

بیمارستان هوشمند: آینده تحول دیجیتال سلامت

امید رجائی، سیدرئوف خیامی

آزمایشگاه معماری سازمانی دانشگاه صنعتی شیراز

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

۱- مقدمه

بیمارستان‌ها همواره به عنوان یکی از پیچیده‌ترین سازمان‌های خدماتی شناخته می‌شوند. این سازمان‌ها با سودبران متعدد و مختلفی در ارتباط هستند و در آن‌ها جریان‌های کاری مختلف، داده‌های حساس و حیاتی و تصمیم‌گیری‌های لحظه‌ای با یکدیگر گره خورده‌اند [۱]. سالیان سال، مدیریت این پیچیدگی متکی بر فرآیندهای کاغذی و فیزیکی بود؛ اما موج تحول دیجیتال، نظام سلامت را نیز دستخوش تغییر قرار داد.

امروزه عبارت‌های «بیمارستان دیجیتال»^۱ و «بیمارستان هوشمند»^۲ به‌فوق شنیده می‌شوند؛ اما مرز میان این دو اغلب مبهم است. بیمارستان دیجیتال بیش از هر چیزی روی دیجیتالی‌بودن فرایندها، داده‌ها و تعاملات بالینی و سازمانی در محیط بیمارستان تمرکز دارد. در مقابل، برای توصیف بیمارستان هوشمند دیدگاه‌ها و تقابل نظرهای مختلفی وجود دارد. آیا نصب چند حسگر و استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی باعث می‌شود که یک بیمارستان به بیمارستان هوشمند تبدیل شود؟ یا می‌بایست چیزی فراتر از فناوری و زیرساخت در محیط بیمارستان تدارک دیده شود تا بتوان آن را هوشمند نامید؟ درک دقیق این تمایز و شناخت مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند، یک گام مهم برای طراحی آینده نظام سلامت و توسعه مراکز درمانی توسط مهندسين و معماران سیستم است. این نوشتار با نگاهی به سیر تحول بیمارستان‌ها، به تشریح جزئی‌تر مفهوم بیمارستان هوشمند بر اساس جدیدترین تعاریف دانشگاهی و صنعتی می‌پردازد.

۲. عصر دیجیتال: خداحافظی با کاغذ

در گذشته‌های دور، بیمارستان‌ها عمدتاً نهادهایی «سنتی» بودند. فرایندها به صورت دستی انجام شده و از پرونده‌های کاغذی برای ثبت، ذخیره و بازیابی اطلاعات استفاده می‌شد. با ظهور کامپیوترها و توسعه فناوری اطلاعات، از حدود اوایل دهه ۲۰۰۰ میلادی، مفهوم «بیمارستان دیجیتال» متولد شد [۲].

هدف اصلی در بیمارستان دیجیتال، دیجیتالی کردن داده‌ها و فرایندها بود [۲]. پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعات بیمارستانی^۳ و پرونده الکترونیکی سلامت^۴ انقلابی در ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات سلامت ایجاد کرد. در بیمارستان دیجیتال، داده‌ها از حالت فیزیکی خارج شده و در پایگاه‌های داده‌ای ذخیره می‌شوند. عکس‌ها و نتایج آزمایشگاهی کاغذی جای خود را به سیستم‌های اطلاعات تصویربرداری و آزمایشگاهی دادند و کم‌کم نسخه‌نویسی الکترونیکی نیز آغاز شد [۳].

۳. ظهور بیمارستان هوشمند

در حالی که بیمارستان‌ها در مسیر دیجیتالی‌شدن و مشغول حذف کاغذ بودند، دنیا وارد انقلاب صنعتی چهارم^۵ شد. نفوذ مفاهیم انقلاب صنعتی چهارم به حوزه سلامت، رویکرد جدیدتری را پدید آورده و زمینه را برای تولد مفهوم «بیمارستان هوشمند» فراهم کرد. چالش اصلی بیمارستان‌های دیجیتال، تراکم داده و فقر دانش است.

3- Hospital Information Systems (HIS)

4- Electronic Health Record (EHR)

5- Industry 4.

1- Digital Hospital

2- Smart Hospital

دانشگاهی و ۸ پژوهش یا گزارش صنعتی از سازمان‌های بین‌المللی و معتبر استخراج و جمع‌شده‌اند. در نهایت ۸۳ ویژگی در سه دسته‌بندی شناسایی و ارائه شده‌اند.

۴-۱- تعریف بیمارستان هوشمند

بر اساس این ویژگی‌ها و الگوبرداری از تعاریف مختلف دانشگاهی و صنعتی، تعریف زیر ارائه شده است: [۳]

«بیمارستان هوشمند محیطی است که از سامانه‌های اطلاعاتی یکپارچه تشکیل شده و با بهره‌گیری از فناوری‌های به‌روز مانند اینترنت اشیا، روبات‌شناسی و سامانه‌های همراه، به جمع‌آوری داده و خودکارسازی فرایندها می‌پردازد. با تحلیل داده‌ها بینش‌هایی به‌دست می‌آید که تصمیم‌گیری را سریع‌تر و ساده‌تر کرده و با افزایش دقت، موجب کاهش خطاهای انسانی خواهد شد. کادر درمان می‌توانند تمرکز بیشتری بر روند درمان داشته و بیماران نیز مشارکت آگاهانه‌تری در روند درمان خود خواهند داشت.

استفاده از مفاهیم پزشکی از راه دور و سلامت از راه دور، می‌تواند فرصت‌ها و قابلیت‌های جدیدی ایجاد کند. بهره‌برداری از داده‌های سلامت و سازمانی، به مدیران کمک می‌کند تا استفاده از منابع را بهینه‌سازی کرده و در نتیجه، عملکرد کارکنان، رضایت شغلی آن‌ها و عملکرد کلی بیمارستان افزایش یابد. این ویژگی‌ها در جهت بهبود فرایند درمان و ارتقای کیفیت خدمات سلامت بوده و موجب کاهش هزینه‌های درمان، یکپارچگی اطلاعات سلامت و افزایش توانایی پاسخگویی به حجم تقاضای رو به رشد می‌شود.»

۴-۲- ابعاد بیمارستان هوشمند

در این بخش، هر سه دسته‌بندی ویژگی‌های بیمارستان هوشمند به‌طور مختصر معرفی و چند ویژگی پرتکرار هر دسته برای درک بهتر ارائه می‌شوند.

دسته‌بندی اول، مربوط به ویژگی‌های فناوری^۹ هستند. فناوری در بیمارستان هوشمند تنها به کامپیوترهای اداری و سیستم‌های اطلاعاتی محدود نمی‌شود. ابزارهای اینترنت اشیا، ابزارهای پوشیدنی، برچسب‌های RFID^{۱۰}، زیرساخت‌های هوش مصنوعی و پزشکی از راه دور از جمله فناوری‌هایی هستند که بستر هوشمند شدن بیمارستان را فراهم می‌کنند [۳].

ویژگی‌های دسته‌بندی دوم، به خدماتی^{۱۱} اشاره دارند که وجودشان باعث می‌شود یک بیمارستان، هوشمند تلقی شود. خدمات تحلیل داده، بهینه‌سازی منابع، به‌اشتراک‌گذاری داده‌های بیماران (با سوابق مرتبط)، خودکارسازی فرایندها و نظارت پیوسته بر بیماران و دارایی‌های بیمارستان از جمله خدماتی است که در یک بیمارستان هوشمند مشهود است [۳].

حجم عظیمی از داده‌ها در سیستم‌های کامپیوتری ذخیره و بازایی می‌شوند اما از آن‌ها در کنار هم استفاده مناسبی نمی‌شود [۲،۳]. در هیاهوی این تغییرات، رؤیای معماران فناوری اطلاعات سلامت و برخی از سودبران کلیدی بیمارستان‌ها تغییر کرد: «چه می‌شود اگر از داده‌ها، بینش‌های جدیدی ایجاد کنیم؟ اگر بتوانیم از این داده‌ها برای تصمیم‌گیری بهتر و بهبود فرایندها استفاده کنیم؟ چه می‌شود اگر ساختمان بیمارستان و تجهیزات پزشکی بتوانند ببینند، بشنوند و حتی پیش‌بینی و تصمیم‌گیری کنند؟»

از حدود سال ۲۰۱۵ میلادی ایده‌های جدیدی توسط پژوهشگران و شرکت‌های پیشرو فناوری و زیرساخت مطرح شد. به‌عنوان مثال، چهار دسته‌بندی جذاب از این ایده‌ها عبارت‌اند از: [۳،۴]

● ایجاد بینش از داده‌ها (پزشکی و سازمانی): هدف از این ایده این است که از داده‌های ذخیره‌شده و یا در حال تولید در محیط بیمارستان بتوان بینش‌های جدید و کاربردی کسب کرد.

● پیش‌دستی^۶ به جای واکنش^۸: به‌عنوان مثال، به‌جای آن‌که دستگاه‌های پیش‌پزشکی پس از وقوع یک وضعیت خاص در بیمار هشدار دهند، احتمال وقوع وضعیت‌های بحرانی (نظیر سسکه یا عفونت) با استفاده از تحلیل روند داده‌ها و شرایط، پیش‌بینی شده و زودتر اطلاع‌رسانی شود.

● حذف مرزهای خدمات بیمارستان: در این ایده تلاش می‌شود تا با اتصال ابزارهای پوشیدنی به سیستم مرکزی بیمارستان یا استفاده از ابزارهای اینترنت اشیا، مراقبت پیش یا پس از درمان به محیط خارج از بیمارستان (نظیر خانه بیمار) منتقل شود.

● خودکارسازی (دیجیتالی و فیزیکی): در این دسته از ایده‌ها، تلاش‌های مختلفی برای خودکارسازی فعالیت‌های مبتنی بر کامپیوتر (نظیر کنترل منابع انرژی ساختمان) و حتی فعالیت‌های فیزیکی (نظیر جابه‌جایی داروها) انجام می‌شود.

۴-۳ بیمارستان هوشمند چیست؟

با وجود جذابیت مفهوم بیمارستان هوشمند و اشاره به آن در منابع مختلف دانشگاهی و صنعتی، تا مدت‌ها تعریف واحدی برای آن وجود نداشت. در منابع مختلف اشاره‌هایی به ویژگی‌هایی که یک بیمارستان هوشمند باید دارا باشد شده بود اما به‌طور خاص، تعریف مشخصی برای این مفهوم ارائه نشده بود [۳].

در پاسخ به این فقدان، در اوایل سال ۲۰۲۴ میلادی مقاله‌ای در مجله بین‌المللی مدیکال انفورماتیکس منتشر شد که با واکاوی دقیق پژوهش‌های دانشگاهی و گزارش‌های صنعتی و مشاوره‌ای، سعی بر ارائه تعریفی جامع برای مفهوم بیمارستان هوشمند داشته است. در این پژوهش، ویژگی‌های بیمارستان هوشمند با بررسی ۹ پژوهش

9- Technology

10- Radio Frequency Identification

11- Service

6- Insights

7- Action

8- Reaction

یکی از نکات مهم برگرفته از پژوهش‌های این موضوع این است که هوشمندسازی نباید صرفاً خرید ابزار و پیاده‌سازی آن‌ها باشد؛ بلکه باید از این ابزارها و فناوری‌ها برای ارائه خدمات درمانی و سازمانی بهتر در راستای اهداف کلیدی بیمارستان هوشمند استفاده کرد [۳، ۵]. همچنین در این پژوهش‌ها به این مسئله اشاره شده است که برخی از بیمارستان‌ها صرفاً با پیاده‌سازی یک فناوری خاص یا هوشمندسازی یک فرایند، مدعی هوشمندی کامل می‌شوند؛ در حالی که بهتر است از جنبه‌های مختلف و همه‌جانبه به بحث هوشمندی بیمارستان توجه کرد [۳].

مراجع

- [1] Maier E., Reimer U. & Wickramasinghe, N. Digital healthcare services. *Electron Markets* 31, 743–746 (2021). DOI: 10.1007/s12525-021-00513-z
- [2] Kwon H. et al., "Review of Smart Hospital Services in Real Healthcare Environments," *hir*, vol. 28, no. 1, pp. 3-15, 2022. DOI: 10.4258/hir.2022.28.1.3
- [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.ij-medinf.2023.105304. Epub 2023 Nov 28. PMID: 38065002.
- [4] Holzinger A., Röcker C., and Ziefle M., "From Smart Health to Smart Hospitals," in *Smart Health: Open Problems and Future Challenges*, A. Holzinger, C. Röcker, and M. Ziefle Eds. Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 1-20. DOI: 10.1007/978-3-319-16226-3_1
- [5] Woll A. and Tørresen J., "What is a Smart Hospital? A Review of the Literature," in *Human-Automation Interaction: Manufacturing, Services and User Experience*, V. G. Duffy, M. Lehto, Y. Yih, and R. W. Proctor Eds. Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 145-165. DOI: 10.1007/978-3-031-10780-1_8

ویژگی‌های گروه سوم از نوع اهداف^{۱۲} سازمانی هستند. این ویژگی‌ها پاسخی هستند به این سؤال که «چرا بهتر است هزینه و چالش‌های توسعه‌ای را بپذیریم تا هوشمند شویم؟». پرتکرارترین اهدافی که در منابع مورد بررسی این پژوهش مطرح شده‌اند عبارت‌اند از: [۳]

- بهبود کیفیت و ایمنی درمان: کاهش خطاهای انسانی و افزایش کیفیت روند درمان، مهم‌ترین هدف بیمارستان هوشمند از نگاه منابع دانشگاهی و صنعتی است.
- کسب بینش داده‌محور و ارائه قابلیت‌های جدید
- کارایی عملیاتی و کاهش هزینه‌ها: بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت بهتر منابع (مالی و انسانی)، کاهش هزینه‌های درمانی و کاهش زمان انتظار بیمار از جمله اهداف مهم هستند.
- رضایت بیمار: در یک بیمارستان هوشمند آرمانی، وجود ابزارها، فرآیندها و محیطی که به آرامش و کیفیت درمان کمک کرده و در نهایت موجب آگاهی و رضایت بیمار از روند درمان و بستری شود بسیار حائز اهمیت است.

۵- جمع‌بندی

به‌طور خلاصه، بیمارستان سنتی متکی بر پرونده‌های کاغذی و حافظه انسان‌ها بود. در بیمارستان دیجیتال تلاش می‌شود داده‌های کاغذی در سیستم‌های اطلاعاتی کامپیوتری، ثبت، ذخیره و بازایی شده و در آرمانی‌ترین حالت، یکپارچگی اطلاعات و تعامل‌پذیری سیستم‌ها اجرایی شود. در بیمارستان هوشمند، علاوه بر استفاده از ابزارهای فناوری‌نوین (نظیر اینترنت اشیا و روبات‌ها)، با تحلیل داده‌ها و خودکارسازی فعالیت‌ها، بینش‌ها و قابلیت‌های جدیدی ایجاد می‌شوند که برای تصمیم‌گیری بهتر، بهبود فرایندها و ارتقای کیفیت درمان به کار می‌روند.

12- Goals

امپیوتر میگه باید مغزم را ارتقاء بدم تا با نرم افزار جدید سازگار بشه

