جمعه 23 تیر 1391 - 10:55

خواب مغز را بازيابي مي‌كند

هفته پيش در چنين روزي شام چه خورديد؟ به احتمال زياد دقيقا به ياد نمي‌آوريد، اما جالب است كه مدت كوتاهي پس از صرف هر وعده غذايي مي‌توانيد محتويات بشقاب‌تان را با تمام جزئيات به خاطر آوريد. در اين ميان چه اتفاقي روي مي‌دهد. آيا خاطراتي از اين دست، كم‌كم محو مي‌شوند يا به طور ناگهاني از بين مي‌روند؟

جام جم آنلاين: هفته پيش در چنين روزي شام چه خورديد؟ به احتمال زياد دقيقا به ياد نمي‌آوريد، اما جالب است كه مدت كوتاهي پس از صرف هر وعده غذايي مي‌توانيد محتويات بشقاب‌تان را با تمام جزئيات به خاطر آوريد. در اين ميان چه اتفاقي روي مي‌دهد. آيا خاطراتي از اين دست، كم‌كم محو مي‌شوند يا به طور ناگهاني از بين مي‌روند؟
خاطرات ديداري مثل بشقاب غذا در حافظه ديداري (visual memory) ذخيره مي‌شود. ذهن ما از حافظه تصويري براي ساده‌ترين عملكردها استفاده مي‌كند.

مثلاً براي يادآوردن چهره كسي كه بتازگي ديده‌ايم، از اين حافظه بهره مي‌بريم. بدون حافظه ديداري، قادر به ذخيره آنچه ديده‌ايم و بازيابي آن در آينده نخواهيم بود.

ظرفيت حافظه تصويري انسان با برخي توانايي‌هاي شناختي مهم‌تر نظير موفقيت درسي، هوش سيال (توانايي حل مسائل به شكلي نوآورانه) و درك كلي ارتباط تنگاتنگ دارد.

درك اين كه چگونه حافظه ديداري، عملكردهاي ذهني را تسهيل و از سويي محدوديت ايجاد مي‌كند، مفيد خواهد بود. با اين كه مدت‌هاست اين پرسش‌هاي مهم مطرح است، اما هنوز در آغاز راه پاسخگويي به آن هستيم.

خاطراتي نظير وعده‌هاي غذايي در حافظه ديداري كوتاه‌مدت ـ بويژه در نوعي حافظه تصويري با نام حافظه عملكرد ديداري (visual working memory) ـ ذخيره مي‌شود.

اين نوع حافظه جايي است كه تصاوير وقتي مغز در حال كار روي چيزهاي ديگر است، به صورت موقت در آن ذخيره مي‌شوند؛ درست مثل تخته سياهي كه چيزهايي به صورت خلاصه روي آن نوشته و سپس پاك مي‌شود.

هنگام يادآوري مطالب مختلف در فواصل زماني كوتاه (مثلا وقتي يك دانشجو، نكاتي را كه استاد روي تخته سياه نوشته در دفترش وارد مي‌كند) از حافظه عملكرد ديداري استفاده مي‌شود.

حال اين پرسش مطرح است: اين خاطرات چه وقت پاك مي‌شوند و وقتي پاك مي‌شوند، آيا ردپايي از خود بر جاي مي‌گذارند يا اصلا چيزي باقي نمي‌ماند؟ اگر خاطرات كوتاه‌مدت تصويري كم‌كم حذف شود، باقيمانده اين خاطرات بايد قابل بازخواني باشد، ولي اگر بكلي پاك شود، به هيچ وجه نمي‌توان آن را بازخواني كرد.

بتازگي پژوهشگران به مطالعه‌اي در اين زمينه دست زده‌اند. در اين پژوهش، از افراد شركت‌كننده خواسته شد سه مربع رنگي چشمك زن را مدتي كوتاه روي نمايشگر مشاهده كنند سپس از آنها خواسته شد رنگ هر مربع را بگويند. بعد از يك، چهار و 10ثانيه، بار ديگر اين مربع‌ها ظاهر شده، اما اين بار فقط مربع‌هاي سياه با حاشيه سفيد ديده مي‌شد. از شركت‌كنندگان خواسته شد كار ساده‌اي انجام دهند و رنگ يكي از مربع‌ها را به ياد آورند. البته شركت‌كنندگان از قبل نمي‌دانستند، رنگ كدام مربع پرسيده مي‌شود.

اين پژوهشگران فرض را بر اين گذاشته بودند كه عملكرد حافظه ديداري در اين بازه‌هاي زماني (يك، چهار يا 10 ثانيه) كاركرد اين حافظه را بيشتر نمايان كند.

اگر خاطرات كوتاه‌مدت ديداري كم‌كم از بين بروند، دقت شركت‌كنندگان در يادآوري رنگ‌ها حتي پس از بازه زماني طولاني‌تر بايد زياد بماند و فقط اندكي با رنگ اصلي مربع تفاوت داشته باشد، ولي اگر خاطرات يكباره از بين رود، شركت‌كنندگان بايد بتوانند پاسخ‌هاي دقيقي بيان كنند و بعد از اين كه بازه زماني طولاني شد، فقط به حدس‌هاي خود تكيه كنند و نتوانند رنگ مورد نظر را به خاطر آورند.

نتيجه آزمايش اين شد كه شركت‌كنندگان پاسخ بسيار دقيقي مي‌دادند يا فقط آن را حدس مي‌زدند. يعني رنگ مربع را بدقت به خاطر مي‌آوردند يا كاملا آن را فراموش كرده بودند.

ذهنشان درست همانند فايل‌هاي موجود در رايانه عمل مي‌كرد. يك فايل متني در گذر زمان از تعداد حرف‌هايش كم نمي‌شود و يك تصوير ديجيتال هم بعد از گذشت زمان، زرد نمي‌گردد و تا وقتي از روي رايانه حذف نشده، كامل باقي مي‌ماند.

البته اين مطلب براي خاطرات صادق نيست. دانشمندان ام.آي.تي و دانشگاه هاروارد به اين يافته رسيدند كه اگر يك خاطره آنقدر دوام بياورد كه به «حافظه بلندمدت ديداري» بدل شود، حذف كلي آن، امري ناممكن است.

اين دانشمندان به گروهي از شركت‌كنندگان، 3000 تصوير از مناظر مختلف نظير امواج اقيانوس، زمين گلف يا پارك بازي نشان دادند سپس به اين شركت‌كنندگان 200 جفت عكس نشان داده شد.

هر جفت از عكس‌ها شامل يكي از عكس‌هايي كه قبلا نشان داده شده بود و يك عكس جديد بود. از شركت‌كنندگان خواسته شد بگويند كدام عكس جديد است.

شركت‌كنندگان در اين مطالعه در تعيين عكس جديد و قديمي بسيار دقيق عمل كردند و در 96درصد از موارد، پاسخ درست بود. به عبارت ديگر، با اين كه مي‌بايست 3000 عكس به ياد آورده مي‌شد، اين كار را به بهترين نحو انجام دادند.

با اين حال مشخص شد كه اين افراد، تنها در مواردي كه عكس جديد و قديم به دو منظره متفاوت تعلق داشت (مثلا يك زمين گلف در كنار يك پارك بازي) بخوبي عمل مي‌كردند.

براي تعيين ميزان دقت اين خاطرات، پژوهشگران به بررسي مواقعي پرداختند كه دو عكس نشان داده شده به يك منظره (مثلا دو پارك بازي متفاوت) تعلق داشت.

از آنجا كه دو عكس از يك منظره، تفاوت كمتري نسبت به مواقعي داشتند كه دو عكس از دو منظره مختلف بودند، شركت‌كنندگان تنها زماني مي‌توانستند تفاوت‌ها را تشخيص دهند كه جزئيات بسياري را از تصاويري كه ديده بودند، به ياد مي‌آوردند.

همان طور كه انتظار مي‌رفت، عملكرد شركت‌كنندگان در تشخيص تفاوت تصاويري كه در يك گروه جاي داشتند، ضعيف‌تر بود، ولي چندان هم كم نبود.

در 84 درصد موارد، آنها پاسخ درست داده بودند. در واقع، وقتي آزمايش‌كنندگان، تعداد تصاويري را كه شركت‌كنندگان مي‌بايست ابتدا براي هر منظره به ياد مي‌آوردند، افزايش دادند، عملكرد مطلوبي در تشخيص تصاوير جديد از قديمي داشتند و فقط اندكي از كارايي آنان كاسته شد.

لحظاتي كه خوابيده‌ايم مغز به فعاليتي مشغول است كه نقش كليدي در فعاليت‌هاي خلاقانه دارد، مغز خود را
ويرايش مي‌كند و گاه اطلاعات بسياري را دور مي‌ريزد كاهش كارايي حافظه، در كنار اين مطلب كه خاطرات ما جزئيات فراواني دارند، نشان مي‌دهد كه اين خاطرات تصويري (photographic) نيستند.

اين دو آزمايش مجزا متناقض به نظر مي‌رسد. چرا ما مي‌توانيم در برخي موارد، آن حجم زياد از تصاوير را با جزئيات فراوان به خاطر آوريم اما نمي‌توانيم چند تصوير ديگر را پس از چند ثانيه به خاطر آوريم؟ چه چيزي تعيين‌كننده جاي گيري يك تصوير در حافظه بلندمدت يا كوتاه‌مدت است؟

پژوهشگران دانشگاه هاروارد و ام.آي.تي اخيرا بيان كرده‌اند كه عامل اساسي، معنادار بودن تصاوير به يادآورده شده است. يعني اين كه آيا محتواي تصاويري كه مي‌بينيم به دانش قبلي ما در مورد آنها اتصال مي‌يابد يا خير.

در آزمايش اول، شركت‌كنندگان سعي مي‌كردند رنگ‌هاي بي‌معنا و بي‌ربط را به ياد آورند، لذا ارتباطي با دانش قبلي‌شان ايجاد نمي‌شد. مثل اين كه قبل از اين‌كه بتوانيد نوشته‌هاي روي تابلو را در دفتر خود يادداشت كنيد، همه‌شان پاك مي‌شوند، ولي در آزمايش دوم، شركت‌كنندگان تصاويري مي‌ديدند كه قبلا در مورد آنها اطلاعات معناداري داشتند؛ مثلا اين كه چرخ و فلك در چه ارتفاعي نسبت به زمين قرار مي‌گيرد.

اين دانش قبلي، سبب تغيير نحوه پردازش اين تصاوير مي‌گردد و در نهايت باعث مي‌شود، هزاران عدد از آنها از تخته سياه حافظه كوتاه مدت به مخزن بزرگ حافظه بلندمدت منتقل و در آنجا با دقت فراوان ذخيره شود.

با كنار هم قرار دادن اين دو آزمايش مي‌توان گفت چرا خاطرات به طور يكسان از بين نمي‌روند و برخي خاطرات هرگز از ياد نمي‌روند. همين مساله نشان مي‌دهد كه چرا در يادآوري برخي خاطره‌ها ناتوان هستيم و برخي خاطره‌هاي ديگر را با دقت زياد به ياد مي‌آوريم.

پيكسل‌هاي اشباع‌شده

يادگيري وقتي روي مي‌دهد كه يك تجربه (مثل گوش‌كردن به يك موسيقي جديد يا گردش در شهري ناآشنا) الگويي جديد به گروهي از نورون‌ها (رشته‌هاي عصبي) مي‌دهد.

اين الگوها سبب تغيير ارتباط بين سلول‌ها مي‌شود؛ يعني پيوند بين نورون‌هايي كه با يكديگر فعاليت مي‌كنند، قوي‌تر و پيوند نورون‌هاي غيرمرتبط ضعيف مي‌شود.

به اين صورت، سلول‌ها از نظر عملكردي به هم پيوسته مي‌شوند. پيوند ميان نورون‌هايي خاص، سبب حفظ قسمتي از يك تجربه (خاطره) مي‌شود.

هنگام خواب، اين تجربه بارها و بارها تكرار مي‌شود و سبب تغييرات سلولي و تثبيت آن الگوي خاص از ارتباطات عصبي مي‌شود و در نتيجه، آن تجربه خاص بيش از پيش در حافظه جاي مي‌گيرد.

روان‌شناسان حدود يك دهه قبل، خواب را تكرار يادگيري روزانه مي‌دانستند، اما تونوني ايراداتي در اين ديدگاه يافته است.

وي مي‌گويد: اگر اتصالات نورون‌ها (سيناپس‌ها) در طول روز و شب‌هاي متوالي، محكم‌تر و قوي‌تر شود، در نهايت اشباع مي‌شوند. درست مثل پيكسل‌هاي اشباع شده در يك تصوير بسيار روشن كه وقتي تعداد سيناپس‌هاي يكسان به نهايت خود مي‌رسد، اطلاعات چنداني توليد نمي‌كند در اين صورت، مغز ديگر فضايي براي ذخيره اطلاعات نخواهد يافت.

اين پژوهشگر، برخي ويژگي‌هاي امواج مغزي را ـ كه او و بسياري ديگر از پژوهشگران در افراد در حال خواب به دست آورده‌اند ـ ذكر مي‌كند. مدت‌هاي زيادي است كه دانشمندان، خواب با امواج آهسته (slow wave sleep) را مي‌شناسند. اين نوع خواب، نوعي حالت استراحت است و بيدار كردن افراد در اين مرحله، سخت‌تر از ساير مراحل است. اين نوع خواب ضروري و بازسازنده است.

تونوني به دو پديده ديگر نيز اشاره مي‌كند؛ اول اين كه وقتي افراد از خواب با امواج آهسته محروم مي‌شوند، بعدها آن را با مراحل شديدتر و طولاني‌تر از همين نوع خواب جبران مي‌كنند.

در ضمن او به اين نتيجه رسيد كه شدت اين نوع خواب عميق ـ كه با استفاده از بزرگي امواج مغزي تعيين مي‌شود ـ با طي زمان در شب كم مي‌شود. اين دو پديده، از نظر او نوعي هم‌ايستايي بود.

بين اين دو نيروي مخالف، نوعي رقابت وجود دارد كه به تعادل در سيستم زيستي مي‌انجامد. خواب با امواج آهسته مغز را به سمت نوعي تعادل سوق مي‌دهد و بيدار ماندن سبب برهم خوردن اين نوع تعادل مي‌شود.

تونوني بررسي كرد كه كدام فرآيند زيست‌شناختي، دليل تغييرات در خواب با امواج آهسته است. شدت اين نوع خواب با قدرت سيناپس‌ها رابطه دارد.

وقتي نورون‌ها با هم فعاليت مي‌كنند، اين اتصالات عصبي به صورت هماهنگ فعال مي‌شوند. جريان الكتريكي كه در ميان آنها جريان دارد، سيگنال امواج آهسته را توليد مي‌كند كه توسط الكترودهاي متصل به سر افراد ثبت مي‌شود.

تونوني نتيجه‌گيري مي‌كند كه بيدار ماندن سبب تكثير يا تقويت سيناپس‌ها مي‌شود و شدت اوليه اين خواب با امواج آهسته نشان‌دهنده قدرت اين شبكه‌هاي سلولي است بنابراين تضعيف يا درهم شكسته شدن سيناپس‌ها، دليل كاهش سيگنال‌هاي خواب در طول شب است.

اين پژوهشگر براي دفاع از اين فرضيه ـ كه خودش آن را هم‌ايستايي سيناپسي (synaptic homeostasis) مي‌نامد ـ تصميم گرفت تفاوت سيناپس‌ها را بين حالت بيداري و خواب بررسي كند. در پژوهشي كه نتايج آن در سال 2008 منتشر شد، او و همكارانش بافت‌هايي را كه از مغز موش‌هاي بيدار و خوابيده گرفته بودند، در آزمايشگاه كشت دادند.

در نمونه‌هاي بافتي، پژوهشگران از پادتن‌هاي راديواكتيو براي انتخاب و علامت‌گذاري برخي پروتئين‌هاي خاص ـ كه فقط در سيناپس‌ها موجود است ـ استفاده كردند. نتيجه آن شد كه بسياري از پروتئين‌ها در موش‌هاي خوابيده، بسيار كمتر از موش‌هاي بيدار بود.

اين پژوهشگران نتيجه گرفتند كه تعداد سيناپس‌ها در مغز خوابيده كمتر است يا اين سيناپس‌ها چندان امكان ارتباط موثر را ندارند و به كلامي ديگر، ضعيف‌تر هستند.

پژوهشي كه سال 2010 از سوي برخي دانشمندان دانشگاه ييل صورت گرفت، تائيد ديگري بر اين فرضيه بود. اين تيم پژوهشي با همكاري تونوني به بررسي فعاليت الكتريكي تك نورون‌ها در قطعات بافت مغزي به دست آمده از موش‌هاي خواب و بيدار پرداخت.

نورون‌ها به صورت مرتب از طريق جريان‌هاي الكتريكي كوچكي كه به سيناپس‌هاي خود مي‌فرستادند، با يكديگر ارتباط برقرار مي‌كردند.

هر قدر سيناپس‌ها قوي‌تر بودند، جريان بيشتري به آنها فرستاده مي‌شد. نورون‌هاي موش‌هايي كه بيدار بودند، جريان بيشتري نسبت به موش‌هايي كه خواب بودند، داشتند.

به عبارتي، نورون‌هاي مغزي در حال خواب با سيناپس‌هاي كمتر يا ضعيف‌تري به هم متصل هستند. اين نتيجه نشان مي‌دهد كه در چرخه روز و شب، مغز حالت‌هايي از اتصال نوروني قوي و ضعيف را تجربه مي‌كند.

مگس‌هاي بي‌خواب

اگر خواب سبب تغيير شكل سيناپس‌ها مي‌شود، پژوهشگران بايد بتوانند نشانه‌هاي ساختاري اين تغيير را مشاهده كنند.

سيناپس‌هايي كه نورون‌ها از طريق آنها ارتباط برقرار مي‌كنند، ممكن است از نظر تعداد و اندازه با هم متفاوت باشند.

هر قدر تعداد سيناپس‌ها بيشتر باشد و اين سيناپس‌ها بزرگ‌تر باشد، اطلاعات بيشتري در قالب جريان الكتريكي بين دو نورون انتقال مي‌يابد. دانشمندان با اتصال مواد درخشنده به پروتئين‌هايي كه در دو طرف سيناپس هستند، مي‌توانند سيناپس‌ها را مشاهده كنند.

سال 2011 تونوني همراه دو دانشمند عصب‌شناس، اندازه و تعداد سيناپس‌هاي موجود در مغز مگس سركه را تعيين كردند.

آنها تعدادي از اين مگس‌ها را با قراردادن در جعبه‌اي چرخان، مجبور به بيدار ماندن كردند. هدف آزمايش اين بود كه ببينند محروميت از خواب، سبب تضعيف سيناپس‌ها مي‌شود يا خير.

نتيجه آزمايش اين بود كه مگس‌هاي محروم از خواب، سيناپس‌هاي زيادتر و بزرگ‌تري داشتند. در برخي موارد، سيناپس‌هاي مغز مگس‌هاي سركه محروم از خواب، دو برابر سيناپس‌هاي مغز مگس‌هاي سركه معمولي بود.

تونوني و همكارانش اين آزمايش را با موش‌ها هم انجام دادند. در اين آزمايش، نورون‌هاي موجود در كورتكس مغز موش، با نشانگرهاي فلورسنت نشانه‌گذاري شدند و پژوهشگران مي‌توانستند رشد يا تضعيف قسمتي از نورون را كه در آنجا سيناپس‌ها ساخته مي‌شوند، مشاهده كنند.

پژوهشگران مشاهده كردند، تعداد كل سيناپس‌ها در واحد حجم هنگام بيداري افزايش مي‌يافت و تا وقتي موش‌ها از خواب محروم بودند، اين تعداد همچنان زياد باقي مي‌ماند و مدت كوتاهي پس از اين‌كه موش‌ها اجازه خواب مي‌يافتند، كاهش مي‌يافت.
اثرات خواب

نظريه هم‌ايستايي سيناپسي، از جذابيت‌هاي زيادي برخوردار است، اما براي اين‌كه اين نظريه دليل اصلي خواب مطرح شود، پژوهش‌هاي ديگري نيز بايد صورت گيرد تا اثرات ناشي از تضعيف سيناپس‌ها بر يادگيري، حافظه و ادراك روشن‌تر گردد.

اگر اين شواهد يافت شود، انديشه‌هاي تونوني اطلاعات بسياري را به دانسته‌هاي فعلي ما درباره خواب خواهد افزود.

همه به طور غريزي مي‌دانيم كه خواب، سبب تجديد قوا مي‌شود. قطعات ادبي زيادي براي بيان اين مفهوم در طول ساليان شكل يافته

است. شکسپیر در نمایشنامه مکبث، خواب را «بازکننده رشته‌هاي درهم بافته ذهن» خواند.

احتمالا او نمي‌دانست که مغز ما، با باز کردن برخي رشته‌هايي که در طول روز در هم بافته، تجديد قوا مي‌کند تا به اين ترتيب بتوانيم روزي ديگر را براي آموختن آغاز کنيم. (جام جم - ضميمه سيب)

مترجم: صالح سپهري‌فر
منبع: ScientificAmerican