1 من العقل إلى الجزيئات

تجمع الذاكرة عدداً لا حصر له من ظواهر وجودنا لتجعلها شيئاً واحداً ينقسم وعينا إلى أجزاء كثيرة تقابل عدد الثواني التي عشناها في حياتنا معتمداً على القوّة الموحّدة والجامعة للذاكرة.

أوالد هيرينغ

إي. بي. هو فني مخبري ناجح على مدى 28 سنة حينما تقاعد في سنة 1982 ليستمتع بأسرته وليتابع هوايته. بعد عشر سنوات وفي عمر 70 عاماً، ظهر عند إي. بي. فجأة مرض ڤيروسي حاد ـ هو التهاب الدماغ البسيط الحلئي ـ والذي يتطلّب إدخالاً للمشفى. حينما عاد من المشفى رأى أصدقاؤه وأفراد أسرته نفس المستوى من المعنويات العالية ونفس الرجل الودود الذي عرفوه دائماً. لقد ابتسم ببساطة وأحب أن يضحك ويروي القصص. لقد بدا في حالة جسمية ممتازة. مشيته وحركته لا تزالان هما وكذلك كان صوته قويّاً وواضحاً. لقد بدا متيقّظاً ومتنبهاً لما يجري حوله وتحدّث بكلمات مناسبة مع الزوّار. وفي الحقيقة فقد أظهر الفحص النفسي فيما بعد أن عمليات التفكير كانت سليمة، إلاّ أنّ هناك أمراً ما استغرق بعض

obeikandl.com

اللّحظات ليشعر بوجود مشكلة كبيرة في ذاكرته. لوحظ أنه يكرّر نفس التعليقات ويسأل نفس الأسئلة مراراً وتكراراً. ولم يكن بمقدوره أن يجري مجرى الأحاديث ولم يعد يتعرّف على الزوّار الجدد في منزله وحتى بعد 40 زيارة.

لقد دمّر ڤيروس الحلأ أجزاء من دماغ إي. بي. وبسبب من أذية الدماغ هذه فإنه قد فقد القدرة على صنع ذكريات جديدة يستطيع الآن أن يتذكّر أحداثاً أو مواجهات جديدة لفترة لا تتجاوز الثواني. وعند النظر خلفاً من الحاضر إلى الماضي لم يكن متأكّداً في أيّ منزل قضى فيه 20 عاماً، أو المنزل الذي يقطن فيه أبناؤه الكبار في الجوار، ولا أن لديه حفيدين. لقد منعه المرض من حمل أفكاره وانطباعاته إلى المستقبل وقطع صلته بالماضي ولما حدث في حياته من قبل. لقد أصبح مقتصراً على سلوك الكلام مع الحاضر واللحظة المباشرة. لقد جعلت عواقب الإصابة بالتهاب الدماغ عند إي. بي. الأمر واضحاً على نحو مأسوي أن التعلم والتذكّر وظيفتان أساسيتان للخبرة الإنسانية. إننا نستطيع اكتساب معرفة جديدة عن العالم لأن خبراتنا تعدل دماغنا، وحالما يحصل التعلم فإننا نستطيع أن نحتفظ بالمعرفة الجديدة في ذاكرتنا، وغالباً لفترة طويلة جدّاً بسبب الاحتفاظ بالتعديلات المختلفة في أدمغتنا وفي وقت آخر نستطيع أن نتصرف بناء على المعرفة المختزنة في الذاكرة وأن نسلك ونفكّر بطرائق جديدة. الذاكرة هي العملية التي بها يدوم ما تعلّمناه عبر الزمان وبهذا المعنى يتّضح لنا أن التعلّم والتذكّر عمليّتان متّصلتان بشكل دائم.

إنَّ معظم ما نعرفه عن العالم لم يكن متكوّناً عند الولادة، وإنّما تمّ اكتسابه عن طريق الخبرة والحفاظ عليه عن طريق الذاكرة. إن أسماء ووجوه أصدقائنا ومحبّينا، وعلوم الجبر والجغرافيا والسياسة والرياضة وموسيقا هايدن وموتسارت وبيتهوڤن كلّها أمثلة على ذلك.

وبناء على ما سبق نستنتج أن شخصيّاتنا قد أصبحت على ما هي عليه الآن بفضل عمليتي التعلّم والتذكّر. إلاَّ أن الذاكرة ليست فقط مجرد سجل

للخبرة الشخصية ولكنها تسمح لنا أيضاً لأن نصبح متعلّمين كما أنها تشكّل دافعاً قويّاً للتقدّم الاجتماعي. يملك البشر قدرة فريدة على إيصال ما قد تعلّموه إلى الآخرين، وهم في هذا المسعى يحدثون ثقافات يمكن أن تنتقل من جيل إلى آخر. وتبدو الإنجازات البشرية متسعة من غير توقّف ومع ذلك لا يبدو أنّ حجم الدماغ البشري قد أظهر زيادة هامّة منذ عهد هومو سابينز الذي ظهر لأول مرة في سجلّ المستحاثات منذ مئات الآلاف من السنين. والذي حتّم حدوث التغير الثقافي والتقدّم خلال آلاف السنين هذه هو ليس الزيادة في حجم الدماغ ولا حتى حدوث تغيّر في بنية الدماغ، ولكن الذي حصل هو الزيادة في الاستطاعة الداخليّة للدماغ البشري في التقاط ما نتعلمه من خلال القراءة والكتابة وتعليمه للآخرين. وفي الوقت الذي نجد فيه الذاكرة ذات مكانة مركزيّة بالنسبة لكثير من النواحي الإيجابية للخبرة الإنسانية، فإنه يصحّ القول أيضاً إن معظم المشكلات النفسيّة والانفعاليّة تنجم ولو جزئيّاً عن الخبرة المرمّزة (المسجّلة برموز) في الذاكرة تمّ تعلّم هذه المشكلات غالباً كاستجابة لخبرات الحياة المبكرة والتي نجم عنها طرائق معتادة في التعامل مع العالم. وزيادة على ما سبق الحقيقة أنه طالما أن المداخلة العلاجيّة النفسيّة ناجحة في علاج الاضطرابات النفسيّة، فهذا يفترض نجاحاً في إحداث خبرات تسمح للأشخاص بتعلّم جديد.

فقدان الذاكرة يؤدّي إلى ضياع الذات، وضياع تاريخ حياة الفرد، وفقدان التفاعلات المستمرّة مع بقيّة البشر. تنتاب اضطرابات التعلّم ومشكلات التذكّر كلاً من الطفل الرضيع الذي في طور النموّ وكذلك الكبير الراشد.

إنّ التخلّف العقلي (متلازمة داون)، اضطراب القراءة والضعف الطبيعي الذي يصيب الذاكرة مع التقدّم في العمر والتدهور الذي يسبّبه مرض الزايمر ومرض هنتينغتون ما هي إلاّ أمثلة على عدد كبير من الأمراض التي تصيب الذاكرة.

لقد كان تحليل كيف يحدث التعلم وكيف يتم تخزين الذكريات

مسألتان مركزيّتان لثلاثة أنواع من الحقول الفكريّة والعلميّة، الأول الفلسفة وبعد ذلك علم النفس وفي الوقت الحاضر علم الحياة. لقد كانت دراسة الذاكرة حتى نهاية القرن التاسع عشر حكراً على حقل الفلسفة. ومهما كان الأمر فقد انتقل التركيز في اكتساب المعرفة في القرن العشرين إلى الدراسات التجريبية في علم النفس أوّلاً ثم في علم الحياة مؤخّراً ومع دخولنا في الألفيَّة الثالثة بدأت الأسئلة التي وضعها كل من علم النفس وعلم الحياة بالتلاقي على أرض واحدة. فمن وجهة نظر علم النفس هذه الأسئلة هي كالتالي: كيف تعمل الذاكرة؟ وهل هناك أنواع مختلفة من الذاكرة؟ وإذا كان الأمر كذلك فما هو المنطق الذي يستخدمه كل نوع؟ وأما من وجهة نظر علم الحياة فالأسئلة هي كالشكل الآتي: في أيّ مكان في الدماغ يحصل التعلُّم؟ وفي أي مكان منه يتمّ تخزين ما قد تعلّمناه بما يسمّى بالذاكرة؟ وهل يمكن تحليل مستودع الذاكرة على مستوى الخلايا العصبية عند الفرد؟ وإذا تحقّق ذلك، ما هي طبيعة الجزيئات التي تقف خلف العمليّات المتنوّعة في مستودع الذاكرة؟

ليس في مقدور علم النفس بمفرده أو علم الحياة بمفرده أن يجيبا عن هذه الأسئلة بشكل مقنع، ولكن إذا شكّل كلّ من هذين العلمين قوّة موحّدة عندئذ يمكنهما أن يقدّما صورة صحيحة ومثيرة عن كيفيَّة قيام الدماغ بعمليتي التعلّم والتذكّر. لقد حدّد كل من علماء النفس وعلماء الحياة البرنامج المشترك للبحث، متمحوراً حول نوعين من الأسئلة المتقاطعة:

1 ـ كيف تنتظم أشكال الذاكرة المتنوّعة في الدماغ؟

2 ـ كيف يتحقّق مستودع الذاكرة؟

غايتنا في هذا الكتاب هي أن نجيب عن هذه الأسئلة. لقد أدّى التقاء علم النفس مع علم الحياة إلى تركيبة جديدة للمعرفة عن التعلّم والتذكّر. نعلم الآن أن هناك أشكالاً كثيرة للذاكرة وأنَّ هناك بنى دماغيَّة مختلفة تنفذ أعمالاً معينة وأن الذاكرة موضوعة داخل الخلايا العصبية للإنسان على شكل

رموز معتمدة على قوّة الاتصالات في ما بينها. كما نعلم أيضاً أن هذه التغيّرات هي مستقرّة بفعل عمل المورثات في الخلايا العصبية، كما نعلم شيئاً ما عن كيفية تغير الجزيئات داخل الخلايا العصبيّة لقوّة الاتصال بين الخلايا العصبية. تَعِدُ الذاكرة أن تكون أولى القدرات العقليّة لأن تكون مفهومة بلغة تمدّ جسراً من الجزيئات إلى العقل أي من الجزيئات إلى الخلايا ثم إلى أنظمة الدماغ والسلوك. يمكن أن يؤدي هذا الفهم المنظور، بدوره، إلى بصائر جديدة حول أسباب وكيفية علاج اضطراب الذاكرة.

الذاكرة كعملية نفسيّة (بوصفها عملية نفسية)

منذ الإعلان الأوّل لسقراط بأن المعرفة سابقة على الوجود عند الإنسان وهي معرفة عن العالم مولودة مع الإنسان، جابهت الفلسفة الغربية الكثير من الأسئلة ذات الصلة بهذا الموضوع: كيف نتعلّم معلومات جديدة عن العالم، وكيف يتمّ تخزين هذه المعلومات في الذاكرة؟ وما هي الجوانب الفطرية للمعرفة في العقل، وإلى أيّ حدّ يمكن للخبرة أن تؤثر على التنظيم الفطري فيه؟ استخدم الفلاسفة بداية ثلاث طرائق رئيسية وكانوا جميعاً غير تجريبية من أجل دراسة الذاكرة والعمليات العقليّة الأخرى: الاستبطان الشعوري، والتحليل المنطقي، والجدل. المشكلة هي أنه لم تَقُدْ هذه الطرائق إلى اتفاق على حقائق أو بناء إجماع على وجهة نظر مشتركة. بدأ نجاح العلم التجريبي قبيل منتصف القرن التاسع عشر، في حل المشكلات في الفيزياء والكيمياء، يستقطب طلاب علم السلوك والعقل. وكنتيجة لذلك أخذت الدراسات المخبرية تحلّ تدريجيّاً محل الاكتشاف الفلسفي للعمليات العقليّة، وبدأ علم النفس بالانبعاث كعلم مستقل ومنفصل عن الفلسفة. وفي بادئ الأمر، ركّز علماء النفس التجريبيّون في دراساتهم على الإدراك الحسّي لكنهم ما لبثوا أن تحوّلوا تدريجيّاً إلى منحى وظائف العقل الأكثر تعقيداً وحاولوا أن يقدموا الظواهر العقليّة للتحليل التجريبي والكمّي. وكان الرائد في هذه الجهود هيرمان إبنغهاوس، عالم النفس الألماني، الذي نجح في سنة 1880 في

هيرمان ابنغهاوس (1850 ـ 1909) عالم نفس ألماني قدم طرائق تجريبية لعلم النفس وكان أول من افتتح مختبراً لدراسة التعلم والذاكرة

إحضار دراسة الذاكرة إلى المخبر. وحتى يدرس الذاكرة على نحو موضوعي وكمّي أراد إبنغهاوس أن يستخدم بنود اختبار متجانس ومعير بحيث يستطيع أن يطلب من أفراد التجربة أن يتذكّروها ولهذا الغرض ابتدع نموذجاً جديداً من المقاطع اللفظيّة التي تتكوّن من حرف صوتي يتوسّط حرفين ساكنين من مثل: BIK أو REN. وبنى من هذه المقاطع ما يقارب 2300 مقطع، ثم كتبها على قطع منفردة من الورق، وخلط بين هذه الأوراق جميعاً ثم أخذ يسحب هذه القطع الورقيّة بشكل عشوائي ليؤلّف منها قوائم تستخدم في تجاربه على التعلّم. طبق هذه التجربة على نفسه وقام بتعلم هذه القوائم من المقاطع اللفظية وبعد ذلك اختبر قدرته على استدعاء ما تعلمه خلال فواصل زمنيّة مختلفة. كما قام بقياس عدد التكرارات المطلوبة والزمن الذي يحتاج إليه لإعادة تعلم كل قائمة.

بهذه الطريقة استطاع ابنغهاوس أن يكتشف مبدأين من مبادئ تخزين الذاكرة واللذين اعتبرا فتحاً هاماً في هذا الميدان. المبدأ الأوّل: هو أن للذكريات آماد حياة مختلفة، بعض الذكريات حياتها قصيرة ويتم الاحتفاظ

بها لدقائق معدودة والبعض الآخر تعيش حياة طويلة وتستمرّ لأيّام وأشهر.

المبدأ الثاني: أظهر ابنغهاوس أن التكرار يجعل الذكريات تدوم لمدة أطول. والممارسة هي التي تجعل التعلّم تامّاً. ويمكن في إحدى جلسات الممارسة أن يتمّ تذكّر قائمة من المقاطع لبعض الدقائق فقط، ولكن عند ممارسة التكرار بشكل كاف يمكن عندئذ لهذه القائمة أن تدوم في الذاكرة لأيّام وأسابيع. وبعد سنوات قليلة، اقترح عالما النفس الألمانيان جورج موللر وألفونز بلزيكر أن الذاكرة التي تدوم لأيّام وأسابيع تزداد قوّة مع الوقت، فالذاكرة التي تتقوّى بفعل الوقت هي ذاكرة نشيطة ومقاومة للتشويش. في المراحل الأولى تكون الذاكرة عرضة للتوقّف إذا حصلت على سبيل المثال محاولة لتعلم مادة أخرى مشابهة.

أدخل الفيلسوف الأمريكي ويليام جيمس، فيما بعد، إضافات على هذه الاكتشافات بأن ميّز بشكل دقيق وكمّي بين الذاكرة الطويلة الأمد والذاكرة قصيرة الأمد. وأكّد أنّ الذاكرة قصيرة الأمد تدوم من ثوان إلى دقائق وما هي إلاّ امتداد للحظة الراهنة تماماً مثل حينما يبحث الفرد عن رقم هاتف ويحتفظ به للحظة. وبالمقابل فإن باستطاعة الذاكرة طويلة الأمد أن تدوم لأسابيع وأشهر وحتى لمدى الحياة وتتم العودة إليها عن طريق الغوص في أعماق الماضي. لقد أثبت هذا الفصل بين نوعي الذاكرة أنه جوهري بالنسبة لفهم الذاكرة.

وفي مثل ذلك الوقت الذي قدّم كل من ابنغهاوس وجيمس أعمالهما التقليدية نشر سيرجي كورساكوف الطبيب النفسي الروسي أول وصف لاضطراب الذاكرة والذي حمل اسمه فيما بعد (متلازمة كورساكوف) يعتبر هذا الاضطراب المثال الأكثر دراسة والأكثر شيوعاً عن اضطراب فقدان الذاكرة البشرية. وحتى قبل زمان كورساكوف كانت هناك قناعة بأن دراسة الذاكرة المضطربة يمكن أن تقدم تبصرة ببنية وتنظيم الذاكرة الطبيعية. كما هو الحال في المجالات الأخرى من علم الحياة حيث ساعد التحليل المرضي على بيان الوظيفية الطبيعية. وهكذا الأمر بالنسبة للذاكرة. فقد

اتضح أن الدراسات المفصّلة لاضطرابات الذاكرة يمكن أن تزوّد بقدر هائل من المعلومات القيمة. وعلى سبيل المثال أظهرت دراسة فقدان الذاكرة أن هناك أنواعاً متعددة من الذاكرة وهو الموضوع الذي سيتم التطرّق إليه كثيراً في هذا الكتاب.

الثورة السلوكية

في منتصف القرن التاسع عشر، اقترح تشارلز دارون أن هناك استمرارية للخصائص العقليّة عبر الأنواع الحيّة بنفس الطريقة التي تنتقل بها الصفات الشكليّة عند هذه الأنواع. فالأطراف، على سبيل المثال، قد تمّ بناؤها على نموذج عام واحد مروراً بالثدييات، والطيور، والزواحف تماماً كما هو الحال في الطرف الأمامي للسحلية وكذلك في جناح الخفاش وذراع الإنسان تحتوي جميعها على نفس العظام والتناسق النسبي للأجزاء. وإذا كان البشر مشابهين للحيوانات الأخرى على هذا النحو الهام فبإمكاننا أن نتعرّف على حياتنا العقليّة عن طريق دراسة الحيوانات. في مستهلّ القرن العشرين، وبعد نجاح دراسة ابنغهاوس عن الذاكرة البشرية والإعجاب بفكرة دارون أن القدرات العقليّة البشريّة قد تطوّرت عن قدرات الحيوانات الأكثر بساطة من الإنسان، وما قام به كل من إيڤان بافلوف عالم الفيزيولوجيا الروسي وإدوارد ثورندايك عالم النفس الأمريكي من تطوير النماذج الحيوانيّة في دراسة التعلّم. عمل كل واحد منهما بمعزل عن الآخر واكتشف كل واحد منهما طريقة تجريبية مختلفة عن طريقة الآخر في تعديل السلوك: اكتشف بافلوف الإشراط التقليدي بينما اكتشف ثورندايك الإشراط الإجرائي أو الوسيلي (والذي عُرف عنه بشكله المألوف باسم التعلم بالمحاولة والخطأ). قدمت هاتان الطريقتان التجريبيتان الأساس للدراسة العلمية للتعلّم والتذكّر عند الحيوان، ففي الإشراط التقليدي، يتعلّم الحيوان أن يقرن بين حادثين، ولعلهما كانا صوت الجرس وتقديم الطعام، ولذلك يقوم الحيوان بإفراز اللّعاب كلّما رنّ الجرس حتى في حالة غياب الطعام. لقد تعلّم الحيوان أن صوت الجرس ينبئ بقدوم

الطعام. أمّا في الإشراط الوسيلي، يتعلّم الحيوان أن يقيم اقتراناً أو صلة بين الاستجابة الصحيحة والثواب، أو بين الاستجابة الخاطئة والعقاب الذي يتبع الاستجابة وبهذه الطريقة يحدّد سلوكه تدريجيّاً.

إنَّ علم النفس الموضوعي هذا، القائم على التعلم في المختبرات قد تطوّر إلى تقليد خبري يدعى السلوكية والتي غيّرت الكيفية التي يتم فيها إجراء دراسة على الذاكرة. لقد أكد السلوكيّون بقيادة جان ب. واطسون الأمريكي على أنه من الممكن دراسة السلوك بنفس الدقّة التي تتمّ فيها الدراسات في العلوم الطبيعية وعلى علماء النفس أن يركّزوا فقط وحصراً على ما يمكنهم ملاحظته. كما يمكنهم أن يحدّدوا المثيرات ويقيسوا الاستجابات السلوكيّة، إلاّ أنه بهذه النظرة من غير الممكن اكتشاف طبيعة الخبرة الفردية وطبيعة الأحداث العقليّة على نحو عملي. في إطار هذا التقليد قدمت دراسة الإشراط التقليدي والإشراط الوسيلي معلومات غنيّة ومفيدة:

المبادئ المقنّنة عن الكيفية التي يشكل بها الحيوانات الصلة بين المثيرات، وفكرة التعزيز (أو المكافأة) كمفتاح لفهم التعلّم، ووصف الكيفية التي تتقرّر بها نسبة التعلم من خلال جداول تعزيز مختلفة.

رغم النشاط العلمي للنظرية السلوكية إلاّ أنه ثبت أنها محدودة في رؤيتها ومحدودة في طريقتها وفي محاولتها لتقليد العلوم الطبيعية ولدراسة المثيرات والاستجابات الملاحظة فقط، فقد السلوكيّون قدرتهم على رؤية أسئلة هامة ومثيرة حول العمليات العقلية. وعلى سبيل التحديد، فقد تجاهلوا إلى حدّ كبير الأدلّة من علم نفس الكشتالت ومن علم الأعصاب، ومن التحليل النفسي، وحتى من الحس العامّ اليومي، الذين أشاروا جميعاً إلى أهمية الجهاز النفسي الذي يتدخل بين المثير من ناحية، والاستجابة من ناحية أخرى.

عرّف السلوكيون في الأساس مجمل الحياة النفسية وفقاً للتقنيات المحدودة التي استخدموها في دراستهم. كما حدّدوا مجال علم النفس

التجريبي إلى مجموعة محدودة من المشكلات وحذفوا من الدراسة بعضاً من الخصائص الأكثر أهمية من الحياة النفسية كالعمليات الاستعرافية (المعرفية) التي تحدث حينما نتعلم ونتذكر. تشتمل هذه العمليات العقلية في الدماغ على الإدراك والانتباه والحافزية والفعل والتخطيط والتفكير بالإضافة إلى التعلم والتذكّر.

الثورة المعرفيّة (الاستعرافيّة)

كانت السلوكيّة التقليد النفسي المهيمن في دراسة التعلّم والتذكّر في بداية القرن العشرين. وبوجه خاص في الولايات المتحدة. ومع ذلك كان هناك بعض من الخروج المعتبر على السلوكيّة في شكلها الأصلي وهم الباحثون الذين رأوا أن العمليات العقلية تحتل مكان الصدارة وكان من أهم دعاة إعطاء الدور الأكبر للاتجاه المعرفي من الاتجاه السلوكي هو عالم النفس البريطاني فريدريك سي. بارليت. في النصف الأوّل من القرن العشرين، درس بارليت الذاكرة في أجواء طبيعية بحيث إنه طلب من الأشخاص تعلم موادَّ مطروقة في كل يوم من مثل القصص والصور. أظهر بارليت من خلال هذه الطرائق الطبيعية أن الذاكرة هشَّة وقابلة للتشوّه بشكل مدهش. واقترح أن عملية استعادة محفوظات الذاكرة نادراً ما تكون صحيحة تماماً. وليست عملية الاستعادة مجرّد إعادة تشغيل حرفي لمعلومات مختزنة على نحو سلبي منتظرة أن يتم إثارتها، وإنّما هي عمليّة خلاّقة وبنّاءة وهذا ما تقوله كلماته شخصيّاً:

«ليس التذكّر هو مجرد عمليّة استثارة المسارات المفكّكة وغير الحيَّة والتي لا تُعد ولا تحصى وإنما هو عملية إعادة بناء تخيليّة أو بناء أقيم على العلاقة بين الموقف تجاه التجمّع الفعّال الموحد لردود الأفعال أو الخبرة الماضية المنتظمة وتجاه قليل من التفاصيل الهامَّة والتي تبدو على شكل تصوّر أو بناء لغوي».

فريدريك سي. بارليت (1886 ـ 1969) عالم النفس البريطاني وأحد المؤسسين لعلم النفس المعرفي. أضاف بارليت بعداً طبيعيًا للطرائق المضبوطة بشكل صارم التي استخدمها ابنغهاوس في دراسة الذاكرة.

قبيل أعوام الستينات لم يكن هناك مشاركة لبارليت، وأصبح صنيعة أفق السلوكيّة واضحاً لكثير من علماء النفس، لقد توصلوا إلى فكرة أن الإدراك والتذكر لا يعتمدان فقط على المعلومات في البيئة ولكنهما يعتمدان أيضاً على البيئة العقلية للمدرك أو المتذكّر. أدّت هذه الأفكار إلى ولادة في علم النفس المعرفي. وكانت المهمّة العلميّة الهامّة هي تحليل ليس فقط المثيرات والاستجابات التي تحدثها وإنما العمليات التي تتدخّل بين المثير والسلوك وهذه هي المنطقة التي تجاهلها السلوكيون تماماً.

وفي التحوّل إلى دراسة العمليّات العقليّة، حاول علماء النفس المعرفيّون أن يقتفوا أثر المعلومات الآتية من العين والأذن والأعضاء الحسيّة الأخرى إلى ما يمثّلها في الدماغ لتستخدم أخيراً في الذاكرة والفعل. يعتقد أن هذا التمثيل الداخلي سيأخذ شكل نمط شخصي من النشاط مع جماعات معيّنة من الخلايا المتصلة في الدماغ وعليه، فإننا حينما ننظر إلى مشهد ما، فإن علماء النفس المعرفيّون يؤكّدون على وجود نشاط نمطي في الدماغ الذي يمثل ذلك المشهد.

وبالرغم من ذلك لم يمرّ هذا التأكيد الجديد على التمثيل الداخلي

للمعلومات من غير مشكلات خاصة به. وبالرغم من ضيق أفق السلوكية إلاّ أنها كانت على حق في إصرارها على أن التمثيلات الداخليَّة لا تقبل الخضوع بسرعة إلى التحليل الموضوعي. وفي الحقيقة كان لا بد لاهتمام علماء النفس بالمعرفية أن يصطدم مع الواقع القاسي الذي مفاده أن التمثيلات الداخليَّة للعمليات العقليَّة هي بناءات نظرية واضحة لا يمكن التعامل معها تجريبياً. تقدم قياسات زمن ردود الأفعال على سبيل المثال تبصرة عن النظام الذي تنفذ فيه هذه العمليات العقلية الافتراضية. وعلى أية حال، تختبر هذه التقنيات العمليات العقلية بشكل غير مباشر، وعليه لا تستطيع أن تبين كيف ينبغي تعريف هذه العملية أو ماذا تكون تماماً. وكان لا بد لعلماء النفس المعرفيّون حتى ينجحوا أن يضموا صفوفهم إلى صفوف علم الحياة ويفتحوا الصندوق الأسود ويكتشفوا الدماغ الذي طال تجاهله من قبل السلوكيين.

الثورة البيولوجيّة (ثورة علم الحياة)

من حسن الطالع حصل تزامن بين ظهور علم النفس المعرفي في الستينات من هذا القرن وبين ثورة علم الحياة التي جعلت اهتمامات علم الحياة على علاقة وثيقة مع علم النفس المعرفي. احتوت هذه الثورة على مكونين رئيسيين: المكون الجزيئي ومكون الأنظمة، كلا هذان المكونان جاء ليلعب دوراً رئيساً في فهم الذاكرة. ترجع أصول المكون الجزيئي للثورة البيولوجية إلى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين متزامناً مع أعمال غريغور ماندل ووليام باترسون. وتوماس هنت مورغان. أظهر هؤلاء الثلاثة أن المعلومات الوراثية تنتقل من الآباء إلى الأبناء بواسطة وحدات بيولوجية متميّزة، ندعوها اليوم باسم المورثات، وتتخذ كلّ مورثة موضعاً معيناً على بنية ذات شكل شريطي داخل نواة الخليَّة تدعى الصبغيّات. وفي عام 1953 اكتشف جيمس واطس وفرانسيس كريك مكونات بنية الـ DNA (دي، إن، إيه)، وهي جزيء ثنائي الشريط الذي يحتوي على الصبغيات وعلى المورثات التي تخص كل المتعضيات الحيَّة. قاد هذا الاكتشاف كريك إلى صياغة «المبدأ المركزي» في علم الحياة الجزيئي والتي مفادها احتواء

شرائط الـ دي، إن، إيه D, N, A من المورثات على شيفرة (هي الشيفرة الوراثيّة) التي تنتقل إلى جزيء وسيط ورسول يدعى بالـ آر، إن، إيه R, N, A والذي بدوره يترجم إلى بروتين.

في أواخر السبعينات من القرن العشرين أصبح مقدوراً قراءة سلاسل الشيفرة الوراثية بسرعة ومعرفة هوية البروتين الذي سينتجه المورث. وقد تبين أن شرائط معينة من الـ دي، إن، إيه المتطابقة تحتوي على شيفرات خاصة بمناطق أو مجالات من البروتينات ذات خصائص مميّزة ويمكن التعرف عليها. وعلى الرغم من أنه ثبت أن هذه المناطق هي مشتركة بين البروتينات المختلفة فهي أيضاً تشارك في نفس الوظيفة البيولوجية. وبالنظر إلى السلسلة المشفّرة في الجين المورث من الممكن الاستدلال على الجوانب الوظيفية للبروتين الذي أعطى شيفرة خاصة به، وعن طريق مجرد المقارنة بين هذه السلاسل، يستطيع الفرد أن يتعرّف على العلاقات بين البروتينات المتقابلة في السياقات المختلفة تماماً: في الخلايا المختلفة لجسم أية متعضية وحتى في خلايا المتعضيات المختلفة إلى حدّ كبير. والنتيجة التي يمكن أن يستخلصها بسرعة من ذلك هو أن هناك مخططاً عاماً عن كيفية عمل الخلايا وبخاصة عن كيفية إرسال الخلايا إشارات لبعضها البعض، وقد قدم ذلك إطار عمل لفهم الكثير عن العمليات في الحياة. كان لإطار العمل هذا الأثر الكبير على الدراسة الجزيئية للتعلم على الحيوانات اللافقاريّة من مثل حلزون البحر ابلاشيا وذبابة الفاكهة أو الندى. عند الحصول على الوقت الكافي سيمكّن إطار العمل هذا العلماء من دراسة التمثيل الداخلي للعمليات المعرفية المعقدة على المستوى الجزيئي في دماغ الثدييات.

ثانياً أو مكون الأنظمة وهو مكون الثورة البيولوجيّة الذي يهتم بتصوير ومسح عناصر الوظيفة المعرفية في مناطق معينة في الدماغ. كان هذا المكون مدفوعاً بفعل تطور الطرائق الفعالة في دراسة التمثيل الداخلي للعمليات المعرفية. ويمكن التعبير عن ذلك بشكل أكثر تحديداً إذ أمكن أنه في مقدور العلماء الآن أن يسجلوا نشاط الخلايا العصبية في الأدمغة للحيوانات وهي

نموذج وودن للدماغ البشري في بدايات القرن التاسع عشر

حالة اليقظة والسلوك وأن يستخدموا تقنيات التصوير المحوري الطبقي PET والريفن المغناطيسي الوظيفي لتصوير الدماغ البشري الحي أثناء انخراط الشخص بنشاط معرفي.

جعلت هذه التطورات مجتمعة الأمر ممكناً لدراسة ما يحدث في الدماغ حينما يدرس الأشخاص المثيرات الحسيَّة، ويهموا بفعل حركي، ويتعلموا ويتذكروا. وكما أوضحت هذه التطوّرات الكثيرة، فإنه في الإمكان دراسة علم حياة الذاكرة (بيولوجيا الذاكرة) على مستويين مختلفين، مستوى يتوجّه نحو الخلايا العصبية والجزيئات ضمن الخلايا العصبية، وآخر يستهدف البنى والدارات والسلوك في الدماغ.

ينصب اهتمام المستوى الأول على الآليات الجزيئية والخليوية لمستودع الذاكرة. بينما يهتم المستوى الآخر بالأنظمة العصبية للدماغ ذات الأهمية

بالنسبة للذاكرة. يقدم كلا الاتجاهين تصورات هامة عن الذاكرة. وإن الجمع بينهما سيقدم لنا مستوى جديد لفهم الذاكرة. سنتناول أولاً في الأقسام الكثيرة التالية ما الذي يتم تعلمه على مستوى الأنظمة العصبية.

الأنظمة العصبيّة للذاكرة: أين تختزن الذكريات؟

إن السؤال عن مكان تخزين الذكريات هو جزء من تقليد طويل لمحاولة تناول مساءلة أخرى أكثر عموميّة وهي: هل يمكن لأيّة عمليّة عقليّة أن تتوضع في منطقة معيّنة أو مزيج من عدّة مناطق في الدماغ؟

منذ بداية القرن التاسع عشر برزت هناك فكرتان متعارضتان حول توضع

كارل لاشلي (1890 ـ 1958). عالم النفس الأمريكي الذي استقصى عن موضع الذاكرة عند الجرذان بواسطة إزالة مناطق مختلفة من لحاء المخ.

oberkandl.com

الوظائف العقليّة في الدماغ. التصوّر الأول يفيد بأن الدماغ مؤلف من أجزاء ذات مواضع محدّدة وأنه يمكن لوظائف اللغة، والرؤية، وغيرها من الوظائف أن تكون متوضعة في مناطق معينة. أما التصوّر الآخر فيفيد بعدم توضع الوظائف العقليّة المختلفة في مناطق معيّنة من الدماغ ولكنها عوضاً عن ذلك هي عبارة عن خصائص شمولية تنجم عن النشاط المتكامل للدماغ كلية. لعله من المنطقي أن ينظر إلى تاريخ علم الدماغ على أنه سليل تدريجي للتصوّر الأوّل الذي مفاده بأن الدماغ مكوّن من عدّة أجزاء مختلفة، وهذه الأجزاء متخصصة بوظائف مختلفة هي (الملكات) مثل ملكة اللغة وملكة الرؤية وملكة الحركة على سبيل الذكر.

أكثر الشخصيات التي تميّزت بإجراء الحاملات الأولى لتحديد موضع الذاكرة في الدماغ هو كارل لاشلي، أستاذ علم النفس في جامعة هارفارد. ومن خلال سلسلة من التجارب المشهورة في العشرينات من القرن العشرين استطاع لاشلي أن يدرب الجرذان على الجري من خلال متاهة بسيطة، وبعد ذلك أزال مناطق مختلفة من اللحاء المخّي والذي يظهر على الغطاء السطحي للدماغ. ثم اختبر هذه الجرذان مرّة أخرى بعد مضي 20 يوماً ورأى كمية التدريب التي احتفظت بها هذه الجرذان. صاغ لاشلي، بناء على هذه التجارب قانون الفعل الكتلي والذي يفيد أنه تترابط شدّة إصابة الذاكرة في عادة المتاهة مع حجم المنطقة القشرية أو اللحائيّة المزالة وليس مع الموقع المحدَّد لهذه القشرة. وبناء على ذلك قال لاشلي:

«من المؤكّد أن عادة المتاهة بعد تشكيلها أن لا تتوضع في أي منطقة وحيدة في المخ ويعتمد مستوى أداء هذه العادة نوعاً ما على كميّة الخلايا التي لا تزال سليمة».

وفي سنة 1950، مختتماً عمله المهني، لخّص لاشلي بحثه عن مركز تخزين الذاكرة بقوله:

«هل قدمت هذه السلسلة من التجارب معلومات قيمة عن ماهية ومكان الذاكرة؟ الجواب لا . وكذلك لم تكتشف هذه التجارب شكل المباشرة الطبيعية الحقيقية لآثار الذاكرة . أشعر أحياناً حينما أراجع الأدلّة على توضيع مراكز الذاكرة أن الاستنتاج الضروري في هذا المقام هو أن التعلّم أمر مستحيل، من الصعوبة بمكان فهم آلية بمقدورها أن تستوفي الشروط التي وضعت لها ومهما يكن الأمر، وبالرغم من وجود أدلّة حدوث التعلّم، يحدث أحياناً أن لا يكون هناك تعلّم» .

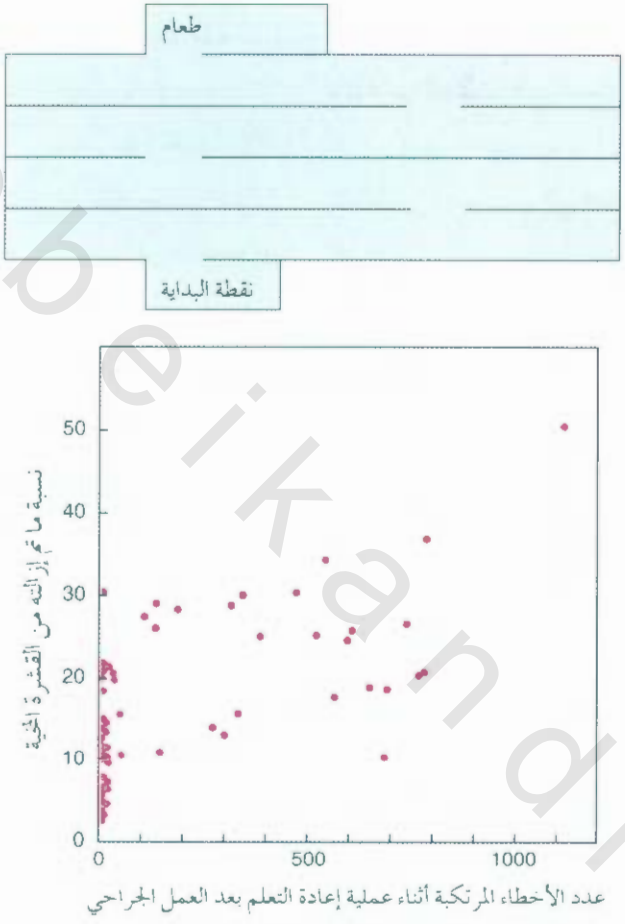
وبعد مرور سنوات كثيرة، وبعد مزيد من العمل التجريبي، كان ممكناً الوصول إلى فهم مختلف لنتائج لاشلي الشهيرة.

هذا الفهم المختلف يقوم أولاً على أنه أصبح واضحاً أن مهمة تعلم المتاهة عند لاشلي كانت غير صالحة لدراسة تموضع وظيفة الذاكرة لاعتماد هذه المهمة على كثير من القدرات الحسيَّة والحركيَّة. حينما تسبّب آفة لحائيّة بحرمان حيوانٍ ما بأحد أنواع المفاتيح (مفاتيح اللمس) فإنه لا يزال بإمكانه التذكّر على نحو حسن مستخدماً حاسَّة البصر أو حاسَّة الشمّ. بالإضافة إلى أن لاشلي قد ركّز جهوده فقط على القشرة المخيَّة وهي الطبقة الخارجيَّة للدماغ.

لم يكتشف لاشلي البنى التي تقع في الطبقات الأعمق في الدماغ تحت القشرة المخيَّة. بينما بنيت الأعمال التي أعقبت لاشلي أشكالاً كثيرة للذاكرة التي تحتاج إلى واحدة أو أكثر من هذه المناطق التحت قشريَّة. ومع ذلك استطاعت اكتشافات لاشلي أن تفصل في إلغاء احتمالات معيَّنة بسيطة. فعلى سبيل المثال، بيَّن لاشلي أن ليس هناك مركز مفرد في الدماغ فيه يتم اختزان كل الذكريات بشكل دائم.

لا بد لكثير من أجزاء الدماغ من أن تشارك في تمثيل الذاكرة.

لقد جاءت الاستجابة المبكرة لتحدي لاشلي عن موضع الذاكرة من قبل دونالد أو. هب، وهو عالم نفس في جامعة مكفيل.

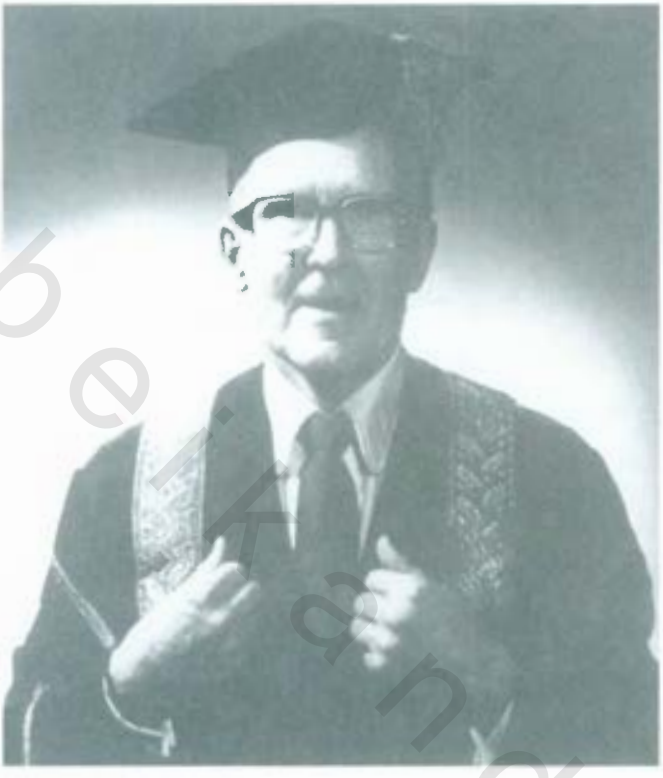


في الرسم العلوي الخطة الأرضية لمتاهة الجرذ التي استخدمت من قبل لاشلي في سعيه لاكتشاف مكان توضع الذاكرة في الدماغ. (وفي الأسفل) اكتشاف لاشلي بأنه كلما كَبُر الأذى الدماغي في الجرذ كلما زاد عدد الأخطاء المرتكبة أثناء عملية إعادة تعلّم المتاهة.

وفي سبيل شرح نتائج لاشلي التي مفادها أن العلاقات التي تم تشكّلها بواسطة التعلّم لا يمكن ظاهريّاً أن تكون متوضعة في منطقة دماغيّة مفردة، اقترح هب أن تجمّعات الخلايا الموزّعة على مناطق القشرة الدماغية، تعمل معاً لتمثيل المعلومات. وما بين هذه التجمعات هناك ما يكفي من الخلايا الواصلة بينها والتي سوف تنشط أي فص تقريباً للتأكد من أن المعلومات ما تزال ممكنة التمثيل.

لقد كانت فكرة هب عن مخزن الذاكرة المنتشر بعيدة النظر ومع تراكم الأدلّة، أتى هذا التبصّر ليظهر أنه واحد من أهم المبادئ الهامّة حول تخزين

obeikandl.com



دونالد هب (1904 ـ 1985) عالم نفس كندي وزميل وايلدر بنفيلد وبرندا ميلز، دافع هب عن فائدة فهم السلوك من خلال وظائف الدماغ وأكد أهمية شبكات العمل الموزعة في مستودع الذاكرة

المعلومات في الدماغ. ليس هناك منطقة واحدة للذاكرة، وتشارك أجزاء كثيرة من الدماغ في عملية تمثيل أيّة حادثة منفردة. الآن أدركنا، على أيّة حال، أن فكرة مستودع الذاكرة المنتشر على نطاق واسع ليست تماماً الفكرة نفسها التي تقول إن جميع مناطق الدماغ المشاركة تتدخل في عملية تخزين الذاكرة بشكل متساوٍ. والنظرة الحديثة تفيد بأن الذاكرة منتشرة على نطاق واسع من الدماغ وأن المناطق المختلفة من الدماغ تختزن جوانب مختلفة من الكل. هنالك القليل من التذبذب أو إعادة النسخ لوظيفة الذاكرة عبر هذه المناطق. هنالك وظائف متخصّصة لمناطق دماغيّة معيّنة وكما سنرى في الفصل الخامس، تساهم كل منطقة بطريقة مختلفة في اختزان جميع الذكريات.

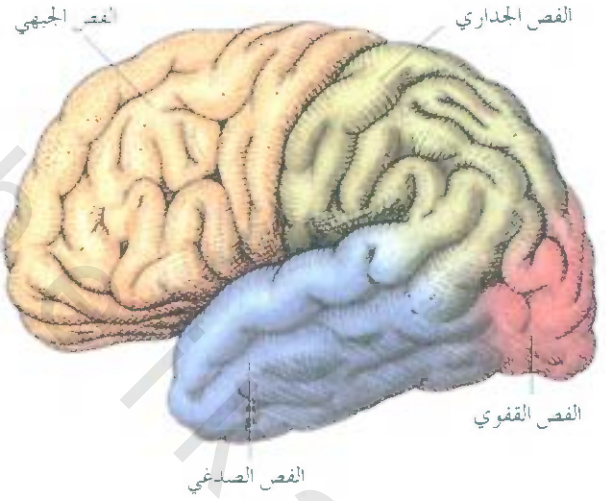
المفاتيح الأولى نحو تحديد موضع الذاكرة

تنقسم قشرة المخ إلى أربع مناطق أو فصوص رئيسية. يهتم الفص

الأمامي أو الجبهي بعمليات التخطيط والحركة الإداريَّة، كما يهتم الفص الجداري بإحساسات سطح الجسم وبالإدراك الفراغي ويهتم الفص القفوي بالبصر، كما يهتم الفص الصدغي بالسمع والإدراك البصري وكما سنرى بالذاكرة.

جاء الاقتراح الأول الذي مفاده أن جوانب الذاكرة مختزنة في الفص الصدغي في دماغ الإنسان عام 1938 من عمل جراح عصبي مبدع هو وايلدر بنفيلد. لقد كان هذا الجرّاح رائداً في العلاج الجراحي العصبي للصرع البؤري وذلك أثناء عمله في المعهد العصبي لمونتريال. ينجم عن هذا النوع من الصرع نوبات محصورة بمناطق محدّدة في القشرة الدماغية. طوّر بنفيلد تقنية، ما زالت تستخدم حتى الآن، لإزالة النسيج الدماغي الخاص بمنطقة الصرع مع تخفيف تضرر الوظائف العقلية للمريض. طبّق على مرضاه أثناء العمل الجراحي إشارة كهربائيَّة ضعيفة لعدّة مناطق مختلفة من قشرتهم الدماغيَّة وحدّد آثارها على القدرة على الكلام وفهم اللغة. وبما أن الدماغ لا يحتوي على مستقبلات حسيَّة للألم، حصل المرضى على تحذير موضعي وبقوا صاحين تماماً أثناء العمل الجراحي وقادرين على الإدلاء بخبراتهم. ومن خلال هذه الاستجابات استطاع بنفيلد أن يحدّد المواقع الدماغيَّة الهامّة بالنسبة للغة عند المريض وحاول بعد ذلك أن يتجنب هذه المواقع عند إزالة النسيج الدماغي الصرعي. وبهذه الطريقة، اكتشف بنفيلد معظم سطح القشرة الدماغية من خلال أكثر من 1000 مريض. كان يكتشف بين الفينة والأخرى أن المرضى يصفون مدركات وخبرات مترابطة استجابة للإثارة الكهربائيَّة التي تعرّضوا لها. فعلى سبيل المثال: عَبَّر أحدهم بقوله: بدا وكأنه صوت يقول كلمات، إلاَّ أنه كان خافتاً جدّاً لدرجة أنني لم أستطع سماعه.

وذكر مريض آخر: «أرى صورة كلب وقطّة... الكلب يطارد القطّة» تمّت إثارة هذه الاستجابات بشكل ثابت من الفصوص الصدغيَّة فقط للدماغ ولم تحصل أبداً من أيَّة منطقة أخرى، وحتى داخل الفصوص الصدغيَّة لم تحدث الإثارة الكهربائيَّة خبرات مترابطة إلاَّ نادراً بمقدار يقارب 8٪ من



يظهر هذا المنظر الجانبي للدماغ البشري الفصوص الأربعة للنصف اليساري لكرة المخ.

الحالات. ومع ذلك، تبقى هذه الدراسات مثيرة للإعجاب بما تقترحه من أن الخبرات المحدثة بفعل الاستثارة الدماغيّة هي عبارة عن إعادة إنتاج لحركة الوعي من مرحلة سابقة في حياة المريض.

على أية حال. واجهت هذه النظرة سؤالاً خطيراً، وهو أولاً: جميع المرضى كانت أدمغتهم غير طبيعية بسبب إصابتهم بمرض الصرع وفي 40٪ من الحالات كانت الخبرات العقلية المستحدثة بواسطة الاستثارة مطابقة للخبرات الفعلية التي تصاحب بشكل عادي نوبات الصرع عند المرضى. وزيادة على ذلك احتوت الخبرات العقلية على عناصر الخيال ومواقف غير ممكنة الحدوث، وبدت وكأنها أحلام أكثر منها ذكريات وإضافة إلى ذلك فإن إزالة النسيج الدماغي تحت تأثير القطب الكهربائي لم يمحُ ذاكرة الخبرة المستحدثة.

قصة المريض إتش. أم المصاب بفقدان الذاكرة:

بتأثير أعمال بنفليد، حصل جرّاح عصبي آخر اسمه وليام سكوفيل

برندا ميلز عالمة النفس الكندية التي درست إتش. أم واكتشفت دور الفص الصدغي الوسطي في الذاكرة البشريّة.

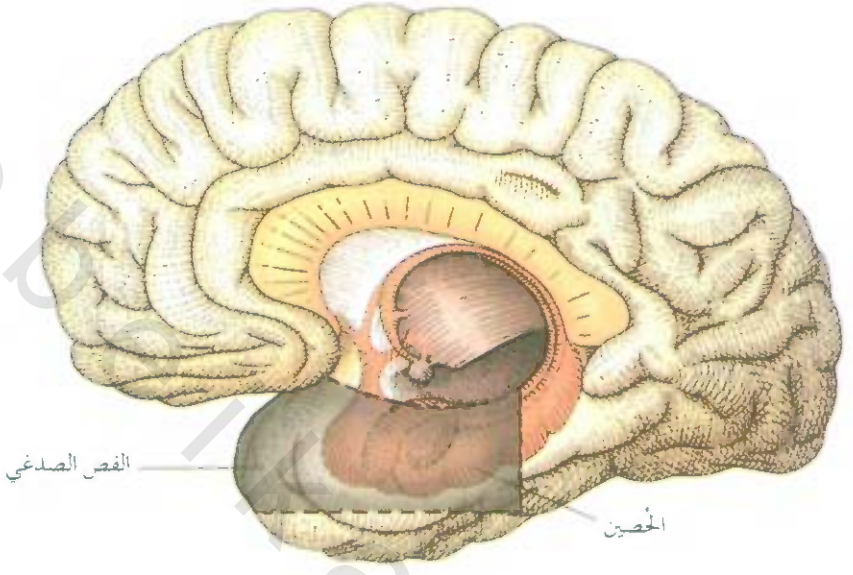
بسرعة على أدلّة مباشرة بأن الفصوص الصدغية ذات أهمية حاسمة بالنسبة للذاكرة البشرية. وفي سنة 1957، صرّح كل من سكوفيل وبرندا ميلز عالم النفس في جامعة ماك غييل وزميل بنفيلد، بقصة فوق العادة عن مريض اسمه إتش. أم.

حينما كان في عمر التاسعة تعرّض السيد إتش. إلى صدمة درّاجة أوقعته أرضاً أصيب على أثرها بأذى في الرأس أدى في النهاية إلى مرض الصرع. زادت نوبات الصرع عند إتش. أم سوءاً عبر الأعوام لدرجة أصبح معها يتعرض إلى 10 غيبوبات ونوبة صرع رئيسية كل أسبوع. وحينما اقترب من عمر 27 عاماً أصبح عاجزاً تماماً. ولما كان الاعتقاد بأن سبب حالة الصرع عند المريض إتش. أم هو داخل الفص الصدغي للدماغ قرّر سكوفيل، كآخر إجراء يلجأ إليه، أن يزيل السطح الداخلي للفص الصدغي من كلا جانبي الدماغ، بما في ذلك بنية اسمها الحُصين، في محاولة لعلاج الصرع ولم يفد هذا العلاج التجريبي في التخلّص من مشكلة الصرع، لكنه

ترك إتش، أم بحالة فقدان ذاكرة مدمّرة التي لم يُشفَ منها أبداً. ومنذ وقت تلك العملية سنة 1953 وحتى هذا اليوم لم يعد المريض إتش. أم قادراً على تحويل أية ذاكرة قصيرة الأجل جديدة إلى ذاكرة طويلة الأجل دائمة.

اكتشفت برندا ميلز هذا العجز في الذاكرة ووصفته بنشرة أصبحت الأكثر اقتباساً في ميدان بحوث الدماغ والسلوك. واستمرّت تتابع بحث حالة إتش. أم خلال الأعوام الأربعين المنصرمة. وكان الجانب الأكثر مأسوية في إصابته منذ البداية أنه بدأ ينسى الأحداث مباشرة حالما وقوعها. كلّما دخلت عليه برندا الغرفة لتحييه أخفق في التعرّف عليها. وحتى الآن إذا مضت فترة أقل من ساعة على تناول الطعام لا يستطيع أن يتذكّر أيّ شيء عن هذا الطعام أو حتى تذكّر حقيقة تناوله وجبة الطعام. ومع مرور السنين، أصبح غير قادر على التعرف على ذاته في الصورة لأنه لا يملك ذاكرة تتعلق بتميّز مظهره. ومع ذلك بإمكانه أن يحتفظ بمعلومات جديدة طالما بقي انتباهه منصبّاً عليها. تثير الأضرار الحاصلة في ذاكرة إتش. أم الاهتمام فإذا نظرت إلى رد فعله تجاه مهمة تذكر العدد «584» على يساره، تجده قادراً على الاحتفاظ بهذه المعلومات لعدة دقائق بواسطة تمرّنه على برامج تقوية الذاكرة وإمساكه بالمعلومات في عقله بشكل مستمر. ويشرح المريض إتش. أم كيف فعل ذلك: «إنه سهل، عليك أن تتذكر فقط الرقم 8. وكما ترى مجموع الأرقام 5، و8، و4 يساوي 17. تذكر الرقم 8، اطرحه من الرقم 17، فيبقى 9، قسّم الرقم إلى النصف وتحصل على الرّقمين 5 و4 وبهذا تحصل على العدد 584. سهل أليس كذلك؟.

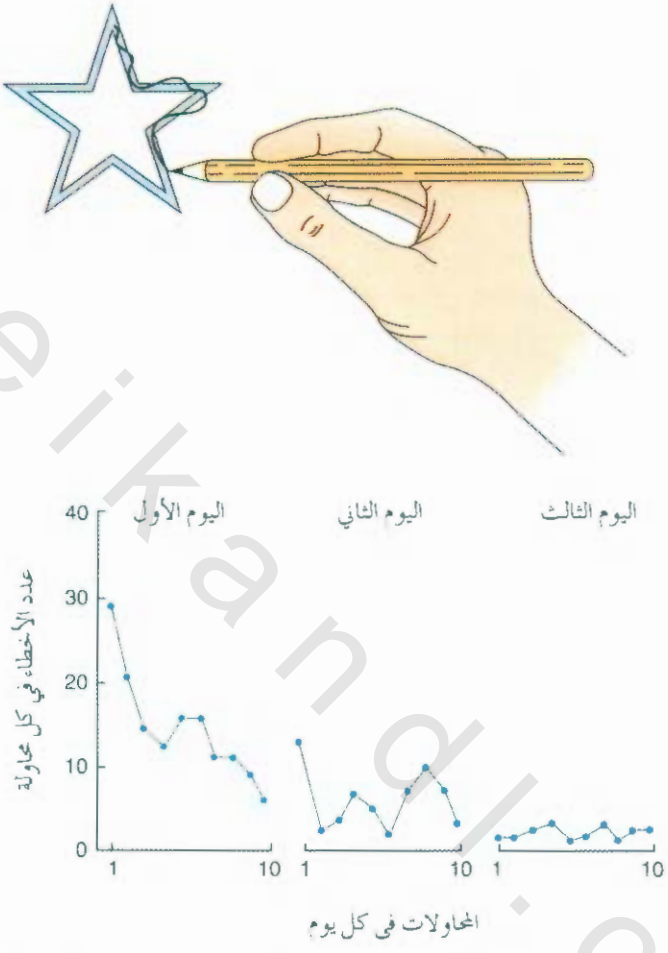
وبالرغم من ذلك، فإنه بعد دقيقة أو دقيقتين فقط، وبعد أن يلتفت انتباهه إلى مهمّة أخرى، لا يستطيع تذكّر الرقم أو أي سلسلة من سلاسل أفكاره عن العدد. وحينما طلب من إتش. أم أن يحاول تذكر زوج من الكلمات هو: المسمار والسلطة بواسطة تشكيل تصوّر بصري يجمع بين هاتين الكلمتين: وصف في شيء من التفصيل كيف حصل على صورة عقلية لمسمار لاصق بالسلطة وحاول أن يقرر ما إذا كان رأس المسمار إلى فوق أو



الحُصين والبنى المجاورة للفص الصدغي الأوسط اللذين أصيبا بالضرر في كلا الجانبين (أي في كلا نصفي الكرة المخيّة للدماغ) عند المريض بفقدان الذاكرة إتش. أم (المبيّنة بالمنطقة المظللة)

إلى تحت. وذكر أيضاً أنه كان متأكداً من أن المسمار كان كبيراً بشكل كاف على نحو يستطيع أن يراه دون أن يأكله بطريق الخطأ. وبعد بضع دقائق، نسي المسمار والسلطة والتصور الذي بناه عنهما.

بناء على الدراسات التي أجرتها برندا ميلز على إتش. أم استخلصت أربعة مبادئ هامّة. الأوّل: إن القدرة على اكتساب ذكريات جديدة هي وظيفة مخيّة متميّزة، متوضعة في الجزء الأوسط من الفصوص الصدغية في الدماغ، ومنفصلة عن القدرات المعرفيّة والإدراكيّة الأخرى. وهكذا نجد أن الدماغ قد فصل إلى حد ما وظائفه الفكرية والإدراكيّة عن مدى استطاعته في إلقاء السجلات في الذاكرة التي نجمت بشكل طبيعي عن الانخراط بأعمال فكريّة وإدراكيّة. ثانياً: لا تحتاج الذاكرة القريبة أو المباشرة إلى الفصوص الصدغية الوسطى. يمتلك إتش. أم ذاكرة قريبة جيّدة تماماً ويستطيع أن يحتفظ برقم أو تصوّر بصري لفترة قصيرة بعد عملية التعلم. كما يستطيع أن



تعلم المريض إتش. أم. أن يمرّ بنجاح بين الخطين الخارجيين في النجمة بينما هو يشاهد يده في المرآة. لقد أظهر تحسّناً من يوم إلى يوم في هذه المهمة التي تتطلّب مهارة حركيّة، ومع ذلك لم يستطع في كل يوم أن يستدعي ما قد أنجز من قبل.

يستمر في محادثة طبيعية شريطة أن لا تدوم طويلاً جداً وأن لا تختلط بمواضيع كثيرة.

ثالثاً: لا يمكن للفص الصدغي الأوسط والحصين أن يشكّلا مركزي التخزين النهائيين بالنسبة للذاكرة بعيدة الأجل التي حصلت بفعل اكتساب

obeikandl.com

معرفة سابقة. يستطيع المريض إتش. أم. تذكّر أحداث كثيرة عن طفولته بقوة. لدينا الآن مبرّر للاعتقاد بأن المعرفة التي تم اكتسابها مسبقاً يتم اختزانها في قشرة المخ، بما في ذلك الفص الصدغي الجانبي، في هذه المناطق التي تتم فيها معالجة المعلومات أصلاً.

وأخيراً، قامت ميلز باكتشاف معتبر هو أنه يبدو أن هناك نوعاً من المعرفة يستطيع إتش. أم تعلمه وتذكره بشكل جيد تماماً.

وهو نوع من الذاكرة الذي لا يعتمد على الفص الصدغي الأوسط في عام 1962. كشفت ميلز عن أدلة بأن عجز إتش. أم عن تحويل المعلومات من الذاكرة قصيرة الأمد إلى مخزن الذاكرة طويلة الأمد ليس مطلقاً. وفي تجربتها الشهيرة وجدت ميلز أن باستطاعة إتش أم. أن يتعقّب الخط الخارجي للنجمة على مرآة، وأن مهارته في ذلك كانت تتحسن يوماً بعد يوم كما لو كانت التجربة مطبقة على شخص سليم. ومع ذلك ففي بداية الاختبار الذي يخضع له كل يوم، كان يدعي بأنه لم ينفذ هذه المهمة من قبل أبداً.

تقدم هذه الدراسات ثلاثة تصورات تأهيلية عن الطبيعة البيولوجية للذاكرة، الأول بيّنت ميلز أن آفات بنى الفص الصدغي الأوسط بما في ذلك الحُصين تفصل الذاكرة القريبة أو المباشرة عن الذاكرة طويلة الأمد، وهذا يؤكد على المستوى البيولوجي صحة التمييز الأساسي الذي صاغه وليام جيمس.

ثانياً: أبطلت ميلز فكرة لاشلي عن العقل الكتلي. فقد وجدت أن وجود آفات محدودة في الفصوص الصدغية الوسطى ليس له أثر على الوظائف الإدراكية والفكرية. لكنها تعطّل بشكل شديد القدرة على وضع ذكريات جديدة. وأخيراً، قدمت ميلز الدليل التجريبي الأول على وجود أكثر من نوع واحد للذاكرة.

شكلا الاختزان في الذاكرة

وجدت ميلز أن باستطاعة المريض إتش أم أن يتعلم ويحافظ على مهارة

الرسم على المرآة وهذا يمكن تفسيره بمعنى أن لتعلم المهارة الحركية بعض المكانة العصبيّة المنفصلة، وكان لا يزال معتقداً أن كل أنواع التعلم الأخرى قد تعطّلت. على أية حال لقد تبين لاحقاً أن مهارة التعلّم الحركي هي مجرّد مثال واحد على طيف واسع من قدرات التعلّم والتذكّر، التي كانت جميعها سليمة عند إتش. أم ومرضى اعتلال الذاكرة الآخرين. وزيادة على ذلك أضحى واضحاً الاختلاف بين نوع التعلم والتذكّر المفقود عند مرضى ضعف الذاكرة. والنوع الذي بقي سالماً لم ينجم ببساطة عن تأثير الإصابة الدماغية، ولكنه يمثل الفرق الأساسي في الطريقة التي يعالج ويختزن جميع الناس المعلومات عن العالم، أحد أنواع التعلم هو النوع الذي يبقى سليماً عند مرضى ضعف الذاكرة، وغالباً ما يملك خاصيّة الجودة التلقائيّة أو الذاتية عندما يستدعي المرء المعلومات، لا يشعر بأنها من الذاكرة تماماً كما لو كان يؤدي مهارة حركية متعلمة مثل التلويح بمضرب التنس غالباً ما يتراكم التعلم من خلال التكرار البطيء، والذي يُعبر عنه من خلال الأداء دونما حاجة إلى إثارة أو استدعاء الوعي لأية خبرة ماضية ولا حتى الشعور باستخدام ذاكرة الماضي. والنوع الآخر من التعلم هو ذلك النوع الذي يضيع في حالة فقد الذاكرة وهو الذي يزوّد الشعور بالمقدرة على إعادة تجميع الأحداث الماضية. وكما لاحظ عالم النفس دانييل شاكتر وآخرون، فقد قدم الفلاسفة وعلماء النفس هذا التمييز نفسه في الأصل منذ أكثر من 100 سنة على قاعدة ما يسمى بالحدس والاستبطان. كتب وليام جيمس في عمله التقليدي المنشور سنة 1890 «مبادئ علم النفس» فصولاً مستقلة عن العادة (الفعل الميكانيكي الانعكاسي) والذاكرة (التي تتضمن الشعور الواعي بالماضي). كما كتب الفيلسوف الفرنسي هنري بيرغسون سنة 1910 ما مفاده أنه باستطاعة الماضي أن يبقى على قيد الحياة إمّا لكونه عادة جسميّة أو لكونه إعادة تجميع مستقلة. وفي سنة 1924 ميّز عالم النفس وليام ماكدوغال بين ما هو تعرف ضمني وما هو تعرّف علني. أمّا التعرف الضمني فهو أكثر تلقائية وانعكاسيّة، وأما الآخر فيحتوي على تذكر واع للماضي. فيما بعد، افترض الفيلسوف البريطاني جلبرت رايلي سنة 1949 وجود نوعين من المعرفة: واحدة تهتم بمعرفة الحقائق والأحداث. وبعد بضع

سنوات، أطلق عالم النفس جيروم برونر أحد الآباء المؤسسين للثورة المعرفية على معرفة الكيفية «بالذاكرة التي ليس لها سجل» وتعكس الذاكرة التي ليس لها سجل الطريقة التي يتمّ فيها تحويل ما يتم استقباله إلى عمليَّة تغيّر في طبيعة العضويَّة، أو في مهاراتها، أو في القواعد التي تعمل وفقاً لها، ومع ذلك لا يمكن للفرد أن يصل إليها بأفضل الحالات الطبيعية أثناء استقباله لها. وفي مقابل المعرفة الأولى توجد معرفة ثانية يطلق عليها «معرفة الأشياء» الذاكرة ذات السجل وهي مخزن للمعلومات عن الأشخاص والأمكنة والأحداث في كل يوم من أيام الحياة.

وفي الحقيقة نجد أن من أهم الملامح المركزيَّة في نظريَّة فرويد في التحليل النفسي، ابتداء من نهاية القرن التاسع عشر، هو أنه باستطاعة الخبرات أن تترك مساراتها ليس فقط كذكريات واعية عادية وإنما كذكريات لا شعورية، بشكل أساسي لا يصل الوعي إلى هذه الذكريات اللاشعورية ومع ذلك تبقى لديها التأثير القوي على السلوك. على الرغم من أهمية هذه الأفكار إلاَّ أنها لم تقنع بمفردها كثيراً من العلماء. والذي دعت الحاجة إليه في هذا المقام أنه لم يكن مناظرة فلسفيَّة وإنما بحث تجريبي في كيفية اختزان الدماغ بشكل فعلي للمعلومات. لقد كان تعقّب المريض إتش. أم للنجمة في المرآة، بداية كتلة من الأعمال التجريبية التي ستؤسس واقعاً بيولوجياً لشكلين رئيسيين من أشكال الذاكرة.

في سنة 1968، وصف كل من اليزابيث وارينغتون ولورانس ويسكرانتز نوعاً من الاختبار يستطيع أن ينجزه مرضى فقدوا الذاكرة بشكل طبيعي. فعوضاً عن الطلب من المجرب عليهم أن يستدعوا أو يتعرفوا على كلمات مدروسة سابقاً، قُدم لهم بعض من أوائل حروف الكلمات كمفاتيح (مثال: Mot For MoTel) وغالباً ما يستجيب المرضى للمفاتيح عن طريق إخراج كلمات تمّت دراستها سابقاً، ومع ذلك بدوا وكأنهم ينظرون إلى الاختبار على أنه لعبة الفوازير أكثر منها مهمَّة تخصّ التذكّر.

تدعى هذه الظاهرة الآن بالسبق priming. ويشير هذا المصطلح إلى

تحسن القدرة على معالجة أو تتبع أو تحديد المثير، والتي تم اكتسابها من خلال معالجة ذلك المثير في وقت سابق.

يمكن أن نوضح السبق بشكل حسن في اختبار تسمية الصورة. يُعرض على المفحوص صورة طائرة معينة ويطلب منه تسميتها. يحتاج المفحوص أوّل مرّة مدّة قدرها 900 ميلي من الثانية (أي أقل من ثانية بقليل) ليخرج كلمة «طائرة». فيما بعد حينما تعرض الطائرة مرّة ثانية يحتاج المفحوص إلى حوالي فقط 800 ميلي ثانية. وهكذا فإن متابعة عرض واحد لصورة الطائرة، يصبح المفحوص أكثر قدرة على معالجة غرض معين. تحدث هذه المعالجة الأكثر فاعليّة أيضاً مع مرضى فقد الذاكرة الذين لا يستطيعون التعرف على الهدف كما رأوه مؤخّراً. هناك أمثلة كثيرة على قدرات التعلم والتذكّر السليمة في مرض فقد الذاكرة وتشتمل وبالإضافة إلى السبق وتعلّم المهارة الحركيّة، على تعلّم العادات، والإشراط التقليدي، وتعلّم المهارات التي ليس فيها عنصر الحركة مثل مهارات تعلم قراءة الكتابة المعكوسة بالمرآة، ومهارات أخرى كثيرة. ويبقى هناك انعدام اليقين حول كمية عدد أنظمة الذاكرة المتميزة وكيف يمكن تسميتها. ومع ذلك ظهرت نظرة تتمتع بالإجماع حول أنظمة الذاكرة الرئيسية في العقل وحول مناطق الدماغ ذات الأهمية الكبرى بالنسبة لكل نظام من أنظمة الذاكرة. إن برامج التصنيف البديلة التي ذكرت في أعلاه تستخدم مصطلحات مختلفة لنفس التمييز الأساس. فعلى سبيل المثال تُعرف كل من ذاكرة الحقائق وذاكرة المهارات بالذاكرة ذات السجل والذاكرة بلا سجل بحسب الترتيب، الذاكرة العلنية والذاكرة الضمنية، أو الذاكرة الصريحة أو غير الصريحة. وعلى سبيل التبسيط سوف نستخدم نوعاً واحداً من المصطلحات. سنشير إلى الأذى اللاحق بالحُصين والفص الصدغي الأوسط: في المريض إتش. أم، بأنه أذى أصاب الذاكرة الصريحة بينما نطلق على الأشكال الأخرى من الذاكرة التي بقيت سليمة بالذاكرة غير الصريحة. فالذاكرة الصريحة هي ذاكرة الحقائق والأفكار والأحداث، هي للمعلومات التي يمكن إحضارها إلى الاستدعاء

الواعي على شكل اقتراح لفظي أو قصور بصري. هذا هو نوع الذاكرة الذي يعنيه المرء في الحالة العامة حينما يستخدم مصطلح الذاكرة، إنها الذاكرة الواعية لتذكر اسم صديق، وتذكر أين قضينا عطلة الصيف الماضية، وتذكر محادثة الصباح، كما يمكن دراسة الذاكرة الصريحة عند الإنسان وعند الحيوان أيضاً. تنجم الذاكرة غير الصريحة أيضاً عن الخبرة لكنها تعبر عن نفسها من خلال تغير في السلوك. وليس استدعاء للخبرة وعلى خلاف الذاكرة الصريحة فإن الذاكرة غير الصريحة لاشعورية وغالباً ما تستطيع بعض القدرة على الاستدعاء على مصاحبة التعلم غير الصريح.

يمكننا أن نتعلم من مهارة حركيّة وبعدها نكون قادرين على تذكّر بعض الأشياء عنها، وربما بمقدورنا تصور أنفسنا ونحن نفعل ذلك على سبيل المثال. على أيّة حال تبدو القدرة على أداء المهارة ذاتها مستقلّة عن أيّ عملية استدعاء واع لما تعلمناه ليست تلك القدرة قدرة صريحة. كما يعتقد أن أشكالاً مختلفة من الذاكرة غير الصريحة تعتمد على مناطق مختلفة في الدماغ ذات أسماء من مثل اللوزة، والمخيخ، والجسم المخطّط، بالإضافة إلى أنظمة الإحساس والحركة الموظفة لعمل المنعكسات العصبيّة قد تكون الذاكرة غير الصريحة النوع الوحيد من الذاكرة المتوفّر لدى الحيوانات اللافقارية بسبب عدم امتلاك هذه الحيوانات بنى دماغيّة وتنظيماً دماغياً تدعم الذاكرة الصريحة. وعلى سبيل المثال لا تملك هذه الحيوانات الحُصين.

آليات عملية الاختزان في الذاكرة: كيف يتم اختزان الذكريات؟

ما الذي يتغير تماماً في الدماغ حينما نتعلم ونتذكّر؟

الذي يحصل في النهاية يعتمد على التغيرات التي تتم في عملية تبادل الإشارات بين العصبونات عند الفرد، والتي بدورها تعتمد على نشاط الجزيئات داخل العصبونات. تستخدم الذاكرة الصريحة والذاكرة غير

الصريحة أنظمة دماغية مختلفة كما تستعمل استراتيجيّات مختلفة في عملية الاختزان في الذاكرة. هل يستفيد هذان النوعان المتحركان من الذاكرة من عمليات جزيئية مختلفة للاختزان، وهل هناك تشابه بين آليات الاختزان المستخدمة؟ وكيف يظهر الاختلاف بين الاختزان قصير الأمد والاختزان طويل الأمد؟ وهل يحدثان في مواضع مختلفة من الدماغ، أو هل يمكن للعصبون ذاته أن يختزن معلومات لكل من الذاكرة قصيرة الأمد والذاكرة طويلة الأمد؟

تبدو فكرة دراسة الآليات الجزيئية في عملية اختزان الذاكرة مربكة وشبه مستحيلة. إذ يتألّف الدماغ البشري مما يقارب "10 خلايا عصبية ـ أي مائة مليار ـ وعدد الاتصالات الموجودة بين هذه الخلايا هي أضعاف مضاعفة لعدد هذه الخلايا. فكيف يمكننا أن نحدد موضع الخلايا العصبية ذات الأهمية الخاصة في عملية اختزان الذاكرة في هذا العدد الهائل للخلايا العصبية؟ لحسن الطالع إنه يمكن تبسيط مهمة تحديد الآليات الجزيئية داخل الخلايا تجريبياً. فبإمكان العلماء دراسة أشكال الاختزان في الذاكرة التي تتضمن فقط أجزاء محدودة من الجهاز العصبي الفقري من مثل الحبل الشوكي المنفصل، أو المخيخ، أو اللوزة أو الحُصين، وحتى بإمكان العلماء أكثر من ذلك دراسة الأجهزة العصبية المسؤولة عن التعلّم وعن الاختزان في الذاكرة.

مع اقتراب القرن التاسع عشر من نهايته، توصل علماء الحياة إلى معرفة مهمة هي أن الخلايا العصبية الأكثر نضجاً قد خسرت مقدرتها على الانقسام، ونتيجة لذلك فإننا لا نضيف أيّ عدد من الخلايا العصبية الجديدة إلى دماغنا خلال فترة حياتنا. أكّدت هذه الحقيقة ما توصل إليه عالم التشريح الإسباني الكبير سانتياغو رامون وأي كاجال من أنه ليس باستطاعة التعلم أن يتسبّب في نمو خلايا عصبية جديدة. بل افترض بأنه يمكن للتعلم أن يحث الخلايا العصبية الموجودة على تقوية اتصالاتها مع الخلايا العصبية الأخرى، ومن أجل أن تتواصل معهم بطريقة أكثر فعالية يمكن للخلايا العصبية من أجل اختزان الذكريات طويلة الأمد أن تنمي فروعاً أكثر مما

يؤدّي إلى تشكيل اتصالات جديدة أكثر قوّة. وحينما تضعف الذاكرة عندئذ يمكن للخلايا العصبية أن تفقد فروعها وبالتالي تضعف اتصالاتها. لنأخذ مثالاً بسيطاً على ذلك، من الممكن عند حدوث ضجة أن تنزعج قليلاً، في بادئ الأمر تقوم الضجة بتنشيط ممرّات في الدماغ متصلة بالخلايا الحركية التي تسيطر على عضلاتك. ولكن حينما تكرر هذه الضجة عدداً من الممرات ولمدة طويلة، فإن مصير هذه الاتصالات هو الاضمحلال لدرجة أنك لم تنزعج بعد الآن بسبب هذه الضجّة. كانت مقترحات رامون واي كاجال عن آليات الذاكرة مثيرة للاهتمام ومؤثرة، حالها كحال المقترحات المبكرة عن أنظمة الذاكرة المتعددة، إن مجرد الاقتراح بإمكانية وجود آلية ليس كافياً. المطلوب هو أجهزة عصبية بسيطة للدراسة وبذلك يستطيع المرء أن يفحص الاتصالات العصبية أثناء عملية التعلم عند الحيوان. فقط بهذه الطريقة يستطيع المرء أن يقرّر ما إذا كانت التغيرات في قوة الاتصالات العصبية تقف خلف اختزان الذاكرة. خلال السنوات الأربعين الماضية، طور العلماء عدداً من الأنظمة النموذجية ذات أهداف محددة هي دراسة الآليات التي يمكن أن تساهم في عملية اختزان الذاكرة وذات هدف بعيد هو تحديد الأساس الخليوي والجزيئي لذلك.

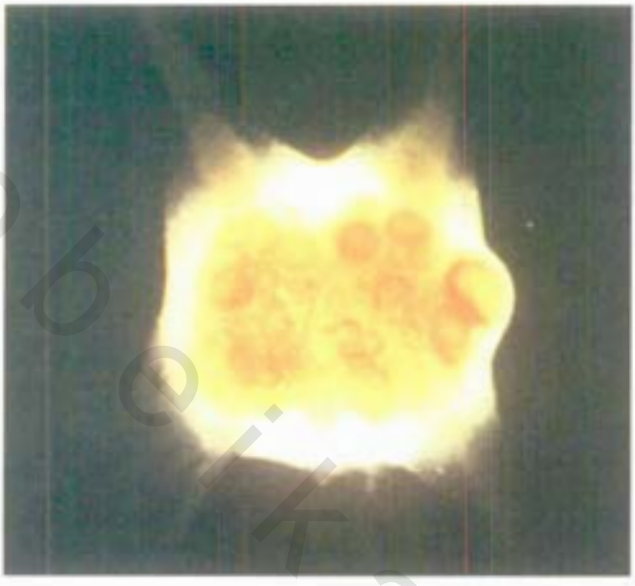
بدأ هذا التوجه في التعرف على عملية اختزان الذاكرة مع الدراسات البيولوجية الخليوية للحلزون البحري إبليشا، وهو حيوان بسيط لافقاري، وتبعتها دراسات وراثية لذبابة الفواكه دروسوفيلا. ومفاد الفكرة التي تقف خلف هذه الدراسات هو أن للحيوانات البسيطة أدمغة بسيطة، لذلك فإن سلوكها وكذلك قدرتها على التعلم والتذكّر قابلة للخضوع إلى التحليل الخليوي والجزيئي. ولما كان العلماء قد اكتسبوا الثقة في هذه الأساليب فقد توسعوا فيها لتشمل الفئران مستفيدين من بعض التكنولوجيا الجديدة في إحداث التغييرات في مورثات الفرد في أدمغة الفئران واكتشاف آثار ذلك على عملية اختزان الذاكرة.

أنظمة بسيطة للدراسات الخليوية والجزيئية:

خلافاً لدماغ الثدييات الذي يحوي على 100 مليار خلية عصبيّة، فإن لدى الجهاز العصبي المركزي عند حيوان لافقاري بسيط مثل إبليشا ما يقارب 20,000 خلية عصبية. تتجمع هذه الخلايا عن الإبليشاني مجموعات تسمى العقد، وتحتوي كل عقدة تقريباً على 2000 خلية. وإن عقدة واحدة من مثل العقدة الحشوية تساهم ليس فقط بنوع واحد من السلوك وإنما بمجموعة من السلوكات المختلفة: مثل حركات الغلصمة والمَشْعَب، والتحكم بمعدل نبض القلب والتنفس، وإطلاق الحبر (كاستجابة دفاعية) وإخراج هرمونات التكاثر.

أرنب البحر (إبليشا كاليفورنيا). إن الجهاز العصبي البسيط نسبياً لهذا الحيوان يجعله قابلاً للدراسات الخليوية والجزيئية في التعلم والتذكّر.

obeikandl.com



عقدة الإبليشا. كل عقدة في الإبليشا تحتوي على 2000 خلية عصبية بعض هذه الخلايا كبير (قطرها 1 مليمتر) بشكل يكفي لرؤيتها بالعين المجردة.

وهكذا فإن عدد الخلايا العصبية المساهمة في الأفعال السلوكية الأكثر بساطة هي أفعال يمكن أن تعدل بواسطة التعلم وربّما لعدد قليل يساوي المائة: إن الميزة العظيمة لحيوان الإبليشا والحيوانات اللافقارية الأخرى، بالنسبة للدراسات الخليوية، هي أن كثيراً من هذه الخلايا العصبية متميزة ويمكن التعرف على أنها خلايا مختلفة من حيوان إلى آخر. وفي الحقيقة تساوي بعض الخلايا العصبية مليمتراً واحداً طول القطر، وهي كبيرة لدرجة أنه يمكن التعرف عليها بالعين المجرّدة من دون مساعدة المجهر. وفي المحصلة يستطيع العلماء أن يحدّدوا كثيراً من الخلايا التي تتدخّل في السلوك البسيط، وبعدئذ أن يبنوا مخططاً سلكياً يبين كيف ترتبط هذه الخلايا مع بعضها البعض. ويمكن أن يتساءل المرء عما يحدث لعصبونات معيَّنة تقع ضمن الدارة السلوكية أثناء عملية التعلم عند الحيوان.

تبدي حتى الحيوانات البسيطة من مثل الإبليشا أنواعاً مختلفة من التعلم ويكون كل نوع باعثاً لكل من الذاكرة قصيرة الأمد التي تدوم دقائق، والذاكرة طويلة الأمد التي تدوم أسابيع اعتماداً على عدد محاولات التدريب ومدة الفراغات الفاصلة بينها. فعلى سبيل المثال نجد أن الإبليشا قادرة على

التعوّد وهي القدرة على تعلم تجاهل المثير الحميد والسطحي وغير معلم ـ والقدرة على اكتساب الحساسية تجاه المثير ـ وهي القدرة على تعلم أن يغيّر سلوكه حينما يكون المثير منافياً. وأخيراً، تستطيع الإبليشا تعلم الإشراط التقليدي والإجرائي، إذ يمكنها أن تتعلم الربط بين مثيرين أو بين مثير واستجابة. ويصبح بناء على ما سبق بالإمكان اكتشاف الآليات الخليوية التي تساهم بالأشكال المختلفة للتعلم والتذكر عند هذه الحيوانات كما يمكننا تحديد جزيئات معينة ذات أهمية خاصة بالنسبة للذاكرة قصيرة الأمد والذاكرة طويلة الأمد.

استخدام الأنظمة البسيطة للدراسات الوراثية

جاءت الدراسات الوراثية لتدعم دراسات الخلية البيولوجية التي تم الحديث عنها آنفاً. لقد أضحى واضحاً منذ زمن طويل للمشتغلين باستيلاد الحيوانات الأليفة بأن الخصائص الجسمية لهذه الحيوانات تنتقل بالوراثة بما

لقد كانت ذبابة الفاكهة (ذبابة الندى) مفيدة للدراسات الوراثية عن التعلّم والتذكّر.

obeikandl.com

سايمور بنزر، عالم الحياة الأمريكي الذي كان رائداً في التحليل الوراثي للسلوك والتعلُّم عند ذبابة الفاكهة.

في ذلك شكل الجسم ولون العيون، وحتى حدة الطبع وقوة الجسم. وإذا كان بالإمكان توريث الطبع ذاته عن طريق عمل المورثات، فالسؤال الذي يطرح نفسه تلقائياً هو: هناك مكونات أكثر ذكاءً للسلوك يمكن تحديدها بواسطة المورثات؟ وإذا كان الأمر كذلك فهل تلعب المورثات دوراً في تعديل السلوك؟ وهل تلعب دوراً في عمليتي التعلُّم والتذكُّر؟ والفكرة التي تطرح نفسها هي أن بإمكان العلماء أن يحدّدوا مورثات معيَّنة ذات أهمية بالنسبة للتعلُّم واختزان الذاكرة ويمكن أن يقود تحديد المورثات الهامة إلى اكتشاف منتجاتها وهي البروتينات التي تلعب دوراً في الوظيفة الخليوية، ويمكن أن تقود في النهاية إلى حل خيوط الخطوات الخليوية التي تتدخل في عملية صنع واختزان الذاكرة.

أجرى غريغور ماندل، أبو علم الوراثة، أعماله على النباتات، على حبَّات البسلى (البازلاء) وأغلفتها وكان لعالم البيولوجيا الأمريكي توماس هنت مورغان الفضل في تحويل دراسة علم الوراثة إلى التجريب على

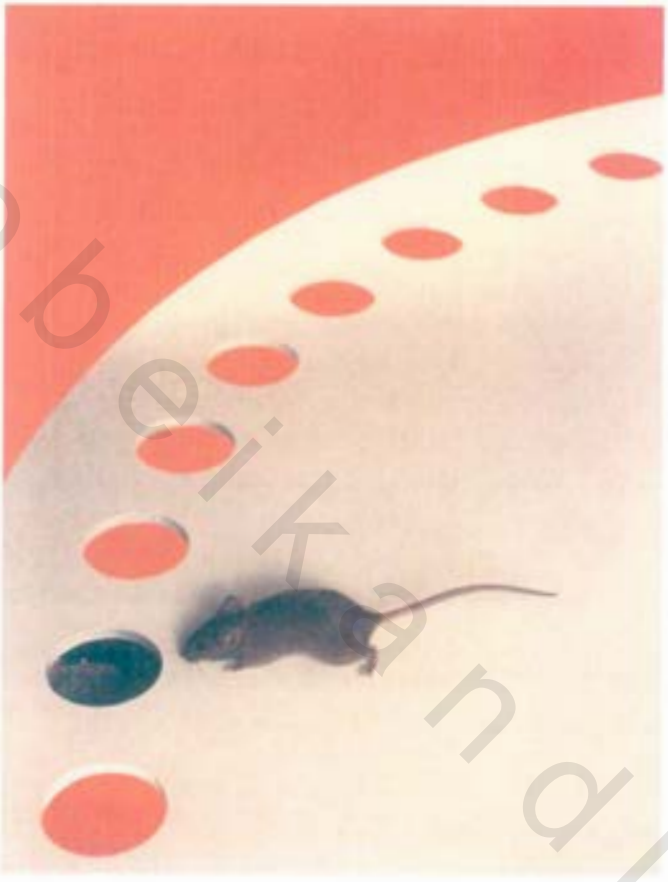
obeikandl.com

الحيوانات. وفي بداية هذا القرن رأى مورغان، إمكان استخدام ذبابة الفاكهة كعضوية نموذجية للدراسات الوراثية. وكان من بواعث سرور مورغان أن لذبابة الفاكهة (أربعة) 4 أزواج من الصبغيات في خلاياها الجرثومية مقابل 7 أزواج من الصبغيات في حبات البسلى عند ماندل و17 زوجاً في حيوان الإبليشا، و23 زوجاً عند الإنسان. يمكن تربية الآلاف من هذه الذبابة الصغيرة في المختبر. من الممكن إحداث طفرة وراثية في فرادى المورثات بوسائط كيميائية، ويمكن أيضاً الإسراع في تلقيح الكثير من الذباب الذي يحمل المورث المعدل نظراً للقصر النسبي في عمر الجيل الواحد من هذه الذبابة الذي يبلغ أسبوعين. حصلت الخطوة الحاسمة على طريق دراسة مورثات السلوك والتعلُّم والتذكُّر عند ذبابة الفاكهة في سنة 1967 على يد سايمور بنزر في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا.

مستخدماً تكنولوجيا كيميائية لإحداث الطفرة الوراثية في فرادى المورثات، بدأ بنزر بفحص آثار هذه الطفرة على السلوك من خلال تغيير مورث واحد في كل مرة. بعد تحديد: أولاً عدد من المورثات المثيرة للدهشة التي خضعت للتغيير والتي أثرت على سلوك التودُّد والإدراك البصري، ونُظم يوماوية. وجّه بنزر هذه الطريقة الوراثية نحو مشكلة التعلُّم واختزان الذاكرة. استطاع بنزر من خلال مورثات معدلة ذات عيوب تخص الذاكرة أن يحدّد عدداً من البروتينات الهامة بالنسبة للأشكال غير الصريحة (اللاصريحة) في اختزان الذاكرة. لقد ثبت مباشرة أن بعض هذه البروتينات هو نفس تلك التي تم التعرُّف عليها بشكل مستقل في الدراسات البيولوجية الجزيئية للذاكرة غير الصريحة عند الإبليشا.

استخدام الأنظمة المعقدة للدراسات الوراثية

وماذا عن الأشكال الصريحة لاختزان الذاكرة؟ ما هي الجزيئات المستخدمة لهذا النوع من الذاكرة؟ على الرغم من أنه ليس في استطاعة



متاهة بارينز هي أداة تم استعمالها لدراسة التعلُّم والتذكُّر في الفئران المعدَّلة وراثياً. تفضل الفئران والجرذان الانغلاقات الداكنة على المناطق المفتوحة والمضاءة بشكل حسن. يتعلَّم الحيوان الموضوع على متاهة بارينز موقع الفوهة التي تسمح له بالهرب من سطح المنضدة ذات الإضاءة المبهرة.

حيوانات التجربة أن تصرّح بأي شيء فإنها تستطيع أن تتعلَّم وتتذكَّر بطرائق تتمتَّع بكثير من السمات الحاسمة للذاكرة الصريحة. على أية حال، لم يكن في المنظور لزمن طويل أن يطبق هذا النوع من التحليل البيولوجي الجزيئي على الذاكرة الصريحة والذي أصبح أمراً اعتيادياً في دراسة حيوان الإبليشا وذبابة الفاكهة. لقد تغيَّر هذا الوضع بشكل جذري في سنة 1950 عندما طوَّر كل من ماريو كابيكتشي من جامعة يوتا وأوليفر سميتز من جامعة تورنتو طرائق بمثابة الضربة القاضية للمورثات عند الفئران مكَّنت هذه التكنولوجيا من القضاء على مورثات معيَّنة في مَجين (الجهاز الوراثي) الفأر ودراسة آثار غيابها. وقبل أعوام قليلة طوَّر رالف برينستر من جامعة بنسلفانيا وآخرون

طرائق في إبراز وتفعيل مورثات جديدة، مورثات ليست موجودة بشكل طبيعي في الفأر أو ليست حاضرة بقوة. وكنتيجة لهذين التطورين، باستطاعة علماء الحياة الآن أن يغيّروا أي مورث في الفأر وأن يحدّدوا كيف سيؤثر هذا التغيُّر على الخلايا العصبية في الحُصين أو في المناطق الأخرى الهامة بالنسبة للذاكرة.

وباستطاعة علماء الحياة أيضاً أن يحدّدوا كيف سيؤثر هذا التغير على الذاكرة الصريحة في الحيوان السليم سلوكياً. دفعت هذه التطورات بقوة الدراسة الجزيئية الحديثة للذاكرة الصريحة في الثدييات. وفي الحقيقة حقّق الفأر ميزات كثيرة لدراسة الذاكرة بما في ذلك إرثها من الثدييات وبنيتها العصبية وقربها الوراثي والجسمي من جسم الإنسان. وزيادة على ذلك فقد تم تصوير مَجين الفأر على التوازي مع مَجين الإنسان كجزء من مشروع مَجين الإنسان. وأصبح من الممكن الآن أيضاً تنفيذ الدراسات الوراثية على الفئران كما أصبحت الفرص سانحة للدراسات الجزيئية والبيولوجية في التعلُّم والتذكُّر وأن تصل إلى مبتغاها بشكل كامل.

من الجزيئات إلى العقل: التركيبة الجديدة

كما سنرى في الفصول المقبلة، انضمَّت الطرائق الجزيئية والبيولوجية إلى تلك في علم الأعصاب والأجهزة العصبية وفي علم النفس المعرفي لتشكّل علماً موحداً ومشتركاً أثبت جدارته من المنظور الجزيئي كما أثبتها من المنظور السلوكي. ستقود هذه الشراكة المتنامية بين هذه الحقول من المعرفة، التي كانت حقولاً مستقلة في وقت من الأوقات، إلى تركيبة جديدة للمعرفة حول موضوع الذاكرة والدماغ. فمن ناحية، هنالك ما تم الكشف عنه من خصائص جزيئية جديدة للخلايا العصبية وبخاصة اتصالاتها مرة تلو المرة أثناء دراسات التعلُّم. رسمت هذه الاكتشافات الجزيئية معالم الطريق إلى تفسير كيف تتغيّر الاتصالات العصبية أثناء التعلُّم وكيف تبقى هذه

التغيرات على نفسها مع مرور الزمن كذاكرة. ومن ناحية أخرى، يقدم علم الأعصاب والعلم المعرفي أو الاستعرافي تفسيراً عن كيفية عمل الخلايا العصبية معاً في الدارات العصبية، والتنظيم الذي تقوم عليه عمليات التعلُّم وأنظمة الذاكرة وكذلك آلية عملها. بالإضافة إلى ذلك توفر التحريات عن أنظمة الدماغ والسلوك خريطة طرق للدراسات الجزيئية، خريطة تحدّد مكوِّنات الذاكرة ومناطق الدماغ التي يمكن فيها دراسة مكوّنات الذاكرة هذه بالتفصيل، وفي الحقيقة وصل النور إلى كثير من التصورات الجزيئية فقط بسبب تموضع الخلايا العصبية في دارة عصبية معيَّنة يمكن دراستها مع شكل معيَّن من أشكال الذاكرة في العقل. وهكذا تصهر دراسة الذاكرة كلاً من الخلية وعلم الحياة الجزيئي في بوتقة جديدة تثير الإعجاب. منبع الإعجاب صادر عن إمكانية البحث في بيولوجية العمليات العقلية الهامة.

فمن وجهة نظر معرفية، مهدت الطرائق الخلوية والجزيئية الطريق أمام الإجابة عن بعض المسائل غير المحلولة الهامة في علم نفس الذاكرة. ما هي العلاقة الجزيئية بين اختزان الذاكرة الصريح وغير الصريح؟ وما هي الصلة بين أشكال الذاكرة طويلة الأمد وقصيرة الأمد؟ الأمر البالغ الأهمية هو تزويد الطرائق الجزيئية بجسر أولي يصل بين السلوك عند الحيوانات السليمة والآليات الجزيئية في فرادى الخلايا.

وهكذا فإنه ما كان يعرف سابقاً باسم البناءات النفسية فقط مثل الاقتران، والتعلُّم والاختزان، والتذكُّر، والنسيان، يمكن تناولها الآن بلغة الآليات الخليوية والجزيئية وبلغة أنظمة الدماغ وداراته. وبهذه الطريقة أصبح ممكناً تكوين تصورات عميقة حول الأسئلة الأساسية عن التعلُّم والذاكرة.

سنتحدَّث في الفصول اللاحقة، عما توصلت إليه المعرفة الآن عن علم النفس المعرفي للتعلُّم والذاكرة والأسس البيولوجية التي يقومان عليها.

لنلقِ نظرة عن قرب إلى الأحداث الخليوية والجزيئية التي تحدث داخل العصبونات، وبخاصة في الأشكال البسيطة من التعلُّم التي يمكن دراستها في

حيوانات من مثل الإبليشا وذبابة الفاكهة. كشفت هذه الدراسات عن مفتاح جزيئي تشارك فيه كلٌ من الذاكرة الصريحة والذاكرة غير الصريحة ويتم بواسطته تحويل الذاكرة قصيرة الأمد إلى ذاكرة طويلة الأمد وهنالك تصورات جديدة إضافية حول علم الحياة الخليوي للذاكرة جاءت مباشرة من الدراسات على الأنسجة المأخوذة من مناطق الدماغ الفقاري الهامة بالنسبة للذاكرة الصريحة. في هذه المناطق من الدماغ تستطيع قوة الاتصال بين العصبونات أن تتغيَّر بسرعة وتبقى لمدة طويلة، وهذه ظاهرة تعرف باسم الكمون طويل الأمد LTP. الموضوع الرئيسي في هذه الفصول هو احتواء الذاكرة طويلة الأمد على تغيرات في بنية الخلايا العصبية. وبإمكان الخلايا العصبية ذات العلاقة، بالاستناد إلى نوع التعلُّم، أن تقيم اتصالات أقوى وأكثر أو أضعف وأقل.

سننظر في الفصول الأخرى، إلى ما تخبرنا به الدراسات التجريبية على الحيوان والإنسان عن طبيعة الذاكرة وعن تنظيم أنظمة الدماغ التي تدعم الذاكرة. لقد علَّمتنا هذه الدراسات عن قوة الذاكرة وعن نقاط الضعف فيها، وعن العوامل التي تؤثر في قوة وثبات الذاكرة، وعن المساهمة الهامة التي يقدمها النسيان لوظيفة الذاكرة الطبيعية. لقد حدَّدت هذه الدراسات أيضاً أنظمة الدماغ التي تدعم الذاكرة الصريحة وأظهرت كيفية عملها. أخيراً، كشف هذا العمل عن أنواع متعدّدة غير متوقعة لاشعورية غير صريحة للذاكرة وعرفت بأنظمة الدماغ الهامة بالنسبة لكل نوع، تحمل هذه الأنواع من الذاكرة مسارات الخبرة الماضية وتمارس تأثيراً قوياً على السلوك والحياة العقلية إلاَّ أنها تستطيع العمل خارج نطاق الوعي ولا تحتاج إلى أي مكون من مكونات الذاكرة الواعية.

وبتوحيد منظور علم الحياة الخليوي والجزيئي مع منظور الأنظمة العصبية وعلم النفس المعرفي، سنأمل في توصيل التطورات الهامة التي تحققت وكذلك أيضاً التركيبة الجديدة التي بدأت بالتحقق لفهم كيفية عمل الذاكرة.

obeikandl.com

روبرت روستشنبرغ، راسرفوار (1961). مختاراً انطباعات ومواد من العالم حوله. روستشنبرغ في عام 1925 شوّش على الفرق بين أشكال الفن والخبرة اليومية. مستخدماً عملية الرسم الجصي المعاصر، يستخدم روستشنبرغ هنا الساعات وكأنه يريد أن يبيّن صحة العلاقة بأن الوقت يصل بين ذكريات الماضي والحاضر.