الفصل الرابع
الخلية العصبية

لماذا ندرس بناء الخلية العصبية؟ لأن الخلية العصبية هي غرفة العمليات لكل أنواع التفكير بشكل عام؛ وللتفكير اللغوي بشكل خاص. لهذا يجب دراسة تكوينها وآلية عملها؛ لأن الدراسة ستبين كيفية خروج النبضات العصبية في شكل شحنات كهربية من الخلية، وكيفية حملها الرسائل اللغوية من الخلية العصبية إلي أعضاء النطق، وإرسالها إلي داخلها، وكيفية معالجة الخلية للغة وحل شفرتها. إنها عملية معقدة تحتاج منا إلي صبر.

وقد جاء هذا الفصل في عدة محاور هي:

- المحور الأول: الخلية العصبية.
- المحور الثاني: تصنيف الخلية العصبية.
- المحور الثالث: مكوّنات الخلية العصبية.
- المحور الرابع: وظائف الخلية العصبية.
- المحور الخامس: "الناقلات العصبية".
- المحور السادس: النبضة العصبية.

المحور الأول: الخلية العصبية

١- تعريف (الخليّة العصبيّة):

تُعرف الخلية العصبية على أنّها الوحدة المسئولة عن بناء الجهاز العصبي في الجسم، والوحدة الأساسية لتركيب المخ والمؤدية لكل وظائفه، وأساس آلية السلوك والتوافق. وتنتُج الخلايا من انقسام الخلية بعد عملية نموّها. أما **النسيج** فيُطلق على مجموعة من الخلايا المتشابهة في التركيب التي تقوم بالوظيفة نفسها فتسمى النسيج. ومن الممكن أن نطلق عبارة النسيج العضلي علي مجموعة من الخلايا العصبية التي تكوِّن عضلة ما من عضلات الجسم. فاجتماع مجموعة من الخلايا معا يكون النسيج العضلي.

(**العصبون**): هناك اسم آخر للخلية العصبية هو "العصبون"، وقد تعدد تعريف العصبون، ويمكن عرض على النحو الآتي:

أ/ **العصبون:** هو الوحدة العصبية الأساسية أو الخلية العصبية التي تكوّن بتشابكاتها مع عصبونات أخرى الألياف العصبية التي تكوّن بدورها الأعصاب . ويتألف كل عصبون من جسم الخلية الأساسي الذي يحوي جميع العضيّات الخلوية الحيوانية، لكنه يتميز بامتلاكه تشعّبات عديدة تصله بغيره من العصبونات، كما يمتلك تفرعًا وحيدًا طويلاً مدعمًا بغلاف صلب يدعى المحوار.

ب/ العصبون: هو خلية قابلة للاستثارة كهربائياً، ويُمكنها معالجة المعلومات ونقلها عبر إشارات كهربائية وكيميائية. تنتقل تلك الإشارات بين العصبونات عبر المشبك العصبي، الذي هو عبارة عن روابط متخصصة تربط العصبون مع الخلايا الأخرى. تتصل العصبونات مع بعضها البعض لتشكّل شبكات عصبونية والعصبونات هي المكونات الأساسية للمخ (الدماغ والنخاع الشوكي) للجهاز العصبي المركزي، وهى أيضاً المكونات الأساسية للعُقَد العصبية للجهاز العصبي الطرفي.

ج/ ما نستخلصه من تعريف الخلية العصبية بالعصبون: إنه يشير إلي صفات دقيقة وهامة في الخلية العصبية تبين دورها في إنتاج اللغة؛ نحو:

١- قابليتها للاستثارة الكهربائية؛ تعني قدرتها علي التواصل بسرعة الفيض الكهربائي، لتحقق التواصل السريع ببعضها؛ فهي تصدر شحنات كهربائية وتستقبلها وترد عليها.

٢- قدرتها علي القيام بالمعالجة اللغوية السريعة، وهو ما نراه من قدرة سريعة علي فهم المعلومة (لغوية وغير لغوية)؛ وهي صفة لا توجد في خلايا الجسم كلها، فهي الخلية الوحيدة المفكرة في الإنسان، وتلك قدرة قد منحها الله تعالى لها، فهي تدخل كقدرات خاصة بالخلية العصبية ضمن القدرات المختلفة التي في الإنسان كالتفكير والكلام وغيرهما.

المحور الثاني: تصنيف الخلية العصبية

تقسم الخلية العصبية وتصنف حسب أسس مختلفة، نحو:

١- التصنيف الكهربائي.

٢- التصنّيف إلي حركية. حسية. داعمة. متوسطة.

١/ التصنّيف الأول: التصنيف الكهربائي

الخلية العصبية هي المصدر الوحيد في الجسم للشحنات الكهربائية؛ هذه الشحنات لها دور هام في الترابط بين الخلايا العصبية وخلايا الجسم كله، فالعملية الكهربائية تقوم علي التجاذب والتنافر بين القطبين الموجب والسالب، لهذا وضع العلماء تصنيفا للخلايا العصبية يقوم علي تنوع الأقطاب الكهربائية في الخلايا العصبية:

أ) خلايا عصبيّة وحيدة القطب: تقوم هذه الخلايا بنقل وتوصيل الإشارات من الأعضاء الحسيّة إلى أعضاء الجهاز العصبي الأخرى كالمخ والحبل الشوكي، ويكون اتجاه الإشارة واحدا؛ بحيث تبدأ بالانتقال من الشجيرات إلى جسم الخليّة، ثمّ إلى المحور، وترتبط هذه الخلايا بخلايا أخرى مجاورة لها، وحتى تستطيع هذه الخلايا القيام بوظيفتها يجب أن تكون شجيراتها طويلة؛ حتى تستطيع التوصيل بسرعة.

ب) خلايا عصبيّة ثنائية القطب: تدخل في تكوين شبكية العين إضافةً إلى مجموعة من الوظائف الأخرى المتنوعة.

ج) خلايا عصبيّة متعددة الأقطاب: تقوم هذه الخلايا تحديداً بالتحكم فى الأنشطة والعمليات الفسيولوجية؛ لذلك يتواجد معظمها في الجهاز العصبي المركزي، وتتكوّن من محاور مختلفة الاتجاه، فالمسارات العصبيّة المرتبطة بالمخ تكون في اتجاه مختلف تماماً عن تلك المرتبطة في الأعصاب الحركية، ويندرج تحت هذه النوع من الخلايا خلايا عصبيّة أخرى أبرزها خلايا جولجي ذات المحاور القصيرة والمتفرعة بشكل مكرر.

٢/ التصنّيف الثاني: (حركية. حسية. داعمة. متوسطة)

تقسم الخلايا العصبية حسب الوظيفة الخاصة بها، مما يدل علي خصوصية عمل كل خلية. لكنها في مجموع عملها وظائف تكاملية تقوم علي التعاون بينها فهي:

أ) خلايا عصبيّة حركيّة: هي الخلايا التي ترسل المعلومات للعضلات لمساعدتها على الحركة وهي أيضا تستقبل الإشارات من المخ والنخاع الشوكي، فتسبّب انقباض العضلات، وتؤثر في إنتاج الغُدِّد.

ب) خلايا عصبيّة حسية: هي الخلايا التي تجمع المعلومات من جميع الأماكن داخل جسم الإنسان، وتنقلها للدماغ. لهذا فهي تستجيب للملمس والصوت والضوء وكل المستحثات الأخرى التي تؤثّر في خلايا الأعضاء الحسّية التي ترسل تلك الإشارات بدورها إلى النخاع الشوكي والمخ.

ج) الخلايا الداعمة: هي خلايا وظيفتها دعم وتوفير الحماية للخلايا العصبيّة، وتتكون من العديد من الأنواع المتخصصة بمجموعة وظائف، كتزويد الخلايا العصبيّة بالغذاء اللازم لها، وكما أنّ عددها يفوق عدد الخلايا العصبية بخمسة أضعاف.

د) **الخلايا/ عَصَبونات مُتَوَسِّطة:** وهى التي تربط العصبونات ببعضها البعض في نفس المنطقة من المخ أو النخاع الشوكي في الشبكات العصبونية.

المحور الثالث: مكوّنات الخلية العصبية

إن بناء الخلية العصبية آية من آيات الله المعجزة، فهي مكونة بطريقة تركيبية تكاملية تمكنها من أداء وظيفتها بطريقة تكاملية تعاونية؛ مما يدل علي هندسة البناء وعبقرية الصانع سبحانه وتعالى، فنجد أن لكل جزء منها عدة وظائف، فإن كنَّا قد علمنا بعضا منها فإننا نجهل أكثرها، ولكن في إطار ما يتوافر لدينا الآن من معلومات، وما وصلنا إليه من تقدم علمي؛ فإننا نري تكاملا في الصنعة يؤدي إلي تكامل في الوظيفة؛ هذا التكامل يمكن التعرف عليه من خلال دراسة تكوين الخلية وآلية عملها، وتنوع وظائفها والترابطية والترتيبية بين هذه الأجزاء وتعاونها معا في العمل.

تتكوّن الخلية العصبيّة من ثلاثة أجزاء رئيسيّة، مع جدار لها، وهي:

الجزء الأول: جسم الخلية

جسم الخلية هو أكبر جزء فيها، ويختلف من خلية إلي أخرى، حيث إنّ له أشكال مختلفة منها: البيضاوي، أو المستدير، أو النجمي، أو المغزلي، تكون بداخل جسم الخلية نواة مستديرة، تحتوي بداخلها على نواة أخرى واحدة أو أكثر، وتكون محاطة بالسيتوبلازم (ويسمى أيضاً النيروبلازم)، والذي يحتوي على جهاز غولجى، والميتوكوندريا، والليزوزومات، والشبكة الإندوبلازمية، وعلى تراكيب أخرى ومنها: الليفيات العصبية، وأجسام نسل (وتسمى أيضاً السايتوسكيليتون) وهي عبارة عن

حبيبات تقوم بتخزين المادّة الغذائية بداخلها، ونتناول بعد ذلك محتوى الخلية بالتفصيل.

وظيفة جسم الخلية:

من وظائفها أنّها قادرة على إنتاج البروتين والإنزيمات والطاقة اللازمة لأداء وظيفتها، وبما أنّ الخلية العصبية لا تحتوي على الأجسام المركزية فهي بذلك لا تنقسم ولا تتجدد.

محتوى جسم الخلية:

١- "السيتوبلازم": كتلة الخلية الأساسية، قوامه قدر كبير من الماء به عدد من المواد الكيميائية مذابة فيه أو عالقة به، وبتفاعلها فيما بينها تنشأ مواد لا توجد خارج الخلية لتبقي فيها فتساعدها علي وظائفها الحيوية الهامة أو تخرج منها وتتوزع علي الخلايا الأخرى لتستفيد معها بهذه الإفرازات، أو النفايات التي تتخلص هي منها، وينتج عن التفاعلات الكيماوية في السيتوبلازم أيضا انقباضية الخلية التي تهيئ لها أن تحرك غيرها من الخلايا فيتحرك الجسم ككل." [١]

٢- "النواة": يحتوي جسم الخلية على نواة الخلية التي تشكل الهيكلية الرئيسية للخليّة "وهي مركز أهم ما يحدث في الخلية من نشاط، فهي التي تحكم عمليات حياة الخلية ككل. ومع هذا فوظيفتها العظمى هي التكاثر إذ بداخلها جدائل المواد الكيماوية المعقدة المعروفة بالكروموزومات المكونة من الجينات التي تسيطر أو تتنحى عندما تتفاعل الكروموزومات قبل بدء عملية الإخصاب."[٢]

٣- "التغصنات": ويبرز من سطح الخلية تغصنات أو تشعبات للخارج لها علاقة في استقبال أو نقل الإشارات الكهربائية. ويستقبل جسم العصبون الإشارات الكهربائية (العصبية) من العصبونات الأخرى عن طريق التغصنات من عصبون خلية أخرى أو من محوار عصبون آخر عن طريق مشابك.

---

(١) علم النفس ودراسة التوافق: ٧٢

(٢) علم النفس ودراسة التوافق: ٧٢

٤- "المشبك": "عبارة عن فضاء عند التقاء غصن عصبون أو محوار عصبون مع عصبون خلية أخرى لنقل الإشارات الكهربائية عن طريق مواد كيماوية تُسمى النواقل العصبية، والنواقل العصبية عديدة، منها الأسيتيل كولين والأدرينالين والنور أدرينالين. وسنتناول النواقل العصبية بالتفصيل في الجزء القادم من الدراسة.

الجزء الثاني: الزوائد الشجرية

وتسمّى بالشجيرات، وتتكوّن من ألياف دقيقة جداً وترتبط بالخلايا الأخرى من خلال وصلة عصبيّة. عند منطقة تسمّى الـــ axone والتي تقوم بتجميع الإشارة الواصلة للخليّة. سمّيت بهذا الاسم لأنّها تشبه الشجرة في شكلها، ويتراوح عددها من (١٠٠-١٠٠٠) زائدة، والتي تتكون من محور أساسي ويعتبر محور العصبون أو التغصنات، كما أنّها تحتوي على نواة الخلية، ووظيفتها نقل الإشارات الكهروكيميائية العصبية من وإلى العصبونات في الخلايا المجاورة، وذلك من خلال الزوائد أو ما يسمّى بالتغصّنات، وتسمّى منطقة التواصل بين الخلايا بالمشابك العصبيّة أو المشتبكات العصبية، وتقسم الخلايا العصبية حسب عدد الزوائد إلى ثلاثة أقسام وهي: أحادية الزوائد، وثنائية الزوائد، ومتعدّدة الزوائد.

الجزء الثالث: المحوار

وهو عبارة عن زائدة طرفية تمتدّ إلى نهاية تسمّى النهاية العصبيّة، وتقوم بنقل الإشارة من وصلة عصبيّة إلى أخرى. هو امتداد خلوي طويل محاط بغشاء، ويقوم بنقل السيّالات العصبيّة على شكل سيالات كهربائية تسمّى جهد الفعل، بعيداً عن جسم الخلية، وقد تحتوي الخلية العصبيّة على محوار واحد كما في الأعصاب الطرفية، وأحياناً قد لا تحتوي على محوار كما في الخلايا العصبيّة المغذّية للعين والدماغ، وأيضاً قد تحتوي على أكثر من محوار، وتكون متشعّبة ومتصلة بالخلايا الأخرى، وينتهي طرفها بتفرّعات يطلق عليها النهايات العصبيّة. والمحوار مُغلف من الخارج بصفائح المايلين (النُخاعين) وهي عبارة عن مادة عازلة للمحوار وضرورية لنقل الإشارات الكهربائية فيه."[١]

---

(١) أطلس أصوات اللغة العربية :١٢٠٠

الجزء الأخير: جدار الخلية

الميالين: وهو جدار رقيق مكوّن من مواد دهنيّة، يغطّي محوار الخليّة ويضيق قطره كلما اتجهنا لأسفل المحوار وتسمّى المنطقة التي يضيق بها بعقدة راينفير، وتنتقل خلالها الإشارات الكهربائية. "ويسمح غشاء الخلية بنفاذ الجزيئات الكيماوية (أو شحنات اليونات التي تكون الأجزاء الموجبة أو السالبة في هذه الجزيئات) ـــ مع أن الغشاء هو حدود الخلية التي تحتفظ بما في داخلها، وتمنع ما هو خارجها للإبقاء علي توازن الضغوط واليونات علي جانبيها ومن داخلها."[١]

الارتباط العصبوني: correlate neuronal

"عنصر عصبوني مترابط أو ارتباط عصبوني: حالة خاصة في تفعيل وكبح منطقة دماغية مترابطة مع تصرف أو نشاط معرفي أو انفعالي.

إذا كانت تفعيلات عصبوناتنا هي التي تمكننا من الإدراك والتذكر والتخيل والتفكير والرغبة والإرادة والفعل، يجب عندئذ أن نتمكن من تبين الارتباطات العصبونية لهذه النشاطات المختلفة بعامة، أو لهذا النشاط المحدد أو ذاك: أن أتذكر شكل قبعة جدتي، ... هل يوجد عصبون اسمه عصبون الجدة؟ لدينا اليوم طرق استقصاء شتى في هذا المجال جُمعت تحت مسمي التصور العصبوني."[٢] هذا يعني وجود ترابط بين تلك العصبونات تجعلنا نتواصل معا باستدعاء ما وجد بها من معلومات باستخدام تلك الترابطات التي بين هذه العصبونات.

المحور الرابع: وظائف الخلية العصبية

أ) إعداد المسبق للخلية:

تقوم الخلية العصبية بدور جوهري لحياة الإنسان؛ لذا كان لها إعداد خاص يمكنها من القيام بعملها، هذا الإعداد الخاص عبارة عن عدة مميزات خاصة بها، أهمها:

١- تميّز الخلية العصبية عن بقية خلايا الجسم، بامتلاكها القدرة علي توليد طاقة شحنة كهربائية، نتيجة لتفاعلات كيميائية معقدة تحدث داخل الخلية أو حولها، أو نتيجة لتأثيرها بخلية أخرى مجاورة"[٣].

---

(١) علم النفس ودراسة التوافق: ٧٢

(٢) قاموس العلوم المعرفية: ١٦٣

(٣) أطلس أصوات اللغة العربية: ١١٩٧

٢- تميّز الخلية العصبية أيضا بأنّها تنقل المعلومات بشكل سريع، وفي الغالب تتوزّع على شكل سلسلة، لتبادل المعلومات بين بعضها، وتُسمّى نقطة الاتصال بين الخلايا العصبية بالمشبك."[١]

٣- مجموعة قدرات لا توجد في سواها مثل: (التفكير الحوار معالجة اللغة التعلم التعليم).

ب) وظائف الخلية العصبية:

تميزت الخلية العصبية عن خلايا الجسم من حيث التكوين، والوظيفة، وكلا الأمرين مرتبط بالآخر؛ فالاختلاف في التكوين جاء بسبب الاختلاف في الوظيفة، فهي الخلية الوحيدة التي تصدر شحنات كهربائية، ولهذا فهي الخلية الوحيدة المفكرة في الجسد؛ وتلك قدرة منحها الله سبحانه وتعالى لها دون غيرها من الخلايا، كما منح القدم القدرة علي المشي، ونشير هنا إلي بعض هذه المهام التي تقوم بها الخلية العصبية:

١) تخزين المعلومات.

٢) تلقي المعلومات من رؤية وسمع وشم وغيرها وربطها ببعضها البعض.

٣) تنظيم الأفكار، وتنسيق الإجراءات الفعلية للغاية.

٤) تنظيم العمليات الحيوية اللاواعية بالجسم، مثل تنظيم دقات القلب والتنفس والهضم.

٥) نقل الإشارات الكهربائية: ومن المعروف أن الخلايا العصبية في الدماغ والخلايا العصبية هي التي تشكل الجهاز فيما يسمى بـــ "المادة الرمادية". تنقل الخلايا العصبية جمع الإشارات الكهربائية التي يتم الإبلاغ عنها عن طريق شبكة من الألياف العصبية الملايين من دعا محورا وتشعبات عصبية.

ج) قدرة الخلية التخزينية:

يمكن للخلية العصبية تخزين معلومات بمقدار ما يقارب ١٠^٧٩ من المعلومات، ولا يستغل المرء منها سوى القليل جدا. وهي في تركيبها وقدراتها تفوق تركيب الكون كله. ولا يتمتع بمثل تلك الدماغ وقدراتها إلا الإنسان. ويبلغ الطول الكلي للمسارات العصبية في الإنسان البالغ نحو ٥,٨ مليون كيلومتر، وهي مسافة تعادل محيط الكرة الأرضية نحو ١٤٥ مرة.

---

(١) أطلس أصوات اللغة العربية: ١١٩٧

المحور الخامس: "الناقلات العصبية"

عبارة عن مواد كيميائية موجودة في منطقة ارتباط خلية عصبية بخلية عصبية أخرى، وتنظم هذه المواد الإشارة العصبية القادمة من الدماغ أو المتجهة إلي الدماغ، وتتكون هذه المواد الكيميائية في منطقة تدعى ما قبل منطقة التشابك بين خليتين، وتقوم بإرسال الإيعازات إلى منطقة ما بعد التشابك بين الخليتين، وعندما يصل إيعاز معين من الدماغ إلى نهاية خلية عصبية يتحفز الآلاف من ناقلات الإرسال العصبية لتقوم بنقل الإيعاز إلى منطقة ما بعد التشابك مع الخلية العصبية المجاورة، حيث تقوم بالاتحاد مع مستقبلات موجودة في الخلية العصبية المجاورة وبعد انتهاء مهمة التحفيز، أو منع التحفيز التي قامت بها أي من ناقلات الإرسال العصبية تقوم أنزيمات معينة بالتخلص من ناقلات الإرسال، فيتم إرجاعها إلى مكانها الأصلي في منطقة ما قبل التشابك مع الخلية العصبية المجاورة كي لا تستمر في الإيعاز.

وظائف الناقلات العصبية:

لكل ناقلة إرسال عصبية وظيفة خاصة تقوم بها؛ يتم عن طريقها نقل الرسالة الإدراكية إلى العقل الذي يحل شفرتها ويفهمها ويتفاعل معها، لذا تختص كل مادة كيميائية بنقل إدراك معين خاص بمعلومة ما إلى الدماغ وتحفيزها لتشعر بها ويُفَعِّلُها، فعلى سبيل المثال:

١- استيل كولين: تقوم بتحفيز العضلات الإرادية على التقلص.

٢- السيروتونين: تقوم بمهمة شعور الإنسان بالطمأنينة النفسية.

٣- الدوبامين: تقوم بالسيطرة على تناسق حركة الإنسان.

٤- الإدرينالين: تقوم بتحفيز الجهاز العصبي الودي وتهيأ الجسم لمواجهة الخطر الخارجي.

٥- حامض كاما امينوبيوتيريك: يقوم بمنع تحفيز الخلايا العصبية .

٦- حامض الكلوتاميك: يقوم بتحفيز التعلم وتنشيط الذاكرة.

٧- الكلايسين: تقوم بمنع تحفيز الخلايا العصبية.

٨- الميلاتونين: يقوم بتنظيم النوم وفاعليات أخرى[١].

---

(١) الناقلات العصبية، Salah Hamouda، شبكة الانترنت.

السؤال الأخير:

لماذا وضعنا الناقلات العصبية ضمن حديثنا عن الخلية العصبية؟

لأن الخلية العصبية تعيش داخل الناقلات العصبية؛ فهي مركبات كيميائية تحيط بالخلية. وتتفاعل معها وتتأثر بها وتؤثر فيها. فهي تؤثر علي الخلية بإثارتها عن طريق الإيعاز بالانفعالات (الغضب الفرح الخوف ...)، وتقوم بإيقاف هذا الإيعاز، ونقله إلي داخل الخلية.

وتتأثر الناقلات العصبية كمركبات كيميائية بالشحنات الكهربائية الناتجة عن ما تولده الخلية العصبية بتفاعلها الكيميائي من شحنات أيونية مختلفة. لهذا وضعنا الناقلات العصبية ضمن قضايا الخلية العصبية لتلازمهما في المكان وتعاونهما في العمل.

المحور السادس: النبضة العصبية

هي حركة الشحنات الكهربائية عبر الأسلاك العصبية التي تُعرف بالفيض العصبي، وهي تنتقل بين أجراء الجسم حاملة الرسائل والتعليمات من المخ وإليه؛ فهي سر الحياة غير المنظور للبشر، لهذا يجب دراسة الفيض العصبي، فهو يحقق الترابط بين أجزاء الجسد وكذا بين الجسد وعالمه الخارجي. فحامل الرسائل اللغوية وغير اللغوية من وإلي المخ.

أ) النبضة العصبية روح الجسد:

هذا الجانب من الجهاز العصبي (النبضة العصبية) يمثل الروح من الجسد أو كالتيار الكهربائي في الأجهزة الكهربائية، لذا يجب التعرف عليه، وعلي آلية عمله والأجزاء التي يمر عليها من الجسد، فهو يسري في صمت كالصوت الذي يسري في الليل؛ فنسمعه من مكان بعيد، هكذا يسري في هدوء إلي كل أجزاء الجسد كالتيار الكهربائي، لهذا لا يكفي أن نفهم حقيقة أمره وكنهه؛ بل يجب تتبع مسيرته عبر الجسد في كل جزء يمر عليه، وتقفي أثره فيه.

لقد شُبهت الخلية بالبطارية التي تشحن بالكهرباء والنبضة هي التيار الذي يمر منها وإليها حاملا رسائل لغوية وغير لغوية. ونعرض له عبر هذه النقاط:

١- تعريفه: هو السيَّال العصبي أو التيار الكهروكيميائى السريع، يسرى إلي أنحاء الخلايا العصبية كلها في اتجاه واحد، وتبلغ سرعته في الإنسان نحو مائة متر في الثانية الواحدة.

٢- مصدر كهربائه: أما سبب توليد هذا التيار فهو إعادة توزيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم أساسا عبر غشاء الخلايا وما يترتب عليه من حدوث فرق في الجهد الكهربي.

٣- عناصره الكيميائية: وعنصر البوتاسيوم أساسي للحفاظ على توازن الحمض والقلوي وسلامة الجهاز العصبي والعضلات، وهو يوجد داخل الخلايا على عكس الصوديوم الذي يوجد خارجها، وكلاهما يحافظ على درجة تركيز سوائل الجسم خارج وداخل الخلية العصبية حتى يمكنه السماح بتمرير الدفعات العصبية. ويزيد البوتاسيوم من نشاط الإنزيمات، كما يقوم بالاشتراك مع الصوديوم في تنظيم حركة العضلات اللاإرادية مثل القلب والرئتين. والبوتاسيوم عنصر ضروري للأعصاب؛ فوجوده في الجسم يمنع تصلب الشرايين والعضلات ويحفظ الأنسجة في حالة رخوة، ويوجد البوتاسيوم بكثرة في المملكة النباتية والحيوانية ولتوازنه مع الصوديوم في الجسم أهمية كبرى.

٤- تياره الكهربائي: ومن المعروف أن كل الخلايا تُنتج بعض الكهرباء نتيجة السريان المستمر للجسيمات المشحونة في اتجاهين عبر أغشيتها الخارجية من الخلية وإليها، ولكن الخلية العصبية هي التي تخصصت في الاتصالات وتطورات لتصبح أداة كهربائية متخصصة كاملة، بل صارت نموذجا خاصا من بطارية تشحن نفسها بنفسها، وتمتد منها ألياف تنقل تيارات كهربائية.

٥- الاتصال الكهربائي: وتظل الخلايا العصبية على اتصال بالعالم الخارجي مستمر، وتلتقط الإشارات المعبرة عن مجريات الأحداث حولها، وترسل تلك الإشارات إلى الخلايا العصبية الأخرى وإلى مختلف الأعضاء في الكائن الحي، أما المخ فهو مركز الاتصالات الذي تتصل بداخله الخلايا العصبية عن طريق دوائر كهر وكيميائية، وهو المكان الذي تتركز فيه الإشارات إلى الخلايا العصبية عن طريق دوائر كهر وكيميائية، فتتركز فيه الإشارات كما تتركز أشعة الشمس بواسطة عدسة محدبة وتكوّن بؤرة شديدة الحرارة.

٦- الدم في المخ: وبتلقي المخ مائة مليون إشارة كل ثانية من جميع أجزاء الجسم، ويهمل الإشارات غير المهمة، وتزداد صفة الإهمال مع تقدم العمر،

أما قرار الإشارات المهمة، فإن المخ يطلقها في غضون كسور من الثانية، ويصدر تعليماته التي تصل إلى الأجهزة المختلفة عبر قنوات الجهاز العصبي، وبناء على التعليمات الصادرة من المخ، يقوم الجهاز الدوري بتوزيع الدم على جميع أجزاء الجسم وفقا للمعدل الذي يحتاجه الدوري بتوزيع الدم على جميع أجزاء الجسم وفقا للمعدل الذي يحتاجه كل جزء.

وقد يحتاج شخص مشترك في سباق للعدو إلي ٢٣ لترا من الدم تضخ في عضلاته كل دقيقة، بدلا من ٤ .٦ لتر، وهى الكمية التي يضخها القلب بصورة طبيعية، وتقوم العضلات بتنفيذ تعليمات المخ التي تمكن أجزاء الجسم من الحركة، ويعتبر القلب مضخة تعمل بواسطة عضلة القلب، وهى لا تكل ولا تتعب مثل باقي العضلات بعد أداء مجهود شاق، بل يستطيع القلب أن يخفف ٤٢ مليون دقة في المتوسط في مدار السنة ولمدة قد تتجاوز ٩٠ عاما.

ب) النبضة العصبية وإنتاج اللغة:

يتحدث بيكرتون عن النبضة العصبية التي تخرج من الخلية العصبية كدفقة / شحنة كهروكيميائيه بيولوجية؛ علي أنها هي التي يقوم بعملية تمثيل المفاهيم في المخ، لكن هذا القول فيه نظر، يقول "لعل نبضات الخلايا العصبية هي التي تمثل المفاهيم، فقد أشارت بحوث جرت مؤخرا .. إلي أن أعدادا من تلك المجموعات التي تشترك في تمثيل المفهوم ذاته قد تكون منتشرة في جميع أنحاء الدماغ "[1]

هذا القول يوضح أن بيكرتون غيرُ متأكد من هذه الحقيقة، فهو يقول (ولعل) أي أنه يشك أن تكون نبضات الخلايا العصبية هي التي تمثل المفاهيم، وأن البحوث التي ذكرها تشير إلي أن أعدادا من المجموعات (يقصد بالمجموعات نبضات الخلايا العصبية) تشترك في تمثيل المفهوم، كما أنهم يرون أنها منتشرة في جميع أنحاء الدماغ، وهذا صحيح لأن النبضة العصبية تصدر عن كل الخلايا العصبية المنتشرة في جميع أنحاء الدماغ؛ وهم يرون أنها تشترك في عملية تمثيل المفهوم ذاته، وهذا الاشتراك ـــ فيما أري ـــ يظهر فيما تقوم به النبضة العصبية من حمل أوامر مختلفة (الحركية وحسية) إلي أعضاء النطق، بل إلي كل أجزاء جسد الإنسان، وبالرغم من هذا فإن البحوث الحديثة لم تقدم دليلا قاطعا به.

---

(١) اللغة وسلوك الإنسان: ١٧

الحقيقة أن النبضة العصبية هي تيار كهروكيميائي مثل التيار الكهربائي الذي يشغل الأجهزة الكهربائية، ولكن الناتج عن عملية التشغيل يختلف باختلاف الجهاز الذي يدخله التيار؛ وعلي الرغم من أنه كله نبضات كهربائية واحدة في كل الأجهزة، كذلك النبضة العصبية التي تنتج من الخلية العصبية؛ واحدة في كل الأدمغة، لكنها لا تفكر.

والنبضة العصبية هي المتسببة في إنتاج المفاهيم الخاصة بتمثيل العالم في الذهني، بما تعطيه للمخ من طاقة تشغيل كهروكيميائيه؛ ولكن لا دور لها في تحديد نوع المنتج أي نوع المفهوم ومضمونه، بل إن المسئول عن ذلك هو البنية التصورية، التي تقوم بعدة عمليات تصورية في المخ. فالمخ هو الجهاز الذي سمته المدرسة العرفانية بالعرفان، يقصدون بذلك جهاز معالجة المعرفة وتحليلها؛ لتخرج لنا في شكل أوامر وردود أفعال تحملها النبضاتُ العصبية إلي الأجهزة المختصة في الجسم، فيتم إرسالها من المراكز المختصة في المخ. كمركز الإبصار ومركز السمع ومركز الكلام ...، ثم تُرسل منها مباشرة إلي العضو المختص؛ لتنفيذ هذه الأوامر، فتحول إلي سلوك فعلي محدد ينفذه العضو. وهنا نسأل بيكرتون عدة أسئلة في ضوء فهمه للعملية التي يرى فيها أن نبضات الخلايا العصبية هي المسئولة عن إحداثها وهي عملية تمثيل المفاهيم، منها:

١- كيف تثبت أن نبضة الخلايا العصبية هي المسئولة عن التمثيل الذهني للمفاهيم؟

٢- كيف تختلف كل نبضة عصبية تحمل رسالة ما عن أختها؛ فتخرج في شكل سلسلة نبضات متتالية، يُشكل تواليها المتسلسل بناءَ الرسالة التي تحملها، مختلفة عن غيرها؟

٣- هل الاختلاف بين الرسائل في النبضات يمكن ملاحظته في إطار سلسلة النبضات العصبية؛ فيصبح الفرق بين الرسائل في عدد النبضات أو سرعة تدفقها من الخلية العصبية؟

٤- كذا كيف تختلف النبضة العصبية التي تحمل معلومة لغوية عن النبضة العصبية التي تحمل معلومات غير لغوية؟ هل يظهر من خلال عدد النبضات أم في سرعتها؟

٥- إذا كنَّا قد استطعنا تصوير النبضة حين خروجها من الخلية كدفقة كهروكيميائيه؛ فهل نستطيع تصوير محتوى هذه النبضة العصبية؛ بما تحمله من رسائل لغوية وغير لغوية؟

لا نملك إجابة قاطعة علي تلك الأسئلة؛ لهذا يمكننا أن نقول ما قلناه آنفا "إن هذه النبضة العصبية هي مجرد شحنة أي طاقة كهربائية؛ نتجت عن تفاعلات بيوكيميائية

داخل الخلية، فهي طاقة تشغيل للمخ كله؛ تمر من الخلية العصبية إلي الخلية الجسدية عبر الأسلاك العصبية فقط، وليست آلة مفكرة صانعة للمفاهيم والأفكار فينا.

إن قول بيكرتون (ولعل) قول دقيق صحيح؛ لأنه يظهر تشككه في علاقة النبضة العصبية بتمثيل المفاهيم، أي بناء صورة بالذهن للمفهوم التي تسمى البنية التصورية، ولكن يظل الخلط عنده بين النبضة العصبية ودورها في عملية تمثيل المفاهيم التي أوضحتها آنفا؛ فإن لكل منهما مستوى أو بنية تختلف عن الأخرى، ولها دورها المحدد.

ج) وظيفة النبضة العصبية[1]:

تقوم النبضة العصبية؛ وهي السيال العصبي بالتنقل بين كل خلايا الجسم (عصبية وجسمية)، حاملة رسائل؛ عبارة عن أوامر صادرة من المخ أو واردة إليه، في شكل شحنات كهربائية، ناتجة عن التفاعل الكهروكيميائى الحادث داخل الخلية وحولها.

هذه الصفات حددت طبيعة عمل النبضة العصبية، فهي ناتجة عن عملية تفاعل كهروكيميائي مستمرة في الخلية تنتقل بين الخلايا لتقوم بوظائفها؛ نتيجة صفات هي:

١- السرعة الفائقة: فقد أخذت من كلمة كهرباء صفة السرعة، مما أدي إلي تحقيق التواصل بين مراكز الإدراك المختلفة في المخ، وعالمه الخارجي، وقد أدي هذا إلي سرعة التفكير في الحوار الآني والرد السريع كالتيار الكهربائي عند إشعال المصباح؛ بل هي أسرع.

٢- السرية التامة: حيث تحمل هذه النبضات الرسائل التي تنتج عن عمليات التفكير داخل الخلية، وعمليات التشفير وحل الشفرات من الخلية وإليها في سرية تامة؛ فلا يعرف أحد محتوى تلك الرسائل؛علي الرغم من قيامنا بتصويرها أثناء حدوثها ومرورها عبر الأسلاك العصبية، فالإنسان الذي يفكر لا نعرف فيما يفكر وإلي أي شيء انتهى تفكيره؛ حتى يحدثنا عمّا كان يفكر فيه، وإن ما يمكن أن نعرفه مجرد استنتاج فقط. هذه الصفات مكنت النبضة من أداء وظائف مختلفة نعرف بعضها ونجهل أكثرها.

---

(١) تعد النبضة سرا من أسرار الحياة داخل الجسم.

السؤال الأخير:

لماذا وضعنا النبضة العصبية ضمن حديثنا عن الخلية العصبية؟

النبضة العصبية تيار كهروكيميائي يمر عبر الأسلاك العصبية، ينطلق من الخلية ضمن ما يخرج منها في شكل شحنات أو سيال عصبي، فهو مرتبط بها لهذا وضعنه معها.