹			۰.۲۵۲	۰.۰۰۳	تائید	
		مدیریت تدارکات	۷۵.۵۳	۲۹			۰.۲۸۲	۰.۰۰۳	تائید	
۴	Rathnayake و همکاران (۲۰۲۲)	کاهش خطرات مشتریان		۱۶۱	۱۸.۶۲		۰.۸۵۷	۰.۰۰۱	تائید	
		وضوح در مسئولیت		۱۶۱	۵۱.۶۱		۰.۹۷۷	۰.۰۰۱	تائید	
		تخصیص ریسک		۱۶۱	۳۲.۱۵		۰.۹۴۵	۰.۰۰۱	تائید	
۵	Nalioglu و همکاران (۲۰۲۳)	یکپارچگی ثبت		۲۵۲	۶۲.۳۱		۰.۹۵۵	۰.۰۰۱	تائید	
		حذف بوروکراسی		۲۵۲	۵.۹۵		۰.۲۹۴	۰.۰۰۱	تائید	
		کاهش هزینه‌های مبادله		۲۵۲	۱۸.۳۳		۰.۶۸۸	۰.۰۰۱	تائید	
		افزایش شفافیت مالی		۲۵۲	۲۹.۵		۰.۸۳۷	۰.۰۰۱	تائید	
۶	Wu . و همکاران (۲۰۲۲)	روابط قراردادی		۱۴۹	۳۲.۲		۰.۸۵	۰.۰۰۲۵	تائید	
		سازگار با پیشرفت های فعلی		۱۴۹	۴.۶		۰.۲۲۴	۰.۰۰۲۵	تائید	
		حذف واسطه		۱۴۹	۱۴.۵		۰.۵۸۷	۰.۰۰۲۵	تائید	
۷	پورقاسمی و شاکری (۱۴۰۱)	شفافیت در پرداخت		۱۸۰	۵۲.۹۶		۰.۹۶۹	۰.۰۰۱	تائید	
		محافظت از تاریخچه پرداخت ها		۱۸۰	۵۸.۳		۰.۹۷۵	۰.۰۰۱	تائید	
		بستری امن جهت دسترسی به اطلاعات		۱۸۰	۳۲.۴		۰.۹۲۴	۰.۰۰۱	تائید	
۸	یزدی و همکاران (۱۴۰۰)	اقتصادی		۲۴۹		۰.۳۷	۰.۳۹۵	۰.۰۰۱	تائید	
		اجرایی		۲۴۹		۰.۴۷	۰.۴۱۸	۰.۰۰۱	تائید	
		مدیریتی								
		حقوقی		۲۴۹		۰.۵۱	۰.۶۳۱	۰.۰۰۱	تائید	
۹	موحد و عبدیزدان (۱۴۰۰)	تسهیل تشریفات اداری		۶۴	۱۵.۶۲		۰.۹۷۲	۰.۰۰۱	تائید	
		دیجیتالی کردن		۶۴	۴۵.۹۶		۰.۹۹۷	۰.۰۰۱	تائید	
		کنترل ریسکهای زنجیره تامین		۶۴	۵۱.۳۸		۰.۹۹۷	۰.۰۰۱	تائید	
۱۰	Raskin, ۲۰۱۷	امنیت پرداخت		۱۹۲	۱۲.۶۲		۰.۶۷۳	۰.۰۰۱	تائید	
		مدیریت قرارداد		۱۹۲	۳.۸۵		۰.۲۶۸	۰.۰۰۱	تائید	
۱۱	Hunhevicz	افزایش قابلیت ردیابی		۳۶۵	۲.۶۱۵		۰.۱۳۶	۰.۰۰۱	تائید	



	۲۰۲۰	پرداخت های رمزنگاری	۳۶۵	۷.۲۶۷		۰.۳۵۶	۰.۰۰۱	تائید
		سرزندگی و شادابی	۳۶۵	۶.۲۴۸		۰.۳۱۱	۰.۰۰۱	تائید
۱۲	همکاران، Badi و ۲۰۲۰	حمایت مدیریت ارشد	۳۸۲	۱۱.۶۲		۰.۵۱۱	۰.۰۰۱	تائید
		مشاهده پذیری	۳۸۲	۳۵.۶۲		۰.۸۷۷	۰.۰۰۱	تائید
		مزیت رقابتی	۳۸۲	۴۱.۳۹		۰.۹۰۴	۰.۰۰۱	تائید
		اعتماد شرکای زنجیره تامین	۳۸۲	۲۹.۶۲		۰.۸۳۵	۰.۰۰۱	تائید
۱۳	Kinnaird، ۲۰۱۷	تسهیل بررسی صورت حساب ها	۲۵۰		۰.۰۴۶	۰.۴۲۳	۰.۰۰۵	تائید
		کاهش فرآیندهای اداری	۲۵۰		۰.۰۴۵	۰.۵۱۲	۰.۰۰۵	تائید
		حذف واسطه ها	۱۸۳		۰.۰۳۶	۰.۳۹۸	۰.۰۰۵	تائید
۱۴	همکاران، Greenwood و ۲۰۱۹	ظرفیت ذخیره سازی	۱۲۵	۲.۶۱۵		۰.۱۳۶	۰.۰۰۱	تائید
		قابلیت همکاری	۱۲۵	۷.۲۶۷		۰.۳۵۶	۰.۰۰۱	تائید
		قابلیت اطمینان داده	۱۲۵	۶.۲۴۸		۰.۳۱۱	۰.۰۰۱	تائید
		محرمانه بودن اطلاعات	۱۲۵		۰.۰۴۷	۰.۴۱۸	۰.۰۰۱	تائید

مطالعه به طور معنادار تکرار شده باشند. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود، تمامی فرضیه هایی که در جدول ۲ ذکر شده اند، فرضیه هایی به شمار می روند که اندازه اثری معنادار دارند.

#### ۴- نتایج

در روش فراتحلیل حداقل تعداد مطالعه های لازم برای آزمون یک فرضیه  $\circ$  مطالعه معنادار است. از این رو فرضیه هایی برای بررسی انتخاب خواهند شد که حداقل در  $\circ$

جدول ۲. بررسی وضعیت متغیرهای مستقل مطالعه در تحقیقات استخراج شده در زمینه عوامل تحقق قراردادهای هوشمند در ساخت و ساز

متغیر	مدیریت منسجم	فرآیندهای مالی	محرمیت اطلاعات	افزایش	ارتقای زنجیره تامین
تعداد مقالاتی که در آنها متغیرها به عنوان عاملی موثر در تحقیق قراردادهای هوشمند تعیین گردیده اند.	۶	۸	۵	۵	۷

- محرمیت اطلاعات در امور پروژه ای از علل اصلی بهره مندی از سیستم های قراردادی هوشمند در ساخت و ساز است.
  - افزایش رقابت در امور پروژه ای از علل اصلی بهره مندی از سیستم های قراردادی هوشمند در ساخت و ساز است.
  - ارتقای زنجیره تامین در امور پروژه ای از علل اصلی بهره مندی از سیستم های قراردادی هوشمند در ساخت و ساز است.
- با توجه به مقالات گردآوری شده در مورد عامل مدیریت منسجم به عنوان یکی از علل اصلی بهره مندی از سیستم های قراردادی هوشمند در ساخت و ساز، اندازه اثرهای مربوط به این عامل در هر یک از مقالات بر اساس آزمون t مورد ارزیابی قرار داده شده تا معناداری آن در جامعه تحقیق (مقالات استخراج شده) بررسی گردد. جدول ۳

پس از تعیین تعداد تکرار هر یک از متغیرهای مستقل تحقیق در مطالعات پیشین جمع آوری شده، در این بخش به بررسی و ارزیابی معناداری اندازه اثر هر یک از عوامل و فاکتورهای اصلی تحقق قراردادهای هوشمند در ساخت و ساز پرداخته می شود. برای این منظور از آزمون آماری t در نرم افزار SPSS استفاده شده است. بر این اساس، به ترتیب می توان فرضیات پژوهش زیر را مطرح ساخت:

- مدیریت منسجم امور پروژه ای از علل اصلی بهره مندی از سیستم های قراردادی هوشمند در ساخت و ساز است.
- فرآیندهای مالی در امور پروژه ای از علل اصلی بهره مندی از سیستم های قراردادی هوشمند در ساخت و ساز است.

است. در جدول ۳ مشاهده می شود که میانگین اندازه اثر فرآیندهای مالی با مقدار ۰.۳۵۶ در جهت بهره مندی از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه های ساخت و ساز در جامعه آماری معنادار است. آماره t برای عوامل محرمت اطلاعات، افزایش رقابت و ارتقای زنجیره تامین پروژه به ترتیب ۰.۲۱۹، ۰.۴۰۶ و ۰.۳۲۱ بدست آمده اند که هر سه این عوامل استفاده از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه های ساخت و ساز در جامعه آماری مطالعه شده معنادار می باشند ( $P < 0,05$ ).

جدول ۳. پارامترهای آماری بدست آمده از آزمون t برای اندازه اثر مزایای اصلی استخراج شده در استفاده از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه های ساخت و ساز

عامل	آماره	بازه اطمینان			خطای استاندارد	انحراف معیار	میانگین	معناداری
		حد بالایی	حد پایینی	درجه آزادی				
مدیریت منسجم	۰.۵۳۶	۰.۱۱۵	۰.۲۸۴	۰.۷۸۸	۰.۴۱۷	۰.۱۱۵	۰.۰۰۰	
فرآیندهای مالی	۰.۳۵۶	۰.۱۱۵	۰.۱۰۴	۰.۶۰۸	۰.۴۱۷	۰.۱۱۵	۰.۰۱۰	
محرمت اطلاعات	۰.۲۱۹	۰.۰۹۰	۰.۰۲۳	۰.۴۱۶	۰.۳۲۵	۰.۰۹۰	۰.۰۳۱	
افزایش رقابت مدیریتی	۰.۴۰۶	۰.۱۱۸	۰.۱۴۸	۰.۶۶۴	۰.۴۲۶	۰.۱۱۸	۰.۰۰۵	
ارتقای زنجیره تامین	۰.۳۲۱	۰.۱۲۱	۰.۰۵۶	۰.۵۸۶	۰.۴۲۸	۰.۱۲۱	۰.۰۲۱	

تاخیر یا عدم پرداخت یکی از مشکلات رایج در صنعت ساختمان است. از طرفی، امروزه بلاک چین یک تکنولوژی بسیار امیدبخش برای حوزه های مختلف شناخته می شود و روز به روز به شکلی متفاوت مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر این، داشتن یک سیستم مدیریت منسجم در حوزه قراردادهای همراه با اطلاعات یکپارچه که بتوان با استفاده از آن به تامین نیروی کار و تدارکات و منابع یک پروژه پرداخت نیز اهمیت زیادی دارد. یکی از مهمترین دستاوردهای بلاک چین تکنولوژی قراردادهای هوشمند است که باعث شد بلاک چین از حوزه رمزارزها فراتر رفته و بتوان از امنیت، شفافیت و غیرمتمرکز بودن بلاکچین برای اهداف دیگر نیز استفاده کرد (Sonmez و همکاران، ۲۰۲۲). زنجیره تامین یکی از حوزه هایی است که بلاک چین و قراردادهای هوشمند می توانند به جدیت نقش مثبتی در آن ایفا کرده و مورد استفاده قرار گیرند. امروزه با گسترش صنعت و مدرن شدن زنجیره های تامین و از طرف دیگر نیازهای اساسی و مورد اهمیت از جمله سرعت و کیفیت خدمات، بهداشت محصولات، جلوگیری از محصولات تقلبی و دیگر چالش ها نیاز به سیستمی یکپارچه و با امنیت و شفافیت بالا احساس می شود (مالکی و همکاران، ۱۴۰۰). بنابراین نیاز خواهد بود تا اهمیت استفاده از قراردادهای هوشمند و موانع استفاده از این قراردادهای مورد بررسی قرار گیرد و راهکاری جهت رواج آن در پروژه های ساخت و ساز کشور را ارائه داد. از طرفی همانطور که اشاره شد، بلاک چین روشی برای اجماع

ارائه دهنده نتایج بدست آمده از تحلیل اندازه اثر مقالات در زمینه عامل مدیریت منسجم است. نتایج بدست آمده در جدول ۳ نشان دهنده آن هستند که میانگین اندازه اثر مدیریت منسجم با مقدار ۰.۵۳۶ در جهت بهره مندی از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه های ساخت و ساز در جامعه آماری معنادار است ( $P < 0,05$ ). در ادامه آماره t مربوط به عامل فرآیندهای مالی منسجم به عنوان یکی از علل اصلی بهره مندی از سیستم های قراردادی هوشمند در ساخت و ساز، اندازه اثرهای مربوط به این عامل در هر یک از مقالات بر اساس آزمون t مورد ارزیابی قرار داده شده

بنابراین، می توان مشاهده کرد که میانگین اندازه اثرهای بدست آمده برای پنج فاکتور مربوط به بهره مندی از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه های ساخت و ساز در جامعه تحقیق معنادار هستند. این بدان معناست که تمامی ۵ فرضیه توسعه داده شده در ابتدای این بخش مورد تأیید قرار گرفته اند. شکل ۱ به مقایسه مقادیر بدست آمده برای میانگین اندازه اثر برای پارامترهای مختلف و موثر در زمینه قراردادهای هوشمند می پردازد. همانطور که در شکل مشخص است بررسی اندازه اثرهای مربوط به فاکتورهای مختلف ارزیابی شده در فراتحلیل حاضر نشان می دهد که مزایای مربوط به مدیریت منسجم پروژه ساخت و ساز، بیشترین نمره در زمینه بهره مندی از سیستم قراردادهای هوشمند در ساخت و ساز را داراست.



شکل ۱. میانگین نمره بدست آمده برای اندازه اثر مزایای اصلی استخراج شده در استفاده از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه های ساخت و ساز

۵- نتیجه گیری

اختیار همه است و کاربران می‌توانند در قراردادهای هوشمند جدید خود از قراردادهای قدیمی استفاده کنند. این مساله باعث افزایش شدید سرعت رشد قراردادها در بلاک چین می‌شود.

- فرآیندهای مالی: با استفاده از قرارداد هوشمند برای انجام معاملات پروژه ای بخصوص در عرصه ساخت و ساز، دیگر نیازی به پرداخت هزینه به دفاتر اسناد رسمی، بنگاه‌های معاملات ملکی و هر نوع واسطه‌ی دیگر نخواهد بود می‌توان با بهره مندی از آنها بسیاری از تراکنش‌ها و فرآیندهای مالی را در زمان مقرر و بدون تاخیر انجام داد. امضای قراردادهای سنتی یک فرآیند دستی است در حالی که امضای قراردادهای هوشمند توسط کیف پول‌های ارز دیجیتال انجام می‌شود و امنیت امضای دیجیتال نیز توسط تکنیک‌های رمزنگاری تامین می‌شود.

- ارتقای زنجیره تامین: با وقوع امواج تغییرات جهانی در عرصه‌های تجاری، اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی، سیاسی، بازاریابی و فناوری، ناگزیر مدیریت زنجیره تامین کالاها نیز مستلزم ارائه مدل‌هایی مبتنی بر این تغییرات است. لذا بهبود در عملکرد زنجیره تامین به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های مدیران مطرح است و آنها را در تکاپوی دائم برای شناسایی روش‌هایی برای بهبود عملکرد زنجیره تامینشان قرار می‌دهد. بنابراین تمرکز بر فناوری جدید و شناسایی ابعاد و مشخصه‌های آنها، به عنوان یکی از راهکارهایی است که می‌تواند به حل چالش بهبود عملکرد زنجیره‌های تامین کمک نماید. فناوری بلاکچین یکی از این فناوری‌های نوظهور است که با توجه به ویژگی‌های کلیدی مانند جعل ناپذیری، ردیابی، غیر قابل تغییر بودن اطلاعات، تمرکز زدایی، شفافیت و سایر شاخصه‌ها گزینه مناسبی برای این امر خواهد بود.

- محریمیت اطلاعات: استفاده از سیستم رمزنگاری و اجرای در یک بستر غیرمتمرکز و توزیع شده، احتمال تقلب، گم شدن و

غیرمتمرکز است که برای ثبت تراکنش‌ها در یک شبکه هم‌تا به هم‌تا از رایانه‌ها پیشنهاد شده است. بلاک چین در ابتدا برای بیت کوین (یک ارز دیجیتال غیرمتمرکز یا به عنوان ارز رمزنگاری شده) معرفی شد، اما سپس به سایر برنامه‌های غیرمتمرکز تبدیل شد. مانند قراردادهای هوشمند (Alharby, 2017). قرارداد هوشمند یک پروتکل کامپیوتری است که پیاده‌سازی آن از طریق یک کد اجرایی که روی بلاک چین اجرا می‌شود، خودکار می‌شود. قراردادهای هوشمند طبق شرایط توافق شده بر اشیاء فیزیکی یا دیجیتالی کنترل دارند (Raskin, 2017). پتانسیل قراردادهای هوشمند برای مدیریت قرارداد از جمله قابلیت آنها برای امنیت پرداخت در تحقیقات ذیل ذکر شده است (Liu, 2019; Cardeira, 2015).

بر اساس مطالعات انجام شده، و مرور ادبیات تحقیق و فراتحلیل انجام شده در ارتباط با استفاده از سیستم قراردادهای هوشمند پروژه‌های ساخت و ساز، می‌توان نتایج زیر را ارائه داد:

- مدیریت منسجم: اصلی‌ترین جنبه بهره مندی از قراردادهای هوشمند قابلیت مدیریت منسجم در آنها بود. از آنجا که این دسته از قراردادها دارای نسخه الکترونیکی بوده و بسیاری از مفاد آنها بدون تغییر می‌باشد، و جابه‌جایی، انتقال و ارسال آنها بسیار آسان‌تر از قراردادهای سنتی مدیریت قراردادی در پروژه‌ها را تسهیل و بسیار یکپارچه می‌نمایند.

- افزایش رقابت: طیف گسترده‌ای از قراردادهای هوشمند قابل اجرا هستند و می‌توان با توجه به نوع پروژه ساخت و ساز یکی از آنها را انتخاب کرد. همچنین، یک قرارداد هوشمند پروژه ای، می‌تواند به خودی خود کار کند. از طرفی اجرا همراه با هر تعداد دیگر اسمارت کانترکت نیز امکان‌پذیر است. می‌توان آنها را به گونه‌ای تنظیم کرد که به یکدیگر وابسته باشند. به عنوان مثال، اجرا و به پایان رسیدن موفقیت‌آمیز یک قرارداد هوشمند می‌تواند یکی دیگر را راه‌اندازی کرده و این روال همین‌طور به صورت زنجیره‌ای ادامه پیدا کند و این مسئله بر جنبه رقابت پذیری آن می‌افزاید. در شبکه‌های بلاک چینی قراردادهای هوشمند بارگذاری شده به صورت عمومی در

همچنین، هیچ سازمان، شخص یا واحد کلاهبرداری نمی‌تواند با رشوه دادن و راه‌های غیر قانونی تاثیرات مورد نظر خود را بر روی بلاک چین اعمال کند.

فسخ یک طرفه قرارداد را از بین برده است. همچنین این قرارداد دارای سیستم رمزنگاری احتمال هک شدن قرارداد و سرقت داده‌های آن را از بین می‌برد.

منابع:

- ۱) یاورزاده، الهام و کرمانی مقدم، علی و رجایی، مهرا، ۱۴۰۱، پرداخت خودکار و مدیریت قراردادها در صنعت ساخت و ساز با همگام سازی و ادغام مدلسازی اطلاعات ساختمان و قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین، سومین کنفرانس بین المللی حقوق ساخت، تهران.
  - ۲) جمشیدی گهرویی، عباس و هاشمی، سارا، ۱۴۰۱، طراحی قراردادهای هوشمند در شبکه بلاک چین برای سیستم بازرگانی شرکت توزیع برق استان چهارمحال و بختیاری، دومین کنفرانس بین المللی مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک، تهران.
  - ۳) اشرافیان رهقی، محمدمهدی، ۱۴۰۰، قرارداد هوشمند و تحول سیستم های مالی و پولی، کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در پژوهش های مدیریت، اقتصاد و حسابداری، اصفهان.
  - ۴) مسلمان یزدی، حسنعلی و عبدالاله نعمه العمر، محمد، ۱۴۰۰، بررسی بکارگیری قرارداد های هوشمند در پروژه های عمرانی (مطالعه موردی: صحن حضرت زینب (س) شهر کربلا)، پنجمین کنفرانس بین المللی مطالعات نوین مهندسی عمران، معماری، شهرسازی و محیط زیست در قرن ۲۱، تهران.
- ۶) M. Raskin, The law and legality of smart contracts, *Georg. Law Technol. Rev.* ۳۰۵ (۲۰۱۷) ۳۰۵-۳۴۱, <https://doi.org/10.2139/ssrn.2842258>.
  - ۷) M. Alharby, A. Van Moorsel, Blockchain Based Smart Contracts : A Systematic Mapping Study, *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, (۲۰۱۷), pp. ۱۲۵-۱۴۰, <https://doi.org/10.5121/csit.2017.71011>.
  - ۸) Arcadis, ۲۰۲۰. Global Construction Disputes Report ۲۰۲۰: collaborating to achieve project excellence. Available from:
  - ۹) Rifat Sonmez, Salar Ahmadiheykhsarmast, Asli Akçamete Güngör, BIM integrated smart contract for construction project progress payment administration, *Automation in Construction*, Volume ۱۳۹, ۲۰۲۲, ۱۰۴۲۹۴ ISSN ,۰۹۲۶-۵۸۰۵ <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104294>.
  - ۱۰) Ye, X., Zeng, N. & König, M. Systematic literature review on smart contracts in the construction industry: Potentials, benefits, and challenges. *Front. Eng. Manag.* ۹, ۱۹۶-۲۱۳ (۲۰۲۲). <https://doi.org/10.1007/s42524-022-0188-2>
  - ۱۱) Shang, G., Pheng, L.S. and Zhong Xia, R.L. (۲۰۲۳), "Adoption of smart contracts in the construction industry: an institutional analysis of drivers and barriers", *Construction Innovation*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/CI-03-2022-0066>.
  - ۱۲) Rathnayake, Ishara, Gayan Wedawatta, and Algan Tezel. ۲۰۲۲. "Smart Contracts in the Construction Industry: A Systematic Review" *Buildings* ۱۲, no. ۱۲: ۲۰۸۲. <https://doi.org/10.3390/buildings12122082>
  - ۱۳) Nalioglu, V., Tokdemir, H., Artan, D. (۲۰۲۳). Possible Impacts of Smart Contracts on Construction Claim Management. In: Ilki, A., Çavunt, D., Çavunt, Y.S. (eds) *Building for the Future: Durable, Sustainable, Resilient*. fib Symposium ۲۰۲۳. Lecture Notes in Civil Engineering, vol ۳۵۰. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-32511-3\\_167](https://doi.org/10.1007/978-3-031-32511-3_167)
  - ۱۴) Wu, L., Lu, W. & Xu, J. Blockchain-based smart contract for smart payment in construction: A focus on the payment freezing and disbursement cycle. *Front. Eng. Manag.* ۹, ۱۷۷-۱۹۵ (۲۰۲۲). <https://doi.org/10.1007/s42524-021-0184-y>
  - ۱۵) A.A. Hijazi, S. Perera, A.M. Al-Ashwal, R. Neves Calheiros, Enabling a single source of truth through BIM and blockchain integration, *International Conference On Innovation, Technology, Enterprise And Entrepreneurship (ICITEE ۲۰۱۹)*, Applied Science University, Kingdom Of Bahrain, ۲۰۱۹, pp. ۳۸۵-۳۹۳.
  - ۱۶) J. Li, M. Kassem, Informing Implementation of Distributed Ledger Technology (DLT) in Construction: Interviews with Industry and Academia, *Proceedings of the ۳۶th International Conference of CIB W78*, Newcastle-upon-Tyne, UK, ۲۰۱۹, pp. ۱۶۹-۱۷۸.

- ۱۷) Shojaei, I. Flood, H.I. Moud, M. Hatami, X. Zhang, An Implementation of Smart Contracts by Integrating BIM and Blockchain, Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) ۲۰۱۹, Springer, Cham, ۲۰۱۹, pp. ۵۱۹-۵۲۷, [https://doi.org/10.1007/978-3-03-32523-7\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-03-32523-7_36).
- ۱۸) J.J. Hunhevicz, D.M. Hall, Do you need a blockchain in construction? Use case categories and decision framework for DLT design options, Adv. Eng. Informatics. ۴۵ (۲۰۲۰) ۱۰۱۰۹۴, <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101094>.
- ۱۹) Sulafa Badi, Edward Ochieng, Mohamed Nasaj & Maria Papadaki ۲۰۲۰. Technological, organisational and environmental determinants of smart contracts adoption: UK construction sector viewpoint. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1819049>
- ۲۰) Kinnaird, C. and Geipel, M. (۲۰۱۷). Blockchain technology: how the inventions behind bitcoin are enabling a network of trust for the built environment', Arup Blockchain Technology Report. Arup, London, UK. [Online]. [Accessed ۱۰ July ۲۰۲۰].
- ۲۱) Cohn, A., West, T., and Parker, C., ۲۰۱۷. Smart after all: blockchain, smart contracts, para-metric insurance, and smart energy grids. Georgetown law technology review, ۱, ۲۷۳-۳۰۴. <https://perma.cc/TYVW-Q^CX>.
- ۲۲) Mason, J., ۲۰۱۷. Intelligent contracts and the construction industry. Journal of legal affairs and dispute resolution in engineering and construction, ۹ (۳), ۰۴۵۱۷۰۱۲-۱-۰۴۵۱۷۰۱۲-۶.
- ۲۳) Li, J., Greenwood, D., and Kassem, M., ۲۰۱۹. Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases. Automation in construction, ۱۰۲, ۲۸۸-۳۰۷, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.005>
- ۲۴) Cardeira, H., ۲۰۱۵. Smart contracts and possible applications to the construction industry. Romanian construction law review, ۱ (۱), ۱-۶.
- ۲۵) Soto Acosta, P., Popa, S., and Palacios-Marques, D., ۲۰۱۶. Ebusiness, organisational innovation and firm performance in manufacturing SMEs: an empirical study in Spain.
- ۲۶) Ahmad isheykhsarmast S, Sonmez R (۲۰۲۰). A smart contract system for security of payment of construction contracts. Automation in Construction, ۱۲۰: ۱۰۳۴۰۱
- ۲۷) Gurgun A P, Koc K (۲۰۲۱). Administrative risks challenging the adoption of smart contracts in construction projects. Engineering, Construction and Architectural Management, in press, doi:<https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2020-0678>
- ۲۸) Hamledari H, Fischer M (۲۰۲۱c). Measuring the impact of blockchain and smart contract on construction supply chain visibility. Advanced Engineering Informatics, ۵۰: ۱۰۱۴۴۴
- ۲۹) Hamledari H, Fischer M (۲۰۲۱d). Role of blockchain-enabled smart contracts in automating construction progress payments. Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, ۱۳(۱): ۴۵۲۰۰۳۸
- ۳۰) Koc K, Gurgun A P (۲۰۲۰). Drivers for construction stakeholders to adopt smart contracts. Journal of Construction Engineering, Management and Innovation, ۲(۲): ۱۰۱-۱۱۲