

شناسایی عوامل کلیدی مؤثر در پیاده‌سازی بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های پزشکی: یک پژوهش آمیخته

مجتبی حاصل پور^{۱*}، محسن شفیعی نیکابادی^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پیاده‌سازی بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های پزشکی می‌تواند مدیریت داده‌های سلامت را با ارتقای امنیت و شفافیت متحول کند. هدف این پژوهش، شناسایی و سطح‌بندی عوامل کلیدی مؤثر بر پیاده‌سازی این فناوری در استارت‌آپ‌های حوزه پزشکی است.

روش بررسی: این مطالعه از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، آمیخته (کیفی-کمی) است که در دو مرحله تحلیل مضمون و مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) انجام شد. جامعه آماری شامل مدیران استارت‌آپ‌های پزشکی و اساتید دانشگاهی خبره در حوزه بلاک‌چین بود. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و پرسشنامه محقق‌ساخته گردآوری شدند.

یافته‌ها: ۱۲ عامل کلیدی شناسایی شد که بر اساس مدل ISM، متغیرهای «بهبود خدمات پزشکی» و «لجستیک آنلاین خدمات پزشکی» با کمترین وابستگی و بیشترین قدرت نفوذ، به‌عنوان محرک‌های اصلی و پیشران در بالاترین سطح مدل قرار گرفتند. در مقابل، عواملی نظیر «آموزش کاربر و پذیرش»، «یکپارچه‌سازی داده‌ها» و «شفافیت در داده‌های پزشکی» بیشترین میزان وابستگی را نشان دادند.

نتیجه‌گیری: بلاک‌چین با ارتقای امنیت و کارایی عملیاتی، تحولی بزرگ در صنعت بهداشت ایجاد می‌کند. برای موفقیت در پیاده‌سازی، سیاست‌گذاران باید بر توسعه زیرساخت‌های خدمات پزشکی و لجستیک آنلاین تمرکز کنند. این فناوری چارچوبی مستحکم برای پیشبرد سیستم‌های سلامت هوشمند و بیمارمحور فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: بلاک‌چین، استارت‌آپ‌های پزشکی، پزشکی هوشمند

پیام کلیدی: پیاده‌سازی موفق بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های پزشکی مستلزم اولویت‌دهی به بهبود خدمات درمانی و لجستیک آنلاین به‌عنوان محرک‌های اصلی است تا از طریق ایجاد شفافیت و یکپارچگی در داده‌ها، امنیت و کارایی عملیاتی در صنعت سلامت متحول گردد.

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۴/۲۵

پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۶/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۷/۱۰

ارجاع: حاصل پور مجتبی، شفیعی نیکابادی محسن. شناسایی عوامل کلیدی مؤثر در پیاده‌سازی بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های پزشکی: یک پژوهش آمیخته. مدیریت اطلاعات سلامت ۲۲: ۱۴۰۴-۱۴۱۰ (۳). ۱۳۱-۱۴۱.

مقدمه

پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های پزشکی، رویکردی تحول‌آفرین برای مقابله با چالش‌های مختلف در صنعت بهداشت و درمان، از جمله امنیت داده‌ها، قابلیت همکاری بین سیستم‌ها، و بهبود کارایی اداری محسوب می‌شود (۱). با بهره‌گیری از ماهیت غیرمتمرکز فناوری بلاک‌چین، استارت‌آپ‌های پزشکی می‌توانند امنیت داده‌های بیماران را افزایش دهند، فرآیندها را ساده‌سازی کنند، و به طور کلی مراقبت از بیماران را بهبود بخشند. این کاربرد نوآورانه از بلاک‌چین به دلیل پتانسیل آن در تغییر شیوه ارائه خدمات بهداشتی و درمانی قابل توجه است، زیرا شفافیت و اعتماد را میان ذینفعان افزایش می‌دهد و در عین حال مسائل پایدار مانند نقض داده‌ها و پرونده‌های پزشکی پراکنده را مورد توجه قرار می‌دهد (۲).

ادغام فناوری بلاک‌چین در حوزه بهداشت و درمان مزایای کلیدی به همراه دارد، از جمله بهبود قابلیت همکاری بین سیستم‌ها، ساده‌سازی فرآیندهای اداری، و افزایش توانمندسازی بیماران (۳). یکی از مزایای اصلی این فناوری، افزایش امنیت داده‌ها است. با استفاده از دفتر کل غیرمتمرکز و تغییرناپذیر بلاک‌چین، اطلاعات

بیماران به شکلی ایمن ذخیره می‌شوند که در برابر دسترسی غیرمجاز و نقض داده‌ها مقاوم است (۴).

پیاده‌سازی بلاک‌چین در حوزه سلامت با چالش‌های منحصر به فردی مواجه است که انتخاب معماری شبکه را حیاتی می‌سازد. برخلاف بلاک‌چین‌های عمومی که هر کسی می‌تواند به آن بپیوندد، استارت‌آپ‌های پزشکی به دلیل الزامات سختگیرانه حریم خصوصی داده‌ها مانند استاندارد حریم خصوصی HIPAA و مقررات عمومی حفاظت از داده‌ها (GDPR) عموماً به سمت بلاک‌چین‌های خصوصی (Permissioned) یا کنسرسیومی (Consortium) گرایش دارند. پیاده‌سازی بلاک‌چین در حوزه سلامت با چالش‌های منحصر به فردی مواجه است که انتخاب معماری شبکه را حیاتی می‌سازد.

۱. کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲. استاد، گروه مدیریت صنعتی دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

نویسنده طرف مکاتبه: محسن شفیعی نیکابادی، استاد، گروه مدیریت صنعتی دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
Email: shafiei@semnan.ac.ir

برخلاف بلاک‌چین‌های عمومی که هر کسی می‌تواند به آن بپیوندد، استارت‌آپ‌های پزشکی به دلیل الزامات سختگیرانه حریم خصوصی داده‌ها مانند استاندارد حریم خصوصی HIPAA و مقررات عمومی حفاظت از داده‌ها (GDPR) عموماً به سمت بلاک‌چین‌های خصوصی یا کنسرسیومی گرایش دارند. استارت‌آپ‌ها در حال توسعه راه‌حل‌هایی هستند که به اشتراک‌گذاری بی‌وقفه داده‌ها میان ارائه‌دهندگان خدمات بهداشتی کمک می‌کنند و در نتیجه هماهنگی مراقبت‌ها و نتایج درمانی بیماران را بهبود می‌بخشند (۳). با این حال، پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های پزشکی بدون چالش نیست. نیاز به استانداردهای جهانی و آموزش متخصصان حوزه بهداشت و درمان همچنان به عنوان یک چالش حیاتی مطرح است. با وجود این چالش‌ها، پتانسیل بلاک‌چین برای ایجاد تحول در عملیات حوزه بهداشت و درمان، آن را به حوزه‌ای جذاب برای نوآوری و سرمایه‌گذاری در اکوسیستم استارت‌آپ‌های پزشکی تبدیل کرده است (۵).

با توجه به توانایی بلاک‌چین در حل مسائل حیاتی مانند پراکندگی داده‌ها و نقض امنیت اطلاعات، این فناوری آماده است تا نحوه ارائه خدمات بهداشتی و درمانی را بازتعریف کند و نتایج بهتری را برای بیماران در سراسر جهان به ارمغان آورد (۶). اگرچه حجم عظیمی از داده‌های پزشکی در طول دهه‌ها جمع‌آوری و به شکل دیجیتال ذخیره شده است، اما صرف دیجیتال شدن و تحلیل سنتی این داده‌ها توسط انسان (یا با روش‌های قدیمی) توانسته است تحول چشمگیر و کارایی قابل‌توجهی در صنعت پزشکی و داروسازی ایجاد کند (۷). فناوری بلاک‌چین می‌تواند به کلیدی برای مشکلات حل نشده این صنعت همچون زمان و هزینه‌های توسعه دارو تبدیل شود (۸). بلاک‌چین یک شبکه غیرمتمرکز از نودها (گره‌ها) است که داده‌ها را ذخیره می‌کند. این فناوری یک ابزار عالی برای محافظت از داده‌های محرمانه درون سیستم محسوب می‌شود (۹). همچنین، بلاک‌چین جستجو برای متقاضیانی که معیارهای خاص یک آزمایش را برآورده می‌کنند، با استفاده از یک پایگاه داده واحد بیمار، تسریع می‌بخشد. (۱۰). این فناوری می‌تواند شبکه‌های پراکنده را یکپارچه کند تا بیش‌هایی در مورد اهمیت درمان فردی ارائه دهد. بنابراین، بلاک‌چین به‌خاطر تغییرناپذیری و ایمنی بالا شناخته می‌شود (۱۱).

در حوزه بهداشت و درمان، ضرورت توسعه با سرعتی بیشتر و شگفت‌انگیز در حال افزایش است. بلاک‌چین به سازمان‌های بهداشتی کمک می‌کند تا مراقبت‌های مناسب از بیماران و امکانات بهداشتی با کیفیت بالا را ارائه دهند (۱). تبادل اطلاعات بهداشتی Health Information Exchange (HIE) نیز فرآیندی زمان‌بر و تکراری است که منجر به افزایش هزینه‌های صنعت بهداشت می‌شود، اما با استفاده از این فناوری به سرعت قابل‌حل است. با به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین، شهروندان می‌توانند در برنامه‌های مطالعاتی حوزه سلامت مشارکت کنند (۱۲). تاکنون، بزرگ‌ترین مشکلاتی که در مدیریت سلامت جمعیت با آن‌ها مواجه بوده‌ایم، شامل حفاظت از داده‌ها، اشتراک‌گذاری و قابلیت همکاری بین سیستم‌ها بوده است. این مشکلات خاص با استفاده از بلاک‌چین قابل حل هستند (۱۳). بیماران و پرسنل

پزشکی به روش‌های ایمن و ساده‌ای برای ثبت، ارسال و مشاوره در مورد داده‌ها از طریق شبکه‌ها بدون نگرانی‌های امنیتی نیاز دارند. بنابراین، فناوری بلاک‌چین برای حل این مسائل پیاده‌سازی می‌شود (۱۴).

عوامل زیادی بر استفاده از تکنولوژی مبتنی بر ابر بر عملکرد زنجیره تامین تاثیرگذارند که در ادامه به بررسی برخی از این عوامل پرداخته شده است. مهم‌ترین نگرانی برای اکثر شرکت‌ها است. هر سازمان باید بهترین ارائه‌دهندگان فضای ابری را برای سالم و امن نگه داشتن داده‌های آن انتخاب کند (۱۵). راه‌حل از میان برداشتن مسائل مختلف امنیتی از طریق رمزنگاری، زیرساخت‌های ویژه کلید عمومی (PKI: Public Key Infrastructures)، استفاده از ارائه دهنده‌ها متعدد، استانداردسازی رابط برنامه‌نویسی کاربردی (Application Programming Interface (API)، بهبود حمایت ماشین‌های مجازی و حمایت قانونی است (۱۶).

صرفه‌جویی در هزینه یکی از عوامل تعیین‌کننده در به‌کارگیری بلاک‌چین است (۱۷). پشتیبانی مدیریت ارشد یک عامل ضروری است زیرا آن‌ها توانایی اجرای ابر و ایجاد تغییر را دارند (۱۸). مدیریت ارشد که مزایای بالقوه خدمات را درک می‌کند، احتمالاً منابع مورد نیاز را برای به‌کارگیری یا گسترش استفاده از آن تخصیص می‌دهد و از کارمندان خود برای اجرا و مدیریت تغییرات سازمانی پشتیبانی می‌کند (۱۷). هدف اصلی زنجیره تامین، حداکثرسازی ارزش از طریق کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش بهره‌وری است (۱۹). این مطالعه به دنبال پاسخگویی به این سوال است که عوامل اثرگذار بر مدل پیاده‌سازی بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های حوزه پزشکی کدامند؟ و سطح‌بندی این عوامل به چه صورت است؟

روش بررسی

این پژوهش با رویکردی کاربردی و به روش آمیخته-اکتشافی در دو فاز متوالی (کیفی و کمی) انجام شده است. در فاز اول به شناسایی عوامل پرداخته شد و در فاز دوم، روابط ساختاری و سطح‌بندی این عوامل مورد بررسی قرار گرفت. در فاز کیفی، از تحلیل مضمون با کدگذاری سه سطحی (پایه، سازمان‌دهنده و فراگیر) برای شناسایی مفاهیم استفاده شد. جامعه آماری این فاز را مدیران و بنیان‌گذاران استارت‌آپ‌های فعال در حوزه پزشکی و سلامت دیجیتال و اساتید دانشگاهی در حوزه فناوری بلاک‌چین تشکیل دادند. نمونه‌گیری به روش هدفمند انجام شد. معیارهای انتخاب شرکت‌کنندگان عبارتند از: ۱) داشتن حداقل ۵ سال سابقه مدیریتی، پژوهشی یا اجرایی در یکی از حوزه‌های طراحی، توسعه یا پیاده‌سازی سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین ۲) مدیریت استارت‌آپ‌های پزشکی، نوآوری در خدمات سلامت، ۳) تجربه مستقیم در ارائه خدمات پزشکی و مدیریت داده‌های سلامت ۴) دارا بودن سابقه پژوهش در زمینه بلاک‌چین یا سلامت دیجیتال. مصاحبه‌ها با ۲۰ نفر از خبرگان که عمدتاً از استان‌های تهران، فارس، البرز و سمنان بودند، انجام شد. اطلاعات مربوط به افراد مشارکت‌کننده در مصاحبه‌ها در (جدول ۱) آورده شده است.

جدول ۱: اطلاعات مصاحبه‌شوندگان

نمونه	سن	سطح تحصیلات	سوابق شغلی
۱	۵۱	کارشناسی ارشد	۱۵
۲	۵۳	کارشناسی ارشد	۱۷
۳	۴۸	دکتری	۱۸
۴	۵۵	کارشناسی ارشد	۱۴
۵	۵۶	دکتری	۲۲
۶	۵۴	کارشناسی ارشد	۱۵
۷	۵۴	کارشناسی ارشد	۲۲
۸	۵۳	دکتری	۲۰
۹	۴۹	دکتری	۱۰
۱۰	۶۲	دکتری	۳۰
۱۱	۳۰	کارشناسی ارشد	۵
۱۲	۴۲	دکتری	۸
۱۳	۲۸	کارشناسی ارشد	۳
۱۴	۵۵	دکتری	۱۶
۱۵	۵۰	کارشناسی ارشد	۱۴
۱۶	۴۸	کارشناسی ارشد	۱۲
۱۷	۴۵	دکتری	۱۵
۱۸	۳۲	کارشناسی ارشد	۴
۱۹	۴۶	دکتری	۱۰
۲۰	۵۲	کارشناسی ارشد	۲۰

روش گردآوری داده‌ها در این فاز، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته بود. برای تامین روایی از قضاوت و بازبینی ۳ تن از اساتید متخصص استفاده شد. برای سنجش پایایی، از روش توافق درونی بین دو کدگذار مستقل استفاده گردید. درصد توافق با استفاده از فرمول محاسبه و عدد ۸۷ درصد به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مطلوب است.

در بخش دوم، ساختاردهی روابط پیچیده بین عناصر پرداخته شد. در این فاز، از ۱۵ نفر از خبرگان دعوت به عمل آمد تا در پرسشنامه مقایسه زوجی رابطه بین هر جفت از ۱۲ عامل شناسایی شده را مشخص کنند. مراحل اجرای اجرای مدلسازی ساختاری تفسیر در شکل (۱) نشان داده شده است:



شکل ۱، فرایند اجرای مدلسازی ساختاری تفسیری

یافته‌ها

تحلیل مضمون: در این بخش به ارائه یافته‌های حاصل از تحلیل مضمون مصاحبه‌ها پرداخته شده است. نتایج تحلیل مصاحبه‌ها در قالب عوامل شناسایی شده در (جدول ۲) ارائه شده است.

در ادامه به تجزیه و تحلیل میک مک پرداخته شد. در این مرحله، عوامل بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی طبقه‌بندی شدند تا نقش و حساسیت هر عامل در سیستم به طور جداگانه تحلیل شود.

جدول ۲: شناسایی مضامین اثرگذار

عوامل	نماد عوامل	برخی از مضامین پایه
بهبود خدمات پزشکی	C-1	ایجاد منابع مالی لازم جهت پیاده‌سازی، متناسب شدن فعالیت‌های زنجیره با نیازهای بازار، پاسخ سریع و اثربخش، امنیت داده، کاهش تصمیم‌گیری‌های اشتباه، مکانیزم‌های کنترلی، ایجاد توانایی تنظیمی، خلاقیت در پیشنهادات، کارآمدسازی داده‌های پزشکی بین، ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی
قابلیت همکاری با سایر استارت‌آپ‌ها	C-2	ساختارسازی، آماده‌سازی، بهبود مهارت‌ها، ایجاد اصول و مبانی در ارزیابی، وجود کارگروه پیاده‌سازی بلاک‌چین، ایجاد شفافیت متولیان، تیم تخصصی
سازگاری و برنامه‌ریزی استارت‌آپ‌ها	C-3	وجود برنامه‌های عملیاتی در سازمان‌های جهت بهره‌گیری از فضای کاری هوشمند، ایجاد زیرساخت متناسب برای نیروها، شرافت و اخلاق مدیران
ایجاد دیدگاه منسجم	C-4	ثبات مدیریتی، گزینش مطلوب، ایجاد داشبورد مدیریتی، استفاده از تجربیات، بازنگری برنامه‌ها، برنامه ریزی
لجستیک آنلاین خدمات پزشکی	C-5	ارائه خدمات، سیستم اطلاعاتی مدیریت
شایستگی‌های نوین در مراقبت پزشکی	C-6	پیاده‌سازی مدیریت ریسک، وجود زیر ساخت های لجستیکی، ماهیت غیرمتمرکز و ضد دستکاری بلاک‌چین ، ردیابی زنجیره تامین داروها، مشارکت مدیران
توانمندسازی بیمار	C-7	فرهنگ سازی، ایجاد کمال گرایی، ظرفیت سازی، نگرش مثبت، کاهش بار اداری و افزایش توانمندی بیماران
استانداردهای داده و حاکمیت	C-8	کاهش انحراف از برنامه، قوانین در جهت هماهنگ‌سازی، مقیاس‌پذیری و انطباق با مقررات، حمایت قانون‌گذاران از فضای کاری هوشمند در تصمیم‌گیری‌های خود
یکپارچه‌سازی داده‌های پزشکی	C-9	ارتباط با شراکای تامین، افزایش انطباق‌پذیری و انعطاف‌پذیری، اشتراک‌گذاری دانش
آموزش کاربر و پذیرش	C-10	احراز هویت چند عامل، کنترل‌های دسترسی، تبادل بدون درز اطلاعات و هماهنگی، آگاهی مدیران ارشد از فناوری بلاک‌چین، افزایش پاسخگویی مناسب، گردش نیروی انسانی، بهبود کیفیت انجام وظایف
شوق خدمت‌گذاری به بیمار	C-11	اهمیت شغل، مشارکت سایر بخش‌ها، ایجاد انگیزه، افزایش تعهد، تسهیل مشاوره‌های پزشکی از راه دور
شفافیت در داده‌های پزشکی	C-12	شفافیت در کلیه تراکنش‌های مالی، شفافیت در کلیه تراکنش‌های فیزیکی

جایگزین اعداد ۱ و ۲ و عدد صفر جایگزین اعداد ۱- و ۰ در ماتریس خود تعاملی ساختاری شود (جدول ۳). ماتریس اولیه بر اساس روابط چهارگانه زیر تعیین شدند.

□ 1: ارتباط یک طرفه از i به j

□ 1-: ارتباط یک طرفه از j به i

□ 2: ارتباط دو طرفه بین i و j

□ ۰: هیچ ارتباطی بین i و j وجود ندارد. ..

مدلسازی ساختاری تفسیری: پس از دستیابی به مضامین اثرگذار بر پیاده سازی بلاک چین در پزشکی هوشمند، از روش مدلسازی ساختاری تفسیری استفاده شد.

۱) تشکیل ماتریس خود تعاملی

ابتدا برای استفاده از این روش لازم است تا نوع روابط بین عوامل مورد بررسی مشخص گردد برای استخراج ماتریس دریافتی، باید در هر سطر ماتریس، عدد یک

جدول ۳: ماتریس اولیه

C-12	C-11	C-10	C-9	C-8	C-7	C-6	C-5	C-4	C-3	C-2	C-1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		C-1
1	0	0	1	1	0	0	1	1	1		1	C-2
1	0	1	1	0	1	1	1	1		1	0	C-3
1	1	1	1	1	1	1	0		1	0	1	C-4
1	1	0	0	1	1	1		0	0	1	0	C-5
0	1	1	1	1	1		0	1	1	0	1	C-6
1	1	1	1	1		1	0	1	1	0	0	C-7
1	1	1	1		1	1	0	1	1	1	0	C-8
1	0	1		1	1	0	0	1	1	1	1	C-9
1	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	C-10
0		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	C-11
	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	C-12

جدول ۴: ماتریس دریافتی نهایی

قدرت وابستگی	قدرت نفوذ	C-12	C-11	C-10	C-9	C-8	C-7	C-6	C-5	C-4	C-3	C-2	C-1	
11	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-1
12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-2
12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-3
12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-4
10	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-5
11	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-6
12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-7
12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-8
12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-9
12	9	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	C-10
11	10	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	C-11
12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C-12

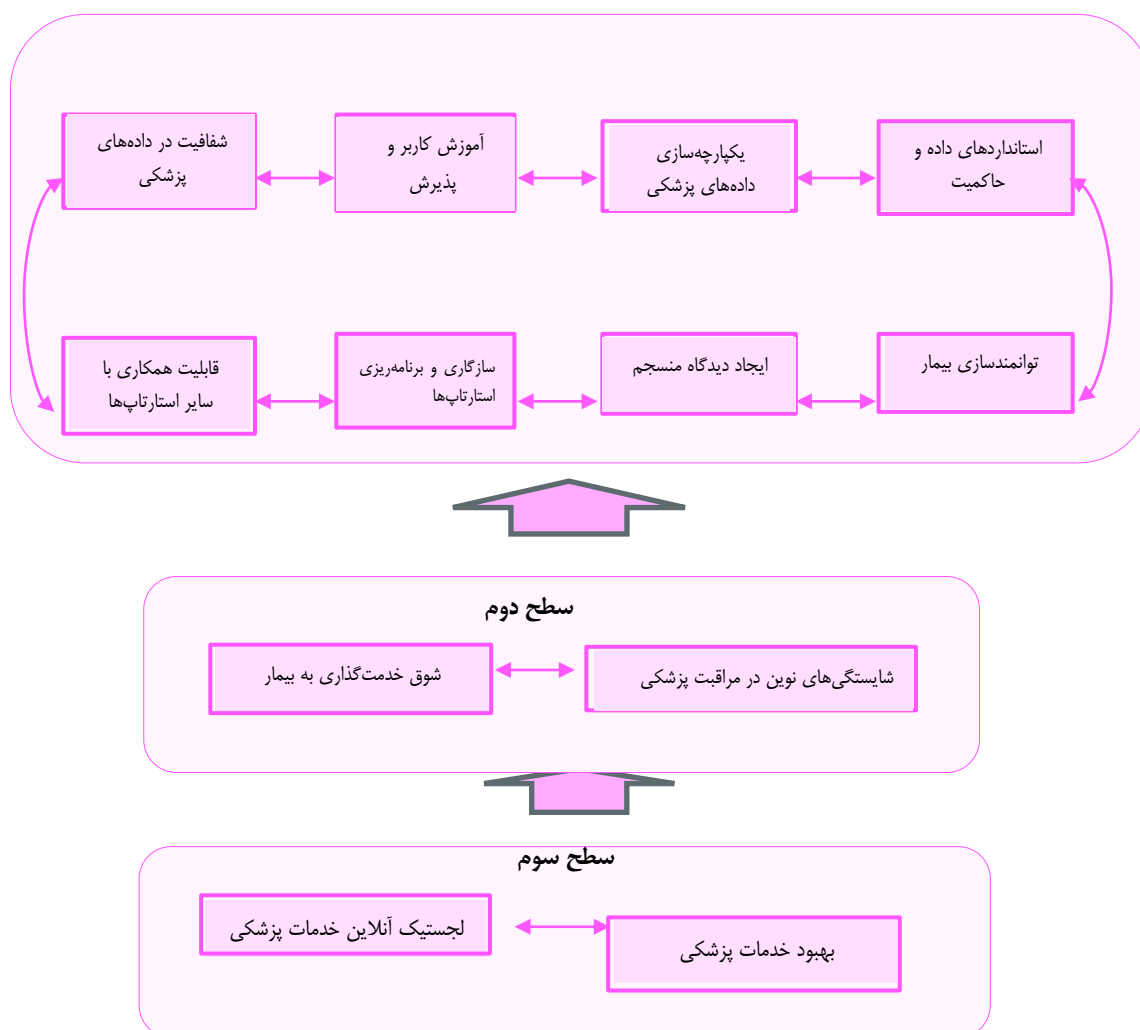
(سطح یک) قرار می‌گیرد. در ادامه سطح‌بندی سه‌گانه عوامل شناسایی شده در (جدول ۵) و (نمودار ۱) آورده شده است. جدول ۵ نتایج سطح‌بندی مدل ISM را نشان می‌دهد که در آن، عوامل بر اساس قاعده برابری مجموعه دستیابی و مجموعه مشترک به‌طور متوالی از سطح اول (بیشترین تاثیرپذیری) تا سطوح بعدی رتبه‌بندی شده‌اند.

۲) **تشکیل ماتریس دریافتی نهایی:** این ماتریس باینری، روابط تاثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم بین عوامل را نشان می‌دهد و مقادیر قدرت نفوذ و وابستگی آن، مبنای تعیین سلسله مراتب عوامل و ترسیم نمودار MICMAC است (جدول ۴).

۳) **تعیین سطوح عوامل:** در مدل ISM، معیاری که مجموعه عوامل تحت تاثیر آن (خروجی) با اشتراک عوامل موثر و متاثر از آن یکسان باشد، در بالاترین سطح

جدول ۵: سطح‌بندی عوامل بر اساس مجموعه اشتراکات

سطح	عوامل	مجموعه دستیابی	مجموعه پیش نیاز	مجموعه مشترک
اول	2	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12
	3	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12
	4	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12
	7	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12
	8	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12
	9	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12
	10	C-1C-2C-3C-4C-7C-8C-9C-10C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-7C-8C-9C-10C-12
	12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12	C-1C-2C-3C-4C-5C-6C-7C-8C-9C-10C-11C-12
دوم	6	C-1C-5C-6C-11	C-1C-5C-6C-11	C-1C-5C-6C-11
	11	C-6C-11	C-1C-5C-6C-11	C-6C-11
سوم	1	C-1C-5	C-1C-5	C-1C-5
	5	C-1C-5	C-1C-5	C-1C-5



نمودار ۱: سطح بندی عوامل اثرگذار بر پیاده‌سازی بلاکچین در پزشکی هوشمند

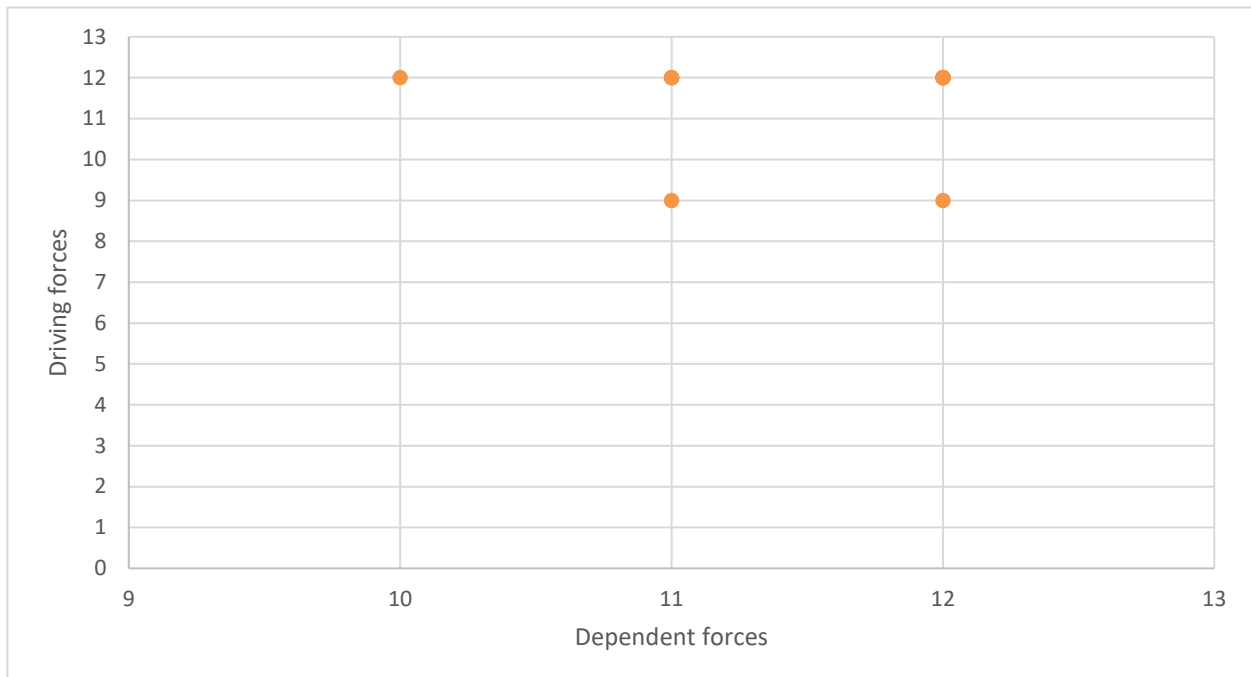
این نمودار سلسله مراتب سه سطحی عوامل شناسایی شده را نمایش می‌دهد، به طوری که سطح اول (پایین‌ترین بخش) شامل عوامل با بیشترین تاثیرپذیری و کمترین اثرگذاری مستقل است. سطح دوم شامل عوامل واسطه‌ای و سطح سوم (بالا‌ترین بخش) شامل عوامل محرک اصلی با بیشترین اثرگذاری و کمترین وابستگی می‌باشد. جهت فلش‌ها نشان‌دهنده روابط تأثیرگذاری از سطوح بالاتر به پایین‌تر است.

توانمندسازی بیمار و یکپارچه‌سازی داده‌ها) که هم قدرت نفوذ بالا و هم وابستگی بالایی دارند و به عنوان نقاط حساس و کلیدی سیستم محسوب می‌شوند به طوریکه تغییر در آنها بر کل سیستم اثر اساسی می‌گذارد؛ و متغیرهای مستقل (مانند قابلیت همکاری و بهبود خدمات پزشکی) که قدرت نفوذ زیاد ولی وابستگی کمی دارند و به عنوان محرک‌ها و علل اثرگذار سیستم عمل می‌کنند. در این تحلیل، هیچ متغیری در دسته‌های خودمختار یا وابسته شناسایی نشد.

در نمودار (۲) قدرت (بردار عمودی) و وابستگی (بردار افقی) آورده شده است.

این نمودار سلسله مراتب سه سطحی عوامل شناسایی شده را نمایش می‌دهد، به طوری که سطح اول (پایین‌ترین بخش) شامل عوامل با بیشترین تاثیرپذیری و کمترین اثرگذاری مستقل است. سطح دوم شامل عوامل واسطه‌ای و سطح سوم (بالا‌ترین بخش) شامل عوامل محرک اصلی با بیشترین اثرگذاری و کمترین وابستگی می‌باشد. جهت فلش‌ها نشان‌دهنده روابط تأثیرگذاری از سطوح بالاتر به پایین‌تر است.

(۴) تجزیه و تحلیل نمودار میک مک: بر اساس تحلیل MICMAC این مطالعه، متغیرها در دو دسته اصلی قرار گرفتند: متغیرهای رابطه‌ای (مانند



نمودار ۲: نمودار تحلیل MICMAC

بحث

در این پژوهش به شناسایی و سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر پیاده‌سازی بلاکچین در استارت‌آپ‌های حوزه پزشکی با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری پرداخته شد. مرور ادبیات نشان داد که بلاکچین یک پایگاه داده امن و غیرقابل تغییر برای اطلاعات بیماران فراهم می‌کند که حریم خصوصی و دسترسی را افزایش می‌دهد. این فناوری امکان اشتراک‌گذاری بی‌وقفه داده‌ها بین ارائه‌دهندگان خدمات بهداشتی را فراهم می‌کند و اطمینان می‌دهد که سوابق بیماران به‌روز و در زمان واقعی قابل دسترسی هستند که برای مراقبت‌های اضطراری حیاتی است (۲۰).

یافته‌های این پژوهش با چندین مطالعه معتبر بین‌المللی همسو و در برخی موارد تکمیل‌کننده آنهاست. به عنوان مثال، مطالعه (۱) بر اهمیت امنیت داده‌ها و شفافیت به عنوان مزایای کلیدی بلاکچین در سلامت تاکید کرده است که با عوامل «شفافیت در داده‌های پزشکی» و «استانداردهای داده و حاکمیت» در این پژوهش همخوانی کامل دارد. مطالعه Gökalp و همکاران نیز بر نقش بلاکچین در بهبود قابلیت همکاری و یکپارچه‌سازی داده‌ها تاکید کرده که در سطح اول مدل حاضر قرار گرفته‌اند (۳). از سوی دیگر، پژوهش Zhang بر کاربرد بلاکچین در مدیریت داده‌های آزمایش‌های بالینی و بهبود کیفیت خدمات پزشکی متمرکز است که با عامل «بهبود خدمات پزشکی» در سطح سوم مدل ما مطابقت دارد. همچنین، مطالعه Russo-Spena و همکاران بر «توانمندسازی بیمار» به عنوان یکی از پیامدهای ارزش‌آفرین بلاکچین تاکید کرده که در سطح اول مدل حاضر مشاهده می‌شود (۲۲). اگرچه بسیاری از عوامل شناسایی شده (مانند امنیت، شفافیت و قابلیت همکاری)

در ادبیات گسترده بلاکچین در سلامت به کرات تایید شده‌اند (۱۰)، (۱۳)، اما سطح‌بندی سلسله‌مراتبی این عوامل و تعیین روابط ساختاری بین آنها، یافته‌ای نوآورانه و متمایزکننده این پژوهش است. به عنوان مثال، در حالی که برخی مطالعات بر «آموزش کاربر» به عنوان یک عامل تسهیل‌کننده کلی اشاره کرده‌اند (۱۴)، این پژوهش نشان داد که این عامل ۹، در مقایسه با سایر عوامل هم‌سطح خود از اثرگذاری کمتری برخوردار است و در پایین‌ترین سطح (سطح اول) مدل قرار می‌گیرد. همچنین، تاکید این پژوهش بر «لجستیک آنلاین خدمات پزشکی» به عنوان یک عامل مستقل و محرک در سطح دوم، یافته‌ای است که در مطالعات پیشین کمتر به صورت مستقیم و با این سطح از اهمیت مورد بررسی قرار گرفته است و می‌تواند بازتاب‌دهنده رشد سریع تجارت الکترونیک سلامت و نیازهای جدید زنجیره تأمین در دوران پسا کرونا باشد.

سطح‌بندی حاصل از مدل نه تنها موقعیت عوامل را نشان می‌دهد، بلکه چرایی این چیدمان را نیز تا حدی آشکار می‌سازد. عوامل سطح اول عمدتاً ماهیت زیرساختی، بنیادی یا تنظیمی دارند. این عوامل اگرچه برای ایجاد بستر فنی، حقوقی و سازمانی لازم برای پیاده‌سازی بلاکچین ضروری هستند، اما به خودی خود انگیزه یا توجیه اقتصادی مستقیم برای سرمایه‌گذاری ایجاد نمی‌کنند. در واقع، اینها هزینه‌های ورود محسوب می‌شوند. بنابراین، این عوامل به عنوان متغیرهای وابسته یا رابطه‌ای با تاثیرپذیری بالا در پایه هرم قرار گرفته‌اند. در مقابل، عوامل سطح سوم ماهیت ارزش‌آفرین، کارکردی و نتیجه‌گرا دارند. این عوامل مستقیماً به مزیت رقابتی، افزایش درآمد، کاهش هزینه یا بهبود تجربه بیمار مربوط می‌شوند. از این رو، این عوامل به

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف شناسایی و سطح‌بندی عوامل کلیدی موثر بر پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های حوزه پزشکی انجام شد. یافته‌ها نشان داد که دوازده عامل اصلی در این فرآیند نقش دارند که در سه سطح دسته‌بندی شدند. عوامل سطح سوم، به‌عنوان عوامل کلیدی با بیشترین قدرت تأثیرگذاری و کمترین وابستگی شناسایی شدند. این بدان معناست که این دو عامل، محرک‌های اصلی در موفقیت پیاده‌سازی بلاک‌چین هستند و می‌توانند به‌عنوان نقطه آغازین در برنامه‌ریزی‌های راهبردی مورد توجه قرار گیرند. از سوی دیگر، عوامل سطح اول، اگرچه بسیار تأثیرپذیر هستند، اما نقش حیاتی در ایجاد بستر لازم برای اجرای موفق فناوری بلاک‌چین ایفا می‌کنند.

پیشنهادهای

به سیاست‌گذاران و مدیران ارشد پیشنهاد می‌شود با تمرکز بر توسعه زیرساخت‌های لازم برای بهبود خدمات پزشکی و لجستیک آنلاین و تدوین استانداردهای ملی برای داده‌های سلامت و حاکمیت بلاک‌چین جهت تضمین قابلیت همکاری و امنیت به پیاده‌سازی بلاک‌چین در استارت‌آپ‌های پزشکی کمک نمایند. همچنین، به مدیران استارت‌آپ‌های پزشکی پیشنهاد می‌شود به ایجاد یک نقشه راه برای پیاده‌سازی تدریجی بلاک‌چین، با شروع از حوزه‌هایی که بیشترین بازدهی را دارند بپردازند. همچنین، پیشنهاد می‌شود به منظور بهبود لجستیک آنلاین از معیارسازی برای شناسایی و پیاده‌سازی بهترین شیوه‌ها در لجستیک بیمارستان با تمرکز بر کیفیت و مشارکت کارکنان استفاده شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد با کد علمی ۲۳۰۸۰۷۲۵ می‌باشد که با حمایت دانشگاه سمنان انجام شده است. از تمام کسانی که در انجام پژوهش همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

در انجام پژوهش حاضر، نویسندگان هیچ‌گونه تضاد منافع‌ای نداشتند.

عنوان محرک‌های اصلی با کمترین وابستگی و بیشترین قدرت اثرگذاری در راس هرم قرار گرفته‌اند. عامل سطح دوم «شایستگی‌های نوین» و «شوق خدمت‌گذاری» نیز نقش تسهیل‌گری یا تقویت‌کننده را ایفا می‌کنند و پل ارتباطی بین محرک‌های بالایی و الزامات پایینی هستند.

بر اساس سطح‌بندی صورت گرفته، از بالا به پایین تأثیرپذیری متغیرها کاهش و تأثیرگذاری آنها افزایش می‌یابد. بدین صورت که عوامل سطح اول بیشترین تأثیرپذیری و عوامل سطح سوم، بیشترین تأثیرگذاری را داشتند. متغیرهای سطح سوم که دارای کمترین وابستگی و بیشترین اثرگذاری بودند شامل دو متغیر بهبود خدمات پزشکی و لجستیک آنلاین خدمات پزشکی بودند. بهبود خدمات پزشکی از طریق پیاده‌سازی بلاک‌چین در استارت‌آپ‌ها می‌تواند تأثیرات قابل توجهی داشته باشد. بلاک‌چین یک پلتفرم امن و شفاف برای مدیریت داده‌های آزمایش‌های بالینی فراهم می‌کند که می‌تواند دقت و یکپارچگی داده‌های پزشکی را بهبود بخشد و در نهایت به نتایج بهتر برای بیماران منجر شود (۲۱). همچنین، پذیرش بلاک‌چین همکاری بین بهداشت و درمان را تقویت می‌کند، مشارکت بیماران را افزایش می‌دهد (۲۲). با ادغام بلاک‌چین، خدمات بهداشتی می‌توانند به بهتری قابلیت همکاری و کارایی دست یابند و بارهای اداری و هزینه‌های مرتبط با مدیریت داده‌ها را کاهش دهند.

به طور کلی، بلاک‌چین می‌تواند به عنوان یک کاتالیزور برای تغییرات تحول‌آفرین در خدمات پزشکی عمل کند و کارایی، امنیت و مشارکت بیماران را افزایش دهد. دومین متغیر اثرگذار، لجستیک آنلاین خدمات پزشکی بود. تأثیر لجستیک خدمات پزشکی آنلاین بر پیاده‌سازی بلاک‌چین در حوزه پزشکی قابل توجه است (۲۳). علاوه بر این، ادغام بلاک‌چین در لجستیک پزشکی می‌تواند فرآیندها را ساده‌سازی کرده، هزینه‌ها را کاهش دهد و کارایی را با امکان ردیابی در زمان واقعی و تراکنش‌های امن بهبود بخشد. این موضوع به‌ویژه در زمینه تجارت الکترونیک و خدمات بهداشت و درمان آنلاین که لجستیک نقش حیاتی در ارائه خدمات دارد، اهمیت دارد (۲۴). یافته‌های این پژوهش نشان داد که عواملی چون «استانداردهای داده و حاکمیت» و «یکپارچه‌سازی داده‌های پزشکی» از عوامل کلیدی پذیرش هستند. (۱۲).

References

- Hölbl M, Kompara M, Kamišalić A, Nemec Zlatolas L. A systematic review of the use of blockchain in healthcare. Symmetry. 2018 Oct 10;10(10):470.
- Kasyapa MS, Vanmathi C. Blockchain integration in healthcare: a comprehensive investigation of use cases, performance issues, and mitigation strategies. Frontiers in Digital Health. 2024 Apr 26; 6:1359858.
- Gökalp E, Gökalp MO, Çoban S, Eren PE. Analysing opportunities and challenges of integrated blockchain technologies in healthcare. Eurosymposium on systems analysis and design. 2018 Aug 26:174-83.
- Sousa MJ, Sousa M, Rocha Á. The Challenges of Blockchain in Healthcare Entrepreneurship. InWorld Conference on Information Systems and Technologies 2024 Mar 26 (pp. 188-198). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Fang HS. Commercially successful blockchain healthcare projects: a scoping review. Blockchain in Healthcare Today. 2021 Apr 16; 4:10-30953.
- Singh Y, Jabbar MA, Kumar Shandilya S, Vovk O, Hnatiuk Y. Exploring applications of blockchain in healthcare: road map and future directions. Frontiers in Public Health. 2023 Sep 15; 11:1229386.
- Harrer S, Shah P, Antony B, Hu J. Artificial intelligence for clinical trial design. Trends in pharmacological sciences. 2019 Aug 1;40(8):577-91.

8. Kulkov I, Kulkova J, Leone D, Rohrbeck R, Menvielle L. Stand-alone or run together: artificial intelligence as an enabler for other technologies. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*. 2024 Sep 24;30(8):2082-105.
9. Varshney A, Garg N, Nagla KS, Nair TS, Jaiswal SK, Yadav S, Aswal DK. Challenges in Sensors Technology for Industry 4.0 for Futuristic Metrological Applications: A. Varshney et al. *Mapan*. 2021 Jun;36(2):215-26.
10. McGhin T, Choo KK, Liu CZ, He D. Blockchain in healthcare applications: Research challenges and opportunities. *Journal of network and computer applications*. 2019 Jun 1; 135:62-75.
11. Yue X, Wang H, Jin D, Li M, Jiang W. Healthcare data gateways: found healthcare intelligence on blockchain with novel privacy risk control. *Journal of medical systems*. 2016 Oct;40(10):218.
12. Ekblaw A, Azaria A, Halamka JD, Lippman A. A Case Study for Blockchain in Healthcare: “MedRec” prototype for electronic health records and medical research data. In *Proceedings of IEEE open & big data conference 2016 Aug 13 (Vol. 13, No. 13)*.
13. Dimitrov DV. Blockchain applications for healthcare data management. *Healthcare informatics research*. 2019 Jan 31;25(1):51-6.
14. Dhillon V, Metcalf D, Hooper M. Blockchain in healthcare. In *Blockchain enabled applications: understand the blockchain ecosystem and how to make it work for you 2021 Jan 5 (pp. 201-220)*. Berkeley, CA: Apress.
15. Zhang R, Xue R, Liu L. Security and privacy on blockchain. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. 2019 Jul 3;52(3):1-34.
16. Jabbari A, Dejham S. Security in Cloud Computing. *National Conference on Modern Research in Science and Technology*. 2015.[In Persian]
17. Ming Y, Wang C, Liu H, Zhao Y, Feng J, Zhang N, Shi W. Blockchain-enabled efficient dynamic cross-domain deduplication in edge computing. *IEEE Internet of Things Journal*. 2022 Feb 9;9(17):15639-56.
18. Qrunfleh S, Tarafdar M. Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: the role of strategic supplier partnership and postponement. *Supply Chain Management: An International Journal*. 2013 Sep 23;18(6):571-82.
19. Craighead CW, Blackhurst J, Rungtusanatham MJ, Handfield RB. The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities. *Decision sciences*. 2007 Feb;38(1):131-56.
20. Hossain MJ, Wadud MA, Rahman A, Ferdous J, Alam MS, Bhuiyan TA, Mridha MF. A secured patient's online data monitoring through blockchain: An intelligent way to store lifetime medical records. In *2021 International Conference on Science & Contemporary Technologies (ICSCT) 2021 Aug 5 (pp. 1-6)*. IEEE.
21. Zhang W. Blockchain-based solutions for clinical trial data management: a systematic review. *Metaverse Basic and Applied Research*. 2022(1):8.
22. Russo-Spena T, Mele C, Cavacece Y, Ebraico S, Dantas C, Roseiro P, van Staalduinen W. Enabling value co-creation in healthcare through blockchain technology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022 Dec 21;20(1):67.
23. Westphal E, Seitz H. Digital and decentralized management of patient data in healthcare using blockchain implementations. *Frontiers in Blockchain*. 2021 Aug 26; 4:732112.
24. Li S. Research on the Development Direction of Smart Logistics Based on Blockchain Technology. *Industrial Engineering and Innovation Management*. 2023;6(1):10-23977...

Identifying Key Factors Influencing Blockchain Implementation in Medical Startups: A Mixed-Method Study

Mojtaba Haselpour¹, Mohsen Shafiei Nikabadi²

Original Article

Abstract

Introduction: The implementation of Blockchain technology in medical startups has the potential to revolutionize healthcare data management by ensuring security, transparency, and efficiency. The present study aims to identify and stratify the key factors influencing Blockchain adoption in medical startups.

Methods: This research is applied in purpose and employs a mixed methods design, combining thematic analysis and interpretive structural modeling. The study population consisted of medical startup managers and academic experts with scientific and practical experience in Blockchain. Data collection in the qualitative phase involved semi structured interviews, while the ISM phase utilized a researcher developed questionnaire.

Results: The qualitative analysis revealed 12 influential factors, including: Improved medical services, Interoperability with other startups, Startup adaptability and planning, Coherent vision development, Online medical service logistics, Emerging competencies in medical care, Patient empowerment, Data standards and governance, Medical data integration, User training and acceptance, Commitment to patient service, and Transparency in medical data. The ISM results indicated that the most dependent variables were interoperability with other startups, startup adaptability and planning, coherent vision development, patient empowerment, data standards and governance, medical data integration, user training and acceptance, and transparency in medical data. In contrast, the variables of improved medical services and online medical service logistics exhibited the least dependence but the highest driving influence.

Conclusion: Implementing Blockchain technology in medical startups can significantly transform the healthcare industry by enhancing data security, transparency, and operational efficiency. The study identifies a hierarchical structure of influencing factors, with "Improved Medical Services" and "Online Medical Service Logistics" emerging as the most influential, independent drivers at the highest level. These factors should be prioritized in strategic planning to maximize the impact of Blockchain adoption. Meanwhile, foundational elements such as data transparency, user training, and data integration, though highly dependent, are essential for creating an enabling environment for successful implementation. Ultimately, Blockchain offers a robust framework for advancing smart, patient-centered healthcare systems, fostering greater trust among stakeholders, and streamlining medical and logistical processes.

Keywords: Blockchain, Medical Startups, Smart Medicine

Received: 16 Jul; 2025

Accepted: 18 Sep; 2025

Published: 2 Oct; 2025

Citation: Haselpour M, Shafiei Nikabadi M. **Identifying Key Factors Influencing Blockchain Implementation in Medical Startups: A Mixed-Method Study.** Health Inf Manage 2025; 22(3): 131-141.