

# فصل چهارم

## افق های آینده هوش مصنوعی در سلامت

### سخنرانان:

دکتر بابک نگاهداری  
سرپرست گروه هوش مصنوعی

دکتر حسین قناعتی  
رئیس دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر بهروز مینایی  
دبیر ستاد هوش مصنوعی

دکتر مجید نیلی احمدآبادی  
عضو هیات علمی دانشگاه تهران

## سوالات کلیدی:

- ۱- آینده هوش مصنوعی در سلامت به چه صورتی خواهد بود؟
- ۲- جایگاه و کاربردهای هوش مصنوعی در سلامت چیست؟
- ۳- نقاط ضعف و قوت نظام سلامت در ایران چیست؟
- ۴- برای دستیابی و همراه سازی با دنیا باید چه مسیری را طی کنیم؟

هوش مصنوعی ماشینی است که با استفاده از پردازش اطلاعات، قادر به ارائه پاسخ مناسب به یک مجموعه مسائل پیچیده می‌باشد. این ماشین دارای توانایی‌های بالایی از جمله درک بهتر محیط، حافظه بالا در ثبت اطلاعات، استدلال دقیق، تصمیم‌گیری بر پایه اطلاعات ثبت شده، یادگیری دقیق، کشف علیت و کنشگری از طریق زبان طبیعی است. بر اساس پیش‌بینی‌های PWC، تأثیر هوش مصنوعی بر اقتصاد جهانی تا سال ۲۰۳۰ می‌تواند به ۱۵ تریلیون دلار برسد. آخرین تحقیقات مکنزی نشان می‌دهد که تنها هوش مصنوعی مولد می‌تواند سالانه تا ۴.۴ تریلیون دلار (تنها در ۶۳ کاربرد تحلیل شده) به اقتصاد جهانی اضافه کند. در مقایسه، کل تولید ناخالص ملی بریتانیا در سال ۲۰۲۱ معادل ۳.۱ تریلیون دلار بوده و نکته قابل تامل آن است که صنعت در حوزه هوش مصنوعی از دانشگاه جلوتر است. در چشم‌انداز بخش سلامت و مراقبت‌های بهداشتی، احتمال آن می‌رود که هوش مصنوعی به عنوان ابزاری قدرتمند، انقلاب جهانی در این صنعت را رقم بزند. زیرا گسترش استفاده از هوش مصنوعی توسط پزشکان و کارکنان بخش سلامت، ضمن افزایش کیفیت خدمات، موجب صرفه‌جویی سالانه صدها میلیارد دلار در نظام سلامت می‌شود. بطور کلی، می‌توان گفت کاربرد هوش مصنوعی در سلامت دارای اثراتی است که بطور خلاصه عبارتند از:

- ۱- حل مسایل پیچیده، خصوصاً پدیده‌های متغیر با زمان
- ۲- کاهش خطر برای بیماران با کاهش خطاهای انسانی
- ۳- افزایش رقابت پذیری و کاهش هزینه‌ها
- ۴- پیش بینی و کشف الگوهای پیچیده در بین داده‌های نظام سلامت
- ۵- شخصی‌سازی درمان برای بیماران

در حال حاضر، نظر به تاکید رهبر معظم انقلاب جهت برنامه ریزی در این خصوص با چشم انداز قرار گرفتن ایران در رتبه ده کشور برتر در هوش مصنوعی و نیز ابلاغ ریاست محترم جمهور به وزارت بهداشت در خصوص افزایش ظرفیت پزشکی و نیز بکارگیری

ظرفیت‌های فناوری هوش مصنوعی در آموزش پزشکی، نشانگر توجه ویژه حکمرانان کشور به توسعه این فناوری در سلامت است.

یکی از نکات قابل تامل، پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی است که این علم چشم‌اندازی را برای جامعه بشری متصور می‌کند. این ایده موجودیت غیرانسانی هوشمند است که می‌تواند تغییرات اساسی در درک ما از دنیا، در سطوح گسترده‌تری، ایجاد کند. لذا، این تصور در میان عموم مردم ایجاد شده است که شکل جدیدی از هوش که فراتر از هوش انسان است، بزودی جایگزین انسان خواهد شد. همچنین به صورت دوره‌ای، چهره‌های برجسته در زمینه رشد بدون تنظیم‌گری علم و فناوری هوش مصنوعی هشدارهای جدی داده‌اند در این خصوص که هوش مصنوعی ممکن است یک تهدید وجودی برای زندگی انسان باشد. اما برخی از متخصصان این حوزه بر این باورند که هوش مصنوعی یک مخرب است، اما می‌تواند یک مخرب سازنده باشد. مخرب به معنای تخریب وضعیت موجود است، اما سازنده‌ی یک سیستم جدید می‌باشد. لذا اگر با برنامه‌ریزی بتوانیم هوش مصنوعی را به صورت یک هوش مصنوعی سازنده در سیستم سلامت تبدیل کنیم، آنگاه به یک موفقیت دست یافته‌ایم. از طرف دیگر، عدم سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی در سلامت می‌تواند به یک مخاطره امنیت ملی تبدیل شود. در حال حاضر بیش از ۷۰۰ ابزار پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی توسط سازمان غذا و دارو آمریکا تأیید شده است. سهم هوش مصنوعی از بازار سلامت در سال ۲۰۲۳ برابر با ۱۴.۶ میلیارد دلار است و پیش‌بینی می‌شود این سهم به عدد ۱۰۲.۷ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۸ برسد که به معنای میانگین رشد سالانه ۴۷.۶ درصدی می‌باشد.

با توجه به ظرفیت بالای فضای حضور هوش مصنوعی در سلامت، مزایا، مخاطرات و مسائل مختلفی وجود دارد که بایستی به آنها توجه شود، که در ادامه به آن پرداخته شده است.

### مزایای بکارگیری هوش مصنوعی در سلامت

همانگونه که در بالا به آن اشاره شد، بکارگیری روش‌های محاسباتی هوش مصنوعی دارای مزایای متعددی است که به ناچار آینده نظام سلامت در بکارگیری از آن گره خورده است. از جمله مهمترین مزایای آن می‌توان به مدیریت بهینه منابع، کاهش هزینه‌های حوزه‌ی درمان و سلامت، بکارگیری برنامه‌های غربالگری در سطح وسیع‌تری با هزینه‌های کم، ایجاد رضایت حداکثری بیماران معلول و ساکن در مناطق محروم و تشویق کردن افراد در مراقبت از خود با کمک نرم افزارهای هوش مصنوعی اشاره نمود.

#### ۴-۱- معایب و مخاطرات بکارگیری هوش مصنوعی در سلامت

در کنار مزایای بسیار زیاد هوش مصنوعی در سلامت، بکارگیری این ابزار نگرانیها و مخاطراتی را نیز به همراه دارد که بایستی مورد بررسی قرار گیرند، این مخاطرات عبارتند از:

تامین زیر ساخت‌های سخت افزاری و تامین منابع انسانی جهت توسعه هوش مصنوعی در سلامت

تصویب قوانینی در حوزه مدیریت و دسترسی به داده‌ها است که پیش‌نیاز توسعه‌ی هوش مصنوعی می‌باشد

از بین رفتن برخی مشاغل: به عنوان مثال تا کنون بیش از ۸۵ میلیون شغل بیشتر با ماهیت اسمبل قطعات، منشی و ... با ورود هوش مصنوعی از بین رفته است اما در کنار آن بیش از ۹۵ میلیون شغل جدید به واسطه این تکنیک خلق شده است (شکل ۱).



شکل ۱. افزایش درصد سهم ماشینها از مشاغل در سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵

سوگیری‌هایی که ناشی از اطلاعات جانبدارانه توسط متخصصان بوجود می‌آید.

از بعد اخلاقی، حریم شخصی خصوصی حفاظت اطلاعات و داده‌های مربوط به بیماران از نظر حقوقی، (۱) مسئولیت پذیریهی اجتماعی با توجه به تعدد بازیگرانی که در عرصه‌های مختلف هوش مصنوعی از لحظه‌ی طراحی تا استقرار یک ابزار مرتبط دارد و نقشی که آنها می‌توانند در تشخیص و درمان داشته باشند. (۲) اشتباهات و مضراتی که ممکن است به بیماران برسد که این مسئولیتها به کدام یک از این بازیگران معطوف می‌شود.

در حوزه‌ی حکمرانی، متولیان حکومتی در وزارت بهداشت و نهادهای متولی بایستی پاسخگویی بیشتری داشته باشند.

توسعه سلاحهای سایبری و نفوذ و کنترل زیرساختهای حیاتی

ناتوانی در کنترل هوش مصنوعی مافوق بشری (جایگزینی انسان با هوش مصنوعی)

از دست دادن ناهمگونی انسانی، مخاطرات اخلاقی، و عدم مسئولیت پذیری

کمپینهای اطلاعاتی نادرست در مقیاس کلان

علی رغم شناسایی نکات مثبت و منفی بکارگیری هوش مصنوعی، سازمان بهداشت جهانی (WHO) خواستار وضع قوانینی در مورد استفاده و سوء استفاده احتمالی از هوش مصنوعی در حوزه سلامت و مراقبت‌های بهداشتی شده است. برای مدیریت این خطرات، سازمان بهداشت جهانی شش ملاحظه کلیدی را برای تنظیمگری هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی بیان میکند که این ملاحظات عبارتند از:

۱- شفافیت و مستندسازی

۲- کیفیت داده‌ها

۳- حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها

۴- دقت در کاربردهای مورد نظر و اعتبارسنجی تحلیلی و بالینی

۵- مشارکت و همکاری مابین تمامی ذینفعان

۶- مدیریت ریسک

اما سوالی که هنوز باقی مانده است آن است که با وجود شناسایی ابعاد مختلف هوش مصنوعی در جهان، چگونه میتوانیم از هوش مصنوعی برای تحول دیجیتال و افزایش بهره‌وری در زمینه سلامت در ایران استفاده بهینه داشته باشیم؟ در پاسخ به این سوال بایستی دو نکته را مورد توجه قرار داد، (۱) هوش مصنوعی یک زیست بوم در دامنه تحول دیجیتال است که بایستی راهکار اصلی حل چالش مشکلات و گرانی بهداشت و درمان کشور باشد، (۲) هوش مصنوعی یک فناوری دگرگون ساز است که به سرعت در حال رشد بوده و پیامدهای بالقوه قابل توجهی به همراه اینترنت اشیا، فناوری‌های شناختی، علوم اعصاب، فناوری کوانتومی و ..... برای جامعه بشری دارد. به عبارت دیگر هوش مصنوعی دگرگون سازترین فناوری محسوب میشود و در سال‌های اخیر بخشهای متعددی در حوزه پزشکی را تحت تأثیر قرار داده است. عدم توجه به این دگرگونی میتواند کشور را از دیگه امنیت ملی آسیب پذیر نماید. لذا، واقع گرایی در خصوص ارکان زیست بوم هوش مصنوعی در ایران یک الزام است.

## ۴-۲- بررسی هوش مصنوعی از ابعاد اجتماعی

با توجه به مطالب بیان شده در بالا به نظر میرسد، یکی از نکات مهم در حوزه بکارگیری هوش مصنوعی در سلامت، لزوم اتخاذ سوگیری کلان در حوزه سلامت به منظور ایجاد یک نظام سلامت پایدار برای همه می‌باشد. برای رسیدن به این هدف بایستی به هوش مصنوعی از سه بعد اصلی توجه نمود: (۱) هوش مصنوعی قابل اعتماد، (۲) هوش مصنوعی اخلاقی و (۳) هوش مصنوعی انسان محور.

هوش مصنوعی قابل اعتماد (Trustworthy AI) در واقع به توسعه و استقرار سامانه‌های هوش مصنوعی اشاره دارد که اعتماد و مسئولیت پذیر هستند. هوش مصنوعی قابل اعتماد اطمینان حاصل میکند که سامانه‌های هوش مصنوعی به گونهای طراحی و مورد استفاده قرار میگیرند که اعتماد، شفافیت، انصاف و رفاه انسان را ارتقاء دهند. بطور خلاصه، در ادامه به آنها پرداخته شده است:

**قابلیت اطمینان:** سامانه‌های هوش مصنوعی باید قابل اعتماد باشند و دقیقاً برای اهدافی که طراحی شده اند عمل کنند و خطاها و سوگیری‌ها را به حداقل برسانند.

**شفافیت:** سامانه‌های هوش مصنوعی باید توصیف پذیر باشند و استدلال روشنی در پشت تصمیم‌ها و اقدامات خود ارائه دهند. کاربران و ذینفعان باید بتوانند درک کنند که سیستم هوش مصنوعی چگونه کار میکند و چرا نتایج خاصی را ایجاد می‌کند.

**کاهش تبعیض:** سامانه‌های هوش مصنوعی قابل اعتماد باید به گونه ای طراحی شوند که از تعصبات و تبعیض‌های ناعادلانه جلوگیری کنند. آنها باید با همه افراد منصفانه رفتار کنند، بدون اینکه هیچ گروه خاصی را بر اساس ویژگی‌هایی مانند نژاد، جنسیت یا وضعیت اقتصادی-اجتماعی مورد حمایت یا ضرر قرار دهند.

**حریم خصوصی:** سیستم‌های قابل اعتماد هوش مصنوعی باید به حریم خصوصی کاربر احترام بگذارند و داده‌ها را به شیوه‌های امن و مسئولانه اداره کنند. آنها باید به مقررات حفاظت از داده‌ها پایبند باشند و اطمینان حاصل کنند که اطلاعات شخصی به طور مناسب جمع آوری، ذخیره و استفاده می‌شود.

**مسئولیت پذیری:** سیستم‌های هوش مصنوعی باید در قبال اقدامات و تصمیماتشان پاسخگو باشند که شامل مکانیسم‌هایی برای شناسایی و رسیدگی به خطاها یا سوگیری‌ها، و همچنین خطوط روشن مسئولیت برای نتایج سیستم‌های هوش مصنوعی است.

**رفاه انسان:** هوش مصنوعی قابل اعتماد باید رفاه انسان را در اولویت قرار دهد و به نفع جامعه عمل کند. علاوه بر این، باید با هدف افزایش قابلیت‌های انسانی، ارتقای

ارزش‌های انسانی و در نظر گرفتن تأثیر اجتماعی گسترده تر طراحی و به کار گرفته شود. برای ارتقای هوش مصنوعی قابل اعتماد، ذینفعان مختلف، از جمله محققان، سیاست‌گذاران، رهبران صنعت، و سازمان‌های جامعه مدنی، باید برای توسعه دستورالعمل‌ها، استانداردها و چارچوب‌ها همکاری کنند. هدف این همکاری ایجاد اصول اخلاقی و فنی است که بر توسعه، استقرار و استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی حاکم است و اطمینان حاصل میکند که آنها با ارزش‌های انسانی و نیازهای اجتماعی همسو هستند.

هوش مصنوعی اخلاقی به معنای این است که سیستم‌های هوش مصنوعی باید با رعایت اصول و قوانین اخلاقی عمل کنند و تصمیماتی بگیرند که با ارزش‌های اخلاقی انسانها سازگار باشند. این مفهوم در حوزه هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفته است، زیرا با توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی قوی و پیچیده، مسائلی مانند تصمیمات اخلاقی و انتخاب‌های اخلاقی مطرح می‌شوند که نیازمند بررسی و توجه به جنبه‌های اخلاقی آنها می‌باشد:

**ارزش‌ها و اخلاق:** سیستم هوش مصنوعی اخلاقی باید قادر باشد ارزش‌ها و اصول اخلاقی را درک کند و در تصمیمات خود این ارزش‌ها را رعایت کند. این ارزش‌ها ممکن است شامل عدالت، حقوق بشر، عدم ضرر رسانی، حریم خصوصی و سایر ارزش‌های مورد توجه اجتماعی باشند.

**مسئولیت اخلاقی:** سیستم هوش مصنوعی اخلاقی باید مسئولیت اخلاقی بر تصمیمات و اقدامات خود داشته باشد. این به معنای آن است که سیستم باید به عنوان یک عامل اخلاقی شناخته شده و مسئولیت اثرات و پیامدهای اخلاقی تصمیمات خود را بپذیرد.

**تصمیمات اخلاقی:** سیستم هوش مصنوعی اخلاقی باید توانایی تصمیم‌گیری در مواردی که ارزش‌های اخلاقی درگیر هستند را داشته باشد. این شامل مواردی میشود که برای تصمیم‌گیری نیاز به انتخاب بین گزینه‌های متعارض را دارد.

**تفسیر و توجیه:** سیستم هوش مصنوعی اخلاقی باید بتواند تصمیمات و اقدامات خود را توجیه کند و توضیح دهد که چرا یک تصمیم خاص را انتخاب کرده است. این امر به کاربران و سایر افراد کمک می‌کند تا درک بهتری از رفتار سیستم داشته باشند و به ارزش‌های اخلاقی سیستم اعتماد کنند.

**توصیف پذیری:** سیستم هوش مصنوعی اخلاقی باید بتواند تصمیمات و اقدامات خود را توجیه کند و توضیح دهد که چرا یک تصمیم خاص را انتخاب کرده است. این امر به کاربران و سایر افراد کمک می‌کند تا درک بهتری از رفتار سیستم داشته باشند و به ارزش‌های اخلاقی سیستم اعتماد کنند.

**حفظ حریم خصوصی و امنیت:** سیستم هوش مصنوعی اخلاقی باید حریم خصوصی

افراد را رعایت کند و اطلاعات حساس را به طور محرمانه و امن از سوی کاربران مورد استفاده قرار دهد. این شامل جلوگیری از سوء استفاده از اطلاعات شخصی و حفظ امنیت سیستم در برابر حملات و نفوذهای خارجی است.

**همکاری با انسانها:** سیستم هوش مصنوعی اخلاقی باید قادر باشد با انسانها به طور اثربخش و اخلاقی همکاری کند. این شامل تفهیم نیازها و اهداف انسانی، تعامل موثر در فرایند تصمیم گیری و ارائه راهنمایی و پشتیبانی مناسب به انسانها است.

هرچند که هوش مصنوعی اخلاقی یک مفهوم مهم است، اما هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارد و چالشهای بسیاری را برای پژوهشگران و صنعتگران در این زمینه ایجاد میکند. این شامل مسائلی مانند تعریف دقیق ارزشها و اصول اخلاقی، پیادهسازی تصمیم گیری اخلاقی در سیستمهای هوش مصنوعی پیچیده، و مسائل حقوقی و قانونی مربوط به مسئولیت سیستمهای هوش مصنوعی می باشد.

هوش مصنوعی انسان محور، رویکردی در حوزه هوش مصنوعی است که انسان را در مرکز توسعه، استقرار و استفاده از سیستمهای هوش مصنوعی قرار میدهد، و سیستمهای هوش مصنوعی را به گونه ای طراحی و کنترل میکند تا با ارزشها، نیازها و بهره مندیهای انسان سازگاری داشته باشند و به جای جایگزین کردن، توانایی انسان را در انجام امور با رعایت ملزومات اخلاقی، مسئولیت پذیری و قابلیت اطمینان ارتقا دهند. برخی از جنبه‌های کلیدی هوش مصنوعی انسان محور عبارتند از:

**توانمندسازی کاربران:** هوش مصنوعی انسان محور به توانمندسازی کاربران و بهبود قابلیت‌های آنها توجه می کند. این رویکرد بر توسعه سیستمهای هوش مصنوعی کاربرپسند، ساده و قابل دسترسی تمرکز دارد تا افراد بتوانند به راحتی با فناوری تعامل کنند و آن را درک نمایند.

**ملاحظات اخلاقی:** هوش مصنوعی انسان محور نکات اخلاقی و ارزشها را در نظر می گیرد. این شامل مسائلی مانند عدالت، شفافیت، مسئولیت پذیری و حفظ حریم خصوصی است و تضمین می کند که سیستمهای هوش مصنوعی به صورت اخلاقی و مسئولانه عمل کنند.

**همکاری و هم آفرینی:** هوش مصنوعی انسان محور همکاری و هم آفرینی بین توسعه دهندگان هوش مصنوعی و کاربران را تشویق می کند. این شامل مشارکت از جانب افراد با پس زمینهها و تخصصهای مختلف در فرآیند طراحی و توسعه است تا نقطه نظرهای آنها در نظر گرفته شود و سیستمهای هوش مصنوعی نیازهای آنها را برآورده کنند.

**درک متناسب با زمینه:** هوش مصنوعی انسان محور هدف دارد زمینه ای که در آن سیستمهای هوش مصنوعی فعالیت می کنند را درک کند. این شامل عوامل اجتماعی،



فرهنگی، اقتصادی و محیطی است که بر استفاده و تأثیر عملکرد سیستم‌های هوش مصنوعی تأثیر می‌گذارد. این درک به کمک جلوگیری از عواقب ناخواسته و همچنین تضمین اینکه سیستم‌های هوش مصنوعی به شکلی کاملاً مناسب با زمینه و جمعیت مربوطه طراحی شوند.

**همکاری انسان-هوش مصنوعی:** هوش مصنوعی انسان محور بر تفاهم و همکاری بین انسان‌ها و سیستم‌های هوش مصنوعی تأکید می‌کند. این رویکرد به این اعتقاد است که فناوری هوش مصنوعی می‌تواند به تکمیل و ارتقای قابلیت‌های انسانی کمک کند و بهبود نتایج و تصمیم‌گیری را به ارمغان بیاورد.

**تأثیر اجتماعی و خیر عمومی:** هوش مصنوعی انسان محور به تأثیر و خیر عمومی فناوری هوش مصنوعی توجه دارد. این رویکرد به تأثیر سیستم‌های هوش مصنوعی روی افراد و جامعه توجه می‌کند و سعی می‌کند تأثیرات منفی را کمینه کرده و سودمندی‌های را بیشینه سازد.

هوش مصنوعی انسان محور به توسعه و استفاده مسئولانه و جامع از فناوری هوش مصنوعی تأکید می‌کند. این رویکرد نیازمند همکاری بین حوزه‌های مختلف از جمله محققان، سیاست‌گذاران، رهبران صنعت و سازمانهای جامعه مدنی است. با تأکید بر ارزش‌ها، نیازها و بهره‌مندی‌های انسانی، هوش مصنوعی انسان محور سعی در ایجاد سیستم‌های هوشمند معنادار، قابل اعتماد و سازگار با اهداف و آرزوهای مشترک ما دارد.

## ۳-۴- جمع بندی

در پایان سوالی که مطرح می‌شود آن است که با توجه به نکات مطرح شده چه باید کرد؟ اگر بخواهیم به این سوال دقیق پاسخ دهیم بایستی به نکات زیر توجه شود:

۱- آموزش عمومی سواد هوش مصنوعی برای تدارک جابجایی مشاغل نظام سلامت

۲- تهیه و آزادسازی داده‌های تمیز واقعی در علوم پزشکی

۳- تجمیع کارهای علمی فراوان انجام شده برای حوزه سلامت ایران

۴- تقویت رشته بین رشته‌ای دکترای هوش مصنوعی پزشکی

۵- توسعه بیشتر رباتهای دستیار و ایجاد زمینه توسعه بازار بین المللی

۶- توجه ویژه به هوش مصنوعی توضیح پذیر/اعتمادپذیر

۷- توجه به بازی شناختی و بازی سازی در بحث مراقبت‌های خودپایشی و بهداشتی

۸- طراحی یک نظام حاکمیت سلامت هوشمند و حاکمیت داده‌ها

۹- تنظیم بازار و توسعه راه حل‌های اقتصادی مقیاس بالا در توسعه هوش مصنوعی

۱۰- ایجاد یک زیست بوم بهینه در توسعه هوش مصنوعی در سلامت

۱۱- همکاری و درک متقابل جنبه‌های پزشکی و مهندسی هوش مصنوعی برای طراحی و اجرای سامانه‌های سلامت مبتنی بر هوش مصنوعی و شبکه سازی و اشتراک منابع

۱۲- ایجاد چهارچوب مدون هنگام طراحی یک سیستم سلامت دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی

۱۳- هوش مصنوعی انسان محور یک رویکرد ترجیحی است که باید توسط جامعه پزشکی اتخاذ شود.