الفصل الخامس
التشابكات العصبية

قدم علماء الأعصاب وعلم النفس العصبي وعلم الإدراك وعلماء التربية تصوراتهم حول الشبكة العصبية ودورها في عملية الربط بين الخلايا العصبية، عند معالجة المعلومة القادمة للمخ لغوية أو غير لغوية، وما ينتج عنها من فهم جديد لقضايا اللغة؛ نتيجة رأيهم وتصورهم عن الشبكة العصبية ودورها في ذلك.

هذا الفصل يعد من أصعب فصول الكتاب لأنه يتناول قضايا افتراضية كثر الجدل والخلاف حول دورها في فهم المعلومة ومعالجتها، لهذا تناولناها لنوضح أمورا كثيرة منها:

١ــ الخلاف الذي بين العلماء حول تصور التشابكات العصبية وآلية عملها.

٢ــ دور هذه التشابكات في عملية معالجة المعلومة وحقيقة إثارتها للخلية وكبحها.

٣ــ بيان رأينا في هذا الخلاف بحجج علمية لفصل القول في تحديد دور التشابكات.

ونحاول عرض بعض هذه الآراء وبيان دور الشبكة العصبية في اكتساب اللغة وتلقيها وإنتاجها من خلال هذه المحاور:

- المحور الأول: تاريخ مصطلح الشبكات العصبية.
- المحور الثاني: تعريف الشبكة العصبية.
- المحور الثالث: بداية تكوين الشبكة العصبية ونموها.
- المحور الرابع: خصائص الشبكة العصبية.
- المحور الخامس: مكونات الشبكة العصبية.
- المحور السادس: آلية عمل الشبكة العصبية.

المحور الأول: تاريخ مصطلح الشبكات العصبية

في العصر الحديث بدأت دراسة العلاقة بين اللغة والدماغ منذ القرن التاسع عشر. يقول غي تيبرغيان "من الناحية التاريخية بدأ التكلم عن الشبكات العصبونية مع أعمال ماك كولوش وبيتس (١٩٤٣) اللذين كانا أول من أظهر أن المجموعات العصبية ذات

الاستجابة الثنائية تستطيع أن تنفذ حاسوبيا مجمل وظائف المنطق ... وتم اكتشاف الصيغ الأولى لقوانين التعلم إبان عقد ١٩٥٠ ... عادت الشبكات العصبونية إلي صدارة المشهد المعرفي في بداية العقد ١٩٨٠ عندما ظهرت مشاكل المقاربة الرمزية وعندما مكنت خوارزميات التعلم الجديدة والهندسة الجديدة شبكة (ART) لغروسبيرغ من توسيع المجال ومن نشر الأداء المتميز للشبكات العصبونية "[١]

وفي التاريخ المعاصر مع تطور الدراسة العصبية للمخ ووظائفه ومكوناته وظهور اكتشافات جديدة لعلم الأعصاب، بدأ بناء تصور عن عملية التواصل بين الخلايا العصبية من خلال افتراض وجود شبكة من الأسلاك بين الخلايا العصبية، وأن هذه الخلايا في تواصل دائم مع بعضها البعض من خلال هذه الشبكة التي اقتبسوا فكرتها واسمها من شبكة الأسلاك الكهربائية التي في مختلف الأجهزة؛ فمصطلح الشبكة العصبية استعارة تصورية افتراضية للترابطات الموجود بين الخلايا العصبية لتحقيق التواصل بينها.

وقد بدأت عملية تحليل الترابطات التي بين العصبونات ووظائفها؛ لوضع تصور لمسارات عمليات الإدراك والفهم وإصدار الأمر من المخ للجسم وبناء صورة تقريبية للعلاقة بين الخلايا العصبية ومراكز الإدراك المختلفة، وانتقال الرسائل والأوامر والمعلومات بين الخلايا العصبية في سرعة؛ كخطوة أولى لفهم العلاقة بين اللغة والمخ: اكتسابا وإنتاجا وتلقيا.

المحور الثاني: تعريف الشبكة العصبية

١- تعريف الشبكة العصبية عند غي تيبرغيان:

عرض غي تيبرغيان تصوره عن مفهوم الشبكة العصبية من خلال تعريفه للدماغ قائلا: إنها عبارة عن "مجموعة منظمة من العصبونات المرتبطة وفق مخطط محدد."[٢] إن تعريفه للدماغ يفتح مجال البحث أمامنا للإجابة عن هذه الأسئلة:

١- ما حقيقة الدماغ؟ ومما تتكون؟ وما مفهومها في رأيه؟

٢- كيف تنظم الخلايا/ العصبونات نفسها لتعمل معا في مجموعات متعاونة لمعالجة اللغة؟

---

(١) قاموس العلوم المعرفية:٤٠٢

(٢) قاموس العلوم المعرفية:١١٥

٣- كيف يتم التواصل بين مراكز المخ المختلفة معا لمعالجة كل العمليات العقلية كاللغة؟

٤- أي الخلايا العصبية المسئولة عن قيادة كل مركز من مراكز المخ؟ ما عملية التخطيط؟

أسئلة جد خطيرة تحتاج إلي الدخول بعمق في قضية البنية العصبية للمخ، وكيفية عملها.

٢- تعريف الشبكة العصبية عند ديكون:

يقول ديكون "بذل باحثون كثيرون سلسلة من الجهود من أجل وضع نموذج لتأثير انحيازات التعلم المختلفة علي تعلم اللغة، وتحولوا إلي محاكاة الشبكة العصبية، ونحن لكي نفهم هذه الطرق في الدراسة يلزم أن نعرف ولو بشكل بسيط عام كيف تعلم الشبكات العصبية neural network.علاوة علي بعض التفاصيل عن تصميم النمط المميز لبناء الشبكة العصبية الأكثر نجاحا في عمليات محاكاة تعلم اللغة."[١]

إن هؤلاء العلماء وهم في سبيلهم للوصول إلي فهم عملية التعلم في المخ وخصوصا تعلم اللغة؛ اتجهوا إلي محاكاة شبكة الأسلاك الكهربائية التي في الأجهزة؛ وسموها الشبكة العصبية، حيث عدوا ما بين الخلايا العصبية من روابط وزوائد شجرية أنها أسلاك كهربية، وذلك لبناء تصورهم عن عمل المخ من خلال هذه الشبكة العصبية كنموذج يحاكي عملية تعلم اللغة. إنها شبكة ولكن بأسلاك عصبية تصنع ترابطات كثيرة بين الخلايا العصبية سموها التشابكات/ الشبكات العصبية، تقوم بتوصيل الرسائل المعلوماتية بين خلايا المخ، إلي جانب عملها التخزيني للمعلومات، وسرعة استدعائها عند الحاجة.

وعن سبب هذه التسمية يقول ديكون "وجدير بالذكر أن تسمية هذه المنظومات النموذجية بالشبكات العصبية هو في أحسن الأحوال مماثلة فضفاضة، وكما يفيد المصطلح فإن نماذج الحاسوب تقتبس قسمات التصميم الذي نتصور أنه حاسم لعمليات المعلومات في المخ، ولكن في الواقع نجد أن الغالبية الساحقة من الشبكات

---

(١) الإنسان . اللغة . الرمزية: ٢٣٥

العصبية هي برامج يجري تشغيلها في الأنواع العادية من الحواسب الرقمية السريعة والضخمة، إنها العمارة الخائلية لطريقة تناول هذه البرامج للمعلومات هي التي أسبغت عليها اسمها وسماتها المهمة المميزة."[1]

إنه تفسير وتحليل جيد لمفهوم مصطلح (الشبكة العصبية) وسبب تسميته بهذا الاسم. لأنه يشبه الحاسوب، وهو تشبيه يقوم علي عملية تخيلية تصورية ممن سماها بهذا الاسم، لكنه عاد واستدرك علي قوله السابق واصفا إياه بـــ (أنه تمثيل فضفاض) مما يبين أن هناك فارقا كبيرا بين الوصلات العصبية والأسلاك الحاسوبية، كذا التواصل بين الخلايا العصبية والدوائر الكهربائية الحاسوبية – كما سنرى –.

المحور الثالث: بداية تكوين الشبكة العصبية ونموها

هذه التشابكات التي تمثل مخزن المعلومات في مخ الإنسان؛ يبدأ تكوينها وعملها قُبيْل ميلاد الفرد؛ وتستمر في نمو دائم داخل المخ، ولأنها مخزن المعلومات، وأنها دائمة النمو؛ فإن لها آلية تحد من نموها المفرط بتكسيرها، وآلية تعمل علي التجديد والاستبدال والإحلال الدائم لما تكسر منها؛ لتصنع لنفسها ديناميكية متجددة؛ تمكنها من اكتساب كل جديد في كل يوم، وتزيل ما ليس له قيمة أو تضعه في مكان بعيد في الذاكرة بعيدة المدى؛ لتستدعيه عند الحاجة.

يقول علماء النخبة عن بداية ظهور التشابكات العصبية أنها تظهر علي مراحل هي:

أ– قُبَيْل الميلاد وبعده:

عندما يولد الطفل يكون لديه عدد كبير من الخلايا العصبية (مائة مليارات الخلايا العصبية) وهذا العدد لا يزيد ،بل يظل ثابتا علي مدى حياة الفرد، ولكن الخلايا تنمو وذلك بإنتاج عدد كبير متنامي من التشابكات العصبية التي تخرج من الخلية وتربط بين الخلايا العصبية، تكون مهمتها اكتساب المعارف والخبرات وتدونها فيها، فيصبح نموها وتزايدها دليلا علي الكم الكبير من المعلومات والمهارات والخبرات التي اكتسبها هذا الطفل، مما يزيد من حجم الدماغ كلما زاد عمره وزادت معارفه."فعند الميلاد

(١) الإنسان . اللغة . الرمزية: ٢٣٦

يوجد بالمخ البشري جزء صغير نسبيا فقط من تريليونات التشابكات العصبية التي سوف توجد في نهاية الأمر، وهو يكتسب ثلثي حجمه البالغ بعد الميلاد ، وتتكون بقية التشابكات العصبية بعد الميلاد. ويتوقف جزء من هذه العملية علي الخبرة."[1]

الطفل يولد مزودا بتريليونات من التشابكات العصبية؛ الجاهزة لاستيعاب المعارف والمهارات التي سيكتسبها في حياته، وتدوينها وتخزينها فيها. وقد بدأ تكوينها وعملها قُبيل ميلاده، لقد جاء إلي الدنيا وفي خلاياه العصبية هذه التشابكات التي قَدِمَتْ معه من الرحم وتكونت داخله، فأتت حاملةً كثيرا من الخبرات؛ التي دوِّنَ عليها كل ما سمعه من المحيطين به، وهي تصل إلي تريليونات من التشابكات.

لقد بدأت عملية اكتساب المعلومات قبيل ميلاده، فقد سمع صوت أمه ومجتمعه ولغتهما، فتكونت لديه في الرحم هياكل للغة مجتمعه (أصواتها وأبنيتها ونحوها)، تمكنه من التعرف علي لغتهم بعد ميلاده، لهذا فهو يتقبلها ولا يستنكرها بعد أن يولد ويسمعها من المحيطين به. هذا ما يفسر ميل الطفل إلي سماع صوت أمه، وعدم بكائه عندما تحتضنه، فقد سمع هذا الصوت (دقات قلبها وكلامها) قبل أن يولد؛ فجاء الطفل للعالم حاملا الهياكل التنغيمية الخاصة بلغة أمه، فلقد سمعها، وسجلها في تشابكاته العصبية التي ولدت معه، وهي جاهزة للعمل، وقد بدأت عملها التسجيلي قبيل ميلاده.

ويؤكد هذا القول في موضع آخر يقول "يبدأ إنتاج التشابكات العصبية قبل الميلاد وتستمر كثافتها في التزايد حتى سن الخامسة أو السادسة. وتستمر عملية الانتقاء هذه، التي تتطابق من ناحية المفهوم مع التنظيم الأساسي للأشكال، خلال الأربع إلي الخمس سنوات التالية، وتنتهي قرب المراهقة المبكرة."[2] فعملية إنتاج التشابكات مستمرة كصفة خاصة بالخلية العصبية، ونتيجة زيادة المعرفة لديه وميله إلي معرفة كل شيء عن عالمه.

ب- بعد الميلاد: (كيف تتم عملية نمو التشابكات؟)

بعد أن يولد الطفل يبدأ في تنمية تشابكاته العصبية "فتضاف الاتصالات التشابكات إلي المخ بطريقتين أساسيتين هما:

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٨٨

(٢) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٩١

الطريقة الأولى: حدوث زيادة كبيرة في عدد التشابكات العصبية المنتجة، ثم ضياعها بصورة تلقائية. ويعتبر الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية وضياعها آلية أساسية يستخدمها المخ لتضمين المعلومات المتأتية من الخبرة. ويميل ذلك إلي الحدوث خلال المراحل الأولى للنمو ... ويقوم الجهاز العصبي بإنشاء عدد كبير من الوصلات. وتقوم الخبرة بدور في هذه الشبكة؛ فتختار الوصلات الملائمة وتزيح الوصلات غير الملائمة، وما يتبقي هو الشكل النهائي المهذب الذي يشكل الأسس الحسية وربما أيضا الأسس المعرفية من أجل مراحل النمو التالية"[1] يتضح من هذه الطريقة:

١- آلية العمليات التي تحدث داخل المخ بسبب النمو المتزايد للتشابكات العصبية به؛ فهي تحدث نتيجة زيادة المعرفة والخبرة فيه؛ مما يزيد في حجم المخ بزيادة خبراته عبر السنين.

٢- ضياع وتكسر التشابكات تفسر حدوث آفة النسيان التي تصيبنا نتيجة تكسرها.

٣- بيان دور الجهاز العصبي في عملية اختياره للمعلومة التي تبقي فيه، والمعلومة التي يطغي عليها النسيان فتهمل أو تزاح. إنها عملية انتقاء / انتخاب طبيعي للمعلومات.

مثال: يشبه علماء الأعصاب عملية تكوُّن التشابكات وتكسرها وضياعها بـــ "فن النحت. يخلق الفنان الكلاسيكي تمثالا من الرخام مستخدما الأزميل لإزالة الأجزاء الزائدة من الرخام حتى يتكون الشكل النهائي للتمثال. وتذهب دراسات الحيوان إلي أن هذا التقليم والتشذيب الذي يحدث خلال فترة الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية وضياعها يماثل نحت هذه القطعة الرخامية بإزالة الزائد وبقاء ما يكوّن الشكل المطلوب"[2].

الطريقة الثانية: "يتم الأسلوب الثاني لتكون التشابكات العصبية من خلال إضافة تشابكات عصبية جديدة ... وخلافا للإنتاج المفرط للتشابكات العصبية وضياعها؛ فإن عملية إضافة التشابكات العصبية تحدث طوال عمر الإنسان، وهي مهمة بوجه خاص في المراحل العمرية المتأخرة، .. إن عمل علماء العلوم المعرفية والباحثين في مجال التعلم يسهم في فهمنا لعملية إضافة التشابكات العصبية."[3]

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٨

(٢) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٩

(٣) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٩

المحور الرابع: خصائص الشبكة العصبية

تعمل التشابكات العصبية وفق آلية محددة ترسم لها خطة تنظيمها للمخ، فكلمة (منحوت) التي ذكرها علماء النخبة تعبر عن مدى ثبات المسار البصري بالذاكرة؛ وتبين شدة ثبات المعلومة في الذاكرة؛ لأنها منحوتة. وتظهر خصائص التشابكات العصبية في:

١- الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية:

إن الآلية الحقيقية لنمو المخ وزيادة حجمه تتمحور في عملية الإنتاج الدائم والمستمر للتشابكات العصبية بصورة مفرطة؛ يحدث هذا نتيجة شيئين؛ أولا: النمو الفسيولوجي للخلايا العصبية، ثانيا: زيادة الخبرات والمعارف التي تدون عليها. أما تكسرها فهو الاتجاه المضاد لعملية النمو المفرط الذي يمنع زيادتها إلي ما لا نهاية؛ فتتكسر أو تبقي وتُختار التشابكات الصحيحة، ثم تُمحى الأخرى، ثم تأتي معلومات جديدة فتدون؛ وتُمحى القديمة، ويُختار الصحيح منها، وهكذا علي مدى حياة الفرد، وتستمر آلية التشابكات العصبية في التطور والنمو والزيادة فتستوعب كل جديد في عالم الفرد. يقول ديكون "قد يسير الإنتاج المفرط للشبكات العصبية والعملية الانتقائية بمعدلات مختلفة من أجزاء المخ وتحدث الذروة في كثافة التشابكات العصبية في قشرة المخ الأساسية الخاصة بالرؤية بسرعة نسبيا"[١]

٢- تصحيح التشابكات العصبية:

ماذا يحدث بعد النمو المفرط للتشابكات العصبية وزيادتها؟ يحدث تصحيح وانتقاء للتشابكات الصحيحة، يقول ديكون "تحدث تغيرات جديدة في المخ بعد انتهاء دورة الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية والعملية الانتقائية، تشمل فيما يبدو تصحيح التشابكات العصبية القائمة وإضافة تشابكات عصبية جديدة كلية إلي المخ."[٢]

٣- استمرار خلق تشابكات عصبية مدى الحياة:

هذه التشابكات العصبية تنمو وتزيد بالإنتاج المفرط لها؛ تلبية لحاجة الفرد الذي يكتسب في كل لحظة معرفة جديدة، فالأمر كله يرتبط بخبرة التعلم المتزايدة والمتنامية.

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٩١

(٢) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٩١

"وتفيد شواهد البحث أن النشاط في الجهاز العصبي المرتبط بخبرة التعلم يجعل الخلايا العصبية تخلق بشكل ما، تشابكات عصبية جديدة وخلافا لعملية الإنتاج المفرط للتشابكات العصبية وفقدانها، فإن إضافة التشابكات العصبية وتعديلها تستمر طوال العمر وتكون مستحثة بالخبرة. والواقع أن نوعية المعلومات التي يتعرض لها المرء في جوهرها، وكمية المعلومات التي يكتسبها تنعكس طوال حياته في بنية المخ. وربما لا تكون هذه العملية هي الطريقة الوحيدة التي تخزن بها المعلومات في المخ، ولكنها طريقة مهمة للغاية تعطي نظرة متعمقة عن كيفية التعلم."[1]

نتبين مما سبق أن التعلم مرتبط بنشاط المخ وقدرته علي الإنتاج المتزايد للتشابكات التي هي وسيلته لتدوين المعرفة فيه؛ وهذا بدوره يوضح قيمتها في اكتساب اللغة.

٤- إزالة التشابكات العصبية:

الغرض من إزالة التشابكات العصبية؛ هو إفساح المجال لإضافة تشابكات عصبية جديدة تدون عليها خبرات جديدة؛ وذلك بمحوها وإضافة تشابكات جديدة غيرها إلي الخلية نتيجة إضافة معلومات وخبرات جديدة للفرد، وهنا تظهر ديناميكية وآلية عمل الخلية العصبية باستقبالها كل جديد علي تشابكاتها العصبية، يحدث هذا ببطيء شديد في جانب المعلومات اللغوية، وكذا الوظائف المعرفية الأعلى.

لماذا؟ لأن هذه المعلومة قد ثبتت واستقرت في تشابكاته العصبية، وتأكد وجودها في المخ؛ بكثرة تكرارها بصورة يومية في حياته، فلا يستغني عنها، فهي وسيلته للتواصل، وهي أيضا استقرت وثبتت كمفاهيم اقتنع بها وكونت فكره وفهمه للأشياء، فأصبحت ثابتة مستقرة داخل خلايا مخه. فالتشابكات عصبية متجددة وثابتة غير متغيرة ملازمة ولازمة لحياة الفرد وحاضرة في مخه. لذا "تحدث عملية إزالة التشابكات العصبية بصورة بطيئة نسبيا في المناطق القشرية للمخ المعنية باللغة ووظائف معرفية أعلى أخرى."[2]

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٩٢

(٢) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٩٧

مثال "مثل الفنان الذي يخلق تمثالا بدمج أجزاء مع بعضها البعض حتى يكتمل شكله"[١] من هذا تتضح آلية إضافة المعلومة للمخ ودور التشابكات في عملية الانتقاء والإضافة.

المحور الخامس: مكونات الشبكة العصبية

يقول غي "تتألف الشبكة العصبونية من مجموعة من خلايا مترابطة تسمى عصبونات، وكل عصبون منها يعمل كوحدة أولية تتلقي المعلومات القادمة من العصبونات الأخرى أو من العالم الخارجي "[٢] أي أن دور العصبون هو تلقي المعلومة. **الشبكة العصبية**: "تشابكات من الخلايا العصبية في شكل مجموعات، تعمل كل خلية كوحدة أولية؛ أو كبنية أساسية. يتمركز دورها في تلقي المعلومات القادمة من خلايا أخرى أو من الخارج، أي استقبال المعلومة.

ويوضح ديكون الأمر أكثر قائلا "تتألف الشبكات العصبية من عناصر بسيطة:

أ- (**عقد** nodes): تستجيب بطرق بسيطة (تشغيل وإيقاف) لمدخلاتها، وهي مجموعة من الخلايا العصبية.

ب- **الروابط**: وثمة روابط بين العقد التي تنقل الإشارة الدالة علي حالات العقد الأخرى، وتمثل العقد نظائر[٣] للخلايا العصبية، كما أن الروابط هي نظائر المحاور axes والزوائد dendrites التي يتم من خلالها ربط الخلايا العصبية بعضها ببعض."[٤]

الشبكة العصبية: تشبه ما في خلية النحل من قرص العسل الذي تضع الملكة فيه بيضها، فهو مكون من مجموعة من الأشكال الهندسية (شكل سداسي) مترابطة في شكل مصفوفة متلاصقة معا. وبالمثل فإن الشبكة العصبية مكونة من مجموعة من الخلايا المترابطة المتراصة المتلاصقة معا؛ لتكون شبكة من الخلايا العصبية ذات خصائص؛ أهمها: تعاونها وتواصلها معا.

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة:١٨٩

(٢) قاموس العلوم المعرفية: ٤٠٠

(٣) يقصد أن العقد: مجموعات من الخلايا العصبية والروابط هي المحاور والزوائد التي بالخلية لتربطها بأختها.

(٤) الإنسان . اللغة . الرمز :٢٣٨

ويتحقق هذا من خلال مكوناتها التي ذكرها ديكون آنفا. فعندنا عقد: وهي مجموعة من الخلايا العصبية المتجاورة المتعاونة معا، وعندنا الروابط: وهي التي تربط بين تلك الخلايا العصبية، وتتمثل هذه الروابط في كل من محاور وزوائد الخلية؛ التي هي وصلات تخرج من الخلية لتربطها بالخلية التي تجاورها؛ فيحدث تواصل بين مخرجات ومدخلات الخلايا العصبية معا؛ بفضل هذه الروابط، فهي تنقل الإشارات الكهربائية التي تحمل المعلومات والتعليمات من وإلي الخلايا المتجاورة التي تشكل العقد.

المحور السادس: آلية عمل الشبكة العصبية

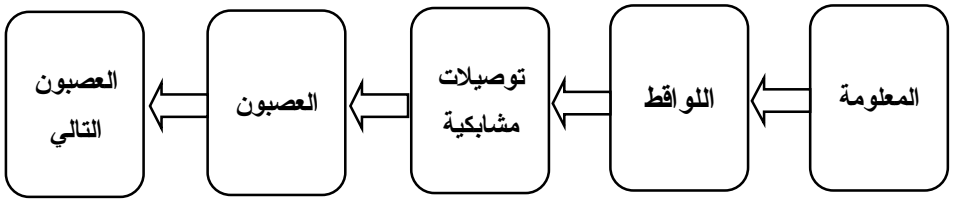
إن عملية التواصل بين الخلايا العصبية لكي تحقق الهدف من الشبكة العصبية كلها؛ فإنها تقوم علي آلية وضع لها العلماء تصورات مختلفة، يمكن عرضها هنا، ثم عقد مقارنة بين آرائهم للوصول إلي تصور عام لآلية عمل الشبكة العصبية.

أولا: تصور غي تبيرغيان

يقول غي تيبرغيان عن المراحل التي تمر بها تلك العملية "يستقبل العصبون المعلومة القادمة من العصبونات الأخرى، عن طريق التوصيلات المشابكية، ويستقبل المعلومة القادمة من العالم الخارجي عن طريق اللواقط الخاصة (مثلا في أرجون الخلايا البصرية)، وقد تكون هذه المعلومة محرضة أو صادة، لأن العصبون يعاير بين التحريض والصد ويعكسها باستجابته: فيعاير إمكانية الفعل مثلا."[1]

إن تصوره يقوم علي الربط بين العصبونات؛ يمكن تصور هذا الربط من هذا الشكل:

المعلومة > اللواقط > التوصيلات المشابكية >العصبون > العصبون التالي.



(١) قاموس العلوم المعرفية: ٤٠٠

أنواع المعلومات:

١ــ معلومة محرضة: (إيعاز). ٢ــ معلومة صادّة: (إيقاف الإيعاز).

ويقدم لنا تصوره عن آلية عمل الخلايا العصبية وتشابكاتها في تفاعلها مع المعلومة:

أ) دور المعلومة:

يشير غي إلي دور المعلومة نفسها في التأثير علي الخلية وإثارتها، وتحدد نوع الاستجابة حسب نوع المثير (المعلومة هي المثير)؛ فالمعلومة تحدد وتوجه الخلية نحو الشيء، ثم يأتي دور الخلية العصبية/ العصبون نفسها؛ فهي التي تفكر داخلنا وتوازن بين الأمور وتعايرها؛ بناء علي المعلومة التي أتت إليها من اللواقط الخاصة؛ حيث حددت المعلومة نوع الإثارة (تحريض أو صدّ) أولا، ثم يأتي دور الخلية في التفكير والموازنة بين الأشياء. فنحن نفكر في كل شيء ونعايره من خلال عمل العصبون، ويتم التواصل بينها عبر التشابكات العصبية؛ ونتيجة لما انتهت إليه الخلية بعد تفكيرها في المعلومة.

ولكن أي هذا العصبونات من بين مليارات العصبونات التي يتكون منها بناء المخ كله الذي يقوم بهذه الوظيفة؟ إنه سؤال لا إجابة له الآن؛ سوى أنها تعمل في شكل مجاميع من العصبونات المتعاونة معا؛ وهذه المجاميع هي التي تقوم بهذا العمل، بل إن مراكز المخ المختلفة (مركز السمع/ البصر/ اللغة ...) تشترك معا أيضا في جزء من الثانية لإصدار قرار ما، أو التفكير في الشيء.

ب) العصبون القائد:

افترض غي وجود خلية/ عصبون تعمل كقائد للمجموعة في تلك العملية؛ فهي من يقوم بعملية التفكير والموازنة، ويجمع العصبونات كي يقوم معها بهذه العملية، يقول "وإذا بسطنا الأمور لقلنا إن عصبون بحسب وضع التفعيل لديه، عندما يوازن كل مصدر من مصادر المعلومة، ثم عندما يحسب المجموع (الموزون) لمجمل المصادر، وأخيرا عندما يحول تفعيله إلي استجابة"[١].

يقول غي: إن عصبون بِحَسْب (أي فقط) وُضِع التفعيلُ لديه (أي أُحِيل أمرُ الموازنة بين الأشياء إليه) فيوازن بين مصادر المعلومة (أي يعرض كل مصادر المعلومة

(١) قاموس العلوم المعرفية:٤٠٠

فيقارن ويوازن بينها). أو بعبارة أخرى؛ أن عصبون بِحَسَبِ وَضْع التفعيل أي التأثير لديه؛ يقوم بالموازنة بين مصادر المعلومة. وكلا التفسيرين يؤكدان دور العصبون القائد الذي افترض غي وجوده؛ أنه يقوم بعملية الموازنة والمقارنة والمقابلة. وهذا أمر خطير؛ لأنه يجيب عن سؤال حائر في نفوسنا؛ هو من يفكر في داخل أمخاخنا؟ وأي من خلايانا العصبية من يقوم بعملية التفكير لدينا؟ افترض غي وجود الخلية/ العصبون كقائد ومفكر للمجموعة

ج) عمل العصبون القائد:

أسند غي للعصبون القائد المفترض قيامه بعدة مهام؛ وهي أنه:

١- يوازن بين كل مصدر من مصادر المعلومة، وذلك لبيان الأصح منها.

٢- يحسب مجموع (الموزون) لمجمل المصادر؛ أي يعطي رأيا عاما حول مجمل المصادر.

٣- يحول التفعيل (الإثارة) إلي استجابة، أي يحول رأيه الذي يراه هو حول الشيء إلي استجابة، أي سلوك يأمر أعضاء الجسم بفعله أو قوله. "إن الأهمية المرتبطة بمصدر المعلومة الخارجي التي يؤمنها العصبون تعكسها قيمة (ويقال أيضا وزن) المشبك الذي يربط المحوار (أو المدخل) الذي يمثل هذا المصدر بهذا العصبون."[١]

إن أهمية مصدر المعلومة الخارجي تحددها القيمة الموجودة والمسجلة بالمشبك عنها؛ فكل مشبك هو مخزن مختص بمجموعة من المعلومات. إلي جانب عمل آخر للمشبك؛ فهو من يربط المحور المختص كمصدر لهذه المعلومة؛ (يربطه بالعصبون/ الخلية العصبية) فالمشبك هو من يربط هذا المحور بهذا العصبون، ومن هنا تأتي قيمة هذا المشبك نتيجة للدور الذي يقوم به، ونتيجة اختصاصه بهذه المعلومة القادمة من الخارج دون غيرها.

مما سبق يتبين أن هناك مشبكا مختصا بكل معلومة قادمة من الخارج، وأن هناك عصبونا قائدا، ومشبكا مختصا بكل معلومة، وأنه يستقبل المعلومة التي تخصه وينقلها إلي محور عصبونه المرتبط به، ويسمى (مدخل العصبون) وهو ما تدخل منه المعلومة إلي العصبون لمعالجتها فيه، وهنا تتضح قيمة مصدر المعلومة الخارجية التي يحددها

---

(١) قاموس العلوم المعرفية:٤٠٠

المشبك المختص بها وبمعالجتها، حيث يستجيب المشبك المختص لتلك الإثارة القادمة إليه من الخارج في شكل معلومة، أنها هامة؛ فيعالجها أو لا قيمة لها فيهملها.

خلاصة رأي غي حول عمل العصبون القائد:

جاءت خلاصة مفهوم غي حول مجمل عملية التفاعل بين العصبون والمعلومة الخارجية في قوله "وبعامة، تتجمع العصبونات في طبقات شتي وتؤدي كل طبقة منها وظيفة خاصة. مثلا، المعلومة الواردة من العالم الخارجي تعالجها طبقة المدخل، واستجابة الشبكة تقدمها طبقة المخرج."[1] تتجمع العصبونات في شكل طبقات مختلفة، فيصبح لكل طبقة وظيفة خاصة؛ فتختص بعمل ما في عملية معالجة المعلومة، فتقوم طبقة من العصبونات بدور مدخل المعلومة، وتقوم مجموعة أخرى بعملية الاستجابة؛ كرد فعل لهذا المثير القادم من خلال طبقة المدخل، أي المعلومة الخارجية. وهنا يعود غي إلي العمل الجماعي للعصبون، فيتخلى عن فكرة العصبون القائد بقوله: (تتجمع العصبونات). وربما يعني أنها تجتمع في شكل عصبونات تحت قيادة هذا العصبون القائد.

د) معالجة الشبكة العصبونية للمعلومة؟:

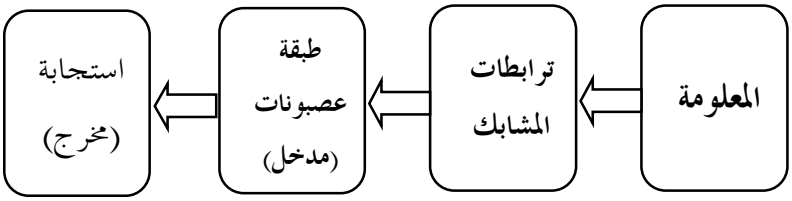
تقوم الشبكة باستقبال المعلومة ومعالجتها في داخلها، وتقوم كل طبقة من الشبكة العصبية حسب طبقتها وتنظيمها بعملية النقل. وتتولى عملية معالجة المعلومة التي تأتي إليها عبر طبقات العصبونات. فيتولى كل عصبون معالجة المعلومة الخاصة به؛ فيربط بين كل تشكيل حدث في المدخل وبين الاستجابة التي تبديها طبقة المخرج، أي يقوم العصبون المختص بالربط بين ما يدخل العصبون من معلومات وبين ما يخرج منه من نتائج وصلت إليها عملية المعالجة والتفكير داخل العصبون. "يتعلق تصرف إحدى الشبكات بهندستها (أي بالطبقات وتنظيمها) وبوظائف النقل المستعملة، ويقيم الترابطات المشابكية التي تصل العصبونات ببعضها.

إن الشبكة العصبونية تعالج المعلومة عندما تمر في طبقات العصبونات. والعصبون المباشر يعالج حاسوبيا أحد المعاملات المباشرة (التأشيرية) الذي يربط بين كل تشكيل تم في المدخل وبين الاستجابة التي تبديها طبقة المخرج."[2] كما في هذا الشكل:

---

(١) قاموس العلوم المعرفية: ٤٠٠

(٢) قاموس العلوم المعرفية:٤٠٠



المعلومة >تمر في ترابطات المشابك >طبقة عصبونات (مدخل)>استجابة(مخرج)

تأتي المعلومة من المدركات المختلفة لتمر عبر المشابكيات إلي طبقة العصبونات (مدخل المعلومة) ثم تستجيب لها طبقة عصبونات المخرج بعد معالجتها لتقدم ردا عليها.

ثانيا: تصور ديكون

يكمل ديكون تصور غي عن الآلية التي تعمل بها الشبكة العصبية؛ فيبين كيف تتم عملية اكتساب المعلومة اللغوية وغير اللغوية. يقول "فإن قراءة كل عقدة للإشارات على روابط المدخلات من العقد الأخرى هي التي تحدد تشغيل الشبكة العصبية."[١] عندما تأتي الإشارة من الخارج إلي العقدة (مجموعة من الخلايا العصبية) علي الروابط التي تُدخل المعلومة؛ تقوم العقدة بقراءتها وبناء عليه يتم تحديد كيفية تشغيل الشبكة العصبية. فقرأت كل عقدة من هذه العقد للإشارات الواردة إليها من روابط مدخلات الخلية من الخلايا الأخرى هي التي تعطي الأمر بتشغيل الخلية. يقول:"إن الشبكة العصبية تقوم بإدخال المعلومة إلي المخ وتخزينها به، ثم تستدعيها عند الحاجة."[٢] فالشبكة تقوم بـــ:

١- إدخال المعلومة للمخ. ٢- تخزين المعلومة.

٣- استدعاء المعلومة عند الحاجة.

إذن تدير الشبكة العصبية شأن المعلومة كليا: ادخلا وتخزينا واستدعاءً .

بناء الشبكة العصبية عنده:

لكي يتم هذا فلابد أن تتكون أجزاء الشبكة العصبية الأساسية من ثلاث شرائح من العقد (مدخلات، مخرجات، وحدات خفية) والروابط الموجودة بينها. ثم تعمل الشبكة العصبية كالآتي: يقول ديكون "إن قيم المدخلات على عقد المدخلات(1sو

(١) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٣٨

(٢) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٣٨

0s) يجعلها ترسل إشارة تشغيل أو غلق إلى جميع عقد الوحدات الخفية (عقد بدون روابط مباشرة للمدخلات أو المخرجات) المرتبطة بها أيضا."[1]

يرى ديكون أن آلية عمل الشبكة العصبية في معالجة المعلومة تتم كالآتي:

أ) عندما تحدث إثارة لعقد المدخلات من خلال قيم المدخلات، أي مواضع الإثارة.

ب) يجعل هذا الفعل عقد المدخلات ترسل إشارة تشغيل أو إيقاف إلي جميع عقد الوحدات الخفية (التي هي الروابط التي بين عقد المدخلات وعقد المخرجات)، بما يعنى أن الشريحة الثالثة (العقد الخفية) تقوم بعملية توصيل الإثارة بين المخرجات والمدخلات .

ج) يتم الربط بين الخلايا العصبية من خلال العقد/ الروابط الخفية.

د) تقرأ العقدة الإشارة التي علي روابط المدخلات من الخلايا العصبية الأخرى.

هـــ) ينتج عن هذه القراءة إصدار الأمر بتشغيل الشبكة؛ فتستقبل الإثارة وتستجيب لها.

أنواع العقد وآلية عملها:

يقول ديكون "تتبع العقد قاعدة تحويل غاية في البساطة للمدخل والمخرج، وهو ما تنتج عنه إشارة يجرى إرسالها عبر روابط مخرجاتها إلي العقد الأخرى، وطبيعي أن شبكة قادرة على أداء سلوكيات مهمة يلزم ربط عدد ضخم من العقد بعضها ببعض في أنماط غالبا ما تتحدد بشكل شبه عشوائي، وبينها ترابط متداخل بدرجة عالية، علاوة علي هذا فإن بعض العقد مرتبطة بإشارات لمدخلات خارجية، بينما عقد أخرى مرتبطة بأدوات تسجيل لمخرجات خارجة، ولكن العقد غير المرتبطة مباشرة سواء بالمدخلات أو المخرجات، فإنها تسمى الوحدات الخفية."[2]

تقوم العقد بإرسال إشارة عبر روابط مخرجاتها إلى العقد الأخرى، مما يستلزم ربط عدد كبير من العقد معا ولكل عقدة وظيفة في هذه العملية؛ لذا تتنوع وظائف العقد:

١- عقد ذات أنماط عشوائية، متداخلة معا.

٢- عقد مرتبطة (مسئولة) عن استقبال إشارات/ مدخلات خارجية .

٣- عقد مرتبطة (مسئولة) عن تسجيل مخرجات خارجة.

---

(١) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٣٨

(٢) الإنسان . اللغة . الرمز: ٢٣٦

٤- عقد غير مرتبطة بالمدخلات أو المخرجات مباشرة تسمى الوحدات الخفية.

ثالثا: تصور نخبة العلماء التربية

ونجد نخبة من علماء التربية يعرضون رأيهم حول عمل الشبكة العصبية من خلال عرضهم لبناء الشبكة العصبية كقصة تبدأ بحديث عن الخلية العصبية وما يرتبط بها هي:

الخلية العصبية:

تبدأ القصة عندهم من الخلية العصبية "فهي الخلية التي تستقبل المعلومات من خلايا أخرى أو من الأعضاء الحسية ثم توصلها إلي خلايا عصبية أخرى، بينما تقوم عصبات أخرى بتوصيلها مرة أخرى إلي أجزاء الجسم التي تتفاعل مع البيئة مثل العضلات. والخلايا العصبية مزودة بجسم خلية ـــ نوع من الأيضي ـــ وببنية تشعبية هائلة متفرعة الشكل تسمى المجال المتفرع أو التشعبي، وهي جانب المدخلات في الخلية. وتأتي المعلومات إلي داخل الخلية من زوائد تسمى الليف العصبي. وتأتي معظم المعلومات المثيرة إلي الخلية من المجال المتفرع، وعادة من خلال زوائد دقيقة تسمى أشواكا، وتسمى الوصلات الالتحامية التي تمر من خلالها المعلومات من خلية عصبية إلي خلية أخرى التشابكات العصبية، التي قد تكون ذات طبيعة إثارية أو كابحة. وتدمج الخلية العصبية المعلومات التي تتلقاها من جميع التشابكات العصبية وهذا يحدد مخرجاتها."[1]هذا القول يحتاج إلي إعادة عرض في نقاط تصور عملية دخول المعلومة إلي المخ كالآتي:

أ) الخلية العصبية:

١- تتلقى الخلية العصبية المعلومة من خلية مجاورة لها لتوصلها للخلية التي تليها.

٢- تقوم عصبات (مجموعة خلايا عصبية) بتوصيل المعلومة لكل أجزاء الجسم.

٣- تتفاعل أجزاء الجسم مع المعلومة والبيئة كتفاعل العضلات مع الحدث الآني.

ب) نقل بنية الخلية العصبية المعلومة وتفاعلها معها:

١- بنية الخلية مزودة بتشعبية هائلة (المجال المتفرع/ التشعبي) تمثل مدخلات لها.

٢- تأتي المعلومة المثيرة داخل الخلية عبر زوائد (الليف العصبي) بعد إثارة الخلية.

---

(١) كيف يتعلم الناس المخ، والعقل، والخبرة، والمدرسة: ١٨٦

٣- تأتي المعلومة المثيرة إلي الخلية من المجال المتفرع. أو زوائد دقيقة تسمى أشواكا.

٤- التشابكات العصبية: وصلات التحامية تمر من خلالها المعلومة. وتنقسم إلي:

- تشابكات إثارة: مهمتها نقل الإثارة إلى الخلية (إيعاز / تحريض).
- تشابكات كابحة: مهمتها أن توقف هذه الإثارة (وقف الإيعاز /صد).

إن عمليتي الإثارة والكبح يمكن ملاحظتهما من خلال عمليتي الضحك والبكاء؛ فعندما نُثار بشيء محزن أو مفرح تقوم تشابكات الإثارة بنقل الإثارة إلي الخلية بعملية نقل للمثير إلي مركز الضحك أو البكاء، فيبدأ المرء في الضحك أو البكاء بصورة متصلة مستمرة، إلي أن تقوم التشابكات الكابحة بوقف هذه الإثارة؛ فيتوقف المرء عن الضحك أو البكاء. ولولا هذا التضاد بينهما لظل المرء يضحك أو يبكي بلا انقطاع طول عمره.

رأي مخالف:

والحقيقة أن المسئول عن عمليتي الإثارة والكبح (الإيعاز وإيقاف الإيعاز) ليست الخلية ولا تشابكاتها، ولكنها الناقلات العصبية. وهي مركبات كيميائية تحيط بالخلية، تُحْدث الإثارة وتكبحها، وتتنوع هذه المركبات حسب نوع المثير الانفعالي الذي يسبب هذا الانفعال؛ فكل انفعال مرتبط بمركب كيميائي خاص هو من يسببه، فتُحدث إثارة بهذا الانفعال. الناقلات هي القادح للخلية لتنفعل بالشيء وتستجيب له. مثل مركب الإدرينالين الذي يسبب انفعل الغضب والخوف، عندما نثار بموقف ما يُقدح؛ فيفرز كميات منه تنقل الانفعال داخل الخلية لتستجيب له، وعندما يذهب الانفعال تتوقف الغدة المسئولة عن إفراز مركب الإدرينالين؛ فتكبح الانفعال ويتوقف. إن دور التشابكات العصبية هو نقل الإثارة إلي داخل الخلية، ونقل الكبح حتى لا تستمر بلا انقطاع. وهذه المهمة تقوم بها الناقلات العصبية كما ذكرت آنفا.

ج) عمل الخلية:

تجمع المعلومات التي وردت لها عبر التشابكات لمعالجتها والرد عليها.