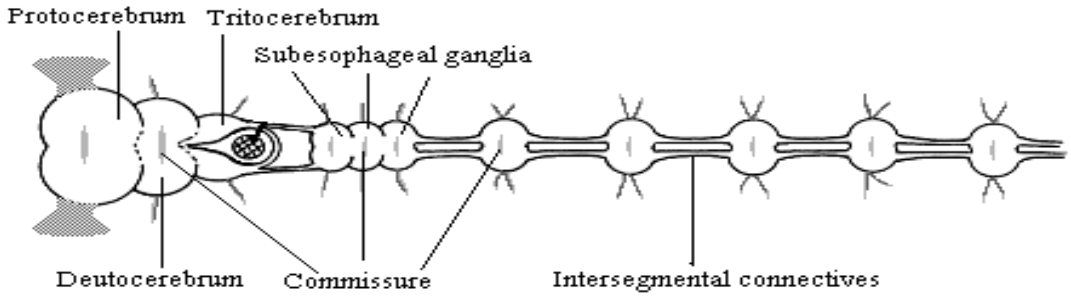
# الجهاز العصبى فى الحشرات The Nervous System in insects

يتكون الجهاز العصبى فى الحشرات من الجهاز العصبي المركزي و الجهاز العصبى السمبثاوى و الجهاز العصبى السطحى (الحسى).و بذلك يتحكم فى نشاط الحشرات وينظم وظائف الأجهزة الأخرى فى الجسم.

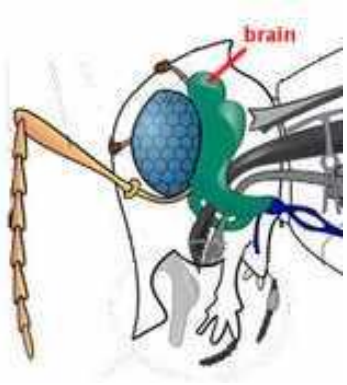
## اولا: الجهاز العصبى المركزى The Central Nervous System

الجهاز العصبي المركزي هو الجزء الرئيسي من الجهاز العصبي العام و يتكون من سلسلة مزدوجة من المراكز الحسية المسماة بالعقد العصبية (Ganglia) والمرتبطة ببعضها البعض باعصاب طويلة مزدوجة تسمى Connectives بالاضافة لارتباط كل زوج من ازواج العقد العصبية باعصاب عرضية تسمى Commissures.

ويتكون الجهاز العصبى المركزى من المخ والعقدة العصبية تحت المريئية والحبل العصبى البطنى




## ١ - المخ The Brain:




يقع المخ فوق المرىء بين الزوائد الداخلية لصندوق الراس ولذلك يطلق علية احيانا العقدة الفوق المريئية. ويتكون المخ من اتحاد ثلاثة ازواج من العقد العصبية وهى عبارة عن عقد الثلاث حلقات الاولى من جنين الحشرة ،و يبدو المخ ظاهريا مقسما الى هذه الثلاث ازواج من العقد المذكورة وهى:

### أ- المخ الأول : Protocerbrum

وهو عباره عن زوج عقد الحلقة الاولى اوالحلقة العينية من حلقات راس الجنين وهو اكبر اجزاء المخ ، ويزود العيون البسيطة والمركبة حيث تتصل العيون البسيطة بمقدمة بواسطة جذع رفيع يعرف بالجذع العينى ( ocellar pedicel)، أما العيون المركبة فتتصل بالجزء الاكبر و الامامى من المخ الاول والذى يكون فصا كبيرا فى كل جانب يعرف بالفص البصرى ( optic lobe) وهو مركز أعضاء الابصار

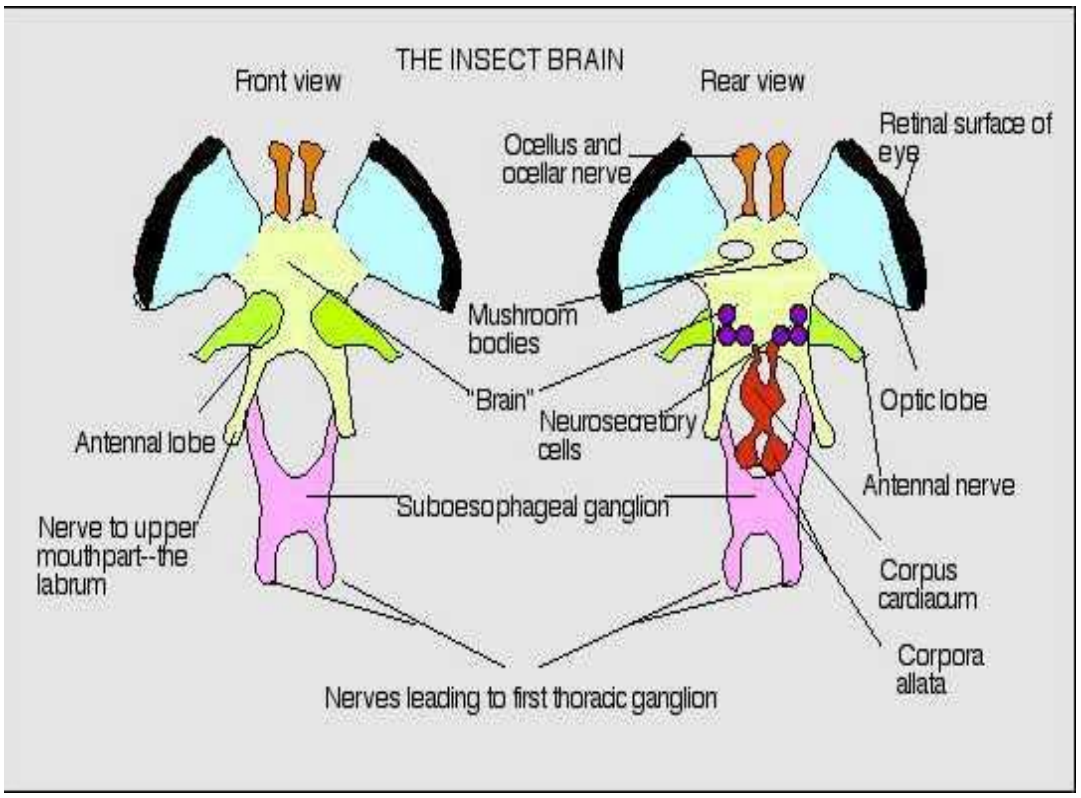
ويعتبر ايضا مسئولا عن سلوك الحشرة.

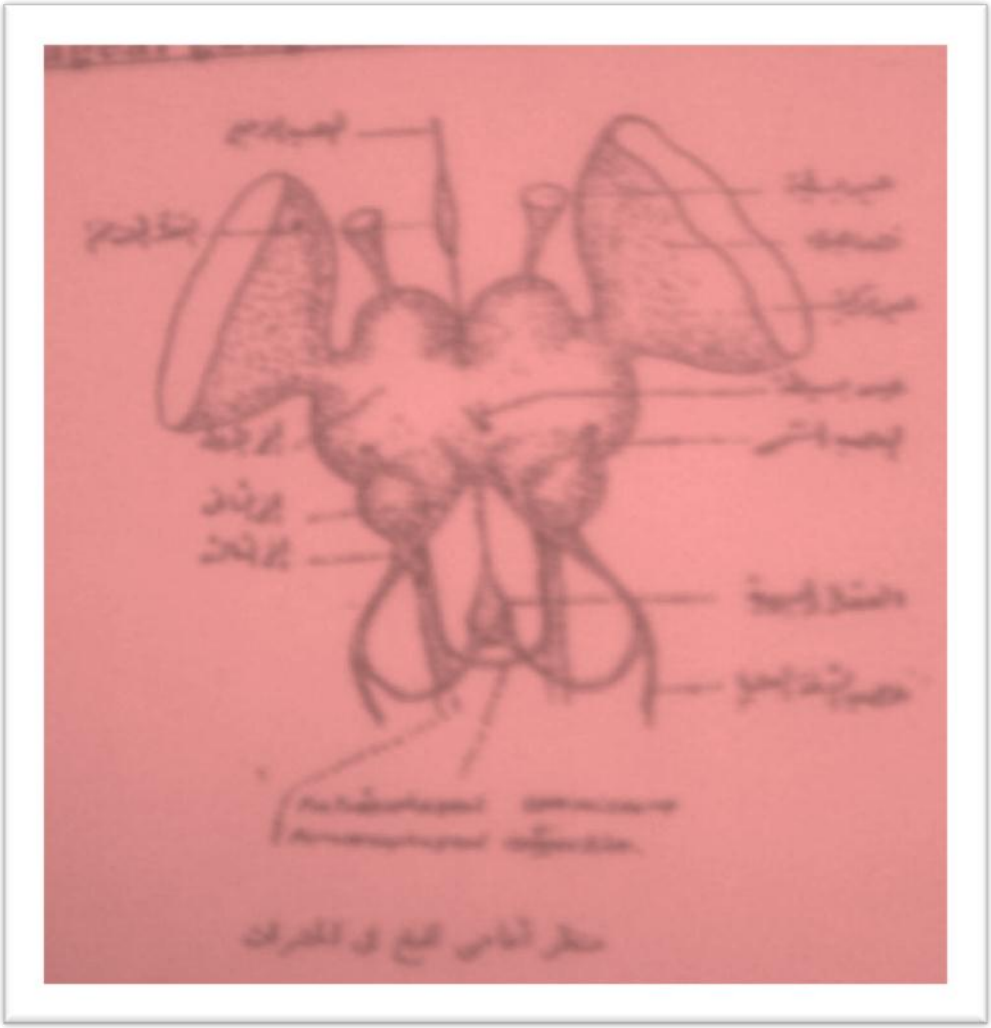
**ب- المخ الثانى : *Deutocerebrum***

هو الزوج الثانى من العقد المخية و يقع خلف المخ الأول وهو عبارة عن زوج عقد الحلقة الثانية من رأس الجنين ويغذي قرون الاستشعار(مركز الشم)، حيث انه يحتوى على مراكز الحس الخاصة بالشم ولذلك يخرج من كل جانب عصب يذهب الى قرن الاستشعار الموجود فى جهته.

**ج- المخ الثالث : *Tritocerebrum***

هو الزوج الثالث من عقد المخ وهو عبارة عن زوج عقد الحلقة الثالثة من حلقات رأس الجنين و هو اصغر اجزاء المخ جميعا ويظهر منقسما الى فصين صغيرين متباعدين يتصلان بمؤخرة المخ الثانى ويرتبطان بعصب عابر يمتد عرضيا خلف المرىء مباشرة ويسمى الرابط المستعرض خلف المريئى (postoesophageal commissure) ويخرج من النهاية الخلفية لكل فص عصب طولى واصل يعرف بالواصل المريئى(paraoesophageal connective) يمتد للخلف ويربط المخ بالعقدة العصبية تحت المريئية. ويتحكم في الجهاز العصبي السمبثاوي وعصب الشفه العليا والقناة الهضمية الأمامية وتوازن عمل العضلات علي جانبي الجسم





## ***الوظائف الرئيسية للمخ***

١- المركز الرئيسى للإحساس بالضوء.
٢- يقوم بمهمة التنسيق لأنعكاسات و ردود الفعل العصبية . حيث يتحكم فى الأفعال المنعكسة الناتجة عن النشاط العصبى للعقد العصبية الصدرية والبطنية.
٣- يتحكم فى مراكز معينة بالعقدة العصبية تحت المريئية.
٤- يتحكم فى تنظيم وأتزان العضلات على جانبى الجسم بواسطة الأحتفاظ بالقوة الأنقباضية العامة لهذة العضلات الجسمية . وعلى هذا فان قطع المخ طوليا و ابعاد احد نصفية فان الحشرة لا تستطيع التحكم فى عضلات الجهة المنزوع منها نصف المخ و تقوم بحركات دائرية تجاة النصف الذى لم ينزع منه.

ولذلك فاذا أزيل المخ بأكملة اوقطعت الرأس فان ذلك يجعل العقدة التحت مريئية التى يتحكم فيها المخ تثير المراكز الحركية مما يؤدى الى جعل الحشرة تستطيع السير والطيران لكنها لا تستطيع ان تبحث عن طعامها.اما فى حالة وضع الاكل ملامسا لها فأنها تستطيع تناولة إذا كانت أجزاء فمها سليمة و العقدة التحت مريئية التى تتحكم عصبيا فى أجزاء الفم موجودة وسليمة.

## ٢ـ العقدة العصبية تحت المريء:

هو الجزء الثانى من الجهاز العصبى المركزى وتقع فى الناحية السفلية من الرأس تحت المرىء وتتصل بفص المخ الثالث بواسطة زوج الأحبال العصبية الطولية المعروفة بالموصلين جار المريئين.وتتكون العقدة العصبية تحت المريئية من اندماج ازواج العقد العصبية للحلقات الثلاثة الباقية من حلقات رأس الجنين . وهى حلقة الفكين العلويين Mandibular segment وحلقة الفكيين السفليين Maxillary segment وحلقة الشفة السفلى Labial segment حيث يخرج منها جانبيا اعصاب زوجية تذهب الى الفكوك العلوية Mandibular nerves و الفكوك السفلية Maxillary nerves والشفة السفلى Labial nerves حيث يتحكم فيهما وتمدها بالأعصاب. كما يخرج منها خلفيا زوج من الأحبال العصبية الموصلة التى تمتد للخلف حتى تتصل بأول عقدة عصبية من عقد الحبل العصبى السفلى.

## ٣ـ الحبل العصب البطنى : The Ventral nerve-cord

### *تركيبه:*

يتكون من سلسلة من العقد العصبيه المزدوجة الموجودة فى الخط الوسطى السفلى للحشرة و تحت القناة الهضمية و يتصل بالجزء الثالث من المخ Tritocerebrum بواسطة زوج من الاعصاب هما ال Para-oesophageal connectives. وأول عقدة من عقد الحبل

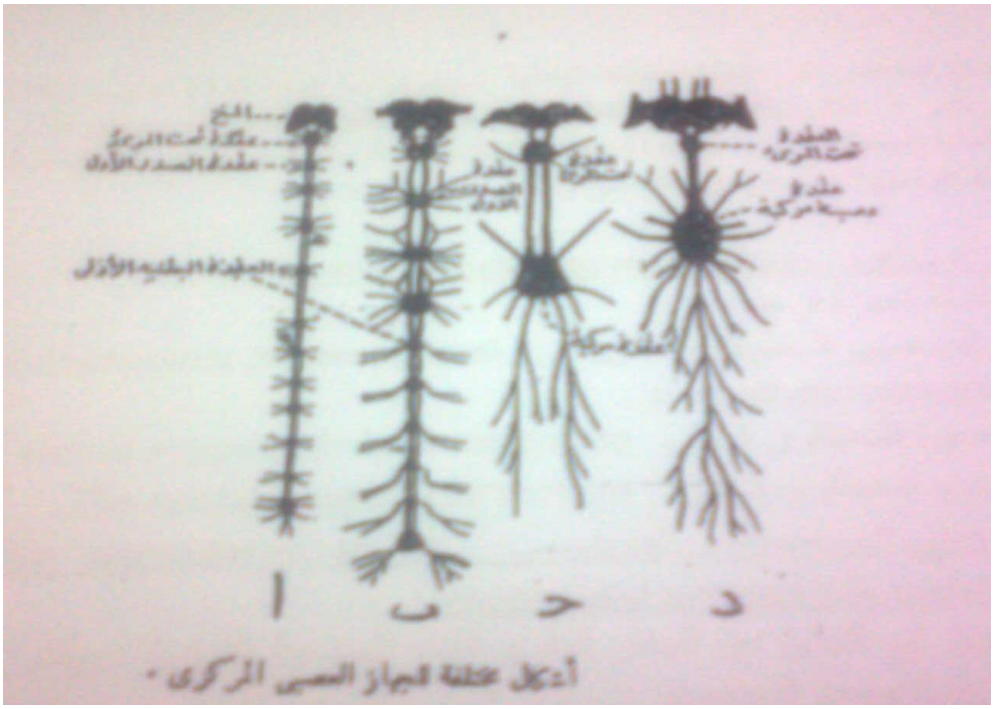
العصبى البطنى هى العقدة التحت مرئية Sub-oesophageal ganglion المتكونة من اتحاد أزواج عقد الحلقات الرأسية الرابعة و الخامسة و السادسة فى الجنين وهى حلقات الفكين العلويين و الفكيين السفليين و الشفة السفلى ، وتخرج من هذة العقدة على الجانبين اعصاب تغذى اجزاء الفم السابقة الذكر. ويلى العقدة التحت مريئية ثلاثة عقد صدرية ثم عدد من العقد العصبية البطنية والتى يبلغ عددها ثمانية كحد أقصى .

## ***تحويرات الحبل العصبى:***

غالبا ما تتحد العقدة العصبية البطنية الاولى مع العقدة العصبية الصدرية الثالثة ، وكذلك فأن العقدة البطنية الاخيرة هى فى الواقع تمثل عقدة كبيرة مركبة اى مكونة مما لا يقل عن عقد الثلاث حلقات البطنية الاخيرة. و تختلف العقد العصبية فى تحوراتها الى حد ما باختلاف الرتب الحشرية. *وامثلة على ذلك*: أ- رتبة نصفية الاجنحة *Hemiptera* تتحد فيها العقدتين العصبيتتن الصدريتين الثانية والثالثة مع جميع العقد البطنية فى عقدة واحدة. ب- رتبة الذباب *Diptera* تتحد فيه جميع العقد العصبية الصدرية والبطنية فى عقدة واحدة مركبة .

## ***وظيفة الحبل العصبى:***

تغذى العقد العصبية الصدرية الأرجل و الأجنحة بينما نجد أن كل عقدة عصبية بطنية هى فى الواقع مركز حسى موضعى مستقل يتركز فية كل الأحساسات الخاصة بالحلقة البطنية الموجودة بها العقدة، وكدليل على ذلك انة يمكن لبطن مفصولة من حشرة حية ان تضع بيضا طالما ان العقدة العصبية البطنية الأخيرة موجودة وهى العقدة المسئولة عن إمداد الحلقات البطنية التى تحتوى على الجهاز التناسلى بالأعصاب.



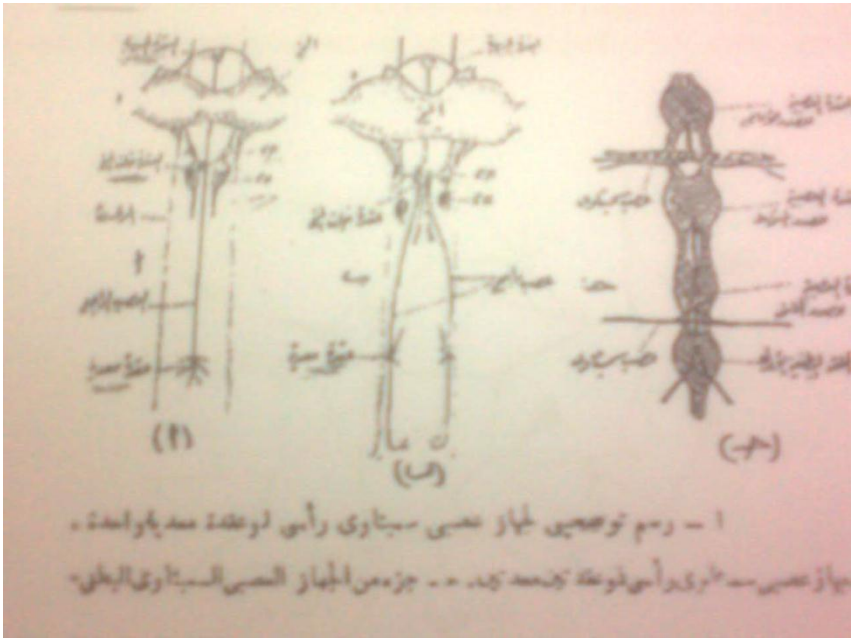
## ثانيا: الجهاز العصبي السمبثاوى(الحشوى) Sympathetic Nervous System

**ويتكون هذا الجهاز بدورة من ثلاثة أجهزة فرعية:**

### ١- الجهاز السمبثاوي المريئي Oesophageal sympathetic system:

ينشأ هذا الجهاز فى الجنين من الجدار العلوى للقناة الهضمية الامامية، و يتكون من عقدة جبهية Frontal ganglion تقع أمام المخ مباشرة وتتصل بعصب على كل جانب يأتى من المخ الثالث Tritocerebrum ، و يخرج من العقدة الجبهية عصب رئيسى هو العصب الراجع Recurrent nerve يمر للخلف فوق جدار المريء وتحت القلب ويتصل بعقدة عصبية وسطية تسمى بالعقدة خلف المخية Hypocerebral ganglion وذلك خلف المخ مباشرة، ثم يستمر هذا العصب الراجع فى السير الى الخلف لينتهى إما بعقدة عصبية واحدة تسمى بالعقدة الحشوية Ventricular ganglion موجودة عند اتصال الحوصلة بالمعدة، او قد يتفرغ هذا العصب الراجع بعد خروجة من عقدة خلف المخ إلى فرعيين ينتهى كل منهما بعقدة حشوية على كل جانب من جانبى الحوصلة. ويتصل بالعقدة خلف المخ كذلك على كل جانب عقدة تسمى Corpora cardiacum (C.C)، وهذة تتصل بدورها بعقدة أخرى تسمى Corpora allatum (C.A)، وتتصل عقدة ال Corpora cardiacum من الأمام بعصب يأتى من المخ الأول، كما تتصل أيضا كل من عقدتين ال Corpora allata بالعقدة تحت المرىء بعصب ، كما ترسل كل من العقدتين الأخيرتين عصبا أو عصبين يسيران ملاصقان للجهاز الهضمى للأتصال بالعقدة الحشوية.

ويحوى الجهاز العصبى السمبثاوى أيضا أعصابا مستقبلة Sensory nerves واخرى موصلة Motor nerves ، اى ان عقد هذا الجهاز تعمل أيضا كعقد الحبل العصبى البطنى اى كمراكز حسية مستقلة ، ويغذى هذا الجهاز العصبى السمبثاوى القلب و القناة الهضمية الأمامية.



**٢- الجهاز السمبثاوي البطني:Ventral sympathetic system**

يتركب من أزواج من الأعصاب المستعرضة متصلة بعقد الحبل العصبي البطنيVentral Nerve Cord. يتحكم بفتح وإغلاق الثغور التنفسية .

**٣- الجهاز السمبثاوي الخلفي :Caudal sympathetic system**

وهو عبارة عن العقدة العصبية الخلفية ويشرف علي نشاط القناة الهضمية الخلفية والجهاز التناسلي. ووظيفة الجهاز السمبثاوي السيطرة علي الحركات الغير إرادية للقناة الهضمية والوعاء الدموي الظهري.

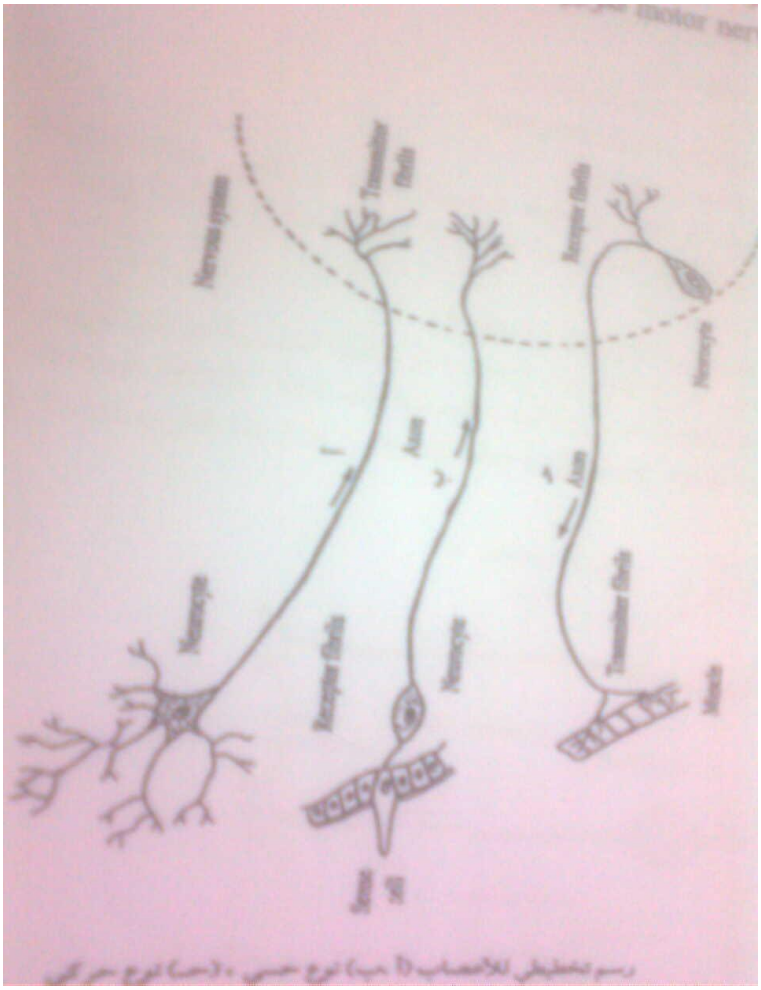
## ثالثا: الجهاز العصبى السطحى The peripheral sensory nervous system

هو مكون من خلايا حسية sensory cells كثيرة مستطيلة الشكل منتشرة تحت جدار جسم الحشرة ويخرج من كل من هذة الخلايا أعصاب حسية هى فى الواقع أعصاب مستقبلة sensory nerves وتتجمع كل مجموعة من هذة الأعصاب بعد مسافة ما داخل جسم الحشرة فى عصب واحد وهذا يتصل بدورة بأى عصب رئيسى ذاهب الى أحد عقد الحبل العصبى البطنى أو الجهاز العصبى السمبثاوى.

## أعضاء الحس sense organs

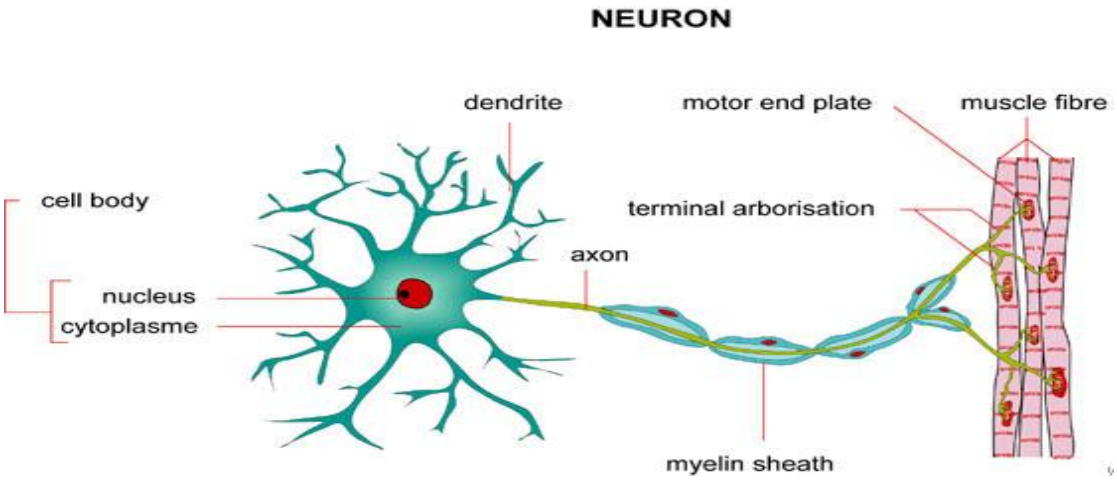
من خواص الحشرات أن لها القدرة على تكيف أفعالها حسب ظروف البيئة المحيطة بها، ويمكن للحشرات ذلك لأنها تمتلك مجاميع من الخلايا الحسية على سطحها الخارجى تتأثر بالمؤثرات الخارجية. وتعرف هذة المجاميع بأعضاء الحس.إذ تخرج من الخلايا التى تستقبل المؤثرات الحسية الخارجية و المسماة sensory nerves تمتد داخل الجسم وتذهب الى الجهاز العصبى المركزى. كما توجد مجموعة أخرى من الأعصاب تسمى motor nerves تخرج من خلايا الحبل العصبى السفلى (البطنى) وتتجه الى الخارج وتذهب الى عضلات الجسم واعضاءه الأخرى المختلفة وتوجد مجموعة ثالثة من الأعصاب تسمى بالأعصاب الرابطة أو الموصلة

association nerves تصل نهايات ال sensory nerves بجذور ال motor nerves الموجودة داخل الجهاز العصبى المركزى أو الحبل العصبى السفلى. وبذلك تتكون دائرة مستمرة من أعضاء الحس على السطح الخارجى لجسم الحشرة لاستقبال المؤثرات الخارجية وتوصيلها للحبل العصبى السفلى ، ومنه تخرج الإشارة أو التنبيه المؤثر الخارجى الى الجهاز أوالعضلة أو العضو الذى يراد منه أن يستجيب لهذا المؤثر الخارجى بحيث يؤدى الجهازأو العضو العمل المطلوب منه.



و سنتناول مفهوم الخلية العصبية و أنواعها ووظيفتها ودورها فى نقل الإحساس و التنبيه العصبى فى الحشرة.

## ***الخلية العصبية The Nerve cell***




الخلية العصبية هى وحدة الجهاز العصبى

### ***تركيبها***

تتركب الخلية العصبية من جسم الخلية ومحور الخلية وشجيرات الخلية والتشعبات الطرفية.

### ***جسم الخلية the cell body***

يحتوي على النواة، ومنها يمتد واحد أو أكثر من البروزات السيتوبلازمية الطويلة (المحور) ليتصل بنيورون آخر، أو بعضو مؤثر وغالبا عضلات.

يحتوي على ميتوكوندريا وأجسام جولجي وشبكة اندوبلازمية معقدة ونواة.

يصنع البروتينات والمواد العضوية وتمر عبر أنابيب دقيقة لتصل الى جميع مكونات الخلية العصبية.

### ***محور الخلية Axon***

وهو امتداد سيتوبلازمي طويل يخرج من جسم الخلية soma أو تخرج من البروز الرئيسي للخلية العصبية neurite وينتهي بالتشعبات.

### ***شجيرات الخلية Dendrites***

وهي امتدادات من جسم الخلية يتم فيها إحداث الإشارة الكهربائية من موقع الإثارة باتجاه جسم الخلية (استقبال المعلومات).

وهي قد تنمو مباشرة من جسم الخلية soma أو تخرج من البروز الرئيسي للخلية العصبية neurite.

ولا توجد أجسام جولجي ولا شبكة إندوبلازمية في التشعبات أو الشجيرات ولا في المحور، ولذلك لا يوجد تصنيع للبروتين في هذه الأجزاء.

***التشعبات الطرفية terminal arborizations***

وهي تتفرع من المحور لتوصيل التيار العصبي إلى خلية أخرى أو عضلة.

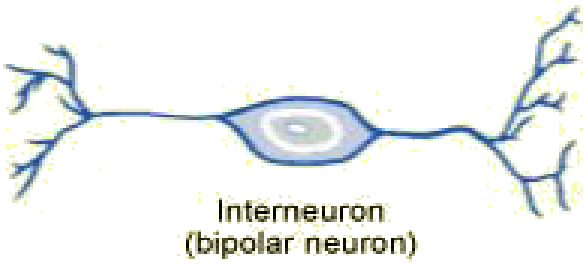
***انواع الخلايا العصبية***

## وتقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة الى ثلاثة أنواع:

أ- خلايا عصبية حسية sensory neuron
غالباً تكون ثنائية القطب ومنها أيضاً عديدة الأقطاب.

ب- خلايا عصبية بينية interneuron
وتكون وحيدة القطب أو عديدة الأقطاب.

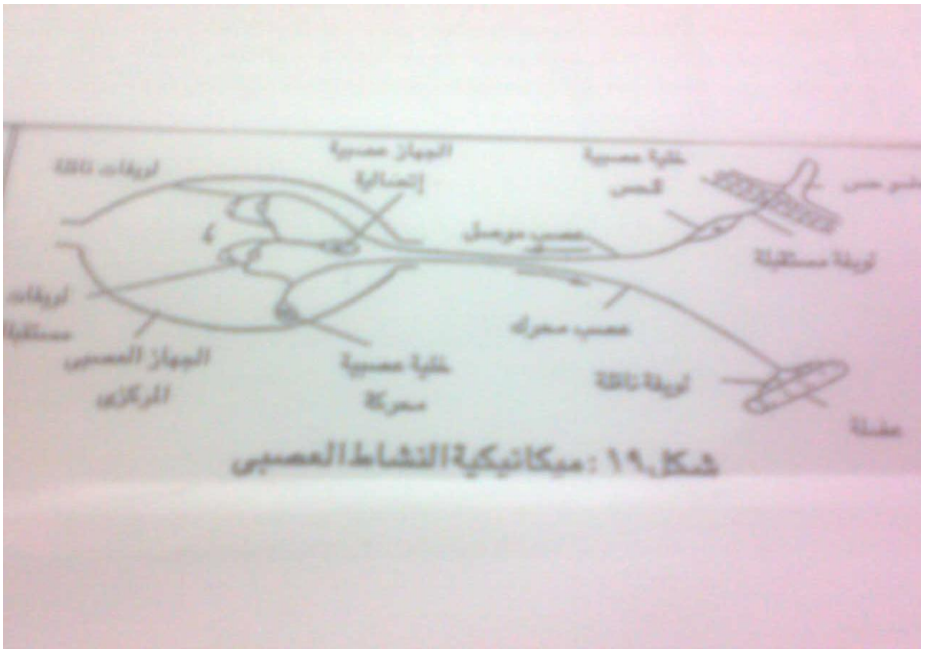
ج- خلايا عصبية محركة motor neuron
غالباً تكون أحادية القطب



## أستقبال التنبية العصبى The reception of nervous stimulus

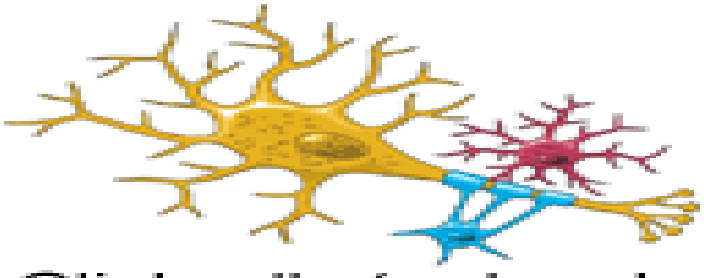
يحدث التنبية العصبى فى الخطوات التالية:

١- يتم استقبال التنبية الخارجى بواسطة حدوث تغيرات معينة فى الشعرة الحسية والتى تقوم بتنبية الخلية الحسية المرتبطة بها.
٢- تمر النبضة العصبية من الخلية الحسية إلى طرف محورها بتفرعاتة الدقيقة داخل العقدة العصبية.
٣- تمر النبضة داخل الشبك العصبى المشترك إلى الخلية العصبية الموصلة.
٤- تسير النبضة من الخلية العصبية الموصلة إلى نسيج ألياف العضلة العصبية المحركة.
٥- ثم تنتقل النبضة من خلال محورالخلية العصبية المحركة إلى نسيج ألياف العضلة المقصودة بالتنبية بواسطة التفريعات الدقيقة لنهاية المحور ثم تستجيب (تتقلص) العضلة نتيجة حدوث التنبية المستقبل.




## الخلايا غير العصبية (الخلايا الغروية) Glial cells

هي خلايا تغلف أجزاء الخلية العصبية ماعدا التفرعات الدقيقة ، وكذلك نقاط التشابك العصبي بين الخلايا العصبية. ويزيد عدد هذه الخلايا في الـجهاز العصبي المركزي (CNS) عن الخلايا العصبية. بعضها يغطي جسم الخلية والبعض الآخر يوجد على سطح النخاع العصبي neuropile ويرسل امتدادات للداخل لتغذية المحاور والشجيرات. قد تغطي خلية غروية واحدة عدد من المحاور الصغيرة، أما المحاور الكبيرة فتغطيها خلية واحدة كبيرة، أو ربما تلتف حول المحور عدة مرات. وعددها يفوق الخلايا العصبية بـ ٨ ـ ١٠٠ ضعف، وتختلف في أشكالها كثيراً.



Glial cells (red and blue) support and protect the neurons (yellow) in the ner-vous system

## ***وظائف الخلايا الغروية***

- وظيفة دعامية حيث أنها تحتوي الخلية العصبية وتضمها.
- تقوم بعزل أو فصل المناطق التي حولها كهربائياً، وبذلك تحفظ الناقلات العصبية من تجاوز المناطق المخصصة.
- تعمل على تنظيف البيئة العصبية المجاورة لها بامتصاص الأيونات وكذلك الناقلات العصبية الفائضة.
- تفرز عوامل عصبية وهي بروتينات ضرورية لبقاء الخلية العصبية وصحتها، كمثال: عامل النمو العصبي Nerve growth factor ويرتبط بمرض باركسون، حيث يقوم بتحسين الحالة الصحية للأعصاب التي عادة ما تتلف في مرض باركسون. وتفرزه الخلايا الغروية ليقلل أو يمنع تلف الخلايا العصبية.
- وظيفة اتصالية: وخاصة الخلايا الغروية نجمية الشكل Astrocytes حيث تحتوي على مستقبلات Receptors للناقلات العصبية L-Glutumate (إل- جلوتاميت) و (جاما- أمينوبيوتيريك أسيد) γ–aminobutyric acid
- وبعض الباحثين يقترح أنها أيضاً ترسل معلومات وليس فقط تستقبل