قلمرو علم

هزار مغز

هزار مغز

نظریه‌ی جدیدی برای هوش

جف هاکینز

با مقدمه‌ای از ریچارد داکینز

ترجمه‌ی

دکتر **قاسم کیانی مقدم**

انتشارات مازیار

سرشناسه : هاکینز، جف، ۱۹۵۷– م. Hawkins, Jeff, 1957-
عنوان و نام پدیدآور : هزار مغز: نظریه‌ی جدیدی برای هوش/ جف هاکینز ؛ با مقدمه‌ای از ریچارد داکینز ؛ ترجمه‌ی قاسم کیانی‌مقدم.
مشخصات نشر : تهران: مازیار ، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری : ۲۸۸ ص؛ ۱۴/۵×۲۱/۵س‌م.
فروست : قلمروعلم
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۲۰-۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: A thousand brains : a new theory of intelligence ,2021
یادداشت : نمایه
موضوع : مغز
موضوع : Brain
موضوع : هوش
موضوع : Intellect
موضوع : هوش مصنوعی
موضوع : Artificial intelligence
شناسه افزوده : داکینز، ریچارد، ۱۹۴۱ – م.، مقدمه‌نویس
شناسه افزوده : Dawkins, Richard
شناسه افزوده : کیانی مقدم، قاسم، ۱۳۴۹ – ، مترجم
رده‌بندی کنگره : QP۳۷۶
رده‌بندی دیویی : ۶۱۲/۸۲
شماره کتابشناسی ملی : ۸۴۶۳۸۴۹

www.mazyarpub.ir
mazyarpub@yahoo.com

انتشارات مازیار
ثبت علامت تجاری: ۳۵۳۴۲۴

مقابل دانشگاه تهران، ساختمان ۱۲۹۶ (ظروفچی) طبقه اول، واحد ۴، تلفن ۶۶۴۶۲۴۲۱

هزار مغز: نظریه‌ی جدیدی برای هوش
جف هاکینز
ترجمه‌ی دکتر قاسم کیانی مقدم
صفحه‌آرایی مروا ک.
چاپ اول ۱۴۰۰
شمارگان ۱۲۰۰
لیتوگرافی، چاپ و صحافی طیف‌نگار
شابک ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۲۰-۸

فهرست مطالب

پیشگفتار به قلم ریچارد داکینز ۷

بخش ۱: درک جدیدی از مغز ۱۵

فصل ۱ مغز قدیم ــ مغز جدید ۲۶
فصل ۲ ایده‌ی بزرگ ورنون مونتکاسل ۳۶
فصل ۳ مدلی از جهان در سر شما ۴۴
فصل ۴ مغز رازهایش را آشکار می‌کند ۵۵
فصل ۵ نقشه‌هایی در مغز ۷۳
فصل ۶ مفاهیم، زبان، و تفکر سطح بالا ۸۶
فصل ۷ نظریه‌ی هزار مغز هوش ۱۰۸

بخش ۲: هوش ماشینی ۱۳۱

فصل ۸ چرا در هوش مصنوعی از «هوش» خبری نیست ۱۳۶
فصل ۹ زمانی که ماشین‌ها خودآگاه باشند ۱۵۴
فصل ۱۰ آینده‌ی هوش ماشینی ۱۶۴
فصل ۱۱ خطرات وجودی هوش ماشینی ۱۸۱

بخش ۳: هوش انسانی ۱۹۳

فصل ۱۲ باورهای نادرست ۱۹۶
فصل ۱۳ خطرات وجودی هوش انسانی ۲۰۹
فصل ۱۴ ادغام مغز و ماشین ۲۲۳
فصل ۱۵ برنامه‌ریزی برای میراث بشریت ۲۳۳
فصل ۱۶ ژن‌ها در مقابل دانش ۲۴۹

افکار پایانی ۲۶۹
سپاسگزاری ۲۷۴
خواندنی‌های پیشنهادی ۲۷۷
نمایه ۲۸۴
در تحسین کتاب ۲۸۷
درباره نویسنده ۲۸۸

پیشگفتار

این کتاب را قبل از خواب نخوانید. نه اینکه ترسناک باشد، یا باعث کابوس شود. بلکه آن‌قدر مفرح و هیجان‌انگیز است که گردباد توفنده‌ای از ایده‌های مهیج و محرک را پدید می‌آورد ــ طوری که دلتان می‌خواهد بپرید بیرون و به کسی بگویید، نه اینکه به خواب بروید. نگارنده‌ی این مقدمه هم از قربانیان همان گردباد است، و بی‌تردید هویدا خواهد بود.

چارلز داروین برخلاف اکثر دانشمندان دیگر، آن‌قدر امکانات داشت که می‌توانست خارج از دانشگاه و بدون بودجه‌ی دولتی کار کند. البته جف هاکینز شاید خوشش نیاید که او را دانشمند مایه‌دار سیلیکون وَلی بنامیم، ولی خوب پر بیراه هم نیست. فکر ژرفی که به ذهن داروین رسیده بود، انقلابی‌تر از آن بود که در قالب مقاله‌ای کوتاه موجب جلب توجه شود، و مقاله‌های مشترک داروین و والاس در سال ۱۸۵۸ کلاً مورد غفلت قرار گرفت. به قول خود داروین، لازم بود که این فکر در قالب و حجم کتاب بیان شود. و واقعاً هم کتاب عالی او بود که یک سال بعد، بنیادهای علمی دوران ویکتوریا را به لرزه درآورد. نظریه‌ی هزار مغز جف هاکینز هم چیزی است که باید در ابعاد یک کتاب بیان شود. و برای ایده‌ی او درباره‌ی چارچوب‌های مرجع ــ اینکه «خود عمل فکر کردن نوعی حرکت است» ــ نیز چه بهتر! هر کدام از این ایده‌ها آن‌قدر عمیق است که یک کتاب را پر می‌کند. ولی همه‌اش این نیست.

مشهور است که تی. اچ. هاکسلی وقتی خواندن کتاب **خاستگاه گونه‌ها** را به پایان برده، گفته است: «چقدر احمق بودم که به فکر خودم نرسید.» البته منظورم این نیست که مغزشناسان با خواندن این کتاب لزوماً همان جمله را خواهند گفت. این کتاب ایده‌های مهیج زیادی دارد، نه اینکه مثل کتاب داروین حاوی یک ایده‌ی بسیار بزرگ باشد.

به نظر من، نه فقط خود تی. اچ. هاکسلی که هر کدام از سه نوه‌ی فاضل او هم اگر این کتاب را می‌دیدند، می‌پسندیدند: اندرو به خاطر اینکه طرز کار

تکانه‌ی عصبی را کشف کرد (هاجکین و هاکسلی در حکم واتسون و کریک برای دستگاه اعصاب هستند)؛ الدوس به خاطر سفرهای خیال‌آمیز و شاعرانه‌اش به دورترین قلمروهای ذهن؛ و جولین به خاطر اینکه شعر زیر را نوشته است، و در آن توانایی مغز را برای ساختن مدلی از واقعیت، و ریزالگویی از کیهان، ستوده است:

دنیای چیزها به ذهن کودکانه‌ی شما وارد شد،
و در آن گنجه‌ی بلورین جای گرفت.
در درون دیوارهای آن، غریب‌ترین همراهان با هم ملاقات کردند،
و چیزها به فکر بدل شدند و نوع خود را گسترش دادند.

زیرا که در آنجا واقعیت جسمانی می‌توانست روح پیدا کند.
شما و واقعیت متقابلاً مدیون یکدیگر شدید.
در آنجا دنیای ریز خود را ساختید ــ که بزرگ‌ترین وظایف
به خویشتن کوچک آن محول شده بود.

مردگان در آنجا می‌توانند زندگی کنند و با ستارگان سخن گویند:
استوا با قطب سخن می‌گوید، و شب با روز؛
روح موانع مادی جهان را محو می‌کند ــ
یک میلیون جدایی از میان برداشته می‌شود.
گیتی می‌تواند زندگی و کار و برنامه‌ریزی کند،
سرانجام در درون ذهن بشر به خدایی رسیده است.

مغز در تاریکی نشسته است و جهان بیرون را تنها از طریق رگباری از تکانه‌های عصبی که اندرو هاکسلی کشف کرده است، ادراک می‌کند. تکانه‌ی عصبی که از چشم می‌رسد، فرقی با تکانه‌های گوش یا شست پا ندارد. تکانه‌ها همه به مغز می‌رسند و مغز آن‌ها را پردازش می‌کند. جف هاکینز نخستین دانشمند یا فیلسوفی نیست که می‌گوید واقعیتی که ما ادراک می‌کنیم، یک واقعیت برساخته یا مدل است که بر پایه‌ی جریان‌های داده‌هایی که از حواس می‌رسد، ساخته و پرداخته می‌شود. ولی به نظر من، هاکینز نخستین کسی است که این ایده را به‌صورت رسایی بیان کرده که ما فقط یک مدل از این نوع

نداریم، بلکه هزاران مدل داریم، یعنی در هر کدام از ستون‌های روی هم چیده‌ی متعددی که قشر مغز را تشکیل می‌دهند، یک مدل داریم. تعداد این ستون‌ها حدود ۱۵۰,۰۰۰ تا است، و این‌ها ستاره‌های بخش اول کتاب هستند، به همراه چیزی که او آن را «چارچوب‌های مرجع» می‌نامد. نظریه‌ی هاکینز درباره‌ی این دو موضوع بسیار هیجان‌انگیز است، و جالب خواهد بود که ببینیم مغزشناسان دیگر چه برخوردی با آن خواهند داشت: به گمان من، استقبال خوبی خواهند کرد. و باز یکی از ایده‌های جذاب او این است که ستون‌های قشری در این فعالیت مدل‌سازی جهان، به‌صورت نیمه‌خودکار عمل می‌کنند. آنچه «ما» ادراک می‌کنیم، نوعی اتفاق نظر دموکراتیک در میان آن‌ها است.

دموکراسی در مغز؟ اتفاق نظر، و حتی اختلاف؟ چه فکر حیرت‌آوری. این از مضامین اصلی کتاب است. ما پستانداران انسانی، قربانی یک اختلاف نظر مکرر هستیم: نبردی میان مغز خزنده که بدون خودآگاهی ماشین بقای ما را به حرکت درمی‌آورد، و نوقشر پستاندار که در بالای آن به یک معنا در صندلی راننده نشسته است. این مغز جدید پستانداران ــ قشر مغز ــ فکر می‌کند. جایگاه خودآگاهی است. از گذشته، حال، و آینده آگاه است، و دستورالعمل‌هایش را به مغز قدیم می‌فرستد تا اجرا کند.

مغز قدیم، که در طول میلیون‌ها سال آموزش دیده که در آن زمان قند کمیاب بوده و برای بقا ارزش زیادی داشته است، می‌گوید: «کیک. کیک می‌خوام. به‌به کیک. بده بهم.» مغز جدید، که صرفاً در طول چند ده سال که در آن قند بیش از حد فراوان بوده، با کتاب‌ها و دکترها آموزش دیده، می‌گوید: «نه، نه. کیک نه. خوب نیست. لطفاً کیک نخور.» مغز قدیم می‌گوید: «درد، درد، درد وحشتناک، فوراً درد را متوقف کن.» مغز جدید می‌گوید: «نه، نه، این رنج را تحمل کن. تسلیم نشو و به کشورت خیانت نکن. وفاداری به کشور و هم‌میهنان حتی بر زنده ماندن خودت هم اولویت دارد.»

نزاع بین مغز خزنده‌ی قدیم و مغز پستاندار جدید پاسخ معماهایی از این قبیل را می‌دهد: «آخر چرا باید درد این‌قدر رنج‌آور باشد؟» اصلاً درد برای چیست؟ درد نشانه‌ای برای مرگ است. در حکم هشداری است برای مغز: «دوباره این کار را نکن: سر به سر مار نگذار، زغال داغ را برندار، از ارتفاع بالا پایین نپر.

این بار فقط درد داشت؛ دفعه‌ی بعد ممکن است موجب مرگت شود.» ولی حالا شاید یک مهندس طراح بگوید که آنچه در اینجا لازم داریم، چیزی مانند یک نشانه‌ی بدون درد در مغز است. هر وقت نشانه فعال شود، آن کاری را که کردی، دیگر تکرار نکن. ولی به جای این نشانه‌ی راحت و بدون دردی که مهندس می‌گوید، چیزی که نصیب ما شده، درد است ــ دردی جانکاه و تحمل‌ناپذیر. ولی چرا؟ یک چنان نشانه‌ی معقولی چه عیبی دارد؟

پاسخ آن احتمالاً در ماهیت منازعاتی فرایندهای تصمیم‌گیری مغز است: نبرد میان مغز قدیم و مغز جدید. با توجه به اینکه مغز جدید به راحتی می‌تواند رأی مغز قدیم را بلااثر کند، لذا سیستم نشانه‌ی بدون درد عملی نیست. شکنجه هم راه به جایی نمی‌برد.

مغز جدید می‌توانست آزادانه سیستم نشانه‌ی فرضی را مورد غفلت قرار دهد و تا هر زمان «دلش می‌خواست»، نیش زنبور و پیچ خوردن پا و شکنجه با اشکلک انگشتان را تحمل کند. مغز قدیم که واقعاً به زنده ماندن «اهمیت می‌دهد» تا بتواند ژن‌ها را به نسل بعدی منتقل کند، ممکن است بیهوده «اعتراض کند». شاید انتخاب طبیعی در جهت بقای نسل، کاری کرده که «پیروزی» مغز قدیم را تضمین کند، به این صورت که درد را چنان دردناک کرده که مغز جدید نتواند آن را مورد چشم‌پوشی قرار دهد. به‌عنوان مثالی دیگر، اگر مغز قدیم «آگاه» می‌بود که چه خیانتی در حق هدف داروینیِ رابطه‌ی جنسی صورت خواهد گرفت، کاری می‌کرد که استفاده از کاندوم به طرز تحمل‌ناپذیری دردناک باشد.

هاکینز هم‌صدا با اکثریت دانشمندان و فلاسفه‌ی باسواد است که هیچ سر و کاری با دوگانه‌انگاری ندارند: خبری از شبح درون ماشین نیست، یا روح اسرارآمیزی که چنان از سخت‌افزار جدا است که پس از مرگ آن همچنان به زندگی خود ادامه می‌دهد، و یا تئاتر دکارتی (اصطلاحی که دَنیل دِنِت به کار برده است) که در آن فیلمی از دنیا روی صفحه‌ای رنگی نمایش داده می‌شود و خویشتن مشغول تماشای آن است. بلکه هاکینز مدل‌های چندگانه‌ی جهان را پیشنهاد می‌کند، که براساس رگبار تکانه‌های عصبی که از حواس می‌آید، ساخته و پرداخته می‌شود. در ضمن، هاکینز احتمال فرار کردن از مرگ از طریق آپلود

کردن مغز به کامپیوتر در آینده‌ی دور را به‌طور کامل رد نمی‌کند، ولی از دیدگاه او کار چندان خوشایندی نخواهد بود.

برخی از مدل‌های مهم‌تر مغز، مدل‌های خود بدن هستند، که طبیعتاً وقتی حرکات خود بدن، دیدگاه ما نسبت به جهان بیرون از دیوارهای زندان جمجمه را دگرگون می‌کند، آن‌ها هم سازگاری حاصل می‌کنند. و این در ارتباط با موضوع اصلی بخش میانی کتاب، درباره‌ی هوش ماشین‌ها، است. جف هاکینز، مثل خود من، احترام زیادی برای همه‌ی آن افراد هوشمند و دوستان خودش و من قائل است که نگران آن هستند که ماشین‌های ابرهوشمند بیایند و از ما جلو بزنند و ما را زیر سلطه‌ی خود درآورند و چه بسا حتی ما را کاملاً نابود سازند. ولی هاکینز از این‌ها نمی‌ترسد، تا حدودی به این خاطر که توانایی‌هایی که موجب تسلط بر شطرنج یا بازی گو می‌شود، با قابلیت‌هایی که امکان سازگاری با پیچیدگی جهان واقعی را فراهم می‌کند، فرق می‌کند. کودکانی که شطرنج هم بلد نیستند، می‌دانند که «مایعات می‌ریزند، توپ می‌غلتد، و سگ پارس می‌کند. می‌دانند که چگونه از مداد، ماژیک، کاغذ، و چسب استفاده کنند. آن‌ها بلدند کتابی را باز کنند، و می‌دانند که کاغذ ممکن است پاره شود.» و آن‌ها خودانگاره دارند، تصویری از بدن که به آن‌ها جایگاهی در واقعیت فیزیکی می‌دهد و امکان آن را فراهم می‌کند که به راحتی در آن راه بروند.

البته هاکینز قدرت هوش مصنوعی و روبوت‌های آینده را دست کم نمی‌گیرد. به‌هیچ‌وجه. ولی فکر می‌کند که اکثر پژوهش‌های امروزی در جهت نادرستی به پیش می‌رود. از دیدگاه او، راستای درست این است که بفهمیم مغز چگونه کار می‌کند و از همان روش‌ها البته با سرعت خیلی بالاتر استفاده کنیم.

البته دلیلی ندارد از روش‌های مغز قدیم، همچون شهوت و گرسنگی، خواهش و خشم، احساس و ترس، بهره بگیریم که ما را به مسیری می‌برد که مغز جدید آن را مضر می‌داند (واقعاً بیایید این کار را نکنیم). لااقل از دیدگاهی که هاکینز و من و به احتمال زیاد شما برای آن ارزش قائل هستیم، مضر است. چرا که او به روشنی می‌گوید که ارزش‌های خردمندانه‌ی ما باید با ارزش اولیه و بدوی ژن‌های خودخواه ما ــ یعنی هدف ناپخته‌ی تولید مثل کردن به هر قیمتی ــ متفاوت باشد و هست. از نظر او (که فکر می‌کنم ممکن است

دیدگاهی بحث‌برانگیز باشد)، با توجه به اینکه هوش مصنوعی فاقد مغز قدیم است، دلیلی ندارد که فکر کنیم نسبت به ما احساسات بدخواهانه خواهد داشت. بر همین اساس، که باز فکر می‌کنم این هم بحث‌برانگیز است، او معتقد نیست که خاموش کردن یک هوش مصنوعی خودآگاه، در حکم قتل عمد باشد: بدون مغز قدیم، چرا باید هوش مصنوعی احساس ترس یا غم داشته باشد؟ اصلاً چرا باید در پی زنده ماندن باشد؟

در فصل «ژن‌ها در مقابل دانش»، هیچ شک و تردیدی درباره‌ی ناهمانندی اهداف مغز قدیم (خدمت به ژن‌های خودخواه) و مغز جدید (دانش) باقی نمی‌ماند. از ویژگی‌های باشکوه قشر مغز انسانی ــ که در میان تمام جانوران و در تمام دوران‌های زمین‌شناختی منحصربه‌فرد است ــ این است که توانایی آن را دارد که در مقابل فرمان‌های ژن‌های خودخواه بایستد. ما می‌توانیم از رابطه‌ی جنسی لذت ببریم، بدون آنکه تولید مثل کنیم. می‌توانیم عمرمان را به فلسفه، ریاضیات، شعر، اخترفیزیک، موسیقی، زمین‌شناسی، و یا به عشق و محبت انسانی اختصاص دهیم، در حالی که براساس انگیزه‌های ژنتیکی مغز قدیم، اینها وقت تلف کردن است ــ وقت «باید» صرف جنگیدن با رقبا و دنبال کردن شرکای جنسی متعدد شود: «از دیدگاه من، ما باید تصمیم کلانی بگیریم. این تصمیم به انتخاب بین مغز قدیم و مغز جدید مربوط می‌شود. به‌طور خاص، آیا می‌خواهیم آینده‌ی ما تحت تأثیر فرایندهایی باشد که ما را به اینجا رسانده است، یعنی انتخاب طبیعی، رقابت، و نیروی ژن‌های خودخواه؟ یا اینکه می‌خواهیم که آینده‌ی ما برخاسته از هوش و تمایل آن به فهمیدن جهان باشد؟»

در آغاز مطلب، سخن متواضعانه و دوست‌داشتنی تی. اچ. هاکسلی را هنگام بستن کتاب خاستگاه داروین نقل کردم. و اینک در پایان مطلب، یکی از بسیار ایده‌های جذاب هاکینز را نقل می‌کنم که همان واکنش هاکسلی را در من پدید آورد ــ او این ایده را فقط در یکی دو صفحه توضیح داده است. از آنجا که نیاز به نوعی سنگ قبر کیهانی داریم، یعنی چیزی که نشان دهد که ما زمانی اینجا بوده‌ایم و بتواند این مطلب را به کهکشان اعلام کند، هاکینز اظهار می‌دارد که تمام تمدن‌ها زودگذرند. در مقیاس زمان جهانی، فاصله‌ی بین اختراع ارتباطات الکترومغناطیسی در یک تمدن و انقراض آن تمدن، مانند درخشش یک کرم

شب‌تاب گذرا است. احتمال اینکه درخشش یک کرم شب‌تاب با دیگری هم‌زمان شود، متأسفانه بسیار کم است. پس چیزی که ما لازم داریم ــ و به همین خاطر به آن سنگ قبر می‌گویم ــ پیامی است که به جای اینکه بگوید «ما اینجا هستیم»، بگوید «ما زمانی اینجا بوده‌ایم». و این سنگ قبر باید در مقیاس کیهانی، دوام داشته باشد: نه تنها باید از پارسک‌ها دورتر قابل مشاهده باشد، بلکه باید میلیون‌ها و چه بسا میلیاردها سال دوام داشته باشد، تا اینکه وقتی درخشش هوش دیگری مدت‌ها پس از انقراض ما آن را کشف کند، هنوز در حال مخابره‌ی پیام خود باشد. مخابره‌ی اعداد اول یا ارقام عدد π برای این منظور کفایت نمی‌کند. به هر حال، به‌صورت سیگنال رادیویی یا یک باریکه‌ی لیزری پالسی مؤثر نخواهد بود. البته این‌ها نشان‌دهنده‌ی هوش زیست‌شناختی است، و به همین خاطر است که در جست‌وجوی هوش فرازمینی (SETI) و داستان‌های علمی‌ـتخیلی بسیار متداول است، ولی این‌ها بیش از حد کوتاه و مربوط به زمان حال است. پس چه سیگنالی تا آن حد دوام خواهد داشت و از فاصله‌ی بسیار دور از هر جهتی قابل مشاهده خواهد بود؟ اینجا است که هاکینز راه‌حلی را پیشنهاد می‌کند که هاکسلیِ درونی مرا به حیرت وامی‌دارد.

هنوز در توان ما نیست، ولی در آینده قبلَ از آنکه درخشش کرم شب‌تاب ما تمام شود، می‌توانیم یک سری ماهواره را در مدار خورشید قرار دهیم «که با الگویی که به‌طور طبیعی مشاهده نمی‌شود، جلوی نور خورشید را مسدود کنند. این مسدودکننده‌های مداری تا میلیون‌ها سال، یعنی تا مدت‌ها پس از رفتن ما، در مدار خورشید خواهند ماند، و امکان آشکارسازی آن‌ها از دوردست وجود خواهد داشت.» حتی اگر فاصله‌گذاری این ماهواره‌های سایه‌افکن دقیقاً مانند دنباله‌ای از اعداد اول نباشد، ولی پیام آن‌ها کاملاً روشن خواهد بود: «حیات هوشمند اندر اینجا همی‌بوده است.»

چیزی که برای من جالب است ــ و به خاطر لذتی که از خواندن کتاب عالی جف هاکینز بردم، این یادداشت را برای این کتاب می‌نویسم ــ این است که پیام کیهانی که به‌صورت فواصل بین نیزه‌ها (یا در این مورد پادنیزه‌ها، زیرا ماهواره‌های او خورشید را سایه می‌کنند) کدگذاری شده باشد، در واقع، از همان نوع کدی استفاده می‌کند که در نورون‌ها استفاده شده است.

این کتابی است درباره‌ی اینکه مغز چگونه کار می‌کند. مغز را به‌گونه‌ای به کار می‌اندازد که بسیار مفرح است.

ریچارد داکینز

بخش ۱
درک جدیدی از مغز

سلول‌های درون سر شما این کلمات را می‌خوانند. فکرش را بکنید که چقدر شگفت‌انگیز است. یک سلول واحد نمی‌تواند بخواند، یا فکر کند، یا تقریباً هیچ کار مهمی انجام دهد. ولی اگر تعداد کافی از سلول‌ها را در کنار هم قرار دهیم تا یک مغز را بسازند، نه تنها می‌توانند بخوانند، که حتی کتاب می‌نویسند. ساختمان طراحی می‌کنند، فناوری اختراع می‌کنند، و رموز کیهان را می‌گشایند. اینکه مغز که از سلول‌های ساده‌ای تشکیل شده است، چگونه هوش را ایجاد می‌کند، پرسش بسیار جالبی است که هنوز هم یک معما است.

فهمیدن نحوه‌ی کار مغز یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بشر به شمار می‌رود. در راستای این کندوکاو، ده‌ها طرح ملی و بین‌المللی به راه افتاده است، از قبیل پروژه‌ی مغز انسان در اروپا و طرح بین‌المللی مغز. ده‌ها هزار عصب‌پژوه در ده‌ها تخصص، تقریباً در تمام کشورهای دنیا، مشغول تلاش برای فهمیدن مغز هستند. گرچه عصب‌پژوهان مغز جانوران مختلف را مطالعه می‌کنند و پرسش‌های گوناگونی مطرح می‌کنند، ولی هدف نهایی علوم اعصاب فهمیدن این است که مغز انسان چگونه موجب پیدایش هوش می‌شود.

شاید از این ادعای من متعجب شوید که می‌گویم مغز انسان همچنان یک معما است. هر سال، کشفیات جدیدی در زمینه‌ی مغز اعلام می‌شود، کتاب‌های جدیدی درباره‌ی مغز منتشر می‌شود، و پژوهشگران در رشته‌های مرتبط از قبیل هوش مصنوعی ادعا می‌کنند که محصولات آن‌ها در حال نزدیک شدن به هوشِ

مثلاً موش یا گربه است. شاید خیلی راحت از این مطالب به این نتیجه برسیم که دانشمندان تا حد زیادی می‌دانند که مغز چگونه کار می‌کند. ولی اگر از عصب‌پژوهان بپرسید، تقریباً همه‌ی آن‌ها اذعان خواهند کرد که هنوز به خوبی نمی‌دانند. ما درباره‌ی مغز حقایق و مطالب بسیار زیادی را کشف کرده‌ایم، ولی درباره‌ی طرز کار کلی آن چیز زیادی نمی‌دانیم.

در سال ۱۹۷۹، فرانسیس کریک که به علت کارهایش بر روی DNA شهرت دارد، مقاله‌ای با عنوان «اندیشیدن درباره‌ی مغز» در خصوص وضعیت علم مغز نوشت. او مطالب زیادی را که دانشمندان درباره‌ی مغز گردآوری کرده‌اند، تشریح کرد، و در عین حال، نتیجه‌گیری کرد که «علی‌رغم انباشت اطلاعات مفصل، اینکه مغز انسان چگونه کار می‌کند هنوز تا حد زیادی یک معما است». و در ادامه نوشت: «چیز مهمی که فقدان آن حس می‌شود، چارچوب فکری وسیعی برای تفسیر این نتایج است.»

به نوشته‌ی کریک، دانشمندان چندین دهه بود که مشغول جمع‌آوری داده‌ها درباره‌ی مغز بودند. آن‌ها مطالب بسیار زیادی را کشف کرده بودند. ولی هیچ‌کس راهی پیدا نکرده بود که چگونه این مطالب را به‌صورت معنی‌داری در کنار هم قرار دهد. مغز مانند جورچینی با هزاران قطعه بود. تکه‌های جورچین درست جلوی چشم ما بود، ولی نمی‌توانستیم از آن‌ها سر دربیاوریم. هیچ‌کس نمی‌دانست جواب آن چه شکلی باید باشد. از نظر کریک، علت معما بودنِ مغز این نبود که ما داده‌های کافی جمع‌آوری نکرده بودیم، بلکه بدین خاطر بود که نمی‌دانستیم چیزهایی را هم که می‌دانیم، چگونه در کنار هم قرار دهیم. در چهل سالی که از زمان نگارش مقاله‌ی کریک گذشته، کشفیات مهم زیادی درباره‌ی مغز صورت گرفته است، که درباره‌ی بسیاری از آن‌ها بعداً صحبت خواهم کرد، ولی نظر کلی او هنوز هم صحیح است. اینکه چگونه هوش از سلول‌های درون سر شما پدید می‌آید، هنوز هم تا حد زیادی معما است. هر سال که قطعات بیشتری از این جورچین را گرد هم می‌آوریم، حس می‌کنیم انگار به جای نزدیک‌تر شدن به فهم مغز، از آن دورتر می‌شویم.

من وقتی جوان بودم مقاله‌ی کریک را خواندم و برایم مایه‌ی الهام بود. احساس می‌کردم که در زنده بودنِ من خواهیم توانست معمای مغز را حل

کنیم، و از همان زمان این هدف را دنبال کرده‌ام. در طول پانزده سال گذشته، مدیریت تیمی پژوهشی را در سیلیکون وَلی بر عهده داشته‌ام که درباره‌ی بخشی از مغز به نام نوقشر تحقیق می‌کند. نوقشر حدود ۷۰ درصد حجم مغز انسان را تشکیل می‌دهد و مسئول همه‌ی چیزهایی است که از نظر ما با هوش در ارتباط است، از حس بینایی، لمس، و شنوایی گرفته، تا زبان در تمام اشکال آن، و تفکر انتزاعی از قبیل ریاضیات و فلسفه. هدف پژوهش‌های ما این است که طرز کار نوقشر را با جزئیات کافی بفهمیم تا بتوانیم زیست‌شناسی مغز را توضیح دهیم و ماشین‌های هوشمندی بر مبنای همان اصول بسازیم.

در اوایل سال ۲۰۱۶، پیشرفت شگرفی در پژوهش‌های ما حاصل شد. کشف بزرگی در درک ما صورت گرفته بود. متوجه شدیم که ما و دانشمندان دیگر به یک جزء کلیدی کار توجه نکرده بودیم. با این بینش جدید، دریافتیم که قطعات جورچین به خوبی با هم جور می‌شوند. به عبارت دیگر، من معتقدم که ما همان چارچوبی را که کریک درباره‌ی آن سخن گفته بود، کشف کرده‌ایم، چارچوبی که نه تنها نحوه‌ی کار نوقشر را توضیح می‌دهد، بلکه روش جدیدی برای فکر کردن درباره‌ی هوش پدید می‌آورد. البته هنوز نظریه‌ی کاملی برای مغز نداریم ــ به‌هیچ‌وجه. رشته‌های علمی معمولاً با یک چارچوب نظری آغاز می‌شوند و بعد از آن است که جزئیات مربوطه روشن می‌شود. شاید بتوان گفت که مشهورترین نمونه‌ی آن، نظریه‌ی فرگشت داروین است. داروین طرز فکر جسورانه‌ی جدیدی را درباره‌ی خاستگاه گونه‌ها پیشنهاد کرد، ولی جزئیات مربوط به آن، مثلاً اینکه ژن‌ها و DNA چگونه کار می‌کنند، تازه سال‌ها بعد معلوم شد.

مغز برای اینکه باهوش باشد، باید چیزهای خیلی زیادی درباره‌ی جهان یاد بگیرد. منظورم فقط چیزهایی نیست که در مدرسه یاد می‌گیریم، بلکه چیزهای معمولی هم هست، مثلاً اینکه اشیای روزمره چگونه کار می‌کنند، چه صدایی دارند، یا چه حسی دارند. باید نحوه‌ی رفتار اشیا را یاد بگیریم، از باز و بسته کردن درها گرفته تا طرز کار اپلیکیشن‌هایی که روی گوشی تلفن‌مان داریم. باید محل چیزهای مختلف را در دنیا یاد بگیریم، از متعلقات شخصی خودمان در خانه گرفته تا محل کتابخانه و اداره‌ی پست شهرمان. و البته مفاهیم سطح بالا را نیز

یاد می‌گیریم، مثلاً معنای «محبت» و «حکومت». علاوه بر همه‌ی این‌ها، هر کدام از ما معنای هزاران کلمه را یاد می‌گیریم. هر کدام از ما اطلاعات بسیار زیادی درباره‌ی جهان داریم. برخی از مهارت‌های اساسی ما به‌وسیله‌ی ژن‌های‌مان تعیین می‌شوند، مثلاً نحوه‌ی غذا خوردن یا اینکه بر اثر درد خودمان را عقب می‌کشیم. ولی اکثر آنچه در مورد جهان می‌دانیم، از طریق یادگیری است.

دانشمندان می‌گویند که مغز مدلی از جهان را یاد می‌گیرد. کلمه‌ی «مدل» متضمن این معنا است که آنچه ما می‌دانیم، صرفاً به‌صورت تلّی از دانسته‌ها ذخیره نمی‌شود، بلکه به‌گونه‌ای سازمان‌دهی می‌شود که منعکس‌کننده‌ی ساختار جهان و چیزهای درون آن باشد. مثلاً برای دانستن اینکه دوچرخه چیست، لیستی از دانستنی‌ها درباره‌ی دوچرخه به ذهن‌مان نمی‌آید. بلکه مغز ما مدلی از دوچرخه ایجاد می‌کند که شامل قطعات مختلف آن، آرایش آن‌ها نسبت به یکدیگر، و چگونگی حرکت و کار کردن آن‌ها با هم است. برای تشخیص دادن چیزی، اول باید ببینیم آن چیز چه شکلی است و چه حسی دارد، و برای اینکه به اهدافمان برسیم، باید یاد بگیریم که چیزهای مختلف در این دنیا وقتی با آن‌ها تعامل می‌کنیم، معمولاً چگونه رفتار می‌کنند. هوش ارتباط نزدیکی با مدل مغز از جهان دارد؛ از این‌رو، برای فهمیدن اینکه مغز چگونه هوش را ایجاد می‌کند، باید دریابیم مغز که از سلول‌های ساده‌ای تشکیل شده است، چگونه مدلی از جهان و چیزهای درون آن را یاد می‌گیرد.

کشف سال ۲۰۱۶ ما توضیح می‌دهد که مغز چگونه این مدل را یاد می‌گیرد. ما چنین استنباط کردیم که نوقشر تمام چیزهایی را که می‌دانیم، یعنی تمام دانش ما را به‌صورت چیزهایی ذخیره می‌کند که به آن‌ها چارچوب‌های مرجع می‌گوییم. این را بعداً به‌صورت کامل‌تری توضیح خواهیم داد، ولی فعلاً یک نقشه‌ی کاغذی را به‌عنوان تشبیه در نظر بگیرید. نقشه نوعی مدل است: نقشه‌ی یک شهر، مدلی از شهر است، و خطوط مشبک آن، مثلاً خطوط طول و عرض جغرافیایی، نوعی چارچوب مرجع هستند. خطوط مشبک نقشه، یعنی چارچوب مرجع آن، نوعی ساختار به نقشه می‌دهند. چارچوب مرجع به شما می‌گوید که هر چیزی نسبت به چیزهای دیگر در کجا قرار گرفته است، و می‌تواند به شما بگوید که چگونه به اهداف مورد نظر خود، مثلاً رفتن از جایی به جای دیگر،

نایل شوید. ما متوجه شدیم که مدلی که مغز از جهان می‌سازد، با استفاده از چارچوب‌های مرجع نقشه‌مانند ساخته شده است. و فقط هم یک چارچوب مرجع نیست، بلکه صدها هزار چارچوب مرجع دارد. در حقیقت، ما اکنون فهمیده‌ایم که اکثر سلول‌های نوقشر شما اختصاص به ایجاد کردن و کار بر روی این چارچوب‌های مرجع دارند، و مغز از آن چارچوب‌های مرجع برای برنامه‌ریزی کردن و فکر کردن استفاده می‌کند.

با این درک جدید، به‌تدریج پاسخ‌هایی برای برخی از بزرگ‌ترین پرسش‌های علوم اعصاب پدیدار شد. پرسش‌هایی از این قبیل: چگونه ورودی‌های حسی متنوع ما به‌صورت یک تجربه‌ی واحد تلفیق می‌شود؟ وقتی فکر می‌کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ چگونه دو نفر با مشاهدات یکسان به باورهای متفاوتی می‌رسند؟ و چرا ما احساس فردیت داریم؟

این کتاب داستان این کشفیات و نتایج آن‌ها برای آینده‌ی ما را بازگو می‌کند. اکثر این مطالب در مجلات علمی منتشر شده است. لینک این مقالات را در پایان کتاب آورده‌ام. ولی مقالات علمی برای توضیح دادن نظریه‌های بزرگ‌مقیاس مناسب نیستند، خصوصاً به‌گونه‌ای که برای افراد غیرمتخصص هم قابل‌درک باشد.

کتاب را به **سه بخش** تقسیم کرده‌ام. در **بخش نخست**، نظریه‌ی چارچوب‌های مرجع‌مان را که به آن نظریه‌ی هزار مغز می‌گوییم، تشریح می‌کنم. این نظریه تا حدودی مبتنی بر استنباط منطقی است، بنابراین، به‌صورت مرحله به مرحله توضیح خواهم داد که چگونه به این نتیجه‌گیری‌ها رسیده‌ایم. مطالبی را نیز درباره‌ی زمینه‌ی تاریخی آن بیان خواهم کرد، تا رابطه‌ی این نظریه را با تاریخ تفکر درباره‌ی مغز متوجه شوید. امیدوارم که در پایان بخش اول کتاب، بدانید که وقتی در جهان فکر یا عمل می‌کنید، در سرتان چه می‌گذرد، و باهوش بودن چه معنایی دارد.

بخش دوم کتاب درباره‌ی هوش ماشینی است. همان گونه که کامپیوتر قرن بیستم را متحول کرد، ماشین‌های هوشمند نیز قرن بیست و یکم را متحول خواهند کرد. نظریه‌ی هزار مغز توضیح می‌دهد که چرا هوش مصنوعی امروزی هنوز باهوش نیست، و برای ساختن ماشین‌هایی حقیقتاً هوشمند چه باید بکنیم.

توضیح خواهم داد که ماشین‌های هوشمند در آینده چه شکلی خواهند بود و احتمالاً چگونه از آن‌ها استفاده خواهیم کرد. شرح خواهم داد که چرا برخی از ماشین‌ها خودآگاه خواهند بود، و ما در مقابل آن‌ها چه باید بکنیم. و سرانجام اینکه خیلی از افراد نگران‌اند که ماشین‌های باهوش خطری موجودیتی برای ما هستند، و ما در آستانه‌ی ساختن فناوری‌ای هستیم که بشریت را نابود خواهد کرد. من با این دیدگاه مخالفم. کشفیات ما نشان می‌دهند که هوش ماشینی، به‌خودی‌خود، خوش‌خیم است. ولی به‌عنوان یک فناوری پرقدرت، خطر اصلی در نحوه‌ی استفاده‌ی انسان‌ها از آن است.

در **بخش سوم** کتاب، به بررسی وضعیت انسان از دیدگاه مغز و هوش می‌پردازم. مدل مغز از جهان شامل مدلی از خود ما است. حقیقت جالبی که از این برداشت می‌شود، این است که آنچه من و شما در هر لحظه ادراک می‌کنیم، یک شبیه‌سازی از جهان است، نه خود جهان واقعی. یکی از پیامدهای نظریه‌ی هزار مغز آن است که باورهای ما درباره‌ی جهان ممکن است نادرست باشد. توضیح خواهم داد که این امر چگونه ممکن است اتفاق بیفتد، چرا حذف باورهای نادرست ممکن است کار دشواری باشد، و اینکه باورهای نادرست در ترکیب با هیجانات بدوی ما تهدیدی برای بقای بلندمدت ما است.

در فصل‌های آخر کتاب به بحث درباره‌ی چیزی می‌پردازم که از دیدگاه ما مهم‌ترین انتخاب‌هایی است که به‌عنوان یک گونه با آن روبه‌رو هستیم. ما درباره‌ی خودمان به دو طریق می‌توانیم فکر کنیم. یکی به‌عنوان ارگانیسم‌هایی بیولوژیک، که حاصل فرگشت و انتخاب طبیعی هستند. از این دیدگاه، انسان بودن ما براساس ژن‌های‌مان تعریف می‌شود، و مقصود زندگی تکثیر شدن آن‌ها است. ولی ما اکنون در حال برآمدن از گذشته‌ی صرفاً بیولوژیک خودمان هستیم. تبدیل به یک گونه‌ی باهوش شده‌ایم. ما نخستین گونه‌ی روی زمین هستیم که اندازه و عمر گیتی را می‌دانیم. اولین گونه‌ای هستیم که می‌دانیم زمین چگونه تکامل یافته و ما از کجا آمده‌ایم. نخستین گونه‌ای هستیم که با ابزارهایی که ساخته‌ایم، می‌توانیم گیتی را کاوش کنیم و رازهای آن را بفهمیم. از این دیدگاه، انسان بودن ما براساس هوش و دانش ما تعریف می‌شود، نه براساس ژن‌های ما. وقتی درباره‌ی آینده فکر می‌کنیم، انتخابی که با آن روبه‌رو هستیم،