# کاربرد سیستم‌های هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های پزشکی: مزایا و چالش‌ها

فرحناز صدوقی[1]، عباس شیخ طاهری[2]

**چکیده**

به دلیل پیچیدگی تصمیمات پزشکی، کاربرد سیستم‌های اطلاعاتی جهت پشتیبانی از این تصمیمات افزایش یافته است. در این بین، نقش سیستم‌های هوشمند در یاری رسانی به پزشکان برجسته است. در این مقاله، به بررسی قابلیت این سیستم‌ها در پزشکی پرداخته شده است و مهم‌ترین چالش‌های به کارگیری این سیستم‌ها مورد بحث قرار گرفته است. محدودیت تکنولوژی، هزینه‌ی سیستم، نگهداری متخصصین در سازمان، وارد کردن داده‌های بیمار در سیستم، مشکلات کسب دانش، مدل سازی دانش پزشکی، تأیید عملکرد سیستم، توصیه‌های اشتباه و مسؤولیت در برابر خطا، محدودیت حوزه‌ی عملیاتی هوش مصنوعی و ضرورت یکپارچگی آن با فعالیت‌های جاری از جمله چالش‌های پیش روی به کارگیری این نوع سیستم‌ها است که مستلزم ارایه‌ی راهکار یا پاسخ‌های مناسب می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** هوش مصنوعی؛ سیستم خبره؛ شبکه‌ی عصبی؛ تصمیم‌گیری پزشکی با کمک کامپیوتر.

**نوع مقاله:** کوتاه

*دریافت مقاله: ۸۸/۷/۱۱* *اصلاح نهایی: ۸۹/۵/۱۲* *پذیرش مقاله: ۸۹/۶/۱۰*

**ارجاع:** صدوقی فرحناز، شیخ طاهری عباس. **کاربرد سیستم‌های هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های پزشکی: مزایا و چالش‌ها.** مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۰؛ ۸ (۳): ۴۴۵-۴۴۰.

**مقدمه**

امروزه به دلیل گسترش دانش و پیچیده‌تر شدن تصمیم‌گیری، استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی به خصوص سیستم‌های هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) در حمایت از تصمیم‌گیری اهمیت بیشتری یافته است (۱). هوش مصنوعی به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که می‌توانند رفتارهایی (واکنش‌هایی) مشابه رفتارهای هوشمند انسانی (از جمله درک شرایط پیچیده، شبیه سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسان و پاسخ موفق به آن، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسایل) داشته باشند (۳-۱). گسترش دانش در حوزه‌ی پزشکی و پیچیدگی تصمیمات مرتبط با تشخیص و درمان (به عبارتی حیات انسان) توجه متخصصین را به استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در امور پزشکی جلب نموده است. در این بین، استفاده از انواع مختلف سیستم‌های هوشمند در پزشکی رو به افزایش است (۵، ۴)؛ به طوری که امروزه تأثیر انواع سیستم‌های هوشمند در پزشکی مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۱-۶).

به رغم مزایای زیاد، استفاده از این سیستم‌ها در پزشکی با چالش‌های زیادی رو به رو است که هدف اصلی این مقاله بحث در خصوص چالش‌های پیش روی به کارگیری این نوع سیستم‌ها به خصوص سیستم خبره و شبکه‌ی عصبی مصنوعی است.

**شرح مقاله**

*کاربرد سیستم‌های هوشمند در پزشکی:*

سیستم‌های هوشمند (سیستم خبره و شبکه‌ی عصبی) دارای ساختار، اجزا و قابلیت‌هایی هستند که در مجموع قابلیت تصمیم‌گیری را ارتقا می‌دهند (۱۲)؛ به همین دلیل، از آن‌ها در موارد بسیاری در پزشکی استفاده شده است که در ادامه به

۱. دانشیار، مدیریت اطلاعات بهداشتی درمانی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۲. دانشجوی دکتری، مدیریت اطلاعات بهداشتی درمانی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. (نویسنده‌ی مسؤول)

Email: a_shtaheri@razi.tums.ac.ir



www.mui.ac.ir

برخی از این موارد اشاره می‌شود. در مطالعه‌ای به منظور بهبود کیفیت کمک‌های اولیه از سیستم خبره استفاده شد که طبق نتایج آن، گروهی که از سیستم خبره استفاده کرده بودند، به طور تقریبی در تمام عملکردها، بین ۳/۸ تا ۷۰/۱ درصد عملکرد بهتری داشتند (۱۳).

در مطالعه‌ی دیگری از سیستم خبره برای تشخیص انواع سردرد استفاده شد و ارزیابی آن نشان داد که این سیستم قادر است ۹۴/۴ درصد انواع میگرن (شامل سردرد فشاری) و ۹۳ درصد سندروم‌های روزانه را به درستی تشخیص دهد. به طور کلی، صحت تشخیص این سیستم ۸۹ درصد بود (۱۴). همچنین در مطالعه‌ای برای تشخیص و طبقه‌بندی ضربان‌های آریتمیک و ایسکمیک قلب از این سیستم‌ها استفاده شد. نتایج مطالعه، صحت ۹۰/۴ درصدی در تشخیص ضربان ایسکمیک و صحت ۹۴/۴ درصدی در تشخیص ضربان‌های آریتمیک را نشان داد (۱۵).

در مطالعه‌ی دیگری از شبکه‌ی عصبی برای تشخیص و تمییز انواع استرابیسموس (لوچی چشم)استفاده شد. این سیستم به صورت مبتنی بر وب است (www.strabnet.com) و پزشک می‌تواند به راحتی پس از معاینه‌ی بیمار، اطلاعات را وارد سیستم کند. ارزیابی این سیستم نشان داده است که دقت آن برای داده‌های واقعی ۱۰۰ درصد است (۱۶).

در مطالعه‌ی دیگری از ترکیب سیستم خبره و هوش مصنوعی برای مشخص کردن متغیرهای درمانی و بهینه سازی آن برای بیماران جدید استفاده شد. طبق نتایج مطالعه، ۹۶ درصد برنامه‌های پرتو درمانی توصیه شده توسط سیستم نسبت به درمان انجام شده توسط دوزیمتریست، قابل قبول بود (۱۷). از سیستم‌های هوش مصنوعی در تشخیص انواع سرطان، پیش‌بینی میزان بقا، نتیجه‌ی بیوپسی، پیش‌بینی عود و متاستاز استفاده شده است (۱۸). برای نمونه، در مطالعه‌ای مشخص شد که شبکه‌ی عصبی می‌تواند با صحت ۷۰ درصدی، خوش‌خیم یا بدخیم بودن ضایعات پستان را بدون بیوپسی تشخیص دهد (۱۹).

## بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات فراوان، قابلیت سیستم‌های هوش مصنوعی را در پشتیبانی از تصمیمات پزشکی نشان داده است. یکی از مزایای این سیستم‌ها، در نظر گرفتن راه حل‌های متنوع‌تر است (۱). هوش مصنوعی به پزشک کمک می‌کند تا متغیرهای بیشتر و متنوع‌تری را در زمان تشخیص بیماری یا انتخاب درمان در نظر بگیرد. به عبارتی، با توجه به محدودیت یادآوری ذهن، پزشک ممکن است تمام متغیرهای لازم برای تصمیم‌گیری (برای نمونه علایم یا نتایج آزمایش‌ها) را در آن واحد در نظر نگیرد یا آن‌ها را فراموش کند یا در پی کسب اطلاعات در خصوص آن نباشد. اما از آنجا که روابط بین این متغیرها در زمان طراحی سیستم در آن لحاظ می‌گردد، بنابراین احتمال نادیده گرفتن برخی از این عوامل یا در نظر گرفتن تأثیر آن‌ها کمتر/ بیشتر از حد معقول، کاهش می‌یابد. بنابراین با توجه به کیفیت تعریف این روابط، می توان انتظار داشت تا تصمیمات پزشکان دقیق‌تر شود.

وجود متغیرهای زیاد و ناشناخته به معنی پیچیدگی بیشتر تصمیم‌گیری است. به کمک این سیستم‌ها، می‌توان متغیرهای بیشتری را در تصمیم‌گیری دخالت داد. همچنین می‌توان با شبکه‌ی عصبی متغیرهای ناشناخته، روابط ناشناخته بین متغیرها و همچنین متغیرهایی با تأثیر ناشناخته بر متغیر نتیجه را در نظر گرفت. بدین ترتیب با استفاده از این سیستم‌ها، می‌توان دقت بیشتر در تصمیم‌گیری‌های پیچیده‌تر را انتظار داشت (۳، ۲). برای نمونه، جهت تصمیم‌گیری برای ارجاع بیمار مبتلا به سکته‌ی قلبی به سایر بیمارستان‌ها، متغیرهای زیادی (مانند وضع عمومی بیمار، تحمل مسافت و غیره) باید مد نظر قرار گیرد که اتخاذ تصمیم را بسیار پیچیده می‌کند. اما می‌توان با در نظر تمام این متغیرها در سیستم‌های هوشمند، به پزشک در اتخاذ تصمیم صحیح کمک کرد (۷).

استفاده از منطق خبرگان و کنترل دانش، از دیگر مزایای این سیستم‌ها است. در زمان طراحی سیستم‌های خبره‌ی پزشکی، دانش تخصصی در زمینه‌ی مورد نظر از خبرگان آن موضوع (یا راهنماهای بالینی) استخراج و وارد پایگاه دانش



www.mui.ac.ir

می‌شود. این موضوع به این معنی است که دانش و تجربه‌ی متخصصین در زمینه‌های مختلف مانند بیماری‌های نادر را می‌توان در تصمیم‌گیری افراد مختلف وارد نمود که این موضوع می‌تواند منجر به کاهش ترس (ناشی از فقدان دانش و مهارت یا تنها بودن) و افزایش اعتماد به نفس شود (۱۳).

با توجه به وفور و تداخل متغیرها در تصمیمات پزشکی، پزشکان می‌توانند با به کارگیری سیستم‌های هوش مصنوعی سریع‌تر و یکدست‌تر تصمیم‌گیری نمایند و وقت خود را بیشتر صرف ارزیابی تصمیم نمایند (۲، ۱).

در نهایت، با این سیستم‌ها، سرعت تحلیل و دسترسی به توصیه‌ها در هر زمان و مکان افزایش می‌یابد (۳) که در خصوص تصمیمات پزشکی از اهمیت زیادی برخوردار است. برای نمونه، پیش‌بینی خوش‌بیم یا بدخیم بودن ضایعه بدون انجام بیوپسی، یا پیش‌بینی درست عود یا متاستاز سرطان (۱۸) باعث می‌شود تا پزشکان بتوانند سریع‌تر به درمان یا پیشگیری اقدام کنند.

با وجود مزایای زیاد، به کارگیری سیستم‌های هوش مصنوعی در پزشکی با موانع و چالش‌های بسیار زیاد و جدی روبه‌رو است. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به محدودیت تکنولوژی و هزینه‌ی سیستم اشاره کرد. از طرفی، عملکرد آن‌ها مستلزم به روز رسانی مداوم است (۲). برخی بر این باورند که وابستگی به سیستم هوشمند ممکن است در بلند مدت میزان ابتکار را کاهش دهد (۲). همچنین استفاده از این سیستم‌ها، مستلزم وارد کردن داده‌های بیمار در سیستم به منظور دریافت توصیه‌های تشخیصی یا درمانی است. این موضوع بدین معنی است که پزشک باید اطلاعات بیمار را یک بار در این سیستم و بار دیگر در پرونده‌ی بیمار (دستی یا الکترونیک) وارد نماید. تکرار ورود اطلاعات در سیستم‌های مختلف می‌تواند مانعی برای استفاده از این سیستم‌ها باشد؛ مگر اینکه داده‌های بیمار به صورت الکترونیک در پرونده‌ی بیمار وجود داشته باشد و بتوان از این سیستم‌ها همراه با پرونده‌ی الکترونیک به طور یکپارچه استفاده کرد.

از دیگر چالش‌های مهم پیش روی سیستم‌های هوشمند، مشکلات مربوط به کسب دانش است. برای طراحی سیستم خبره، مشکلاتی در فرایند مهندسی دانش وجود دارد، از جمله اینکه «متخصصین حوزه چه کسانی هستند؟ آیا بین آن‌ها در مورد راه حل مشکل توافق وجود دارد؟ آیا آن‌ها از رویکردهای یکسان استفاده می‌کنند؟ آیا آن‌ها تمایل کار با مهندس دانش را دارند؟ علاوه بر این موارد، مهندس دانش چگونه باید دانش خبرگان را استخراج کند؟ آیا خبرگان دانش ناقص یا غلط در اختیار مهندس دانش قرار می‌دهند؟»

در طراحی شبکه‌ی عصبی نیز چنین مشکلاتی وجود دارد: «چه نمونه‌هایی باید برای آموزش سیستم استفاده شود؟ چه متغیرهایی از نمونه‌ها باید برای آموزش سیستم به کار رود؟ آیا خبرگان باید این متغیرها را تعیین کنند؟ آیا این دانش به روز است؟» در حوزه‌ای مانند پزشکی، در صورتی که کاربران به پایگاه دانش سیستم اعتماد نداشته باشند، یا آن را به روز ندانند، آن سیستم نمی‌تواند موفق گردد. بنابراین ضروری است که فرایند انتخاب خبرگان بسیار دقیق باشد و سیستم به تناسب رشد سریع دانش پزشکی از طریق معرفی قواعد جدید یا آموزش مداوم از طریق نمونه‌های آزمایشی جدید به طور مداوم به روز گردد (۲۰، ۳، ۲).

از دیگر مشکلاتی که منجر به پیچیدگی کسب دانش می‌شود، کمبود روش‌های استاندارد برای بیان شرایط بالینی به صورت قابل فهم برای کامپیوتر (مدل سازی دانش پزشکی) است (۲۰). برای ایجاد پایگاه دانش، باید شرایط بالینی مد نظر به صورت قابل فهم برای کامپیوتر تبدیل شود، اما تصویر کردن پزشکی در این قالب ساده نیست و به مدل سازی‌های پیچیده نیاز دارد، از جمله اینکه «چه داده‌هایی از بیمار مرتبط با آن تصمیم است؟ در ارتباط با آن تصمیم چه مفاهیمی وجود دارد؟ ارتباط این مفاهیم چگونه است؟ چه استراتژی‌هایی باید برای حل این مسأله استفاده شود؟ در این استراتژی‌ها چگونه باید از دانش مربوط استفاده کرد؟» (۲۰)

تأیید عملکرد سیستم یکی از مهم‌ترین چالش‌های این سیستم‌ها است. به طور معمول عملکرد این سیستم‌ها با استاندارد طلایی مقایسه می‌شود و اغلب این استاندارد طلایی



www.mui.ac.ir

خود متخصصین هستند. در مواردی توافق در خصوص این استاندارد بسیار سخت است، زیرا بسیاری از متخصصین در مورد تشخیص یا درمان توافق ندارند (۲۰). از طرفی، سؤال مهم این است که کدام متخصصین باید در ارزیابی سیستم شرکت کنند؟ آن‌هایی که خود پایگاه دانش را طراحی کرده‌اند؟ اگر خود خبرگان صحت سیستم را بررسی کنند و به عبارتی توصیه‌ی سیستم با توصیه‌ی آنان (به عنوان استاندارد طلایی) مقایسه شود، ممکن است صحت سیستم، بالاتر به نظر آید. از طرفی، اگر متخصصین دیگر ارزیابی را انجام دهند، اختلاف آن‌ها با سیستم می‌تواند ناشی از اختلاف آن‌ها با طراحان پایگاه دانش باشد ولی ناشی از ضعف سیستم قلمداد شود.

از سوی دیگر، چه میزان صحت را باید مناسب در نظر گرفت؟ آیا صحت ۹۰ درصدی سیستم خبره برای توصیه‌ی تشخیص مناسب است؟ صحت ۹۰ درصدی تشخیص به معنی ۱۰ درصد تشخیص غلط و پیرو آن درمان غلط است. اکثر سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی مکانیزمی برای کنترل صحت توصیه‌های خود ندارند. این موضوع علاوه بر این که می‌تواند منجر به بی‌اعتمادی کاربران شود، تعیین مسؤول در برابر توصیه‌های اشتباه را بسیار سخت می‌کند (۳). در واقع، در صورت اشتباه در توصیه‌های سیستم چه کسی را باید مسؤول دانست؟ طراح سیستم، افراد خبره، مهندس دانش یا پزشکی که از سیستم استفاده کرده است؟ بنابراین، موضوعات اخلاقی و قانونی متعاقب استفاده از این سیستم‌ها، از جمله مسایل بسیار مهم است که باید مورد توجه قرار گیرد.

سیستم‌های هوش مصنوعی در حوزه‌ی مشخصی کاربرد دارند و برای نمونه جهت تشخیص یک بیماری خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موضوع سؤالاتی را پیش می‌آورد: «آیا برای تمام بیماری‌ها چنین سیستم‌هایی مورد نیاز است؟ در مورد کدام بیماری‌ها باید چنین سیستم‌هایی را طراحی کرد؟ آیا سیستم‌های مختلف برای تشخیص‌های مختلف باید با یکدیگر یکپارچه شوند؟ یکپارچگی آن‌ها چگونه باید انجام شود؟ آیا باید پایگاه دانش جامع و مشترک در حوزه‌های مختلف طراحی گردد؟» در ظاهر این موارد باعث شده‌اند تا سیستم‌های هوش مصنوعی به طور عمومی در قالب امور پژوهشی مطرح باشند و کمتر دیده می‌شود که چنین سیستم‌هایی به طور واقعی در عمل مورد استفاده قرار گیرند. در صورتی که این سیستم‌ها باید با امور بالینی جاری ادغام شوند تا بتوان انتظار داشت که بر کیفیت تصمیم‌ها تأثیر بگذارند (۲۰).

به طور خلاصه، هوش مصنوعی دارای پتانسیل‌های زیادی برای بهبود تصمیم‌گیری‌های پزشکی است، اما اجرای موفق این نوع سیستم‌ها در پزشکی، علاوه بر توجه به اصول مورد نیاز برای هر سیستم اطلاعاتی دیگر از جمله توجه به عوامل سازمانی، رفتاری، فرهنگی، مدیریتی، اقتصادی، آموزشی و فنی، مستلزم موارد دیگری است. در این مقاله، مهم‌ترین چالش‌ها و سؤالات پیش رو در حوزه‌ی کاربرد هوش مصنوعی در پزشکی مورد بحث قرار گرفت که لازم است توسط اندیشمندان، صاحب‌نظران و پژوهشگران مورد بررسی قرار گیرد و راهکارها یا پاسخ‌های مناسب برای آن‌ها ارایه شود؛ تا بتوان انتظار داشت که کاربرد این نوع سیستم‌ها در حرفه‌ی پزشکی افزایش یابد.

## References


1. McLeod R. Management information systems. 7th ed. New York: Prentice Hall; 1998.
2. Zwass V. Management information systems. New York: Wm. C. Brown; 1992.
3. Turban E, Rainer RK, Potter RE. Introduction to information technology. New Jersey: John Wiley & Sons; 2005.
4. Sheikhtaheri A. Application of expert systems in clinical decisions. Proceedings of the 2nd Health Management Congress: Fara Organization; 2008 Oct 29-30; Tehran, Iran; 2008.
5. Sadoughi F. Decision support systems in health. Proceedings of the 3rd Health Management Congress: Fara Organization; 2009 Jan 18-19; Tehran, Iran; 2009.
6. Schmidt R, Gierl L. Case-based reasoning for antibiotics therapy advice: an investigation of retrieval algorithms and prototypes. Artif Intell Med 2001; 23(2): 171-86.




www.mui.ac.ir

7. Chi CL, Street WN, Ward MM. Building a hospital referral expert system with a prediction and optimization-based decision support system algorithm. J Biomed Inform 2008; 41(2): 371-86.
8. Babuska R. Neuro-fuzzy methods for nonlinear system identification. Annual Reviews in Control 2003; 27(1): 73-85.
9. Pedrycz W, De Oliveira JV. An algorithmic framework for development and optimization of fuzzy models. Fuzzy Sets and Systems 1996; 80(1): 37-55.
10. Goletsis Y, Papaloukas C, Fotiadis DI, Likas A, Michalis LK. Automated ischemic beat classification using genetic algorithms and multicriteria decision analysis. IEEE Trans Biomed Eng 2004; 51(10): 1717-25.
11. Garibaldi JM, Ifeachor EC. Application of simulated annealing fuzzy model tuning to umbilical cord acid-base interpretation. Fuzzy Systems, IEEE 1999; 7(1): 72-84.
12. Sadoughi F, Sheikhtaheri A. Knowledge-based systems and artificial intelligence. In: Sheikhtaheri A, Editors. Management information systems (concepts, structure, development and evaluation).Tehran: Jeafari Publication; 2010: 158-185.
13. Ertl L, Christ F. Significant improvement of the quality of bystander first aid using an expert system with a mobile multimedia device. Resuscitation 2007; 74(2): 286-95.
14. Maizels M, Wolfe WJ. An expert system for headache diagnosis: the Computerized Headache Assessment tool (CHAT). Headache 2008; 48(1): 72-8.
15. Exarchos TP, Tsipouras MG, Exarchos CP, Papaloukas C, Fotiadis DI, Michalis LK. A methodology for the automated creation of fuzzy expert systems for ischaemic and arrhythmic beat classification based on a set of rules obtained by a decision tree. Artif Intell Med 2007; 40(3): 187-200.
16. Fisher AC, Chandna A, Cunningham IP. The differential diagnosis of vertical strabismus from prism cover test data using an artificially intelligent expert system. Med Biol Eng Comput 2007; 45(7): 689-93.
17. Wells DM, Niederer J. A medical expert system approach using artificial neural networks for standardized treatment planning. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1998; 41(1): 173-82.
18. Abbod MF, Catto JW, Linkens DA, Hamdy FC. Application of artificial intelligence to the management of urological cancer. J Urol 2007; 178(4 Pt 1): 1150-6.
19. Niruii M, Abdolmaleki P, Giti M. A combine simulation model for ANN genetic algorithms for differentiating benign and malignant breast lesions. Iranian Journal of Medical Physics 2006; 3(13): 67-80.
20. Shortliffe EH, Perreault LE. Medical informatics: computer applications in health care and biomedicine. New York: Springer; 2001.




www.mui.ac.ir

# Applications of Artificial Intelligence in Clinical Decision Making: Opportunities and Challenges

*Farahnaz Sadoughi[1], PhD; Abbas Sheikhtaheri[2]*

## Abstract

Due to the complexity of medical decision making, the application of information systems to support clinical decisions has increased. In this regard, the role of artificial intelligence (AI) is significant. This article discusses the opportunities and challenges of these systems. Technology limitations, cost, expert maintenance, clinical data entry, some issues in knowledge acquisition and knowledge engineering, modeling of medical knowledge, accuracy of the systems and the methods to validate the systems, errors in the systems and accountability, the limited scope of the systems, as well as the necessity of integrating AI systems in routine practice are the main challenges that should be overcome or adequately answered to increase the application of these systems.

**Keywords:** Artificial intelligence; Expert System; Neutral Networks (Computer); Medical Decision Making; Computer-Assisted.

**Type of article:** Short Article

*Received: 3 Oct, 2009* *Accepted: 1 Sep, 2010*

**Citation:** Sadoughi F, Sheikhtaheri A. **Applications of Artificial Intelligence in Clinical Decision-Making: Opportunities and Challenges.** Health Information Management 2011; 8(3): 445.

1. Associate Professor, Health Information Management, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. PhD Student, Health Information Management, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. (Corresponding Author) Email: a_shtaheri@razi.tums.ac.ir



www.mui.ac.ir