بسم الله الرحمن الرحيم

مناطق الدماغ الجديدة

تأليف

Pr.Bernard Sablonnière

ترجمة

أ. د. محمد أحمد طجو

أستاذ قسم اللغة الفرنسية والترجمة – كلية اللغات والترجمة

جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٤١هـ (٢٠٢٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

سابلونيير ، برنار

مناطق الدماغ الجديدة / برنار سابلونيير؛ محمد أحمد طجو – الرياض ، ١٤٤١

١٧٣ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٣- ٨٣١ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١ - الدماغ أ. طجو ، محمد أحمد (مترجم) ب. (العنوان)

ديوي ٦١٢,٨٢ ١٤٤١/٤٦٢٤

رقم الإيداع: ١٤٤١/٤٦٢٤

ردمك: ٣- ٨٣١ - ٥٠٧ - ٦٠٣ – ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Les nouveaux territoires du cerveau
By:Bernard Sablonniere
©Odile Jacob, Avril 2016

وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه السادس للعام الدراسي ١٤٤٠/ ١٤٤١هـ، المعقود بتاريخ ١٤/ ٣/ ١٤٤١هـ، الموافق ١١/ ١١/ ٢٠١٩م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يُسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

إهداء

أهدي هذا العمل إلى وَالِدَيَّ ، رحمهما الله وأسكنهما فسيح جناته

نبذة عن المترجم

أ. د. محمد أحمد طجو

- من مواليد حلب/ سوريا ١٩٥٧ م. حاصل على شهادة الدكتوراه في الأدب الفرنسي الحديث من جامعة بواتييه Poitiers في فرنسا عام ١٩٨٩ م.

- أستاذ في جامعة حلب سابقاً والملك سعود حالياً.

- مترجم محلَّف معتمد من وزارة العدل السورية منذ ٢/ ١١/ ١٩٩٥ م.

- نشر العديد من البحوث والترجمات في المجلات العلمية المحكمة والثقافية.

من مؤلفاته

-*تطبيقات عملية في الترجمة المختصة، فرنسي/عربي*، جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠٠٩ م.

- *التخطيط والسياسات اللغوية في دول البلطيق: ليتوانيا، ولاتفيا، وإستونيا*، Austin Macauley Publishers، ٢٠١٩ م.

من ترجماته

- *النقد الأدبي الفرنسي في القرن العشرين*، تأليف: ميشيل جاريتي، جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠٠٤ م.

- *الترجمة فهمها وتعلمها*، تأليف: دانييل جيل، جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠٠٩ م (جائزة أفضل كتاب مترجم في مجال العلوم الإنسانية في معرض الكويت للكتاب لعام ٢٠١٠ م).

- *مدخل إلى علم الترجمة. التأمل في الترجمة ماضياً وحاضراً ومستقبلاً*، تأليف ماتيو غيدير، جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠١٢ م.

- *كيف يدير الدماغ مصالحي. علم الاقتصاد العصبي*، تأليف: ساشا بورجوا جيروند، كتاب العربية ١٧٥، الرياض، ٢٠١٤م.

- *طب الشيخوخة*، تأليف كريستوف دو جاجيه، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية وكتاب العربية، الرياض، ٢٠١٤.

- *تاريخ العلوم وفلسفتها*، تحرير توماس لوبلتييه، كتاب العربية ١٩٥، الرياض، ٢٠١٧ م (القائمة القصيرة في جائزة الشيخ زايد للكتاب الدورة الثانية عشرة ٢٠١٧/ ٢٠١٨ م).

مقدمة المترجم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى أهله وصحبه أجمعين.

تقوم الترجمة بدور حيوي في نقل المعرفة الإنسانية فتفتح العيون وتنير العقول، وتقرب بين الشعوب على الرغم من اختلاف العادات والثقافات. وقد ازداد اهتمام المملكة العربية السعودية في السنوات الأخيرة بالترجمة فشجعت المترجمين على نقل الكتب الأجنبية إلى العربية، سعياً وراء نقل المعرفة والثقافة، وبحثاً عن كل جديد ومفيد وممتع، ومحاولة لمواكبة ركب الحضارة.

وعلوم الأعصاب والدماغ من العلوم الحديثة التي تلقى اهتماماً متزايداً، والتي تسعى باستمرار إلى اكتشاف المزيد من أسرار الدماغ. وخلال السنوات الخمس الماضية كنت أبحث دائماً عن الكتب العلمية التي تجمع بين الفائدة والمتعة. وقد وجدت ضالتي في هذا الكتاب: كتاب (*مناطق الدماغ الجديدة*). وقد استمتعت واستفدت شخصياً بقراءته وترجمته مثلما استمتعت سابقاً بقراءة كتاب (*كيف يدير الدماغ مصالحي. علم الاقتصاد العصبي*)[1] بقلم ساشا بورجوا جيروند وترجمته، وهو كتاب يوضح دور العواطف في اتخاذ القرار، وكذا دور تطور تقنيات تصوير الدماغ في تسهيل البحوث في علم الاقتصاد العصبي.

وكتاب (*مناطق الدماغ الجديدة*) كتاب علمي يشرح أداء الدماغ وبعض خصائصه، ويستعرض بالتالي مفاهيم في غاية الأهمية، مثل الذاكرة والتعلم والشعور والرفاهية وشيخوخة الدماغ. وعلى الرغم من أنه كتاب علمي، إلا أن بوسع جميع القراء أن يفهموه وأن يستفيدوا منه! يستخدم المؤلف في الواقع مفردات بسيطة وواضحة، ويقدم أمثلة عدة تتيح التقريب بين مصطلح

(١) كتاب العربية، ١٧٥، الرياض، ١٤٣٥هـ.

علمي وشيء ملموس يعرفه أي شخص (مثل الأسلاك الكهربائية أو الكابلات لتجسيد المحورات العصبية axones). ويعمق المُؤَلِّفُ معرفتنا بالدماغ، ويستشهد بالعديد من العلماء والباحثين من جميع أنحاء العالم، الأمر الذي يدل على مصداقيته، وعلى أهمية تطور البحوث المتعلقة بالدماغ.

في الكتاب شرح واف، على سبيل المثال لا الحصر، للذاكرة وأنواعها، وللتعلم، وللإجهاد، ولشيخوخة الدماغ، ولأعدائه. إننا نعلم أن التعلم المتتابع يقوي شبكة العصبونات نفسها فتصبح أكثر فأكثر تعقيداً، وأن تعلم تمرين جديد هو الذي يعزز اندماج العصبونات الجديدة وليس تمرين الدماغ على ممارسة التمرين نفسه، وأن تخلق النسيج العصبي يتيح التكيف مع البيئة. ومن الأسهل تعلم شيء ما عندما نكون قد تعلمنا شيئاً مشابهاً بالفعل. ونعلم أيضاً أن الانطباعة engramme هي الإدراك الأولي للحفظ، وأن تكرارها يتيح تذكر المزيد من التفاصيل. وأن غياب المثيرات الخارجية، والغلوتامات، والنورادرينالين، والدافع، والتكرار، هي مفاتيح الحفظ. وأن دارة الحصين تقوم على المكان والشيء والرائحة. وهناك تسعة أشكال من الذكاء: الذكاء الرياضي المنطقي، والذكاء اللغوي، والذكاء الموسيقي، والذكاء البدني الحركي، والذكاء التفاعلي، والذكاء البصري والمكاني، والذكاء الذاتي، والذكاء الطبيعي، والذكاء الوجودي. وهناك أشكال مختلفة من الذاكرة: الفورية، والعرضية، والدلالية، والعاملة أو الإجرائية أيضاً.

ويتصف الدماغ باللدونة، وتفيد هذه اللدونة في التعلم. وهو فضولي، ويحتاج لاكتشاف آفاق جديدة باستمرار، وإلا فإنه "يصدأ"، ويتنكس. والاهتمام، والحركة، والحيوية أمور تخدمه. وهو يثمن ذلك: "إنه يكافئنا فيطلق النوروتروفينات، التي ترمم الوصلات التالفة، ويُسهل تكون وصلات جديدة، أكثر فعالية...

في هذا الكتاب، وفي كتاب سابق بعنوان *الدماغ. مفاتيح تطوره وطول عمره*[٢]، شرح واف أيضاً، لكيفية الحفاظ على صحة الدماغ الجيدة. يذكر سابلونيير في هذا السياق ستة أعداء للدماغ:

١ – الإجهاد: يمكن أن يكون الإجهاد مفيداً أو ضاراً للدماغ، اعتماداً على شدته ومدته. فهو مفيد عندما تكون مدته قصيرة ويكون متكيفاً، إذ يعزز عندئذ ديناميتنا واتخاذ القرار. وهو ضار في

(٢) Bernard Sablonnière , *Le cerveau: les clés de son développement et de sa longévité*, Paris, Odile Jacobe, 2015, 264 pages.

حالة استمرار الصراع لفترة طويلة واتحاد آثار هرمونين من هرمونات التوتر: الأدرينالين والكورتيزول. يضطر الدماغ بعد ذلك إلى الحد من ديناميته ومن عمل المشابك العصبية: إنه يجبرنا على الراحة.

٢- تناول المؤثرات العقلية المزمن: يستخدم دماغنا، حتى يعمل، العديد من المفاتيح الكيميائية أو الناقلات العصبية. وتقلد المؤثرات العقلية أو تعرقل عمل هذه المفاتيح. عندما تعطل المؤثرات العقلية سلوكياتنا، فإنها تعطل الآليات الطبيعية لإصلاح الدوائر العصبية، ويمكن أن تؤدي إلى آثار سامة لا رجعة فيها.

٣- نمط الحياة المستقرة: خلق العضل والدماغ ليتفقا. إننا نعلم الآن بوجود إشارات كيميائية تصدرها العضلات قادرة على تحفيز إنتاج عصبونات جديدة، لتحفيز وظائفنا المعرفية. هذه الإشارة عبارة عن بروتين، يسمى الإريزين Irisine، الذي تحفز إفرازه بقوة ممارسة الرياضة التي لا تقل عن ٣٠ دقيقة، والتي تتكرر بانتظام.

٤- الخمول الفكري: تمرين العقل هو إثارته لتعزيز فعالية داراته، ولإتاحة تحسين قدراتنا العقلية. وتشكل البيئة المعرفية الغنية، والفضول الغامر، وأنشطة التعلم المتعددة الدماغ بتحفيز بقاء الخلايا العصبية الجديدة وبتحقيق الاستقرار في الاتصال.

٥- العزلة الاجتماعية: يدرك العقل البشري عواطف الآخرين ويشاركها، ويتعاطف معهم. تثير هذه القدرة الدماغ الحوفي، وتنشط إطلاق مفتاح كيميائي هو الأوكسيتوسين، الأمر الذي يحسن المشاركة والتبادل. هذا المفتاح له تأثير محفز في دارات الدماغ، وذلك بالحد من تأثيرات الإجهاد بشكل كبير.

٦- زيادة الدهون والسكريات: يعطل الإفراط في تناول السعرات الحرارية والسكريات والدهون عمل الخلايا، وينتج إشارات التهابية تتلف الأوعية الدموية في الدماغ. وهذا يؤدي تدريجياً إلى الإجهاد الخلوي الذي يحد كثيراً من قدرة الوصلات العصبونية على التجدد الطبيعي!

ويخلص برنار سابلونيير في كتاب (*مناطق الدماغ الجديدة*) إلى أن "الدماغ غني، وحساس، ولكنه يتغير باستمرار، مثل الطفيلي الذي يستفيد بشكل دائم من الظروف البيئية ليكيف داراته

بشكل أفضل مع التنفيذ الأمثل لسلوكياتنا. إنه إذن العامل الرئيس لبقائنا، ولكن لتفاؤلنا أيضاً، ولطول عمرنا".

ويطيب لي في الختام أن أتوجه بالشكر إلى السادة المحكمين الذين تفضلوا بقراءة المخطوطة والتعليق عليها، وإلى كل من أسهم في نشر هذا العمل، وأخص بالذكر مركز الترجمة، والمجلس العلمي، ودار جامعة الملك سعود للنشر بجامعة الملك سعود.

والله ولي التوفيق.

محمد أحمد طجو

مقدمة المؤلف

"ينبغي أن يعرف الإنسان أن الفرح، والسرور، والضحك، والتسلية، والهم، والحزن، والإحباط، والدموع لا يمكن أن تصدر إلا عن الدماغ. وهكذا، إننا نكتسب الحكمة والمعرفة بصورة فريدة، ونستطيع أن نرى وأن نسمع، وأن نقدر ما هو ذكي أو أحمق، وما هو الخير أو الشر، وما هو حلو المذاق أو من دون نكهة... فبفضل هذا العضو نفسه يمكن أن يصبح المرء مجنوناً وخرفاً، وأن يستبد به الخوف أو القلق... وأعتقد والحالة هذه أن الدماغ يمارس أعظم سلطة على الإنسان".

أبقراط، *الصرع أو المرض المقدس*

السلطة الداخلية

إذا كان كل منا يحس، ويقدر، ويتذكر، ويتكيف، ويقرر، فإن ذلك يتم بفضل الدماغ. وإذا بقي الدماغ ردحاً طويلاً من الزمن عضواً غامضاً ويصعب فهمه، فإنه يكشف لنا اليوم كثيراً من أسراره بفضل تقدم علم النفس العصبي، والتصوير. وسوف يتوصل الباحثون غداً شيئاً فشيئاً – بفضل تعقد وصلاته أو مشبكاته العصبية[1] التي لا تحصى – إلى حل رموزه بمساعدة الحاسبات القادرة على نمذجة عمله.

(١) (المشبك العصبي synapse هو المكان الذي يحتك فيه المحوار أو المحور العصبي لعصبون ما بتغصنات dentrites عصبون آخر أو بخلية جسدية، ويؤثر فيهما. والمحوار امتداد للعصبون ينقل الرسالة العصبية من هذا العصبون إلى عصبونات أخرى. المترجم).

الدماغ مجتمع حقيقي من الكائنات الخفية، أي العصبونات، التي لا تتواصل فقط فيما بينها بشكل جيد جداً، وإنما أيضاً التي تعرف بعضها بعضاً، لتقدم عملاً من خلال شبكة بنيت بشكل رائع، ينفذ فيها كل عصبون مهمته من أجل الاستخدام المشترك. فالدماغ يقدم لنا أحياناً ميزات قدراته المدهشة، بدءاً بحفظ حدث في أدق تفاصيله، خلال ٥٠ عاماً أو أكثر، وانتهاء بالقشعريرة الموسيقية[٢]. هذه القدرات تجعله متميزاً كلياً، وخاصاً بكل فرد، لأن تفاعلنا مع الآخرين ومع بيئتنا يُعدِّل في كل دقيقة من حياتنا وصلات عصبوناته ويضبطها.

ثنايا وتجاويف دماغية

كيف يتصور الإنسان المعاصر الدماغ، منذ أطروحات أبقراط وأرسطو[٣]؟ يبدو أن ٢٤ قرناً كانت غير كافية لتكوين فكرة دقيقة عن دوره في سلوكياتنا، وأفكارنا، وأحلامنا. أعلن أبقراط حوالي ٤٢٠ ق.م. أن الدماغ ليس مسؤولاً عن الانفعال فحسب لكنه أيضاً موطن الذكاء. وقد زعم أرسطو بعد ٢٤عاماً أن العقل مركزه القلب، وأن دور الدماغ تبريد الدم الذي يأتي من القلب. وكان يمكن بذلك تفسير العقل بالقدرة الكبيرة على تبريد الدماغ. بعد ذلك، أسس هيروفيلوس

(٢) (انظر مقالاً بعنوان: "السر وراء القشعريرة المرافقة للموسيقى"، موقع الباحثون السوريون، الرابط: http://www.syr-res.com/article/5862.html. المترجم).

(٣) (نشير في هذا السياق إلى أن الفلسفة اليونانية كان لها السبق في الاهتمام في دراسة العقل، فهو أداتها. وقد كان فيثاغورث Pythagore (٥٨٠-٤٩٥ ق.م) وإيمبيدوكليس Empedocles (٤٩٠-٤٣٠ ق.م) أول من تحدثا عن الروح والذات الإنسانية التي وجدت قبل وجود الأبدان، وأنها هي سيد هذه الجسد، ويمكن أن تفارق الجسد مؤقتاً ويظل الإنسان حياً. وقد تبنى أفلاطون Platon (٤٢٨-٣٤٧ ق.م) المفهوم السابق، ورأى أن الآلهة التي جعلت الكون كروياً جعلت للإنسان العينين، ككرتين من عطايا السماء، كما جعلت الرأس (الكروي تقريباً) بمثابة الملك على كل الجسد، ومن ثم فهو الجدير بأن يكون موطن العقل. ويتفق أبقراط Hippocrate (٤٦٠-٣٧٠ ق.م) مع أفلاطون في رأيه، ويرى أن الدماغ مسؤول عن التفكير والانفعال، وأنه مصدر سعادتنا وفرحنا، كما أنه مصدر ألمنا وحزننا وندمنا ودموعنا. أما أرسطو Aristote (٣٨٤-٣٢٢ ق.م) فيؤكد أن العقل مركزه القلب، فالدفء يعني الحياة، ويضخ القلب الدم الدافئ، وهو جدير بأن يكون مقر العقل... انظر: د. عمرو شريف، *ثم صار المخ عقلا*. نور للنشر والتوزيع، ٢٠١٧، ص ٢٠. المترجم).

Hérophile[٤] لأول مرة وإيراسيستراتوس Erasistrate[٥]، وهما طبيبان إغريقيان، مدرستين للطب في سنيدوس Cnide وجزيرة كوس Cos. أجرى إيراسيستراتوس، الذي كان حفيد أرسطو، تشريحاً لبعض الأدمغة حوالي عام ٢٨٠ ق.م. وقد شغل باله، بملاحظة نصفي الدماغ والمخيخ، ثنايا سطح الدماغ أو تلافيفه، التي سبق أن وصفها المصريون قبل أكثر من ٤٠ قرناً، وهو أمر كان إيراسيستراتوس يجهله. وقد قارن بين هذه التلافيف في دماغ مختلف الحيوانات ودماغ الإنسان، وأكد أن هذه الثنايا هي مقر الذكاء. وبعيداً جداً عن معرفة وجود الخلايا وعصبوناتها في الدماغ، توقع إيراسيستراتوس مع ذلك المفهوم القائل إن سطح الدماغ أو قشرته التي تتضمن لدى الإنسان ١٦ مليار عصبون هو مقر الذكاء- وهو أمر صحيح جزئياً. وقد كتب قائلا: " التلافيف أكثر عدداً لدى الإنسان من الحيوان، لأن الإنسان يتفوق على الحيوان من خلال التفكير والعقل". وبعد حوالي أربعة قرون، أجرى جالينوس Galien، وهو طبيب إغريقي للمصارعين، تشريحاً لأدمغة الحيوانات. وقد اعترض على دور التلافيف في الذكاء، وأجاب إيراسيستراتوس قائلاً: لا أشاركك الرأي لأن الحمير باعتبارها مخبولة وغبية ينبغي أن تمتلك، وفقاً لهذه القاعدة، دماغاً بسيطاً كلياً، من دون أي ثلم" (*De usus partium*, livre 3, chap. XIII). وقد اكتشف جالينوس تجاويف سائلية في الدماغ، وهي تجاويف ممتلئة بالأخلاط humeurs. فهو يرى أن هذه التجاويف هي التي تحرك الأخلاط وتعيد توزيعها، من خلال الأعصاب، على الأعضاء لا سيما العضلات. ويعتبر أبقراط أن الدماغ يشارك في توازن أخلاط الجسم (الدم، واللمفا، والمرارة الصفراء، والمرارة السوداء) فيسهل صحة الجسم الجيدة. وقد أكد جالينوس الذي أهمل تفاصيل نصفي الدماغ وشكلها أن هذه الأخلاط تنقل "الأرواح الحيوانية"، وأنها سوائل تجري في الجسم عبر الأعصاب، مُجسداً مقدماً، من دون أن

(٤) (هيروفيلوس الخلقدوني (٣٣٥ -٢٨٠ ق. م.) هو جراح وعالم تشريح يوناني. أصله من خلقدونية عاش شطراً كبيراً من حياته في الإسكندرية حيث أسس مدرسة لتعليم التشريح. يُعرف في كثير من الأحيان بـ "أبي علم التشريح". المترجم).

(٥) (إيراسيستراتوس هو طبيب وعالم تشريح يوناني من أهل القرن الثالث قبل الميلاد. المترجم).

يعلم، القدرة على إرسال رسائل كيميائية إلى العديد من الأعضاء انطلاقاً من الدماغ. فالمبادئ الحيوية أو الأخلاط يفترض أنها صنعت في القلب، وتحولت إلى مبادئ روحية.

لم تتغير المعارف المتعلقة بالدماغ خلال حوالي سبعة قرون، لأنه لم يكن أحد يجرؤ على ممارسة التشريح. وقد اقترح نيميز Némèse في القرن الخامس النماذج الأولى لتموضع وظائف الدماغ. ولكن لم يتغير أي شيء، فالتجاويف هي المقر الوحيد للقدرات الذهنية: التجويف الأمامي هو ركن التخيل، ويؤوي التجويف المتوسط العقل، والتجويف الخلفي مقر الذاكرة. وتطلب الأمر انتظارعام١٦٦٤والملاحظات التشريحية التي سجلها الطبيب البريطاني توماس ويليس Thomas Willis(٦)، لكي يتم التوصل إلى وصف معاصر ودقيق لمختلف أجزاء الدماغ. وقد بدأ عندئذ الاهتمام الحقيقي للمختصين في علم التشريح، القائم على تموضع كل قدراتنا الذهنية في الدماغ بطريقة دقيقة: العقل، والفكر، والتخيل، والحركة الإرادية، إلخ. وقد تم استبعاد الاعتقاد بدور رئيس لتجاويف الدماغ. فالمختصون في التشريح يهتمون بالمادة الرمادية وبتلافيف الدماغ، ويفترضون أن لها دوراً أساسياً في قدراتنا الفكرية. وقد تطورت بعدئذ نظرية حقيقية للتموضع في الدماغ، تجسد بشكل دقيق مقر كل وظيفة من وظائف الدماغ. فعلى العكس من ديكارت

(٦) (ظهر في منتصف القرن السابع عشر مساهم مهم في حقل علم النفس العصبي. إنه توماس ويليس الذي درس في جامعة أكسفورد وسلك منهجًا وظائفيًا للدماغ والسلوك. أطلق ويليس المصطلحين "نصف الكرة " و"الفص" العائدين على المخ. كان من أوائل الذين استخدموا مصطلحي "علم الأعصاب" و"علم النفس". رفض ويليس فكرة أن الإنسان هو الكائن الوحيد القادر على التفكير العقلاني، ونظر إلى أجزاء مُخصّصة في الدماغ فأتى بنظرية أن الأجزاء العلوية مسؤولة عن الوظائف المعقدة، بينما الأجزاء السفلية مسؤولة عن الوظائف المشابهة للوظائف الموجودة في الحيوانات الأخرى، والتي تحتوي غالبًا على ردود الفعل التلقائية. كان مهتماً بالأشخاص الذين عانوا من الهوس والهستيريا. كان بحثه من أوائل الأبحاث التي جمعت بين علم النفس وعلم الأعصاب لدراسة الأفراد. توصّل ويليس من خلال تمعنه في دراسة الدماغ والسلوك إلى أن الأفعال التلقائية كالتنفس وعدد دقات القلب والعديد من النشاطات الحركية المختلفة كانت مُستحدثة من الأجزاء السُفلية من الدماغ. ورغم أن معظم أعماله عفا عليها الزمان، أظهرت أفكاره أن الدماغ عضوٌ معقّدٌ أكثر مما كان يُعتقد، وقادت المكتشفين إلى الفهم والبناء على نظرياته، خصوصاً عند النظر إلى الاضطرابات والاختلالات الوظيفيّة للدماغ. المترجم).

Descartes[٧] الذي افترض التمييز الجسد- العقل، أعلن ويليس في عام ١٦٧٢ أن الروح ليست روحية بشكل خالص، ولكنها جسدية أيضاً. ولم تعد حكراً على علم اللاهوت أو ما وراء الطبيعة، إذ دخلت اليوم في مجال الفلسفة والطب.

من شكل الجمجمة إلى الموهبة في الرياضيات: نحو دماغ ذي أدراج

في عام ١٨٨٠ طور فرانز غال Franz Gall[٨]، عالم التشريح العصبي الفرنسي، نظرية التموضع الوظيفي. وخلص إلى أن شكل الجمجمة يعكس بعض سمات الطبع، فأسس بذلك نسقاً

(٧) (كان ديكارت معروفًا بعمله على مسألة العقل – الجسد. غالبًا، كان يُنظر إلى أفكاره على أنها فلسفة وتفتقر إلى الخلفية العلمية. ركّز ديكارت في معظم تجاربه التشريحية على الدماغ، تحديدًا الغدة النخامية – التي كان يعتبرها "جوهر الروح" الحقيقي. ما زالت النظرة الروحية مغروسةً تجاه المجال العلمي، وقد قيل إن الجسم فاني، وإن الروحُ خالدة. اعتقد ديكارت أن الغدة النخامية هي مكان تفاعل العقل مع الفناء وآلية الجسم. كان ديكارت في ذلك الوقت مقتنعًا أن العقل يتحكم بسلوك الجسم (التحكم بالإنسان)، وأنه يمكن أيضًا للجسم أن يؤثر في العقل، ويطلق على هذا الاعتقاد مسمّى الثنوية. ينصّ هذا الاعتقاد على أن العقل هو أساس التحكم بالجسم ولكن جسم الإنسان يمكن أن يقاوم أو حتى يؤثر في السلوكيات الأخرى، كانت هذه الفكرة نقطة تحول كبيرة في طريقة نظر العديد من الأطباء إلى الدماغ. لوحظ أن قدرات الدماغ كانت أكثر من مجرد ردود فعل، و لكن أيضاً كانت عقلانية ووظيفيّة في التنظيم والتفكير – أكثر تعقيدًا مما ظن أن الحيوانات يمكن أن تكون. هذه الأفكار تجاهلها العديد من الأطباء لسنوات عدة، مما قاد المجتمع الطبي لتوسيع أفكاره عن الدماغ واستخدام طرق جديدة لفهم دقة عمّله، و تأثيره الكامل على الحياة اليومية، و أيّ علاج يمكن أن يكون مفيدًا لمساعدة المختلين عقليًا... المترجم).

(٨) (صنع عالم التشريح العصبي ووظائف الأعضاء فرانز جوزيف غال تقدماً كبيراً في مجال فهم الدماغ. أوجد غال نظرية أن الشخصية مرتبطة ارتباطًا مباشرًا ببناء الدماغ وتركيبه. من أعظم مساهمات فرانز في حقل علم الأعصاب هو اختراعه لعلم فراسة الدماغPhrénologie وهو علم يدرس العلاقة بين شخصية الإنسان وشكل جمجمته، حيث إن شكل الجمجمة يدل على شكل المخ (الدماغ) و حجمه بداخلها، و بافتراض أن كل جزء من الدماغ يقوم بعدة وظائف فيزيولوجية و مشاعرية، فإن امتلاء أجزاء من الدماغ أو ضمورها يؤثر في هذه الوظائف الفيزيولوجية والمشاعرية، وبالتالي على شخصية الإنسان.

بدأت قصة غال مع علم فراسة الدماغ بينما هو طالب، حيث إنه قام بملاحظة زملائه من الطلاب الذين برعوا في علم اللغة ليتبين أي سمات مشتركه بينهم، ولاحظ أن الكثير منهم كان جاحظ العينين، فربط بين جحوظ العينين

علمياً جديداً هو القحافة، التي أطلق عليها في عام ١٨١٠اسم علم فراسة الدماغ. يرى غال أن النتوءات التي لوحظت في الجمجمة ناجمة عن ضغط فصوص الدماغ المرتبط بوظيفة ذهنية معينة. وقد خصص غال لـ ٢٧ ملكة فكرية موضعاً دقيقاً في سطح الجمجمة. واقترح تحديد تموضع مختلف الملكات الفكرية مثل الطيبة، والسلوك "البار والرحيم"، والميل للإيمان، وكذا "نتوء" الرياضيات الشهير. فهذا النسق العلمي الذي يزعم ربط الملكات الفكرية بالنتوء في الجمجمة لاقى نجاحاً منقطع النظير على الرغم من الغياب الكلي للبراهين العلمية.

استخدم مختصون عديدون في التشريح والجراحة، في السنوات الخمسين التالية، الملاحظات التي تم الحصول عليها لدى جرحى الحرب أو المصابين بمرض خطير في الجمجمة، للتحقق من خرائط تموضع الوظائف الدماغية التي اقترحها غال. وهكذا ظهرت فرضية مقر الكلام في الفصوص الجبهية. ففي عام ١٨٦١ أجرى الجراح الفرنسي بول بروكا Paul Broca تشريحاً لمريض فقد القدرة على الكلام. وبرهن على وجود آفة في منطقة من الفص الجبهي الأيسر، سميت منطقة

والبراعة في اللغة والأدب، ثم بدأ يلاحظ بروز عدة مواضع أخرى في الجمجمة، فأشار إلى ٢٧ موضعاً في الجمجمة ووضح أن هذه المواضع من المخ تعكس سلوكيات الفرد و شخصيته، وأطلق على هذه المواضع اسم الملكات الفكرية Mental Faculties، فقسم الرأس إلى عدة مواضع كلٌ منها مختص بمَلكة فكرية معينة، وإذا كبر نتوء الجمجمة في واحد من هذه المواضع زاد وضوح الصفة المختصة بها هذه المَلكة، وإذا ضمر هذا النتوء ضمر معه وضوح الصفة، وهكذا. وقد كانت هذه النظرية مبنية على العديد من الأدلة المادية والملاحظات الشخصية ولاقت نجاحاً و قبولاً كبيرين.

ومن الطريف أن نذكر هنا أن الشاعر والأديب العباسي المعروف الجاحظ الذي كان بارعاً في علوم اللغة والأدب، كان يتميز بالجحوظ الواضح في عينيه، ومن هنا جاء اسم شهرته، ثم يأتي علم التشريح الحديث ليخبرنا أن الجزء المسؤول عن اللغة في الدماغ يقع فعلياً في الجزء الأمامي السفلي للفص الجبهي من الدماغ، وأن تضخم وامتلاء هذا الجزء من الدماغ قد يؤدي إلى بروز العينين إلى الأمام و جحوظهما، وهذا هو ما تحدث عنه جال في نظريته منذ أكثر من ٢٠٠ عام.

أكمل العمل على هذه النظرية الطبيب الألماني يوهان كاسبار سبورزهايم (1776-1832) Johann Kaspar Spurzheim الذي عكف على دراسة نظرية غال وطورها وجعلها علماً مستقلاً أسماه الفرينولوجيا Phrenology أو علم فراسة الدماغ، وانتشرت الفرينولوجيا في جميع أنحاء أوروبا وأمريكا في أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين وكانت هي الفراسة المعتمدة فعلياً في ذلك الوقت. المترجم).

الكلام، التي أطلق عليها لاحقاً اسم "منطقة بروكا". وقد أتاحت نتيجة تنظيم تموضع الدماغ هذه تحديد وجود ٥٢ منطقة دماغية مسؤولة عن عدد كبير من الوظائف، مثل الحركة الإرادية، والرؤية المكانية، وفهم الكلمات، وتكون اللغة أو أيضاً الإحساس بالسرور (انظر كتابنا: *الدماغ. مفاتيح نموه ومدة حياته*، دار أوديل جاكوب، ٢٠١٥). وقد تكلم على هذه الخريطة الدقيقة للمناطق الدماغية عالم التشريح العصبي الألماني كوربينيان برودمانKorbinian Brodmann في عام ١٩٠٩. فهذه الخريطة الدقيقة التي وصفت بأنها "وحدوية" تبقى مع ذلك جزئية جداً لأنها تطبق على سطح الدماغ، وتهمل العديد من الوصلات التحتية. والواقع أن مختلف المناطق يمكن أن تتفاعل لإنشاء قدرات ذهنية أكثر تعقيداً. وفضلاً عن ذلك، لا تستخدم العديد من الوصلات الدماغية القشرة فحسب، أي سطح الدماغ، وإنما أيضاً بنى أكثر عمقاً وتقع أحياناً على بعد عدة سنتميترات من أحد الفصوص. ففي الثلاثينيات، أشارت ملاحظات التحفيز الكهربائي خلال العمليات الجراحية إلى دقة التموضعات الدماغية لمختلف وظائف الدماغ. وهكذا، لاحظ الجراح العصبي الكندي ويلدر بنفلد Wilder Penfield[٩] أن تحفيز الفص الصدغي يسهل انبعاث الذكريات لدى المرضى بعد العملية الجراحية. واكتشف أيضاً على امتداد المنطقة الحركية تمثيلاً جسدياً حقيقياً لحركية الجسم، سمي "أنيسان بنفلد" homoncule de Penfield[١٠]. فقد أطلق الجراح، الذي حفز نقطة محددة من المنطقة الحركية في سطح الدماغ بدقة تصل إلى ميليمتر تقريباً، حركة إصبع أو عضلة الذراع.

من التشريح إلى صورة الفكر: التلصص الدماغي

تخيلوا لو أننا استطعنا الكشف عن الفكر الفوري لشخص معين ببساطة، وذلك بتحديد موضع المنطقة التي تنشط الآن... فإذا عرفنا تعيين موضع المنطقة التي تنشط فيها العصبونات،

(٩) (ولد ويلدر جرافيز بنفلد في ٢٦ يناير ١٨٩١ وتوفي في ٥ ابريل ١٩٧٦، وهو رائد جراحة الأعصاب. كان يُطلق عليه "أعظم كندي حي". وسع بنفلد أساليب جراحة المخ وتقنياتها، بما في ذلك تعيين وظائف مناطق مختلفة من الدماغ. وكرس الكثير من تفكيره للعمليات العقلية. من كتبه *لغز العقل The mystery of the mind* المترجم).

(١٠) (أنيسان بنفلد أو أنيسان القشرة (أنيسان هو تصغير كلمة إنسان تصغيراً قياسياً وتصغر كلمة إنسان إلى أنيسيان على غير القياس) هو تمثيل فيزيولوجي لجسم الإنسان يقع في الدماغ .أنيسان القشرة هو أيضاً خريطة عصبية تصور أعضاء الجسم من ناحية تشريحية. المترجم).

نستطيع عندئذ أن نتعقب النشاط الذهني للشخص. إن هذا "التلصص" ممكن حالياً بفضل تقنيات التصوير الحديثة.

قام في الستينيات لويس سوكولوف Louis Sokoloff، وهو فيزيولوجي أمريكي، ومن بعده دافيد إنغفارDavid Ingvar، وهو طبيب سويدي، باستحداث تقنية أطلق عليها اسم التصوير الشعاعي الذاتي، تتيح إنتاج الخرائط الأولى للدماغ الوظيفي للإنسان. إلا أن هذه التقنيات شهدت ازدهاراً حقيقياً بدءاً من الثمانينيات باستنادها إلى التقنيتين التاليين: التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني TEP[١١] ، والتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي IRMf[١٢]. تقوم هاتان التقنيتان على ملاحظة زيادة توسع الأوعية الدموية بفعل تنشيط مجموعة من العصبونات وتعيين موضعها. يشبه الأمر نوعاً ما عضلة تتقلص عند الجهد: تستهلك العضلة عندما تعمل مزيداً من الأوكسجين الذي يورده الدم. ففي التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني، تستخدم مادة مشعة، مثل الماء المشع بنظير

(١١) (مكنت هذه التقنية لأول مرة في تاريخ العلم من رصد نشاط مراكز الدماغ المختلفة في أثناء تأدية وظائفها، ومن ثم مكنت الباحثين من معرفة أي المناطق هي المسؤولة عن أي أنشطة من الدماغ. تعتمد هذه الطريقة على حقن المريض بمحلول من الجلوكوز المشع عن طريق الوريد، ثم يطلب من الشخص تحت الفحص أن يشغل تفكيره بأمور مختلفة، مثل المسائل الحسابية والقصائد العاطفية، والمثيرات الجنسية، مما يدفع مراكز المخ المسؤولة عن هذه الأنشطة إلى العمل ومن ثم حرق المزيد من الجلوكوز، فتتجمع المادة المشعة في هذه المناطق، ويمكن بالتالي رصدها في صور من خلال الإشعاعات التي تصدرها على هيئة بوزيترونات، وتظهر المناطق النشطة حمراء أو صفراء اللون بينما تظهر المناطق الخاملة سوداء. انظر : د. عمرو شريف، *ثم صار المخ عقلاً*، نور للنشر والتوزيع، القاهرة، ٢٠١٧، ص٦٢. المترجم).

(١٢) (تمثل هذه التقنية الطريقة الثانية التي مكنت من رصد مراكز الدماغ المختلفة في أثناء تأدية عملها. ويكون ذلك بدقة مكانية كبيرة لا تتجاوز ٣ ملم. وتعتمد على تعريض دماغ الشخص لمجال مغناطيسي، مما يؤدي إلى تحرير أيونات الهيدروجين، فتأخذ في الدوران داخل الخلية، وعندما تهدأ هذه الأيونات وتستقر فإنها تطلق شحناتها الموجبة بكمية تعتمد على نوع الخلية (خلية عصبية أو بينية أم دموية) . كذلك تعتمد هذه الشحنات على نشاط مناطق الدماغ المختلفة، فهيموغلوبين الدم الذي يحمل الأوكسجين (الدم المؤكسج) يعطي رنيناً مغناطيسياً يختلف عن الهيموغلوبين الذي تخلى عن الأوكسجين لأنسجة الجسم (الدم المختزل). ومن ثم فإن هذا الفحص يحدد المناطق الموجود بها كل من النوعين من الهيموغلوبين، وبالتالي يحدد المناطق النشطة في الدماغ. انظر: المرجع السابق، ص ٦٢. المترجم).

الأوكسجين ١٥. إذا زاد تدفق الدم، فإن تركيز الماء المشع يزداد في هذا المكان. ويكون ذلك بدقة مكانية تقدر بحوالي ٥ ملم. فالحصول على خارطة لمعدل جريان الدم في الدماغ بهذه الطريقة يحتاج لدقيقتين من التسجيل الذي يطلب خلاله من الشخص القيام بمهمة دماغية محددة، مثل التفكير بأحد أقاربه. وأما في التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي فنستخدم مادة مغناطيسية مسايرة أو بارامغناطيسية مثل الهيموغلوبين الذي يرتبط تركيزه بتدفق الدم في منطقة معينة من الدماغ. وقد نشر العالم الأمريكي كينيث كوونغ Kenneth Kwong منذ عام ١٩٩٢ الصور الأولى للتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي التي تستخدم هذه التقنية التي أطلق عليها اسم BOLD(١٣). وأصبح بالإمكان بفضل هذه التقنية متابعة النشاط الدماغي بشكل مستمر بدقة تصل إلى مليمتر.

تكشف الصور التي تم تحليلها بدقة متناهية عن تعقد الدماغ عندما يقوم بمهمة معينة. لنأخذ على سبيل المثال عملية حسابية بسيطة مثل الجمع. فبعد سنوات عدة من البحث، اقترح المختصون في علم النفس العصبي في فريق العالم الفرنسي ستانيسلاس ديهان Stanislas Dehaene الذي فسر متابعة تنشيط دماغ شخص خضع لتنفيذ مهمة محددة بالتفصيل فرضية الرمز الثلاثي. تنشط مناطق مختلفة من الدماغ فتساهم في إنجاز حساب عملية بسيطة: المناطق البصرية (القذالية) أو الصدغية (السمع) تفك رموز العدد المقروء و/ أو المسموع فيتحول إلى رمز مجرد في التلفيف المغزلي (الفص الصدغي). ثم ترسل المعلومات المعالجة إلى الذاكرة العاملة (الفص الجبهي) التي تنفذ عملية الحساب وتهيئ الدماغ لتقديم إجابته. ومع ذلك، يتحقق التلفيف الحزامي (دماغ الانتباه) قبل ذلك من أن العملية المنجزة تلقت كل المعلومات عن السؤال المطروح، ويسأل الدماغ الانفعالي (الجزيرة) قبل تسليم الجواب. وباختصار، إن عملية ذهنية حسابية تستغرق من ثانية إلى ثانيتين تستخدم العديد من العصبونات المشاركة في مختلف المناطق. وإن نتائج هذه الاكتشافات مهمة لا سيما من أجل إتاحة التواصل للأشخاص المصابين بالشلل الكلي. وهكذا، يمكن للمصاب بالشلل أن يفكر بكلمات من دون التمكن من التعبير عنها، باعتبار أنه لا يستطيع الكلام، ولكن

(١٣) (BOLD اختصار للعبارة Blood Oxygenation Level Dependant، وهي طريقة تعتمد بشكل أساسي على اختلاف مستوى الأوكسجين في الدم في حالتي النشاط والخمول. المترجم).

الحاسب يستطيع، بفضل التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، أن يجد الكلمات المذكورة في فكر المريض.

وصلات مرئية: مشروع كونكتوم

تتيح لـ٩٠ مليار عصبون التي تتبادل معلومات عبر مجسات صغيرة تسمى العصبونات والتغصنات تنظيماً رائعاً في إطار شبكة من الاتصالات في الدماغ. فإنشاء هذه الكابلات الضخمة (حوالي ١٠٠ كم من الأسلاك التي تربط العصبونات ببعضها البعض) يرسم شيئاً فشيئاً خارطة حقيقية للاتصالات على غرار شبكة الطرقات التي تربط المدن والقرى، ولكنها في الدماغ على مستوى مصغر، وفي الفضاء ثلاثي الأبعاد. وهذه هي الخريطة التي ينبغي وضعها لفهم شبكة الاتصالات بين العصبونات، علماً أن عصبوناً واحداً يمكن أن يكون موصولاً بخمسة آلاف عصبون آخر. يهدف مشروع كونكتوم Connectome الذي يموله المعهد الوطني للصحة في الولايات المتحدة إلى رسم خريطة شبكة وصلات الدماغ هذه انطلاقاً من فحص صور حوالي ١٠٠ شخص بالغ في صحة جيدة. وقد بادر إلى هذا المشروع في عام ٢٠٠٥ أولاف سبورنز Olaf Sporns المختص في العلوم العصبية في جامعة إنديانا. وقد جمع بين تقنيتين في التصوير: التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي IRMf وتصوير الانتشار المُوَتِّر (تصوير الانتشار) IRMd. تعرض التقنية الأخيرة مسار جزيئات الماء في الأنابيب الدقيقة التي تصل بين العصبونات التي يطلق عليها المحوارات. تظهر الصور التي تم الحصول عليها تشابكاً لخطوط تصور مسار الوصلات لمسافات طويلة (عدة سنتيمترات أحياناً). وسوف يتيح هذا المشروع فهماً أفضل لعمل شبكة الوصلات هذه، وتحديد مناطق الدماغ التي يتصل بعضها بالبعض الآخر، وتقديم أفكار جديدة عن آليات ترميم الدماغ في الآفات المقترنة بالنزيف أو بأمراض الدماغ.

ثمة مثال جيد على الدور المهم للوصلات الدماغية يقدمه لنا عمل القشرة الحزامية، وهو انثناء يقع خلف القشرة الجبهية. وتلتقي هذه المنطقة مع الفص الجبهي، مقر التفكير، وتتصل بمناطق عدة من الدماغ، مشاركة في تفسير المعلومات الخارجية. والمدهش في الأمر أن هذه المنطقة الصغيرة من الدماغ التي تنمو في نهاية الشهر الثالث من الحمل أساسية لفعاليتنا الإدراكية، ولكنها تقوم أيضاً

بدور في القدرة على التفاعل مع الحزن والاكتئاب. ويعدل الجزء الخلفي منها الانتباه، ويتحكم بالتنافس، والدافعية، واكتشاف الأخطاء، بإثارة الذاكرة العاملة الواقعة في القشرة الجبهية. أما الجزء الجوفي منها فيتصل بقوة بدماغ الانفعالات، الواقع في الخلف، ويقيِّم المعلومات الانفعالية. إن درجة لا تماثل هذه المناطق في الدماغ الأيمن والدماغ الأيسر متعلقة بزيادة فعالية تواصل العصبونات. وما يثير الفضول أن زيادة تنشيط القشرة الخلفية تكبح أثر الانفعالات في فعالية الاستجابة واتخاذ القرار أثناء تنفيذ الاختبارات حيث يواجه المنطق صراعاً (يفترض فيه سؤال دماغ الانفعالات). يعني ذلك أن الدماغ الذي يزيد فيه اللاتماثل يقوي الوصلات بين الجزأين الخلفي والجوفي للقشرة الحزامية من الجهة نفسها (اليمنى أو اليسرى) فيزيد بذلك من قدرة الفرد على الاستجابة للاختبار.

الدماغ في البعد الرابع: إثارة الدماغ ونمذجته بالحاسب

إننا نتذكر محاولة مدهشة للتنافس بين الإنسان والآلة في لعبة الشطرنج. اقترحت شركة آي بي إم IBM في عام ١٩٧٢ اختبار الذكاء الاصطناعي للحاسب الخارق ديب بلو Deep Blue في مباراة بالشطرنج مع بطل العالم غاري كاسباروف Garry Kasparov. وقد اعترف كاسباروف بتفوق الحاسب في نهاية الأمر. فالآلة التي صممت لحساب سريع جداً لجميع مواقع قطع الشطرنج (٢٠٠ مليون في الثانية) كانت ترد حركة بحركة على الذكاء البشري الذي لم يكن يفكر إلا في ثلاث حركات في الثانية. ففي مثل هذا الحاسب تعمل المعالجات مثل العصبونات، والوصلات بين المعالجات مثل المحوارات[١٤]، ما يوحي بعمل مختلف في الدماغ الذي خلافاً للحاسب، يفرز المعلومات في زمن حقيقي ليكيف قراره وسلوكه.

أطلق باحثو معهد الدماغ المفكرBrain Mind Institute، بتشجيع من هنري ماركرام Henry Markram، الأستاذ في مدرسة لوزان الاتحادية للفنون التطبيقية، وبالتعاون مع شركة آي بي إم، مشروع الدماغ الأزرق Blue Brain. فباستخدامه قوة حسابية كبيرة مثل قوة الحاسب الجين الأزرق Blue Gene، يطمح المشروع إلى نسخ ومحاكاة عمل عصبونات دماغ فأر يتضمن ٧٥ مليون عصبون

(١٤) (المحوار أو المحور العصبي axone امتداد للعصبون ينقل الرسالة العصبية من هذا العصبون إلى عصبونات أخرى. المترجم).

فقط. والهدف هو العمل على عمود صغير من المادة الرمادية بثخانة ١,٥ ملم، أي حوالي عشر حجم إبرة الخياطة، ومحاكاة عمل حوالي ١٠ آلاف عصبون متصلة بخمس طبقات متتالية، قبل نمذجة الاتصالات البينية لعدة أعمدة مجاورة. ولا يزال الأمر في مرحلة محاكاة عدد قليل من الخلايا في مواجهة تعقد الدماغ الكامل. فقد نشر فريق مشروع الدماغ الأزرق في عام ٢٠١٥ مقالاً يصف محاكاة عمل ٣١ ألف عصبون في دماغ فأر، ما يمثل بشكل مؤكد ٤٠ مليون وصلة، و٠,٣ ملم٣ من المادة الرمادية.

بدأ في عام ٢٠١٣ مشروع على نطاق واسع بدعم وتمويل من الاتحاد الأوروبي: مشروع الدماغ البشري Humain Brain Project. يهدف هذا المشروع خلال عشر سنوات إلى محاكاة عمل الدماغ البشري بأكمله بمساعدة حاسب خارق. يضم المشروع، تحت إدارة مدرسة لوزان الاتحادية للفنون التطبيقية، آلاف الباحثين الموزعين على أكثر من ٩٠ جامعة و٢٢ دولة. وهكذا، إن التحدي الذي يمثله الوصول إلى محاكاة عمل الدماغ بأكمله هائل لأن هذا الدماغ يتضمن حوالي ٩٠ مليار عصبون. وإنها لعبة ضخمة حقيقية من الدمى الروسية. والواقع أن كل عمود من المادة الرمادية يقع في منطقة من الدماغ. ويمكن أن تقوم كل منطقة بإنشاء وصلات مع عشرات عدة من المناطق الأخرى، فكل منطقة تقع في فص، ويتضمن الدماغ فصوصاً عدة. ويرتبط الوقت الذي يحتاجه الباحثون لمحاكاة عمل العصبونات من خلال نموذج معلوماتي بمستوى التفصيل الذي يتم التوصل إلى محاكاته. ويمكن أن يتم الانتهاء من التفاعل بين مئات من أعمدة العصبونات الصغيرة في غضون خمس سنوات. وبالمقابل إن نمذجة الوصلات بعيدة المدى بين كل عصبونات الدماغ سوف تستغرق على الأقل أربع سنوات إضافية، أي حتى عام ٢٠٢٤.

المحتويات

إهداء ..... هـ

نبذة عن المترجم ..... ز

مقدمة المترجم ..... ط

مقدمة المؤلف ..... م

– السلطة الداخلية ..... م

– ثنايا وتجاويف دماغية ..... ن

– من شكل الجمجمة إلى الموهبة في الرياضيات: نحو دماغ ذي أدراج ..... ف

– من التشريح إلى صورة الفكر: التلصص الدماغي ..... ق

– وصلات مرئية: مشروع كونكتوم..... ت

– الدماغ في البعد الرابع: إثارة الدماغ ونمذجته بالحاسب..... ث

الفصل الأول: أداء الدماغ حتى المستحيل ١

– لماذا يكون كل دماغ فريداً؟ ١

– عندما يشكل المكتسبُ ما هو فطريٌ ٥

– أداء مدهش: حكاية وصلات ٧

– كيف يتطور الدماغ؟ ١٠

الفصل الثاني: التعلم، واللدونة والتكيف: من تغريد الكناري إلى أسرار الذاكرة..... ١٣

– تخلق النسيج العصبي وتغريد العصافير– التعلم واللدونة..... ١٤

– التكيُّف واللدونة ١٦

–الحصين: الذاكرة المتحركة..... ٢١

- أسرار الذاكرة الانتقائية ٢٥
الفصل الثالث: قدرات الدماغ على الترميم: يتم تنشيطه ولكنه يرهق نفسه ويرممها ٢٩
- يزداد حجمه إن تم تنشيطه ٢٩
- إيجابيات الإجهاد ٣١
- مساوئ الإجهاد ٦٤
- الاكتئاب: مرض دماغي التهابي ٣٦
الفصل الرابع: كيف نكتشف سر قدراتنا العقلية؟ ٤١
- التصوير بالرنين المغناطيسي: من أجل رؤية ما في رأسنا ٤١
- مشروع كونكتوم: كيف يُنسج الفكر؟ ٤٣
- مشروع الدماغ الأزرق: نحو دماغ افتراضي ٤٩
- ذكاء متعدد ٥٢
الفصل الخامس: رغبة في العيش، وتقمص وجداني، وصبر ٥٧
- الفص قبل الجبهي، ترفٌ في دماغ الإنسان ٥٧
- القشرة الحزامية: من التعارض إلى الانفعال ٥٩
- التقمص الوجداني: مفتاح العلاقة ٦١
- الرغبة في الحياة والسعادة: مفتاحان للاستمرار ٦٤
- مفتاح كيميائي للصبر: السيروتونين ٦٨
الفصل السادس: الذاكرة والنسيان ٧١
- الحصين: خارطة للذاكرة ٧١
- شريحة إلكترونية طبيعية: الذاكرة العاملة ٧٥
- أسرار النسيان ٧٨
الفصل السابع: الإبداعية، والموسيقى، والسعادة ٨١
-عباقرة الأعداد ٨٢
- هل ترتبط العبقرية بموهبة فطرية؟ ٨٢

- الدماغ المبدع: الدماغ الأيمن والدماغ الأيسر ٨٤
- العصبونات التي تصنعها الأصوات ٨٧
- الرعشة الموسيقية والأثر العلاجي للموسيقى ٨٨
الفصل الثامن: رياضة العصبونات ٩٣
- خُلق العضل والدماغ ليتفقا فيما بينهما ٩٣
- كيفية صون الدماغ وتمرينه ٩٥
- رياضة دماغية أم بدنية؟ ٩٧
- تنشيط الذخيرة الدماغية من أجل المحافظة عليها ١٠٠
- ما تأثير الراحة والاسترخاء والتأمل في الدماغ ١٠٢
الفصل التاسع: الصحة الذهنية في طبق الطعام ١٠٥
- السكر لتغذية الدماغ: لا كثيراً منه ولا قليلا ١٠٥
- عندما "يصدأ" الدماغ ١٠٧
- أسطورة أوميغا -٣ ..... ١١١
- الفيتامينات، والمنبهات، والمؤثرات العقلية: ما فائدتها للصحة العقلية؟ ١١٣
الفصل العاشر: الدماغ في عصر التنمية المستدامة ١١٩
- الليل: بيئة الدماغ ١٢٠
- يطرح الفضلات، وينقي ١٢٢
- النوم وفوائده ١٢٥
- الدماغ النائم: مفكرة ممتازة ١٢٥
- ينظف، ويرمم مشبكاته، وينظم اليوم التالي ١٢٧
الفصل الحادي عشر: دماغ لا يتزعزع ١٣١
- الدماغ تحت محك العمر ١٣١
- تعاون غير متوقع بين الدماغ والأمعاء ١٣٤

- هناك هرمونات لحمايتنا ١٣٦
- نضارة أبناء المائة سنة: قضية هرمونات ١٣٧
- هل هناك جينات لحمايتنا من الشيخوخة؟ ١٣٩
خاتمة **١٣٤**
قائمة المختصرات **١٤٩**
المراجع **١٥٣**
ثبت المصطلحات **١٥٩**
أولا: عربي- فرنسي ١٥٩
ثانيا: فرنسي- عربي ١٦٧
كشاف الموضوعات **١٦٩**