

## روش‌شناسی فرآیند تصمیم‌گیری با رویکرد زیست‌شناسی مبتنی بر اعصاب

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۲۰

کد مقاله: ۷۲۲۵۷

امین سالم قهفرخی<sup>۱</sup>، ساهره علیخواه<sup>۲</sup>، محسن رستمی<sup>۳</sup>،  
سید رضا رضایی<sup>۴</sup>

### چکیده

پژوهش در مورد فرآیند تصمیم‌گیری بر موضوعاتی همچون روانشناسی، زیست‌شناسی عصبی، آسیب‌شناسی و همچنین اقتصاد متکی است و صرف‌نظر از این واقعیت که فرآیند تصمیم‌گیری آگاهانه یا ناخودآگاه خلق می‌شود، شامل عواملی است که هر کدام نقش مهمی را در تصمیم‌گیری در سطوح مختلف مبتنی بر اعصاب ایفا می‌کنند. از دیدگاه روانشناسی، تصمیم‌گیری فرآیندی است که جنبه‌های شناختی، احساسی و انگیزشی نقش حیاتی در آن ایفا می‌کنند. مطالعات انجام پذیرفته بر روی تکنیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی مغز نشان می‌دهد که فرآیندهای تصمیم‌گیری قبل از اینکه فرد بتواند آن را درک کند، شروع می‌شود. علم نوروشیمی چندین انتقال‌دهنده عصبی مانند دوپامین، سروتونین، کورتیزول، اکسی‌توسین و پرولاکتین را شناسایی کرده است که با فرآیندهای تصمیم‌گیری از راه‌های گوناگون مرتبط می‌باشند و ماهیت پیچیده‌ای دارند که هنوز به طور کامل شناخته نشده است. از دیدگاه شیمی مبتنی بر اعصاب، کنترل فرآیندهای تصمیم‌گیری توسط ارتباط مطلوب در میان بخش‌های مختلف مغز که توسط سطوح مختلف هورمون سروتونین تنظیم می‌شود تعیین می‌گردد. از نظر آناتومی عصبی، این (قشر پیشانی) است که نقش مهمی در هماهنگ کردن همه فرآیندهای منتهی به تصمیم‌گیری ایفا می‌کند و حاصل ترجیحات و باورهای فردی است و در نهایت علوم اعصاب اجتماعی ما را قادر می‌سازد تا مکانیزم‌های عصبی بنیادی که توانایی انسان برای نشان دادن اهداف و نیات ما را دارند، مشاهده کنیم. مطالعات پیرامون فرآیندهای تصمیم‌گیری مبتنی بر علوم اعصاب به ما بینشی بهتر نسبت به عقلانیت محدود انسان و نقش احساسات، اخلاقیات و همدلی در فرآیند تصمیم‌گیری می‌دهد. همچنین این مطالعات به دانش ما در مورد روند تصمیم‌گیری‌ها و ارزش‌های انطباقی آنها کمک می‌نماید.

واژگان کلیدی: تصمیم‌گیری، روش‌شناسی، علوم اعصاب، زیست‌شناسی عصبی، اقتصاد تجربی

۱- نویسنده مسئول، دکترای اجرایی مدیریت کسب و کار در گردشگری، موسسه آموزش عالی آزاد بهار، [ecoamin@gmail.com](mailto:ecoamin@gmail.com)

۲- کارشناسی ارشد مدیریت جهانگردی، گرایش بازاریابی گردشگری، موسسه آموزش عالی علامه قزوینی

۳- کارشناسی ارشد مدیریت جهانگردی، گرایش بازاریابی گردشگری، موسسه آموزش عالی علامه قزوینی

۴- کارشناسی ارشد مدیریت جهانگردی، گرایش برنامه‌ریزی توسعه گردشگری، موسسه آموزش عالی علامه قزوینی

## ۱- مقدمه

تصمیم‌گیری یک امر حیاتی، اما در عین حال یک بخش جزئی و کوچک از زندگی انسان است. گاهی اوقات حتی تصمیم‌گیری در مورد ساده‌ترین انتخاب‌ها دشوار می‌شود و در نتیجه ما را مجبور می‌کند در قبال آن انتخاب‌ها تجزیه و تحلیل (سود و زیان) را انجام دهیم. مطالعه در فرآیندهای تصمیم‌گیری، زمینه‌ای علمی است که از یک طرف، دانش روانشناسی، پزشکی، نوروبیولوژی (زیست‌شناسی مبتنی بر اعصاب)، فیزیولوژی (کار اندام شناسی) یا آسیب‌شناسی و از طرف دیگر علوم مانند اقتصاد، اخلاق، فلسفه و یا حقوق را با یکدیگر ادغام می‌کند. پژوهش‌های زیست‌شناسی عصبی که در چارچوب فرایند تصمیم‌گیری به طور مداوم در حال پیشرفت هستند و بخش قابل توجهی از نظریه‌های اقتصاد مبتنی بر اعصاب را شکل می‌دهند یک سوال مهم را مطرح می‌نمایند؛ (رفتارهای انسانی، از جمله رفتارهای اقتصادی، تا چه میزان تحت تأثیر عواطف و عقلانیت قرار دارند؟). این نظریه‌ها صرفنظر از این واقعیت که تصمیمات انسان به طور آگاهانه یا ناخودآگاه ایجاد می‌شود، عوامل مبتنی بر سطوح مختلف اعصاب را در فرایند تصمیم‌گیری دخیل می‌دانند. از دیدگاه تطبیقی، تصمیم‌گیری خوب نیاز به ادغام بسیاری از داده‌های مرتبط، انگیزه‌ها و دانش در مورد پیامدهای بالقوه نتایج اعمال انسان، دارند (بایر و همکاران، ۲۰۰۷).

از دیدگاه روانشناسی، تصمیم‌گیری یک فرایند پیچیده و چند مرحله‌ای است که توسط جنبه‌های شناختی، احساسی و انگیزشی تعیین می‌شود. در مرحله پیش تصمیم‌گیری یک مساله یا مشکل تعریف شده و اطلاعات در مورد گزینه‌های موجود جمع‌آوری می‌شود؛ در مراحل بعدی گزینه‌های ترجیحی شناسایی شده و تصمیم درست اتخاذ می‌گردد، در حالی که در مرحله بعد از تصمیم‌گیری، فرایند تصمیم‌گیری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (اسونسون، ۲۰۰۳).

زیست‌شناسی عصبی، مغز انسان را به عنوان یک عضو واحد درک می‌کند که در نتیجه فرایند تکامل، اطلاعات را ذخیره و پردازش می‌نماید. این یک سیستم سازماندهی است که طی آن تعداد زیادی از اقدامات و عملیات‌ها، توسط مغز آماده‌سازی و هدایت می‌گردند. تصمیم‌گیری در ارتباط با اقدامات انجام شده در خارج از فرآیندهای عصبی سازمان یافته توسط مغز و نیز توسط تعداد گسترده‌ای از داده‌های حسی که از محیط داخلی و خارجی و همچنین از دانش ذخیره شده در معماری عملکردی مغز، بوجود می‌آیند. فرآیندهای عصبی فیزیکی و شیمیایی پیچیده، متخصصان نوروبیولوژی را به این نتیجه رسانده است که تصمیم‌گیری‌ها با پیش‌شرطی که بر شبکه‌های عصبی خاص تأثیر می‌گذارد، تعیین می‌شوند. مفهوم منشأ عصبی تصمیمات، بر مخالفت قوی با دیدگاه پذیرش حضور اراده آزاد تأکید و اهمیت تصمیم‌گیری «من»، به عنوان سمبل اراده آزاد که به تنهایی قادر به تحریک مغز به منظور آغاز یک سری فرآیندهای تصمیم‌گیری است را زیر سوال می‌برد. طبق گفته‌های متخصصان زیست‌شناسی عصبی، یک انسان می‌تواند همانند هر عملکرد دیگری در مغز، تصمیمات خود را که در نتیجه فرآیندهای عصبی در مغز شکل می‌گیرد به صورت آگاهانه و منطقی تحت تأثیر فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی قرار دهد. با این وجود، پردازش اطلاعات در مغز که منجر به تصمیم‌گیری آگاهانه می‌شود، شامل سیستم‌های عصبی است که کاملاً متفاوت از آنچه در رویدادهای ناخودآگاه اتفاق می‌افتد، عمل می‌نماید در نتیجه با نتایجی کاملاً متفاوت در مبحث تصمیم‌گیری خودآگاه و ناخودآگاه مواجه می‌شویم که ثابت می‌کند ما همچنان دانش کافی برای این درک کامل این فرآیند‌ها را نداریم (سینگر و همکاران، ۲۰۰۴).

## ۲- روش‌های پژوهش برای تصمیم‌گیری

به منظور درک و ارزیابی نقش انفرادی ساختارهای مغزی و نیز انجام فرآیندهای عملکردی مغز، می‌بایست که در علوم بیوالکترونیک<sup>۱</sup> و نوروشیمی<sup>۲</sup> (شیمی مبتنی بر اعصاب) که بنیان و زیرساختار تصمیم‌گیری هستند، مطالعات خاصی انجام شود. روش‌های غیرتهاجمی و به طور پیوسته بهبود یافته تصویربرداری مغز، مشاهده تغییرات فعالیت در ساختارهای مغزی خاص را طی فرآیندهای تصمیم‌گیری، ارزیابی اولویت، ریسک‌پذیری و یا اجرای سایر وظایف امکان‌پذیر می‌نمایند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری‌های به دست آمده از فعالیت مغز در حالت استراحت و نیز در شرایط تجربی، محققان را قادر به تشخیص بخش‌هایی از مغز که در انجام وظایف مختلف فعال شده‌اند، می‌نمایند. روش‌های نظارت موجود می‌تواند به دو بخش کلی تقسیم شوند؛ (۱) آنهایی که از ساختار مغز تصویربرداری می‌کنند (برش‌نگاری کامپیوتری (سی‌تی اسکن)<sup>۳</sup>، رزونانس مغناطیسی هسته‌ای<sup>۴</sup>، آزمایش‌های آسیب‌شناسی کالبدشناختی<sup>۵</sup>) و (۲) آنهایی که ناظر بر عملکردهای مغز هستند (رزونانس مغناطیسی هسته‌ای عملکردی<sup>۶</sup>،

۱- شاخه‌ای از مهندسی پزشکی که می‌توان آن را علم استفاده از اصول الکتریکی، مغناطیسی و الکترومغناطیسی در حوزه پزشکی دانست.

2 Neurochemistry

3 Computed Tomography – CT SCAN

4 Nuclear Magnetic Resonance - NMR

5 Anatomopathological Tests

6 fNMR

- الکتروانسفالوگرافی<sup>۱</sup>، برش‌نگاری با گسیل پوزیترون<sup>۲</sup>، علاوه بر این، محققان، روش‌های چالش‌برانگیز دیگری نیز در اختیار دارند که فرصت‌های جدیدی برای نظارت بر فعالیت نوروشیمیایی و روانشناسی عصبی مغز خلق می‌کنند (سینگر و همکاران، ۲۰۰۴). در ادامه به بررسی ماهیت برخی از روش‌های نظارت بر فعالیت‌های مغزی پرداخته می‌شود (دمارل، ۱۹۹۷) (دجیس و همکاران، ۲۰۰۱) (چیانگ و همکاران، ۲۰۰۹) (جانسن و برنز، ۲۰۰۶) (گلیمچر، ۲۰۰۳) (بچارا و همکاران، ۲۰۰۰) (کوئیگز و همکاران، ۲۰۰۷):
- امروزه ابتدایی‌ترین روش تصویربرداری مغز که در مطالعات تجربی و تشخیص‌های آسیب‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد، رزونانس مغناطیسی هسته‌ای می‌باشد. همچنین تکنیک رزونانس مغناطیسی هسته‌ای عملکردی، ناظر بر تغییرات در میدان‌های مغناطیسی مغز و انتقال اکسیژن به بخش‌های مختلف مغز می‌باشد، بر همین اساس می‌توان فعالیت بخش‌هایی از مغز که در تصمیم‌گیری دخیل هستند را تجسم نمود. تکنولوژی رزونانس ارزیابی، ضایعات مورفولوژیکی در بافت مغز را تسهیل می‌کند. ناسازگاری‌های مربوط به سوخت و ساز سلولی (متابولیسم) با استفاده از طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی پروتون تشخیص داده می‌شود که به نوبه خود (۱) امکان اندازه‌گیری ماندگاری کمی از اجزای شرکت‌کننده در سوخت و سازهای سلولی (متابولیت‌ها) مغز را فراهم می‌کند و (۲) فهم ما از ترکیبات شیمیایی مربوط به این سوخت و سازهای مغزی را افزایش می‌دهد.
  - یکی دیگر از تکنیک‌های تصویربرداری نسبتاً جدید، روش انتشار رزونانس مغناطیسی هسته‌ای<sup>۳</sup> است که حرکت جریان آب را در دیگر مایعات درون و بیرون سلولی داخل مغز حل می‌کند. انتشار مولکول‌های آب درون مغز ناهمسانگرد<sup>۴</sup> (دارای جهت‌گیری‌های مختلف در فضا) است، بنابراین با استفاده از یک روش دگرگونی ریاضی، می‌توان نقشه‌های به اصطلاح ضریب اشباع آشکار (یا نقشه‌های ضریب پخش ظاهری که برآیند جایجایی مولکول‌ها را در یک بافت نشان می‌دهد)<sup>۵</sup> را در مغز به دست آورد. با استفاده از این تکنیک تصویربرداری عصبی، تغییرات مغز را می‌توان در عرض چند دقیقه تشخیص داد. تکنیک‌های انتشار خود به دو دسته تقسیم بندی می‌شوند (۱) تصویربرداری تسور پخش<sup>۶</sup> که ضایعات آناتومی رشته‌های ماده سفید مغزی را تشخیص می‌دهد و (۲) تصویربرداری پخش وزنی<sup>۷</sup> که در حل انواع آسیب‌های مغزی بسیار موثر است. این دو تکنیک اخیراً در مطالعات مربوط به روانشناسی رفتاری و اقتصاد مبتنی بر اعصاب به کار گرفته شده‌اند.
  - برش‌نگاری با گسیل پوزیترون (PET) یک تکنیک اسکن بسیار دقیق است که در آن یک ردیاب رادیواکتیو به بخش‌هایی از مغز که فعالیت در آن‌ها افزایش یافته است منتقل می‌شود، بنابراین می‌توان ساختارهایی از مغز که فرد (به خصوص از لحاظ ذهنی) درگیر آن است را به راحتی تشخیص داد. ضعف عملی این روش را می‌توان در آماده‌سازی ردیاب رادیواکتیو، ثبات کم فرایند، و هزینه بالای آن ذکر کرد.
  - از دیگر روش‌های تصویربرداری مغز می‌توان به مدلی اشاره کرد که طی آن از یک پرتو لیزر با طول موج نزدیک به مادون قرمز استفاده می‌شود و این اجازه را به ما می‌دهد تا جریان خون بسته به میزان اکسیژن موجود، نورهایی با طول موج‌های مختلف را که نور آن‌ها از طول موج مختلف جذب کند، آنچه که ثبت می‌شود نور منعکس شده توسط مغز می‌باشد. از جمله این روش‌ها می‌توان به (۱) طیف‌سنجی نزدیک مادون قرمز<sup>۸</sup> (۲) پرتونگاری مقطعی نوری منتشر شده<sup>۹</sup>؛ که دانشمندان را قادر می‌سازد تا نقشه‌های فعال‌سازی مغز و سیگنال نوری وابسته به رویداد<sup>۱۰</sup> که نشان‌دهنده تغییرات در نورون‌های مغزی است را طراحی و اجرا نمایند. ضعف این روش در میزان فضایی است که پوشش می‌دهد.
  - نوار مغزی یا الکتروانسفالوگرافی<sup>۱۱</sup> ثبت فعالیت الکتریکی مغز است، این تکنیک شامل اخذ سیگنال توسط الکترودهای سطحی، بهبود سیگنال (معمولاً تقویت و حذف نویز)، چاپ سیگنال و آنالیز آن می‌شود. این روش ارزان و از نظر زمانی سریع می‌باشد، با ظهور تکنولوژی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری پیشرفته اقبال پژوهشگران نسبت به این روش افزایش یافته است.

- 1 EEG
- 2 Positron Emission Tomography - PET
- 3 Diffusion NMR
- 4 Anisotropic
- 5 Apparent Diffusion Coefficient
- 6 Diffusion Tensor Imaging (DTI)
- 7 Diffusion-Weighted Imaging (DWI)
- 8 Near-infrared spectroscopy (NIRS)
- 9 Diffuse optical imaging (DOI)
- 10 Event-related optical signal (EROS)
- 11 Electroencephalography (EEG)

- همچنین روش های تحریک مغزی مانند تحریک مغناطیسی مغز از راه جمجمه<sup>۱</sup> که بر روی نواحی کوچک و محدودی از مغز اعمال می‌شود. در این روش، یک مولد میدان مغناطیسی یا «سیمپیچ» را در نزدیکی سر بیمار قرار می‌دهند. این سیمپیچ، از طریق القای الکترومغناطیسی، یک جریان الکتریکی خفیف در ناحیه زیرین خود در مغز ایجاد می‌کند و بر اساس آن می‌توان نقشه فعالیت های مغزی انسان را استخراج کرد.
  - روش های روان- فیزیولوژی، عملکردهای گوناگون روان - فیزیکی را با پاسخ های فیزیولوژیک بدن مرتبط می‌کنند، به عنوان مثال، احساسات مثبت و منفی چه تأثیراتی بر ضربان قلب، میزان تغییر جریان هوا، فشار خون یا هدایت پوست می‌گذارند. یکی از رایج ترین روش ها در این گروه، واکنش گالوانیک پوست<sup>۲</sup> است که برای ارزیابی واکنش اضطراب مرتبط با تصمیمات خطرناک استفاده شده است. یکی دیگر از روش های جالب توجه، ردیابی چشم<sup>۳</sup> است، این روش سال هاست که شناخته شده و برای ضبط و تفسیر فعالیت های فیزیولوژیکی انسان، بسیار ساده و کاربردی است.
  - و در نهایت از طریق همبستگی میان یافته های آسیب شناسی آناتومی مغز مرتبط با فعالیت های فرایند تصمیم گیری می‌توان یک سری اطلاعات حیاتی به دست آورد و از آن در آزمایشات مربوط به اختلال در مهارت های تصمیم گیری و ارزیابی ضعیف از پیامدهای تصمیمات به کار برد.
- در روش های تجزیه و تحلیل مربوط به پژوهش های اقتصاد مبتنی بر اعصاب به روشنی می‌توان مشاهده کرد، اکثر محققان این حوزه است نهایتاً از یک یا دو روش استفاده می‌نمایند که دلیل آن را می‌توان در مشکلات مربوط به هزینه ها و مسائل ساختاری و فرهنگی ناشی از این روش ها دنبال نمود.

### ۳- فعالیت های مغزی و فرایند تصمیم گیری

اولین پاسخ به سؤال این است که چگونه مغز انسان با توجه به فرایندهای آگاهانه و ارادی کار می‌کند به دهه ۸۰ میلادی باز می‌گردد، لیبت (۱۹۸۰)، فعالیت الکتریکی مغز را در طی یک فرایند ساده خم کردن داوطلبانه میچ دست بود مشاهده کرد و کشف کرد که حدود یک ثانیه قبل از اینکه حرکتی اتفاق بیفتد این آمادگی به لحاظ ذهنی و به طور ناخودآگاه در فرد وجود داشته است. در حالی که آگاهی از اراده برای حرکت مجدد میچ دست حدود یک چهارم ثانیه قبل از حرکت ثبت شده بود و این بدان معناست که مغز قبل از اینکه شخص از آن مطلع شود تصمیم خود را گرفته است (سینگر و همکاران، ۲۰۰۴). مشابه این پژوهش در سال ۲۰۰۸ میلادی و توسط پژوهشگران آزمایشگاه علوم شناختی ماکس پلانک آلمان به انجام رسید، در این مطالعه شرکت کنندگان می‌بایست که یک دکمه را به طور آزادانه با دست چپ یا راست و البته با اعلام قبلی فشار دهند، با ارزیابی های صورت گرفته توسط تکنیک تصویربرداری مغزی این نتیجه حاصل شد که تصمیم گیری اولیه برای فشار دادن دکمه ۷ ثانیه قبل از مرحله خودآگاه انجام شده است. نتیجه این آزمایش تحقیقات لیبت در دهه ۸۰ را تایید و حتی آن را به طور شگفت انگیزی کامل نمود (سوون و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج این مطالعات و موارد مشابه (هاینس و همکاران، ۲۰۰۷)، باعث بروز اختلاف نظرهای فراوانی در باب حدود اختیارات خودآگاه و ناخودآگاه شد، و این فرضیه مطرح گردید که هیچ گونه اراده آزادی برای تصمیم گیری و انتخاب وجود ندارد. ویلیامز (۲۰۱۳)، در مجله (New Scientist) نوشت: "فرایندهای ناخودآگاه، تصمیم گیری طولانی تری را پیش از تصمیم گیری های آگاهانه آغاز می‌کنند"، و "مغز احتمالاً تصمیم خود را اخذ می‌کند قبل از آنکه صاحب آن مغز تصمیم بگیرد" (ویلیامز، ۲۰۱۳). در واقع می‌توان گفت که با توجه به همه تصمیمات و انتخاب هایی که داریم، قطعاً یکی از آن ها جنبه آگاهانه و مبتنی بر اراده آزاد نخواهد داشت (کوی، ۲۰۱۲). مفاهیم بالا مبنی بر اینکه تصمیمات ما و برنامه ریزی آن تصمیمات در ارتباط با اعمال آگاهانه صرفاً در ناخودآگاه ما ساخته می‌شود را می‌بایست با احتیاط دنبال نمود، زیرا هنوز و در مقیاس بی نهایت می‌توان نقش اراده آزاد را در تصمیم گیری ها ملاحظه کرد.

مطالعات بر روی انسان ها و میمون ها نشان می‌دهد که عمدتاً دو سیستم عصبی در تصمیم گیری های مالی و اقتصادی دخیل بودند (مک کلور و همکاران، ۲۰۰۴). اولین سیستم شامل ساختارهای سیستم "لیمبیک"<sup>۴</sup> و پارالیمبیک<sup>۵</sup> است که شامل بخش قوسی از قاعده استریاتوم، قشر پیشانی<sup>۶</sup> و قاعده اوربیتوفرونتال<sup>۷</sup> و بخشی از هیپوکامپ<sup>۸</sup> است و هنگامی فعال می‌شود که مساله ای دارای

1 Transcranial Magnetic Stimulation (TMS)

2 Galvanic skin Response

3 Eye-tracking

4 Limbic system

5 Paralimbic cortex

6 Frontal Cortex

7 Orbitofrontal Cortex

8 Hippocampus

فوریت باشد و یا گزینه ای در دسترس به زودی از بین می رود. اما زمانی که این تصمیم مربوط به گزینه تاخیر و تعلل بود، سیستم دوم، که شامل قشر آهیانه ای خلفی<sup>۱</sup> و قشر پیش پیشانی جنبی<sup>۲</sup>، فعال می شود. با این حال، این فرضیه که مبتنی بر دو سیستم فوق استوار شده بود در مطالعات بعدی تأیید نشد. در عوض، نشان داده شده است که سیستم لیمبیک به طور خاص در تصمیم‌گیری در مورد گزینه های فوری درگیر نیست (بایر و همکاران، ۲۰۰۷). و تصمیمات فوری را می توان در فعالیت در جسم مخطط شکمی<sup>۳</sup> و قشر ساقه خلفی و قدامی<sup>۴</sup> مشاهده شد. این ساختارها همچنین در تصمیم‌گیری مبتنی بر تاخیر و تعلل نیز مشارکت داشتند، اما فعالیت آنها بسیار ضعیف تر از تصمیمات مربوط به منافع فوری افراد بود (کیبل و گلمیچر، ۲۰۰۷).

#### ۴- زیست شیمی (بیوشیمی) مبتنی بر اعصاب در تصمیم‌گیری

بیوشیمی مبتنی بر اعصاب چندین ترکیب مختلف از انتقال دهنده های عصبی را تعریف می کند که مربوط به فرایندهای تصمیم‌گیری است. مهمترین آنها دوپامین<sup>۵</sup>، سروتونین<sup>۶</sup>، کورتیزول<sup>۷</sup>، اکسی توسین<sup>۸</sup> و پرولاکتین<sup>۹</sup> است که در واقع مواد شیمیایی برای برای کنترل انتقال ضربان های الکتریکی بین نورون ها هستند و نقش آنها تجهیز کردن مغز برای متعهد شدن به انجام وظایفی خاص می باشد (بایر و همکاران، ۲۰۰۷) (راجرز، ۲۰۱۱). تحقیقات متعددی به منظور ارزیابی رابطه دوپامین با عوامل اقتصادی مختلف مانند به تاخیر انداختن زیان یا سود، انجام شده و یافته ها نشان دهنده آن است که نورون های دوپامین در مغز میانی<sup>۱۰</sup> بر تصمیمات مربوط به مصرف مواد غذایی (خوراک و نوشیدنی) و همچنین پیش بینی خطا و به تاخیر انداختن منافع تأثیر می گذارند (شولتز، ۲۰۰۶) (کوبایاشی و همکاران، ۲۰۰۷).

مطالعات مربوط به روابط سروتونین با رفتار اقتصادی مبتنی بر مداخلات دارویی در انسان بود. محققان از تقلیل سریع تریپتوفان<sup>۱۱</sup> به عنوان تکنیکی برای کاهش موقت سروتونین مغز با مصرف بیش از حد آمینو اسیدهای خنثی در حضور پیش ماده سروتونین، یعنی تریپتوفان، بهره بردند. مطالعات نشان داد که تقلیل سریع تریپتوفان، توانایی برخی افراد در تشخیص دادن حجم پاداش های مورد انتظار نسبت به انتخاب های خاص را ضعیف تر نمود. از سوی دیگر یافته های تحقیق در مورد ارتباط میان سروتونین مغز و رویکرد به خطر و زیان، نتیجه خاصی در بر نداشت و برخی مطالعات همبستگی بین میزان ریسک و سطح سروتونین را تأیید نمی کنند (تالبوت و همکاران، ۲۰۰۶) (راجرز و همکاران، ۲۰۰۳). در حالی که برخی پژوهش ها شواهدی مبنی بر وابستگی بین سطوح سروتونین و روان رنجوری (ترس از دست دادن یا نوعی بیزاری که بخشی از ویژگی های فردی مرتبط با اجتناب از ریسک هستند) را نشان می دهند (مورفی و همکاران، ۲۰۰۸). یک پروژه علمی دیگر، تأثیر دو انتقال دهنده عصبی، سروتونین و دوپامین را در مورد ریسک پذیری و نقش حیاتی متقابل آنها را تأیید کرده است (کونن و چپای، ۲۰۰۹). به طور کلی فرض می شود که سروتونین در تعامل متقابل با دوپامین سیگنال هایی برای راه اندازی فرآیند پیش بینی ایجاد می کنند (دنک و همکران، ۲۰۰۷). مشاهده شده است که با کاهش سطح سروتونین اهمیت پاداش هایی که به لحاظ زمانی دچار تاخیر می شوند، کاهش یافته است (شواپگوفر و هماران، ۲۰۰۸). فعالیت های دوپامینرژیک و سروتونرژیک با افزایش سن، روند نزولی می یابند، و این امر منجر به اختلالات شناختی شدید می شود. این پدیده توضیح می دهد که اگر تغییرات خاصی در رفتار اقتصادی انسان ها رخ می دهد یکی از دلایل مهم آن می تواند مربوط به شرایط سنی همراه با شرایط انحطاط عصبی مانند بیماری آلزایمر یا سایر سندرم های زوال عقل باشد (مور و همکاران، ۲۰۱۰).

همچنین، بخشی از هسته های زیر قشری متعدد در ساقه مغز و هیپوتالاموس وجود دارند که کنترل تولید و جابجایی انتقال دهنده های عصبی به بخش های مختلف مغز را بر عهده دارند و علاوه بر آن قسمت های خاصی از بدن را به طور جداگانه از مغز کنترل می نمایند. با توجه به ویژگی پیچیده این ترکیبات شیمیایی، هنوز مشخص نشده است که چه ساز و کارهایی تولید آنها را تأیید می کند و چه تأثیری دارند. در شیمی مبتنی بر اعصاب، شرایط کنترل پروسه های تصمیم‌گیری و ارتباط خوب بین بخش های مختلف مغز توسط غلظت سروتونین تنظیم می شود. سطح سروتونین در هنگام دریافت رضایتمندی از اخذ یک تصمیم مهم افزایش می یابد در حالی که کمبود آن می تواند باعث کاهش توان خود کنترلی شود. سطوح مختلفی از انتقال دهنده های عصبی

- 1 Posterior parietal cortex
- 2 lateral prefrontal cortex
- 3 Ventral Striatum
- 4 Posterior and Anterior Cingulate Cortex
- 5 Dopamine
- 6 Serotonin
- 7 Cortisol
- 8 Oxytocin
- 9 Prolactin
- 10 Midbrain
- 11 Tryptophan

در هر نیمکره مغزی وجود دارد. در نیمکره راست، غلظت نورآدرنالین<sup>۱</sup> و سروتونین که دارای نقش اساسی در فعال کردن و سرکوب احساسات دارند، بالاتر است. نیمکره چپ در دوپامین غنی تر است که مسئول تمرکز و توجه است و در تصمیم‌گیری حیاتی می باشد. همچنین دوپامین، نیمکره راست مغزی را به لحاظ اقداماتی که از نقطه نظر اجتماعی نادرست هستند کنترل می نماید. هر چند که نیمکره راست شخصیت فرد را کنترل می کند، فرد نسبت به برانگیختگی و احساسات خود در تصمیم‌گیری آسیب پذیر خواهد بود (راجرز، ۲۰۱۱) (دنک و همکاران، ۲۰۰۵). نفوذ در فرایندهای تصمیم‌گیری از سوی سایر مواد شیمیایی موجود در سیستم عصبی مرکزی، مانند نوراپی نفرین (نورآدرنالین)، به طور فزاینده ای به رسمیت شناخته شده است (اکوف و همکاران، ۲۰۰۹). غلظت مطلوب گلوکز (قند) برای عملکرد مواد شیمیایی عصبی مغز ضروری است و کمبود آن می تواند منجر به اضطراب، پریشانی و رفتار پرخاشگرانه شود. لازم به ذکر است که در فرایند تصمیم‌گیری، نه تنها حالت عملکردی مغز بلکه وضعیت تمام بدن اهمیت دارد. عواملی مانند خستگی، فرسودگی، کم آب شدن بدن، عدم تعادل هم ایستایی<sup>۲</sup> (عدم حفظ شرایط پایدار و ثابت در محیط داخلی بدن)، باعث انتخاب های اشتباه می شوند.

## ۵- آناتومی عصبی تصمیم‌گیری

تصمیم‌گیری یک فرآیند پیچیده است و به این دلیل اتفاق می افتد که حاصل فرایندی در تمام نقاط مغز است (لی و وهمکاران، ۲۰۰۷). با این حال، از دیدگاه عصب شناسی، این قشر پیشانی است که نقش مهمی در هماهنگی همه فعالیت های تصمیم‌گیری در مغز ایفا می کند [۳۰]. مطالعات عصبی - روانشناختی، بویژه از نوع تصویربرداری مغزی، زمینه هایی از قشر پیشانی را مشخص کرده اند که برای تصمیم‌گیری حیاتی و محوری هستند. همچنین تحقیق در رابطه با ضایعات مربوط به آناتومی آسیب شناسی با ایجاد تغییرات در عملکرد افراد امکان ارزیابی اهمیت تصمیم‌گیری در مناطق قشری خاص مغز مانند قشر اوربیتوفرونتال، قشر خلفی جانبی پیش پیشانی<sup>۳</sup> و قشر سینگولای قدامی را فراهم می آورد (کراوچیک، ۲۰۰۲) (وولز و کرامون، ۲۰۰۹) (لی و سئو، ۲۰۰۷).

### ۵-۱- قشر اوربیتوفرونتال

قشر اوربیتوفرونتال ارتباطات گسترده ای با ساختارهای تجزیه و تحلیل حسی مانند بویایی، چشایی، بینایی، قشر حس تنی<sup>۴</sup> (بخشی از سیستم اعصاب حسی که شامل یک سیستم پیچیده از نورون‌های حساس و مسیرهایی از آن‌ها به سلول‌های گیرنده‌های مختلف بوده که به تغییرات در سطح یا درون بدن پاسخ می‌دهند) و همچنین با جسم مخطط<sup>۵</sup> که بخشی از سیستم پاداش است، دارد. چنین شرایطی از نظر اندام شناسی عصبی اجازه می دهد تا قشر اوربیتوفرونتال در درک و تولید پاسخ به محرک ارزش پاداش اولیه شرکت کنند. این نتیجه ارتباط تصمیم‌گیری با نیاز به رضایت‌مندی است (راشوورث و برنز، ۲۰۰۸) (رولز، ۲۰۰۴). علاوه بر این، قشر اوربیتوفرونتال، مسئول تجزیه و تحلیل ارزش محرک فردی است. به طور مثال فردی که به با وجود حفظ سطح بالای دانش و مهارت حل مسئله در قشر اوربیتوفرونتال دچار آسیب می باشد، در تصمیم‌گیری های ساده، روزمره و همچنین در تطبیق با محیط اطراف دچار مشکل می شود و این موضوع باعث شکل‌گیری فرضیه نشانگر پیکری<sup>۶</sup> شد که بر اساس آن پاسخ هیجانی مربوط به گزینه های انتخاب شده ممکن است به دلیل ارتباط بین قشر اوربیتوفرونتال با هسته های آمیگدال و هیپوکامپ باشد (بچارا و هماران، ۲۰۰۰). ثابت شده است که قشر اوربیتوفرونتال در تولید پاسخ به نشانه های انتزاعی، مانند مسائل مالی، و جایی که به اشیاء منفرد، ارزشی نسبت داده می شود مشارکت می کند. آزمایشات تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (fMRI) به وضوح نشان می دهند که کدام قسمت های قشر اوربیتوفرونتال در پاسخ به مزایا و ضررهای مالی فعال می شود، به خصوص که این ناحیه مغزی زمانی به سطح فعالیت بالا می رشد که تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان صورت گیرد (پلاسمان و همکاران، ۲۰۰۷) (اودوهرتی و همکاران، ۲۰۰۱) (هسو و همکاران، ۲۰۰۵).

فعال شدن قوی قشر اوربیتوفرونتال با اتصال به سیستم پاداش، تشخیص فعال و حمایت از رفتار سودمند را تسهیل و رفتار منجر به زیان مالی را متوقف می کند. در واقع این اتفاق زمانی رخ می دهد که تصمیمات با پاداش های مالی قابل توجه یا مجازات های موثر همراه باشد (الیوت و همکاران، ۲۰۰۰). حساسیت نوروں ها در قشر اوربیتوفرونتال به یک محرک پاداش، منجر به ایجاد ارزش

1 Norepinephrine (NE), also called noradrenaline (NA)

2 Homeostasis

3 Dorsolateral prefrontal cortex

4 Somatosensory Cortices

5 Corpus Striatum

6 Somatic Marker Hypothesis

۷- این فرضیه توسط آنتونیو داماسیو متخصص علوم اعصاب عنوان شد و نشان می دهد چگونه هیجان ها و پایه های بیولوژی آن در تصمیم‌گیری (هم بصورت مثبت و منفی و اغلب ناآگاهانه) درگیر هستند.

محرك در مقیاس مداوم می شود و گزینه هایی که انتخاب می شوند را جداسازی می کند (گرابنهورست و رولز، ۲۰۰۹). آنچه در این قشر اتفاق می افتد، سازگاری با تغییرات محیطی، نظارت طولانی مدت بر اثرات آن و خاموش کردن پاسخ به محرك هایی است که ارزش پاداش آنها کاهش می یابد (کراوچیک، ۲۰۰۲) (گرین و میرسون، ۲۰۰۴).

## ۵-۲- قشر خلفی جانبی پیش پیشانی

قشر خلفی جانبی پیش پیشانی که روند تصمیم گیری در آنجا به رسمیت شناخته شده است و در آنجاست که اطلاعات به دست آمده برای کنترل تصمیمات مورد استفاده قرار می گیرد. چیزی که برای تصمیم گیری ضروری است، این است که قشر مورد نظر اطلاعات مربوط به محیط تصمیم گیرنده را در حافظه کوتاه مدت ذخیره و سپس پردازش می کند. پویایی فرایندهای تصمیم گیری انسان بستگی به ارزیابی فکری و سازگاری با محیطی دارد که در آن تصمیم گیری صورت می گیرد. در قشر خلفی جانبی پیش پیشانی، دیگر کارهای مرتبط با حافظه عملیاتی مانند ذخیره اطلاعات، از جمله موارد عاطفی، به انجام می رسد که بوسیله آن اهداف و گزینه های تصمیم گیری انتخاب می شوند (کراوچیک، ۲۰۰۲) (لی و سو، ۲۰۰۷) (گیگرنز، ۲۰۰۷). سایر وظایف قشر خلفی جانبی پیش پیشانی عبارتند از:

شکل دادن به قواعد تصمیم گیری مناسب و ارجاع آنها به موقعیت های جدید بر اساس تجربه قبلی (والیس و میلر، ۲۰۰۳). پردازش همزمان اطلاعات در مورد شرایط محیطی و ارزش پاداش محرك های محرك (تالوت و همکاران، ۲۰۰۶). یکپارچه سازی اطلاعات در مورد ویژگی های فیزیکی و انتزاعی گزینه های تصمیم گیری فردی و اهمیت انگیزشی آنها (ساگاکامی و واتانابه، ۲۰۰۷). تشخیص و دسته بندی محرك های تازه درک شده و در نتیجه، انتخاب گزینه هایی با ویژگی های مشابه و قابلیت استفاده ذهنی مشابه (کراوچیک، ۲۰۰۲). طبقه بندی محرك های جدید و اختصاص ارزش پاداش به آنها (پن و همکاران، ۲۰۰۸). برنامه ریزی، کنترل و انطباق رفتار به قوانین مهم موقت و آینده نگر و عواقب آن ها (ساگاکامی و واتانابه، ۲۰۰۷). انتخاب واکنش مناسب برای محرك فعلی، پیش بینی ارزش پاداش و برنامه ریزی پاسخ آن (والیس و میلر، ۲۰۰۳). اصلاح رفتار بر اساس تصمیمات قبلی (هیر و همکاران، ۲۰۰۹).

## ۵-۳- قشر سینگولای قدامی

قشر سینگولای قدامی مغز نقش خاصی را در تصمیم گیری آن هم در شرایط عدم اطمینان، به عنوان مسئول انتخاب بین پاسخ به دو یا چند محرك رقابتی بازی می کند. سطح فعالیت این قشر به طور مستقیم با شدت درگیر بودن فرد در موضوع متناسب است. بر اساس مشاهدات صورت پذیرفته از افزایش فعالیت در قشر سینگولای پس از اتخاذ تصمیم اشتباه متوجه شدند که با توجه به این مکانیزم، انسان قادر به نظارت بر صحت رفتار خود می باشد (کارتر و همکاران، ۱۹۹۸). سایر وظایف حیاتی قشر سینگولای قدامی عبارتند از:

- تغییر فعالیت انتخاب شده پس از اینکه تصمیم اشتباه تشخیص داده شد؛ پیش بینی ارزش بالقوه انتخاب انتخاب شده و ارزیابی هزینه ها و پرداخت آنها (والتون و همکاران، ۲۰۰۷).
- انتخاب بین یک پاداش کوچک در دسترس و قابل توجه اما مبتنی بر تلاش (والتون و همکاران، ۲۰۰۷).
- کاهش عدم قطعیت تصمیم گیری (یوشیدا و ایشی، ۲۰۰۶).
- شروع انتخاب به تصمیم گیری مبتنی بر دقیق ترین شرایط (راشوورت و همکاران، ۲۰۰۷).
- مشاهده و جمع آوری اطلاعات مربوط به رفتار افراد دیگر که منجر به تصمیم گیری های بین فردی یا وسیع اجتماعی می شود (ریلینگ و همکاران، ۲۰۰۲).
- پیش بینی پیامدهای منفی تصمیمات اتخاذ شده و تحلیل عدم قطعیت ارزیابی پیامد (ریلینگ و همکاران، ۲۰۰۲).
- ادغام جنبه های شناختی عدم قطعیت تصمیم گیری با تحریک خود به خودی که همراه با پیامد منفی برای تصمیم گیری است؛ ایجاد شرایط برای تأیید و اصلاح تصمیم (کریچلی و همکاران، ۲۰۰۵).

## ۶- فرایندهای مغز: پیش بینی و همدلی رفتار مردم در مقابل تصمیم گیری

تصمیم گیری به نوعی بر این فرض استوار است که مردم قادر به پیش بینی رفتار دیگران و احساس همدلی با آنها هستند. این توانایی حاصل از ترجیحات و باورهای فردی است. علوم اعصاب اجتماعی بینشی را به مکانیسم های عصبی که ظرفیت ما را برای نشان دادن قصدها، باورها و خواسته های دیگران و همچنین به اشتراک گذاشتن احساسات دیگران و همدلی کردن آنها می بخشد،

فراهم می‌کند. همدلی، خودخواهی را در بین مردم کم می‌کند و به آنها امکان می‌دهد احساسات خود را با دیگران به اشتراک بگذارند، بنابراین این موضوع به ایشان انگیزه می‌دهد تا تصمیمات خود را به سوی دیگران هدایت نمایند. مطالعات در مورد همدلی نشان می‌دهد که مدارهای عصبی احساسی مشابه وقتی احساس درد می‌کنیم و یا زمانی که درد را در دیگران میبینیم به طور خودکار فعال می‌شوند. بنابراین، هنگام تصمیم‌گیری، همدلی، اغلب احساسات ما را به سوی دیگران هدایت می‌کند. روانشناسی اجتماعی و همچنین علوم اعصاب شناختی بر توانایی انسان برای ارزیابی و پیش‌بینی وضعیت‌های مختلف، مانند خواسته‌ها، عقاید، نیت‌ها، و دیگر افراد تمرکز می‌کنند. بر همین اساس مطالعات صورت پذیرفته بر روی فعالیت مغز در مورد فرایندهای مربوط به انتخاب و باور انجام شد که نتایج نشان دهنده دخالت قسمت میانی بخش پیش‌پیشانی، یعنی قشر سینگولای قدامی است. این بخش از مغز نه تنها در خواندن افکار، نیت و اعتقادات دیگران مشارکت می‌کند، بلکه به دیدگاه‌های ذهنی خود ما نیز کمک می‌کند. این موضوع به ایجاد کمک به ایجاد بازآموزهایی جداگانه از باورهای ما در مورد وضعیت جهان اطراف یاری می‌رساند (بات و کامر، ۲۰۰۵) (فریت و فریت، ۲۰۰۳).

تحقیقات مشابه تمرکز خود را بر روی جستجوی بنیادی مکانیزم‌های عصبی قرار دادند که توانایی انسان در نشان دادن اهداف و قصدهای دیگران را صرفاً با مشاهده فعالیت‌های حرکتی نشان می‌دهد. چنین رویکردی ناشی از مشاهداتی است که طی آن نوروها در بخش پیش‌حرکتی<sup>۱</sup> مغز میمون‌ها فعال می‌شوند. این کشف قابل توجه نشان دهنده این واقعیت بود که نوروها در مورد نظر منعکس‌کننده منشا عصبی تقلید می‌باشند و در زمینه تصمیم‌گیری نقش حیاتی بازی می‌کنند. سیستم نوروهای آینه‌ای<sup>۲</sup> ممکن است بنیانی برای توانایی‌هایی ما در همدلی با حالت‌های ذهنی دیگران باشد و این اطمینان را حاصل می‌نماید که ما به طور خودکار اعمال، اهداف و نیت‌های خود را شبیه‌سازی و تصمیمات خود را به این شکل سازگار می‌کنیم. به استثنای توانایی درک وضعیت دیگر ذهن‌ها، افراد قادر به همدلی نیز هستند، یعنی اینکه می‌توان احساسات را بدون هرگونه انگیزه‌های عاطفی به اشتراک گذاشت. علاوه بر این، انسان‌ها می‌توانند حس همدلی نسبت به دیگران را موقعیت‌های مختلف مانند خشم، ترس، ناراحتی، شادی، رنج، آرزو و پیچیده‌تر از آن مانند حس گناه، شرم و عشق احساس کنند. محققان با تکیه بر مدل‌های ادراکی که رفتار و تقلید را توضیح می‌دهند، یک مدل علمی عصبی از همدلی را پیشنهاد دادند، این مدل نشان می‌دهد که مشاهدات محض و یا تصویری از یک فرد در یک وضعیت احساسی خاص، به طور خودکار حالتی از وی را همراه با پاسخ‌های مربوط به سیستم‌های عصبی خودگردان و پیکری<sup>۳</sup> ارائه می‌دهد، به طوری که تصمیمات دیگر فرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (پرستون و وال، ۲۰۰۲). تحقیقات ثابت کرده است که یک محرک قوی (مانند درد) و عاملی همچون آگاهی از اینکه کسی که برای ما مهم است احساس درد می‌کند، همان مدارهای عصبی درد را در ما نیز فعال می‌کند، در واقع رنج آن فرد در مغز ما نیز ظاهر می‌شود. این امر نمایانگر وضعیت درونی انسانهاست که به پیش‌بینی و درک احساسات دیگران در ارتباط با برخی رویدادها (مانند تصمیم‌گیری) کمک می‌نماید (سینگر و همکاران، ۲۰۰۴).

## ۷- زیست‌شناسی عصبی معضلات اخلاقی در مقابل تصمیم‌سازی

از گذشته‌های دور تا به امروز نظریه‌های فلسفی اخلاقی می‌گویند که مغز نقش اصلی در تصمیم‌گیری‌های اخلاقی دارد. در پرتو روانشناسی توسعه‌مدرن، عقلانیت به عنوان پایه‌ای از انتخاب‌های اخلاقی استنباط می‌شود. از طرف دیگر، احساسات‌گرایان ادعا کردند که احساسات در تصمیم‌گیری اخلاقی نقش اصلی دارند. اسمیت در سال ۱۷۵۹ گفت که اخلاق از ادراک دیگران و احساس همدردی نسبت به آنها حاصل می‌شود. عصب‌شناسی تلاش می‌کند تا به این سطح از درک برسد که چگونه تصمیم‌های اخلاقی در مغز ظاهر می‌شود و چگونه این تصمیم‌ها توسط احساسات تغییر می‌یابد. پزشکانی هستند که در کارهای روزمره خود به طور خاص با معضلات اخلاقی بسیار دشوار روبرو هستند و باید بین دو راه حل بد، انتخاب کنند، مثلاً آن‌ها آگاه هستند که اگر به قربانی یک حادثه رسیدگی شود، شانس زنده ماندن بقیه قربانیان آن حادثه با این تصمیم کاهش می‌یابد. اقتصاددانان نیز باید تصمیم بگیرند که از بین یک شرکت ضعیف یا یک بانک، کدامیک باید به بودجه دسترسی داشته باشد. مطالعات در مورد تصمیماتی با اثرات بد کمتر بر اساس آزمایش احساسات اخلاقی<sup>۴</sup> به انجام رسیده است. این آزمایش، مجموعه‌ای از شرایط فرضی است که در آن افراد از چندین راه حل دشوار انتخاب یکی را می‌کنند. مورد جالب اینکه، آزمون‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی نشان می‌دهد، زمانی که پاسخ‌ها به انتخاب یک راهکار سودمند منتهی می‌شود زمان بیشتری می‌برد تا زمانی که انتخاب‌ها نیاز به نقض استانداردهای اخلاقی شخصی دارند. به طور کلی دیدگاهی‌هایی که در آن‌ها میل به انجام اعمال اخلاقی وجود دارد، در میان مردم محبوب‌تر هستند (هایت، ۲۰۰۶). یک عمل که به طور قطعی موجب اثرات منفی اخلاقی می‌شود، اگر به صورت عمدی انجام

1 Premotor Cortex

2 mirror neurons

3 Autonomic and Somatic Systems

4 Moral Sense Test (MST)



شود از نظر اخلاقی غیر قابل قبول خواهد بود، اما همین عمل در صورتی که با هدف ایجاد یک اثر اخلاقی موجه انجام شود یک اتفاق غیر عمدی و ناخواسته خواهد بود، هرچند اثر آن قابل پیش بینی باشد (گالویکز، ۲۰۰۱).  
به طور کلی هنگامی که با تصمیماتی مواجه می شویم که ممکن است منجر به عواقب شدید و عمومی شود، اکثر افراد نقض غیرعادی از استانداردهای اخلاقی را رد می کنند و با آن مخالفند، در حالی که به صورت فردی نقض این قوانین را می پذیرند.

## نتیجه گیری

تصمیم گیری با مکانسیم های زیست شناسی عصبی، ساختارهای عصبی، شیمی مبتنی بر اعصاب و روان شناختی ارتباط نزدیکی دارد. آنها را در قسمت های خاصی از مغز، به ویژه در قشر پیش پیشانی، که منطقه یکپارچه سازی ارتباطات با گزینه های تصمیم گیری فردی است قرار می گیرند. این فرایند ترجیحات مربوطه را با مرجع آماده می کند. نیازهای فعلی یک تصمیم گیرنده. مطالعات بر روی پیش زمینه های عصبی شناختی تصمیم گیری، بینش بهتر راجع به عقلانیت محدود شده انسان و نقش احساسات، اخلاق و همدلی را نشان می دهد. علاوه بر این، این مطالعات به دانش در مورد دوره های تصمیم گیری و ارزش انطباق آنها کمک می کند. این فرایند، ترجیحات را با اشاره به نیازهای فعلی فرد تصمیم گیرنده تهیه می کند. مطالعات بر روی پیش زمینه های زیست شناسی عصبی تصمیم گیری، بینشی بهتر راجع به عقلانیت محدود شده انسان و نقش احساسات، اخلاق و همدلی را نشان می دهد. علاوه بر این، این مطالعات به دانش موجود در مورد دوره های تصمیم گیری و ارزش انطباق آنها کمک می کند.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

- 1- Bayer HM, Lau B, Glimcher PW (2007) Statistics of midbrain dopamine neuron spike trains in the awake primate. *J Neurophysiol* 98:1428° 1439.
- 2- Bechara A, Tranel D, Damasio H (2000) Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain* 123:2189° 2202.
- 3- Bhatt M, Camerer CF (2005) Self-referential thinking and equilibrium as states of mind in games: fMRI evidence. *Games Econ Behav* 52:424° 459.
- 4- Carter CS, Braver TS, Barch DM et al (1998) Anterior and the online monitoring of performance. *Science* 280:747° 749.
- 5- Chiang MC, Barysheva M, Shattuck DW et al (2009) Genetics of brain fiber architecture and intellectual performance. *J Neurosci* 29(7):2212° 2224.
- 6- Coyne JA (2012) Column: why you don't really have free will, *US Today*. <http://usatoday30.usatoday.com/news/opinion/forum/story/2012-01-01/free-will-science-religion/52317624/1>. Accessed 1 Jan 2012.
- 7- Critchley HD, Tang J, Glaser D et al (2005) Anterior cingulate activity during error and autonomic response. *NeuroImage* 26:885° 895.
- 8- Demaerel P (1997) In vivo localized single-voxel proton magnetic resonance spectroscopy of intracranial tumors. *Int J Neuroradiol* 3:94° 100.
- 9- Denk F, Walton ME, Jennings KA, Sharp T et al (2005) Differential involvement of serotonin and dopamine systems in cost-benefit decisions about delay or effort. *Psychopharmacology* 179:587° 596.
- 10- Eckhoff P, Wong-Lin K-F, Holmes P (2009) Optimality and robustness of a biophysical decision-making model under norepinephrine modulation. *J Neurosci* 29(13):4301° 4311.
- 11- Elliott R, Friston K, Dolan R (2000) Dissociable neural responses in human reward systems. *J Neurosci* 20:6159° 6165.
- 12- Frith U, Frith CD (2003) Development and neurophysiology of mentalizing. *Philos Trans R Soc Biol Sci* 358:459° 473.
- 13- Galewicz W (2001) Tomasz z Akwinu o zabijaniu. *Znak* 7(554):81° 97.
- 14- Gigerenzer G (2007) Gut feelings. The intelligence of the unconscious. Allen Lane, London.
- 15- Glimcher P (2003) The neurobiology of visual-saccadic decision making. *Annu Rev Neurosci* 26:133° 179.
- 16- Grabenhorst F, Rolls ET (2009) Different representations of relative and absolute subjective value in the human brain. *NeuroImage* 48:258° 268.
- 17- Green L, Myerson J (2004) A discounting framework for choice with delayed and probabilistic rewards. *Psychol Bull* 130:769° 792.
- 18- Haidt J (2006) The happiness hypothesis: finding modern truth in ancient wisdom. Basic Books, New York.
- 19- Hare TA, Camerer CF, Rangel A (2009) Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system. *Science* 324:646° 648.
- 20- Haynes JD, Sakai K, Rees G et al (2007) Reading hidden intentions in the human brain. *Curr Biol* 17:323° 328.
- 21- Hsu M, Bhatt M, Adolphs R et al (2005) Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making. *Science* 310:1680° 1683.
- 22- Johansen-Berg H, Behrens TE (2006) Just pretty pictures? What diffusion tractography can add in clinical neuroscience. *Curr Opin Neurol* 19(4):379° 385.
- 23- Kable JW, Glimcher PW (2007) The neural correlates of subjective value during intertemporal choice. *Nat Neurosci* 10(12):1625° 1633.

- 24- Kobayashi S, Kawagoe R, Takikawa Y et al (2007) Functional differences between macaque. prefrontal cortex and caudate nucleus during eye movements with and without reward. *Exp Brain Res* 176:341° 355.
- 25- Koenigs M, Young L, Adolphs R et al (2007) Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgements. *Nature* 446(7138):908° 911.
- 26- Krawczyk D (2002) Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision making. *Neurosci Biobehav Rev* 26:631° 664.
- 27- Kuhnen CM, Chiao JY (2009) Genetic determinants of financial risk taking. *PLoS One* 4: e4362 Lee D, Rushworth MF, Walton ME et al (2007) Functional specialization of the primate frontal cortex during decision making. *J Neurosci* 27:8170° 8173.
- 28- Lee D, Rushworth MF, Walton ME et al (2007) Functional specialization of the primate frontal cortex during decision making. *J Neurosci* 27:8170° 8173.
- 29- Lee D, Seo H (2007) Mechanisms of reinforcement learning and decision making in the primate dorsolateral prefrontal cortex. *Ann N Y Acad Sci* 1104:108° 122.
- 30- McClure SM, Laibson DI, Loewenstein G, Cohen JD (2004) Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards. *Science* 306:503° 507.
- 31- Mohr P, Li S-C, Heekeren HR (2010) Neuroeconomics and aging: neuromodulation of economic decision making in old age. *Neurosci Biobehav Rev* 34:678° 688.
- 32- Murphy SE, Longhitano C, Ayres RE et al (2008) The role of serotonin in non-normative risky choice: the effects of tryptophan supplements on loss-aversion in healthy adult volunteers. *J Cogn Neurosci* 21:1709° 1719.
- 33- O Doherty J, Kringelbach ML, Rolls ET et al (2001) Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nat Neurosci* 4:95° 102.
- 34- Pan X, Sawa K, Tsuda I et al (2008) Reward prediction based on stimulus categorization in primate lateral prefrontal cortex. *Nat Neurosci* 11:703° 712.
- 35- Plassmann H, O Doherty J, Rangel A (2007) Orbitofrontal cortex encodes willingness to pay in everyday economic transactions. *J Neurosci* 27:9984° 9988.
- 36- Preston SD, de Waal FB (2002) Empathy: its ultimate and proximate bases. *Behav Brain Sci* 25 (1):1° 20.
- 37- Rilling J, Gutman D, Zeh T, Pagnoni G, Berns G, Kilts C (2002) A neural basis for social cooperation. *Neuron* 35:395° 405.
- 38- Rogers RD (2011) The roles of dopamine and serotonin in decision making: evidence from pharmacological experiments in humans. *Neuropsychopharmacology* 36(1):114° 132.
- 39- Rogers RD, Tunbridge EM, Bhagwagar Z et al (2003) Tryptophan depletion alters the decision making of healthy volunteers through altered processing of reward cues. *Neuropsychopharmacology* 28:153° 162.
- 40- Rolls ET (2004) The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain Cogn* 55:11° 29.
- 41- Rushworth MF, Behrens TE (2008) Choice, uncertainty and value in prefrontal and cingulate cortex. *Nat Neurosci* 11:389° 397.
- 42- Rushworth MF, Behrens TE, Rudebeck PH, Walton ME (2007) Contrasting roles for cingulate and orbitofrontal cortex in decisions and social behavior. *Trends Cogn Sci* 11:168° 176.
- 43- Sakagami M, Watanabe M (2007) Integration of cognitive and motivational information in the primate lateral prefrontal cortex. *Ann N Y Acad Sci* 1104:89° 107.
- 44- Schultz W (2006) Behavioral theories and the neurophysiology of reward. *Annu Rev Psychol* 57:87° 115.
- 45- Schweighofer N, Bertin M, Shishida K et al (2008) Low-serotonin levels increase delayed reward discounting in humans. *J Neurosci* 28:4528° 4532.
- 46- Singer T, Seymour B, O Doherty J et al (2004) Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science* 303(5661):1157° 1162.
- 47- Soon S Chun, Brass, Marcel et al (2008) Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience* volume 11, pages 543° 545.

- 48- Svenson O (2003) Values, affect and processes in human decision making: a differentiation and consolidation theory perspective. In: Schneider SL, Shanteau J (eds) Emerging perspectives on judgment and decision research. Cambridge University Press, New York, pp 287° 326.
- 49- Talbot PS, Watson DR, Barrett SL, Cooper SJ (2006) Rapid tryptophan depletion improves decision-making cognition in healthy humans without affecting reversal learning or set shifting. *Neuropsychopharmacology* 31:1519° 1525.
- 50- Thijs VN, Adami A, Neumann-Haefelin T et al (2001) Relationship between severity of MR perfusion deficit and DWI lesion evolution. *Neurology* 57:1205° 1211.
- 51- Volz KG, von Cramon DY (2009) How the orbitofrontal cortex contributes to decision making a view from neuroscience. *Prog Brain Res* 174:61° 71.
- 52- Wallis JD, Miller EK (2003) Neuronal activity in primate dorsolateral and orbital prefrontal cortex during performance of a reward preference task. *Eur J Neurosci* 18:2069° 2081.
- 53- Walton ME, Bannerman DM, Rushworth MF (2002) The role of rat medial frontal cortex in effort based decision making. *J Neurosci* 22:10996° 11003.
- 54- Walton ME, Rudebeck PH, Bannerman DM, Rushworth MF (2007) Calculating the cost of acting in frontal cortex. *Ann N Y Acad Sci* 1104:340° 356.
- 55- Williams C (2013) Brain imaging spots our abstract choices before we do. *New Sci* 218(2913):16.
- 56- Yoshida W, Ishii S (2006) Resolution of uncertainty in prefrontal cortex. *Neuron* 50:781° 789

