

(المحاضرة الرابعة عشر)

6. الجهاز العصبي Nervous system**اولا : الجهاز العصبي**

يتكون الجهاز العصبي في الحشرات من ثلاث اجهزة فرعية هي الجهاز العصبي المركزي Central nervous system والجهاز الحشوي او السمبثاوي Visceral nervous system or Sympathetic والجهاز العصبي الحسي السطحي Peripheral sensory nervous system ويمكن اعتبار الجهاز الاخير عضو مستقل عن بقية الاجهزة ويطلق عليه بالأعضاء الحسية .

يتكون الجهاز العصبي اساسا من خلايا عصبية تقوم بنقل التيارات العصبية من عضو الى اخر في الجسم عن طريق فروع طويلة تسمى المحاور وتوجد مع الجهاز العصبي خلايا اخرى تقوم بأسناد وتغذية الخلايا العصبية .

التركيب التشريحي للجهاز العصبي

الخلية العصبية Nerve cell : وتعرف ايضا Neuron تحتوي الخلية العصبية على جسم الخلية المحتوية على نواة وعلى امتدادات سايتوبلازمية طويلة تمتد لكي ترتبط بخلايا عصبية اخرى ويطلق على جسم الخلية Soma والامتدادات السايتوبلازمية تعرف بالمحاور Axons وينتهي المحور بمجموعة ليفات طرفية دقيقة متفرعة تعرف Terminal

arborization وتخرج من جسم الخلية ايضا تفرعات ليفية يطلق عليها بالتفرعات الشجيرية اذ تخصص هذه التفرعات باستقبال المنبهات العصبية وتقسم الخلايا العصبية الى :

1. احادية القطب Unipolar تمتاز بوجود محور واحد فقط .

2. بينما الخلايا الحسية تكون ثنائية القطب Bipolar وتكون التفرعات الشجيرية فيها قصيرة حيث تقوم باستلام المنبهات من المحيط الخارجي.

3. بعض الخلايا العصبية تكون متعددة الاقطاب Multipolar ويوجد هذا النوع من الخلايا في العقدة العصبية تحت المخ والعقدة العصبية الامامية وترتبط ايضا مع اعضاء الحس الميكانيكية المتخصصة للشد.

وتوجد ثلاث انواع من الخلايا العصبية وذلك حسب وظيفة كل نوع وهي :

1. الخلايا العصبية الحسية (الواردة) .

يتركز وجود هذه الخلايا في جدار جسم الحشرة ويصل منها محور الى العضو الحسي اما المحور الاخر فيتصل بالجهاز العصبي المركزي .

2. الخلايا العصبية المحركة .

لهذه الخلايا قطب واحد يتصل محورها العصبي بالعضلات اما العصب الفرعي فيتصل بالنهايات الشجيرية للخلايا العصبية الحسية او الخلايا الوسطية .

3. الخلايا الوسطية .

توجد بين الخلايا الحسية والخلايا المحركة لتربط الاتصال العصبي بينهما .

أ : الجهاز العصبي المركزي

تتجمع اجسام الخلايا العصبية المحركة والخلايا الوسطية على شكل حلقة لتكون العقد العصبية وبالتالي تمتلئ مراكز العقد العصبية بواسطة كومة عصبية . خلال فترة النمو الجنيني في معظم الحشرات يوجد زوج من العقد العصبية في كل حلقة من حلقات الجسم وقبل خروج الحشرة من البيضة بفترة وجيزة تحدث عملية اندماج لبعض العقد وتختلف درجة الاندماج هذه باختلاف الحشرات . تتصل العقدة العصبية فيما بينها بواسطة روابط طويلة تعرف Connectives التي تنشأ من محاور الخلايا العصبية ومن الخلايا الساندة وكل زوج من العقد العصبية يرتبط ببعضه عرضيا بواسطة موصلات عصبية . ولكل عصب جانبي جذرين احدهما ظهري والآخر سفلي وان الياف الجذر الظهري تنشأ من خلايا عصبية محركة واقعة بالجهة الجانبية الظهرية من العقد العصبية بينما الالياف الحسية المكونة للجذر السفلي فتنتهي بالشجيرات الطرفية بالجهة الجانبية السفلية من العقد العصبية . وتكون العقد العصبية والاعصاب مغلقة من الخارج بغلاف

يدعى الغلاف حول العصبي Perineurium

وينقسم الجهاز العصبي المركزي الى ثلاثة اجزاء هي :

1. المخ

2. العقدة العصبية تحت المرئية

3. الحبل العصبي البطني

1. المخ Brain

يقع المخ فوق مقدمة المريء في المنطقة الظهرية من الراس ويعتبر المركز الرئيسي بالجسم اذ يستلم الاحساسات القادمة من الاعضاء الحسية ومن العقد العصبية الخلفية عبر الالياف الرابطة بين الخلايا العصبية والخلايا الحسية . تقوم الاعصاب المحركة الخارجة من المخ بتجهيز عضلات قرن الاستشعار بالأعصاب ومن ثم تسير نازلة للأسفل عبر الالياف الرابطة الى العقد العصبية الخلفية . يعتبر المخ مقرا لتنظيم عدد من الاعمال السلوكية التي تقوم بها الحشرة ويتكون من ثلاث مناطق هي :

1. المخ الاولي او الامامي Protocerebrum

يمثل الزوج الاول من العقد العصبية للمخ (الحلقة الراسية الاولي للجنين) وهو اكبر اجزاء المخ واكثرها تعقيدا ويتكون من فصين وظيفته تزويد العيون المركبة والبسيطة بالأعصاب وكذلك يكون مسول عن سلوك الحشرة .

2. المخ الثاني او الوسطي Deutocerebrum

يمثل الزوج الثاني من العقدة العصبية للمخ (الحلقة الراسية الثانية للجنين) ويتكون من فصين ويزود قرون الاستشعار بالاعصاب.

3. المخ الثالث او الخلفي Tritocerebrum

يمثل الزوج الثالث من العقدة العصبية للمخ (الحلقة الراسية الثالثة للجنين) وهو الجزء الاصغر من المخ يحتوي على زوج من الفصوص وظيفته تزويد الشفة العليا والقناة الهضمية بالاعصاب .

2. العقدة العصبية تحت المريئية Suboesophageal ganglion

وهي عبارة عن المركز العقدي للراس وهي تقع تحت المريء تتصل بالمخ بواسطة رابطين طويلين (زوج من الحبال العصبية الطولية) تتكون من اتحاد ثلاث ازواج من العقد (الحلقات الرابعة والخامسة والسادسة) في منطقة الراس للجنين يخرج منها ثلاث ازواج من الاعصاب تغذي الفكين العلويين والفكين السفليين والشفة السفلى ترتبط بأول عقدة من الحبل العصبي البطني .

3. الحبل العصبي البطني Ventral nerve cord

ويشمل سلسلة من العقد العصبية المزدوجة تمتد في الخط الوسطي لمنطقتي الصدر والبطن فوق الصفيحة البطنية (الاسترنات) مباشرة وتحت القناة الهضمية وتتصل العقد فيما بينها بواسطة زوج من الروابط العصبية تبدأ من الحلقة الخلفية التالية للعقدة تحت المرئية ويوجد في الصدر ثلاث أزواج من العقد الصدرية ويخرج من كل عقدة صدرية خمسة أو ستة اعصاب جانبية تقوم بتجهيز الاعصاب الى العضلات واعضاء الحس الموجودة في الصدر وزوائد الجسم وفي الحلقات البطنية هناك عدد من العقد العصبية تعرف بالعقد البطنية يختلف عددها باختلاف الحشرات ولا يزيد عن ثمانية أزواج بوجود كل زوج في كل الحلقات البطنية الثمانية الاولى . وتمتاز العقد البطنية الاخيرة بان تكون اقل حجما من العقد الصدرية وان العقدة العصبية البطنية الاخيرة تكون دائما اكبر حجما بكثير من بقية العقد البطنية لانها تعتبر مركز عصبي مركب ناتج عن اندماج ثلاث عقد بطنية جنينية .

ب: الجهاز الحشوي او السمبثاوي

يشمل الاعصاب التي تمد الاحشاء الداخلية ذات الحركة اللاإرادية وينقسم هذا الجهاز الى

- 1/ الجهاز العصبي السمبثاوي المريئي او الفمي المعدي , يتكون من عقدة جبهية تقع امام المخ مباشرة ويغذي هذا الجهاز القلب والقناة الهضمية الامامية بالاعصاب

2/ الجهاز العصبي السمبثاوي البطني . يتكون من زوج من الاعصاب المستعرضة يتصل بكل عقدة من عقد الحبل العصبي البطني وتمتد الى الجانبين وتصل الى الثغور التنفسية في الحلقات البطنية اي ان هذا الجهاز يزود الثغور بالاعصاب (اي يتحكم بفتح و غلق الثغور)

3/ الجهاز السمبثاوي الخلفي (العجزي) . يتكون من الاعصاب التي تنشأ من العقدة العصبية البطنية الاخيرة حيث يزود الجهاز التناسلي والقناة الهضمية الخلفية بالاعصاب

ج : الجهاز العصبي الحسي السطحي

يتالف من شبكة من الخلايا العصبية الحسية توجد اسفل جدار الجسم ترسل ايعازات عصبية الى العقدة العصبية .

ثانيا: الاعضاء الحسية

من احدى المميزات المهمة في الحشرات هي شدة استجابتها للمؤثرات الخارجية ولذلك بواسطة اعضاء خاصة يمكن الحشرات من تميز المنبهات الخارجية والداخلية وتسمى هذه الاعضاء بأعضاء الحس الذي ترتبط بجدار الجسم يحتوي كل عضو حسي على الكيوتكل وخلية حسية او اكثر ، ويمكن تقسيم اعضاء الحس او المستلمات الحسية Receptors الى قسمين :

1. **المستلمات او اعضاء الحس الداخلية Entero receptors** وهي التي تستلم الحوافز او المنبهاتى الناشئة داخل الجسم كالحساس بالجوع والافرازات الداخلية

2. **المستلمات او اعضاء الحس الخارجية Extero receptors** وهي التي تستلم الحوافز او المنبهات التي تنشأ في البيئة الخارجية ، وتقسم اعضاء الحس والمستلمات الخارجية الى :

1. المستلمات او اعضاء الحس الميكانيكية

وهي ابسط انواع المستلمات التي تتاثر بسرعة الرياح والامطار وتقسم الى ثلاثة انواع هي

أ/ **الشعيرات اللمسية Tactile setae** : ينتشر هذا النوع من الشعيرات في جميع انحاء جسم الحشرة وخصوصا الزوائد (الارجل وقرون الاستشعار والقرون الشرجية) وتعتبر من ابسط انواع المستلمات الميكانيكية وتتحسس نتيجة الالتقاء بين الحشرة وبيئتها كاللمس او التيارات الهوائية والمائية

ب/ **الشعيرة الجرسية Campaniform** يوجد هذا النوع على هيئة مجاميع قرب مفاصل الارجل وقرون الاستشعار وفي قواعد الاجنحة ودبابيس التوازن تقوم بتنظيم الجهد الحاصل على الهيكل الخارجي نتيجة المؤثرات الخارجية كالوزن او نتيجة التأثيرات الداخلية كالتقلص العضلي وتقوم بعضها بتنظيم حركات الاجنحة ودبابيس التوازن وبعضها يتحكم بحركة الارجل

ج/ الخلايا الحسية المسجلة للشد **Stretch receptors** مثل عضو الحس المرئي الذي يوجد داخل قرون الاستشعار والارجل و احيانا في تجويف الجسم ولا تبرز على سطح الجلد وظيفته تسجيل الشد الحادث داخل الجسم نتيجة حركة عضو واحد من الجسم استجابة الى الاخر

2. المستلمات او اعضاء الحس الكيمائية

وهي شعيرات قصيرة سميكة رقيقة الجدران وتقسم الى نوعين هي

أ/ **اعضاء حس شمية** : وهي تتحس المواد الكيمائية (الابخرة) الموجودة في الهواء بتركيز منخفضة عن طريق الشم وتوجد على اللوامس وظيفتها تمكن الحشرة من الاستدلال على مكان الغذاء ومكان وضع البيض وايجاد الذكر للأنثى للتزاوج او التعرف على افراد المستعمرة في الحشرات الاجتماعية كالنمل والنحل والزنابير ولها عدة اشكال

1. شعيرات مخروطية

2. شعيرات مخروطية التجويف

3. الشعيرة الصفيحية

ب/ **اعضاء حس ذوقية** : تتحس المواد الكيمائية الذائبة في السوائل

بتركيز عالية نسبيا عن طريق الذوق اي بطريق التلامس مع المواد الكيمائية بصورة مباشرة توجد على اللوامس الفكية والشفوية وسقف الحلق

3. المستلمات او اعضاء الحس الضوئية

توجد منطقتان للإحساس الضوئي في الحشرات وهي العيون المركبة والعيون البسيطة

1. العيون البسيطة **Ocelli** (العوينات) وهي على نوعين :

أ. العيون البسيطة الظهرية Dorsal ocelli

ب/ العيون البسيطة الجانبية Lateral ocelli

ان وظيفة العيون البسيطة هي :

1. التفريق بين الضوء والظلام حيث تعتبر المركز الاول للإحساس بالضوء

2. معرفة قوة الضوء وتميز الجزء المرئي بصورة مشوشة

تركيب العين البسيطة النموذجية

1. القرنية Cornea

2. الطبقة او الخلايا المولدة للقرنية Corneagen

3. الشبكية Retina

2. العيون المركبة **Compound eyes** تتكون من وحدات بصرية تسمى Ommatidia وكل واحدة تتكون من :

1. القرنية **Cornae**

2. الطبقة المولدة للقرنية **Cornaeagen Layer**

3. خلايا المخروط البلوري **Crystalline Cone**

4. خلايا الشبكية **Receptive System**

5. خلايا الصبغية الأولية **Primary Iris Cells** (القزحية الأولية)

6. الخلايا الصبغية الثانوية **Secondary Iris Cells** (القزحية الثانوية)

العيون المركبة تتكون من عدة انواع وهي :

1. حقيقية المخروط البلوري

2. كاذبة المخروط البلوري

3. عديمة المخروط البلوري

4. خارجية المخروط البلوري

ان وظيف العيون المركبة عي تميز شكل وحركة وموقع الاشياء الخارجية والاختلافات في شدة ولون الضوء الساقط عليها

4. اعضاء السمع

وهي تراكيب تستلم وتدرّك الاصوات يوجد منها بشكل عام خمسة انواع :

1. اعضاء السمع ذات الطبلة الخارجية Tympanal Organs

2. عضو جونستون Johnstons Organ وهو عضو سمع بدون طبلة خارجية يوجد داخل قطعة قرن الاستشعار (العذق)

3. مجاميع الخلايا الحسية السمعية وهي اعضاء تسمع بدون طبلة خارجية توجد على ارجل الحشرات داخل الساق من جهة الفخذ

4. الاطباق الحسية المبعثرة وهي يكثر وجودها في الحشرات المائية

5. الشعيرات السمعية الحسية

وسائل احداث الصوت في الحشرات

ان الحشرات قادرة على اصدار اصوات ضوضائية وبذلك تستطيع التراسل مع بعضها البعض من على مسافات بعيدة نسبيا وتحدث الاصوات في الحشرات باحدى الطرق التالية :

1. اهتزازات اجنحة الحشرات اثناء الطيران يؤدي الى تذبذب الحلقات الصدرية فينتج عنها اصوات تفوق قوتها الاصوات الناتجة عن تذبذب الاجنحة نفسها كما في نحل العسل والبعوض

2. احتكاك جزء من اجزاء الحشرة بسطح جسم خارجي صلب كما في

النمل الابيض وبعض انواع قمل الكتب

3. احتكاك اجزاء الحشرة مع بعضها

5. اعضاء الاستشعار بالحرارة والرطوبة

تعتبر اللوامس من اهم مراكز الاحساس بدرجة الحرارة والرطوبة

