چارچوب مفهومی بیمارستان هوشمند تحت صنعت ۴/۰

محمدحسین رونقی[1]*

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۱۱

چکیده:

زمینه و هدف: انقلاب صنعتی چهارم شامل ترکیب دستگاه‌های شبکه با روش‌های رایانش ابری، تحلیل داده های بزرگ و هوش مصنوعی است که باعث می‌شود چنین زیرساختی، هوشمند نامیده شود. در یک بیمارستان هوشمند، همه وسایل و دستگاه‌ها به گونه ای طراحی شده اند که به هم متصل شوند و یکپارچه شوند تا در نهایت مراقبت‌های بهتری از بیمار صورت پذیرد و باعث افزایش کارایی و کاهش اتلاف وقت شوند. از همین رو هدف این پژوهش شناسایی مولفه‌های یک بیمارستان هوشمند بر اساس فناوری‌های تحول‌آفرین صنعت ۴/۰ بود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش کیفی در دو مرحله در زمستان ۱۳۹۸ انجام شده است. در مرحله اول مولفه-های مربوط به بیمارستان هوشمند از مطالعات پیشین شناسایی گردید. در مرحله دوم بر اساس روش دلفی نظر خبرگان در خصوص مولفه‌ها و مدل مفهومی ارزیابی شد. کمیته خبرگان پژوهش شامل ۱۵ نفر از متخصصان فعال فناوری اطلاعات در حوزه پزشکی بر اساس نمونه گیری هدفمند بودند.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های این پژوهش مولفه های بیمارستان هوشمند شامل هشت فناوری: اینترنت اشیا، رباتیک، زنجیره بلوک، رایانش ابری، کلان داده، واقعیت مجازی و افزوده، تولید افزایشی و هوش مصنوعی بود.

نتیجه گیری: مدیران بیمارستان‌ها با توجه به مولفه‌های بیمارستان هوشمند باید درصدد تجهیز سازمان خود باشند و کلیه فرایندها و تجهیزات را با فناوری‌های تحول‌آفرین منطبق سازند. با توجه به وجود تحریم ها سرمایه گذاری در سازمان‌های دانش بنیان داخلی و فعال در زمینه فناوری‌های نوین و ایجاد اتحاد استراتژیک با آنها می تواند راهکار مناسبی برای سیاستگزاران نظام سلامت باشد.

واژگان کلیدی: بیمارستان، اینترنت اشیا، رایانش ابری، هوش مصنوعی، کلان داده

[1]. استادیار، بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.(* نویسنده مسئول)
آدرس الکترونیکی: mh_ronaghi@shirazu.ac.ir

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.tums.ac.ir

مقدمه

تحول دیجیتالی بر مدل‌های کسب‌وکار، شیوه ارائه خدمات و تولید کالاها و فرایندهای حاکمیتی در سازمان‌ها تأثیرگذار بوده است (۱). بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و ارتقای توانمندی تحلیل داده‌های محیطی موجب کسب مزیت رقابتی برای یک سازمان و کسب‌وکار می‌شود (۲). اگر چه ابعاد تحول دیجیتالی بسیار زیاد است اما آن مولفه‌هایی که بر کسب و کارها و صنایع مختلف تأثیرگذار بوده است و مدنظر پژوهشگران و مدیران سازمان‌ها قرار گرفته است به نام انقلاب چهارم شناخته می‌شود که از سال ۲۰۱۱ مطرح شده است (۳). همانند سایر تحولات دیگر که تحت عنوان انقلاب صنعتی از آن‌ها یاد می‌شود انقلاب چهارم نیز موجب تغییر پارادایمی در فرایندهای تولید کالا و ارائه خدمات با استفاده از فناوری‌های تحول‌آفرین شده است و مدل‌های جدیدی از کسب‌وکارها را شکل داده است (۴).

امروزه انقلاب چهارم تحت عنوان صنعت هوشمند یا صنعت ۴/۰ چه در کسب‌وکارها و چه در جوامع دانشگاهی شناخته می‌شود (۵). صنعت هوشمند مسیری است که موجب ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان‌ها می‌شود و در ادامه لازمه بقای کسب‌وکارها و صنایع را ایجاد می‌کند، از همین رو همه سازمان‌ها باید خود را برای چنین شرایط رقابتی و محیط کسب‌وکار فراهم کنند (۶). Pacchini و همکاران (۷)

در مطالعه خود فناوری‌های تأثیرگذار و تحول‌آفرین در انقلاب صنعتی چهارم و صنعت هوشمند را شامل فناوری اینترنت اشیا، کلان داده، ربات خودکار، هوش مصنوعی، فناوری واقعیت افزوده و تولید افزایشی می‌دانند. با توجه به فراگیر شدن تحول دیجیتال در کسب‌وکارهای مختلف مطالعات کاربردی تخصصی پیرامون مفاهیمی همچون خانه هوشمند (۸)، شهر هوشمند (۹)، کسب‌وکار هوشمند (۱۰)، مزرعه هوشمند (۱۱) و یا دانشگاه هوشمند (۱۲) انجام شده است. حوزه سلامت و صنعت پزشکی نیز از این قاعده مستثنا نیست. سلامت هوشمند زمینه‌ساز تحقق شهر هوشمند است و سلامت هوشمند دارای ویژگی‌های فرایندهای بدون کاغذ، شبکه‌های بی‌سیم و استفاده از هوش مصنوعی می‌باشد (۱۳). Aceto و همکاران در پژوهش خود به تبیین مفهوم سلامت ۴/۰ با توجه به تأثیر انقلاب صنعتی چهارم پرداختند نتیجه مطالعه آن‌ها نشان داد محدودیت انرژی مصرفی، امنیت و مقیاس‌پذیری چالش‌های به‌کارگیری فناوری اینترنت اشیا، نظارت بر عملکرد، زیرساخت و محرمانگی داده از جمله چالش‌های رایانش ابری در حوزه سلامت ۴/۰ می‌باشد (۱۴).

Yoo و همکاران، سیستمی مبتنی بر گوشی همراه و سیستم عامل اندروید جهت هدایت بیماران در یک بیمارستان هوشمند ارائه دادند و با این سیستم رضایت بیماران بیمارستان افزایش پیدا کرد (۱۵). در مطالعه‌ای دیگر به شناسایی کاربرد فناوری اینترنت اشیا در حوزه سلامت پرداخته شد و نشان دادند مدیریت بیماری‌های مزمن، خدمات پزشکی فوری غیرمستقیم، تشخیص زمین خوردن سالمندان، اطلاعات بیماران، کنترل ناسازگاری دارو و اطلاعات سلامت کودکان در اولویت کاربردهای این فناوری می‌باشد (۱۶).

در پژوهشی دیگر اشاره گردید فناوری واقعیت افزوده دارای سه قسمت کالیبراسیون دوربین، ثبت اطلاعات و ردیابی اشیا در حوزه پزشکی است (۱۷). در مطالعه Negrillo-Cardenas و همکاران چالش‌های بکارگیری فناوری واقعیت افزوده و مجازی در جراحی‌های ارتوپدی را در سه بخش پیش از عمل، حین عمل و بعد از عمل تشریح کردند. تعامل پیچیده و عملکرد ضعیف در بازنمایی واقعیت (پیش از عمل)، ثبت به موقع اطلاعات بدن و به‌روزرسانی تصاویر پزشکی (حین عمل) و ثبت دقیق حرکات (بعد از عمل) از جمله چالش‌های این فناوری‌ها در حوزه ارتوپدی بود (۱۸). Yao و همکاران به کاربرد فناوری شناسه امواج رادیویی در بیمارستان‌های هوشمند پرداختند و چارچوبی با عنوان پردازش رویداد پیچیده برای انجام عمل‌های جراحی و شرایط بحرانی بر مبنای فناوری شناسه رادیویی ارائه دادند (۱۹).

در مطالعهٔ دیگر چالش‌های امنیتی رایانش مه در حوزه سلامت موردبررسی قرار گرفت و با توجه به نتایج حاصل از تحلیل سلسله‌مراتب فازی حملات شبکه، ارتباطات امن، تشخیص هویت و کنترل دسترسی، اعتماد و حریم خصوصی در بین عوامل امنیتی رایانش مه دارای بیشترین اهمیت بودند (۲۰). با توجه به مرور مطالعات پیشین، پژوهش‌های متعددی به ابعاد مختلف فناوری‌های نوین در حوزه سلامت و پزشکی پرداخته‌اند اما مطالعه‌ای که رویکرد جامع به تأثیر انقلاب چهارم بر صنعت پزشکی داشته باشد و در نهایت به تبیین فناوری‌های یک بیمارستان هوشمند پرداخته باشد یافت نشد. در حال حاضر بیمارستان‌های کشور تا حدودی در جهت استفاده از تجهیزات پیشرفته و هوش مصنوعی و رباتیک اقدام کرده‌اند اما خلأ وجود الگویی که فناوری‌های کاربردی این حوزه را جهت برنامه‌ریزی مدیران ارائه دهد احساس می‌شود. بر این اساس مسئله اصلی پژوهش پیش‌رو شناسایی فناوری-های موثر در بیمارستان هوشمند با توجه به تحول‌های صنعت ۴/۰ و ارائه چارچوب مفهومی برای آن بود. کاربرد نتایج این مطالعه برای مدیران بیمارستان‌ها و سیاستگزاران حوزه سلامت در خصوص تجهیز همه جانبه سازمان‌های زیر مجموعه خود به فناوری‌های تحول‌آفرین و کسب مزیت رقابتی در این حوزه ها می باشد.

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.tums.ac.ir

مواد و روش کار

این پژوهش از نوع کیفی است و در زمستان ۱۳۹۸ انجام گردید. در بخش اول پژوهش مؤلفه‌های یک بیمارستان هوشمند بر اساس مطالعات صورت گرفته در پایگاه‌های PubMed, ScienceDirect و مگیران در حوزه سلامت ۴/۰، فناوری‌های تحول‌آفرین و فناوری اطلاعات پزشکی در بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ به دست آمد و این فناوری‌ها شامل اینترنت اشیاء (۲۳-۲۱، ۱۶، ۱۴)، هوش مصنوعی (۲۵ و ۲۴)، تولید افزایشی (۲۷ و ۲۶)، رباتیک (۳۲-۲۸)، رایانش ابری (۳۵-۳۳، ۱۴) کلان داده (۳۶، ۳۳، ۱۴) واقعیت مجازی و افزوده (۳۹-۳۷) بودند. در بخش دوم با استفاده از روش دلفی، نظر خبرگان در خصوص مؤلفه‌های استخراج‌شده و اهمیت آن اخذ گردید.

در روش دلفی موضوع موردمطالعه با استفاده از مطالعه و بررسی یک گروه نظارت کننده، رهبری و هدایت می‌شود و شامل چندین دور است. این روش با استفاده از یک گروه، متخصص انجام می‌شود که برای همدیگر ناشناس هستند و هدف این روش رسیدن به یک اجماع نظر در بین گروهی از متخصصان، بر اساس شناخت شهودی و ذهنی آنان است، که پس از هر دور یک بازخورد استاندارد آماری از قضاوت گروه به اعضا ارائه می‌شود (۴۰).

در این پژوهش برای تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای کمیته خبرگان، از ضریب هماهنگی کندال استفاده شد. ضریب هماهنگی کندال مقیاسی است برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چندین دسته رتبه مربوط به N شئ یا فرد. در حقیقت با کاربرد این مقیاس می توان همبستگی رتبه ای میان K مجموعه رتبه را یافت. چنین مقیاسی به ویژه در مطالعات مربوط به روایی میان داوران مفید است. ضریب هماهنگی کندال نشان می‌دهد که افرادی که چند مقوله را بر اساس اهمیت آنها مرتب کرده اند، به طور اساسی معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هر یک از مقوله‌ها به کار برده‌اند و از این لحاظ با یکدیگر اتفاق نظر دارند (۴۱). جهت ارزیابی میزان پایایی از پژوهشگر دومی جهت استخراج فناوری‌های بیمارستان هوشمند استفاده شد (۴۲) برای ارزیابی میزان توافق بین این دو پژوهشگر از شاخص کاپای کوهن استفاده می شود. شاخص کاپا فقط مقدار شاخص کاپا بین صفر تا یک نوسان دارد. هرچه مقدار این سنجه به عدد یک نزدیک تر باشد، نشان دهندهٔ توافق بیشتر بین دو نفر است، اما زمانی که مقدار کاپا به عدد صفر نزدیک تر باشد، توافق کمتر بین دو رتبه دهنده وجود دارد (۴۳).

بر اساس مقدار ضریب توافق کاپا (۰/۷۹) در سطح ۹۵ درصد اطمینان، اختلاف معناداری بین کدهای استخراج بین دو پژوهشگر مشاهده نشد پس پایایی و ثبات نتایج قابل تایید بود. گروه خبرگان پژوهش شامل ۱۵ نفر از افرادی بود که دارای تالیفات و مقاله چاپ شده در حوزه کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی و حوزه سلامت بودند. دلیل انتخاب این افراد صلاحیت دانشی و تخصص آن‌ها بود. با توجه به تخصص مورد نیاز روش نمونه‌گیری هدفمند بود. نامه درخواست مشارکت در پژوهش برای ۲۱ نفر از افراد واجد شرایط ارسال شد که ۱۵ نفر از آن‌ها اعلام آمادگی کردند. نسبت سازمانی گروه خبرگان مربوط به دانشگاه‌های تهران، شیراز و علامه طباطبایی و دانشگاه‌های علوم پزشکی تهران، شهید بهشتی، شیراز، مشهد و زنجان بود. این افراد دارای زمینه تخصصی مدیریت فناوری اطلاعات، انفورماتیک پزشکی، سیاست گزاری سلامت، مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، مدیریت اطلاعات سلامت و مهندسی فناوری اطلاعات بودند. طبق نظر Goba and Lincoln انتقال‌پذیری یا تعمیم‌پذیری به معنای این است که نتایج تحقیق در شرایط یا گروه‌های دیگر قابل‌استفاده باشد (۴۲).

با توجه به اینکه گروه خبرگان از مؤسسات آموزش عالی و دانشگاه‌های مختلفی انتخاب‌شده‌اند لذا تنها ذهنیت نسبت به یک منطقه و سازمان در این پژوهش مطرح نبوده است و اجماع بعد از دورهای روش دلفی صورت گرفته است لذا می‌توان ادعا کرد که تعمیم‌پذیری نتایج در سطح ایران قابل‌قبول است. با توجه به فناوری‌های مورد کاربرد در حوزه پزشکی که در مرحله اول پژوهش استخراج گردید برای شناسایی مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند و استفاده از نظر متخصصان حوزه سلامت و پزشکی در قالب پرسشنامه‌ای جهت ارزیابی میزان اهمیت هر فناوری در حوزه پزشکی با استفاده از طیف پنج گزینه‌ای لیکرت در بین گروه خبرگان پژوهش توزیع گردید. پاسخ ها شامل گزینه‌های بسیار مخالف، مخالف، متوسط، موافق و بسیار موافق بود. همچنین یک پرسش باز جهت درج نظرات خبرگان در پرسشنامه تعبیه شد. از جمله ملاحظات اخلاقی قابل اشاره این است که مشارکت‌کنندگان با آگاهی کامل از هدف و موضوع پژوهش مشارکت داشتند و در هر مرحله از پژوهش امکان خروج مشارکت‌کنندگان وجود داشت.

یافته‌ها

مقادیر نتایج دور اول دلفی خبرگان در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. نتایج دور اول دلفی

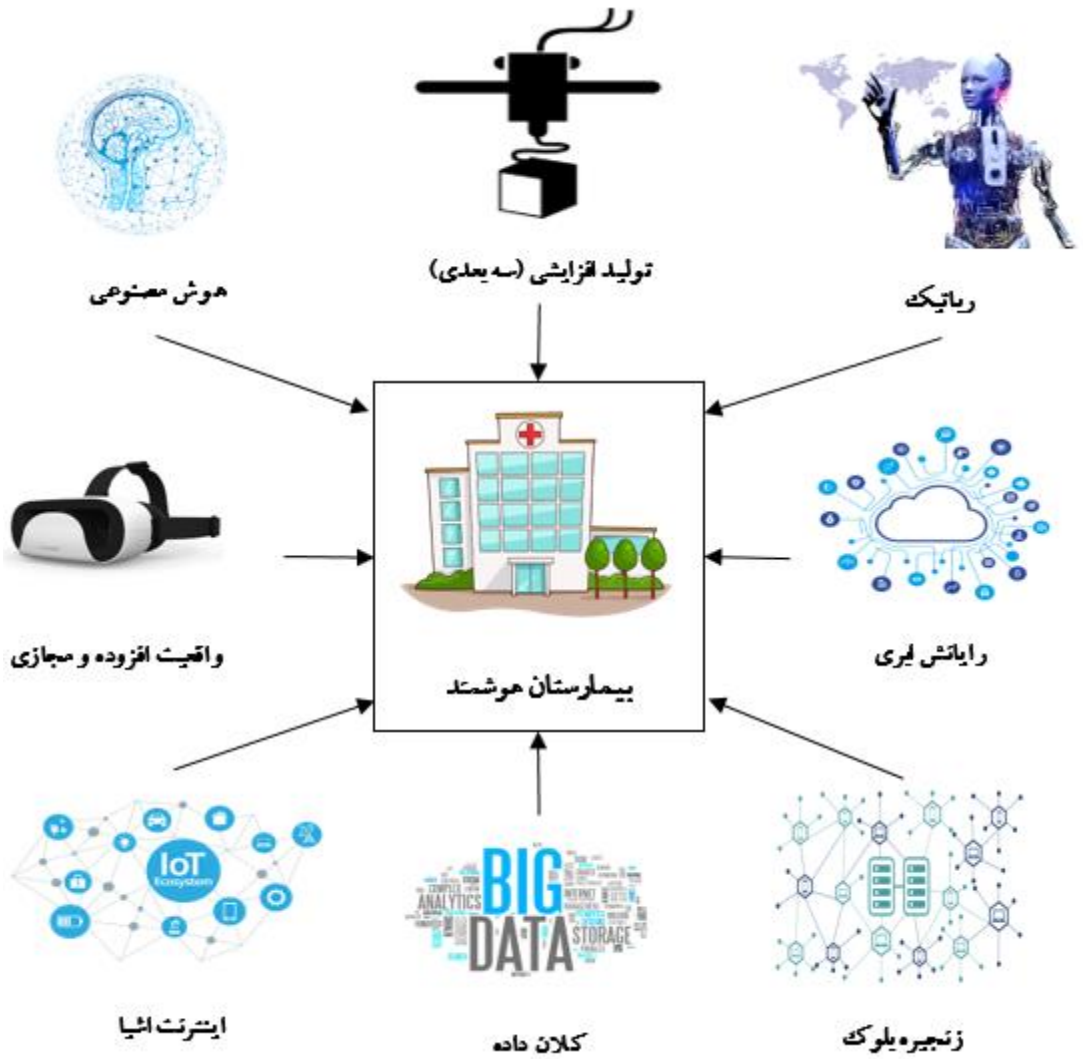
مولفه ها	میانگین	انحراف	کمینه	بیشینه	درصد توافق	تغییرات کیفی
اینترنت اشیا	۴/۶۰	۰/۸۲	۲	۵	۹۳/۳۳	-
هوش مصنوعی	۴/۱۳	۱/۰۶	۲	۵	۸۶/۶۶	-
تولید افزایشی	۳/۴۰	۱/۲۴	۱	۴	۸۰	-
رباتیک	۳/۸۷	۱/۰۶	۱	۵	۹۳/۳۳	-
رایانش ابری	۳/۵۳	۱/۱۸	۲	۵	۷۳/۳۳	-
کلان داده	۳/۲۰	۱/۰۱	۲	۵	۶۶/۶۶	-
واقعیت مجازی و افزوده	۳/۶۷	۰/۶۱	۲	۴	۹۳/۳۳	-

با توجه به اطلاعات میانگین و درصد توافق‌های به‌دست‌آمده در جدول ۲ فناوری‌ها مورد تائید نسبی اولیه خبرگان به عنوان مولفه‌های یک بیمارستان هوشمند قرار گرفت. فناوری زنجیره بلوک توسط هشت نفر از خبرگان به عنوان فناوری تأثیرگذار در حوزه پزشکی پیشنهاد گردید از همین رو در پرسشنامه دور دوم این فناوری اضافه شد و مجدداً پرسشنامه در بین خبرگان توزیع گردید. جهت ارزیابی میزان توافق خبرگان پژوهش در خصوص مولفه‌ها از ضریب کندال استفاده شد. مقادیر ضریب توافق کندال و مقادیر معناداری در خصوص مولفه های بیمارستان هوشمند در جدول ۲ نشان داده شده است و هشت مولفه و فناوری مورد اجماع خبرگان پژوهش در دور دوم قرار گرفت.

جدول ۲. نتایج دور دوم دلفی

مولفه	مقادیر معناداری	میزان کندال
اینترنت اشیا	۰/۰۰۰	۰/۹۲۳
هوش مصنوعی	۰/۰۰۱	۰/۸۵۷
تولید افزایشی	۰/۰۰۳	۰/۷۹۲
رباتیک	۰/۰۰۰	۰/۸۸۴
رایانش ابری	۰/۰۰۱	۰/۷۳۷
کلان داده	۰/۰۰۲	۰/۶۵۸
واقعیت مجازی و افزوده	۰/۰۰۰	۰/۹۱۲
زنجیره بلوک	۰/۰۰۰	۰/۷۱۸

با توجه به شناسایی فناوری‌های تأثیرگذار در حوزه پزشکی و مولفه های بیمارستان هوشمند چارچوب مفهومی پژوهش مطابق شکل ۱ تدوین گردید. با توجه به اعمال نظر خبرگان و اجماع آن‌ها بر روی مؤلفه‌های چارچوب مطابق خروجی‌های روش دلفی می‌توان اذعان داشت که مدل از روایی قابل قبولی برخوردار بود.



شکل ۱. چارچوب مفهومی مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند

بحث

در این پژوهش به تبیین مفهوم بیمارستان هوشمند با توجه به تأثیر انقلاب صنعتی چهارم و فناوری‌های تحول‌آفرین پرداخته شد. هشت فناوری تحول‌آفرین به عنوان مؤلفه‌های تعیین‌کننده بیمارستان هوشمند بر اساس نظر خبرگان در قالب مدلی مفهومی ارائه گردید. فناوری اینترنت اشیا به‌عنوان یکی از فناوری‌های تأثیرگذار دهه گذشته موجب ارتباط ابزارها، دستگاه‌ها و افراد با یکدیگر و تبادل اطلاعات بین آن‌ها می‌شود. با توجه به کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در حوزه پزشکی مانند کنترل بیماران، استفاده از ابزارهای پوشیدنی، هدایت سالمندان و کودکان (۱۶)

این فناوری به عنوان یکی از مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند معرفی گردید. در مطالعات Fouad و همکاران و Debauche و همکاران نیز به کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در حوزه پزشکی اشاره شده است (۲۲ و ۲۱). فناوری رایانش ابری به دلیل امکان برخورداری از نرم افزار، زیرساخت و پلتفرم در بیرون از سازمان، تسهیلات ارتباطی و امکان مدیریت موثر اطلاعات را برای سازمان فراهم می‌کند و از این طریق حتی امکان برون‌سپاری بخشی از فعالیت‌های اداری نیز وجود دارد. فناوری رایانش ابری نیز تسهیلگر ارتباط اینترنت اشیا نیز می باشد. بر این اساس فناوری رایانش ابری به عنوان یکی دیگر از مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند شناسایی گردید. این نتیجه هم‌راستا با نتایج مطالعات Liu و همکاران (۳۴) و Seddon و همکاران (۳۵) بود.

هوش مصنوعی دیگر مولفه مؤثر در بیمارستان هوشمند است. هوش مصنوعی در قالب فناوری و نرم‌افزارهایی که می-

توانند پزشکان را در تشخیص و درمان بیماری یاری کنند و همانند مغز یک پزشک تصمیم‌گیری کنند در حوزه سلامت بسیار کاربرد دارند. دستگاه‌های خبره و هوشمندی که با استفاده از پایگاه دانشی برای تشخیص بیماری‌های مختلف طراحی‌شده‌اند برگرفته از فناوری هوش مصنوعی می‌باشند. در مطالعه Schulz و همکاران نیز به کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل رفتار بیمار اشاره داشتند (۲۵). استفاده از ربات‌ها در عمل‌های جراحی کمک زیادی به علم پزشکی کرده است. محاسبات شناختی و خدمات بی‌سیم از راه دور نمونه‌ای از خدمات ربات در حوزه سلامت است (۳۲).

در مطالعه Ballouhey و همکاران به کاربرد ربات در عمل جراحی کودکان و در پژوهش Honda و همکاران به مسائل عمل جراحی ربات در اورولوژی اشاره شد (۳۱ و ۲۸). زنجیره بلوک فناوری دیگری است که به عنوان یکی از مولفه های بیمارستان هوشمند مطابق نظر خبرگان شناسایی گردید. فناوری زنجیره بلوک بر پایه دفتر کل توزیع شده است. دفتر کل توزیع‌شده، پایگاه داده‌ای است که توسط هر شرکت‌کننده (گره) در یک شبکه بزرگ به طور مستقل به‌روز می‌شود (۴۴). فناوری زنجیره بلوک نقش چشمگیری در انواع تعاملات تجاری و اجتماعی با لحاظ کردن وجه به شفافیت، امنیت و بهبود کارایی داشته است (۴۵). Satamraju and Malarkodi در مطالعه خود چارچوبی اولیه در خصوص به‌کارگیری شبکه زنجیره بلوک در حوزه پزشکی ارائه دادند (۴۶). فناوری واقعیت افزوده و مجازی به عنوان مؤلفه‌های بعدی بیمارستان هوشمند معرفی شدند. واقعیت افزوده و مجازی فرایند یادگیری مفاهیم علمی را تسهیل می‌کنند. این فناوری‌ها ادراک کاربر از محیط واقعی را با محتوایی دیجیتالی ترکیب می‌کنند از همین رو فضایی تعاملی شکل می‌گیرد که بر کارکرد شناختی افراد مؤثر است.

Correa و همکاران با استفاده از نظر ۲۶ دانشجوی دندانپزشکی و de Boer و همکاران با مشارکت ۱۲۴ دانشجوی دندانپزشکی به تاثیر کاربرد فناوری واقعیت مجازی در آموزش سه بعدی عصب کشی در دندان پزشکی اشاره داشتند (۴۸ و ۴۷). داده های حاصل از فناوری اینترنت اشیا، پرونده الکترونیک سلامت، سلامت الکترونیک و داده‌های محیطی همگی نیازمند استفاده از بسترها و نرم‌افزارهای تخصصی تحلیل داده های بزرگ و کلان است. از همین رو کلان داده و بستر نرم و سخت‌افزاری تحلیل داده های بزرگ مولفه دیگر بیمارستان هوشمند است. تولید افزایشی یا قابلیت چاپ و تولید سه بعدی فناوری پیشرفته ای است که در حوزه‌های مختلف پزشکی کاربرد دارد. فناوری تولید افزایشی با توجه به انعطاف‌پذیری بالا در تولید اشکال مختلف محصول و ترکیب بهینه قطعات موجب افزایش اثربخشی و کارایی تولید محصولات می‌شود. Mohammad و همکاران در مطالعه خود به نقش این فناوری در صنعت داروسازی پرداختند (۲۷). وجه تمایز این پژوهش ارائه الگوی مفهومی از فناوری‌های تأثیرگذار در بیمارستان هوشمند بر اساس نظر خبرگان بود.

واژه هوشمند سازی در مطالعاتی همچون حوزه شهر هوشمند اشاره به بکارگیری تجهیزات هوشمند و فناوری اینترنت اشیا دارد (۸) از همین رو در این پژوهش نیز فناوری اینترنت اشیا به عنوان یکی از مولفه های بیمارستان هوشمند شناسایی شد. استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک امروزه در کشور نیز در حوزه های مختلف پزشکی از جمله تشخیص بیماری ها و عمل های جراحی متداول است از همین رو در هوشمندسازی بیمارستان و خدمات پزشکی این دو فناوری نقش مهمی ایفا می کنند. رایانش ابری به دلیل وجود مراکز داده مختلف در سطح کشور و نرم افزارهای با پلتفرم ابری تبدیل به فناوری متداولی در حوزه سیستم های اطلاعاتی سازمان شده است. بر این اساس یک بیمارستان همانند سایر سازمان های دیگر نیاز به استفاده از مزایای فناوری‌های رایانش ابری و در ادامه رایانش مه دارد. در مطالعه رونقی نیز به مزایای بکارگیری رایانش مه در حوزه پزشکی اشاره شده است (۲۰).

در هنگام استفاده از فناوری اینترنت اشیا مانند حسگرهای پوشیدنی و تجهیزات هوشمند حجم زیادی از داده با سرعت تغییر بالا تولید می‌شود. استخراج الگوهای دانشی از این حجم داده نیاز به تحلیل کلان داده دارد. از همین رو فناوری تحلیل کلان داده در یک بیمارستان هوشمند کاربرد دارد. اگر چه امروزه از تکنیک های داده کاوی و وب کاوی در کسب‌وکارهای مختلف در ایران استفاده می‌شود، اما همانند صنعت بانکداری به مرور تحلیل های کلان داده در صنایع مختلف نیز ورود پیدا می کند و لازمه مواجه شدن با حجم بالای اطلاعات استفاده از این فناوری می باشد. فناوری‌های واقعیت افزوده و مجازی علاوه بر جنبه‌های آموزشی در انجام عمل‌های جراحی، داروسازی و تشخیص بیماری کاربرد دارد. شرکت‌های دانش‌بنیانی در ایران اقدام به تولید نرم‌افزارهای این حوزه کرده‌اند استفاده از تخصص این شرکت‌ها در حوزه پزشکی راهکار پیشنهادی ارتقای کاربری این فناوری‌ها است. پرینت سه‌بعدی فناوری مفیدی در حوزه تولید تجهیزات پزشکی است.

مهندسی پزشکی یکی از مخاطبان این فناوری در کشور جهت طراحی و ساخت ابزارها و تجهیزات پزشکی محسوب می‌شود. اگر چه وجود تحریم‌ها اختلالاتی در خصوص واردات سخت‌افزارها ایجاد کرده است ولی در حال حاضر در ایران

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.tums.ac.ir

اسکنر و پرینترهای سه‌بعدی مورداستفاده قرار می‌گیرند که گسترش استفاده از آن‌ها قابل پیش‌بینی است.

در نهایت آخرین فناوری مطرح شده زنجیره بلوک است اگر چه این فناوری در ابتدا با ارزهای دیجیتالی و در حوزه مالی شناسایی شد اما قابلیت هایی همچون امنیت بالای شبکه، قابلیت ردیابی اطلاعات، قراردادهای هوشمند، ایجاد شفافیت و عدم تغییرپذیری اطلاعات زمینه ساز استفاده بیشتر از این فناوری در ساختارهای زنجیره تامین و کسب‌وکارهای مختلف شده است. در بیمارستان نیز این فناوری امکان ردیابی اطلاعاتی مانند پرونده بیماران و تصمیم گیری های سازمانی را تسهیل می کند. در پژوهش پیش رو تنها مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند شناسایی گردید لذا برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌گردد تا مدل بلوغ بیمارستان هوشمند ارائه گردد و امکان‌سنجی پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند با توجه به بستر موجود در کشور مورد ارزیابی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر انقلاب صنعتی چهارم بر کسب‌وکارها و صنایع می‌توان اذعان داشت که مولفه های یک بیمارستان هوشمند شامل فناوری اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، رباتیک، فناوری واقعیت افزوده و مجازی، کلان داده، زنجیره بلوک، رایانش ابری و تولید افزایشی (سه‌بعدی) می‌شود. از همین رو مدیران بیمارستان‌ها برای تبدیل‌شدن به یک بیمارستان هوشمند باید بسترها و امکانات استقرار و به‌کارگیری هر یک از این فناوری‌ها را در سازمان و فرایندهای خود جهت ارائه خدمات بهتر به مخاطبان و بیماران فراهم کنند. همچنین پیاده‌سازی برخی از این فناوری‌ها مانند اینترنت اشیا و یا تحلیل کلان داده نیازمند مساعدت سیاستگزاران حوزه بهداشت و درمان و فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح کلان کشوری است.

References

1. Castelo-Branco I, Cruz-Jesus F, Oliveira T. Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union Computers in Industry 2019; 107: 22–32.
2. Grover V & Kohli R. revealing your hand: caveats in implementing digital business strategy, MIS Q. 2013; 37: 655–63.
3. Hofmann E & Rüsch M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, Comput. Ind. 2017; 89; 23–34.
4. Qin J & Liu Y. Grosvenor R, A categorical framework of manufacturing for Industry 4.0 and beyond, Procedia CIRP. 2016.
5. Mittal S, Khan MA, Romero D, Wuest T. Smart manufacturing: characteristics, technologies and enabling factors. J. Eng. Manuf 2017; 223(5): 1342–1362.
6. Lee J, Kao HA, Yang S, Service innovation and smart analytics for Industry4.0 and big data environment. Procedia Cirp 2014; 16: 3–8
7. Pacchini AP, Lucato WC, Facchini F, The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0, Computers in Industry 2019; 113: 1-8.
8. Shuhaiber A & Mashal I. Understanding users' acceptance of smart homes, Technology in Society 2019; 58:101110.
9. Costa DG & de Oliveira FP. A prioritization approach for optimization of multiple concurrent sensing applications in smart cities, Future generation computer systems 2020; 108: 228-243
10. Cheng C, Zhong H, Cao L. Facilitating speed of internationalization: The roles of business intelligence and organizational agility, Journal of Business Research 2020; 110: 95-103.
11. Bu F and Wang X, A smart agriculture IoT system based on deep reinforcement learning, Future Generation Computer Systems 2019; 99: 500–507.
12. Galego D, Giovannella C, Mealha O., Determination of the Smartness of a University Campus: The Case Study of Aveiro, Social and Behavioral Sciences 2016; 223: 147-152.
13. Feng B, He P, Li P, Yao H, Ji Y, He J. Developing a smart healthcare framework with an aboriginal lens. 7th International Conference on Information Technology and Quantitative Management. 2019.
14. Aceto G, Persico V, Pescapé A. Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0, Journal of Industrial Information Integration 2020; 18: 1-17.
15. Yoo S, Jung SY, Kim S, Kim E, Lee KH, Chung E, Hwang H. A personalized mobile patient guide system for a patient-centered smart hospital: Lessons learned from a usability test and satisfaction survey in a tertiary university hospital. International journal of medical informatics 2016; 91: 20-30.
16. Ronaghi MH & Hosseini F. Identifying and ranking internet of things services in healthcare sector. Journal of Health Administration 2018; 21(73): 106-17 [in Persian].
17. Ha H & Hong J. Augmented reality in medicine, Hanyang Med Rev. 2016; 36:242-247
18. Negrillo-Cardenas J, Jimenez-Perez J, Feito F. The role of virtual and augmented reality in orthopedic trauma surgery: From diagnosis to rehabilitation, Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2020; 191:1-35.
19. Yao W, Chu CH, Li Z. leveraging complex event processing for smart hospitals using RFID, Journal of Network and Computer Applications 2011; 34: 799–810.
20. Ronaghi MH. Security challenges in fog computing in healthcare, Payavard Salamat 2020; 14(1):1-10. [in Persian].
21. Debauche O, Mahmoudi S, Manneback P, Assila A. Fog IoT for Health: A new Architecture for Patients and

Elderly Monitoring. Procedia Computer Science 2019; 160: 289-297
22. Fouad H, Hassanein AS, Soliman AM, Al-Feel H. Analyzing patient health information based on IoT sensor with AI for improving patient assistance in the future direction, Measurement 2020; 159:1-18
23. Fouad H, Mahmoud NM, Issawi MS, Al-Feel H. Distributed and scalable computing framework for improving request processing of wearable IoT assisted medical sensors on pervasive computing system, Computer Communications 2020; 151: 257-265.
24. Dorado-Díaz PL, Sampedro-Gómez J, Vicente-Palacios V, Sánchez PL. Applications of Artificial Intelligence in Cardiology. The Future is Already Here, Revista Española de Cardiología (English Edition) 2019; 72(12):1065-75.
25. Schulz PJ & Nakamoto K. Patient behavior and the benefits of artificial intelligence: The perils of "dangerous" literacy and illusory patient empowerment, Patient Education and Counseling 2013; 92(2): 223-28
26. Javaid M & Haleem A. Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review, Journal of Oral Biology and Craniofacial Research 2019; 9(3):179-85.
27. Mohammed A, Elshaer A, Sareh P, Elsayed M, Hassanin H. Additive Manufacturing Technologies for Drug Delivery Applications, International Journal of Pharmaceutics 2020; 580: 1-49.
28. Honda M, Morizane S, Hikita K, Takenaka A. Current status of robotic surgery in urology. Asian J Endosc Surg 2017; 10(4):372–381
29. Boysen WR & Gundeti MS. Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty in the pediatric population: a review of technique, outcomes, complications, and special considerations in infants. Pediatr Surg Int 2017; 33(9):1–11
30. Autorino R, Eden C, El-Ghoneimi A, Guazzoni G, Buffi N, Peters CA et al. Robot-assisted and laparoscopic repair of ureteropelvic junction obstruction: a systematic review and meta-analysis. Eur Urol 2014; 65(2):430–452
31. Ballouhey Q, Villemagne T, Cros J, Szwarc C, Braik K, Longis B et al. A comparison of robotic surgery in children weighing above and below 15.0 kg: size does not affect surgery success. Surg Endosc 2015; 29(9):2643–2650.
32. Wan S, Gu Z, Ni Q. Cognitive computing and wireless communications on the edge for healthcare service robots, Computer Communications 2020; 149: 99-106.
33. Rajabion L, Shaltooki AA, Taghikhah M, Ghasemi A, Badfar A. Healthcare big data processing mechanisms: The role of cloud computing, International Journal of Information Management 2019; 49:271-89.
34. Liu X, Xia Y, Yang W, Yang F. Secure and efficient querying over personal health records in cloud computing, Neurocomputing 2018; 274: 99-105.
35. Seddon JJM & Currie WL. Cloud computing and trans-border health data: Unpacking U.S. and EU healthcare regulation and compliance, Health Policy and Technology 2013; 2(4): 229-41.
36. Galetsi P, Katsaliaki K, Kumar S. Big data analytics in health sector: Theoretical framework, techniques and prospects, International Journal of Information Management 2020; 50:206-16.
37. Carlson K & Gagnon D. Augmented reality integrated simulation education in health care. Clinical Simulation in Nursing, 2016; 12(4): 123-127.
38. Stewart D, Mete M, Groninger H. Virtual reality for pain management in patients with heart failure: Study rationale and design. Contemporary Clinical Trials Communications. 2019; 16:1-4.
39. Labovitz J & Hubbard C. the use of virtual reality in podiatric medical education. Clin Podiatr Med Surg. 2020; 37(2):409-20.
40. Pashaeizad H. Delphi method: A comprehensive approach. Peyk Noor-Human Sciences 2008; 6(2): 63-79 [in Persian].
41. Powell C. The Delphi technique: myths and realities, J Adv Nurs 2003; 41(4):376-82.
42. Mohsenpour M. Evaluation of qualitative data. Journal of committee of students at Sabzevar University of medical sciences. 2011; 16(3,4); 50-56.
43. Manian A & Ronaghi MH. A comprehensive framework for e-marketing implementation by meta-synthesis method. 2015; 7(4):901-20 [in Persian].
44. Presthus W & Omalley NO. Motivations and barriers for end-user adoption of bitcoin as digital currency, international conference on health and social care information systems and technologies centeris / ProjMAN / HCist, November 2017, Barcelona, Spain, Procedia Computer Science 2017; 121: 89–97.
45. Frizzo-Barker J, Chow-White P, Adams P, Mentanko J, Ha D & Green S. Blockchain as a disruptive technology for business: A systematic review, International Journal of Information Management 2019; 51: 1-12.
46. Satamraju KP & Malarkodi B. Proof of concept of scalable integration of internet of things and blockchain in healthcare, Sensors 2020; 20 (1389):1-22.
47. Correa CG, Machado MAAM, Ranzini E, Tori R & Nunes F. Virtual reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block. J Appl Oral Sci 2017; 25(4):357–366.
48. de Boer IR, Wesselink PR & Vervoorn JM. Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment. Eur J Dent Educ 2016; 20(3):142–147.

A Conceptual Framework for Smart Hospital towards Industry 4.0

Mohammad Hossein Ronaghi[1*]

Submitted: 2020.04.10 Accepted: 2020.11.01

Abstract

Background: The fourth industrial revolution consists of combining network devices with cloud computing methods and analyzing large data and artificial intelligence, which makes it possible to call such an infrastructure smart. In a Smart Hospital, all things and devices are designed to be connected and integrated, thus achieving better patient care, increasing efficiency and reducing time waste. Therefore, the aim of this paper was to recognize the components of smart hospital based on disruptive technologies of industry 4.0.

Materials and Methods: This applied research has been done in two phases using qualitative approach in winter 2019. In the first step, the components of smart hospital were recognized from previous studies. In the second step, research experts evaluate conceptual model by Delphi method. The expert panel consists of 15 individuals active in information technology in healthcare according to targeted sampling.

Results: According to research results the main components of smart hospital are eight technologies: Internet of things technology, robotic, blockchain technology, cloud computing, big data, augmented and virtual reality technology, additive manufacturing and artificial intelligence.

Conclusion: According to components of smart hospital, Hospitals managers should equip their organization and adopt process and equipment by disruptive technologies**.** Due to sanctions, investment in Iranian knowledge-based companies active in new technologies field and Joint venture with them can be a suitable solution for healthcare policymakers.

Keywords: Hospital, Internet of Things, Cloud Computing, Artificial Intelligence, Big Data

[1] Assistant Professor, Department of management, College of Economics, Management and Social Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran. (*Corresponding author): Email: mh_ronaghi@shirazu.ac.ir

Copyright © 2020 Scientific Association of Hospital Affairs, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited