



کاربرد تکنولوژی در هوشمندسازی بیمارستان‌ها



معاونت بررسی‌های اقتصادی
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران



تهیه کننده: فاطمه علیزاده آغاسمعیلی

معاونت بررسی های اقتصادی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

آبان ۱۴۰۲

استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

فهرست مطالب

۱. مقدمه..... ۴
۲. سلامت دیجیتال..... ۵
- ۱-۲. از سلامت دیجیتال تا بیمارستان هوشمند..... ۶
- ۱-۱-۲. تاثیر به کارگیری اینترنت اشیا بر عملکرد بیمارستان..... ۹
- ۲-۱-۲. تاثیر به کارگیری کلان داده بر عملکرد بیمارستان..... ۱۱
۳. مزایا و چالش‌های بیمارستان هوشمند..... ۱۱
۴. تجارب کشورها در بیمارستان هوشمند..... ۱۴
۵. چشم‌انداز بیمارستان‌های آینده..... ۱۷
- ۱-۵. ماهیت بیمارستان‌های آینده..... ۱۹
۶. ویژگی‌های ساختار بهداشت و درمان ایران..... ۱۹
۷. نتیجه‌گیری..... ۲۰

۱. مقدمه

در جهان امروز، فناوری‌های دیجیتال و سیستم‌های مبتنی بر آن، ابعاد مختلف زندگی بشر را تحت تاثیر خود قرار داده است. یکی از حوزه‌هایی که تحت تاثیر فناوری‌های دیجیتالی، شاهد پیشرفت چشمگیری بوده، حوزه بهداشت و درمان است. امید به زندگی طولانی همراه با افزایش پیچیدگی خدمات پزشکی و بهداشتی، هزینه‌های سلامت را به‌طور چشمگیری در سراسر جهان افزایش می‌دهد که نیاز به رویکرد جدیدی در این حوزه دارد. مراقبت سلامتی هوشمند در واقع یکی دیگر از مزایای پیشرفت تکنولوژی و ارتباط است که در راستای بهبود کیفیت مراقبت‌های سلامتی و بهداشتی و کاهش هزینه‌های درمان، به کمک انسان آمده است. مراقبت سلامتی هوشمند به وسیله تکنولوژی تعیین می‌شود که ابزارهای تشخیصی بهتر، درمان بهتر برای بیماران و دستگاه‌هایی که کیفیت زندگی را برای هرکسی بهبود می‌بخشد، تعریف می‌شود. با پیشرفت این فناوری‌ها توام با افزایش آگاهی و تمایل کادر درمان و بیماران جهت استفاده از فناوری‌های هوشمند، مفهوم جدیدی به نام بیمارستان هوشمند ایجاد شده است. کارایی بالای این نوآوری‌ها به ناچار بخش بهداشت و درمان را به سمت یک فرآیند تبدیل دیجیتال سوق داده است تا تکنولوژی‌ها و روش‌های مورد استفاده برای بهینه‌سازی سیستم‌های مدیریت بهداشت و درمان را بهینه کند. به دلیل نقش مهم سیستم درمانی در کشور، آگاهی از این مسئله که یک بیمارستان پیشرفته و هوشمند چه ویژگی‌های دارد و بیمارستان‌های آینده به چه صورت خواهند بود و همچنین با رعایت چه فاکتورهایی می‌توان در مسیر تبدیل شدن به بیمارستان‌های آینده قرار گرفت، ضروری است. لذا با توجه به اهمیت موضوع، در این گزارش به تبیین مفهوم بیمارستان هوشمند با توجه به تاثیر انقلاب صنعتی چهارم و فناوری‌های تحول‌آفرین پرداخته شده است. هدف از انجام این گزارش دستیابی به فضای درمانی می‌باشد که نه تنها دارای ساختار عملگرا باشد بلکه از جنبه‌های فناوری و تکنولوژی‌های نوین ساختمانی و پزشکی نیز بهره ببرد.

۲. سلامت دیجیتال

سلامت دیجیتال^۱، به بیان ساده به کارگیری فناوری‌های دیجیتال در حوزه سلامت است. زمانی که استفاده از رایانه‌های شخصی در دهه ۱۹۹۰ گسترش یافت، امکان الکترونیکی کردن پرونده‌های سلامت نیز قوت گرفت. در همین زمان، حوزه سلامت الکترونیک یا eHealth معرفی شد. با همه‌گیر شدن موبایل و فناوری‌های بی‌سیم، سلامت همراه یا mHealth در زیر مجموعه سلامت الکترونیک ایجاد شد. با ادامه سرعت بالای پیشرفت فناوری در یک دهه گذشته فناوری‌های نوظهوری مانند هوش مصنوعی و تحلیل کلان‌داده‌ها توسعه پیدا کردند و به مرور راه خود را در حوزه سلامت نیز یافتند. در سال ۲۰۰۵، مجمع جهانی بهداشت^۲، از طریق قطعنامه WHA58.28 خواستار «در نظر گرفتن یک برنامه راهبردی بلندمدت برای توسعه و اجرای خدمات سلامت الکترونیک» برای توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در حوزه سلامت به منظور دسترسی عادلانه و مقرون به صرفه خدمات بهداشتی و سلامت شد. در این قطعنامه از کشورهای عضو و ذینفعان خواسته شد تا تلاش‌های خود را به سمت ایجاد یک چشم‌انداز سلامت الکترونیکی منطبق با اولویت‌ها و منابع سلامت کشور، توسعه یک برنامه استراتژیک برای ارائه چشم‌انداز پیشنهادی و ایجاد چارچوبی برای نظارت و ارزیابی و پیشرفت سلامت الکترونیک هدایت کنند. بیش از ۱۲۰ کشور عضو، از جمله کشورهای با درآمد کم و متوسط چنین استراتژی‌ها و سیاست‌هایی را توسعه داده‌اند. در سال ۲۰۱۳، مجمع مزبور قطعنامه WHA66.24 را در مورد استانداردسازی و قابلیت همکاری سلامت الکترونیکی به تصویب رسانده و خواستار «در نظر گرفتن توسعه سیاست‌ها و مکانیسم‌های قانونی مرتبط با استراتژی کلی سلامت الکترونیک ملی» شد. با تکیه بر این قطعنامه‌ها و تشخیص نیاز دولت‌ها به تقویت اجرای سلامت دیجیتال، مجمع بهداشت در ماه مه ۲۰۱۸ قطعنامه WHA71.7 را در مورد سلامت دیجیتال به تصویب رساند که در آن از مدیر کل مجمع درخواست کرد که با همکاری و مشورت کشورهای عضو و ذینفعان مرتبط یک استراتژی جهانی در مورد سلامت دیجیتال، شناسایی کنند. این استراتژی از طریق یک فرآیند مشاوره‌ای در مارس ۲۰۱۹ راه اندازی شد که شامل مباحثی در خصوص سلامت دیجیتال در انجمن‌های عمومی آنلاین، مشاوره‌های فنی و جلسات کمیته‌های منطقه‌ای سازمان بهداشت جهانی^۳ بوده است. استراتژی جهانی سلامت دیجیتال ۲۰۲۰-۲۰۲۵ توسط هفتاد و سومین مجمع جهانی بهداشت در سال ۲۰۲۰ تصویب شد. هدف از بیان استراتژی‌های جهانی در راستای سلامت دیجیتال این است که اجماع فزاینده‌ای در جامعه جهانی بهداشت وجود دارد که استفاده استراتژیک و نوآورانه از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات دیجیتال و پیشرفته را باعث می‌شود.

¹ Digital health

² World Health Assembly (WHA)

³ World Health Organization (WHO)

۲-۱. از سلامت دیجیتال تا بیمارستان هوشمند

پرونده الکترونیک سلامت^۴ سنگ بنای بیمارستان‌های هوشمند است. هنگامی که مفهوم بیمارستان دیجیتال برای نخستین بار پدیدار شد، هدف اصلی انتقال سیستم‌ها و فرآیندهای مبتنی بر کاغذ به پرونده الکترونیک سلامت بود. با افزایش میزان پذیرش EHR توسط جامعه سلامت، حجم عظیم داده‌های بالینی و مالی تولید شد که منجر به بهبود پژوهش‌های بالینی، بهبود تصمیمات مدیریتی و در نهایت ایجاد حس نیاز به بلوغ تکنولوژی در آن عصر شد. به مرور مفهوم دیجیتال جای خود را به مفهوم هوشمند داد و زمره‌های ایجاد بیمارستان هوشمند شکل گرفت. از زمان معرفی صنعت ۴.۰ در سال ۲۰۱۱، تاثیرات آن در فعالیتهای روزانه بشر احساس شده و هیچ زمینه‌ای بدون تغییر باقی نمانده است. از اینرو مفهوم مراقبت بهداشتی هوشمند و بیمارستان هوشمند معرفی شده است. چهار انقلاب صنعتی و همچنین چهار تغییر در بخش سلامت رخ داده است که در شکل ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱. تغییرات در بخش مراقبت‌های بهداشتی طی چهار انقلاب صنعتی

⁴ Electronic Health Record (HER)

در شکل ۲، مولفه‌های بیمارستان هوشمند در عصر انقلاب صنعتی چهارم نشان داده شده است. بیمارستان‌های هوشمند، کاربرد صنعت ۴.۰ در بخش سلامت است.

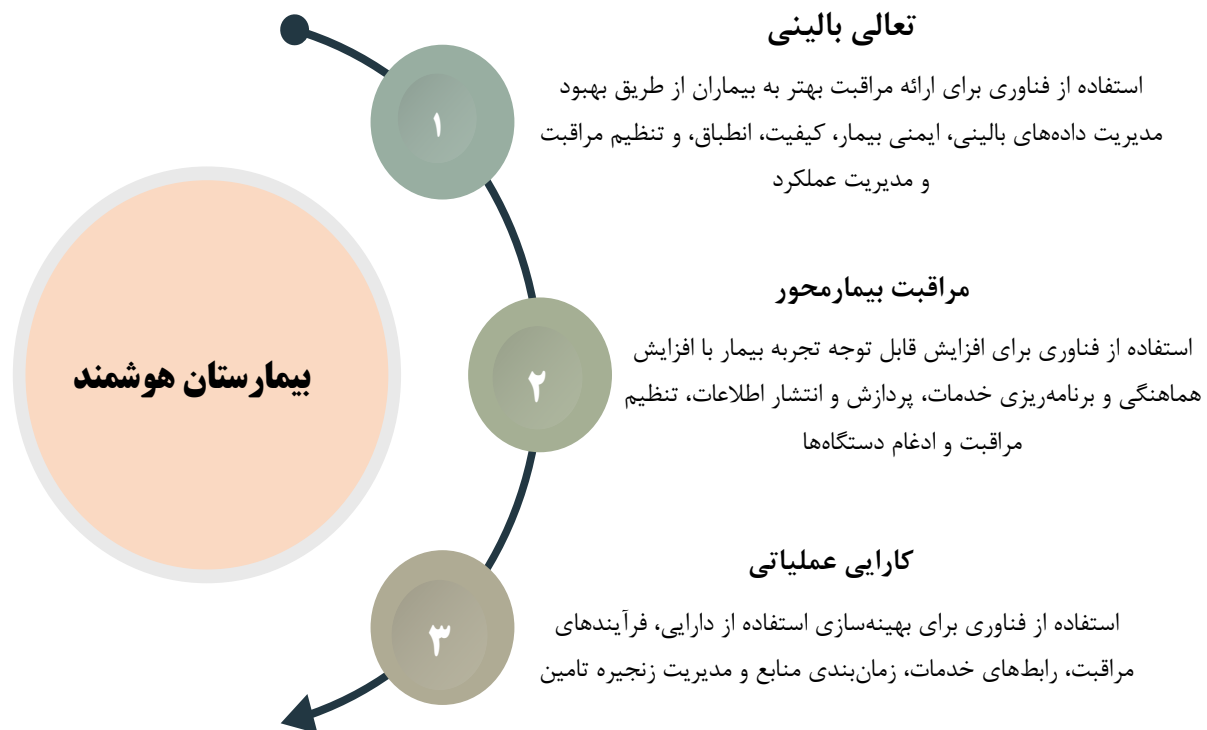


شکل ۲. مولفه‌های بیمارستان هوشمند

بر اساس مطالعات صورت گرفته هشت فناوری تحول‌آفرین به‌عنوان مولفه‌های تعیین‌کننده بیمارستان هوشمند در نظر گرفته می‌شود. اینترنت اشیا در حوزه پزشکی مانند کنترل بیماران، استفاده از ابزارهای پوشیدنی، هدایت سالمندان و کودکان به‌عنوان یکی از مولفه‌های بیمارستان هوشمند معرفی شده است. فناوری رایانش ابری به دلیل امکان برخورداری از نرم‌افزار، زیرساخت و پلتفرم در بیرون از سازمان تسهیلات ارتباطی و امکان مدیریت موثر اطلاعات را برای سازمان فراهم کرده و از این طریق حتی امکان برون‌سپاری بخشی از فعالیت‌های اداری نیز وجود دارد. فناوری رایانش ابری تسهیل‌گر ارتباط اینترنت اشیا نیز می‌باشد. بر این اساس فناوری رایانش ابری به‌عنوان یکی دیگر از مولفه‌های بیمارستان هوشمند شناسایی شده است. هوش مصنوعی دیگر مولفه مهم در بیمارستان هوشمند است. هوش مصنوعی در قالب فناوری و نرم‌افزارهایی که می‌توانند پزشکان را در تشخیص و درمان بیماری یاری کرده و همانند مغز یک پزشک تصمیم‌گیری کنند در حوزه پزشکی بسیار کاربرد دارند. دستگاه‌های هوشمندی که با استفاده از پایگاه دانشی برای تشخیص بیماری‌های مختلف طراحی شده‌اند برگرفته از فناوری هوش مصنوعی می‌باشند. 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. زنجیره بلوک فناوری دیگری است که به‌عنوان یکی از مولفه‌های بیمارستان هوشمند مطرح است. فناوری زنجیره بلوک

بر پایه دفتر کل توزیع شده است. دفتر کل پایگاه داده‌ای است که توسط هر شرکت‌کننده در یک شبکه بزرگ به‌طور مستقل به روز می‌شود. فناوری واقعیت افزوده و مجازی فرآیند یادگیری مفاهیم علمی را تسهیل می‌کند. 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 موثر است. داده‌های حاصل از فناوری اینترنت اشیا، پرونده الکترونیک سلامت، سلامت الکترونیک و داده‌های محیطی همگی نیازمند استفاده از بسترها و نرم‌افزارهای تخصصی داده‌های بزرگ و کلان است. از همین‌رو کلان داده و بستر نرم و سخت‌افزاری تحلیل داده‌های بزرگ مولفه دیگر بیمارستان هوشمند است. تولید افزایشی با توجه به انعطاف‌پذیری بالا در تولید اشکال مختلف محصول و ترکیب بهینه قطعات موجب افزایشی اثربخشی و کارایی تولید محصولات می‌شود. در ادامه به بررسی جامع اثر اینترنت اشیا، کلان داده در هوشمندسازی بیمارستان پرداخته خواهد شد.

از شروط لازم برای ایجاد یک بیمارستان هوشمند، ایجاد و بهینه‌سازی فرآیندهای بالینی، سیستم‌های مدیریتی و همچنین طراحی مجدد زیرساخت‌های جدید است. بیمارستان‌های هوشمند به عنوان یک مفهوم، یک عامل کلیدی در پیشبرد تعالی بالینی، مراقبت بیمار محور و کارایی عملیاتی است.



شکل ۳. اهداف بیمارستان هوشمند

بر اساس داده‌های منتشر شده توسط سازمان بهداشت جهانی، صنعت بهداشت جهانی می‌تواند در دهه‌های آینده با بیش از ۱۸ میلیون متخصص بهداشت و درمان با کمبود مهارت مواجه شود. همراه با کمبود پرسنل موجود و فضای پرفشار که ساعت‌های طولانی کار ایجاد کرده است، افزایش کارکنان پزشکی برای تامین تقاضای روزافزون برای خدمات بهداشتی درمانی گزینه پایداری نیست. توانایی بیمارستان‌های هوشمند برای ساده‌سازی گردش کار و مدیریت بهتر سلامت بیمار، خدمتی مناسب در جهت پاسخگویی به افزایش تقاضاها و درعین حال جبران کمبود کارکنان خواهد بود. به‌کارگیری علوم نوینی مانند هوش مصنوعی برای تجهیز مناسب بیمارستان‌های هوشمند در رفع این چالش حیاتی است. بیمارستان هوشمند نه تنها به بهبود نحوه ارائه و کیفیت خدمات مراقبت سلامت در بیمارستان‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند در اکوسیستم وسیع‌تری مانند شهر هوشمند، برای ارائه خدمات درمانی مفید واقع شود. اصطلاح بیمارستان هوشمند نه تنها به معنای به‌کارگیری ابزارهای هوشمند در بستر بیمارستان، بلکه بسیار فراتر از آن است. در واقع آن یک محیط پویا است که دیجیتالی شدن در آن با هسته هوش مصنوعی به این معنی است که یک نبوغ بزرگ فناوری به‌طور یکپارچه در حال کار است تا در لحظه مزایایی را به افرادی که به آن مرتبط هستند برساند.

۲-۱-۱. تاثیر به‌کارگیری اینترنت اشیا بر عملکرد بیمارستان

طی سال‌های اخیر توسعه اینترنت اشیا و دستگاه‌های فیزیکی متصل بهم و نمایش مجازی آن‌ها روند رو به رشدی داشته است که به موجب این روند سطحی وسیعی از محصولات و خدمات جدید بالقوه در حوزه‌های مختلفی ایجاد شده است. حوزه سلامت یکی از حوزه‌های مذکور است که تا سال ۲۰۲۲ بیش از ۴۰ درصد از فناوری‌های اینترنت اشیا مربوط به بهداشت و سلامت اختصاص پیدا کرده است. به عبارتی یکی از بیشترین صنایع بهره‌مند شده از کاربری‌های فناوری اینترنت اشیا در حوزه بهداشت و درمان گزارش شده است. اینترنت اشیا یک شبکه از دستگاه‌های فیزیکی تعبیه شده با الکترونیک، نرم‌افزار، سنسورها و اتصال به شبکه است که قادر است به جمع‌آوری و تبادل اطلاعات بپردازد. بر این اساس، احتمال اینکه اینترنت اشیا به‌عنوان اهرمی در راه‌های متعدد برای رشد و بهره‌وری بیمارستان‌ها محسوب شود، وجود دارد. این فناوری در حوزه سلامت بیمارستان‌ها، قدرت پیش‌بینی بسیاری در عملکرد سازمانی بیمارستان‌ها ایفا می‌کند، زیرا جمع‌آوری علائم حیاتی بیماران به صورت پیوسته و دوره‌ای، جمع‌آوری پارامترهای خاص مرتبط با بیماری‌های مزمن و شایع به صورت پیوسته و دوره‌ای، پیگیری و نظارت، خدمات از راه دور، مدیریت اطلاعات، ارسال محتوای هوشمند به کاربر، یکپارچگی بین سازمانی، فعالیت زیست‌محیطی از کارکردهای اینترنت اشیا در بخش سلامت محسوب می‌شود که موجب هم‌گرایی پزشکی و فناوری اطلاعات، مانند انفورماتیک پزشکی، بهداشت و درمان، مهار هزینه‌ها، کاهش ناکارآمدی و صرفه‌جویی در زندگی‌ها محقق می‌شود. اینترنت اشیا به‌عنوان فناوری اطلاعاتی نوظهور، جایگاه ویژه خود را در بخش بهداشت و درمان به دست آورده و از کاربردهای متنوعی برخوردار است. به‌طوری‌که پیامدهای مثبتی نظیر کاهش هزینه‌های بسیار زیاد

درمانی، کاهش آمار مرگ و میر بر اثر عفونت‌های بیمارستانی و غیره را در پی خواهد داشت. بر اساس مطالعات انجام شده میزان شیوع عفونت‌های بیمارستانی در ایران به‌طور میانگین بین ۱۰ تا ۱۵ درصد برآورد می‌شود. با کاهش مدت زمان بستری شدن بیمار در بیمارستان و پایش از راه دور می‌توان کاهش عفونت‌های بیمارستانی و مرگ ناشی از آن و کاهش هزینه را انتظار داشت. می‌توان ادعا کرد تجهیز بیمارستان به فناوری اینترنت اشیا، سطح عملکرد سازمانی را هم در جهت تحقق اهداف سازمانی بیمارستان و هم در جهت رضایت‌مندی بیماران در مسیر بهره‌وری و کارآمدی قرار می‌دهد. ارائه خدمات از راه دور یکی از مزیت‌های قوی به کارگیری اینترنت اشیا در بیمارستان است. با توجه به تأثیر مستقیم مدیریت اطلاعات بر عملکرد سازمانی حوزه سلامت بیمارستان، مطالعات بسیاری در این زمینه وجود دارد که نشان می‌دهد اینترنت اشیا منجر به تشخیص بیماری می‌شود. ارائه اطلاعات بیماران به پزشکان و مراقبان درمانی توسط اینترنت اشیا انجام می‌گردد. دستگاه اینترنت اشیا قادر است اطلاعات را به دست آورده، ذخیره نماید و قابلیت استفاده را نیز در مراحل بعدی داشته باشد.

بیمارستان‌ها به‌عنوان یکی از نهادهای مهم خدماتی جامعه در حوزه پیگیری و نظارت نقش قابل توجهی دارند که متأسفانه این مهم در بسیاری از بیمارستان‌ها به خوبی و کیفی قابل مشاهده نمی‌باشد در نتیجه عملکرد سازمانی بیمارستان تحت تأثیر منفی قرار می‌گیرد. لذا با به کارگیری اینترنت اشیا در محیط بیمارستان، تمام اشیا و ظرفیت‌های ارتباطی آن‌ها با دستگاه‌های شبکه حسگر بی‌سیم در تمامی زمان قابل سنجش بوده و توسط صفحه شناسایی که در همه مکان‌ها وجود دارد و ظرفیت بالای ارتباطی، پیگیری و نظارت می‌شوند. بنابراین هر چقدر پیگیری و نظارت بر محیط درونی بیمارستان و همچنین وضعیت بیماران قوی‌تر باشد، عملکرد سازمانی نیز به صورت اثربخش و کارآمد خواهد بود. یکی دیگر از معضلات در حال حاضر بیمارستان‌ها، زباله‌ها و پسماندهای بیمارستانی است که تهدیدی بر سلامت عموم جامعه، محیط‌زیست و بیماران است. اگرچه روش‌هایی جهت مدیریت زباله‌های بیمارستانی اجرا شده است، اما به کارگیری اینترنت اشیا در بیمارستان مدیریت کارآمد پسماندهای الکترونیکی، اقتصادی کردن زباله‌ها و پسماندهای الکترونیکی در حوزه بیمارستانی تقویت و در مسیر تعالی قرار خواهد گرفت. عدم حضور مکرر بیماران در بیمارستان با تجهیزات اینترنت اشیا و کاربری بیماران، شاخص‌ترین علل مدیریت زباله‌ها است. بنابراین تجهیز بیمارستان به اینترنت اشیا مزیت چشم‌گیری در حفظ محیط‌زیست و سلامت جامعه بر جای خواهد گذاشت. سرانه بالای بهداشت و درمان و همچنین افت سلامت روان بیماران در کنار بیماری جسمی‌شان، به کارگیری سیستم اینترنت اشیا را در بیمارستان‌ها بیش از پیش تقویت می‌نماید که بر این اساس عملکرد بیمارستان در حوزه‌های عملکردی (سرعت رشد، میزان ارائه خدمات، رضایت مشتریان و کاهش هزینه‌های خدمات) فرآیندی (سرعت و کیفیت ارائه خدمات) و داخلی (رضایت‌مندی کارکنان، فرآیندهای کیفی داخلی بیمارستان جهت ارائه خدمات مناسب و کادر درمان باکیفیت، خلاق و نوآور) را به صورت اثربخش تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین هرچقدر به کارگیری اینترنت اشیا با توجه به مولفه‌های آن در حوزه

سلامت و بهداشت (جمع‌آوری پیوسته و دوره‌ای علائم حیاتی، جمع‌آوری پیوسته و دوره‌ای پارامترهای بیماری مزمن و شایع، پیگیری و نظارت، خدمات از راه دور، مدیریت اطلاعات، ارسال محتوای هوشمند به کاربر، یکپارچگی بین سازمانی، فعالیت زیست‌محیطی، کاهش حداقلی پسماندهای بیمارستانی، صرفه‌جویی‌های هزینه) تقویت شود، عملکرد سازمانی بیمارستان نیز به صورت قوی اعمال و هدایت خواهد شد.

۲-۱-۲. تاثیر به کارگیری کلان داده بر عملکرد بیمارستان

در هنگام به کارگیری 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. اگرچه در حال حاضر از تکنیک‌های داده‌کاوی و وب‌کاوی در کسب و کارهای مختلف ایران استفاده می‌شود، اما همانند صنعت بانکداری به مرور تحلیل کلان داده در صنایع مختلف ورود پیدا می‌کند و لازمه مواجه شدن با حجم بالای اطلاعات استفاده از این فناوری می‌باشد. داده‌های سلامت و پایگاه‌های داده دقیق و کامل، یکی از زیرساخت‌های اصلی برای نوآوری دیجیتال هستند. بیمارستان‌ها و مراکز درمانی به دلیل دسترسی مستقیم به پرونده‌های الکترونیک بیماران که بعضی از آن‌ها حتی بیش از ۱۰ سال قدمت دارند، پایگاه‌های داده منحصر به فردی دارند که فرصت‌های زیادی را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد. سازمان‌های سلامت با پیاده‌سازی یک پلتفرم مناسب برای ایجاد پایگاه الکترونیکی داده، می‌توانند این اطلاعات را در اختیار استارت‌آپ‌ها، شرکت‌های بزرگ و محققان قرار دهند و بدین ترتیب یک جریان درآمدی مستقل و مازاد ایجاد کنند.

۳. مزایا و چالش‌های بیمارستان هوشمند

مراقبت‌های بهداشتی باید مقرون به صرفه، با کیفیت بالا و به‌عنوان یک حق در اختیار همه قرار گیرد. با افزایش مستمر هزینه‌های پزشکی و انتظارات بیماران، دستیابی به دامنه مراقبت‌های بهداشتی گسترده به‌طور سنتی تقریباً غیرممکن است. با معرفی و ادغام مراقبت‌های بهداشتی هوشمند، تغییری از بیمارستان محوری به بیمار محوری ایجاد می‌شود. بر اساس مطالعات صورت گرفته برآورد می‌شود که ارزش دلاری بازار بیمارستان هوشمند در سال ۲۰۲۳ نزدیک به ۶۴ میلیارد دلار برسد. بیمارستان‌های هوشمند به لطف تحول در مراقبت سلامت، بهره‌وری را به حداکثر می‌رسانند، کیفیت مراقبت را افزایش می‌دهند، فرآیند را بهبود می‌بخشند و رضایت بهتر بیمار را فراهم می‌کنند. علی‌رغم فواید واضح استفاده از هوش مصنوعی و فناوری‌های دیگر و همچنین خودکار شدن فعالیت‌ها،

سرعت به کارگیری آن در چندین فیلد از جمله مراقبت سلامت کند بوده است. اما باید بپذیریم که هیچ راهی برای اجتناب از منحنی بلوغ فناوری وجود ندارد و در آینده نه چندان دور شاهد استفاده هرچه بیشتر از نوآوری‌های فراوان در حوزه بهداشت و سلامت خواهیم بود. پزشکی از راه دور (تله‌مدیسن) و نظارت از راه دور (تله‌مانتورینگ) با کمک سایر روش‌های مراقبتی مانند مراقبت در خانه و به کارگیری انواع فناوری هوشمند، مراقبت‌های بهداشتی را متحول می‌کند. از جمله بخش‌هایی که در آینده دستخوش تغییرات می‌شود، تعامل بیشتر متخصصان سلامت با واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، هوش مصنوعی، بلاک‌چین و دیگر فناوری‌ها و استفاده از آن‌ها در اشکال مختلف است. در کنار تمام مزایا و فرصت‌های ایجاد بیمارستان هوشمند، چالش‌ها و نگرانی‌هایی در این راستا وجود دارد که آگاهی از آن‌ها در پیش‌برد اهداف هوشمندسازی بیمارستان می‌تواند تاثیر به‌سزایی داشته باشد که در ادامه به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

– چالش‌ها

چالش‌های اصلی در تاسیس یا تبدیل به بیمارستان‌های هوشمند به شرح زیر است:

- نظارت بر بیمار
نظارت مستمر، ارائه مراقبت با کیفیت بالا، ایمنی بیمار و پذیرش مقرراتی درخصوص کاهش کارکنان مراقبت‌های بهداشتی در راستای جلب رضایت بیمار می‌تواند یک چالش بزرگ باشد. این امر مستلزم نظارت شبانه‌روزی سلامت توسط پزشکان است که نیازمند تصمیم‌گیری سریع و پاسخ‌های سریع است. فقدان توانایی در به کارگیری اینترنت اشیا و سایر راه‌حل‌های فناوری برای نظارت بر بیمار نیز باعث نگرانی است.
- دقت داده‌ها
اگر یک برنامه یادگیری ماشینی با اطلاعات اشتباه تغذیه شود، الگوهای اشتباهی را یاد می‌گیرد و احتمال ارائه بینش‌های اشتباه را افزایش می‌دهد که منجر به درمان اشتباه بیماران می‌شود. بنابراین، باید اطمینان حاصل شود که فقط داده‌های دقیق به سیستم EHR (پرونده‌های بهداشتی درمانی الکترونیکی) داده می‌شود.
- امنیت و حریم خصوصی
حفظ محرمانه بودن، یکپارچگی و در دسترس بودن داده‌های مراقبت‌های بهداشتی یک چالش دیگری در زمینه هوشمندسازی بیمارستان‌ها است. ذخیره داده‌های بهداشتی در سرورهای غیرقابل اعتماد در بیمارستان‌ها برای بیماران یک نگرانی است زیرا احتمال سوء استفاده و دستکاری داده‌ها وجود دارد. طبق

مطالعه هزینه جرایم سایبری ۲۰۱۷ توسط شرکت اکسنچر^۵، هزینه سالانه جرایم سایبری برای صنعت مراقبت‌های بهداشتی ۱۲.۴۷ میلیون دلار است. همچنین ذخیره‌سازی ابری داده‌های مراقبت‌های بهداشتی نیز باعث نگرانی‌های امنیتی است. پایگاه داده‌های ابری ضعیف همچنان نقطه ضعف بسیاری از سازمان‌ها است.

- اثربخشی هزینه

افزایش هزینه مراقبت‌های بهداشتی یک چالش بزرگ برای بیماران است. رایانش ابری راهی برای کاهش هزینه‌های پیاده‌سازی EHR است. برخی از بیمارستان‌ها به دلیل مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیتی، EHR را پیاده‌سازی نکرده‌اند. باید یادآور بود که یک بیمارستان بدون EHR نمی‌تواند هوشمند شود.

- پردازش هوشمند داده‌ها و اعتبارسنجی داده‌ها

با افزایش دستگاه‌ها و تجهیزات گوناگون، تنوع داده‌های مراقبت‌های بهداشتی نیز افزایش می‌یابد. از آنجایی که داده‌های مربوط به سبک زندگی شخصی و سایر داده‌های بهداشتی متنوع است، اعتبارسنجی و استخراج دانش مفید از آن بسیار چالش برانگیز می‌شود. این کار فقط با الگوریتم‌های هوشمند قابل انجام است.

- قابلیت همکاری و استانداردسازی

اتاق‌های عمل بیمارستان‌ها عموماً مجهز به دستگاه‌های مستقل و سیستم‌های پشتیبانی هستند که رابط‌های مخصوص به خود را برای نمایش داده‌ها دارند. انتظار بیمارستان هوشمند این است که به محض ورود پزشک به OR، همه صفحه‌ها باید با اطلاعاتی مانند داده‌های بیمار، تصویربرداری تشخیصی و طرح قبل از عمل و غیره آماده باشند. این موضوع می‌تواند از این جهت چالش برانگیز باشد که بسیاری از بیمارستان‌ها از آرشیوها و سیستم‌های مختلف برای ذخیره اطلاعات بیمار استفاده می‌کنند و ممکن است بسیاری از این برنامه‌ها و دستگاه‌ها با یکدیگر ارتباط برقرار نکنند. بنابراین، نیاز به یکپارچه‌سازی تمام سیستم‌های اطلاعاتی و برنامه‌های کاربردی در بیمارستان‌های هوشمند وجود دارد تا امکان نمایش داده‌های مربوط به بیمار فراهم شود.

- علاوه بر موارد فوق، از آنجایی که کلینیک‌ها و بیمارستان‌ها از نظر ساختاری فاقد بودجه هستند، مدیریت فناوری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های جدید برای آن‌ها دشوار است. در عین حال، کمبود نیروی کار ماهر و فشار

⁵ Accenture

(اکسنچر شرکت چندملیتی خدمات حرفه‌ای است، که در زمینه ارائه خدمات فناوری، مشاوره اطلاعاتی، مشاور مدیریت، خدمات مدیریت شده، برون‌سپاری فرایندهای تجاری و امنیت رایانه فعالیت می‌کند. دفتر مرکزی این شرکت در دوبلین، ایرلند مستقر است.)

⁶ Operating Room (OR)

ناشی از افزایش دستمزدها، بحرانی‌تر می‌شود. برای دستیابی به هدف هوشمندسازی، بیمارستان‌ها نه تنها باید فرآیندهای فردی را دیجیتالی کنند، بلکه می‌بایست در مدل‌های کلی کسب‌وکار خود تجدیدنظر کرده و خدمات دیجیتالی جدید را توسعه دهند.

۴. تجارب کشورها در بیمارستان هوشمند

باید در نظر داشت ساختن بیمارستان هوشمند مستلزم صرف هزینه بسیار بالایی است و بازگشت سرمایه آن در بلند مدت خواهد بود. بنابراین انجام چنین پروژه‌هایی توسط شرکت‌های بزرگ و معتبر انجام می‌گیرد. به‌عنوان مثال شرکت‌های Cloud Huawei و Alcatel-Lucent^۷ مدعی ساخت بیمارستان هوشمند شده‌اند. از مهم‌ترین فعالیت‌های کمپانی آکاتل این است که قادر به track کردن لحظه‌ای بیماران است که منجر به احساس امنیت در بیماران می‌شود. در شرایط اورژانسی، با توجه به در دست داشتن موقعیت دقیق بیماران، خدمات سریع‌تر و باکیفیت‌تر به بیماران عرضه می‌گردد. شرکت Huawei نیز این قابلیت را فراهم ساخته است تا در بستر Huawei cloud بتوان ساختار سه‌گانه دیجیتال شامل Big data، Communication collaboration و AI را در قالب یک بیمارستان هوشمند ایجاد کرد. زیرساخت ارتباطی آن دارای طیف گسترده‌ای شامل WIFI، فیبرنوری، اینترنت 5G، امواج ماکروویو و eLTE است. با توجه به آنچه بیان شد، انتظار می‌رود تجربیات موفق در زمینه بیمارستان هوشمند نقطه شروعی برای ایجاد تغییرات اساسی در تفکر اجرایی باشد. پیش‌بینی‌ها و تحلیل‌های بازار سلامت هوشمند لزوماً در همه کشورها یکسان نیست. اما اکثر کشورهای پیشرو مانند آمریکا، آلمان و غیره بر رشد سریع و افزایش حجم بازار اتفاق نظر دارند. در جدول ۱، برخی از بیمارستان‌های هوشمند در سال ۲۰۲۳ نشان داده شده است.

^۷ شرکت آکاتل لوسنت یک طراح برجسته در زمینه راه‌کارهای ارتباطات اینترنتی است که دفتر اصلی آن واقع در شهر پاریس - فرانسه است.

جدول ۱. برخی از بهترین بیمارستان‌های هوشمند جهان در سال ۲۰۲۳

ردیف	بیمارستان	کشور	فناوری برجسته
۱	کلینیک مایو-روچستر ^۸	ایالات متحده آمریکا	هوش مصنوعی و رباتیک
۲	ماساچوست ^۹	ایالات متحده آمریکا	-
۳	جان هاپکینز ^{۱۰}	ایالات متحده آمریکا	-
۴	کلینیک کلیولند ^{۱۱}	ایالات متحده آمریکا	هوش مصنوعی
۵	ماونت سینای ^{۱۲}	ایالات متحده آمریکا	تصویربرداری دیجیتال، هوش مصنوعی
۶	بریگام ^{۱۳}	ایالات متحده آمریکا	عملکردهای الکترونیکی
۷	کارولینا جوخوست ^{۱۴}	سوئد	هوش مصنوعی
۸	متدیست هیوستون ^{۱۵}	ایالات متحده آمریکا	تصویربرداری دیجیتال، هوش مصنوعی
۹	شاربته ^{۱۶}	آلمان	عملکردهای الکترونیکی و هوش مصنوعی
۱۰	آرهوس ^{۱۷}	دانمارک	عملکردهای الکترونیکی
۱۱	گوستاو روسی ^{۱۸}	فرانسه	عملکردهای الکترونیکی
۱۲	اسن ^{۱۹}	آلمان	ربات
۱۳	مرکز پزشکی سامسونگ ^{۲۰}	کره جنوبی	هوش مصنوعی
۱۴	توکیو ^{۲۱}	ژاپن	رباتیک و هوش مصنوعی
۱۵	گلینیکلز ^{۲۲}	سنگاپور	تصویربرداری دیجیتال

⁸ Mayo Clinic - Rochester

⁹ Massachusetts General Hospital

¹⁰ The Johns Hopkins Hospital

¹¹ Cleveland

¹² The Mount Sinai Hospital

¹³ Brigham And Women's Hospital

¹⁴ Karolinska Universitetssjukhuset

¹⁵ Houston Methodist Hospital

¹⁶ Charité - Universitätsmedizin Berlin

¹⁷ Aarhus Universitetshospital

¹⁸ Institut Gustave Roussy

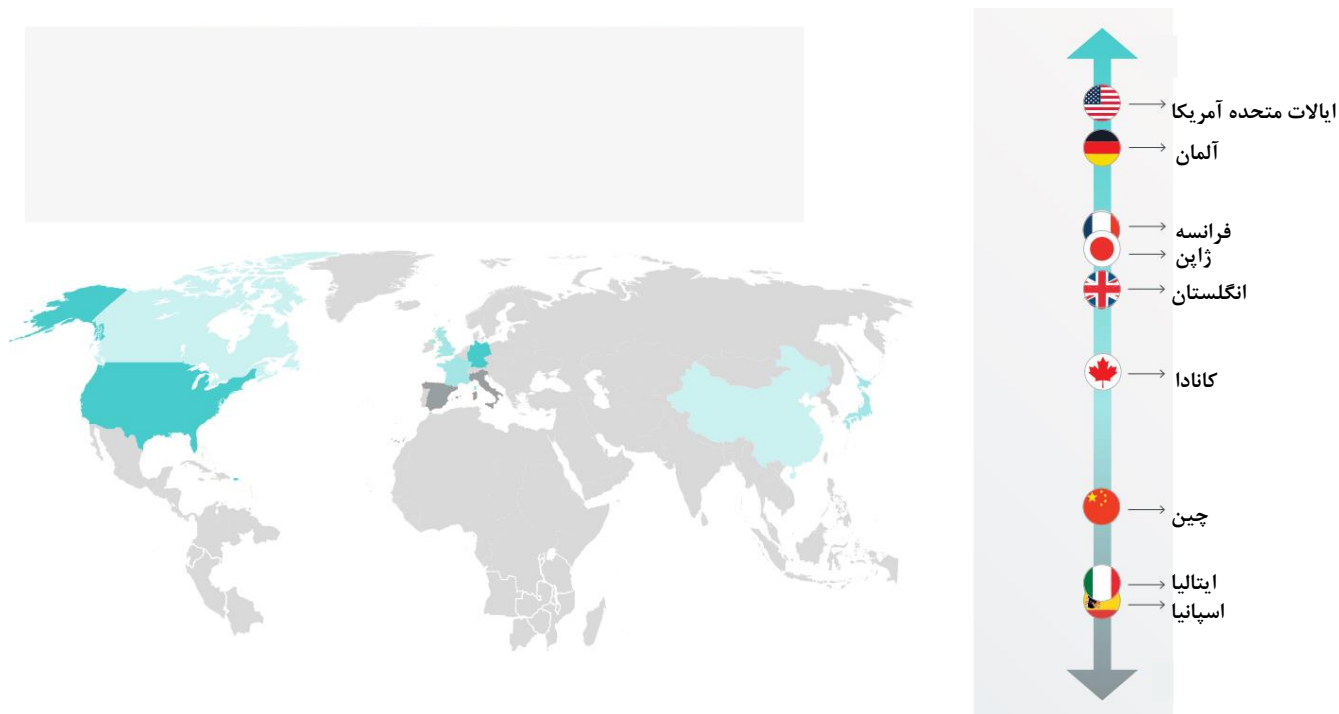
¹⁹ Universitätsklinikum Essen

²⁰ Samsung Medical Center

²¹ The University of Tokyo Hospital

²² Gleneagles Hospital

بر اساس جدول ۱ و شکل ۴، در حال حاضر، ایالات متحده در پذیرش فناوری‌های بیمارستان هوشمند پیشرو است. آلمان، فرانسه و ژاپن در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. با این حال، با توجه به تعداد بیمارستان‌های جدید در حال ساخت و سرمایه‌گذاری در فناوری، منطقه آسیا-اقیانوسیه به سرعت در حال پیشرفت است. به عنوان مثال، سنگاپور سرمایه‌گذاری قابل توجهی را برای فعال کردن و ادغام دیجیتالی کل اکوسیستم مراقبت‌های بهداشتی خود، از جمله بیمارستان‌ها انجام داده است. وزارت بهداشت سنگاپور از طریق یک آژانس تخصصی به نام سیستم‌های اطلاعات سلامت یکپارچه، مجموعه‌ای از ابتکارات دیجیتالی، پلتفرم‌ها و اپلیکیشن‌ها را برای بهبود دسترسی، کیفیت و ارزش ارائه خدمات پزشکی از راه دور به بیماران در مناطق روستایی، و همچنین استفاده از تجزیه و تحلیل‌های پیشرفته، برای رسیدگی به مسائل مهم در سیستم بهداشتی کشور منتشر کرده است. در مارس ۲۰۱۹، کمیسیون ملی بهداشت چین یک سیستم درجه بندی جدیدی را برای تعیین استانداردها و هدایت توسعه بیمارستان‌های هوشمند اعلام کرد. ژاپن اخیراً اعلام کرده است که ده بیمارستان جدید طراحی شده بر اساس هوش مصنوعی را ظرف پنج سال آینده به منظور رفع کمبود پزشک خواهد ساخت.



شکل ۴. سطح آمادگی کشورها برای دسترسی به بیمارستان هوشمند

مثال موردی آلمان

بیمارستان ESSEN: دانشگاه Essen's Universitätsklinikum یک بیمارستان پیشرفته آلمانی است که هدف آن تبدیل شدن به یک بیمارستان هوشمند برتر است. در واقع هوشمند شدن هسته اصلی اهداف آن است. این بیمارستان در حال حاضر الگوریتم‌های هوشمندی مانند تصاویر سی‌تی‌اسکن و غربالگری علائم سرطان را در بخش رادیولوژی انجام می‌دهد. این الگوریتم‌ها مبتنی بر نوعی هوش مصنوعی است که با داده‌ها تغذیه می‌شود. هر چه داده‌ها بیشتر باشد، نتایج بهتری را ارائه خواهد داد. به‌عنوان مثال با استفاده از این الگوریتم‌ها می‌توان سرطان دهانه رحم را در مراحل اولیه با دقت ۹۵ تا ۹۷ درصد تشخیص داد. در داروخانه این بیمارستان تهیه دارو توسط یک ربات انجام می‌شود. ربات‌های هوشمند نسخه را دریافت، مواد را وزن و مخلوط و سپس دارو را تولید می‌کند. داروی تولید شده سپس توسط یک داروساز انسانی برای اطمینان از صحت مخلوط بررسی می‌شود. ربات‌ها همچنین در بیوبانک بیمارستان، جایی که خون و نمونه‌های بافت بیماران ذخیره می‌شود، مشغول به کار هستند. در گذشته مواد اضافی بیرون ریخته می‌شد، اما اکنون می‌توان آن‌ها را برای استفاده در تحقیقات بیشتر توسط ماشین پردازش کرد.

۵. چشم‌انداز بیمارستان‌های آینده

مهم‌ترین ویژگی سیستم سلامت کنونی، تمرکز آن بر مسئله درمان و ارائه خدمات درمانی است. اما در آینده جایگاه بیمارستان‌ها بسیار متفاوت خواهد بود. مدیران و رهبران حوزه سلامت به خوبی دریافته‌اند که با تغییر تمرکز سیستم سلامت بر پیشگیری و ارتقای سطح سلامت به جای درمان و با گسترش استفاده از فناوری‌های هوشمند سلامت، جایگاه و اهمیت بیمارستان‌ها در زنجیره خدمات سلامت به صورت قابل ملاحظه‌ای تغییر خواهد کرد. بیمارستان‌های هوشمند، مفاهیمی هستند که با هدف هم‌راستایی با این تغییر سیستماتیک و بنیادین ایجاد شده‌اند. هدف اصلی این بیمارستان‌ها اتخاذ یک رویکرد همه‌جانبه و بیمار محور است که تمام فرآیند درمان از پذیرش بیمار تا بهبود و معاینه دوره‌ای را در برمی‌گیرد. برای دستیابی به این هدف، تغییر در دو سطح اتفاق می‌افتد. اولین گام، مدیریت هزینه‌های بیمارستان از طریق هوشمندسازی فرآیندهای اجرایی، کنترل زنجیره تامین تجهیزات و دارو، مدیریت منابع انسانی و کاهش نیاز به تخت و مساحت بیمارستان‌ها می‌باشد. در رویه جدید، بیمارستان‌های عمومی با ۲۰۰ تا ۵۰۰ تخت، توجیه اقتصادی ندارند و ایجاد یک اکوسیستم درمانی اولویت بالاتری دارد. اکوسیستم درمانی، به صورت مجموعه‌ای هماهنگ، متشکل از بیمارستان‌های کوچک با ۳۲ تا حداکثر ۱۰۰ تخت درمانی و تعداد زیادی کلینیک تعریف می‌شود. دومین گام در تغییر رویه بیمارستان‌ها، ارتقای سطح خدمات درمانی با در نظر گرفتن استانداردهای نوین مراقبت از بیمار، تمرکز بر مراقبت در منزل و کاهش خطا در امر

تشخیص و درمان است، در این مرحله تمرکز بر راهکارهای دیجیتالی و هوشمند، ابزارهای کمک تشخیصی و کمک درمانی در کنار مدیریت ارائه خدمات سلامت از راه دور خواهد بود. در برنامه‌ریزی احداث ساختمان بیمارستان هوشمند باید شاخص‌های اجتماعی، محیطی، سودمندی، کارایی و اثربخشی مورد توجه قرار گیرد.

بیمارستان‌های آینده می‌توانند دو نوع باشند: (۱) بیمارستان‌هایی که خدمات مراقبت و درمان بیماران حاد و مزمن را ارائه می‌دهند. (۲) بیمارستان‌هایی که بر پیشگیری از بیماری تمرکز کرده و خدمات مراقبت‌های اولیه را ارائه می‌کنند. بیمارستان‌های نوع اول احتمالاً در مناطق شهری با امکانات دانشگاهی و تحقیقاتی مستقر خواهند شد. نوع دوم می‌تواند در مناطق حومه‌ای یا روستایی قرار گیرد و روش‌های معمول را انجام دهد. بیمارستان‌های مراقبت‌های حاد (نوع اول) پتانسیل بیشتری برای تبدیل شدن به بیمارستان‌های هوشمند خواهند داشت. درمان طولانی مدت بیماری‌های حاد نه تنها کیفیت زندگی بیماران را افزایش می‌دهد، بلکه انتظار می‌رود مزایای اقتصادی در مقایسه با مفاهیم مراقبت سنتی به همراه داشته باشد. از این رو تعجب‌آور نیست که تنوع گسترده‌ای از خدمات سلامت هوشمند بر انواع مختلف بیماری‌های مزمن و حاد توسعه داده شده است.

هوشمندسازی بیمارستان‌ها در حال حاضر در بسیاری از بیمارستان‌ها اجرا شده است. ربات‌های جراحی نه تنها کار انسان را راحت تر می‌کنند، بلکه جراحی دقیق‌تر را انجام می‌دهند که به عوارض قابل ملاحظه کمتری می‌انجامد. بسیاری از راه‌حل‌های هوشمند در حال حاضر تحقق یافته‌اند یا حداقل به راه خود برای اجرای آن رسیده‌اند. سیستم‌های جراحی کامپیوتری مانند پلت فرم ناوربری جراحی Brainlab بخش چندوجهی از عمل جراحی را برای چندین سال در نظر گرفته‌اند. علاوه بر این، تعدادی از پروژه‌ها استفاده از واقعیت افزوده در اتاق عمل را بررسی می‌کنند و بسیار امیدوار کننده هستند. در قلب و عروق، نقشه برداری سه بعدی برای تسهیل سفارشی سازی نقشه قلب بیمار در حال محبوب شدن است. این تکنولوژی به پزشکان امکان می‌دهد بینش جدیدی را در قلب فرد بیمار به دست آورند. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین مورد استفاده برای ارزیابی رادیوگرافی پتانسیل بالایی را نشان می‌دهد. دقت در تشخیص سرطان یا بیماری‌های عصبی نیز شگفت‌انگیز است.

سیستم جراحی «داوینچی»^{۳۸} دارای چهار بازوی رباتیک است. سه بازو از آن که با دستگاه‌های میکروسکوپی یکبار مصرف مجهز هستند، عمل جراحی حداقل تهاجمی را با برش‌هایی که کمتر از یک سانتی متر دارند انجام می‌دهد. بازوی چهارم دارای سیستم دوربین سه بعدی است. داوینچی توسط پزشکان آموزش دیده و ماهر از طریق یک کنسول جداگانه اداره می‌شود. پزشکان قادر به دریافت تصاویر سه بعدی از جراحی در داخل بدن بیمار می‌باشند. بیش از ۴۰۰۰ سیستم جراحی داوینچی در حال حاضر در سراسر جهان استفاده می‌شود. چشم انداز در برابر

^{۳۸} سیستم جراحی داوینچی یک سیستم جراحی رباتیک است که برای تقویت عملکرد جراح و نیز اعمال آسیب کمتر به بیمار از آن استفاده می‌شود. سازمان جهانی دارو (FDA) اجازه استفاده از این سیستم جراحی را برای پزشکان آموزش دیده برای عمل‌های لاپاراسکوپی، جراحی قلب، زنان و زایمان، سر و گردن و قفسه سینه را صادر کرده است.

واقعیت باعث شده بعضی از بیمارستان ها بتوانند برخی از چک باکس های «طرح جامع بیمارستان هوشمند» خود را در حوزه تکنولوژی با موفقیت تیک بزنند.

۵-۱. ماهیت بیمارستان های آینده

بیمارستان های هوشمند همه خدمات را زیر یک سقف ارائه نمی دهند. آن ها مجموعه محدودتری از خدمات با ارزش بالا را در اکوسیستم گسترده تری از نهادها ارائه می کنند. در چنین اکوسیستمی، به عنوان مثال، خدمات پیشگیرانه و برنامه های مدیریت مراقبت های بهداشتی در کلینیک ها، سالن های ورزشی و حتی در خانه بیماران ارائه می شود. سایر درمان های پزشکی در مراکز سرپایی ارائه می شود و تست های تشخیصی و آزمایشگاهی در مراکز مستقل ارائه می گردند. بیمارستان ها مسئول جراحی های بزرگ، مراقبت های ویژه، مدیریت ترومای شدید و درمان سایر شرایط حاد و پیچیده هستند.

۶. ویژگی های ساختار بهداشت و درمان ایران

ویژگی های ساختار بهداشت و درمان ایران به شرح ذیل ضرورت توسعه فناوری های هوشمند در حوزه پزشکی را یادآور می شود؛ تنوع بیماری در مناطق محروم و تمرکز امکانات در شهرهای بزرگ، تاثیر شگرف اطلاع رسانی در ارتقا سلامت و کاهش بیماری، ضرورت دسترسی سریع به سوابق بیمار توسط پزشک، نیاز به اطلاعات و آمار بیماری ها در تحقیقات پزشکی، همکاری پزشکی شرط لازم برای هم افزایی، نیاز به مشاوره با متخصص بدون مراجعه حضوری بیمار، ضرورت بهره وری درمان و قرار دادن ابزارهای لازم در اختیار پزشک. به نظر می رسد توجه بیشتر به ارائه راهکارهایی که بتواند باعث بالا بردن احتمال موفقیت در پیاده سازی هریک از حوزه های کاربردی این فناوری در کشورمان گردد، مورد نیاز است. تحقیقات مختلفی در بررسی عوامل و موانع پیاده سازی بیمارستان هوشمند در کشور، عوامل فرهنگی، اجتماعی، مالی و اقتصادی، فنی و تکنولوژیکی، مدیریتی و فرآیندی و نبود متولی خاص در این حوزه را به عنوان مهم ترین موانع استقرار بیمارستان هوشمند در ایران شناسایی و مورد تایید قرار داده اند. در مقایسه با سایر کشورها ایران نه تنها دارای کمترین استانداردها است بلکه عدم تطابق بین استانداردهای تعیین شده و نقاط ثبت شده وجود دارد.

۷. نتیجه‌گیری

با عنایت بر تاثیر انقلاب صنعتی چهارم بر کسب‌وکارها و صنایع مختلف می‌توان اذعان داشت که مولفه‌های یک بیمارستان هوشمند شامل اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، رباتیک، فناوری واقعیت افزوده و مجازی، کلان داده، زنجیره بلوک، رایانش ابری و تولید افزایشی (سه بعدی) می‌شود. مدیران بیمارستان برای تبدیل شدن به یک بیمارستان هوشمند باید بسترها و امکانات استقرار و به کارگیری هریک از این فناوری‌ها را در سازمان و فرآیندهای خود جهت ارائه خدمات بهتر به مخاطبان و بیماران فراهم کنند. پیاده‌سازی برخی از این فناوری‌ها مانند اینترنت اشیا و تحلیل کلان داده‌ها نیازمند همکاری بین بخشی سیاست‌گذاران حوزه بهداشت و درمان و فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح کلان کشور است.

سلامت هوشمند باید بخش جدایی ناپذیر از اولویت‌های بهداشتی باشد و به نحوی به نفع مردم باشد که اخلاقی، ایمن، مطمئن، قابل اعتماد، عادلانه و پایدار باشد. باید با اصول شفافیت، دسترسی، مقیاس پذیری، تکرارپذیری، قابلیت همکاری، حریم خصوصی، امنیت و محرمانه توسعه داده شود.

مفهوم بیمارستان هوشمند یک مفهوم پیچیده و بسیار گسترده است و رسیدن به آن نیازمند همکاری تیم‌های تخصصی و پیروی از استانداردهای متعدد بهداشتی می‌باشد. اگرچه این مفهوم در عصر حاضر به رشد ایده‌آل خود نرسیده است ولی با تکیه بر رشد سریع فناوری می‌توان این آینده را برای خدمات سلامت متصور شد.