بررسی پدیدهٔ آماده‌سازی منفی، معرفی تکالیف مرتبط با آن و تصویربرداری عملکردی با رزونانس مغناطیسی

دکتر هوشنگ صابری[1]
گروه جراحی مغز و اعصاب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
مهدی ملک‌پور
گروه پژوهشی نوروساینس، مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
پروانه حاتمی
گروه پژوهشی نوروساینس، مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
امین جهان‌بخشی
گروه پژوهشی نوروساینس، مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
سمیرا فاروق
گروه پژوهشی نوروساینس، مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
طاها قلی‌پور
گروه پژوهشی نوروساینس، مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

هدف: ما در این مقاله به بازبینی نظریه‌ها و بحث‌های اصلی در مورد پدیده آماده‌سازی منفی (NP) می‌پردازیم. **روش:** برای بررسی این مقوله به مرور مقالاتی در این زمینه پرداخته شد. **یافته‌ها:** از نظر پسیکوفیزیک، در تاریخچه NP چهار نظریه اصلی در دست است: مهار بازنمایی درونی از یک طعمه؛ سرکوب فعال محرکی که با الگوی جلوه‌های درونی شناخته شده آن «جور» نیست؛ تمایز زمانی، بر اساس پردازشی که سیستم برای سطوح مختلف آشنایی متقبل می‌شود؛ و جدیدترین نظریه که بر میزان غیر منتظره بودن هدف متمرکز است. به عبارت دیگر، گزینش هدف دو جزء دارد که سرعت و صحت سیستم به آن وابسته است: میزان انتقال توجه و روندهای معطوف کردن توجه. برخی پژوهش‌ها با استفاده از فناوری تصویربرداری و الکتروفیزیولوژی در مورد اینکه در طول انواع NP عملاً در مغز چه می‌گذرد، نتایج متفاوتی یافته‌اند. در یک پژوهش که بر پایه اثر شناخته شده استروپ حالت NP پدید می‌آورد، با استفاده از فناوری تصویربرداری رزونانس مغناطیسی عملکردی (fMRI) مناطقی از مغز [شکنج گیجگاهی میانی (MT) در نیمکره چپ و بخش اوپرکولار شکنج پره سنترالیک در نیمکره چپ] به عنوان مرتبط‌ترین مناطق با این پدیده معرفی شدند. **نتیجه‌گیری:** چشم اندازی که در این نوشتار ارائه شده، عبارت است از یافتن توالی زمانی وقایعی که در این مناطق رخ می‌دهد. این امر با استفاده از فنون پسیکوفیزیکی ارائه محرک و یا ترکیب fMRI با ابزارهای دارای تمایز زمانی بالا مانند الکتروانسفالوگرافی (EEG) و توانش مرتبط با رخداد (ERP) ممکن خواهد بود.

مقدمه

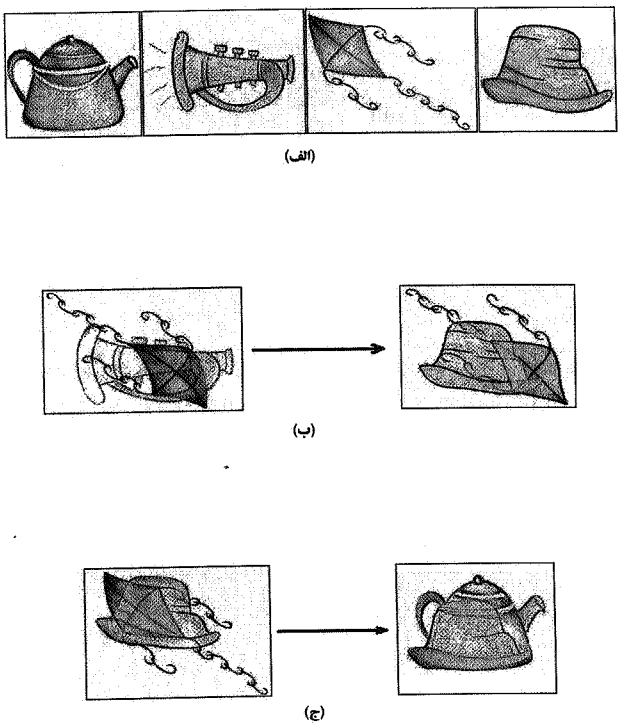
«توجه بینایی»[2] را می‌توان مجموعه روندها و پردازش‌هایی[3] تعریف کرد که بیننده را قادر می‌سازد تا بعضی ویژگی‌های خاص تصویری را که در شبکیه می‌افتد بیشتر از سایر ویژگی‌ها پردازش کند. با توجه به محدود بودن توانایی و ظرفیت افراد در پردازش اطلاعات در یک تکلیف، این انتخاب ضروری به نظر می‌رسد (قلی‌پور، فاروق، جهان‌بخشی، حاتمی و ملک‌پور، ۲۰۰۲) . حال ممکن است از آزمایش شونده خواسته شود که به یک آزمون یا یک ویژگی خاص از تصویر نمایش داده شده، توجه کند و به

۱ - نشانی تماس: تهران، بیمارستان امام خمینی، گروه جراحی مغز و اعصاب.
E-mail: hgsaberi@hotmail.com

2- visual attention
3- process

آزمون‌های دیگر بی اعتنا باشد یا آن‌ها را نادیده بگیرد. در این زمینه تیپر[1] و همکارانش یک آزمایش کلاسیک انجام دادند (شکل ۱ - الف) (تیپر و کرانستون[2]، ۲۰۰۱؛ تیپر، درایور[3] و ویور[4]، ۱۹۹۱؛ تیپر، ۲۰۰۱) در این آزمایش، در آماده‌سازی یا مواجهه اولیه، دو شکل معنی‌دار (مثل بادبادک و شیپور) روی هم نمایش داده می‌شوند و مثلاً از فرد می‌خواهند نام شکلی را که به رنگ قرمز است (مثلاً بادبادک) بیان کند و به شکل دیگر بی اعتنا باشد. در مرحله بعدی آزمایش، در مواجهه ثانویه یا پروب[5] ممکن است باز هم بادبادک قرمز نمایش داده شود که در این حالت می‌بینیم آزمودنی با سرعت بیشتر و درست‌تر پاسخ می‌دهد (شکل ۱- ب). علت این اثر که آماده‌سازی مثبت[6] (PP) نامیده می‌شود، پردازش مرکزی قبلی این شکل سبب می‌شود این بار کار تا حدی سریعتر و با درستی بیشتر انجام شود.

حالت دیگر در این آزمایش این بود که مثلاً در مواجهه ثانویه محرک نادیده گرفته شده به رنگ قرمز نمایش داده شود. در این حالت، پاسخ آزمودنی نسبت به حالتی که این محرک در حالت پایه[7] برای اولین بار نمایش داده می‌شود کندتر می‌گردد (جدول ۱- a؛ شکل ۱ - ج). این پدیده آماده‌سازی منفی[8](NP) نامیده می‌شود و توجیهی که در آن زمان به وسیله تیپر و کرانستون (۲۰۰۱) برای آن مطرح شد، این‌گونه بود: شکلی که به آن بی‌اعتنایی می‌کنیم، در مواجهه اولیه تا حدی خودبه‌خود پردازش می‌شود، اما سپس فعالانه مهار می‌گردد، زیرا شخص نباید نام آن شکل را به زبان بیاورد. پردازش آن بی‌فایده است و حتی ممکن است با هدف شخص تداخل کند. به همین علت ممکن است نام این شکل حتی طعمه[9] گذاشته شود. در مواجهه ثانویه، اگر این بار شیپور به رنگ قرمز در بیاید، فرد علیرغم مهاری که در مسیر پردازش این شکل ایجاد کرده است، باید آن‌را پردازش کند و به همین دلیل نیز این پردازش بیشتر از حالت پایه که شخص قبلاً در آزمایش مواجهه‌ای با شیپور نداشته است، طول می‌کشد. توجه داشته باشید که در مثال‌های جدول ۱، موارد b و c در مقایسه با حالت پایه مناسب (مثلاً حالت a برای مقایسه با حالت c) بیان می‌شوند.



شکل ۱ - (الف) مجموعه مجزای تصاویری که در آزمون به عنوان حالت پایه از آنها استفاده می‌گردد. (ب) اثر آماده‌سازی مثبت، در این حالت در قسمت اول تصویر بادبادک روی شیپور نمایش داده شده و از آزمودنی خواسته می‌شود تا نام شکل قرمز رنگ (بادبادک) را بیان کند و به تصویر دیگر اعتنا نکند. در قسمت بعدی باز هم همان بادبادک به رنگ قرمز نمایش داده می‌شود که سرعت پاسخ‌گویی و دقت آن در این حالت بیشتر است. (ج) اثر آماده‌سازی منفی، در این حالت در قسمت اول محرکی که باید به آن توجه شود به رنگ قرمز (بادبادک) و محرکی که به آن اعتنا نمی‌شود، به رنگ آبی (کلاه) نشان داده می‌شود. در حالت بعدی، محرک اصلی همان است که در حالت اول به آن توجه نشده، با این تفاوت که رنگ آن تغییر کرده و مشابه رنگ مورد نظر در قسمت اول شده است. در این حالت پاسخ‌دهی فرد کندتر می‌شود.

1- Tipper
2- Cranston
3- Driver
4- Weaver
5- Probe
6- Positive Priming
7- base line
8- Negative Priming
9- distractor

نظریه‌های آماده‌سازی منفی

درباره چگونگی ایجاد پدیده NP ، بحث‌های زیادی شده که به طرح نظریه‌های متعدد در این زمینه منجر شده است. رویکرد پژوهشگران متعدد به NP اغلب با استفاده از شواهد پسیکوفیزیک و استفاده از اطلاعات و نظریات مربوط به حافظه و توجه در مغز بوده است. این نظریه‌ها گرچه در آغاز بدون شاهد مستقیم و با اطلاعات و تجربیات غیر مستقیم از درون مغز ارائه می‌شوند، لیکن شواهد الکتروفیزیولوژیک و حتی بررسی آسیب‌های مغزی می‌تواند به قوت گرفتن یا ضعیف شدن آنها منجر شود.

برخی مؤلفان پدیده NP را نمایشگر حضور سازوکار مهاری بر «توجه» دانسته‌اند (نیل[1]، ۱۹۷۷؛ تیپر، ۱۹۸۵). با عنایت به تعاریف و مثال‌های بخش اول این نوشتار، یک روش پیشنهادی برای اینکه سیستم عصبی بتواند در حضور یک طعمه، پاسخ خود را به هدف (نیل، ۱۹۷۷) معطوف کند، سرکوب میزان بازنمایی درونی[2] از طعمه است (نیل، ۱۹۷۷) یا اینکه در هنگام آماده‌سازی یا مواجهه اولیه، اطلاعات مربوط به محرکی که فرد نادیده می‌گیرد، مهار و NP نیز به وسیله باقیمانده این مهار بر بازنمایی درونی آن ایجاد می‌شود (نیل و وستبری[3]، ۱۹۸۷؛ تیپر، ۱۹۸۵).

در فواصل طولانی بین مواجهه اولیه (آماده‌ساز) و ثانویه (پروب)، حتی تا حدود یک ماه بعد باز هم آثاری دیده شده که دوره بسیار طولانی آماده‌سازی منفی خیلی دراز مدت خوانده شده است (دی‌شپر[4] و تریسمان[5]، ۱۹۹۶). مطلب بالا تحت عنوان باقیمانده مهار بربازنمایی درونی وقایع آماده‌ساز برای توجیه مطلب اخیر غیرمنطقی به نظر می‌رسد، چرا که باقیمانده مهار در ثانیه‌های اول کاهش می‌یابد و نمی‌تواند تا این فواصل طولانی اثرگذار باشد. البته با وجود آماده‌سازی منفی خیلی دراز مدت باز هم در ثانیه‌های اول کاهش شدید در NP دیده می‌شود که با زمینه باقیماندن اثر مهاری موافق است. با در نظر گرفتن اینکه این روندها مدت طولانی نمی‌مانند، باز نمی‌توان وجود یک مهار را در NP رد کرد، چرا که می‌توانیم خود اینگونه روندهای مهاری را بعداً بازیابی کنیم؛ یعنی این مهار به عنوان یک دورهٔ[6] پردازشی اولیه که در آن محرک مهار شده است، به وسیله سیستم در مواجهه با پروب بازیابی می‌شود. به عبارت دیگر، راهنما یا ابزاری برای بازیابی روند پردازش قبلی است.

در مدل تیپر و هاگتون[7] چنین پیشنهاد شده بود که از اهداف آزمایش یک الگوی درونی به وجود می‌آید، که با توجه به جلوه‌های مختلف هدف (رنگ، شکل، اندازه و حتی جایگاه زمانی آن در یک سری از وقایع) ترسیم می‌شود. مثلاً وقتی از آزمودنی خواسته می‌شود که به اشکال قرمز توجه کند، این الگو در ذهن فرد به وجود می‌آید و هنگامی که با پروب و شیئی[8] مواجهه صورت می‌گیرد، ورودی‌های سیستم با این الگو مقایسه و چنانچه ورودی با آن منطبق باشد (یعنی رنگ شکل قرمز باشد)، بازخورد تحریکی می‌گیرد و تقویت می‌شود، اما هر داده‌ای که منطبق نباشد (مثلاً به رنگ‌های دیگری باشد) بازخورد مهاری می‌گیرد. به این ترتیب این نظریه به نام «سرکوب فعال»[9] شناخته شد. یکی از آزمایش‌هایی که این نظریه را تقویت می‌کند از یک آزمون «مکان‌یابی هدف»[10] بهره برده است (پارک[11] و کانویشر[12]، ۱۹۹۴)، که در آن از فرد خواسته می‌شد تا برخی جایگاه‌های مکانی را نادیده بگیرد و به محل حضور حرف x توجه کند. به این ترتیب مشاهده شد که موقعیت فضایی طعمه و هدف می‌تواند جلوه‌ای باشد که بر NP اثر می‌گذارد، یعنی مکان‌هایی که نادیده گرفته شوند، دفعه بعد سخت‌تر شناسایی می‌گردند.

جدول ۱- *بیان حالات مختلف آزمون کلاسیک آماده‌سازی. تصاویری که نامشان از آزمودنی پرسیده می‌شوند، «توجه شده» هستند.*

	اثر	مواجهه دوم یا پروب		مواجهه اول یا آماده‌ساز	
		توجه شده	نادیده گرفته شده	توجه شده	نادیده گرفته شده
a	حالت پایه بدون پدیده	کلاه	بادبادک	شیپور	قوری
b	آماده‌سازی مثبت	بادبادک	کلاه	بادبادک	شیپور
c	آماده‌سازی منفی	کلاه	قوری	بادبادک	کلاه

1- Neill
2- internal representation
3- Westberry
4- DeSchepper
5- Treisman
6- episode
7- Hughton
8- object
9- active suppression
10- target localization
11- Park
12- Kanwisher

این نظریه علاوه بر روال منطقی نظری خود، در الکتروفیزیولوژی اعصاب داده تجربی مستقیم‌تری دارد. سیستم انطباق الگو در مغز میمون از طریق ثبت سلولی منفرد[1] بررسی شده است (میلر[2]، اریکسون[3] و دزی‌مون[4]، ۱۹۹۶). بخشی از سلول‌های قشر پره فرونتال که فعالیتشان پایش می‌شد، در طول آزمون فعال باقی می‌ماندند که می‌تواند نشان دهنده حفظ بازنمایی هدف[5] یا الگوسازی از آن باشد. همچنین این تداوم فعالیت ممکن است در سلول‌های نواحی قدامی‌تر مغز، منبع پیام‌های مهاری باشد که به صورت بازخورد به قسمت‌های خلفی‌تر مرتبط با «توجه»، مثل قشرهای پاریتال و تمپورال تحتانی فرستاده می‌شود. به عبارت دیگر، یک منطقه در قدام الگویی از هدف و مناطق خلفی شمایی از شیء را ترسیم می‌کنند. این دو در ناحیه‌هایی که احتمالاً عقده‌های قاعده‌ای[6] و پولوینار[7] هستند، با هم مقایسه می‌شوند. بسته به میزان انطباق یا عدم انطباق، به داده‌های ورودی شیء پیام‌های مهاری یا تحریکی داده می‌شود که می‌تواند پاسخگویی فرد را به شیء تحت تأثیر قرار دهد.

شاهد دیگری بر این نظریه، مطالعه‌ای در افراد دچار ضایعات لوب فرونتال مغز است (مستزلر[8] و پارکین[9]، ۲۰۰۰) که با حذف اثرات مهاری این منطقه، اثر NP حذف شده است؛ یعنی با حذف الگوی هدف، تشخیص هدف از طعمه برای آزمودنی ناممکن شده است و دیگر پردازش داده‌های مربوط به طعمه مهار نمی‌شود و از آنجا که مکانیسم‌های تسهیلی آسیبی ندیده‌اند حتی به نوعی آماده‌سازی مثبت هم دیده خواهد شد.

تیپر ویور و واتسون[10] (۱۹۹۶) برای توجه بصری یک «روند انتخابی رو به جلو»[11] پیشنهاد کرده است که همان‌طور که قبلاً اشاره شد، به این معنی است که مهار از آماده‌ساز تا پروب ادامه می‌یابد. در مورد انتخابی بودن هم می‌توان گفت تنها خواصی از طعمه مهار می‌شوند که با جلوه‌های حائز اهمیت در پردازش هدف رقابت می‌کنند؛ یعنی مهاری که به ورودی داده می‌شود با همه جلوه‌های طعمه یکسان برخورد نمی‌کند. یکی دیگر از خصوصیات این مهارت واکنش‌پذیر بودن آن است، یعنی طعمه‌هایی بیشتر مهار می‌شوند که برجسته‌تر هستند و تداخل بیشتری با این الگو دارند. در تأیید نظریه سرکوب، مطالعات الکتروفیزیولوژیک (موران[12] و دزیمون، ۱۹۸۵؛ کلازی[13]، میلر، دونکان[14] و دزیمون، ۱۹۹۳؛ شال[15] و هینز[16]، ۱۹۹۳) و پتانسیل برانگیخته (چائو[17] و نایت[18]، ۱۹۹۷) هم وجود دارد.

در سال ۱۹۹۲، برای توجیه NP، بر مبنای نظریه مثال لوگان[19] (۱۹۸۸) نظریه جدیدی مطرح شد. براساس تئوری لوگان یک عمل می‌تواند یا با روندهای الگوریتمیک که کند هستند، انجام شود که این مستلزم تلاش بیشتر است و یا به خاطر آوردن اطلاعات مشابه «مثالهایی» که در حافظه ذخیره شده‌اند. در واقع یک محرک امکان به خاطر آورده شدن اطلاعات مشابه خود را درحافظه بیشتر می‌کند که این شامل اطلاعات در مورد پاسخ داده شده به آن محرک در گذشته نیز می‌شود. در این حالت، اگر پاسخ گذشته با وضعیت فعلی سازگار بود، به جای طی مسیر دشوارتر تجزیه و تحلیل پله به پله، به طور خودکار پاسخ می‌دهد. بر مبنای تئوری بازیابی اپیزودیک، محرک پروب به صورت یک راهنمای خودکار برای به یاد آوردن جدیدترین اپیزودهای حاوی آن محرک عمل می‌کند. در پدیده NP، به خاطر آوردن اینکه در مواجهه با محرک مورد نظر (که همان طعمه بوده)، پاسخی داده نشده است، در حالی که باید به آن محرک پاسخ داده شود، از یک‌سو باعث مهار پاسخ به یاد آورده شده می‌گردد و از سوی دیگر به دلیل نبود پاسخ مناسب سیستم مجبور به طی فرآیندهای کند و زمان‌بر تجزیه و تحلیل الگوریتمیک می‌شود. یافته‌های اولیه در تأیید این تئوری با بررسی اثر «تأخیر» در NP مشخص گردیده است.

نیل و وستبری (۱۹۸۷) اثر تأخیر فاصله زمانی بین پاسخ فرد در صفحه آماده‌ساز و ظهور محرک در صفحه پروب[20] (RSI) را در یک آزمون استروپ رنگ - کلمه[21] بررسی کردند. نتایج نشان دادند که اثر NP در RSI های طولانی‌تر کمتر می‌شود، ولی تیپر و کرانستون (۲۰۰۱) چنین اثری را در انواع دیگر آزمایش‌های

1- single cell recording
3- Erickson
5- target representation
7- Pulvinar
9- Parkin
11- selective forward acting
13- Chelazzi
15- Schall
17- Chao
19- Logan
21- color-word stroop test
29- Miller
4- Desimone
6- basal ganglia
8- Metzler
10- Watson
12- Moran
14- Duncan
16- Hanes
18- Knight
20- Response Stimulus Interval

پسیکوفیزیک (مکان‌یابی و شناسایی) مشاهده نکردند. با توجه به اهمیت ناخودآگاه[1] بودن آزمودنی‌ها از ترکیب خاص محرک‌ها در یک آزمون NP، هاشر[2]، استولتزفوس[3]، زاکس[4] و ریپما[5] (۱۹۹۱) دلیل یافته نیل و وستبری (۱۹۸۷) را خطای ناشی از میانگین گرفتن از پاسخ آزمودنی‌های آگاه و ناآگاه دانسته‌اند. اما افت اثر NP حتی زمانی که ارتباطات خاص بین آزمون‌ها توضیح داده می‌شد، قابل مشاهده بود (نیل و والدز[6]، ۱۹۹۲).

در زمینه حافظه و یادآوری اطلاعات، بدلی[7] (۱۹۸۶) «قانون نسبت» را چنین مطرح کرده است که احتمال به خاطر آوردن گروه خاصی از اطلاعات مستقیماً به نسبت میان فاصلهٔ زمانی به یادسپاری تا به یادآوری آن اطلاعات و زمان بین به یادسپاری این اطلاعات و اطلاعات نامرتبط قبلی مربوط است.

علت عدم مشاهده اثر RSI بر پدیده NP در پاره‌ای از آزمون‌ها، اجرای خاص آنها بود. در این آزمون‌ها نسبت فوق در اثر آزمایش هر RSI خاص روی یک فرد خاص همیشه ثابت می‌ماند، در نتیجه NP در RSIهای مختلف تغییر نمی‌کرد. نیل و والدز اثر این نسبت زمانی بین زمان آماده‌ساز تا پروب و زمان قبل از آماده‌ساز بر NP را ارزیابی و مشاهده کردند که این داده (مؤثر بودن زمان پیش از ظهور آماده‌ساز و پس از پروب پیشین) با نظریه «سرکوب فعال» توجیه نمی‌شود. پس با توجه به دو نظریه اخیر، مهار فقط یک فرآیند رو به جلو از آماده‌ساز به پروب نیست. تیپر (۲۰۰۱) آن را این‌گونه توصیف می‌کند: مهار یک روند دو طرفه است که در آن هم یک روند یا پردازش مهاری[8] مرحله بازدارنده اولیه داریم که هدف از طعمه جدا می‌شود و هم در زمان نمایش پروب، وقایع مربوط به پردازش قبلی از آماده‌ساز بازیابی می‌شوند.

نظریه جدیدتری نیز به وسیله میلیکن[9]، جوردنز[10]، مریکل[11] و سیفرت[12] (۱۹۹۸) با عنوان «تمایز زمانی[13]» پیشنهاد شد. بر طبق این نظریه با شروع نمایش یک پروب، سیستم یک تحلیل سریع در مورد میزان آشنا بودن[14] آن انجام می‌دهد. در صورتی که این جسم کاملاً آشنا باشد، در حافظه اپیزودیک بازیابی می‌شود و چنانچه آشنایی کم باشد (مثلاً یک جسم جدید و بدون مواجهه)، مسیرهای آنالیز کامل روی آن انجام می‌شود. پس با استفاده از اطلاعات حافظه اپیزودیک به موارد آشنا پاسخ سریع داده می‌شود و موارد ناآشنا مجبور به طی مسیر نسبتاً طولانی‌تری هستند که بلافاصله آغاز می‌شود. در صورتی که یک پروب واجد حد متوسطی از آشنایی باشد، سیستم در تصمیم‌گیری دچار تردید و در نتیجه دچار نوعی تأخیر می‌گردد. طبق این نظریه، محرک‌های نادیده گرفته شده از حد متوسطی از آشنایی برخوردار هستند، چرا که پیش از آن مواجهه‌ای داشته‌اند که به سبب نادیده گرفته شدن، اطلاعات محدود و ناکافی از آنها وارد سیستم شده است. همین موضوع سبب ایجاد یک تأخیر طولانی‌تر می‌گردد که NP خوانده می‌شود.

یکی از مشاهدات جالبی که نظریه‌های سه گانه NP را به چالش طلبید، این بود که پیدایش یک محرک غیرمنتظره در فاصله بین نمایش آماده‌ساز و پروب سبب حذف پدیده NP می‌شود (تیپر و همکاران، ۱۹۹۱).

این مطلب از دید نظریه سرکوب فعال با ایجاد اختلال در مهار و سرکوب، و از دید نظریه بازیابی اپیزودیک با ایجاد اختلال در بازیابی (به سبب ظهور محرک غیر منتظره) قابل توجیه است. نظریه «تمایز زمانی» محرک غیر منتظره را مسبب کاهش آشنایی و رفع حالت تردید یا بلاتکلیفی در زمان NP می‌داند.

اخیراً لبو[15]، لبو و میلیکن (۲۰۰۳) با توجه به همین نکته در مورد مکانیزم NP، نظریه چهارمی را مطرح کرده‌اند. در این مطالعه برای ارزیابی سه نظریه پیشین، از اثر محرک غیرمنتظره بر آماده‌سازی مثبت (PP) استفاده و مشاهده شد که ظهور این محرک سبب افزایش اثر PP می‌شود. همان‌طور که قبلاً ذکر شد پدیده‌های NP و PP با مقایسه زمان‌های پاسخ‌دهی افراد به آزمون مربوطه و به آزمون پایه ارزیابی می‌گردد (جدول ۱). بررسی داده‌ها نشان داد که دلیل نتایج مشاهده شده تغییر زمان پاسخ‌دهی محرک‌های مورد (توجه) یا نادیده گرفته شده نیست، بلکه به خاطر تغییر الگوی پاسخ‌دهی در آزمون پایه می‌باشد؛ یعنی افزایش زمان پاسخ به آزمون پایه در حضور محرک غیرمنتظره.

1- unconscious
2- Hasher
3- Stoltzfus
4- Zacks
5- Rypma
6- Valdes
7- Baddeley
8- inhibitory processing
9- Milliken
10- Joordens
10- Merikle
12- Seiffert
13- temporal discrimination
14- familiarity
15- Leboe

این یافته سبب مطرح شدن نظریه چهارم گردید. طبق این نظریه، گزینش[1] شامل دو جزء است:

۱) میزان انتقال توجه[2] که بر اثر تکرار یک محرک بهتر می‌شود.

۲) روندهای معطوف کردن توجه[3]: جدید بودن یک محرک برای سیستم سبب جلب جزء دوم گزینش به آن می‌شود که به نحوی مخالف اثر جزء اول است. در شرایط تکرار محرکی که به آن توجه شده بود (به عبارت دیگر همان PP)، یک جزء انتقال توجه (جزء اول) قوی به وجود می‌آید. بنابراین در شرایط NP این گونه بیان می‌شود که ظهور محرک غیر منتظره زمان پاسخ‌دهی به محرک نو (که همان آزمون پایه است) را مختل می‌کند. لذا به جای اینکه تغییرات پاسخ به محرک‌های نادیده گرفته شده تحت تأثیر ظهور محرک غیرمنتظره باشد، اختلاف آن با حالت پایه به سبب تغییرات پاسخ‌دهی در آزمون پایه حضور یا عدم حضور محرک غیر منتظره می‌باشد که تاکنون حذف اثر NP خوانده می‌شد. نتیجه‌ای که با هیچ‌یک از نظریه‌های فوق قابل توجیه نبود.

تصویرپردازی در پدیده آماده‌سازی

در مطالعات پسیکوفیزیک رویکرد به مغز مانند جعبه سیاهی است که ورودی می‌پذیرد و خروجی دارد، اما چیزی از وقایع درون آن بر ما روشن نیست. در حقیقت این ما هستیم که با دادن ورودی‌های گوناگون به این سیستم و مقایسه پاسخ‌های آنها با هم، از وقایع درونی فرضیه می‌سازیم. به عبارت دیگر، این گونه مطالعات تا حد زیادی مشاهده غیرمستقیم وقایع هستند. در مقابل این گروه از پژوهش‌ها، پژوهش‌های ثبت سلولی و الکتروفیزیولوژیک قرار دارند که مستقیماً روی کوچکترین واحدهای سازنده این سیستم فرود می‌آیند و مستقیماً اطلاعاتی از وقایع می‌دهند. واضح است که این مطالعات به مدل‌های حیوانی و بسیار سخت و پر هزینه محدودند و تعمیم آن به مغز انسان در بسیاری از جنبه‌های شناختی ناممکن می‌باشد. ابزار دیگر در دسترس توانش مرتبط با رخداد[4] (ERP) و الکتروآنسفالوگرام[5] (EEG) هستند که علیرغم حساسیت بالا به تغییرات و تمایز زمانی بسیار خوب (بدون تمایز مکانی مناسب)، از تغییرات پتانسیل‌های توده‌های سلولی اطلاعات مخلوط به دست می‌دهد.

با پیشرفت فناوری و ابداع روش‌های تصویربرداری، گام بزرگی به سمت مشاهده نزدیک‌تر وقایع درونی مغز و استفاده از آن جهت استحکام یا تضعیف نظریه‌های پیشین برداشته شده است. پیشرفت سریع روش تصویربرداری با رزونانس مغناطیسی[6] (MRI) با وجود عمر کوتاهش، باعث شده است که در میان روش‌های تشخیص جایگاه مشخصی پیدا کند. روش تصویربرداری عملکردی با رزونانس مغناطیسی[7] (fMRI) عبارت است از ثبت پیاپی تصاویر MRI با حداقل فواصل که به نوعی توالی تغییرات قسمت‌های مختلف را نمایش می‌دهد. البته شرح ساز و کار و روش‌های مختلف این تصویربرداری در این مقال نمی‌گنجد و بحثی تخصصی در حیطه تصویربرداری است (صابری و همکاران، ۲۰۰۴).

اما باید این نکته را خاطر نشان کنیم که fMRI می‌تواند با استفاده از میزان اکسیژناسیون خون که به مناطق فعال مختلف می‌رسد، با به تصویر کشیدن میزان خونرسانی، به نوعی بیانگر فعالیت قسمت‌های خونرسانی شده باشد که تا حدی توالی زمانی هم دارند. در حقیقت آنچه از نظر تصویربرداری در خون اهمیت دارد، سطح اکسی هموگلوبین است که حاصل بخش عمده اکسیژن خون برای استفاده سلولهاست. با افزایش فعالیت نورون‌های یک منطقه قشری یا هسته مغزی، رهایش مدیاتورها و تغییر غلظت یون‌ها در اطراف نورون‌های فعال شده، سبب کم شدن تونوس عروق مجاور و افزایش قطر رگ‌ها می‌شود. با یک تأخیر زمانی مختصر که علت آن فوری نبودن پاسخ‌های فیزیولوژیک است، تغییر جریان خون در منطقه فعالیت مشاهده می‌شود، که fMRI می‌تواند آن را به صورت مجموعه‌ای از داده‌های آماری شناسایی کند. نرم افزارهای ویژه fMRI با استفاده از تحلیل آماری، ارقام را با هم مقایسه می‌کند و برای هر عنصر تصویر[8] روی صفحه سیستم کنترل کننده، درجه‌ای از معنی‌دار بودن تغییرات فعالیت و خونرسانی را مشخص می‌سازد.

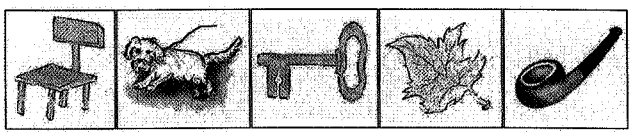
آنچه آزمون‌کننده به چشم خود می‌بیند، یک تصویر بازسازی شده از مفاهیم آماری داده‌های عددی دستگاه است که میزان فعالیت مغز را در هنگام اجرای یک آزمون یا یک دستور خاص در

1- selection
2- attention transfer
3- orienting
4- event related potential
5- electroencephalogram
6- magnetic resonance imaging
7- functional MRI
8- voxel

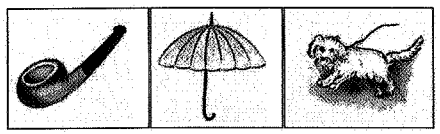
مقایسه با میزان و موقعیت فعالیت بدون اجرای آن دستور نشان می‌دهد. فعالیت هر نقطه نسبت به حالت پایه مغز قبل از اجرای دستور، یا افزایش و کاهش معنی‌دار پیدا می‌کند و یا هیچ تغییر معنی‌داری نمی‌کند. fMRI این تفاوت‌ها را به صورت رنگی در تصویر بازسازی شده نشان می‌دهد و حتی میزان معنی‌دار بودن (بزرگی شاخص آماری a) به تفکیک رنگ مشخص می‌شود (کندل[1]، شارتز[2] و جسل[3]، ۲۰۰۰).

مشکلی که بیش از همه در مورد fMRI مطرح می‌شود، تفکیک[4] زمانی پایین آن است، به طوری که هر تصویر عملکردی (fMRI) با یک دستگاه رایج یک تا دو ثانیه به طول می‌انجامد. این در حالی است که می‌دانیم که بسیاری از وقایع مغزی (دست کم در زمینه تحقیقات بینایی، توجه و حافظه) در حد چند صد هزارم ثانیه است. طراحی آزمون‌هایی که در آزمودنی‌های تحت fMRI اجرا می‌شود، بسیار پیچیده‌ای است. اندکی نوآوری در این طراحی می‌تواند بهره‌گیری ما را از این وسیله دو چندان کند. برای مثال به آزمون بررسی الگوی فعالیت نواحی مرتبط با آماده‌سازی با ترتیب زمانی اشاره می‌کنیم (جیمز[5]، هامفری[6]، گاتی[7]، منون[8] و گودال[9]، ۲۰۰۰). چنانچه پیش از این نیز اشاره شد، آماده‌سازی مثبت نوعی تسهیل ادراکی[10] در بازشناسی[11] اثر تجربیات قبلی است، بنابراین تصور کنید که فرد با تعدادی تصویر مشخص آشنا می‌شود.

در مرحله آماده‌ساز، تعدادی از تصاویری که ممکن است در مرحله بعد دیده شوند نمایش داده می‌شود (شکل ۲- الف). سپس تصاویر پروب برای تشخیص نام محرک ارائه می‌شوند، یعنی از فرد خواسته می‌شود که به محض تشخیص نام این شکل (کلید، صندلی، سگ و ...) روی ماوس کلیک کند (شکل ۲- ب). پدیده آماده‌سازی مثبت آن است که تصاویر مورد مواجهه در آماده‌ساز سریع‌تر شناسایی شوند. مطالعات ERP در آزمودنی‌ها نشان داده است که چه در مورد محرک‌های آماده‌ساز شده و چه غیرآماده‌ساز بیشترین فعالیت مغزی در زمان حول و حوش «تشخیص» است. مقایسه این دو پاسخدهی نشان داد که پیش از زمان تشخیص، فعالیت پاسخدهی به محرک آماده‌ساز شده بیشتر است، اما مطالعات fMRI روی آزمون‌های آماده‌سازی ظاهراً کاهش فعالیت مغزی را در نواحی مورد علاقه[12] (ROI) نشان می‌داد. یک علت ممکن برای این پدیده می‌تواند تفکیک نامناسب زمانی باشد و اینکه fMRI، داده‌های کاهش فعالیت احتمالی پس از به جا آوردن را با داده‌های احتمالی افزایش فعالیت (که در ERP مشاهده می‌شود) در یک فریم به تصویر بکشد، لذا برآیندی از فعالیت این دو می‌باشد. جیمز و همکاران (۲۰۰۰) از تدریجی کردن سیر نمایش محرک‌ها استفاده کردند، یعنی فاصله آغاز ظهور تا وضوح کامل محرک را به بیش از ۴۰ ثانیه رساندند. بدین ترتیب وقایع سریع تشخیص، کند شد و امکان شناسایی نوعی افزایش فعالیت معنی‌دار در مرحله پیش از به جا آوردن مشابه آنچه ERP نشان می‌داد در دو ROI پدید آمد. استفاده از چنین راهکارهایی برای تحقیق دربارهٔ NP در تقویت یا تضعیف نظریه‌های مربوط به آن شواهد بسیار بهتری به دست خواهد داد.



(الف)



(ب)

شکل ۲- (الف) مجموعه تصاویری که در مرحله آماده‌سازی به آزمودنی نشان داده می‌شود. (ب) در مرحله بعد تصاویر پروب به آزمودنی نشان داده می‌شود که در بین آنها برخی تصاویر تازگی دارند. سرعت پاسخ‌گویی در این حالت کمتر از مواردی است که آزمودنی قبلاً با آنها مواجه شده است.

1- Kandel
2- Schartz
3- Jessell
4- resolution
5- James
6- Humphry
7- Gati
8- Menon
9- Goodale
10- perceptual
11- recognition
12- Region of Interest

طراحی‌های دیگر مثل پوشاندن[1] محرک‌ها (اشنیر[2]، رایان[3]، تروآرد[4] و فورستر[5]، ۲۰۰۲) و ناآگاه نگه داشتن آزمودنی و از آن رایج‌تر، همراه کردن روش‌های تصویربرداری با ERP و EEG یا MEG[6] تفکیک زمانی بالای روش‌های اخیر را با تفکیک مکانی بالای fMRI در هم می‌آمیزد. این گونه تصویربرداری‌ها، تصویربرداری عملکردی رزونانس مغناطیسی مرتبط با رخداد[7] خوانده می‌شود.

در زمینه پدیده NP مطالعات تصویربرداری معدودی انجام شده است. اغلب این مطالعات نوعی افزایش فعالیت را در مناطقی از مغز نشان داده‌اند. در یکی از این مطالعات (استیل و همکاران، ۲۰۰۱) از پدیده اثر استروپ به بهترین وجه استفاده شده است. این پدیده سال‌ها پیش شناخته شده بود.

چنانچه در جدول ۲ مشاهده می‌کنید، اگر از فرد بخواهیم که رنگ محرک‌های دیداری (کلمات) را نام ببرد، تداخل مفهوم کلمه مورد نظر در پاسخ به کارآمدی پاسخ دهنده (مثلاً بر زمان واکنش و پاسخگوئی) مؤثر خواهد بود، یعنی نسبت به حالت، در حالت سریعتر و در حالت کندتر پاسخ می‌دهد. در مطالعه استیل و همکاران (۲۰۰۱)، به این نکته توجه شده است که در طی یک تداخل، مفهوم کلمه محرک به نوعی نادیده گرفته می‌شود، چرا که فرد به رنگ توجه می‌کند، بنابراین چنانچه بلافاصله تداخل دیگری ترتیب دهیم که پاسخ آن همان کلمه نادیده گرفته شده باشد، پدیده NP هم دخیل خواهد شد. منطقه اصلی فعالیت جایی است که شاخص قدرت بنیادی[8] (FPQ) برای خانه‌های اطلاعاتی آن بیش از دو باشد. معنی‌دار بودن آماری در تجزیه و تحلیل سیگنال‌های fMRI نشان می‌دهد که با توجه به خطای استاندارد و پراکندگی داده‌ها تغییرات فعالیت ثبت شده می‌توانند به سبب آزمون باشند و یا تصادفی و غیر قابل اتکا هستند. برای مثال در خود پدیده اثر استروپ، چه تسهیل و چه تداخل، شکنج سینگولیت[9] به صورت دوطرفه، منطقه اصلی فعالیت بوده و در هر یک از این دو حالت مناطق خاص فعالیت خود را نیز داشته است. برای مشاهده مناطق مؤثر بر NP، مناطق فعال در حالت «تداخل» را می‌توان از حالت «NP + تداخل» کم کرد. در این آزمایش، از این طریق دو منطقه اصلی (a<FPQ) مربوط به NP شناخته شد: شکنج گیجگاهی میانی (MT) در نیمکره چپ و بخش اوپرکولار شکنج پره سنترالیک در نیمکره چپ.

جدول ۲- *بیان پدیده‌های مرتبط با آزمون استروپ*

	پدیده	پاسخ مورد انتظار	رنگ قلم[10]	کلمه حک شده
a	تداخل	آبی	آبی	قرمز
b	تسهیل	سبز	سبز	سبز
c	آماده‌سازی منفی	سبز	سبز	آبی
		آبی	آبی	قرمز

نتیجه‌گیری

NP یکی از پدیده‌های شناختی مطرح در سیستم عصبی انسان می‌باشد که برای بیان چگونگی روند آن تاکنون نظریه‌های مختلفی مطرح گردیده است که هیچ کدام به تنهایی قادر به توجیه همه جوانب مربوط به آن نبوده‌اند و جزئیات این پدیده کماکان در هاله‌ای از ابهام قرار دارد. پر واضح است که به دست آوردن داده‌های جدید در زمینه NP به خصوص اطلاعاتی که از روش‌های تصویربرداری جدیدتر مانند fMRI به دست می‌آید، می‌تواند به روشن‌تر شدن هرچه بیشتر ساز و کار دقیق این فرآیند کمک کند.

در این راستا، بررسی توالی وقایع به صورت ریزتر می‌تواند گام بعدی در پرده‌گشایی از NP باشد که برای این منظور می‌توان از محرک‌های تدریجی در پدیده NP استفاده کرد. از این روش برای سنجش فعالیت مغزی در طی پدیدهٔ PP بهره برده‌اند (جیمز و همکاران، ۲۰۰۰). در اینجا نیز طولانی شدن زمان بازشناسی در اثر نمایش تدریجی محرک‌ها این امکان را به ما می‌دهد که فعالیت مغزی را قبل و بعد از بازشناسی در پدیده NP بررسی و در صورت وجود تفاوت در فعالیت مناطق مختلف مغزی در زمان‌های مختلف، با توجیه و تفسیر این تفاوت و کشف ارتباط آن با پدیده‌های شناختی دیگر راه را برای شناخت هرچه بیشتر نحوه فعالیت سیستم عصبی خصوصاً در زمینه پدیده NP هموار کنیم.

1- masking
2- Schnyer
3- Ryan
4- Trouard
5- Forster
6- magneto encephalography
7- event related fMRI
8- Fundamental Power Quotient
9- cingulate gyrus
10- hue

منابع

Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford niversity Press.

Chao, L.L., & Knight, R.T. (1997). Prefrontal deficits in attention and inhibitory control with aging. *Cerebral Cortex, 7*, 63-69.

Chelazzi, L., Miller, E.K., Duncan, J., & Desimone, R. (1993). A neural basis for visual search in inferior temporal cortex. *Nature, 363*, 345-347.

Damian, M.F. (2000). Semantic negative priming in picture categorization and naming. *Cognition, 76*, 45-55.

DeSchepper, B., & Treisman, A. (1996). Visual memory for novel shapes: Implicit coding without attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition, 22*, 27-47.

Gholipour, T., Farough, S., Jahanbackshi, A., Hatami, P., & Malekpour, M. (2002). Does the cue's feature matter? *Advances in cognitive science, 4*, 89-95.

Hasher, L., Stoltzfus, E.R., Zacks, R.T., & Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition, 17*, 163-169.

James, T.W., Humphrey, G.K., Gati, J.S., Menon, R.S., & Goodale, M.A. (2000). The effect of visual object priming on brain activation before and after recognition. *Current Biology, 10*, 1017-1024.

Jason, P., Leboe, L.C., & Leboe, B.M. (2003). Another look at the effect of a surprising intervening event on negative priming. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 57*(2), 115.

Kandel, E., Schartz, J.H., & Jessell, T.M. (2000). *Principles of neural sciences* (4th ed.). New York: McGraw Hill.

Leboe, J.P., Leboe, L.C., & Milliken, B. (2003). Another look at the effect of a surprising intervening event on negative priming. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 57*(2), 115.

Logan, G.D. (1988). Automaticity, resources, and memory: Theoretical controversies and practical implications. *Human Factors, 30*(5), 583-398.

Metzler, C., & Parkin A.J. (2000). Reversed negative priming following frontal lobe lesions. *Neuropsychologia, 38* (4), 363-379.

Miller, E.K., Erickson, C.A., & Desimone, R. (1996). Neural mechanisms of visual working memory in prefrontal cortex of the macaque. *Journal of Neuroscience, 16*, 5154-5167.

Milliken, B., Joordens, S., Merikle, P.M., & Seiffert, A.E. (1998). Selective attention: A reevaluation of the implications of negative priming. *Psychological Review, 105*, 203-229.

Moran, J., & Desimone, R. (1985). Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Science, 229*, 782-784.

Neill, W.T. (1977). Inhibitory and faciliatory processes in selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 3*, 444-450.

Neill, W.T., & Valdes, L.A. (1992). Persistence of negative priming: Steady state or decay? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition, 18*, 565-576.

Neill, W.T., & Westberry, R.L. (1987). Selective attention and the suppression of cognitive noise. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition, 15, 327-334.

Park, J., & Kanwisher, N. (1994). Negative priming for spatial locations: Identity mismatching, not distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception Performance, 20*, 613-623.

Saberi, H., Mahdavi, A., Rezvanizadeh, A., Oghabian, M.A., Riahi, N., & Mojebi, A. (2004). Using functional magnetic resonance imaging (fMRI) to explore brain function: Cortical representations of language critical areas. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 3*, 57.

Schall, J.D., & Hanes, D.P. (1993). Neural basis of saccade target selection in frontal eye field during visual search. *Nature, 366*, 467-469.

Schnyer, D., Ryan, L., Trouard, T., & Forster, K.(2002). Masked work repetition resuls in increased fMRI signal: A framework for understanding signal changes in priming. *NeuroReport, 13*, 281-284.

Steel, C., Haworth, E.J., Peters, E., Hemsley, D.R., Sharma, T., & Gray, J.A.(2001). Neuroimaging correlates of negative riming. *NeuroReport, 12*(16), 3619-3624.

Tipper, S.P.(1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 37A*, 571-590.

Tipper, S.P., Driver, J., & Weaver, B.(1991). Object-centred inhibition of return of visual attention. *Quartery Journal of Experimental Psychology, 43*, 289-298.

Tipper, S.P., Weaver, B., & Watson, F.L.(1996). Inhibition of return to successively cued spatial locations: Commentary on Pratt and Abrams. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception & Performance, 22*, 1289-1293.

Tipper, S.P.(2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *The Quateely Journal of Experimental Psychology, 54A*, 321-343.

Tipper, S.P., & Cranston, M.(2001). Selective attention and priming: Inhibitory and facilitatory effects of ignored primes. *The Quaterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology, 37A*, 591-611.