

عصب پژوهی تصمیم گیری

# فهرست مطالب

۷	پیشگفتار.....
۹	مقدمه نویسنده.....
۱۵	<b>بخش اول: نمونه‌های نظری.....</b>
۱۶	فصل اول: چرا تصمیم‌گیری زمان‌بر است؟ نقش یک فضای کاری جهانی جامع در یک تصمیم‌گیری ساده.....
۴۹	فصل دوم: قالب‌ها، مغز و دامنه‌های محتوا: تأثیرات عصبی و رفتاری ناشی از موقعیت‌های توصیفی بر انتخاب ارجح.....
۷۵	<b>بخش دوم: مخاطره و عدم اطمینان.....</b>
۷۶	فصل سوم: نقش هیجان‌ها در تصمیم‌گیری: مفید یا مخرب.....
۹۹	فصل چهارم: عدم اطمینان و تعدیل‌گری عصبی: استیل کولین و پاسخ به محرک.....
۱۲۴	فصل پنجم: شهود و سوگیری‌ها در مغز: دو گذرگاه عصبی برای تصمیم‌گیری.....
۱۴۳	<b>بخش سوم: پاداش و زیان.....</b>
۱۴۴	فصل ششم: پردازش پاداش و تصمیم‌گیری در جسم مخطط انسان.....
۱۷۳	فصل هفتم: مکانیسم‌های عصبی: زیربنای فراگیری تنبیه و پاداش در مغز انسان. (مشاهداتی بر اساس FMRI).....
۱۹۸	فصل هشتم: پردازش پاداش و تنبیه در مغز انسان.....
۲۲۱	<b>بخش چهارم: همکاری و اعتماد.....</b>
۲۲۲	فصل نهم: مبنای عصبی تصمیم‌گیری اجتماعی.....
۲۴۲	فصل دهم: شواهد اجتماعی و زیست‌شناختی در مورد انگیزه‌های تنبیه.....
۲۵۵	<b>بخش پنجم: تصمیم‌گیری هدف‌گرا.....</b>
۲۵۶	فصل یازدهم: نقش افکار خودانگیخته (آنی) در شناخت انسان.....
۲۸۰	فصل دوازدهم: بسیار خوب، چه می‌خواهید انجام دهید؟ دیدگاه علم عصب‌شناختی در طرح تصمیم‌گیری.....
۳۰۴	فصل سیزدهم: درنگ‌های تصمیم‌گیری در روش‌های خلاقانه.....
۳۲۱	<b>اطلس رنگی.....</b>

## پیشگفتار

کتاب عصب پژوهی تصمیم‌گیری که مجموعه‌ای از مقالات پژوهشگران برجسته در این حوزه را در بردارد و توسط اوشین وارطانیان و دیوید مندل ویراستاری و در سال ۲۰۱۱ چاپ شده است، به موضوع مهمی می‌پردازد که در زندگی روزمره همه انسان‌ها و در تصمیم‌گیری‌های مدیران در مشاغل مختلف سیاسی، اقتصادی، نظامی و غیره موضوعیت دارد: این‌که مغز چگونه تصمیم می‌گیرد. از زمان انتشار این کتاب تاکنون مطالعات بسیاری در این حوزه انجام گرفته است و هرروز اسرار بیشتری درباره مغز در فرایند انتخاب بین گزینه‌های مختلف آشکار شده است.

تصمیم‌گیری یکی از مهم‌ترین مباحث علم مدیریت است، ولی در بیشتر الگوهای تصمیم‌گیری، مؤلفه‌های شناختی نادیده گرفته شده است، درحالی‌که ارزش‌ها، باورها، نگرش‌ها، سوگیری‌ها، خلق‌وخو و متغیرهای انگیزشی، هیجانی و احساسی بر تصمیم‌گیری مدیران تأثیر دارند و به دلیل پیچیدگی‌های موجود در محیط تصمیم‌گیری و پویایی اجتماعی، تشخیص اقدام بهینه برای یک مدیر امری دشوار است. لذا تصمیم‌گیری پدیده‌ای مجزا از فرایندهای شناختی نیست.

افکار ما در قالب مدارهای خاص عصبی مغز پردازش می‌شوند و حوزه عصب پژوهی تصمیم‌گیری به مطالعه این مدارها می‌پردازد و آثار تفکر را در سطح سلولی و شبکه‌ای بررسی و نقشه‌برداری می‌کند. عصب پژوهی تصمیم‌گیری همچنین می‌تواند به درک بهتر طیفی از اختلالات ذهنی کمک کند. درواقع، تفکر به هنگام تصمیم‌گیری، نوعی شبیه‌سازی ذهنی به منظور پیش‌بینی تبعات هر کنش بر اساس تجارب پیشین یا مشاهده و یادسپاری تبعات رفتار دیگران است.

امروز این یک واقعیت آشکار است که در فرایند تصمیم‌گیری مناطق مختلف مغز درگیرند، زیرا عوامل و مؤلفه‌های زیادی در هر نوع تصمیم‌گیری دخالت دارند و مغز باید همه این مؤلفه‌ها را ارزش‌گذاری و وزن دهی کند و میزان تأثیر آن‌ها را در انتخاب بهترین گزینه محاسبه نماید. به این ترتیب، مناطق مختلفی از مغز و مدارهای عصبی زیادی در تصمیم‌گیری درگیرند و نواحی پیشانی مغز به طور خاص مسئولیت مدیریت این فرایندهای شناختی و کنترل هیجانات را بر عهده دارند.

مغز به هنگام اتخاذ یک تصمیم پیچیده، با استفاده از شبکه‌های موجود در نواحی قشر پیشانی دو نوع محاسبه را انجام می‌دهد. مغز ابتدا میزان اطمینانی را که به نتایج هر گزینه می‌تواند داشته باشد محاسبه می‌کند و در صورتی که تشخیص آن دشوار باشد، تلاش بیشتری را برای کسب اطمینان انجام می‌دهد. ایجاد چنین زنجیره‌ای از عملیات ذهنی و نقش قشر پیشانی در آن، یکی از موضوعات هیجان‌انگیز در عصب پژوهی شناختی است.

فناوری‌های جدید این امکان را پدید آورده است که بتوان فرایندهای تصمیم‌گیری در مغز را در هر لحظه مشاهده و مناطق و سلول‌های عصبی درگیر در یک تصمیم‌گیری خاص را مطالعه کرد، ولی از آنجا که شناخت امری پیچیده است کافی نیست که از ثبت آثار عصبی تصمیم‌گیری‌های مختلف معدل گرفته شود، زیرا در آن صورت، ظرایف و پیچیدگی‌های هر تصمیم‌گیری نادیده گرفته می‌شود. فناوری‌ها و روش‌های جدید مطالعه تصمیم‌گیری، به شناسایی و ثبت فرایندهای عصبی، از جمله رفت و آمدهای، قبل از انتخاب نهایی، بین گزینه‌های مختلف، می‌پردازند. آنچه از مکالمات یک نورون درگیر در تصمیم‌گیری ثبت می‌شود، بازنمای وزنی است که ما به هر گزینه در تصمیم‌گیری خود می‌دهیم. البته، بسیاری از این فعالیت‌های عصبی هیچ‌گونه انعکاسی در رفتار ما ندارند.

عصب‌پژوهی شناختی تلاش می‌کند با استفاده از فناوری‌های جدید ثبت سیگنال‌های مغزی و تصویربرداری از مغز در حین تصمیم‌گیری مشخص نماید که کدام مناطق مغز درگیر فرایند انتخاب بین گزینه‌های موجودند. این امر در موارد ساده تصمیم‌گیری آسان‌تر است، زیرا ما بر اساس تجارب پیشین خود می‌دانیم کدام قطعات اطلاعات با موضوع مورد تصمیم‌گیری مرتبط هستند، ولی در موارد پیچیده تصمیم‌گیری که مؤلفه‌های بسیاری در آن درگیرند، این امر دشوارتر است.

به هر صورت، تصمیم‌گیری به داشتن انعطاف لازم در پردازش اطلاعات پیچیده وابسته است، ولی اینکه مغز چگونه پردازش اطلاعات را با انتظارات تکالیف در لحظه تطبیق می‌دهد، هنوز ناشناخته است. شبکه‌های عصبی مغز ممکن است به سرعت از حالت ریتمی به حالت نوفه‌ای تغییر یابند، زیرا ممکن است نیاز به پردازش اطلاعات بیشتری وجود داشته باشد و مغز در حالت نوفه‌ای پذیرنده منابع اطلاعات چندگانه است.

ما در عین حال هنوز تا درک کامل مسیر تصمیم-اقدام خیلی فاصله داریم، زیرا حتی در ساده‌ترین تصمیم‌گیری‌ها، مناطق بسیاری از مغز درگیرند و تعامل و همکاری زیادی بین سلول‌های عصبی اتفاق می‌افتد. دقت و وضوح مکانی-زمانی تصاویر مغزی به ما در یافتن مسیر انتقال اطلاعات در داخل مغز در حین تصمیم‌گیری، کمک می‌کند.

این جانب ضمن تقدیر از تلاش جناب آقای دکتر حسن محبوب عشرت‌آبادی دانشیار محترم دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری که اقدام به ترجمه این کتاب کرده‌اند، امیدوارم انتشار این کتاب بتواند دانشجویان و علاقه‌مندان به مباحث مدیریت شناختی را با مبانی عصب‌پژوهی تصمیم-گیری آشنا سازد و آن‌ها را ترغیب کند با مطالعه ادبیات موجود در این حوزه علمی جدید، به بهبود تصمیم‌گیری آحاد جامعه و مدیران کمک نمایند.

**سید کمال خرازی**

استاد دانشگاه تهران

## مقدمه نویسنده

اوشین وارثانیان و دیوید آر ماندل

### پیشینه و استدلال

فصل مشترک موضوعات پژوهشی در حوزه‌های تصمیمات رفتاری و عصب‌شناسی می‌تواند موقعیت مناسبی برای مطالعات بین‌رشته‌ای باشد. مطالعات تصمیمات رفتاری، الگوهای ساخت یافته بسیاری برای تصمیم‌گیری ارائه می‌کند و عصب‌شناسی روش‌های زیادی برای سنجش الگوهای رفتاری در مغز ارائه می‌کند. با تمام این تفاسیر مدت زیادی نیست که پذیرش ادغام این دو رشته باعث پدیدار شدن عصب‌شناسی تصمیم‌گیری شده است. به‌عنوان مثال، در مقدمه کتاب «عصب‌زیست‌شناسی تصمیم‌گیری»<sup>۱</sup> دامیاسیو و همکارانش بیان کردند که عصب‌شناسی از موضوعات تصمیم‌گیری و احساسات چشم‌پوشی کرده است (دامیاسیو، داماسیو و کریستن ۱۹۹۶). می‌توان گفت که در اواسط دهه ۱۹۹۰ این ادعا صادق بود، اما اکنون پس از گذشت سال‌ها فاصله بین این دو زمینه کمتر شده و روش‌های عصب‌شناختی در مسائل نظری و عملی قضاوت و تصمیم‌گیری بسیار کاربرد دارند. این تفکر بسیار مطرح می‌شود که داده‌های زیست‌شناختی با روشن‌تر کردن روندهای شناختی و هیجانی قضاوت و تصمیم‌گیری، می‌توانند در پژوهش‌های این دو حوزه مفید واقع شوند (سنفی ۲۰۰۷). هدف کتاب حاضر فراهم آوردن چارچوبی برای ارائه برخی از درون‌مایه‌های اصلی کارکرد این نوع برنامه پژوهشی است. بدین ترتیب می‌توانیم یافته‌های این حوزه را درباره قضاوت و تصمیم‌گیری به‌خوبی مشخص کنیم.

موضوعات این کتاب بر اساس سه عامل انتخاب‌شده‌اند. اول، هدف ما تمرکز بر موضوعاتی بود که از حیث نظری به پژوهش‌های قضاوت و تصمیم‌گیری مربوط بوده و یافته‌های عصب‌شناختی بسیاری درباره آن‌ها موجود است. بخش‌های اصلی این کتاب، شامل سود و زیان، ریسک و عدم اطمینان، همکاری و اعتماد می‌باشند. با در نظر گرفتن مشکلاتی که در این موضوعات با آن‌ها مواجه هستیم، ما معتقدیم که استفاده از تطابق همگونی داده‌ها<sup>۲</sup> برای آزمایش فرضیه‌های اصلی در رابطه با روابط مغز و رفتار ضروری است. این امر در روش‌های گوناگونی که توسط نویسندگان این کتاب از جمله آزمایش‌های رفتاری، تصویربرداری مغز، عصب‌روان‌شناسی، الکتروفیزیولوژی، الگوسازی محاسباتی و

---

1- Neurobiology of Decision-making

2- Triangulation

بررسی سیستم‌های انتقال‌دهندهٔ عصبی ارائه‌شده‌اند، مشهود است. در مواردی، نویسندگان این کتاب از مطالعات بر روی حیوانات برای روشن‌سازی رفتار انسان‌ها استفاده کرده‌اند. این شیوهٔ چندمرحله‌ای که دانشمندان عصب‌شناسی تصمیم‌گیری از آن برای مطالعه این موضوعات استفاده کرده‌اند مفید است، چراکه نقش بسزایی در پیشرفت الگوهای روبه رشد روندهای مورد علاقهٔ نظریه‌پردازان تصمیم‌گیری رفتاری داشته است. شاید بتوان گفت که مهم‌ترین این روندها، سیستم‌های عصبی مربوط به محاسبهٔ ارزش‌های ذهنی<sup>۱</sup> (اودوهرتی و بوسارتز ۲۰۰۸) و احتمال (ناتسون، تیلور، کافمن، پیترسون و گلاور ۲۰۰۵) می‌باشند.

دوم اینکه انتخاب‌های ما تحت تأثیر نظریات فراوان پژوهشگران تصمیمات رفتاری و هم‌چنین متخصصان فلسفه، روانشناسی و اقتصاد، قرار دارند. از میان این نظریات تأثیرگذار می‌توان به نظریهٔ وجود سیستم‌های مختلف در امر قضاوت و تصمیم‌گیری (اوانز ۲۰۰۸) و اهمیت هیجانات در درک رفتار انسانی اشاره کرد (لونستاین، وبر، هسی و ولج ۲۰۰۱). در حقیقت، نتیجهٔ این پیشرفت‌های علمی، توافقی همه‌گیر بین پژوهشگران (مانند روندهای هیجانی) در تعیین رفتار تصمیم‌گیری افراد است (بچارا، در همین کتاب؛ کریستوف، گوردون و اسمیت، در همین کتاب؛ دی‌نیز و گول، در همین کتاب؛ سنفی و ریلینگ، در همین کتاب). با در نظر داشتن این امر که شواهد به‌دست‌آمده از عصب‌شناسی به پیشرفت این نظرات در جامعهٔ پژوهشی وسیع‌تر (داماسیو ۱۹۹۴؛ فرانک، کوهن و سنفی ۲۰۰۹) کمک کرده‌اند، برخی از بخش‌های این کتاب را به بررسی و ارزیابی مطالعات تجربی در زمینهٔ تفکر و بخصوص درک روندهای قضاوت و تصمیم‌گیری اختصاص داده‌ایم.

سوم اینکه پا را از مرزهای قدیمی پژوهش‌های قضاوت و تصمیم‌گیری فراتر گذاشته و فصل‌هایی را به بررسی نقش روندهای قضاوت و تصمیم‌گیری در فعالیت‌های سطوح بالای شناختی<sup>۲</sup> مانند برنامه‌ریزی، حل مبتکرانهٔ مسائل و تفکرات شهودی اختصاص داده‌ایم. شواهد بسیاری در رابطه با ماهیت چند مؤلفه‌ای فعالیت‌های سطوح بالای شناختی و اینکه توانایی تصمیم‌گیری و قضاوت بهینه یکی از مؤلفه‌های اصلی موفقیت در این فعالیت‌ها محسوب می‌شوند، وجود دارد. پژوهش‌های پیشین در زمینهٔ برنامه‌ریزی، حل مبتکرانهٔ مسائل و تفکر، هیچ رابطهٔ مشهودی با پژوهش‌های داوری و تصمیم‌گیری ایجاد نکرده‌اند، اما ما در نظر داشتیم این فاصله را با تأکید بر نقش جدایی‌ناپذیر روندهای قضاوت و تصمیم‌گیری در فعالیت‌های ذهنی از بین ببریم. این روش عملی است چراکه شواهد اخیر به‌دست‌آمده از عصب‌شناسی نشان می‌دهند که فعالیت‌های ذهنی سطوح بالاتر مانند استدلال و حل مسئله بر اساس سیستم‌های عصبی مشترک انجام‌شده و هنگام تحلیل روندهای جزئی فعالیت‌های ذهنی که در سطح کلان متفاوت به نظر می‌آیند، این فعالیت‌ها در واقع مشترکاتی در سطح خرد یا همان سطح عصبی دارند (دینیز و گول، در همین کتاب؛ وارتانیان، در همین کتاب). در این زمینه، ما شاهد

1- Subjective value

2- High-order cognitive activities

آن هستیم که عصب‌شناسی تعریف جدیدی از مفاهیم و دسته‌بندی‌های به‌کاررفته در مطالعهٔ فعالیت‌های شناختی سطوح بالاتر و همچنین رابطهٔ آن‌ها با یکدیگر را ارائه می‌دهد.

## چیدمان این کتاب

ما این کتاب را با بخشی به نام «الگوهای نظری» شروع کرده و در آن دو فصل را به بررسی مسائل نظری کلی این حوزه اختصاص داده‌ایم. ماریانو سیگمان و استانیسلاس دهان ساختارهای شناختی و عصبی تصمیمات ساده را تحلیل کرده‌اند. مبحثی که آن‌ها مطرح می‌کنند این است که سه جزء مهم تصمیم‌گیری (مدت‌زمان تصمیم‌گیری، تغییرپذیری تصمیمات و پردازش کند<sup>۱</sup>) از ساختار مغزی که منشأ تصمیم‌گیری است، شروع می‌شوند. با قرار دادن مشخصه‌های رفتاری تصمیمات ساده در زیست‌شناسی پایه، این فصل زمینه را برای تشریح روابط بین مغز و رفتار در ادامهٔ کتاب مهیا ساخته است. ما (ماندل و وارثانیان) به بررسی بافت تصمیم‌گیری<sup>۲</sup> و تأثیرات آن بر قضاوت و تصمیم‌گیری پرداخته‌ایم؛ زمینه‌ای که اهمیتی کلیدی در عصب‌شناسی تصمیمات دارد (دویا ۲۰۰۸). در فصل مذکور بررسی منتقدانه‌ای از تحقیقات رفتاری و عصب‌شناختی انجام داده و داده‌های تجربی بدیعی را برای آزمایش فرضیاتی در مورد منشأ عصبی و روان‌شناختی آن تأثیرات ارائه کرده‌ایم. سعی کردیم نشان دهیم که بافت در تصمیم‌گیری نقش محوری دارد و انکار آن به اهمیت تبیینی در این رشته لطمه وارد خواهد کرد (گلدستاین و ویر ۱۹۹۷).

بخش بعدی با عنوان «ریسک و ابهام» شامل سه فصل دربارهٔ مشکلات پژوهشی در زمینهٔ قضاوت و تصمیم‌گیری است. انتوانین بچارا خلاصه‌ای تاریخی در مورد مسیر پیشرفت علمی تفکرات دربارهٔ نقش هیجانات در تصمیم‌گیری از فیناس گیج تا فرضیهٔ نشانگرهای سوماتیک<sup>۳</sup> ارائه کرده است. او تفکرات مدرن را با مشخص کردن شرایط خاصی که در آن‌ها هیجانات می‌توانند در تصمیم‌گیری، مفید و یا مضر واقع شوند، پذیرفته و سیستم‌های غشاء مغز<sup>۴</sup> که مدار عاطفی مغز را تشکیل می‌دهند و هرکدام وظیفهٔ میانجی‌گری جنبه‌های خاصی از تصمیم‌گیری در شرایط ابهام را به عهده‌دارند، توصیف کرده است. در فصل پس‌از آن، آنجلا یو بین انواع ابهام به‌عنوان توابعی از منشأهای خود، تمایز قائل شده است. دیدگاه او بر این فرض استوار است که اگر کسی قادر باشد توصیفاتی محاسباتی دربارهٔ انواع ابهام ارائه دهد، در موقعیت بهتری برای درک سیستم‌های مغزی که منشأ هر نوع ابهام هستند، قرار خواهد داشت. او شواهدی را مبنی بر اینکه ماده استیل کولین<sup>۵</sup> به‌عنوان تعدیل‌کنندهٔ عصبی<sup>۶</sup> نقش مهمی در رابطه با عدم

1- Decision duration, decision variability and slow processing

2- Context

3- Somatic markers

4- Cortical systems

5- Acetylcholine

6- Neuromodulator acetylcholine

اطمینان در پردازش حسی و کنترل ارادی ایفا می‌کند، ارائه می‌دهد و مبنای یافته‌های خود را نقش مهم‌تری که استیل کولین در عدم اطمینان مورد انتظار ایفا می‌کند، قرار می‌دهد (یو و دایان ۲۰۰۵). در نهایت، ویم دینیز و ویناد گول به بررسی مشکل قدیمی قضاوت (مشکل «وکیل-مهندس»<sup>۱</sup>) در پژوهش‌های پیشین «عدم اطمینان» پرداخته و نشان داده‌اند که پاسخ‌های هنجاری و وابسته به باور، سیستم‌های عصبی غیراجتماعی را در مغز فعال می‌کنند. به‌علاوه، با استفاده از شواهد عصبی، آن‌ها نشان می‌دهند که از بین رفتن ناتوانایی در پاسخ‌دهی هنجاری توسط باورها و هنجارها، تابعی از ناآگاهی درباره آن مشکل نیست بلکه این امر به دلیل ناتوانایی در فائق آمدن بر پاسخ‌دهی مبتنی بر باور اتفاق می‌افتد. در این فصل آن‌ها نه تنها بر نقش سیستم‌های مختلف در تصمیم‌گیری مغز تأکید دارند، بلکه بیان می‌کنند که سیستم‌های مرتبط به پاسخ‌دهی اکتشافی و تحلیلی در بافت تصمیم‌گیری، همان سیستم‌هایی هستند که باهدفی مشابه در بافت استدلالات استقرایی ایفای نقش می‌کنند (گول ۲۰۰۷). این امر به اهمیت مطالعه پردازش‌های جزئی در فعالیت‌های متفاوت اشاره دارد چراکه چنین مطالعه‌ای می‌تواند شباهت‌های ساختار عصبی را در فعالیت‌های مختلف ذهنی مشخص کند.

بخش سوم این کتاب، با عنوان «سود و زیان» شامل سه فصل است و تأثیر سیستم‌های عصبی مربوط به محاسبه سود و زیان را در امور قضاوت و تصمیم‌گیری بررسی می‌کند. ماریسیو دل‌گادو و الیزابت تریکامی بیان می‌کنند برای انجام موفقیت‌آمیز تصمیم‌گیری، مغز نه تنها باید جنبه‌های لذت بخش سود و زیان را ثبت کند، بلکه باید توانایی خود را در یادگیری از تجربیات سود و زیان در گذشته نشان داده، محاسبات وقت‌گیر و انرژی‌بر را کنار بزند و روابط نادرست بین اتفاقات و نتایج را نادیده بگیرد. آن‌ها همچنین یافته‌های تجربی بسیاری را برای اثبات این امر که جسم مخطط مغز<sup>۲</sup> قادر است اطلاعات مربوط به پاداش را طوری پردازش کند که مطابق این استانداردها باشند، ارائه کرده‌اند. در امر پردازش، آن‌ها می‌توانند عملکرد هر قسمت جسم مخطط مغز را به خوبی توصیف کنند. پس از آن، جان اودوهرتی دانش کنونی در مورد مکانیزم‌های عصبی مربوط به یادگیری سود و زیان را بررسی کرده و بین انواع مختلف سیگنال‌های ارزشی مورد استفاده انسان‌ها به‌عنوان توابعی از نیازهای فعالیت، فرق قائل می‌شود. به‌علاوه، او مکانیزم‌های محاسباتی پذیرفته‌شده را به‌عنوان راهی که سیگنال‌های پیش‌بینی ارزش<sup>۳</sup> از طریق تجربه فراگرفته می‌شوند توصیف کرده و شواهدی را برای اثبات عملکرد چنین مکانیزم‌هایی در مغز ارائه کرده است. در پایان این بخش، دیگو پیزاگالی، دلیل دیلون، رایان باگدن و اورام هولمز پژوهش‌های پایه‌ای انجام‌شده بر روی همبستگی‌های عصبی پاداش و تنبیه را بررسی کرده و بین عملکرد جسم مخطط شکمی، آمیگدال، قشر اوربیتوفرنال و قشر قدامی<sup>۴</sup> در رابطه با پیش‌بینی

1- Lawyer-Engineer

2- Striatum

3- Predictive valuation signal

4- ventral striatum, amygdala, the orbitofrontal cortex, and the anterior cingulate cortex



نتیجه و ارائه فعالیت<sup>۱</sup>، تمایز قائل شده‌اند. سپس آن‌ها این دانش را به یک ویژگی بارز افسردگی با عنوان پردازش انگیزه غیرمعمول، تعمیم دادند. این فصل نشان می‌دهد که دانش ما در زمینه مدار پاداش مغز می‌تواند در فهم مکانیزم‌های تأثیرگذار در آسیب‌شناسی روانی استفاده‌شده و همچنین ما می‌توانیم دانش به‌دست‌آمده از جوامع آماری سالم و دارای اختلال را با یکدیگر مقایسه کرده و فهم خوبی از روندهای ارزیابی در هر دو جامعه آماری به دست آوریم.

قسمت چهارم این کتاب با عنوان «همکاری و اعتماد» جنبه‌هایی از انتخاب را بررسی می‌کند که تحت تأثیر هنجارهای بین فردی و اجتماعی حاکم بر رفتار قرار دارند. الن سنفی و جیمز ریلینگ این فصل را با تمرکز بر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه عصب‌شناسی تصمیم‌گیری اجتماعی دوفره، شروع کرده‌اند. آن‌ها همچنین پژوهش‌های انجام‌شده بر روی نظریه بازی که در آن‌ها از فعالیت‌های اصلی مانند دوراهی زندانی، بازی اعتماد و بازی اتمام‌حجت<sup>۲</sup> استفاده‌شده است را بررسی کرده‌اند. بررسی‌های آن‌ها عوامل مؤثر گوناگونی که در مشخص شدن انتخاب‌ها در بافت این فعالیت‌ها نقش دارند، مانند وابستگی و اعتماد، رقابت و پابندی یا نقض هنجارهای اجتماعی را روشن کرده‌اند. همچنین این فصل درصدد است تا پیوندی بین عصب‌شناسی تصمیم‌گیری و رشته تازه‌بنیاد اقتصادعصبی که بیشتر بر درک و پیش‌بینی تصمیمات مرتبط با سود متمرکز است، (کلیترو، تانکرسلی و هیوتل ۲۰۰۸؛ به گلیمچر، کامرر، پولدراک و فر ۲۰۰۹ رجوع شود). به وجود آورد. پس‌از آن دانیل هاوسر، رابرت کورزبان و ارت ژائو شواهد تجربی اجتماعی و زیست‌شناختی در رابطه با محرک‌های زیان را بررسی می‌کنند. آن‌ها تمرکز خود را بر تأثیرات زیان بر همکاری قرار داده و شرایطی که در آن زیان می‌تواند در به وجود آوردن همکاری مفید باشد و یا بی‌فایده واقع شود را متمایز می‌دانند. سپس آن‌ها بر محرک‌های گوناگون زیان از جمله هنجارها، انصاف<sup>۳</sup> و بیان احساس تمرکز می‌کنند. این فصل ادعای محکمی در رابطه با نقش زیان در تعاملات بین فردی مطرح کرده و با ارائه داده‌های زیست‌شناختی از آن حمایت کرده است. در مجموع، دو فصل این بخش شواهد محکمی را در رابطه با تأثیر همکاری سیستم‌های مختلف مغز بر تعاملات دوتایی و چندنفره ارائه کرده و از طرفی بیان می‌کنند که درک انتخاب‌ها به درک هنجارهای اجتماعی که نقشی کلیدی در انتخاب اعمال ایفا می‌کنند، بستگی دارد.

بخش پنجم و پایانی این کتاب، با عنوان «تصمیم‌گیری هدف‌محور» به بررسی نقش روندهای شناختی برنامه‌ریزی‌شده و بی‌اختیار در قضاوت و تصمیم‌گیری می‌پردازد. همان‌طور که قبلاً بیان کردیم نگرش این بخش به دلیل تمایل ما در مشخص کردن نقش روندهای قضاوت و تصمیم‌گیری در فعالیت‌های ذهنی سطوح بالای شناختی صورت گرفته است. در فصل اول، کالینا کریستوف، الن

---

1- Action representation

2- Prisoner's dilemma games, Trust games, Ultimatum game

3- Egalitarianism

گوردون و ریچل اسمیت بیان می‌کنند که ۳۰ درصد تفکرات افراد در دسته تفکرات غیر هدفمند<sup>۱</sup> قرار دارند، اما در مقایسه با فعالیت‌های ذهنی هدفمند، نقش این نوع فعالیت ذهنی در فعالیت‌های شناختی نادیده گرفته شده است. آن‌ها مکانیزم‌های عصبی و شناختی مؤثر در تفکرات بی‌اختیار را بررسی کرده و بیان می‌کنند که این نوع تفکر با تثبیت خاطرات جدید و تثبیت انطباقی<sup>۲</sup> مجدد خاطرات قدیمی مربوط به فعالیت‌ها و هیجانات کنونی، در قضاوت و تصمیم‌گیری نقش دارد. پس از آن جورج مول و جوردن گرافمن جنبه‌های شناختی و محاسباتی برنامه‌ریزی را بررسی کرده و توصیفی از اجزای شناختی تصمیم‌گیری مرتبط با برنامه‌ریزی در مغز ارائه می‌دهند. آن‌ها همچنین بیان می‌کنند که اجزای مهم تصمیم‌گیری مرتبط با برنامه‌ریزی به‌طور کلی در قشر پیش‌پیشانی (PFC) که خود قسمتی از روند برنامه‌ریزی در مغز است، ذخیره شده و پردازش‌های مختلفی از جمله پردازش‌های حرکتی انجام شده توسط عقده‌های قاعده‌ای، قشر حرکتی و نواحی قشری دیگر مانند لوب‌های آهیانه‌ای در اجرای برنامه نقش دارند. شواهد تصویربرداری و عصب‌روانشناختی بسیاری نشان می‌دهند که ارائه کلی دانش در سطح برنامه در مغز انسان — شامل تصمیمات مرتبط با برنامه — در قشر پیش‌پیشانی (PFC) رخ می‌دهد و ویژگی‌های جزئی برنامه‌ها در مناطق مختلف PFC کدگذاری و ذخیره می‌شوند. این کتاب با فصلی در رابطه با خلاقیت، نوشته اوشین وارتانیان پایان می‌یابد. او بیان می‌کند که تمایل صرف پژوهشگران حوزه خلاقیت به مفهوم خلاقیت باعث شده توجه اندکی به روندهای قضاوت و تصمیم‌گیری در فعالیت‌های شناختی خلاقیت داشته باشند. این مشکلی است که با در نظر گرفتن خلاقیت به‌عنوان یکی از روش‌های حل مسائل برطرف می‌شود. او شواهدی رفتاری و عصبی را برای اثبات نقش مهم تصمیم‌گیری در خلاقیت، بخصوص در امر انتخاب راه‌حل، ارائه کرده است.

## خلاصه

در دهه اخیر ما شاهد پیدایش الگوهای روبه پیشرفت پیچیده‌ای از تصمیمات بوده‌ایم. البته کاستی و نقص در دانش بشری همچنان وجود دارد. به‌عنوان مثال، در حال حاضر ما مطلب زیادی درباره سیستم‌های عصبی مرتبط با محاسبه احتمال نمی‌دانیم، اما اطلاعات خوبی درباره سیستم‌های عصبی مرتبط با محاسبه سود داریم (سنفی ۲۰۰۷). با این وجود، این رشته در حال حرکت به سمت طرح‌ریزی الگوهای مکانیکی<sup>۳</sup> کامل‌تر در رابطه با تصمیم‌گیری انسان است (اودوهرتی و بوسارتز ۲۰۰۸). در این رابطه، این کتاب می‌تواند روش‌های مختلفی که از نظریات رفتاری قضاوت و تصمیم‌گیری به‌دست آمده‌اند را برای آزمایش فرضیات مختلف ارائه دهد. امید داریم کتاب حاضر چارچوبی برای حل برخی از مشکلات اصلی این زمینه پژوهشی و نائل شدن به اهداف آن فراهم آورد.

---

1- Mind wandering  
2- Adaptive  
3- Mechanistic

بخش اول

نمونه‌های نظری

## فصل اول

# چرا تصمیم‌گیری زمان‌بر است؟ نقش یک فضای کاری جهانی جامع در یک تصمیم‌گیری ساده

ماریانو سیگمان و استانیسلاس دوآن

### مقدمه

پژوهشی که در این فصل ارائه می‌دهیم بر مبنای سه سؤال بی‌نهایت ساده شکل گرفته است که به‌نظر می‌رسد این سؤال‌ها پیامدهای عمیقی در ساختار مغز شناختی دارند.

- چرا اتخاذ تصمیم زمان‌بر است؟
- چرا زمان لازم برای تصمیم‌گیری متغیر است؟
- چرا در لحظه تنها می‌توانیم یک تصمیم بگیریم؟

### چرا اتخاذ تصمیم نیازمند زمانی طولانی است؟

محاسبات مغزی نیز مانند سایر روش‌های محاسباتی، زمان‌بر هستند. فرایند تصمیم‌گیری در مغز انسان متأثر از واکنش‌های نورونی و عکس‌العمل به موقع آکسون‌ها، سیناپس و دندریت‌ها است. با وجود این، هنوز این سؤال مطرح است که چرا تصمیم‌گیری نیازمند زمانی طولانی است؟ در اینجا، لزوماً زمان طولانی اتخاذ برخی تصمیم‌ها توسط افراد موردنظر ما نیست (اگرچه این مسئله نیز در جایگاه خود اهمیت دارد). ممکن است تصمیم گرفتن درباره‌ی اینکه تعطیلات به کجا برویم، با چه کسی، چگونه، چه مدت آنجا بمانیم و...، ساعت‌ها، روزها و یا ماه‌ها طول بکشد. استعاره‌ی الاغ بوریدان برای نشان دادن دشواری تصمیم‌گیری، به‌کار می‌رود (به احترام ژان بوریدان، فیلسوف فرانسوی قرن ۱۴). در این استعاره پشته‌ای کاه و سطلی آب مقابل الاغ قرار می‌دهند و حیوان که قادر نیست تصمیم بگیرد کدام‌یک را اول بخورد، از گرسنگی و تشنگی می‌میرد؛ اما فارغ از محدودیت‌های گرسنگی یا تصمیم‌گیری در مورد آسیب‌شناسی، حتی تصمیمات ساده از قبیل تشخیص اینکه کدام عدد بزرگ‌تر و یا کدام صدا بم‌تر است نیز بین ۱۵۰۰-۵۰۰ هزارم ثانیه زمان می‌برد. اگر تأخیر سیناپسی و زمان‌بندی پاسخ‌های گزینشی به محرک حسی را در نظر بگیریم، درمی‌یابیم همین هزارم ثانیه‌ها نیز زمان بسیار

زیادی است.

پاسخ به محرک حسی در قشر اولیه بینایی تنها پس از ۵۰ هزارم ثانیه ثبت می‌شود و ساقه مغز تنها ۲۰ هزارم ثانیه پس از حضور محرک متوجه آن می‌شود. حتی پس از چندین مرتبه تبادل اطلاعات و ارتباطات سیناپسی بین یاخته‌های عصبی، اخبار مربوط به محرک حسی، پس از ۱۸۰ هزارم ثانیه در اختیار بخش‌های مربوط به بینایی مغز قرار می‌گیرد. مغز میمون طی ۱۰۰ هزارم ثانیه می‌تواند بین شکل صحیح اشیا تمایز قائل شود (تشخیص می‌دهد چیزی که می‌بیند صورت است یا درخت)؛ مغز انسان این کار را در ۱۷۰ هزارم ثانیه انجام می‌دهد. باین حال انتخاب بین گزینه‌ها، «حتی در تصمیم‌گیری‌های ساده‌ای از این دست»، نیازمند ۵، ۱۰ و یا حتی ۱۵ برابر زمان بیشتری است. در نتیجه، تأخیر در تبادل اطلاعات در یاخته‌های عصبی، پاسخ قانع‌کننده‌ای برای توجیه روند طولانی تصمیم‌گیری نیست.

### چرا زمان لازم برای تصمیم‌گیری تا این اندازه متغیر است؟

تغییرپذیری تصمیم‌گیری، به نوبه خود، می‌تواند در نتیجه مباحث پایه زیست‌شناختی به نظر برسد. به دلیل نوسان در پتانسیل ولتاژ غشای مغز، نوسان در اتصال سیناپسی و یا بازدهی آن و سایر شرایط فیزیولوژیکی، «از جمله اختلال‌های مغزی»، مغز تبدیل به دستگاهی تصادفی شده است. در نتیجه محاسبات مغزی قابل اعتماد نیستند و دلیل اینکه گاه اشتباه می‌کنیم و یا برخی تصمیم‌گیری‌ها سریع‌تر و برخی کندتر هستند، نیز بر همین اساس قابل توضیح است.

یک بار دیگر، این برداشت ساده نادرست است. در حالی که واضح است مؤلفه‌های بیولوژیکی ممکن است در برخی موارد اختلالاتی داشته باشند، باین حال، این ترکیبات امکان تشکیل مکانیسم‌های دقیقی را دارند که تکثیر DNA را به روشی کاملاً قابل اعتماد انجام داده و یا سبب واکنش دقیق نورون‌های عصبی می‌گردد. تحقیقات تجربی بی‌شماری این حقیقت را مورد تأیید قرار داده‌اند. بر اینت و سگوندو (۱۹۷۶) برای اولین بار دریافتند که برنامه زمانی واکنش می‌تواند کاملاً دقیق باشد و اینکه اعتبار آن به ویژگی‌های عامل محرک نورون بستگی دارد. به تازگی، به این ویژگی مهم توجه بیشتری شده است و در مدارهای نورونی هرمی شکل سیستم بینایی حشره‌ای (مایین و سجنوسکی، ۱۹۹۵)، موسوم به *کالیپورا ویسینا*<sup>۱</sup> و ساختارهای قشری (دو رویتر وان استونینک، لون، استرانگ، کوبرل و بیالک، ۱۹۹۷) و زیرقشری (باتس و همکاران، ۲۰۰۷) مغز پستانداران ترسیم شده‌اند (سسکی، سیگمان، آلونسو، مارتینز و چیاوو، ۲۰۰۰؛ گار، بیلین و انادرلی، ۱۹۹۷؛ کارا، ریناگل و رید، ۲۰۰۰). صرف‌نظر از جزئیات زیستی-فیزیکی و کالبدشناسی و همچنین تلویحات آن‌ها در ماهیت رموز عصبی، نتیجه قابل ملاحظه این مطالعات این است که مغز می‌تواند برخی محاسبات را با دقت بسیار بالا انجام دهد.

در نتیجه در پاسخ به این سؤال که چرا تصمیمات (و همچنین سایر محاسبات نورونی دارای اختلال) بسیار متغیر هستند، نمی‌توان به اختلالات بیولوژیک اکتفا کرد.

### چرا در آن واحد تنها می‌توانیم یک تصمیم بگیریم؟

یکی از جنبه‌های کارکرد مغز، سازمان شبه‌پیمانه‌ای و موازی آن است که در آن پردازشگرهای مختلف (نورون‌ها، ستون‌ها و یا کل منطقه‌های مغزی) به‌طور هم‌زمان عمل می‌کنند؛ برای مثال، در حفره (مدالیتیه) بینایی، تعداد نامشخصی از منطقه‌های بینایی، تحلیل‌های متفاوتی را از ویژگی‌ها ارائه می‌کنند. همچنین در هر منطقه‌ی بینایی، مجموعه‌ای از ستون‌های قشری، از منظره‌ی مقابل دید به‌طور هم‌زمان نمونه‌برداری می‌کنند. کپی‌های چندگانه از نقشه‌های شبکه‌ای، پوشش سریع محیط در محدوده دید وسیعی را ممکن می‌سازد. ظاهراً این دستگاه بزرگ، به‌آسانی و با سرعت بالایی قادر به انجام کارهایی مانند شناسایی اشیاء ثابت است که تا همین اواخر، دستگاه‌های مصنوعی کنونی امکان انجام آن‌ها را نداشتند.

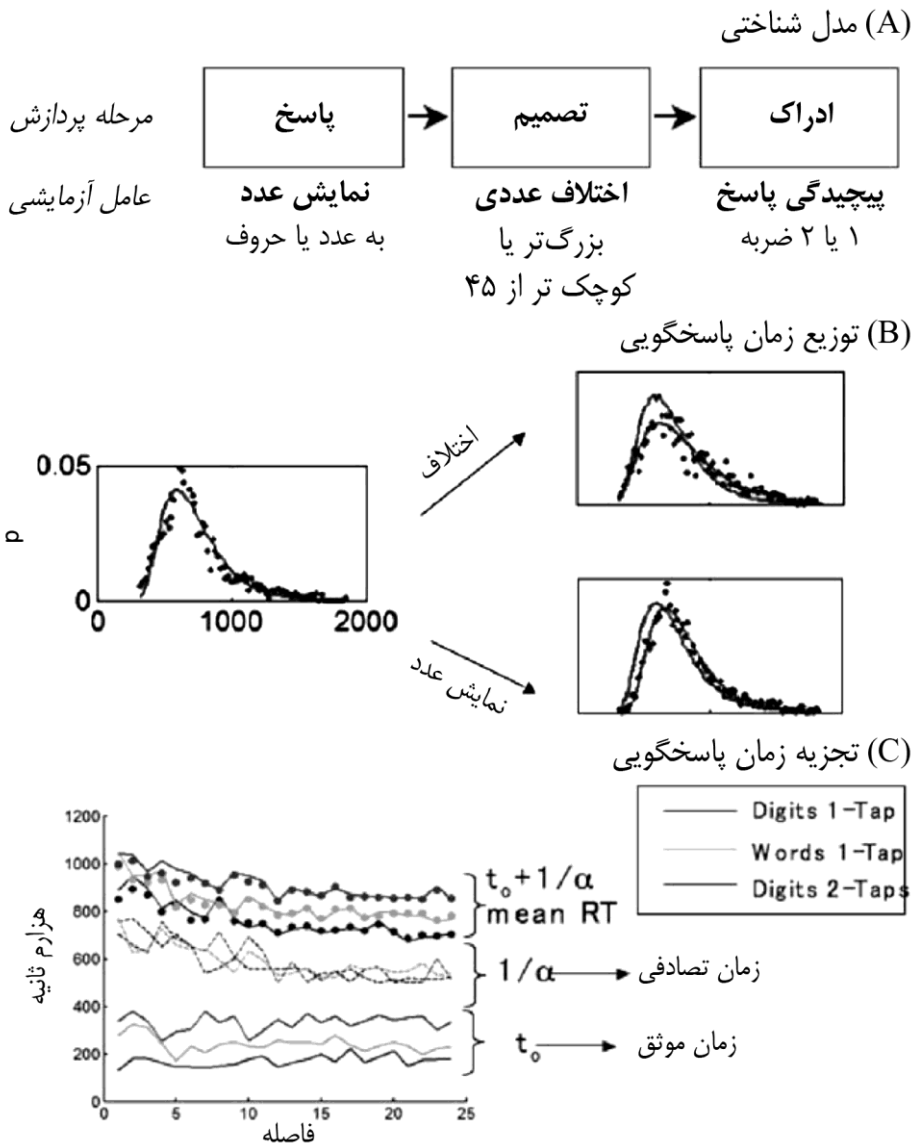
با این حال، تضاد در اینجا است که این دستگاه خارق‌العاده، از انجام محاسبات ذهنی متعدد به‌صورت هم‌زمان عاجز است؛ حتی برای محاسبه اعداد بزرگ ریاضی نیازمند چندین مرحله است. چطور به‌سادگی می‌توان موجودات متحرک را تشخیص داد، اما یافتن پاسخ حاصل ضرب ۲۸۹ و ۳۵۷ دشوار است؟ چرا می‌توانیم هم‌زمان راه‌رفته، خطوط گروهی را مشخص کرده، سطوح بخش‌های مختلف را تعیین کرده، صحبت کنیم و به یک سخنرانی پرسروصدا گوش دهیم، اما در آن واحد تنها فقط یک تصمیم می‌توانیم بگیریم؟

به نظر ما پاسخ هر سه معما یعنی مدت‌زمان تصمیم‌گیری، متغیر بودن و ترتیبی بودن آن در ساختار مغز در بخش تصمیم‌گیری آن نهفته است. ما نیز همچون سایر پژوهشگران ادعا می‌کنیم که هر تصمیم ساده را می‌توان به مراحل متمایز پردازش (حسی، اتخاذ تصمیم و انگیزشی) تجزیه کرد و مرحله تصمیم‌گیری ویژگی‌های خاصی دارد که شامل تمرکز اطلاعات، رسیدن به آستانه و انتشار نتیجه است و ویژگی‌های خاص خود را به تصمیمات ذهنی وارد می‌کند.

## نقش مراحل مختلف در میانگین و تغییرپذیری زمان پاسخ

### تحلیل عاملی: تغییر میانگین بدون تغییر واریانس

نتایجی که در این فصل ارائه می‌شود، حاصل تحلیل جامع یک تصمیم‌گیری ساده است. تصمیم موردنظر بر مبنای مقایسه اعداد است، از این قرار که فرد باید یک عدد را با یک عدد مرجع مقایسه کند و تشخیص دهد عدد متغیر روی نمایشگر بزرگ‌تر است یا عدد مرجعی که به او نشان داده‌اند.



شکل ۱-۱ ویژگی‌های آزمایش مقایسه عدد (a). تصویر مربوط به مقایسه عدد و متغیرهای نحوه ادراک (نمایش عددی یا به صورت حرف) اختلاف و پیچیدگی در پاسخ، (b) اعمال تغییر در نمایش عدد، باعث تفاوتی در توزیع زمان پاسخگویی شد؛ تغییر اختلاف اعداد نیز توزیع زمانی بیشتری به همراه داشت. (c) تنها عامل اختلاف اعداد در تصمیم‌گیری (زمان تصادفی) دخیل بود. تغییرات پاسخ و نمایش عدد تنها بر زمان غیر تصمیم‌گیری اثر گذاشتند. صفحه رنگی را نگاه کنید.