

# هوش مصنوعی و ژنتیک

● هانیه پورکلهر  
کارشناسی ارشد ژنتیک، کلینیک ژنتیک



● دکتر داریوش فرهود  
متخصص ژنتیک، کلینیک ژنتیک، دانشکده  
بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران،  
مدیر گروه علوم پایه / اخلاق، فرهنگستان  
علوم پزشکی ایران



## چکیده

تحقق کامل آن هنوز راه طولانی در پیش است.  
کلمات کلیدی: هوش مصنوعی، ژنومیک، درمان، پیشرفت

## مقدمه

امروزه نیز می‌توان کاربردهای هوش مصنوعی را در زندگی روزمره مشاهده کرد. برای مثال برخی از چراغ‌های راهنمایی رانندگی هوشمند با محاسبه زمان مورد نیاز برای توقف خودروها در پشت چراغ قرمز از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند.

غلط یاب گوشی‌های هوشمند کلماتی را که نادرست نوشته شده‌اند را شناسایی و آن را با کلمه درست جایگزین می‌کنند. آن‌ها شیوه نگارش شما را یاد می‌گیرند و کلماتی مناسب را برای تکمیل جمله ارائه می‌دهند.

دستیارهای صوتی گوگل (Google Now)، اپل (Siri) و مایکروسافت (Cortana) به سؤالات و درخواست‌های شما پاسخ می‌دهند و در هنگام رانندگی تنها با گوش سپردن به سخنان شما؛ برای دوستانان پیامک می‌نگارد و ارسال می‌کند. همچنین با شناختی که از شما دارند (مانند سلیقه) به بررسی رستوران‌های نزدیک مورد علاقه شما می‌پردازند و بهترین رستوران را پیشنهاد می‌دهند (۳ و ۴). همچنین برخی از موتورهای جستجوگر مانند گوگل شیوه

هوش مصنوعی (AI) حاصل توسعه سیستم‌های رایانه‌ای است که قادر به انجام وظایفی هستند که به طور معمول به هوش انسان نیاز دارند.

هوش مصنوعی (AI) ابزاری گسترده است که افراد را قادر می‌سازد تا در مورد چگونگی تجزیه و تحلیل داده‌ها و استفاده از بینش‌های حاصل شده برای بهبود تصمیم‌گیری، استفاده کنند و این امر در حال گسترش و تغییر شکل به همه ابعاد زندگی است. هوش مصنوعی در بسیاری از زمینه‌های تحقیقاتی، از جمله ژنومیک، کاربرد دارد.

شاخه ژنومیک مجموعه داده‌های عظیمی را ایجاد می‌کند که در کشف و توسعه داروهای درمانی جدید بالقوه مورد استفاده قرار می‌گیرند. هوش مصنوعی (AI) در این زمینه از مطالعه بسیار ارزشمند است زیرا زمان رسیدن به اطلاعات از بینش را تسریع می‌کند. هوش مصنوعی می‌تواند برای پیشبرد «از داده‌ها به دانش» استفاده شود.

آینده می‌تواند تغییرات و تحولات زیادی را برای هوش مصنوعی مشاهده کند. هوش مصنوعی دارای کاربردهای فراوانی در ژنومیک است و می‌تواند شناسایی هدف دارو و توسعه داروهای بالقوه جدید را تسهیل کند. فرآیندهای تحلیلی به پیشرفت مطالعه ژنومیک کمک کرده است، اما تا



میلیاردها سال است که نوآوری‌های سودمند در زندگی بر روی کره زمین، از تغییرات ژن‌ها حاصل شده و این تغییرات توسط انتخاب طبیعی یا دیگر نیروهای تکاملی به نسل‌های بعدی منتقل شده است. هوش برای اجداد بشر، امتیازی جهت بقا محسوب می‌شد. در نتیجه با گذشت زمان، مغز بزرگ‌تر شده و امروزه بشر از آن برای اختراع فناوری‌های جدید و بهبود کیفیت زندگی خود از طریق تغییر محیط پیرامون خود استفاده می‌کند. امروزه دانش بشر در زمینه زیست‌شناسی در سطح مولکولی و سلولی، به سرعت در حال رشد است. این پیشرفت به همراه رشد نمایی فناوری‌های الکترونیکی و رایانه‌ای، متفکران بزرگ جهان را به فکر ظهور هوش مصنوعی در مقیاس گسترده و تاثیرات آن بر روی بشریت انداخته است. ساخت ربات‌هایی هوشمند و حساس در راه است و افرادی مانند بیل گیتس و آلون ماسک در تلاشند تا از آسیب دیدن جامعه بشری از توسعه هوش مصنوعی جلوگیری کنند. هدف بشر از ساخت ماشین‌ها، جایگزین کردن آن‌ها در مأموریت‌های خطرناک نظیر نجات افراد از آتش سوزی می‌باشد. ولی می‌بایست اقداماتی امنیتی نیز در نظر گرفت تا در صورت پیشی گرفتن هوش مصنوعی از انسان، بشریت به خطر نیفتاده و برده ماشین‌ها نشود (۷). با توسعه هوش مصنوعی، انتظار می‌رود که فناوری ماشینی با بشر ادغام شود. این فرآیند هم اکنون نیز آغاز شده است. کاشت پمپ‌های تزریقی کننده دارو، تنظیم کننده‌های ضربان قلب و دیگر ابزارها امروزه امری رایج می‌باشد و روزی خواهد رسید که اندام‌های مصنوعی نظیر قلب، کبد و کلیه ماشینی، به اندام‌های اهدایی ترجیح داده خواهد شد. به دنبال این پیشرفت‌ها، چشم‌ها، گوش‌ها و اندام‌های بیونیک با ظاهری زیبا و عملکرد کامل ساخته خواهد شد، امکان افزایش ظرفیت حافظه وجود خواهد داشت و می‌توان اینترنت را مستقیماً به مغز انسان متصل کرد (۴ و ۶).



جستجو نمودن شما را یاد می‌گیرند و متناسب با آنچه که به دنبال آن می‌گردید، نتایج را شخصی سازی می‌کنند. از دیگر کاربردهای هوش مصنوعی می‌توان تطابق دادن اثر انگشت‌ها یا چهره‌ها برای باز نمودن قفل امنیتی گوشی‌های هوشمند را نام برد. در حال حاضر نرم افزارهایی با استفاده از یادگیری ماشینی ساخته شده‌اند که قادر به تشخیص و توصیف اجسام درون تصویر و تشخیص حالات (احساسات) از روی صورت هستند. شرکت‌های بزرگی مانند گوگل و مایکروسافت نیز اقدام‌هایی در مورد توسعه پروژه‌هایی مانند سیستم تشخیص اجسام درون تصویر نیز انجام داده‌اند؛ اما تا به حال آن را برای استفاده عموم منتشر نکرده‌اند. از معروف‌ترین پروژه‌های بینایی ماشین با قابلیت تشخیص اشیاء، می‌توان پروژه Image Identification شرکت Wolfram را نام برد (۵).

## □ بحث

### نقش هوش مصنوعی در ژنتیک

کارشناسان از نقش پر رنگ هوش مصنوعی، در افزایش سرعت و دقت تعیین توالی ژنتیکی و کاهش ریسک خطاهای انسانی سخن می‌گویند.

یکی از حوزه‌هایی که در آن، یادگیری ماشین در حال پیشرفت عظیمی است، مطالعه مجموعه کامل ژن‌ها درون یک ارگانیسم است. در حالی که موضوعاتی نظیر سلامت انسان، توجه زیادی را در این سال‌ها به خود جلب کرده است؛ تعیین توالی ژنتیکی و تجزیه و تحلیل آن نیز می‌تواند انقلابی چشمگیر در عرصه کشاورزی و دامداری ایجاد کند. پژوهشگران با کمک ابزاری نظیر هوش مصنوعی و به روشی سریع‌تر، ارزان‌تر و دقیق‌تر خواهند توانست توالی DNA را تعیین کرده و آن را تحلیل کنند و در نتیجه، می‌توانند دیدگاهی بهتر نسبت به طرح‌های ژنتیکی خاص به دست آورند. با این بینش، آن‌ها قادر خواهند بود در مورد مراقبت از موجوداتی که ممکن است در آینده آسیب پذیرتر باشد یا جهش‌های ژنتیکی که ممکن است موجب بروز بیماری‌های مختلفی شوند و راه‌های مقابله با آن تصمیم‌گیری کنند (۵ و ۶).

از آنجا که ریشه بسیاری از بیماری‌های افراد در ارتباط با مسائل ژنتیکی است، درک بهتر آرایش ژنتیکی انسان، برای سال‌های متمادی مورد توجه متخصصان قرار گرفته بود. اما متأسفانه به دلیل پیچیدگی و حجم بالای داده‌های مورد نیاز، روند پیشرفت‌ها در این عرصه متوقف گردید. با پیشرفت‌های رخ داده در کاربردهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، پژوهشگران از طریق تعیین توالی ژنتیکی و ویرایش ژن، می‌توانند داده‌های ژنومی را بهتر تفسیر کرده و نهایتاً در مورد آن‌ها تصمیم‌گیری کنند.

توالی ژنوم، یک ترتیب خاص از بلوک‌های سازنده شامل G، A، T، C در یک موجود زنده است. ژنوم انسان، ۲۰ هزار ژن و بیش از ۳ میلیون جفت پایه از حروف ژنتیکی یاد شده را داراست و تعیین توالی ژنوم، گامی مهم برای درک آن محسوب می‌شود. آخرین فناوری این حوزه با نام (تعیین توالی با بازدهی بالا، به ما امکان تعیین توالی DNA را طی تنها یک روز خواهد داد؛ فرآیندی که انجام آن برای اولین بار، حدود یک دهه زمان برد. وقتی این تغییرات DNA در سطح سلولی انجام شود، این فرآیند ویرایش ژن خوانده می‌شود (۷).

### داروها و درمان‌های مختص به فرد

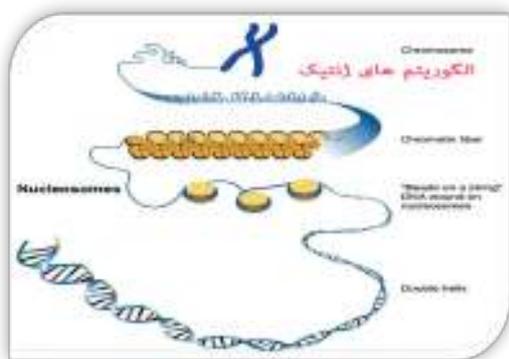
یکی از جالب‌ترین جنبه‌های فناوری ژنتیک، توسعه پزشکی شخصی است. این حوزه، خدمات پزشکی مختص به یک بیمار یا جمعیتی از افراد با ساختار ژنتیکی مشابه را امکان‌پذیر می‌سازد و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۰، درآمد آن به حدود ۸۷ میلیارد دلار برسد. در دوران گذشته، هزینه و تکنولوژی از عوامل محدود کننده در پیاده‌سازی پزشکی شخصی محسوب می‌شد؛ اما تکنیک‌های یادگیری ماشین، به غلبه بر این موانع کمک خواهند کرد. ماشین‌ها به شناسایی الگوها در مجموعه داده‌های ژنتیکی کمک می‌کنند و پس از آن، مدل‌های رایانه‌ای می‌توانند درباره احتمال وقوع یک بیماری یا واکنش به تداخلات دارویی در مورد افراد، پیش‌بینی لازم را انجام دهند (۷ و ۸).

### هوش مصنوعی قادر به تسریع فرآیند تعیین توالی ژنتیکی و ویرایش آن خواهد بود

ابزار جدید گوگل با نام Deep Variant، از جدیدترین تکنیک‌های هوش مصنوعی برای تبدیل HTS (Human Terrain System) به تصویری دقیق‌تر از یک ژنوم کامل بهره می‌برد. از زمان ظهور HTS در اواسط دهه ۲۰۰۰، این ابزار گوگل قادر به تشخیص دادن جهش‌های ژنتیکی کوچک از میان خطاهای تصادفی بود (۶).

با این که امروزه می‌توانیم توالی ژن‌ها را به سرعت بازخوانی کنیم؛ اما هنوز در مورد این که این ژن‌ها چه اطلاعاتی را در اختیار ما قرار می‌دهند، دانش چندانی نداریم. یک شرکت نوپای کانادایی با نام Deep Genomics، به تازگی استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی را برای رمزگشایی از معنای ژنوم آغاز کرده است تا بتواند بهترین روش‌های درمانی را برای یک فرد بر اساس DNA سلولی مختص او، تشخیص دهد. الگوریتم‌های یادگیری ساخت این شرکت، جهش‌ها را بررسی می‌کند و از نتیجه صدها هزار نمونه جهش دیده شده دیگر، برای پیش‌بینی یک جهش احتمالی استفاده می‌کند (۹).

در حالی که آمار جدید ابتلا به سرطان به میلیون‌ها نفر در سال می‌رسد؛ شیمی درمانی و داروها، همواره نتوانسته‌اند در درمان آن موفقیت آمیز عمل کنند.



## نتیجه گیری

### فرصت‌ها و تهدیدهای پیش رو در ویرایش ژنتیک

برخی شرکت‌ها روی فناوری‌هایی کار می‌کنند که با تغییر DNA در سطح سلولی، اقدام به ویرایش ژن‌ها می‌کنند. کریسپر، یک تکنولوژی ویرایش ژن و در واقع حاصل تلاش مشترک دانشمندان علوم رایانه و زیست‌شناسی است. هم‌اکنون نتایج مثبتی در عقیم‌سازی ژن‌های عامل بیماری یا اصلاح ژن‌هایی با توانایی تولید محصولات پربازده و بدون ضایعات حاصل شده؛ ولی همچنان چالش‌های اخلاقی و قانونی در این مبحث مطرح است. بیشتر مردم، تنها مزایای این گونه اصلاحات ژنتیکی را می‌بینند؛ اما تنها زمانی به پیچیدگی این مسئله پی خواهیم برد که روند این اصلاحات در نژاد بشر نیز آغاز شود.

مسئله دیگری که متخصصان در روند اصلاح ژنتیکی، روی آن کار می‌کنند این است که چگونه باید از اثرات «هدف‌گیری اشتباه» پیش‌گیری کرد؛ یعنی مواردی که

متخصصان سهواً و تنها به علت شباهت ظاهری دو ژن، روی یک ژن اشتباه کار می‌کنند.

هوش مصنوعی و یادگیری ماشین کمک می‌کند تا روش‌های اصلاح ژنتیکی، دقیق‌تر، ارزان‌تر و آسان‌تر انجام شوند. انتظار می‌رود که آینده تکنولوژی هوش مصنوعی و ژنتیک در برگیرنده فارماکوژنومیک، ابزارهای غربالگری ژنتیک برای نوزادان، ارتقای روش‌های زراعت و مواردی از این دست باشد. در حالی که ما هنوز قادر به پیش‌بینی آینده نیستیم؛ ولی یک چیز قطعی است: هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، فهم ما را در رابطه با آرایش ژنتیکی خود و دیگر موجودات زنده توسعه خواهد داد.

با پیشرفت علم، فناوری و دانش بشر در زمینه زیست‌شناسی در ابعاد سلولی و مولکولی، راه برای ساخت هوش مصنوعی در مقیاس گسترده هموار شده است. با توسعه هوش مصنوعی، بشر با فناوری ماشینی ادغام خواهد شد و سطح زندگی انسان بهبود یافته و عمر وی طولانی‌تر خواهد شد.

## References

- 1- Spearman, C. (1904). "General intelligence," objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-293.
- 2- Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ Jan 11, 2012 by Daniel Goleman.
- 3- Qu Y, Zhang Y and Zhang Y (2018) A Global Path Planning Algorithm for Fixed-wing UAVs, *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 91:3-4, (691-707), Online publication date: 1-Sep-2018.
- 4- Zheng Y, Wang Z, Fan X, Chen X and Yang Z (2018) Localizing multiple software faults based on evolution algorithm, *Journal of Systems and Software*, 139:C, (107-123), Online publication date: 1-May-2018.
- 5- Chen Y, Lam J and Zhang B (2016) Estimation and synthesis of reachable set for switched linear systems, *Automatica (Journal of IFAC)*, 63:C, (122-132), Online publication date: 1-Jan-2016.
- 6- Q. Wei, Z. Lu, K. Chen, Y. Ma Channel selection for optimizing feature extraction in an electrocorticogram-based brain-computer interface *Journal of Clinical Neurophysiology*, 27 (2010).
- 7- Yano K, Morinaka Y, Wang F, Huang P, Takehara S, Hirai T, et al. GWAS with principal component analysis identifies a gene comprehensively controlling rice architecture. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2019;116:21262-7.
- 8- Yamamoto Y, Tsuzuki T, Akatsuka J, Ueki M, Morikawa H, Numata Y, et al. Automated acquisition of explainable knowledge from unannotated histopathology images. *Nat Commun*. 2019;10:5642.
- 9- Takahashi Y, Ueki M, Tamiya G, et al. Machine learning to effectively avoid overfitting is a crucial strategy for genetic prediction of depressive states. *Transl Psychiatry*. 2020. (In press).