

## Design and Development of an Electronic Medical Record System for Comprehensive Management of Surgical and Prosthetic Phases of Dental Implant Treatment

Saleh Dadmehr<sup>1</sup>, Mohammadreza Shakiba<sup>2</sup>, Meisam Mansourzadeh<sup>3</sup>, Saba Behzadian<sup>2</sup>, Shayan Yousefi<sup>2</sup>, Sahand Samiee Rad<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

<sup>2</sup>Student Research Committee, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

<sup>3</sup>Doctor of Pharmacy, School of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

<sup>4</sup>Associate Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Received: 12 February 2026, Accepted: 3 May 2026

**Background:** With the expansion of E-health, Electronic Medical Record (EMR) systems have become essential tools for improving quality of care and integrating clinical data. However, despite advancements in medical settings, dental implantology still lacks specialized and structured EMR systems. This study aimed to design, develop, and conduct an initial evaluation of a dedicated EMR system for comprehensive management of surgical and prosthetic phases of dental implant treatment.

**Methods and Materials:** This study was conducted as a development and applied research at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery of Mashhad Dental School. During the needs assessment phase, required data elements were identified through review of paper-based records and expert consultation, and subsequently organized into structured data fields. The system was designed using a Model–View–Controller (MVC) architecture and an event-driven approach, and implemented using Java, Spring Boot, JavaFX, and SQLite database. System performance was evaluated based on resource utilization, operational stability, and data consistency.

**Results:** The system enabled structured data entry, integration of radiographic images, advanced patient search, and research-oriented data extraction. Performance evaluation showed a response time of less than 2 seconds and error-free operation during repeated execution scenarios. Memory consumption was approximately 320 MB, and CPU usage remained below 2%, indicating efficient system performance. Repeated executions produced consistent and structured outputs.

**Conclusion:** The developed EMR system provides a structured platform for documentation, management, and retrieval of implant-related clinical data. Its acceptable performance and stability suggest its potential applicability in controlled clinical environments. Further large-scale and multi-center evaluations are recommended to enhance generalizability and system optimization.

**Keywords:** Health Information System, Electronic Medical Record, Dental Implant, Dental Informatics

\*Corresponding Authors: [samieerads@mums.ac.ir](mailto:samieerads@mums.ac.ir)

➤ **Please cite this paper as:** Dadmehr S, Shakiba M, Mansourzadeh, Behzadian S, Yousefi S, Samiee Rad S. Design and development of an Electronic Medical Record system for comprehensive management of surgical and prosthetic phases of dental implant treatment. *J Mashhad Dent Sch* 2026; 50(1):1-11.



## طراحی و توسعه یک سیستم اطلاعات سلامت برای مدیریت جامع مراحل جراحی و پروتزی در درمان ایمپلنت دندانی

صالح دادمهر<sup>۱</sup>، محمدرضا شکیبا<sup>۲</sup>، میثم منصورزاده<sup>۳</sup>، صبا بهزادیان<sup>۲</sup>، شایان یوسفی<sup>۲</sup>، سهند سمیعی راد<sup>۴\*</sup>

<sup>۱</sup>استادیار، گروه جراحی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران  
<sup>۲</sup>کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران  
<sup>۳</sup>دکترای داروسازی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران  
<sup>۴</sup>دانشیار، گروه جراحی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۱۴۰۴/۱۱/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۳

### چکیده

**مقدمه:** با گسترش سلامت الکترونیک، استفاده از سامانه‌های پرونده الکترونیک پزشکی (EMR) به‌عنوان ابزاری برای بهبود کیفیت مراقبت و یکپارچه‌سازی داده‌های بالینی اهمیت فزاینده‌ای یافته است. با وجود پیشرفت‌ها در پزشکی، حوزه ایمپلنتولوژی دندانی همچنان با کمبود سامانه‌های تخصصی و ساختاریافته مواجه است. این مطالعه با هدف طراحی، توسعه و ارزیابی اولیه یک سامانه اختصاصی EMR برای مدیریت جامع مراحل جراحی و پروتزی درمان‌های ایمپلنت انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه به‌صورت یک پژوهش توسعه‌ای-کاربردی در بخش جراحی دهان، فک و صورت دانشکده دندانپزشکی مشهد انجام شد. در مرحله نیازسنجی، ارقام اطلاعاتی با بررسی پرونده‌های کاغذی و نظر متخصصان حوزه‌های مرتبط استخراج و به‌صورت ساختاریافته سازمان‌دهی گردید. سامانه با استفاده از معماری Model-View-Controller (MVC) و رویکرد مبتنی بر رویداد طراحی و با بهره‌گیری از JavaFX، Spring Boot، Java و پایگاه داده SQLite پیاده‌سازی شد. ارزیابی عملکرد سامانه بر اساس شاخص‌های مصرف منابع، پایداری عملکرد و یکنواختی داده‌ها انجام گرفت.

**یافته‌ها:** سامانه امکان ثبت ساختاریافته اطلاعات، ادغام تصاویر رادیوگرافیک، جست‌وجوی پیشرفته بیماران و استخراج داده‌های پژوهشی را فراهم نمود. در ارزیابی عملکرد، زمان پاسخ‌دهی کمتر از ۲ ثانیه گزارش شد و سیستم در اجرای مکرر سناریوها بدون خطای سیستمی عمل کرد. مصرف حافظه حدود ۳۲۰ مگابایت و استفاده از پردازنده کمتر از ۲ درصد بود که بیانگر کارایی مناسب سامانه می‌باشد. همچنین خروجی‌ها در اجراهای تکراری دارای ساختار یکنواخت و پایدار بودند.

**نتیجه‌گیری:** سامانه توسعه‌یافته توانست بستری ساختاریافته برای مستندسازی، مدیریت و بازیابی داده‌های مرتبط با درمان‌های ایمپلنت فراهم آورد. عملکرد مناسب از نظر کارایی و پایداری، قابلیت استفاده از این سامانه را در محیط‌های بالینی نشان می‌دهد. انجام ارزیابی‌های گسترده‌تر و چندمرکزی می‌تواند به بهبود و تعمیم‌پذیری این سامانه کمک نماید.

**کلمات کلیدی:** سیستم اطلاعات سلامت، پرونده الکترونیک پزشکی، ایمپلنت دندانی، انفورماتیک دندانپزشکی

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۴۰۵ / دوره ۵۰ / شماره ۱: ۱-۱۱.

\* مؤلف مسؤل، نشانی: دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

**مقدمه**

گسترش فناوری های دیجیتال در سال های اخیر، رویکردهای سنتی ارائه خدمات سلامت را به طور بنیادین متحول کرده و زمینه ساز شکل گیری نظام های سلامت مبتنی بر داده شده است. در این چارچوب، سلامت الکترونیک به عنوان بستری راهبردی برای مدیریت، تبادل و بهره برداری از اطلاعات سلامت مطرح شده است.<sup>(۱،۲)</sup> یکی از مهم ترین ابزارهای این تحول، پرونده الکترونیک پزشکی، Electronic Medical Record، یا به اختصار EMR است که به عنوان یک سامانه اطلاعاتی یکپارچه، امکان ثبت و نگهداری نظام مند داده های بالینی بیماران را در طول زمان فراهم می کند. این سامانه با ایجاد دسترسی کنترل شده و همزمان به اطلاعات جامع سلامت، نه تنها فرایند مستند سازی را تسهیل می کند، بلکه با پشتیبانی از تحلیل داده ها و تبادل اطلاعات بین ارائه دهندگان خدمات، به ارتقای کیفیت مراقبت، افزایش ایمنی بیمار و بهبود هماهنگی درمانی کمک می کند.<sup>(۳)</sup>

با وجود این مزایا، شواهد نشان می دهد که استقرار و بهره برداری مؤثر از سامانه های EMR با چالش های متعددی همراه است. این چالش ها طیفی از مسائل راهبردی و ساختاری، نظیر نبود سیاست های شفاف، ضعف در رهبری و نظارت، محدودیت زیرساخت های فنی و مشکلات تعامل پذیری را در بر می گیرد.<sup>(۲،۳)</sup> در سطح اجرایی نیز عواملی مانند طراحی نامناسب رابط کاربری، افزایش بار مستند سازی برای کارکنان درمانی، آموزش ناکافی و کیفیت متغیر داده ها می تواند پذیرش کاربران و اثربخشی سامانه را تحت تأثیر قرار دهد.<sup>(۴،۵)</sup>

در حالی که در بسیاری از نظام های سلامت، استقرار EMR در پزشکی به سطح بالایی از بلوغ رسیده است، در حوزه

دندانپزشکی این روند با سرعت و انسجام کمتری پیش رفته است. در بسیاری از مراکز، داده های دندانپزشکی همچنان به صورت مجزا از سیستم های پزشکی و عمدتاً در قالب پرونده های الکترونیک محدود یا حتی ترکیبی از اسناد کاغذی و دیجیتال نگهداری می شوند که فاقد تعامل پذیری با سایر سامانه های سلامت هستند. این جدایی، با توجه به پیوندهای شناخته شده میان سلامت دهان و سلامت عمومی، می تواند مانعی در ارائه مراقبت یکپارچه و مبتنی بر شواهد محسوب شود.<sup>(۶)</sup>

در ایران نیز همسو با تحولات جهانی، طی سال های اخیر تلاش هایی برای توسعه و استقرار پرونده الکترونیک سلامت در حوزه دندانپزشکی انجام شده است. بخش قابل توجهی از این اقدامات در دانشکده های دندانپزشکی و در قالب پروژه های توسعه ای و پژوهشی صورت گرفته است. به عنوان نمونه، طراحی و اجرای سیستم «پرونده الکترونیک سلامت دهان» در دانشکده دندانپزشکی اصفهان با هدف جایگزینی اسناد کاغذی و ایجاد بانک اطلاعاتی به روز انجام شد. این سامانه که مبتنی بر الگوی سازمان جهانی بهداشت طراحی شده بود، امکان ثبت الکترونیک داده ها، گزارش گیری آنلاین و نظارت آموزشی را فراهم کرد و نشان داد که پیاده سازی سامانه های بومی سلامت دهان در بستر دانشگاهی امکان پذیر است.<sup>(۷)</sup>

در راستای تعیین الزامات اطلاعاتی، مطالعه ای در دانشکده دندانپزشکی زاهدان به شناسایی عناصر داده ای ضروری برای پرونده الکترونیک سلامت دندانپزشکی پرداخت. نتایج این پژوهش بر اهمیت ثبت یافته های بالینی، تشخیص نهایی، وضعیت سلامت دهان، حساسیت های دارویی، شکایت اصلی و اطلاعات رادیوگرافیک تأکید داشت و ضرورت طراحی کاربر محور و مبتنی بر نیاز ذی نفعان را

- طراحی و توسعه سامانه
- پیاده‌سازی اولیه
- ارزیابی عملکرد و پایداری سامانه

محل و مدت مطالعه

این سامانه در بخش جراحی دهان، فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، با مجوز کمیته اخلاق به شماره IR.MUMS.DENTISTRY.REC.1404.022 در بازه زمانی بهمن ۱۴۰۳ تا تیر ۱۴۰۴ طراحی و توسعه داده شد.

طراحی مطالعه و فرایند پیاده‌سازی

این پروژه با تمرکز بر طراحی نرم‌افزار و پیاده‌سازی یک سیستم EMR تخصصی در حوزه ایمپلنت‌های دندانی انجام شد. فرآیند توسعه به صورت یک پروژه ساختاریافته و بر اساس اصول مهندسی نرم‌افزار صورت گرفت و شامل مراحل مختلف از جمله تحلیل نیازها، طراحی سیستم، پیاده‌سازی و آزمون‌های عملکردی بود.

در ابتدا، نیازسنجی سامانه از طریق مشاوره و هم‌اندیشی با متخصصان جراحی دهان، فک و صورت انجام شد. این فرآیند بر شناسایی نیازهای کلیدی سامانه تمرکز داشت و به منظور طراحی سامانه‌ای کاربرپسند، شبیه‌سازی‌های تجربه کاربری (UX) با استفاده از نرم‌افزارهای Adobe XD و Visio صورت گرفت. در این مرحله، مدل‌سازی گردش کار کاربران (پزشکان و کادر درمانی) طراحی شد تا از نظر سهولت استفاده و کارایی بهترین تجربه را فراهم کند.

معماری سامانه بر اساس الگوی Model-View-Controller (MVC) و رویکرد رویدادمحور (Event-Driven) طراحی شد تا ماژولار بودن، انسجام ساختاری و مقیاس‌پذیری سیستم تضمین گردد. این طراحی به سامانه امکان می‌دهد تا به راحتی توسعه یابد و به نیازهای مختلف کاربران پاسخ دهد.

برجسته ساخت.<sup>(۸)</sup> همچنین در حوزه استانداردسازی، طراحی نرم‌افزار کد دهی بیماری‌های دهان و فک و صورت بر اساس ICD-10 گامی مهم در جهت یکپارچه سازی داده ها و تسهیل پژوهش های بالینی به شمار می رود.<sup>(۹)</sup> افزون بر این، توسعه سامانه های مبتنی بر وب در حوزه بیماری های دهان و فک و صورت نشان داده است که دیجیتال سازی فرآیند های بالینی می‌تواند زمان مستند سازی و خطاهای ورود داده را کاهش داده و دقت تصمیم گیری را بهبود بخشد.<sup>(۱۰)</sup>

با وجود این پیشرفت‌ها، بیشتر سامانه‌های طراحی شده بر سلامت عمومی دهان یا بیماری‌های دهان تمرکز داشته و کمتر به حوزه‌های تخصصی پرداخته‌اند. درمان‌های ایمپلنتولوژی به دلیل تنوع سیستم‌ها و نیاز به پیگیری طولانی‌مدت، مستلزم ثبت دقیق و ساختاریافته اطلاعات هستند. هرچند ایجاد رجیستری ایمپلنت گامی ارزشمند بوده است، اما همچنان نبود یک پرونده الکترونیک سلامت جامع و اختصاصی برای مدیریت یکپارچه اطلاعات ایمپلنت‌های دندانی احساس می‌شود؛ سامانه‌ای که بتواند به بهبود کیفیت مراقبت و پشتیبانی از پژوهش‌های مبتنی بر داده کمک کند. از این رو، هدف این مطالعه طراحی و توسعه یک سامانه تخصصی پرونده الکترونیک سلامت برای مدیریت جامع مراحل جراحی و پروتزی درمان‌های ایمپلنت و توصیف معماری، مدل داده و قابلیت‌های آن بود.

## مواد و روش‌ها

این بخش به تشریح روش‌شناسی، ابزارها، فناوری‌ها و فرآیند توسعه نرم‌افزار سامانه سوابق پزشکی الکترونیکی (EMR) تخصصی ایمپلنت‌های دندانی می‌پردازد. فرآیند انجام این پژوهش در چهار مرحله اصلی انجام گرفت:

- تحلیل نیازها

ضمن پوشش نیازهای بالینی، امکان ثبت یکنواخت داده‌ها و کاهش تفسیرپذیری آن‌ها را فراهم نمایند.

#### گردآوری داده‌ها

مدل داده نرم‌افزار پرونده الکترونیک پزشکی (EMR) به‌منظور تأمین نیازهای بالینی در حوزه ایمپلنتولوژی دندان‌دانی طراحی شد و بر پایه مدل داده‌ای گردآوری و تأییدشده، تحت نظارت اعضای هیئت علمی و با بهره‌گیری از منابع معتبر، تدوین گردید. (۱۱-۱۴) این مدل شامل اطلاعات دموگرافیک و سابقه پزشکی بیمار (سن، اطلاعات تماس، آلرژی‌ها، داروهای مصرفی و سوابق پزشکی و دندانپزشکی)، ارزیابی‌های اولیه ایمپلنت (وضعیت استخوان فک، سلامت پرئودنتال، ارزیابی‌های رادیوگرافیک، زیبایی‌شناختی و عوامل خطر) و جزئیات طرح درمان (محل‌های کاشت ایمپلنت، مشخصات، تکنیک‌های جراحی و زمان‌بندی درمان) بود.

مراحل مختلف درمان به‌صورت کامل مستندسازی گردید؛ به‌گونه‌ای که داده‌های جراحی شامل نوع بی‌حسی، مشخصات ایمپلنت، ابزارهای مورد استفاده و عوارض احتمالی بود و داده‌های پروتزی نیز نوع و جنس پروتز، وضعیت بافت لثه و اکلوزن را دربر می‌گرفت. سوابق پیگیری شامل ارزیابی‌های دوره‌ای، بروز عوارض، میزان موفقیت ایمپلنت و توصیه‌های مراقبتی به بیمار بود. همچنین مستندسازی تصویری شامل تصاویر کلینیکی، رادیوگرافی‌ها (CBCT، پانورامیک و پری‌آپیکال) و قالب‌گیری‌های دیجیتال، به‌منظور تضمین پیگیری جامع و دقیق پرونده بیمار در سامانه ادغام شد.

#### پایگاه داده: SQLite

برای ذخیره‌سازی داده‌ها از پایگاه داده SQLite استفاده شد؛ این انتخاب به دلیل مصرف حداقل منابع سیستمی، سطح

پس از تکمیل مراحل طراحی، پیاده‌سازی نرم‌افزار با استفاده از زبان برنامه‌نویسی Java و چارچوب‌های Spring Boot و JavaFX انجام شد. این انتخاب‌ها به دلیل قابلیت اطمینان بالا، امنیت مناسب و پشتیبانی از توسعه پایدار و مقیاس‌پذیر بوده است.

پس از یکپارچه‌سازی قابلیت‌ها، آزمون‌های چندسکوپی بر روی سامانه انجام شد تا اطمینان حاصل شود که سیستم در محیط‌های مختلف به‌درستی کار می‌کند. در این مرحله، بهینه‌سازی‌های عملکردی سامانه اعمال شد و در نهایت، سیستم به‌صورت یک بسته اجرایی مستقل برای استقرار در محیط بالینی آماده گردید.

#### تحلیل نیازها

در مرحله تحلیل نیازها، اقلام اطلاعاتی مورد نیاز سامانه با استفاده از ترکیبی از بررسی مستندات موجود و اخذ نظر خبرگان استخراج گردید. در ابتدا، پرونده‌های کاغذی بیماران و فرم‌های مورد استفاده در فرآیندهای درمانی ایمپلنت مورد بررسی قرار گرفت تا ساختار فعلی ثبت اطلاعات شناسایی شود.

در ادامه، به‌منظور تکمیل و اصلاح این ساختار، نظرات جمعی از متخصصین حوزه‌های مرتبط شامل جراحی فک و صورت، پروتزه‌های دندان‌دانی و پروتوتولوژی مورد استفاده قرار گرفت. این فرآیند به‌صورت تکرارشونده (Iterative) انجام شد؛ به‌گونه‌ای که در هر مرحله، اقلام اطلاعاتی پیشنهادی از نظر ضرورت، شفافیت و قابلیت ثبت در محیط دیجیتال مورد بازبینی قرار گرفته و اصلاحات لازم اعمال گردید تا در نهایت، اجماع نسبی در خصوص ساختار نهایی داده‌ها حاصل شود.

در پایان، اقلام اطلاعاتی استخراج‌شده به‌صورت ساختاریافته دسته‌بندی شده و به‌گونه‌ای طراحی شدند که

- سرعت پاسخ‌دهی
- پایداری عملکرد
- مصرف منابع سیستم

که در شرایط مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

۲. ارزیابی تکرارپذیری و پایداری داده‌ها

جهت بررسی ثبات عملکرد، سناریوهای مختلف ثبت اطلاعات چندین مرتبه اجرا شدند و خروجی‌ها از نظر یکنواختی و عدم بروز خطا بررسی گردیدند.

### یافته‌ها

طراحی و توسعه این سامانه طی یک دوره پنج‌ماهه و با همکاری نزدیک گروه‌های جراحی دهان، فک و صورت و ایمپلنتولوژی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد انجام شد. هدف اصلی، ایجاد بستری ساختاریافته برای ثبت دقیق اطلاعات بیماران ایمپلنت، تسهیل تصمیم‌گیری درمانی و بهبود روند پیگیری‌های پس از درمان بود.

سامانه با یک صفحه ورود امن آغاز می‌شود که دسترسی کاربران شامل اعضای هیئت علمی، دستیاران تخصصی و پرسنل درمانی را از طریق نام کاربری و گذرواژه اختصاصی فراهم می‌سازد. دسترسی کاربران به داده‌ها بر اساس نقش تعریف شده هر کاربر و تنها به بخش‌های مرتبط با سطح فعالیت خود دسترسی دارد. امکان ایجاد و ذخیره دائمی پرونده الکترونیک برای هر بیمار از ویژگی‌های کلیدی سیستم بود؛ به‌گونه‌ای که در مراجعات بعدی، تمامی اطلاعات دموگرافیک، سوابق پزشکی و درمانی بدون نیاز به ثبت مجدد در دسترس بوده و در صورت بروز تغییر در وضعیت سیستمیک یا دارویی بیمار، به‌راحتی قابل به‌روزرسانی است.

سامانه دسترسی یکپارچه به اطلاعات دموگرافیک، بیماری‌های زمینه‌ای، طرح درمان و سوابق پیگیری را فراهم

مناسب امنیت، امکان اجرای پرس‌وجوهای سریع و پویا در زمان اجرا، قابلیت اطمینان در مدیریت حجم بالای داده‌ها و همچنین عدم نیاز به سرور اختصاصی صورت گرفت.<sup>(۱۵)</sup>

زبان برنامه‌نویسی: Java

نرم‌افزار با استفاده از کیت توسعه Java (نسخه OpenJDK build، نسخه ۲۱) پیاده‌سازی شد که در زمان نگارش این مقاله، جدیدترین نسخه دارای پشتیبانی بلندمدت (LTS) به شمار می‌رود.<sup>(۱۶)</sup> زبان برنامه‌نویسی جاوا به دلیل برخورداری از قابلیت‌های گسترده، ساختار قدرتمند، استقلال از پلتفرم، قابلیت اطمینان بالا و سابقه کاربرد موفق در صنعت، همراه با پشتیبانی یک جامعه متن‌باز فعال، به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای توسعه نرم‌افزارهای امن و پایدار در حوزه مراقبت‌های سلامت انتخاب گردید.

چارچوب: Spring و Spring Boot

معماری برنامه بر پایه Spring Framework نسخه ۶.۲.۲ و Spring Boot نسخه ۳.۴.۱ بنا شد که به دلیل ساختار ماژولار، قابلیت‌های مدیریت خطا و مدیریت کارآمد منابع انتخاب شدند.<sup>(۱۷)</sup> این ابزارها امکان ایجاد معماری پاک و قابل نگهداری را فراهم کردند و از مقیاس‌پذیری و ارتقای امنیت در آینده پشتیبانی می‌کنند.

کتابخانه رابط کاربری: JavaFX

رابط کاربری با استفاده از JavaFX نسخه ۲۳.۰.۱ توسعه یافت که ویژگی‌های پیشرفته‌ای برای طراحی UI/UX ارائه می‌دهد و در عین حال عملکرد را حفظ می‌کند.<sup>(۱۸)</sup> این کتابخانه امکان ایجاد رابط‌های کاربری پاسخ‌گو و از نظر بصری جذاب را بدون به خطر انداختن دقت مورد نیاز برای مدیریت داده‌های پیچیده بالینی فراهم ساخت.

ارزیابی عملکرد سامانه

به‌منظور بررسی عملکرد سامانه، ارزیابی در دو سطح انجام شد:

۱. ارزیابی عملکرد فنی یا عملکرد سامانه از نظر:

قرار گرفت و اصلاحات جزئی در برخی فیلدهای ثبت داده و چیدمان رابط کاربری انجام شد. سامانه علاوه بر پشتیبانی از فرآیندهای بالینی، امکان استخراج داده‌های ساختاریافته را برای اهداف پژوهشی فراهم می‌کند. بدین ترتیب، متغیرهای مرتبط با ویژگی‌های بیمار، نوع و مشخصات ایمپلنت، تکنیک جراحی و وضعیت پیگیری‌ها قابل بازیابی و استفاده در مطالعات آینده خواهند بود. همچنین طراحی فیلدهای از پیش تعریف‌شده و تکمیل نیمه‌خودکار برخی بخش‌ها، با هدف کاهش ورود تکراری اطلاعات و جلوگیری از ثبت ناقص داده‌ها انجام شده است.

قابلیت جست‌وجوی پیشرفته بیماران بر اساس شاخص‌های مختلف (نظیر نام، کد پرونده یا متغیرهای بالینی) دسترسی سریع به اطلاعات را در محیط‌های آموزشی و درمانی تسهیل می‌کند. تمامی مراحل درمان، از ارزیابی اولیه و برنامه‌ریزی جراحی تا تحویل پروتز و پیگیری‌های بلندمدت، در قالب یک پرونده یکپارچه و طولی ثبت می‌شود که امکان مشاهده سیر درمان هر بیمار را فراهم می‌سازد. در مجموع، استقرار آزمایشی سامانه نشان داد که جریان‌های کاری مرتبط با درمان‌های ایمپلنت قابلیت پیاده‌سازی در بستر دیجیتال را داشته و زیرساخت لازم برای استفاده از یک پرونده الکترونیک تخصصی ایمپلنت در محیط دانشگاهی فراهم است. این سامانه بستری ساختاریافته برای مستندسازی منظم داده‌های بالینی و فراهم‌سازی داده‌های قابل استفاده در مطالعات آینده ایجاد می‌کند.

همچنین، به‌منظور بررسی عملکرد سامانه از دیدگاه فنی و پایداری عملکرد، مجموعه‌ای از آزمون‌های عملکردی و پایش سیستمی انجام شد. این ارزیابی‌ها با تمرکز بر سه

می‌کند. مازول تاریخچه پزشکی به‌صورت هدفمند برای ثبت بیماری‌های سیستمیک، داروهای مصرفی، آلرژی‌ها و موارد منع یا تداخلات دارویی طراحی شده است، که این امر در ارزیابی ریسک پیش از جراحی و برنامه‌ریزی درمان ایمپلنت نقش مهمی ایفا می‌کند. ساختار ثبت داده‌ها به‌صورت فیلدهای از پیش تعریف‌شده طراحی شده است تا از ورود داده‌های غیرساختاریافته جلوگیری شود و امکان تحلیل‌های پژوهشی در آینده فراهم گردد. همچنین بخش‌های مجزا برای ثبت یافته‌های معاینات بالینی، ارزیابی وضعیت استخوان و بافت نرم و نتایج بررسی‌های رادیوگرافیک در نظر گرفته شده است. امکان بارگذاری مستقیم تصاویر (CBCT، پانورامیک و پری‌آپیکال) و اتصال به سامانه‌های ذخیره‌سازی رادیولوژی موجب جمع‌آوری کامل اطلاعات تشخیصی در یک پرونده واحد می‌شود. مستندسازی مراحل درمان، از جراحی کاشت ایمپلنت و ثبت مشخصات فیکسچر تا مراحل پروتزی و جلسات پیگیری، به‌صورت ساختاریافته و مرحله به مرحله انجام می‌شود. تمامی داده‌های ثبت‌شده در قالب رکورد‌های زمان‌مند (Time-stamped) ذخیره می‌شوند که امکان پیگیری بلند مدت وضعیت هر ایمپلنت را فراهم می‌کند.

در فاز استقرار اولیه، اطلاعات ۲۰ بیمار به‌صورت آزمایشی در سامانه ثبت شد تا جریان کاری تعریف‌شده شامل پذیرش، ثبت ارزیابی‌های اولیه، مستندسازی جراحی، مراحل پروتزی و پیگیری‌های دوره‌ای در محیط واقعی بخش، اجرا و بررسی شود. این پایلوت با مشارکت اعضای هیئت علمی، دستیاران تخصصی و پرسنل درمانی بخش و در بازه زمانی چهار هفته‌ای انجام شد. در این مرحله، روند ورود اطلاعات، ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌ها در قالب پرونده الکترونیک هر بیمار به‌صورت عملیاتی مورد استفاده

جدول ۱. خلاصه شاخص های عملکردی سامانه براساس پایش عملکرد در شرایط واقعی

شاخص	روش ارزیابی	نتیجه
زمان پاسخ‌دهی	مشاهده عملکرد در سناریوهای ثبت و بازیابی	کمتر از ۲ ثانیه (بدون تأخیر محسوس)
پایداری عملکرد	اجرای مکرر سناریوهای یکسان	بدون خطای سیستمی
(RAM) مصرف حافظه	Task Manager در java پایش فرآیند	حدود ۳۲۰ مگابایت
(CPU) مصرف پردازنده	پایش فرآیند در حین اجرا	کمتر از ۲٪
پایداری سیستم	مانیتورینگ در طول اجرای مداوم (۳ ساعت)	بدون افت عملکرد
یکنواختی داده‌ها	مقایسه خروجی در اجراهای تکراری	حفظ ساختار یکسان

این نتایج بیانگر ثبات عملکرد سامانه در شرایط اجرای تکرار شونده می‌باشد.

۳. قابلیت اطمینان و یکنواختی داده‌ها: با توجه به اهمیت دقت در ثبت داده‌های بالینی، یکنواختی خروجی‌های سامانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد:

- داده‌های ثبت شده دارای ساختار یکسان و استاندارد بودند.
- تغییرات ناخواسته یا ناسازگاری در ثبت اطلاعات مشاهده نشد.
- استفاده از فیلدهای ساختاریافته موجب کاهش پراکندگی داده‌ها شده است.

در مجموع، نتایج این ارزیابی‌ها بیانگر آن است که سامانه توسعه یافته از نظر کارایی، پایداری و قابلیت اطمینان در سطح قابل قبولی قرار داشته و قابلیت استفاده در محیط‌های بالینی واقعی را دارا می‌باشد. خلاصه‌ای از شاخص‌های عملکردی سامانه، بر اساس پایش عملکرد در شرایط واقعی در جدول ۱ ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، سامانه در شرایط اجرای واقعی از نظر مصرف منابع، پایداری عملکرد و پاسخ‌دهی، عملکردی قابل قبول و پایدار از خود نشان داده است.

محور شامل مصرف منابع، پایداری اجرا و تکرارپذیری فرآیندها صورت گرفت.

۱. مصرف منابع سیستم: در بررسی‌های انجام شده، عملکرد سامانه از نظر مصرف منابع پردازشی در شرایط اجرای واقعی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که:

- میزان مصرف حافظه در محدوده قابل قبول قرار داشت.
- استفاده از پردازنده در حین اجرای فرآیندهای ثبت و بازیابی اطلاعات پایین و پایدار بود.
- در استفاده‌های مکرر، افزایش غیرعادی در مصرف منابع مشاهده نشد.

این یافته‌ها نشان‌دهنده بهینه بودن پیاده‌سازی سامانه از نظر کارایی و قابلیت استفاده در سیستم‌های با منابع محدود بود. ۲. پایداری عملکردی در اجرای مکرر: به منظور بررسی پایداری سامانه، سناریوهای مختلف ثبت اطلاعات به صورت مکرر اجرا شدند. در این ارزیابی:

- فرآیندهای ثبت اطلاعات بدون بروز خطای سیستمی انجام شدند.
- خروجی‌های تولید شده در اجراهای مختلف از نظر ساختار و محتوا یکنواخت بودند.
- رفتار سامانه در مواجهه با ورودی‌های مشابه، پایدار و قابل پیش‌بینی بود.

**بحث**

در یک همکاری پنج‌ماهه میان گروه‌های جراحی دهان، فک و صورت و ایمپلنتولوژی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، یک سامانه پرونده الکترونیک پزشکی (EMR) متناسب با پذیرش، مدیریت و پیگیری بیماران مراجعه کننده جهت دریافت ایمپلنت‌های دندانی طراحی و توسعه یافت. این سامانه دسترسی سریع به اطلاعات دموگرافیک، سوابق پزشکی و مستندات درمانی را در قالب یک پرونده یکپارچه فراهم می‌کند و قابلیت‌هایی نظیر ادغام تصاویر رادیوگرافیک، ورود داده مبتنی بر الگو با تکمیل خودکار و استخراج داده‌های قابل تنظیم برای اهداف پژوهشی را در بر دارد. در کاربرد روزمره نیز این بستر موجب بهبود جریان کار بالینی، هماهنگی نزدیک‌تر میان بخش‌ها و پایش قابل اعتمادتر پیامدهای بلندمدت شد.

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که سامانه طراحی شده توانسته است فرآیند ثبت اطلاعات مربوط به درمان‌های ایمپلنت را از حالت غیرساختاریافته به یک ساختار استاندارد و قابل تحلیل تبدیل نماید. این موضوع از منظر مدیریت داده‌های بالینی اهمیت بالایی دارد، چرا که یکی از چالش‌های اصلی در سیستم‌های سنتی مبتنی بر پرونده‌های کاغذی، عدم یکنواختی و پراکندگی اطلاعات می‌باشد.

همچنین، نتایج حاصل از ارزیابی عملکردی سامانه نیز نشان داد که این سیستم از نظر پایداری، کارایی و قابلیت اطمینان در سطح قابل قبولی قرار دارد. اجرای مکرر سناریوهای ثبت اطلاعات بدون بروز خطای سیستمی و یکنواختی خروجی‌ها، بیانگر ثبات عملکرد سامانه در شرایط مختلف می‌باشد که یکی از الزامات اصلی در طراحی سیستم‌های اطلاعات سلامت محسوب می‌شود.

اولویت‌هایی که ما مدنظر قرار دادیم با محورهای گزارش شده توسط Alanazi و همکاران<sup>(۱۹)</sup> همسو بود؛ از جمله دسترسی سریع به داده‌های بیمار، یکپارچه‌سازی با تصاویر رادیوگرافی و ورود خودکار اطلاعات. این سامانه همچنین از پژوهش از طریق امکان استخراج داده‌های خام پشتیبانی می‌کرد. با وجود تأمین نیازهای اصلی بالینی و اطلاعاتی، برخی قابلیت‌های پیشرفته مطرح شده در مطالعه مذکور، مانند ابزارهای آموزشی و امکانات پیام‌رسانی، همچنان به‌عنوان زمینه‌هایی برای توسعه‌های آتی باقی مانده‌اند.<sup>(۱۹)</sup>

Naemi و همکاران<sup>(۲۰)</sup>، در یک مطالعه توسعه‌ای به طراحی و ارزیابی یک سیستم رجیستری ایمپلنت دندانی مبتنی بر وب (DIR) در دانشگاه علوم پزشکی تهران پرداختند. این سامانه با هدف تسهیل شناسایی نوع و اجزای ایمپلنت در بیماران فاقد مستندات درمانی طراحی شد و با استفاده از #C پیاده‌سازی و بر اساس اصول کاربردپذیری نیلسن ارزیابی گردید. DIR امکان ورود، جست‌وجو و گزارش‌گیری داده‌ها و ارسال پیامک پیگیری را فراهم کرد و به‌عنوان ابزاری برای ثبت نظام‌مند اطلاعات و حمایت از پژوهش و ارزیابی کیفیت درمان معرفی شد.<sup>(۲۰)</sup>

پرونده الکترونیک سلامت طراحی شده، از مراقبت‌های مرتبط با ایمپلنت‌های دندانی از طریق ایجاد پروفایل‌های قابل جست‌وجو و طولی بیماران که در مراجعات مختلف تداوم می‌یابد، پشتیبانی می‌کند. یادداشت‌های بالینی و تصاویر رادیوگرافی در قالب یک پرونده واحد در دسترس هستند و سامانه قابلیت اتصال به سیستم‌های تصویربرداری خارجی را نیز دارد. ورود اطلاعات مبتنی بر قالب (Template-based) همراه با تکمیل خودکار، با هدف کاهش زمان مستندسازی و کاهش خطر خطاهای ثبت

است تا پایش از راه دور، افزایش مشارکت بیمار و بهبود ارتباط در پیگیری‌های بلندمدت تسهیل شود.

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه، یک سامانه اختصاصی پرونده الکترونیک پزشکی (EMR) برای مدیریت و مستندسازی درمان‌های ایمپلنت طراحی و پیاده‌سازی شد. این سامانه با فراهم‌سازی ثبت ساختاریافته داده‌ها و دسترسی یکپارچه به اطلاعات بیماران، بستری مناسب برای مدیریت داده‌های بالینی ایجاد نمود. ارزیابی عملکرد نشان داد که سامانه از نظر کارایی، پایداری و قابلیت اطمینان در سطح قابل قبولی قرار دارد. با این حال، بررسی تأثیر آن بر شاخص‌هایی نظیر زمان مستندسازی و هماهنگی بین‌بخشی، نیازمند مطالعات گسترده‌تر می‌باشد. در مجموع، این سامانه دارای پتانسیل استفاده در محیط‌های بالینی بوده و می‌تواند به بهبود مدیریت داده‌های ایمپلنت کمک کند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه به شماره ۳۷۵۵ می‌باشد. بدین‌وسیله از همکاری مؤثر اعضای هیئت علمی و پرسنل بخش جراحی دهان، فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، در انجام این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

### تضاد منافع

تمامی نویسندگان اظهار می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در ارتباط با انجام این پژوهش وجود ندارد.

طراحی شده است. استفاده روزمره از سامانه از طریق رابط کاربری کاربرمحور برای پزشکان، سطوح دسترسی مبتنی بر نقش و امکان ویرایش اطلاعات، تسهیل می‌شود. همچنین سیستم، امکان استخراج داده‌های ساختاریافته جهت انجام پژوهش‌های آتی را فراهم می‌کند و بدین‌ترتیب تحلیل پیامدهای درمان‌های ایمپلنت را امکان‌پذیر می‌سازد.

با وجود نقاط قوت، نسخه فعلی سامانه دارای محدودیت‌هایی است. توسعه و ارزیابی آن در یک مرکز دانشگاهی واحد انجام شده است، که ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج را به محیط‌هایی با جریان‌های کاری یا زیرساخت‌های فنی متفاوت محدود کند.<sup>(۲۱)</sup> افزون بر این، کاربردپذیری سامانه به صورت غیررسمی بررسی شده و از ابزارهای استاندارد (مانند SUS یا تحلیل اکتشافی مبتنی بر اصول ابتکاری) استفاده نشده؛ بنابراین تجربه کاربری به‌طور کامل ارزیابی نشده است. همچنین اتصال به رجیستری‌های ملی یا بین‌المللی دندانپزشکی و تبادل اطلاعات سلامت هنوز فراهم نشده و سامانه فاقد پشتیبانی تصمیم‌گیری بالینی بلادرنگ برای کمک به ارزیابی ریسک و برنامه‌ریزی درمان است.

در توسعه‌های آتی، تعامل‌پذیری سامانه با سایر پلتفرم‌های EMR و رجیستری‌های ایمپلنت دندانپزشکی به‌منظور اشتراک داده در سطح چندمرکزی و انجام پژوهش‌های گسترده تقویت خواهد شد. قابلیت پشتیبانی تصمیم‌گیری بالینی بلادرنگ، از جمله پیش‌بینی ریسک بر اساس سابقه بیمار و نوع ایمپلنت، به سیستم افزوده می‌شود. انجام مطالعه رسمی کاربردپذیری با مشارکت گروه‌های مختلف کاربران، مبنای بهبود رابط کاربری خواهد بود. علاوه بر این، دسترسی از طریق تلفن همراه و طراحی پرتال بیمار نیز برنامه‌ریزی شده

## منابع

1. Jung SY, Lee K, Lee HY, Hwang H. Barriers and facilitators to implementation of nationwide electronic health records in the Russian Far East: A qualitative analysis. *Int J Med Inform* 2020; 143: 104244.
2. Rodriguez B, Demoral JK, Carpio JJ, Gultia AN, Coyoca GS, Garciano C, et al. Electronic health records in non-hospital settings of developing economies: A systematic review on enablers and barriers. *Inform Med Unlocked* 2025; 54: 101634.
3. Dehghan M, Behzadi A, Mehrolhassani MH, Ghaemi MM. Challenges and facilitators of electronic health record implementation: a scoping review. *Int J Med Inform* 2026; 205: 106094.
4. Khan R, Khan S, Almohaimeed HM, Almars AI, Pari B. Utilization, challenges, and training needs of digital health technologies: Perspectives from healthcare professionals. *Int J Med Inform* 2025; 197: 105833.
5. Dunn Lopez K, Chin CL, Leitão Azevedo RF, Kaushik V, Roy B, Schuh W, et al. Electronic health record usability and workload changes over time for provider and nursing staff following transition to new EHR. *Appl Ergon* 2021; 93: 103359.
6. Schwendicke F, Uribe SE, Walji M, Lam W, Tichy A. Electronic Health Records in Dentistry: Relevance, Challenges and Policy Directions. *Int Dent J* 2025; 75(6): 103964.
7. Asgari A. Development and implementation of an electronic oral health record system in the department of oral health and community dentistry, Isfahan School of Dentistry. *J Educ Health Promot* 2018; 7: 124.
8. Sadoughi F, Sarsarshahi A, Erfannia L, Yaghoubi E. Assessing dental information requirements of electronic health records of Zahedan Dental School. *Stud Health Technol Inform* 2017; 238: 28-31.
9. Mansorian A, Dorodgar K. Designing a software for systematic registration of oral and maxillofacial diseases based on the latest update of the World Health Organization ICD-10 classification system in 2010. *J Dent Med* 2014; 27(1): 51. (Persian)
10. Ghazi A, Pakfetrat A, Hosseini M, Shakiba M, Milani M, Yousefi S. Implementation of a web-based electronic health record to enhance clinical data management in oral and maxillofacial care. *J Mashhad Dent Sch* 2025; 49(4): 390-400. (Persian)
11. Misch CE. Contemporary implant dentistry. 3<sup>rd</sup> ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2007. P. 90.
12. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol* 2000 2017; 73(1): 7-21.
13. Esposito M, Grusovin MG, Maghaireh H, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; (3): CD003878.
14. Bornstein MM, Al-Nawas B, Kuchler U, Tahmaseb A. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding contemporary surgical and radiographic techniques in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29: 78-82.
15. Allen G, Owens M. The definitive guide to SQLite. 1<sup>st</sup> ed. Berkeley: Apress; 2010. P. 1-16.
16. O'Regan G. Java programming language. In: The innovation in computing companion: a compendium of select, pivotal inventions. 1<sup>st</sup> ed. Florida: Taylor & Francis Group ; 2018. P. 171-4.
17. Cosmina I, Harrop R, Schaefer C, Ho C. Pro Spring 6: an in-depth guide to the Spring Framework. 1<sup>st</sup> ed. California: Apress; 2023. P.43.
18. Robillard MP, Kutschera K. Lessons learned while migrating from swing to javafx. *IEEE Softw* 2019; 37(3): 78-85.
19. Alanazi A, Alghamdi G, Aldosari B. Informational needs for dental-oriented electronic health records from dentists' perspectives. *Healthcare (Basel)* 2023; 11(2): 226.
20. Naemi R, Jangi M, Barikani HR, Shahmoradi L. Design and evaluation of web-based dental implant registry (DIR) for better clinical outcomes. *Int J Biomater* 2022; (1): 7162645.
21. Wright A, McCoy AB, Choudhry NK. Recommendations for the conduct and reporting of research involving flexible electronic health record-based interventions. *Ann Intern Med* 2020; 172(11): S110-15.