أعضاء الحس

The Sense Organs

تتميز الحشرات بأنها تستجيب للمؤثرات الخارجية بدرجة عالية من الحساسية وذلك بواسطة أعضاء خاصة أو تراكيب معينة يمكنها تمييز المؤثرات أو المنبهات الخارجية أو الداخلية، حيث يتولد تيار عصبى إلى إحدى المراكز العصبية يؤدى إلى تغيير فى سلوك ونشاط الحشرة أو إلى الإستمرار فيه، وهذه الأعضاء أو التراكيب تسمى بأعضاء الحس Sense Organs التى ترتبط بجدار الجسم حيث يحتوى كل عضو حسى على تركيب من الجليد وخلية حسية أو أكثر.

وأبسط أنواع أعضاء الحس هى الشعرات الحسية Sensillae التى تأخذ أشكالا متعددة فقد تكون شعرية Trichoid أو مخروطية Basiconic أو دورقية Styloconic أو مسطحة Coeloconic أو ذات قبوة Campaniform أو ذات قناة داخلية Ampullaceous . وتقسم أعضاء الحس بالنسبة إلى طريقة تأثرها إلى :

١ ـ أعضاء حس ميكانيكية Mechanoreceptors وتشمل أعضاء اللمس والسمع والتوازن وأعضاء الحس بالحرارة والرطوبة.

٢ ـ أعضاء حس كيميائية Chemoreceptors وتشمل أعضاء الشم والذوق.

٣ ـ أعضاء حس ضوئية Photoreceptors وتشمل أعضاء الرؤية.

وعادة تقسم هذه الأعضاء لحساسيتها وهى:

١ ـ مراكز استقبال الميكانيكيات Mechanoreceptors .

٢ ـ أعضاء السمع Auditory Organs or Phonoreceptors .

٣ ـ مراكز استقبال الكيميائيات Chemoreceptors .

٤ ـ مراكز الاستقبال لدرجات الحرارة والرطوبة Temperature and Humidity Receptors .

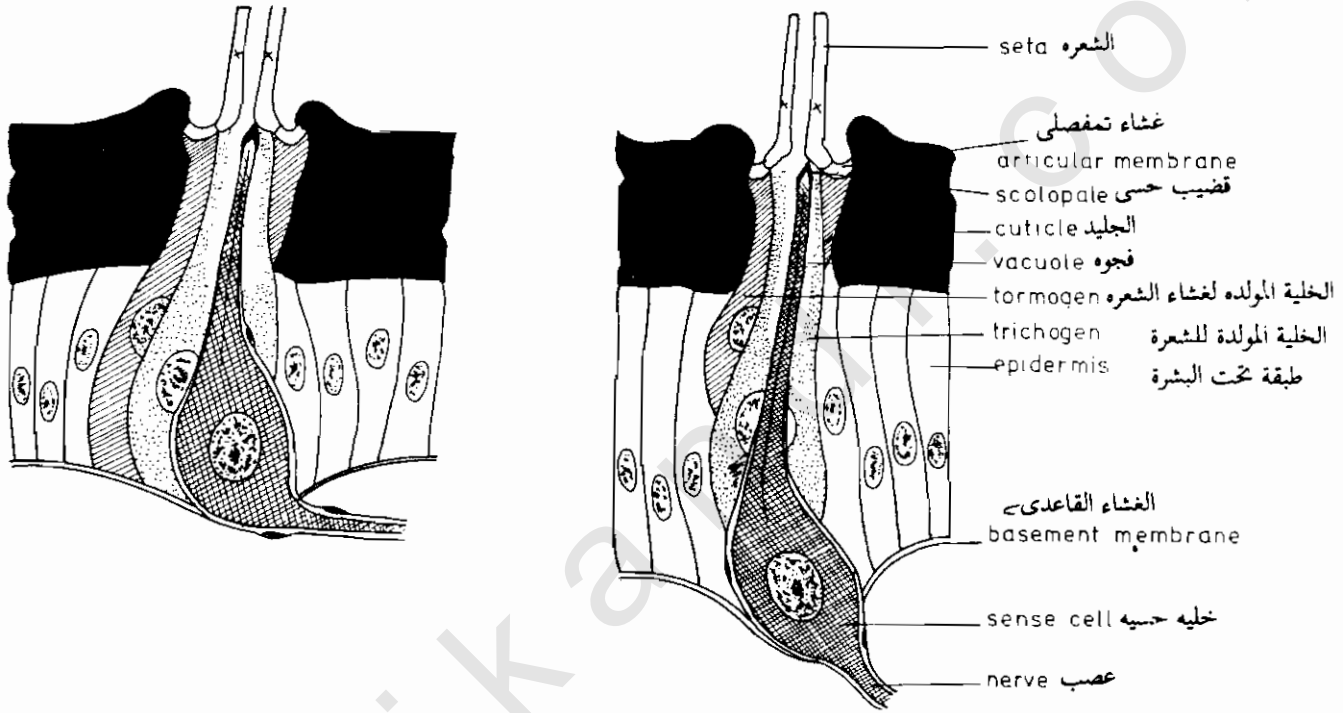
٥ ـ أعضاء الرؤية Visual Organs .

١ ـ مراكز استقبال الميكانيكيات Mechanoreceptors

تمتاز هذه المجموعة بكونها تتنبه بالمؤثرات التى تؤدى إلى تغيير ميكانيكى فى شكل أحد أجزاء مراكز الاستقبال وهناك ثلاثة أشكال منها:

(أ) الشعرات الحسية المتمفصلة Articulated Sensory Hairs او (شعيرات اللمس Tactile Hairs) (شكل ٦٩)

وتوجد على جسم الحشرة كلها وتكثر على قرون الاستشعار وطرف الساق وعقل الرسغ والقرون الشرجية، وتتكون من الخلايا العادية المولدة لها Trichogen ولغشائها Tormogen إلا أنه يتصل بها خلية حسية طويلة ثنائية القطب يمتد من طرفها البعيد قضيبا كيتينيا يعرف بالقضيب الحسى Scolopale يقع عند قاعدة الشعرة تماما، وأما محورها الآخر فإنه يربطها بأحد العقد العصبية للحبل العصبى البطنى، تظهر هذه الشعرات من المنظر السطحى وكأنها خارجة من فجوة مستديرة، حيث يربطها بالجليد غشاء رقيق يسمح لها بالحركة.



شكل (٦٩) : تركيب الشعرة الحسية المتمفصلة (مركز استقبال الميكانيكيات)

(عن Snodgrass ١٩٣٥)

obeikandl.com

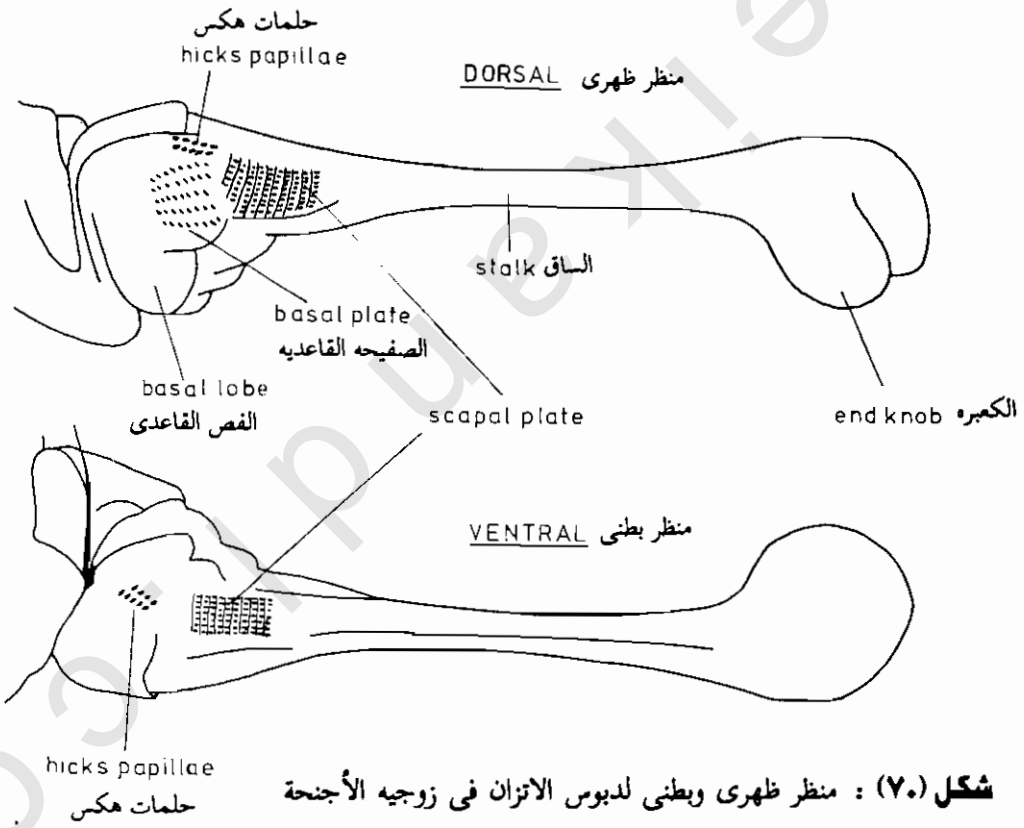
(ب) الشعرات ذات القبوة (الجرسية) Dome Organs or Campaniform Sensillae

توجد على القرون الشرجية والأجنحة ودبابيس الاتزان Halteres، عادة ترى متجمعة فى وحدات عديدة منها كما فى دبوس الاتزان فى الحشرات ذات الجناحين حيث يكون هناك ثلاثة مجاميع منها، مجموعة متميزة بتغليظ كيتينى واضح تعرف بحلمات هكس Hick's Papillae (شكل ٧٠). وتشبه الشعرة ذات القبوة مثيلتها السابقة إلا أن لها بديلا عن الشعرة نمو يشبه القبو يرتفع أو ينخفض قليلا عن مستوى الجليد، ويحاط هذا القبو بحلقة كيتينية رقيقة وقد تكون سميكة أحيانا ويوجد أسفل القبوة خليتان إحداهما كبيرة تكون غشاء القبوة والأخرى صغيرة ومتباعدة، وخلية حسية ذات قطبين يمتد قطبها البعيد فى صورة قضيب حساس Scolopale يلامس السطح الداخلى لغشاء القبوة (شكل ٧١).

(ج) الأعضاء الحسية المرنة (الداخلية) Chordotonal Organs

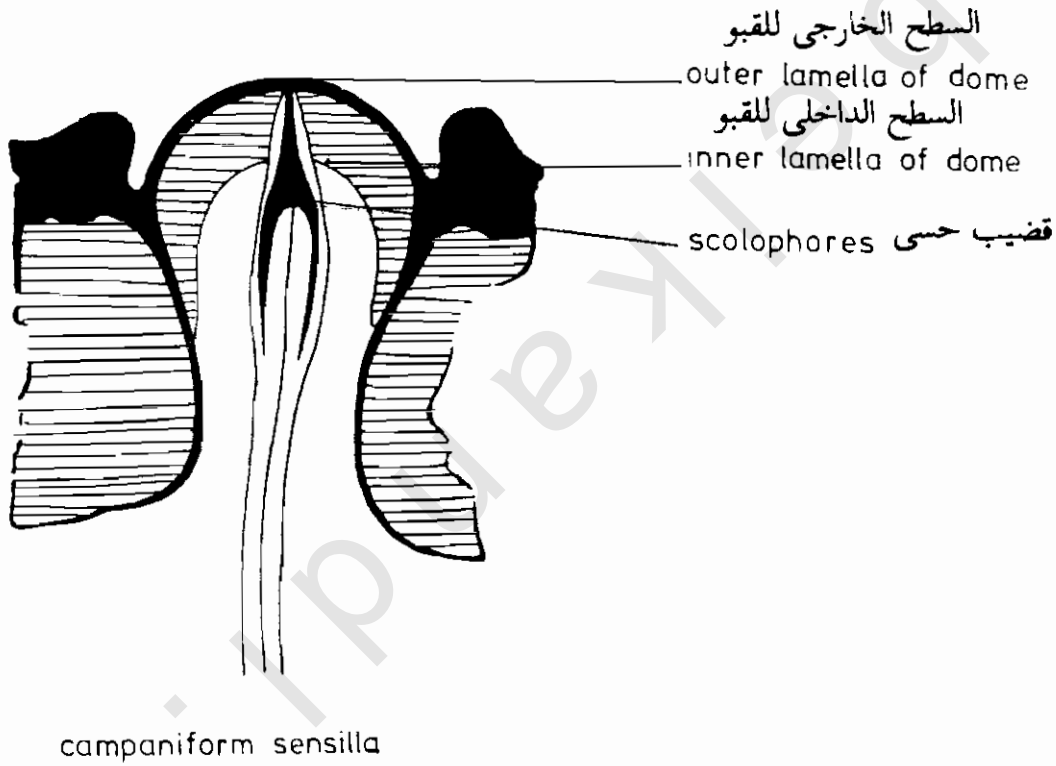
توجد داخل بعض مناطق الجسم (قرون الاستشعار والملامس والأرجل) وأحيانا فى فراغ الجسم إلا أنها تظهر على سطح الجليد.. وتتواجد هذه الأعضاء فى حزم، وتتكون كل حزمة من وحدات تعرف بـ Scolophores or Scolopidia مغزلية الشكل تمتد طوليا فى مجموعة من ألياف مرنة تصل بين نقطتين متباعدتين على جدار الجسم، أو تتصل من أحد طرفيها بالجليد ويظل الطرف الآخر سائبا فى فراغ الجسم، ويعرف النوع الأول بالأعضاء المرنة الجدارية Integumental والثانى بتحت الجدارية Subintegumental (شكل ٧٢ ، ٧٣).

وتتركب الوحدة الحسية Scolophore من خلية عصبية ذات قطبين يستدق طرفها البعيد فى صورة قضيب حسى تتغلظ نهايته مكونة الكعبرة End Knob أو Apical Body التى يحيط بها خلية مغلفة Envelop Cell وأخرى قمية Cap Cell.



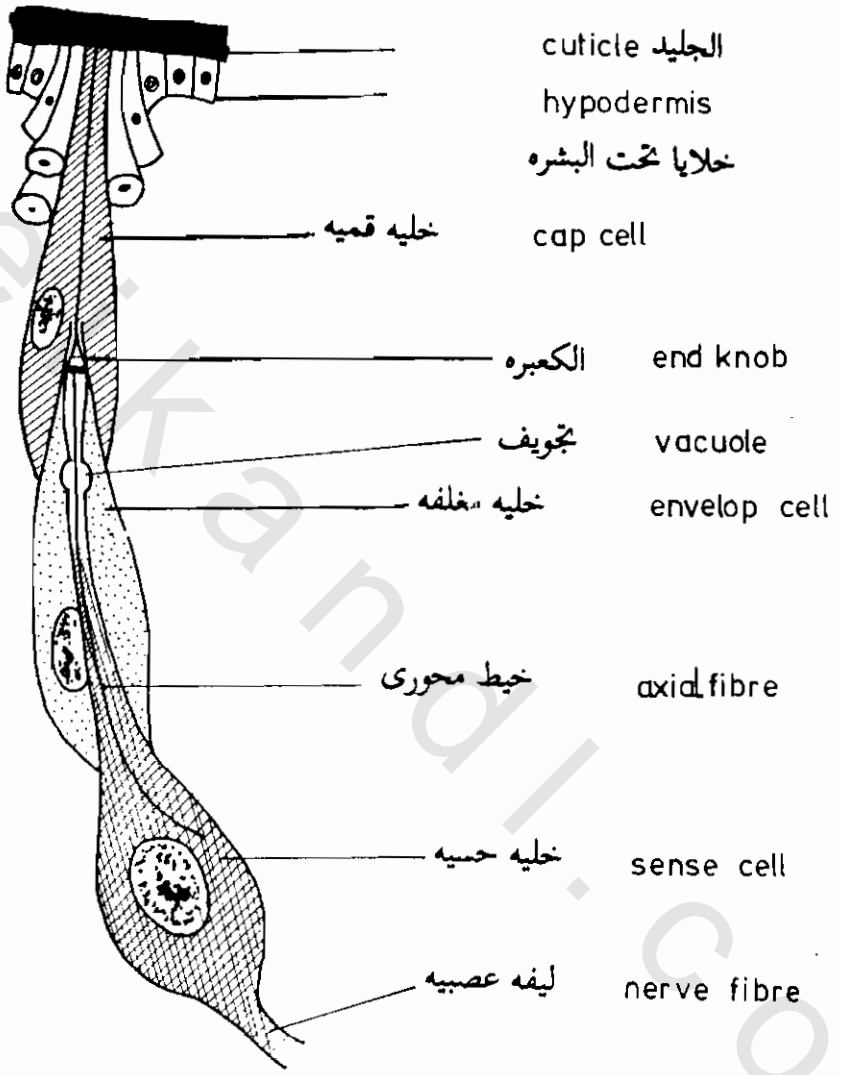
شكل (٧٠) : منظر ظهرى وبطنى لدبوس الاتزان فى زوجيه الأجنحة

(عن Pringle ١٩٤٨)



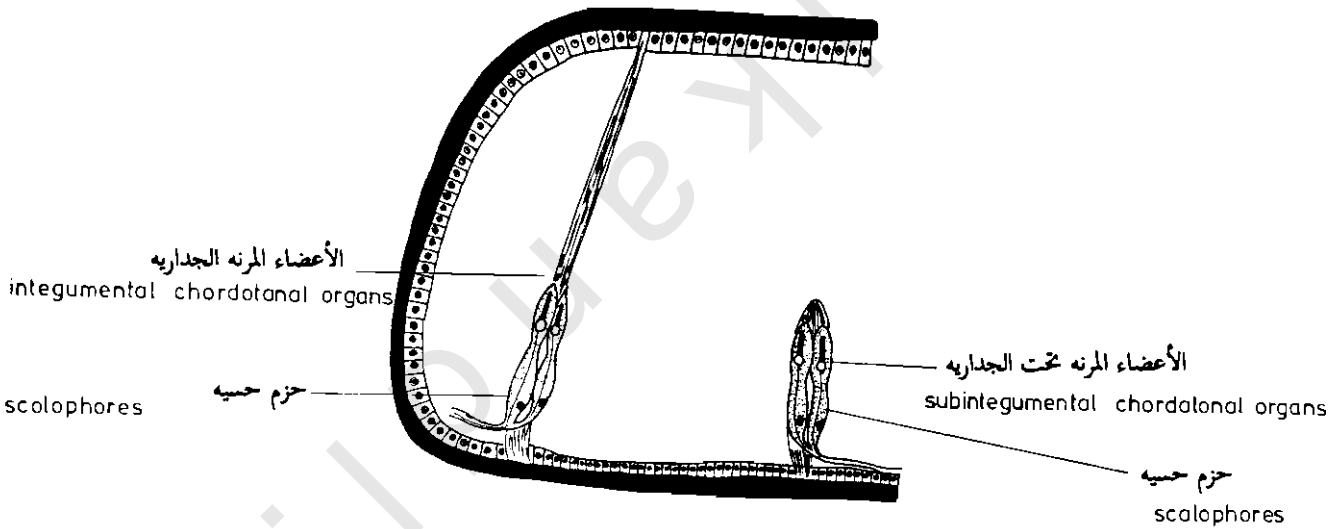
شكل (٧١): الشعره ذات القبوة الجرسية (مراكز استقبال الميكانيكيات)

(عن Snodgrass ١٩٣٥)



شكل (٧٢) : وحدة حسية من الأعضاء المرنة الجدارية (مراكز استقبال ميكانيكى)

(عن Snodgrass ١٩٣٥)



شكل (٧٣): الأعضاء الحسية المرنة الداخلية (مستقبلات ميكانيكية)

(عن Imms ١٩٥٧)

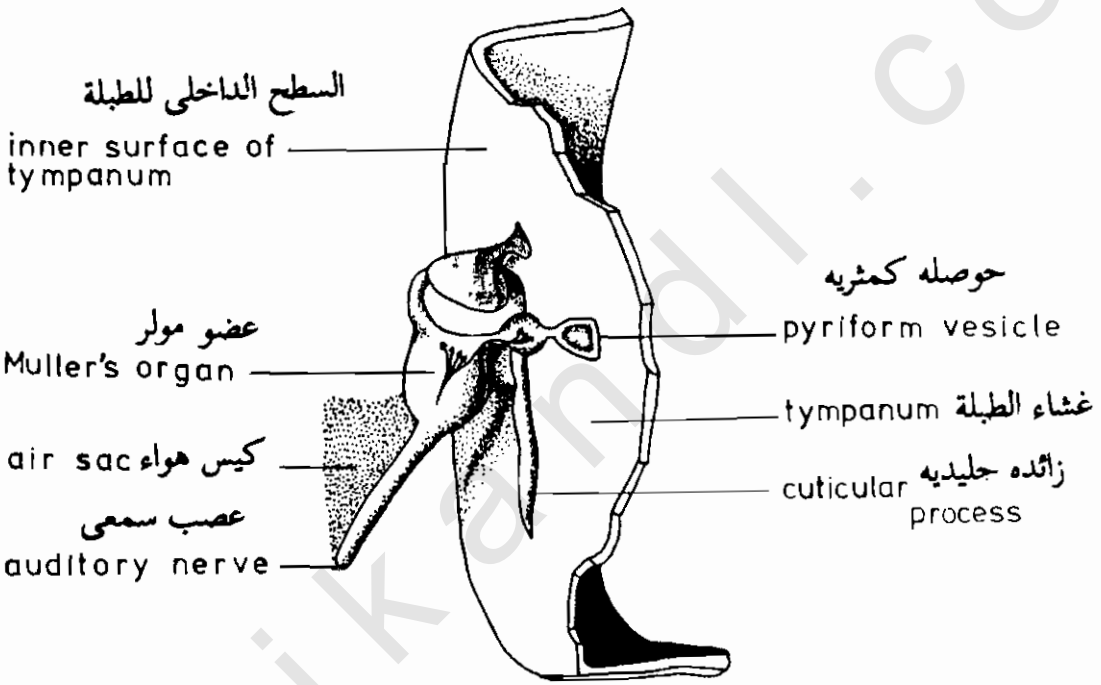
يتصل طرف القضيب الحسى من قاعدته بتجويف Vacuole مملوء بسائل، وتخترق كل وحدة حسية طوليا ليفة محورية Axial Fibre حتى تتصل بالكعبرة الطرفية. تتصل الخلية العصبية من طرفها القريب بأحد المراكز العصبية فى الجسم.

٢ ـ أعضاء السمع Phonoreceptors أو Auditory Organs

تميز الحشرات تردد الموجات الصوتية فى البيئة عن طريق مراكز استقبال الصوت التى تأخذ أشكالا مختلفة وعموما يمكن تمييز ثلاثة أنواع منها كما يلى:

(أ) الأعضاء الطبلية Tympanal Organs (شكل ٧٤، ٧٥)

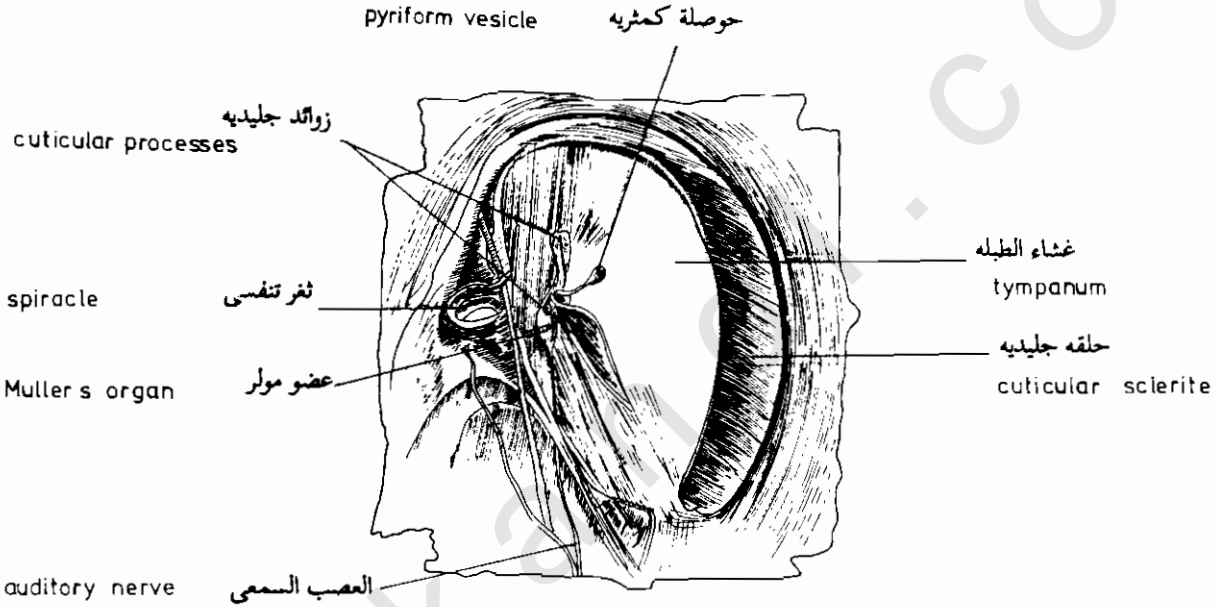
عبارة عن تراكيب مزدوجة يتركب كل منها من غشاء طبلى رقيق Tympanum وشعيرات حسية مرنة Chordotonal بالإضافة إلى أكياس هوائية قصبية. ففى فوق فصيلة Acridiodea يتركب العضو الطبلى من غشاء الطبلة ويظهر كانخفاض واضح على جانبى الحلقة البطنية الأولى ويحاط الغشاء بحلقة جليدية، ويقع أمامه مباشرة ثغر تنفسى يكون كيسا هوائيا كبيرا يلتصق بالسطح الداخلى للطبلة.. أما من الداخل فتوجد مجموعة من الوحدات الحسية Scolophores متجمعة على شكل انتفاخ يعرف بعضو مولر Muller's Organ يخرج من قاعدته العصب السمعى Auditory Nerve الذى يتصل بالعقدة الصدرية الثالثة. تتصل أطراف عضو مولر بزائدتين جليديتين يشكلان زاوية منفرجة ينصفها حوصلة كمثرية الشكل Pyriform Vesicle ممتلئة بسائل. تلتصق هذه التراكيب بالسطح الداخلى للغشاء الطبلى وهى تعمل على نقل اهتزازات غشاء الطبلة إلى عضو مولر ثم إلى العصب السمعى. وتوجد أعضاء طبلية أخرى تكون عند قاعدة ساق الأرجل الأمامية فى فوق عائلة Grylloidea و Tettigonoidea , من رتبة مستقيمة الأجنحة، أو على جانبى الحلقة الصدرية الخلفية أو قاعدة البطن كما فى فصائل Noctuidae, Pyralidae من رتبة حرشفية الأجنحة.



شكل (٧٤) : رسم توضيحى يبين السطح الداخلى للعضو الطبلى فى الجراد

(عن Gray ١٩٦٠)

obeikandl.com



شكل (٧٥) : العضو الطبلى فى فصيلة الجراد

(عن Imms ١٩٥٧)

obeikan.com

(ب) الشعرات السمعية Auditory Hairs

وهى عبارة عن شعرات حسية مرنة Chordotonal يكثر وجودها فى يرقات الحشرات ذات الجناحين وعلى القرون الشرجية فى حشرات مستقيمة الأجنحة.

(جـ) عضو جونستون Johnston's Organ (شكل ٧٦)

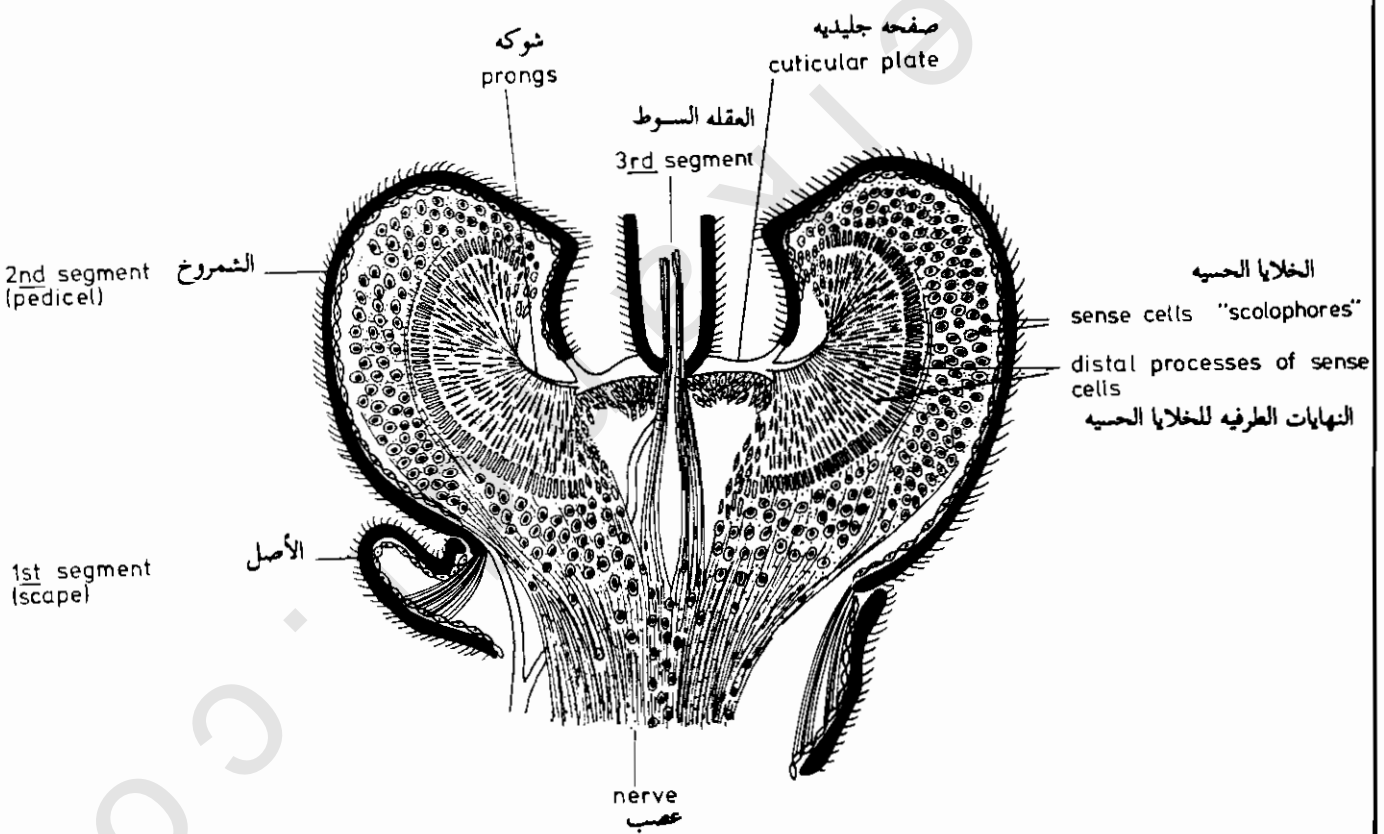
ويوجد على عقلة الشمروخ Pedicel لقرن الاستشعار فى كثير من الحشرات المجنحة، ويتركب من مجموعة من الأعضاء الحسية المرنة Chordotonal فى تركيب شعاعى وتتصل نهايتها السفلى بجدار العقلة بينما أطرافها بالغشاء الرقيق بين العقلتين الثانية والثالثة، وتتصل محاورها العصبية بالعصب الرئيسى لقرن الاستشعار.

٣ ـ مراكز استقبال الكيميائيات Chemoreceptors

وتشمل الأعضاء المسؤولة عن حاستى الشم والذوق Olfactory or Gustatory Organs، وتلعب أعضاء الشم وهى التى تتأثر بأبخرة المواد الطيارة دورا هاما فى حياة الحشرات من حيث الانجذاب الجنسى وتمييز الروائح المميزة لأفراد الطائفة (فى حالة الحشرات الاجتماعية) وأماكن وضع البيض والتغذية.

وتوجد أعضاء الشم عادة على الملامس الشفوية (العقلة الطرفية) كما فى أبو دقيقات أو قد توجد على قرون الاستشعار (العقلة الطرفية) كما فى الذبابة المنزلية.. أما أعضاء الذوق وهى التى تتأثر عند ملامستها للمواد الكيمياوية فى حالة سائلة.. وتوجد هذه الأعضاء عادة على قرون الاستشعار كما فى الحشرات غشائية الأجنحة وعلى سطح الفراغ قبل الغذائى Pre-Oral Cavity، أو على الرسغ وقاعدة الساق كما فى حرشفية الأجنحة وذات الجناحين.

وتتشابه أعضاء الشم والذوق إلى حد كبير فى التركيب وكلاهما يتميز بالجليد الرقيق الذى يتصل بخلية أو عديد من الخلايا العصبية ذات القطبين، غير أن أعضاء



شكل (٧٦): عضو جونستون

(عن Child ١٨٩٤)

الشم تمتاز بشدة حساسيتها وذلك لاحتوائها على عدد أكبر من الخلايا العصبية. ويمكن تمييز الأنواع التالية من مراكز الاستقبال الكيمياوية:

أ ـ الشعرات الشمية الخيطية Olfactory Hairs

وهى رقيقة الجدران وتوجد على عقل الرسغ والشفية كما فى ذبابة مسرى Tabanus وعلى قرون الاستشعار فى النحل والزنابير.

ب ـ الشعرات المخروطية Sensilla Basiconica (شكل ٧٧)

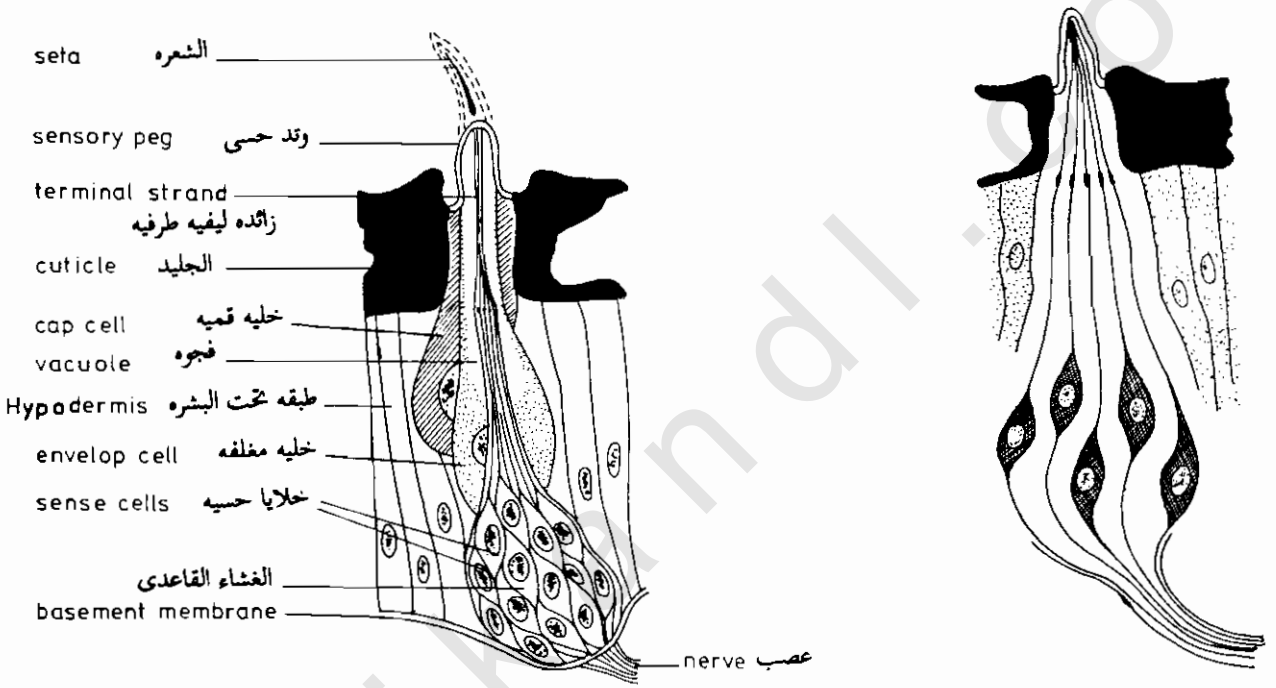
وترية الشكل أو مخروطية رقيقة الجدران وتختلف عن سابقتها بكونها أقصر ومزودة بمجموعة من الخلايا الحسية، التى تتكون من خلية قمية Cap Cell وخلية مغلفة ذات فجوة، وتمتد من الخلايا الحسية زوائد دقيقة ليفية تتصل بالسطح الداخلى للزائدة الخارجية.

(جـ) شعرات مخروطية التجويف Sensilla Coeloconica and Ampullacea (شكل ٧٨)

وهى وتدية الشكل غائرة فى انخفاض من جدار الجسم، إذا كان الانخفاض سطحيا يعرف Coeloconica وإذا كان عميقا دورقيا فيعرف Ampullaceum ، ويمتاز أيضا كعضو استقبال كيمياوى بأنه رقيق الجدار ويحوى على عديد من الخلايا الحسية ويوجد على قرون الاستشعار فى بعض حشرات رتبة ذات الجناحين (كالذبابه المنزليه ـ العقله الثالثة)، وفى قرون الاستشعار لغشائية الأجنحة، على الملامس الشفوية لأبى دقيق الكرنب، أو على العقلة الثالثة فى القمل.

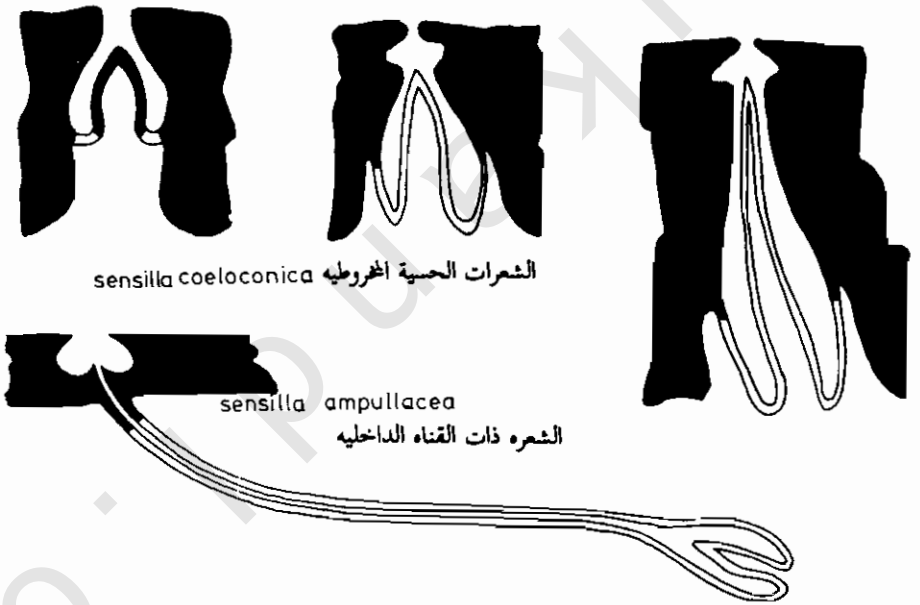
(د) الشعرات الصفحية Sensilla Placoidea

تظهر خارجيا على شكل صفحة جليدية رقيقة بيضاوية أو مستديرة الشكل وترتكز على تجويف فى الجليد. أما تركيبها الداخلى فيشبه مثيلاتها آنفة الذكر فى احتوائها



شكل (٧٧) : تركيب الشعرة المخروطية (مراكز استقبال الكيميائيات)

(عن Snodgrass ١٩٣٥)



شكل (٧٨) : الشعرات المخروطية ذات القناة الداخلية (مراكز استقبال الكيميائيات)

(عن Snodgrass ١٩٣٥)

على عديد من الخلايا الحسية. وتوجد على قرون الاستشعار فى بعض حشرات غشائية الأجنحة (النمل والزنابير) وغمدية الأجنحة (الخنفساء المائية) ونصفيه الأجنحة (المن).

٤ ـ مراكز الاستقبال لدرجات الحرارة والرطوبة Temperature and Humidity Receptors

وهى الأعضاء التى بواسطتها تميز الحشرات أنسب البيئات اللازمة لمعيشتها. وأعضاء الاحساس بالحرارة تكون موزعة فى غالبية الحشرات على جميع سطح الجسم، إلا أنها مركزة فى النطاط وصرصار الحقل على الجزء القاعدى من قرون الاستشعار وعلى الوسائد الطرفية ورسغ الأرجل الأمامية والخلفية، وفى القمل وبقة الـ Lygaeus تتركز أعضاء الحس بالحرارة فى الحلقات الطرفية من قرون الاستشعار.

أما أعضاء الاحساس بالرطوبة تتكون فى صورة شعرات حسية مخروطية القاعدة Basiconic أو خيطية Trichoid أو صفحية Placoid، وفى القمل Pediculus تكون عبارة عن خصلة من أربعة شعرات حسية جليدية تخرج من تركيب دقيق على شكل قبوة على العقلة الخامسة الطرفية (مجموعتان) والعقلة الرابعة (مجموعة واحدة) من قرن الاستشعار.

٥ ـ أعضاء الرؤية Visual Organs

وهى الأعضاء التى تستجيب للضوء ويمكن تقسيمها فى الحشرات إلى:

(أ) مراكز الاستقبال (الجلدية) Dermal Receptors.

(ب) العيينات البسيطة (الظهرية) Dorsal Ocelli.

(جـ) العيينات البسيطة (الجانبية) Lateral Ocelli or Stemmata.

(د) العيون المركبة Compound Eyes.

للحشرات الكاملة عادة عيون مركبة وعيينات بسيطة ظهرية إلا أن الأخيرة قد تختفى تماما كما فى الحشرات عديمة الأجنحة.. أما العيينات الجانبية فتوجد فى يرقات الحشرات داخلية الأجنحة فقط.

قد تختزل العيون أو قد ينعدم وجودها فى الحشرات التى تعيش فى الظلام مثل الطفيليات الداخلية والنمل الأبيض وكذلك فى حشرات القمل القارض والماص والبراغيث.

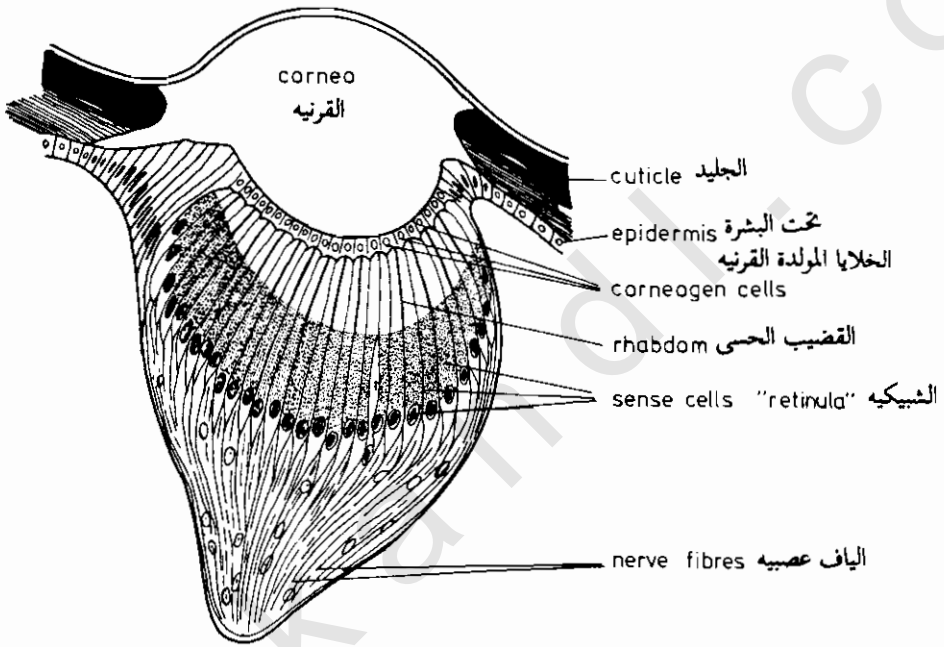
(أ) مراكز الإستقبال الجلدية Dermal Receptors

قد يكون جليد بعض أنواع الحشرات حساسا للضوء حيث ظهر فى بعض الحشرات استجابة له حتى عندما أزيلت عيونها المركبة وعيينانها البسيطة، أو عند تغطيتها بمادة معتمة مثل الصرصار الأمريكى ويرقات خنافس الدقيق Tenebrio ويرقات الحشرات حرشفية الأجنحة، إلا أنه لم يعرف مواقع هذه المراكز الحسية بعد.

(ب) العيينات البسيطة الظهرية Dorsal Ocelli (شكل ٧٩، ٨٠)

وتوجد فى الحشرات الكاملة والحوريات وعددها عادة ثلاثة ومرتبة فى شكل مثلث قاعدته إلى أعلى، قد تتواجد كلها فى منطقة الجبهة كما فى رتبة Plecoptera أو قد تكون الوسطى منها فى منطقة الجبهة، أما الجانبيتين فتوجدان فى الدرز بين الجبهة وقمة الرأس، وفى حشرات أخرى تكون كلها فى قمة الرأس. وفى الصراصير تكون العيينات البسيطة الظهرية ممثلة بتراكيب مضمحلة حساسة للضوء تعرف بالكوات الحساسة Fenestrae، وتستمد العيينات البسيطة الظهرية الأعصاب المغذية لها من الفصوص العينية فى المخ الأمامى. وتتركب العيينات البسيطة الظهرية من الأجزاء الرئيسية الآتية:

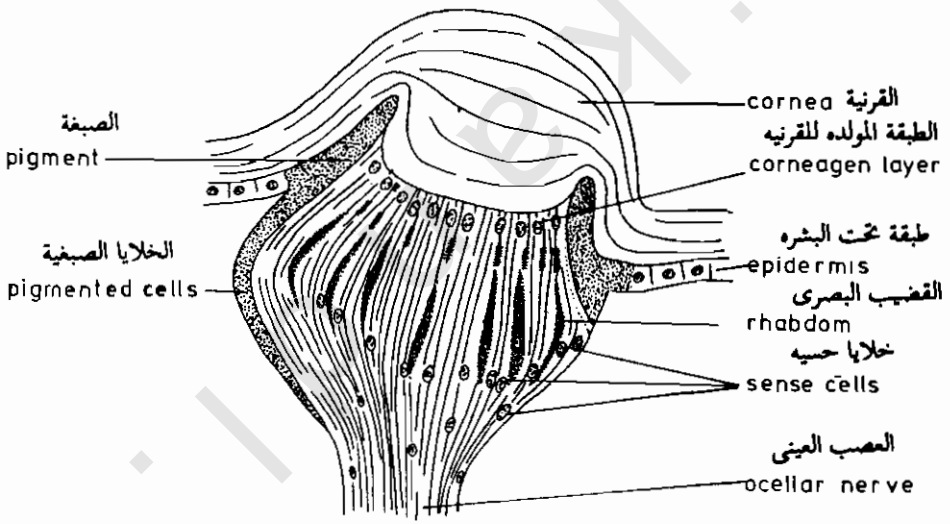
القرنية Cornea: وهى طبقة الجليد الشفافة التى تكون الغطاء الخارجى للعيينة ويزداد سمك الجليد فيها ليكون عدسة Lens محدبة الوجهين تعمل على تركيز الضوء الساقط عليها.



شكل (٧٩): تركيب العينة الظهرية

(عن Caesar ١٩١٣)

obeikandl.com



شكل (٨٠): قطاع فى العيينة الظهرية

(عن Imms ١٩٥٧)

الطبقة المولدة للقرنية Corneagen Layer: وهى طبقة الخلايا الشفافة التى تقع أسفل القرنية على امتداد خلايا تحت البشرة وهى المسؤولة عن افراز مادة القرنية.

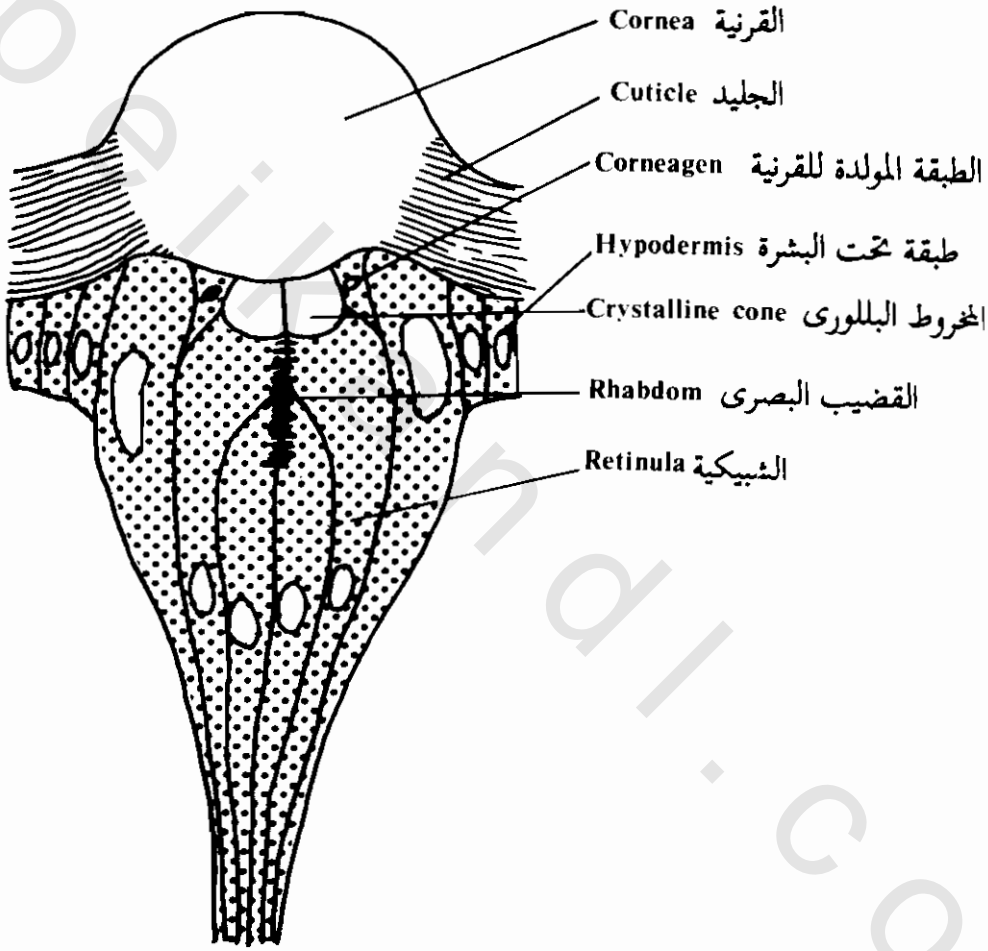
الشبكية Retina: وهى خلايا عصبية حساسة للضوء يتصل كل منها مباشرة مع أحد ألياف العصب البصرى، ويتجمع كل خليتين أو ثلاثة منها حول قضيب بصرى Rhabdom مكونة وحدة تسمى الشبيكية Retinula ومجموع هذه الوحدات تكون الشبكية Retina.

الخلايا الصبغية Pigmented Cells: وهى خلايا تحمل حبيبات صبغية توجد حول خلايا الشبيكيات أو قد تتواجد الصبغة فى خلايا الشبيكيات نفسها. وهى تعمل على عدم تشتيت الأشعة الضوئية خارج العين بل تتركز بداخلها.

قد تتلون العيينات باللون القاتم نتيجة لكثرة وجود الصبغة فى الخلايا المحيطة بالقرنية وأطراف خلايا الشبكية فتكون بمثابة غلاف يحيط بالعيينة من جميع جوانبها ويطلق عليها حينئذ بالقزحية Iris. وتكون العيينة البسيطة الظهرية صورة غير واضحه أو غير مميزة للمرئى تكونها العدسة أسفل الشبكية، ولذلك فيمكن القول أن العيينة البسيطة الظهرية يمكنها التمييز بين الضوء والظلام فقط، كما وجد أنها تعمل على زيادة التنبيه الضوئى للعيون المركبة حيث أنها تتنبه لأى مصدر ضوئى ولو كان بسيطا وبعدها تبدأ العيون المركبة فى تتبع وتمييز هذا المصدر.. فقد ثبت عند تقتيم أو تغطية العيينات البسيطة الظهرية بمواد قاتمة اللون فإن حساسية العيون المركبة للضوء تقل والعكس صحيح.

(جـ) العيينات البسيطة الجانبية Lateral Ocelli or Stemmata
(شكل ٨١)

وهى العيينات الموجودة فى يرقات الحشرات داخلية الأجنحة، وتوجد على جانبى الرأس، ويختلف عددها باختلاف الأنواع وحتى ضمن النوع الواحد.. فقد توجد عيينة واحدة كما فى يرقات غمدية الأجنحة، وقد تصل إلى ستة أو أكثر فى بعض



شكل (٨١) : تركيب العيينه الجانبية (فى اليرقات)

(عن Snodgrass ١٩٣٥)

يرقات حرشفية الأجنحة.. والعينات البسيطة الجانبية فى طور اليرقة ستكون عيون مركبة فى طور الحشرة الكاملة، وتتشابه مع العيينة الظهرية فى التركيب غير أنها تختلف عنها فى احتوائها على الجسم البلورى الكاسر Crystalline Refractive Body الذى يوجد أسفل العدسة كما أن خلاياها لا تحتوى عادة على الحبيبات الصبغية.. وتستمد أعصابها من الفصوص البصرية Optic Lobes وتتشابه العيينة الجانبية فى التركيب مع الوحدة العينية للعين المركبة. وتستطيع كل عيينة جانبية أن تكون صورة حقيقية مقلوبة واضحة لجزء من جسم المرئى، وبتجمع أجزاء الصورة بواسطة مجموعة العيينات على كل جانب يتكون صورة مجزأة لجسم المرئى تعرف بالصورة الفسيفسائية، وتقوم اليرقة بتحريك رأسها من جانب إلى آخر حتى تتمكن من زيادة مجال الرؤية لجسم المرئى.

(د) العيون المركبة Compound Eyes

توجد فى الحشرات الكاملة والحوريات وقد ينعدم وجودها فى حشرات القمل القارض والماص والأفراد العقيمة من النمل الأبيض.. تختلف العين المركبة عن العيينات البسيطة بنوعيها فى أن قرنيتها مقسمة إلى عديد من الأوجه Facets المنفصلة فى حين لا يوجد سوى وجه واحد لكل قرنية فى العيينات بنوعيها. وتتكون العين المركبة من مجموعة من الوحدات البصرية تعرف Ommatidia يختلف عددها ومساحة وشكل أسطحها الخارجية باختلاف الأنواع، ففى أنواع النمل من جنس Ponera يوجد من ٦ ـ ٩ سطيح للعين المركبة وفى الذبابة المنزلية يصل عددها ٤٠٠ وفى حشرات حرشفية الأجنحة يصل إلى ١٧٠٠٠ وفى الرعاشات يصل إلى ٢٨٠٠٠ سطيحا.

يكون شكل أسطح الوحدات العينية سداسى ولكن عندما يقل عددها تأخذ الشكل الدائرى.

تختلف مقاييس الوحدات العينية Ommatidia فى العين المركبة الواحدة باختلاف الحشرات، ففى ذكور ذبابة مسرى Tabanus تكون الوحدات العينية فى الأجزاء

الأمامية والعلوية من العين المركبة كبيرة عنها فى الأجزاء الأخرى ولكن بدون حد فاصل بينها، غير أنه فى بعض حشرات غمدية الأجنحة (مثل كثير من فصيلة Ce-rambycidae) يتباعد قسما العين الواحدة عن بعضهما لدرجة أن الحشرة تظهر وكأن لها زوجين من العيون المركبة.

وتتركب الوحدة العينية Ommatidium من الأجزاء الأتية (شكل ٨٢):

أولا - جهاز التركيز Dioptric System ويشمل:

١ - القرنية Cornea

وهى الجزء السطحى من الوحدة العينية وهى عبارة عن عدسة شفافة محدبة الوجهين عادة وتتخلص منها الحشرة فى كل انسلاخ.

٢ - الطبقة المولدة للقرنية Corneagen Layer

وتقع على امتداد طبقة تحت البشرة أسفل القرنية ولا تزيد عدد خلاياها عن اثنين وهما المسؤولتان عن إفراز القرنية عند كل انسلاخ، قد ينعدم وجودها فى بعض الحشرات وفى هذه الحالة تفرز القرنية من خلايا المخروط البلورى.

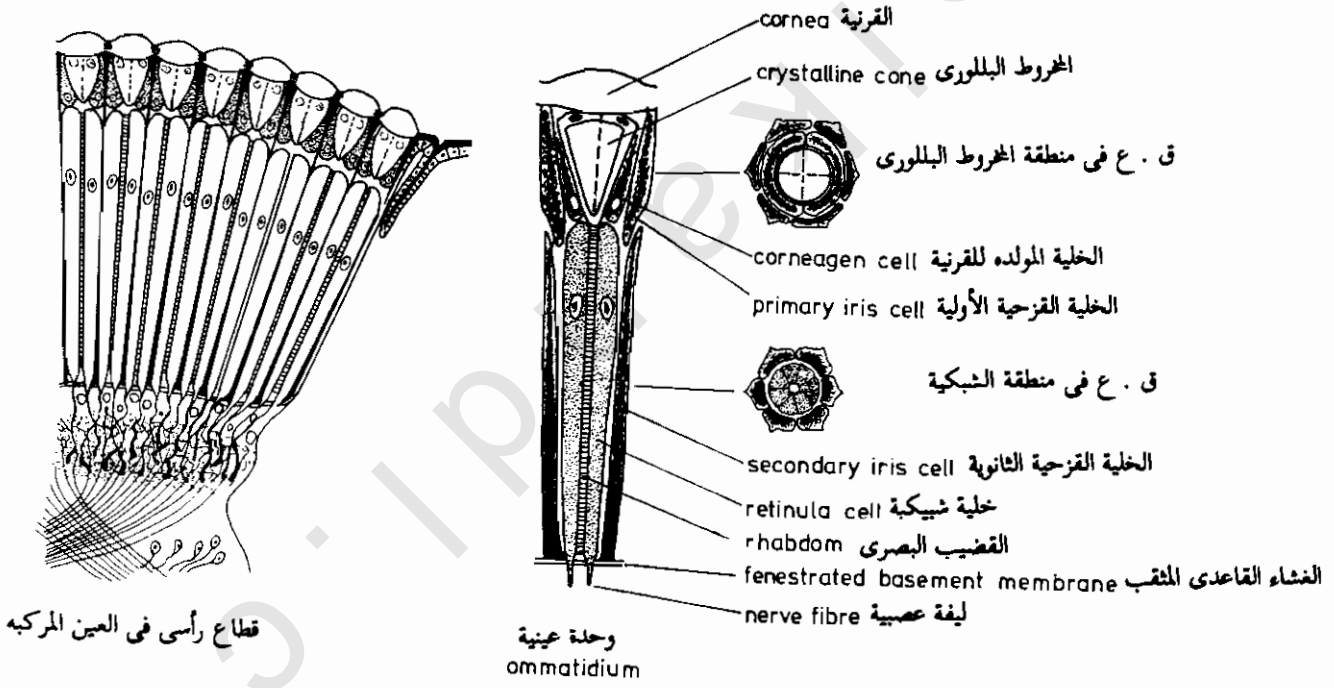
٣ - خلايا المخروط البلورى Crystalline Cone

وتتكون من أربعة خلايا شفافة مخروطية الشكل تقع أسفل الطبقة المولدة للقرنية أو أسفل القرنية مباشرة وهى إما تكون مملوءة بسائل أو تكون جسما أو مخروطا بلوريا Crystalline Cone من افرازها.. وتوجد الأنوية فى قمته.

ثانيا - جهاز الاستقبال Receptive System ويشمل:

خلايا الشبيكية Retinula Cells

أو خلايا الابصار ذات الصبغة Pigmented Visual Cells وهى عبارة عن مجموعة



شكل (٨٢) : تركيب العين المركبة

(عن Snodgrass ١٩٣٥)

من سبع خلايا محببة تمثل الجزء القاعدى للوحدة العينية، يتصل بكل خلية ليفة عصبية تصلها بالفص البصرى فى المخ، وتفرز الخلايا البصرية فى مركزها قضيباً بصريا Rhabdom يلامس طرفه العلوى قاعدة المخروط البلورى بينما طرفه السفلى يتصل بالغشاء القاعدى للعين.

ثالثا ـ الجهاز الصبغى Pigmentary System

ويشمل مجموعتين من الخلايا ذات الصبغة الداكنة الأولى تعرف بخلايا القزحية الأولية Primary Iris CelIs والتى تحيط بالمخروط البلورى والطبقة المولدة للقرنية.. والثانية تعرف بخلايا القزحية الثانوية Secondary Iris Cells وهى أطول من السابقة وتحيط بالشبيكية وخلايا القزحية الأولية، وبهاتين المجموعتين تعزل الوحدة العينية عن الوحدات المجاورة لها، ويعتقد بأن هذه الخلايا ذات الصبغة تقلل من حدة الضوء وخاصة فى الحشرات النهارية العادات، ترتكز قواعد الوحدات العينية على الغشاء القاعدى المثقب Fenestrated Basement Membrane الذى تنفذ منه أطراف الألياف العصبية للخلايا الشبيكية، ويخترقه قصيبات هوائية غاية فى الدقة تحيط طوليا بالوحدات العينية من الخارج.

أنواع العيون المركبة Types of Compound Eyes

١ ـ العيون ذات المخروط الحقيقى Eucone Eyes

ويكون لكل وحدة عينية مخروط بلورى حقيقى تقع أنويته فى الجزء الأمامى منه، ويوجد فى حشرات ذات الذنب الشعرى ومستقيمة الأجنحة وحرشفية الأجنحة وغشائية الأجنحة وغيرها.

٢ ـ العيون ذات المخروط الكاذب Pseudocone Eyes

لا تحتوى هذه العيون على المخروط البلورى ولكن تمتلئ الخلايا الأربعة

للمخروط بسائل هلامى شفاف تام الأنوية وتوجد فى رتيبتى Brachycera و Cyclorrohapha من رتبة ذات الجناحين.

٣ ـ العيون عديمة المخروط Acone Eyes

وفيها لا تفرز خلايا المخروط الشفافة أى نوع من الافرازات سواء كان فى صورة سائل أو مادة بلورية، كما فى رتب الحشرات جلدية الأجنحة Dermaptera ونصفية الأجنحة وغيرها.

٤ ـ العيون ذات المخروط الخارجى Exocone Eyes

وفيها يحل محل المخروط البلورى مخروط آخر يظهر كنمو داخلى من السطح الداخلى للقرنية أمام خلايا المخروط، ويوجد هذا النوع فى حشرات تنتمى إلى فصائل Cantharidae، Elateridae، Dermestidae من غمدية الأجنحة.

والعيون المركبة فى الحشرات لا تكون حساسة للضوء فحسب بل إن لها القدرة على تمييز الأشكال كما أنها تستطيع تمييز الأجسام المرئية البعيدة، وتمييز شدة وطول الموجات الضوئية الساقطة عليها (الألوان).

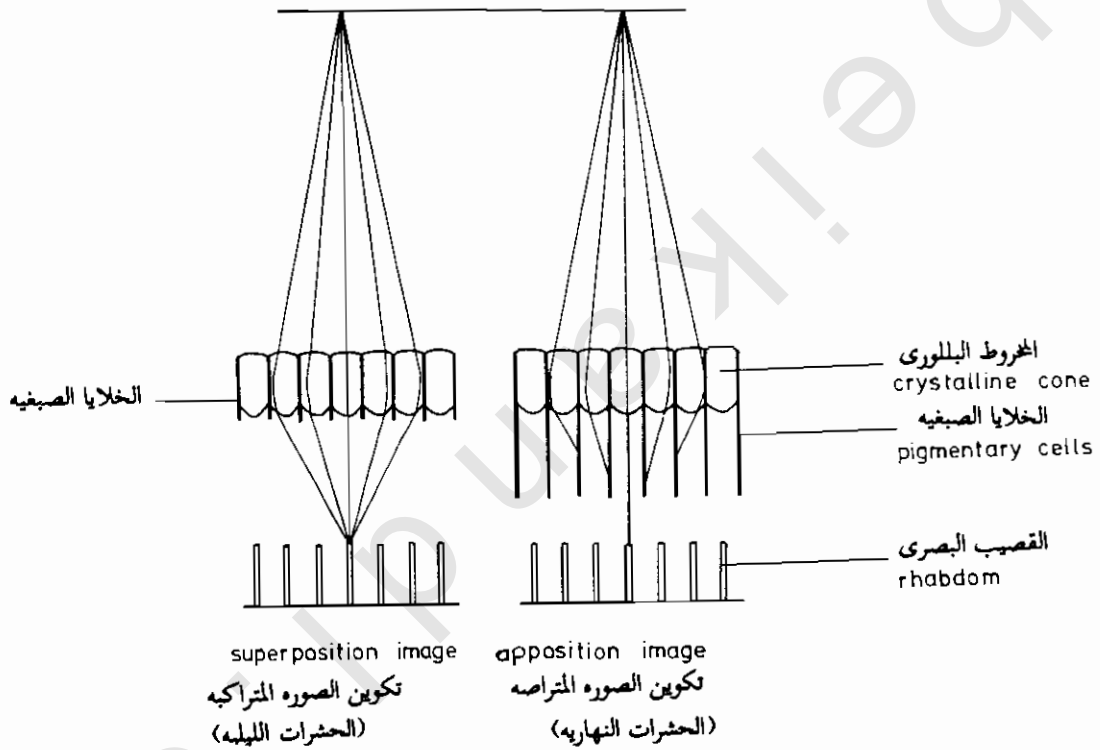
وتتكون صور المرئيات فى الحشرات بطريقتين:

١ ـ تكوين صورة متراصة Apposition Images (شكل ٨٣)

وتتكون فى الحشرات النهارية Diurnal Insects حيث تمتص جميع الأشعة الصادرة من الجسم المرئى بواسطة الخلايا الصبغية ما عدا تلك التى تمر فى الوحدة العينية المقابلة لها، ويكون القضيب البصرى ملاصقا تماما للمخروط البلورى.

٢ ـ تكوين صورة متراكبة Superposition Images (شكل ٨٣)

وفيها تكون القضبان الحسية بعيدة عن المخاريط البلورية، وبالتالى تبتعد الخلايا الصبغية إلى أسفل وعليه فإن الأشعة الصادرة من نقطة ما من جسم المرئى يتكون لها



شكل (٨٣) : طرق تكوين صور المرئيات فى الحشرات
(عن Imms ١٩٥٧)

عدة صور على القضيب البصرى الواحد، أو بمعنى آخر يتكون على كل قضيب بصرى أكثر من صورة للمرئى واردة من عدة مخاريط، وتكون فى الحشرات الليلية العادات Nocturnal Insects. ولعيون بعض الأنواع القدرة على تكوين الصور بالطريقتين السابقتين نتيجة لتحرك المواد الصبغية داخل الخلايا أو نتيجة لتحرك الخلايا الصبغية نفسها.. فعندما تكون شدة الإضاءة ضعيفة، تتحرك الخلايا الصبغية بحيث تكون المنطقة بين المخروط والقضيب البصرى خالية منها فتتكون الصورة المتراكبة.. وأما إذا زادت شدة الضوء الساقط فإن الصبغة تتحرك بحيث تفصل بين المخروط والقضيب البصرى عن الوحدات المجاورة، وبذلك لا يصل أى ضوء إلى أى قضيب بصرى إلا الضوء المنكسر من المخروط الموجود فوقها، أى تتكون صورة متراصة وتتم حركة الصبغة فى فترة ٣٠ ـ ٦٠ دقيقة كما فى حشرة Enarmonia pomonella.