



یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senacnf.ir

سیستم های توصیه گر سلامت مبتنی بر بلاکچین

فرزانه اسماعیل زاده^۱، علی اکبر نقابی^۲، یاسر علمی سولا^۳

^۱دانشجو دکتری مهندسی فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار farzaneh.esmaielzadeh93@gmail.com

^۲استادیار گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار Aa_neghabi@yahoo.com

^۳استادیار گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار yasser.elmi@gmail.com

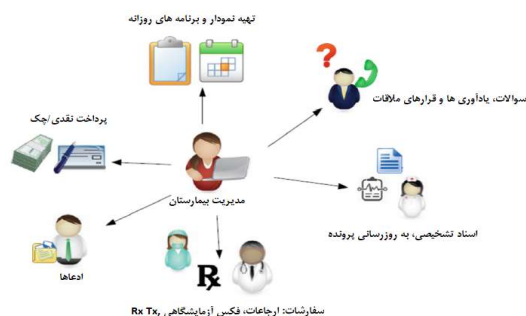
چکیده

در سال های اخیر، علاقه آشکاری به مدرن سازی و دیجیتالی کردن خدمات مراقبت های بهداشتی وجود داشته است. بسیاری از پروژه های مراقبت های بهداشتی در جهت پیشرفت سیستم های اطلاعاتی طراحی شده اند. امروزه بیماران دیگر نه تنها دریافت کننده منفعل درمان ها هستند، بلکه نقش فعالی را با پزشکان سلامت به اشتراک می گذارند. از نظر مدیریت داده، این را می توان به مالکیت بیماران از سوابق پزشکی و استقلال از نظر سیاست های کنترل دسترسی به داده ها تفسیر کرد. این نقاط مالکیت و کنترل در بخش مراقبت های بهداشتی که داده های بیماران به ویژه حساس است، بسیار مهم هستند. مطالعه حاضر نیز ادبیات تحقیق پیرامون موارد مربوط به سیستم های توصیه گر سلامت مبتنی بر بلاک چین نگاه را مورد بررسی قرار داده و پس از اشاره به برخی مطالعات مرتبط به جمع بندی آن ها در زمینه موضوع اصلی تحقیق پرداخته است.

واژه های کلیدی: سیستم های توصیه گر، سیستم های توصیه گر سلامت، بلاکچین.

۱. مقدمه

امروزه زیرساخت های فعلی سلامت فاقد مکانیسم های مناسب برای تبادل اطلاعات سلامت هستند. هیچ استاندارد پذیرفته شده ای برای ارسال، دریافت و مدیریت اطلاعات بین سیستم های پرونده الکترونیک سلامت وجود ندارد. در بیشتر موارد، بیمار باید تمام سوابق پزشکی گذشته خود را به بیمارستان جدید حمل کند یا آزمایش های پزشکی قبلی را دوباره انجام دهد. فقدان سابقه سلامتی بیمار نیز ممکن است منجر به درمان نامناسب شود. مشکل دیگر نبود فهرست طولی سوابق بیمار محور است. بنابراین، داده های بیمار در چندین پرونده در چندین بیمارستان پراکنده می شود. سیستم های نگهداری داده های سلامت فعلی هیچ مقاومتی در برابر دستکاری ایجاد نمی کنند و نمی توانند برای قضاوت ادعایی در مورد بیمه ها استفاده شوند. علاوه بر این، این احتمال وجود دارد که ارائه دهندگان خدمات بهداشتی و درمانی از داده های بیمار برای تجزیه و تحلیل، بدون در نظر گرفتن حریم خصوصی آنها استفاده کنند. داده های مربوط به بهداشت و درمان غیرقابل اعتماد هستند زیرا در چندین مکان ذخیره نمی شوند [3]. به طور خاص، پیشرفت هایی در زمینه پرونده های الکترونیک سلامت و پرونده های سلامت شخصی رخ داده است. وبسایت دانشکده بهداشت عمومی هاروارد، تفاوت بین پرونده الکترونیک سلامت و پرونده سلامت شخصی را اینگونه تعریف می کند: «در حالی که پرونده الکترونیک سلامت (پرونده الکترونیک سلامت) یک پرونده رایانه ای است که منشأ و توسط پزشکان کنترل می شود، یک پرونده سلامت شخصی (پرونده سلامت شخصی) نیز می تواند توسط پزشکان، بیماران، بیمارستان ها، داروخانه ها و سایر منابع ایجاد شود اما توسط بیمار کنترل می شود. سپس بیماران مسئول مدیریت پرونده سلامت شخصی خود هستند که با مفهوم توانمندسازی و کیفیت زندگی بیماران در میان بیماران مزمن همگام است.» [4]. در واقع استراتژی مرسوم که امروزه در بخش عمده کلینیک های اورژانس برای نگهداری سوابق دنبال می شود، تکنیک دستی است که اطلاعات به صورت متمرکز در پایگاه داده نگهداری می شود و بیمارستان ها می توانند به تمامی داده ها دسترسی داشته باشند. بیمار باید سوابق را در قالب پرونده و اوراق به همراه داشته باشد. مشکل سیستم فعلی این است که داده های پزشکی پراکنده است و همیشه در دسترس بیمار نیست. بنابراین، به دست آوردن اطلاعات تاریخی یا هر گونه اطلاعات حیاتی در مورد تاریخچه بیمار می تواند برای بیمار دشوار باشد؛ زیرا آنها باید هر بار با مدیریت بیمارستان تماس بگیرند. یکی دیگر از مسائل مربوط به سیستم فعلی، محرمانه بودن و امنیت سوابق پزشکی بیمار است که امری بسیار مهم است، با این حال، پزشکان داده های ذخیره شده را بازایی می کنند [6]. می توان این موضوع را در قالب یک شکل توضیح داد. شکل شماره ۱، چارچوب سوابق سلامت الکترونیکی را نشان می دهد که به طور کامل توسط بیمارستان به جای بیماران محدود شده است، که جستجوی توصیه های بالینی از کلینیک های مختلف پزشکی را سردرگم می کند. در این روش، داده ها/سوابق پس از درمان یا ویزیت بیمار توسط پزشکان یا مقامات بیمارستانی بر روی سرور بارگذاری می شوند.



شکل شماره ۱: سیستم متمرکز موجود در بیمارستان ها

در سیستم ذکر شده، هر بار که بیمار نیاز به درخواست سابقه/سوابق پزشکی خود از مرجع بیمارستان دارد که فقط توسط مرجع بیمارستان قابل دسترسی است. همچنین گرفتن سابقه پزشکی از بیمارستان گاهی اوقات برای بیمار به یک فرآیند زمان بر تبدیل

می شود. به دلیل از دست دادن داده های چارچوب متمرکز مشکل اصلی این سیستم است [6]. از طرفی، اگرچه دلایل خوبی در زمینه بکارگیری بلاک چین در بخش مراقبت های بهداشتی وجود دارد، اما این موضوع با چالش های زیادی نیز روبه رو می باشد که باید برای اجرای صحیح بلاک چین در مراقبت های بهداشتی برطرف شود. مدل های موفقیت آمیز بلاک چین در زمینه مراقبت های بهداشتی محدود بوده و هزینه ای که متحمل خواهد شد نامشخص است. یکی از دلایل این امر می تواند این باشد که داده های سلامت بسیار زیاد بوده و ذخیره سازی تکراری داده ها منجر به مشکلات پیرامون فضای ذخیره سازی می شود. هرچه ارائه دهندگان خدمات اضافه می شوند، پلت فرم باید مقیاس پذیر بوده و تاخیر قابل توجهی نداشته باشد. یک مساله دیگر نیز وجود استانداردهای مختلف برای حفظ و به اشتراک گذاری پرونده الکترونیک سلامت و قوانین مختلفی مانند عدم تمایل به اشتراک گذاری داده های سلامت توسط ارائه دهندگان خدمات می باشد [3]. در واقع پیشرفت و تاثیر فناوری را می توان در هر زمینه ای از جامعه یافت. با در نظر گرفتن این موضوع در مورد پرونده های بهداشتی که بیمار هر زمان که به بیمارستان می رود با آنها سر و کار دارد، سناریوی حاضر عدم وجود سیستم مدیریت پرونده سلامت بیمار است تا شفافیت بیشتری را در مورد داده های سلامت گذشته بیماران فراهم کند. همچنین، یک استاندارد دیجیتالی پذیرفته شده برای به اشتراک گذاری داده های این پرونده ها وجود ندارد. اگر بیمارستان با سابقه بیمار مانند بیماری های گذشته، مقدار داروهایی که بیمار به عنوان بخشی از دارو مصرف می کند، نتایج آزمایشات پزشکی، آلرژی و غیره آشنا شود، پزشک می تواند تصمیم جدی در مورد بیماری بگیرد. و همچنین می تواند بیمار را با درمان بهتر راضی کند. علاوه بر این می تواند با دریافت درمان بهتر با هزینه و زمان کمتر به بیمار کمک کند. در صورت وجود سابقه قبلی بیمار، می توان از انجام آزمایشات پزشکی غیر ضروری اجتناب کرد [2]. تغییرناپذیری سوابق می تواند قضاوت ادعاهای وارد شده را آسان تر کند. علاوه بر این محققان نیز ذینفعان این پلتفرم هستند، زیرا می توانند از حجم زیادی از داده های سلامت یک فرد ناشناس برای یافتن بینش های جدید استفاده کنند [3]. لذا با توجه به اهمیت موارد ذکر شده، در این مطالعه، به بررسی ادبیات تحقیق پیرامون سیستم های توصیه گر سلامت و بلاکچین پرداخته و به جمع بندی راه حلی برای برخی مشکلات موجود در بخش سلامت با استفاده از سیستم مبتنی بر بلاک چین پرداخته می شود.

۲. مبانی نظری

۲-۱- سیستم های توصیه گر

سیستم های توصیه گر داده هایی را در مورد ترجیحات کاربران خود برای بسیاری از چیزها (مانند فیلم ها، آهنگ ها، کتاب ها، جوک ها، ابزارها، برنامه ها، وبسایت ها، مقاصد سفر و مطالب آموزشی الکترونیکی) جمع آوری می کنند. داده ها را می توان به طور صریح (معمولاً با جمع آوری رتبه بندی کاربران) یا به طور ضمنی (معمولاً با مشاهده رفتار کاربران، به عنوان مثال، آهنگ های شنیده شده، برنامه های کاربردی دانلود شده، وبسایت های بازدید شده و کتاب های خوانده شده) به دست آورد. سیستم های توصیه گر ممکن است از ویژگی های جمعیت شناختی کاربران (مانند سن، ملیت، جنسیت) استفاده کند. اطلاعات اجتماعی، مانند فالوورها، دنبال شده ها، توییت ها و پست ها معمولاً در تکنیک های توصیه استفاده می شوند. این بخش یک طرح کلی از سیستم های توصیه گر را از دیدگاه های متناوب ارائه می دهد. طبقه بندی سیستم های توصیه گر عمدتاً به استراتژی های توصیه، وظایف و خروجی مربوطه آنها بستگی دارد. سیستم های توصیه گر سلامت از نظر تکنیک های فیلترینگ به سه گروه اصلی فیلتر مبتنی بر محتوا، مبتنی بر مشارکت، فیلتر ترکیبی دسته بندی شدند [3]. توضیحات بیشتر در مورد هر دسته به شرح زیر است. هدف اصلی تکنیک فیلترینگ مبتنی بر محتوا، تجزیه و تحلیل ویژگی ها و ویژگی های محصولات برای تولید پیش بینی است. فیلتر مبتنی بر محتوا معمولاً در توصیه های سند استفاده می شود. در این تکنیک فیلترینگ، محتوای کاربر توصیه ها را تعیین می کند. محتوای کاربر با ویژگی های مختلف اقلام در کنار سابقه خرید قبلی کاربر سر و کار دارد. کاربران ترجیحات خود را از نظر رتبه بندی که ماهیت مثبت، منفی یا خنثی دارند، ارائه می دهند. در این تکنیک، سیستم موارد با رتبه برتر را به کاربر توصیه می کند. فیلتر مشارکتی

به جای فکر کردن در مورد ویژگی ها و ویژگی های اقلام برای تصمیم گیری در مورد مقایسه آنها، از رتبه بندی های مبتنی بر کاربر برای کشف شباهت بین اقلام استفاده می کند. پس از جمع آوری تمامی رتبه بندی های کاربران، سیستم این رتبه بندی ها را با کمک یک ماتریس کاربردی با سایر کاربران مقایسه می کند و موارد دارای رتبه برتر را به کاربر توصیه می کند [5]. برای یافتن درجه تشابه کاربر از معیارهای فاصله مختلفی استفاده می کند، به عنوان مثال، فاصله جاکارد، فاصله کسینوس، ضریب پیرسون و غیره. این روش فیلتر معمولاً در وب سایت های تجارت الکترونیک برای توصیه موارد بر اساس رتبه بندی کاربران استفاده می شود. به طور کلی، دو نوع استراتژی مبتنی بر فیلتر مشارکتی وجود دارد: مبتنی بر حافظه و مبتنی بر مدل. مورد قبلی از داده های تعامل آیتم اصلی (مانند ماتریس های رتبه بندی) برای پیش بینی رتبه بندی های مشاهده نشده با جمع آوری اولویت های کاربران یا موارد مشابه بهره برداری می کند. دومی فرض می کند که ترجیح کاربر یا ویژگی های آیتم را می توان با بردار پنهان کم بعدی نشان داد. به طور دقیق تر، روش های مبتنی بر مدل، ویژگی بردارهای پنهان کاربران و آیتم ها را از ماتریس های کاربر-مورد یاد می گیرند و با محاسبه حاصل ضرب نقطه ای بردارهای نهفته کاربران و آیتم ها، توصیه ها را پیش بینی می کنند. بررسی های مشاهده ای نشان داده اند که روش های مبتنی بر مدل در بیشتر مواقع بهتر از روش های مبتنی بر حافظه عمل می کنند. در نهایت، تکنیک ترکیبی دو استراتژی را برای تقویت ارائه و دقت سیستم توصیه ادغام می کند. تکنیک فیلتر ترکیبی را می توان با استفاده از یکی از راه های زیر به دست آورد: ایجاد یک سیستم توصیه که هر دو تکنیک فوق را با هم ترکیب می کند، اعمال برخی فیلترهای مشارکتی در رویکرد مبتنی بر محتوا، و استفاده از برخی فیلترهای مبتنی بر محتوا در رویکرد مشارکتی [9].

۲-۱-۱- سیستم های توصیه گر سلامت

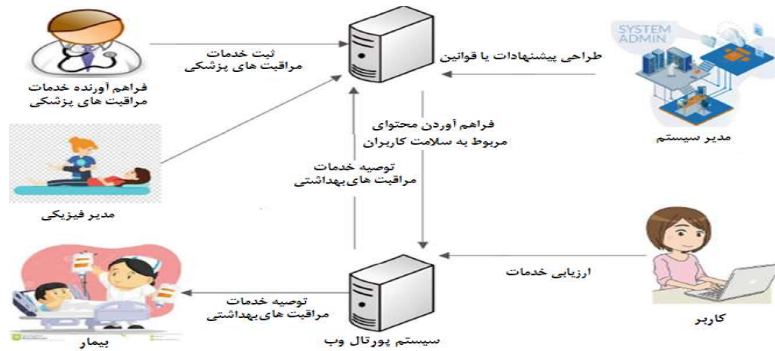
سیستم های اطلاعات سلامت در حال تبدیل شدن به مرحله مهمی برای مدیریت مراقبت های پزشکی هستند. در این شرایط خاص، سیستم های توصیه گر سلامت به عنوان ابزار تکمیلی در فرآیندهای تصمیم گیری در ادارات مراقبت های پزشکی معرفی می شوند. سیستم های توصیه گر سلامت قابلیت استفاده فناوری ها را افزایش می دهند و اضافه بار اطلاعات را در فرآیندها کاهش می دهند. در این مقاله، یک بررسی نوشتاری با پیروی از یک استراتژی نظرسنجی انجام شد. روش های مهم در سیستم های توصیه گر سلامت طرح و اکتشافات مورد بررسی قرار گرفتند. این مقاله پیشرفت های فعلی در بازار، چالش ها و فرصت های مربوط به سیستم های توصیه گر سلامت و رویکردهای نوظهور را ارائه می کند [3]. وظیفه اساسی چارچوب توصیه گر، درک موارد پیشنهادی است. انواع مختلف توصیه های ارائه شده در سیستم های توصیه گر های سلامت در ادامه آورده شده است.

توصیه های غذایی/تغذیه ای: این دسته به پیشنهادهای اشاره می کند که برای تقویت تغذیه ارائه شده اند، که علاوه بر این ممکن است برای ارائه رژیم غذایی متعادل، کاهش وزن یا جلوگیری از هر گونه بیماری آشکار غذایی استفاده شود. توصیه ها می توانند به هر نحوی مشابه موارد جایگزین غذا، وعده های غذایی مختلف یا مکمل های رژیم غذایی باشند. سیستم توصیه رژیم غذایی سفارشی، برنامه روزانه کاربر را تشریح می کند و بر این اساس توصیه های رژیم غذایی را ارائه می دهد.

ورزش/تمرینات بدنی: امروزه ارائه پیشنهادات در مورد فعالیت های بدنی بسیار رایج است. این به یافتن تمرین هایی که جالب یا الهام بخش هستند کمک می کند و علاوه بر تسهیل ملزومات و نیازهای مشتریان چارچوب توصیه تمرینات بدنی را برای پیش بینی خطرات قابل اعمال سلامتی بررسی می کند. بر اساس خطر شناخته شده، خدمات سفارشی شده برای کاربران در مورد قوانین ورزش از آن نقطه پیشنهاد می شود.

پیش بینی بیماری/توصیه ها: در دهه اول، مرکز به سمت پیش بینی، تشخیص و پیشگیری از بیماری حرکت کرده است. به همین دلیل، توصیه های بیماری تصمیم گیری کارآمد را تضمین می کند. برای نمایش، یک چارچوب توصیه گر هوشمند حدس می زند و خطر موضوع را برای بیماران مبتلا به شکست قلبی عروقی اندازه گیری می کند.

توصیه‌های درمانی/دارویی: ارائه توصیه‌هایی با توجه به مجموعه‌ای از انتخاب‌های احتمالی که ممکن است مهم باشند نیز عملی هستند. یک ساختار توصیه‌گر می‌تواند ثابت کند که دائماً یا به طور بالقوه یک متخصص در بررسی درمان صریح بیمار است. این بهترین راهبردها را برای هماهنگ کردن پیشنهادهای سلامتی مشتری با یک درمان بالقوه سلامت از طریق توصیه‌های قابل اعتماد وایسته به تصمیم افراد و شرایط رفاهی ارائه می‌دهد» [9]. در شکل شماره ۲ به ارائه چارچوب سیستم‌های توصیه‌گر سلامت از منظر [9] پرداخته شده است.



شکل شماره ۲: چارچوب سیستم‌های توصیه‌گر سلامت

۲-۲-۲- بلاک چین

بلاک چین یک زنجیره توزیع شده و غیرمتمرکز از سوابق یا دفتر است. تغییرناپذیری سوابق بلاک چین اعتماد بین نهادهای شرکت کننده را تضمین می‌کند. این امر کاربردهای زیادی را برای بلاک چین از جمله سلامت به ارمغان آورده است [3]. همچنین به عنوان یک فناوری برای تسهیل تراکنش‌های مبادله پول و رفع نیاز به شخص ثالث قابل اعتماد برای تأیید این گونه تراکنش‌ها و همچنین محافظت از امنیت و حریم خصوصی داده‌ها پدیدار شده است. ساختارهای جدید بلاک چین برای پاسخگویی به نیاز به این فناوری در زمینه‌های دیگر مانند سلامت الکترونیک، گردشگری و انرژی طراحی شده است. این مقاله به استفاده از بلاک چین در مدیریت و به اشتراک گذاری سوابق الکترونیکی سلامت و پزشکی می‌پردازد تا به بیماران، بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها و سایر ذینفعان پزشکی اجازه دهد تا داده‌ها را بین خود به اشتراک بگذارند و قابلیت همکاری را افزایش دهند. انتخاب معماری بلاک چین مورد استفاده به نهادهای شرکت کننده در شبکه زنجیره‌ای ساخته شده بستگی دارد. اگرچه استفاده از بلاک چین ممکن است افزونگی را کاهش دهد و سوابق ثابتی را در مورد بیماران خود به مراقبین ارائه دهد، اما همچنان با چالش‌های کمی همراه است که می‌تواند حریم خصوصی بیماران را نقض کند یا به طور بالقوه کل شبکه ذینفعان را به خطر بیندازد. در این مقاله، ساختارهای مختلف بلاک چین را بررسی می‌کنیم، به چالش‌های موجود نگاه می‌کنیم و راه‌های ممکن را ارائه می‌دهیم. ما روی چالش‌هایی تمرکز می‌کنیم که ممکن است حریم خصوصی بیماران و انعطاف‌پذیری بلاک چین‌ها را در معرض حملات احتمالی قرار دهد [2]. در واقع این نوآوری توسط ساتوشی ناکاموتو برای کار معروفش در زمینه پول نقد پیشرفته یا پول دیجیتال، یعنی بیت کوین ارائه شد. بلاک چین زنجیره‌ای از موانع است که با هم مرتبط هستند و با کنار گذاشتن مبادلات در مربع‌ها دائماً در حال توسعه هستند. این مرحله از یک روش غیرمتمرکز استفاده می‌کند که به داده‌ها اجازه انتشار می‌دهد و هر بیت از داده‌های اختصاص‌یافته یا معمولاً به عنوان اطلاعات شناخته می‌شود، دارای مالکیت مشترک است. بلاک چین‌ها خوشه‌هایی از صرافی‌ها را در خود نگه می‌دارند که هش شده‌اند و از این رو به آنها امنیت می‌دهد و آنها هم هستند. یک بلاک چین دارای مزایای خاصی مانند امنیت، ناشناس بودن، و یکپارچگی دانش بدون واسطه‌گری خارجی است. این مزایا آن را به یک جایگزین اقتصادی برای ذخیره سوابق بالینی بیمار تبدیل می‌کند، زیرا توسعه نوآوری در صنعت خدمات انسانی، امنیت اطلاعات بالینی بیمار را به یک نیاز

اساسی تبدیل کرده است. مجموعه ای از تحلیلگران علاوه بر این متمایز کرده اند که استفاده از نوآوری بلاک چین در خدمات انسانی یک ترتیب قابل انجام است [6].

۲-۲-۱- مزایای استفاده از بلاک چین

بلاک چین به دلیل اجرای توزیع شده و تغییرناپذیر آن برای سلامت کاملاً مناسب است. بلاک چین می تواند اعتماد بین نهادهای شرکت کننده را تضمین کند. حریم خصوصی و امنیت داده ها را می توان با استفاده از اصول رمزنگاری حفظ کرد. سرعت تراکنش بلاک چین بسیار سریعتر است و تراکنش ها از همان ابتدا قابل ردیابی هستند. ماهیت توزیع شده بلاک چین، قابلیت اطمینان داده ها را نیز تضمین می کند [3]. زیربنای فنی دقیق فناوری بلاک چین خارج از محدوده این مقاله است. با این حال، برای هدف بحث ما در آینده، مهم است که برخی از مفاهیم، ویژگی ها و اصطلاحات بلاک چین را روشن کنیم که درک نحوه بکارگیری بلاک چین برای حل مشکلات مراقبت های بهداشتی را تقویت می کند. شاید واضح ترین و برجسته ترین مزیت بلاک چین این واقعیت باشد که نیاز به شخص ثالث قابل اعتماد متمرکز در برنامه های کاربردی توزیع شده را از بین می برد. با ایجاد امکان برای دو یا چند طرف برای انجام تراکنش ها در یک محیط توزیع شده بدون یک مرجع متمرکز، بلاک چین بر مشکل یک نقطه شکست که در غیر این صورت یک مرجع مرکزی معرفی می کند، غلبه می کند. همچنین با حذف تاخیر معرفی شده توسط مقام مرکزی، سرعت تراکنش را بهبود می بخشد و در عین حال، از آنجایی که کارمزد تراکنش های دریافت شده توسط مرجع مرکزی حذف می شود، تراکنش ها را ارزان تر می کند. به جای یک مرجع مرکزی، بلاک چین از مکانیزم اجماع برای آشتی دادن اختلافات بین گره ها در یک برنامه کاربردی توزیع شده استفاده می کند [1].

۲-۲-۲- انواع بلاکچین

بلاک چین های بدون مجوز

بلاک چین های عمومی شکلی از شبکه های غیرمتمرکز همتا به همتا هستند که به چندین گره اجازه می دهد در شبکه شرکت کنند و تراکنش ها را بدون نیاز به اتکا به شخص ثالث قابل اعتماد انجام دهند. گفته می شود بلاک چین های عمومی بدون مجوز هستند زیرا دسترسی به گره های خاصی را محدود نمی کنند. بلاک چین ها برای اعتبارسنجی، ذخیره و نگهداری سوابق مربوط به تراکنش های رخ داده در شبکه استفاده می شوند. این تراکنش ها در بلوک هایی در یک دفتر کل ذخیره می شوند. هر تراکنش رد و بدل شده بین گره های مختلف تایید شده و توسط مجموعه ای از گره های ویژه به نام ماینرها به بلاک چین اضافه می شود. تراکنش ها به صورت عمومی در بلاک چین ذخیره می شوند و هرکسی می تواند محتوای آن را ببیند. اگرچه سوابق در دفتر کل ذخیره می شود، اما تبادل واقعی داده ها خارج از زنجیره انجام می شود. یکی از بلاک چین های عمومی شناخته شده در حال حاضر، بلاک چین اتریوم است. بلاک چین اتریوم از اتر (ارز اتریوم) برای پاداش دادن به اولین گره ای که بلاک را با موفقیت استخراج می کند، استفاده می کند. هنگامی که یک بلوک اعتبارسنجی شد و به زنجیره اضافه شد، نمی توان آن را پاک کرد. اصلاح یا تغییر یک بلوک مستلزم محاسبه مجدد مقدار هش بلوک مورد نظر و تمام بلوک های متعاقب آن است که جعل کردن را برای افراد بسیار سخت می کند. علاوه بر این، برای افراد غیرممکن است که بلاک چین را تغییر دهند زیرا بلاک چین در چندین گره به صورت توزیع شده ذخیره می شود [11].

بلاک چین های مجاز

اگرچه بسیاری از ویژگی‌های بلاک چین، آن را به انتخاب خوبی برای برنامه‌های کاربردی توزیع شده مانند سیستم‌های هوشمند سلامت تبدیل می‌کند، اما آن‌ها را نمی‌توان برای ذخیره و انتقال اطلاعات حساس مانند سوابق سلامت بدون انجام اقدامات احتیاطی مناسب استفاده کرد. تنها هدف بلاک چین‌های عمومی ارائه محرمانه بودن نیست، بلکه اجازه دادن به ذخیره سازی قابل دسترس، قابل تأیید و جعل غیرقابل جعل داده‌ها برای عموم است. علاوه بر این، انتقال و ذخیره حجم زیادی از داده‌ها در بلاک چین نگرانی‌های مقیاس پذیری را برای کاربردهای بلاک چین در مقیاس بزرگ و پرکاربرد مانند سیستم‌های سلامت ایجاد می‌کند؛ در نتیجه، یک نسخه اصلاح شده از فناوری اصلی به نام بلاک چین‌های مجاز توسط صنعت معرفی می‌شود. اعتقاد بر این است که بلاک چین‌های مجاز علاوه بر عملکردهای اساسی ارائه شده توسط مدل اصلی بلاک چین، محرمانگی، حریم خصوصی و مقیاس پذیری بهتری را ارائه می‌دهند. دو نوع بلاک چین مجاز وجود دارد: بلاک چین‌های خصوصی و بلاک چین‌های کنسرسیوم. تأکید اندکی بر تمایز بین بلاک چین‌های خصوصی و کنسرسیومی شده است، زیرا هر دو در یک شبکه خصوصی اجرا می‌شوند. هر دو بلاک چین، بلاک چین‌های مجاز هستند، که در آنها دسترسی مستقیم به داده‌های بلاک چین و ارسال تراکنش‌ها به مجموعه‌ای از موجودیت‌های از پیش تعریف شده محدود می‌شود. هنگامی که یک بلوک اعتبارسنجی شد و به زنجیره اضافه شد، نمی‌توان آن را پاک کرد. اصلاح یا تغییر یک بلوک مستلزم محاسبه مجدد مقدار هش بلوک مورد نظر و تمام بلوک‌های متعاقب آن است که جعل کردن را برای مهاجمان بسیار سخت می‌کند. علاوه بر این، برای مهاجمان غیرممکن است که بلاک چین را تغییر دهند زیرا بلاک چین در چندین گره به صورت توزیع شده ذخیره می‌شود. شکل ۳ نشان می‌دهد که چگونه یک بلوک جدید به بلاک چین اضافه می‌شود [2]. چگونگی زنجیره بلوک‌ها برای تشکیل یک بلاکچین به این صورت است که زنجیره‌بندی بلوک‌ها از طریق رمزنگاری اولیه دیگری که شامل استفاده از توابع هش است، به دست می‌آید. یک تابع هش پیامی را با طول دلخواه دریافت می‌کند و آن را به یک خروجی هش با طول ثابت تبدیل می‌کند که به آن خلاصه پیام یا اثر انگشت دیجیتال گفته می‌شود. یک ویژگی جالب تابع هش این است که در برابر برخورد مقاوم است، یعنی هیچ دو پیام متفاوت خروجی هش یکسانی تولید نمی‌کنند. این ویژگی اساس زنجیره بلوکی است. برای زنجیر کردن یک بلوک جدید به بلاک چین، هش هدر بلوک قبلی در هدر بلوک جدید گنجانده شده است. بنابراین، آخرین بلوک در بلاک چین حاوی اثر انگشت تراکنش‌های بلوک قبلی است که به نوبه خود حاوی اثر انگشت تراکنش‌های بلوک قبلی و غیره است [1].



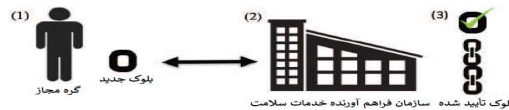
شکل شماره ۳: نحوه افزودن یک بلوک جدید به بلاکچین

همانطور که در شکل شماره ۳ نشان داده شده است، در مرحله (۱) یک بلوک برای نشان دادن تراکنش ایجاد می‌شود، (۲) سپس بلوک به تمام گره‌های شرکت کننده ارسال می‌شود، (۳) ماینرها برای اعتبارسنجی بلوک با هم رقابت می‌کنند، اولین گره برای محاسبه هش پاداش می‌گیرد و در مرحله (۴) بلوک تأیید شده به زنجیره اضافه می‌شود. در ادامه به انواع بلاک چین‌های مجاز یعنی خصوص و کنسرسیوم پرداخته می‌شود [1].

بلاک چین‌های خصوصی

بلاک چین‌های خصوصی، بلاک چین‌هایی هستند که در آن مجوزهای نوشتن در یک سازمان/نهاد متمرکز نگه داشته می‌شوند، در حالی که مجوزهای خواندن ممکن است عمومی یا به میزان دلخواه محدود شوند. بلاک چین‌های خصوصی بر اساس یک توپولوژی غیرمتمرکز با هدف اطمینان از اینکه شرکت کنندگان منتخب می‌توانند فعالیت بلاکچین‌ها را مشاهده کنند، کنترل تراکنش‌های مجاز را معرفی کنند، استخراج ایمن بدون اثبات کار و هزینه‌های مرتبط اضافی را امکان پذیر می‌کنند، ساخته شده‌اند. در بلاک

چین های خصوصی به دلیل محدودیت در مجوزهای نوشتن و خواندن، حریم خصوصی بالایی در دسترس است. مزیت دیگر بلاک چین های خصوصی نسبت به بلاک چین های عمومی این است که شرکتی که بلاک چین های خصوصی را اجرا می کند می تواند به راحتی قوانین استفاده شده را تغییر دهد و تراکنش ها را برگرداند. علاوه بر این، اعتباردهنده هایی شناخته شده اند که هرگونه افزودن بلوک های جعلی را به زنجیره محدود می کنند. علاوه بر این، در گره هایی که به خوبی متصل هستند، خطاها را می توان با مداخله دستی برطرف کرد و شرکت کنندگان زنجیره ای می توانند حداکثر اندازه بلوک را کنترل کنند که مشکلات مقیاس پذیری را حل می کند. علاوه بر این، تراکنش ها فقط توسط شرکت کنندگان تأیید شده تأیید می شوند که منجر به قدرت پردازش کمتر و در نتیجه معاملات ارزان تر می شود. به طور خلاصه، بلاک چین های خصوصی چیزی بیش از یک دفتر کل توزیع شده مشخص نیستند، که اجماع تراکنش بین طرف های مجاز را در بلوک ها ثبت می کند. هر گره مجاز یک تراکنش یا یک بلوک ایجاد می کند. تراکنش بدون نیاز به هش رمزنگاری از طریق داور تأیید و توزیع خواهد شد. شکل ۴ نمونه ای از نحوه عملکرد بلاک چین های خصوصی در یک محیط سلامت را نشان می دهد. در بلاک چین های خصوصی، اعتماد به یک داور متمرکز است. داور مسئول افزودن سوابق جدید و نگهداری دفتر کل توزیع شده مرکزی است. با این حال، مجوزهای خواندن برای سایر گره ها ممکن است عمومی یا تا حدی محدود باشد. هر زمان که معامله ای انجام شود، گره های درگیر به داور اطلاع می دهند که تراکنش را مشاهده کند و دفتر کل را به روز کند. در بلاک چین های خصوصی، اعتماد بین گره ها وجود دارد. از این رو، بلاک چین های خصوصی بسیار شبیه به یک پایگاه داده توزیع شده استاندارد هستند [2].

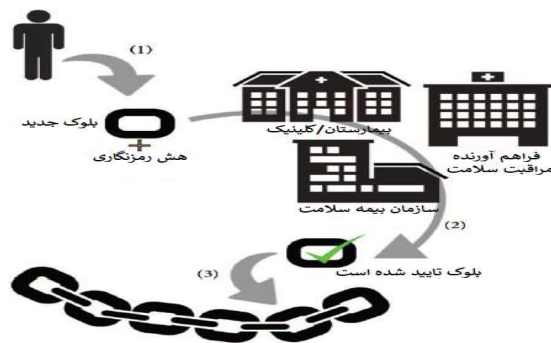


شکل شماره ۴: یک نمونه از نحوه عملکرد بلاک چین های خصوصی در یک محیط سلامت

همانطور که در شکل شماره ۴ نشان داده شده است، (۱) بلوکی که توسط یک گره مجاز تولید شده است. (۲) مراقب معامله را تأیید می کند. (۳) مراقب دفتر کل توزیع شده را به روز می کند.

بلاک چین های کنسرسیومی

بلاک چین های کنسرسیومی، بلاک چین هایی هستند که در آن فرآیند اجماع توسط مجموعه ای از گره های قابل اعتماد از پیش انتخاب شده (یعنی موجودیت ها) کنترل می شود. هنگامی که اجماع از طریق اعتبارسنجی تراکنش توسط گروهی از مجموعه از پیش انتخاب شده گره ها، یک بلوک به زنجیره اضافه می شود. برای مثال، اگر پنج گره شناخته شده/معتد در زنجیره وجود داشته باشد، برای هر بلوکی که قرار است در زنجیره اضافه یا پردازش شود، حداقل سه نهاد باید تراکنش را امضا کنند تا بلوکی که باید به زنجیره الحاق شود تأیید شود. شکل ۵، نمونه ای از نحوه اضافه شدن یک بلوک به زنجیره در یک محیط سلامت را در سه مرحله نشان می دهد. در یک کنسرسیوم بلاک چین، حق خواندن بلاک چین ممکن است عمومی باشد یا فقط برای شرکت کنندگان محدود شود. علاوه بر این، بلاک چین های کنسرسیومی برخلاف بلاک چین های خصوصی تا حدی غیرمتمرکز در نظر گرفته می شوند. یک مدل بلاک چین کنسرسیوم بیشتر برای شرکت ها جذاب است، زیرا برخلاف بلاک چین های خصوصی غیرمتمرکز است. برای بخش سلامت، یک بلاک چین کنسرسیوم با پیاده سازی یک بلاک چین اجرا می شود که به سازمان های بهداشتی اجازه می دهد تا اطلاعات بیمار را از طریق یک دفتر کل توزیع شده با استفاده از یک پایگاه داده توزیع شده به اشتراک بگذارند.



شکل شماره ۵: نمونه ای از نحوه اضافه شدن یک بلوک به زنجیره در یک محیط سلامت

همانطور که در شکل شماره ۵ نشان داده شده است، مراحل به صورت (۱) درخواست پزشک برای افزودن یک بلوک جدید برای پرونده بیمار، (۲) تأیید بلوک توسط اکثریت نهادهای مراقبت بهداشتی از پیش انتخاب شده و (۳) اضافه شدن بلوک پس از تأیید به زنجیره می باشد [11].

۲-۳- پیشینه تحقیق

[9] در مطالعه خود تحت عنوان مروری سیستماتیک پیرامون سیستم‌های توصیه‌گر سلامت بیان نمودند که در دنیای کامپیوتری کنونی، مراقبت‌های پزشکی یکی از بخش‌های مهم فضای بالینی است. از منظر آن‌ها برای تجزیه و تحلیل بسیاری از اطلاعات بیمار یک چارچوب خدمات پزشکی مورد نیاز است که در امر پیش‌بینی بیماری‌ها و درمان آن‌ها کمک کند. متعاقباً، این چارچوب باید به اندازه‌ای کافی باشد تا بتواند با کالبدشکافی شیوه زندگی، سوابق سلامت جسمانی و فعالیت‌های اجتماعی، یک مسئله پزشکی را پیش‌بینی کند. از این رو، سیستم‌های توصیه‌گر سلامت به عنوان محرکی برای ارائه خدمات مراقبت پزشکی سفرشی مبتنی بر بیمار توسعه یافته‌اند. هدف اصلی چارچوب‌های توصیه‌گر ارائه توصیه‌هایی وابسته به داده‌های ثبت‌شده در مورد تمایلات مشتریان است. در مورد سیستم‌های توصیه‌گر سلامت، اطلاعات بهداشتی غنی از طریق ابزارهای پوشیدنی و حسگرهای مختلف برای بررسی شرایط جسمی و روانی بیمار جمع‌آوری می‌شود. از این رو، برای درک بهترین پیشرفت‌های کلاس در حوزه مراقبت‌های پزشکی، این مقاله یک نمای کلی از سیستم‌های توصیه‌گر سلامت ارائه می‌دهد. این مطالعه علاوه بر این یک بررسی جامع در مورد سیستم‌های توصیه‌گر سلامت و انواع سیستم‌های توصیه‌گر سلامت‌ها ارائه داده و در نهایت، مسائل و چالش‌های باز مرتبط با سیستم‌های توصیه‌گر سلامت مورد بحث قرار می‌گیرد. در واقع این مقاله به بررسی‌های جدید در مورد سیستم‌های توصیه‌گرهای مورد استفاده در حوزه سلامت، که به عنوان سیستم‌های توصیه‌گر سلامت نیز شناخته می‌شود، پرداخته و مقالات پژوهشی مختلف با بررسی ایده‌ها و روش‌های مهم به کار رفته در سیستم‌های توصیه‌گر سلامت مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. با توجه به کارهای تحقیقاتی در نظر گرفته شده و از دیدگاه این مطالعه، می‌توان استدلال کرد که هنوز تا داشتن یک چارچوب توصیه‌کننده سلامت کاملاً مفید و قابل اعتماد فاصله وجود دارد. همچنین، تلاش‌ها باید در جهت رسیدگی به عدم قطعیتی که اتخاذ تصمیمات مرتبط با سلامت مستلزم آن است و تعریف مکانیسم‌های آزمایشی مناسب‌تر که امکان ارزیابی مناسب دقت و عملکرد اجراها را فراهم می‌کند، صورت گیرد.

[10] در مطالعه خود تحت عنوان ادغام اینترنت اشیا و سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت بیان نمود که اینترنت اشیا به بخشی از زندگی ما تبدیل شده است و پیشرفت‌های زیادی در زندگی روزمره ایجاد کرده است. در این پروژه اینترنت اشیا در مراقبت‌های بهداشتی بررسی می‌شود. مراقبت‌های بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا در نظارت از راه دور سلامت، مشاهده بیماری‌های مزمن، برنامه‌های تناسب اندام فردی، کمک به سالمندان و بسیاری از زمینه‌های مراقبت‌های بهداشتی دیگر استفاده می‌شود.

شود. سه معماری اصلی مراقبت‌های بهداشتی هوشمند اینترنت اشیا وجود دارد: معماری سه لایه، معماری مبتنی بر خدمات و معماری اینترنت اشیا مبتنی بر میان افزار. بسته به خدمات مورد نیاز، معماری اینترنت اشیا متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، خدمات مراقبت بهداشتی اینترنت اشیا، فعال‌کننده‌های خدمات بهداشتی اینترنت اشیا، برنامه‌های کاربردی مراقبت‌های بهداشتی اینترنت اشیا و خدمات مراقبت‌های بهداشتی اینترنت اشیا با تمرکز بر Smartwatch در این تحقیق ارائه شده‌اند. همراه با اینترنت اشیا در مراقبت‌های بهداشتی هوشمند، ادغام سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت با اینترنت اشیا مهم است. سیستم‌های توصیه‌کننده اصلی از جمله فیلتر مبتنی بر محتوا، فیلتر مبتنی بر مشارکت، فیلتر مبتنی بر دانش، و فیلتر ترکیبی با الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت توضیح داده شده‌اند. در این مطالعه، چارچوبی برای سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت مبتنی بر اینترنت اشیا ارائه شده است. همچنین، موردی در مورد چگونگی استفاده از الگوریتم‌های مختلف برای سیستم‌های توصیه‌کننده و سطوح دقت آنها بررسی شده است. چنین چارچوبی می‌تواند به مسائل بهداشتی کمک کند، به عنوان مثال، خطر مراجعه به پزشک در زمان همه گیر، انجام اقدامات سریع در هر شرایط اضطراری بهداشتی، مقرون به صرفه بودن خدمات مراقبت‌های بهداشتی، و بهبود سبک زندگی شخصی با استفاده از توصیه‌ها در شرایط غیر بحرانی. چارچوب پیشنهادی می‌تواند توسعه بیشتر سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت مبتنی بر اینترنت اشیا را ضروری کند تا مردم بتوانند شرایط اضطراری پزشکی خود را کاهش دهند و زندگی سالمی داشته باشند.

[6] در مطالعه خود تحت عنوان سیستم ثبت مراقبت الکترونیکی مبتنی بر بلاک چین بیان نمودند که پرونده الکترونیکی سلامت (EHR) یک نوع الکترونیکی از تاریخچه سلامت بیمار است که توسط سیستم در طی یک دوره حفظ می‌شود و می‌تواند کل اطلاعات بالینی معتبر کلیدی را که برای مراقبت از کاربران تحت یک تامین‌کننده چارچوب خاص مهم است، شامل شود. اقتصاد اجتماعی، یادداشت‌های پیشرفت، مشکلات، داروها، علائم اساسی، سابقه بالینی گذشته، واکسیناسیون‌ها، و گزارش‌های رادیولوژی. استفاده از پرونده الکترونیکی سلامت برای پیشرفت بسیار مهم است، درست همانطور که برای اطمینان از سطح بالایی از درجه محافظت شده و قانع‌کننده از چارچوب در نظر گرفتن بیمار. سوابق بیماران به‌جای بیماران، به‌طور کامل توسط بیمارستان‌ها نظارت می‌شود، که درخواست مشاوره بالینی از کلینیک‌های مختلف پزشکی پیچیده می‌شود. بیماران نیاز شدیدی به تمرکز بر ظرافت‌های خدمات انسانی خود دارند و مدیران اجرایی اطلاعات بالینی خود را مجدداً ایجاد می‌کنند. با استفاده از رویکرد بیمار محور غیرمتمرکز، کاربران قادر خواهند بود از داده‌های پزشکی خود استفاده کنند. این سیستم برای بهبود مراقبت از افراد با قرار دادن بیمار در نقطه کانونی تغییرات پیشرفته سلامت استفاده می‌شود. پیشرفت سریع نوآوری بلاک چین با قراردادهای هوشمند و ذخیره‌سازی IPFS، خدمات دارویی موجود، از جمله سوابق بالینی را به عنوان شواهد مرتبط با بیمار، بهبود می‌بخشد. این مدل پیشرفته انعطاف‌پذیری بالا و در دسترس بودن پرونده الکترونیکی سلامت را برای خدمات سلامت فراهم می‌کند.

[4] در مطالعه خود تحت عنوان سوابق سلامت شخصی مبتنی بر بلاک چین برای توانمندسازی بیماران بیان نمودند که با روند فعلی سلامت بیمار محور، چارچوب‌های سوابق سلامت شخصی مبتنی بر بلاک چین در حال ظهور هستند. پذیرش این چارچوب‌ها هنوز در مرحله ابتدایی است و به طیف وسیعی از عوامل بستگی دارد. آن‌ها در این مقاله به برخی از نگرانی‌های معمولی که از راه حل متمرکز سوابق پزشکی مانند راه حلی که در فرانسه مستقر شده است، پرداختند. بر اساس وضعیت ادبیات هنری از نظر پرونده‌های الکترونیک سلامت و چارچوب‌های سوابق سلامت شخصی مبتنی بر بلاک چین، در مورد گلوگاه‌های پیاده‌سازی اصلی که می‌توان در هنگام استقرار راه حل بلاک چین با آنها مواجه شد و نحوه اجتناب از آنها مطلب آوردند. به طور خاص، آن‌ها این تنگناها را در زمینه سیستم چارچوب‌های سوابق سلامت شخصی مبتنی بر بلاک چین فرانسه بررسی نموده و توصیه‌هایی را برای تغییر پارادایم به سمت توانمندسازی بیماران پیشنهاد کردند.

[3] در مطالعه خود تحت عنوان طراحی AYUSH: یک سیستم مدیریت سوابق سلامت مبتنی بر بلاک چین بیان نمودند که ما در دنیایی زندگی می‌کنیم که در آن داده‌ها سوخت بعدی در نظر گرفته می‌شوند. همچنین، ما می‌دانیم که داده‌ها چقدر ارزش دارند. با در نظر گرفتن این موضوع در مورد پرونده‌های بهداشتی که بیمار هر زمان که به بیمارستان مراجعه می‌کند با آن سروکار دارد، سناریوی حاضر در ایمن‌سازی سیستم مدیریت پرونده سلامت بیماران به منظور شفافیت بیشتر در مورد داده‌های بهداشتی گذشته بیماران عقب مانده است. اگر همین موجود بود، آنگاه به اشتراک‌گذاری داده‌ها بین بیمارستان‌ها بسیار آسان‌تر می‌شد. اگر بیمارستان از سابقه سلامتی گذشته مانند میزان داروهایی که بیمار به عنوان بخشی از دارو مصرف می‌کند مطلع شود، پزشک می‌تواند تصمیم جدی در مورد بیماری بگیرد و همچنین می‌تواند بیمار را با درمان بهتر نسبت به علائم رضی کند. مشکل اساسی که باید با این موارد حل شود، رعایت حریم خصوصی بیمار در هنگام اشتراک‌گذاری داده‌ها است. به منظور مقابله با این مشکل، ما از یک سیستم مدیریت پرونده سلامت بیمار محور تحت معماری شبکه توزیع شده استفاده می‌کنیم. در این مقاله، ما راه حلی را پیشنهاد می‌کنیم که از فناوری بلاک چین (مجاز) در حال ظهور برای دستیابی به این هدف استفاده می‌کند. در سیستم پیشنهادی، ما از فناوری بلاک چین در حال ظهور در ایجاد زنجیره سوابق سلامت شفاف استفاده می‌کنیم. هنگامی که بیمار پس از بازدید مشابه در بیمارستان دیگری به بیمارستان جدیدی می‌رود، داده‌ها را برای به اشتراک‌گذاشتن در بیمارستان جدید انتخاب می‌کند. اگر داده‌های بهداشتی جدیدی در بیمارستان جدید تولید شود، ابتدا اطلاعات (گزارش‌های بالینی یا سایر گزارش‌های اسکن) را به سیستم فایل IPFS اضافه می‌کنند. هش این فایل به بلاک چین اضافه می‌شود. راه حل پیشنهادی یک راه حل بیمار محور است. یعنی بیمار قدرت دسترسی به داده‌های خود را دارد. Hyperledger Fabric از آنجایی که سیستم به یک شبکه مجاز نیاز دارد استفاده می‌شود [3].

[1] در مطالعه‌ای تحت عنوان که فناوری بلاک چین در سلامت: بررسی سیستماتیک بیان نمودند که از زمانی که بلاک چین از طریق بیت کوین معرفی شد، تحقیقات برای گسترش آن ادامه دارد. برنامه‌های کاربردی برای موارد استفاده غیر مالی سلامت یکی از صنایعی است که انتظار می‌رود بلاک چین در آن تأثیرات قابل توجهی داشته باشد. تحقیقات در این زمینه نسبتاً جدید است اما به سرعت در حال رشد است. بنابراین، محققان و پزشکان انفورماتیک سلامت همیشه در تلاش هستند تا با پیشرفت تحقیقات در این زمینه همگام شوند. این مقاله در مورد یک بررسی سیستماتیک از تحقیقات در حال انجام در کاربرد فناوری بلاک چین در سلامت گزارش می‌دهد. روش تحقیق بر اساس دستورالعمل‌های موارد گزارش‌دهی ترجیحی برای بررسی‌های سیستماتیک و متاآنالیز (PRISMA) و یک فرآیند مطالعه نقشه‌برداری سیستماتیک است که در آن از یک پروتکل جستجوی طراحی شده برای جستجو در چهار پایگاه‌های اطلاعاتی علمی، شناسایی، استخراج و تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود. کلیه نشریات مرتبط بررسی نشان می‌دهد که تعدادی از مطالعات موارد استفاده متفاوتی را برای کاربرد بلاک چین در مراقبت‌های بهداشتی پیشنهاد کرده‌اند. با این حال، عدم اجرای نمونه اولیه و مطالعات کافی برای توصیف اثربخشی این موارد استفاده پیشنهادی وجود دارد. این بررسی بیشتر بر پیشرفت‌های پیشرفته در توسعه برنامه‌های بلاک چین برای مراقبت‌های بهداشتی، محدودیت‌های آن‌ها و زمینه‌هایی برای تحقیقات آینده تأکید می‌کند. بنابراین، برای این منظور، هنوز نیاز به تحقیقات بیشتر برای درک بهتر، توصیف و ارزیابی کاربرد بلاک چین در مراقبت‌های بهداشتی وجود دارد.

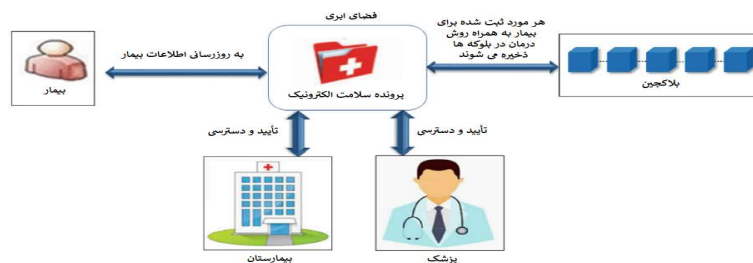
[11] در مطالعه‌ای تحت عنوان موارد استفاده از فناوری بلاک چین در مراقبت‌های بهداشتی بیان نمودند که فناوری بلاک چین اتکا به یک مرجع متمرکز را برای تأیید یکپارچگی اطلاعات و مالکیت، و همچنین میانجیگری تراکنش‌ها و مبادله دارایی‌های دیجیتال کاهش می‌دهد، در حالی که امکان تراکنش‌های ایمن و مستعار را همراه با توافق‌نامه‌های مستقیم بین طرف‌های تعامل فراهم می‌کند. دارای ویژگی‌های کلیدی مانند تغییر ناپذیری، تمرکززدایی و شفافیت است که به طور بالقوه به مسائل مبرم در مراقبت‌های بهداشتی، مانند سوابق ناقص در محل مراقبت و دسترسی دشوار به اطلاعات سلامتی خود بیماران می‌پردازد. یک

سیستم مراقبت بهداشتی کارآمد و مؤثر نیاز به قابلیت همکاری دارد، که به برنامه‌های نرم‌افزاری و پلت‌فرم‌های فناوری اجازه می‌دهد به طور ایمن و یکپارچه با هم ارتباط برقرار کنند، داده‌ها را مبادله کنند و از داده‌های مبادله شده در سازمان‌های بهداشتی و فروشندگان برنامه‌ها استفاده کنند. متأسفانه، مراقبت‌های بهداشتی امروزه از داده‌های جدا شده و تکه‌تکه‌شده، ارتباطات تأخیری و ابزارهای گردش کار متفاوت ناشی از عدم قابلیت همکاری رنج می‌برد. بلاک چین این فرصت را فراهم می‌کند تا دسترسی به سوابق پزشکی طولی، کامل و آگاه از دستکاری را که در سیستم‌های تکه تکه شده به صورت ایمن و ناشناس ذخیره می‌شوند، فراهم کند. این مطالعه بر (۱) شناسایی موارد استفاده بالقوه بلاک‌چین در مراقبت‌های بهداشتی، (۲) ارائه یک مطالعه موردی که فناوری بلاک چین را پیاده‌سازی می‌کند، و (۳) ارزیابی ملاحظات طراحی هنگام استفاده از این فناوری در مراقبت‌های بهداشتی، بر کاربرد فناوری بلاک چین در مراقبت‌های بهداشتی تمرکز دارد.

۳. جمع بندی

در آینده، خدمات و برنامه‌های کاربردی سلامت به دلیل ادغام آنها انتظار می‌رود تریلیون‌ها دلار درآمد ایجاد کنند. مهمتر از همه، سلامت هوشمند کاهش قابل توجهی را در میزان مرگ و میر و هزینه سلامت نشان داده است، در حالی که کیفیت را بهبود می‌بخشد، به عنوان مثال، با کاهش بازدید از اورژانس و اقامت در بیمارستان. سوابق سلامت به دلیل حجیم بودن، به بهترین وجه در فضای ابری ذخیره می‌شوند تا امکان دسترسی آسان و اشتراک‌گذاری اطلاعات در بین ذینفعان مختلف فراهم شود [2]. علاوه بر این، اقدامات امنیتی و حفظ حریم خصوصی ارائه شده توسط ابر، انعطاف‌پذیری داده‌ها را افزایش می‌دهد. با این حال، استفاده از فضای ذخیره‌سازی ابری امکان همکاری بین ارائه‌دهندگان مختلف مراقبت را نمی‌دهد. همچنین، یکپارچگی و صحت داده‌ها را نمی‌توان تضمین کرد. همانطور که پیش‌تر ذکر شد، یکی از فناوری‌های ممکن برای افزایش یکپارچگی، اصالت و ثبات سوابق پزشکی ذخیره‌شده و مبادله‌شده، بلاک‌چین است. بلاک‌چین‌ها می‌توانند با ردیابی دسترسی به سوابق پزشکی محرمانه و اطمینان از دسترسی مجاز، امنیت داده‌های حساس را تضمین کنند. بلاک‌چین‌ها می‌توانند به عنوان یک پایگاه داده توزیع شده عمل کنند که گزارش‌های پزشکی را در برابر دستکاری سخت‌تر می‌کند. به عنوان یک مکانیسم قابل اعتماد توزیع شده، بلاک‌چین به مسائل امنیتی مرتبط با پایگاه داده توزیع شده از سوابق بیمار می‌پردازد که می‌تواند توسط مشاوره‌های مختلف مانند مراقبان، بیمارستان‌ها، داروخانه‌ها، شرکت‌های بیمه، تنظیم‌کننده‌ها و خود بیماران مدیریت شود. بلاک‌چین به عنوان یک فناوری بر رمزنگاری کلید عمومی و مکانیزم‌های هش به عنوان وسیله‌ای برای پیگیری تراکنش‌های تاریخی مربوط به سوابق توزیع شده بیماران و حفظ محرمانه بودن، یکپارچگی و در دسترس بودن متکی است. این اطمینان حاصل می‌کند که سوابق گم نمی‌شوند یا به اشتباه اصلاح، جعل یا توسط کاربران غیرمجاز قابل دسترسی نیستند. در بلاک‌چین، سوابق بیماران فقط می‌توانند به پایگاه داده اضافه شوند، اما حذف نمی‌شود. اطلاعات جدید را می‌توان به طور ایمن با استفاده از هش رمزنگاری به رکورد قبلی پیوند داد. سوابق بر اساس اجماع اکثر ماینرها در بلاک‌چین به بلاک‌چین اضافه می‌شود. ماینرها مجموعه‌ای از گره‌های ویژه هستند که با هم کار می‌کنند تا تراکنش‌های جدید اضافه شده به یک بلاک‌چین را تأیید کنند. برای اینکه بتوانند رکوردی را به یک بلاک‌چین اضافه کنند، ماینرها باید برای حل یک مسئله ریاضی دشوار به نام اثبات کار (بیت‌کوین) که به طور متوسط ۱۰ دقیقه طول می‌کشد، رقابت کنند. از این رو، این تضمین می‌کند که هیچ‌یک از طرفین نمی‌توانند سوابق ذخیره شده تأیید شده را اصلاح یا دستکاری کنند. علاوه بر این، بلاک‌چین‌ها می‌توانند مراقبین را قادر سازند تا توصیه‌های بهداشتی شخصی‌سازی شده با نام مستعار رمزگذاری شده را بدون نیاز به افشای هویت آنها به بیماران ارائه کنند. انتقال اطلاعات بیماران بین اعضای بلاک‌چین می‌تواند به راحتی و بدون نیاز به هیچ‌گونه راستی‌آزمایی دست و پاگیر اضافی به صورت ایمن انجام شود. این را می‌توان از طریق آنچه به عنوان قراردادهای هوشمند شناخته می‌شود، اجرا کرد. اینها بر اساس شرایط توافق شده خوداجرای هستند که در زنجیره بلوک قرار دارند و مورد اعتماد همه اعضای آن هستند. استفاده از قراردادهای هوشمند امکان تبادل اطلاعات/داده‌ها را در بین اعضای

بلاک چین به صورت شفاف و بدون درگیری بدون نیاز به هیچ واسطه‌ای فراهم می‌کند. اگرچه، بلاک چین به عنوان یک فناوری در ابتدا برای ارز دیجیتال بیت کوین طراحی شده بود، اما مشخص شده است که در طیف گسترده‌ای از کاربردها مانند بخش انرژی، قراردادهای هوشمند، حفاظت از داده‌های شخصی مفید است، سلامت و سیستم‌های حمل و نقل هوشمند [2]. درخصوص خلاصه‌ای از سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت می‌توان این‌طور بیان نمود که این سیستم‌ها به تشخیص بیماری و ارائه راهکار درمان (درمان، دارو، آزمایش بالینی، تصمیم‌گیری، گزارش پزشکی) با استفاده از یادگیری عمیق (DL)، یادگیری ماشینی (ML)، خوشه بندی C-means فازی، ترکیبی (پردازش زبان طبیعی)، محاسبات شناختی و فیلتر مشارکتی، خدمات سلامت جریمه، ML + DL و شبکه عصبی مکرر (RNN) و سلامتی (رژیم غذایی، توصیه غذایی، یوگا، مدیتیشن، توصیه ورزش) با استفاده از RS + ML مبتنی بر محتوا، یادگیری تقویتی، روش‌های طبقه‌بندی، RNN + (شبکه عصبی پیچشی) می‌پردازند [9].



شکل شماره ۶: کارکرد سیستم توصیه گر سلامت مبتنی بر بلاکچین

در نهایت با بررسی ادبیات تحقیق جریان کاری سیستم توصیه گر سلامت در بستر بلاکچین به همراه مراحل آن به شرح زیر می‌باشد:

۱. ادمین باید ابتدا وارد حساب کاربری خود شده و مسئول ایجاد مشخصات پزشک و پروفایل بیمارستان با مشخصات معتبر آنها باشد.

۲. سپس بیمار باید ثبت نام کرده و وارد سامانه شود.

۳. اولین کار مهمی که توسط بیمار انجام می‌شود، تولید شناسه پزشکی است که باید به عنوان یک شناسه منحصر به فرد در نظر گرفته شود.

۴. اکنون بیمار می‌تواند سوابق شخصی و پزشکی خود را آپلود کند.

۵. با توجه به جنبه‌های امنیتی، بیمار این اختیار را دارد که حقوق دسترسی به سوابق را اعطا یا لغو کند.

۶. پزشک و بیمارستان نیز مانند ادمین و بیمار باید به سیستم وارد شوند و ممکن است با استفاده از شناسه پزشکی منحصر به فرد بیمار را جستجو کنند.

۷. برای دسترسی به پرونده بیمار، پزشک باید درخواست دسترسی را برای بیمار ارسال کند.

۸. اگر بیمار اجازه دسترسی به اسناد را بدهد، فقط پزشک و بیمارستان می‌توانند اسناد را مشاهده کنند.

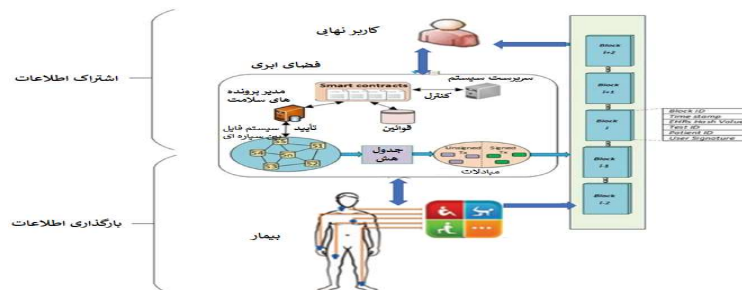
همچنین یک ثبت اطلاعات پیرامون مراقبت الکترونیکی مبتنی بر بلاک چین، مرحله‌ای در فضای ابری است که در آن سوابق بیماران به صورت سیستمی جمع‌آوری شده و در یک فضای ابری برای ارائه به تامین‌کنندگان بیمه اجتماعی همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است قرار می‌گیرد. داده‌های فرد و پیشینه که توسط بیماران داده می‌شود در آن گنجانده می‌شود. بیماران می‌توانند شناسه پزشکی منحصر به فرد خود را تولید کنند، سوابق را در ابر مبتنی بر بلاک چین آپلود کنند و حق دسترسی به آن سوابق را توسط پزشکان و بیمارستان‌ها اعطا کنند. در خصوص شکل شماره ۷ بیان می‌شود که فضای ابری مبتنی بر بلاک چین نقش مهمی در این سیستم ایفا می‌کند که شامل اجزای اصلی زیر می‌باشد:

مدیر پرونده الکترونیک سلامت: رئیس پرونده الکترونیک سلامت وظیفه مهمی را در ساختار اشتراک اطلاعات ما بر عهده می‌گیرد. کنترل همه مبادلات مشتری در ترتیب بلاک چین، از جمله رویه‌های ذخیره‌سازی اطلاعات و دریافت اطلاعات قابل اعتماد است. ظرفیت مدیریت مدیر پرونده الکترونیک سلامت با توافقات زیرکانه از طریق استراتژی‌های مشتری دقیق تقویت می‌شود.

سرپرست: برای نظارت بر مبادلات و رویه‌ها در فضای ابری با روش‌هایی برای شامل، تغییر یا لغو رضایت دسترسی استفاده می‌شود. مدیر متذکر است که قراردادهای هوشمندانه و عنصر اصلی را با ظرفیت تجدید یا تغییر ترتیبات در توافقات مشتاق ارسال کند. قراردادهای هوشمند: تمام فعالیت‌های مجاز در چارچوب کنترل ورودی را مشخص می‌کنند. مشتریان می‌توانند از طریق آدرس قرارداد با قراردادهای مشتاق ارتباط برقرار کنند. قراردادهای زیرک می‌توانند با فعال کردن مبادلات یا پیام‌ها، درخواست را تشخیص دهند، تأیید کنند و مجوزهای مشتریان بالینی را دریافت کنند. توافق زیرکانه و فعالیت‌های آن برای همه عناصر بلاک چین باز است. در پلتفرم سلامت الکترونیک ما به عنوان برنامه نویسی مرکزی در نظر گرفته می‌شود.

ذخیره سازی غیرمتمرکز: ظرفیت اطلاعات روی بلاک چین باعث ایجاد مشکل اساسی می‌شود، یعنی محدودیت ظرفیت. اطلاعات مربوط به بلاک چین برای همه افراد موجود در زنجیره واضح است و این اطلاعات را بی‌قدرت می‌کند که مطمئناً برای یک مرحله غیرمتمرکز نتیجه ایده آلی نیست. اطلاعاتی که بر روی بلاک چین قرار داده می‌شود شامل تاریخچه بالینی، سوابق، نتایج آزمایشگاهی، گزارش‌های پرتوهای ایکس، نتایج ام آر آی و گزارش‌های مختلف متعددی است، تمام این اطلاعات حجیم قرار است روی بلاک چین گذاشته شود که به طور استثنایی بر ظرفیت تأثیر می‌گذارد. محدودیت بلاک چین برای رسیدگی به این موضوع از ذخیره سازی خارج از زنجیره استفاده خواهد شد.

ذخیره‌سازی خارج از زنجیره: داده‌های غیرمعمولی خارج از زنجیره که برای مرتب‌سازی کارآمد در بلاک چین بسیار بزرگ هستند یا نیاز به تغییر یا حذف دارند.



شکل شماره ۷: ثبت اطلاعات مربوط به سلامت در بستر مبتنی بر بلاکچین

از منظر [4] بلاک چین به دلیل ویژگی‌هایی که دارد، اخیراً در روابط با برنامه‌های پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است. به خصوص، علاقه بیشتری به استفاده از بلاک چین برای ذخیره سوابق سلامت یا پزشکی وجود دارد. اگرچه به نظر می‌رسد، عدم درک صحیح مکانیسم‌های به کارگیری آن تا کنون مانع از پذیرش گسترده این فناوری شده است. نویسندگان، برخی از تلاش‌هایی را که برای استفاده از بلاک چین در بخش مراقبت‌های بهداشتی انجام شده است، معرفی کردند. آنها بر "خصلت مخربی که زمینه ساز فناوری بلاک چین است که به شدت بر تعادل قدرت بین بازیگران موجود بازار در بخش سلامت تاثیر می‌گذارد" تاکید می‌کنند. به طور مشابه، گوردون و همکاران تغییر به سمت مبادله داده‌های بهداشتی "با واسطه بیمار" و "بیمار محور" در پرونده‌های الکترونیک سلامت را مورد بحث قرار می‌دهد. نویسندگان استدلال می‌کنند که یک راه حل مبتنی بر بلاک چین می‌تواند به پر کردن شکاف بین نیاز فزاینده به نقدینگی داده‌ها و قابلیت همکاری و مسائل حریم خصوصی و امنیتی مرتبط با راه حل‌های بیمار محور کمک کند. محققین همچنین به راه‌حل‌های مبتنی بر بلاک‌چین برای ذخیره‌سازی چارچوب‌های سوابق سلامت شخصی مبتنی بر بلاک چین نگاه می‌کنند، اما آنها بر چالش‌هایی تمرکز می‌کنند که برای تبدیل شدن به یک گزینه مناسب باید با آنها روبه‌رو گردید. به عنوان مثال، آنها می‌پرسند چه گواهی اعتبار می‌تواند برای داده‌های جمع‌آوری شده توسط بیماران به دست می‌آید یا اینکه چه کسی باید از نظر قانونی مسئول تشخیص اشتباه بر اساس اطلاعات نادرست در چارچوب‌های سوابق سلامت شخصی مبتنی بر بلاک چین باشد. این سؤالات مرتبط دیگر باید مورد توجه قرار گیرد تا راه حلی در عمل اعمال شود. از آنجایی که در سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین بیماران و ارائه‌دهندگان خدمات مانند بیمارستان‌ها، پزشکان و آزمایشگاه‌ها وجود خواهد داشت. بیماران می‌توانند با خیال راحت یک حساب کاربری ایجاد کرده و تمام سوابق پزشکی بیماران به پلتفرم آن اضافه شود. ذخیره تاریخچه بیماران در بلاک چین می‌تواند مزایای زیادی را به همراه داشته باشد. از آنجایی که هیچ مدیر مرکزی وجود ندارد، بیمار کنترل کاملی بر کل سوابق سلامتی خود خواهد داشت و می‌تواند تعیین کند که چه کسی باید به داده‌های آن اجازه دسترسی داشته باشد. شفافیت داخلی نحوه عملکرد سیستم بلاک چین می‌تواند باعث ایجاد اعتماد بین نهادهای شرکت‌کننده شود. اصول رمزنگاری متقارن و نامتقارن موجود را می‌توان همراه با سیستم بلاک چین برای ارائه کنترل حریم خصوصی برای بیماران مورد استفاده قرار داد. تمام داده‌های بیماران را می‌توان با کلید خصوصی آنها رمزگذاری کرد و سوابق مورد نیاز را می‌توان به صورت انتخابی برای اشتراک گذاری رمزگشایی کرد. ماهیت نگهداری سوابق توزیع شده بلاک چین می‌تواند تضمین کند که داده‌های بیمار با یک نقطه شکست از بین نمی‌رود. سوابق سلامت در بلاک چین مجموعه‌ای از رکوردها هستند که به طور منطقی با استفاده از هش رکوردها به هم متصل می‌شوند. این امر قابلیت ردیابی آسان‌تری را برای سوابق سلامت در بلاک چین، همراه با مقاومت در برابر دستکاری سوابق دیجیتالی فراهم می‌کند. بررسی ادبیات تحقیق نشان داد که دامنه‌ای از روش‌های یادگیری ماشین، داده‌کاوی، بازیابی اطلاعات، مبتنی بر ابر و رویکردهای یادگیری عمیق مورد استفاده در سیستم‌های توصیه‌گر سلامت در این گروه‌های اصلی مورد بررسی قرار گرفته است. در سیستم‌های توسعه‌گر سلامت، بیشتر معاینات با توصیه‌های رژیم‌های غذایی و برنامه‌های ورزشی برای بهبود رفاه کاربران متمرکز شده‌اند. بیشتر بررسی‌ها با توصیه رژیم‌های غذایی و برنامه‌های ورزشی برای بهبود سلامتی کاربران انجام شده است. با این حال، تعداد قابل توجهی از سازندگان در چارچوب‌های برنامه‌ریزی مناسب برای کمک به پزشکان در انجام تشخیص بیماری‌ها و تأیید پزشکی تلاش کردند. با وجود تمام آثاری که در سال‌های اخیر کارگردانی شده‌اند، این منطقه اکتشافی است که هنوز در ابتدای راه است و نیاز به بررسی‌های دقیق‌تری دارد. مدیریت مسائل مربوط به رفاه مهم است و مطمئناً یک استراتژی استثنایی ماهر برای رسیدگی به همه مسائلی که سیستم‌های توصیه‌گر سلامت این روزها ارائه می‌دهند وجود ندارد. لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی این موارد مورد توجه قرار بگیرد. علاوه بر این، از آنجایی که ادغام اینترنت اشیا و سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت نشان می‌دهد که چگونه هر بیماری خاص می‌تواند جهت جدیدی از تحقیقات برای آینده باشد. همچنین پیاده‌سازی با الگوریتم‌های سیستم‌های توصیه‌کننده سلامت با استفاده از دستگاه‌های خاص اینترنت اشیا را می‌توان در مطالعات آتی مقایسه کرد.

- [1] Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M. (2019, June). Blockchain technology in healthcare: a systematic review. In *Healthcare* (Vol. 7, No. 2, p. 56). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- [2] Alhadhrami, Z., Alghfeli, S., Alghfeli, M., Abedlla, J. A., & Shuaib, K. (2017, November). Introducing blockchains for healthcare. In *2017 international conference on electrical and computing technologies and applications (ICECTA)* (pp. 1-4). IEEE.
- [3] Aswin, A. V., Basil, K. Y., Viswan, V. P., Reji, B., & Kuriakose, B. (2020). Design of AYUSH: A Blockchain-Based Health Record Management System. In *Inventive Communication and Computational Technologies* (pp. 665-672). Springer, Singapore.
- [4] El Rifai, O., Biotteau, M., de Boissezon, X., Megdiche, I., Ravat, F., & Teste, O. (2020, September). Blockchain-Based Personal Health Records for Patients' Empowerment. In *International Conference on Research Challenges in Information Science* (pp. 455-471). Springer, Cham.
- [5] Frittelli, V., & Diván, M. J. (2020). An Architecture for e-Health Recommender Systems Based on Similarity of Patients' Symptoms. In *Blockchain Technology for Smart Cities* (pp. 155-180). Springer, Singapore.
- [6] Kadam, S., & Motwani, D. (2020, May). Blockchain based e-healthcare record system. In *International Conference on Image Processing and Capsule Networks* (pp. 366-380). Springer, Cham.
- [7] Mantey, E. A., Zhou, C., Anajemba, J. H., Okpalaoguchi, I. M., & Chiadika, O. D. M. (2021). Blockchain-secured recommender system for special need patients using deep learning. *Frontiers in Public Health*, 9.
- [8] Monteil, C. (2019). Blockchain and health. In *Digital Medicine* (pp. 41-47). Springer, Cham.
- [9] Prajapati, J., & Brahmabhatt, K. N. (2022). A Systematic Literature Review on Health Recommender Systems. In *Proceedings of the International e-Conference on Intelligent Systems and Signal Processing* (pp. 557-572). Springer, Singapore.
- [10] Yang, M. (2021). INTEGRATION OF INTERNET OF THINGS AND HEALTH RECOMMENDER SYSTEMS.
- [11] Zhang, P., Schmidt, D. C., White, J., & Lenz, G. (2018). Blockchain technology use cases in healthcare. In *Advances in computers* (Vol. 111, pp. 1-41). Elsevier.