نشریه فرهنگ و ارتقای سلامت فرهنگستان علوم پزشکی
دوره هفتم، تابستان ۱۴۰۲، شماره دوم، صفحات ۱۸۵ تا ۱۹۵

مروری

پیش‌نیازهای تحقق بیمارستان هوشمند در ایران

رضا گل‌پیرا[۱*]، سیدمحمود تارا[۲]، احمد رییسی[۳]

۱. *نویسنده مسئول: پژوهشکده قلب و عروق ایران، انستیتو قلب و عروق شهید رجایی، تهران، ایران، golpira@rhc.ac.ir
۲. دانشیار، پژوهشکده قلب و عروق ایران، انستیتو قلب و عروق شهید رجایی، تهران، ایران
۳. پژوهشگر، گروه انفورماتیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: پیشرفت سریع صنعت و فناوری در دهه‌های اخیر منجر به ظهور مفهوم بیمارستان هوشمند شده است. بیمارستان هوشمند از فناوری‌های نوینی همچون هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، بلاک‌چین و غیره بهره می‌برد تا بتواند کیفیت مراقبت‌های بهداشتی را بهبود بخشد، ایمنی و رضایت بیماران را افزایش دهد و بهره‌وری را در نظام سلامت ارتقا بخشد. این مطالعه با هدف بررسی پیش‌نیازها و چالش‌های پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند در کشور ایران انجام شده است.

روش: این مطالعه به صورت مروری-تحلیلی در تابستان سال ۱۴۰۲ انجام شده است. بدین منظور، مقالات مرتبط با بیمارستان هوشمند در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus و SID مورد جستجو قرار گرفتند. سپس با بررسی و تحلیل این مقالات، پیش‌نیازها و چالش‌های پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند در ایران شناسایی و استخراج شدند. در نهایت نتایج به دست آمده دسته‌بندی و در قالب مقاله حاضر ارائه شده است.

یافته‌ها: مهم‌ترین پیش‌نیازهای فناورانه و زیرساختی شامل: پیاده‌سازی کامل پرونده الکترونیک سلامت، استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، استقرار سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی، به‌کارگیری اینترنت اشیاء و حسگرها، ایجاد زیرساخت مناسب شبکه‌ای و سخت‌افزاری، و پیاده‌سازی استانداردهای بین‌المللی می‌باشند. همچنین چالش‌هایی همچون مقاومت‌های فرهنگی و سازمانی، کمبود منابع مالی، کمبود نیروی انسانی متخصص، ضعف زیرساخت‌های فنی، و محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها وجود دارد.

نتیجه‌گیری: پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند در ایران نیازمند فراهم‌سازی زیرساخت‌ها و پیش‌نیازهای فناورانه و غلبه بر چالش‌های موجود است. با توجه به وضعیت کنونی، پیشنهاد می‌شود این امر به صورت تدریجی و با تمرکز بر برخی حوزه‌ها یا فرایندهای خاص آغاز شود. همچنین لازم است برنامه‌ریزی راهبردی دقیقی با مشارکت تمام ذی‌نفعان صورت پذیرد.

کلیدواژه‌ها: ایران، اینترنت اشیا، انفورماتیک پزشکی، بیمارستان‌ها، هوش مصنوعی

مقدمه

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیری در صنعت، فناوری و ارتباطات زندگی انسان‌ها را تحت‌تأثیر قرار داده است. این پیشرفت‌ها و تغییرات بر تمامی زمینه‌های زندگی اثرات عمده‌ای گذاشته است. مهم‌ترین این تغییرات از انقلاب صنعتی اول (Industry 1.0) رسیدن به انقلاب صنعتی چهارم (Industry 4.0) است. در انقلاب صنعتی اول ماشین بخار، در انقلاب صنعتی دوم الکتریسیته و در انقلاب صنعتی سوم اتوماسیون‌ها، کامپیوترها، و رباتیک تغییرات زیادی را به وجود آوردند. در حال حاضر در انقلاب صنعتی چهارم قرار داریم که اینترنت اشیاء، کلان‌داده و هوش مصنوعی تحولات عظیمی را در حال رقم‌زدن هستند. تغییرات صنعت و فناوری طی این انقلاب‌ها، بهداشت و درمان را نیز تحت‌تأثیر قرار داده، و چهار انقلاب از بهداشت و درمان ۱/۰ (HealthCare 1.0) تا بهداشت و درمان ۴٫۰ (HealthCare 4.0) به وجود آورده است (۱).

این تحولات ابتدا با نسل اول بهداشت و درمان آغاز شده‌اند که مربوط به دوران قبل از انقلاب صنعتی است که در آن پزشکان به صورت سنتی و بدون استفاده از تکنولوژی پیشرفته، مراقبت از بیماران را انجام می‌دادند. در این نسل، دسترسی به اطلاعات سلامتی محدود بود و بیماران معمولاً در منزل خود درمان می‌شدند. نسل دوم، با شروع انقلاب صنعتی و توسعه روش‌های جدید تشخیص و درمان بیماری‌ها، شکل گرفت. در این نسل، پزشکان از دستگاه‌های الکترونیکی و رادیولوژیکی برای تشخیص بیماری‌ها استفاده می‌کردند و بیماران را در بیمارستان‌ها و کلینیک‌های مجهز درمان می‌کردند. همچنین، سامانه‌های ثبت و نگهداری پرونده‌های سلامت

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

الکترونیک شروع به راه‌اندازی شدند. در نسل سوم، که همزمان با پیدایش اینترنت و فناوری‌های دیجیتال بود، پزشکان از فناوری‌های هوش مصنوعی، تصویربرداری پزشکی پیشرفته، سامانه‌های پزشکی از راه دور، سامانه‌های خودکار سازی و رباتیک برای تشخیص و درمان بیماران استفاده می‌کردند. همچنین، بیماران می‌توانستند با استفاده از دستگاه‌های قابل حمل و هوشمند، وضعیت سلامت خود را پایش کنند و با پزشکان خود ارتباط برقرار کنند. امروزه حرکت تدریجی نسل سوم به سمت نسل چهارم در حال شکل‌گیری تدریجی است. در این نسل، با الهام از صنعت ۴.۰، پزشکان با استفاده از فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیاء سلامت (IoHT)، سامانه‌های سایبر-فیزیکال پزشکی (medical CPS)، ابر سلامت، مه‌سلامت، تحلیل داده‌های بزرگ، یادگیری ماشین، زنجیره بلاک (blockchain) و الگوریتم‌های هوشمند، می‌توانند خدمات سلامتی بهبود یافته، ارزش افزوده و هزینه‌کارآمد را به بیماران ارائه دهند و کارایی و کارآمدی صنعت سلامت را افزایش دهند. در این نسل، مدل کسب و کار صنعت سلامت تغییر کرده و تعاملات بین مشتریان سلامت (بیماران)، ذینفعان، زیرساخت‌ها و زنجیره ارزش را بهبود می‌بخشد. این امر باعث بهبود کیفیت، انعطاف‌پذیری، بهره‌وری، هزینه‌کارآمدی و قابلیت اطمینان خدمات سلامت می‌شود و همچنین رضایت بیماران را افزایش می‌دهد (۱، ۲).

بیمارستان‌ها به عنوان مهم‌ترین مرکز ارائه خدمات سلامت نیز تحت تاثیر انقلاب‌های فوق قرار گرفته‌اند، و پیشرفت‌های مهمی در مدیریت و بالین بیمارستان‌ها نیز اتفاق افتاده است. به‌طوری‌که امروزه مفهوم بیمارستان‌های هوشمند، در انقلاب بهداشت و درمان ۴/۰، به‌عنوان یکی از بسترهای مهم در حوزه سلامت در سطح جهانی موردتوجه قرار گرفته است (۳).

بیمارستان هوشمند مفهومی پیچیده است، و تعاریف و اسامی مختلفی ممکن است برای توصیف آن استفاده شود، از جمله: بیمارستان هوشمند (Smart Hospital)، بیمارستان الکترونیک (Electronic Hospital)، بیمارستان دیجیتال (Digital Hospital)، بیمارستان باهوش (Intelligent Hospital)، بیمارستان خودکار (Automated Hospital)، بیمارستان اینترنتی (Internet Hospital)، و بیمارستان یکپارچه شده (Connected Hospital) یاد می‌شود. بیمارستان هوشمند ترکیبی از تمامی این موارد است، براساس اینکه در چه سطحی از هوشمندسازی بیمارستان قرار داشته باشیم، نام‌گذاری صورت می‌گیرد، برای مثال در مقالات منتشر شده از کشور چین از آن به‌عنوان بیمارستان اینترنتی یاد شده است (۴-۷)، یعنی بیمارستان برخی از خدمات خود را در بستر اینترنت ارائه می‌دهد و این به معنی بیمارستان هوشمند نیست. بیمارستان هوشمند، پیشرفته‌تر از بیمارستان الکترونیک، دیجیتال، اتوماسیون، یا اینترنتی شده کامل است که در آن علاوه بر حذف کاغذ و اجرای کامل فرآیندهای الکترونیک، با به‌کارگیری مجموعه‌ای از سخت‌افزارها و نرم‌افزارها، بسیاری از فرآیندهای بیمارستانی و خدمات مراقبت و سلامت، خودکار و هوشمند شده و سیستم به‌صورت خودکار و بر اساس آخرین آموخته‌های خود، بهینه ترین و بهترین پاسخ را خواهد داشت (۳، ۸، ۹).

بیمارستان هوشمند، بیمارستانی است که از فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی برای ارتقای کیفیت مراقبت‌های بهداشتی و درمانی، افزایش ایمنی بیماران، و بهبود بهره‌وری استفاده می‌کند. ویژگی مهم بیمارستان هوشمند، یکپارچگی و اتصال سیستم‌های مختلف اطلاعات بیمارستانی است که امکان دسترسی سریع و امن به اطلاعات پزشکی بیمار را برای پزشکان و پرسنل فراهم می‌کند (۱۰-۱۲). همچنین، استفاده از فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی (Artificial Intelligence)، اینترنت اشیاء (Internet of Things)، رایانش ابری (Cloud Computing)، واقعیت مجازی (Virtual Reality)، واقعیت افزوده (Augmented Reality)، امنیت پیشرفته (Advanced Security)، و یادگیری ماشین، و غیره برای پایش علائم حیاتی بیماران، تشخیص، درمان، و ارائه خدمات از دیگر ویژگی‌های بیمارستان هوشمند است (۳، ۷، ۹، ۱۳). برای مثال، از رهگیری پزشک و وضعیت بیمار، تا نور، حرارت، ایمنی، ترافیک بالینی، صدا، نظافت و پاکیزگی، امنیت و بسیاری از جنبه‌های دیگر بیمارستان، به صورت خودکار توسط ابزارها و نرم افزارها کنترل و در هر زمینه پاسخ لازم تولید می‌شود. برای مثال، هر تغییر نامطلوبی در علایم حیاتی بیمار بلافاصله به پزشک و کادر معالج او اطلاع داده می‌شود، یا اینکه نور بیمارستان متناسب با نور ورودی به بیمارستان کنترل شده و توزیع گرمایش و سرمایش و میزان هدررفت حرارتی به صورت یکپارچه کنترل و تنظیمات لازم به صورت پویا انجام می‌گردد. در تمامی این موارد، مداخله انسانی، به صورت حداقل و در زمان ضرورت پیش‌بینی و اعمال می‌شود. در بیمارستان‌های هوشمند، تجهیزات مبتنی بر اینترنت اشیاء پزشکی (Internet of Medical Things) و سنسورهای وابسته به آن نقش مهمی را در دریافت‌های محیطی دارد. همچنین پردازش‌های هوشمند چندسطحی نیز نقش مهمی را در تصمیم‌گیری‌های خودکار به‌عنوان خروجی ایفا می‌کنند.

در سال ۲۰۲۱، ارزش جهانی بازار بیمارستان‌های هوشمند جهانی ۳۵/۹ میلیارد دلار آمریکا بود. برآوردها نشان می‌دهد، ارزش بازار بیمارستان‌های هوشمند در سال‌های آتی به‌صورت تصاعدی افزایش یابد، و در سال ۲۰۲۶ ارزش بازار آن به ۸۳ میلیارد دلار برسد (۱۴). باتوجه به اینکه پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند، نیازمند زیرساخت‌های گسترده، قابل اعتماد، بسیار پیچیده و پرهزینه ازنظر قیمت سخت‌افزارها و نرم‌افزارها می باشد. همچنین به دلیل اهمیت موضوع بیمارستان هوشمند در سطح جهانی در دهه پیش‌رو، در این پژوهش به بررسی پیش‌نیازهای تحقق بیمارستان هوشمند در ایران می‌پردازیم.

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

روش

این مطالعه به صورت مروری- تحلیلی انجام شده است. بدین منظور، جستجوی مقالات در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus و SID با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط انجام شد. معیارهای ورود شامل مقالات انگلیسی و فارسی مرتبط با بیمارستان هوشمند بود. معیارهای خروج نیز عبارت بودند از: مقالات غیرمرتبط، مقالاتی که امکان دسترسی به متن کامل آن‌ها وجود نداشت و مقالاتی که کیفیت لازم را نداشتند. متن کامل این مقالات مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و پیش‌نیازها و چالش‌های پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند در ایران استخراج شدند. در نهایت نتایج به دست آمده دسته‌بندی و در قالب مقاله حاضر ارائه شده است.

یافته‌ها

یافته‌های این مطالعه در سه قسمت زیر شامل ابعاد بیمارستان هوشمند، پیش‌نیازها، و چالش‌های تحقق بیمارستان هوشمند در ایران ارائه شده است.

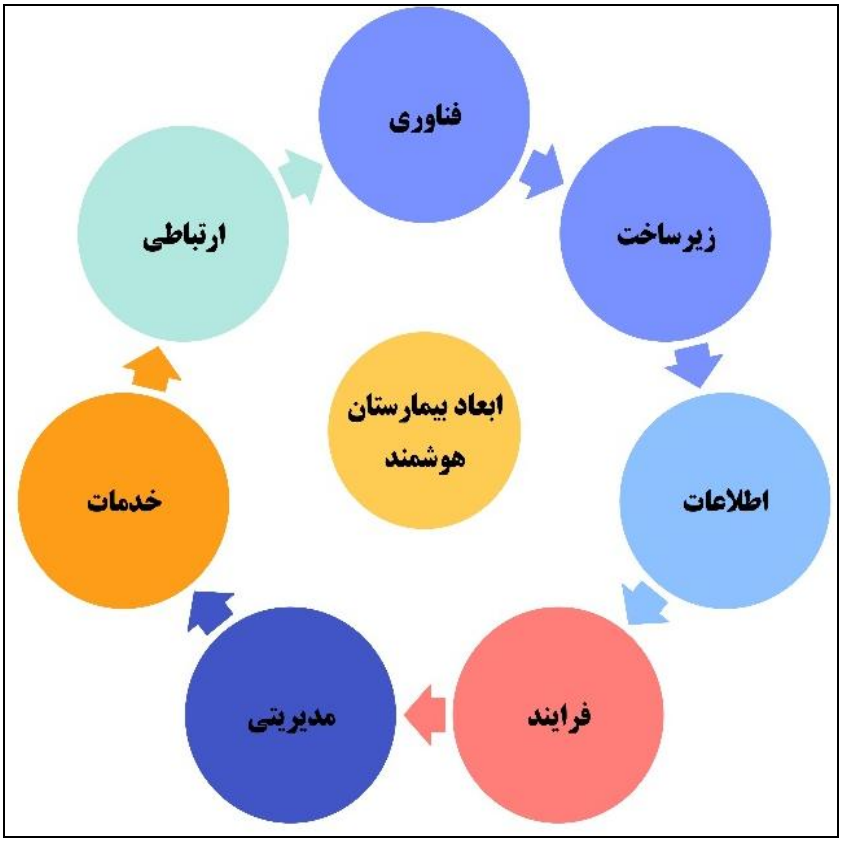
ابعاد بیمارستان هوشمند

یک بیمارستان هوشمند واقعی باید از نظر فناوری، زیرساخت، فرایندها، خدمات و سایر جنبه‌ها دارای ویژگی‌های هوشمند باشد تا بتواند مزایای مورد انتظار را محقق سازد (۳، ۱۳). برای پوشش همه‌جانبه موضوع بیمارستان هوشمند، می‌توان به ابعاد مختلف آن که در شکل ۱ نشان داده شده‌اند، اشاره کرد.

بعد فناوری: بعد فناوری شامل: به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند استفاده از سنسورها و دستگاه‌های اینترنت اشیا برای پایش علائم حیاتی بیماران، به‌کارگیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی برای تشخیص، درمان و پیش‌بینی، استفاده از فناوری بلاک‌چین برای امنیت و حفظ حریم خصوصی اطلاعات پزشکی، به‌کارگیری ربات‌ها و سیستم‌های خودکار برای انجام کارهای تکراری است (۳، ۱۵–۱۹).

بعد زیرساخت: این شامل: توسعه زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری یکپارچه و هوشمند، سیستم پرونده الکترونیک سلامت برای ثبت و مدیریت الکترونیکی اطلاعات پزشکی بیماران، سیستم اطلاعات بیمارستانی متصل به دستگاه‌های پزشکی، شبکه مخابراتی پرسرعت و امن برای انتقال داده‌ها، سرورها و سیستم‌های ذخیره‌سازی مطمئن با ظرفیت بالا است (۱۰، ۱۳).

بعد اطلاعات: شامل جمع‌آوری خودکار داده‌ها از طریق سنسورها و دستگاه‌های پزشکی، ذخیره‌سازی ایمن داده‌های حجیم پزشکی در ابر، داده‌کاوی و تحلیل داده‌ها با الگوریتم‌های هوش مصنوعی، و اشتراک‌گذاری داده‌های ضروری بین پزشکان درگیر درمان بیمار می‌باشد (۱۹).



شکل ۱. ابعاد بیمارستان هوشمند

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

بعد فرایند: شامل بهینه‌سازی فرایندهای بالینی مانند غربالگری، تشخیص و درمان با الگوریتم‌ها، بهبود فرایندهای غیربالینی مثل نظافت، تأمین و انبارداری به کمک هوش مصنوعی، و کاهش خطاهای انسانی و افزایش ایمنی بیماران با خودکارسازی فرایندها می‌باشد. استفاده از هوش مصنوعی و سیستم‌های خودکار برای انجام کارهای اداری مثل زمان‌بندی ویزیت‌ها، صورت‌حساب و غیره، باعث آزادسازی زمان کارکنان برای مراقبت از بیمار می‌شود (۱۹).

بعد مدیریتی: شامل برنامه‌ریزی و زمان‌بندی هوشمند استفاده از امکانات و منابع، مدیریت بهینه موجودی انبار و زنجیره تأمین با کمک هوش مصنوعی، تخصیص بهینه منابع انسانی با درنظرگرفتن مهارت‌ها و تجربیات، و پایش و ارزیابی عملکرد کارکنان و بخش‌های مختلف است (۲۰).

بعد خدمات: شامل ارائه خدمات پزشکی از راه دور مانند مشاوره‌های آنلاین، نظارت بر سلامت و درمان بیماران مزمن در منزل، ارائه خدمات شخصی‌سازی‌شده بر اساس داده‌ها و ترجیحات بیمار، و استفاده از واقعیت مجازی و افزوده در فرایندهای درمانی است (۳).

بعد ارتباطی: شامل ارتباط الکترونیکی بیمار با پزشک از طریق پیام، تصویر و ویدئو، اشتراک الکترونیکی اطلاعات و داده‌های پزشکی بیماران بین مراکز درمانی، هماهنگی و ارتباط بین تیم‌های درمانی چندرشته‌ای از طریق سیستم‌های اطلاعاتی، و ارتباط با سایر ذی‌نفعان از جمله شرکت‌های بیمه و تأمین‌کنندگان تجهیزات پزشکی است (۱۸، ۲۱).

پیش‌نیازهای تحقق بیمارستان هوشمند در ایران

برای رسیدن به بیمارستان هوشمند نیاز به زیرساخت‌ها و فناوری‌های پیشرفته‌ای می‌باشد. در شکل ۲ ده پیش‌نیاز حرکت از بیمارستان الکترونیک به سمت بیمارستان هوشمند نشان‌داده‌شده است.

این ده پیش‌نیاز عبارت‌اند از:

۱. **استقرار کامل پرونده الکترونیک سلامت (EHR):** یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازها برای حرکت به سمت بیمارستان هوشمند، استقرار یک EHR جامع و یکپارچه است. سیستم EHR دارای قابلیت‌های پیشرفته‌ای مانند ثبت خودکار داده‌ها از منابع متعدد از طریق API (مانند ثبت‌احوال، شرکت‌های بیمه، حسگرها و دستگاه‌های پزشکی)، استانداردسازی اصطلاحات پزشکی برای یکپارچگی داده‌ها، مدیریت دسترسی کاربران، و امنیت داده‌ها با بهره‌گیری از فناوری بلاک‌چین است (۱۹، ۲۲).

شکل ۲. پیش‌نیازهای بیمارستان هوشمند

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

۲. **به‌کارگیری هوش مصنوعی و یادگیری عمیق:** به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی مانند خوشه‌بندی و طبقه‌بندی برای شناسایی الگوهای بیماری‌ها و بهبود فرایندهای تشخیص و درمان، یکی دیگر از پیش‌نیازهای مهم بیمارستان هوشمند می‌باشد. این الگوریتم‌ها می‌توانند الگوهای پنهان در داده‌های پزشکی را کشف کنند و بیماری‌ها را براساس ویژگی‌های مشترک خوشه‌بندی و طبقه‌بندی کند. همچنین با بهره‌گیری از این تکنیک‌ها می‌توان فرایندهای تشخیص و درمان را بهینه‌سازی کرد. به‌کارگیری این الگوریتم‌ها باعث افزایش دقت تشخیص‌ها، شناسایی بهتر الگوهای بیماری و بهبود کلی کیفیت خدمات درمانی می‌شود (۳، ۱۵، ۱۶). یکی دیگر از کاربردهای مهم هوش مصنوعی استفاده از آن در پیاده‌سازی سیستم‌های یادگیری عمیق برای تحلیل تصاویر پزشکی و سیگنال‌های زیستی مانند CNN و LSTM می‌باشد. این شبکه‌های عصبی برای تجزیه و تحلیل خودکار تصاویر پزشکی مانند تصاویر مقاطع نازک یا تصاویر مغز و نیز سیگنال‌های زیستی مانند ضربان قلب بسیار مناسب هستند. با بکارگیری این سیستم‌ها می‌توان بیماری‌ها را با دقت بالاتری تشخیص داد و فرایندهای تجزیه و تحلیل پیچیده تصاویر و سیگنال‌های پزشکی را خودکارسازی کرد (۱۷، ۲۰، ۲۳).

۳. **اجرای سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی (CDSS):** یکی دیگر از پیش‌نیازهای مهم برای حرکت به سمت بیمارستان هوشمند، اجرای CDSS است. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی با استفاده از الگوریتم‌ها و دانش پزشکی، اطلاعات و داده‌های بالینی بیماران را تجزیه‌وتحلیل کرده و با ارائه هشدارها، یادآوری‌ها، توصیه‌های تشخیصی و درمانی به پزشکان و ارائه‌دهندگان خدمات سلامت، به تصمیم‌گیری بهتر و دقیق‌تر آنها در فرایند مراقبت از بیمار کمک می‌کنند. استفاده از این سیستم‌ها در بیمارستان‌های هوشمند باعث افزایش کیفیت مراقبت‌ها، بهبود ایمنی بیمار و کاهش هزینه‌ها می‌شود. این سیستم‌ها از تکنیک‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی و درخت تصمیم برای پیش‌بینی بیماری‌ها، تشخیص‌های افتراقی، پیشنهاد درمان‌های بهینه و پیش‌بینی پاسخ به درمان استفاده می‌کنند. به‌کارگیری CDSS موجب تصمیم‌گیری دقیق‌تر پزشکان، ارائه خدمات سریع‌تر و افزایش کیفیت مراقبت‌های بهداشتی خواهد شد(۲۴–۲۷).

۴. **به‌کارگیری اینترنت اشیاء:** یکی دیگر از **پیش‌نیازهای** مهم بیمارستان هوشمند، به‌کارگیری سنسورها و ایمپلنت‌های زیستی برای پایش علائم حیاتی بیماران به‌صورت لحظه‌ای و ارسال آن به سیستم‌های نظارتی می‌باشد. استفاده از اینترنت اشیا می‌تواند از طریق سنسورها و یا به‌صورت پوشیدنی یا ایمپلنت زیر پوستی باشد و علائمی مانند ضربان قلب، فشارخون، دما و سطح اشباع اکسیژن خون را به‌طور مداوم و در زمان واقعی اندازه‌گیری و به سیستم‌های نظارتی ارسال کنند. این امر باعث پایش دقیق‌تر وضعیت بیماران، هشدار سریع در موارد اورژانسی و بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی می‌شود (۳، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۸).

۵. **استفاده از انباره داده و سیستم‌های توزیع‌شده:** یکی دیگر از پیش‌نیازهای اساسی، بهره‌گیری از سیستم‌های پردازش و ذخیره‌سازی داده‌های بزرگ مانند انباره داده، Hadoop و Spark است. حجم عظیم داده‌های تولید شده در بیمارستان‌های هوشمند نیازمند سیستم‌هایی برای ذخیره‌سازی و پردازش توزیع شده و مقیاس‌پذیر است. استفاده از این فناوری‌ها امکان ذخیره‌سازی، دسته‌بندی، جستجو و تجزیه‌وتحلیل حجم عظیمی از داده‌های ساختاریافته و غیرساختاریافته را به‌صورت بهینه فراهم می‌کند (۲۹).

۶. **به‌کارگیری پزشکی از راه دور:** یکی دیگر از پیش‌نیازهای بیمارستان هوشمند، به‌کارگیری ارتباطات ویدیویی باکیفیت بالا (HD) و ابزارهای واقعیت افزوده و مجازی برای ارائه خدمات پزشکی از راه دور است. استفاده از این تکنولوژی‌ها امکان مشاوره و ویزیت ویدیویی بیماران، مطالعه تصاویر پزشکی، و انجام مشاوره‌های تخصصی از راه دور را فراهم می‌کند. به‌کارگیری این قابلیت‌ها منجر به دسترسی آسان‌تر بیماران به متخصصان، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت خدمات پزشکی خواهد شد (۳).

۷. **طراحی و به‌کارگیری ربات‌های جراحی با الگوریتم‌های کنترل هوشمند و سیستم‌های بازخورد برای افزایش دقت:** یکی دیگر از پیش‌نیازها، طراحی و به‌کارگیری ربات‌های جراحی هوشمند است. این ربات‌ها با بهره‌گیری از الگوریتم‌های کنترل هوشمند و سیستم‌های بازخورد، قادرند عمل‌های جراحی را بادقت بسیار بالاتری نسبت به جراحی‌های سنتی انجام دهند. استفاده از این ربات‌ها منجر به افزایش قابل‌توجه دقت و بهبود نتایج جراحی‌ها خواهد شد. همچنین ربات‌های جراحی می‌توانند برخی عملیات پیچیده را که برای جراحان انسانی دشوار است، به‌سهولت انجام دهند (۳، ۲۳).

۸. **استفاده از رمزنگاری پیشرفته، مدیریت مجوزها و سیستم‌های تشخیص نفوذ برای حفاظت از داده‌ها با استفاده از فناوری بلاک‌چین:** یکی دیگر از ملزومات مهم بیمارستان هوشمند، به‌کارگیری سیستم‌های امنیتی و رمزنگاری پیشرفته برای حفاظت از داده‌های حساس پزشکی است. استفاده از رمزنگاری قوی، مدیریت پیشرفته مجوزهای دسترسی، سیستم تشخیص و جلوگیری از نفوذ، و راهکارهای احراز هویت چندعاملی می‌تواند امنیت داده‌های پزشکی دیجیتال را در برابر دسترسی و تغییرات غیرمجاز تضمین کند. حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها یک پیش‌نیاز اساسی برای پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند است (۹، ۱۰، ۲۳).

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

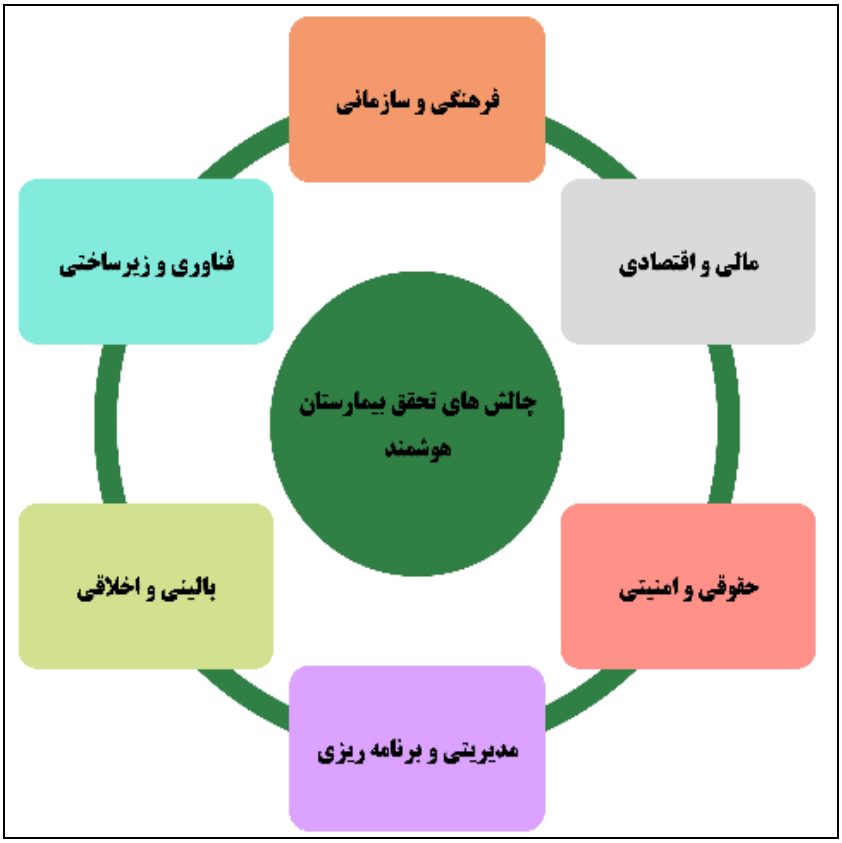
۹. **اجرای استانداردهای بین‌المللی فناوری اطلاعات سلامت برای تعامل‌پذیری سیستم‌ها:** اجرای استانداردهای بین‌المللی فناوری اطلاعات سلامت و انفورماتیک پزشکی مانند HL7 FHIR و سایر استانداردهای مرتبط در این حوزه یکی از پیش‌نیازهای مهم در تحقق بیمارستان هوشمند است. پیاده‌سازی HL7 FHIR در بیمارستان هوشمند امکان دسترسی به اطلاعات سلامت دقیق و به‌روز هر بیمار را در هر زمان و مکانی فراهم می‌کند. همچنین یکپارچگی و جریان داده‌ها را در سراسر بیمارستان افزایش می‌دهد و زمینه را برای بهره‌گیری از تحلیل داده و هوش مصنوعی فراهم می‌کند. به دلیل عدم وجود استاندارد ملی برای تعامل‌پذیری سیستم‌ها در حوزه بهداشت و درمان، به‌کارگیری استاندارد بین‌المللی یک پیش‌نیاز کلیدی برای تحقق اهداف بیمارستان هوشمند است (۳۰).

۱۰. **برگزاری دوره‌های آموزشی مداوم برای کارکنان:** یکی دیگر از پیش‌نیازهای اساسی، برگزاری دوره‌های آموزشی مستمر برای کارکنان و کادر درمانی در زمینه‌های مرتبط با فناوری‌های نوین از جمله هوش مصنوعی، علوم داده و امنیت سایبری است. آشنایی و مهارت کافی پرسنل در استفاده از این تکنولوژی‌های پیشرفته، یکی از پیش‌نیازهای اصلی موفقیت در پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند است. برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی به‌صورت مداوم برای ارتقای مهارت‌های پرسنل در این زمینه‌ها، از اقدامات ضروری به شمار می‌رود (۱۰، ۱۹، ۳۱).

علاوه بر موارد فوق، موارد دیگری نیز وجود دارند؛ اما این موارد به‌نحوی زیرمجموعه یکی از موارد فوق هستند، مانند به‌کارگیری سیستم‌های ردیابی و تعیین مکان (Location recognition and tracking services) (جهت پایش اطلاعات مکانی) که زیرمجموعه اینترنت اشیاء می‌باشد (۳، ۳۲)، و یا سلامت همراه که زیرمجموعه پزشکی از راه دور می‌باشد. سایر موارد نیز عبارتند از استفاده از واقعیت مجازی و افزوده، هوشمندی در مصرف منابع، امنیت، کنترل ترافیک جمعیتی، و اطلاع‌رسانی و خدمات بیماران از طریق سلامت همراه نیز مهم می‌باشند.

چالش‌های تحقق بیمارستان هوشمند در ایران

گذار به بیمارستان‌های هوشمند و بهره‌مندی از فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، پزشکی از راه دور و غیره فرصت‌های بسیار مثبتی را برای ارتقای کیفیت مراقبت‌های سلامت و بهبود بهره‌وری نظام سلامت فراهم می‌کند؛ اما پیاده‌سازی و تحقق این امر با چالش‌ها و موانع متعددی نیز روبرو است که باید با برنامه‌ریزی دقیق و همکاری ذی‌نفعان مختلف برطرف شود. موارد زیر، فهرست موارد شایعی از چالش‌های حرکت به سمت بیمارستان هوشمند در کشور ایران می‌باشند (شکل ۳):



شکل ۳. چالش‌های تحقق بیمارستان هوشمند

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

الف. چالش‌های فرهنگی و سازمانی

گذار به بیمارستان هوشمند نیازمند تغییر فرهنگ سازمانی و آمادگی روانی کارکنان و مدیران است. برخی از چالش‌های فرهنگی و سازمانی عبارت‌اند از:

- **مقاومت در برابر تغییر و فرهنگ منفی نسبت به فناوری:** برخی از پزشکان و پرسنل بالینی به دلیل عادت به روش‌های سنتی، نگرانی ازدست‌دادن موقعیت شغلی، احساس عدم تسلط بر فناوری‌های نوین، و ترجیح ارتباط چهره‌به‌چهره با بیماران، تمایلی به پذیرش و استفاده از فناوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی و سیستم‌های تصمیم‌یار پزشکی ندارند (۱۹).
- **کمبود مهارت‌های دیجیتالی کارکنان:** اکثر کارکنان بیمارستان از جمله پرستاران، پزشکان، کادر اداری و تکنسین‌های پزشکی، مهارت و آشنایی لازم با سیستم‌های پیشرفته مانند ثبت الکترونیک داده‌ها، استفاده از تجهیزات پایش از راه دور، هوش مصنوعی و غیره را ندارند که منجر به مقاومت در برابر استفاده از این فناوری‌ها می‌شود (۱۹، ۳۱).
- **عدم تمایل به‌اشتراک‌گذاری دانش:** برخی پزشکان به دلایلی همچون نگرانی در مورد دقت پایین سیستم‌های هوشمند، ترجیح نگهداری دانش بالینی به‌عنوان مزیت رقابتی، و تردید در مورد مالکیت معنوی اطلاعات واردشده، تمایل چندانی به ثبت تجربیات و دانش خود در سیستم‌های هوش مصنوعی پزشکی ندارند (۳۳).

برای حل این چالش، لازم است که برنامه‌های آموزشی مناسب و مستمر برای آشنایی با فناوری‌های جدید و نحوه استفاده از آن‌ها طراحی و اجرا شود. علاوه‌برآن، باید نقش و مسئولیت هر گروه شغلی در بستر هوشمند را به‌صورت شفاف تعریف و تبلیغ کرد. همچنین، لازم است که نظام تشویق و پاداش را به‌گونه‌ای بازبینی کرده و با تحول داده شده هم‌خوان ساخت (۱۰، ۱۹، ۳۱). علاوه بر آموزش کارکنان فعلی، لازم است که نیروی جدیدی که دارای تخصص‌های لازم در حوزه‌های جدید مثل هوش مصنوعی، دادکاوی، بلاک چین، انفورماتیک پزشکی و ... است را جذب کرد. این نیروها می‌توانند به عنوان مشاور، مدیر، طراح، توسعه دهنده، نگهدارنده و کاربر فناوری‌های هوشمند عمل کنند. برای این منظور، باید برنامه‌ریزی دقیقی برای شناسایی، استخدام، آموزش و نگه‌داری این نیروها انجام شود. همچنین، باید ساختار سازمانی و تشکیلاتی بیمارستان را با توجه به نیازهای جدید بازبینی و بازسازی کرد.

ب. چالش‌های مالی و اقتصادی

برخی از چالش‌های مالی و اقتصادی عبارت‌اند از:

- **هزینه بالای اولیه:** هزینه تهیه زیرساخت‌های سخت‌افزاری شامل سرورها، شبکه‌های ارتباطی، تجهیزات پزشکی هوشمند و نرم‌افزاری شامل نرم‌افزارهای ثبت الکترونیک سلامت و سیستم‌های هوشمند بالینی برای یک بیمارستان هوشمند در حد صدها میلیون تومان است (۳۴).
- **هزینه نگهداری و به‌روزرسانی:** هزینه‌های جاری شامل نگهداری و تعمیر تجهیزات، به‌روزرسانی مداوم نرم‌افزارها، پشتیبانی فنی، آموزش پرسنل، ارتقای امنیت سیستم‌ها و هزینه‌های مصرفی؛ مانند برق موردنیاز است که سالانه هزینه‌های چشمگیری را شامل می‌شود (۳، ۳۴، ۳۵).
- **عدم‌قطعیت بازگشت سرمایه:** باتوجه‌به سرمایه‌گذاری اولیه بسیار بالا، بازگشت سرمایه این پروژه‌ها معمولاً بسیار طولانی بوده و تحت‌تأثیر عواملی مانند پذیرش سیستم‌ها توسط کاربران و کارایی آن‌هاست که دارای عدم‌قطعیت است (۳۴).

پیاده‌سازی بیمارستان‌های هوشمند نیازمند سرمایه‌گذاری سنگین و منابع مالی کافی است. برای تأمین این منابع، باید از راهکارهای مختلف مانند جذب سرمایه‌گذاران خصوصی، درخواست کمک‌های دولتی و بین‌المللی، استفاده از مدل‌های تجاری جدید و... استفاده کرد (۳۴، ۳۶).

پ. چالش‌های فناوری و زیرساختی

چالش‌های فناوری و زیرساختی عبارت‌اند از:

- **نبود استانداردهای مشترک:** عدم وجود استانداردها و پروتکل‌های ارتباطی مشترک بین سیستم‌های مختلف نرم‌افزاری و سخت‌افزاری منجر به مشکلات جدی در اتصال و تبادل اطلاعات بین آن‌ها شده و فرآیند یکپارچه‌سازی را با چالش مواجه می‌کند (۲۱).
- **پیچیدگی یکپارچه‌سازی:** فرآیند ادغام و یکپارچه‌سازی تجهیزات و سیستم‌های متعدد نرم‌افزاری و سخت‌افزاری موجود در بیمارستان‌ها از جمله سیستم‌های اطلاعات بیمارستانی، تصویربرداری پزشکی، آزمایشگاه و داروخانه بسیار پیچیده بوده و نیازمند مهارت‌های تخصصی است (۲۱).
- **مدیریت حجم داده:** حجم داده‌های تولیدشده توسط تجهیزات متصل به اینترنت اشیاء مانند دستگاه‌های پایش علائم حیاتی بیماران، دوربین‌های مداربسته، سیستم‌های تصویربرداری پزشکی و غیره بسیار بالا بوده و نیازمند زیرساخت‌های نوین ذخیره‌سازی و تحلیل داده‌ها است (۲، ۲۲).

برای پشتیبانی از فناوری‌های هوشمند، باید زیرساخت‌های شبکه‌ای و سخت‌افزاری مناسب را فراهم کرد. این زیرساخت‌ها شامل تجهیزات شبکه (سوئیچ، روتر، فایروال و...)، سرورها، دستگاه‌های پایانی (کامپیوتر، تبلت، موبایل و...)، سنسورها و اکچواتورها (Actuator) (برای اتصال به اینترنت اشیاء) و... هستند. برای این منظور، باید نقشه شبکه را طراحی کرده و تجهیزات موردنیاز را خریداری و نصب کرد. همچنین، باید معماری سرویس‌های نرم‌افزاری را با استفاده از الگوهای مدرن مانند رایانش ابری و میکروسرویس‌ها پیاده‌سازی کرد. باتوجه‌به تنوع و پیچیدگی فناوری‌های هوشمند، لازم است که آن‌ها را با یکدیگر و با سامانه‌های قبلی سازگار و

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

همگام کرد. برای مثال، باید اطمینان حاصل کرد که دستگاه‌های هوشمند قابل اتصال به شبکه هستند و داده‌های خود را با فرمت مناسب به سامانه مرکزی منتقل می‌کنند. همچنین، باید سامانه مرکزی را قادر به پذیرش و پردازش داده‌های حجیم و متنوع کرد. برای حل این چالش، لازم است که استانداردهای فنی را رعایت کرده و از روش‌های تست و ارزیابی مناسب استفاده کنید.

ت. چالش‌های حقوقی و امنیتی

حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌های پزشکی بیماران در برابر دسترسی و سوءاستفاده غیرمجاز از مهم‌ترین چالش‌های حقوقی و امنیتی در بیمارستان‌های هوشمند است که نیازمند تدابیر دقیق قانونی و فنی برای حل آن است (۳۷). نگرانی های حقوقی و امنیتی عبارتند از:

- **حریم خصوصی و امنیت داده:** حفظ محرمانگی اطلاعات شخصی و داده‌های پزشکی بیماران در برابر دسترسی و سوءاستفاده‌ی غیرمجاز و همچنین جلوگیری از نشت و خرابکاری در این داده‌ها توسط بدافزارها و حملات سایبری از چالش‌های اصلی است (۳۵، ۳۷).
- **ملاحظات اخلاقی:** استفاده از داده‌های بیماران برای آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی باید با رعایت اصول اخلاقی و دریافت رضایت آگاهانه انجام شود تا از سوءاستفاده جلوگیری شود (۳۰، ۳۳).
- **آسیب‌پذیری در برابر حملات:** اتصال تجهیزات و سیستم‌های متعدد به شبکه و اینترنت در بیمارستان هوشمند، زمینه را برای نفوذ هکرها و حملات سایبری فراهم می‌کند که می‌تواند با اختلال در عملکرد، آسیب‌های جانی و مالی به همراه داشته باشد. برای جلوگیری از این خطرات، باید سیستم‌های امنیتی پیشرفته و مطابق با استانداردهای روز را پیاده‌سازی کرده و به‌صورت مداوم به‌روزرسانی و نظارت کرد. همچنین، باید آگاهی و آموزش کاربران در مورد رعایت اصول امنیتی را افزایش داد (۱۰، ۳۷).

باتوجه‌به حساسیت بالای داده‌های پزشکی و خطرات ناشی از سوءاستفاده از آن‌ها، لازم است که چارچوب‌های حقوقی مشخص و قابل‌اجرا برای حفاظت از حقوق بیماران و پزشکان در حوزه‌های جدید مانند داده‌کاوی و هوش مصنوعی تعریف شود. علاوه‌برآن، باید استانداردهای ملی و بین‌المللی برای داده‌های الکترونیک سلامت رعایت شود تا امکان تبادل و همگام‌سازی داده‌ها بین سامانه‌های مختلف فراهم شود (۱۰، ۳۷).

ث. چالش‌های بالینی و اخلاقی

به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی در بیمارستان‌ها مسائل و دغدغه‌های اخلاقی جدیدی را در تعامل با بیماران ایجاد می‌کند که باید با رعایت اصول و قوانین اخلاق حرفه‌ای به‌درستی مدیریت شود (۳۸). برای مثال، آیا می‌توان به تصمیم‌گیری هوش مصنوعی در مورد تشخیص و درمان بیماران اعتماد کرد؟ آیا حق حریم خصوصی و رضایت بیماران در استفاده از داده‌های شخصی آن‌ها رعایت می‌شود؟ آیا نقش و ارزش پزشکان و پرستاران در بستر هوشمند کاهش نمی‌یابد؟ چالش های بالینی و اخلاقی عبارتند از:

- **کیفیت مراقبت‌های بالینی:** نظارت و ارزیابی دقیق عملکرد سیستم‌های هوشمند و تأثیر آن‌ها بر کیفیت و اثربخشی مراقبت‌های بالینی ارائه شده به بیماران بسیار حائز اهمیت است (۱۳).
- **پذیرش توسط پزشکان:** مقاومت برخی از پزشکان در پذیرش کامل نتایج و توصیه‌های سیستم‌های هوشمند تشخیص و تصمیم‌یار بالینی به دلیل تردید در صحت و دقت این سیستم‌ها چالش‌برانگیز است (۱۷، ۳۹).
- **مسئولیت‌پذیری الگوریتمی:** تعیین حدود مسئولیت اخلاقی و قانونی پزشک و الگوریتم در تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات درمانی و پیامدهای آن با چالش‌های زیادی روبه‌رو است (۳۳، ۳۸).

برای حل این چالش، لازم است که قوانین و ضوابط اخلاقی را به‌صورت شفاف و قابل‌اجرا تعریف کرده و با ذی‌نفعان مختلف هماهنگ کنید. همچنین، باید آگاهی و آموزش عمومی را در مورد فواید و مخاطرات فناوری‌های هوشمند افزایش داد (۳۸).

ج. چالش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی

گذار موفق به بیمارستان هوشمند مستلزم برنامه‌ریزی راهبردی دقیق و هماهنگی بین سطوح مختلف ملی و سازمانی است. تدوین نقشه راه مشخص و مدیریت یکپارچه پروژه‌ها از جمله چالش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی در این زمینه است (۴۰). چالش‌های برنامه‌ریزی و مدیریتی عبارتند از:

- **چالش برنامه‌ریزی راهبردی مناسب:** گذار به بیمارستان هوشمند یک فرآیند طولانی و پیچیده است که نیازمند دیدگاه کلی و هماهنگی در سطح ملی و سازمانی است. برای این منظور، باید نقشه راه جامع و بلندمدتی را تدوین کرده و هدف‌ها، استراتژی‌ها، فعالیت‌ها، نتایج انتظاری، شاخص‌ها، زمان‌بندی و... را به‌صورت شفاف مشخص کرد. همچنین، باید با ذی‌نفعان مختلف مانند دولت، سازمان‌های حقوقی، سازمان‌های خیریه، توسعه‌دهندگان فناوری، پزشکان، پرستاران، بیماران و... همکاری کرده و نظرات و نقدهای آن‌ها را در نظر گرفت (۲۷، ۴۰).
- **چالش محدودیت‌های ناشی از تحریم:** تحریم‌های بین‌المللی باعث می‌شوند که دسترسی به برخی از فناوری‌های روز دنیا محدود شود. این موضوع می‌تواند منجر به عقب‌ماندگی و کاهش رقابت‌پذیری بیمارستان‌ها شود. برای رفع این چالش، باید راه‌حل‌های بومی مانند

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]
[DOI: 10.22034/7.2.5]

تولید داخل، همکاری با کشورهای دوست و توسعه علم و فناوری را در نظر گرفت (۲۳).

- **فقدان تشکیلات ساختاری برای بیمارستان هوشمند برای فراهم‌سازی امکان جذب و نگهداشت نیروهای انسانی متخصص:** یکی دیگر از مشکلات پیش روی ایجاد بیمارستان هوشمند در ایران، فقدان ساختار تشکیلاتی و سازمانی مشخص برای حوزه بیمارستان هوشمند است. درحال‌حاضر جایگاه سازمانی معینی برای تخصص بیمارستان هوشمند و نیروهای متخصص آن در نظام سلامت کشور تعریف نشده است. این امر منجر به عدم شفافیت در زمینه وظایف، شرح خدمات و حقوق و مزایای این گروه شده و امکان جذب و نگهداشت نیروهای متخصص را کاهش می‌دهد؛ لذا ایجاد تشکیلات سازمانی مناسب ضروری است.
- **ثبات در مدیریت و اجرای برنامه‌ها:** یکی از مسائل مهم در موفقیت برنامه‌های توسعه بیمارستان‌های هوشمند، وجود ثبات و پیوستگی در مدیریت و اجرای این برنامه‌ها است. تغییرات مکرر مدیران و مجریان، عدم حفظ دانش و تجربیات، و همچنین ازدست‌رفتن انسجام و پیوستگی اجرایی، از جمله آسیب‌هایی است که می‌تواند پیاده‌سازی موفق برنامه‌های بیمارستان هوشمند را با چالش مواجه کند؛ لذا تداوم و ثبات مدیریتی در کنار حفظ دانش بومی و تجربه‌های اجرایی، از الزامات اصلی موفقیت در اجرای این برنامه‌ها به شمار می‌آید. مدیران و اجراکنندگان باید زمان کافی برای پیاده‌سازی و تحقق اهداف داشته باشند.
- **نهادهای موازی و رانتی:** موازی‌کاری نهادها و سازمان‌های متعدد در حوزه سلامت و فناوری اطلاعات، مانعی جدی محسوب می‌شود. وجود چندین نهاد و سازمان با وظایف مشابه که به‌صورت موازی و غیرهماهنگ با یکدیگر فعالیت می‌کنند، منجر به اتلاف منابع، عدم وحدت رویه، ایجاد انحصار، و در نهایت عدم بهره‌وری لازم در توسعه بیمارستان هوشمند می‌شود؛ لذا اصلاح ساختارها و حذف موازی‌کاری‌های غیرضروری اولویت به شمار می‌رود.

بحث و نتیجه‌گیری

بیمارستان هوشمند یک مفهوم کمابیش جدید، و در حال رشد در حوزه سلامت است که طی سال‌های اخیر مطرح شده است. تعدادی از بیمارستان‌های پیشرو در کشورهای توسعه یافته مانند آمریکا، آلمان، فرانسه هوشمند می باشند. در حوزه خاورمیانه نیز کشورهای اسرائیل، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، و لبنان نیز توانسته‌اند بخش‌هایی از فناوری‌های مرتبط با بیمارستان هوشمند را به‌کار گیرند (۴۱). پیش‌بینی می‌شود با پیشرفت فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء و کاهش هزینه‌های مرتبط، شاهد گسترش روزافزون بیمارستان‌های هوشمند در سطح جهان خواهیم بود (۱۴). اما درحال‌حاضر ایجاد و بهره‌برداری از بیمارستان هوشمند در کشور با چالش‌ها و موانع متعددی روبه‌رو است. این چالش‌ها شامل مواردی چون نیاز به تغییر فرهنگ‌سازمانی، کمبود بودجه و منابع مالی، ضعف زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، کمبود نیروی انسانی متخصص، عدم وجود استانداردها و ساختارهای لازم، محدودیت‌های ناشی از تحریم و موانع بومی می‌باشد. باتوجه‌به پیچیدگی و هزینه‌بر بودن ایجاد زیرساخت‌های لازم، حرکت به سمت بیمارستان هوشمند باید به‌صورت تدریجی و مرحله‌ای انجام شود (۲۳).

باتوجه‌به وضعیت فعلی کشور، ایجاد بیمارستان‌های کاملاً هوشمند در ایران در کوتاه‌مدت و به‌یک‌باره غیرممکن باشد. بااین‌حال، می‌توان با برنامه‌ریزی درست و حرکت مرحله‌ای، گام‌هایی در این مسیر برداشت (۲۳، ۲۸). برای مثال، می‌توان با هوشمندسازی بخش‌ها یا فرایندهای خاصی از بیمارستان شروع کرد. البته پیش‌نیازهایی مانند فراهم‌سازی زیرساخت‌های لازم، تأمین منابع مالی، تربیت نیروی انسانی متخصص، فرهنگ‌سازی، و جلب حمایت مدیران ارشد، باید مدنظر قرار گیرد. به نظر می‌رسد با وجود چالش‌های فراوان، گسترش بیمارستان‌های هوشمند در آینده‌ای نه‌چندان دور در کشور اجتناب‌ناپذیر باشد. البته نباید انتظار داشت که این امر به‌سرعت و به طور کامل محقق شود. حرکت به سمت بیمارستان‌های هوشمند باید به‌صورت تدریجی، مرحله‌ای و بر اساس اولویت‌ها صورت پذیرد تا بتوان چالش‌ها را به‌تدریج مرتفع کرد.

منابع

1. Li J, Carayon P. Health Care 4.0: A vision for smart and connected health care. IISE Transactions on Healthcare Systems Engineering 2021;11(3):171–80.
2. Haleem A, Javaid M, Pratap Singh R, Suman R. Medical 4.0 technologies for healthcare: Features, capabilities, and applications. Internet of Things and Cyber-Physical Systems 2022; 2: 12–30.
3. Kwon H, An S, Lee H-Y, Cha WC, Kim S, Cho M, et al. Review of Smart Hospital Services in Real Healthcare Environments. Healthcare informatics research 2022; 28(1): 3–15.
4. Zhang Q. The internet hospital: how to combine with traditional healthcare model. Hepatobiliary Surgery and Nutrition 2022; 11(2): 273–5
5. Li D, Hu Y, Liu S, Li G, Lu C, Yuan S, et al. The effect of using internet hospitals on the physician-patient relationship: Patient perspective. International Journal of Medical Informatics 2023; 174: 105058.
6. Zhi L, Yin P, Ren J, Wei G, Zhou J, Wu J, et al. Running an Internet Hospital in China: Perspective Based on a Case Study. J Med Internet Res 2021; 23(9): e18307.
7. Lai Y, Chen S, Li M, Ung COL, Hu H. Policy interventions, development trends, and service innovations of internet hospitals in China: Documentary analysis and qualitative interview study. Journal of medical Internet research 2021; 23(7): e22330.
8. Hu H, Su J, Ma J. Editorial: Smart Hospital Innovation:

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]

[DOI: 10.22034/7.2.5]

Technology, Service, and Policy. Frontiers in Public Health 2022; 10: 1–2.
9. Vecchia G Della, Gallo L, Esposito M, Coronato A. An infrastructure for smart hospitals. Multimedia Tools and Applications 2012; 59(1): 341–62.
10. European Union Agency for Network and Information Security (ENISA). Smart Hospitals Security and Resilience for Smart Health Service and Infrastructures; 2016. Available at: https://www.enisa.europa.eu/publications/cyber-security-and-resilience-for-smart-hospitals/at_download/fullReport
11. Frost & Sullivan. Smart Hospitals to Invest over $11 billion in Cloud Computing and Data Analytics; 2017. Available at: https://www.frost.com/news/press-releases/smart-hospitals-invest-over-11-billion-cloud-computing-and-data-analytics-says-frost-sullivan/
12. Taylor K. Smart Hospitals: How technology is redefining future healthcare - Thoughts from the Centre | Deloitte UK; 2017. Available at: https://blogs.deloitte.co.uk/health/2017/06/smart-hospitals-how-technology-is-redefining-future-healthcare.html
13. Williams PA, Lovelock B, Cabarrus T, Harvey M. Improving Digital Hospital Transformation: Development of an Outcomes-Based Infrastructure Maturity Assessment Framework. JMIR medical informatics 2019; 7(1): e12465. Available at: https://doi.org/10.2196/12465
14. Market value forecast of smart hospitals 2018-2026. Statista; 2021. Available at: https://www.statista.com/statistics/1204318/smart-hospital-market-estimated-value-forecast/
15. Richens JG, Lee CM, Johri S. Improving the accuracy of medical diagnosis with causal machine learning. Nature Communications 2020; 11(1): 3923.
16. Kumar Y, Koul A, Singla R, Ijaz MF. Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. Journal of ambient intelligence and humanized computing 2023; 14(7): 8459–86.
17. Navaz AN, Serhani MA, El Kassabi HT, Al-Qirim N, Ismail H. Trends, Technologies, and Key Challenges in Smart and Connected Healthcare. IEEE access□: practical innovations, open solutions 2021; 9: 74044–67.
18. Uslu BÇ, Okay E, Dursun E. Analysis of factors affecting IoT-based smart hospital design. Journal of cloud computing 2020; 9(1): 67.
19. Lim HC, Austin JA, Van Der Vegt AH, Rahimi AK, Canfell OJ, Mifsud J, et al. Toward a Learning Health Care System: A Systematic Review and Evidence-Based Conceptual Framework for Implementation of Clinical Analytics in a Digital Hospital. Applied Clinical Informatics 2022; 13(2): 339–54.
20. Lin C-L, Chen JKC, Ho H-H. BIM for Smart Hospital Management during COVID-19 Using MCDM. Sustainability 2021; 13(11): 6181.
21. Torab-Miandoab A, Samad-Soltani T, Jodati A, Rezaei-Hachesu P. Interoperability of heterogeneous health information systems: a systematic literature review. BMC Medical Informatics and Decision Making 2023; 23(1): 18.
22. Galletta A, Buzachis A, Fazio M, Celesti A, Taheri J, Villari M. Smart hospitals enabled by edge computing. In: Edge Computing: Models, technologies and applications. IET Digital Library; 2020. p. 357–79.
23. Ronaghi M. A Conceptual Framework for Smart Hospital towards Industry 4.0. jhosp 2020 ; 19(2): 60–8.
24. Kopanitsa G. Integration of Hospital Information and Clinical Decision Support Systems to Enable the Reuse of Electronic Health Record Data. Methods of Information in Medicine 2017; 56(03): 238–47.
25. Roumeliotis N, Sniderman J, Adams-Webber T, Addo N, Anand V, Rochon P, et al. Effect of Electronic Prescribing Strategies on Medication Error and Harm in Hospital: a Systematic Review and Meta-analysis. Journal of General Internal Medicine 2019;34(10): 2210–23.
26. Ciapponi A, Fernandez Nievas SE, Seijo M, Rodríguez MB, Vietto V, García-Perdomo HA, et al. Reducing medication errors for adults in hospital settings. Cochrane Database of Systematic Reviews 2021; 11(11): CD009985
27. Gartner D, Padman R. E-HOSPITAL – A Digital Workbench for Hospital Operations and Services Planning Using Information Technology and Algebraic Languages. Studies in Health Technology and Informatics 2017; 245: 84–8.
28. Mahmoodi S, Afshar Kazemi MA, Toloie Eshlaghy A, Shadnoosh N. Modeling a Smart Hospital Information Architecture Based on Internet of Things and Recommender Agent. jhbmi 2020; 7(2): 133–49.
29. Dash S, Shakyawar SK, Sharma M, Kaushik S. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. Journal of Big Data 2019; 6(1): 54.
30. Manuela W, Alexandra G, Regina GJB. A FHIR-Based eConsent App for the Digital Hospital. Studies in Health Technology and Informatics 2020; 270: 3–7.
31. Ilin I, Iliyaschenko O, Konradi A. Business model for Smart Hospital health organization. SHS Web of Conf ; 2018. Available at: https://doi.org/10.1051/shsconf/20184400041
32. Yoo S, Kim S, Kim E, Jung E, Lee K-H, Hwang H. Real-time location system-based asset tracking in the healthcare field: lessons learned from a feasibility study. BMC Medical Informatics and Decision Making 2018; 18(1): 80.
33. Siala H, Wang Y. SHIFTing artificial intelligence to be responsible in healthcare: A systematic review. Social Science & Medicine 2022; 296: 114782.
34. Atta RM. Cost-effective vital signs monitoring system for COVID-19 patients in smart hospital. Health and technology 2022; 12(1): 239–53.
35. Nwobodo-Anyadiegwu EN, Ditend MN, Lumbwe AK. The benefits and challenges of Implementing Smart hospital projects: A systematic Review. In: 2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association For Management of Technology (IAMOT) Joint Conference; 2022. p. 1–7.
36. Moro Visconti R, Morea D, Visconti RM, Morea D, Moro Visconti R, Morea D. Healthcare digitalization and pay-for-performance incentives in smart hospital project financing. International Journal of Environmental Research and Public Health 2020 ;17(7): 2318.
37. Masood I, Wang Y, Daud A, Aljohani NR, Dawood H. Towards smart healthcare: Patient data privacy and security in sensor-cloud infrastructure. Wireless Communications and Mobile Computing 2018; 2018: 21–4.
38. Felber NA, Tian YJ (Angelina), Pageau F, Elger BS, Wangmo T. Mapping ethical issues in the use of smart home health technologies to care for older persons: a systematic review. BMC Medical Ethics 2023; 24(1): 24.
39. Yin Z, Yan J, Fang S, Wang D, Han D. User acceptance of wearable

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]

[DOI: 10.22034/7.2.5]

intelligent medical devices through a modified unified theory of acceptance and use of technology. Annals of Translational Medicine 2022; 10(11): 629.

40. Kharbanda V, Sehlstedt U, Bohlin N, Treutiger J. Building the Smart Hospital Agenda: a comprehensive approach for Hospitals executives to develop their Smart Hospital Strategy and Implementation program. Arthur D. Little; 2017. Available at: https://www.adlittle.com/en/insights/viewpoints/building-smart-hospital-agenda
41. World's Best Smart Hospitals 2023. Newsweek and Statista; 2023. Available at: https://www.newsweek.com/rankings/worlds-best-smart-hospitals-2023

Review

Prerequisites of Implementing Smart Hospitals in Iran

Reza Golpira[1]*, Seyed Mahmood Tara[2], Ahmad Raeesi[3]

1. ***Corresponding Author:** Rajaie Cardiovascular Medical and Research Institute, Tehran, Iran, golpira@rhc.ac.ir
2. Associate professor, Rajaie Cardiovascular Medical and Research Institute, Tehran, Iran
3. Researcher, Department of Medical Informatics, Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Abstract

Background: Rapid advancement of industry and technology in recent decades has led to emergence of the concept of smart hospitals. New technologies are used in smart hospitals to improve healthcare quality, safety, and productivity. This study was conducted to investigate the prerequisites and challenges of implementing smart hospitals in Iran .

Methods: This analytical review was conducted in the summer of 2023. For this purpose, relevant articles about smart hospitals were searched in PubMed, Scopus, and SID databases. Subsequently, the prerequisites and challenges of implementing smart hospitals in Iran were identified and extracted via reviewing and analyzing these articles,. Finally, the obtained results were categorized and presented in this paper.

Results: The most important technological and infrastructural prerequisitesinclude full implementation of electronic health records, utilizing artificial intelligence and machine learning algorithms, establishing clinical decision support systems, deploying the internet of things and sensors, developing proper networking and hardware infrastructure, and adopting international standards. Also, existing challenges comprise cultural and organizational resistance, lack of financial resources, shortage of skilled workforce, poor technical infrastructure, and limitations due to sanctions .

Conclusion: Implementing smart hospitals in Iran requires providing infrastructure and fulfilling technological prerequisites as well as overcoming the existing challenges. Given the current situation, it is suggested that this objective be achieves gradually with a focus on certain areas or processes. Moreover, meticulous strategic planning involving all stakeholders is essential.

Keywords: Artificial Intelligence, Hospitals, Iran, Internet of Things, Medical Informatics

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-12-08]

[DOI: 10.22034/7.2.5]