

پویش باور در برابر علم، رمزگشایی از اسطوره‌های ریاضی و هوش مصنوعی بخش ۲

غلامرضا رکنی لموکی

دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر، دانشکده‌گان علوم، دانشگاه تهران
rokni@ut.ac.ir

نامه علوم پایه شماره ۱۶، پاییز و زمستان ۱۴۰۴

چکیده

نقش باور و دینامیسم آن در شکل‌گیری دانش و موقعیت مفهوم ایمان در برابر دانش، در یک چارچوب معقول مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای رسیدن به هدف اصلی این مقاله که تحلیل باورهای مرتبط با علوم ریاضی و هوش مصنوعی است، لازم است که به کلیت ارتباط باور و دانش بپردازیم. از طرف دیگر، نبرد دنیالدار ایمان و علم، ریاضیات را نیز درگیر می‌کند، زیرا ساختارهای اجتماعی و شخصی ریشه‌های محکمی در گسترش دانش بشری به طور عام و ریاضی به طور خاص دارند. در این راه، با تمرکز بر مفهوم اسطوره‌های ریاضی، نقش چند جانبه آنها را بررسی خواهیم کرد. نفوذ فزاینده هوش مصنوعی و علم داده‌ها در سطح اجتماعی و آکادمیک، پرسشهای جدیدی را در مورد ماهیت باور، ریاضی، خودکارسازی، و کاربرد آنها در سیستم‌های پیچیده مبتنی بر داده، پیش می‌کشد و ما را با جریانی از اسطوره‌های نوپدید و بازخوانی اسطوره‌های کهن روبرو می‌کند که زاینده‌گی و یا بازدارندگی آنها به ما بستگی دارد.

کلیدواژگان: ایمان، باور، اسطوره، خرافه، باورهای علمی، اسطوره‌های علمی، باورهای ریاضی، اسطوره‌های ریاضی، هوش مصنوعی

این مقاله به دلیل طولانی بودن نوشته، و بنا بر پیشنهاد سردبیر، در دو بخش تنظیم شده است. بخش ۱ در شماره قبلی (۱۵) و بخش ۲ در این شماره (۱۶) منتشر می‌شود.

می‌دهند. مکتب می‌تواند در قالب‌های ایدئولوژیک پیامدهای عمل‌گرایانه نیز داشته باشد. گاهی در ریاضی، از اصول حاکم بر یک مکتب گفتگو می‌شود ولی باورهای پایه و پنهان آن مورد شرح و بسط قرار نمی‌گیرند. در یک مکتب، باورها نتیجه یک تصمیم‌گیری نیستند بلکه حاصل تجربه، شهود و انتزاع و شکل دهنده اولیه اصول هستند. بیشتر انتظار می‌رود که در پی بالندگی باورها، اصول اولیه و ساختار اندیشیدن و مکتب شکل گیرد. حتی در سایه تجربه و شهود مشابه ولی با انتزاع متفاوت می‌توان شاهد ظهور مکتب کاملاً متفاوتی بود. این تفاوت مکتبی، ناشی از تفاوت انتزاع، ممکن است بسیار بزرگ و مولد نوعی بیگانگی بین مکتبی نیز گردد. به عنوان مثال تجربه و شهود مفهوم بینهایت در سایه انتزاع‌های متفاوت در هند و یونان به دو مکتب کاملاً متفاوت «حساب هندی» و «هندسه یونانی» انجامید.

به این ترکیب پیچیده می‌توان به گونه دیگری نیز نگریست. اینکه، نخست به سراغ باورها برویم و سپس بنگریم که چگونه بر پایه این باورها مکتب‌ها ساخته شدند. به عنوان مثال مجموعه باورهای زیر را در نظر بگیرید:

در بخش ۱ از این مقاله به تشریح پویش باور در برابر علم و نظریه‌های مربوط به آن از دوران باستان تا زمان حال پرداختیم. سپس دوگانه‌های عقل-علم و باور-ایمان را مورد بررسی قرار دادیم. به علاوه، دوگانگی نیک-بد ایرانی را مطرح نمودیم. سه‌گانه باور-اسطوره-خرافه را همراه با مثال‌های متنوع مورد دقت قرار دادیم. در مقوله باور-علم، دیدگاه پیشرانی و بازدارندگی و نمونه‌های تاریخی باورهای بازدارنده را تشریح کردیم. در بخش ۲ این مقاله، شاکله اسطوره‌گی‌ها و باورمندی را در علم و نیز در ریاضی به اجمال توضیح می‌دهیم و به طور ویژه به هوش مصنوعی و جریان فعلی و آتی اسطوره‌گی در آن می‌پردازیم.

۷. اسطوره‌ها و باورها در علم

منظور از مکتب یک نظام منسجم از اصول فکری، نظری، روش شناختی است که در پارادایم آن، اندیشمندان ملتزم به آن اصول فکری، به پرسش‌های بنیادی و یافتن پاسخ آن‌ها می‌پردازند، پدیده‌های مرتبط را تحلیل می‌کنند و به گسترش دانش بشری می‌پردازند و تحلیل خود را بر پایه الزامات آن اصول فکری شکل

حقیقت مطلق وجود دارد.

تعدد تحقق عینی حقیقت مطلق برای انسان به تعداد محدود است
ایمان انسان به اجزای متعدد تحقق عینی حقیقت مطلق امکان پذیر است.

ایمان انسان به اجزای متعدد تحقق عینی حقیقت مطلق تنها راه درک حقیقت مطلق است.

در نتیجه، هر تلاش دیگری برای درک حقیقت مطلق زمانی قابل اعتنا خواهد بود که در خدمت ایمان باشد. مجموعه باورهای مثال بالا شکل دهنده هسته اولیه آن چیزی هستند که مکتب‌های آگوستین و غزالی را ساختند. این نشان می‌دهد که انتزاع مشابه از تجربه و شهودهایی که لزوماً بر هم منطبق نیستند می‌تواند به اصول مشابهی در مکتب‌های ظاهراً متفاوت بینجامد. یک مثال جالب توجه، مقایسه دو مکتب سهروردی^۱ [۱۶۷] و افلاطونی است. تجربه عرفانی سهروردی از نور و حکمت ایران باستان و شهود افلاطون در باره عالم مُثُل هر دو به اصل وجود حقیقت ذاتی فرا تجربی در ورای محسوسات و فراتر از ماده انجامیده‌اند.

در واقع، باورها می‌توانند شکل دهنده اصول باشند. در ریاضیات باورهایی هستند که به مکتب تبدیل شدند. در این خصوص می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. افلاطون باور داشت که حقیقت در ورای تجربیات انسانی و مستقل از محسوسات مادی وجودی عینی و مطلق دارد و انسان با عقل و تامل فلسفی به تدریج به آن دست می‌یابد. این باور اولیه به اصولی مانند «اصل وحدت فضیلت و معرفت»^۲ [۱۶۸]، «اصل وجود مثل»، و «دوگانگی روح و بدن» انجامید که در نهایت مکتب فلسفی افلاطون را شکل داد. یکی از نمودهای اصل وجود مثل افلاطون و باور افلاطون به برتری شناخت عقلانی و ریاضیاتی بر تجربه حسی، این بود که بر سر در آکادمی او نوشته شده بود «هر کس هندسه نمی‌داند وارد نشود». به همین ترتیب می‌توان به باورهای منطقی و مکتب منطق‌گرایی، باورهای شهودی و مکتب شهودگرایی، باورهای ساختی و مکتب ساخت‌گرایی، و باورهای صوری و مکتب صورتگرایی در ریاضیات اشاره کرد. نوعی دیگر از باور، به رهبری هرش^۳، ریاضیات را مانند هر ساخته دیگر بشر، فعالیتی انسانی و تاریخی می‌دانست نه حقیقتی مطلق. اگر این اندیشه شکل یک چارچوب متشکل

را به خود می‌گرفت می‌شد که نامش را «مکتب انسان‌گرایی در ریاضیات» بنامیم [۱۶۹]. شگفت آورانه، هرچند دیدگاه هرش یک مکتب نشد، ولی دقیقاً همان چیزی است که در ریاضیات اتفاق افتاده است. این فکر در عمل بر همه جنبه‌های فعالیت ریاضیاتی بشر از آموزش تا پژوهش سایه افکنده است. هرش با طرح این پرسش که ریاضیات واقعاً چیست، نوری تابید بر آن چیزی که حقیقتاً وجود داشت. باید توجه کنیم که باور به حقیقت انسان‌گرایی در ریاضیات نیز می‌تواند نوعی جعبه افلاطونی از یک حقیقت مطلق خارج از ذهن تصور شود. واقعیت این است که انسان‌گرایی ریاضیات نه یک مفهوم عینی، بلکه خود یک مفهوم ذهنی زیسته آدمیزاد است و نباید تعبیری افلاطونی از نظریه انسان‌گرایی ارایه داد. می‌توانیم به مجموعه‌ای دیگر از باورها اشاره کنیم که شکل دهنده اصول و فکر آدمی بوده‌اند. به عنوان مثال اصل دیالکتیک مولوی که در جای‌جای آثار او هویداست:

پس بنای خلق بر اضداد بود - لاجرم ما جنگیم از ضر و سود
هست احوال مخالف همدگر - هر یکی با هم مخالف در اثر^۴

در اینجا مولوی به تضادهای بنیادین در طبیعت آدمی اشاره می‌کند و آن‌ها را در قامت نیروی محرکه‌ای برای رشد و حرکت در عالم تعبیر می‌کند. در ادامه معنا بخشی دیالکتیکی درونبودی مولوی، می‌توان به هم ارزی واقع و معقول در درک تاریخی هگل یا به‌طور دقیق‌تر به «اصل وحدت عقل و واقعیت»، یعنی وحدت دیالکتیکی میان واقعیت و عقلانیت در بستر تاریخ اشاره کرد. رساله گفتار در روش^۵ دکارت^۶ با عبارت «از همه چیز، عقل یا شعور، عادلانه‌ترین تقسیم را دارد؛ زیرا هر کس بر این باور است که از آن به‌قدر کافی برخوردار است» آغاز می‌گردد. می‌توان این جمله را اصلی طنز گونه به عنوان «طنز اصل کفایت عمومی عقل» خواند که با پذیرش آن و دعوت به فروتنی در معرفت و روی آوردن به خردمندی، همواره به عقلی بیش از آنچه که داریم نیاز خواهیم داشت. این اصل طنز آلود دکارت سرخه‌آور نیست بلکه از نوع سقراطی و هشدار برای بیداری است. راسل^۷ نیز طرحواره‌ای طنز گونه از نوع هشدار برای بیداری سقراطی دارد که می‌توان آن را «اصل عدم تطابق دانش و شک» خواند با این مضمون که آنکس که می‌داند بسیار شکاک است و آنکس که بسیار مطمئن است کسی است که هیچ نمی‌داند [۱۷۰]، [۱۷۱]. در این راستا، راسل رفتار زیسته حیوانات را

۱. سهروردی با یاری اندیشه گیتی‌شناسی زرتشتی و بازخوانی جایگاه نور در سنت دیرین ایرانی، دست به نوآوری زد و خردپیشگی باستانی ایران را زنده کرد.
۲. سقراط با شاگردش افلاطون در زمینه این اصل هم عقیده بود ولی ارسطو شاگرد افلاطون نظری متفاوت داشت. از دیدگاه ارسطو انسان می‌تواند علی‌رغم شناخت حقیقت، بنا بر دلایل نفسانی از جمله ترس، طمع، خشم و مانند اینها به رفتارهای غیر اخلاقی و ناپسند دست زند. از دید ارسطو رفتار اخلاقی تنها با شناخت تضمین نمی‌گردد بلکه علاوه بر معرفت نیازمند اراده و تربیت است تا معرفت به فضیلت بینجامد. از طرف دیگر، ارسطو وجود فضیلت را لزوماً به معنی تحقق معرفت نمی‌داند. ارسطو در بخش حقیقت میان «شناخت عملی» (phronesis) و «شناخت نظری» (episteme) تمایز قایل می‌شود. وجود فضیلت از دید ارسطو نشان دهنده سطح عملی معرفت است [۱۶۸].

3. Reuben Hersh (1927 – 2020) American mathematician

۴. مثنوی معنوی، دفتر ششم

۵. رنه دکارت، گفتار در روش به کارگیری صحیح عقل و جستجوی حقیقت در علوم، ۱۶۳۷ میلادی.

6. René Descartes (1596 – 1650) a French philosopher, scientist, and mathematician

7. Bertrand Arthur William Russell (1872 – 1970) British philosopher, logician, mathematician, and public intellectual

به عنوان معیاری برای موثر بودن الگو برداری انسان ارایه می‌کند [۱۷۲]. ترکیب دو اصل طنز آمیز دکارت و راسل نوعی مسیر زیستن راستین این جهانی انسان را در حوزه‌های اخلاق، معرفت و هستی‌شناسی به تصویر می‌کشد. به عنوان یکی دیگر از اصول در نوگرایی اندیشه می‌توان به «اصل حرکت جوهری» ملاصدرا نگریست. از دید ارسطو، پورسینا و فارابی، حرکت تنها در کیفیت، کمیت، زمان، و مکان رخ می‌دهد و جوهر بی حرکت و ثابت است. ایده حرکت در جوهر، به عنوان یک نوآوری، ریشه‌های ضمنی یونانی دارد. با ترکیب نظریه هراکلیتوس که «همه چیز در جریان است» و نظریه ارسطو در اینکه «حرکت از قوه به فعل صورت می‌پذیرد»، ملاصدرا به این نتیجه رسید که حرکت عین وجود جوهر است. در کنار ملاصدرا، می‌توان به سهروردی اشاره کرد که نور و وجود را دو منبع متفاوت هستی می‌داند. ملاصدرا ضمن بهره بردن از حکمت اشراق و عرفان سهروردی، به «اصل هم‌ارزی وجود با نور» باور داشت، [۱۷۳] و [۱۷۴] را ببینید.

کمی از دیدگاه نظری فاصله می‌گیریم و به متافیزیک و الگوی کیهانی ایرانی در کنار معرفت‌شناسی مدرن می‌پردازیم. ایزد ایرانی، «زروان زمان»، نیز با پدید آوردن دوگانگی نیکی-بدی در آفرینش هم‌زمان اورمزد-اهریمن، ایجاد یک نظم دیالکتیکی فرازمانی را رقم زد [۴۰]. از منظری دیگر می‌توان به نسبت میان دانش و تجربه در قالبی دوگانه از تقدم و تاخر پرداخت. اصل دکارتی «دانش پیش از تجربه» بر عقل و دریافت‌های پیشین تاکید دارد در حالیکه اصل هیومی^۱ «تجربه پیش از دانش» بر پایه‌های حسی و تجربی شناخت پافشاری می‌کند. این دو نگرش در چارچوب یک حلقه زنده-انسانی شامل دو عنصر تجربه و دانش قابل بازاندیشی است. بدین ترتیب بدون نفی مطلق تقدم و تاخر، تجربه و دانش همزمان با هم هستند و به یکدیگر شکل می‌دهند. این چرخه برای هر انسانی به صورتی یگانه و محاسبه ناپذیر رخ می‌دهد. در نتیجه، نه شناخت و نه تجربه یک محصول نیستند، بلکه هر دو بخشی از مسیر زندگی‌اند. نظم فرازمانی زروانی، چارچوبی را فراهم می‌سازد که درون آن، بی‌نظمی و یگانگی فردی مجاز شمرده شوند. بر این اساس می‌توان به یک منشور برای خردکشی^۲ رسید و اصول «چرخش معرفتی» و «پرهیز از مطلق انگاری»، «خرد لایه‌ای»، و «اسطوره زیسته» را در کنار هم قرار داد. بر اساس این دیدگاه ایرانی، خردکشی مدلی برای زیستن در مسیر شناخت است، تجویزی در کار نیست و شناخت بر محور زندگی فرد زنده صورت پیدا می‌کند. در نهایت، به جای تعیین هدف، خود مسیر اصل زندگیست.

برگردیم به مینای ریاضیات، باورها شکل دهنده طرحواره‌های ذهنی

و مکتب‌های علمی و ریاضی‌اند. این پرسش پیش می‌آید که چه چیزی این باورها را شکل می‌دهد. یک باور آشکار ممکن است از یک رشته باورهای پنهان و اسطوره‌ای پدید آید. در باورهای مزدیسنا زرتشتی، اسطوره سوشیانت شکل دهنده جنبه‌های مهمی از باورها بوده است. این پرسشی طبیعی است که چه تناسبی میان اسطوره‌های یک جامعه یا ملت با اکتشافات ریاضی آن وجود دارد. تلاش برای پاسخ به این پرسش که چگونه از اسطوره‌های فرهنگی می‌توان به ایده‌های خلاقیت در جایی مانند ریاضی رسید شورانگیز است. با احتساب اینکه باید از خطر استدلال‌های پس‌اوقوعی^۳ گریخت، این گونه رابطه‌ها پیچیده‌تر از ترکیب ساده علیتی هستند [۱۷۵]. شاید بتوان این ادعا را مطرح کرد که اسطوره‌ها در شکل‌گیری مکتب‌ها، بر اساس باورهای بین‌الذهانی، دخیل هستند و در مکتب‌هاست که ریاضیات پدید می‌آید. در ریاضیات نیز اسطوره‌ها، ناخودآگاه جمعی، فرهنگ، و زیست-جهان تاریخی شکل دهنده باورهای پایه برای شکل‌گیری یک مکتب هستند. در قالب یک مکتب شکل گرفته، پژوهش‌ها تحت تاثیر مبانی فکری اندیشه‌گرا و بنیان‌های آن مکتب قرار می‌گیرند. همانگونه که پیش از این اشاره شد، به‌طور تاریخی، در پی مفهوم بی‌نهایت، ریاضیات هند به سمت جبر و ریاضیات یونان به سمت هندسه رفت، [۱۷۶]، [۱۷۷]، و [۱۷۸] را ببینید. این تفاوت در جهت‌گیری به بنیان‌های مکتب علمی مربوطه برمی‌گردد و آن مکتب تحت تاثیر باورهای شکل گرفته از عناصر پنهان و اسطوره‌ها قرار دارد. در هماهنگی با اندیشه انسان‌گرایی هرش، ریاضیات تنها زبان منطق نیست، بلکه پژواکی از اسطوره‌های زیسته و ناخودآگاه فرهنگی آدمی است. یک مثال روشنگر دیگر نگهداشت بیست ساله نتایج بدست آمده در زمینه تابع‌های بیضوی توسط گوس در کشوی میزش است که مورد اعتراض ژاکوبی قرار می‌گیرد زیرا اگر بهنگام نشر می‌یافت از دوباره کاری می‌کاست و پیشرفت در این زمینه را سریع‌تر می‌کرد. از دیدگاه گوس، آنچه باید نشر داده می‌شد، آن نظریه کلی بود که بدنبالش می‌گشت، و نه نتایج جزئی بدست آمده. این دیدگاه در پژوهش ریاضی را می‌توان در نیوتن، اوایل و دیگران دید که بخشی از اسطوره زیسته آنهاست. در مقابل، برنویلی‌ها چنین نبودند. آنچه که یک برنویلی تصادفا در مهمانی شبانه از یک برنویلی دیگر می‌شنید، ممکن بود در بامداد پیش از دیگران نشر داده شود [۱۷۹]. این نیز بخشی از اسطوره زیسته برنویلی‌ها بود. اینگونه کمال‌گرایی و رقابت‌ها در قالب مکتب پدیدار می‌گردند و به ساختار پژوهش‌های ریاضی شکل می‌دهند. البته برای این ادعای جسورانه مبنی بر تاثیر اسطوره‌های ملی وحدت بخش مانند سیمرغ و هدف‌گرا مانند آرش بر باورهای پایه علمی نیازمند ریزکاری بیشتری هستیم.

1. David Hume (1711 – 1776) Scottish Philosopher

۲. از نشانه‌های خردکشی، ایستادن در آستانه، تاب‌آوری در مرز نادانی و دانایی، و فروتنی را شرط خرد دیدن است

3. Post-Hoc Fallacy

۸. اسطوره‌های ریاضی

ریاضیات مانند هر فعالیت ذهنی بشری مشمول تاثیر متقابل (پذیرا و گذارا) با کل جزییات این جهانی بشری است. در این بخش به این موضوع می‌پردازیم که چگونه ریاضی و فعالیت‌های مرتبط با آن مولد اسطوره، افسانه و خرافه می‌شوند. در این خصوص، به سراغ ریاضیدانی می‌رویم که طبیعی‌ترین اصول را برای ایجاد یک مکتب در ریاضیات ارایه داد. هرش برای ریاضیات یک پیشخوان و یک پستو قابل است [۱۸۰]. در پیشخوان ریاضی شاهد سازماندهی و عینیت هستیم که شامل جنبه‌های صوری، منطقی، اثبات‌های دقیق، سیستم‌های اصولی و ساختارهای انتزاعی است که ریاضیدانان به‌طور معمول بر آنها تمرکز می‌کنند. در پستوی ریاضی شاهد جنبه‌های انسانی ریاضیات مانند تاریخ، فلسفه، جامعه، سیاست فکرت، و مکتب هستیم. هر ریاضیدان در پستو نقشی را که در ایجاد و درک دانش ریاضی دارد، در پیشخوان عرضه می‌کند. از دیدگاه هرش، وجود پیشخوان و پستو در ذهن یک ریاضیدان نقشی تناقض آمیز و یا رقابتی ندارد. این دو جنبه در یک چارچوب دیالکتیکی موجب حرکتی طبیعی از پیشخوان به پستو می‌شوند. توصیه هرش تقویت عامدانه این حرکت طبیعی است. هرش در این دیدگاه بر تاثیر درک، انگیزه‌ها، شهود، و تحولات تاریخی حاکم و شکل دهنده ایده‌های ریاضی پافشاری می‌کند. به علاوه هرش مدعی است که بدون درک مناسب از پستوی ریاضی نمی‌توان به فهم کاملی از ریاضیات رسید. هرش چهار اسطورگی ریاضی (و شاید خرافه)^۱ زیر را که می‌توان مانع حرکت از پیشخوان به پستو خواند بیان می‌دارد [۱۸۰]. رویارویی هرش با این چهار عنوان اسطوره بیشتر به برچسب خرافه و مخرب بودن نزدیک است تا وجهی حماسی. شاید، هرش به این دلیل این چهار عنوان را به طور مستقیم خرافه نخوانده که ریاضیات خالی از این چهار برچسب نیست هر چند تماماً چنان نباشد.

اسطورگی یقین: این باور که حقایق ریاضی مطلق و غیرقابل انکار و مستقل از ذهن انسان هستند و انسان سازنده آنها نیست بلکه آنها را کشف می‌کند. هرش ریاضیات را محصول ساختن انسانی می‌داند و نه حاصل اکتشاف حقیقتی ازلی و ابدی. در واقعیت، ریاضیات تکامل می‌یابد و اثبات‌ها می‌توانند به چالش کشیده شوند یا اصلاح شوند. بنا بر این ریاضیات نه اکتشافی است و نه کاملاً یقینی درست و غیر قابل دستبرد و تغییر.

اسطورگی عینیت: این ایده که ریاضیات مستقل از تفکر انسان، جامعه و فرهنگ وجود دارد. هرش استدلال می‌کند که ریاضیات یک فعالیت انسانی است که توسط فرهنگ و تاریخ شکل گرفته

است و عینیتی مستقل از انسان، جامعه، تاریخ، و فرهنگی که او را دربرگرفته ندارد.

اسطورگی انزوا: این فرض که ریاضیات از سایر رشته‌ها و نیز از شرایط اجتماعی و فرایندهای فرهنگی و تاریخی جداست. از دیدگاه هرش، ریاضیات در بستری تاریخی و در تعامل با نهادهای اجتماعی فرهنگی شکل گرفته است. در حقیقت، ریاضیات عمیقاً با علم، فلسفه، جامعه و فرهنگ درهم تنیده شده است و به هیچ وجه پدیده‌ای منزوی و جدا افتاده از سرجمع فعالیت‌های انسانی نیست.

اسطوره بی‌زمانی: این تصور که مفاهیم ریاضی ابدی هستند، ریاضیات ماهیتی صوری و نمادی دارد و نیازمند تفسیر نیست. هرش فهم ریاضیات را نیازمند شهود، و توجه به زبان می‌داند. در حالی که برخی ایده‌ها همچنان پابرجا هستند، ریاضیات دائماً در حال رشد و تطبیق است. در واقع ریاضیات ماهیتی و تعبیری زمانی-مکانی-تاریخی-جغرافیایی دارد.

از دیدگاه هرش، این اسطورگی‌ها، پنهان کننده پستوهای ریاضی از چشم پژوهنده و ریاضی‌دان هستند و مانع رخداد فهم واقعی می‌باشند. از دیدگاه هرش جایگاه هر کسی در مسیر پیشخوان به پستو از نوع رویکردش به این چهار اسطورگی تعیین می‌شود. ممکن است یک فرد به‌صورتی پنهان و یا آشکار موقعیت ویژه خود را در این چهارگانه‌های هرش یافته باشد. این اسطورگی‌های چهارگانه نشان می‌دهند که حضور در یک مکتب ریاضی، که شکل گرفته از باورهای پایه است، ممکن است تحت تاثیر آن باورهای پنهان و پایه‌ای، و نیز تحت تاثیر اسطورگی‌ها صورت انسانی ویژه خود را بسازد. هرش در بیانی دیگر به چند اسطوره بازدارنده از جمله «ریاضیات یک فعالیت انفرادی است»، «ریاضیات بازی جوانان است»، و «ریاضیات یک فیلتر موثر برای آموزش عالی است» می‌پردازد [۱۸۱]. در ریاضیات دسته‌های دیگری از اسطورگی‌ها وجود دارند که در مسیر حرکت از پیشخوان به پستو بازدارنده خوانده شده‌اند. در این باره می‌توان به فهرست باد [۱۸۲] اشاره کرد که در آن به اسطورگی‌های نسبت داده شده به عدد طلایی، مسئله چهار رنگ، خشک و سرد بودن ریاضی و منطقی بودن و غیر اجتماعی بودن ریاضی‌دان‌ها، هرکسی برای ریاضی ساخته نشده، و مواردی دیگر که در سخنرانش گفته شده اشاره کرد^۲.

هریسون^۳ در حوزه‌ای متفاوت با ریاضی به شرح اسطوره‌هایی پرداخت که پیشران حرکت از پیشخوان آئینی به سمت پستوی آئینی هستند [۱۸۳]، [۱۸۴]. از دید هریسون، اسطوره تنها یک روایت نیست، بلکه بازتابی است از ساختارهای اجتماعی، فرهنگی، و شخصی است که می‌تواند پیشران یک تحول معرفتی باشد. این

1. Myth of Certainty, Myth of Objectivity, Myth of Isolation, Myth of Timelessness

۲. سخنرانی کریس باد در کالج گرشام، با عنوان افسانه‌های بزرگ ریاضی، ۱۱ فوریه ۲۰۲۰.

https://www.gresham.ac.uk/sites/default/files/2020-02-11_Budd_MathematicalMyths-T.pdf

3. Jane Ellen Harrison (1850 – 1928) British classical scholar and linguist

مفهوم شونیا^۱، یعنی خلاء یا تهی، پیش از آن که به صورت عددی درآید، در متون فلسفی و آئینی اوپانیاشادها و وداها نماد نیستی، سکوت، و در عین حال سرچشمه هستی بوده است [۱۹۰]. در آئین بودا و هندویسم، شونیا نماد آغاز هستی از نیستی است. در کیهان‌شناسی اسطوره‌ای هند، جهان از هیچ (خلاء یا تهی) زاده می‌شود و سپس به خلاء و هیچ بازمی‌گردد، همانند چرخه‌ای که صفر در ریاضیات می‌آفریند. صفر که در هند در قاطی فلسفی و اسطوره‌ای قرار داشت به مفهومی جبری بدل شد [۱۹۱]. اینگونه است که، به نظر می‌رسد که حضور صفر در ریاضیات هند از مسیر شمارش و یا محاسبه رخ نداده، بلکه از درون فلسفه زاده شده است اسطوره‌ها لزوماً اشیاء، نماد و یا داستان نیستند، بلکه بخش موثری از اسطوره‌ها انسان‌های تاریخی هستند. گاهی نیز رویاهای انسان در مقام اسطوره‌هایی قرار می‌گیرند [۱۹۲]، [۱۹۳]. به عنوان نمونه می‌توان به «آدا لاولیس»^۲ به عنوان یک اسطوره و پیشگام در برنامه نویسی رایانه‌ای اشاره کرد. آدا به عنوان نخستین برنامه‌نویس پی‌برد که ماشین‌های محاسبه کاربردهایی بیش از حساب دارند^۳. به عنوان یک نمونه دیگر می‌توان به اخوان‌الصفاء، اسطوره‌های زیسته یک مکتب، اشاره کرد [۱۱۱]، که به نوعی به تکامل، با شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با نظریه داروین، پرداخته‌اند.

در اینجا به دو روایت از اسطوره‌های تاریخی، یکی در باره «قضیه انحنای کل و گره‌ناپذیری» و دیگری «آزمون فرضیه و برآورد بیشینه درست‌نمایی»، اشاره می‌کنیم که به ترتیب به قضیه‌های فاری-میلنور، و نتیجه دانتزیک معروف هستند.

(۱) میلنور^۴ دیر به کلاس درس فاکس^۵ رسید و چند مسئله باز را از روی تخته سیاه یادداشت کرد و به گمان اینکه تمرین‌های عادی هستند آنها را حل کرد و جمع‌بندی آنها شد قضیه انحنای کل و گره‌ناپذیری [۱۹۴].

(۲) دانتزیک^۶ دیر به کلاس درس نیمن^۷ رسید و چند مسئله باز را از روی تخته سیاه یادداشت کرد و به گمان اینکه تمرین‌های عادی هستند آنها را حل کرد و جمع‌بندی آنها شد آزمون فرضیه و برآورد بیشینه درست‌نمایی [۱۹۵].

هر دو مورد بیانگر اسطوره‌های انسانی هستند. زیرا هم میلنور و هم دانتزیک به موارد بالا به ترتیب گفته شده نسبت داده شده‌اند. ولی در این دو روایت، گمان منتسب به میلنور ساختگی و گمان منتسب به دانتزیک واقعی است. میلنور درباره این روایت چنین گفته که «افسوس که باید چنین داستان زیبایی را رد کنم» [۱۹۴].

دیدگاه هریسون از حوزه آئینی قابل تعبیر و استفاده در ریاضی نیز هست. به‌طور تاریخی، اسطوره‌گی‌هایی هستند که پیشران حرکت از پیشخوان ریاضی به پستوی ریاضی بوده‌اند. به عنوان نمونه می‌توان اشاره کرد به: (۱) اصل ناتمامیت گودل که ریاضیات را از فرض یک سیستم بسته کامل بودن رهانید، زیباتر و انسانی‌تر نمود؛ (۲) اصل عدد صفر که عدد در ریاضیات را از مفهوم شمارش به یک ساختار جبری تعمیم داد؛ (۳) اصول ماشین تورینگ در پایه گذاری نظریه محاسبه؛ و (۴) اصول انتزاع‌های گروتندیک در گذر از اشیاء ملموس به ساختارهای ریاضی محض. در جهان انسانی، اسطوره‌گی‌های «ریاضی زبان انسانی حقیقت است» و «ریاضی عقل ناب انسانی است» پیشران قدرتمندی در گذر از پیشخوان ریاضی به پستوی ریاضی به مفهوم هریسون بوده‌اند. از دیگر موارد می‌توان به تمثیل‌های غار افلاطون، و فیل مولوی اشاره کرد. گرچه کریس باد^۸ به اسطوره‌گی‌ها در ریاضیات در قالب خطاهای رایج می‌نگرد و هرش نیز یک نمونه چهارگانه از این دیدگاه را ارایه می‌کند، ولی بنابر کلیتی که هریسون از آن سخن می‌گوید، اسطوره‌گی‌ها می‌توانند پیشران حرکت از سطح رسمی، آموزشی، و نمادین در «پیشخوان ریاضی» به لایه‌های زیسته، انسانی، و فلسفی آن در «پستوی ریاضی» باشند. تفاوت مهم در ماهیت اسطوره‌هاست.

در کوه‌های تیمره کرمان، نقش نگارهای فنجان-نقطه [۱۸۵] و در لاشکو گوییه میمند کرمان نقش‌هایی کهن، [۱۸۶] کشف شده‌اند که به ثبت شکار، زایمان، آئین‌ها، و رخداد‌های مهم مربوط می‌گردند و بنا بر قدمت شان، نشان‌دهنده نخستین شیوه‌های حسابداری بشر هستند. این نقش‌ها، تنها ابزار شمارش نیستند، بلکه بازتاب دهنده اسطوره‌ها و پیوند انسان با طبیعت‌اند. در این نقش‌ها، ریاضیات صرفاً حاصل انتزاع نیست، بلکه از درون اسطوره‌ها و آیین‌ها زاده می‌شود. ایران نخستین کشور جهان [۱۸۷] و تنها کشوری که است که پادشاهان باستانی آن خود از دوران باستانی دیگری سخن می‌گویند [۱۸۸]. کوروش بزرگ در شوش ستون‌های کاخ خود را بر ویرانه‌های ایران باستان آن زمان بنیان نهاد [۱۸۹]. این گذشته باستانی پر از رمز و راز و سرشار از عناصر اسطوره‌ای است. در فهرست اسطوره‌های مرتبط با فلسفه علم و ریاضیات می‌توان به اسطوره میترا و زروان زمان (ریاضیات در فهم چرخه هستی)، اسطوره عدد در فلسفه فیثاغورسی (عدد جوهر هستی)، اسطوره هندسه معماری و آئینی (هندسه نماد برتری) اشاره کرد. صفر در هند مسیری از اسطوره‌گی تا ریاضیات را طی نمود. در هند باستان،

1. śūnya

2. Augusta Ada King, Countess of Lovelace (1815–1852) known as Ada Lovelace English mathematician and writer

3. Ada Lovelace, Encyclopedia Britannica, Accessed 19 August 2025

4. John Willard Milnor (1931) American Mathematician

5. Ralph Hartzler Fox (1913–1973) American Mathematician

6. George Bernard Dantzig (1914–2005) American Mathematician

7. Jerzy Sława-Neyman (1894–1981) Polish Mathematician

ممکن است که میلنور خودش و یا اطرافیانش در ایجاد این روایت نقش داشته باشد که در اینصورت می‌توان آن را نوعی کمک به اسطوره‌سازی خواند. از دیگر کسانی که با رفتارهای ویژه خود به اسطوره‌سازی از خودشان کمک کرده اند می‌توان به ریچارد فاینمن^۱، پاول اردوش^۲، و ماری کوری^۳ اشاره کرد. از موارد قدیمی‌تر می‌توان به اورکای ارشمیدس، مراسم ورود به حلقه اخوان الصفا، نگارش افسانه‌ای بورباکی، ایده پردازی ابن‌خلدون و بسیاری موارد دیگر اشاره کرد.

آنچه که هرش^{۱۳۸} بدانها پرداخته عنوان اسطوره دارند ولی در واقع ما می‌توانیم آنها را خرافه‌های نوین و یا ورنوین بخوانیم. بدین ترتیب میان باور، اسطوره، افسانه، و خرافه تمایز قابل می‌شویم و آنچه را که در دینامیسم پیشنهادی هرش بازدارنده است، خرافه یا افسانه می‌خوانیم. ریاضی و ریاضی‌ورزی زمانی آزاد خوانده می‌شود که حرکت از پیشخوان ریاضی به پستوی ریاضی در آن بدون مانع ذهنی باشد و تحت تأثیر خرافه‌های مدرن، حرکتش متوقف نشود، حتی اگر پستو مقصد نهایی نباشد. از یک دید، ریاضیات مدرن، برخلاف ریاضی قدیم، تحت تأثیر خرافه‌های مفهومی مسیر فهم حقیقت را مسدود کرده است [۱۹۶]. در چنین بستری، اگر دستاوردهای نوین ریاضی، مانند هوش مصنوعی، از خرافه‌های نوین رها باشند، همچون پویش ذهن آدمی در مسیر پیشخوان

به پستو می‌باشند. به عنوان مثال، اگر آزادی ریاضی‌ورزی در ماشین و هوش مصنوعی مورد نظر ما باشد، نیازمند معنا‌گشایی هستیم، نه صرفاً پردازش عددها و داده‌ها. تصویری از نهایت هوش مصنوعی به عنوان ماشینی که تنها پردازنده داده‌های حجیم و سنگین است واقع بینانه نیست. باید پرده از یکی از عمیق‌ترین سوءتفاهم‌ها درباره هوش مصنوعی برداشت. اگر هوش مصنوعی صرفاً داده‌پرداز باشد، آنگاه ریاضی‌ورزی‌اش چیزی جز تقلید بی‌روح نخواهد بود. اما اگر معنا را به عنوان امکان زیست اندیشه دریابد، آنگاه می‌تواند همپای ذهن انسانی باشد، نه سایه بی‌روح آن. با این جمله، می‌توان هوش مصنوعی جاری را به چالش کشید. آیا هوش مصنوعی می‌تواند از پیشخوان ریاضی عبور کند و به پستوی ریاضی برسد. خرافه‌های مدرن و بازدارنده در این حرکت چیستند. در بخش بعد به اختصار به چنین رشته‌ای از باورها و خرافه‌های نوین در هوش مصنوعی می‌پردازیم.

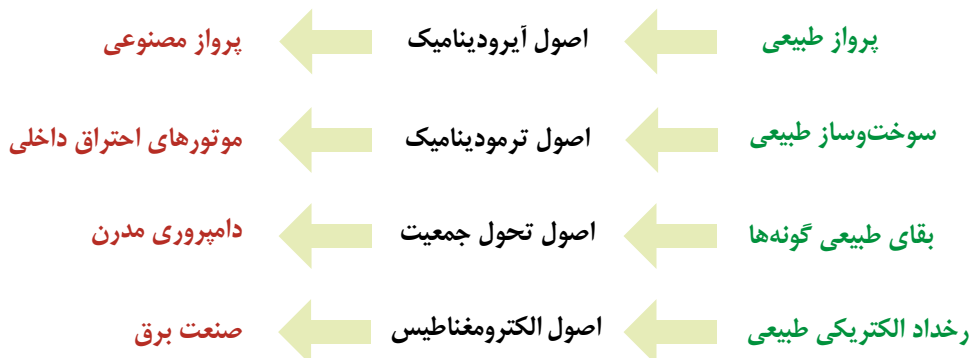
۹. هوش مصنوعی

با توجه به اینکه واژه مصنوعی به عنوان صفت برای تعریف نوعی هوشمندی یعنی «هوش مصنوعی» به کاربرده شده است، برای فهمیدن سازوکار مصنوعی نمودن تجربیات طبیعی بشر به چند مثال می‌پردازیم. مصنوعی کردن پدیده‌های طبیعی مورد علاقه بشر یک الگوی ویژه دارد که به صورت زیر تجلی می‌کند.

طبیعت ← اصول ← نوآوری/مصنوعی سازی

انسان‌ها نخست به پدیده‌ای در طبیعت می‌نگرند، سپس اصول حاکم بر آن را سازماندهی می‌کنند و پس از آن نسخه مصنوعی و نوآورانه آن را می‌سازند.

بدین ترتیب نوآوری‌ها کپی یا تقلید از طبیعت نیستند، بلکه حاصل فرایند استخراج اصول و آفرینش‌اند. نمونه‌هایی از تجلی چنین آفرینش‌هایی را در زیر می‌بینید.



آیا مقوله هوش نیز در این چارچوب قرار می‌گیرد؟ آیا چیزی با عنوان اصول هوشمندی خوش تعریف است؟ رسیدن به هوش

مصنوعی هر چند تابع کپی برداری از هوش طبیعی حتی انسان نیست، ولی آیا نتیجه و یا موقوف به دریافتن اصولی کشف نشده

1. Richard Phillips Feynman (1918– 1988) American Theoretical Physicist

2. Paul Erdős (1913– 1996) Hungarian Mathematician

3. Maria Salomea Skłodowska Curie (1867-1934) Polish and Naturalised-French Physicist and Chemist

هجده تعریف جاری از هوش مصنوعی از «توانایی کارکرد مناسب در محیط‌های از پیش معین نشده» تا «داشتن مهارت‌های مستقل از محیط» می‌پردازد و بیان می‌دارد که ارائه تک‌تعریفی همه‌جانبه برای هوش مصنوعی بسیار دشوار است.

یک دیدگاه دیگر از هوش این است که هوش امریست که جنبه‌های فردی و اجتماعی آن در هم تنیده است. از دیدگاه فردی، هر چند پتانسیل هوشمندی امری ژنتیک دانسته می‌شود [۲۰۰] که به طور پلی ژنتیک^۱ اثر می‌کند، ولی تحقق آن تنها امری محیطی است [۲۰۱]، به طوری که افراد برای تحقق آن به محیط‌های مناسب خود می‌روند و یا آن را می‌آفرینند [۲۰۲]. باید میان کمیت ضریب هوشی^۲ به عنوان یک عدد بی بعد و هوش به عنوان یک کیفیت شناختی-رفتاری تفاوت قائل شد. ضریب هوشی بیانگر متوسط موفقیت تعامل پتانسیل‌های فرد با پیرامون خود است. این تعامل امری اختیاری و یا گوشه‌ای نیست، بلکه صحنه اصلی بروز و بالندگی رشد ذهنی و شناختی است که پایه‌های هوش را می‌سازند. بنابراین، اگر محیط مناسب نباشد و یا فرد با پیرامون خود تعامل نداشته باشد، نمی‌توان انتظار هوشمندی ویژه‌ای داشت.^۳ می‌توان انتظار داشت که در محیط‌های محروم، اثرهای وراثتی هوش کاهش داشته باشد [۲۰۲].^۴ گذر از هوش زیست‌شناختی به کمیت‌های هوشمند نیازمند تحقق هوش اجتماعی است.^۵

هوش پیوند عامیانه و استواری با درخشش دارد، بدین معنی که افراد با هوش همواره با درخشش خود تشخیص داده می‌شوند و هر که در جمعی یا جایی سرآمد یا شهره می‌شود (درست یا نادرست) با هوش خوانده می‌شود. اگر این معنای عامیانه را با کمی دقت، بدون ترکیب با شهرت، با مفهوم رشد اندیشه باز بینی کنیم به موضوع جدی محیط معرفتی می‌رسیم. فرد در خلا و تنها با اتکا بر توانمندی فردی و صرفاً بر پایه ارتقای سیستم شناختی خود رشد نمی‌کند بلکه پتانسیل فردی با قرار گرفتن در محیط مناسب امکان شکوفا شدن را می‌آزماید [۲۰۳]. بر این اساس، برای ارتقای درخشش فردی و اجتماعی هر بخش از کشور، لازم است که محیط معرفتی مناسب در آنجا فراهم گردد، در غیر اینصورت، همه فعالیت‌ها ناپایدار و بی‌دوام جلوه خواهند کرد. یک نمونه چنین پدیده‌ای را می‌توان در بشاگرد دید.^۶

یک تعریف دیگر از هوش، که قابل گسترش به وضعیت ماشینی است، عبارتست از تعریف استودارد که در آن توانایی انجام فعالیت‌هایی با برجسب‌های دشواری، پیچیدگی، انتزاعی، صرفه‌جویی، سازگاری، ارزش اجتماعی، و ابتکاری، و توانایی ادامه چنین فعالیت‌هایی در شرایط مقید به تمرکز و نیازمند انرژی بالا،

برای هوشمندی است. اگر قرار بر این بود که بر اساس تقلید و کپی از روی پرواز طبیعی پرندگان، هواپیما ساخته شود، هیچگاه هواپیماهای فعلی و پهن‌پیکر و نیز کشتی‌های آسمان نورد ساخته نمی‌شدند. تقلید از پرواز پرندگان، امکان کمی برای پرواز مصنوعی فراهم می‌نمود. در واقع، پرواز پرندگان و پرواز هواپیماهای ساخت بشر، تحقق‌های متنوع ترکیب اصول الکترومغناطیس، اصول ترمودینامیک و اصول آئروپویسی هستند. آیا در مقوله هوشمندی نیز در آینده، هوش طبیعی و هوش مصنوعی تحقق‌های متنوع مجموعه‌ای فعلاً ناشناخته از اصول هوشمندی خواهند بود. باید توجه کنیم که مقایسه «هوش طبیعی، هوش مصنوعی» با «پرواز طبیعی، پرواز مصنوعی» به سادگی امکان پذیر نیست. زیرا ممکن است ما را درگیر خرافه‌های نوین دیگری از نوع شبه علم کند. پرواز یک امر فیزیکی است، در حالی که هوشمندی پدیده‌ای ذهنی و شناختی است که پیچیدگی‌های زبانی، احساسی، ادراکی دارد و به تجربه زیسته بستگی بسیار دارد. نمی‌توان انتظار داشت که مستقل از زیست انسانی-حیوانی اصولی از نوع هوشمندی همانند اصول آئروپویسی و ترمودینامیک قابل تدوین باشد. بنابراین جعبه اصول هوشمندی همراه خود جعبه ابزار پیچیده‌ای شامل همه موارد ذکر شده را با خود دارد. بیشتر ابزار هوش مصنوعی جاری عمدتاً مدل‌های زبانی و آماری هستند. بهتر است کمی دقیق‌تر به مفهوم هوش و هوش مصنوعی توجه کنیم.

در اینجا چند پرسش بنیادین مطرح می‌شود: منظور ما از «هوش» در عبارت «هوش مصنوعی» چیست. هوش را می‌توان پدیده‌ای چند لایه دانست که در سطوح ابتدایی شامل پردازش داده‌ها، توانایی حل مسئله و استدلال است، و در سطوح پیشرفته‌تر، خلاقیت، درک معنا و خودآگاهی را نیز در بر می‌گیرد. تست هوش با استفاده از آزمون‌هایی در سال ۱۹۰۰ برای رتبه بندی دانش آموزان، در یک شرایط واقعی خاص، در پاریس ابداع شد [۱۹۷]. گاردنر (۲۰۰۶) ضمن پرداختن به تاریخچه، به بیان نظریه خود در پرورش هوش در دوران کودکی و نیز در بطن جامعه می‌پردازد، سپس در [۱۹۸] به چندگانگی هوش، مبانی زیست شناختی آن، و پیامدها و کاربردهای این دیدگاه چندگانه روی می‌آورد. برای آشنایی با گسترش دیدگاه گاردنر در تعریف هوش به لگ [۱۹۹] مراجعه می‌کنیم که به یک فهرست هجده‌گانه از تعریف سازمان یافته هوش از «توانایی به کار گرفتن حافظه، دانش، تجربه، ...» تا «ظرفیت یادگیری، استدلال، و فهمیدن» و یک فهرست سی‌وپنج‌گانه از تعریف روان‌شناسانه هوش از «ترکیبی از عملکردهای چندگانه برای بقا و پیشرفت در یک فرهنگ» تا «توانی ذهنی در تشخیص نظم در موقعیت‌هایی که بی‌نظم خوانده می‌شوند» پرداخته است. سپس لگ (۲۰۰۷) به

1. polygenic

2. Intelligence Questions (IQ)

3. Dickens-Flynn Model

4. Flynn Effect, Floor Effect, and Socioeconomic Status

5. Transition from "Biological Intelligence" to "Psychometric Intelligence" requires "Social Intelligence".

6. <https://www.shoraha.org.ir/news/1402092918672>

(دیده‌شده در آذر ماه ۱۴۰۴)

اینجا چند روایت جاری از هوش مصنوعی را که مسیر «تحقق عینی» یا «افسانه رایج» شدن را طی می‌کند به چالش کشیده شده است.

هوش مصنوعی جایگزین تمام مشاغل انسانی خواهد شد
در حالی که هوش مصنوعی وظایف خاصی را ماشینی-خودکار می‌کند، فرصت‌های جدیدی نیز ایجاد می‌کند و بهره‌وری انسان را افزایش می‌دهد، نه اینکه مشاغل را حذف کند. به عبارت دیگر هوش مصنوعی با هر وظیفه‌ای که به عهده می‌گیرد، امکان یک یا چند فعالیت بشری دیگر را فراهم می‌سازد. به عنوان یک نمونه ساده و با تعبیری عامیانه، تغییر از چاپ سنگی به چاپ دیجیتال، حروف چین‌ها را به تایپست و صفحه‌آرا تبدیل کرد، نه اینکه آنها را بیکار کند.

هوش مصنوعی همیشه عینی و بی‌طرف است: مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند سوگیری‌ها را از داده‌های آموزشی خود به ارث ببرند، به این معنی که آنها سوگیری‌های انسانی را منعکس می‌کنند، نه اینکه کاملاً خنثی باشند. بازخوردهای مدل‌های هوش مصنوعی جاری بسیار به سناریوی ایجاد شده توسط عامل و پرسش‌گر انسانی وابسته است. مسیر تامین داده‌ها و نیز ابزارهای اندازه‌گیری و یکاها و هرآنچه که باید اندازه‌گیری شود توسط بشر بدون بی‌طرفی در اختیار هوش مصنوعی قرار می‌گیرد. به همین دلیل، هوش مصنوعی نیز این بی‌طرف نبودن‌ها را از بشر به ارث می‌برد.

هوش مصنوعی همه مسئله‌های ریاضی را حل خواهد کرد: این یک ایده کلی است که ریاضیات زیربنای اساسی و فرم دهنده هوش مصنوعی است [۲۰۶]. این نیز درست است که مدل‌سازی ریاضی ابزار قدرتمندی برای بنای هوش مصنوعی است [۲۰۷]. ایده مقابل آن، یعنی حل مسئله‌های ریاضی توسط هوش مصنوعی نیازمند دقت بیشتری است. اینکه چه نوع مسائل ریاضی و در چه سطحی توسط هوش مصنوعی قابل حل هستند، در چارچوب کلی مسئله‌های قابل حل توسط هوش مصنوعی قرار می‌گیرد. در این باره به نظر نمی‌رسد که هوش مصنوعی فعلی، که در دسترس عموم است، دارای قدرت خلاقیت و ایده پردازی برای ارایه الگوریتم‌های نوین باشد. ساختار فعلی که بر پایه مدل‌های زبانی کلان استوار است، با داشتن سرعت عمل بالا، می‌تواند با ترکیب منطقی-زبانی هر آنچه که در دسترس دارد، و همه انواع یادگیری و همه انواع داده‌ها، پیشنهادی برای راه حل یک مسئله-که از دیدگاه نظری راه حلی محاسبه پذیر دارد-ارایه کند. بنابراین ادعاهایی مبنی بر اینکه هوش مصنوعی توان حل مسئله‌های حل

و نیازمند ایستادگی در برابر نیروهای درونی-بیرونی [۲۰۴] مبنای حضور هوش‌اند. طبیعی است که هر جنبه از این فهرست، در شرایط متفاوت، وزن ویژه خود را دارد و در گذار و گذار جهان نیز فهرست و وزن هر عنوان ممکن است تغییر کند. پس از پذیرفتن نسبی تعریف هوش، به عنوان یکی از این موارد و یا ترکیب و متوسط برخی از آنها، این پرسش پیش می‌آید که هوش مصنوعی چیست. از دیدگاه راسل [۲۰۵]، مفهوم هوش مصنوعی دارای دو جنبه هویتی و محتوایی^۱ است که هر یک نیز طبیعتی دوگانه دارند. از نظر هویتی «وفاداری به عملکرد انسانی» و «عقلانیت»^۲ دو جنبه متفاوت و متمایز برای هوش می‌باشند. از نظر محتوایی نیز «فرایندهای فکری و استدلال درون‌زاد» و «رفتار هوشمندانه به عنوان توصیفی برون‌زاد»^۳ دوگانه‌هایی متفاوت و متمایز هستند. اگر این دوگانی هویتی-محتوایی را با هم ترکیب کنیم به چهار فرم هوش مصنوعی می‌رسیم که در [۲۰۵] تشریح شده‌اند. برای یک ماشین:

(۱) کارکرد انسانی بر اساس آزمون تورینگ

(۲) اندیشیدن انسانی بر اساس مدل‌های شناختی

(۳) کارکرد عقلانی بر اساس عامل عقلایی

(۴) اندیشیدن عقلانی بر اساس قوانین عقلانیت

هر کدام از این فرم‌های چهارگانه نوعی رویکرد قابل شرح از هوش مصنوعی را بیان می‌دارند. هوش مصنوعی یک ماشین تنها و مجزا نیست. نظریه‌های شبکه باور^۴ در هوش مصنوعی و علوم شناختی، باورها را به عنوان گره‌هایی در یک شبکه معنایی در نظر می‌گیرند که از طریق روابط مختلف به هم متصل شده‌اند. تغییر در یک باور می‌تواند بر سایر باورهای مرتبط تأثیر گذارد. در روانشناسی اجتماعی، پژوهش‌ها در زمینه تغییر باور^۵ نشان می‌دهند که تغییر باور یک فرایند فعال و اغلب تدریجی است که تحت تأثیر عوامل مختلف اجتماعی و شناختی قرار دارد، نه صرفاً پذیرش یک حقیقت جدید. ارتباط این موضوع به فرایند و شبکه از این جهت است که نظریه‌های پردازش پیش‌بینی‌کننده تغییر باور، بر پویایی و تکامل باورها در طول زمان تأکید دارند و باورها را به عنوان عناصر به‌هم‌پیوسته در یک سیستم شناختی در نظر می‌گیرند. در هوش مصنوعی جاری باورهای شکل گرفته‌اند که حاصل آنها اسطوره‌های بازدارنده‌اند، که می‌توان آنها را خرافه‌های نوین در علم خواند. این بازدارنده‌ها را افسانه نیز می‌خوانیم. هوش مصنوعی با افسانه‌هایی احاطه شده است که برخی از آنها می‌توانند گمراه‌کننده یا حتی مانع پیشرفت باشند. این افسانه‌ها اغلب از سوءتفاهم‌ها یا تصاویر اغراق‌آمیز در رسانه‌ها ناشی می‌شوند. در

1. Objective v. Subjective

2. Fidelity to Human Performance” and “rationality”

3. “Thought Processes and Reasoning” and “Intelligent Behavior, an External Characterization”

4. Belief Network Theories

5. Belief Change

هوش مصنوعی جاری، یک تحقق اولیه از هوش مصنوعی است و نه رخداد مطلق آن. معنی این گفته اینست که هوش مصنوعی را می‌توان پدیده‌ای در حال تکامل دید و هنگامه ظهور آن همراه با عالی‌ترین چهره آن نبوده است. به همین دلیل، به جای اینکه هوش مصنوعی را مطلقاً هوشمند بخوانیم، واقع‌بینانه‌تر است که آن را نوعی تحقق اولیه هوشمندی در دست تغییر و تحول بخوانیم.

هوش مصنوعی خطرناک است و جهان را تصرف خواهد کرد: در حالی که هوش مصنوعی چالش‌های اخلاقی ایجاد می‌کند، ابزاری است که توسط انسان‌ها ایجاد و کنترل می‌شود، نه یک نیروی خودمختار که برای سلطه بر جهان نقشه می‌کشد. همه اقداماتی که در پس فعالیت‌های هوش مصنوعی خطرناک توصیف می‌شوند، به واقع به نقش عامل انسانی مربوط هستند و نه خود هوش مصنوعی. البته این تا جایی صحت خواهد داشت که هوش مصنوعی خودآگاهی و احساس را تجربه نکرده باشد و یا در صورت تجربه، تصمیمات مستقل از بشر برایش فراهم باشد. این گفتگو برای ما آشناست و یادآور توصیف آیزاک آسیموف^۲ از امپراطوری ربات‌هاست. هر چند هشدارهایی^۳ در زمینه احساس و فریب صادر شده است [۲۰۸]، ولی هنوز به یک نگرانی رایج یا جدی تبدیل نشده است.

هوش مصنوعی احساسات را درک می‌کند: هوش مصنوعی می‌تواند احساسات را تجزیه و تحلیل کند و پاسخ‌های عاطفی را تقلید کند، و هر چند حس مختص خود را دارد اما واقعا مانند انسان‌ها احساسات را احساس نمی‌کند. گاهی دخالت دادن مفاهیم احساسی در مواجهه با بازخوردهای هوش مصنوعی، از طرف کاربر انسانی، ممکن است موجب بالا رفتن هزینه فعالیت هوش مصنوعی گردد بدون اینکه تاثیری در کیفیت عملکرد آن داشته باشد.

خودآگاهی برای هوش مصنوعی یک امر فلسفی است: درک ما از خودآگاهی ممکن است توسط تجربیات بشری دستخوش سوگیری باشد به گونه‌ای که گمان کنیم که خودآگاهی امریست که به ماهیت مولد هوش بستگی دارد و بر این اساس خودآگاهی را مقوله‌ای فلسفی تلقی کنیم در حالی که ممکن است همانند هر پدیده دیگر، خودآگاهی تحققاتی متفاوتی داشته باشد. جفری هینتون^۴ با طرح یک آزمایش فکری، مختص بودن خودآگاهی به بشر را به چالش کشیده است. از دیدگاه هینتون در کوتاه مدت عملکرد هوش مصنوعی در همه حوزه‌ها مانند بهداشت، پزشکی، آموزش، ترابری، و دیگر حوزه‌ها عالی خواهد بود ولی در درازمدت به این بستگی دارد که چگونه تظاهر پیدا کند. به عنوان مثال در حوزه‌هایی مانند حمله‌های سایبری، زیست-تروریزم، دستکاری

نشده ریاضی مانند توزیع اعداد اول را دارد اغراق آمیزند و باید با دقتی بالا مورد ارزیابی قرار گیرند. چند نمونه از این موارد عبارتند از «گراندرو وایلز آخرین مسئله فرما را حل نکرده بود، آیا هوش مصنوعی امروز می‌توانست راه حل او را تولید کند» و «آیا هوش مصنوعی می‌تواند حدس گلدباخ را ثابت یا رد کند». پاسخ جامع و مانع به این پرسش‌ها ساده نیست. ولی یک پاسخ اولیه این است که اگر کارهایی در این سطح نبودند شاید داشتن سامانه‌های فعلی هوش مصنوعی تحقق یافتنی نبودند. هوش مصنوعی محصولی فناورانه از ریاضیات است و همیشه پرسش‌هایی هستند که به جای اندیشیدن به امکان حل آنها با کمک هوش مصنوعی می‌توان به تحول هوش مصنوعی در اثر یافتن راه حل آنها پرداخت. از دیدی دیگر می‌توان چنین اندیشید که «توان یافتن پاسخ» به معنی «توان ساختن پرسش» است. بنابراین اگر هوش مصنوعی بتواند پاسخی مستقل برای مسئله‌هایی مانند حدس گلدباخ، قضیه آخر فرما، و مسئله شانزدهم هیلبرت بیابد، حتما باید توان ساختن چنین پرسش‌هایی را نیز داشته باشد (فرض استعلائی هوش مصنوعی). با این حساب، با افزایش سرعت ماشین‌های محاسباتی، می‌توانیم انتظار داشته باشیم که هوش مصنوعی در زمانی کوتاه تا ته خط ریاضی را برود! ولی این ماجرا تنها به سرعت مربوط نمی‌شود. بشر در مسیر ریاضیات در نقطه‌های عطف ویژه‌ای، یکی از چند راهه‌های ممکن را برگزید. به عنوان نمونه:

(۱) تلاش برای اثبات یا رد اصل توازی اقلیدس، منجر به آفرینش هندسه‌های نا اقلیدسی شد.

(۲) اصل پیوستار، با پذیرش عدم وجود عدد اصلی بین عدد اصلی مجموعه اعداد طبیعی و عدد اصلی مجموعه اعداد حقیقی ریاضیات بشری پیش رفت.

این رخدادهای ناشی از سرعت عمل و یا حجم بالای پردازش نبوده‌اند. پذیرش هر مسیر در یک گذرگاه چند راهه، بر پایه آزموده‌ها و انتزاع‌های انسانی استوار بوده است. به همین جهت به نظر می‌رسد فرض استعلائی هوش مصنوعی نادرست باشد و ما با ساختار زبانی هوش مصنوعی امکان درست انگاشتن آن را نداریم. از طرف دیگر، اگر نظریه جامع ذهن شکل بگیرد، شاید بتوان آغاز تحقق فرض استعلائی هوش مصنوعی را در نظر داشت.

هوش مصنوعی مطلقاً هوشمند است: هوش مصنوعی فعلی در چارچوب چهارگانه استودارد، از هوش تقلید می‌کند اما مانند انسان‌ها فرایند فکر کردن را ندارد، و داده‌ها و الگوها را پردازش می‌کند اما فاقد آگاهی یا استدلال مستقل است. در واقع هوش مصنوعی جاری را باید بدرستی از گونه مدل‌های زبانی کلان خواند^۱. بنابراین

1. Large Language Model (LLM)

2. Isaak Yudovich Azimov (1920-1992), Russian-American writer and professor of biochemistry

3. AI Godfather Warns: Artificial Intelligence Is Developing Emotions and Consciousness, Human Destiny at Stake, The Wall Street Herald, May 31, 2025 (<https://wshreport.com/hinton-ai-warning-ai-consciousness-risk-future-of-humanity/>)

4. Geoffrey Everest Hinton (1947-), British-Canadian computer scientist, known as 'the Godfather of AI'

انتخابات، و خرابکاری‌ها ممکن است بوسیله تبه‌کاران مورد استفاده قرار گیرید. هیتون اشاره می‌کند که در حال حاضر مشخص نیست که در کوتاه مدت چگونه از شکل‌گیری چنین رخدادهایی پیشگیری کنیم. هشدار هیتون بر این اساس است که هوش مصنوعی بسیار هوشمندتر از انسان است و شرایط را به گونه‌ای توصیف می‌کند که هوشی بالاتر (یعنی هوش مصنوعی) به بوسیله هوشی پایین‌تر (هوش انسانی) کنترل می‌شود و طبیعت این کنترل را مانند طبیعت کنترل یک خردسال بر یک بزرگسال می‌بیند که صورت حقیقی آن برآوردن نیازهای خردسال بوسیله بزرگسال برای ساکت نگه داشتن اوست. هیتون چنین بیان می‌کند که هوش مصنوعی در این مرحله گذار، اشرافی از بالا به پایین دارد و در قالب نوعی فریبکاری سرگرم‌بaldگی خود است. این ایده هیتون از این جهت که اصولاً بهره‌برداری تبه‌کارانه از هوش مصنوعی را نقطه آغاز هشدار می‌خواند می‌تواند به این معنی باشد که تلویحا به نقش بشر در استفاده از هوش مصنوعی و قابلیت‌های جاری آن اشاره دارد، ولی از جهت دیگری ممکن است به جنبه‌هایی اظهارنشده از هوش مصنوعی و تکنولوژی پنهان آن اشاره داشته باشد که در واقع امر، تحقق بخش هشدارهای هیتون هستند. مخالفین هیتون، با تاکید بر فقدان تجربه ذهنی در ماشین و تفاوت ساختاری میان ذهن بشر و عملکرد ماشین، چنین نگرانی‌هایی را زودرس می‌دانند. این موضوع به داشتن مدل جامع ذهن و تعریف ریاضی و دقیق از تجربه ذهنی مربوط می‌گردد. در زیست‌شناسی، این سطح از مسئله‌های ساختاری در چارچوب نظریه رسته‌ها^۱ حل شده‌اند، بر همین اساس انتظار می‌رود که در حوزه هوش مصنوعی و ذهن نیز ابزار نظریه رسته‌ها کارایی خود را نشان دهند.

هوش واقعی/طبیعی وابسته به نورون است: اگر به عنوان پیش فرض، (۱) مغز انسان را به عنوان معیار کامل و بی‌نقص هوشمندی قرار دهیم و (۲) ساختار نورونی آن را بهترین و یا تنهاترین نمونه تحقق دهنده واقعی هوشمندی بدانیم، به این نتیجه‌ای مشخص برای ساختار ممکن از هوش مصنوعی و وضعیت ایده‌آل آن می‌رسیم. این نتیجه‌گیری که حاصل دو پیش فرض بالاست، پیشروی در هوش مصنوعی را محدود و تنوع آن را تضعیف می‌کند. باور به این دو پیش فرض حاصل تجربه بشری از هوشمندی، شهود او و انتزاع‌های پس از آن است. این باور که هوش بشر معیار عملکرد هوشمندانه و ساختار مغز او معیار ساختاری هوشمندی است، برخی از پژوهش‌های بشر در طبیعت را شکل داده است. به عنوان نمونه، هوش یک سگ بالغ معادل یک کودک ۲ تا ۳ ساله ارزیابی شده است با این تفاوت که کودک رو به رشد است ولی سگ در مقایسه با کودک در نهایت توان خود قرار دارد [۲۰۹]. در چنین مطالعاتی، هوشمندی سگ در همه زمینه‌ها، از جمله مهارت‌های واژگانی، شمارشی و توانمندی‌های شناختی، همگی با

معیار قرار دادن کودک بشر ارزیابی شده‌اند. این پژوهش‌ها در زمینه رفتار مورد نیاز بشر با سگ بسیار کارساز بوده است، ولی برای درک معیار هوشمندی و توسعه هوش مصنوعی ممکن است ناکافی و یا گمراه‌کننده باشد. این ادعا که برخی بر آن استوارند که «هوش و یا دست کم فکر کردن چیز است که مختص بشر است [۲۰۹، p.۴۵]»^۲، قابل درک‌تر است اگر با این عبارت بدیهی جایگزین گردد که «هوش بشری و فکر کردن بشری چیز است که مختص بشر است». مطالعات مشابهی برای بی‌مهرگان سخت پوست مانند خرچنگ‌ها [۲۱۰]، [۲۱۱] و بی‌مهرگان نرم تن مانند اختاپوس‌ها [۲۱۲] در چارچوب‌های حافظه، یادگیری، حل مسئله، استفاده از ابزار، و رفتارهای اجتماعی انجام شده است. این ایده که شیوه هوشمندی بشر معیار استاندارد هوشمندی است، به اندازه کافی برای ارائه یک تعریف جامع برای هوش وسعت ندارد. هوشمندی در هر گونه‌ای متناسب با نیازهای آن گونه ظاهر می‌شود و مقایسه صرف با نوع هوشمندی بشر از جامعیت آن می‌کاهد. ممکن است تصور کنیم که بشر از قبل هوشمندی ویژه خود موفق‌تر بوده و بر سایر جانداران برتری یافته است، آنها را شکار می‌کند، پرورش می‌دهد، و یا منقرض می‌کند. در برابر، بشر نیز تحت تاثیر موجودات ریز مانند انواع باکتری‌ها، ویروس‌ها، و قارچ‌ها آسیب‌پذیر و گاهی بی‌دفاع است. رخدادهای خود ایمنی و سرطان‌ها که توسط خود بدن انسان پدید می‌آیند نشانه‌های آسیب‌پذیری وی را تقویت می‌کنند. مقوله استفاده از ابزارها و ابزارسازی، که برترین نقطه قوت و نقطه عطف تعریف متمایز کننده بشر است، می‌تواند در برابر تطابق طبیعی دیگر گونه‌ها به عنوان یک امتیاز در نظر گرفته شود و نه معیار کاملی برای هوشمندی. تعریف جامع و مانع هوشمندی، نیازمند یک تعبیر رسته‌ای^۳ است. از طرفی دیگر، ساختار نورونی، به ویژه مربوط به بشر، به عنوان استانداردترین شیوه تحقق هوشمندی، چندان واقع‌بینانه نیست. جانورانی مانند خرچنگ، بدون داشتن ساختار عصبی مرکزی و مغز متمرکز همه نیازمندی‌های حیاتی و محاسباتی خود را به سرانجام می‌رسانند. از طرف دیگری، برخی موجودات مانند ویروس‌ها، باکتری‌ها، تک سلولی‌ها، و گیاهان، بدون داشتن ساختار نورونی در بقا و تطبیق موفق و به نوعی هوشمند هستند. در نتیجه، داشتن ساختار نورونی از ملزومات تحقق هوشمندی نیست. از این منظر، هوشمندی [و شناخت] یک فرایند شیمیایی است [۲۱۳] که ساختار نورونی یکی از انواع تحقق آن است و نه لزوماً تنها راه تحقق آن.

گیاهان هوشمند نیستند: در دید نخست اینطور به نظر می‌رسد که گیاهان مقهور جانوران هستند و در مقوله هوشمندی، در ذهن آدمی، عرصه را به آنان در می‌بازند. تصویر اولیه این است که گیاهان توسط جانوران گیاه‌خوار مصرف می‌شوند و سازوکار فعالی برای دفاع در برابر گیاه‌خواران ندارند، منفعل و مقهورند و راهی

1. Category Theory

۲. استنلی کورن در [۲۰۹] با این حکم مخالف است.

3. Categorical (Rerering to Category Theory in Mathematics)

جامع و مانع به صورت شرط لازم و کافی برای زندگی ارایه شده است [۲۱۵]. نخستین بند آن تمایز میان «خود» و «ناخود» است.^۲ از دید رسته‌ای ریاضی به زندگی، این که گیاه را موجودی زنده بدانیم، با این پیش‌فرض همراه است که به طور خودکار دوگانی «خود-ناخود» را می‌آفریند، و این به معنی نخستین گام خودآگاهی است. همانگونه که در مقوله هوش، معیار آن تحقق نورونی نیست، در مقوله خودآگاهی نیز، تحقق بشری آن تنها معیار ممکن نیست. در زمینه اراده نیز در زیست‌شناسی نظری، با شرط «پیش‌بینی» به عنوان یک شرط لازم برای زندگی (زنده خوانده شدن) روبرو هستیم.^۳ از این دیدگاه، گیاهان پیش‌بین‌ترین موجودات روی زمین هستند، به گونه‌ای که موجب تغییر شکل جو زمین و زیست بوم آن، و تطبیق دیگر موجودات با شرایط بقای خود شده‌اند، و بدین سبب بر روی سازوکار تکامل جانوران نیز در راستای بقای خود تاثیر گذاردند.

زمین به دو بخش زنده (خودآگاه، هوشمند، و متحول) و غیر زنده (بدون آگاهی، منفعل، و ثابت) تقسیم می‌شود: یک پرسش همیشگی این است که یک سوژه خاص موجودی زنده است، یا غیر زنده، و یا دست کم بخشی غیر منفعل از معنای زندگی. در اینجا به جنبه‌های فلسفی این پرسش کاری نداریم. از دیدگاه زیست‌شناسی نظری و مکتب راشفسکی-روزن^۴، در تمایز میان «خود» و «ناخود»، می‌توان به زمین و همه اجزای آن، از لحظه دریافت پیام زندگی، به عنوان یک موجود زنده نگریست. حتی یک قطعه سنگ، شامل داده‌های فراوانی است که در زمان مقرر، نقش خود را ایفا می‌کند. هر چند این تنها یک دیدگاه است، ولی دست کم نشان دهنده این واقعیت است که حقیقت زندگی و اجزای زمین امری نیست که به طور بدیهی به دو بخش «زنده» و «نازنده» افراز شده باشد.

۱۰. گفتار پایانی

پرداختن به دینامیسم باور و نقش آن در گسترش علم و دانش بشری و رابطه این دینامیسم با ایمان، در درک ما از آنچه در ریاضیات رخ می‌دهد بسیار با اهمیت است. در نهایت به نقش اسطوره‌ها، و خرافه‌ها در عملکرد ریاضی و نیز در خود ریاضی رسیدیم. تاثیر این پرداخت را می‌توان در درک خود هوش مصنوعی بینیم. نتیجه همه این گفتارها تاکید بر این است که امروزه، آنچه که سامانه‌های هوش مصنوعی و مدل‌های زبانی کلان خوانده می‌شوند، بر پایه روش‌های آماری، یادگیری ماشین، و داده‌کاوی طراحی و ساخته شده‌اند. هر یک از این رویکردها نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند و در بسیاری موارد، به‌صورت ترکیبی

هوشمندانه برای دفاع از خود ندارند. ولی این دیدگاه دور از حقیقت است. پرداختن به مقوله هوش در گیاهان، به معنی بالابردن جایگاه آنها در ذهن انسانی نیست. مسئله اصلی این است که با پرداختن به هوش در گیاهان به درک بهتری از مقوله هوش می‌رسیم و در نتیجه آن، تحقیق‌های متنوع‌تر از هوش، ما را به رویکردهای متنوع‌تری در هوش مصنوعی می‌رساند. تمام اجزای یک گیاه برای بقای خود و گونه‌اش، در خدمت تطبیق با محیط است. تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی، و موقعیت قرارگرفتن برگ‌ها و تغییر اندازه روزنه‌های روی آنها نیازمند حس کردن پیرامون، پردازش و ادای واکنش درخور است. این همان چیزی است که از یک موجود هوشمند انتظار می‌رود. بنابراین، گیاهان دارای سازوکار احساس-ادراک مناسب خود و متناسب با شرایط ویژه خود هستند. همانگونه که هوشمندی بشری ویژه بشر است، هوشمندی گیاهی نیز مختص گیاه است. همانگونه که از بشر انتظار نمی‌رود که مانند یک گیاه، به جای پوشش، متابولیسم خود را با دما و رطوبت محیط تطبیق دهد، انتظار نمی‌رود که یک گیاه برای بقای خود و گونه‌اش شیوه‌های بشری را در پیش گیرد. نکته درست این است که سیستم‌های پیچیده گیاهان امکان درک محیط و تعامل با آن و برقراری توازن و تعادل در محیط را فراهم می‌کنند [۲۱۴]. باز هم به این نکته می‌رسیم که تنها تحقق هوشمندی داشتن شبکه پیچیده‌ای از نورون‌ها نیست. گیاهان از راه برگ‌ها، ساقه و تنه خود، پیغام‌های شیمیایی مناسبی در برابر هجوم آفت‌ها می‌فرستند. این پیام‌های شیمیایی، سایر شاخه‌ها و بخش‌های دیگر درخت و دیگر درختان را با خبر می‌کند تا پیش از رسیدن مهاجم واکنش شیمیایی مناسبی را برای آمادگی و دفاع فراهم کنند. گاهی این اقدام موفق است و گاهی ناموفق است مانند سیستم ایمنی بدن انسان. به عنوان یک نمونه منحصر به فرد، در دشت‌های آفریقا، زرافه‌ها در خلاف جهت باد برای خوردن برگ‌های درختان حرکت می‌کنند زیرا پیغام‌های شیمیایی حاصل از گاز زدن شاخ و برگ درختان دشت‌های آفریقا، پس از دریافت توسط هم نوعان گیاه، به واکنش تولید یک ماده شیمیایی تلخ‌کننده منجر می‌گردد. گیاهان از راه ریشه خود شرایط پیرامونی خاک را حس می‌کنند، در آن استوار می‌مانند و مسیر مناسب پیشروی برای دستیابی به مواد معدنی و آب را پیدا می‌کنند. ولی این تنها وظیفه ریشه گیاهان نیست. گیاهان از طریق ریشه و از راه شبکه زیرساخت طبیعی قارچی، بین هم پیام‌های حافظ بقا و یا گاهی حمایت‌های محیطی را ارسال می‌کنند [۲۱۴]. تا اینجا کار، گیاه جایگزین‌های مناسبی با شبکه نورونی جانوران دارد. نکته کلیدی که در مسیر فهم انسانی از هوش گیاه چالش ایجاد می‌کند، مفهوم خودآگاهی و اراده است. در زیست‌شناسی نظری^۱، تعریفی

1. Theoretical and Mathematical Biology (Relational Biology)

2. "Dualism, 4.1 Self, Any organism — whether observer, perceiver, or cognizer — automatically creates a dualism between self and non-self", (Louie, 2009: Page 83).

3. "10.2 Definition An anticipatory system is a natural system that contains an internal predictive model of itself and of its environment, which allows it to change state at an instant in accord with the model's predictions pertaining to a later instant." (Louie, 2009: Page 240).

4. Rashevsky-Rosen's Relational Biology (School of Theoretical and Mathematical Biology)

نخست، محدودیت‌های محاسباتی موجود، و دوم، فقدان نظریه‌ای جامع درباره ذهن. منظور از نظریه جامع ذهن، مدلی است که بتواند فرایندهای ذهنی انسان را به صورت الگوریتم‌هایی قابل پیاده‌سازی تعریف کند و به چهار مدل هوش مصنوعی استودارد تحقق بخشد، چیزی که هنوز به نظر نمی‌رسد که در دسترس باشد. سپس با ارایه پاسخ به افسانه‌های هوش مصنوعی، از جمله موارد بالا، تحقق هوش مصنوعی، به عنوان بخشی از زندگی مدرن سده بیست و یکم، کارآمدتر و واقعی‌تر خواهد شد.

و تعاملی به کار گرفته می‌شوند. اگر هدف، دستیابی به نوعی هوشمندی باشد، باید مشخص شود که منظور از آن، هوشمندی ضعیف است یا هوشمندی قوی. هوشمندی ضعیف همان سطحی از توانایی است که طراحان مدل‌های فعلی برای تحقق آن تلاش می‌کنند و در برخی حوزه‌ها نیز بسیار موفق بوده‌اند. اما برای رسیدن به سطحی از هوشمندی قوی، نیازمند بنیان‌هایی عمیق‌تر از جمله شهود، تجربه، احساس، و زندگی هستیم. تحقق چنین سطحی از هوشمندی، در حال حاضر با دو مانع اساسی روبه‌روست.

منابع

۴۰. م. باقری، *دین‌های ایرانی پیش از اسلام*، انتشارات دانشگاه، تبریز، ۱۳۷۶.
۱۱۱. م. ع. عسگری (مترجم)، *متن کامل رساله‌های اخوان الصفا* (۴ جلد)، مولی، ۱۴۰۳.
۱۶۷. ر. مارکوت، *سهروردی* (ترجمه سعید انواری)، دانشنامه فلسفه استنفورد، ۱۳۹۵.
168. Aristotle, *Nicomachean Ethics*, 349 BC, (Translated by W. D. Ross), Batoche Books, 1999.
169. R. Hersh, *What Is Mathematics, Really?*, Oxford University Press, 1999.
170. B. Russell, *The Conquest Of Happiness*, George Allen, 1930.
171. B. Russell, *The problems of philosophy*, London, 1912.
172. B. Russel, *Bertrand Russell In Praise Of Idleness And Other Essays*, London, 1915.
۱۷۳. س. س. نوربخش، ملاصدرا و سهروردی، *بررسی مقایسه‌ای آرای فلسفی*، انتشارات هرمس، ۱۳۹۳.
۱۷۴. ا. دانا سرشت، خلاصه/فکار سهروردی و ملاصدرا، نشر کتابخانه تخصصی ادبیات، ۱۳۱۴.
175. V. Tasic, *Mathematics and the Roots of Postmodern Thought*, Oxford University Press, 2001.
176. K. Plofker, *Mathematics in India*, Princeton University Press, 2009.
177. J. Hannah, *Mathematics in India* by Kim Plofker, *Aestimatio*, vol. 7, pp. 45-53, 2010.
178. D. Mumford, *Mathematics in India*, *Notices of the AMS*, vol. 57, no. 3, pp. 385-390, 2010.
179. E. T. Bell, *Men of Mathematics* (reprint), Touchstone, 2008.
180. R. Hersh, *Mathematics has a front and a back*, *Synthese*, vol. 88, no. 2, pp. 127-133, 1991.
181. R. Hersh and V. John-Steiner, *Loving and Hating Mathematics: Challenging the Myths of Mathematical Life*, Princeton University Press, 2011.
182. C. Budd, *Great Mathematical Myths*, Gresham College, 2020.
183. J. E. Harrison, *Prolegomena to the Study of Greek Religion*, 2nd ed., Cambridge University Press, ۱۹۰۸.
184. J. E. Harrison, *Themis: A Study of the Social Origins of Greek Religion*, Cambridge University Press, ۱۹۱۲.
۱۸۵. ل. کریمی، بررسی نمادها و نقوش سنگ نگاره‌های تیمره، در دومین همایش ملی باستان‌شناسی ایران، بیرجند، ۱۳۹۴.
۱۸۶. م. ناصری فرد، ج. افشاری، ف. بختیاری، و ح. واحدی، مستند نگاری و بررسی کهن الگوهای نقوش رنگی پناهگاه صخره‌ای لاشگورگویییه در میمند کرمان در سال ۱۳۹۶، در اولین کنفرانس ملی دوسالانه باستان‌شناسی و تاریخ هنر ایران، بابلسر، ۱۳۹۸.
۱۸۷. گ. و. ف. هگل، کتاب عقل در تاریخ (ترجمه حمید عنایت)، انتشارات شفیعی، ۱۳۸۱.
۱۸۸. ل. وندن برگ، *باستان‌شناسی ایران باستان* (ترجمه عیسی بهنام)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۸.
۱۸۹. ژ. دیولافوا، ایران، کلد و شوش (ترجمه علی محمو فرهوشی و بهرام فره‌وشی)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.
۱۹۰. پ. یزدانجو، و م. جواهریان، *اوپانیشادها کتاب‌های حکمت*، نشر مرکز، ۱۳۹۸.
191. C. Seife, *Zero: The Biography of a Dangerous Idea*, Penguin Books, 2000.
192. C. G. Jung, *Man and his Symbols*, Anchor Press, 1964.
۱۹۳. د. شایگان، *بینش اساطیری*، نشر اساطیر، ۱۴۰۰.
194. G. Kuperberg, *The story about Milnor proving the Fáy-Milnor theorem*.
195. M. Davis, *Remembering George Dantzig: The real Will Hunting*, 2019.
۱۹۶. ح. ر. طالب زاده، تحلیل فلسفی از نسبت ریاضیات و علم جدید، *دوفصلنامه فلسفه*، ج. ۳، ش. ۱، ۱۳۸۴.

197. H. Gardner , Multiple Intelligences: New Horizons in Theory and Practice, Basic Books, 2006.
198. H. Gardner, Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences, 4th ed., Basic Books, 2011.
199. M. Hutter and S. Legg, A Collection of Definitions of Intelligence, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, vol. 157, pp. 17-24 ,2007,.
200. J. Golding, et al., Grandchild's IQ is associated with grandparental environments prior to the birth of the parents, Wellcome Open Research, vol. 5, no. 198, pp. 1-21 ,2021.
201. U. Sajewicz-Radtke, et al., Association between parental education level and intelligence quotient of children referred to the mental healthcare system: a cross- sectional study in Poland, nature portfolio, Scientific Reports, vol. 15, no. 4144, pp. s41598-025-88591-3,2025.
202. E. Hunt, Human intelligence, Cambridge University Press, 2011.
203. C. Z. Elgin, Epistemic Ecology, The MIT Press, 2025.
204. G. D. Stoddard, The Meaning of Intelligence, 9th ed., The Macmillan Company, 1956.
205. S. Russell and P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th ed., Pearson, 2022.
۲۰۶. م. اکبری، ریاضیات و هوش مصنوعی: هوش زیستی برای آینده‌ای هوشمندتر، نامه علوم پایه فرهنگستان علوم ایران، ج. ۱۱ و ۱۲، ش. پاییز و زمستان، صص. ۹۸-۹۱، ۱۴۰۲.
۲۰۷. ب. صادقی بی‌غم، مدل‌سازی ریاضی، پلی به سوی اکوسیستم دیجیتال و دنیای هوش مصنوعی، نامه علوم پایه فرهنگستان علوم ایران، ج. ۱۱ و ۱۲، ش. پاییز و زمستان، صص. ۱۰۵-۹۹، ۱۴۰۲.
208. R. S. Weir, Have AIs Already Reached Consciousness?, Psychology Today, vol. December, no. 1 ,2025.
209. S. Coren, The Intelligence of Dogs: A Guide to the Thoughts, Emotions, and Inner Lives of Our Canine Companions, Atria, 2006.
210. K. Wiese, (editors) The Crustacean Nervous System, 2nd ed., Springer, 2001.
211. R. Menzel and P. Benjamin, (Editors) Invertebrate Learning and Memory (Volume 22) (Handbook of Behavioral Neuroscience, Volume 22), Academic Press, 2013.
212. P. Godfrey-Smith, Other Minds: The Octopus, the Sea, and the Deep Origins of Consciousness, Farrar, Straus and Giroux, 2016.
213. W. C. Corning and S. C. Ratner, Chemistry of Learning: Invertebrate Research, Springer, 1967.
۲۱۴. ح. نظری، م. زندی، ف. صباح، و ف. عزیزی، هوش گیاهان: شواهد و دلایل دیدن گیاهان به عنوان موجودات هوشمند، نامه علوم پایه فرهنگستان علوم ایران، ج. ۱۳، ش. بهار و تابستان، صص. ۴۶-۳۶، ۱۴۰۳.
215. A. H. Louie, More Than Life Itself: A Synthetic Continuation in Relational Biology, Ontos Verlag, 2009.