

جنبه‌های معماری سازمانی فناوری اطلاعات بیمارستان هوشمند

سیدرئوف خیامی، امید رجائی

آزمایشگاه معماری سازمانی دانشگاه صنعتی شیراز

پست الکترونیکی: khayami@sutech.ac.ir و omid@rajaei.net

چکیده

حرکت به‌سوی بیمارستان هوشمند، صرفاً با خرید تجهیزات پیشرفته یا استقرار چند نرم‌افزار مجزا محقق نمی‌شود. آنچه این مسیر را به نتیجه می‌رساند، داشتن یک نقشه راه روشن و یک زیربنای فکری منسجم در حوزه فناوری اطلاعات است. پرسش اصلی اینجاست که: این زیربنا از چه اجزایی تشکیل شده و چگونه باید طراحی شود؟ در این مقاله تلاش شده تا ضرورت نگاه معمارانه به فناوری اطلاعات در بیمارستان تبیین شود و جنبه‌های اصلی این معماری به‌صورت ساختارمند معرفی گردد. در همین راستا، یک مدل کاربردی شش‌جنبه‌ای به‌عنوان ستون‌های اصلی بیمارستان هوشمند ارائه شده است؛ مدلی که می‌تواند مبنای طراحی، ارزیابی و توسعه فناوری اطلاعات در مراکز درمانی باشد.

این مقاله می‌تواند به‌عنوان یک راهنمای مفهومی و عملیاتی برای مدیران اجرایی بیمارستان‌ها، سیاست‌گذاران حوزه سلامت، معماران سازمانی، مدیران، کارشناسان، معماران سازمانی و معماران فناوری اطلاعات باشد. این نگاه کمک می‌کند تا تصمیم‌ها از حالت جزیره‌ای و مقطعی خارج شده و سرمایه‌گذاری‌ها بر پایه یک تصویر کلان و هماهنگ انجام شوند.

۱- مقدمه

در دنیای امروز، دیگر نمی‌توان نقش فناوری اطلاعات را در اداره یک سازمان پیچیده مانند بیمارستان نادیده گرفت. ابزارهای دیجیتال و سامانه‌های کامپیوتری چنان در تار و پود فعالیت‌های روزمره بیمارستان‌ها رسوخ کرده‌اند که تصوّر یک بیمارستان بدون آن‌ها تقریباً ناممکن است. از پذیرش بیمار گرفته تا تشخیص، درمان و ترخیص،

اغلب فرایندها به کمک سیستم‌های اطلاعاتی انجام یا پشتیبانی می‌شوند [۱]. کافی است لحظه‌ای تصوّر کنیم که برای یک روز همه سامانه‌های اطلاعاتی، شبکه‌ها و رایانه‌های یک مرکز درمانی یا بیمارستانی از کار بیفتند. در چنین شرایطی، روند ارائه خدمات درمانی با اختلال جدی روبه‌رو می‌شود، هماهنگی میان بخش‌ها کاهش می‌یابد و حتی ممکن است سلامت بیماران در معرض خطر قرار گیرد. این موضوع نشان می‌دهد که امروزه فناوری اطلاعات یک بخش جدایی‌ناپذیر از عملکرد مراکز درمانی و بیمارستان‌ها است.

باوجود اهمیت روزافزون فناوری اطلاعات در ارائه بهتر و مؤثرتر خدمات درمانی، متأسفانه هنگام طراحی و ساخت مراکز درمانی در بسیاری از موارد، توجه کافی به فناوری اطلاعات نمی‌شود [۲-۴]. برای نمونه، در کتاب «استاندارد طراحی و ساخت بیمارستان ایمن» جزئیات فراوانی درباره تأسیسات برقی و مکانیکی، از نوع کابل‌ها تا محل نصب پریزهای برق، ارائه شده است؛ اما سهم مباحث مربوط به تجهیزات سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و فناوری اطلاعات در مقایسه با آن‌ها بسیار اندک است. (چیزی در حدود دو صفحه از ده جلد کتاب!) [۴] این کم‌توجهی، همانند نادیده گرفتن سایر تأسیسات حیاتی، می‌تواند موجب دوباره‌کاری، افزایش هزینه‌ها، هدر رفت منابع و بروز مشکلات عملیاتی پس از بهره‌برداری بیمارستان شود.

در شماره ۲۸۱ مجله گزارش کامپیوتر، مفهوم بیمارستان هوشمند^۱ به‌عنوان مفهومی فراتر از صرفاً دیجیتالی‌کردن داده‌ها و فرایندها معرفی شد. حرکت به‌سمت هوشمندی تنها با خرید تجهیزات یا پیاده‌سازی نرم‌افزارهای مختلف محقق نمی‌شود [۵]. بدون یک نقشه کلان و نگاه یکپارچه، این اقدامات به شکل جزیره‌ای باقی می‌مانند و به نتیجه مطلوب نمی‌رسند.

با این حساب، یک سیستم اطلاعاتی جامع و کارآمد صرفاً یک ابزار فنی نیست؛ بلکه زیرساخت اصلی برای بقا، رشد و تبدیل شدن به یک مرکز درمانی پیشرو در عصر سلامت دیجیتال به شمار می‌رود.

۳- فراتر از شبکه و کارساز: ضرورت نگاه معمارگونه به فناوری اطلاعات

در نگاه اول، وقتی از فناوری اطلاعات در بیمارستان صحبت می‌کنیم، معمولاً تجهیزات شبکه و ارتباطی به ذهن می‌آید؛ کابل‌ها، سوئیچ‌ها، فکس‌ها و سایر اجزای زیرساخت شبکه. این تجهیزات بخشی از تأسیسات ارتباطی و کامپیوتری هستند که در زمان طراحی و ساخت بیمارستان باید هم‌زمان با سایر تأسیسات، به‌ویژه تأسیسات برقی، به‌درستی پیش‌بینی و اجرا شوند. اما فناوری اطلاعات تنها به این تجهیزات فیزیکی محدود نمی‌شود. داشتن شبکه و کارساز مناسب، شرط لازم است، اما کافی نیست. برای ارائه صحیح یک خدمت مبتنی بر فناوری اطلاعات، باید همه اجزای مرتبط با آن به‌صورت هماهنگ و یکپارچه دیده شوند.

برای مثال، یک سیستم اطلاعاتی مانند سیستم بایگانی و تبادل تصاویر پزشکی^۴ زمانی واقعاً کارآمد خواهد بود که تمام بخش‌های درگیر در ارائه این خدمت به‌درستی طراحی شده باشند؛ از نرم‌افزار مناسب گرفته تا زیرساخت شبکه برای انتقال داده‌ها، سخت‌افزارهای موردنیاز، کارسازها، نمایشگرها و حتی نیروی انسانی متخصص برای مدیریت و پشتیبانی سیستم. ضعف در هر یک از این بخش‌ها می‌تواند کیفیت نهایی خدمت را کاهش دهد [۵،۹].

از این‌رو، طراحی معماری فناوری اطلاعات در بیمارستان نیازمند نگاهی جامع و معمارانه است. همان‌طور که در طراحی یک ساختمان، باید همه اجزا هماهنگ و متوازن باشند تا سازه‌ای پایدار شکل بگیرد، در فناوری اطلاعات نیز باید جنبه‌ها^۵ و لایه‌ها مختلف در قالب یک معماری منسجم دیده شوند. این نگاه ساختارمند همان چیزی است که در چارچوب «معماری سازمانی» مطرح می‌شود؛ رویکردی که کمک می‌کند فناوری اطلاعات نه به‌صورت جزیره‌ای، بلکه به‌عنوان یک نظام یکپارچه، طراحی و اجرا شود.

۴- منظور از معماری سازمانی فناوری اطلاعات

معماری سازمانی فناوری اطلاعات یعنی نگاه کردن به فناوری اطلاعات با یک دید کلان و همه‌جانبه. برای اینکه استفاده از این فناوری در یک سازمان موفق باشد، نباید فقط روی یک بخش آن تمرکز کرد؛ بلکه باید به همه اجزا و جنبه‌های آن به‌طور هم‌زمان و هماهنگ توجه کرد.

اگر تنها یک بخش از فناوری اطلاعات بیش از حد رشد کند و سایر بخش‌ها نادیده گرفته شوند، نتیجه مطلوبی به دست نخواهد آمد. این وضعیت شبیه ساختمانی است که چند ستون دارد؛ اگر فقط یکی از ستون‌ها تقویت شود، الزاماً کل ساختمان مستحکم‌تر نمی‌شود. البته

از این‌رو، برای ایجاد زیربنایی پایدار و قابل توسعه، به یک معماری منسجم در حوزه فناوری اطلاعات بیمارستان نیاز داریم. در این مقاله تلاش می‌کنیم با بیانی ساده، جنبه‌های این معماری را معرفی کرده و نشان دهیم که چگونه یک طراحی درست می‌تواند آینده دیجیتال بیمارستان را تضمین کند.

۲- هوشمندی: آینده‌ای که دیگر یک انتخاب نیست

شاید این پرسش مطرح شود که آیا می‌توان از حرکت به سمت بیمارستان هوشمند صرف‌نظر کرد؟ پاسخ کوتاه و روشن این است: «خیر»! موج تحول آفرین هوش مصنوعی که بسیاری از جنبه‌های زندگی ما را تغییر داده، حوزه سلامت را نیز تحت تأثیر قرار داده است. امروزه از این فناوری در تشخیص بیماری‌ها، انتخاب روش درمان و حتی پیگیری وضعیت بیماران استفاده می‌شود و نقش آن روزبه‌روز پررنگ‌تر می‌شود [۶].

تا چند سال پیش، استفاده از سامانه‌های دیجیتال در بیمارستان‌ها یک مزیت رقابتی یا حتی یک انتخاب لوکس محسوب می‌شد؛ اما اکنون به یک ضرورت تبدیل شده است [۷،۲]. همین مسیر در مورد هوش مصنوعی نیز در حال تکرار است [۸،۶]. در آینده‌ای نزدیک، بیمارستانی که از این فناوری برای افزایش دقت، سرعت و کیفیت خدمات درمانی و مدیریتی خود استفاده نکند، همانند مرکزی که فاقد سیستم اطلاعاتی یکپارچه است، با چالش‌های جدی در رقابت و ارائه خدمات باکیفیت روبه‌رو خواهد شد.

بهتر است مرور مختصری داشته باشیم به این‌که بیمارستان هوشمند در عمل چگونه است؟ همان‌طور که در مقاله تعریف بیمارستان هوشمند [۵] نیز اشاره شد، بیمارستان هوشمند «سیستمی از سیستم‌ها» است؛ یعنی مجموعه‌ای یکپارچه که در آن افراد، فرایندها و فناوری‌ها به‌صورت هماهنگ و هوشمند با یکدیگر در ارتباط هستند در چنین محیطی، خدمات درمانی از حالت سنتی فاصله می‌گیرند و به خدمات هوشمند و آگاه از شرایط تبدیل می‌شوند. برای مثال، از لحظه ورود بیمار، سیستم می‌تواند به‌صورت شخصی‌سازی شده او را راهنمایی کند، سوابق پزشکی‌اش را از منابع مختلف بازیابی کند و اطلاعات لازم را به‌طور یکپارچه در اختیار تیم درمان قرار دهد؛ حتی اگر مراجعه‌های قبلی بیمار به سایر بیمارستان‌ها یا شهرها بوده باشد. فرایندها نیز به کمک ابزارهای دیجیتال به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که بهره‌وری افزایش یابد و خطاهای انسانی کاهش پیدا کند [۵،۳]. قلب تپنده این ساختار، «داده»ها هستند. داده‌ها از طریق فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا و ابزارهای هوش مصنوعی جمع‌آوری و تحلیل می‌شوند. با این حال، ارزش اصلی در خود داده نیست، بلکه در تبدیل آن به دانش^۲ و بینش^۳ کاربردی است. بیمارستان هوشمند با تحلیل درست داده‌ها، به پزشکان و مدیران کمک می‌کند تا تصمیم‌های دقیق‌تر و آگاهانه‌تری بگیرند. نتیجه این رویکرد، بهبود پیامدهای بالینی، ارتقای تجربه بیمار و بهینه‌سازی فرآیندهای عملیاتی است [۳].

4- Picture Archiving and Communication System (PACS)

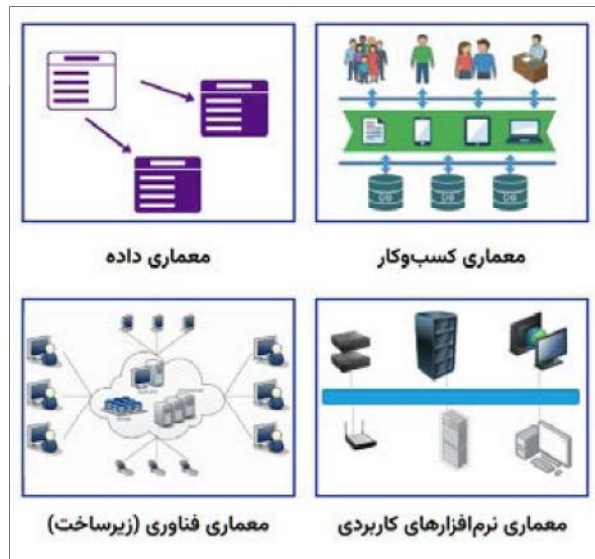
5- Aspects

6- Layers

2- Knowledge

3- Insight

امنیتی است و نقش ستون فقرات کل معماری را ایفا می‌کند. مواردی مانند تجهیزات شبکه، فضاهای اختصاص یافته به تجهیزات، تلفن‌های مبتنی بر شبکه^۷، شبکه تلویزیون بیمارستان و کابل کشی‌ها در این جنبه بررسی می‌شوند. داشتن زیرساختی هدفمند و متناسب با نیازهای داخلی و خارجی سازمان، یک اصل اساسی در برنامه‌ریزی کلان فناوری اطلاعات است.



شکل ۱: چهار جنبه رایج در تقسیم‌بندی معماری فناوری اطلاعات

دیدگاه چهارجنبه‌ای کمک می‌کند تا تصویر اولیه‌ای از معماری فناوری اطلاعات داشته باشیم. با این حال، در تجربه‌های عملی پیاده‌سازی فناوری اطلاعات در مراکز درمانی، مشاهده می‌شود که برخی جنبه‌های حیاتی در این تقسیم‌بندی به‌صورت ضمنی دیده می‌شوند و به دلیل همین ضمنی بودن، در عمل کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند. از این رو، برای پرهیز از این غفلت، می‌توان این معماری را با نگاهی تفکیک‌شده‌تر و کاربردی‌تر در قالب شش جنبه بازتعریف کرد.

۶- شش جنبه فناوری اطلاعات در بیمارستان هوشمند

در یک دیدگاه جامع‌تر، می‌توان جنبه‌های فناوری اطلاعات را به‌جای چهار جنبه، در قالب شش مورد تعریف کرد. در این نگاه نیز تأکید بر این است که همه این جنبه‌ها باید به‌درستی و به‌صورت هماهنگ دیده شوند تا فناوری اطلاعات بتواند در بیمارستان نقش مؤثری ایفا کند.

نخستین جنبه، اطلاعات و داده‌ها هستند. وقتی از فناوری اطلاعات در یک سازمان صحبت می‌کنیم، پیش از هر چیزی باید مشخص شود که چه اطلاعاتی قرار است ذخیره، پردازش و بازیابی شوند. تعیین موجودیت‌های اصلی اطلاعاتی، ساختار آن‌ها و ارتباط میان آن‌ها، پایه شکل‌گیری سایر اجزای فناوری اطلاعات است.

ممکن است تمرکز بر یک بخش، موجب پیشرفت‌های کوتاه‌مدت شود؛ اما برای موفقیت پایدار و بلندمدت باید همه جنبه‌ها به‌صورت متوازن تقویت شوند.

هدف از ارائه مدل معماری سازمانی فناوری اطلاعات این است که مشخص کند اجزای اصلی این حوزه در سازمان کدام‌اند و یادآوری کند که توجه هماهنگ به همه آن‌ها، شرط اصلی موفقیت واقعی و پیشرفت در طول زمان است.

۵- چهار جنبه کلیدی در معماری فناوری اطلاعات

در بعضی از چارچوب‌های معماری سازمانی، این موضوع در قالب چهار جنبه اصلی تعریف می‌شود. برای هر یک از این جنبه‌ها می‌توان برنامه و طراحی مشخصی تدوین کرد تا در کنار یکدیگر یک ساختار منسجم و هماهنگ شکل دهند. در ادامه، این چهار جنبه را به‌صورت خلاصه و با نگاه کاربردی در توسعه بیمارستان مرور می‌کنیم [۲، ۴، ۷].

۱. معماری کسب و کار

این جنبه به خدمات و فعالیت‌های اصلی بیمارستان می‌پردازد. فرایندهای یک بیمارستان را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد. دسته اول فرایندهای مرتبط با خدمات درمانی، نظیر پذیرش، تشخیص، درمان و ترخیص است. در دسته دوم از فرایندها، به حوزه‌های سازمانی (مدیریتی و پشتیبانی) نظیر امور مالی، نیروی انسانی و تأمین تجهیزات پرداخته می‌شود [۹]. در واقع این جنبه مشخص می‌کند که بیمارستان چگونه کار می‌کند.

۲. معماری اطلاعات و داده

برای اجرای فرایندهای درمانی و سازمانی لازم است داده‌ها و اطلاعات خاصی ثبت، ذخیره و بازیابی شوند. این جنبه مشخص می‌کند که چه اطلاعاتی مهم هستند، چگونه جمع‌آوری می‌شوند و چگونه باید در دسترس قرار گیرند. با افزایش روزافزون داده‌های دیجیتال در حوزه سلامت، مانند پرونده الکترونیک بیماران^۷، وجود یک ساختار منظم برای مدیریت این داده‌ها بسیار ضروری است.

۳. معماری نرم افزارهای کاربردی

برای ثبت، نگهداری و بازیابی داده‌ها، به نرم‌افزارهای مختلفی نیاز است. سیستم‌هایی مانند سیستم مدیریت اطلاعات بیمارستان^۸ و سیستم بایگانی و تبادل تصاویر پزشکی در حوزه درمان، و نرم‌افزارهایی مانند حسابداری، حقوق و دستمزد، مدیریت انبار و حضور و غیاب در حوزه پشتیبانی و سازمانی، در این جنبه قرار می‌گیرند. در این جنبه مشخص می‌شود که چه سیستم‌هایی مورد نیاز است و نحوه ارتباط و یکپارچگی این سیستم‌ها با یکدیگر چگونه است.

۴. معماری فناوری (زیرساخت)

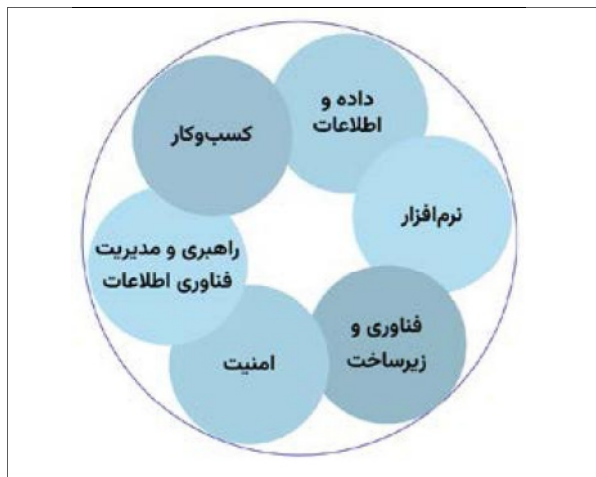
تمام سیستم‌ها و داده‌ها برای اجرا به یک بستر فنی پایدار نیاز دارند. این بستر شامل شبکه، کارسازها، تجهیزات ارتباطی و سازوکارهای

7- Electronic Health Record (EHR)

8- Hospital Information System (HIS)

9- Voice over Internet Protocol (VoIP)

به این مجموعه اضافه کنیم، اهمیت داشتن یک معماری منسجم در بیمارستان هوشمند بیش از پیش آشکار می‌شود؛ زیرا هر یک از این فناوری‌ها بر همه جنبه‌های یادشده اثر می‌گذارند و بدون طراحی جامع، نمی‌توان از ظرفیت کامل آن‌ها بهره برد.



شکل ۲: دیدگاه شش جنبه‌ای در تقسیم‌بندی معماری فناوری اطلاعات بیمارستان هوشمند

ایجاد مشکلات امنیتی یا تداخل روی داده‌های پزشکی، علاوه بر مشکلات عمومی می‌تواند به‌طور مستقیم روی سلامت بیماران و زندگی آن‌ها تأثیر بگذارد. بنابراین بهتر است برای مسائل امنیت فناوری اطلاعات در بیمارستان‌ها سازوکارهای پیشرفته‌تر یا متفاوت‌تری نسبت به سازمان‌های تجاری در نظر گرفته شود [۹]. همچنین به‌طور مشابه، به‌دلیل تأثیرگذاری مستقیم فرآیندها، افراد و امور پزشکی هوشمند بر روی سلامت بیماران و ایجاد مشکلات حیاتی در روند درمان، پیچیدگی خاصی در مدیریت یکپارچه سیستم‌ها، فرایندهای بیمارستان و کادر درمان وجود دارد [۱۰]. در معماری‌های کلاسیک فناوری اطلاعات، دو جنبه «امنیت» و «راهبری و مدیریت فناوری اطلاعات» (شامل نیروی انسانی، مسئولیت‌ها، فرایندهای اجرایی و مدیریت امور فناوری اطلاعات) ذیل جنبه‌های معماری زیرساخت یا نرم‌افزار و معماری کسب و کار دیده می‌شوند؛ اما در بیمارستان هوشمند، این دو حوزه به اندازه‌ای حیاتی هستند که بهتر است به‌عنوان جنبه‌های مستقل در نظر گرفته شوند.

۷- نمونه‌ای از معماری فناوری اطلاعات در یک اتاق هوشمند بیمارستان

برای روشن‌تر شدن نحوه کارکرد مدل شش جنبه‌ای در عمل، یک اتاق بستری در یک بیمارستان هوشمند را تصور کنید. محیطی که در آن فناوری اطلاعات به‌صورت نامرئی اما مؤثر در حال پشتیبانی از خدمات درمانی و رفاهی است.

در چنین اتاقی ممکن است امکانات و سرویس‌های زیر فعال باشند:

- پایش مداوم علائم حیاتی بیمار و ارسال خودکار هشدار به ایستگاه رستاری در صورت بروز وضعیت غیرعادی

جنبه بعدی، نرم‌افزارهای کاربردی هستند؛ یعنی ابزارهایی که از این اطلاعات استفاده می‌کنند. این ابزارها معمولاً در قالب نرم‌افزارها و سیستم‌های کاربردی نمود پیدا می‌کنند. در بسیاری از چارچوب‌های فناوری اطلاعات از این جنبه با عنوان «معماری کاربردها» یا «معماری نرم‌افزارهای کاربردی» یاد شده و یا با ترکیب این جنبه با جنبه اول (داده‌ها) جنبه «سیستم‌های اطلاعاتی» را مطرح می‌کنند. سومین جنبه، فناوری و زیرساخت فنی اجرای این نرم‌افزارهاست. برای اینکه نرم‌افزارها به‌درستی عمل کنند، به یک بستر مناسب از سخت‌افزار و ارتباطات نیاز دارند. شبکه‌های کامپیوتری، تجهیزات ارتباطی، کارسازها و سایر تجهیزات مرتبط در این بخش قرار می‌گیرند. این زیرساخت امکان جمع‌آوری، پردازش و تبادل اطلاعات را در بخش‌های مختلف بیمارستان فراهم می‌کند.

در شرایط امروز، امنیت اطلاعات به اندازه‌ای اهمیت دارد که می‌توان آن را یک جنبه مستقل دانست. با افزایش ارزش داده‌ها و گسترش تهدیدهای سایبری، بحث امنیت فقط یک موضوع جانبی نیست. هرچند که در برخی مدل‌ها امنیت را زیرمجموعه‌ای از جنبه فناوری و زیرساخت در نظر می‌گیرند، اما به دلیل نقش تعیین‌کننده آن در موفقیت یا شکست پروژه‌های فناوری اطلاعات بیمارستانی، لازم است به‌صورت جداگانه و در همه جنبه‌ها مورد توجه قرار گیرد [۲، ۱۰].

جنبه بعدی، راهبری و مدیریت فناوری اطلاعات در سازمان است. این بخش شامل نیروی انسانی متخصص، مسئولیت‌ها، فرایندهای اجرایی، شیوه پشتیبانی و حتی ساختار سازمانی واحد فناوری اطلاعات است. بدون وجود ساختار منظم و نیروهای توانمند، حتی بهترین تجهیزات و نرم‌افزارها نیز اثربخش نخواهند بود. این جنبه در واقع روح حاکم بر سایر بخش‌ها و تضمین‌کننده عملکرد درست آن‌هاست.

در نهایت، نباید فراموش کرد که فناوری اطلاعات ابزاری در خدمت سازمان است. بنابراین شناخت دقیق اهداف، راهبردها و فرایندهای سازمان یکی از ارکان اصلی موفقیت در به‌کارگیری این فناوری است. مدیریت فناوری اطلاعات زمانی موفق خواهد بود که بر اساس نیازهای واقعی کسب و کار، برای اجرایی شدن فرآیندهای اصلی و در راستای تحقق اهداف سازمان حرکت کند. جنبه کسب و کار به این مسئله می‌پردازد.

در این دیدگاه، این شش جنبه مانند ستون‌های یک سقف در نظر گرفته می‌شوند. پایداری این سقف زمانی تضمین می‌شود که همه ستون‌ها به‌صورت متوازن رشد کنند. اگر یکی از آن‌ها بیش از حد تقویت شود و سایر بخش‌ها نادیده گرفته شوند، نه تنها استحکام کلی افزایش نمی‌یابد، بلکه خطر بی‌ثباتی بیشتر می‌شود. از آنجا که یکی از اصول اساسی معماری فناوری اطلاعات، نگاه کلان و همه‌جانبه است، توجه متوازن به همه این جنبه‌ها شرط موفقیت پایدار و بلندمدت خواهد بود. این مدل کمک می‌کند که بدانیم اجزای اصلی فناوری اطلاعات در سازمان (بیمارستان) کدامند و چگونه می‌توان با بهبود هماهنگی آن‌ها، به نتایج واقعی دست یافت.

اگر فناوری‌های نوینی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا را نیز

● امکان کنترل شرایط محیطی توسط خود بیمار (تنظیم دما، نور، پرده‌ها و سایر تجهیزات محیطی)
 ● ارتباط مستقیم بیمار با مرکز پرستاری از طریق پتل لمسی برای درخواست خدمات بالینی یا رفاهی
 ● دسترسی به محتوای آموزشی متناسب با وضعیت بیماری، برنامه‌های اطلاع‌رسانی پزشکی و خدمات چندرسانه‌ای
 ● اعلام خودکار زمان مصرف دارو، برنامه غذایی یا انجام اقدامات مراقبتی
 در نگاه اول، این امکانات مجموعه‌ای از تجهیزات و نرم‌افزارها به نظر می‌رسند؛ اما اگر همین مثال را با مدل شش‌جنبه‌ای تحلیل کنیم، ابعاد عمیق‌تری از معماری فناوری اطلاعات آشکار می‌شود.
 نخست، داده‌ها و اطلاعات مورد توجه قرار می‌گیرند. علائم حیاتی بیمار، برنامه دارویی، رژیم غذایی، سطح دسترسی کاربران، تنظیمات محیطی و سوابق پزشکی، همگی داده‌هایی هستند که باید به‌صورت دقیق تعریف، ساختاربندی و مدیریت شوند. بدون تعریف درست این موجودیت‌های اطلاعاتی، هیچ‌یک از خدمات یادشده قابل اتکا نخواهند بود.

در جنبه کلیدی دوم، نقش و کاربرد نرم‌افزارهای کاربردی در این اتاق هوشمند مشخص می‌شود. سامانه پرونده الکترونیکی بیمار، سیستم مدیریت دارو، نرم‌افزار ایستگاه پرستاری، سیستم مدیریت محتوای آموزشی و نرم‌افزار کنترل تجهیزات اتاق، هر یک بخشی از این جنبه را تشکیل می‌دهند. نکته مهم، یکپارچگی این سیستم‌ها با یکدیگر است؛ به‌گونه‌ای که اطلاعات بدون ورود مجدد و به‌صورت هماهنگ میان آن‌ها تبادل شود.

در جنبه سوم، فناوری و زیرساخت فنی مورد بحث قرار می‌گیرد. انتقال لحظه‌ای داده‌های علائم حیاتی، نمایش بدون وقفه تصاویر و محتوا، و ارتباط پایدار میان اتاق بیمار و ایستگاه پرستاری، همگی به شبکه‌ای پایدار، کارسازهای مناسب، تجهیزات ارتباطی استاندارد و طراحی صحیح کابل‌کشی وابسته‌اند. هرگونه ضعف در این بخش می‌تواند کل تجربه هوشمند اتاق را مختل کند.

در جنبه چهارم، بحث امنیت اطلاعات مطرح می‌شود. اطلاعات پزشکی بیمار از حساس‌ترین انواع داده‌ها هستند [۲]. باید اطمینان حاصل شود که دسترسی به این اطلاعات کنترل شده است، ارتباطات رمزگذاری می‌شوند و حریم خصوصی بیمار در همه سطوح رعایت می‌شود. همچنین سیستم‌ها باید در برابر تهدیدهای سایبری و اختلال‌های احتمالی مقاوم باشند.

راهبری و مدیریت فناوری اطلاعات (شامل پرسنل، مسئولیت‌ها، فرایندهای اجرایی و مدیریت امور فناوری اطلاعات) نقش تعیین‌کننده را به‌عنوان جنبه پنجم ایفا می‌کند. چه کسی مسئول نگهداری تجهیزات پایش است؟ در صورت بروز اختلال در سیستم هشدار، چه فرایندی برای رسیدگی وجود دارد؟ آموزش کاربران چگونه انجام می‌شود؟ بدون وجود تیم متخصص، شرح وظایف روشن و فرایندهای

پشتیبانی مشخص، حتی پیشرفته‌ترین فناوری‌ها نیز کارایی لازم را نخواهند داشت.

در نهایت، از نگاه جنبه ششم، فرایندها و اهداف سازمانی مطرح می‌شوند. پایش علائم حیاتی تنها زمانی معنا دارد که فرایند مشخصی برای واکنش به هشدار وجود داشته باشد. درخواست خدمات از سوی بیمار باید در قالب یک جریان کاری تعریف‌شده به پرستار مربوطه ارجاع شود. حتی اعلام زمان دارو نیز بخشی از یک فرایند مراقبتی استاندارد است. همچنین تمام فعالیت‌های یک مرکز درمانی در راستای اهداف سازمانی و پایداری خدمت‌رسانی آن مرکز است.

این مثال نشان می‌دهد که یک «اتاق هوشمند» صرفاً مجموعه‌ای از تجهیزات مدرن نیست؛ بلکه نتیجه طراحی هماهنگ شش جنبه اصلی فناوری اطلاعات است. تقویت هر یک از این جنبه‌ها بدون توجه به سایر بخش‌ها، به ایجاد محیطی پایدار و قابل اتکا منجر نخواهد شد. هوشمندی واقعی زمانی شکل می‌گیرد که داده، نرم‌افزار، زیرساخت، امنیت، راهبری فناوری اطلاعات و ساختار سازمانی، همگی در کنار یکدیگر و با نگاهی معمارانه طراحی شوند.

۸- چرا نیاز به تدوین مدل یا معماری فناوری اطلاعاتی برای بیمارستان هوشمند در ایران هست؟

بیمارستان هوشمند موضوعی جذاب و پرکاربرد است و در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. با این حال، هنوز یک مدل جامع و مورد توافق جهانی که همه ابعاد آن را پوشش دهد، شکل نگرفته است [۱،۳]. در کشورهای مختلف، اقدامات گسترده‌ای در حوزه بیمارستان هوشمند انجام شده است. استانداردهای متعددی در زمینه جنبه‌های فناوری اطلاعات تدوین شده و شرکت‌های فناوری نیز چارچوب‌ها و مدل‌های متنوعی ارائه کرده‌اند. بسیاری از بیمارستان‌ها در نقاط مختلف جهان نیز خود را «هوشمند» معرفی می‌کنند [۱-۵،۶،۳].

اما با بررسی دقیق‌تر این تجربه‌ها، مشخص می‌شود که در اغلب موارد، تمرکز صرفاً بر روی یک یا چند جنبه خاص از هوشمندی بوده است؛ برای مثال، برخی از مراکز تمرکز بیشتری بر تجهیزات پیشرفته پزشکی کرده‌اند، برخی بر یکپارچگی نرم‌افزارها و برخی دیگر بر تحلیل داده یا هوش مصنوعی تمرکز کرده‌اند [۳]. در نتیجه، کمتر مدلی را می‌توان یافت که همه جنبه‌های فناوری اطلاعات را به‌صورت متوازن و یکپارچه در کنار هم دیده باشد.

نکته مهم‌تر آن است که حتی اگر چنین مدل‌هایی وجود داشته باشند، نمی‌توان آن‌ها را بدون تطبیق با شرایط بومی به کار گرفت. هر کشور دارای قوانین، دستورالعمل‌ها، ساختار مدیریتی، سطح بلوغ فناوری و فرهنگ خاص خود است. بنابراین، هر چارچوبی برای بیمارستان هوشمند باید با الزامات و واقعیت‌های داخلی ایران سازگار شود.

ه همین دلیل، ارائه یک نگاه منسجم و بومی‌سازی‌شده به معماری

حوزه بیمارستان هوشمند انجام شده، اما اغلب آن‌ها بر بخشی از این جنبه‌ها تمرکز داشته‌اند. دستیابی به هوشمندی واقعی زمانی محقق می‌شود که این اجزا به‌صورت یکپارچه، متوازن و متناسب با شرایط بومی طراحی شوند. همچنین، معماری فناوری اطلاعات نه یک سند تشریفاتی، بلکه نقشه راه تحول دیجیتال بیمارستان است. هرچه این نقشه دقیق‌تر، جامع‌تر و منطبق‌تر با واقعیت‌های اجرایی باشد، مسیر حرکت به‌سوی بیمارستان هوشمند پایدارتر، کم‌هزینه‌تر و اثربخش‌تر خواهد بود.

مراجع

- [۱] امید رجائی، پایان نامه کارشناسی ارشد، «تدوین متدولوژی انتخاب راهکار توسعه معماری فناوری اطلاعات بیمارستان هوشمند مبتنی بر تحلیل دغدغه ذینفعان»، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی شیراز، ۱۴۰۲
- [۲] فاطمه قربانی، پایان نامه کارشناسی ارشد، «تحلیل و مدل سازی مبتنی بر هدف نیازمندی های امنیتی بیمارستان هوشمند»، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی شیراز، ۱۳۹۹
- [3] Rajaei O., Khayami S.R. and Rezaei M.S., "Smart hospital definition: Academic and industrial perspective". International Journal of Medical Informatics. 2024 Feb; 182:105304. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2023.105304. Epub 2023 Nov 28. PMID: 38065002.
- [۴] مصطفی پورشاکریمبیدی، پایان نامه کارشناسی ارشد، «طراحی مدل معماری شبکه کامپیوتری با رویکرد استفاده در بیمارستان‌های هوشمند»، دانشکده آموزش‌های الکترونیکی، دانشگاه شیراز، ۱۴۰۳
- [۵] امید رجائی امید و سید رئوف خیامی، «بیمارستان هوشمند: آینده تحول دیجیتال سلامت»، گزارش کامپیوتر، انجمن انفورماتیک ایران، شماره ۲۸۱، آذر و دی ماه ۱۴۰۴
- [۶] امید رجائی و سید رئوف خیامی، «معماری داده سلامت مبتنی بر استانداردها برای پشتیبانی از کاربردهای هوش مصنوعی در بیمارستان‌ها»، نهمین همایش پیشرفت های معماری سازمانی ایران، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۱۴۰۴
- [۷] حدیث معتمدی، پایان نامه کارشناسی ارشد، «توسعه ی معماری مرجع سیستم های اطلاعاتی برای بیمارستان‌های هوشمند»، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی شیراز، ۱۴۰۰
- [۸] پوریا صادقی اسمعیل آبادی، پایان نامه کارشناسی ارشد، «ارائه چهارچوبی جهت یک زیرساخت بهینه اینترنت اشیا در بیمارستان‌های هوشمند»، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی شیراز، ۱۴۰۳
- [9] White K. R. and Griffith J. R., The well-managed health-care organization, 9 ed. (AUPHA/HAP Book). Chicago, IL: Health Administration Press, 2019, p. 558.
- [10] Siddamsetty, S. and Dhone A., "Cybersecurity Challenges in IoT-Based Healthcare Monitoring Systems: A Comprehensive Review and Framework for Patient Data Protection". In: Rajagopal, S., Sajja, P., Thanki, R., Kumar, A. (eds) Artificial Intelligence Based Smart and Secured Applications. ASCIS 2025. Communications in Computer and Information Science, vol 2822. Springer Cham. 2026. DOI: 10.1007/978-3-032-17843-5_18

فناوری اطلاعات بیمارستان، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است؛ نگاهی که هم از تجربه‌های جهانی بهره‌برد و هم با شرایط اجرایی کشور همخوانی داشته باشد.

در سال‌های اخیر، در آزمایشگاه معماری سازمانی دانشگاه صنعتی شیراز مجموعه‌ای از پژوهش‌های هدفمند در همین راستا آغاز شده و در حال توسعه است. تمرکز این فعالیت‌ها بر طراحی و تدوین معماری فناوری اطلاعات برای بیمارستان هوشمند است؛ معماری‌ای که ضمن بهره‌گیری از تجربیات و چارچوب‌های بین‌المللی، با ساختار حقوقی، مدیریتی و اجرایی کشور منطبق بوده و قابلیت پیاده‌سازی عملی در مراکز درمانی ایران را داشته باشد. این مسیر، صرفاً یک فعالیت پژوهشی یا نظری نیست، بلکه با نگاه کاربردی و عملیاتی دنبال می‌شود. از پژوهشگران، مدیران حوزه سلامت، متخصصان فناوری اطلاعات و علاقه‌مندان دعوت می‌شود در صورت تمایل به همکاری علمی، پژوهشی یا اجرایی، از طریق پست‌های الکترونیکی نویسندگان این مقاله با ما در ارتباط باشند.

۹- جمع‌بندی

بیمارستان هوشمند یک پروژه صرفاً فناورانه یا مجموعه‌ای از تجهیزات پیشرفته نیست؛ بلکه نتیجه یک نگاه معمارانه و نظام‌مند به فناوری اطلاعات است. همان‌طور که در ابتدای مقاله اشاره شد، امروزه فناوری اطلاعات به یکی از ارکان حیاتی اداره بیمارستان‌ها تبدیل شده و حرکت به‌سوی هوشمندی دیگر یک انتخاب اختیاری نیست، بلکه ضرورتی راهبردی برای بقا، رقابت‌پذیری و ارتقای کیفیت خدمات درمانی است.

نگاه جزیره‌ای به فناوری اطلاعات (تمرکز فقط بر شبکه، نرم‌افزار یا تجهیزات) نمی‌تواند پاسخگوی پیچیدگی‌های یک مرکز درمانی مدرن باشد. راه‌حل پیشنهادی، طراحی یک معماری منسجم است که همه اجزا را به‌صورت هماهنگ در کنار هم ببیند. چارچوب‌های رایج معماری سازمانی، تصویری کلی از این ساختار ارائه می‌دهند؛ اما برای محیط حساس و چندبعدی بیمارستان، لازم است این نگاه با تفکیک دقیق‌تر و توجه متوازن به همه جنبه‌ها تکمیل شود.

بر این اساس، مدل شش‌جنبه‌ای پیشنهادی برای معماری فناوری اطلاعات بیمارستان هوشمند شامل موارد زیر است:

- داده‌ها و اطلاعات
 - نرم‌افزارهای کاربردی
 - فناوری (زیرساخت)
 - امنیت اطلاعات
 - راهبری و مدیریت فناوری اطلاعات
 - کسب‌وکار (فرایندها و ساختار سازمانی)
- تجربه‌های جهانی نشان می‌دهد که هرچند اقدامات ارزشمندی در