

تأثیر فناوری‌های نوین بر تجهیزات پزشکی**سورین فولادی فرد**

معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی تهران

(s-fooladifard@farabi.tums.ac.ir)

چکیده

رشد شتابان فناوری‌های نوین در دهه‌های اخیر، تحولات گسترده‌ای را در حوزه سلامت و به‌ویژه صنعت تجهیزات پزشکی رقم زده است. این فناوری‌ها با ارتقای دقت تشخیص، بهبود کیفیت درمان، کاهش خطاهای انسانی و افزایش کارایی نظام‌های مراقبت سلامت، نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود خدمات پزشکی ایفا می‌کنند. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر فناوری‌های نوین از جمله اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، جراحی رباتیک، بلاکچین و نانوفناوری بر تجهیزات پزشکی و تحلیل فرصت‌ها و چالش‌های ناشی از به‌کارگیری آن‌هاست. این مطالعه با رویکرد توصیفی - تحلیلی و با بهره‌گیری از منابع علمی و پژوهش‌های داخلی و خارجی انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین موجب توسعه تجهیزات هوشمند، بهبود پایش بیماران، افزایش دقت تصویربرداری پزشکی، ارتقای ایمنی داده‌ها و تسهیل زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی شده‌اند. با این حال، چالش‌هایی همچون هزینه‌های بالای پیاده‌سازی، نیاز به زیرساخت‌های فنی پیشرفته، کمبود نیروی انسانی متخصص و ملاحظات امنیتی و اخلاقی، روند بهره‌برداری گسترده از این فناوری‌ها را با محدودیت مواجه کرده است. در مجموع، نتایج پژوهش حاکی از آن است که بهره‌گیری هدفمند و برنامه‌ریزی‌شده از فناوری‌های نوین، همراه با سیاست‌گذاری مناسب و سرمایه‌گذاری در آموزش و زیرساخت‌ها، می‌تواند نقش مؤثری در تحول و ارتقای صنعت تجهیزات پزشکی و بهبود کیفیت خدمات سلامت ایفا کند.

کلمات کلیدی: فناوری‌های نوین، تجهیزات پزشکی، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، جراحی رباتیک.

۱- مقدمه

تجربه کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که فناوری علت اصلی هر نوع توسعه می‌باشد. زیرا فناوری بیش از هر چیز می‌تواند بهره‌وری و کارایی را در تمام حوزه‌ها افزایش دهد. از آنجایی که پیشرفت و توسعه فناوری با توسعه اقتصادی ارتباط مستقیمی دارد می‌توان سطح و میزان توسعه فناوری را نشانه‌ای از اقتدار آن دانست. با افزایش روند توسعه صنعتی، اقتصادی و فناورانه و از بین رفتن مرزهای جغرافیایی رقابت فشرده‌ای در حوزه تولید و عرضه خدمات به وجود آمده است و رشد فناوری یکی از اهداف

راهبردی حیاتی مدیران در سازمان‌ها شده است. یکی از حوزه‌هایی که فناوری در آن تاثیرگذار بوده است تجهیزات پزشکی است (حمیدی و همکاران، ۱۴۰۱).

امروزه صنعت تجهیزات پزشکی به یکی از صنایع مطرح رو به رشد در سطح جهانی تبدیل شده است که به دلیل ارتباط مستقیم با جان انسان‌ها و همچنین افزایش هر چه بیشتر نیاز کشورها به محصولات و خروجی‌های آن، به یکی از با ارزش‌ترین صنایع جهان تبدیل شده است (زارعی و پارسامهر، ۱۳۹۷). از این‌رو با توجه به محیط شدیداً رقابتی و سرعت تغییر نیازها و انتظارات مشتریان، شرکت‌ها در پی ایجاد مزیت رقابتی نسبت به رقبا می‌باشند (سبزواری و سجادی، ۱۴۰۰). شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات نوین پزشکی نیز از این قاعده مستثنی نیستند. از طرف دیگر محصولات نوین رمز موفقیت شرکت‌ها در بازار بوده و مدیران برای بهبود عملکرد و توسعه بازار محصول نوین شرکت خود تحت فشار هستند (زارعی و همکاران، ۱۴۰۱). بنابراین انتظار می‌رود با توجه به سرعت توسعه فناوری‌های نوین در صنعت تجهیزات پزشکی؛ مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و بلاکچین فرصت‌های بیشماری برای بهبود و تحول مراقبت‌های بهداشتی فراهم آید که برخی از این فرصت‌ها را می‌توان در کاهش خطای انسانی، بهبود نتایج بالینی، تسهیل هماهنگی در مراقبت، بهبود کارایی عمل و پیگیری داده‌ها در طول زمان طبقه‌بندی کرد. تأثیر فناوری در تجهیزات پزشکی را نیز می‌توان در سطوح مختلف مشاهده کرد. از سطوح ساده گرفته تا پشتیبانی و زنجیره تأمین، اطلاع‌رسانی و آموزش‌های عمومی، تصمیم‌گیری پیشرفته‌تر و تلفیق آن با فناوری پزشکی (محمدحسینی و همکاران، ۱۴۰۱).

با وجود این پیشرفت‌ها، بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های نوین در تجهیزات پزشکی با چالش‌هایی همچون هزینه‌های بالای توسعه و نگهداری، نیاز به زیرساخت‌های فنی و نیروی انسانی متخصص، مسائل مربوط به امنیت و محرمانگی داده‌ها، و محدودیت‌های قانونی و اخلاقی همراه است (مرزبان، ۱۴۰۴). از سوی دیگر، در بسیاری از نظام‌های سلامت، شکاف قابل توجهی میان ظرفیت‌های بالقوه فناوری‌های نوین و میزان به‌کارگیری عملی آن‌ها در تجهیزات پزشکی وجود دارد. از این‌رو، مسئله اصلی این پژوهش بررسی تأثیر فناوری‌های نوین بر تجهیزات پزشکی و چالش‌های ناشی از به‌کارگیری آن‌هاست تا زمینه تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر برای توسعه، سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری در حوزه تجهیزات پزشکی فراهم شود.

۲- فناوری‌های نوین

۲-۱ اینترنت اشیا و پایش از راه دور

اینترنت اشیا یک فناوری نوظهور است که اثری عمیق و معنی‌دار بر زندگی میلیاردها انسان و آینده جهان در زمینه‌های مختلف می‌گذارد و به عنوان یک فناوری تحول آفرین شناخته می‌شود. بنابراین اینترنت اشیا را می‌توان به عنوان فناوری آینده قلمداد کرد که در شرف ایجاد انقلابی در جهت بهینه‌سازی تولید، افزایش سود و بالابردن ایمنی در جهان صنعت است. از سویی تحولات فناوری اطلاعات به منظور افزایش رضایت مشتری نقشی اساسی در افزایش برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و کنترل جریان و ذخیره‌سازی کالاها، خدمات، و اطلاعات از نقطه مبدا تا نقطه مصرف دارد. قابلیت‌هایی از قبیل شفافیت، چابکی و تطبیق‌پذیری که فناوری

اینترنت اشیا در هوشمندی بازاریابی به همراه می‌آورد، فرصت‌های بی‌شماری برای حل و فصل اثربخش‌تر چالش‌های مدیریت و سازمان ارائه می‌کند (آستانه و همکاران، ۱۴۰۲). مطالعات نشان می‌دهد اینترنت اشیا، بر مدیریت پیش‌بینی تجهیزات پزشکی نقش مهمی دارد و شامل درک صحیح از خرابی تجهیزات پزشکی، جمع‌آوری پارامترهای مناسب در زمان واقعی با استفاده از فناوری اینترنت اشیا و استفاده از ابزارهای یادگیری ماشین برای پیش‌بینی و طبقه‌بندی وضعیت تجهیزات سالم و معیوب است (Shamayleh et al, 2020).

امروزه سازمان‌های مراقبت بهداشتی و درمانی با چالش‌های متعددی مانند دسترسی مناسب، مقرون به صرفه و کیفیت خدمات مواجه هستند. بسیاری از کشورها نیز با چالش ارائه خدمات کافی و مناسب سلامت رو به رو هستند. علاوه بر این چالش‌ها می‌توان به فاصله فیزیکی بین پزشکان و بیماران، تعداد بسیار اندک متخصصین کارآموده حوزه سلامت، پیچیدگی بیش از حد ارتباط بین سیستم‌های جزیره‌ای پزشکی و

هزینه‌های تجهیزات و زیربنای حوزه سلامت به عنوان سایر چالش‌های این حوزه اشاره کرد. کاربرد اینترنت اشیا در پزشکی روز به روز گسترده‌تر و بیشتر می‌شود. برخی از این کاربردها عبارتند از (خورشیدزاده و همکاران، ۱۴۰۰):

- کاهش زمان انتظار در صف اتاق اورژانس.
- ردیابی بیماران، کارکنان پزشکی و تجهیزات.
- بهبود مدیریت عرضه و تقاضای دارو.
- تضمین موجود بودن تجهیزات مورد نیاز و ضروری.

۲-۲ سیستم‌های پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی

هوش مصنوعی اولین بار در سال ۱۹۵۰ معرفی شد. اکنون که سیستم‌های هوش مصنوعی قادر به تجزیه و تحلیل الگوریتم‌های پیچیده و خودآموز هستند، وارد عصر جدیدی در پزشکی می‌شویم که در آن هوش مصنوعی می‌تواند از طریق مدل‌های ارزیابی ریسک، سبب بهبود دقت تشخیص و کارایی در عمل بالینی شود (Kaul et al, 2020). دستگاه‌ها و سیستم‌های پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی مبتنی بر هوش مصنوعی دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند از جمله: (۱) قابلیت انعطاف‌پذیری که از طریق یادگیری تغییراتی در عملکرد سیستم ایجاد می‌شود و نیاز به ایجاد مفاهیم جدید در مورد زمان یادگیری و تعیین مسئولیت‌های مدیریت ریسک دارد. (۲) غیرقابل پیش‌بینی بودن رفتار سیستم در پاسخ به ورودی‌های ناشناخته، به دلیل ویژگی‌های جعبه سیاه که مانع از پیش‌بینی خروجی قیاسی است. (۳) نیاز به اطمینان از ویژگی‌های مجموعه داده‌ها برای استفاده و یادگیری (حسینی و همکاران، ۱۴۰۱). مطالعات نشان می‌دهد هوش مصنوعی عمیق‌ترین تأثیر را بر دستگاه‌های تصویربرداری پزشکی مانند MRI، CT-Scan و دستگاه‌های سونوگرافی گذاشته است که به شرح زیر است:

بهبود کیفیت تصویر: الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادرند تصاویر را پردازش و کیفیت آن‌ها را تا سطح تصاویر استاندارد ارتقا دهند (Wang et al, 2020).

تشخیص خودکار و کمکی: هوش مصنوعی می‌تواند الگوریتم‌های پیچیده را با سرعت و دقت بالا شناسایی کند. این امر به عنوان یک دستیار دوم برای متخصصان عمل کرده و از خطاهای انسانی می‌کاهد. ادغام این قابلیت در دستگاه‌ها، امکان تشخیص سریع‌تر را فراهم می‌آورد (Esteva et al, 2019).

۲-۳ جراحی رباتیک

جراحی رباتیک یا جراحی با کمک ربات، پزشکان را قادر می‌سازد تا انواع مختلفی از اقدامات پیچیده را در مقایسه با روش‌های جراحی معمولی، با دقت، انعطاف‌پذیری و کنترل بیشتری انجام دهند. جراحی رباتیک معمولاً جراحی کم‌تهاجمی است. این ربات‌ها ضمن ایجاد برش‌های بسیار کوچکتر از آنچه که به طور معمول و سنتی انجام می‌شود، به جراحان اجازه می‌دهند تا با دقتی باورنکردنی کار خود را انجام دهند. جراحی رباتیک در اصل استفاده از یک سیستم نیمه خودکار است که در آن یک ناظر انسانی با توجه به تصویری که از محل انجام جراحی برای وی ارسال می‌شود تصمیم‌گیری می‌کند. سیستم عمل از راه دور یا راهبر و پیرو، سیستمی متشکل از یک ربات راهبر و یک ربات پیرو به همراه لینک ارتباطی و کنترل کننده و عملگر است که به انسان توانایی ارسال فرمان‌ها از ربات راهبر به ربات پیرو را می‌دهد. این ساختار کمک می‌کند که اعمال جراحی از فاصله دور و یا در شرایط نامناسب یا غیرقابل دسترسی انجام شود (شیری و همکاران، ۱۴۰۳).

۲-۴ بلاکچین در پزشکی

بلاکچین اطلاعات را در یک دفتر کل توزیع شده و در یک وضعیت غیرمتمرکز^۱ بین همه دستگاه‌های محاسباتی که قسمتی از معماری بلاکچین هستند، ذخیره می‌کند. ساختار آن بین کاربران شبکه (مشارکت‌کنندگان در تراکنش) و ماینرها (تسهیل‌کنندگان تراکنش‌ها) به صورت همتا به همتا^۲ است. این دفتر کل قابلیت ارائه یک ذخیره‌سازی قابل اعتماد با استفاده از مکانیسم‌های اجماع، امضاهای دیجیتال و هش کردن را فراهم می‌کند. حوزه سلامت به عنوان یک صنعت، دارای الزامات منحصر به فردی مانند امنیت و حریم خصوصی بیمار، قابلیت همکاری و به اشتراک‌گذاری و انتقال داده‌ها، کنترل دسترسی به داده‌های بیمار، نگرانی‌های خاص مربوط به حفظ حریم خصوصی که ناشی از استفاده شبکه‌های بی‌سیم و تلفن همراه و فناوری‌های پوشیدنی و اینترنت اشیا می‌باشد (سعدی و صفایی، ۱۴۰۱). مزیت اصلی استفاده از بلاکچین در صنعت پزشکی، حفظ حریم خصوصی و تغییرناپذیری برای ذخیره داده‌های مربوط به سلامت است. فناوری بلاکچین علاوه بر تقویت ارزش سوابق بهداشتی و پزشکی بیماران به صورت یکپارچه، می‌تواند از کل چرخه و فرآیند تولید و توزیع داروها، تجهیزات پزشکی و لوازم بهداشتی پشتیبانی کند. همچنین از تکرار آزمایش‌های

¹ decentralized

² Peer to peer

بالینی و کاهش فساد با ردیابی کل زنجیره تأمین و ارائه به موقع جلوگیری نماید. فناوری بلاکچین نیز می‌تواند از طریق ویژگی تغییرناپذیری مبتنی بر اصول رمزنگاری به از بین بردن خطر سرقت داده یا مدیریت نادرست آن کمک کند. در واقع بلاکچین یک جایگزین قابل اعتماد در میان گزینه‌های بهبود سیستم‌های فعلی در حوزه سلامت است که به دلیل ماهیت توزیع شده یک پلتفرم انعطاف‌پذیر و امن می‌تواند اشتباهات خطرناک پزشکی را به دقت شناسایی کند و می‌تواند روش‌های سنتی موجود را به ابزار قوی‌تری برای درمان مؤثر تبدیل کند (اکبرپور و همکاران، ۱۴۰۲).

۵-۲ نانوفناوری

فناوری نانو با ایجاد مواد و روش‌های نوین، افق‌های تازه‌ای را در علوم پزشکی، به‌ویژه در تشخیص و درمان بیماری‌های پیچیده گشوده است که عبارتند از (تهمتن و همکاران، ۱۳۹۵):

۱- نانوجاقو یک روش نوین و غیرحرارتی در از بین بردن سلول‌های سرطانی است که از پدیده منحصر به فرد الکتروپوریشن برگشت‌ناپذیر در پاسخ به تغییر میدان الکتریکی استفاده می‌کند.

۲- شیمی درمانی بر اساس فناوری نانو و تکنیک‌های تصویربرداری جدید نشان دهنده یک دوره نوین از نانوپزشکی است، اما عرضه آنها بصورت استفاده بالینی رایج اغلب بسیار گران و از لحاظ قانونی مجاز نمی‌باشد.

۳- نانوپزشکی بر روش‌های جایگزین ارائه داروها و افزایش کارآمدی آنها تمرکز دارد. یکی از این روش‌ها استفاده از نانوپوسته‌ها می‌باشد که به بافت سرطان نفوذ می‌کند و هنگامیکه نور به آن داده می‌شود باعث از هم گسیختگی نوری و حرارتی تومور می‌گردد.

۴- فناوری نانو منشأ مواد جدیدی است که فرصت‌های زیادی را برای تحولات جدید در شاخه‌های مختلف علوم پزشکی عرضه می‌کند.

۵- فناوری نانو بطور قابل توجهی باعث شتاب در پیشرفت پزشکی ترمیمی شده است با توجه به خواص نانوتیوب‌های کربنی و سمیت پایین آنها ممکن است برای ترمیم سلول عصبی آسیب دیده مورد استفاده قرار گیرند.

۶- نانو ادجوانت‌ها ارائه دهنده فرصت مناسب جهت تولید نسل نوین از واکسن‌ها با خواص مطلوب می‌باشد.

۷- استفاده از فناوری نانو جهت توسعه و تولید مواد مورد استفاده در طب نظامی می‌تواند فراهم کننده فرصت‌های مناسب باشد.

۸- بررسی اثرات مخرب مواد نانویی دشوار است زیرا آنها یک گروه بسیار متغیر هستند. برخی از گزارش‌ها در مورد سمیت آنها قبلاً منتشر شده است. مطالعات بیشتری قبل از اینکه این مواد بتوانند برای استفاده رایج در درمان انسان استفاده شوند مورد نیاز است.

۳- چالش‌ها و ملاحظات فناوری‌های نوین در تجهیزات پزشکی

با وجود مزایای فراوان، استفاده از فناوری‌های نوین در تجهیزات پزشکی با چالش‌هایی مانند هزینه‌های بالای توسعه و نگهداری، نیاز به آموزش نیروی انسانی متخصص، مسائل امنیت داده‌ها و ملاحظات اخلاقی همراه است. مدیریت این چالش‌ها برای بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های نوین ضروری است (مرزبان، ۱۴۰۴):

- ایجاد زیرساخت‌های قوی دیجیتال: سرمایه‌گذاری در سیستم‌های دیجیتال که بتوانند داده‌های به روز و دقیق ارائه دهند، اهمیت فراوانی دارد. این زیرساخت‌ها باید قابل اعتماد و مقاوم در برابر بلایا باشند.
- آموزش کارکنان بهداشتی: اجرای برنامه‌های آموزشی برای آشنایی کارکنان بهداشتی با استفاده از فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های اطلاعات بیمارستانی و ابزارهای تحلیل داده ضروری است.
- توسعه برنامه‌های شبیه‌سازی: شبیه‌سازی شرایط اضطراری با استفاده از فناوری‌های واقعیت مجازی و افزوده می‌تواند به بهبود آمادگی تیم‌های مدیریتی کمک کند.
- ادغام داده‌ها: ایجاد یک پایگاه داده مرکزی که اطلاعات تمامی نهادهای درگیر در مواقع اضطراری را در خود جای دهد، باعث تسریع در تصمیم‌گیری و افزایش دقت برنامه‌ریزی خواهد شد.
- افزایش همکاری بین بخشی: همکاری نزدیک‌تر میان نهادهای دولتی بخش خصوصی و دانشگاه‌ها در توسعه و استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند اثربخشی مدیریت سلامت را بهبود بخشد.

۴- نتیجه‌گیری

صنعت تجهیزات پزشکی در آستانه تحولی عمیق قرار دارد که محرک اصلی آن، موج فزاینده فناوری‌های نوین است. این مقاله نشان داد که فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، جراحی رباتیک، بلاکچین و نانوفناوری، هر یک به نحوی شگرف، قابلیت‌های تشخیص، درمان، پایش و مدیریت در حوزه سلامت را ارتقا می‌بخشند. این تأثیرات در قالب بهبود کیفیت تصاویر پزشکی، افزایش دقت تشخیص، امکان جراحی‌های از راه دور و کم‌تهاجم، ایجاد زنجیره‌های تأمین شفاف و امن، و توسعه روش‌های درمانی هدفمند و کارآمد تبلور یافته است.

با این حال، مسیر بهره‌گیری کامل از این فرصت‌ها هموار نیست. چالش‌های ساختاری همچون هزینه‌های گزاف، کمبود نیروی متخصص، ملاحظات امنیتی و حریم خصوصی، و فقر زیرساختی در بسیاری از مناطق، سرعت و گستره پذیرش این نوآوری‌ها را محدود کرده است. علاوه بر این، نبود چارچوب‌های قانونی و استانداردهای اخلاقی روشن می‌تواند منجر به نابرابری در دسترسی و عواقب ناخواسته شود.

برای گذار موفق از مرحله نوآوری به مرحله ادغام و بهره‌وری کامل، نیازمند رویکردی سیستمی، آینده‌نگر و مشارکتی هستیم. این رویکرد مستلزم اقدامات هماهنگ در سطوح مختلف است: سرمایه‌گذاری هدفمند در پژوهش و توسعه و زیرساخت‌های دیجیتال پایدار؛ طراحی برنامه‌های آموزشی و توانمندسازی مداوم برای جامعه پزشکی و فنی؛ تدوین سیاست‌ها و مقررات هوشمند که هم از نوآوری حمایت کند و هم از حقوق بیماران و اصول اخلاقی محافظت نماید؛ و تقویت همکاری‌های بین‌المللی و بین‌بخشی برای تسهیل انتقال دانش و فناوری.

در نهایت، می‌توان ادعا کرد که آینده مراقبت‌های سلامت در گرو تعادلی خردمندانه میان بهره‌گیری از قابلیت‌های شگفت‌انگیز فناوری‌های نوین و توجه جدی به ملاحظات انسانی، اخلاقی و عدالت محور است. تجهیزات پزشکی هوشمندتر و متصل‌تر، نه به عنوان جایگزین که به عنوان دستیارانی توانمند برای متخصصان سلامت عمل خواهند کرد تا بتوانند خدمات با کیفیت‌تر، شخصی‌تر و کارآمدتری ارائه دهند. تحقق این چشم‌انداز مستلزم تلاش جمعی سیاست‌گذاران، پژوهشگران، صنعتگران و ارائه‌دهندگان خدمات سلامت است تا فناوری در خدمت ارتقای کرامت، دسترسی و کیفیت زندگی برای تمامی انسان‌ها قرار گیرد.

منابع

۱. اکبرپور، حمیده؛ شاه منصوری، اشرف؛ بازآیی، قاسمعلی. (۱۴۰۲). شناسایی و اولویت‌بندی مراحل پیاده‌سازی نقشه راه فناوری بلاکچین در سازمان‌های سلامت محور با استفاده از روش دلفی فازی. *مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی*، ۱۰ (۴)، ۳۶۷-۳۷۹.

۲. انوری سعدی، زهرا؛ صفایی، علی اصغر. (۱۴۰۱). مروری روایی بر فناوری بلاکچین در مراقبت سلامت: کاربردها و چالش‌ها. *مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی*، ۹ (۳)، ۱۸۰-۱۹۲.

۳. آستانه، سیدمحمدصادق؛ رحیم‌پور، امیر؛ حسین‌زاده، علی. (۱۴۰۲). طراحی و تبیین بازاریابی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در صنعت بانکداری با استفاده از روش نقشه شناختی. *فصلنامه مطالعات میان رشته‌ای مدیریت بازاریابی*، ۲ (۳)، ۴۱-۶۲.

۴. تهمتن، علیرضا؛ چاراستاد، جواد؛ بهبودی، عماد؛ حسینی شکوه، سیدجواد؛ براتی، محمد. (۱۳۹۵). *فناوری نانو و طب نوین: کاربردهای فناوری نانو در پزشکی*. فصلنامه پرستار و پزشک در رزم، ۴ (۱۰ و ۱۱)، ۸۰-۹۰.

۵. حسینی، بابک؛ هادی‌زاده، مرتضی؛ ساکی، یلدا. (۱۴۰۱). سناریوهای محتمل بر آینده تجهیزات پزشکی در ایران با تأکید بر فناوری‌های نوین اطلاعاتی و تأثیرات کرونا و ویروس. *فصلنامه آینده پژوهی ایران*، ۷ (۲)، ۲۰۳-۲۳۴.

۶. حمیدی، فاطمه؛ عابدی، صادق؛ ثنایی، محمدرضا. (۱۴۰۱). شناسایی عوامل موثر در سطح توانمندی‌های فناوری تجهیزات پزشکی با استفاده از تکنیک دلفی فازی. *فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم‌های صنعتی*، ۱۷ (۶۰)، ۲-۱۷.

۷. خورشیدزاده، مطهره؛ دهقانی، اشرف‌السادات؛ قوی، سعید. (۱۴۰۰). کاربرد فناوری اینترنت اشیا در سازمان‌های مراقبت بهداشتی و درمانی. *مجله علوم پیراپزشکی و بهداشت نظامی*، ۱۶ (۳)، ۶۶-۷۳.

۸. زارعی، قاسم؛ ابراهیمی، وحیده؛ قاسمی همدانی، ایمان. (۱۴۰۱). ارائه مدل توسعه بازار صادراتی تجهیزات نوین پزشکی از دیدگاه مدیران با رویکرد ترکیبی. *نشریه راهبردهای بازرگانی*، ۲۹ (۱۹)، ۸۳-۱۰۶.

۹. زارعی، قاسم؛ پارسامهر، بنفشه. (۱۳۹۷). شناسایی عوامل موثر بر توسعه صادرات تجهیزات پزشکی با استفاده از رویکرد تئوری داده بنیاد. *مدیریت بهداشت و درمان*، ۹ (۳)، ۷-۱۷.

۱۰. سبزه‌واری، ملیحه؛ سجادی، سیدمجتبی. (۱۴۰۰). مدل‌سازی ریسک‌ها در پیکره‌بندی مجدد زنجیره تامین سبز برای توسعه محصول جدید. *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، ۹۸ (۱)، ۱۵۵-۱۸۳.

۱۱. شیر، مهرزاد؛ باقرنژاد، سجاد؛ حسینی، محمدشریف. بررسی حقوقی جراحی رباتیک، *نشریه جراحی ایران*، ۳۲ (۲)، ۹۵-۱۰۳.

۱۲. محمدحسینی، بابک؛ هادی‌زاده، مرتضی؛ ساکی، یلدا. (۱۴۰۱). سناریوهای محتمل بر آینده تجهیزات پزشکی در ایران با تاکید بر فناوری‌های نوین اطلاعاتی و تاثیرات کرونا ویروس. آینده‌پژوهی ایران، ۷ (۲)، ۲۰۳-۲۳۴.
۱۳. مرزبان، آمنه. (۱۴۰۴). تاثیر فناوری‌های جدید بر مدیریت سلامت در مواقع اضطراری. راهبردهای مدیریت در نظام سلامت. ۱۰ (۱)، ۴-۶.

14. Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., ... & Dean, J. (2019). A guide to deep learning in healthcare. *Nature medicine*, 25(1), 24-29.
15. Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy*, 92(4), 807-812.
16. Shamayleh, A., Awad, M., & Farhat, J. (2020). IoT based predictive maintenance management of medical equipment. *Journal of medical systems*, 44(4), 1-12.
17. Wang, G., Ye, J. C., & De Man, B. (2020). Deep learning for tomographic image reconstruction. *Nature machine intelligence*, 2(12), 737-748.