



با پیشگامان



پنجشنبه ۲۳ مهر ۱۳۸۸ ■ شماره ۱۱۶

گفتگو با دکتر مارک چنگیزی

# تلاش برای کشف توانایی‌های مغز

پوریا ناظمی

علوم شناختی عنوان رشته جدیدی در دانش است که این روزها درباره آن خبرهای زیادی می‌شنویم. موضوع مورد بحث این علوم چیست؟ علوم شناختی را عمدتاً به عنوان محل تقاطع، روش‌ها و علوم مختلفی چون روان‌شناسی، علوم اعصاب، زبان‌شناسی، فلسفه و علوم کامپیوتری تعریف می‌کنند، اما واقعیت این است که شما به دشواری می‌توانید این علم را تعریف کنید. در این علم از شاخه‌هایی که اشاره شد استفاده می‌شود اما در نهایت می‌توانیم بگوییم در این رشته ما علاقه‌مند به مطالعه و درک اصول زیرساختی تفکر، دیدن و دیگر توانایی‌های پیچیده مغزی هستیم.

مغز ما شاید یکی از پیچیده‌ترین ساختارهای موجود در طبیعت باشد. ما همه چیز را در عالم از طریق مغزمان می‌شناسیم اما چقدر از ماهیت خود مغز و نحوه عملکرد آن اطلاع داریم؟

چیز زیادی نمی‌دانیم و می‌توان گفت اطلاعات ما از مغز بسیار اندک است، اما این موضوع نباید ناامیدمان کند. راه‌های بسیاری وجود دارد تا شناخت خود را افزایش دهیم. یکی از این راه‌ها که من اغلب بر آن تمرکز و مطالعه می‌کنم مربوط به قدرت‌ها و عملکردهای مغز است. فرض کنید موجودی فضایی به زمین می‌آمد و با یک ماشین حساب یا منگنه مواجه می‌شد، اگر این بیگانه فضایی نمی‌دانست ماشین حساب برای انجام اعمال ریاضیاتی و منگنه برای جساباندن کاغذها به یکدیگر است، آیا می‌توانست آنها را درک کند؟ ممکن بود او این دستگاه‌ها را از هم باز کند، فهرستی از قطعات آن تهیه کند یا عملکرد آنها را برای مدتی بی‌انتها به تماشا بنشیند، اما تا زمانی که به عملکرد این دستگاه‌ها پی نمی‌برد، مطمئن باشید که نمی‌توانست درک درستی از ماشین حساب یا منگنه پیدا کند.

وضعیت ما نیز در مقابل عملکرد مغزمان مانند همین بیگانه‌هاست. ما موفقیت‌های چشمگیری بر اساس بررسی بخش‌های مختلف مغز و تماشای عملکرد آن به دست آورده‌ایم، اما مساله اینجاست که بیشتر کارهایی که مغز ما می‌تواند انجام دهد و به عبارت دیگر اغلب قابلیت‌هایی که مغز ما توانایی

مارک چنگیزی، متولد ۱۹۶۹ است. او کارشناسی خود را در رشته ریاضیات و فیزیک از دانشگاه ویرجینیا گرفت و دکترای خود را در ریاضیات در دانشگاه مرلند به پایان برد. او از سال ۲۰۰۷ دانشیار دپارتمان علوم شناختی در انستیتو پلی‌تکنیک رنیر است. تخصص وسیع او، حوزه‌هایی چون عصب‌شناسی نظری، دید، علوم شناختی و زبان‌شناسی را در بر می‌گیرد و یکی از کسانی است که سعی می‌کند عملکردهای مغز را رازگشایی کند. او در عین حال یکی از چهره‌های برجسته علمی برای رسانه‌های جهان به شمار می‌رود. مقالاتی درباره فعالیت‌های او در روزنامه‌ها و مجلاتی چون نیویورک تایمز، وال استریت ژورنال، نیوزویک، یواس‌ای تودی، تایم، دیلی تلگراف، ساینتیفیک آمریکن، مجله دیسکاور، لایو ساینس و شبکه‌های مختلف تلویزیونی منتشر شده است. کتاب جدید او به نام انقلاب دید با تحسین گسترده‌ای در مجامع علمی روبه‌رو شده است و تحقیقات وسیع و گسترده او توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. گفتگو با او درباره برخی از جنبه‌های تحقیقاتش، یکی از هیجان‌انگیزترین گفتگو‌هایی بود که تاکنون انجام داده‌ام.



عکس ها مارک چنگیزی

انجام آن را دارد، برای ما نشناخته مانده است. ما زمانی در موقعیت مناسب برای درک این موجود حساس قرار می‌گیریم که ایده مناسبی درباره روش‌ها و عملکردهایی که این موجود برای انجام کارهایش انتخاب می‌کند داشته باشیم. برای رسیدن به این منظور، ما باید حیوانی انسان را در ساختار زیستی بزرگ‌تری مورد بررسی قرار دهیم، در نتیجه ما نه تنها باید مغز را مورد توجه و مطالعه قرار دهیم بلکه پیچیدگی محیطی که این مغز در آن تحول پیدا کرده است و این را که چگونه مغز (بدن) اغلب اوقات خود را مانند دستکشی که در یک دست فرو می‌رود، با محیط منطبق می‌کند مورد توجه قرار دهیم.

برای مثال، تحقیقات خود من اغلب اوقات بر این موضوع تمرکز دارد که نشان دهد ما توانایی‌هایی داریم که کسی تاکنون به آن توجه نکرده است. مطمئن باشید اگر من قدرت‌های جدیدی را کشف می‌کنم، به آن معنی است که باید انتظار وجود هزاران مورد دیگر را نیز داشته باشیم. پس به همین دلیل است که مجله ساینتیفیک آمریکن در توصیف کارهای شما نوشته: «اگر چه بسیاری از دانشمندان عصب‌شناس در تلاشند تا به رازهای چگونگی عملکرد مغز دست یابند، مارک چنگیزی تلاش خود را بر توصیف چرایی عملکرد مغز به شیوه فعلی آن متمرکز کرده است.» شاید به عبارت دیگر بتوان گفت من سعی می‌کنم از مهندسی معکوس درباره مغز استفاده کنم. این راهی است که افراد تکامل‌گرای چون من در تلاشند تا با کمک آن اصولی را استخراج و درک کنند که بر طراحی مغز ما حاکم بوده‌اند.

زمانی که درباره کارهای شما مطالعه می‌کردم، با حوزه وسیعی از آزمایش‌ها و نظریات هیجان‌انگیز مواجه شدم که از بررسی سیستم نوشتار تا خطاهای بینایی را در بر می‌گرفت، همچنین شباهت میان عملکرد مغز و سیستم نقل و انتقال در شهرهای بزرگ. هدف اصلی شما از تحقیقات گسترده در این حوزه‌های به ظاهر متفاوت چیست؟

تحقیق روی سیستم‌های نگارشی به دنبال این موضوع است که چرا مغز ما با وجود آن که فاقد بخش مشخصی برای مطالعه است، دارای توانایی خواندن است. آیا علایم و حروفی که در

سیستم‌های نگارشی ما به کار می‌رود، به مرور زمان دچار نوعی تحول فرهنگی شده‌اند تا به شکلی درآیند که بخش تصویری مغز ما توانایی پردازش آنها را داشته باشد؟ و توانایی خوب مغز در پردازش این واژه‌ها چیست؟ شاید جواب این سوال به شکل‌هایی که در طبیعت وجود دارند مربوط باشد. آیا این که چون حروف شبیه به ساختارهای طبیعت به نظر می‌رسند، توضیح توانایی بالای مغز ما برای خواندن آنهاست؟ این چیزی است که من پیدا کردم؛ ساختار توده‌اشکالی که در طبیعت یافت می‌شوند، با آنچه در نوشته‌های انسان وجود دارد یکسان است. بحث مطالعه میان مغز و سیستم بزرگراه‌ها، از نتایج یکی دیگر از مطالعاتم است که سعی در توضیح این مساله داشت که چرا مغزها به شکلی که در طبیعت وجود دارند، از موش گرفته تا یک نهنگ - تغییر پیدا کرده‌اند. تحقیقات من نشان داد، بسیاری از تغییرات آناتومیک مغز را که با رشد ابعاد مغز اتفاق می‌افتد (و موارد آن هم بسیار زیاد است)، می‌توان با تلاش مغز برای حفظ سطح ثابتی از مجموع ارتباطات داخلی مغز توضیح داد. همین مساله باعث شد تا ناگهان به این نکته توجه کنم که شهرها نیز شباهت عمده‌ای با کورتکس مغز ما دارند: شهرها بر سطح زمین قرار گرفته‌اند و کورتکس نیز یک صفحه است که می‌توان آن را سطح کرد. بزرگراه‌ها در این سیستم نقشی مشابه نرون‌های تابشی لایه سفید در کورتکس (matter Projection White) بر عهده دارند و آزادراه‌ها نقشی مشابه سیناپس‌ها را ایفا می‌کنند. با درکی که من از مقیاس اندازه‌های مغز در دست داشتم، برایم این سوال پیش آمد که آیا می‌توان این مقیاس را برای سیستم

بزرگراهی شهرها بررسی کرد و تشابهی میان آن و مغز از نظر تابع اندازه یافت و در کمال تعجب دیدم تشابهات عمیقی در میان این دو از نظر قوانین تشابه وجود دارد.

یکی دیگر از مطالعات عمده من در مورد دید رنگی است. در این تحقیقات بود که نشان دادم نوع درک و دید رنگی ما به طور قابل توجهی، نزدیک به مرحله تشخیص تغییرات میزان اکسیژن در خون در زیر پوست است و به این ترتیب بود که مدارکی ارائه کردم که دید رنگی ما برای دیدن احساسات و دیگر سیگنال‌های اجتماعی - جنسی در صورت دیگران است.

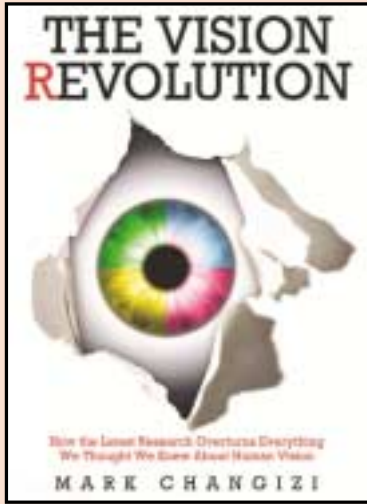
اما این سوال مطرح می‌شود که آیا چیزی هست که این تحقیقات پراکنده را به هم متصل کند؟

هم بله و هم نه. بله از این نظر که گرایش من بر اصول طراحی است مانند اصول مهندسی پایه‌ای که به توضیح علت این مساله می‌پردازد که چرا مغز اولین عضوی است که تکامل پیدا کرده است. همچنین من از اسلوب مشابهی در تحقیقاتم استفاده می‌کنم، با این هدف که به نظریه‌های همسان و وسیعی برسم. مثلاً این روش‌ها بشدت سختگیرانه هستند. باید قابلیت آزمون داشته باشند و در نهایت این که خودم بتوانم آنها را مورد آزمون قرار دهم (و این خلاف بسیاری از روش‌های رایج در تحقیقاتی است که در ژورنال‌های فیزیکی چاپ می‌شوند و نظریات زیست‌شناسی را بدون داده‌های علمی منتشر می‌کنند).

اما از سوی دیگر نه، به این دلیل که از آنجا که من برنامه توسعه‌یابنده‌ای برای تحقیقاتم نداشته‌ام، همیشه سعی می‌کنم خودم را از مسائل تحقیقات

## انقلاب دید

نام کتاب جدید مارک چنگیزی که بسیار تحسین شده است، «انقلاب دید» و درباره دید است. این کتاب درباره ۴ قدرت دید است، دید رنگی برای درک احساسات و نه برای دیدن نتیجه آن، آنچنان که مورد استدلال قرار می‌گیرد. چشم‌های پیش رو، برای دیدن بهتر در محیط‌های آشفته مانند جنگل‌های در هم تنیده شده تحول یافته و نه آنچنان که گفته می‌شود برای دیدن تصاویر استرویی ۳ بعدی. جادوها و خطاهایی که حاصل تلاش شکست خورده مغز برای دیدن آینده هستند... و برای درک شرایط حال رخ می‌دهد و تحول شکل حروف در زبان‌های مختلف، به طوری که طبیعی به نظر برسند و محیط‌های عامیانه طبیعی باستانی را در درون مغز به مکانیسمی توانا در خواندن تبدیل کنند.



با پیشگامان



پنجشنبه ۲۳ مهر ۱۳۸۸ شماره ۱۱۶

الگانس (Caenorhabditis elegans) که یکی از ساده‌ترین موجودات زنده دارای شبکه عصبی است نگاه کنیم. این کرم کوچک تنها ۳۰۲ نورون و در حدود یک هزار ارتباط میان آنها دارد و ما هم نظارت کاملی بر همه مراحل زندگی آن داریم. این موجود اگر ساده‌ترین ارگانیسم در کل جهان نباشد، ساده‌ترین آنها روی زمین است، اما ما هنوز تا درک عملکرد سیستم نرونی و عصبی آن راه درازی در پیش داریم و هنوز تا فهم این که چگونه این سیستم عصبی مجموعه پیچیده‌ای از عملکردها را از خود بروز می‌دهد بسیار دور هستیم (شاید به این دلیل همان طور که گفتیم، ما به درستی عملکرد آنها را نمی‌شناسیم). نورون‌های مغز ما یک خورده بیشتر از این موجود است! (حدود ۱۰۰ میلیارد نورون در مغز انسان وجود دارد) و مغز پیچیده‌ترین ماشینی است که تاکنون در عالم شناخته‌ایم و همین دشواری راه طولانی پیش رو را نشان می‌دهد.

باید فرض کنیم که چنین کاری پس از صدها هزار سال انجام شود. در این صورت به نظر می‌رسد همه چیز در جهان تغییر کند. ما خواهیم توانست مغزها را برنامه‌ریزی کنیم و خیلی کارهای دیگر. می‌توانید درباره اثر چنین نقشه فرضی نظراتان را بگویید؟

در مورد برنامه‌نویسی مغز، راستش من درباره این موضوع مدتی فکر کرده‌ام. من به این اندیشیده‌ام که آیا ممکن خواهد بود تصاویری را ایجاد کنیم که سیستم عصبی ما را برای انجام محاسبات تحریک کند؟ سیستم بصری ما نقش یک سخت‌افزار را ایفا می‌کند و تصویر نقش نرم‌افزارها را و خروجی این سخت‌افزار، زمانی که نرم‌افزار ویژه‌ای در آن اجرا شود ادراک ما خواهد بود. چنانچه مغز تصویری خود را به کار بگیریم و از آن برای انجام محاسبات پیچیده بهره ببریم؟ در عین این که مغز این کار را می‌کند، ما هیچ احساسی از این که کار ویژه‌ای انجام می‌دهیم نخواهیم داشت. چراکه این کار ناخودآگاه صورت می‌گیرد. به همین دلیل طبقه‌ای از محرک‌ها را ایجاد کرده‌ایم که به مدارهای بصری معروفند تا این کار را انجام دهند. اگر چه هنوز به نقطه قابل توجهی نرسیده‌ایم.

و آخرین سوال این که گام بعدی شما در زمینه مطالعاتتان چیست؟

در ۲ سال گذشته، من در مورد منشا زبان و موسیقی کار کرده‌ام؛ همانند کاری که در مورد حروف انجام داده‌ام. من فکر می‌کنم که اصوات کلام ما و اصوات موسیقی از نظر فرهنگی به گونه‌ای تحول پیدا کرده‌اند که با طبیعت هم آهنگ شوند. درباره این موضوع مسائل زیادی مطرح است که موضع کتاب سوم من خواهد بود و امیدوارم تا پایان سال آن را تمام کنم. عنوان آن احتمالاً «افسار: یا چگونه موسیقی و زبان همانند طبیعت شکل گرفت و میمون را به انسان تبدیل کرد» خواهد بود.

سیستم‌های بزرگ‌راهی عملگرانه‌تر و موثرتری مجهز شوند و این سیستم‌ها خود را توسعه دهند. بگذارید به یک سوال خیلی مهم پردازم. چیزی که شاید برای بسیاری از مردم و دانشمندان هدفی ویژه تلقی شود. آیا امکان دارد روزی فرا برسد که بتوانیم نقشه عملکرد مغز را رسم کنیم و درک کاملی از نحوه کارکرد آن به دست آوریم؟ و اگر جوابتان مثبت است، چقدر تا رسیدن به این نقطه زمان نیاز داریم و مشکلاتمان در این راه کدام‌ها هستند؟

بله. باید بگویم در حالت خوشبینانه تا این مرحله صدها هزار سال زمان نیاز داریم. از این بدبینی متاسفم. من برخی از دشواری‌ها را در بالا مورد اشاره قرار دادم. راه دیگری برای این که این موضوع را در چارچوب خود بررسی کنیم، این است که به موجودی به نام کانورشدبیتیس

رنگ‌ها (رنگ‌ها در واقعیت به این شکل وجود ندارند) دید دوگانه (ما تصویری یگانه را از چشم‌اندازی می‌بینیم که چشم‌مان آنجا نیست) و خطاها یا جادوهای بصری (ما تخمین‌ها را می‌بینیم) همه و همه جزو تخیلات سودمندی هستند که در عمل وجود دارند.

تحقیق جدید شما همان طور که پیشتر اشاره کردید به تشابه مغز و سیستم بزرگ‌راه شهرها می‌پردازد. کمی بیشتر درباره آن توضیح می‌دهید؟

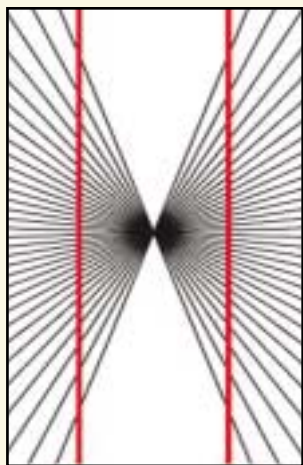
ایده این است که در هر مورد فشارها و مضیقه‌های منتخبی باعث شکل دادن به یک سازمان می‌شوند. برای مغز این انتخاب طبیعی بوده است. در مورد شهرها اما فشارهای انتخابی در اغلب مواقع بر اثر بسیاری از فشارهای سیاسی و اقتصادی حاصل می‌شود که در نهایت باعث می‌شود شهرها کم‌کم به

## مغز ما چگونه فریب می‌خورد؟

برای سال‌ها، همه ما از حقه‌های تصویری یا خطاهای باصره به عنوان یک سرگرمی لذت برده‌ایم. اکنون شما از این خطاها به عنوان راهی برای درک چگونگی عملکرد مغز ما استفاده کرده‌اید. من همیشه گمان می‌کردم این خطاها ناشی از اشتباهاتی است که مغز ما در درک درست موقعیت از خود نشان می‌دهد. اجازه بدهید برای توضیح این مساله به یک مورد خاص پردازم. خطای باصره معروف هرینگ را که شکل آن در این صفحه نشان داده شده است، در نظر بگیرید. در اینجا ۲ خط موازی داریم که به نظر خمیده می‌آیند. نمونه‌های خطوط شعاعی را که از مرکز به بیرون رسم شده‌اند و باعث ایجاد این خطا شده‌اند، به طور گسترده‌ای می‌توان در زندگی واقعی مشاهده کرد. بویژه زمانی که شما در حال حرکت به سوی جلو هستید، این حالت اتفاق می‌افتد. در این هنگام اشیایی که در اطراف شما وجود دارند از مرکز میدان دید شما به سمت بیرون حرکت می‌کنند و این اشیاء به شکلی محو در شبکه چشم شما ثابت می‌شوند. چراکه شبکه شما چیزی شبیه به یک دوربین عکاسی خیلی سریع نیست. زمانی که شما به این خطای تصویری نگاه می‌کنید، مغز شما به خود می‌گوید: «معمولاً من وقتی این خط‌های محو را که از مرکز میدان دید به بیرون امتداد یافته‌اند می‌بینم که در حال حرکت به سوی جلو و به سمت مرکز میدان دیدم هستند». البته منظور من این نیست که واقعاً مغز شما چنین جمله‌ای را می‌گوید. منظورم فقط این است که مغز به گونه‌ای تحول پیدا کرده که مکانیسمی داشته باشد تا موقعیت خود را در مواجهه با ردیفی از اشیاء محو به این شکل مشخص کند.

حالا مغز ما یک حادس خوب درباره وضعیتی که با آن مواجه شده، دارد. به خاطر داشته باشید یک‌دهم ثانیه طول می‌کشد تا این ادراک از شبیه‌سازی شبکه‌ای ساخته شود. مغز ما می‌خواهد از این ۲ خط موازی پیش‌بینی ارائه دهد. البته نه برای لحظه‌ای که تصویر آنها بر شبکه افتاده بلکه برای یک‌دهم ثانیه بعدتر، زمانی که ناظر به سمت جلو و به سوی مرکز میدان دید حرکت خود را انجام داده است.

به ۲ ستونی که ۲ طرف یک در قرار دارند فکر کنید. ببینید چگونه شکل آنها هنگامی که در حال حرکت به سمت آنها هستید تغییر می‌کند. زمانی که از آنها دور هستید، آنها به شکل ۲ ستون موازی در میدان دید شما به نظر می‌آیند، اما زمانی که به آنها نزدیک می‌شوید تا از میانشان بگذرید، آنها به سمت بیرون میدان دید شما حرکت می‌کنند، اما این کار در مقیاس چشم‌مان بسیار سریع اتفاق می‌افتد. شما آنها را این گونه می‌بینید، چون این حالتی است که باید در لحظه بعدی، اگر شما به حرکت به سمت آنها ادامه می‌دادید، آنها را این گونه می‌دیدید. در این لحظه مغز شما فریب می‌خورد و آنها را خمیده نشان می‌دهد. البته در این موارد ما به ذهنمان حقه زده‌ایم و به همین دلیل خطای باصره اتفاق می‌افتد، اما در دنیای واقعی چنین حالتی برای خط‌های شعاعی، زمانی رخ می‌دهد که مثل حالتی که توضیح دادم، واقعا در حال حرکت به سوی مرکز میدان دید باشید.



قبلی‌ام و همچنین مجامع تحقیقاتی دور نگاه دارم، به همین دلیل از نظر روانی همیشه برای سر خوردن به سوی ایده‌های جدید آمادگی دارم. اگر چه شاید چنین روشی را بسیاری چنان خردمندانه ندانند، اما با شرمندگی باید بگویم که من این روش را تحسین می‌کنم.

یکی از هیجان‌انگیزترین مطالعات شما (البته برای مردم عادی) تحقیقاتتان درباره توانایی مغز در دیدن آینده (برای بازه زمانی یک‌دهم ثانیه است). آیا ما واقعا آینده را می‌بینیم؟

خب، راستش شما نمی‌توانید واقعا آینده را ببینید. نکته اینجاست که مغز شما باید توانایی آن را داشته باشد تا زمانی معادل یک‌دهم ثانیه جلوتر را پیش‌بینی کند و بر مبنای آن ادراک و مشاهده خود را بسازد. از آنجا که در مدت زمانی که این اتفاق بر مبنای آن پیش‌بینی می‌افتد، یک‌دهم ثانیه سپری شده است، به همین دلیل این آینده پیش‌بینی شده به حال تبدیل می‌شود. این به این معنی است که در تمام مدتی که می‌خواهیم دنیا را آن طور که در آن زمان هست درک کنیم - درک زمان حال - مغز ما نیازمند آن است که برای این کار آینده نزدیک را پیش‌بینی کند. من می‌خواستم نشان دهم چقدر این مساله و ایده ساده قدرتمند است و می‌تواند تمام حقه‌ها و شعبده‌ها را بر این مبنای توضیح دهد؛ در این اتفاقات، مغز ما در پیش‌بینی آینده به خطا می‌رود و به همین دلیل ما با حالتی غیرمنتظره روبه‌رو می‌شویم.

ما جهان اطراف خود را به واسطه مغزمان می‌شناسیم. به عبارت دیگر، هیچ چیزی آن بیرون نیست مگر آن که از طریق درگاه مغزی خود آن را درک کرده باشیم. از طرف دیگر، می‌دانیم که مغز ما در مواردی (مانند خطاهای باصره) دچار اشتباه می‌شود. آیا این امکان وجود دارد برخی از وجوه جهانی که می‌شناسیم نتیجه این چنین اشتباهاتی باشند؟ منظورم این است چگونه می‌توانیم از واقعیت صحبت کنیم اگر مغز ما واقعیت را تعریف می‌کند؟

مغز ما طراحی شده است تا آگاهی را تولید کند که بتواند به ما برای بقا کمک کند. به هر حال این آگاهی در عمل، تصویر عینی تری از جهان واقعی را برای ما به وجود آورده است. در مقابل، مغز ما می‌تواند ادراکاتی به ما ارائه دهد که به قول معروف «تخیلات سودمند» نامیده می‌شوند. با وجود این، خیلی به ندرت پیش می‌آید که کارآمدترین ادراکاتی که داریم همانی باشد که دنیا را به طور دقیق تصویر می‌کند. همان طور که دروغ‌گوینان به خوبی می‌دانند، کارهای زیادی باید انجام داد تا یک رشته از دروغ‌ها را طوری کنار هم قرار داد تا موجب تضاد نشود. اغلب اوقات بهترین راه برای این که دنیا را پیش‌بینی کنیم و در عین حال خودمان را ناپود نکنیم، این است که آن را همان گونه که هست ببینیم. بسیاری از آنچه که تجربه می‌کنیم، تجربه‌هایی حقیقی است؛ اما نه همه آنها، برای مثال، همان طور که من در کتاب انقلاب دید بحث کردم،