

Conceptual Model and Requirements of An Electronic Case Report Form to Collect a Minimum Data Set of Complications of the COVID-19 Vaccine

Nasiri Khoshroudi Seyyed Hamzeh¹, Safaei Ali Asghar^{2*}, Soleimanjahi Hoorieh³
• Received: 28 Sep 2023 • Accepted: 10 Dec 2023

Introduction: In recent years, the collection of data from the monitoring of clinical trials in the form of electronic case report forms (eCRF) has been increasingly used, because avoiding mistakes, reducing the duration of clinical studies, and preventing increasing data collection costs can affect the success of the study. Accordingly, this research aimed to present the conceptual model and requirements of the proposed eCRF, which is based on NoSQL database to achieve complications caused by the COVID-19 vaccine.

Method: In this study, using the descriptive-applicative method, the conceptual model of the eCRF system was first designed to collect the minimum set of data on the complications of the COVID-19 vaccine. Then, the functional and non-functional requirements of the proposed system were identified using the methods of observation, thinking and reflection, and questionnaire.

Results: This research has two main parts: the proposed conceptual model and the functional and non-functional requirements of the eCRF system. A conceptual model was proposed based on the components, modules, and objectives of the eCRF core, which can be used by researchers and clinical trial specialists. Requirements including the ability to register, insert, delete, and edit the case report form, were also calculated for four groups of patients, health care workers, disease experts, and the executive manager.

Conclusion: The proposed system provides researchers and experts of clinical trials with classified and valid data regarding the registration of complications caused by the COVID-19 vaccine in an integrated manner. Therefore, some eCRF stakeholders such as patients, healthcare workers, disease experts, and executive managers and researchers can achieve a vaccine with acceptable safety and effectiveness by analyzing, interpreting, and sharing the recorded information.

Keywords: Electronic case report form, COVID-19, vaccination adverse effects, eCRF system requirements

• **Citation:** Nasiri Khoshroudi SH, Safaei AA, Soleimanjahi H. Conceptual Model and Requirements of An Electronic Case Report Form to Collect a Minimum Data Set of Complications of the COVID-19 Vaccine. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2023; 10(3): 294-308. [In Persian] doi: 10.34172/jhbmi.2023.32

1. M.Sc. Student of Medical Informatics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
 2. PhD in Computer Engineering (Software), Associate Professor, Department of Medical Informatics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
 3. Ph.D. in Molecular Medical Virology, Tarbiat Modares University, Faculty of Medical Sciences, Tehran, Iran
- ***Corresponding Author:** Ali Asghar Safaei
Address: Department of Medical Informatics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
• **Tel:** 02182884581 • **Email:** aa.safaei@modares.ac.ir

© 2023 The Author(s); Published by Kerman University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cite

مدل مفهومی و نیازمندی‌های فرم گزارش مورد الکترونیکی برای جمع‌آوری حداقل مجموعه داده‌های عوارض واکنش کرونا

سید حمزه نصیری خوشرودی^۱، علی اصغر صفائی^{۲*}، حوریه سلیمان جاهی^۳

• دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۷/۶ • پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۹/۱۹ •

مقدمه: در سال‌های اخیر جمع‌آوری داده‌های ناشی از پایش کارآزمایی‌های بالینی به صورت فرم‌های گزارش مورد الکترونیکی (eCRF) (Electronic case report forms)، به طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، زیرا به دلیل اجتناب از اشتباهات، کاهش طول مدت مطالعات بالینی و کاهش جلوگیری از افزایش هزینه‌های جمع‌آوری داده‌ها، می‌تواند بر موفقیت مطالعه تأثیر بگذارد. بر همین اساس این پژوهش در نظر دارد مدل مفهومی و نیازمندی‌های eCRF پیشنهادی که مبتنی بر پایگاه داده NoSQL است را برای دستیابی به عوارض ناشی از واکنش کرونا ارائه دهد.

روش: در این پژوهش با استفاده از روش توصیفی- کاربردی، ابتدا مدل مفهومی سیستم eCRF به منظور جمع‌آوری مجموعه حداقل داده‌های عوارض واکنش کرونا طراحی شد. سپس با استفاده از روش‌های مشاهده، تفکر و تأمل و پرسشنامه، نیازمندی‌های عملکردی و غیرعملکردی سیستم پیشنهادی شناسایی گردید.

نتایج: این پژوهش دارای دو بخش اصلی مدل مفهومی پیشنهادی و نیازمندی‌های عملکردی و غیرعملکردی سیستم eCRF است. مدل مفهومی براساس مؤلفه‌ها، ماژول‌ها و اهداف هسته مرکزی eCRF پیشنهاد شد که قابلیت استفاده برای محققین و متخصصین کارآزمایی‌های بالینی را دارد. نیازمندی‌ها نیز برای چهار گروه تمامی ذی‌نفعان بیمار، مراقبان سلامت، کارشناسان بیماری و مدیر اجرایی احصاء شد گردید که از جمله آن می‌توان به مواردی مانند قابلیت ثبت، درج، حذف و ویرایش فرم گزارش مورد اشاره کرد.

نتیجه‌گیری: سیستم پیشنهادی با توجه به ثبت عوارض ناشی از واکنش کرونا به صورت یکپارچه، داده‌های طبقه‌بندی شده و معتبر را در اختیار محققین و متخصصین کارآزمایی‌های بالینی قرار می‌دهد؛ بنابراین برخی از ذینفعان eCRF مانند بیماران، مراقبان سلامت، کارشناسان بیماری‌ها و مدیران اجرایی و محققین می‌توانند با تحلیل، تفسیر و اشتراک‌گذاری اطلاعات ثبت شده، به واکنشی با ایمنی و اثربخشی قابل قبول دست یابند.

کلیدواژه‌ها: فرم گزارش موردی الکترونیکی، کرونا، عوارض واکنش‌های سیستم eCRF

ارجاع: نصیری خوشرودی سید حمزه، صفائی علی اصغر، سلیمان جاهی حوریه. مدل مفهومی و نیازمندی‌های فرم گزارش مورد الکترونیکی برای جمع‌آوری حداقل مجموعه داده‌های عوارض واکنش کرونا. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۴۰۲؛ ۱۰(۳): ۳۰۸-۲۹۴. doi: 10.34172/jhbmi.2023.32

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد انفورماتیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲. دکترای مهندسی کامپیوتر (نرم افزار)، دانشیار، گروه انفورماتیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳. دکترای ویروس شناسی پزشکی، استاد، گروه ویروس شناسی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: علی اصغر صفائی

آدرس: ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، گروه انفورماتیک پزشکی

• شماره تماس: ۰۲۱۸۲۸۴۵۸۱ • Email: aa.safaei@modares.ac.ir

مقدمه

همه‌گیری کووید ۱۹ ناشی از سندرم حاد تنفسی ویروس کرونا ۲ (SARS-CoV-2) زندگی روزمره افراد در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار داده است و تعداد ابتلاء و مرگ و میر قابل تأملی را برای جوامع به بار آورد [۱]؛ به این صورت که تا دوم اوت ۲۰۲۳، بیش از ۲۸۷ میلیون مورد ابتلاء به سازمان بهداشت جهانی گزارش شده است که شامل ۵/۴ میلیون مورد گزارش مرگ شده است [۲]. در حال حاضر علاوه بر کشف روش‌های درمانی و دارویی متنوعی برای کرونا، تنها راه کار اثربخش و مورد توافق، پیشگیری با رعایت پروتکل‌های بهداشتی در کنار واکسیناسیون است. در حالی که توسعه سریع واکسن‌ها علیه کوید-۱۹ یک دستاورد فوق‌العاده است، اما موفقیت آن با چالش‌های زیادی از تولید تا توزیع، استقرار و مهمتر از همه پذیرش همراه است [۳]؛ بنابراین یکی از مهم‌ترین مسائلی است که در دو سال گذشته ذهن بسیاری از مردم جهان را به خود مشغول ساخته است. از جمله این واکسیناسیون‌ها می‌توان به سینوفارم، آسترازنکا، فایزر، بهارات، سینوواک، برکت و فخر اشاره کرد که دارای عوارضی مانند درد در محل تزریق، خستگی، سردرد، لرز، بروز لنفادنوپاتی (تورم/حساسیت زیر بغل)، خستگی، درد عضلانی، درد مفاصل، تهوع/استفراغ، تب، حساسیت‌های پوستی، خارش در محل غیر از محل تزریق و گیحی هستند [۴، ۵]. در همین راستا، به منظور کسب داده‌های مربوط به عوارض واکنس کرونا، به روشی کارآمد و درست جهت ارزیابی ایمنی و کارایی واکنس، می‌توان از ابزارهای موجود مانند فرم گزارش موردی بهره گرفت [۶، ۷].

با استفاده از eCRF‌های الکترونیکی (eCRF) بیمار و مدیریت داده‌ها به صورت خودکار انجام می‌شود، همه داده‌ها مستقیماً بدون یک مرحله میانی دستی وارد یک پایگاه داده می‌شوند. این امر احتمال خطاهای رونویسی یا اختلاط بیمار را از بین می‌برد. از طرف دیگر، پرسشنامه‌های الکترونیکی همیشه خوانا هستند، گزینه‌ها به طور واضح علامت زده شده/علامت زده نشده و نظرات در زمینه‌های تعیین شده ارائه می‌شود. پاسخ‌های از پیش تعیین شده در منوهای کشویی یا لیست‌های انتخابی، اصطلاحات و املاهای ثابت را اجرا می‌کند، بنابراین تفسیر داده‌ها را تسهیل می‌کند و از ورودی‌های نادرست/ناسازگار جلوگیری می‌کند. همچنین فیلدهایی برای ورود داده‌های مناسب با اعمال محدودیت‌ها جهت کاهش خطا و ورود اطلاعاتی همچون قد، وزن و نام و نام خانوادگی و ... ایجاد شده است. پس از ایجاد

eCRF، همه داده‌ها به طور خودکار به پایگاه داده می‌روند، که می‌توان به راحتی آن‌ها را بررسی و ارزیابی کرد. در واقع eCRF برای جمع‌آوری داده‌های بیمار در یک کارآزمایی بالینی طراحی شده است که توسعه آن بخش قابل توجهی از کارآزمایی بالینی را نشان می‌دهد و می‌تواند بر موفقیت مطالعه تأثیر بگذارد [۸]. در واقع پرسش‌نامه‌هایی هستند که به طور خاص توسط محققان در تحقیقات کارآزمایی بالینی برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده می‌شوند [۹]؛ زیرا از اشتباهات اجتناب می‌کنند، طول مدت مطالعات بالینی را کوتاه می‌کنند و هزینه‌های جمع‌آوری داده‌ها را کاهش می‌دهند [۱۰].

از این رو برخی از برخی از CRF‌های موجود برای مطالعات عوارض واکنس بررسی شدند. Chen و همکاران [۱۱] یک مرور سیستماتیک و متاآنالیز برای تعیین ایمنی واکنس کووید ۱۹ در آزمایش‌های کنترل شده تصادفی انجام دادند. Chapin-Bardales و همکاران [۱۲] به بررسی واکنش‌زایی به دنبال دریافت واکسن‌های کوید ۱۹ مبتنی بر mRNA پرداختند. Stone و همکاران [۱۳] یک جستجوی سیستماتیک ادبیات و بررسی روایتی از عوارض جانبی واکنس با واسطه ایمنی و مکانیسم‌های شناخته شده را انجام دادند. Jones و همکاران [۱۴] به بررسی هماهنگ‌سازی داده‌های جمع‌آوری شده در فرم‌های گزارش موردی که برای نظارت بر ایمنی در آزمایش‌های بالینی واکسیناسیون در زنان باردار استفاده می‌شود، پرداختند. Rorie و همکاران [۱۵]، به بررسی و طراحی eCRF و جمع‌آوری داده‌های الکترونیکی، به ویژه در داروسازی و تحقیقات بالینی پرداختند. Le و همکاران [۱۰]، یک eCRF طراحی نمودند و نشان دادند که طرح پیشنهادی سبب اجتناب از اشتباهات می‌شود، مدت زمان مطالعات بالینی را کوتاه می‌کند و هزینه جمع‌آوری داده‌ها را کاهش می‌دهد. Sass و همکاران [۱۶]، مجموعه داده GECCO را ارائه کردند، مجموعه‌ای اصلی از عناصر داده برای به دست آوردن و تبادل اطلاعات در مورد بیماران COVID-19 است که با استفاده از ساختارهای داده استاندارد شده مانند FHIR و HL7 استفاده می‌کند. Yoon و همکاران [۱۷]، یک چارچوب تحقیقات پزشکی مبتنی بر پایگاه داده NoSQL DBMS پیشنهاد کردند. Jose و همکاران [۱۸]، یک پایگاه داده مبتنی بر سند NoSQL MongoDB که معمولاً از داده‌های JSON استفاده می‌کند، برای بررسی شایستگی پایگاه‌های داده NoSQL ارائه کردند. Chandra [۱۹]، یک مطالعه تحلیلی در مورد ویژگی‌های اصلی پایگاه داده

NoSQL انجام داده است.

لازم به ذکر است که با توجه به ماهیت داده‌های مربوط به ویروس کرونا و عوارض متغیر آن انتخاب یک پایگاه داده متناسب با شرایط موجود، نیاز می‌باشد. یکی از رایج‌ترین پایگاه‌های داده‌ای، پایگاه داده رابطه‌ای است که به صورت مجموعه‌ای از اطلاعات، نقاط داده را با روابط تعریف شده برای دسترسی آسان سازماندهی می‌کند. در مدل پایگاه داده رابطه‌ای، ساختار داده‌ها شامل جدول داده‌ها، نمایه‌ها و نماها است که جدا از ساختارهای ذخیره‌سازی فیزیکی باقی می‌مانند و مدیران پایگاه داده را قادر می‌سازد تا داده‌های فیزیکی را بدون تأثیر بر ساختار منطقی داده‌ها ویرایش کنند. پایگاه‌های داده رابطه‌ای به ساختار و سطح خاصی از برنامه‌ریزی نیاز دارند؛ زیرا ستون‌ها باید تعریف شوند و داده‌ها باید به‌طور صحیح در دسته‌های غیرقابل تغییر قرار گیرند. ساختار در برخی از شرایط خوب است، اما مسائل مربوط به اشکالات دیگر مانند نگهداری و عدم انعطاف‌پذیری و مقیاس‌پذیری را ایجاد می‌کند. برای حل مسائل مربوط به نگهداری توسعه‌دهندگان و سایر کارکنان مسئول پایگاه داده باید زمانی را صرف مدیریت و بهینه‌سازی پایگاه داده کنند که داده‌ها به آن اضافه می‌شوند. از این رو عدم انعطاف‌پذیری پایگاه داده‌های رابطه‌ای برای مدیریت حجم زیادی از داده‌های بدون ساختار ایده‌آل نیستند؛ چون که داده‌هایی که تا حد زیادی کیفی هستند، به راحتی تعریف نمی‌شوند یا پویا نیستند، زیرا با تغییر یا تکامل داده‌ها، طرحواره باید با آن تکامل یابد، که به زمان نیاز دارد. در ضمن عدم مقیاس‌پذیری پایگاه‌های داده رابطه‌ای نیز به طور افقی در ساختارهای ذخیره‌سازی فیزیکی با چندین سرور مقیاس خوبی ندارند؛ بنابراین مدیریت پایگاه‌های داده رابطه‌ای در سرورهای متعدد دشوار است، زیرا با بزرگ‌تر شدن و توزیع مجموعه داده‌ها، ساختار مختل می‌شود و استفاده از سرورهای متعدد بر عملکرد (مانند زمان پاسخ برنامه) و در دسترس بودن تأثیر می‌گذارد [۲۰].

به‌طور کلی در طراحی فرم گزارش مورد الکترونیکی برای پایش عوارض واکنش کرونا، باید به جمع‌آوری اطلاعات دقیق و کامل از بیماران، مدیریت داده‌های بزرگ، استانداردسازی و حریم خصوصی توجه کرد [۲۱]؛ بنابراین داده‌ها باید در قالبی سازماندهی شوند که تجزیه و تحلیل داده‌ها را آسان و ساده کند [۸]. بدین ترتیب این پژوهش در نظر دارد با تمرکز بر اهمیت وجود اطلاعات به دست آمده از عوارض واکنش کووید ۱۹ برای تحقیقات آینده، مدل مفهومی و نیازمندی‌های سیستم eCRF

را معرفی کند که مبتنی بر پایگاه داده NoSQL مدل داده‌ها را سندگرا است. به عبارت دیگر، زمینه مطالعاتی این تحقیق بررسی سیستم اطلاعاتی eCRF در حیطه عوارض واکنش کووید ۱۹ است. بحث داغی که این روزها بر سر کارایی واکنش‌های مختلف تولیدشده و عوارض ناشی از آن‌ها وجود دارد؛ باعث شده تا هنوز هم مردم نسبت به واکنش‌های این بیماری پاندمیک شک و تردید داشته باشند و ضرورت این که بتوان سیستم اطلاعاتی جامع و مناسبی را در راستای برطرف کردن این مشکل ایجاد کنیم، به شدت احساس می‌شود؛ لذا این مطالعه، با استفاده از فناوری eCRF در تلاش برای پر کردن این خلأ تحقیقاتی است و امید است گام مؤثری در راستای روشن‌سازی عوارض واکنش کووید ۱۹ بردارد.

روش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی- کاربردی است که از دو بخش اصلی ایجاد مدل مفهومی پیشنهادی و تعیین نیازمندی‌های سیستم eCRF مبتنی بر پایگاه داده NoSQL مدل داده سندگرا تشکیل شد. ابتدا مدل مفهومی سیستم eCRF براساس مؤلفه‌ها، مازول‌ها و اهداف آن پیشنهاد شد که هدف آن با توجه به اهمیت جمع‌آوری اطلاعات در مورد عوارض واکنش کرونا، دستیابی محققین و پژوهشگران به اطلاعات جامع و دقیق در این خصوص است. به این صورت که مدل پیشنهادی (شکل ۱)، درک جامع و کاملی از موضوع پژوهش را برای ذینفعان فراهم می‌کند. در واقع سعی شد طبق مطالعه مروری Psotka و همکاران [۲۲]، موارد اصلی هسته eCRF (مؤلفه‌ها، مازول‌ها و اهداف) در مدل پیشنهادی مشخص گردد. سپس، براساس مدل مفهومی پیشنهادی برای eCRF و با استفاده از روش‌های مشاهده، تفکر و تأمل و پرسشنامه، نیازمندی‌های سیستم eCRF استخراج شد؛ که به‌منظور آشنایی با سامانه‌های مشابه، شناسایی کاربران سیستم و قابلیت‌های شناسایی شده برای eCRF و بررسی انتظارات کاربران نهایی از سامانه مورد نظر استفاده شود.

بدین ترتیب در روش مشاهده و تفکر و تأمل، جامعه پژوهشی در نظر گرفته شده منابع کتابخانه‌ای و ابزار پژوهش نیز چک لیست بود. در روش مشاهده، قابلیت‌ها، امکانات و بخش‌های مختلف eCRF‌های مشابه بررسی شدند. در روش تفکر و تأمل نیز، حداقل مجموعه داده‌ها و قابلیت‌های مورد انتظار از eCRF

سیستم مورد نظر تعامل و تبادل اطلاعات داشته باشد از ذینفعان سامانه در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین به توصیف خدمات سامانه، ذینفعان، محدودیت‌ها و فرضیات پرداخته شد [۲۵]. در نهایت نیازمندی‌های استخراج شده، دسته‌بندی و در قالب جداول نیازمندی‌های عملکردی (جدول ۱) و غیرعملکردی (جدول ۲) بیان شدند.

نتایج

در این پژوهش ابتدا مدل مفهومی و سپس نیازمندی‌های سیستم eCRF مبتنی بر پایگاه داده NoSQL مدل داده‌سندگرا تعیین شد. طراحی مفهومی، جزئی‌ترین توصیف از موردی است که ارائه می‌شود و کاربران باید بتوانند آن را درک، نقد، بررسی و تأیید کنند. بدین ترتیب طراحی مدل مفهومی، اولین کاری است که در فرآیند مهندسی سیستم انجام می‌شود، به این منظور که امکان‌سنجی و توسعه ایده اولیه صورت گیرد تا دید کلی از سیستم ایجاد شود. در همین راستا مدل مفهومی در نظر گرفته شده برای سیستم eCRF که شامل عوارض واکسن کرونا در شکل ۱ ارائه شد. این مدل مفهومی شامل سه بخش مؤلفه‌ها، ماژول‌ها و اهداف اصلی هسته eCRF است.

● **مؤلفه‌های اصلی:** هسته اصلی حاوی حداقل داده‌های لازم برای مطالعات بالینی است که برای شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات عوارض واکسن کوید-۱۹ در نظر گرفته شد. از جمله این موارد که برای عوارض واکسن کرونا در نظر گرفته است می‌توان به اطلاعات جمعیت شناختی، معاینات فیزیکی، آزمایشات و تاریخچه پزشکی بیماران اشاره کرد.

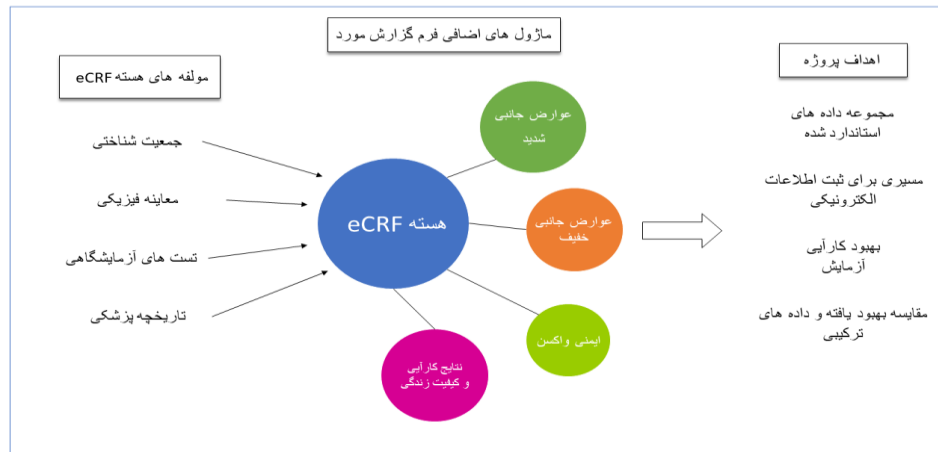
● **ماژول‌ها:** حاوی عناصر داده‌ای هستند که به‌طور منطقی در eCRF اصلی گنجانده نشده‌اند یا این که مستحق گسترش به جزئیات بیشتر هستند؛ بنابراین این پژوهش در نظر دارد ماژول‌های مانند عوارض جانبی شدید، عوارض جانبی خفیف، ایمنی واکسن و نتیجه اثربخشی و کیفیت زندگی را در کنار مؤلفه‌های اصلی پوشش دهد.

● **اهداف:** هدف از ایجاد eCRF را نمایان می‌سازد که برای این منظور با افزودن ماژول‌های تخصصی مورد نیاز به هسته اصلی پروژه می‌توان به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز دست یافت. بدین ترتیب علاوه بر هدف اصلی eCRF پیشنهادی که ثبت عوارض واکسن کرونا است، مجموعه داده‌های استاندارد شده، ثبت الکترونیکی اطلاعات، بهبود کارایی آزمایش‌های بالینی و مقایسه بهبود یافته داده‌های ترکیبی نیز ممکن می‌شود.

طریق منابع کتابخانه‌ای استخراج شد؛ بنابراین چک لیستی از حداقل مجموعه داده‌های لازم برای سیستم eCRF و دسته‌بندی کلی آن‌ها و همچنین قابلیت‌های اصلی مورد انتظار حاصل شد. پرسشنامه نیز جهت تعیین عناصر داده‌ای و نیازمندی‌های سیستم eCRF از دیدگاه کاربران نهایی به کار گرفته شد. لازم به ذکر است که به‌دلیل نبود پرسشنامه پیش‌ساخته، پرسشنامه مورد استفاده در این پژوهش توسط محقق و با توجه به نتایج حاصل از گردآوری اطلاعات (چک لیست تهیه شده)، طراحی و استفاده شد. در ضمن، قابلیت‌ها و عناصر اطلاعاتی eCRF به‌گونه‌ای انتخاب شدند که مختص عوارض واکسن کرونا باشد. به این صورت که قابلیت‌ها و عناصر اطلاعاتی استخراج شده در سه گروه کلی اطلاعات پایه؛ اطلاعات عوارض واکسن کرونا و خدمات eCRF دسته‌بندی شدند.

باید عنوان کرد که در پرسشنامه به عنوان ابزار پژوهش، جامعه پژوهشی در نظر گرفته شده شامل بیماران، مراقبان سلامت، کارشناسان بیماری‌ها و مدیران اجرایی بودند که پرسشنامه در اختیار آنان قرار گرفت. طبق جدول Lawshe [۲۳]، برای بررسی پایایی پرسشنامه حداقل مقدار قابل قبول برای ده نفر ارزیاب برابر ۰/۶۲ است، که پس از اخذ نظر همه ارزیابان در مورد ضروری بودن هر یک از نیازمندی‌های استخراج شده این مقدار حدود ۰/۸۴ بود و امتیاز لازم را کسب کرد. بررسی روایی پرسشنامه نیز با بررسی روایی محتوا انجام شد؛ بدین منظور پرسشنامه طراحی شده توسط گروهی از خبرگان متشکل از دو کارشناس بیماری‌ها، یک عضو هیئت علمی انفورماتیک پزشکی و دو عضو هیئت علمی آمار زیستی و یک عضو هیئت علمی ویروس‌شناسی بررسی شد و روایی محتوای پرسشنامه به روش کیفی تأیید شد.

به منظور توصیف سیستم پیشنهادی نیز، مشخصات مهندسی نرم‌افزار (Specification Requirement Software) SRS به عنوان ابزار پژوهش به کار گرفته شد، زیرا به طور کامل توصیف می‌کند که نرم‌افزار چه کاری را انجام می‌دهد و انتظار می‌رود چگونه این وظایف را انجام دهد [۲۴]. بدین ترتیب توصیف این ویژگی‌ها در قالب نیازمندی‌های عملکردی و غیرعملکردی مطرح شد؛ نیازمندی‌های عملکردی بیانگر این است که سیستم باید چه کارهایی را انجام دهد و نیازمندی‌های غیرعملکردی نیز محدودیت‌هایی را توصیف می‌کنند که سیستم باید طبق آن‌ها رفتار کند. در ضمن هر سیستم یا کاربری که با



شکل ۱: مدل مفهومی سیستم eCRF (برای عوارض واکسن کرونا)

قبلی هستند شناخته می‌شوند که در مراکز بهداشتی و درمانی روستایی و شهری و یا در سطح بالاتر از آن حضور دارند، آن‌ها جدا از این که می‌توانند قابلیت گروه‌های قبلی را داشته باشند، همچنین دسترسی‌هایی جهت مدیریت بیماران و رفع اشتباهات احتمالی مراقبین سلامت در درج اطلاعات و نیز ایجاد گزارش‌های مدیریتی با توجه به سطح دسترسی ارائه شده به عنوان کارشناس محیطی یا کارشناس ستادی را دارا هستند. به همین دلیل انواع نیازمندی‌های عملکردی در نظر گرفته شده برای آن‌ها شامل ۱۶ مورد از جمله ایجاد حساب کاربری برای بیمار، درج، ویرایش و حذف اطلاعات هویتی بیمار، درج و ویرایش تاریخچه سلامت بیمار، درج و ویرایش فرم گزارش مورد بیمار، ایجاد گزارش از زیر مجموعه‌های خود با توجه به دسترسی‌های ارائه شده و ایجاد سند اطلاعات گزارش فردی بیمار و بازیابی رمز عبور می‌باشد. گروه چهارم نیز به مدیر اجرایی اختصاص دارد، مدیر اجرایی با در بر داشتن ۲۲ نیازمندی عملکردی، بالاترین سطح دسترسی را دارا است که می‌تواند جدای از قابلیت‌های قبلی، می‌تواند به عنوان مسئول فنی، قابلیت پشتیبانی از سیستم را داشته باشد و ایجاد حساب کاربری برای کارشناسان بیماری‌ها و مراقبین سلامت و همچنین ایجاد لیست واکسن‌ها و تعیین میزان دسترسی هر کاربر در سطوح پایین را انجام دهد.

اختصارات به کار برده شده در جدول ۱ شامل P یا Patient برای بیمار، HC یا HealthCare برای مراقبین سلامت، E یا Expert برای کارشناس، M یا Manager برای مدیر اجرایی، DemoInfo یا Demographic Information برای اطلاعات دموگرافیک، CliInfo یا Clinical Information

بنابراین انتظار می‌رود از مدل مفهومی ارائه شده به منظور طراحی معماری و پیاده‌سازی eCRF مبتنی بر پایگاه داده NoSQL مدل داده‌سندگرا استفاده شود؛ در نتیجه با توجه به این مدل، نیازمندی‌های eCRF احصاء شد. به‌طور کلی باید عنوان کرد که خدمات eCRF پیشنهادی در جدول ۱ به چهار گروه بیمار، مراقبت سلامت، کارشناسان و مدیر اجرایی و پشتیبانی تقسیم شد. گروه اول به بیمار اختصاص دارد که به عنوان محوریت موضوع، نقش مهمی را در دستیابی به عوارض واکسن کرونا دارد به همین دلیل انواع نیازمندی‌های عملکردی در نظر گرفته شده برای آن شامل ۷ مورد از جمله ثبت نام یا ایجاد حساب کاربری، درج اطلاعات هویتی، بازیابی رمز عبور، درخواست استعلام از پرونده الکترونیک سلامت، درج تاریخچه سلامت، ویرایش تاریخچه سلامت و ایجاد فرم گزارش موردی است. گروه دوم به مراقبان سلامت اختصاص دارد، مراقبان سلامت را می‌توان کاربران سیستم با دسترسی بیشتر به اطلاعات دانست که در پایین‌ترین سطح مراکز ارائه دهنده خدمات سلامت هستند؛ منظور بهورزها و بهیارانی است که در خانه‌های بهداشت روستایی یا پایگاه‌های بهداشت شهری مشغول به فعالیت هستند و به‌طور مستقیم با بیماران ارتباط دارند. به همین دلیل انواع نیازمندی‌های عملکردی در نظر گرفته شده برای آن‌ها شامل ۹ مورد از جمله ثبت نام بیمار، درج اطلاعات هویتی بیمار، بازیابی رمز عبور، درخواست استعلام از پرونده الکترونیک سلامت، درج تاریخچه سلامت بیمار، ویرایش تاریخچه سلامت بیمار، ایجاد فرم گزارش مورد به ازای هر بیمار و ویرایش فرم گزارش مورد است. گروه سوم به کارشناسان بیماری‌ها اختصاص دارد، کارشناسان بیماری‌ها به عنوان شاغلین با دسترسی بیشتر نسبت به گروه‌های

برای اطلاعات بالینی، Rpt یا Report برای گزارش‌های و Mngr یا Manager برای اطلاعات مدیریتی است.

جدول ۱: نیازمندی‌های عملکردی سیستم eCRF برای چهار گروه بیمار، مراقبان سلامت، کارشناسان و مدیر اجرایی

نقش	کد	شرح نیازمندی عملکردی	ورودی	خروجی
بیمار	P.DemoInfo1	۱. قابلیت ثبت نام یا حساب کاربری توسط بیمار	اطلاعات و مشخصات فردی نام کاربری و رمزعبور	اختصاص شناسه منحصر به فرد به کاربر به روزرسانی لیست کاربران به روزرسانی پایگاه داده
	P.DemoInfo2	۲. قابلیت درج اطلاعات هویتی	نام، نام خانوادگی، جنسیت، تاریخ تولد، آدرس ایمیل، شماره تماس منزل، شماره همراه، شماره محل کار، شماره حامی، شماره پراکسی، آدرس پستی (کشور، شهر، روستا و کدپستی)، سطح تحصیلات، وضعیت اقتصادی	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	P.DemoInfo3	۳. قابلیت بازیابی رمزعبور	شماره همراه	بروزرسانی پایگاه داده تولید رمزعبور جدید
	P.DemoInfo4	۴. قابلیت درخواست استعلام از پرونده الکترونیک سلامت	سوابق ثبت شده در پرونده الکترونیک سلامت مانند: مصرف سیگار، حساسیت‌های قبلی به واکسن، عوارض، قد، وزن	بروزرسانی پایگاه داده
	P.CliInfo1	۵. قابلیت درج تاریخچه سلامت	سابقه حساسیت قبلی به واکسن، سابقه تست مثبت PCR، بیماری‌های مزمن	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	P.CliInfo2	۶. قابلیت ویرایش تاریخچه سلامت	سابقه حساسیت قبلی به واکسن، سابقه تست مثبت PCR، بیماری‌های مزمن	بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	P.CliInfo3	۷. قابلیت ایجاد فرم گزارش مورد	تاریخ تزریق واکسن، نام واکسن، نوبت واکسن، تاریخ وقوع عارضه، نوع عارضه، سن، وزن، قد، BMI، سابقه مصرف سیگار، شرایط عادت ماهیانه، شرایط بارداری	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
مراقب سلامت	HC.DemoInfo1	۱. قابلیت ثبت نام بیمار جدید	اطلاعات و مشخصات فردی نام کاربری و رمزعبور	اختصاص شناسه منحصر به فرد به کاربر به روزرسانی لیست کاربران به روزرسانی پایگاه داده
	HC.DemoInfo2	۲. قابلیت درج اطلاعات هویتی	نام، نام خانوادگی، جنسیت، تاریخ تولد، آدرس ایمیل، شماره تماس منزل، شماره همراه، شماره محل کار، شماره حامی، شماره پراکسی، آدرس پستی (کشور، شهر، روستا و کدپستی)، سطح تحصیلات، وضعیت اقتصادی	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	HC.DemoInfo3	۳. قابلیت ویرایش اطلاعات هویتی بیمار	نام، نام خانوادگی، جنسیت، تاریخ تولد، آدرس ایمیل، شماره تماس منزل، شماره همراه، شماره محل کار، شماره حامی، شماره پراکسی، آدرس پستی (کشور، شهر، روستا و کدپستی)، سطح تحصیلات، وضعیت اقتصادی	بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	HC.DemoInfo4	۴. قابلیت بازیابی رمزعبور	شماره همراه	بروزرسانی پایگاه داده تولید رمزعبور جدید
	HC.DemoInfo5	۵. قابلیت درخواست استعلام از پرونده الکترونیک سلامت	سوابق ثبت شده در پرونده الکترونیک سلامت مانند: مصرف سیگار، حساسیت‌های قبلی به واکسن، عوارض، قد، وزن	بروزرسانی پایگاه داده
	HC.CliInfo1	۶. قابلیت درج تاریخچه سلامت	سابقه حساسیت قبلی به واکسن، سابقه تست مثبت PCR، بیماری‌های مزمن	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک

نقش	کد	شرح نیازمندی عملکردی	ورودی	خروجی
کارشناسان	HC.CliInfo2	۷. قابلیت ویرایش تاریخچه سلامت		بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	HC.CliInfo3	۸. قابلیت ایجاد فرم گزارش مورد به ازای هر بیمار	تاریخ تزریق واکسن، نام واکسن، نوبت واکسن، تاریخ وقوع عارضه، نوع عارضه، سن، وزن، قد، BMI، سابقه مصرف سیگار، شرایط عادت ماهیانه، شرایط بارداری	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	HC.CliInfo4	۹. قابلیت ویرایش فرم گزارش مورد بیمار		بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	E.DemoInfo1	۱. قابلیت ثبت نام بیمار جدید	اطلاعات و مشخصات فردی نام کاربری و رمزعبور	اختصاص شناسه منحصر به فرد به کاربر به روزرسانی لیست کاربران به روزرسانی پایگاه داده
	E.DemoInfo2	۲. قابلیت درج اطلاعات هویتی	نام، نام خانوادگی، جنسیت، تاریخ تولد، آدرس ایمیل، شماره تماس منزل، شماره همراه، شماره محل کار، شماره حامی، شماره پراکسی، آدرس پستی (کشور، شهر، روستا و کدپستی)، سطح تحصیلات، وضعیت اقتصادی	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	E.DemoInfo3	۳. قابلیت ویرایش اطلاعات هویتی بیمار		بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	E.DemoInfo4	۴. قابلیت حذف نام بیمار	نام کاربری رمزعبور	بروزرسانی پایگاه داده
	E.DemoInfo5	۵. قابلیت بازیابی رمزعبور	شماره همراه	بروزرسانی پایگاه داده تولید رمزعبور جدید
	E.DemoInfo6	۶. قابلیت درخواست استعلام از پرونده الکترونیک سلامت	سوابق ثبت شده در پرونده الکترونیک سلامت مانند: مصرف سیگار، حساسیت‌های قبلی به واکسن، عوارض، قد، وزن	بروزرسانی پایگاه داده
	E.CliInfo1	۷. قابلیت درج تاریخچه سلامت	سابقه حساسیت قبلی به واکسن، سابقه تست مثبت PCR، بیماری‌های مزمن	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	E.CliInfo2	۸. قابلیت ویرایش تاریخچه سلامت		بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	E.CliInfo3	۹. قابلیت ایجاد فرم گزارش مورد به ازای هر بیمار	تاریخ تزریق واکسن، نام واکسن، نوبت واکسن، تاریخ وقوع عارضه، نوع عارضه، سن، وزن، قد، BMI، سابقه مصرف سیگار، شرایط عادت ماهیانه، شرایط بارداری	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	E.CliInfo4	۱۰. قابلیت ویرایش فرم گزارش مورد بیمار		بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	E.Rpt1	۱۱. قابلیت حذف فرم گزارش مورد		تولید گزارش
	E.Rpt2	۱۲. قابلیت نمایش لیست بیماران ثبت‌نام شده	نام کاربری رمزعبور	
	E.Rpt3	۱۳. قابلیت تولید گزارش شخصی سازی شده با ایجاد محدوده زمانی		
E.Rpt4	۱۴. قابلیت ایجاد گزارش نموداری از بیماران			
E.Rpt5	۱۵. قابلیت ایجاد گزارش عددی از بیماران			
E.Rpt6	۱۶. قابلیت تولید سند فرم گزارش موردی به صورت فایل PDF			

نقش	کد	شرح نیازمندی عملکردی	ورودی	خروجی
مدیر اجرایی (ادمین)	M.DemoInfo1	۱. قابلیت ثبت نام بیمار جدید	اطلاعات و مشخصات فردی نام کاربری و رمزعبور	اختصاص شناسه منحصر به فرد به کاربر به روزرسانی لیست کاربران به روزرسانی پایگاه داده
	M.DemoInfo2	۲. قابلیت درج اطلاعات هویتی	نام، نام خانوادگی، جنسیت، تاریخ تولد، آدرس ایمیل، شماره تماس منزل، شماره همراه، شماره محل کار، شماره حامی،	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	M.DemoInfo3	۳. قابلیت ویرایش اطلاعات هویتی بیمار	شماره پراکسی، آدرس پستی (کشور، شهر، روستا و کدپستی)، سطح تحصیلات، وضعیت اقتصادی	بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	M.DemoInfo4	۴. قابلیت حذف نام بیمار	نام کاربری رمزعبور	بروزرسانی پایگاه داده
	M.DemoInfo5	۵. قابلیت بازیابی رمزعبور	شماره همراه	بروزرسانی پایگاه داده تولید رمزعبور جدید
	M.DemoInfo6	۶. قابلیت درخواست استعلام از پرونده الکترونیک سلامت	سوابق ثبت شده در پرونده الکترونیک سلامت ماند: مصرف سیگار، حساسیت‌های قبلی به واکنش، عوارض، قد، وزن	بروزرسانی پایگاه داده
	M.CliInfo1	۷. قابلیت درج تاریخچه سلامت بیمار	سابقه حساسیت قبلی به واکنش، سابقه تست مثبت PCR، بیماری‌های مزمن	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	M.CliInfo2	۸. قابلیت ویرایش تاریخچه سلامت	تاریخ تزریق واکنش، نام واکنش، نوبت واکنش، تاریخ وقوع عارضه، نوع عارضه، سن، وزن، قد، BMI، سابقه مصرف سیگار، شرایط عادت ماهیانه، شرایط بارداری	بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	M.CliInfo3	۹. قابلیت ایجاد فرم گزارش مورد به ازای هر بیمار	تولید گزارش	ذخیره اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	M.CliInfo4	۱۰. قابلیت ویرایش فرم گزارش مورد بیمار	تولید گزارش	بروزرسانی اطلاعات در فرم گزارش مورد الکترونیک
	M.Rpt1	۱۱. قابلیت حذف فرم گزارش مورد	نام کاربری رمزعبور	تولید گزارش
	M.Rpt2	۱۲. قابلیت نمایش لیست بیماران ثبت نام شده		
	M.Rpt3	۱۳. قابلیت تولید گزارش شخصی سازی شده با ایجاد محدوده زمانی		
	M.Rpt4	۱۴. قابلیت ایجاد گزارش نموداری از بیماران		
	M.Rpt5	۱۵. قابلیت ایجاد گزارش عددی از بیماران		
	M.Rpt6	۱۶. قابلیت تولید سند فرم گزارش موردی به صورت فایل PDF را داشته باشد.		
	M.Rpt7	۱۳. قابلیت تولید گزارش به تفکیک کاربران		
	M.Rpt8	۱۴. قابلیت تولید گزارش به تفکیک محل تولید آن (استان / شهرستان / مرکز)		
M.Mngr1	۱۵. قابلیت ایجاد کاربر جدید	اطلاعات و مشخصات فردی نام کاربری و رمزعبور	اختصاص شناسه منحصر به فرد به کاربر به روزرسانی لیست کاربران به روزرسانی پایگاه داده	
M.Mngr2	۱۶. قابلیت ویرایش کاربر موجود	نام کاربری	تولید گزارش	
M.Mngr3	۱۷. قابلیت حذف کاربران موجود	رمزعبور		
M.Mngr4	۱۸. قابلیت تهیه لیست کاربران			

به کاربران سیستم (شامل بیماران، مراقبین سلامت، کارشناسان بیماری‌ها و مدیر اجرایی)، فراهم کنندگان مراقبت شامل پزشکان و غیرپزشکان، سیستم پرونده الکترونیک سلامت، شرکت‌های بیمه و پرداخت کنندگان، داروخانه‌ها و آزمایشگاه‌ها، دستگاه‌های نظارتی، سیستم‌های سلامت عمومی، سایت‌های آموزش سلامت مبتنی بر اینترنت، سیستم‌های تحقیقات آزمایشگاهی بالینی، سیستم‌های مراقبتی مشارکتی و غیره اشاره کرد. در واقع می‌توان گفت که تمامی مؤسسات، گروه‌ها و افراد درگیر در نظام سلامت را شامل می‌شود [۲۷]. در این پژوهش با توجه به تعریف eCRF محققان بالینی مالکان اصلی آن هستند؛ اما با توجه به این هدف که اطلاعات این سیستم برای پزشکان هم قابل اعتماد و قابل استفاده است؛ بنابراین پزشکان و بیماران نیز به‌عنوان ذینفعان اصلی سیستم پیشنهادی در نظر گرفته شدند.

همان‌گونه که بیان شد نیازمندی‌های عملکردی و غیرعملکردی سیستم را توصیف می‌کنند. نیازمندی‌های عملکردی که بیانگر کار اصلی سیستم هستند در جدول ۱ معرفی شدند؛ نیازمندی‌های غیرعملکردی نیز که بیشترین تأثیر را بر معماری سیستم می‌گذارند تحت عنوان ویژگی‌های کیفی شناخته می‌شوند. از این رو باید عنوان کرد که در این پژوهش از دسته‌بندی ارائه شده مدل کیفیت سازمان بین‌المللی استانداردسازی (International Organization for Standardization) ISO برای نیازمندی‌های غیرعملکردی eCRF در جدول ۲ استفاده شد که شامل امنیت، عملکرد، قابلیت انتقال، تناسب عملکرد، قابلیت اطمینان و قابلیت نگهداری می‌باشد [۲۶]. در ادامه ذینفعان سیستم پیشنهادی را خواهیم داشت که دارای طیف وسیعی هستند که از جمله آن‌ها می‌توان

جدول ۲: مدل کیفیت ISO برای کیفیت خارجی و داخلی [۲۶]

تعریف	ویژگی		کد نیازمندی	نیازمندی	
درجه‌ای که محصول نرم‌افزار مجموعه‌ای مناسب، از عملکردها را برای وظایف مشخص شده و اهداف کاربر فراهم می‌کند.	مناسب بودن	Appropriateness	FunSuNF1	Functional Suitability	تناسب عملکرد
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری نتایج درست یا مشخص شده را با درجه دقت مورد نیاز ارائه می‌دهد	صائب بودن	Accuracy	FunSuNF2		
درجه‌ای که یک جزء نرم‌افزاری در صورت نیاز برای استفاده، عملیاتی و در دسترس است.	دسترسی	Availability	RelNF1	Reliability	قابلیت اطمینان
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری می‌تواند سطح مشخصی از عملکرد را در موارد نقص نرم‌افزار یا نقص رابط مشخص شده خود حفظ کند.	تحمل خطا	Fault Tolerance	RelNF2		
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری می‌تواند سطح مشخصی از عملکرد را بازیابی کند و داده‌هایی را که در صورت خرابی مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌گیرند، بازیابی کند.	قابلیت بازیابی	Recoverability	RelNF3		
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری کارکرد و کنترل آن را برای کاربران آسان می‌کند.	کاربر پسند بودن	Ease of use	OprNF1	Operability	عملکرد
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری در زمانی که کاربران به کمک نیاز دارند کمک می‌کند.	مفید بودن	Helpfulness	OprNF2		
میزان کارایی محصول نرم‌افزاری برای کاربران دارای ناتوانی‌های مشخص شده.	دسترسی فنی	Technical accessibility	OprNF3		
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری از افشای غیرمجاز داده‌ها یا اطلاعات، خواه تصادفی یا عمدی محافظت می‌کند.	محرمانه بودن	Confidentiality	ScuNF1	Security	امنیت
درجه‌ای که از صحت و کامل بودن دارایی‌ها محافظت می‌شود.	تمامیت	Integrity	ScuNF2		
درجه‌ای که می‌توان انجام اعمال یا رویدادها را اثبات کرد، به طوری که بعداً نمی‌توان آن وقایع یا اعمال را رد کرد.	عدم انکار	Non repudiation	ScuNF3		
درجه‌ای که هویت یک موضوع یا منبع را می‌توان ثابت کرد که ادعا می‌شود	اعتبار	Authenticity	ScuNF4		
درجه‌ای که اقدامات یک موجودیت را می‌توان منحصرأ در آن موجودیت ردیابی کرد.	مسئولیت‌پذیری	Accountability	ScuNF6		
درجه‌ای که یک سیستم یا برنامه کامپیوتری از اجزای مجزا تشکیل شده است به طوری که تغییر به یک جزء کمترین تأثیر را بر سایر اجزا دارد.	مدولار بودن	Modularity	MntNF1		
درجه‌ای که یک دارایی می‌تواند در بیش از یک سیستم نرم‌افزاری یا در ساختن دارایی‌های دیگر استفاده شود.	قابلیت استفاده مجدد	Reusability	MntNF2		
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری را می‌توان برای نقص یا علل خرابی در نرم‌افزار تشخیص داد، یا قطعاتی که باید اصلاح شوند تا شناسایی شوند.	قابل تجزیه و تحلیل	Analyzability	MntNF3		
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری امکان اجرای یک اصلاح مشخص را می‌دهد. سهولتی که یک محصول نرم‌افزاری را می‌توان تغییر داد	تغییر پذیری	Changeability	MntNF4		
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری می‌تواند از اثرات غیرمنتظره تغییرات نرم‌افزار جلوگیری کند	پایداری اصلاح	Modification Stability	MntNF5		
درجه‌ای که محصول نرم‌افزاری نرم‌افزار اصلاح شده را قادر می‌سازد تا اعتبار سنجی شود	آزمایش پذیری	Testability	MntNF6		
سهولت انتقال یک سیستم یا جزء از یک محیط به محیط دیگر (توسعه محیط سخت‌افزاری یا نرم‌افزاری).	قابلیت حمل	portability	TrnNF1	transferability	قابلیت انتقال
میزان پایبندی محصول نرم‌افزاری به استانداردها، قراردادهای، راهنماهای سبک یا مقررات مربوط به یک عامل اصلی است.	انطباق	Compliance	TrnNF2		

بحث و نتیجه گیری

با توجه به این که کرونا ویروس به عنوان چالش برانگیزترین مسئله در سال ۲۰۲۰ سال، متخصصان بهداشت را تحت فشار قرارداد و منجر به فلج شدن بی سابقه سیستم های مراقبت های بهداشتی و بحران اقتصادی جهانی شد. در این خصوص بخش دولتی و خصوصی باهم متحد شدند تا واکسن های دارای اثربخشی و ایمنی را آزمایش کنند. با توجه به ضرورت ایجاد واکسن کووید ۱۹، بسته به نوع واکسن، بدن افراد سطوح مختلفی از واکنش ایمنی را در برابر ویروس نشان می دهند که دارای عوارض است؛ بنابراین به منظور اطلاع و طبقه بندی از آن ها، پس از تزریق واکسن از افراد خواسته می شود که چنانچه عوارضی را تجربه کردند آن ها را در یک سیستم یا در قالب فرم های eCRF ثبت نمایند [۷، ۶]؛ زیرا دستیابی محققین به اطلاعات جمع آوری شده در خصوص عوارض ناشی از واکسن های کرونا منجر به تهیه واکسن اثربخش و ایمن می گردد که ممکن در همه گیری های مشابه به کار گرفته شود و مرگ و میر ناشی از آن کاهش یابد. در همین راستا این پژوهش نیز با تأکید بر جمع آوری عوارض حاصل از واکسن کرونا، مدل مفهومی و انواع نیازمندی های eCRF را مبتنی بر پایگاه داده NoSQL ارائه کرده است.

با توجه به مطالعه مروری انجام شده توسط Psotka و همکاران [۲۲]، باید عنوان کرد هسته مرکزی تمامی eCRF ها شامل مؤلفه های مشخصی از جمله جمعیت شناسی، علائم حیاتی، معاینات فیزیکی، ارزیابی پیامدهای گزارش شده از بیمار، تاریخچه پزشکی، تست های آزمایشگاهی، داروهای همزمان و درمان با دستگاه است و براساس تأکید بر موضوع خاصی ممکن است تعدادی از مؤلفه های آن تغییر کند. بدین ترتیب مؤلفه های در نظر گرفته شده در این پژوهش علاوه بر مؤلفه های شناسایی شده در هسته مرکزی eCRF، به دلیل تأکید بر جمع آوری عوارض واکسن کرونا شامل مؤلفه های مانند عوارض جانبی شدید، عوارض جانبی خفیف، ایمنی واکسن و نتیجه اثربخشی و کیفیت زندگی است؛ زیرا هدف اصلی این پژوهش دستیابی به عوارض حاصل از واکسن کرونا است و در نظر گرفتن مؤلفه های ذکر شده در همین راستا برای انواع ذینفعان از جمله بیماران، مراقبین سلامت، کارشناسان بیماری ها و مدیر اجرایی لازم است. بر همین اساس نیازمندی های عملکردی eCRF پیشنهادی در جدول ۱ تعیین شد که از جمله آن ها می توان به قابلیت های مانند مدیریت حساب کاربری، ثبت اطلاعات دموگرافیک، ثبت

تاریخچه سلامت، ایجاد فرم گزارش مورد و ویرایش آن اشاره کرد.

همان گونه که مطرح شد، دستیابی به اطلاعات جمع آوری شده ویروس کرونا و عوارض متغیر آن مستلزم انتخاب یک پایگاه داده متناسب با شرایط موجود است؛ بنابراین براساس مطالعات انجام شده توسط Yoon و همکاران [۱۷]، Jose و همکاران [۱۸] و Chandra [۱۹] پایگاه داده فرم گزارش مورد الکترونیکی پیشنهادی براساس NoSQL است؛ زیرا مزایای استفاده از مدل داده NoSQL برای ذخیره و مدیریت داده های در مقیاس بزرگ، مانند ردیابی شیوع COVID-19، برجسته می شود. یک پایگاه داده NoSQL به دلیل انعطاف پذیری و مقیاس پذیری آن برای مدیریت ماهیت پویا و سریع در حال تغییر داده های همه گیر توصیه می شود. این به این دلیل است که پایگاه های داده NoSQL برای ذخیره و مدیریت داده های بدون ساختار و نیمه ساختار یافته طراحی شده اند، که اغلب در مورد داده های اپیدمی صدق می کند، زیرا ممکن است شامل انواع مختلفی از اطلاعات مانند مشخصات دموگرافیک بیمار، علائم، نتایج آزمایش و جزئیات ردیابی تماس باشد. علاوه بر این، پایگاه های داده NoSQL می توانند به راحتی انواع داده ها و ساختارهای جدید را با تکامل همه گیر در خود جای دهند و آن را به یک راه حل سازگارتر و کارآمدتر برای مدیریت داده های اپیدمی در مقایسه با پایگاه های داده SQL سنتی تبدیل می کنند. همچنین نویسندگان پیشنهاد می کنند که پایگاه های داده NoSQL می توانند قابلیت های پردازش داده های بلادرنگ را فراهم کنند، که برای ردیابی گسترش سریع ویروس ضروری است. آن ها همچنین توانایی پایگاه های داده NoSQL را برای مدیریت حجم زیادی از داده ها و پشتیبانی از محاسبات توزیع شده برجسته می کنند، که می تواند به مدیریت حجم وسیعی از داده های تولید شده در طول بیماری های همه گیر کمک کند. بنابراین، همان طور که در متن پیشنهاد شده است، پایگاه داده NoSQL به دلیل انعطاف پذیری، مقیاس پذیری و سازگاری با نیازهای متغیر داده، انتخاب مناسبی برای ذخیره و مدیریت داده های شیوع COVID-19 است.

به طور کلی هدف اصلی طراحی eCRF جمع آوری داده های کامل و دقیق با اجتناب از تکرار و تسهیل رونویسی داده ها از اسناد منبع است که ایمنی و کارایی اولیه جمع آوری داده ها را تضمین می کند [۸]. در همین راستا یکی از مسائلی که در طراحی eCRF مبتنی بر عوارض واکسن مطرح می شود، جمع آوری

همه‌گیری‌ها تسهیل می‌کند. علاوه بر این، انعطاف‌پذیری و مقیاس‌پذیری پایگاه‌های داده NoSQL آن‌ها را برای استفاده در تنظیمات مختلف، از کلینیک‌های کوچک گرفته تا سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی در مقیاس بزرگ، مناسب می‌کند و می‌تواند از همکاری و به اشتراک گذاری داده‌ها بین ذینفعان مختلف پشتیبانی کند. به طور کلی، فرم‌های گزارش الکترونیکی مبتنی بر پایگاه‌های داده NoSQL ابزار قدرتمندی برای مدیریت داده‌های همه‌گیر و حمایت از تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد در شرایط اضطراری بهداشت عمومی ارائه می‌دهند.

در نهایت باید عنوان کرد از آنجایی که استفاده از فرم الکترونیکی گزارش مورد، نسبت به فرم کاغذی باعث کاهش هزینه‌ها، کاهش زمان جمع‌آوری داده و کاهش اشتباهات داده‌ای می‌شود؛ و همچنین اکثریت متخصصان و محققین کارآزمایی‌های بالینی استفاده از فرم الکترونیکی را به دلیل نظارت آسان‌تر و بهبود کیفیت داده‌ها ترجیح می‌دهند؛ بنابراین به کارگیری آن به خصوص در مطالعاتی با تعداد بیماران بالا و خطر کم، مزایای بیشتر و برتری خاصی نسبت به فرم کاغذی دارد. به همین دلیل eCRF پیشنهادی برای عوارض واکسن کرونا در این پژوهش در نظر دارد مجموعه داده‌های استاندارد شده، ثبت الکترونیکی اطلاعات، بهبود کارآیی آزمایش‌های بالینی و مقایسه بهبود یافته داده‌های ترکیبی را پوشش دهد. محدودیت‌های این پژوهش نیز به این صورت است که eCRF پیشنهادی برای عوارض واکسن کرونا هنوز در یک کارآزمایی بالینی مؤثر واقع نشده است و نویسندگان حاضر معتقدند که طراحی و پیاده‌سازی آن اولین گام مهم برای جذب محققان و حامیان کارآزمایی بالینی برای استفاده از آن است. علاوه بر این، با وجود دقت نظر گروه جامعه پژوهش و نگارندگان این پژوهش، ممکن است در مورد موارد گنجانده شده و حذف شده از eCRF تردید وجود داشته باشد. از این رو انتقاد متفکرانه و پیشنهادات سازنده برای اصلاح این ماژول‌ها تشویق می‌شود، زیرا نیاز به توسعه تکراری مداوم مورد انتظار است.

تعارض منافع

این مطالعه به صورت مستقل و بدون حمایت مالی هیچ سازمانی انجام پذیرفت و هیچ‌گونه تعارض منافی در آن وجود ندارد.

اطلاعات دقیق و کامل از بیماران است. برای جلوگیری از عدم کامل بودن اطلاعات و اطمینان از دقت آن‌ها، طراحی eCRF باید به گونه‌ای باشد که اطلاعات مورد نیاز به درستی و کامل از بیماران گردآوری شود. علاوه بر این یکی دیگر از مسائل مهم در طراحی eCRF، مدیریت داده‌های بزرگ است. با توجه به حجم بزرگ داده‌هایی که در طول زمان از بیماران جمع‌آوری می‌شود، باید از روش‌های مؤثری برای مدیریت این داده‌ها استفاده شود. استانداردسازی داده‌ها نیز یکی از چالش‌های طراحی eCRF برای پایش عوارض واکسن و ارزیابی ایمنی واکسن است. برای استفاده بهینه از داده‌ها و ارتباط با سیستم‌های دیگر مانند سیستم‌های ثبت ایمنی واکسن‌ها و داده‌های اقتصادی و مالی، باید داده‌ها به صورت استاندارد به دست آیند. بدین ترتیب این مورد با توجه به نیازمندی‌های غیرعملکردی (جدول ۲) تعیین شده براساس مدل کیفیت ISO در نظر گرفته شده است. به این صورت که تناسب عملکرد برای مناسب بودن و صائب بودن داده‌ها؛ قابلیت اطمینان برای دسترسی، تحمل خطا و بازیابی؛ عملکرد برای کاربر پسند بودن، مفید بودن و دسترسی فنی؛ امنیت برای محرمانه بودن، تمامیت، اعتبار، مسئولیت پذیری و عدم انکار؛ قابلیت نگهداری برای مدولار بودن، استفاده مجدد، قابل تجزیه و تحلیل بودن، تغییرپذیری، پایداری اصلاح و آزمایش پذیری؛ و همچنین قابلیت انتقال برای قابلیت حمل و انطباق می‌باشد.

لازم به ذکر است کاربردهای عملی فرم‌های گزارش‌دهی الکترونیکی مبتنی بر پایگاه‌های داده NoSQL برای ذینفعان مختلف مانند متخصصان مراقبت‌های بهداشتی، محققان، سیاست‌گذاران و دیگران ضروری است. این فرم‌ها را می‌توان در توسعه‌های بعدی به گونه‌ای طراحی کرد که علاوه بر مجموعه داده‌های مرتبط با عوارض واکسن، طیف وسیعی از داده‌های مربوط به بیماری‌های همه‌گیر، از جمله علائم بیمار، نتایج آزمایش، اطلاعات ردیابی تماس، و سوابق واکسیناسیون را به دست آورد. استفاده از پایگاه‌های داده NoSQL این فرم‌ها را قادر می‌سازد تا حجم زیادی از داده‌ها را مدیریت کنند، انواع داده‌ها و ساختارهای جدید را در خود جای دهند و از پردازش و تحلیل داده‌ها در زمان واقعی پشتیبانی کنند. این امر تصمیم‌گیری به موقع، تخصیص منابع و برنامه‌ریزی واکنش را در طول

References

1. Chow EJ, Uyeki TM, Chu HY. The effects of the COVID-19 pandemic on community respiratory virus activity. *Nat Rev Microbiol* 2023;21(3):195-210. doi: 10.1038/s41579-022-00807-9.
2. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Data may be incomplete for the current day or week. [cited 2021 Oct 19]. Available from: <https://covid19.who.int/>.
3. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Enhancing public trust in COVID-19 vaccination: The role of governments. Paris: OECD Publishing; 2021 [cited 2021 Oct 21]. Available from: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/enhancing-public-trust-in-covid-19-vaccination-the-role-of-governments-eae0ec5a/>
4. Taghizadeh M, Ebrahimezhad A. International and Iranian leading corona vaccine: classification, structure, efficacy, and side effects. *Journal of Microbial World* 2022; 15(1): 6-31. doi:10.30495/JMW.2022.1932689.1980
5. Le TT, Andreadakis Z, Kumar A, Román RG, Tollefsen S, Saville M, et al. The COVID-19 vaccine development landscape. *Nat Rev Drug Discov* 2020;19(5):305-6. doi: 10.1038/d41573-020-00073-5.
6. World Health Organization (WHO). Protocol template to be used as template for observational study protocols: cohort event monitoring (CEM) for safety signal detection after vaccination with COVID-19 vaccines; 2021 [cited 2021 Oct 20]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240027398>
7. Voysey M, Clemens SAC, Madhi SA, Weckx LY, Folegatti PM, Aley PK, et al. Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK. *Lancet* 2021;397(10269):99-111. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32661-1.
8. Bellary S, Krishnankutty B, Latha M. Basics of case report form designing in clinical research. *Perspect Clin Res* 2014; 5(4): 159-66. doi:10.4103/2229-3485.140555
9. Zong N, Wen A, Stone DJ, Sharma DK, Wang C, Yu Y, et al. Developing an FHIR-based computational pipeline for automatic population of case report forms for colorectal cancer clinical trials using electronic health records. *JCO Clin Cancer Inform* 2020;4:201-9. doi: 10.1200/CCI.19.00116.
10. Le Jeannic A, Quelen C, Alberti C, Durand-Zaleski I. Comparison of two data collection processes in clinical studies: electronic and paper case report forms. *BMC Med Res Methodol* 2014;14:7. doi: 10.1186/1471-2288-14-7.
11. Chen M, Yuan Y, Zhou Y, Deng Z, Zhao J, Feng F, et al. Safety of SARS-CoV-2 vaccines: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Infect Dis Poverty* 2021;10(1):94. doi: 10.1186/s40249-021-00878-5.
12. Chapin-Bardales J, Gee J, Myers T. Reactogenicity following receipt of mRNA-based COVID-19 vaccines. *JAMA* 2021;325(21):2201-2. doi: 10.1001/jama.2021.5374.
13. Stone Jr CA, Rukasin CR, Beachkofsky TM, Phillips EJ. Immune-mediated adverse reactions to vaccines. *Br J Clin Pharmacol* 2019;85(12):2694-706. doi: 10.1111/bcp.14112.
14. Jones CE, Munoz FM, Kochhar S, Vergnano S, Cutland CL, Steinhoff M, et al. Guidance for the collection of case report form variables to assess safety in clinical trials of vaccines in pregnancy. *Vaccine* 2016; 34(49): 6007-14. doi: 10.1016/j.vaccine.2016.07.007
15. Rorie DA, Flynn RW, Grieve K, Doney A, Mackenzie I, MacDonald TM, et al. Electronic case report forms and electronic data capture within clinical trials and pharmacoepidemiology. *Br J Clin Pharmacol* 2017; 83(9): 1880-95. doi: 10.1111/bcp.13285
16. Sass J, Bartschke A, Lehne M, Essenwanger A, Rinaldi E, Rudolph S, et al. The German Corona Consensus Dataset (GECCO): a standardized dataset for COVID-19 research in university medicine and beyond. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2020;20:1-7. <https://doi.org/10.1186/s12911-020-01374-w>
17. Yoon J, Jeong D, Kang CH, Lee S. Forensic investigation framework for the document store NoSQL DBMS: MongoDB as a case study. *Digital Investigation* 2016;17:53-65. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2016.03.003>
18. Jose B, Abraham S. Exploring the merits of nosql: A study based on mongodb. In 2017 International Conference on Networks & Advances in Computational Technologies (NetACT); 2017 Jul 20; IEEE; 2017. p. 266-71. doi: 10.1109/NETACT.2017.8076778
19. Chandra DG. BASE analysis of NoSQL database. *Future Generation Computer Systems* 2015;52:13-21.
20. Özsü MT, Valdúriez P. NoSQL, NewSQL, and polystores. *Principles of distributed database systems*: Springer; 2020. p. 519-58.
21. Lu Z. Technical challenges in designing post-marketing eCRFs to address clinical safety and pharmacovigilance needs. *Contemporary clinical trials* 2010;31(1):108-18. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2009.11.004>
22. Psotka MA, Fiuzat M, Carson PE, Kao DP, Cerkenvenik J, Schaber DE, et al. Design of a "lean" case report form for heart failure therapeutic development. *JACC: Heart Failure* 2019;7(11):913-21. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2019.07.001>
23. Lawshe CH. A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology* 1975;28(4):563-75. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
24. Pandey D, Suman U, Ramani AK. An effective requirement engineering process model for software development and requirements management. In 2010 International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing 2010 Oct 16-17; Kottayam, India: IEEE; 2010. p. 287-91. doi: 10.1109/ARTCom.2010.24

25. Sommerville I, Fowler M, Beck K, Brant J, Opdyke W, Roberts D. Software Engineering. Instructor. 2019.
26. Miguel JP, Mauricio D, Rodríguez G. A review of software quality models for the evaluation of software products. arXiv preprint arXiv:1412.2977. 2014 Dec 9. <https://doi.org/10.5121/ijsea.2014.5603>
27. Mosadeghrad A, Akbarisari A, Rahimitabar P. Health system governance in Iran: a Delphi study. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research 2020;17(4):317-36. [In Perasian]