موقع الحشرات التصنيفي وأهميتها :

يتناول علم الحشرات Entomology دراسة هذه الحيوانات دراسة عامة شاملة تشمل دراسة مظهرها وتشريحها Morphology and Anatomy ودراسة علم وظائف أعضائها Physiology وتصنيفها Taxonomy وعلاقتها بالبيئة Ecology وذلك كعلم من علوم الحياة يؤدي في النهاية لمعرفة أهمية الحشرات وكيفية مكافحة الضار منها والاستفادة من الحشرات النافعة منها .

ينقسم عالم الحيوان Animal Kingdom إلى شعب Phyla عديدة من الح يوانات منها شعبة مفصلية الأرجل Phylum: Arthropoda التي تعتبر اكبر شعبة في عالم الحيوان من حيث عدد أنواع الحيوانات فيها . تضم شعبة مفصلية الأرجل عدد من الأصناف Classes احدها صنف الحشرات Class: Insecta (Hexapoda) وهذا الصنف هو اكبر أصناف هذه الشعبة بل أن عدد أنواع الحشرات يفوق عدة مرات مجموع أعداد أنواع الحيوانات الأخرى في عالم الحيوان مجتمعه .

تتصف شعبة مفصلية الأرجل بصفات تميزها عن بقية الحيوانات الأخرى فلو فحصنا عن قرب بعض أفراد هذه الشعبة كالحشرة أو العقرب أو السرطان أو عديدة الأرجل لوجدناها تشترك في صفات عديدة منها :

1 – كما يتضح من اسمها (Arthros = مفصل ، Podos = رجل) فهي مفصلية الأرجل أي أن أرجلها تتكون من قطع تتمفصل على بعضها كما أن جسمها هو الأخر يتكون من قطع أو عقل Segments أو Somites مرتبطة مفصليا مع بعضها .

2 – أجسامها جانبية التناظر Bilateral Symmetry .

3 – تحتوي على ثلاث طبقات جرثومية Triploblastic .

4 – يحتوي جسم الحيوان المفصلي على هيكل خارجي Exoskeleton متصلب يتكون في الأساس من مادة الكايتين Chitin الذي تفرزه خلايا البشرة السفلى Hypodermis والذي ينسلخ عادة في الأدوار غير الكاملة دوريا عدة مرات .

5 – القناة الهضمية كاملة وأجزاء الفم تحمل الفكوك وهي التي تستعمل أما للقرض أو للمص ، والمخرج طرفي في نهاية الجسم الخلفية .

6 – جهاز الدوران من النوع المفتوح ، القلب فيه ظهري وطويل يوزع الدم خلال وعاء أو أوعية دموية (شرايين) إلى أنسجة الجسم المختلفة ثم يعود الدم خلال تجويف الجسم Hemocoel إلى القلب .

7 – التنفس بواسطة القصبات الهوائية Tracheae أو بواسطة الخياشيم Gills أو الرئات الكتابية Book Lungs أو جدار الجسم .

8 – الإخراج بواسطة أنابيب مالبيجي Malpighian Tubules التي ترتبط بالقناة الهضمية أو بواسطة الغدد الخضر Green Glands أو الغدد الحرقفية Coxal Glands أو بواسطة النفريديا Nephridia .

9 – الجهاز العصبي يتألف من عقد عصبية Ganglia مزدوجة فوق الفم ترتبط بالحبل العصبي السفلي بواسطة أربطة عصبية Connectives والحبل العصبي السفلي مزدوج تتخلله عقد عصبية زوج منها في كل قطعة من قطع الجسم أو قد تلتحم بعض هذه العقد العصبية .

10 – الأجناس منفصلة والإخصاب داخلي غالبا .

تصنيف شعبة المفصليات :

تنقسم شعبة المفصليات إلى عدة أصناف هي :
1 – صنف المخلبيات Class : Onychophora
2 – صنف القشريات Class : Crustacea
3 – صنف العنكبوتيات Class : Arachnida
4 – صنف ثلاثية الفصوص Class : Trilobita
5 – صنف عديدة الأرجل Class : Myriapoda : ينقسم هذا الصنف إلى صنيف محيطية الأرجل Subclass : Chilopoda وصنيف مزدوجة الأرجل Subclass : Diplopoda
6 – صنف الحشرات Class : Insecta

مقارنة بين أصناف شعبة المفصليات :

صنف المخلبيات	صنف القشريات	صنف العنكبوتيات	صنف محيطية الأرجل	صنف مزدوجة الأرجل	صنف الحشرات
مناطق الجسم منطقة واحدة والرأس غير متميز عن بقية الجسم	عادة منطقتان : راسية-صدرية وبطنيه	منطقتان : راسيةِ-صدرية وبطنيه	منطقتان : رأس وجذع طويل	ثلاث مناطق غير كاملة التحديد رأس ، صدر قصير وجذع طويل	ثلاث مناطق : رأس ، صدر ، بطن
اللوامس زوج واحد	زوجان	معدومة	زوج واحد	زوج واحد	زوج واحد
الأرجل زوج واحد على كل قطعة في الجسم	عادة أربعة أزواج للمشي على المنطقة الراسية-الصدرية	أربعة أزواج للمشي على المنطقة الراسية-الصدرية	زوج واحد على كل قطعة في الجسم	زوجان على كل قطعة في الجسم	ثلاثة أزواج على الصدر
التنفس بواسطة القصبات الهوائية	بواسطة الخياشيم	بواسطة القصبات الهوائية	القصبات الهوائية	القصبات الهوائية	القصبات الهوائية
الإخراج بواسطة النفريديا	الغدد الخضر	أنابيب مالبيجي أو الغدد الخضر أو الاثنين معا	أنابيب مالبيجي	أنابيب مالبيجي	أنابيب مالبيجي

توزيع الحشرات وانتشارها Insect Distribution and Dispersal

لقد بدأت الحشرات تظهر وتتطور على سطح الكرة الأرضية قبل الإنسان بمئات الملايين من السنين فتعرضت لظروف العصور الجيولوجية الغابرة التي ساهمت في انتشار الحشرات المبكر وتوزيعها ففي العصور الجليدية التي تكررت انتشرت الحشرات باتجاه المنطقة الاستوائية وباتجاه السفوح والوديان وعندما تلت تلك العصور عصور دافئة تحركت الحشرات با لاتجاه المعاكس وفي كل مرة تأقلمت هذه الحيوانات في أماكنها الجديدة فاتسعت رقعت توزيعها أو تغيرت وتحددت كما وان بعض الأنواع انقرض واندثر . وعلى مر الأحقاب والعصور ساعدت عوامل أخرى على انتشار الحشرات فالتنافس بين الأنواع المختلفة وكذلك بين أفراد النوع الواحد اضطرها إلى التفتيش عن أماكن جغرافية أخرى للعيش والتكاثر أو عن أماكن بيئية أخرى ضمن المكان الجغرافي الواحد فتحددت بيئاتها وضاقت . كما أن من العوامل الأخرى التي تؤدي إلى انتشار الحشرات وتغير أماكن توزيعها هو هرب الحشرات من أعدائها المفترسة والطفيلية ،

وهكذا نجد الحشرات تتوزع في كل مكان تجد فيه غذائها عدا أعماق البحار فتوجد في كل بيئة من بيئات الكرة الأرضية من القطبين وحتى خط الاستواء وفي السهول وأعالي الجبال وفي البيئات المائية والبيئات الجافة والصحراوية ولا يضاهي الحشرات في توزيعها الجغرافي والبيئي أية كائنات حية أخرى .
تتباين الحشرات المختلفة في مدى توزيعها ويتوقف ذلك على عدة عوامل مثل :

1 – غذاء الحشرة سواء كان نباتي أو حيواني أو عضوي . فتوزيع الحشرة يتوقف على توزيع الغذاء فمتى ما كان الغذاء واسع التوزيع كان توزيع الحشرة واسع .
2 – مدى تحمل الحشرة لظروف البيئة فكلما كان هذا المدى واسعا للظروف البيئية المهمة كالحرارة والرطوبة كان انتشاره وتوزيعه واسعا أيضا والعكس بالعكس .
3 – قابلية نوع الحشرة على الحركة وخاصة الطيران فالأنواع جيدة الطيران تتوزع على مساحات اكبر من تلك غير الطيارة أو ضعيفة الطيران .

تنتشر الحشرات أما بوسائلها الذاتية للحركة كالطيران والجري والسباحة أو نقلها بواسطة الإنسان أو الحيوان أو بواسطة عوامل البيئة كالرياح والمياه وغيها .
لقد اثر نشاط الإنسان في الطبيعة تأثيرا واضحا على توزيع الحشرات كما يتضح مما يلي :
1 – أن وسائل النقل الحديثة كالطيارات والقطارات والسيارات والبواخر التي ربطت أنحاء نائية من الكرة الأرضية مع بعضها ساعد على نقل الحشرات بصورة غير مقصودة من موطنها الأصلي إلى بلدان أخرى أما مع النباتات ا ومواد أخرى أم مع الحيوانات .
2 – أن التوسع في الزراعة والزراعة الكيفية أدى إلى زيادة أعداد الحشرات ومشاكلها بشكل واضح وأدى ذلك إلى انتشارها إلى أماكن جديدة .
3 – أن تربية النبات لإنتاج سلالات جديدة أو استيراد هذه السلالات الجديدة قد يصاحبها بسبب ضعف مقاومة كثير من النباتات الجديدة للحشرات .
4 – لقد عمل الإنسان على تغيير البيئة فبذلك تغيرت بيئة كثير من الحشرات سلبا أو إيجابا .

نجاح الحشرات والعوامل المؤدية لذلك :

أسباب نجاح الحشرات في الطبيعة هي :
1 – وجود الهيكل الخارجي Exoskeleton للجسم والذي يتكون في الأساس من مادة الكايتين التي تتصلب بإضافة مواد أخرى كالسكلروتين والصبغات والأملاح فيصبح الغطاء للهيكل صلبا يغطي الجسم ويؤدي خدمات وفوائد كثيرة ، فهو يحمي الأعضاء الرخوة من الأعداء والعوامل البيئية ويمنع التبخر الزائد للماء من الجسم فيحافظ على أجهزة الجسم من الجفاف في البيئات الجافة الحارة .
2 – صغر حجم الحشرة : فالحشرات تطورت إلى حيوانات صغيرة عديدة بدلا من حيوانات كبيرة ضخمة قليلة العدد . فالحشرة صغيرة الحجم تحتاج إلى كمية قليلة من الغذاء والى مكان صغير تختبئ فيه من الأعداء والظروف القاسية .
3 – وجود الأجنحة : أن الحشرات الطيارة لها قدرة اكبر على البقاء والانتشار فهي اقدر على الهروب من أعدائها ومن الظروف البيئية غير الملائمة وأنها تستطيع الاستفادة من الغذاء القليل الموزع على مساحات متباعدة والحشرة المجنحة تتمكن بشكل أفضل من السعي والتفتيش عن الجنس الأخر لغرض التزاوج وعن أماكن مناسبة لوضع البيض وتربية الصغار خاصة في الحشرات التي تختلف بيئة الصغار عن بيئة كبارها .
4 – تحور تراكيب الجسم لتلائم معيشة الحشرة : تتحور أحيانا تراكيب معينة من الجسم لتؤدي أما وظائف أضافية لوظائفها الأصلية أو لتلائم حياة الحشرة وبيئتها ، ففي بعض الحشرات

المفترسة كعائلة فرس النبي Mantidae وبق الماء الضخم Belostomatidae تحورت الأرجل الأمامية لأداء وظيفة قنص ومسك الفرائس بالإضافة إلى المشي أو تحورت الأرجل للسباحة أو للحفر إضافة إلى وظيفة المشي أي أن العضو الواحد أصبح يؤدي أكثر من وظيفة واحدة .

5 – التحول الكامل Complete Metamorphosis : تنفرد كثير من الحشرات عن بقية الحيوانات بطريقة نموها فتمر الحشرة بأطوار أربعة مختلفة الأشكال في حالة التحول الكامل وهي البيضة ثم اليرقة وهو الطور المتغذي ثم العذراء وهو الطور الساكن ثم الحشرة الكاملة وهو دور التكاثر والانتشار .

6 – خصوبة الحشرة العالية High Fecundity : خصوبة الحشرة هي كفاءتها لإنتاج أفراد جديدة وهي من العوامل المهمة التي ساعدت على زيادة أعداد الحشرات . فمملكة الحشرات الاجتماعية كالأرضة أو نحل العسل مثلا تضع عدة مئات الألوف من البيض في فترة حياتها وتضع أنثى ذباب المنزل عدة مئات من البيض طيلة فترة حياتها .

7 – دورة الحياة القصيرة Short Life Cycle : هذا يؤدي إلى أنتاج أجيال عديدة متعاقبة . وبسبب قصر دورة حياة الحشرات فأنها تستطيع الاستفادة من الظروف البيئية الحسنة التي تستمر لفترة قصيرة ، فخصوبة الحشرات العالية وقصر دورة حياتها تؤديان معا إلى تزايد أفراد الأجيال التالية فتنتشر الحشرات لتحتل كل ما يلائمها من بيئات فإذا هلكت من بيئة معينة لسبب ما تستمر في البيئات الأخرى وتستمر أنواعها في الوجود .

8 – المثابرة والإلحاح Persistence : لو راقبنا بعوضة وهي تحاول أن تتغذى على جسم الإنسان أو ذبابة تقترب لتتغذى على طعامه أو نحلة تروم ارتشا ف الرحيق مثلا نجد كلا منها يثابر ويلح ويعود مرات عديدة بالرغم من طردها لأخذ غذائها وفي النهاية لا بد أن تصل إلى هدفها أن لم تقتل فتسد حاجتها . وتتصرف الحشرة بنفس الأسلوب في الوصول إلى أهدافها سواء كان غذاء أو ملجأ أو جنسا أو غيرها .

جدار الجسم The Body Wall :

لو قارنا الحشرات بالفقريات لوجدنا هيكلها الصلب يكون نحو الخارج بشكل طبقة صلبة واقية ، تتصل بها العضلات من الداخل ، وهذا عكس ما نجده في الفقريات حيث ان هيكلها الصلب يكون في الداخل والعضلات تتصل به من الخارج . ان وجود الهيكل الصلب الخارجي في الحشرات يحدد نمو وحركة هذه المخلوقات لحد كبير ، لذلك تحصل عملية الانسلاخ Ecdysis في الحشرات . وفي هذه العملية يتجدد جدار الجسم وهو الهيكل الخارجي د وريا ليتسع نمو الحشرة المستمر ثم توقفها بعد البلوغ . اما من حيث الحركة فنجد ان اجسام الحشرات مقسمة الى عدد من الحلقات ولكل حلقة صفائح خارجية صلبة تتمفصل مع بعضها البعض باخاديد او دروز Sutures او بمناطق غشائية مما تسهل عملية الحركة .
يتكون جدار الجسم في الح شرات من طبقة خارجية (الكيوتكل) Cuticle المتكونة اساسا من الكايتين ، وطبقة البشرة الداخلية (الطبقةالمولدة) Hypodermis ، والغشاء القاعدي Basement membrane . ان جدار الجسم الخارجي ينحني في اماكن كثيرة من الجسم نحو الداخل لكي يكون صفائح وبروزات داخلية لتقوية ربط العضلات تدعى هذه النموات الداخلية بال Apodemes . ان طبقة الكيوتكل اضافة الى وجودها في الطبقة الخارجية لجسم الحشرات الا انها تستمر كذلك كطبقة مبطنة للقصبات الهوائية والجزء الامامي والخلفي من القناة الهضمية ومناطق اخرى من الجسم .

الطبقة الخارجية (الكيوتكل) Cuticle : وهي الطبقة الخارجية لغطاء الجسم والارجل والاجنحة وتبطن القصبات الهوائية والجزء الامامي والخلفي من القناة الهضمية وتتركب من مادة الكايتين وهو مركب ازوتي عديد التسكر والتي تتميز بالخواص التالية :

- لا تذوب في الماء او الكحول او الايثر او المذيبات الاخرى العضوية
- لا تذوب في الاحماض المخففة ولا القلويات المخففة والمركزة ولكنها تذوب في الاحماض المركزة وحامض الخليك .

الخواص الطبيعية لطبقة الكيوتكل هي :

- تتحمل الشد
- لا تمرر الماء منها
- لها خاصية امتصاص او انعكاس بعض الالوان .

لو اخذ مقطعا في غطاء الحشرة الخارجي (اي طبقة الكيوتكل) نجد انها تتكون من ثلاث طبقات ظاهرة هي :
1 – طبقة الجليد السطحي او الكيوتكل السطحي Epicuticle : وهي طبقة رقيقة جدا يتراوح سمكها حوالي مايكرون واحد وتتكون من طبقة اسمنتية ، وطبقة شمعية وطبقة الجليد السطحي الخارجي وطبقة الجليد السطحي الداخلي والتي تحتوي على مجموعة ون الالياف وتحتوي طبقة الجليد السطحي على مادة تعرف بالسكليروتين ويرجع الى هذه المادة الفضل في عدم نفاذ الماء من جسم الحشرة .
2 – طبقة الجليد الخارجي او الكيوتكل الخارجي Exocuticle : هذه الطبقة تلي الجليد السطحي وهي اسمك منها واصلب واكثر صبغة من الجليد الداخلي وتحتوي على مادة الكايتين والبروتين والسكليروتين والملاتينين .

3 – طبقة الجليد الداخلي او الكيوتكل الداخلي Endocuticle : هذه الطبقة اسمك طبقات الجليد ومكونة من صفائح تشبه الاوراق المتراصة بعضها فوق بعض تتخللها قنوات عمودية وتتكون هذه الطبقة من الكايتين والبروتين ولكنها تخلو من السكليروتين .

طبقة البشرة الداخلية Hypodermis : تعرف ايضا بالنسيج تحت الجلد وهي عبارة عن طبقة واحدة من الخلايا المستطيلة الشكل يحدها من الداخل غشاء رقيق يعرف بالغشاء القاعدي ووظيفة طبقة البشرة الداخلية هي افراز الطبقة الخارجية او الكيوتكل . وتحتوي خلايا البشرة دائما على نواة واضحة وخلايا تعويضية والقنوات المسامية او الثقبية وهي الطريق الطبيعي الذي من خلاله تنقل خلايا البشرة افرازاتها الى الجليد السطحي وخلايا الشعر Trichogen cell والخلايا الغدية Dermal glands .

الغشاء القاعدي Basement membrane : وهو غشاء رقيق غير خلوي يوجد اسفل الطبقة الداخلية في الجزء القاعدي لهذه الخلايا .

صلابة الطبقة الخارجية : يختلف الكيوتكل في صلابته من منطقة الى اخرى في الحشرة فهو اما رقيق جدا مرن في الاجزاء القابلة للحركة مثل الاجزاء بين حلقات الجسم ، او سميك جدا صلب وغامق في المناطق غير المتحركة مثل راس الحشرة وترجات الجسم .
ويتوقف مقدار صلابة الكيوتكل في كثير من الحشرات على مقدار كمية مادة السكليروتين الموجودة في طبقة الجليد الخارجية اما الاجزاء الغشائية بين حلقات الجسم و زوائدها فترجع ليونتها وسهولة تحركها الى انعدام طبقة الجليد الخارجية فيها .
يشتمل السطح الخارجي لجسم الحشرة على عدد من الصفائح المتصلة او الصليبيات Sclerites تفصلها دروز او مساحات غشائية وهذه الدروز لها مواضع ثابتة منظمة تقريبا في معظم الحشرات مثل الدرز الجمجمي والدرز العلوي الوسطي على الراس والصدر الذي يحدث على امتداده شق عندما تنسلخ الحشرة اثناء نموها .

انواع التمفصل في الصليبيات Articulation of Sclerites :

هناك اربعة انواع من التمفصل بين الصليبيات المتجاورة في الحشرة هي :
1 – التمفصل وحيد اللقمة Monocondylic articulation : حيث يوجد زوج واحد من نقطة التمفصل مثل قرن الاستشعار مع علبة الراس .
2 – التمفصل الخارجي ثنائي اللقمة Dicondylic extrinsic articulation : حيث يوجد زوجان من نقاط التمفصل خارج غشاء التمفصل مثل تمفصل الفك العلوي مع علبة الراس .
3 – التمفصل الداخلي ثنائي اللقمة Dicondylic intrinsic articulation : حيث يوجد زوجان من نقاط التمفصل داخل غشاء التمفصل مثل التمفصل بين عقل الرجل .
4 – التمفصل بين عقلي Intersegmental articulation : حيث يكون غشاء التمفصل واسع وممتد وليس به نقاط تمفصل مثل التمفصل بين العقل البطنية .

الزوائد الخارجية لجدار الجسم : تنقسم النموات الخارجية على جدار جسم الحشرة الى مجموعتين هما :
1 – شعيرات لا خلوية Microtichia : وهي عبارة عن شعيرات صلبة متحركة منتشرة على اجنحة بعض الحشرات كالذباب او توجد على هيئة اشولك صلبة .

2 – شعيرات خلوية Macrotichia : وهي عبارة عن زوائد خارجية تتصل قواعدها بالجسم بواسطة حلقة غشائية تتحرك داخل جيب كالفنجان ، وهذه الزوائد عبارة عن شعيرات وتتكون كل شعيرة من خلية واحدة من خلايا طبقة البشرة وتسمى Trichogenous cell .

انواع الشعيرات الخلوية التي تغطي جسم الحشرة :
أ – الشعيرات Setae : وهي تنشأ من خلية واحدة وتاخذ عدة اشكال هي :
1 – شعيرات متفرعة مثل الموجودة على صدر النحل .
2 – شعيرات غير متفرعة مثل الشعر الموجود على صدر الزنابير .
3 – شعيرات على هيئة اشواك مثل الموجود على بطن ذبابة التكاينا .
4 – شعيرات على هيئ حراشف مثل تلك التي تغطي اجنحة وجسم الفراشات .

ب – المهاميز Spurs : وهي تنشأ من عدة خلايا .

اهم فوائد جدار الجسم الخارجي :

1 – الوقاية من العوامل الخارجية فيحافظ على الاعضاء الداخلية الرخوة من المؤثرات الخارجية
2 – يمنع التبخر الزائد لماء الجسم وهذا التبخر يعتبر من اعداء الحشرات برية المعيشة حيث ان الكيوتكل غير ناضح ومقاوم لمرور الماء او بخاره
3 – استلام المؤثرات الخارجية عن طريق اعضاء الحس المختلفة التي ترتبط بجدار الجسم كالعيون واعضاء اللمس والشم والذوق وغيرها
4 – يعمل كواسطة في حركة الحشرة ، ان تركيب الارجل والصفائح المتقرنة المتحركة تتصل بعضلات الهيكل الجسمي الخارجي

القنوات المسامية او الثقبية Pore Canals :

يتم على سطح الجلد في الحشرات عدد من العمليات الحيوية مثل افراز واصلاح الطبقة الشمعية ، عمليات الدباغة لتكوين الكيوتكل الخارجي ، اصلاح سطح الكيوتكل في حالة تعرضه للخدش ، ويتم انتقال المواد المستخدمة في ذلك من مكان افرازها في خلايا البشرة الى حيث تترسب على السطح عن طريق القنوات الثقبية ما عدا كيوتكل بعض الحشرات ذات التركيب المفكك من رتبة حرشفية الاجنحة . والقنوات الثقبية هي تراكيب لا خلوية فهي لي ست امتداد لغشاء البلازما في خلايا البشرة ولكنها تحتوي على خيوط ممتدة بين خلوية Extracellular وبعض القنوات الثقبية تحتوي على اكثر من خيط . ويختلف عدد القنوات الثقبية من حشرة الى اخرى ، حيث يتراوح عددها من 50 – 70 لكل خلية من خلايا البشرة في حشرة Sarcophaga بمعدل 15000 في البوصة المربعة ، وفي الصرصر يصل العدد الى 1200000 في البوصة المربعة . ومن ناحية اخرى تغيب تلك القنوات في الحشرات ذات الكيوتكل غير المتماسك كما هو الحال في الحشرات من رتبة حرشفية الاجنحة Lepidoptera ، وايضا لا توجد في بعض الحشرات ذات الجلد الوقيق مثل كيوتكل البعوض وكذلك الكيوتكل الداخلي ليرقات ذبابة Sarcophaga .
القنوات الثقبية حلزونية الشكل رقيقة تمتد من حيث منشئها في خلايا البشرة وحتى سطح الكيوتكل حيث تتفرع الى عدد من الافرع . يختلف قطر القنوات الثقبية من حشرة الى اخرى فهي 1 مايكرون في ذبابة Sarcophaga و 15 مايكرون في الصراصير . وقد تكون هذه القنوات فارغة من الداخل او ربما تحتوي على خيوط جليدية ، ووظائف الخيوط الجليدية هي :
1 – المحافظة على بقاء القنوات الثقبية مفتوحة حتى تتم عملية التصلب
2 – تثبيط تكوين الليبيفات الدقيقة داخلها
3 – العمل على ربط خلايا البشرة مع الكيوتكل

الانسلاخ Ecdysis:

هو عملية تخلص الحشرة من جليدها القديم واستبداله باخر جديد نتيجة النمو المستمر في الحشرة وازدياد حجمها . ويصحب النمو في الحشرة سلسلة من الانسلاخات ، ولا يقتصر الانسلاخ على الطبقة الخارجية من جدار الجسم بل يش مل ايضا البطانة الجليدية للقصبات الهوائية ، والمعي الامامي والخلفي ، وغالبا ما يحتفظ الجلد المنسلخ بشكل الحشرة المنسلخ منها . ويختلف عدد الانسلاخات في كثير من الحشرات من 4 – 8 ، غير ان الرعاشات تنسلخ من 10 – 12 انسلاخا وقد عدد الانسلاخات في بعض انواع ذباب مايو الى 20 انسلاخا او اكثر ، وتستمر قليل من الحشرات كذوات الذنب الشعري في الانسلاخ بعد ان تصل الى الطور الكامل ، غير ان معظم الحشرات لا تنسلخ ولا تزيد في الحجم بمجرد وصولها الى طور الحشرة الكاملة .

ويعرف الشكل الذي تاخذه الحشرة بين انسلاخ واخر بالطور Instar فالطور الاول يقع بين الفقس وبين اول انسلاخ اما الطور الثاني فيقع بين الانسلاخين الاول والثاني وهكذا . اما الفترة بين انسلاخ واخر يعقبه فتعرف بالعمر Stadium .

خطوات عملية الانسلاخ :

1 – تسكن الحشرة قبل عملية الانسلاخ ثم تمتنع عن التغذية

2 – في هذا الوقت تنشط خلايا البشرة الداخلية وتستطيل بعض خلاياها وتنفصل كلها عن طبقة الكيوتكل

3 – تاخذ خلايا البشرة الداخلية شكلا متعرجا ويمتلئ مكان الانفصال بسائل الانسلاخ

4 – تبدا خلايا البشرة الداخلية بافراز الجليد السطحي الذي يكون في بداية تكوينه رقيق ناعم ويحيط بجميع اجزاء الجسم وياخذ شكلا متعرجا تبعا لقصر واستطالة خلايا البشرة الداخلية

5 – تفرز بعد ذلك طبقة الجليد الخارجية ان كانت موجودة في هذا النوع من الحشرات

6 – ثم تبدا خلايا البشرة الداخلية بافراز طبقة الجليد الداخلية التي هي اسمك واكبر طبقات الكيوتكل

ملاحظة : يقوم سائل الانسلاخ اثناء عملية تكوين الطبقات الجديدة للكيوتكل بوظيفتين اساسيتين هما :

1 – ترطيب الجليد الجديد وكذلك يساعد على انفصال الجليد القديم عن الجليد الجديد بالنسبة الى لزوجة سائل الانسلاخ

2 – اذابة جزء كبير من طبقة الكيوتكل بفعل الانزيمات التي يحتوي عليها السائل وهما الكيتونيز Chitonase والبروتيز Protease

ميكانيكة الانسلاخ :

1 – تبدأ عملية الانسلاخ بانشقاق الجليد القديم ، الذي ينشق عادة على طول الخط الوسطي على السطح الظهري لمنطقة الصدر في الحورية بواسطة :

أ – تقلص عظلات الجسم خصوصا الصدرية

ب – ضغط الدم

ج – التأثير الكيميائي لسائل الانسلاخ وما به من انزيمات

2 – تخرج الحورية صدرها عن طريق هذا الشق ثم تسحب نفسها الى الخلف قليلا حتى تخرج الراس ايضا وبعد ذلك تسحب الحشرة زوائدها واطرافها من اغلفتها مع سحب منطقة البطن في الوقت نفسه وعندئذ يتم خروج الطور الاخر بجلده الجديد تاركا ورائه الجلد القديم

3 – عندما تتخلص الحشرة من الجليد القديم يكون لونها ابيض وجلدها لين وبمجرد تعرض الجلد للضوء والهواء ياخذ الجليد لونا داكنا ويتصلب بالتدريج حتى ياخذ اللون الطبيعي للحشرة

تصلب الكيوتكل Hardening of the Cuticle :

يعتبر التصلب الذي يعني تمييز الكيوتكل الخارجي عن باقي الكيوتكل من اهم الاحداث التي تتم بعد الانسلاخ . ويرتبط التصلب عادة بقتامة اللون او الدباغة Melanization غير انهما يعتبران عمليتان منفصلتان .

وقد عرفت كثير من المعلومات عن ميكانيكية التصلب من دراسة دبغ كيوتكل عذارى الذباب او كيس البيض في الصرصر . وهذه حالات خاصة ربما لا تعطي مؤشرا دقيقا على طبيعة الدبغ في الحشرات بصفة عامة ، فلقد لوحظ ان مستوى الحامض الاميني في يرقات الذباب يصل الى قمته في الهيمولمف قبل تكوين الجلد العذري ، ثم ينخفض حينما تبدأ عمل ية الدباغة ، ويبدو ان الحامض الاميني التايروسين يتجمع بواسط الخلايا الدموية Hemocytes حيث يتأكسد الى مركب دوبا Dihydroxyphenylalanine بعد نزع مجموعة الهيدروكسيل (OH) مكونا الدوبامين . ويقترح بعض الباحثين ان الدوبامين يتجمع بواسطة خلايا البشرة ويتحول الى ن – اسيتيل دوبامين الذي قد يتحرك خلال القنوات الثقبية الى طبقة فوق الكيوتكل حيث يتأكسد هناك ليكون الكينون تحت تأثير انزيم ثنائي فينول اكسيديز . وينتشر مركب الكينون الى الخلف في منطقة الكيوتكل الاولى ويعمل على ربط جزيئات البروتين ببعضها .

وطبقا لما ورد في نتائج Hackman عام 1974 فان الكينون ربما يتبلمر وهذه العملية تجعل الجزيء اكبر واكثر فعالية كمادة دبغ . ويحتوي المركب المتبلمر على اكثر من موقع نشط ، يسمح بارتباط المزيد من جزيئات البروتين . ويرتبط الكينون بروابط تساهمية مع نهايات مجموعة الامين او المجموعة الكبريتية للبروتين لتكوين ن – كاتيكول بروتين والذي في وجود الزيادة من الكينون يتأكسد الى ن – كينونويد بروتين N- quinonoid protein وهذا قابل للتفاعل مع مجموعة الامين الطرفية او المجموعة الكبريتية من البروتين الاخر ليربط بين الجزيئتين . هذا بالاضافة الى ان الكينون يستطيع التفاعل مع مجموعات الامين لمتبقيات الببسين في جزيء البروتين ليعمل على مزيد من الارتباط .

التلوين The production of color :

ينتج اللون في الحشرات بواسطة الجليد ولكن في عمليات منفصلة تماما عن تلك العمليات التي تؤدي الى التصلب . وعندما يكون الجلد شفافا ينتج اللون بواسطة خلايا البشرة التي تحتها الدم او انسجة اخرى داخلية ويساهم كل من الجليد والانسجة الاعمق في انتاج طرز واحد من اللون .
يتكون الضوء من العديد من الاضواء التي تختلف في طول الموجة وهي الاحمر ، والبرتقالي ، والاصفر ، والاخضر ، والازرق ، والبنفسجي وعندما يمتص الشيء او الحشرة جميع الالوان فيما عدا اللون الاحمر . ويعود الانعكاس الطبيعي للالوان معينة الى

- التركيب الطبيعي للشيء نفسه ويسمى باللون التركيبي
- الامتصاص الانتقائي بواسطة مركبات كيميائية معينة وتسمى بالالون الصبغية
- يرتج من كلا التركيب والمواد الصبغية مجتمعتين

أ – الالوان التركيبية Structural Color : لاحداث لون تركيبي فان اللون الابيض يتغير نتيجة :

1 – التداخل Interference : الوان التداخل مألوفة لدينا كالوان قوس قزح على طبقة رقيقة من الزيت . وتنتشر الوان التداخل بين ال حشرات نتيجة انعكاس الضوء على سلسلة من السطوح المكونة من طبقات متراكبة فوق بعضها البعض ويبدو ذلك واضحا في ابي الدقيق والفراشات التي تتحور حراشفها بصورة معقدة لتعطي الوانا صارخة .

2 – التشتت Scattering : يحدث اللون نتيجة تشتت الضوء بواسطة الخطوط الطويلة المتوازية على ابعاد متساوية على اغماد بعض الخنافس فتحدث الوان قوس قزح على الاغماد في ضوء الشمس المباشر . مثل خنفساء Serica

ب – الالوان الصبغية Pigmentary Color : ويشمل هذا النوع مدى واسع من الالوان وتوزيعها للمركبات الكيماوية التي تعمل كأصباغ وهذه الالوان ليست معدنية ولكنها تختلف كثيرا ، فهي مواد اخراجية لم تعد تدخل في عمليات حياتية ، ولكنها تخدم عملا هاما في بيئة الحشرة ، وقد تمتص من الغذاء ، وتتكون الالوان الصبغية نتيجة لوجود احد الاصباغ الاتية

1 – الميلانينات Melanins : وهي احد الاصباغ الاكثر شيوعا في ال حيوانات وتتدرج الالوان التي تنتج من هذه الصبغة من الاسود او البني الفاتح والاصفر مثل خنفساء اديزميا .

2 – الكاروتينويدات Carotenoids : يعتقد ان الحشرات لا يمكنها بناء هذه الاصباغ ولذلك فهي تعتمد على النباتات في التزود بها وبعض المفترسات تحصل على اصباغها ع ن طريق فرائسها نباتية الغذاء ، والاصباغ الكيروتينية مشتقة من الفا كاروتين وبيتا كاروتين وهو الاكثر شيوعا وينتج من هذه الصبغة الالوان الاصفر والبرتقالي والاحمر مثل خنفساء ابو العيد .

3 – التيرنات Pterines : وهي مركبات تحتوي على النتروجين ولها نفس التركيب القاعدي ولكنها تختلف في الجزء الطرفي المتصل بهذا التركيب وينتج منها مركبات بيضاء وصفراء وحمراء والترين الاصفر هو اكثر التريبات انتشارا .

4 – الكينون Quinone : وهو عبارة عن انثراكينينات والافينات مشتقة من الطعام النباتي والاخيرة توجد في دم المن بتراكيز عالية احيانا وتسبب اللون القرمزي او الاسود لجسم هذه الحشرة .

مناطق جسم الحشرة :

يتكون جسم الحشرة من ثلاثة مناطق رئيسية هي الرأس والصدر والبطن .

أ – الرأس The Head : وهي تلك المنطقة الامامية من الجسم الشبيه بالعلبة ، التي تحمل العينين المركبتين ، وقرني الاستشعار واجزاء الفم ويختلف شكل الراس اختلافا كبيرا في الحشرات المختلفة ولكنه شديد التصلب عادة .

ب – الصدر The Thorax : وهو الجزء الخاص وتركب من ثلاث حلقات ت حمل كل حلقة زوجا واحدا من الارجل المفصلية وتحمل الاجنحة اذا وجدت على عقلتي الصدر الوسطي والخلفية . واذا لم يوجد الا زوج واحد فأنه يكون محمولا على عقلة الصدر الوسطي .

ج – البطن The Abdomen : تتكون البطن في الحالة النموذجية من 11 عقلة ، غير ان العقلة الحاديةِ عشرة غالبا ما تكون مختزلة ولا تتمثل الا بزوج من الزوائد ، ولذا يندر ان يزيد عدد العقل عن العشرة . وقد يقل العدد عن ذلك في كثير من الحشرات ، اما باندماج العقل بعضها مع بعض ، واما بتداخل العقل الطرفية بعضها في بعض على طريقة التلسكوب . ولا تحمل البطن ارجل مفصلية .

الرأس واجزائه :

بالرغم من ان راس الحشرة يبدو وحدة متكاملة فهو في الحقيقة معقد التركيب اذ تجتمع عدة حلقات متراصة يحمل بعضها زوائد . ويتكون الراس من صندوق جمجمي صلب هو اتحاد ست حلقات جنينية ويتصل بالصدر بواسطة رقبة غشائية ويمكنه اخذ عدة اوضاع مختلف ة باختلاف اتجاه اجزاء الفم هي :

1 – الوضع العمودي Hypognathous : وفيه يكون المحور الطولي للراس عموديا على المحور الطولي للجسم ، اي في وضع تكون فيه اجزاء الفم متجهة سفليا . يوجد هذا النوع في معظم افراد رتبة Orthoptera مستقيمة الاجنحة مثل *Shistocerca gregaria*

2 – الوضع الافقي Prognatous : وفيه يكون المحور الطولي للراس على امتداد المحور الطولي للجسم وتكون اجزاء الفم متجهة للامام مثل معظم خنفساء *Sitophilus oryza* خنفساء الارز .

3 – الوضع المائل Opisthognathous : وفيه تكون المنطقة الوجهية للراس منحرفة او مائلة وبذلك تتخذ اجزاء الفم وضعا خلفيا بطنيا مثل *Nezara viridula* البقة الخضراء .

سبق ان ذكرنا ان الراس يتكون من عدة صفائح مع بعضها مكونة علبة الراس او الهيكل الخارجي للراس او الجمجمة والتي تحمي ما بداخلها وينقسم الراس بواسطة الدروز الى عدة مناطق يمكن ان نميزها من الناحية الامامية كما يلي :

1 – الهامة The Vertex : تعرف بقمة الراس وهي المنطقة المثلثة العليا الواقعة فوق الجبهة مباشرة وبين العينين المركبتين ، ويوجد بها العينان البسيطتان الجانبيتان وقرنا الاستشعار .

2 – الجبهة Frons : وهي المنطقة الامامية من الجمجمة وتحمل العين البسيطة المتوسطة .

3 – الخد Gena : وهو الجزء الواقع بين العين المركبة والفك العلوي .

4 – الدرقة Clypeus : وهي الجزء الذي يلي الجبهة من الاسفل وتحمل في اسفلها الشفة العليا Labrum بواسطة درز يسمى الدرز الدرقي الشفوي .

علبة الراس او الجمجمة من الناحية الخلفية :

اذا فحصنا الراس من الجهة الخلفية فاننا سنشاهد المناطق الاتية :

1 – الجمجمة Epicranium : وهي الجزء الهلوي من الراس ويمتد الى الخلف حتى منطقة الثقب المؤخري الكبير .
2 – الثقب المؤخري الكبير Occipital foramen : وهو الجزء الذي تتصل به الرقب ة من الامام ومنه يخرج ايضا الحبل العصبي والمريء اللذان يدخلان المنطقة الصدرية .
3 – الشفة السفلى Labium : وهي عبارة عن الجزء اللحمي الذي يوجد في وسط مقدم الراس من الاسفل وتحمل الشفة السفلى الملامس الشفوية .
4 – الفكان العلويان Mandibles : ويوجدان خلف الشفة العليا وهما زوج من الفكوك العليا مصلبة جدا .
5 – الفكان السفليان Maxillae : وهما عبارة عن الجزئين الموجودين على جانبي الشفة السفلى ويحمل كل منهما ملمس فكي .
6 – يتصل الرأس بالصدر بواسطة الرقبة Cervix : والراس هو مركز الحس والتغذية ويحمل مجموعة من الزوا ئد هي زوج من العيون المركبة ، وثلاث عيون بسيطة وزوج من قرون الاستشعار المعقلة وايضا اجزاء الفم .

زوائد الرأس Head appendages :

أ – قرون الاستشعار او اللوامس Antennae : توجد قرون الاستشعار في الجزء الامامي من الراس بين العينين المركبتين وهي تحمل اعضاء ا لحس على هيئة شعيرات حسية تقوم بوظائف مختلفة كالشم واللمس والسمع والتذوق وتعتبر مميز جنسي ثانوي وفي بعض الحالات النادرة تتحور قرون الاستشعار لتقوم بوظائف اخرى ، ففي بعض اليرقات تتحور للقبض على الفريسة ، وتستخدم للقبض على الانثى في بعض ذكور الحشرات .
يتركب قرن الاستشعار في الحشرات من ثلاثة اجزاء هي :
1 – الاصل Scape : هذه العقلة تتصل براس الحشرة بمحور ترتكز عليه في غشاء يحيط به حافة كايتينية يؤمن هذا المحور حركة قرن الاستشعار في جميع الاتجاهات وترتبط العضلات الخارجية للقرن بهذا الجزء .
2 – العزق Pedicel : يكون العزق بشكل عام قصير ، ويحتوي على عضو جونستن الذي هو عضو سمعي وتتصل به بعض العضلات التي تمر من الاصل .
3 – الشمروخ او السوط Flagellum : يتكون من عدد مختلف من العقل وكذلك يختلف شكله من رتيبة الى اخرى ولا يحتوي على اية عضلات ، والشمروخ قد يتركب من عقلة و احدة كما في الذباب المنزلي وعدة عقل يختلف عددها باختلاف الحشرات وهذه العقل يختلف شكلها وحجمها ومن ذلك نشأت الاشكال المختلفة لقرون الاستشعار .

أنواع قرون الاستشعار :

1 – الخيطي Filiform : وفيه نجد العقل متماثلة في الحجم تقريبا واسطوانية عادة كما في الجراد الصحراوي (Orthoptera Tittigonidae) *Shistocerca gregaria (*.
2 – المنشاري Serrate : وفيه تنمو العقل من احدى الجهات وتعطي امتدادا شبيها باسنان المنشار كما في خنفساء فرقع لوز (Coleoptera : Elateridae) *Agrypnus notodonta* .
3 – القلادي Moniliform : يتكون من عقد تشبه الكريات منسقة على شكل حبات السبحة كما في النمل الابيض (الارضة) (Isoptera : Hodotermitidea) *Psammotermes fuscofemoralis* .
4 – الصولجاني Clavate : وفيه يزداد عرض العقل بالتدريج من عقلة الى اخرى نحو القمة ويأخذ شكل الصولجان كما في ابي الدقيقات مثل ابو دقيق الكرنب (Lepidoptera : Pieridae) *Pieris rapae* .

5 – الرأسي Capitate : وفيه تتضخم العقل الطرفية فجأة وتأخذ شكل الدبوس كما في خنفساء الدقيق الصدئية (Coleoptera :Tenebrionidae) *Tribolium castanium* .
6 – الشوكي (الشعري) Setaceous : تأخذ العقل في الرفع نحو طرفها البعيد كما في الرعاش الكبير والصغير (Odonata : Libellulidae) *Crocothemis erythrae* .
7 – المروحي Flabellate : حيث تمتد العقل الطرفية من جانبها بحيث تكون طويلة متوازية شبيهة بالصفيحة او اللسان مثل خنفساء الكالوسوما *Chalosoma chlorostictum* (Coleoptera : Carabidae) .
8 – الورقي Lamellate : وفيه تمتد العقل الطرفية من جانبها لتكون فصوص كروية او بيضوية شبيهة بالصفحات مثل خنفساء الجعران المقدس *Scarabaeus sacer* (Coleoptera : Scarabaeidae) .
9 – المرفقي Geniculate : يشبه المرفق ، العقلة الاولى طويلة والع قلة الثانية صغيرة وتتجه حيث تكون زاوية مع العقلة الاولى مثل نحل العسل *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) .
10 – المخرازي او القلمي Stylate : تحمل العقلة الاخيرة بروزا طرفيا طويلا شبيها بالمخراز او القلم مثل ذباب الخيل (Diptera : Tabanidae) *Tabanus taeniola* .
11 – المشطي المضاعف Bipectinate : وهو يشبه مشطان متقابلان من الخلف ، العقل مزودة بزوائد جانبية طويلة ورفيعة من كلا الجانبين مثل ذكور عث الحرير . واما اذا كانت من جانب واحد يطلق عليها Pectinate وهذا موجود في اناث عث الحرير *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae) .
12 – الريشي Plumose : يكون شبيه بالريش ويحمل شعيرات طويلة تخرج من مواضع اتصال العقل ، مثل ذكر البعوض . واذا كان الشعر قصير يطلق عليه ريشي بسيط Pilose كما في اناث البعوض (Diptera : Culicidae) *Culex pipiens* .
13 – الارستي Aristate : يتركب قرن الاستشعار هنا من ثلاثة عقل ، تتضخم العقلة الاخيرة عادة وتحمل شعرة كبيرة ظهرية تعرف بالارستا كما في الذبابة المنزلي *Musca domestica* (Diptera : Muscidae) .

ب – اجزاء الفم The mouth parts :
تتنوع وتختلف تراكيب اجزاء الفم بحسب طبيعة ونوع الغذاء التي تتناوله الحشرة وتتركب اجزاء الفم من خمسة اجزاء رئيسية هي : الشفة العليا ، الفكان العلويان ، الفكان السفليان ، الشفة السفلى ، واللسان الحقيقي وتوجد اكثر اجزاء الفم البدائية في الحشرات الماضغة مثل الجراد والصرصر وتتحور بعد ذلك في الحشرات المختلفة .

تركيب اجزاء الفم القارض في الصرصر :
تتركب اجزاء الفم في الصرصر من خمسة اجزاء هي كما يلي :
1 – الشفة العليا Labrum : وهي فص عريض شبيه بالمروحة وتقع اسفل الدرقة من الجانب الامامي من الراس .
2 – الفكين العلويين Mandibles : وهما زوج من الفكوك المتصلبة غير المعقلة ويقعان خلف الشفة العليا مباشرة ويتمفصلان مع علية الراس في نقطتين ، ويتحركان حركة جانبية وتختلف الفكوك في تركيبها في الحشرات الماضغة المختلفة فهي في الجراد تحمل اسنان قاطعة وطاحنة وتكون في البعض الاخر كالخنافس المفترسة طويلة وشبيه بالخطاف .
3 – الفكين السفليين Maxillae : زوج من التراكيب يقعان خلف الفكين العلويين وهما معقلان ويحملان الاجزاء التالية :
أ – العقلة القاعدية (القاعدة) Cardo

ب – الساق Stipes
ج – الملمس الفكي Mxillary palp : وهو محمول على فص من الساق يعرف بحامل الملمس الفكي .
د – الشرشرة Lacinia : وه ي تراكيب شبيه بالفصوص تحمل على طرف الساق وهي صلبة جدا مزودة من الناحية الداخلية بشعيرات واسنان .
ه – القلنسوة Galia : وهو تركيب مستطيل شبيه بالفص على الساق من الجهة البطنية ، وهي واسعة مرنة تتوسع نهايتها لتغطي جزئيا الفص الاخر .
4 – الشفة السفلى Labium : وهي تركيب مفرد ويحتمل انها نشأت من زوج من التراكيب الشبيهة بالفكوك المساعدة ملتحمين على طول الخط الوسطي ، وهي تقع خلف الفكيين المساعدين ويقسمها درز مستعرض الى قسمين :
أ – خلف الذقن Postmentum : وهي متصلبة نوعا ما وتتمفصل مع خلف القفا وتنقسم الى جزئين هما : 1 – تحت الذقن Submentum ، 2 – الذقن Mentum
ب – ما قبل الذقن Prementum : يحمل ما قبل الذقن زوج من الملامس الشفوية ومجموعة من الفصوص الفمية وهي التي تكون اللسين ويشمل اللسين على زوج من الفصوص الصغيرة الداخلية تعرف باللسان Glossa والجانبية تعرف بجار اللسان Paraglossa .
5 – تحت البلعوم Hypopharynx : يكون اللسان داخل تجويف الفم وهو تركيب شبيه باللسان يقع امام الشفه السفلى مباشرة او فوقها بين الفكين المساعدين . وفي معظم الحشرات تفتح قنوات الغدد اللعابية فوت تحت البلعوم او بالقرب منه .

تحورات اجزاء الفم في الحشرات :
تتحور اجزاء الفم في الحشرات حسب طريقة الغذاء فهي اما ان تكون من النوع القارض او من النوع الماص . ففي اجزاء الفم القارض يتحرك الفكين العلويين حركة جانبية وتكون للحشرة القدرة على قضم ومضغ طعامها ، اما الحشرات ذات اجزاء الفم الماصة فليس لها فكوك من ه ذا النوع وليست لها القدرة على مضغ الطعام ، وتأخذ اجزائها شكل خرطوم او بوز طويل نوعا ما يمتص الغذاء السائل خلالها .
وتتحور كل من اجزاء الفم القارضة والماصة كبير في الحشرات المختلفة وفيما يلي بعض هذه التحورات :
1 – اجزاء الفم القارضة Chewing Mouth parts : وهي الاكثر االانواع بدائية وتوجد في الحشرات الكاملة من رتب الحشرات ذات الذنب الشعري Thysanura وذات الذنب القافز Collembola ومستقيمة الاجنحة Orthoptera وجلدية الاجنحة Dermoptera والقمل القارض Mallophaga والرعاشات Odonata وشبكية الاجنحة Dictyoptera وغمدية الاجنحة Coleoptera وغشائية الاجنحة Hymenoptera . كما يوجد في الاطوار اليرقية لكثير من الحشرات مثل حرشفية الاجنحة Lepidoptera وغمدية الاجنحة .

2 – اجزاء الفم القارضة اللاعقة Chewing lapping mouth parts : يوجد هذا النوع في شغالة نحل العسل *Apis mellifera* ويتحور لجمع حبوب اللقاح وتشكيل الشمع . وفيه تتشابه اجزاء الشفة العليا والفكين العلويين مثليها في اجزاء الفم القارض ولكن الفكوك العليا في النحل غير مسننة لعدم الحاجة اليها في تقطيع الطعام بل تستخدم في عجن وتشكيل الشمع وحبوب اللقاح وتتركب اجزاء الفم في شغالة نحل العسل من الاجزاء الاتية :
أ – الشفة العليا صفيحة ضيقة مطولة نوعا ما
ب – الفكيين العلويين جزء سميك ليس له اسنان يستخدم في عجن وتشكيل العيون السداسية في قرص الشمع

ج – الفكيين السفليين وفيه الاجزاء العادية ولكن الملمس الفكي والشرشرة اصبحا صغيران جدا والخوذة اصبحت طويلة مفرطحة مدببة من الاعلى ومن الاسفل عريضة
د – الشفة السفلى فيها الملامس الشفوية طويلة وظاهرة
ه – اللسانان قد التحما مع بعضهما ليكونا ما يعرف بالليجيولا وهي الجز الخاص الذي يقوم بعملية لعق الرحيق ، وهو عبارة عن جزء انبوبي الشكل طويل يوجد عليه ص فوف كثيرة من الشعر ويوجد في طرفها جزء يشبه الملعقة يسمى بالشفية .
و – جار اللسان عبارة عن صفيحتين صغيرتين بجوار الليجيولا . وترتبط الشفة السفلى بالفكيين السفليين بجزء كايتيني يسمى الحزام Lorum .

ميكانيكية عمل الفم القارض اللاعق :
الليجيولا او اللسان مطوي تجاه الناحية البطنية ليكون انبوبة او قناة غذائية يمتص فيها الرحيق ويكون الخوذتان والملمسان الشفويان انبوبة مجوفة مؤقتة من تلاقيهما معا وتحيط بالقناة الغذائية تستطيع هذه الانبوبة ان تولج بعمق داخل الزهرة ، ويحمل اللسان مركز الانبوبة والذي يتحرك الى الامام وللخلف ليمتص عصارة الرحيق ويجمع حبوب اللقاح بمساعدة قوة الشفط للبلعوم .

3 – اجزاء الفم الثاقبة الماصة Piercing Sucking mouth parts : يتحور هذا النوع الى خرطوم او انبوبة طويلة لثقب الانسجة وامتصاص الغذاء ومن امثلة هذا النوع هو اجزاء فم انثى البعوض *Culex pipiens* حيث تتغذى انثى البعوض على دم الانسان والفقاريات وتتركب اجزاء الفم الثاقبة الماصة من الاجزاء الاتية :
أ – الشفة السفلى وهي عبارة عن انبوبة طويلة ويوجد على نصفها الظهري تجويف طولي وظيفته حمل وحماية الاجزاء الاخرى ويحمل في نهايته شفيتان حسيتان تعين الب عوض على اختيار الجزء المناسب لاخذ الدم .
ب – الشفة العليا طويلة وتتحد مع فوق البلعوم وتغطي التجويف الطولي للشفة السفلى
ج – الفكيين العلويين والفكيين السفليين وتحت البلعوم يستطيلوا ويصبحوا على شكل ابري للوخز ويتحدوا مع بعضهم ليكونوا مع الشفة العليا وفوق الب لعوم القناة الغذائية وتفتح القناة اللعابية في تحت البلعوم لمنع تجلط الدم اثناء التغذية .

ميكانيكية عمل الفم الثاقب الماص :
تثقب الشرشرة وفوق البلعوم الجلد ويمتص الدم بمجرد اختراق الجلد بواسطة مضخة القناة الغذائية وبمساعدة المضخة البلعومية .

4 – اجزاء الفم القاطعة الماصة Cutting Sucking mouth parts : الحشرات التي تمتلك هذا النوع من اجزاء الفم تمتص الدم من الحيوان والانسان ويتركب هذا النوع من اجزاء الفم من الاجزاء الاتية :
أ – الشفة السفلى وهي كبيرة انبوبية الشكل وتنتهي بالشفية والتي يوجد على جدارها الداخل ي اسنان حادة تقوم باحداث الجرح .
ب – الشفة العليا مع سقف الحلق وتستطيل على شكل انبوبة خيطية ناقصة يكملها اللسان من الاسفل وبذلك تتكون القناة الغذائية .
ج – اللسان وهو على شكل انبوبة طويلة توجد به القناة اللعابية ويشارك في تكوين القناة الغذائية
د – الفكيين العلويين والسفليين غير موجودة اما الملامس الفكية موجودة . يوجد هذا النوع من اجزاء الفم في ذبابة الاسطبلات *Stomoxys calcitrans*

ميكانيكية عمل الفم القاطع الماص :
تقوم الشفية مع القناة الغذائية باحداث الجرح وانزال اللعاب لمنع تجلط الدم وبعد ذلك يمتص الدم بواسطة القناة الغذائية وبمساعدة حركة البلعوم الماصة .

5 – اجزاء الفم الخادشة الماصة Rasping Sucking mouth parts :
يوجد هذا النوع في حشرة ثربس البصل *Thrips tabaci* وهي تقوم بجرح الطبقة الطلائية لاجزاء النبات وتمتص العصارة التي تسيل من هذا الجرح وتتركب اجزاء الفم من خرطوم قصير صلب غير متماثل يقع في مؤخرة الراس من الجهة البطنية . هنالك ثلاثة رماح يمثلان جانبي الخرطوم وهي :
أ – الفك العلوي الايسر (الايمن اثري)
ب – رمحا الفكين المساعدين وتشمل : 1 – الملامس الفكية والشفوية موجودة ولكنها قصيرة .
2 – الشفة العليا هي الجزء الامامي من الخرطوم
3 – الشفة السفلى تمثل الجزء السفلي من الخرطوم
4 – اللسان يتمثل بفص وسطي صغير بداخل الخرطوم
ميكانيكية عمل الفم الخادش الماص :
تقوم الرماح بخدش خلايا اوراق النبات وتمتص العصارة بواسطة الخرطوم .

6 – اجزاء الفم اللاعقة او الاسفنجية Sponging mouth parts :
يوجد هذا النوع في الذبابة المنزلية *Musca domestica* والتي تتغذى على الغذاء السائل او الصلب الذي تحوله الى سائل بواسطة اللعاب .
تتركب اجزاء الفم في هذا النوع من جزئين هما الخرطوم والشفيتان اما الخرطوم فيتكون من :
أ – البوز Rostrum : وهو الجزء القاعدي الذي يتصل بالراس ويكون مخروطي الشكل يغطيه من الامام الدرقة والدعامة Fulcrum والفكيين السفليين ممثلان بساق الفكين على جانبي البوز والملمسين الفكيين يتكون كل منهما من شدفة واحدة .
ب – الممص Hustellum : وهو الجزء المسؤل عن تكوين القناة الغذائية ويتكون من :
1 – الشفة العليا فوق البلعومية Labrum epipharynx : وهذه تستطيل على شكل حرف n تمتد الى الشفية وتمتد مكونة مجرى على سطحها الخلفي ، وتتصل عند القاعدة بصفيحة قبل بلعومية صغيرة على شكل μ ووظيفتها ان تحفظ جوف البلعوم مفتوحا .
2 – اللسان وهو يغلق مجرى الشفه العليا فوق البلعومية من الاسفل ليكونا القناة الغذائية .
3 – الشفة السفلى وهي جزء كايتيني كبير مجوف من الامام لحفظ معظم اجزاء الفم عند عدم الاستخدام وتمتد كل من حافتيه السفليتين لتكون زوائد كايتينية لتحمل الشفية
4 – الشفيتان تتكون من فلقتين لحميتين تنطبق الواحدة على الاخرى عند عدم الاستعمال ، كل فلقة تشبه الاسفنج الناعم يوجد على سطحها عدد كبير من القنيات تسمى قصيبات هوائية كاذبة مغلظة بصفائح غير كاملة الاستدارة كي تبقى مفتوحة على الدوام . تتجه هذه القنوات جميعا عند نقطة واحدة عند بداية القناة الهضمية .
ميكانيكية عمل الفم الاسفنجي :
يملا السائل القنوات والقصبات الكاذبة بمساعدة الخاصية الشعرية ثم يمر الى الانابيب المشتركة ومنها يرفع بمساعدة المضخة البلعومية الى القناة الغذائية ومنها الى البلعوم ثم المعدة .

7 – اجزاء الفم الماصة او السايفونية Sucking or Siphoning mouth parts :
يوجد هذا النوع في الفراشات الكاملة وابي الدقيق مثل ابي دقيق الكرنب *Pieris rapa* حيث تمتص رحيق الازهار وتتركب من الاجزاء الاتية :

أ – الفكيين السفليين وهما يكونان الخرطوم الطويل نتيجة استطالة الخوذتين بشكل كبير ويوجد على الجزء الداخلي لكل خوذة بحيث عند انضمام الخوذتان وقت امتداديهما ينطبقا وتتكون انبوبة يمر منها الغذاء السائل وتسمى بالانبوبة الغذائية ، ويلتف هذا الخرطوم على بعضه وقت الراحة اسفل الراس .
ب – الشفة السفلى تتمثل بالملمسان الشفويان ويتركب كل ملمس شفوي من ثلاثة عقل طويلة .
ج – الشفة العليا اضمحلت واصبحت صغيرة جدا ترى بصعوبة ، الفكيين العلويين واللسان غير موجودان ، الملامس الفكية مختزلة .

ميكانيكية عمل الفم السايفوني :

عند التغذية تنفرد الخوذتان نتيجة ضغط الدم وترسلهما الحشرة الى داخل الزهرة حتى ينغمسا في الرحيق وبو اسطة المضخة البلعومية يرتفع الرحيق في القناة الغذائية حتى يصل الى الفم ومنه الى المعدة .

ج – العيون :

العيون هي مركز استقبال الضوء في الحشرات ويوجد نوعان من الاعين في الحشرات وهما :
1 – العيون البسيطة Ocelli : كل عوينة هي وحدة بصرية قائمة بذاتها وعددها ثلاثة عوينات مكونة مثلث مقلوب قاعدته من الاعلى وراسه من الاسفل كما في النحل وهي موجودة في الناحية الظهرية اما اعين اليرقات البسيطة فهي توجد على جانبي الراس ويختلف عددها فقد تكون عين واحدة على كل جانب او قد تكون ستة او سبعة او اكثر .
تركيب العين البسيطة : تتوكب من الاجزاء الاتية :
أ – القرنية Cornea : وهي جزء من الكيوتكل وهي شفافة وتمثل العدسة .
ب – طبقة خلايا القرنية الشفافة Cornaegen layer : وهي خلايا من طبقة البشرة الداخلية شفافة وتفرز العدسة .
ج – الشبكية The retinula : وهي خلايا مغزلية الشكل تتجمع مع بعضها وتتصل بالعصب البصري وهي حساسة للضوء .
د – الحبيبات السوداء وهي توجد بين خلايا الشبكية . العيون البسيطة لا تميز الا الضوء من الضلام .
2 – العيون المركبة Compound eyes : توجد في معظم الحشرات زوج من العيون المركبة على جانبي الجسم وهي تتكون من مجموعة من ا لوحدات سداسية الشكل Ommatidium يختلف عدد هذه الوحدات باختلاف الحشرات فهي واحدة كما في بعض انواع النمل ، اربعة الاف في الذبابة المنزلية وقد تبلغ 28 الف في بعض انواع الرعاشات .

تركيب الوحدة البصرية للعين المركبة :
أ – القرنية Cornea : وهي جزء من الكيوتكل تلئون العدسة
ب – طبقة خلايا القرنية الشفافة Cornaegen layer : وهي عبارة عن طبقة شفافة من خلايا طبقة البشرة الداخلية وهي تفرز العدسة .
ج – خلايا المخروط البلوري Crystaline cone cells : وهي عبارة عن اربعة خلايا تكون في مجموعها شكل مخروط وينشأ عنها المخروط البلوري .
د – الخلايا الصبغية الاولية Primary pigmented cells : وهي خلايا مملوءة بالحبيبات السوداء تحيط بخلايا المخروط البلوري .
ه – الشبكية The retinula : وهي عبارة عن 7 – 8 خلايا متطاولة حساسة للضوء .
و – الخلايا الصبغية الثانية Secondary pigmented cells : وهي تحيط بخلايا الشبكية ووظيفتها عدم تسرب الضوء من وحدة بصرية اخرى .

د – الرقبة The neck :
يتصل الراس بالصدر بمنطقة غشائية تعرف بالعنق او الرقبة ، وهذه المنط قة غالبا ما تكون مغطاة بالحلقة الامامية للحلقة الصدرية الاولى وتوجد عادة صليبيتان يطلق عليها صفائح الرقبة ، الاولى تتمفصل مع المؤخرة الراسية Occipital candyle وتتمفصل الثانية مع البلورتية الامامية للعقلة الصدرية الاولى Episterinum prothorax .

ب – الصدر The thorax :
الصدر هو المنطقة الوسطى من الجسم التي تلي الراس مباشرة وتتكون من ثلاث حلقات هي :
1 – الصدر الامامي Prothorax : في معظم الحشرات ينمو هذا الجزء الى الخلف ليكون درعا كما في الجراد والصرصر .
2 – الصدر الوسطي Mesothorax
3 – الصدر الخلفي Metathorax

تركيب الحلقة الصدرية الواحدة : تشمل كل حلقة صدرية على ثلاث صليبيات هي ، الترجة من الاعلى Terga والبلورات من الجانبين Pleura والاسترنة من الاسفل Sterna . وكل حلقة من حلقات الصدر الثلاث في الحشرات الكاملة تحمل :
أ – زوجا من الارجل فالصدر الامامي يحمل زوج ا من الارجل الامامية Fore legs والصدر الاوسط يحمل زوجا من الارجل الوسطى Mid legs والصدر الخلفي يحمل زوجا من الارجل الخلفية Hind legs
ب – في الحشرات المجنحة بالاضافة الى ذلك تحمل الحلقة الصدرية الوسطى والخلفية الاجنحة واذا لم يوجد سوى زوج واحد من الاجنحة فلنه عادة يكون محمول على الحلقة الصدرية الوسطى اما حلقة الصدر الامامية فهي لا تحمل اجنحة اطلاقا .
ان حجم الصدر يكون ناشئ من وجود اعضاء الحركة المتصلة به لذلك نجد ان حجم حلقة الصدر يتناسب مع وجود الاجنحة من عدمه ، فمثلا الصدر الاوسط في ثنائية الاجنحة مثل الذبابة اضخم بكثير عن الصدر الخلفي والعكس في الحشرات التي لا تستخدم الاجنحة في الطيران مثل الخنافس نجد ان الصدر الاوسط ضامرا .
ج – الفتحات التنفسية : توجد فتحتان على شكل شقين على كل من جانبي الصدر ، الزوج الاول يقع بين حلقتي الصدر الامامية والوسطى ، والزوج الثاني يقع بين الصدر الوسطى والخلفية .

أ – الارجل Legs :
تحمل الحشرات الكاملة ومعظم انواع اليرقات ثلاثة ازواج من الارجل الصدرية ويتصل كل منها اتصالا مفصليا بالاسترنة والبلورا وتشمل الارجل في الحالة النموذجية المعدة للمشي مثل الصرصور على العقل الاتية :
1 – الحرقفة Coxa : وهي العقلة القاعدية وتتصل بالصدر مباشرة اتصالا مفصليا .
2 – المدور Trochanter : وهو عبارة عن جزء صغير (يندر ان يكون من عقلتين)
3 – الفخذ Femur : وهو اول عقلة طويلة في الارجل ويحتوي مجموعة كبيرة من العضلات .
4 – الساق Tibia : وهو ثاني عقلة طويلة
5 – الرسغ Tarsus : وهو مجموعة من العقل الصغيرة تلي الساق قد يصل عددها الى خمسة كما في الصرصر او اثنين كما في المن او واحد كما في الحشرات القشرية او اثري كما في رتبة ذوات الذنب القافز . وينتهي الرسغ عادة بجزء يعرف بالرسغ الاقصى Pretarsus ويأخذ الرسغ الاقصى اشكالا مختلفة باختلاف الحشرات : قد يتكون من مخلب واحد كما في رتبة

Collembola او قد يتكون من مخلبين كما في الذبابة المنزلية *Musca domestica* . ويوجد بين المخلبين تركيبا او اكثر يشبه الوسادة ، ويعرف الجزء الوسطي بالوسادة الوسطية Arolium ويمكن ان تكون على شكل شوكة وتسمى Empodiumا ما الجزء القاعدي فيسمى بالوسائد الجانبية Pulvillus .

تحورات الارجل : تتحور الارجل في الحشرات الى اشكال مختلفة لتلائم طريقة معيشتها ووظفتها . فوظيفة الارجل في الاصل المشي او الجري كما في الصرصر ولكن تحدث تحورات لتساعد الحشرة لعمل وظائف اخرى كما يلي :

1 – ارجل المشي Walking legs : كما في الصرصر الامريكي Periplaneta Americana (Blattodea : Blattidae) وهي الحالة النموذجية وفيها يكون الفخذ غير متضخم والساق رفيع .

2 - ارجل القفز Jumping legs : كما في الارجل الخلفية للجراد *Shistocerca gregaria* (Orthoptera Tittigonidae) وفيها يتضخم الفخذ ويمتلأ بالعضلات ويستطيل الساق .

3 – ارجل القنص Seizing legs : كما في الارجل الامامية لفرس النبي الكبير *Sphodromantis viridis* (Mantodea : Mantidae) وهي تستعمل للقبض على الفريسة وفيها يتضخم الفخذ ويوجد على حافته الداخلية تجويف ، يحرسه مجموعة من الاشواك وينطبق الساق وما عليه من اشواك داخل هذا التجويف .

4 – ارجل الحفر Burrowing legs : كما في الارجل الخلفية للحفار او الكاروب *Gryllotalpa gryllotalpa* (Orthoptera :Gryllotalpidae) وفيها يكون الفخذ قوي وصلب ومنضغط من الجانبين وتخرج منه زوائد صلبة والساق عريض مزود باربعة اسنان قوية لتلائم عملية الحفر واما الرسغ فهو جزء صغير مكون ثلاثة قطع صغيرة تشبه الاسنان وتساعد في الحفر .

5 – ارجل العوم Swimming legs : كما في الارجل الخلفية للخنافس المائية *Cybister tripunctata* (Coleoptera : Dytiscidae) وفيها تتفلطح العقل وتحمل عدد كبير من الشعر على الجانبين للعمل معا كمجذاف لتوجيه الحشرة .

6 – ارجل الجمع Collecting legs : كما في الارجل الخلفية لشغالة نحل العسل *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) وفيها تستعرض الساق وتتقعر من جانبيها الخارجيتان وتحيط به اهلاب مقوسة لتكون سلة ، وتتضخم عقلة الرسغ الاولى حتى تصبح في حجم الساق ويوجد على سطحها عشرة صفوف من الشعر القوي لتكون ما يعرف بفرشاة اللقاح التي تمشط الشعر الموجود على الجسم والاطراف لجمع حبوب اللقاح وتنقل من فرشاة احدى الرجلين الى سلة حبوب اللقاح للرجل الاخرى .

7 – ارجل التعلق Clinging legs : كما في قمل الانسان *Pediculus humanus capits* (Siphunculata : Pediculidae) وفيه نجد ان رسغ القدم يتكون من عقلة واحدة تنتهي بمخلب مقوس يقابل نتوء من الساق حتى يتشبث بالعائل .

8 – ارجل المشي على السطوح الملساء Walking on smooth surface legs : كما في الذبابة المنزلية *Musca domestica* (Diptera : Muscidae) وفيها تحمل الحلقة الاخيرة من الرسغ وسادتين لحميتين وعلى سطحها السفلي ثقوب يخرج منها سائل لزج يساعد الحشرة السير على السطوح الملساء .

ب – الاجنحة The wings :
الاجنحة من الصفات المميزة للحشرات وهي التي ساعدت الحشرات على الانتشار والبقاء واجنحة الحشرات هي امتداد خارجي من جدار الجسم في الحلقة الصدرية الوسطى والخلفية ، ثم بعد ذلك يتقدم نمو الجناح ويصبح كل جناح مركب من طبقتين غشائيتين رقيقتين تقويهما شبكة بها عروق طويلة تتصل مع بعضها بعروق اخرى صغيرة تسمى بالعروق العابرة والمسافات بين العروق تعرف بالخلايا والخلايا اما مفتوحة عندما تمتد الى حواف الجناح ام مغلقة تحاط بالعروق من كل جانب ، ولهذه العروق اهمية كبرى في تصنيف الحشرات ولكل نوع تعريق خاص يعرف به ويميزه .
شكل الجناح : الجناح مثلث الشكل تقريبا وله ثلاث حواف هي :
1 – الحافة الامامية Costal margin
2 – الحافة الخارجية Apical margin
3 – الحافة الخلفية Anal margin وتحصر بينها ثلاثة زوايا هي :
أ – الزاوية القاعدية Humeral angle تقع بين الحافة الامامية والخلفية
ب – الزاوية الامامية Apical angle
ج – الزاوية الخلفية Anal angle تقع بين الحافة الخارجية والخلفية .

نظام التعريق : توجد العروق في الحشرة النموذجية بالترتيب الاتي وهو نظام كومستك ونيدهام :
أ – العروق الطولية للجناح Longitudinal veins هي :
1 – العرق الضلعي Costal (C) : وهو غير متفرع ويقوي الحافة الامامية للجناح .
2 – العرق تحت الضلعي Sub-costal (Sc.) : يقع تحت العرق الضلعي ويتفرع عند نهايته الى فرعين هما (Sc1 , Sc2) .
3 – العرق الكعبري Radius (R) : وهو العرق الرئيسي الثالث يلي العرق تحت الضلعي وينقسم هذا العرق الى فرعين رئيسيين هما العرق الكعبري الاول R1 والجذع الكعبري Radial sector Rs والذي يتفرع بدوره الى اربعة فروع هي R2 , R3 , R4 , R5 اما من الناحية القاعدية فانه يتمفصل مع صفيحة ابطية Axillary sclerite .
4 – العرق الوسطي Median (M) : ينقسم اعتياديا ا لى فرعين وكل فرع ينقسم الى فرعين فبذلك تتكون اربعة فروع هي M1 , M2 , M3 , M4 كما انه يتمفصل عند الجزء القاعدي مع الصفائح القاعدية .
5 – العرق الزندي Cubitus (Cu) : ينقسم هذا العرق الى فرعين هما Cu1 , Cu2 وقد ينقسم Cu1 الى فرعين هما Cu1a , Cu1b اما قاعدة هذا العرق فهي الاخرى تتمفصل مع الصفائح القاعدية .
6 – العروق الخلفية Anal (A) تتكون هذه العروق اعتياديا من ثلاثة عروق هي A1 , A2 , A3 تتحد هذه العروق او تكون قريبة لبعضها عند القاعدة وتتمفصل مع الصفيحة الابطية الخلفية

ب – العروق المستعرضة Cross veins :
هنالك عدد من العروق المستعرضة تمتد بين العروق الطولية ويرمز لها بنفس اسم العروق الطولية القريبة منها والتي تحصر ذلك العرق المستعرض بحيث تحمل اسم العرق الامامي الذي يليه العرق الخلفي مثل r-m وهو العرق المستعرض بين العرقين الطوليين الكعبري والوسطي وتكتب عادة بالحروف الصغيرة . ويشذ عن هذه القاعدة العرق المستعرض القاعدي الذي يوصل بين العرق الضلعي والعرق تحت الضلعي يدعى humeral cross vein (h) نجد في مجاميع الحشرات الكثيرة بعض المجموعات تختزل فيها العروق والبعض الاخر تزداد فيها العروق بصورة كبيرة فتظهر عروق اضافية Accessory veins او عروق ثانوية Secondary veins قد تقسم هذه العروق سطح الجناح الى مساحات محددة تدعى بالخلايا Cells ويطلق على

هذه الخلايا اسم العرق الذي يحدها من الامام ويرمز لها بنفس الرمز . بعض هذه الخلايا مقفلة اذا حدت من جهة القمة بعرق ومفتوحة اذا لم تحد باي عرق من جهة القمة .

تكوين الاجنحة Development of the wing :
لقد عرفنا الاجنحة في الحشرات بانها امتدادات لجدار الجسم الخارجي ، تتكون من طبقتين مثل تكوين جدار الجسم وهي طبقة الكيوتكل والطبقة المولدة والغشاء القاعدي وتوجد بين الطبقتين القصبات والاعصاب والدم . ويمكن تقسيم الحشرات حسب تكوين الاجنحة الى مجموعتين هما : خارجية الاجنحة Exopterygota وتضم الحشرات ذات التحول الناقص Incomplete metamorphosis والحشرات ذات التحول التدريجي Gradual metamorphosis . وداخلية الاجنحة Endopterygota وتضم الحشرات ذات التحول الكامل Complete metamorphosis .
ينمو الجناح في مجموعة خارجية الاجنحة في مرحلة الحورية Nymph بشكل نمو خارجي لجدار الجسم ويكون مشابها لنمو الارجل او لواحق الفم ، يظهر الجناح بشكل برعم مسطح على جانبي الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة ويكبر بالحجم خلال الا طوار المختلفة للحورية ويحدث التغير الكبير حتى وصول الحورية دور البلوغ بحيث ياخذ الجناح شكله النهائي .
تنمو الاجنحة في حشرات داخلية الاجنحة في الدور larva تبدأ بشكل برعم ينشأ من البشرة الداخلية لجدار الجسم ويختلف هذا النمو تبعا لانواع الحشرات المختلفة ، بصو رة عامة تمر مراحل تكوين الاجنحة في الخطوات التالية :
1 – تقعر البشرة الداخلية الى الداخل بشكل جيب او كيس ثم ينمو هذا التقعر .
2 – يحدث تحدب لهذا الجزء المتقعر مندفعا الى داخل التركيب الكيسي خلال مرحلة ما قبل العذراء Prepupal period .
3 – يحدث دوران لهذا النمو الكيسي الشكل ويتصل من جهة بالبشرة الداخلية ثانية ، اما الجهة الاخرى فتبقى سائبة . ويكون الجناح بشكل برعم وما زال محاطا بالكيوتكل الخارجي لليرقة .
4 – ينسلخ الجلد الاخير لليرقة وتدخل اليرقة دور العذراء pupa .
تظهر الاجنحة للمرة الاولى كتراكيب خارجية ثم تنمو شيئا فشيئا الى ان تتلاقى طبقتا الغشاء القاعدي من الجهتين . ونشاهد ان خلايا البشرة الداخلية تتمركز حول محيط القصبات وفي الحالة الاخيرة تبدو وكأن الاجنحة تتالف من طبقة كيوتكل فقط ، مع العلم اننا نشاهد جريان الدم ووجود الاعصاب في الاجنحة بوضوح .
هنالك بع ض التراكيب الموجودة في اجنحة بعض الحشرات تختلف تبعا لانواع الحشرات المختلفة تعمل على شبك الاجنحة الامامية مع الاجنحة الخلفية اثناء عملية الطيران وتزيد من قابلية الاجنحة على الطيران وتسمى باجهزة شبك الاجنحة وتكون على انواع هي :
1 – النموذج اللجامي Jugate type : تركيب اصبعي يمتد من المنطقة الغشائية عند القاعدة للجناح الامامي خلف المنطقة الخلفية . يظهر بشكل اللجام وتستقر القاعدة الامامية للجناح الخلفي على هذا التركيب خلال عملية الطيران بحيث تظهر حركة الجناحين الامامي والخلفي كحركة واحدة وكأنهما جناح واحد كما في بعض حرشفية الاجنحة Lepidoptera .
2 – النموذج الشوكي Frenate type : توجد شوكة كبيرة او مجموعة من الاشواك عند حافة قاعدة الجناح الثاني الامامية تدعى Frenulum تساعد على سند الجناح الامامي اثناء عملية الطيران . وتشتبك هذه التراكيب اما بخطاف يسمى Retinaculum في حالة الشوكة الواحدة ، او بمجموعة من الشعيرات في حالة وجود مجموعة من الاشواك توجد خلف الجناح الامامي كما في بعض عائلات حرشفية الاجنحة مثل Sphingidae , Noctuidae .
3 – النموذج الخطافي Hamulate thpe : توجد تراكيب بشكل الخطاطيف عند وسط الحافة الامامية للاجنحة الخلفية تشتبك حين الطيران مع الحافة الخلفية للاجنحة الامامية ، كما في النحلة والزنابير من رتبة Hymenoptera .

تحورات الجناح : يوجد للحشرة زوجان او زوج من الاجنحة يخرج من الحلقة الوسطى والخلفية للصدر او الوسطى فقط في حالة زوج واحد . وقد توجد الاجنحة مختزلة كما في انثى الصرصر الشرقي اما الحوريات فليس لها اجنحة . وقد تنعدم الاجنحة في كثير من الحشرات وهو اما طبيعيا كما في السمك الفضي او صفة مكتسبة كما في القمل . وكثيرا ما تحدث تحورات في الاجنحة خاصة الجناح الامامي وذلك لحماية الزوج الخلفي وتتحور الاجنحة الى :

1 – اجنحة جلدية Tegmina : كما في الصرصر والجراد وفيها يكون الجناح جلدي الملمس .

2 – اجنحة غمدية Elytra : كما في الخنافس وهو صلب سميك يشبه الصدفة وهو يستخدم لحماية جسم الحشرة .

3 – اجنحة نصف غمدية Hemielytra : كما في البقة المائية والبقة الخضراء وفيه يكون الجزء القاعدي صلب والقمي شفاف .

4 – اجنحة هدبية Hairy : كما في الثربس وهي انبوبة الشكل مختزلة العروق وفيها اهداب على طول الحواف .

5 – اجنحة شبكية Lace : كما في اسد المن والنمل وهي شفافة كثيرة العروق .

6 – اجنحة غشائية Membranous : كما في الاجنحة الخلفية لم عظم الحشرات والجناح الامامي في الذبابة المنزلية وفيه تكون الاجنحة رقيقة وشفافة وتستخدم في الطيران .

7 – اجنحة حرشفية Scaly : كما في الفراشات وابي الدقيقات وتكون الاجنحة مغطاة بحراشف ذات الوان مختلفة وهي متحورة من الشعيرات .

8 – دبوس الاتزان Halter : كما في الجناح الخلفي للذبابة المنزلية وتكون الاجنحة مختزلة الى ما يشبه العصا تساعد في الاتزان .

الطيران The Flight :

هناك عدة عوامل تتحكم بعملية الطيران ونوعيته في الحشرات ، اهمها الصفيحة الظهرية وهي الاهم والصفائح الابطية وتركيب الجناح نفسه والصفيحة الظهرية والعضلات المرتبطة بها هي :

1 – عضلات طولية تمتد بطول الحلقة وتربط مقدمة الصفيحة الظهرية بمؤخرتها .

2 – عضلات عمودية توصل الصفيحة الظهرية بالصفيحة البطنية .

3 – عضلات تمتد من الصفائح الجانبية والابطية وقاعدة الجناح الى الصفيحة البطنية .

اما حركة الصفيحة الظهر ية الى الاعلى والاسفل فهي الحركة الرئيسية والتي تحمل معها الاجنحة نحو الاعلى والاسفل اثناء عملية الطيران . وتعمل الصفائح الابطية لتغيير اتجاه الطيران نحو اليمين او الشمال حسب رغبة الحشرة . وتساعد ايضا في حركة الاجنحة بصورة عامة اما الصفيحتين فوق الصفيحة الجانبية الموجودتين على نتوء الجناح فتساعدان في تحريك الاجنحة حركة موضوعية .

ج – البطن The abdomen :

البطن هي الجزء الثالث من اجزاء الجسم وتتكون من عد ة حلقات وتتصل بالصدر مباشرة وتتكون من احدى عشرة حلقة في الحشرات البدائية مثل افراد رتبة اولية الذنب Protura ا لا ان الحلقة الحادية عشر غالبا ما تكون مختزلة جدا ولذا يندر ان يزيد عدد الحلقات عن العشرة ، وفي كثير من الحشرات المتقدمة يقل العدد اما بالاختزال كم ا في ذوات الذنب القافز تتكون من ست حلقات ، او التداخل مع بعضها البعض كما في الذبابة المنزلية نرى انها تتكون من خمس حلقات فقط بينما الحلقات من 6 – 9 تتداخل مع بعضها البعض ، او الاتحاد كما في غشائية الاجنحة حيث تتحد الحلقة البطنية الاولى مع الصدر الخلفي .

تركيب الحلقة البطنية : تتكون كل حلقة من صفيحة ظهرية من الاعلى وصفيحة بطنية من الاسفل ولم تحدد منطقة الاغشية الجانبية في الحلقات البطنية كما في الحلقات الصدرية ويصل الحلقات بعضها مع بعض بغشاء بين الحلقات .تحمل كل حلقة من الحلقات الثمانية الاولى من البطن في الحشرات الاولية زوج من الفتحات التنفسية البطنية بمعدل فتحة واحدة على كل جانب من جانبي الحلقة .

تقسم حلقات البطن الى ثلاث مناطق هي :

1 – الحلقات الحشوية Visceral segments : وتشمل الحلقات السبعة الاولى وهي ذات تركيب بسيط وتختلف بعضها عن بعض قليلا ولا تحتوي على اي زوائد اطلاقا في الحشرات المجنحة . ولكن في الحشرات غير المجنحة تحمل زوائد كما في ذوات الذنب القافز والسمك الفضي .

2 – الحلقات التناسلية Genital segments : وتضم الحلقة الثامنة والتاسعة في الانثى والحلقة التاسعة بالنسبة للذكر .

3 – الحلقات ما بعد التن اسلية post-genital segments : وتضم الحلقة العاشرة والحادية عشر وهما يتحدان في معظم الحشرات ويحملا من الجهة الجانبية القرون الشرجية وفي قمتها فتحة الشرج .

الزوائد البطنية : يحمل الجنين في الحشرات زوجا من الزوائد في كل حلقة من حلقات الجسم ، وعند التقدم في النمو الجنيني تختفي هذه الزوائد في الحلقات السبع الاولى (الحشوية) في الحشرات المجنحة وتبقى بعضها في الحشرات غير المجنحة واما زوائد الحلقات الاخرى فهي كما يلي :

أ – الحلقات التناسلية في الانثى : تبقى زوائد حلقتي البطن الثامنة والتاسعة لكي تكون اعضاء الجهاز التناسلي .

ب – الحلقات التناسلية في الذكر : تبقى زوائد الحلقة البطنية التاسعة لكي تكون اعضاء الة السفاد

ج – الحلقات ما بعد التناسلية : تختفي زوائد الحلقة العاشرة اما زوائد الحلقة الحادية عشر فتبقى في الذكر والانثى لكي تكون القرون الشرجية .

أ – تركيب الاعضاء التناسلية الخارجية في الاناث :

تتكون اعضاء التناسل الخارجية في اناث الحشرات من ثلاثة ازواج من الصفائح هي (الصفيحتان السفليتان من الحلقة الثامنة ، الصفيحتان الخارجيتان من الحلقة التاسعة ، والصفيحتان الداخليتان من الحلقة التاسعة) وهذه تكون بمجموعها الة وضع البض التي يختلف شكلها حسب طريقة وضع الانثى للبيض فهي :

1 – قصيرة كما في الجراد وتتحور للحفر علاوة الى وظيفتها

2 – طويلة كما في الكاروب .
3 – تتحور للسع كما في شغالة نحل العسل .
تتركب اله اللسع في شغالة النحل من اجزاء حادة وصفائح كايتينية هي :
1 – الجزء الحاد : زوج من الصفائح الكايتينية يخرج من الحلقة البطنية الثامنة يتحول الى الرمحين وزوج من الحلقة البطنية التاسعة احدها داخلي ويلتحم جزئيه ويكون الغمد والاخر خارجي وهو يكون عضوان شبيهان بالملامس .
2 – الصفائح الكايتينية : وهي تعمل كرافعة لدفع الاجزاء الحادة الى داخل جسم الفريسة بواسطة عضلات خاصة ويوجد ثلاثة انواع من الصفائح هي :
أ – زوج من الصفائح المستطيلة
ب – زوج من الصفائح المثلثة
ج – زوج من الصفائح المربعة
3 – الغدد السامة ويوجد منها نوعان هما :
أ – الغدد الحمضية : وهي انبوبية الشكل تصب افرازاتها ف ي كيس كبير يسمى مخزن الغدد الحمضية وهو يتصل بقناة السم المتصلة بالغدد .
ب – الغدد القلوية : وهي انبوبية الشكل ايضا وتصب في قناة السم بالقرب من مخزن الغدد الحمضية ، ويتحد افراز الغدتين ليحدث الاثر الاكبر في الفريسة .

ب – اعضاء التناسل في الذكر :
تتكون من صفائح وهي عبارة عن زوائد من الحلقة البطنية التاسعة وهي تكون الة السفاد وتتكون من :
1 – زوج خارجي ويكون المخالب Claspers والتي يستعملها الذكر في القبض على الانثى .
2 – زوج داخلي وهو يغلف الة السفاد وينشأ منه عضو التذكير .
3 – القرون الشرجية توجد القرون الشر جية في الذكر والانثى على حد سواء وهي تخرج من الحلقة الحادية عشر .

ج – تحورات القرون الشرجية :
1 – قرون شرجية طويلة ومعقلة كما في السمك الفضي
2 – قرون شرجية قصيرة ومعقلة كما في الصرصر
3 – قرون شرجية قصيرة وغير مقسمة عقلة واحدة كما في الجراد
4 – قرون شرجية قصيرة وغير مقسمة كم في ذبابة مايو
5 – قرون شرجية غير معقلة وتاخذ شكل الملقط وذلك للدفاع عن نفسها كما في ابرة العجوز
6 – قرون شرجية متحورة الى خياشيم كما في الرعاش الصغير .

الجهاز الهضمي Digestive System :

يتألف الجهاز الهضمي في الحشرات من القناة الهضمية والغدد الملحقة ، تكون القناة الهضمية في الحشرات على شكل انبوب متغير في الطول ، ففي بعض الحالات يكون انبوب القناة الهضمية مساويا لطول الجسم بينما في حالات اخرى يزيد طول القناة الهضمية على طول الجسم كثيرا ، وتكون القناة الهضمية بشكل عام على هيئة انبوب ملتوي يختلف قطره من منطقة لاخرى ويحوي تعرجات مختلف والنموذج البسيط للقناة الهضمية يوجد في عدة انواع من اليرقات كما هو الحال في حرشفية الاجنحة وغشائية الاج نحة وكذلك يوجد في بالغ الحشرات الاولية عديمة الاجنحة كما هو الحال في رتبة شعرية الذنب . وبصورة عامة ان القناة الهضمية في الحشرات التي تعتمد في غذائها على عصارات جاهزة تكون اكبر طولا من تلك التي تتغذى على انسجة حيوانية او نباتية صلبة .

تبعا لطبيعة النمو الجنيني للقناة الهضمية فيمكن تميزها الى الاجزاء التالية :

1 – القناة الهضمية الامامية Foregut او المعي الامامي Stomodaeum

2 – القناة الهضمية الوسطى Midgut او المعي الوسطي Mesenterone

3 – القناة الهضمية الخلفية Hindgut او المعي الخلفي Proctodaeum

1 – القناة الهضمية الامامية : تنشأ جنينيا من جدار الجسم كانبعاج الى الداخل وبذلك يمكن تمييز الطبقات الاتية من الداخل الى الخارج وهي استمرار لطبقات جدار الجسم :

أ – الطبقة الكايتينية Intima : وهي طبقة رقيقة تبطن الامعاء الامامية من الداخل وتعتبر استمرارا لطبقة الكيوتكل التي تكسو جدار الجسم من الخارج .

ب – الطبقة الطلائية Epithelial layer : وهي عبارة عن استمرار لطبقة البشرة الداخلية الموجودة في جدار الجسم ، وعادة تكون رقيقة وهي تقوم بافراز مادة الكايتين الداخلية .

ج – الغشاء القاعدي Basement membrane : وهو غشاء رقيق غير خلوي تستند عليه الطبقة الطلائية .

د – العضلات الطولية Longitudinal muscles : تبدو الياف هذه الطبقة بشكل كتل في المقطع العرضي .

ه – العضلات الدائرية Circular muscles : تبدو الياف هذه العضلات بشكل حلقات تلي طبقة العضلات الطولية من الخارج في المقطع العرضي .

و – الغشاء البريتوني Peritonial membrane : وهو نوع من النسيج الرابط ويكون رقيق جدا .

يمكن تقسيم القناة الهضمية الامامية الى الاجزاء التالية اعتبارا من الامام الى الخلف :

1 – التجويف الفمي Oral cavity : وهو عبارة عن تجويف محصور بين اجزاء الفم والشفتين العليا والسفلى وفي بعض الحشرات يقسم هذا التجويف بواسطة اللسان Hypopharynx الى قسمين امامي ويدعى التجويف الدماغي Cibarium واخر خلفي يدعى التجويف اللعابي Salivarium .

2 – البلعوم Pharynx : وهو انبوب صغير يقع بين التجويف الفمي والمريء ويكون مزودا بعضلات موسعة تبدأ على سطحه الظهري كما هم الحال في الحشرات الماصة حيث يعمل كمضخة لامتصاص الغذاء السائل وينفصل عن التجويف الفمي بحدود العقدة العصبية الامامية للجهاز العصبي المعدي السمبثاوي .

3 – المريء Oesophagus : وهو تركيب انبوبي ضيق يتسع تدريجيا الى الخلف ويمتد من نهاية البلعوم حتى الجزء الامامي للصدر ويحوي جداره الداخلي طيات طولية ، ووظيفة المريء

كما هو الحال في البلعوم لتمرير المواد الغذائية الداخلة الى الجهاز الهضمي من التجويف الفمي الى الحوصلة .

4 – الحوصلة Crop : وهي عبارة عن تركيب متسع بعد الجزء الخلفي للمريء وت وجد في اغلب الحشرات وكثيرا ما يختلف من حيث الشكل ، وظيفتها خزن المواد الغذائية وترطيبها ويكون جدارها رقيقا ويحوي على عضلات ضعيفة التكوين ، ويحصل هضم جزئي ايضا في الحوصلة بفعل انزيمات اللعاب وبعض الانزيمات التي تصل الى الحوصلة من القناة الهضمية الوسطى .

5 – القانصة Proventriculus or Gizzard : وهي عبارة عن تركيب يلي الحوصلة وتكون جدران القانصة جيدة التكوين في الحشرات القاضمة ويتميز هذا التركيب بوجود نمو طبقة الكايتين بشكل صفائح متقرنة مزودة بنتوءات مسننة بذا يحصل الهضم الميكانيكي في الداخل مما تزيد عملية طحن الغذاء المخزون ويزيد في سمك القانصة ايضا النمو الجيد لطبقة العضلات وفي عدة حشرات يوجد عند نقطة اتصال القناة الهضمية الامامية بالوسطى صمام يدعى الصمام القلبي Cardiac valve ويسمى ايضا بالصمام المريئي Oesophageal valve وينشأ هذا التركيب من جدار القناة الهضمية الامامية ويمتد داخل تجويف القناة الهضمية الوسطى وبعدها يعود ثانية متجها نحو الامام ليتصل بجدار القانصة .

2 – القناة الهضمية الوسطية : يختلف هذا التركيب من ناحية الشكل والسعة والاصل والوظيفة في الحشرات المختلفة حيث تأخذ شكل الكيس في بعض الحشرات بينما تكو ن انبوبية التركيب ملتوية في حشرات اخرى . وتفرز الطلائية الغدية الانزيمات الهاضمة اما بطريقة رشح الانزيمات خلال اغشية الخلايا وتدعى هذه الطريقة Merocrine او بانفجار الخلايا الطلائية الغدية نتيجة امتلائها بالافرازات الهاضمة وتدعى هذه الطريقة Holocrine فتمتزج هذه الافرازات بالكتلة الغذائية وبذلك يحصل الهضم الكيمياوي . وقد تنقسم الى اجزاء كثيرة كما في حشرات نصفية الاجنحة وتنشأ القناة الهضمية الوسطى اثناء النمو الجنيني من طبقة الاندوديرم كانبوب موصل بين القناتين الامامية والخلفية وهي لا تبطن بطبقة كايتينية كما ف ي القناتين الاخريتين . ويمكن تمييز الطبقات التالية في مقطع القناة الهضمية الوسطية اعتبارا من الداخل الى الخارج ويتعرج السطح الداخلي للقناة الهضمية الوسطى ليزيد من سطح الهضم والامتصاص

أ – النسيج الطلائي المعوي Enteric epithelium : وهو صف من الخلايا التي تكون طويلة والتي تستند على الغشاء القاعدي ، وقد تتميز الطلائية هنا الى ثلاثة نماذج من الخلايا هي الخلايا الطلائية العمودية Columnar cells والخلايا المولدة Regenerative cells والخلايا الغدية الافرازية Secretory cells وتقوم الطبقة الطلائية بافراز الانزيمات اله اضمة وامتصاص النواتج الهضمية ، في كثير من الحشرات تزداد المساحة السطحية للقناة الوسطية بودود نموات بشكل نتوءات الى الخارج تدعى بالزوائد الاعورية Gastric caecae مختلفة العدد ، تقع هذه الزوائد عادة في منطقة اتصال القناتين الامامية والوسطية وهي بشكل انابيب اص بعية مسدودة النهاية كما في مستقيمة الاجنحة وقد تنتشر على سطح القناة الهضمية الوسطية وتكون قصيرة بشكل نتوءات مسدودة النهاية كما في رتبة حرشفية الاجنحة .

ب – الغشاء القاعدي : وتستند عليه خلايا الطلائية المعدية وهو تركيب رقيق غير خلوي ايضا وغير حي .

ج – العضلات الدائرية تلي الغشاء القاعدي على عكس القناة الهضمية الامامية .

د – العضلات الطولية وتكون الى الخارج من العضلات الدائرية .

ه – الغشاء البريتوني ويغلف القناة الهضمية الوسطية من الخارج وهو نسيج رابط رقيق .

الغشاء حول الغذاء Peritrophic membrane : وهو غشاء كايتيني ينشأ من مقدمة القناة الهضمية الوسطى في بعض الحشرات ويغلف الكتلة الغذائية وهو يسمح بنفاذ الانزيمات خلاله

للوصول الى المادة الغذائية وكذلك يرشح المواد المهضومة من قبل الطلائية . ويعتقد ان وظيفة الطبقة الكايتينية هذه بعض الوظائف هي حماية الطبقة الطلائ ية من التخدش الميكانيكي بالغذاء الصلب الداخل حديثا وكذلك يمنع امتصاص المواد غير تامة الهضم . لكن دلت الابحاث الحديثة بواسطة المجهر الالكتروني على بعض انواع نصفية الاجنحة والتي تكون تغذيتها طبعا امتصاص عصارات نباتية على وجود مثل هذا الغشاء وبذلك ترك الاعتقا د السائد ان مثل هذا الغشاء يوجد فقط في القناة الهضمية الوسطى للحشرات التي تكون اعضاء فمها قاضمة كالجراد مثلا .

3 – القناة الهضمية الخلفية : يتميز هذا الجزء من القناة الهضمية بنفس الاسلوب الذي تنمو فيه القناة الهضمية الامامية بشكل انبعاج اثناء النمو الجني ني من جدار الجسم في الجزء الخلفي للحشرة فهو يحتوي على نفس التراكيب الموجودة في الامعاء الامامية ما عدا العضلات الدائرية فأنها تنمو بدرجة مغايرة الى الداخل اي الى خارج العضلات الطولية ويوجد صمام في نقطة اتصال القناة الهضمية الوسطية بالخلفية يسمى الصمام البو ابي Pyloric valve وكذلك تنشأ تراكيب انبوبية طويلة مسدودة النهاية تسمى انابيب مالبيجي Malpighian tubules تختلف انابيب مالبيجي في الحشرات من ناحية العدد واللون وطريقة الاتصال على الرغم من ذكر انابيب مالبيجي هنا في الجهاز الهضمي لاتصالها به فقط الا ان وظيفتها ابرازية .
ويمكن تمييز القناة الهضمية الخلفية الى الاجزاء التالية :
أ – اللفائفي Ileum : وهو بشكل انبوب قصير وضيق وعادة ملتو على نفسه ويسمى احيانا بالامعاء الدقيقة Small intestine .
ب – القولون Colon : وهو انبوب يلي اللفائفي عادة يكون غير ملتف ويؤدي الى ال مستقيم وقطره اوسع من اللفائفي ولهذا يسمى احيانا بالامعاء الغليظة Large intestine .
ج – المستقيم Rectum : وهو الجزء الخلفي من القناة الهضمية ويكون متسعا ويحوي المواد الابرازية التي تلفظ الى الخارج عن طريق فتحة المخرج Anus تنمو على السطح الداخلي للمستقيم في كثير من الحشرات خلايا خاصة بشكل وسادات pads تشكل ما يسمى الغدد المستقيمية Rectal glands والتي يعتقد انها تفيد في امتصاص الماء وايونات الاملاح والمواد المفيدة من الفضلات قبل لفظها الى الخارج .

الغدد اللعابية Salivary glands :
يتصل بالجهاز الهضمي زوج او اك ثر من الغدد اللعابية تمتد من منطقة الصدر على جانبي المريئ وتتحد قناتاهما معا مكونة قناة مشتركة تفتح بفتحة واقعة على او قرب قاعدة اللسان ومنها تصب الافرازات اللعابية في الفراغ قبل الفمي حيث تختلط بالغذاء عندما يبتلع ، ووظيفة هذه الغدد افراز اللعاب الذ ي يساعد على تنظيف الفم وترطيبه كما يعمل على هضم الكاربوهيدرات . توجد عدة انواع من الغدد اللعابية في الحشرات هي :
1 – غدد الشفة السفلى Labial glands : تصب محتوياتها قرب الشفة السفلى وتوجد هذه الغدد في معظم الحشرات وتكون عنقودية الشكل ، تقوم الغدد الشفوية با فراز اللعاب لترطيب الفم ويحتوي اللعاب على عدة انزيمات مثل الاميليز والانفرتيز والبروتيز والليبيز .
2 – غدد الفكوك العليا Mandibular glands : تصب محتوياتها قرب الفكوك العليا وتوجد هذه الغدد في الحشرات غير المجنحة وفي رتب حشرات متساوية الاجنحة وغمدية الاجنحة وغشائية الاجنحة وتكون على هيئة كيس يقع في منطقة الراس ، تعمل هذه الغدد في ملكة نحل العسل بافراز الفرمونات التي تتحكم بالتركيب الاجتماعي للمستعمرة ، وفي الشغالات فانها تعمل على افراز اللعاب الذي يطري شرنقة العذراء لمساعدة الحشرة البالغة على الخروج من شرنقتها غشائية الاجنحة وبالاخص في شغالة نحل العسل التي تقوم بانتاج الغذاء الملكي وافراز انزيم الانفرتيز .

4 – غدد الفكوك السفلى Maxillary glands : تصب محتوياتها قرب الفكوك السفلى وتوجد في رتيبة غير متجانسة الاجنحة Heteroptera وتقوم بافراز مادة سامة تعمل على قتل الفريسة

التغذية : تتغذى معظم الحشرات على اغذية كثيرة متنوعة نباتية او حيوانية والقليل منها يعيش على مواد غذائية معينة قد تقتصر على مادة او اثنين مثلا ، ومهما اختلفت الحشرات في طبائع التغذية فان الغالبية العظمى تتفق في الاحتياجات الغذائية الاتية لاهميته ا القصوى للنشاط الحيوي في الجسم :

1 – الماء والاملاح المعدنية وهما على اهميتهما يوجدان في معظم المواد الغذائية التي تتناولها الحشرات وفي البيئات الجافة قد تحصل الحشرة على الماء اللازم لها من نواتج العمليات التي تتم اثناء التنفس .

2 – مصادر الطاقة : ينبغي ا ن تتوفر في الغذاء ايضا مواد تعمل كمصادر للطاقة اللازمة للانشطة المختلفة ، وتعتبر المواد الكاربوهيدراتية اهم مصادر الطاقة بالنسبة للحشرات كما قد تحصل بعض الحشرات مثل يرقات بعوضة الايدس Aedes larvae على الطاقة اللازمة لها نتيجة اكسدة المواد الدهنية .

3 – البروتينات والاحماض الامينية : لا بد ان يحتوي غذاء الحشرة ايضا على كميات من البروتين الذي تحتاج اليه اوجه النشاط وتعتبر الاحماض الامينية الناتجة من هضم البروتين ضرورية للحشرة في بناء الجسم وتجديد الانسجة وتكوين البيض وغير ذلك . ان الاحماض الامينية اللازمة للنمو والتكشف في الحشرات هي : Cystine , Tryptophane , Histidine , Arginine , Valine .

4 – الفيتامينات : من الضروري اني يحتوي الغذاء ايضا على فيتامينات معينة تختلف باختلاف الحشرات فغالبية الحشرات لا تحتاج الى فيتامين D , G في غذائها كما ان فيتامين A ليس ضروريا ، اما مجموعة فيتامينات B فتعتبر جوهرية لها وهذه الفيتامينات لا تحصل عليها الحشرات من غذائها وانما تصنع بداخل جسم الحشرة بواسطة كائنات حقيقية معايشة موجودة سواء في القناة الهضمية او في خلايا مخصوصة تسمى Mycetocytes والتي قد تكون احيانا متجمعة معا على صورة اعضاء تدعى Mycetomes وهي تحتوي على بكتريا او فطريات او خمائر .

الهضم : تدخل معظم الحشرات طعامها في الجسم عن طريق فتحة الفم وبعض اليرقات المتطفلة لها القدرة على امتصاص غذائها من انسجة عوائلها عن طريق اسطح اجسامها ، والحشرات ذات اجزاء الفم القارضة مزودة بفك وك علوية وفكوك سفلية قوية تعمل عل تقطيع المواد الغذائية وطحنها ثم دفعها في البلعوم ، اما الحشرات ذات اجزاء الفم الماصة فيعمل البلعوم فيها كمضخة ترفع الغذاء خلال اجزاء الفم الى المريء ويتحرك الطعام على طول القناة الهضمية بواسطة الحركة الدودية . ولكي يصبح الغذاء صالحا للامتصاص بواسطة المعدة لا بد وان تحول مكوناته اولا الى مواد ذاتية اقل تعقيدا وتتم هذه التغيرات بتأثير انزيمات هاضمة تفرزها الغدد اللعابية وطلائية المعدة ويحدث ذلك الهضم في الحوصلة والمعدة . وتبدأ عملية هضم الطعام مع بدء التغذية حيث يضاف اليه اللعاب اثناء وجوده في الفراغ قبل الفمي او قبل ذلك كما في كثير من الحشرات التي تحقن لعابها في السوائل الغذائية التي تمتصها ، واللعاب سائل متعادل غالبا ويحتوي عادة على انزيم الاميليز Amylase الذي يؤثر على المواد الكاربوهيدراتية . والحشرات الماصة للدم مثل البعوض لا يحتوي لعابها على انزيمات هاضمة ولكنه يحتوي على مادة تمنع تجلط الدم حتى لا ينسد به مجرى الغذاء . ويمر الطعام بعد تناوله من المريء الى الجزء الخلفي من المعي الامامية الذي يعمل كحوصلة يخزن فيها الطعام حيث يهضم جزئيا بواسطة انزيمات اللعاب وانزيمات عصارات ه ضمية اتية من المعدة عن طريق القانصة والقانصة مزودة باسنان حادة تعمل على تقطيعه وخلطه مع الانزيمات الهاضمة وغربلته من

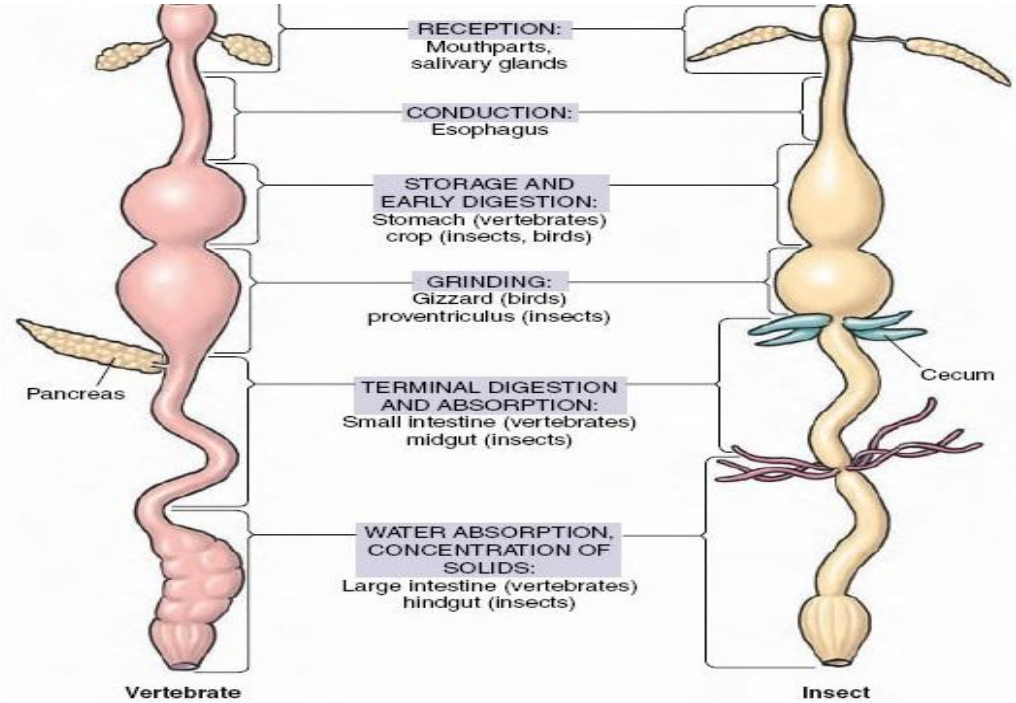
الحبيبات الخشنة ان وجدت قبل تمريره خلفا الى المعدة . وعند وصول الغذاء الى المعدة تفرز عليه هي والزوائد الاعورية الافرازات الهاضمة التي تماث ل افرازات معدة الانسان مع غياب انزيم الببسين وحامض الهيدروكلوريك ولذلك تميل محتويات معدة الحشرات الى القلوية . لقد وجد ان الانزيمات التي تفرزها معدة الحشرات تقع في ثلاثة انواع هي :

1 – الكاربوهيدريزات Carbohydrases : تؤثر على الكاربوهيدرات المعقدة وتحولها الى سكريات بسيطة وهي تشمل الاميليزات Amylases التي تؤثر على النشويات والكلايكوسايديزات Glycosidases التي تحطم السكريات المعقدة كالمالتوز والسكروز والاكتوز .

2 – اللايبزات Lipases : تحطم الدهون .

البروتييزات Protases : تهضم البروتينات وهي تشمل Endopeptidases التي تؤثر على البروتينات والببتونات فتحولها الى Polypeptides ثم الى Exopeptidases التي تكمل العملية فتحطم الببتيدات الى احماض امينية .

ان الحشرات تختلف عن بعضها في نوع الاجزاء الفمية تبعا لنوع الغذاء وطريقة تناوله فأننا نجدها ايضا تختلف عن بعضها من حيث الانزيمات التي تفرزها المعدة وذلك تبعا لصنف الغذاء ونوع محتوياته فالحشرات التي تتغذى على اغذية شتى كالصرصر تفرز معدتها جميع انواع الانزيمات السابقة ، بينما في الحشرات الماصة للدم تفرز المعدة البروتيزات بكمية وافرة وتكاد لا تفرزه اي كاربوهيدرات وعلى النقيض من ذلك في الفراشات وابي دقيقات وهي تتغذى على رحيق الازهار فان المعدة لا تفرز الا الانفرتيزات Invertases التي تحلل قصب السكر تحللا مائيا والحشرات التي تتغذى على اوراق النباتات او اخشاب الاشجار بعضها تفرز معدته انزيم السيلوليز Cellulase الذي يحطم السيليلوز بينما بعضها الاخر لا تفرز معدته انزيم السيلوليز الا ان كائنات دقيقة توجد بجسمه تقوم له بمهمة هضم السيليلوز . ويتم امتصاص نواتج هضم الطعام في المعدة بواسطة خلايا طبقتها الطلائية وتمر بقايا الطعام بعد الهضم والامتصاص الى المعي الخلفي حيث يحدث فيها امتصاص طفيف لنواتج الهضم وكذلك قد يحدث امتصاص للماء في المعي الخلفي بواسطة حلمات المستقيم ولا سيما في الحشرات التي تعيش في البيئات الجافة والتي تتغذى على مواد جافة ، وتحتفظ الحشرة بهذا الماء الممتص لاستعماله مرة ثانية وفي مثل هذه الحالة تكون قطع البراز جافة وتدفعها عضلات المستقيم القوية للخارج .



جهاز الإخراج Excretory system :
الإخراج Excretion : هو طرح فضلات الفعاليات الايضية Metabolism خارج جسم الحشرة وان معظم هذه الفضلات هي عديمة الفائدة للحشرة او انها تضر بجسمها اذا تركت فيه . انواع الفضلات هي الماء وثاني اوكسيد الكاربون اللذان يطرحان الى الخارج في عملية الزفير وهي في الحقيقة عملية اخراجية ، تقتصر عمليات طرح الفضلات بواسطة اعضاء الاخراج على الماء الزائد والاملاح وال فضلات النتروجينية مثل حامض اليوريك واليوريا وغيرها من المركبات العضوية الضارة . ليست جميع هذه الفضلات هي نواتج عمليات الايض بل ان بعضها داخل جسم الحشرة مع الغذاء بكميات تفيض عن حاجة جسم الحشرة فلا بد من التخلص منها ، ان فضلات عمليات الايض قد لا تطرح خارج جسم الحشرة بعد تكوينها بل قد تخزن مؤقتا في مكان اخر غير مكان تكوينها وقد تستخدم لاغراض مفيدة في جسم الحشرة .

اعضاء الاخراج في الحشرة هي :
1 – انابيب مالبيجي Malpighian tubules :وهي تنشأ كانبعاجات خارجية عند الطرف الامامي للمعي الخلفي ولها طرفان ، احدهما سا ئب وهو اما عائم في الدم او يتصل بالمستقيم بواسطة غشاء رقيق والاخر يتصل بالقناة الهضمية . يختلف عدد هذه الانابيب من حشرة الى اخرى فتتراوح اثنين كما في الحشرات القشرية الى اربعة في ذات الجناحين ، ومن 20 – 100 في مستقيمة الاجنحة وتزيد عن المائة في غشائية الاجنحة . ويختلف طول هذه الانابيب فكلما قل العدد زاد الطول . ان لون انابيب مالبيجي يتراوح من الابيض الى الاصفر واحيانا يكون لونها اسمر او بني . تكون انبوبة مالبيجي مجوفة وتتركب من الداخل من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية اما ان تكون مبطنة لجميع جدار الانبوبة من اولها الى اخرها او توجد فقط في النصف الامامي السائب واما النصف الخلفي فتبطنه خلايا اخرى ذات اهداب .

وظيفة انابيب مالبيجي هي :
أ – استخلاص حامض البوليك واليوريا من جسم الحشرة وطرحها مع البراز ، حيث تمتص خلايا النصف العلوي (الطلائية) من انابيب مالبيجي يور ات الصوديوم او البوتاسيوم القلوية وتفرزها ثانية داخل الانبوبة وعندما يصل هذا السائل الى الجزء الخلفي من الانبوبة تدفعه الخلايا الهدبية الموجودة على الجدار من الداخل الى الخلف وفي هذه الاثناء يتم استخلاص الصوديوم والبوتاسيوم على هيئة بيكاربونات وكذلك تستخلص من الماء فيتبقى بعد ذلك املاح حامض البوليك التي تخرج مع البراز . ويرجع الماء وبيكاربونات الصوديوم والبوتاسيوم الى الخلايا الطلائية مرة ثانية فتفرزها في الدم وهكذا تتكرر العملية .
ب – افراز بعض الانزيمات الهاضمة او افراز المادة الحريرية كما في بعض حشرات غم دية الاجنحة وحشرة اسد المن .

2 – الاجسام الدهنية : وهي عبارة عن كتلة من الخلايا ذات اشكال مختلفة توجد بشكل واضح داخل جسم الحشرة وتتجمع في طبقتين احدهما تقع تحت جدار الجسم وتسمى بالطبقة الدهنية الجدارية والطبقة الثانية هي الطبقة المحيطة بالقناة الهضمية وتس مى بالطبقة الحشوية . وظيفة الاجسام الدهنية الرئيسية هي اختزان كمية كبيرة من الطاقة بشكل دهن وكلايكوجين لتستعملها الحشرة اثناء فعالياتها الحيوية المختلفة . وكذلك وجد ان الاجسام الدهنية تخزن ايضا املاح اليوريا وخاصة في الحشرات التي لا تحتوي على انابيب مالبيج ي مثل ذوات الذنب القافز فوجد في الجسم الدهني خلايا بولية Urate cell تمتص البول وتخزن داخلها بشكل بلورات .

3 – الخلايا البولية Nephrocytes : وهي عبارة عن خلايا كلوية بها نويتان وتقع في انحاء مختلفة من جسم الحشرة حتى في لواحقها ولكنها توجد بصورة خاصة في التج ويف المحيط بالقلب اي التجويف العلوي على جانبي القلب بشكل كتل او اشرطة طويلة من الخلايا ولهذا تسمى هذه الخلايا بالخلايا المحيطة بالقلب Prericardial cells ، او توجد الخلايا البولية متصلة بالغدد اللعابية ولهذه الخلايا خاصية امتصاص الفضلات الموجودة في دم الحشر ة الناتجة من فعاليات الايض والمواد الضارة الاخرى ولهذا يطلق عليها ايضا كلى الخزن Storage kidneys . ان الوظيفة الاساسية لهذه الخلايا هي امتصاص المواد الغروية كالبومين والكلوبيولين ومشتقاتهما وان خاصيتها لامتصاص صبغات معينة هي بسبب ميلها للالتحام بالغرويات فلذلك تمتص المواد الملونة ذات الطبيعة الغروية ونادرا ما تمتص مواد بلورية .

4 – جدار الجسم : يتكون جدار الجسم من الكايتين وهو مادة نتروجينية تصنع من مواد تحتوي على النايتروجين بعضها من الفضلات وتترسب فيه الاملاح والصبغات وكثير من فضلات الجسم مما تكسبه قوة ولونا وعند انسلاخ جدار الجسم تتخلص الحشرة من الفضلات التي تترسب فيه وتكون هذه العمليه في الانسلاخات المتتالية ويتخلص الجسم في كل مرة مما تجمعت فيه من فضلات ترسبت في جداره . غدد جدار الجسم تنتج مواد ذات اغراض عديدة مهمة في حياة الحشرة فهي اما ان ترطب سطح الجسم او تضيف مواد شمعية او دهنية او مواد طاردة للاعداء او جاذبة للجنس الاخر وغير ذلك ، بالاضافة الى هذه الفوائد لغدد جدار الجسم فقد تكون مواد اخراجية يطرحها الجسم الى الخارج فيتخلص منها .

5 – جداران القناة الهضمية : كثير من المختصين يعتقدون ان جدارن القناة الهضمية تقوم بوظيفة اخراجية اذا وجدت بعض املاح الكالسيوم واملاح حامض اليوريك متجمعة في جدران الامعاء الوسطى في حشرات كثيرة ومن المحتمل ان هذه المواد اخراجية تجمعت في الخلايا بمعدل سريع لم تستطع اعضاء الاخراج المختلفة التخلص منها حال تكونها او قد تكون مواد امتصت ولم يستطع جسم الحشرة الاستفادة منها ، فجسم الحشرة لا يستفيد من الكالسيوم مثلا لذلك لا بد من طرحه الى قناة الامعاء ليخرج مع البراز ، كما تقوم الامعاء الخلفية في الحشرة باستخلاص الفضلات من الدم وطرحها بداخل مجرى القناة للخارج .

الجهاز العضلي Muscular system :

للحشرة جهاز عضلي معقد يسيطر على حركات الجسم فبعض العضلات تحرك قطع الجسم واخرى تحرك لواحقه وثالثة مسؤولة عن حركة احشاء الجسم الداخلية . عضلات الحشرة عديدة لدرجة غريبة فقد يصل عددها في بعض الحشرات الى 4000 عضلة بالمقارنة مع 400 او 500 عضلة في جسم الانسان . وهذه العضلات لا تكون نظاما مستمرا ولكنها منتشرة في كل مكان في جسم الحشرة وتدخل في تركيب اعضاء كثيرة متنوعة في تجاويف الجسم بنظام معين يختلف من مجموعة الى اخرى . وعند تشريح الحشرة تظهر عظلاتها كجزء واضح في الجسم وتكون نصف شفافة او رمادية اللون في البطن بينما تظهر عضلات الصدر صفراء او برتقالية او بنية اللون . وتختلف عضلات الحشرة عنها في الفقريات بان عضلات الحشرة الارادية وغير الارادية هي من النوع المخطط Striated والذي يرى كذلك بالعين المجردة . ان عضلات الحشرة هي اعضاء كفوءة جدا فلها القابلية على العمل المستمر لفترات طويلة كما نشاهد في كثير من الحشرات الطيارة التي تطير لمسافات كبيرة تتذبذب خلال اجنحتها الاف المرات في الدقيقة الواحدة كما هو الحال في تكاثرها السريع تعتمد على عمليات ايض عالية السرعة .

تركيب العضلة في الحشرة : تتركب العضلة من الياف عضلية عديدة Muscle fibers يغلف كل ليفة منها غلاف رقيق يسمى غلاف الليفة العضلية Sarcolemma الذي يحتوي بداخله على

المحتويات الحية وعلى اللويفات العضلية Myofibrils وتكون نوى الالياف العضلية بيضوية او متطاولة وتقع في الجزء المحيطي لليف على الاغلب ، توجد اللويفات العضلية بشكل حزم داخل الليف الواحد يفصلها عن بعضها كمية من السايتوبلازم العضلي . تظهر اللويفات العضلية مخططة عرضيا بمناطق غامقة تتبادل مع اخرى فاتحة وتظهر هذه المناطق المخططة بنفس المستوى في لويفات الليف الواحد فيظهر الليف الواحد نفسه مخططا عرضيا لاستمرار التخطيط في لويفاته . يتصل احد طرفي العضلة والذي يعرف بأصل العضلة بجزء ثالث من الهيكل الخارجي (مركز اتصال العضلة) لجسم الحشرة بينما يتصل الطرف الاخر بالعضو المراد تحريكه في موضع منه يعرف بموضع ادماج العضلة .

يقسم النسيج العضلي في الحشرة الى ثلاثة اقسام على اساس توزيع العضلات في الجسم كما يلي
1 – العضلات الحشوية Visceral muscles : هذه العضلات تحيط من الخارج بالقناة الهضمية وقنوات الجهاز التناسلي كطبقة واقية من العضلات التي تتحكم في حركتها الدودية . وتكون هذه العضلات طولية او عرضية او مائلة او مجموعة من اكثر من نوع واحد منها . كما وتوجد في جسم الحشرة عضلات ذات وظائف خاصة كالتي تتحكم في فتح وغلق الفتحات التنفسية وفي منطقة الفم . كما وتوجد العضلات في بعض المناطق اعضاء نابضة كما في جهاز الدوران فتساعد في عملية دوران الدم في جسم الحشرة .

2 – حزم حلقات الجسم Segmental bands : ترتبط قطع الجسم المختلفة مع بعضها بسلسلة من حزم عضلية وبذلك تعطي للجسم شكله العام ، ففي البطن ترتبط بظهور حلقات الجسم ببعضها بواسطة حزم عضلية طولية ظهرية Longitudinal tergal muscles كما وترتبط الصفائح القصية Sterna ببعضها بواسطة حزم عضلية طولية قصية Longitudinal sternal muscles وعند انقباض هاتين المجموعتين من العضلات في ان واحد تقصر البطن لتداخل حلقاتها وتعود الى حالتها الطبيعية عند انبساطها وعند انقباض المجموعة الظهرية منها فقط تنحني البطن الى الاعلى وعند انقباض المجموعة القصية منها لوحدها تنحني البطن الى الاسفل وترتبط الصفائح الظهرية بالصفائح القصية في الحلقة الواحدة بعضلات مائلة او عمودية ظهرية قصية Tergosternal muscles وتعمل هذه العضلات على تقريب او تبعيد الصفائح الظهرية عن القصية فبذلك يتأثر الضغط الداخلي للحشرة وهذا يرتبط بعملية تنفس جهاز الحشرة القصبي اما في الصدر فأن تنظيم العضلات يختلف كليا عما في البطن لوجود اعضاء الحركة الارجل والاجنحة . واكثر عضلات الصدر وضوحا هي تلك التي تسيطر على حركة الارجل والاجنحة وهي مجاميع تشبه الحبال Cordlike group ومن ابرزها العضلات الطولية والمائلة التي تمتد بين الصفيحة الظهرية او الصفيحة القصية والصفيحة الجانبية وتعمل على تحريك الاجنحة او التي تصل بين الصفيحة العلوية وقاعدة الارجل وتعمل على تحريك الارجل . اما عضلات الصدر الاخرى فهي اصغر حجما واقل وضوحا . يختلف تنظيم عضلات كلا الصدر والبطن اختلافا مميزا بين انواع الحشرات المختلفة .

3 – عضلات لواحق الجسم Muscles of appendages : تحتوي اللواحق المتحركة على حزم عضلية تختلف في حجمها وتنظيمها في اللواحق المختلفة . فالفك العلوي في الحشرات القارضة مثلا يتصل بعضلات سميكة تملأ جزءا كبيرا في الراس ولكن لا توجد عضلات بدا خل الفك نفسه . وهذا بعكس اللواحق المكونة من حلقات او قطع كالارجل واللوامس والفكوك السفلية الت تتخللها الحزم العضلية وتمتد من حلقة لأخرى من الداخل بالاضافة الى عضلات تتصل بقواعدها وتربطها بالهيكل الداخلي للجسم او بجدار الجسم مباشرة ، فتتحرك العضلات الداخلية الاولى اجزاء اللاحقة ، بينما تحرك العضلات الخارجية الثانية اللاحقة كلها من قاعدتها فاللوامس مثلا عضلات تنبت من الجدار الداخلي لصندوق الراس وتتصل بقاعدة اصل اللامس وتحرك

هذه العضلات اللامس باكمله ، بينما تنشأ مجموعة ثانية من العضلات من داخل الاصل وتتصل بقاعدة الحامل وتحرك هذه العضلات اللامس من عند قاعدة الحامل فقط . وتخلو قطع سوق اللامس من عضلات بأستثناء حشرات رتبتي ذوات الذنب القافز واولية الذنب حيث تتخلل العضلات جميع قطع اللامس عدا الطرفية منها .

بشكل عام تعتبر الخلية العضلية او الليفة العضلية Myofibre الوحدة الاساسية في بناء العضلة حيث تتألف كل عضلة من بضعة حزم تحتوي العديد من الالياف التي تمتد على طول العضلة ، تكون الليفة العضلية طولية الشكل وتحتوي على التراكيب الاتية :

1 – الجدار العضلي Sarcolemma : يحيط بمحتويات الليفة العضلية ويتألف من الغشاء القاعدي وغشاء البلازما .

2 – السايتوبلازم العضلي والشبكة البلازمية العضلية Sarcoplasm and saecoplasmic reticulum : يحتوي السايتوبلازم العضلي على الايونات غير العضوية والجزيئات العضوية ويقوم مع المايتوكوندريا العصلية بصناعة مركب الطاقة ATP . يحاط السايتوبلازم با لشبكة البلازمية العضلية .

3 – نظام الانابيب المستعرضة Transverse tubular system : ينبعج الجدار العضلي في مواقع مختلفة مكوننا انابيب مستعرضة وهذه الانابيب تتفرع في داخل الليفة عدة تفرعات لكنها لا تلتقي مع بعضها وهنالك نوعان من هذه الانابيب الاول ناتج من انبعاج الجدار العضلي بغشائيه القاعدي والبلازمي وتتميز بان مقطعها العرضي دائري ، والثاني ناتج من انبعاج غشاء البلازما لوحده وتتميز بمقطعها المسطح . وينتج من هذه الانابيب المستعرضة قنوات تحوي داخلها على السائل خارج خلوي .

4 – النوى Nuclei : اغلب الالياف العضلية تكون متعددة النوى ويختلف موقعها باختلاف انواع الالياف فقد تكون مركزية او جانبية . وتقوم النوى مع السايتوبلازم العضلي بصناعة بروتينات الالياف العضلية .

5 – المايتوكوندريا العضلية Sarcosomes : تمتاز العضلات باحتوائها على عدد كبير من المايتوكوندريا العضلية وخصوصا العضلات الهيكلية وعضلات الطيران التي تحتاج الى توفر الطاقة ATP بكثرة وبسرعة حيث تشغل 30 – 40 % من حجم الليفة العضلية في حين تكون اعدادها وحجمها اصغر في العضلات الهيكلية الاخرى والعضلات الحشوية .

6 – اللويفات العضلية Myofibrils : تعتبر اللويفات عناصر التقلص وتحتوي كل ليفة عضلية في العضلات الهيكلية على اعداد كبيرة من هذه اللويفات التي غالبا ما تمتد على طول الليفة وتحاط بالسايتوبلازم العضلي والمايتوكوندريا العضلية وتتالف كل لويفة من عدة انواع من البروتينات امكن عزلها بصورة نقية من العضلات وهي :

أ – الاكتين Actin : وهو احد البروتينات الاساسية المكونة للويفات ويتركب من 17 حامض اميني ، ويوجد بحالتين الاولى بشكل جزيئات كروية منفردة تسمى الاكتين الكروي Globular actin ويرمز له G-Actin والثانية بشكل اكتين خيطي Filament actin ويرمز له بالرمز F-Actin ويصنع الاكتين الخيطي بربط عدة جزيئات من الاكتين الكروي في سلسلة تسمى بالخيوط الرفيعة وذلك لان قطرها يبلغ 5 نانومتر . وترتبط جزيئة الطاقة ATP بكل جزيئة اكتين في حالته الخيطية . ويوجد في كل لويفة الاف من هذه الخيوط مرتبة في مدارات وبنظام يختلف باختلاف انواع الالياف العضلية .

ب – المايوسين Myosin : وهو البروتين الاساسي الاخر في اللويفات حيث يشكل 55% من مجموع بروتينات اللويفة ، ويتركب من نفس الاحماض الامينية السبعة عشر التي يتركب منها الاكتين ولكن باختلاف نسبها . ويمتاز بروتين المايوسين بامتلاكه نشاط انزيمي يعمل على جزيئات الطاقة ويسمى ATPase ويتحفز هذا النشاط بوجود ايونات الكالسيوم .

ج – الاكتومايوسين Actomyosin : هذا البروتين لا يكون مستقلا بحد ذاته وذلك لانه يتكون من ارتباط جزيئات مايوسين مع جزيئات الاكتين ، ولهذا البروتين صفات فيزياوية مختلفة عن المايوسين النقي وذلك لانه يترسب وينكمش من محاليله عند اضافة جزيئات الطاقة ATP الى هذه المحاليل وبوجود ايونات الكالسيوم .
د – التروبومايوسين Tropomyosin : يشكل هذا البروتين نسبة ضئيلة بين بروتينات اللويفة ويتركب من نفس الحوامض الامينية السبعة عشر ولكن باختلاف النسب ويكون موقع جزيئا ت هذا البروتين بين خيوط الاكتين والمايوسين ويرتبط هذا البروتين مع بروتين اخر هو التروبونين
ه – التروبونين Troponin : يشكل هذا البروتين نسبة ضئيلة بين بروتينات اللويفة وتقع جزيئلته بين خيوط الاكتين والمايوسين .

استنادا الى Chapman عام 1978 يمكن تقسيم عضلات الحشرات الى الانواع التالية :
1 – العضلات الهيكلية Selletal muscles : وهي العضلات التي تستند على الهيكل الخارجي او الداخلي للجسم وتقوم بتحريك حلقات الجسم وزوائده كاللوامس واجزاء الفم والارجل والاجنحة واعضاء التزاوج وتقسم بدورها تركيبيا الى تلاثة انواع عل ى اساس طريقة ترتيب اللويفات في الالياف العضلية وهي :
أ – العضلات الانبوبية Tubular muscles
ب – العضلات المتراصة Close-packed muscles
ج – العضلات اللويفية Fibillar muscles
كما يمكن تقسيم العضلات الهيكلية الى نوعين على اساس نوع الاستجابة للمحور العصبي المحرك السريع وهي : أ – العضلات المتزامنة Synchronous muscles : وتضم العضلات الانبوبية والمتراصة .
ب – العضلات غير المتزامنة Asynchronous muscles : وتضم العضلات اللويفية .
2 – العضلات الحشوية Visceral muscles : وهي عضلات تحيط بالاحشاء الداخلية للحشرة وتستند غالبا على الانسجة الحشوية واحيانا على الهيكل الخارجي للجسم وتؤدي الى تقلص قوي للاحشاء او تقلصات ايقاعية وهي عضلات الوعاء الدموي الظهري والعضلات الجانبية للقلب والحجاب الحاجز العلوي والسفلي والقناة الهضمية واعضاء التكاثر وغدد الافرازات السامة .

جهاز الدوران Circulatory system :

للحشرات جهاز دوران من النوع المفتوح وهو ابسط نوعا ما من مثيله في الحيوان الفقري اي ان الدم لا يوجد في اوعية مقفلة بل يوج د في فراغ الجسم حيث يغمر الاعضاء الداخلية ويدخل الارجل والاجنحة . يمثل الدم حوالي 6 % من مجموع وزن الحشرة الكاملة . اما في اليرقات فهو يمثل 25 – 30 % من وزنها . يتكون الدم في الحشرة من البلازما ومن خلايا تسبح فيه تسمى خلايا الدم Blood cells او Haemocytes ويكون البلازما في الحشرات شفاف عديم اللون او يميل الى الاصفر او البني او الاخضر او البرتقالي نتيجة لوجود مواد ملونه . ان لون الدم هو من خصائص نوع الحشرة او طور النمو لنفس النوع . وقد يختلف جنسا النوع الواحد في لون دمها اي ارتباط بين طبيعة ولون غذاء الحشرة و لون دمها . يحتوي بلازما الدم على مواد عديدة تعتبر بعضها مكونات اساسية له ولكن الكثير منها اما مواد مهضومة امتصت من الامعاء الى الدم او نتائج اكسدة او مواد كيمياوية ذات علاقة بعمليات الايض . وتضم هذه المواد عموما الاملاح والبروتينات والكاربوهيدرات والدهون و احماض امينية ويوريا كما في دم اللبائن ولكن بنسب مختلفة . ومن اهم هذه الفروق هو احتوائه على كمية واطئة من الكلوريد وكمية عالية من الاحماض الامينية التي تصل الى 20 – 30 مرة عما في دم الانسان . اما صفة التخثر فكثير من الحشرات لا يتخثر دمها وفي هذه الحالة فان الجروح تسد بمجموعة من الخلايا تتجمع عند الجرح بينما في حشرات اخرى فأن دمها يتخثر .وبدون استثناء فأن دم الحشرة لا يحتوي على هيمكلوبين عدا يرقات البرغش Chironomidae التي يحتوي دمها على هذه الصبغة ، لذلك فان دم الحشرات عموما لا يحمل الاوكسجين كيمياويا بل فقط بالذوبان الطبيعي كما يذوب الاوكسجين في الماء .

حجم الدم : يتباين حجم الدم تباينا واسعا حتى انه في بعض الاحيان يصعب الحصول على عينه منه . وعندما يكون الماء متوفرا للحشرة يزيد حجم الدم ويخزن في الجسم حتى انه ممكن ان يصل الى 94% من وزن الجسم . في معظم الحشرات ينقسم الجسم بواسطة حاجبان حاجزان هما : أ – الحجاب الحاجز العلوي Dorsal diaphragm

ب – الحجاب الحاجز السفلي Ventral diaphragm وهذان الحاجبان الحاجزان يقسمان البطن الى ثلاثة تجاويف هي :

1 – التجويف العلوي (تجويف القلب) Pericardial sinus : ويوجد به القلب ، و يجد على هذا السطح عضلات مثلثة الشكل تنغمس في الترجات من الجانبين تسمى العضلات الجناحية ويتصل القلب بواسطة خيوط دقيقة تسمى Suspensoria .

2 – التجويف الوسطي (التجويف الحشوي) Visceral sinus : توجد في هذا التجويف القناة الهضمية والجهاز التناسلي .

3 – التجويف السفلي (تجويف الحبل العصبي) Perinural sinus : يمتد فيه الحبل العصبي .

تركيب جهاز الدوران في الحشرات :

يتركب جهاز الدوران في الحشرات من الوعاء الدموي الظهري الذي يقع على الخط الاوسط لجسم الحشرة تحت الترجات مباشرة وينقسم الى :

1 – الابهر Aorta : وهو الجزء الا مامي من الوعاء الظهري وهو غير مقسم ويعمل عمل الشرايين في الحيوانات الفقرية ويصب الدم في المخ مباشرة بواسطة فرعين وعندما ينصب منها الدم يسير في فراغات الجسم ويصل الى جميع الانسجة في مختلف اعضاء الجسم .

2 – القلب : وهو انبوب ضيق قطره غير ثابت يظهر خلال ترجات الجسم وهو الجزء النابض في الوعاء ويقسم الى حجرات يوجد منها حجرة في كل حلقة من حلقات البطن ويمكن ان يقل

عدد هذه الحجرات حسب نوع الحشرة فمثلا في الصرصر توجد 11 حجرة وفي النحل 5 حجرات وفي الذباب 3 حجرات وتوجد حجرة واحدة في بعض الحشرات . تعلق الحجر ات بواسطة خيوط دقيقة تتصل بالعضلات الجناحية . ويوجد على جانبي كل حجرة فتحتان Ostia يدخل منها الدم من التجويف العلوي الى القلب ومركب على هذه الفتحات صمامات اذينية لتمنع خروج الدم من القلب الى الخارج ، وايضا يوجد صمام بطيني بين كل حجرتين ليمنع الدم من الرجوع الى الخلف من حجرة الى اخرى .

ميكانيكية الدورة الدموية في الحشرات :

يدخل الدم الى الوعاء الدموي ويخرج منه ويسير في فراغ الجسم ليغذي الانسجة والاحشاء بواسطة عمليتين هما :

1 – عملية الانفراج Diastole : وفيها يتمدد القلب وتفتح الصمامات الاذينية المركبة على الفتحات الجانبية لكل حجرة فيندفع الدم الى داخل الحجرات وفي هذه اللحظة ايضا تفتح الصمامات البطينية بين الحجرات لتسمح للدم بالمرور من حجرة الى اخرى ويتجمع في النهاية داخل الحجرة الاخيرة من القلب فعندما يصل التمدد الى اقصاه تقفل الصمامات الاذينية قليلا وتبدأ العملية الثانية .

2 – عملية الانقباض Systole : في هذه العملية يتم انقباض العضلات الجناحية فيعود القلب الى الانقباض ايضا وتقفل الصمامات الاذينية تماما فيندفع الدم الى الامام من الحجرة الاخيرة من القلب الى الحجرة التي تليها ويمنع رجوعه الى الخلف نتيجة انقباض الصمامات البطينية بين كل حجرتين وبذلك يصل الدم الى الابهر وعند خروج الدم من الابهر عند الراس يسير خلال فراغات الجسم حتى يصل الى اجزاء الراس والارجل ومنطقة الصدر ثم يعود الى الخلف في مؤخرة الحشرة عن طريق الحاجبين الحاجزين العلوي والسفلي وهكذا تتكرر العملية . ان هاتان العمليتان تسببان ضربات القلب في الحشرة والتي تختلف من حشرة الى اخرى وحتى في مراحل الحشرة المختلفة وايضا تختلف في نفس المرحلة تحت الظروف المختلفة فمثلا معدل النبض في الحشرة الكاملة لبعوض الانوفلس 150 نبضة في الدقيقة بالمقارنة مع 100 – 130 نبضة في الدقيقة في يرقة نفس الحشرة .

خلايا دم الحشرات Blood cells :

توجد خلايا الدم معلقة في في الدم وهي بأشكال مختلفة ومتعددة قد تصل الى عشرة مجاميع وقد تتفرع هذه بدورها الى 32 شكلا فرعيا في النوع الواحد من الحشرات . يعتقد البعض ان هذه المجاميع والاشكال ما هي الا اطوار في نمو واحد تنشأ من طبقة الميزوديرم . ان خلايا الدم تنمو وتنقسم خلال فترة حياة الحشرة وتكون خلية الدم عند بدء ظهورها صغيرة الحجم تأخذ اللون الداكن عند صبغها وغير قادرة على الالتهام Phagocytosis الاجسام الغريبة وعندما تصل مرحلة البلوغ تأخذ اشكال متعددة . قد تلتصق خلايا الدم بالانسجة وفي هذه المرحلة تأخذ هذه الخلايا اشكال نجمية او قد تدور مع الدم . وفي بعض الحشرات تدور كل خلايا الدم مع الدم نفسه وفي بعضها الاخر تلتصق كل خلايا الدم بانسجة الجسم مكونة مجاميع من الانسجة الدفاعية كما يوجد في كثير من حشرات اخرى كلا النوعين من خلايا الدم اي الملتصق في الانسجة والسابح في الدم . ويمكن تقسيم خلايا دم الحشرات الى مجموعتين رئيسيتين هما :

أ – مجموعة الخلايا الدموية الملتهمة Phagocytic cells : تستطيع هذه الخلايا ان تلتهم البكتريا الحية والميتة التي تدخل جسم الحش رة كما ويمكنها ان تهاجم بيض ويرقات الطفيليات الحشرية الداخلية ، وتلعب هذه الخلايا دورا مهما في تحلل انسجة جسم الحشرة خلال المراحل الاخيرة من عملية التحول لذلك تكثر هذه الخلايا اثناء هذه المراحل ، وتشمل هذه المجموعة الانواع التالية من خلايا الدم هي :

1 – الخلايا الدموية الاولية Proleucosytes : تكون هذه الخلايا صغيرة الحجم ذات نواة كبيرة وسايتوبلازم غير محبب قابل للتصبغ بالاصباغ القاعدية ، وهي تنقسم بنشاط لتعطي الاشكال الاخرى من خلايا الدم .
2 – خلايا الدم المحببة Granular Leucosytes : تتميز هذه الخلايا بكونه ا محببة ذات سايتوبلازم محبب وشكلها غير ثابت فهي اما اميبية او هلالية او دودية .

ب – مجموعة الخلايا الدموية غير الملتهمة Nonphagocytic cells : وهي كما يتضح من اسمها لا تهاجم الكائنات الغريبة التي تدخل جسم الحشرة ولا تلتهمها وتسمى ايضا الخلايا شبه الاينوسايت Oenocytoids ، وتتميز عن مجموعة الخلايا الدموية الملتهمة بحجمها الاكبر ونواتها الاصغر وبخلو سايتوبلازمها من الحبيبات الذي يقبل الصبغة الحامضية .
بالاضافة الى خلايا الدم هذه توجد في الدم خلايا اخرى لا تعتبر من ضمن خلايا الدم نفسه لاختلاف منشئها اثناء النمو الجنيني ومن هذه الخلايا ما يلي :
1 – خلايا الاينوسايت Oenocytes : وهي خلايا كبيرة الحجم ذوات نوايا كبيرة تنشأ في الاصل من طبقة الاكتوديرم وترتبط بجدار جسم الحشرة موزعة في كتل قريبة من طبقة البشرة الداخلية للجدران الجانبية والسفلية لقطع الجسم . يعتقد ان الاينوسايت تفرز انزيمات تساعد على اكسدة الغذاء المخزون في الاجسام الدهنية وتقوم بامتصاص بعض المواد من البشرة الداخلية مثل البروتينات الدهنية Lipooroteins التي تكون طبقة الكيوتكل السطحية ، لذلك يمكن ملاحظة خلايا الاينوسايت تتضخم قبل عملية الانسلاخ لامتلاء سا يتوبلازمها بالمواد الممتصة . كما ويعتقد انها تفرز انزيمات جنسية في بعض الحشرات .
2 – الخلايا البولية Nephrocytes : وهي خلايا ذات وظيفة ابرازية (بولية) تستطيع استخلاص الفضلات من الدم ، ربما نشأت الخلايا البولية من طبقة الاندوديرم وتحتوي الخلية البولية على نواتين . توجد هذه الخلايا على جانبي القلب داخل التجويف الظهري ولذلك تسمى احيانا بالخلايا حول القلب Pericardial cells .
3 – الخلايا العملاقة Teratocytes : وهي كما يتضح من اسمها خلايا عملاقة Giant cells توجد في دم الحشرات المصابة بحشرات طفيلية داخلية مثل عائل ة الزنبور الطفيلي Braconidae . تنشأ في الاصل من الغشاء الجنيني الداخلي وتنفصل من الغشاء عند فقص بيضة الطفيلي لتسبح في دم الحشرة وتتضخم تدريجيا نتيجة امتصاصها المواد الغذائية من الدم ، لذلك فهي تعتبر مصدرا غذائيا مهما لليرقات الطفيلية اذ تلتهمها اثناء تغذيتها ونموها .

وظائف دم الحشرة :
لا يلعب الدم دورا في التنفس كما في الفقريات الا في حالات نادرة ولكن وظيفة الدم الاساسية في الحشرات هي :
1 – في التغذية : اهم وظيفة للدم هي نقل المواد الغذائية المهضومة من القناة الهضمية الى اعضاء الجسم المختلفة وحمل المواد الاخراجية الى اعضاء الاخراج .
2 – في المناعة : تحدث المناعة بواسطة الخلايا الدموية الملتهمة .
3 – في التنفس : في بعض الحشرات مثل حشرات رتبة ذات الذنب القافز لا تقوم القصبات والقصيبات الهوائية بدورها نتيجة امتلاء الجسم بالسوائل فيلعب الدم في هذه الحالة دوره في نقل الاوكسجين الى الانسجة واخراج ثاني اوكسيد الكاربون الى الخارج .
4 – وظيفة الية حيث يحدث الدم ضغطا يساعد على : أ – كسر قشرة البيضة والخروج منها
ب – تخلص الحشرة من الجلد القديم اثناء الانسلاخ .
ج – نشر وفتح الاجنحة بعد خروج الحشرة الكاملة من طور العذراء .

الجهاز التنفسي Respiratory system :

التنفس : هو عملية اكسدة نواتج Glycolysis والتي تجري في المايتوكوندريا بوجود الاوكسجين وتحرير ثاني اوكسيد الكاربون ، ويتم التنفس بمرحلتين : المرحلة الاولى تتضمن النقل الطبيعي (الفيزياوي) للغازات التنفسية وهي والاو كسجين وثاني اوكسيد الكاربون بين المحيط الخارجي للحشرة وبين خلايا انسجة الجسم . والمرحلة الثانية تتضمن عمليات الاكسدة التي تجري في المايتوكوندريا الخلايا حيث تتاكسد نواتج الايض ويصاحب هذه الاكسدة تكوين جزيئات الطاقة ATP وهو ما يعرف بالتنفس الخلوي الهوائي .

وبالرغم من ان قدرا ضئيلا من الطاقة يتحرر في عملية Glycolysis التي تجري في السايتوبلازم دون الحاجة الى الاوكسجين وهو ما يطلق عليه بالتنفس الخلوي اللاهوائي ، الا ان هذه الطاقة لا تفي بحاجة الحشرة لذلك لا بد من اتمام عملية Glycolysis عن طريق دورة كريبس في المايتوكوندريا وهنا يدخل الاوكسجين في هذه الدورة ويتحد مع ذرات الهيدروجين مكونا جزيئات ماء وينتج عن هدم المركبات العضوية تكون غاز CO_2 الذي يجب طرحه خارجا ، والطاقة الناتجة عن دورة كريبس تشكل اكبر نسبة من الطاقة التي تتحرر في التنفس الخلوي ، ويمكن توضيح ذلك بالمعادلات الاتية :

1 – عملية Glycolysis في السايتوبلازم

$$Glucose + 2P + 2ADP + 2NAD \rightarrow 2Pyruvate + 2NADH + 2H + 2H_2O$$

2 – دورة Glycerophosphate - ά من مرحلة Glycolysis الى مرحلة متأخرة من دورة كريبس

$$2NADH + 2H + O_2 + 4P + 4ADP \rightarrow 2NAD + 4ATP + 6H_2O$$

3 – دورة كريبس في المايتوكوندريا

$$2Pyruvate + 5O_2 + 30ADP + 30P \rightarrow 6CO_2 + 30ATP + 34H_2O$$

وعند جمع هذه المعادلات سوية تصبح النتيجة النهائية :

$$Glucose + 6O_2 + 36P + 36ADP \rightarrow 6CO_2 + 36ATP + 42H_2O$$

ومن المعروف ان لا حياة ولا نشاط بدون طاقة فالبناء والهدم الحيوي والافراز والتقلصات العضلية ونقل المنبهات وانتاج البيوض والحيامن كل ذلك لا يتم الا بتوفير الطاقة بحالة جزيئات ATP .

الجهاز التنفسي القصبي Tracheal respiratory system :

يسمح جدار الجسم في العديد من اللافقريات كالابتدائيات Protozoa والديدان الثعبانية Nematodes والديدان المسطحة Platyhelminthes على النقل الطبيعي للغازات التنفسية عن طريق الانتشار عبر جدار الجسم . اما الفقريات فقد تطور فيها جهاز دوران مغلق ويحوي الدم فيها على صبغة الهيموكلوبين وهي صبغة قادرة على الاتحاد مع الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون وبذلك يتم التبا دل الغازي بين خلايا انسجة الجسم وبين هيموكلوبين الدم ثم بين هذه الصبغة وهواء المحيط الخارجي عن طريق الجهاز التنفسي . اما في مفصليات الارجل فقد تطور جدار الجسم الذي يحوي على عدة طبقات منها الجليد السطحي الحاوي على بروتين والجليد الخارجي والداخلي الحاوي على بروتين وكايتين ويغطى جدار الجسم من الخارج بطبقة رقيقة من الشمع وقد ساعد هذا التركيب لجدار الجسم على الانتشار الهائل لمفصليات الارجل في البيئات المائية والارضية ، غير ان جدار الجسم بمثل هذا التركيب يعتبر محددا لانتشار الغازات التنفسية وخاصة الاوكسجين الذي لا يتمكن من الانتشار عبر الجليد السطحي . ونظرا لعدم وجود جهاز دوران مغلق وعدم وجود صبغة الهيموكلوبين فقد تطور في الحشرات وفي افراد اخرى من مفصليات الارجل كالعناكب والعقارب جهاز تنفسي خاص يسمى بالجهاز القصبي . ومن الجدير بالذكر ان بعض الحشرات لا تمتلك جهازا تنفسيا قصبيا مثل الرتبتان Collembola ,

Protura من الحشرات عديمة الاجنحة لذلك تعتمد في نقل الغازات التنفسية عن طريق جهاز الدوران ومنه عبر جدار الجسم ومما يساعد على ذلك ان المساحة السطحية لجسم هذه الحشرات الصغيرة تعتبر كبيرة بالنسبة لحجمها وبذلك يمكن انتشار الغازات عبر جدار الجسم بكميات كافية لحاجة هذه الحشرات .

يتركب الجهاز التنفسي القصبي في الحشرات من الاجزاء التالية :

1 – القصبات الهوائية Trachae : وهي انابيب مجوفة تمتد من الفتحات الواقعة على البلورا الى داخل جسم الحشرة وتتفرع الى قصبات اصغر واصغر ، يبلغ قطر القصبات الكبيرة في بعض الحشرات عدة مليمترات كما في البقة المائية الكبيرة *Belostoma* في حين يبلغ قطر اصغر القصبات 1 – 2 مايكرون . وفي العديد من الحشرات عديمة الاجنحة عدا لاعائلة السمك الفضي تتفرع القصبات الهوائية الناشئة من كل انبعاج على الصفيحة الجانبية وتمتد الى مختلف انحاء الجسم غير انها لا تلتقي مع تفرعات القصبات الناشئة من الانبعاجات الاخرى . اما في بقية الحشرات فان القصبات الناشئة من الانبعاجات المختلفة تلتقي مع بعضها مكونة قصبات طويلة رئيسية تمتد على طول الحشرة وتسمى مناطق التقاء القصبات ببعضها بالع قد ولما كانت القصبات الهوائية ناشئة بالاساس من جدار الجسم فان لها نفس التركيب حيث تبطن القصبة من الداخل اي من جهة التجويف ببطانة رقيقة من الكيوتكلين المستمر مع جدار الجسم وهو مادة دهنية بشكل متعدد الاسترات متحد مع البروتين ، وتوجد طبقة شمعية قبل الكيوتكلين يلي ذلك طبقة اسمك من الجليد السطحي المؤلف من بروتين وعلى مسافات منتظمة تحت الجليد السطحي توجد تثخنات تلتف حلزونيا حول القصبة الهوائية وتسمى Taenidia ويوجد فيها الجليد الخارجي والداخلي المكون من بروتين والياف دقيقة جدا من الكايتين وهذه التثخات تقوم بجعل القثبة الهوائية مفتوحة دائما وبذلك لا تنكمش القصبة نتيجة انخفاض الضغط الجوي داخل القصبة عند اغلاق الفتحات الخارجية (الثغور التنفسية) واستهلاك الاوكسجين الموجود في فراغ القصبة وتحاط القصبات الهوائية بطبقة واحدة من الخلايا الطلائية الحرشفية المضلعة وهي خلايا مستمرة مع خلايا البشرة لجدار الجسم وهي التي تفرز البطانة الجليدية للقصبة الهوائية ، ويمتاز جليد القصبات الهوائية بانسلاخه مع كل انسلاخ لجدار جسم الحشرة حيث يتكون جليد جديد بدلا عنه .

2 – القصيبات الهوائية Tracheoles : في نهاية القصبات الهوائية الصغيرة والم تغلغلة داخل النسيج توجد خلايا نجمية الشكل او اشبه براحة اليد تسمى باسماء عديدة كخلايا النهايات القصبية او الخلايا المولدة للقصيبات ، توجد خلية واحدة منها في نهاية كل قصبة هوائية وتمتاز بان غشاء البلازما الداخلي ينبعج بطريقة خاصة مكونا انابيب دقيقة جدا تسمى القصيبات الهوائية . يبلغ قطر القصيبات 0.1 – 0.5 مايكرون وطولها عدة مئات من المايكرونات وهي تفتح من جهة مع نهاية القصبة الهوائية المتصلة بها اما من الجهة الاخرى فتكون مغلقة . هذا وبامكان الخلية الواحدة ان تكون عدة قصيبات هوائية . تتغلغل القصيبات الهوائية بين خلايا النسيج وقد تضغط على الخلايا المكونة للنسيج فتصبح وكانها داخل الخلايا ومثال ذلك حالة الانابيب المستعرضة في عضلات الطيران الليفية لبعض الحشرات ، ان مركز اي خلية حية لا يبعد اكثر من 10 مايكرون عن اقرب قصبة هوائية وبذلك فان القصيبات الهوائية في الحشرا ت تتشابه من حيث انتشارها الاوعية الدموية الشعرية لجهاز الدوران في الفقريات .

تبطن القصيبات من الداخل بالكيوتكلين حيث يترتب حيث يترتب بشكل تثخنات حلزونية ولكن هذه التثخات خالية من البروتين والالياف الكايتينية كما لا توجد طبقة شمعية ولا جليد سطحي بروتيني . وتوجد ثقوب قطرها 30 انكستروم في جدار القصبة الهوائية ويعتقد بان لها اهمية في حركة السوائل عبر جدار القصيبات . يحتوي الجزء القريب من النهاية المغلقة للقصيبات على سائل غروي مجهول التركيب الكيماوي وتتجاذب هذا السائل قوتان متعاكستان في الاتجاه اولهما قوة الجذب الشعري للقصيبات الى ان يبلغ قطرها 0.3 مايكرون وتحاول هذه القوة الابقاء على

السائل داخل القصيبة والقوة الاخرى هي الضغط التنافذي لمحلول سايتوبلازم خلايا النسيج الموجودة فيه القصيبة الهوائية ، فعند ارتفاع الضغط التنافذي لمحلول سايتوبلازم الخلايا نتيجة زيادة الايونات والجزيئات العضوية وذلك ما يحدث اثناء نشاط خلايا النسيج فان السائل القصيبي وبالاخص جزيئات الماء الموجودة فيه تنتقل عن طريق الانتشار عبر الثقوب الموجودة في جدران القصيبات ثم عبر الخلية المولدة للقصيبات الى منطقة الجذب الخارجية وبذلك يقل عمود السائل داخل القصيبة ويحل محله الهواء الحاوي على الاوكسجين في دورة كريب فان الضغط الجزئي للاوكسجين في القصيبات يكون اعلى منه في داخل خلايا النسيج فينتشر الاوكسجين نحو الخلايا لتستفاد منه وعند انتهاء نشاط الخلايا وعودتها لوضعها الاعتيادي السابق فان الايونات والجزيئات العضوية خصوصا تلك التي استخلصت منها الطاقة تنتشر في بلازما الدم الى الجهاز الاخراجي فيقل الضغط التنافذي لمحلول سايتوبلازم الخلايا وبذلك يعود السائل القصيبي للقصيبات من جديد بتأثير قوة الجذب الشعري .
تمتاز بطانة القصيبات الهوائية بعدم انسلاخها اثناء انسلا خ جليد الحشرة ولذلك اهمية كبيرة في استمرار تزويد الانسجة بالاوكسجين المخزون داخل القصيبات اثناء الانسلاخ وبذلك يستمر التنفس في خلايا الانسجة بالرغم من الانفصال المؤقت للارتباط بين القصبات والقصيبات ، كما يمتاز انتشار القصيبات الهوائية بانه يتحدد وفق حاجة كل نسيج للاوكسجين فكلما زاد نشاط النسيج ازداده تزويده بالقصيبات الهوائية .

3 – الاكياس الهوائية Air sacs :
في اجزاء معينة من القصبات الهوائية توجد اتساعات مرنة قابلة للتغير في حجمها بسبب عدم وجود او اختزال التثخات الحلزونية كما ان جدرانها تكون رقيقة لعدم وجود الكايتين وهذه تسمى الاكياس الهوائية . وهي منتشرة في اماكن مختلفة من تجويف الجسم ويختلف عددها باختلاف اعمار واطوار الحشرة حيث يزداد عددها في الجراد الصحراوي والعديد من الحشرات ناقصة التطور بتعاقب الانسلاخات . والملاحظ ان الاكياس الهوائية توجد بكثرة في الحشرات النشطة كالذباب والزنابير والنحل النمل والرعاشات كما لوحظ علاقة طردية وثيقة بين تطور الاكياس الهوائية في انواع رتبة غشائية الاجنحة وبين حجم ونشاط هذه الانواع .
وغالبا ما يرتبط جدار الاكياس الهوائية بالالياف العضلية خصوصا العضلات الطولية الصدرية والبطنية ، وان اهم وظائف الاكياس الهوائية هي :
أ – جعل الوزن النوعي للحشرة الطائرة زائدا وبذلك تساعدها على الطيران في الهواء وخاصة في الحشرات كبيرة الحجم .
ب – لها وظيفة تنفسية حيث تعمل على زيادة المساحة السطحية التي تحدث فيها عملية التبادل الغازي .
ج – تساعد الحشرات المائية على الطفو فوق سطح الماء
د – تعمل كاعضاء للموازنة المائية في بعض الحشرات التي تعيش في مستويات مختلفة من الماء
و – تعمل كمخزن للهواء الذي تحتاجه الحشرة عند محاولتها الغطس في الماء

4 – الثغور التنفسية Spiracales :
يتكون الجهاز القصبي اثناء التطور الجنيني من انبعاجات في الصفيحة الجانبية Pleura للحلقات الصدرية والبطنية وتسمى بداية هذه الانبعاجات بالثغور التنفسية ، وهي تربط بين هواء المحيط الخاجي والقصيبات الهوائية . يوجد في جنين الحشرات 12 زوجا من الثغور واثناء المراحل المتأخرة من التطور الجنيني يختزل زوج ثغور خلقة الشفة السفلى وزوج ثغور حلقة الصدر الامامي وبذلك فان اقصى عدد للثغور التنفسية في الحشرات يبلغ 10 ازواج ، زوج في كل من الصدر الثاني والثالث وثمانية ازواج في الحلقات البطنية من الثانية الى التاسعة ويشذ عن ذلك بعض افراد رتبة ثنائية الذن ب Diplura حيث يوجد 11 زوجا من الثغور 4 منها صدرية و 7

بطنية تقع الثغور الصدرية بين الحلقات الصدرية المتجاورة اما الثغور البطنية فانها تقع على الحلقات البطنية الخاصة بها . ان وجود 10 ازواج من الثغور التنفسية في الحشرات لا يعني انها جميعا تقوم بوظيفتها في التنفس حيث يغلق قسم منها تماما ولا يقوم بأي دور في التنفس ولا تفتح الا عند الانسلاخ . ومن الممكن تقسيم الحشرات على اساس عدد الثغور التنفسية وتوزيع العاملة منها في التنفس الى المجاميع الاتية حسب النظام الذي ذكره Chapman (1978) :

1 – حشرات عديدة الثغور التنفسية العاملة .Polypneustic R.S : ويوجد فيها 8 ازواج من الثغور العاملة على الاقل تقوم بدورها في التنفس وتقسم الى :

أ – حشرات كامل الثغور التنفسية العاملة .Holopneustic R.S : وفيه 10 ازواج من الثغور العاملة التي تقوم بدورها في التنفس ، زوج منها في الصدر الوسطي واخر في الصدر الخلفي و 8 ازواج بطنية ، يوجد هذا النوع في معظم الحشرات الكاملة كالصرصر ويرقات غشائية الاجنحة وحرشفية الاجنحة .

ب – حشرات محيطية الثغور العاملة .Peripneustic R.S : ويوجد فيها زوج من الثغور العاملة في الصدر الوسطي و 8 ازواج بطنية عاملة ، ومن امث لتها يرقات عائلة Cecidomyidae من رتبة ثنائية الاجنحة .

ج – حشرات نصفية الثغور التنفسية العاملة .Hemipneustic R.S : وفيها ثمانية ازواج عاملة واحد في الصدر الوسطي و 7 ازواج بطنية ومن امثلتها يرقات Mycetophilidae من رتبة ثنائية الاجنحة .

2 – حشرات قليلة الثغور التنفسية العاملة .Oligopneustic R.S : وفيها زوج واحد او زوجان من الثغور التي تقوم بدورها في التنفس اما البقية فمغلقة وتقسم الى :

أ – حشرات ذات زوجين عاملين .Amphipneustic R.S : تكون ذات زوجين عاملين احدهما في الصدر الوسطي والاخر في نهاية البطن كما في يرقات عائلة الحرمس Psychodidae

ب – حشرات خلفية الزوج العامل .Metapneustic R.S : وفيها زوج واحد فقط يقوم بدوره في التنفس ويقع في نهاية البطن مثل يرقات البعوض Culicidae

ج – حشرات امامية الزوج العامل .Propneustic R.S : وفيها زوج واحد فقط عامل يقع في الصدر الوسطي مثل عذارى رتبة ثنائية الاجنحة Diptera

3 – حشرات عديمة الثغور التنفسية العاملة .Apneustic R.S : لا يوجد اي زوج عاملا كما في يرقات الهاموش من عائلة Chironomidae وحوريات الرعاش .

تركيب الثغر التنفسي Spiracular structure :

يتركب الثغر التنفسي في العديد من الحشرات غير المجنحة Apterygota من فتحة خارجية Orfice تؤدي مباشرة الى القصبة الهوائية المتصلة بها ، اما في الحشرات المجنحة Pterygota فانه يلي الفتحة الخارجية وجود ردهة Atrium متسعة قصيرة وفي كثير من الاحيان تبطن الردهة بشعيرات لمنع دخول الغبار او الاجسام ا لغريبة الى داخل الجهاز القصبي . تكون فتحة الثغر في جميع يرقات ثنائية الاجنحة والعديد من نصفية الاجنحة وغمدية الاجنحة وحرشفية الاجنحة تكون مغطاة بصفيحة غربالية Sieve plate ثقوبها دقيقة جدا تسمح للهواء بالعبور من خلالها ولا تسمح للماء بالمرور وذلك لان الصفيح ة كجدار الجسم لها خاصية كره للماء Hydrophobic كما انها تمنع دخول الطفيليات الى الجهاز القصبي . وفي بقية انواع الحشرات المجنحة وبعض انواع رتبة ذات الذنب الشعري فان الثغور التنفسية تكون مزودة بجهاز متخصص لقفل وفتح الثغور Spracular closing apparatus وله اهمية كبيرة في التقليل من فقدان الماء عن طريق التبخر من الجهاز القصبي . يتألف هذا الجهاز في الثغور الصدرية من صمام متحرك Movable valve واحد كما في الثغر الصدري الاول في الجراد او صمامان متحركان كما في الثغر الصدري الثاني للجراد وهذه الصمامات تقع خارجا وتتحرك بت أثير

عضلي . وفي الثغور البطنية للحشرات يتألف هذا الجهاز من ذراع كايتيني صلب يتحرك بتأثير عضلي وتؤدي حركته الى غلق الثغور التنفسية بين الردهة والقصبة الهوائية . وقد لا يوجد من جهاز قفل الثغور سوى عضلة واحدة متصلة بالقصبة الهوائية ويؤدي تقلصها الى ثني القصبة وغلقها ويعمل جهاز قفل الثغور التنفسية بتأثير عضلي من احد الانواع التالية :

1 – ينفتح الثغر بواسطة عضلة فاتحة Opener muscle وينغلق بتأثير مطاطية جليد الجسم وقد لوحظت هذه الحالة في حشرة *Thermobia* من رتبة السمك الفضي Thysanura .

2 – ينفتح الثغر بواسطة مطاط ية جليد الجسم او بواسطة روابط ليفية مطاطية وينغلق بتقلص عضلة قافلة Closer muscle .

3 – ينفتح الثغر بتقلص عضلة فاتحة وينغلق بارتخاء العضلة الفاتحة وتقلص عضلة قافلة وهذا النوع موجود في بعض الثغور التنفسية الصدرية ومنها الثغر الصدري الاول للجراد الصحراوي

انواع الثغور التنفسية :

1 – الثغور التنفسية البسيطة Simple spiracle : وهذا النوع ابسط الانواع من حيث شكل الحافة التي تحيط بالفتحة وتكون الفتحة هنا محاطة بحلقة متقرنة بسيطة كما في جنس الخنفساء الغواصة *Dytiscus sp.* .

2 – الثغور التنفسية ذات الشفة Lipped spiracle : تكون الفتحة التنفسية في هذا النوع من الفتحات بهيئة شق يحرس بتركيبين متقرننين على هيئة شفاه كما هو الحال في الفتحات الصدرية للجراد .

3 – الثغور التنفسية المنخلية Sieve plate spiracle : قد تكون الفتحة التنفسية هنا على هيئة شق منحني او مقوس ويحاط بصفيحة هلالية مثقبة كما هو الحال في الفتحات التنفسية ليرقات الخنافس الجعلية .

4 – الثغور التنفسية الجيبية Sinous spiracle : تغطي الفتحة التنفسية هنا بصفيحة متقرنة ذات فتحات متعرجة كما هو الحال في الفتحة الخلفية ليرقة الذبابة المنزلية .

5 – الفتحة التنفسية الاصبعية Digitate spiracle : تحوي الفتحة التنفسية هنا عدد من النتوءات الاصبعية تلتحم بشكل كف عند نهاية الجذع القصبي الجانبي وتوجد فتحة في نهاية كل نتؤ اصبعي كما هو الحال في كثير من يرقات عائلة الذباب المنزلي .

ميكانيكية التحكم بفتح وغلق الثغور التنفسية Control of spiracular opening :

1 – الثغور ذات العضلة القافلة : وهي الثغور الشائعة بين الحشرات تتزود العضلة القافلة بزوج من المحاور العصبية او اكثر من العقدة العصبية التابعة للحلقة التي توجد بها الثغرة ، عند وجود تركيز كافي من الاوكسجين حول العقدة العصبية فانها ترس ل سلسلة من المنبهات العصبية الى العضلة القافلة وبذلك تتقلص هذه العضلة ويغلق الثغر ، وعند انخفاض تركيز الاوكسجين فان عدد المنبهات المرسلة يتناقص ففي الرعاش وجد ان 15 % من الاوكسجين يؤدي الى انخفاض عدد المنبهات اما 2 % من الاوكسجين فقد ادى الى ايقاف ارسال المنبهات وادى ذلك الى ارتخاء العضلة وانفتاح الثغر .

2 – الثغور ذات عضلة قافلة وعضلة فاتحة : تتم السيطرة على تقلص هذه العضلات عن طريق الجهاز العصبي ، ويشير Miller (1966) بانه تتزود العضلة القافلة للثغر التنفسي الصدري الاول في الجراد الصحراوي بزوج من المحاور العصبية اتية من العقدة العصبية الصدرية الاولى وزوج اخر من المحاور العصبية الى العضلة الفاتحة ، كما ويتجه محور عصبي اخر الى العضلة الفاتحة قادما من العقدة العصبية للصدر الثاني . عند ارتخاء العضلتان ينفتح الثغر بمقدار 20 – 30 % من مساحة الفتحة ، وعند غلق الثغر تتلقى العضلة الفاتحة سلسلة منبهات بطيئة وطويلة المفعول من العقدة العصبية الصدرية الاولى ، اما العضلة القافلة فتتلقى سلسلة منبهات

سريعة وقصيرة المفعول ، وعند انخفاض نسبة الاوكسجين الى ثاني اوكسيد الكاربون فان عقدة الصدر الثاني ترسل المنبهات الى العضلة الفاتحة ويؤدي ذلك الى زيادة تقلص العضلة الفاتحة فينفتح الثغر .

التنفس في الحشرات المائية :
هنالك انواع كثيرة من الحشرات المائية فبعضها يقضي دورة حياته كليا في الماء وبعضها يعيش ادوارا من حياته في الماء وتسمى الحشرات المائية Aquatic insect وهذه الحشرات تختلف في طريقة التنفس عن الحشرات الارضية والتي تتنفس الهواء الجوي وتتطلب البيئة تكيفات خاصة تمكن الحشرات من الحصول على الاوكسجين المذاب في الماء او الحصول عليه من الهواء الجوي ويمكن تلخيص طرق تنفس الحشرات المائية الى ما يلي :

1 – التنفس من خلال جدار الجسم Cutaneous Respiration : لا يوجد جهاز قصبي هوائي في يرقات وعذارى بعض الحشرات او يكون جهازها التنفسي مقفلا او غير كامل التكوين ، ومثل هذه الحشرات تحصل على الاوكسجين الازم لحياتها بانتشاره من الماء خلال جدار جسم الحشرة والذي يكون رقيقا بدرجة يسمح بتبادل الغازات كما هو الحال في بعض الحشرات الصغيرة الرخوة مثل يرقات الهاموش . ففي الاطوار المتقدمة لهذه اليرقات يحل محل الفتحات التنفسية الغائبة مجموعة من القصبات الهوائية التي تتفرع من الجذع القصبي الهوائي الجانبي وتنتشر في جدار الجسم اسفل موضع الفتحات التنفسية مباشرة ح يث يحدث التبادل الغازي عن طريق الانتشار ثم يتم التنفس بالطريقة المعتادة في الجهاز القصبي الهوائي لليرقة .

2 – التنفس بواسطة الخياشيم القصبية Tracheal gills Respiration : الخياشيم القصبية عبارة عن تراكيب تنفسية توجد على اجسام الادوار غير الكاملة لكثير من ا لحشرات مثل حوريات ذبابة مايو والرعاشات ، والخياشيم تنمو بشكل استطالات من جدار الجسم ومتصلة اتصالا مباشرا بفراغ الجسم الداخلي ولهذه الخياشيم القصبية غطاء خارجي رقيق يسمح بانتشار الاوكسجين الذائب بالماء حيث يمر الاوكسجين الى داخل جسم الحشرة ، كما انها مزودة بقصبات هوائية لنقل وتوزيع الاوكسجين الى انحاء جسم الحشرة ، وفي حوريات الرعاشات الكبيرة من رتيبة غير متشابهة الاجنحة Anisoptera . توجد الخياشيم القصبية على البطانة الداخلية للمستقيم في الجهاز الهضمي ولهذا يطلق عليها بالخياشيم المستقيمية Rectal gills وفي هذه الحالة الاخيرة يدخل الماء عن طريق فتحة المخرج في اوقات غير منتظمة وتستخلص الخياشيم بواسطة قصباتها وبطريقة انتشار الاوكسجين الذائب في الماء . ان موقع هذه الخياشيم مهم في تصنيف الاطوار والادوار غير الكاملة وكذلك اعدادها واشكالها .

3 – التنفس بواسطة الممصات الهوائية Air-Tube Respiration : بعض الحشرات التي تعيش مطمورة في الماء تتنفس الهواء الجوي عن طريق انابيب طويلة بشكل ممصات او سيفونات يدخل الهواء الجوي بواسطة زوج من الفتحات التنفسية التي توجد عند قمتها كما هو الحال في يرقات البعوض ، تصعد يرقة البعوض عند ال تنفس الى سطح الماء وتخرج السيفون التنفسي البارز من الحلقة البطنية التاسعة خارج سطح الماء حيث يدخل اليه الهواء عن طريق زوج من الفتحات التنفسية الموجودة في قمته اما عذارى البعوض فلها انبوبتان تنفسيتان عند منطقة اتصال الراس بالصدر .

4 – التنفس بواسطة الخياشيم الدموية Blood gill Respiration : في يرقات الهاموش التابع الى عائلة Chironomidae يوجد في نهاية جسم اليرقة نموات تشبه الخياشيم ومملوءة بالدم الذي يكون ذا لون احمر ، وسبب كونه احمر يعود الى وجود الهيموكلوبين في بلازما الدم ، وقوم

هذه الاستطالات الخيشومية بجدارها الرقيق باخذ الاوكسجين المذاب في الماء ومن ثم توصيله الى اجزاء الجسم وهي لا تحتوي على قصبات هوائية .

5 – التنفس بواسطة ثقوب النباتات المائية Utilization of plant space Respiration : بعض يرقات وعذارى حشرات غمدية الاجنحة المائية مثل الجنس *Donacia* وكذلك يرقات وعذارى ثنائية الاجنحة مثل الجنس *Taeniorhynchus* تكون فيها الفتحات التنفسية الخلفية محمولة على نتوءات مدببة يمكن ان تثقب سيقان النباتات المائية وتتغلغل فيها للحصول على الاوكسجين من الفراغات المليئة بالهواء الموجود بين الانسجة النباتية الداخلية .

6 – التنفس بواسطة مخازن الهواء Air storges Respiration : كثير من الحشرات المائية تتنفس الهواء الحر عن طريق اخذ بعض الهواء وخزنه في اماكن من ا جسامها على هيئة فقاقيع هوائية تستعملها في التنفس عن وجودها تحت الماء فالخنافس المائية التابعة للعائلة Dytiscidae والعائلة Hydrophilidae تصعد الى سطح الماء وتاخذ بعض الهواء تحت اغمادها حيث توجد الثغور التنفسية ولا تقتصر وظيفة هذا المخزن الهوائي على امداد الحشرة بالاوكسجين بل يقوم ايضا بتبادل الغازات بينه وبين الوسط المائي المحيط بالحشرة فيزيد بذلك مدة استعمال الفقاقيع الهوائية .

التنفس في الحشرات المتطفلة داخليا Respiration in endoparasite insects :
تحصل معظم الحشرات المتطفلة داخليا على الاوكسجين عن طريق الانتشار عبر جدار الجسم من انسجة العائل اي عن طريق التنفس الجلدي .Cutaneous R كما وتحصل بعض الطفيليات على الاوكسجين من الهواء الجوي وذلك بثقب جلد العائل كما في نغف جلد البقر *Hypoderma* ومن هذا الثقب تبرز ثغورها التنفسية الواقعة في نهاية البطن وتتنفس الهواء الجوي وتحصل الحشرات التي تتطفل على حشرات اخرى على الاوكسجين عن طريق الجهاز القصبي للعائل او عن طريق ثقب جدار الجسم للعائل وتحصل اليرقات الكبيرة لنغف معدة الخيل *Calliphora* على الاوكسجين من الهواء الذي يدخل المعدة مع الغذاء حيث تتنفس الهواء بواسطة زوج الثغور الواقعة في نهاية البطن .

الجهاز التناسلي The reproductive system :
الجهاز التناسلي في الحشرات يمثل بغدد جنسية مزدوجة متصلة للخارج بواسطة انابيب وهذه الغدد هي المبيضان في الانثى والخصيتان في الذكر .

1 – الجهاز التناسلي الذكري : يتلائم تركيب الاعضاء المذكرة في ا لحشرات لانتاج الحيوانات المنوية ونقلها الى الاناث التي تنتمي لنفس النوع وتوجد في فراغ البطن .
التركيب : أ – الخصيتين Testes : يتكون كل منها من انابيب Follicles متجمعة مع بعضها ويختلف عدد هذه الانابيب باختلاف الحشرات . وتتركب الخصية من فص واحد او عدة فصوص ويختلف شكلها ايضا من كروي الى بيضوي او مستطيل وهما اما منفصلتان او متلاصقتان .
مكان تواجد الخصيتين اما اعلى القناة الهضمية او على الجانبين وهما متبتتان بواسطة الاجسام الدهنية .

ب – الوعائين الناقلين Vas deferentia : الوعاء عبارة عن قناة رفيعة تتصل بالخصية والتي تصب فيها افرازها وفي الغالب يتسع الوعاء عند مؤخرته مكونا الحوصلة المنوية Vesicula seminalis والتي يخزن فيها الحيوانات المنوية واحيانا يتقابل الوعاءان الناقلان وعند نقطة اتصالهما تتكون حوصلة منوية واحدة .

ج – القناة القاذفة Ejaculatory duct : وهي تتلئون من التئاء الوعاءان الناقلان وهي عضلية التركيب مبطنة من الداخل بالكيوتكل وتصب هذه القناة في الة السفاد التي تنتهي بالقضيب الذي هو عبارة عن امتداد في جدار الجسم يحيط بنهاية القناة القاذفة .

د – الغدد المساعدة Accessory glands : يوجد منها اما زوج واحد او ثلاثة ازواج تتصل بالوعاء الناقل او القناة القاذفة ووظيفتها افراز حوامل الحيوانات المنوية Spermatophore او كبسولات هلامية يعبأ فيها الحيوانات المنوية ثم تنتقل الى الانثى .

2 – الجهاز التناسلي الانثوي : تتكون اعضاء التناسل في انثى الحشرات من :
أ – المبيضين Two ovaries : ويتكون كل مبيض من مجموعة من الانابيب المبيضية Ovarioles يختلف عددها باختلاف الحشرات فقد تكون واحدة كما في ذبابة النوم او 4 – 8 كما في حرشفية الاجنحة ومعظم الحشرات ، يتم تكوين البيوض والتي قد يصل عددها الى 2000 بيضة كما في بعض انواع النمل الابـيض في فريعات المبيض حيث يبدأ في طور العذراء في بعض الحشرات او في طور الحورية الاخير ، ونجد ان البيض متراصا في سلسلة بحيث ان البيض الكبير يوجد في القاعدة ويتدرج في الصغر كلما اتجه الى الاعلى .
تتكون كل انبوبة مبيضية في مبيض الانثى من الخيط الطرفي Terminal filament ووظيفته تثبيت المبيض في مكانه ، وايضا تتكون الانبوبة المبيضية من طبقة البيض الجنينية Germarium وهي كتلة من الخلايا الجنسية الاولية التي تصبح فيما بعد البويضات Oocytes والمنطقة الاخيرة هي منطقة البيض Vetellarium وهي الجزء الاكبر من الانبوبة المبيضي ة ويوجد فيها البيض ، كل بيضة في غرفة .

ب – القنوات التناسلية Genital oviduct : تصب الانابيب المبيضية في قناة خاصة تسمى قناة المبيض وتتحد القناة الخاصة بكل مبيض Lateral oviduct مع بعضها لتكون القناة المشتركة

Common oviduct التي تتسع عند مؤخرتها لتكون المهبل Vagina الذي يبطن من الداخل بطبقة الكيوتكل وينتهي بالة وضع البيض .

ج – المخزن المنوي Spermatheca : وهو عبارة عن كيس صغير تحفظ فيه الحيوانات المنوية ويتصل بالمهبل بواسطة قناة صغيرة .

د – الغدد المساعدة Accessory glands : وهي عبارة عن غدتين تصب افرازاتهما بالقرب من نهاية فتحة المهبل ووظيفتها افراز غطاء البيض وايضا تنتج مادة لزجة للصق البيض في المكان الذي توضع فيه .

و – القابلة المنوية Bursa capulatrix : وهي عبارة عن كيس يوجد في بعض الحشرات ويتصل بالمهبل احيانا ليتلقى الحيوانات المنوية التي تقذف فيه وقت عملية السفاد قبل ان تدخل الى المخزن المنوي .

التلقيح : لا يتوقف التلقيح في الحشرات على نضوج اعضاء التناسل فقط ففي كثير من الحشرات تتم عملية السفاد قبل ان تبلغ الانثى حيث نجد ان بعض الذكور يلقح الانثى بمجرد خروجها من العذراء . اما الذكور فيجب ان ينضج جهازها التناسلي قبل ان تقوم بعملية السفاد ففي فترة السفاد تختلف الطريقة التي يجد فيها الذكر الانثى كما يلي :

1 – يحدث الذكر صوتا او صرصرة كما في النطاط والصرصر
2 – تصدر بعض الاناث ضوء مميز كما في بعض الخنافس
3 – تفرز بعض الاناث رائحة تجذب بها الذكور
4 – بعض الاناث تجذب الذكور بالوانها الزاهية

طريقة التلقيح : يوجد عدة طرق للتلقيح في الحشرات منها :

1 – الطريقة العادية بان يقذف الذكر الحيوانات المنوية في منطقة المهبل او في القابلة المنوية مباشرة .
2 – يضع الذكر الحيوانات المنوية بالقرب من اجزاء الفم للانثى وتنتقل بعد ذلك الحيوانات المنوية من اجزاء الفم الى الفتحة التناسلية كما في الكولمبولا .
3 – يصب الذكر الحيوانات المنوية على الجزء السفلي للبطن ثم تسبح الحيوانات المنوية بعد ذلك حتى تصل الى الفتحة التناسلية كما في بق الفراش .

تلقح الانثى مرة واحدة في حياتها وهذه تكفي لوضع جميع البيض ، لكن في بعض انواع الحشرات الاخرى تحتاج الى عدة تلقيحات على فترات متباعدة حتى تضع كل البيض في حياتها

الاخصاب : الاخصاب قد لا يحدث الا بعد وقت طويل من عملية التلقيح وقد يحدث عند وضع البيض مباشرة اذ تخرج بعض الحيوانات المنوية وتخصب البيضة اثناء خروجها من قناة المبيض المشتركة وفي غشائية الاجنحة تستطيع الانثى ان تتحكم في نزول البيض حتى يتم اخصاب بعضه دون الاخر .

انواع التكاثر في الحشرات Types of reproduction :

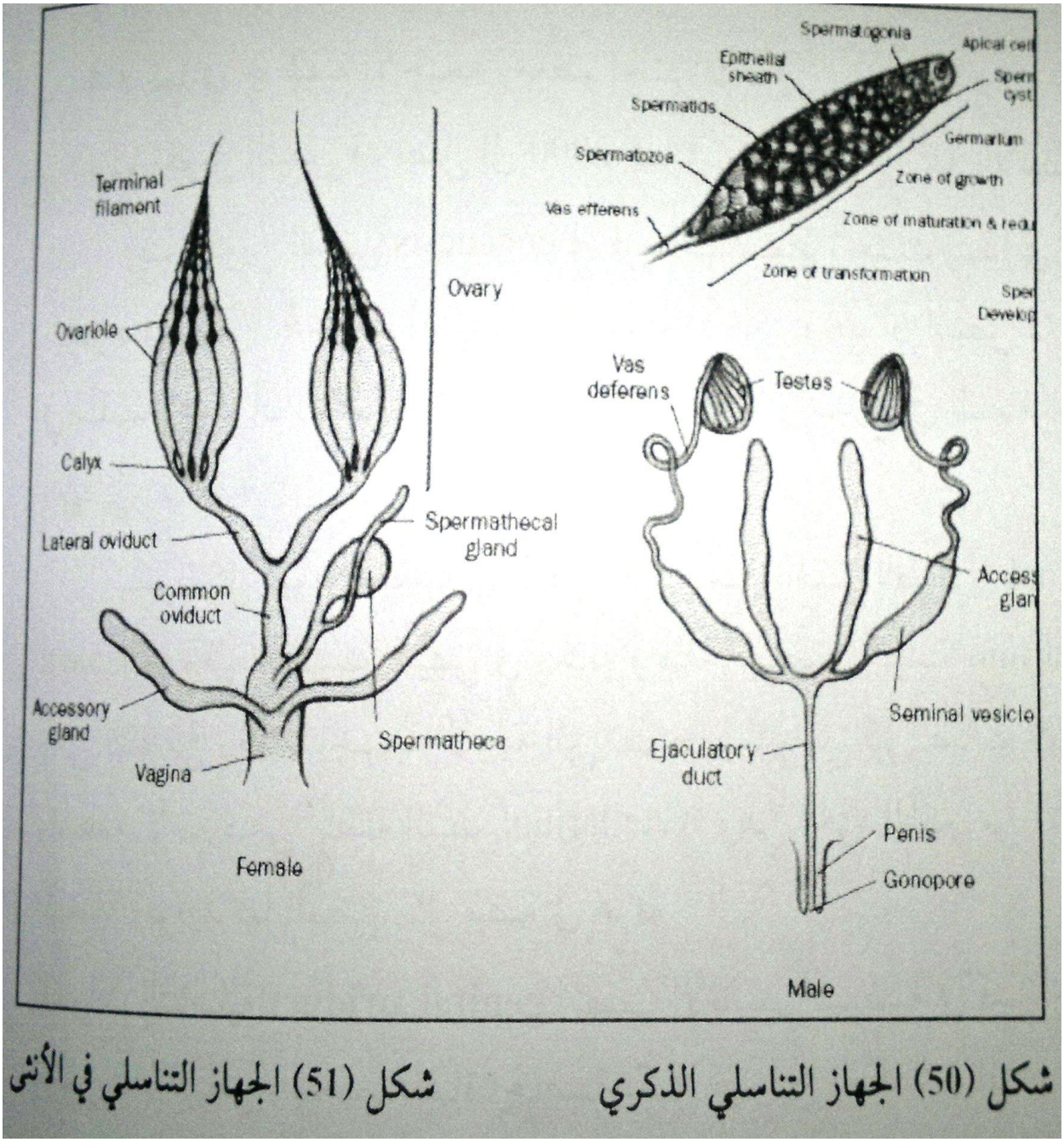
أ – التكاثر الجنسي Sexual R. : في هذا النوع من التكاثر بعد تلقيح الذكر البالغ الانثى البالغة تضع الانثى البيض الذي يفقس بعد مدة وهذه هي الطريقة الشائعة للتكاثر في الحشرات ، غير ان هنالك طرق كثيرة اخرة لتكاثر الحشرات وهي :

1 – الحشرات البيوضة viviparity : في هذا النوع من التكاثر تضع الانثى البيض الملقحة الذي يفقس بعد فترة الى يرقات او حوريات والتي تستمر بالنمو الى ان تصل الى حشرات كاملة
2 – الحشرات البيوضة الولودة Ovoviviparity : في هذا النوع يحتجز البيض في القناة التناسلية للانثى حتى يكتمل النمو الجنيني وعندئذ تضع الانثى يرقات او عذارى بدلا من وضع البيض كما في ذباب اللحم

ب – التكاثر العذري او البكري Parthenogenesis : وفيه تتكاثر الحشرات وتضع الاناث بيضا بدون عملية الاخصاب فيفقس هذا البيض وينتج عنه افراد صغيرة ، وتبعا للجنس الذي ينشأ عنه التوالد العذري توجد ثلاث طرز معروفة وهي :
1 – انتاج الذكور Arhenotoky : وفيه ينتج عن التوالد العذري ذكور فقط كما في غشائية الاجنحة مثل Hymenoptera
2 – انتاج الاناث Thelytoky : وفيه ينتج اناث فقط وهو الاكثر شيوعا .
3 – الانتاج المختلط Amphitoky : ويشمل انتاج الجنسين وهو معروف في بعض انواع المن والزنابير المفترسة .
ويمكن تقسيم التكاثر العذري او البكوي حسب استمرارية حدوثه الى :
1 – التكاثر البكري الدائم : مثل التكاثر الموجود في النحل فعندما تضع الملكة بيضة مخصبة ينتج عنها شغالة او ملكة بينما البيضة غير المخصبة ينتج عنها ذكور .
2 – التكاثر البكري المؤقت : وهو يحدث في الحشرة من وقت الى اخر بدون نظام وذلك بالرغم من وجود الذكر وتشاهد هذه الظاهرة في فراشة الحرير .
3 – التكاثر البكري الدوري : هذا النوع من التكاثر يشاهد بوضوح في حشرة المن حيث تتكاثر هذه الحشرات تكاثرا جنسيا بالتناوب مع التكاثر البكري .

ج – تكاثر الاطوار غير الكاملة Paedogenesis : في بعض الاح وال النادرة نجد ان اليرقات لها القدرة على انتاج يرقات اخرى كما يحدث في يرقات ذبابة الميستر *Miaster* (Diptera: Cecidomyiidae) وفيه يتكون البيض داخل اعضاء التأنيث الحديثة النمو لليرقة الام فتأكل اليرقات حديثة النمو داخل اليرقة الام نسيج الام الداخلي وتخرج يرقات تتكاثر بنفس الطريقة حتى في النهاية تتحول بعض اليرقات الى عذارى تخرج منها حشرات كاملة وهذه تكمل الحياة الطبيعية وايضا يمكن ان يحدث ذلك في بعض العذارى مثل الهاموش .

د – التكاثر بواسطة تعدد الاجنة Polyembryony : في الحشرات غشائية الاجنحة المتطفلة تنتج البيضة الواحدة فردين نتيجة احتوائها على عدد من الاجنة .



شكل (51) الجهاز التناسلي في الأنثى

شكل (50) الجهاز التناسلي الذكري

الجهاز العصبي Nervous system :

يستخدم الجهاز العصبي في الحشرات كما هو الحال في ب اقي الحيوانات لتوضيح العلاقة بين اعضاء الحس التي تستجيب لمختلف الحوافز الخارجية والداخلية والتي تؤثر في اعضاء الجسم كالعضلات والغدد وغيرها والتي عن طريقها يستطيع الكائن الحي ان يتفاعل مع هذه الحوافز .
والعنصر الاساسي في تكوين النسيج العصبي هو الخلية العصبي ة Nerve cell or Neuron ومن انسجة تتكون من تركيب غير عصبي يحيط الاعصاب يدعى بالغرى العصبي Neuroglea ، وللخلية العصبية اشكال متعددة غير انها تحتوي على بروزات بروتوبلازمية تسهل عملية الاتصال مع غيرها من الخلايا العصبية في نقطة تدعى منطقة الوصلة العصبية Synaptic junction او مع التراكيب الحسية والاعضاء المؤثرة الاخرى واحد هذه البروزات عادة ينمو جيدا ويكون تركيبا ليفيا عصبيا موصل طويل يدعى المحور Axon وتمتلك نهاية المحور على مجموعة دقيقة من الليفيات العصبية المتفرعة تسمى التشجرات Dendrites ويمكن ان تصنغ الخلايا عِلى ضوء عدد هذه المحاور ، فاما ان تكون وحيدة القطب او ثنائية او متعددة الاقطاب ومن ناحية الوظيفة يمكن تقسيم الخلايا العصبية الى :
1 – الخلايا العصبية الحسية الواردة والتي تقوم بنقل الايعازات العصبية باتجاه الداخل من اعضاء الحس .
2 – الخلايا العصبية الحركية الصادرة وتقوم بنقل الايعازات العصبية باتجاه الخارج الى اعضاء الحركة .
3 – الخلايا العصبية المشتركة وهي مجموعة من الخلايا العصبية التي توصل الخلايا الحسية بالخلايا الخركية .
وغالبا ما تتجمع الخلايا العصبية في مركز عصبي معين يدعى العقدة العصبية Ganglion بينما تجمع محاور هذه الخلايا العصبية يكون ليفا عصبيا Nerve fiber والتجمع الكبير لهذه الالياف العصبية يكون الاعصاب Nerves تدعم العقد العصبية والاعصاب بخلايا عصبية تدعى Neuroglia وتحاط الاعصاب بواسطة نسيج بشكل صفيحة متجانسة تدعى الصفيحة العصبية وتلعب هذه دورا وا ضحا حيث تكون حاجزا بين ايونات البوتاسيوم للسائل الدموي والخلايا العصبية ومن الناحية التشريحية نستطيع تقسيم الجهاز العصبي في الحشرات الى ما يلي :

أ – الحهاز العصبي المركزي Central nervous system
ب – الجهاز العصبي الاحشائي Visceral nervous system او ما يسمى بالجهاز العصبي العطوف Sympathetic nervous system
ج – الجهاز العصبي المحيطي Peripheral nervous system ولكن يجب ان نتذكر ان هذه الاجهزة الثلاثة تكون مرتبطة مع بعضها البعض .

أ – الجهاز العصبي المركزي : يؤلف هذا الجهاز القسم الرئيسي من الجهاز العصبي ويتألف م ن سلسلة من العقد العصبية المزدوجة والتي ترتبط مع بعضها البعض بواسطة حبال طولية وعرضية من الالياف العصبية وهذه الحبال تستعمل لربط العقد العصبية الاخرى التي تسبقها والتي تليها ، والالياف العصبية العرضية تدعى الروابط Commissures وهي تساعد على ربط قسمي العقدة العصبية الواحدة بقوة بحيث تبدو وكأنها قطعة واحدة .
وبشكل عام تحتوي كل حلقة من حلقات الجسم على زوج من العقد العصبية التي تبدو وكانها عقدة واحدة ، وربما تكون الالياف العصبية الرابطة العرضية منفصلة وواضحة في كل مكان من الجسم كما هو الحال في الجنس Machilis او قد تكون منفصلة وواضحة في الصدر فقط كما في

رتبة مستقيمة الاجنحة ورتبة غمدية الاجنحة ، وفي حالات عديدة تلتئم العقد العصبية المتقاربة مع بعضها لتكون مراكز عصبية ، اثنين من هذه المراكز توجد في الراس عادة واعداد مختلفة من العقد الملتحمة في الصدر والبطن ، يتميز الجهاز العصبي المركزي الى :

1 – الدماغ Brain او العقد العصبية الدماغية Cerebral ganglion ام ما تسمى بالعقدة العصبية فوق المريئية Supraoesophageal ganglion ، والعقدة العصبية تحت المريئية Suboesophageal ganglion ، والحبل العصبي البطني .

الدماغ يقع بالضبط فوق البلعوم ومسند بين الاذرع للهيكل الداخلي للراس وهو مركز لعقدة عصبية ظهرية للراس وتتكون خلاياه كليا من العصبونات وهذه العقدة العصبية فوق البلعومية تكونت جنينيا باندماج العقد العصبية للحلقات الراسية الامامية وهذه الاجزاء الجنينية تكون ثلاث طيات عصبية لاعضاء نشأت في الراس وهذه الاجزاء الثلاثة هي : الدماغ الاول Protocerebrum والدماغ الثاني Deutocerebrum والدماغ الثالث Tritocerebrum على التوالي بالرغم من ان هذا التقسيم لا ينفذ الى الخارج عادة .

أ – الدماغ الاول : وهو يمثل اتحاد زوج من العقد العصبية للقطعة امام اللامس Preantennary segment ويمثل القسم الاكبر من الدماغ ويتشعب الى العيون المركبة والبسيطة ويمثل الفصوص البصرية Optic lobes .

ب – الدماغ الثاني او الوسطي : وهو مكون من اتحاد عقدتي قطعة اللامس Antennary segment ويتالف بصورة رئيسية من زوج من الفصوص التي تسم ى الفصوص الشمية او اللمسية Antennary or olfactory lobes وتتفرع هذه الى اللوامس على كل جانب .

ج – الدماغ الثالث : ويتكون من العقدة العصبية الثالثة الناتجة من الحلقة الثالثة للراس جنينيا Intercalary segment ويقسم هذا الدماغ الى فصين صغيرين منفصلين بشكل واسع بواسطة الرابط العرضي خلف البلعوم ويمر هذا الرابط خلف المريء ويربط هذا الدماغ بالعقد العصبية تحت المريء وتمتد الاعصاب الجبهية الشفوية من الدماغ الخلفي واحد هذه الاعصاب يمر الى الشفة العليا يدعى العصب الشفوي والاخر يكون جذر العقدة العصبية الجبهية Frontal ganglion .

2 – العقدة العصبية تحت المريء Suboesophageal ganglion : وهي المركز العصبي البطني للراس وتتكون من العقد العصبية لحلقات الراس الثلاث الخلفية جنينيا وهي الحلقة الفكية والحلقة الفكية المساعدة والحلقة الشفوية السفلى .

3 – الحبل العصبي البطني Abdominal nerve cord : يتالف من سلسلة من العقد العصبية تقع في السطح البطني للصدر والبطن وترتبط هذه العقد بواسطة الياف عصبية مزدوجة طولية رابطة والتي تنبثق من الجهة الظهرية للعقدة العصبية تحت المريء ، العقد العصبية الثلاث الامامية تقع كل منها في الصدر الامامي والوسطي والخلفي على التوالي وتدعى العقد العصبية الصدرية Thoracic ganglia والباقية من عقد الحبل البطني تقع في البطن وتسمى بالعقد العصبية البطنية Abdominal ganglia .

تسيطر العقد العصبية على اعضاء الحركة وبذلك تمد اعصابا رئيسية مزدوجة يجهز الاول العضلات الموجودة في تلك الحلقة الصدرية بينما يخترق الاخر عضلات الارجل لتلك الحلقة من الصدر ، وفي الصدر الوسطي والخلفي هناك زوج اضافي من الاعصاب والتي تسيطر على حركة الجناحين في كل صدر وسطي وخلفي ، وتختلف العقد العصبية البطنية من ناحية العدد ، ففي الجنس Machilis وفي يرقات كثيرة اخرى يوجد ثمان عقد عصبية بطنية ولكن عامة تكون العقد العصبية البطنية اقل من هذا العدد ، توجد العقدة البطنية الاولى عادة في نهاية الصدر وقد تكون ملتحمة بنهاية العقدة الصدرية الثالثة ، اما العقدة العصبية البطنية الاخيرة فتكون اكبر

حجما وهي تشكل مركزا عصبيا ناتجا على الاقل من التحام العقد العصبية البطنية الثلاث الاخيرة وتمد كل حلقة عصبية بطنية زوجا من الاعصاب يزود عضلات تلك الحلقة البطنية .

ب – الجهاز العصبي الاحشائي او العطوف Visceral or Sympathetic nervous system يقسم هذا الجهاز الى :
1 – الاعصاب السمبثاوية المريئية Oesophageal sympathetic nerves
2 – الاعصاب السمبثاوية البطنية Abdominal sympathetic nerves
3 – الاعصاب السمبثاوية الخلفية Caudal sympathetic nerves

1 – الاعصاب السمبثاوية المريئية : وقد تسمى مجموعة بالجهاز العصبي المعدي Stomatogastric nervous system ويرتبط هذا الجهاز مباشرة مع الدماغ ويتفرع الى القناة الهضمية الوسطى والقلب واجزاء اخرى داخلية وبشكل نموذجي هناك عقدة عصبية جبهية Frontal ganglion صغيرة مثلثة الشكل تقع فوق المريء بمسافة قصيرة من الدماغ ، وتتفرع هذه من الامام الى العصب الجبهي والذي يذهب الى الدرقة ومن الجانب زوج من الفروع تتصل مع الدماغ الخلفي ومن الخلف تتفرع الى العصب الناكص Recurrent nerve الذي يمتد على طول الخط الوسطي الظهري للمريئ والذي يمر بالضبط اسفل الدماغ ويمر هذا العصب الى المنطقة الخلفية للقناة الهضمية الامامية وينتهي بالعقد ة العصبية المعوية ، ويقع زوج من العقد المريئية او البلعومية على المريء خلف الدماغ بالضبط وتسمى العقدة الجسمية القلبية Corpora cardiac تتضمن الاعصاب والخلايا ذات الافراز الداخلي التي تسيطر على الوظائف الداخلية المهمة .

2 – الاعصاب السمبثاوية البطنية : تسمى مجموعة بالجهاز العصبي العطوفي البطني Ventral sympathetic nervous system وعندما يكون هذا الجهاز كاملا يتكون بشكل نموذجي من زوج من الاعصاب المستعرضة التي تتحد مع كل عقدة عصبية بطنية من الحبل العصبي وتتحد مع العقدة العصبية التي تليها بواسطة اعصاب وسطية طولية ، تمر الاعصاب المستعرضة الى الفتحات التنفسية للحلقات والى واحدة او اكثر من العقد العصبية الصغيرة .

3 – الاعصاب السمبثاوية الخلفية : تسمى مجموعة بالجهاز العصبي السمبثاوي العجزي Caudal sympathetic nervous system وينشأ هذا الجهاز من العقد العصبية خلف المريئية للحبل العصبي البطني ويزود الجهاز التناسلي والجزء الخلفي للقناة الهضمية بالاعصاب

ج – الجهاز العصبي المحيطي : يتألف هذا الجهاز في الحشرات من شبكة دقيقة من محاور وخلايا عصبية واقعة جميعها اسفل الجدار الجسمي مباشرة وهذه الخلايا الحسية قد تكون ثنائية الاقطاب او متعددة الاقطاب والتفرعات البعيدة لعقدة الخلايا الحسية متشعبة بدقة وتنتهي في طبقة البشرة السفلى حيث تكون على اتصال بالشعيرات الحسية المنتشرة على جدار الجسم ، اما المحاور العصبية فتنتظم معا ثم تدخل الاعصاب المزدوجة الخارجية من عقد الحبل العصبي السفلي . تستطيع اعضاء الحس المنتشرة بانواعها المختلفة استلام المؤثرات الخارجية وتكيف الحشرات اخصالها على حسب الظروف البيئية المحيطة بها اذا تستطيع التمييز بين مختلف المؤثرات الخارجية الواقعة عليها ثم الاستجابة لها بما يناسب الموقف وذلك اما بالبعد عن العوامل الضارة بحياتها او الاقتراب من المؤثرات الملائمة لها .
تتخذ اعضاء الحس في الحشرات اشكالا متنوعة وهي تستلم المؤثر او الحافز الخارجي الذي ينقل بواسطة الاعصاب الحسية الى داخل عقدة عصبية من عقد الجهاز العصبي المركزي وفي هذه العقدة ينتقل الايعاز العصبي بواسطة العصبون ات المتاخمة او الرابطة ونتوءاتها الى

العصبونات الحركية والتي بدورها وعن طريق محاورها المحركة ينتقل الايعاز العصبي من داخل العقدة العصبية الى خارجها بحيث تصل الى جهاز تنفيذي معين كالعضلة او الغدة وبذلك يؤدي ذلك الجهاز التنفيذي اللازم للرد على الايعاز العصبي بما يتفق مع مصلحة وظروف الحشرة .

اعضاء الحس تكون ملازمة لجدار الجسم بصورة خاصة وكل عضو حسي Sensillum يتالف من : 1 – تركيب من الكيوتكل او من البشرة السفلى ومن خلال ذلك التركيب تتضخم الحوافز العصبية او تتحول الى تغييرات ميكانيكية او كيمياوية عادة .
2 – خلية عصبية او اكثر تستجيب الى الحوافز المحورة الناتجة من الفعاليات او النشاطات العصبية ، والوحدات الحسية في الحشرات تعتبر خلايا حسية اولية او بدائية لذلك تنتج مركزا داخل المحاور التي تدخل العقد العصبية وتنتهي بالاتصال مع الوحدات العصبية هناك ويمكن تقسيم اعضاء الحس او المستلمات الحسية بشكل عام الى صنفين هما :

أ – المستلمات الخارجية Exteroreceptors : وهي التي تستلم الحوافز التي تنشا في البيئة الخارجية .
ب – المستلمات الداخلية Endoreceptors : وهي التي تستلم الحوافز الناشئة داخل الجسم كالتحسس بالجوع والافرازات الداخلية .

ويمكن تقسيم اعضاء الحس او المستلمات الخارجية الى ما يأتي :
1 – المستلمات الميكانيكية Mechanoreceptors : وتشمل اعضاء الحس باللمس والشد وحفظ التوازن الجسمي والشعيرات الحسية بادراك الاصوات ميكانيكيا .
2 – المستلمات الكيمياوية Chemoreceptors : وهي تمثل المستلمات الشمية والذوقية .
3 – المستلمات الضوئية Photoreceptors : تسمى باعضاء النظر مثل العيون البسيطة والمركبة .
4 – اعضاء السمع Auditors organ : وهي التي تستلم وتدرك الاصوات .
5 – مستلمات الحرارة وارطوبة Temperature and Humidity Rception .

اعضاء الحس الميكانيكية : تمتاز انواع اعضاء الحس الميكانيكية باحتوائها على نتوءات تتضمن مادتها تكون بعض اجزاء عضو الاستلام وربما تكون بعض هذه الحواس متخصصة باللمس الذي يتضمن الاحتكاك مع الاجسام الصلبة او تيار الماء او الهواء وربما تستجيب الى الضظوط الميكانيكية الواقعة على الكيوتكل كما يعمل بعضها كاعضاء للتوازن وبعضها يعمل كاعضاء لاستلام الصوت ويمكن تمييز ثلاثة تراكيب رئيسية منها :
أ – الشعيرات الحسية المتمفصلة Articulated sense hairs
ب – المستلمات الناقوسية Campanifarm sensillae
ج – الاعضاء الوترية Chordotonal organs

المستلمات الكيمياوية : تشمل هذه المستلمات حواس الذوق والشم وهي عبارة عن شعيرات رقيقة الكيوتكل وقصيرة نوعا ما ولكنها سميكة المظهر ولها القدرة على التاثر بالمواد الكيمياوية الذائبة في السوائل او المنتشرة في الهواء .
ان كل شعيرة مجهزة من اسفلها بخلايا عصبية ينبعث منها الى الاعلى عصب رفيع يمتد بداخل الشعيرة وينتج الذوق بواسطة لمس مواد المحاليل بينما ينتج الشم من تاثير كيمياوي لمواد متطايرة تاتي من مسافة .

وتوجد المستلمات اللمسية اساسا على حلقات اللوامس والملامس وتتالف كل مستلمة من جزء من الكيوتكل رقيق جدا ول كنه غير مثقب ومزود من الاسفل بالنتوءات البعيدة لمجموعة من العصبونات الثنائية الاقطاب . ومن المستلمات الشمية توجد انواع مختلفة فهي اما شعرية Trichoid او مخروطية قاعدية Basiconic او مخروطية غائرة في الحوض Coeloconic او لوحية الشكل Placoid .

المستلمات الضوئية : هي عبارة عن خلايا عصبية خاصة حساسة للاشعاعات الضوئية وقادرة على ارسال تاثير تلك الاشعاعات الى خلايا معينة في الجهاز العصبي وتشمل اعضاء الحس الضوئية في الحشرات ما يأتي :

أ – العيون البسيطة او العوينات Simple eyes or ocelli ويوجد منها نوعان هما

1 – العيون البسيطة الظهرية

2 – العيون البسيطة الجانبية

ب – العيون المركبة Compound eyes

فسلجة العين المركبة : تقوم العين المركبة بوجه عام بتمييز شكل وحركة وموقع الاشياء الخارجية كما تدرك الاختلافات في شدة ولون الضوء الساقط عليها . وتتكون صورة الجسم المرئي في العين باستقبال الاشعة الضوئية الاتية من اشياء خارجية وخلال العدسة ثم القضبان البصرية وهذا يجعل كل محور بصري يتنبه بواسطة منطقة صغيرة جدا من ضوء ات من ذلك الجزء من الحقل البصري الذي يقع امامه ، وحيث ان المناطق الصغيرة تختلف عن بعضها في الشدة فانها مع بعضها تصنع صورة مؤلفة من نقاط فاتحة واخرى غامقة وتتكون الصورة بطريقتين :

أ – الطريقة المتضامنة Apposition : بهذه الطريقة تكون كل وحدة بصرية معزولة ضوئيا تماما عن الوحدات المجاورة بواسطة الدقائق الصبغية المنتشرة في خلايا القزحية ، وعليه فكل محور بصري يتنبه فقط بالاشعة الضوئية الساقطة عموديا على العدسة والمارة خلال المخروط مباشرة من تلك الوحدة البصرية ، واي اشعة مائلة لا تصل الى المحور البصري بسبب انتشار الدقائق الصبغية في خلايا القزحية ، وتتكون صورة في الدماغ من صور تلك الاجزاء التي كونتها الوحدات البصرية حيث توضع في اماكنها وتتشكل صورة للجسم المرئي بكامله وتصنع الحشرات النهارية الصورة بهذه الطريقة .

ب – الطريقة التراكبية Superposition : تحدث هذه الطريقة في الحشرات ليلية النشاط وفيها تتجمع الدقائق الصبغية وبذلك لا تعزل الدقائق الصبغية الوحدات البصرية ضوئيا تماما ، وبذلك تمر الاشعة الساقطة عموديا الى العدسة الاشعة المائلة الاتية من وحدات بصرية مجاورة وبذلك تتكون صورة من كل وحدة بصرية ، لكن هذه الصورة تكون غير محدودة وغير واضحة وبتطابق هذه الصور في الدماغ تتكون في الاخير صورة كاملة عن الشيء المرئي .

اعضاء الحس السمعية : وهي التراكيب التي تستلم الصوت وتمكن الحشرة من السماع ويوجد في الحشرات بشكل عام خمسة انواع من اعضاء السمع هي :

1 – اعضاء السمع ذات الطبلة الخارجية

2 – عضو جونستن

3 – مجاميع الخلايا الحسية السمعية الموجودة على لواحق الحشرات

4 – الاطباق الحسية السمعية المبعثرة على جدار الجسم وهي لا تحتوي طبلة ايضا

5 – الشعيرات الحسية السمعية المنتشرة على سطح الجسم

مستلمات الحرارة وارطوبة : جميع الحشرات تميل لان تبتعد عن الدرجات المرتفعة لانها قد تحدث ضررا في برتوبلازم خلايا جسمها ومع ان اللوامس تحتوي على اهم مراكز الا حساس بالحرارة عند غالبية الحشرات الا ان مستلمات الحرارة قد توجد على اجزاء اخرى من الجسم . وتعتبر اللوام ساهم مراكز الاحساس بالرطوبة عند الحشرات اذ توجد عليها حسيسات مخروطية قاعدية وشعرية ولوحية تقوم بهذا الاحساس ولكن طريقة عملها غير معروفة حتى الان ، فنحلة العسل وذبابة الاصطبل يمكنها الاحساس بوجود الماء من على مسافة بعيدة بواسطة اعضاء حسية خاصة على اللوامس .

اعضاء توليد الصوت في الحشرات :
يمكن تصنيف الطرق التي تتولد بواسطتها الاصوات لدى الحشرات الى ما يلي :
1 – عن طريق ضرب اجزاء الجسم ضد مادة خارجية
2 – احتكاك احد اجزاء الجسم ضد جزء اخر من الجسم
3 – اهتزاز الاجنحة
4 – اهتزاز غشاء خاص في الجسم
5 – عن طريق اهتزازات مختلفة تتضمن اصل غير معروف

الادوار غير الكاملة في الحشرات
Immature Stages

1 – دور البيضة The Egg
تنتج البيوض من الخلايا الجرثومية في فروع البيض وتكون البيضة محاطة بقشرة ملساء او مضلعة او ذات نقوش مختلفة وفي احيان كثيرة تكون مزخرفة باشكال بارزة كحواف اوسلسلة من نتوءات كما في بيوض حرشفية الاجنحة Lepidoptera وتوجد على قشرة البيضة مناطق صغيرة سداسية الشكل وهي انطباعات الخلايا الطلائية التي كونت القشرة . تتكون البيضة من التراكيب الاتية :
أ – قشرة البيضة اوغلافها Chorion or Eggshell : وهو جدا قوي غير كايتيني يحمي اجزاء البيضة الدخلية وتفرزه خلايا بطانة فرع البيض .
ب – النقير Micropyle : وهو فتحة صغيرة وقد توجد اكثر من فتحة واحدة في البيضة في احدى نهايتي البيضة تخترق قشرة البيضة . وعن طريق هذه الفتحة يدخل الحيوان المنوي لاخصاب البيضة . وقد يوجد النقير على طرف حلمة صغيرة في قشرة البيضة .
ج – غشاء المح Vitelline Membrane : هو غشاء رقيق يبطن قشرة البيضة وتحوي على اجزاء البيضة الداخلية .
د – السايتوبلازم Cytoplasm : هو المادة الحية في البيضة وهو خلية حيوانية وهو السائل الرائق في البيضة .
ه – النواة Nucleus : وهو الجزء الفعال في خلية البيضة وتحتوي النواة على الكروموسومات والجينات وهي حاملات الصفات الوراثية .
و – المح Yolk : وهو مادة غذائية للجنين النامي ليست متجمعة في مكان واحد كما هو الحال في بيوض الطيور بل منتشرة في كل السايتوبلازم .

2 – اليرقة Larva :
هو الدور الذي يفقس من البيضة في الحشرات ذات التحول الكامل . تفقس اليرقة من البضة بعد ان نمت نموا جنينيا لمرحلة ابكر مما في حالة الحورية او الحورية المائية ذات الخياشيم فقد تكون اليرقات اولية الاقدام Protopod Larvae او يرقات عديدة الاقدام Polypod Larvae حسب نوع الحشرة .

اشكال اليرقات في الحشرات هي :
أ – يرقات اولية الارجل Protopod Larvae : تكون الاجهزة الداخلية لهذه اليرقات واجزاء جسمها في حالة مبكرة من النمو وتكون حلقات الجسم وخاصة البطن غير واضحة ولواحق الراس اثرية والثغور التنفسية وحتى الجهاز العصبي اثرية او معدومة . نشاهد مثل هذه اليرقات في الحشرات المتطفلة داخليا من رتبة غشائية الاجنحة Hymenoptera التي يكون فيها البيض عديم المح ويعتمد الجنين النامي بداخل البيضة على ما يرشح له خلال قشرة البيضة الرقيقة من سوائل جسم العائل .
ب – يرقات عديدة الارجل Polypod Larvae او اليرقات الاسطوانية Eruciform Larvae : وهي اليرقات التي تكون في مرحلة متوسطة من النمو ويكون شكل هذه اليرقات اسطوانيا وجسمها لحمي لين غير صلب وتكون اللوامس وارجلها الصدرية ضعيفة نسبيا . وتتكون البطن من عشرة حلقات تحمل بعضها ارجلا اولية او كاذبة Prolegs لها في بعض الا نواع خطاطيف على طرف الرجل مثل يرقات حرشفية الاجنحة Lepidoptera او بدون خطاطيف مثل يرقات غشائية الاجنحة من رتيبة Symphyta . يختلف توزيع الارجل الاولية على حلقات البطن

وكذلك عددها في الحشرات . فيكون اعلى عدد في بعض يرقات حرشفية الاجنحة وهو خمسة ازواج موزعة على الحلقات البطنية الثالثة والرابعة والخامسة والسادسة والعاشرة ويقل هذا العدد في يرقات اخرى من حرشفية الاجنحة . ففي اليرقات نصف القياسية ثلاثة ازواج من الارجل الاولية على الحلقات البطنية الخامسة والسادسة والعاشرة وزوجان في اليرقات القياسية عائلة Geometridae على الحلقتين البطنيتين السادسة والعاشرة اما في يرقات رتيبة Symphyta فلها اكثر من خمسة ازواج من هذه الارجل اذ يصل العدد الى ثمانية ازواج وتبدا في الحلقة البطنية الثانية . لليرقات عديدة الارجل فتحات تنفسية على جانبي الجسم .

ج – يرقات محدودة الارجل Oligopod Larvae : تكون هذه اليرقات عند فقس البيضة في مرحلة متقدمة من النمو فقد اجتازت مرحلتي اولية الاقدام وعديدة الاقدام بداخل البيضة وقبل الفقس اي ضمن النمو الجنيني . تمتاز هذه اليرقات بنمو ارجلها الصدرية بشكل جيد وعدم وجود ارجل اولية لها . بعضها يرقات نشطة سر يعة الحركة جهازها التنفسي ذو فتحات تنفسية عديدة على الجانبين . تضم هذه المجموعة شكلين من اليرقات هما :

1 – اليرقات المنبسطة Campodeiform Larvae : وتتميز بجسمها المضغوط من الاعلى الى الاسفل وفكوكها قوية وجدار جسمها صلب ، لوامسها وارجلها الصدرية جيدة النم و ومتميزة الحلقات ، بطنها مقسمة الى حلقات واضحة وتحمل في اغلب الاحيان زوجا من الزوائد الذنبية Caudal Processes . معظم هذه اليرقات مفترسة مثل يرقات الدعاسيق ويرقات اسد المن واسد النمل ويرقات عائلتي Ditiscidae , Carabidae .

2 – اليرقات الجعالية Scarabaeiform Larvae : وهي وسط بين اليرقات الاسطوانية واليرقات المنبسطة فجسمها اسطواني ممتلئ رخو مقوس بشكل حرف C وارجلها الصدرية اقل نموا مما في اليرقات المنبسطة ولكنها واضحة الحلقات ، مؤخرة البطن منتفخة ولا تحمل اية نموات ذنبية مثل يرقات عائلة الجعال Scarabaeidae .

د – يرقات عديمة الارجل Apodous Larvae : يشتق هذا النوع من اليرقات من النوع محدود الارجل باختفاء الارجل الصدرية فتصبح اليرقات دودية الشكل Vermiform وهي ذوات جلد رخو حركتها قليلة . والتحور الى هذا النوع يكون نتيجة معيشتها اذ تكون قريبة من الغذاء وبعيدة عن الاعداء كيرقات نحل العسل ويرقات السوس والذباب والبراغيث .

3 – دور ما قبل العذراء Prepupa :

وهو دور يقع بين اخر طور يرقي والعذراء ، لايمثل هذا الدور غالبا طورا انسلاخيا اي لا تنسلخ اليرقة لتصبح ما قبل العذراء وفيه تسكن اليرقة وتمتنع عن التغذي وتبدا في بناء شرنقة او خلية او غيرها لتحتمي بها . ثم ينفصل الكيوتكل عن طبقة البشرة الداخلية وتتحول الحشرة بداخل الكيوتكل الى عذراء فيتغير شكلها الخارجي العام قليلا عن اليرقة اذ يقصر جسمها ويعقب ذلك فترة سكون هو دور العذراء . تنمو الاجنحة ولكنها لا تزال تحت كيوتكل ا ليرقة وهذا الدور يختلف عن كل من اليرقة والعذراء وعند انسلاخ هذا الدور تتحول الحشرة الى عذراء ومع هذا ففي بعض الحشرات خاصة ذوات التحوا المفرط تنسلخ اليرقة البالغة في نهاية اخر طور يرقي الى دور ساكن لا يتغذى هو دور ما قبل العذراء الذي يمهد لدور العذراء .

4 – دور العذراء Pupa :

العذراء هو الدور الساكن الذي يلي دور اليرقة او دور ما قبل العذراء في الحشرات ذات التحول الكامل . ان هذا الدور وان كان ساكنا لا يتحرك الا انه من الناحية الوظيفية او الفسلجية نشط جدا فهو انشط دور في النمو بعد الجنيني لانه دور انتقالي بين اليرقة والحشرة الكاملة وفيه تتحول اليرقة المختلفة كليا في الشكل والتركيب الى الحشرة الكاملة فتتحلل انسجة جسم اليرقة ويعاد بناء

الانسجة من جديد فالتغيير من يرقة الى حشرة كاملة اكبر بكثير من التغيير من حورية او حورية مائية ذات خياشيم الى حشرتها الكاملة ، وكل هذا التغيير يتم في دور العذراء الساكن او الدورين الساكنين ما قبل العذراء والعذراء .

تختلف اشكال العذارى في الحشرات المختلفة وفيما يلي انواع العذارى في الحشرات :

أ – العذراء الحرة Exarate Pupa : تكون لواحق الجسم كاللوامس واجزاء الفم والارجل وكذلك الاجنحة حرة الحركة غير مقيدة تتصل في جسم الحشرة في مواقع اتصالها الطبيعية فقط كما في عذارى رتبة غمدية الاجنحة Coleoptera وبعض غشائية الاجنحة Hymenoptera

ب – العذراء المكبلة Obtect Pupa : وفيها تلتصق لواحق الجسم والاجنحة بجسم العذراء بواسطة افراز يتكون اثن اء الانسلاخ اليرقي الاخير ولذلك لا تظهر هذه الاعضاء بصورة واضحة بل يمكن ملاحضتها بشكل خطوط كما في عذارى رتبة حرشفية الاجنحة Lepidoptera . تكون العذراء المكبلة محاطة بشرنقة في كثير من العث تصنعها اليرقة قبل تحولها الى دور العذراء او تصنعها اليرقة وهي في دور ما قبل العذراء ، اما عذارى الفراشات فهي مكبلة ايضا ولكنها بدون شرنقة بالاضافة الى ذلك فانها تختلف عن بقية العذارى المكبلة في كون انها تثبت نفسها على غصن او جسم اما بواسطة خيط يربط منطقة صدر العذراء بالغصن وتلصق مؤخرة البطن به ايضا بمادة صمغية .

ج – العذراء المستورة Coarctate Pupa : بدلا من نسج شرنقة او غطاء امين تقوم بعض عذارى مجاميع من الحشرات بالاستفادة من كيوتكل اليرقة في طورها الاخير فيقصر جسم اليرقة ويتضخم قليلا ويتصلب فيتغير لونه الى بني غامق ثم تنسلخ اليرقة في الطور الاخير عن الكيوتكل فتتحول الى ع ذراء من النوع الحر ويبقى هذا الكيوتكل كغلاف حولها ويسمى كيس العذراء Puparium كما في رتيبة Cyclorrhapha من رتبة ثنائية الاجنحة Diptera .

5 – دور الحورية المائية Naiad : وهو الدور الذي يفقس من البيضة في الحشرات ذات التحول المتباين كما في رتبة الرعاشات Odonata

6 – دور الحورية Nymph : وهو الدور الذي يفقس من البيضة في الحشرات ذات التحول التدريجي كما في رتبة مستقيمة الاجنحة Orthoptera

مقارنة بين اليرقة والحورية :

اليرقة	الحورية
1 – الاجنحة مخفية تحت جدار الجسم خارجيا	1 – الاجنحة تنمو
2 – شكل الجسم دودي بعيد الشبة عن الكاملة يشبه الكاملة	2 – شكل الجسم وتركيبة
3 – الاطوار اليرقية الاخيرة لا تكون اقرب شبها بالحشرة الكاملة من الاطوار السابقة متقدم يكون اقرب الطور السابق	3 – كل طور حوري شبها للحشرة الكاملة من
4 – لليرقة اعضاء وتراكيب خاصة بها لا توجد في الكاملة الحورية موجودة في	4 – كل اعضاء جسم كاملاتها
5 – ليس لليرقات عيون مركبة عاملة مطلقا ولكن قد يكون الا اذا كانت لها عيون بسيطة	5 – للحورية عيون مركبة كبارها بدون عيون مركبة
6 – اجزاء فمها تختلف عن اجزاء فم الكاملة الكاملة	6 – لها نفس اجزاء فم
7 – تعيش في بيئة تختلف عن بيئة الكاملة الكاملة	7 – تعيش في نفس بيئة
8 – قبل ان تتحول اليرقة الى كاملة تمر بدور العذراء تتحول الحشرة	8 – بعد انتهاء دور الحورية الى كاملة

التحول في الحشرات Metamorphosis

تتغذى الحشرة الصغيرة بعد فقسها وتنمو تدريجيا فتمر بسلسلة متتابعة من التغييرات المظهرية حتى تصل دور الحشرة الكاملة فمرحلة البلوغ وتسمى عملية التغيير المتتابع هذه بالتحول .
تقسم الحشرات بحسب انواع تحولها الى مجموعتين هما :
أ – حشرات عديمة التحول Ametabola : تكون الحشرة الصغيرة بعد فقسها من البيضة مباشرة تشبه ابويها فيما عدا صغر حجمها وعدم نضوج اعضائها التناسلية اي ان للحشرة ثلاث ادوار هي : البيضة Egg ، حشرة صغيرة Young insect ، حشرة كاملة Adult . تنمو هذه الحشرات الصغار تدريجيا وتنسلخ عدة مرات وتمر بتغيرات في شكل الجسم ولواحقه طفيفة وغير ملحوظة لدرجة لا يمكن تسميتها تحول . ان نمو بدون تحول هو من صفات بعض الرتب البدائية من الحشرات كرتبة ذوات الذنب القافز Collembola ورتبة السمك الفضي Thysanura وهما من صنيف الحشرات غير المجنحة في الاصل .

ب – حشرات ذات تحول Metabola : وهي الحشرات التي تمر صغارها بتحول ملحوظ وهذه تقسم الى قسمين :
1 – حشرات ذات تحول متباين Heterometabola : وفيها ينمو الجنين في البيضة الى طور متاخر من النمو فيمضي بداخل البيضة بالمظاهر الثلاث وهي ذات الاقدام الاولية وعديدة الاقدام

ومحدودة الاقدام فيخرج من البيضة كحشرة صغيرة متقدمة في النمو لها ثلاثة ازواج من الارجل تعرف بالحورية Nymph او بالحورية المائية ذات الخياشيم Naiad . تنمو هذه الحشرات تدريجيا مارة بعدة انسلاخات وتنمو معها ا جنحتها اذا كانت الحشرة مجنحة والتي تكون اول الامر كنتوءات او براعم صغيرة تكبر بعد كل انسلاخ حتى تنسلخ للمرة الاخيرة وتخرج الحشرة الكاملة باجنحتها تامة النمو . ولان الصغار تنمو واجنحتها تنمو معها بصورة ظاهرة لذلك سميت هذه الحشرات ذوات الاجنحة الخارجية Exopterygota تقسم هذه الحشرات الى فرعين :

أ – حشرات ذات تحول تدريجي Paurometabola : وفيه تكون الحشرة عند اول فقسها من البيضة تشبه لحد كبير الحشرة الكاملة الا في صغر حجمها وعدم وجود الاجنحة فيها اذا كانت كبارها مجنحة وعدم اكتمال نمو اعضائها التناسلية . قد تختلف ايضا الحشرة الصغيرة عن الكاملات في اللون وفي بعض اللواحق كاللوامس ، لهذا النوع من التحول ثلاثة ادوار هي بيضة Egg ، حورية Nymph ، حشرة كاملة Adult يبدا ظهور الاجنحة بشكل براعم صغيرة خارجية بعد انسلاخ الحورية الثاني كما ان لونها اذا كان مغايرا للكاملات يتدرج مع نموها الى ان يشابه الحشرة الكاملة ، ان الحشرات ذوات التحول التدريجي هي برية المعيشة غالبا كما في رتب مستقيمة الاجنحة Orthoptera وجلدية الاجنحة Dermoptera ومتساوية الاجنحة Isoptera ومتشابهة الاجنحة Homoptera وغيرها كما ان بعضها مائي المعيشة تعيش في الماء او فوق الماء في كل ادوارها وتتغذى على نفس النوع من الغذاء فلها نفس اجزاء الفم في الحوريات والكاملات ، وبالرغم من معيشتها هذه فهي تتنفس الهواء الجوي اي ان جهازها التنفسي مفتوح كما في عائلات بق الماء الضخم Belostomatidae وسابحات الظهر Notonectidae ونوتي الماء Corixidae وغيرها من عائلات رتبة نصفية الاجنحة Hemiptera المائية .

ب – حشرات ذوات تحول ناقص Hemimetabola : تعيش الصغار من هذه الحشرات في الماء دائما فهي مائية المعيشة بينما كبارها تعيش معيشة برية تماما وبالاضافة الى ذلك فان للصغار تحورات تركيبية تلائم معيشتها المائية فهي تتنفس بالخياشيم اي ان تنفسها مقفل وتتغذى بغذاء يختلف عن غذاء حشرتها الكاملة ولذلك فقد تختلف اجزاء فمها وطريقة التغذي ونوع الغذاء في الدورين غير الكامل والكامل تسمى الحشرة الصغيرة بالحورية المائية Naiad ذات الخياشيم تمييزا لها عن حورية الحشرات ذوات التحول التدريجي والتي تسمى Nymph فتحولها اذن يمر بالادوار التالية : بيضة Egg ، حورية مائية ذات خياشيم Naiad ثم حشرة كاملة Adult ويشاهد مثل هذا النوع من التحول في حشرات رتبة الرعاشات Odonata وذباب الاحجار Plecoptera .

2 – حشرات ذوات تحول كامل Holometabola : هذا هو اعقد انواع التحول اذ تمر الحشرة بالادوار التالية بيضة Egg ، يرقة Larva ، عذراء Pupa ثم حشرة كاملة Adult اي ان لها اربعة ادوار باضافة دور العذراء الساكن بينما للحشرات الاخرى اي عديمة التحول وذوات التحول المتباين ثلاثة ادوار فقط . تكون الادوار غير الكاملة اليرقة والعذراء بعيدة الشبه عن الحشرة الكاملة في تركيب جسمها ومظهرها وفي عادات تغذيتها اي ان العذراء لا تتغذى وفي البيئات التي تعيش فيها . فيرقة البعوض مثلا تسبح في الماء وتتغذى على احياء صغيرة وعلى مواد عضوية . والعذارى تعيش في الم اء ايضا ولا تتغذى بينما كبارها المجنحة برية المعيشة تتغذى الاناث على امتصاص الدم من مضايفها والذكور على افرازات النباتات . وهكذا فلكل من ادوار الحشرة تراكيبه التي تلائم معيشته . يشاهد مثل هذا التحول في حشرات رتب حرشفية الاجنحة Lepidoptera وغمدية الاجنحة Coleoptera وثنائية الاجنحة Diptera وغشائية الاجنحة Hymenoptera .

3 – حشرات ذوات تحول مفرط Hepermetamorphosis : وهو نوع من التحول الكامل ولكن تكون اليرقات في التحول الكامل بعد فقس البيضة ذوات شكل واحد طيلة الدور اليرقي ، بينما في بعض الحالات تكون اليرقات في النوع الواحد من الحشرات ذوات شكلين او اكثر ويسمى التحول في مثل هذه الحالة بالتحول المفرط يحدث هذا الطرز من التحول في بعض انواع الحشرات من رتب غشائية الاجنحة وغمدية الاجنحة وشبكية الاجنحة Dictyoptera وملتوية الاجنحة Stripceptera مثل الخنفساء الحارقة *Epicauta rittata* اذ تكون فيها اليرقة عند الفقس ذات شكل منبسط وتستمر كذلك خلال الطور اليرقي الثاني وبعد الانسلاخ الثاني تدخل في الطور اليرقي الثالث تصبح اليرقة ذات شكل جعالي مقوس وهكذا حتى تدخل ما قبل العذراء اي ان لليرقة شكلين المنبسط والجعالي .

الافة Pest : كل كائن حي يضر الانسان وحيواناته والمحاصيل الزراعية والمنتجات الغذائية مثل الحشرات الضارة ، الفئران ، الحلم ، الديدان الثعبانية ، البكتريا ، والفايروسات والفطريات .

الافات الوافدة Introduced petsts : وهي الافات التي تدخل الى البلد مع النباتات او الثمار او الحبوب او الحيوانات المصابة وبسبب استيراد هذه الكائنات ، وفي حالة ملائمة الظروف في البلد الجديد فانها تتكاثر وتشكل خطرا كبيرا على المحاصيل الزراعية او الحيوانات لانها تدخل بدون دخول اعدائها الحيوية الموجودة في ذلك البلد لكي تسيطر عليها .

الافات والاضرار التي تسببها : تضم شعبة مفصلية الارجل اعداد هائلة من الافات نصفها نباتي التغذية Phytophagus علما بان الكثير منها لا يجلب انتباه ا لانسان لتغذيتها على نباتات برية غير مستغلة من قبل الانسان ، ويقدر حجم الخسائر التي تسببها الافات المختلفة في العالم بحوالي 80 مليون دولار سنويا ، كما تسبب هذه الافات مشاكل في حقل الصحة وخاصة في الدول النامية فمرض الملاريا ينتقل من قبل بعض انواع بعوض الانوف لس .Anopheles sp حيث سببت 200 مليون حالة مرضية ومليوني حالة وفاة ، وتسبب الامراض النباتية كمرض التفحم والصدأ للحنطة خسائر كبيرة فقد ادى مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا المتسبب عن بعض الفطريات مجاعة كبيرة في ايرلندا عام 1845 للقضاء على محصول البطاطا مما ادى الى موت اكثر من مليون نسمة وهجرة مليون نسمة الى الدول الاوربية . وتعتبر الادغال افات مهمة لانها تقلل من انتاجية المحصول وتقلل من نوعيته نتيجة منافستها على المواد الغذائية . كما سبب اصابة الحيوانات المختلفة في الولايات المتحدة ، اوربا ، ليبيا والعراق بذباب ة الدودة الحلزونية الى خسائر كبيرة في الثروة الحيوانية اضافة الى الخسائر الناجمة عن مكافحة هذه الافة .

مكافحة الافات Pest control : العمل على تقليل اعداد الافة لكي تكون اضرارها قليلة او معدومة بطريقة ابعادها او منع وصولها الى العائل او توفير ظروف غير مناس بة لتكاثرها وانتشارها ، ولا تعني المكافحة القضاء التام على الافة حيث ينجو قسم من هذه الافات ويعيد نشاطه وتكاثره عند توفر الظروف الملائمة لها ، وتنقسم طرق المكافحة الى :
اولا : المكافحة الطبيعية Natural control : تعني تقليل اعداد الافة ومنها الحشرات بالعو امل الطبيعية دون تدخل الانسان ، وتشمل عوامل المناخ (درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية ، سرعة الهواء ، الضوء ، الامطار ، الضغط الجوي والاعداء الطبيعية) وتعتبر الحرارة اهمها لانها تؤثر مباشرة على نمو وتكاثر الحشرات ، فهي تحدد طول وعدد اجيال الحشرة في السنة ، ك ما تؤثر الحرارة العالية والواطئة على نشاط الحشرات فتموت بعضها وتدخل بعضها في سبات .

ثانيا : المكافحة التطبيقية Applied control : لا تقضي المكافحة الطبيعية على الافات بصورة نهائية ، اذ ينجو بعض الافراد حيث تعاود نشاطها وتتكاثر عند توفر الظروف لها ، وعليه يضطر الانسان الى التدخل في مكافحتها لغرض الاقلال من ضررها وتسمى هذه بالمكافحة التطبيقية حيث تنقسم الى :
1 – المكافحة الميكانيكية والفيزياوية Mechanical and Physical control : تعتبر من الطرق البسيطة في مكافحة الافات كاستخدام الالات في سحق الحشرات الكبيرة ا لحجم ويلزم لاجرائها عدد كبير من الايدي العاملة وهذه الطريقة متبعة في مصر لجمع دودة ورق القطن وقتلها خارج المزرعة ، ويمكن استخدام المضرب في قتل الذباب المنزلي في المنازل ويمكن استخدام الطرق الفيزياوية ومنها استخدام درجات الحرارة العالية في المخازن لتجنب اصا بة المواد المخزونة بالافات المختلفة ، كما يمكن التخلص من بعض الحشرات الثاقبة للاخشاب

بتغطيس الخشب بماء ساخن 80 م لمدة ست ساعات ، وحاليا تستخدم الموجات فوق الصوتية Ultrasonic بذبذبات تتراوح بين 20 – 50 الف سايكل / ثانية في حقول الذرة ادى الى انخفاض نسبة الاصابة بحفار ساق الذرة بنسبة 50 % حيث تخيف هذه الذبذبات هذه الحشرات لانها تشبه الذبذبات التي تطلقها اعداء الحشرات ومنها الخفاش ومن الطرق الاخرى المستخدمة هو نصب المصائد لجذب الحشرات مثل المصائد الضوئية او مصائد الطعوم السامة وكذلك استخدام الحواجز التي تمنع الحشرات الزاحفة للوصول الى الحقول عن طريق عمل خنادق حول الحقول وملئها بالماء كما ان وضع الاسلاك المعدنية على الابواب والشبابيك في البيوت تقلل من دخول الحشرات الى المنازل .

2 – المكافحة الزراعية Agricultural control : يعني استخدام الطرق الزراعية في التقليل من اعداد الافات وخاصة الحشرات وذلك بتغير بيئتها وجعلها غير صالحة لتكاثرها ويمكن اتباع الاساليب الاتية :

أ – الدورة الزراعية : ويعني زراعة المحصول لدورة واحدة بدلا من زراعته لسنين متعدد اي ترك الارض في احد السنين وزراعته في سنة اخرى او اجراء تغير في زراعة الارض سنويا قد تفيد هذه الدورة في تقليل من اعداد الافات تعيش على عائل معين او لها حياة طويلة او لها طور السكون في تطورها .

ب – الزراعة المختلطة : ويعني زراعة محاصيل مختلفة تصاب بنفس الافات التي تصيب المحصول الرئيسي مثلا زراعة محصول مجاور تفضله افات التي تص يب المحصول الرئيسي وبعدها يعامل المحصول الاضافي المجاور بالمبيدات لقتل الافات التي عليه .

ج – الحراثة : تفيد في مكافحة الحشرات التي تعيش في التربة حيث يسبب قلب التربة الى قتل ميكانيكي لقسم من الافات اضافة الى تعريض القسم الاخر للجو الذي لا يكون مناسب لها فـتؤدي الى موته .

د – النظافة : وتعني ازالة الادغال الموجودة في الحقول حتى لا تصبح عوائل ثانوية للحشرات ثم جمع هذه الادغال وحرقها خارج الحقل .

ه – موعد الزراعة : ويعني زراعة المحاصيل اما مبكرا او في موعد متاخر في وقت يكون فيه اعداد الافة قليل وتقل اضرارها على المحصول فالزراعة المبكرة للقطن تساعد على سرعة نمو البادرات بحيث تجعلها تتحمل الاصابة بثربس القطن وكذلك يؤدي الى نضج الجوزة في وقت قد يجنبه الاصابة بدودة جوز القطن .

و – الاصناف المقاومة : تفيد زراعة الاصناف المقاومة في تقليل من اضرار الافات او تحديد انتشارها فمثلا صنف الرز IR20 مقاوم لحشرة القفاز .

ز – التسميد : يسبب التسميد في بعض الاحيان الى زيادة مقاومة النبات لبعض الافات فمثلا تسميد محصول الذرة بالاسمدة البوتاسية يقلل من اصابة هذا المحصول بحفار ساق الذرة لانه هذه الاسمدة تؤدي الى تصلب جدران خلايا النبلت .

3 – المكافحة بالتشريع Legal control : وتعني اصدار قوانين وتعليمات لمنع دخول افات جديدة الى بلد وذلك عن طريق دوائر الحجر الزراعي حيث يتم فحص كل المواد الغذائية والشتلات والاخشاب المستوردة والحبوب المستوردة وبعد الفحص يعطي شهادات لاصحابها تشهد خلوها من الاصابات وفي حالة وجود اصابات من الحشرات ام امراض معينة في هذه المواد فتحرق هذه المواد اذا كانت هذه الاصابات جديدة وغير معروفة في العالم او يعامل ببعض المبيدات او يتم اعادتها الى البلد التي تم استيراد هذه المواد منه ، وتشمل المكافحة بالتشريع ايضا تعليمات خاصة ، بازالة بقايا النباتات في الحقول مثل بقايا نبات القطن بعد جني المحصول .

4 – المكافحة الحياتية Biological control : يعني استخدام المفترسات والطفيليات والمسببات المرضية في تنظيم كثافة الافة ، ان الاساس في المكافحة الحياتية هو ايجاد اعداء حشرية في المواطن الاصلية للافات الحشرية وجلبها ودراسة مدى تكيفها للطبيعة ونجاحها في مكافحة الافات . ومن الامثلة على ذلك قيام قسم الحشرات التابع لوزارة الزراعة في العراق بجلب حشرة طفيلية من رتبة غشائية الاجنحة Aphelinus mali من مصر في اواخر الستينيات واكثارها ثم اطلاقها في بساتين التفاح لمكافحة حشرة المن القطني على التفاح حيث ظهر نجاح وكفاءة هذا الطفيلي من تقليل اعداد المن القطني في بساتين الراشدية / بغداد وكذلك في محافظة ديالى .ويرجع تاريخ اول استخدام ناجح لهذه الطريقة الى سنة 1888 عند استورد خنفساء الفيداليا من استراليا الى امريكا للتقليل من الاضرار الكبيرة التي تسببها البق الدقيقي الاسترالي على الحمضيات في ولاية كاليفورنيا وتتميز طريقة المكافحة الحيوية ب:

1 – طريقة امينة ، 2 – دائمية ، 3 – اقتصادية ، 4 – متخصصة

1 – طريقة امينة : لا تسبب ضررا بالبيئة ولا بالنظام الب يئي ولا بالموازنة الطبيعية للافات مقارنة بما تسببه المبيدات الكيمياوية .

2 – دائمية : الاعداء الحيوية الموجودة اصلا في الطبيعة ولا توجد ضرورة بعمليات التصنيع مقارنة بالمبيدات كما ان هذه الاعداء لها القدرة في زيادة اعدادها وانتشارها طبيعيا دون تدخل الانسان .

3 – هذه طريقة غي مكلفة حيث الاعداء موجودة في الطبيعة او نحتاج الى اكثارها في مختبر في بعض الاحيان .

4 – العدو الحيوي سواء كان مفترسات او طفيليات يكون متخصص ضد افة واحدة او اثنتين مقارنة باستخدام المبيدات التي تقتل اعداد وانواع كثيرة من الافات وحتى الاعدا ء الحيوية الموجودة في الحقل .

5 – عدم قدرة الافة في تطوير مناعة ضد العدو الحيوي .

6 – لا تسبب الاعداء الحيوية ضررا للانسان او ممتلكاته ولم يسبب استخدام الاعداء الحيوية في الحقول مهاجمة النحل او دودة الحرير هناك بعض النواقص او الانتقادات التي توجه الاستخدام هذه الطريقة هي :

1 – بطئ تاثيرها وعدم قدرتها في ابادة الافة

2 – صعوبة التنبؤ بكفائة العدو الحيوي

3 – قد لا يتوافق ظهور الاعداء الحيوية زمنيا مع ظهور الافة

4 – قد تتحمل بعض الاعداء الحيوية المستوردة من الخارج بعض المسببات المرضية للنبات وبذلك يخلق مشاكل جديدة

5 – قد تتطفل الاعداء الحيوية المستوردة او تفترس الاعداء الحيوية المحلية او تهاجم الحشرات النافعة .

وقد استعمل طريقة المكافحة بالجراثيم وهي استعماللا الاحياء الدقيقة كالفايروسات والبكتريا والفطريات والابتدائيات والديدان و الثعبانية في التقليل من اض رار الافات وقد نجح استعمال البكتريا Bacillus thuringiensis في مكافحة اليرقات فراشة اللهانة Pieris rapae ومن فوائده انه يؤثر على الافة فقط ولا يؤثر على الحشرات المفيدة والا على الانسان او الحيوانات

5 – المكافحة الكيمياوية Chemical control : وهي استعمال المبيدات الكيمياوية للحد من اضرار الافات على النباتات او منتجاتها او على الانسان وحيواناته وذلك بالتقليل من اعدادها او بقتلها مباشرة او بطردها .

مبيد الافات Pesticide : هو مادة او خليط من المواد الكيمياوية تستخدم لقتل الافات بغية التقليل من الاضرار الاقتصاد ية التي تسببها هذه الافات (الحشرات ، الحلم ، الفطريات ، البكتريا ،

الديدان الثعبانية) وغيرها من الكائنات اثناء الزراعة والنقل والخزن وكذلك مكافحة الامراض او الحشرات التي تصيب الانسان والحيوان على اساس نوع الكائن يمكن تقسيم المبيدات الى :
1 – مبيد الحشرات Insecticides ومنها Melathion , Sevin .
2 – مبيد الفطريات Fungicides ومنها Dithane A40 , Benlate
3 – مبيد الادغال Herbicides ومنها 2,4D , Dalapon
4 – مبيد القوارض Rodenticides ومنها فوسفيد الزنك و Warfarin
5 – مبيد الحلم والعناكب Acaricides ومنها Tedion , Kelthane
6 – مبيد الديدان الثعبانية Nematocides ومنها Nemacur , Nemagon
7 – مبيد البكتريا Bacterides ومنها المضاد الحيوي Stereptomycine
8 – مبيد الطحالب Algicides ومنها هايبوكلورات الكالسيوم
9 – مبيد الطيور Avicides ومنها Strychnine , Avitrol
10 – مبيد الاسماك Piscides ومنها نيكلوساميد
11 – مبيد القواقع Molluscicides ومنها Sodium metaldehyde , Brestan

يمكن اعتبارة هذه الطريقة من اكفأ الطرق واكثرها تقبلا في الدول النامية وذلك لسرعة تأثيرها وسهولة تطبيقها وامكانية استخدامها للتخلص من مختلف الافات ونظ را لكفاءة المبيدات في مكافحة الكثير من الافات ومنها الحشرات فادى ذلك الى زيادة في الانتاج الزراعي والحيواني كما ساعدت في القضاء على بعض الحشرات الناقلة للامراض كالبعوض والقمل والبراغيث والذباب بالرغم من فوائد استخدام المبيدات فان لبعضها مضار حيث يسبب :
1 – بعض المبيدات سامة للانسان والحيوان
2 – بعض المبيدات تبقى فعالية متبقياته في التربة او النبات لمدة طويلة
3 – بعض المبيدات تنتقل عن طريق مياه الامطار الى الانهار والبحيرات فتسبب التسمم للاسماك حيث يتجمع بقايا هذه المبيدات في جسم الانسان المتغذي على الاسما ك الملوثة . كما يتجمع بعض متبقياته في جسم الانسان المتغذي على الفواكه والخضراوات او الحليب الناتج عن ابقار تغذت في الحقول سبق معاملتها باحدى المبيدات
4 – كثير من المبيدات غير متخصصة وبذلك تقتل الاعداء الحيوية كما تقتل الحشرات النافعة مثل نحل العسل
5 – مقاومة الحشرات للمبيدات الكيمياوية عند استخدامه لعدة سنوات
6 – العودة السريعة للافات بعد توقف استخدام المبيدات
7 – ظهور وباء لافات الثانوية ، يسبب استخدام المبيدات احيانا الى ظهور زيادة غير متوقعة لافات اخرى غير معروفة سابقا كأفة مهمة مثلا لم يعرف في العرا ق اهمية العنكبوت الاحمر على القطن قبل استعمال المبيدات الحشرية لمكافحة دودة جوز القطن ولكن بعد استخدام مبيد Sevin لمكافحة هذه الحشرات ادى ذلك الى زيادة كثافة العنكبوت الاحمر واصبح كافة مهمة

المبيدات الحشرية : تعتبر المبيدات الكيمياوية المستخدمة في مقاومة الحشرات من اكثر مبيدات الافات شيوعا حيث تشكل حوالي 49 % من كمية المبيدات التي تباع في اسواق العالم في الوقت الحاضر وهناك عدة طرق لتقسيم هذه المبيدات منها :
اولا : التقسيم على اساس دخول المبيد في جسم الحشرة
أ – سموم معدية Stomach poison
ب – سموم بالملامسة Contact poison
ج – سموم تنفسية Respiratory poison
ومن عيوب هذا التقسيم هو ان معظم المبيدات العضوية المصنعة قد تقتل الافة الحشرية بالطرق الثلاثة .

ثانيا : التقسيم على اساس المصدر الذي يؤخذ منه المبيد
أ – المبيدات الحشرية غير العضوية Inorganic insecticides : تتميز هذه المبيدات
1 – سموم معدية لا تنفذ منها كميات كافية الى داخل النبات بل تبقى على سطح الورقة وبذلك فهي غير كفوءة في مقاومة الحشرات ذات اجزاء الفم الماصة .
2 – سميتها عالية للبائن
3 – تؤثر بشدة على النبات (كحرق الاوراق واصفرارها)
4 – تقاوم التحلل في الطبيعة وعليه شهد انخفاض في استخدام هذه المبيدات في الوقت الحاضر وبقيت معظم استخداماتها كطعوم سامة لمقاومة الجراد ، الديدان القارضة ومن هذه المبيدات مركبات الزرنيخ ومنها اخضر باريس ، وكذلك مركبات الفلور ومنها فلوريد الصوديوم وكريوليت Cryolite .
ب – المبيدات العضوية الطبيعية Naturally accurring organics ومنها :
1 – الزيوت Oils تمتاز الزيوت بما يلي : رخيصة الثمن ، سهلة التداول ، قلة سميتها للانسان والحيوان ، قدرتها على تغطية النبات المعامل بكفاءة ، عدم قدرة الحشرة على اظهار المقاومة ، ومن مضار استخدام الزيوت :
التأثير الحارق للاوراق النباتية Phytotoxicity عند استخدامها مباشرة على النبات . ويمكن استخدام الزيوت في المجالات التالية :
معاملة الحيوانات الزراعية لمقاومة القراد والقمل ، رش الزيوت على البرك لمقاومة البعوض ، رش الاشجار الفاكهة المتساقطة الاوراق شتاءا لمقاومة الحشرات القشرية ، استخدام الزيوت كمواد جاذبة او طاردة .
وتعتبر الزيوت البترولية من اهم المجاميع المستخدمة لمقاومة الحشرات ومنها الميثان والبيوتان والمركبات العطرية كالبنزين والنفثالين

2 – المبيدات المستخرجة من النباتات Botanies : تحوي ازها ر واوراق وجذور كثير من النباتات على مواد كيمياوية ذات تاثير سمي على الحشرات ومنها المبيدات التي استخدمت على نطاق واسع هو البيرثرم Pyrethrum والنيكوتين Nicotine ومن الصفات التي تمتاز بها هذه المبيدات هي : تتحلل بسرعة نتيجة حساسيتها العالية للضوء والحرارة وا لرطوبة الى مواد غير سامة وبذلك يمكن استخدامها قبل جني المحصول بفترة قصيرة ولا يمكن اعتبارها ملوثات بيئية ، سميتها للانسان والحيوان منخفضة جدا وبذلك تستخدم بكثرة لمقاومة الحشرات المنزلية كالذباب والبعوض والطفيليات الخارجية التي تصيب الحيوانات كالقمل والقراد والنغف ، لا تسبب احتراق واصفرار الاوراق النباتية بالجرعات الموصى بها الا ان هناك عوامل تحدد استخدام هذه المبيدات :
أ – انتاج هذه المبيدات لسد حاجة الاسواق تحتاج الى وقت طويل حيث يستغرق نمو النبات البيرثرم سنتين للحصول على المادة السامة بشكل تجاري اضافة الى استخلاص المادة الفعالة منه يتطلب امكانيات وجهود كبيرة مما يفرض ارتفاع اسعار هذه المبيدات .
ب – عدم توفر الظروف الملائمة لنمو هذا النبات في كثير من بلدان العالم .
ج – وبسبب تحللها السريع يقتصر استخدامها كمبيدات علاجية فقط ولا يمكن استخدامها كمبيدات وقائية ومن اهم هذه المبيدات :
1 – البيرثرم : يستخدم في مقاومة الحشرات المنزلية كالبعوض والذباب والنمل ويؤثر هذا المبيد على الجهاز العصبي لهذه الحشرات .
2 – النيكوتين : يستخلص المبيد من العديد من النباتات التي تعود للعائلة الباذنجانية ويستخلص تجاريا من التبغ حيث يتركز وجود المادة في اعلى الاوراق والجذور . يستخدم هذا المبيد لمقاومة حشرات المن والقراد والقمل وانواع من الحلم التي تصيب النباتات .

ج – المبيدات العضوية المصنعة Synthetic organics : وتقسم الى :
1 – الهيدروكاربونات المكلورة
2 – المبيدات العضوية المفسفرة
3 – مبيدات الكاربامات

1 – الهيدروكاربونات المكلورة Chlorinated hydrocarbon : تضم مجموعة كبيرة من المبيدات المتباينة في تركيبها الكيمياوي ولكنها متشابهة من حيث احتوائها على الكلور ، الهيدروجين والكاربون وقسم منها يحتوي على النتروجين ، الكبريت والاوكسجين تؤثر جميع المبيدات التي تقع ضمن هذه المجموعة على الاحياء عن طريق تأثريها على الجهاز العصبي . ويمكن تقسيم هذه المبيدات الى ثلاثة مجاميع :
أ – مجموعة D.D.T : ومنها مبيد D.D.T يؤثر هذا المبيد على الحشرات بصورة اساسية نتيجة سرعة نفاذ المبيد خلال طبقة الكيوتكل وقد يؤثر عن طريق الفم ، ويؤثر ايضا هذا المبيد على الجهاز العصبي للافقريات والفقريات وذلك :
1 – ان اعرض التسمم بهذا المركب تدل على حدوث خلل في الجهاز العصبي وذلك نتيجة الارتعاش وشلل الكائن المتعرض له .
2 – في الحيوانات المعاملة وجد ان هناك ارتباط وثيق بين كمية المبيد في الجهاز العصبي وخاصة المخ وبين شدة اعراض التسمم ، ومن هذا نستنتج ان هذا المبيد يعمل كمبيد عصبي .

ب – مجموعة الهكسان الحلقية : ومنها مبيد اللندين له فعالية ضد الكثير من الحشرات ، ومقارنة بمبيد D.D.T فلا يتجمع المبيد في الانسجة الدهنية للحيوانات ولا يفرز مع الحليب كما يتلاشى في البيئة بسرعة .

ج – مجموعة السايكلودايين : ومنها مبيد 1 – Aldrin , 2 – Chlordaen
مبيد الكلوردين استخدم في مقاومة الحشرات المنزلية كالصراصر ، النمل والارضة ويستخدم هذا المبيد بكميات واسعة لمقاومة الارضة حيث تعامل اسس ال بناء به وذلك لشدة تأثره ولبقاءه مدة طويلة قد تصل الى 25 سنة ولا يستخدم هذا المبيد على النبات لظهور اعراض التسمم .

2 – المبيدات الفسفورية العضوية : تتميز هذه المبيدات بما يلي :
أ – اشد تأثيرا على الحشرات مقارنة بمبيدات الهيدروكاربونات المكلورة
ب – لا تخزن في الاجسام الدهنية للبائن
ج – اكثر ذوبانا في الماء
د – يسهل على الكائن الحي التخلص منها عن طريق تحويلها في الميتابولزم او طرحها مباشرة بواسطة الجهاز الابرازي .
تقتل هذه المبيدات الكائن الحي (الحشرات) نتيجة لتثبيطها عمل انزيم Cholinestrase الذي يلعب دورا مهما في نقل الاوامر العصبية في الجهاز العصبي للفقريات واللافقريات عن طريق تحليل المادة الناقلة بعد اداء عملها الى Acetyl choline . ويمكن تقسيم هذه المبيدات الى ستة مجاميع رتيسية هي :
1 – الفوسفات Phosphate مثل Azodrine , Nogos
2 – الفوسفونات Phosphonate مثل Phosvel , Diptrex
3 – الفوسفوروثيونيت Phosphorothionate مثل Diazinon , Parathion
4 – الفوسفوروثيوليت Phosphorothiolate مثل Metasystox , systox
5 – الفوسفورواي ثيوليت Phosphorodithiolate مثل Dimethoate , Malathion
6 – فوسفورو اميديت Phosphoroamidate مثل Ruelene , Schradan

3 – مبيدات الكاربامات الحشرية : تمتاز هذه المبيدات بما يلي :
أ – سميتها منخفضة على اللبائن لسهولة تحطيمها والتخلص منها .
ب – سرعة تحللها وعدم تراكمها في البيئة .
تقتل هذه المبيدات الحشرة عن طريق تثبيطها لانزيم Cholinesterase وان السبب الرئيسي في عدم انتشار هذه المبيدات على نطاق واسع هو تكاليف استعمالها وتصنيعها عالية مقارنة بالمجاميع الاخرى من المبيدات وتقسم هذه المبيدات الى :
1 – مبيدات الكاربامات احادي المثيل : من اهم هذه المبيدات هو مبيد Sevin ويستخدم في العراق Sevin 10% , Sevin 85% لمقاومة مختلف الافات الحشرية ومنها يرقات حرشفية الاجنحة التي تصيب المحاصيل المختلفة كما يستخدم ضد النمل والصراصر .
2 – مبيدات الكاربامات ثنائية المثيل : ومنها مبيد Isolan يستخدم ضد مختلف الحشرات ونها المن وهو ذو كلفة عالية .

الاتجاهات الحديثة في المكافحة :
بسبب السلبيات التي ظهرت نتيجة الاستخدام الغير عقلاني للمبيدات الحشرية وظهور اضرارها فقد لجأت الكثير من المراكز البحثية الى ايجاد سبل بديلة لهذه الطريقة بيحث تؤدي نفس الغرض وباضرار اقل ما يمكن ومن اهم هذه الطرق :
1 – معاملة التربة : تجري هذه الطريقة لمكافحة الافات التي تعيش في التربة او تقضي بعض ادوار حياتها في التربة ولها تاثير ضار على المحاصيل الزراعية مثل الكاروب او بعض الديدان القارضة حيث تستخدم مبيدات محببة لها

2 – استخدام الفرمونات الحشرية Phermonal control : الفرمونات مواد كيمياوية طيارة تعمل كهرمونات خارجة تطرح الى المحيط الخارجي من قبل احد جنسي الحشرة تحفز الجنس الاخر عند استلامها للامتثال الى تصرف معين ، وقد استخدمت هذه الطريقة للحد من اضرار الحشرات حيث تم تصنيع مركبات كيمياوية شبيهة بالفرمونات المستخرجة من الحشرات اطلق عليها بالفرمونا ت المصنعة وقد نجحت تطبيقاتها الحقلية للتقليل من اضرار بعض الحشرات كدودة جوز القطن القرنفلية ، ويمكن استخدام هذه الفرمونات في :
أ – يستخدم الفرمون داخل مصائد وبذلك تتوجه افراد الافات الى هذه المصائد والتي تحتوي في نفس الوقت على مادة سامة او لاصقة فتؤدي الى موت هذه الافراد .
ب – يمكن ان يستخدم الفرمون في منع التقاء الجنسين الذكر والانثى لغرض التزاوج وزيادة اعدادها عن طريق رش الفرمون المصنع وبالتركيز المناسب في الحقول المراد حمايتها بحيث يغطي جو تلك المنطقة وعند ذلك يصعب على الذكور ايجاد المكان الذي توجد فيه الاناث وتسمى هذه الطريقة بطريقة ارباك الذكور Male confusion technique .

3 – الطريقة الوراثية في مقاومة الحشرات Genetic control : اجريت دراسات عديدة حول استخدام الاساليب الوراثية في التقليل من اضرار الافات وذلك عن طريق احداث طفرات وراثية غير ضارة بحياة الحشرة بحيث يمكن ان تعيش في الطبيعة لفترة كافية ، وقد تمكن العلماء من نقل بعض الصفات الى حشرات الجيل الاول كصفة عدم القدرة على التشتية ، او نقل صفة عدم القدرة على الطيران او صفة عدم القدرة على لصق البيض على السطوح (على الورقة ، او على اجزاء من الحيوان) او نقص في اجزاء الفم ، كما توصل العلماء الى طريقة عدم التوافق السايتوبلازمي Cytoplasmic incompatibility والتي نجحت بعض تطبيقاتها في مقاومة البعوض في بعض المناطق حيث وجد ان التزاوج بين سلالتين مختلفتين جغرافيا ينتج عنها بيض غير مخصب ولا ينتج جنين وذلك لعدم تجانس السايتوبلازم في الكميت الذكري والانثوي للسلالتين المختلفتين . كما اظهرت بعض الاساليب الوراثية الاخرى نجاحا مقبولا ومنها :

أ – اسلوب الهجين العقيم Hybrid sterility
ب – طفرات شبه قاتلة Semi – lethal mutation في مقاومة بعض انواع البعوض في مناطق معينة من العالم. وفي العراق هناك دراسات مختبرية على حشرة عثة التين *Ephestia cautella* التي تصيب التمور ، ومن صعوبات هذه الطريقة :
أ – الحاجة الى امكانيات ضخمة في مجال التربية واحداث العقم الوراثي
ب – تتطلب امكانيات فنية في البيئة والاشعاع الحيوي Radiobiology

4 – استخدام مانعات التغذية : وهي مركبات تمنع الافات من التغذية دون ان يصحب ذلك تأثير طارد او سام للافة . ولا تؤثر هذه المواد على النباتات المعاملة في حين تجعل الحشرة غير قادرة على التغذية حتى تموت جوعا ، وتؤثر مانعات التغذية بتثبيطها عمل المستقبلات الحسية الخاصة بالذوق وبذلك تفقد الحشرة قدرتها على تمييز غذائها فتظل تبحث عنه دون جدوى .

5 – طريقة عقم الحشرات بالاشعاع ام المعقمات الكيمياوية : تعتمد هذه الطريقة على استخدام الحشرات في ابادة نفسها وذلك عن طريق العقم الجنسي بواسطة الاشعاع Radiation او عن طريق مواد كيمياوية Chemosterilants ، ولقد نجحت هذه الطريقة في ابادة ذبابة الدودة الحلزونية في الولايات المتحدة الامريكية وكذلك في ليبيا حيث ان يرقات هذه الذبابة تصيب الحيوانات والانسان وتفتك بهما ومن مميزات هذه الطريقة :
أ – الذكور العقيمة لها القدرة على التكاثر بشكل طبيعي ومنافسة الذكور الطبيعية الموجودة في البيئة وبالتالي تقل فرصة التكاثر .
ب – لا تسبب هذه الطريقة اي تلوث للبيئة .
وعليه يجب ان لا تؤثر هذه الطريقة على خاصية التزاوج ، وطول فترة الحياة للحشرة ، ومن متطلبات نجاح هذه الطريقة هي :
أ – توفير الامكانيات اللازمة لتربية اعداد هائلة من الحشرات
ب – استمرار اطلاق الذكور المشعة باستمرار
ج – المنطقة التي تستخدم فيها هذه الطريقة يجب ان تكون معزولة وذلك لتجنب دخول حشرات طبيعية اضافية من المناطق الاخرى فتقلل من اهمية الحشرات العقيمة . وبالرغم من توفر الالاف من الابحاث العلمية في مجال عقم الحشرات فان استخدامها عن طريق اطلاق الحشرات العقيمة ما يزال محدود ومقتصر على المناطق المعزولة .

6 – المقاومة بطرقة الهرمونات الحشرية Hormonal control : يمكن للهرمونات الحشرية ان تلعب دورا مهما في مقاومة الحشرات بسبب اهميتها في معظم العمليات الحيوية ومنها : الانسلاخ ، التطور ، التكاثر والسبات او السكون الفسلجي ، ومن الحقائق المعروفة ان الحشرة لا يمكنها النمو بدون انسلاخ وذلك لصلابة طبقة الكيوتكل المغلفة لهيكلها الخارجي وهنالك نوعين من الهرمونات التي تتحكم بعملية الانسلاخ هما :
أ – هرمون الانسلاخ Ecdyson الذي يفرز من الغدد الصدرية Prothoracic glands
ب – هرمون الشباب Juvenile hormone الذي يفرز من غدد صماء في الراس تسمى Corpora allatum يلعب الهرمون الاول في هضم الكيوتكل القديم وفي تكوين الطبقة الجديدة من الكيوتكل ، اما الهرمون الثاني فيلعب دورا في منع تحول الاطوار اليرقية الى الطوار البالغة وفي نهاية الطور اليرقي يجب ان يتوقف انتاج هرمون الشباب لتتحول اليرقة الى عذراء ثم يبدأ انتاجه مرة اخرى عند وصول الحشرة الى الادوار البالغة . حيث يلعب دورا مهما في نمو مبيض الحشرة وتكوين مادة المح . وقد اجريت دراسات لتشخيص التركيب الكيمياوي لهذه الهرمونات تم تصنيعه للاغراض التطبيقية واطلق عليها بالهرمونات المصنعة ، وقد وجدت من الدراسات عند استخدام هذه الهرمونات المصنعة في معاملة الاطوار غير البالغة ادى الى تكوين مخلوق

غريب يحمل صفات مختلطة ويموت بسرعة ، كما وجدت من دراسات اخرى ان استخدام هذه الهرمونات تسبب في كسر السكون الفسلجي الذي تمر به بعض الحشرات وبذلك تتعرض الحشرة الى ظروف غير ملائمة لها تعمل على قتلها ، اما معاملة الحشرات الكاملة ينتج عنها عقم الحشرة بحيث لا يمكن للبيض الذي تضعه الانثى ان يتطور فيه الجنين ومن الصعوبات التي تواجه هذه الطريقة هي :

أ – عدم استجابة بعض الحشرات لفعل الهرمونات المصنعة

ب – الاختلاف في استجابة الاطوار اليرقية المختلفة لهذه الهرمونات

ج – تصنيع هذه الهرمونات مكلف واستخدامها في الحقل يكون غير اقتصادي .

7 – المقاومة المتكاملة للافات (المكافحة المتكاملة) Integrated control : هي استخدام اكثر من طريقة من الطرق المختلفة في المكافحة بصورة متكاملة ومتوافقة لغرض الاقتصاد بالنفقات والمحافظة على البيئة وتعني ايضا ادارة الافات Pest management ، وقد ظهر مفهوم المكافحة المتكاملة حديثا بعد ايجاد التاثير السلبي لاستخدام المبيدات الحشرية ، وهناك العديد من المبررات لتطبيق المكافحة المتكاملة :

1 – مقاومة الحشرات للمبيدات الكيمياوية وخاصة عند استخدام نفس المبيد لعدة سنوات .

2 – ظهور وباء لحشرات ثانوية وذلك لان هذه المبيدات تقتل اعداء الافة ا لرئيسية اضافة الى قتلها للافات الثانوية غير المهمة وبالتالي تزداد اعداد بعض الافات الثانوية وتصبح افة مهمة .

3 – العودة السريعة للافات والتي تم مكافحتها وذلك بعد توقف المكافحة لفترة معينة نتيجة التكاثر السريع لهذه الافات .

4 – تبقى بعض بقايا المبيدات الحشرية على الاطعمة (الثمار) وقت حصادها وهذه خطرة جدا للانسان ، وتزداد الخطورة عند عدم اتباع التوصيات الخاصة باستعمال هذه المبيدات والفترة اللازمة لجني المحصول حيث ان الكثير من الفلاحين لا يمتلكون المعلومات الخاصة بفترة تلاشي كل نوع من المبيدات وبذلك فان جني هذه المحاصيل قبل المدة الموصى بها سوف يؤدي الى بقايا نسبة عالية من متبقيات المبيد في الثمار وقد يسبب ذلك حالات مرضية .

5 – الخطورة المباشرة للمبيدات حيث يتعرض العمال او المشتغلون بالمبيدات لخطورة هذه المبيدات لاتصالهم المباشر اثناء الاعداد والخلط او الرش ، ويرجع قسم من الخطورة الى جهلهم بنتائج تعرضهم لكونهم غير مختصين بها ، وللاسباب المذكورة فقد زادت قيمة المكافحة المتكاملة وادت الى اعداد خطط وبرامج المكافحة كالاتي :

1 – استخدام المبيدات الكيمياوية عند الضرورة فقط

2 – التوقيت الصحيح باستخدام هذه المبيدات

3 – انتخاب المبيدات المتخصصة والتراكيز المناسبة بحيث لا تؤثر على الاعداء الطبيعية للافات

4 – استخدام المكافحة الحياتية والزراعية كلما امكن ذلك

5 – زراعة محاصيل مقاومة للافات

6 – التنبؤ بحصول زيادات سريعة او وبائية في الافات

7 – تحديد المستوى الاقتصادي للافة كاساس لاقرار المكافحة الكيمياوية

المستوى الاقتصادي Economic threshold :

كثافة الافة على المحصول التي عند بلوغها تجري المكافحة الكيماوية وذلك لمنع زيادة سكان الافة من الوصول الى مستوى الضرر الاقتصادي والمستوى الاقتصادي هو عنصر مهم من عناصر ادارة الافلت لانه المعيار الذي بموجبه تتخذ القرارات حول اجراء المكافحة الكيماوية او عدمها . وهو يعتمد على العلاقة بين درجة اصابة المحصول بالافة (او كثافة سكان الافة) وبين الضرر الذي تسببه في كمية المحصول او نوعه او كليهما . ان وجود افة على محصول معين لا

يعني دائما حصول خسارة في كمية ونوعية حاصله ، فقد يحصل ضرر على محصول معين من قبل افة ولا يتاثر انتاجه ، لان بعض النباتات تتحمل لحد ما خسارة في اوراقها او فروعها او سيقانها او جذورها او في ثمارها قبل ان يتاثر حاصلها ، فقد وجد نوعا من البقوليات لا يتاثر حاصله قبل خسارة 66 % من اوراقه . ان مقدار الخسارة المتوقعة بسبب الافة يجب ان يعادل ثمن المبيدات وكلفة المعاملة بها ، وبمعني اخر يجب احتساب الكلفة والمردود الاقتصادي من المحصول ، وعليه فيجب ان يستند قرار المكافحة على اساس ثمن المكافحة مقابل المردود الاقتصادي الذي ياتي عن زيادة الحاصل وقيمته التسويقية .

نظام ادارة الافات Pest management system :

هي مجموعة من العمليات تشمل اتخاذ القرار والقيام باعمال المكافحة المناسبة ضد الافة وكذلك الحصول على المعلومات الدقيقة التي تستعمل في اتخاذ القرار .

ان مستويات الكثافة العددية لافة حشرية دائمية التي قد تصلها خلال فصول السنة المختلفة هي :

1 – مستوى التوازن العام : عندما تكون اعداد الافة غير مسببة لاضرار اقتصادية بسبب حالة التوازن بينها وبين الاعداء .

2 – مستوى الحد الحرج الاقتصادي : يكون الضرر ملموس ولكن تاثيره الاقتصادي غير معنوي

3 – مستوى الضرر الاقتصادي وهو المستوى الذي عنده يكون الضرر معنوي او يتطلب استعمال المكافحة قبل هذا الحد .

ويحدد الحد الاقتصادي الحرج للضرر بالعوامل الاتية :

1 – قيمة المحصول ، 2 – كلفة المكافحة ، 3 – تحمل النبات للضرر ، 4 – سلوك الافة في التغذية .

اولا : قسم الحشرات خارجية الاجنحة Exopterygota حيث الاجنحة خارجية التكوين كما في الحوريات والتحول ناقص او تدريجي والاطوار غير الناضجة تسمى حوريات ويشمل الرتب الاتية :

1 – Ephemeroptera رتبة ذبابة مايو
2 – Odonata رتبة الرعاشات
3 – Orthoptera رتبة مستقيمة الاجنحة
4 – Phasmida رتبة الحشرات الشبحية
5 – Blattodea رتبة الصراصر
6 – Mantodea رتبة فرس النبي
7 – Dermoptera رتبة جلدية الاجنحة
8 – Isoptera رتبة متساوية الاجنحة
9 – Embioptera رتبة غازلات الانفاق
10 – Psocoptera رتبة قمل الكتب
11 – Mallophaga رتبة القمل القارض
12 – Siphunculata رتبة القمل الماص
13 – Hemiptera رتبة نصفية الاجنحة
14 – Homoptera رتبة متجانسة الاجنحة
15 – Thysanoptera رتبة هدبية الاجنحة

ثانيا : قسم الحشرات داخلية الاجنحة Endopterygota تكون الاجنحة داخلية التكوين كما في اليرقات والتحول كامل ويشمل الرتب الاتية :

1 – Neuroptera رتبة شبكية الاجنحة
2 – Coleoptera رتبة غمدية الاجنحة
3 – Lepidoptera رتبة حرشفية الاجنحة
4 – Hymenoptera رتبة غشائية الاجنحة
5 – Diptera رتبة ثنائية الاجنحة
6 – Siphonaptera رتبة خافية الاجنحة
7 – Trichoptera رتبة خيطية الاجنحة
8 – Mycoptera رتبة الذباب العقربي
9 – Stripsiptera رتبة ملتوية الاجنحة

تصنيف الحشرات Insect taxonomy

يقسم صنف الحشرات Class:Insecta الى قسمين هما :

١ – قسم الحشرات عديمة الاجنحة Subclass: Apterygota : يتميز هذا القسم بعدة مميزات هي :

أ – التحول معدوم او بسيط

ب – لها زوج او اكثر من زوائد البطن غير الزوائد التناسلية والقرون الشرجية ويضم هذا القسم الرتب التالية :

رتبة اولية الذيل Protura

رتبة ثنائية الذيل Diplura

رتبة ذات الذنب القافز Collembola

رتبة ذات الذنب الشعري Tysanura

٢ – قسم الحشرات المجنحة Subclass: Pterygota : يتميز هذا القسم بعدة مميزات هي :

أ – التحول فيها تدريجي او ناقص او كامل

ب – ليس لها زوائد بطنية عدا الزوائد التناسلية والقرون الشرجية

ايضا ينقسم صنف الحشرات حسب موضع اجزاء الفم الى قسمين هما :

١ – حشرات خارجية الفم Ectognatha وتكون لها اجزاء فم خارجية مثل رتبة ذات الذنب الشعري Tysanura

٢ – حشرات داخلية الفم Endognatha وتكون لها اجزاء فم داخلية مثل رتبة اولية الذيل Protura ورتبة ثنائية الذيل Diplura ورتبة ذات الذنب القافز Collembola

ايضا ينقسم صنف الحشرات حسب نمو الاجنحة في مرحلة الجنين الى قسمين هما :

١ – قسم الحشرات خارجية الاجنحة Exopterygota : الصفات المميزة لهذا القسم هي

أ – الاجنحة خارجية التكوين كما في الحوريات

ب – التحول ناقص او تدريجي والاطوار غير الناضجة تسمى الحوريات

يضم هذا القسم الرتب التالية :

رتبة ذبابة مايو Ephemeroptera

رتبة الرعاشات Odonata

رتبة مستقيمة الاجنحة Orthoptera

رتبة الحشرات الشبحية Phasmida

رتبة الصراصير Blattodea

رتبة فرس النبي Mantodea

رتبة جلدية الاجنحة Dermoptera

رتبة متماثلة الاجنحة Isoptera

رتبة غازلات الانفاق Embioptera

رتبة قمل الكتب Pscoptera

رتبة القمل القارض Mallophaga

رتبة القمل الماص Siphunculata

رتبة نصفية الاجنحة Hemiptera

رتبة متجانسة الاجنحة Homoptera

رتبة هدبية الاجنحة Thsanoptera

٢ – قسم الحشرات داخلية الاجنحة Endopterygota : الصفات المميزة لهذا القسم هي :

أ – الاجنحة داخلية التكوين كما في اليرقات

ب – التحول كامل بيضة – يرقة – عذراء – حشرة كاملة

يضم هذا القسم الرتب التالية :

رتبة شبكية الاجنحة Neuroptera

رتبة غمدية الاجنحة Coleoptera

رتبة حرشفية الاجنحة Lepidoptera

رتبة غشائية الاجنحة Hymenoptera

رتبة ثنائية الاجنحة Diptera

رتبة خافية الاجنحة Siphonaptera

رتبة خيطية الاجنحة Trichoptera

رتبة ذباب العقرب Mycoptera

رتبة مطوية الاجنحة Stripsiptera

الصفات المميزة لرتبة اولية الذيل Protura : حشرات دقيقة يصل طولها من 0.6 – 1.5مليمتر ، الراس مخروطي الشكل اجزاء الفم من النوع الماص ، ليس لها عيون او قرون استشعار ووظيفة قرن الاستشعار تقوم بها الارجل الامامية ، البطن مكونة من ١٢ حلقة ، التحول من النوع البسيط ، توجد اقلام على الثلاث عقل القاعدية للبطن ، غياب القرون الشرجية ، انابيب مالبيجي ممثلة بست حلمات صغيرة ، تنسلخ هذه الحشرات ثلاث مرات فقط وتكون لها ٩ عقل فقط عند الفقس ثم تضاف اليها عقلة عند كل انسلاخ .

الصفات المميزة لرتبة ثنائية الذيل Diplura : حجمها يتراوح بين ٣ مليمتر و ٥٠ مليمتر ، اجزاء الفم قارضة وداخلية ، لا تمتلك عيون مركبة او عيينات او اجنحة او اعضاء تناسل خارجية ، لا تحتوي على انابيب مالبيجي ، قرون الاستشعار طويلة ومن النوع القلادي ، لها زوج من الاطراف تشبه القرون الشرجية في نهاية البطن ، الارجل لها رسغ واحد ينتهي بمخلبين ، البطن مكونة من ١١ عقلة .

الصفات المميزة لرتبة ذات الذنب القافز Collembola : حشرات لا يزيد حجمها عن ٦ مليمتر ، لونها يتأرجح بين الابيض السنجابي والاصفر والبرتقالي والاحمر ، الاجنحة غائبة ، اجزاء فمها ماضغة او ثاقبة ، قرون الاستشعار قصيرة وبها من ٤ – ٦ عقل الثلاث الاولى بها عضلات الاعضاء الحسية توجد على اخر عقلتان ، العيون المركبة غائبة والعيون البسيطة صفان على جانبي الراس ، البطن مكونة من ٦ عقل فقط يوجد ثلاثة اطراف على العقل الاولى والثالثة والرابعة ، اذا تحمل الاولى الانبوبة البطنية ووظيفتها افراز مادة لزجة تساعد الحشرة على السير على السطوح الناعمة وتحمل الثالثة العضو القابض ويرى بصعوبة ووظيفته العضو الثالث والرابعة تحمل الزنبرك وهي مشعبة الطرف وهي عضو القفز .

تقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة سيمفيليونا Symphypleona : الصفات المميزة لها هي حشرات يكون جسمها مضغوط او كروي واخر عقلتين منفصلتين ، الراس يكون راسي الوضع ، ليس بها حراشف ، الزنبرك طويل مثل *Simnthurus sp.* (Collembola : Symphypleona : Simnthuriidae)

٢ – تحت رتبة ارثروبليونا Arthropleona : الصفات المميزة لها هي حشرات يكون جسمها مستطيل واسطواني ، العقل واضحة ، اخر عقلتين او ثلاثة متداخلتين جزئيا ، الراس افقي الوضع ، الجسم مغطى بحراشف ، الزنبرك مختزل مثل *Entomobryia musatica* (Collembola : Arthropleona:Entomobryiidae)

الصفات المميزة لرتبة ذات الذنب الشعري Thysanura : حشرات مستطيلة الى بيضاوية ، البطن مكونة من ١١ عقلة ، لها ثلاث زوائد في نهاية البطن طويلة وعديدة العقل ، الاعين من النوع المركب ولكنها صغيرة او اثرية او غائبة ، اجزاء الفم فكية قارضة ، الزوائد البطنية غائبة

او موجودة على عدد متغير من العقل البطنية ، ليس لها القدرة على القفز ، التحول معدوم او بسيط ، انابيب مالبيجي موجودة ٤ – ٨ انبوبة ، الرسغ من ٢ – ٤ عقل ، القصبات الهوائية موجودة مثل *Lepisma aegyptiaca* (Thysanura: Lepismatidae)

الصفات المميزة لرتبة ذبابة مايو Ephemeroptera : جسم الحشرة رخو ويكون مستطيل او شبه اسطواني ، الراس ذو قرون استشعار خيطية ، العيون تكون مركبة وتمتلك ٣ عيون بسيطة ، اجزاء الفم اثرية من اصل ماضغ ، الاجنحة كبيرة مثلثة الشكل والخلفية صغيرة مستديرة او غائبة والتعرق كثيف به عدد من العروق العابرة والاجنحة تكون راسية عمودية على الجسم وقت الراحة ، البطن تكون رفيعة مستطيلة ذات ١٠ عقل والعقلة العاشرة بها قرون شرجية طويلة وعادة يوجد خيط ذيلي او وسطي ، التحول ناقص أي بيضة – حورية مائية – حشرة كاملة مثل *Polymitarcys savignyi* (Ephemeroptera: Ephemeridae)

الصفات المميزة لرتبة الرعاشات Odonata : حجم الحشرة يتراوح من ٢٠ مليمتر الى ١٦٠ مليمتر ، تحمل زوجين من الاجنحة المستطيلة الشكل وهي غشائية يتخللها كثيرا من العروق العابرة وتوجد عادة بقع داكنة تسمى Pterostigma على الحافة الامامية لكل جناح بالقرب من زاويته الامامية ويتحرك كل جناح حركة مستقلة عن الاخر في نفس الجهة اثناء الطيران ، الراس كروي واجزاء الفم قارضة ، العيون كبيرة وبارزة وتوجد ثلاثة عيون بسيطة ، الصدر الامامي مختزل متحرك ، البطن طويلة ورفيعة وبطن الذكر تكون الاسترنات من ٢ الى ٣ محورة كأعضاء سفاد معقدة .

تقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما

١ – تحت رتبة الرعاشات الكبيرة Anizoptera : مميزاتها هي : الاجنحة ممتدة على الجانبين اثناء الراحة ، قاعدة الجناح الخلفي اعرض منها في الجناح الامامي ، المسافة بين العينين المركبتين تكاد نكون معدومة او ضيقة جدا ، تتنفس الحوريات بواسطة صفائح داخل المستقيم مثل *Crocothemis erythrae* (Odonata: Libellulidae)

٢ – تحت رتبة الرعاشات الصغيرة Zygoptera : مميزاتها هي : الاجنحة راسية على الظهر اثناء الراحة ، قاعدة الاجنحة الامامية والخلفية ضيقة ومتشابهة ، يوجد مسافة واضحة بين العينين المركبتين ، تتنفس الحوريات بواسطة ٣ خياشيم خارجية في مؤخرة البطن مثل *Ischnura senegalensis* (Odonata: Agrionidae)

الصفات المميزة لرتبة مستقيمة الاجنحة Order : Orthoptera

حشرات مجنحة قصيرة الجناح وبعضها يكون عديم الاجنحة ، الاجنحة الامامية جلدية ضيقة ذات تعرق مستقيم ومنها اشتق اسم هذه الرتبة ، بينما تكون الاجنحة الخلفية غشائية ، قرون الاستشعار متوسطة الى طويلة ومن النوع الخيطي ، العيون المركبة موجودة والعيون البسيطة موجودة في الانواع المجنحة وغائبة في الانواع عديمة الاجنحة ، اجزاء الفم قارضة ، الارجل الخلفية معدة للقفز وقد تتحور الارجل الامامية في بعض الانواع للحفر كما في كلب البحر ، الرسغ يتكون من ٣-٤ عقل ، البطن مكونة من ١١ عقلة ، الانثى تحمل الة وضع بيض جيدة التكوين ، القرون الشرجية موجودة طويلة او قصيرة وغير مقسمة ، التحول من النوع الناقص التدريجي (بيضة – حورية – حشرة كاملة) . تقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة انسيفيرا Suborder : Ensifera : صفاتها المميزة هي

قرون الاستشعار طويلة تصل الى طول الجسم وتزيد عن ٣٠ عقلة ، اعضاء السمع تقع على ساق الرجل الامامية . تضم هذا الرتيبة العوائل التالية :

أ – عائلة صراصير الغيط Family : Gryllidae مثل صرصور الغيط الاليف ***Gryllus domestics***

ب – عائلة الكاروب Family : Gryllotalpidae مثل الحفار ***Gryllotalpa gryllotalpa***

ج – عائلة الجنادب او النطاطات ذات القرون الطويلة Family : Tettigoniidae مثل النطاط ذو القرون الطويلة ***Homonocoryphus nitidulus***

٢ – تحت رتبة كاليفيرا Suborder : Caelifera صفاتها المميزة هي

قرون الاستشعار قصيرة تقل عن ٣٠ عقلة ، اعضاء السمع تقع على بطن الحلقة البطنية الاولى . تضم هذه الرتيبة عائلة واحدة هي عائلة الجراد Family : Acrididae مثل الجراد الصحراوي ***Schistocerca gergaria***

الصفات المميزة لرتبة الحشرات الشبحية Order : Phasmida

اجزاء الفم قارضة ، حشرات قسم منها مجنح والقسم الاخر غير مجنح وفي المجنحة يكون الجناح الامامي ضيق جلدي والخلفي عريض ذو عروق طويلة ، الارجل الخلفية طويلة اسطوانية والرسغ مكون من ٥ عقل ، العيون المركبة موجودة ، البطن مكونة من ١١ عقلة وتنتهي بقرون شرجية قصيرة غير مقسمة ، الة وضع البيض موجودة ولكنها مخبئة وغير ظاهرة خارجيا ، التحول من النوع التدريجي الناقص .

تقسم حشرات هذه الرتبة الى مجموعتين من الحشرات هما

١ – الحشرات العصوية Stick insects : وهي تشبه افرع النباتات مثل ***Carausis morosus***

٢ – الحشرات الورقية Leaf insects : وهي تشبه اوراق النباتات في الشكل واللون مثل ***Phyllium cuririflium***

الصفات المميزة لرتبة الصراصير Order : Blattodea

حشرات صغيرة الى كبيرة ذات جسم عريض مفلطح ويختفي الرأس تحت الصدر الامامي ، قرون الاستشعار طويلة من النوع الشعري ، اجزاء الفم قارضة ، العيون المركبة والبسيطة موجودة ، الصدر الامامي كبير يشبه الدرع ، لها زوجان من الاجنحة ذات عروق طويلة كثيرة التفرع ، الجناح الامامي جلدي والجناح الخلفي غشائي ، الارجل متشابه للمشي ، الرسغ مكون من ٥ عقل ، البطن مكونة من ١٠ عقل ، القرون الشرجية قصيرة ومقسمة ، الة وضع البيض موجودة وضعيفة ومختبئة داخل الجسم ويوضع البيض داخل كيس ، التحول من النوع التدريجي الناقص (بيضة – حورية – حشرة كاملة) . تضم هذه الرتبة العوائل التالية :

أ – عائلة الصرصر الامريكي Family : Blattidae : مثل الصرصر الامريكي ***Periplaneta Americana***

ب – عائلة الصرصر الالماني Family : Blattellidae : مثل الصرصر الالماني ***Blatella germanica***

ج – عائلة الصرصر الشرقي Family : Polyphagidae مثل الصرصر المصري ***Polyphaga aegyptiaca***

الصفات المميزة لرتبة فرس النبي Order : Mantodea

الجسم مطاول والحجم متوسط الى كبير جدا ، الرأس صغير مثلث الكل حر الحركة فوق رقبة اسطوانية ، اجزاء الفم قارضة ، العيون المركبة كبيرة واحيانا توجد ثلاثة عيون بسيطة ، الصدر الامامي مستطيل بدرجة كبيرة وقوي التصلب ، لها زوجان من الاجنحة الامامي ضيق والخلفي اكثر عرضا وتكون غشائية وتنثني تحت الاجنحة الامامية . الارجل الامامية متحورة للقنص وذات حرقفة طويلة جدا اما الارجل الوسطى والخلفية فهي للمشي ، الرسغ مكون من ٥ عقل ، البطن مكونه من ١٠ حلقات مرئية ضعيفة التغليظ مفلطحة قليلا من الاعلى الى الاسفل ، القرون الشرجية قصيرة وذات تعقيل متغير ، الة وضع البيض قصيرة وداخلية ، اعضاء التناسل الخارجية في الذكر غير متماثلة الجانبين ، الحوريات تشبع اليافع ما عدا نمو الاجنحة واعضاء

التناسل . تضم هذه الرتبة عائلة فرس النبي Family : Mantidae مثل فرس النبي الصغير ***Mantis religiosa*** و فرس النبي الكبير ***Sphodromantis viridis***

الصفات المميزة لرتبة جلدية الاجنحة Order : Dermoptera

الحجم صغير الى متوسط والجسم مستطيل وضيق ، الجناح الامامي جلدي وقصير والجناح الخلفي غشائي ذو تعريق شعاعي ، البطن مكونة من ٨ – ١٠ عقل وتنتهي بقرون شرجية ملقطيه ، قرون الاستشعار متوسطة الطول خيطية ، العيون المركبة موجودة والعيون البسيطة غائبة ، اجزاء الفم قارضة ، الرسغ مكون من ثلاث عقل ، الة وضع البيض مختزلة او غائبة .

تقسم رتبة جلدية الاجنحة الى ثلاثة تحت رتب هي :

١ – Suborder : Forficulana : مميزاتها هي حشرات حرة المعيشة ، العيون المركبة موجودة ، الاجنحة موجودة او غائبة ، القرون الشرجية تكون ملقاطية

٢ – Suborder : Arixineniina : مميزاتها هي حشرات متطفلة خارجيا ، العيون اثرية ، غير مجنحة ، القرون الشرجية مقوسة وشعرية

٣ – Suborder : Hemeriana : مميزاتها هي حشرات متطفلة خارجيا ، العيون غائبة ، غير مجنحة ، القرون الشرجية طويلة ومستقيمة وغير مقسمة

تضم هذه الرتبة عائلة واحدة هي Family : Labiduridae مثل حشرة ابرة العجوز ***Labidura riparia***

الصفات المميزة لرتبة متساوية الاجنحة Order : Isoptera

حشرات متوسطة الحجم لونها باهت مائل الى الصفرة رخوة الجسم ، اجزاء الفم من النوع القارض ، العيون المركبة موجودة او غائبة في بعض الانواع العيينة الوسطى موجودة وقد يوجد مكانها في بعض الانواع فتحة ليخرج منها افرازات للدفاع عن نفسها تعرف بالفتحة الرأسية ، قرن الاستشعار من النوع القلادي ، الرسغ مكون من ٤ عقل ، الاجنحة ان وجدت فهي زوجان طويلان يتساوى الجناح الامامي مع الخلفي في الحجم والطول والتعريق ، البطن مكونة من ١٠ عقل ، القرون الشرجية قصيرة جدا ، التحول من النوع التدريجي (بيضة – حورية – حشرة كاملة) . تضم هذه الرتبة العوائل التالية :

١ – عائلة النمل الحاصد Family : Hodotermitidae مثل *Hodotermes ochraceus*
٢ – عائلة النمل الابيض Family : Rhinotermitidae مثل *Psammotermes fuscofemoralis*

الصفات المميزة لرتبة قمل الكتب Order : Pscoptera

حشرات صغيرة رخوة الجسم مجنحة او عديمة الاجنحة ، قرن الاستشعار يتكون من ١٢ – ٥٠ عقلة ، اجزاء الفم قارضة ، العيون المركبة موجودة ، العقلة الصدرية الاولى صغيرة الحجم بالنسبة للعقلتين الأخيرتين ، الرسغ يتكون من ٢ – ٣ عقلة ، الانواع المجنحة لها زوجان من الاجنحة وقد يضمحل الزوج الخلفي والزوج الامامي اكثر من الخلفي ويوضع اثناء الراحة على شكل جمالون ، القرون الشرجية غير موجودة ، التحول من النوع الناقص التدريجي . تنقسم هذه الرتبة الى ٣ تحت رتبة هي :
١ – تحت رتبة تروكيومورفا Suborder : Trogiomorpha مميزاتها هي :
أ – قرن الاستشعار يتكون من ٢٠ عقلة على الاقل
ب – الرسغ مكون من ٣ عقل

٢ – تحت رتبة تركوتومورفا Suborder : Tcotomorpha مميزاتها هي :
أ – قرن الاستشعار يتكون من ١٢ – ١٧ عقلة
ب – الرسغ مكون من ٣ عقل
ج – الجناح فيه بقع جناحية غير سميكة

٣ – تحت رتبة ايوبسوسيدا Suborder : Eupsocida مميزاتها هي :
أ – قرن الاستشعار يتكون من ١٢ – ١٧ عقلة
ب – الرسغ مكون من ٢ عقلة
ج – البقع الجناحية سميكة
تضم هذه الرتبة عائلة قمل الكتب Family : Liposcelidae مثل *Liposcelis divinatoris*

الصفات المميزة لرتبة القمل القارض Order : Mallophaga

حشرات صغيرة متطفلة خارجيا غير مجنحة ، العيون المركبة مختزلة والعيون البسيطة غائبة ، قرن الاستشعار مكون من ٣ – ٥ عقل ، اجزاء الفم متحورة من النوع القارض ، الحلقة الصدرية الاولى كبيرة وواضحة بينما الحلقة الصدرية الوسطى والخلفية مندمجتان ، الثغور التنفسية موجودة على البطن ، الرسغ مكون من ١ -٢ عقلة ينتهي بمخلب او مخلبين ، القرون الشرجية غير موجودة ، البطن مكونة من ٨ – ١٠ عقل ، التحول من النوع التدريجي الناقص . تضم هذه الرتبة اثنان تحت رتبة هما :

١ – تحت رتبة امبلايسيرا Suborder : Amblycera مميزاتها هي :
أ – قرن الاستشعار رأسي مكون من ٤ عقل
ب – الرأس فيه تجويف لاستقبال قرون الاستشعار
ج – الفكوك العلوية افقية وملامس الفك السفلي موجودة
د – تضم عائلة Family : Menoponidae مثل قمل ريش الدجاج *Menopon gallinae*

٢ – تحت رتبة اسجنوسيرا Suborder : Ischnocera مميزاتها هي :
أ – قرن الاستشعار خيطي مكون من ٣ – ٥ عقل
ب – الرأس فيه تجويف لاستقبال قرون الاستشعار
ج – الفكوك العلوية رأسية وملامس الفك السفلي غائبة
د – تضم عائلة Family : Philoptheridae مثل قمل ريش الحمام *Columbicola columbae* ، وعائلة Family : Trichodectidae مثل قمل الماشية *Bovicola bovis*

الصفات المميزة لرتبة القمل الماص Order : Siphunculata

حشرات صغيرة الجسم منضغط من الاعلى الى الاسفل والجسم بيضاوي ، الرأس صغير بالنسبة للصدر ، اجزاء الفم شديدة التحور للثقب والمص ، قرن الاستشعار خيطي مكون من ٣ – ٥ عقل ، العيون المركبة اما موجودة بحالة مختزلة او غائبة ولا توجد عيون بسيطة ، حلقات الصدر الثلاثة مندمجة معا ، الارجل قصيرة متحورة للتعلق فالرجل بها رسغ واحد ينتهي بمخلب واحد ، البطم مكونه من ٨ – ١٠ عقل ، الثغور التنفسية توجد على الظهر ، القرون الشرجية غائبة ، التحول من النوع التدريجي الناقص والحورية تشبه الحشرة الكاملة . تضم هذه الرتبة العوائل التالية :

١ – عائلة قمل الانسان Family : Pediculidae مثل قمل رأس الانسان *Pediculus humanus capits* ، وقمل جسم الانسان *Pediculus humanus corporis*
٢ – عائلة قمل العانة Family : Phthridae مثل قمل العانة *Phthirius pubius*
٣ – عائلة قمل الجاموس Family : Haematoponidae مثل قمل الجاموس *Haematopinus tuberculatus*

الصفات المميزة لرتبة نصفية الاجنحة Order : Hemiptera

الجناح الامامي من النوع النصف شفاف اذ تكون قاعدة الجناح جلدية والجزء الطرفي غشائي ، الجناح الخلفي غشائي ، العيون المركبة موجودة والعيون البسيطة غائبة ، قرون الاستشعار قصيرة الى طويلة خيطية او شعرية في بعض الانواع وتتكون من ١٠ عقل ، اجزاء الفم من النوع الثاقب الماص على شكل منقار او بوز يخرج من الجزء الجبهي للرأس والملامس الفكية غائبة ، الصدر الامامي كبير وواضح فيما عدا الافراد غير المجنحة ، الارجل معدة للمشي والارجل الخلفية محورة للقنص في كثير من الانواع ، الرسغ مكون من ١ -٣ عقل ، الحلقات البطنية الاولى والحلقات البطنية الاخيرة متداخلة ، القرون الشرجية غائبة ، لكثير من افراد هذه الرتبة رائحة غير مقبولة نتيجة افرازها سائل من غدد خاصة توجد هذه الغدد اما في الصدر او في البطن وتفتح بين حرقفتي الارجل الخلفية وهي تعتبر وسيلة دفاعية . تضم هذه الرتبة تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة كربتوسيراتا Suborder : Cryptocerata مميزاتها هي
أ – قرن الاستشعار قصير جدا ومخبأ رائما في ميزاب اسفل الرأس
ب – تضم هذه الرتيبة العوائل التالية :
عائلة بق الفراش Family : Cemecidae مثل بق الفراش *Cemix lacturalis*
عائلة البق المدرع Family : Pentatomidae مثل بق القطن الاخضر *Nezara viridula*
عائلة بق البذور Family : Lygaeidae مثل بق بذرة القطن *Oxycarnus hyalinipennis*

٢ – تحت رتبة جمينوسيراتا Suborder : Gemenocerata مميزاتها هي :
أ – قرن الاستشعار طويل وظاهر
ب – تضم هذه الرتيبة العوائل التالية:
عائلة بق الماء العملاق Family : Blestmatidae مثل بقة النيل العملاقة *Lethocerus niloticus*
عائلة مراكب الماء Family : Corixidae مثل بحار الماء *Corixa affinis*
عائلة عقارب الماء Family : Nepidae مثل عقرب الماء *Ranatra vicina*

الصفات المميزة لرتبة متجانسة الاجنحة Order : Homoptera

لها زوجان من الاجنحة المتجانسة توضع على شكل جمالون على الجسم عند الراحة ، اجزاء الفم من النوع الثاقب الماص ، قرون الاستشعار متباينة في الطول ، الرسغ يتكون من ١ – ٣ عقلة ، التحول من النوع الناقس التدريجي . تقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة Suborder : Auchenorrhynca مميزاتها هي : قرون الاستشعار قصيرة تشبه الشوكة ، الرسغ مكون من ٣ عقل ، حشرات نشطة الحركة ، ينشأ البوز عند مؤخرة الرأس تضم هذه الرتيبة عائلتان هما : أ – عائلة السيكادا Family : Cicadidae مثل *Cicadetta quadricineta* .

ب – عائلة نطاطات الاوراق Family : Cicadellidae مثل نطاط ارواق البطاطس *Empoaca fabae*

تحت رتبة Suborder : Sternorrhynca مميزاتها هي : قرون الاستشعار طويلة ، الرسغ مكون من ١ – ٢ عقلة ، حشرات غير نشطة الحركة ، ينشأ البوز بين الحرقفتين الاماميتين ، تضم هذه الرتيبة ثلاثة عوائل هي : أ – عائلة الذباب الاخضر Family : Aphididae مثل من القطن *Aphis gossypii*

ب – عائلة البق الدقيقي Family : Psedococcidae مثل البق الدقيقي المصري *Icerya aegyptaica*

ح – عائلة الحشرات القشرية Family : Coccidae مثل *Ceroplastes rubens*

الصفات المميزة لرتبة هدبية الاجنحة Order : Thysanoptera

حشرات دقيقة الحجم ذات جسم رفيع سريعة الحركة ، لها زوجان من الاجنحة الضيقة المستطيلة الشكل ويوجد على حافة كل جناح اهداب طويلة والعروق في الاجنحة قليلة وقد تكون خالية منها وبعض الانواع عديمة الاجنحة ، اجزاء الفم من النوع الخادش الماص ، قرن الاستشعار قصير يتكون من ٦ – ١٠ عقل ، الرسغ قصير ويتكون من ١ – ٢ عقلة ، القرون الشرجية غير موجودة ، التحول فيها شبة كامل حيث يوجد طور ساكن يشببه طور العذراء الاولية . تقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة Suborder : Terebrantia مميزاتها هي : الة وضع البيض منشارية ، البيض يوضع داخل انسجة النبات ، نهاية بطن الانثى مخروطية وحادة الاستدارة في الذكر ، الاجنحة موجودة والزوج الامامي اكبر من الخلفي ، تضم عائلة الثربس Family : Thripidae مثل ثربس البصل *Thrips tabaci* .

٢ – تحت رتبة Suborder : Tubulifera مميزاتها هي : الة وضع البيض غائبة ، البيض يوضع على اسطح النبات ، نهاية بطن الانثى والذكر انبوبية ، الاجنحة موجودة في بعض

الانواع وغير موجودة في انواع اخرى وان وجدت فكلها متشابهة .تضم عائلة Family : Phlaeothripidae مثل ثربس الفيكس نتدا *Gynaikothrips ficorum*

الصفات المميزة لرتبة شبكية الاجنحة Order : Neuroptera

حشرات لينة الجسم وذات قرون استشعار مستطيلة ، اجزاء الفم من النوع القارض ، العيون المركبة موجودة والعيون البسيطة غائبة ، لها زوجان من الاجنحة الغشائية ويوجد فيها كثير من العروق المستعرضة مما يجعل الجناح مثل الشبكة وتوضع الاجنحة على جسم الحشرة وقت الراحة على هيئة جمالون ، الرسغ مكون من ٥ عقل ، القرون الشرجية غير موجودة ، التحول من النوع الكامل (بيضة – يرقة – عذراء – حشرة كاملة) ، اليرقات من النوع المنبسط ، تضم هذه الرتبة تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة Suborder : Megalopetra مميزاتها هي : غياب التفرعات الثانوية الشعب بالقرب من حواف الجناح ، اجزاء فم اليرقات من النوع القارض ، الصدر الامامي مستطيل ، تضم عائلة الذباب الثعباني Family : Raphididae مثل *Raphidia notate*

٢ – تحت رتبة Suborder : Planipennia مميزاتها هي : كثرة التفرعات الثانوية الشعب بالقرب من حواف الجناح ، اليرقات اجزاء فمها محورة من القارضة كمفترسة بالامتصاص ، الصدر الامامي طبيعي ، تضم عائلة اسد المن Family : Chysopidae مثل اسد المن *Chrysopa vulgaris* وعائلة اسد النمل Family : Mermeleontidae مثل اسد النمل *Cueta varigata* .

الصفات المميزة لرتبة غائبة الاجنحة Order : Siphonaptera

حشرات صغيرة غير مجنحة مضغوطة من الجانبين ، قرن الاستشعار قصير يوجد في تجويف الراس ، العيون المركبة غائبة ومجموعة من العيينات موجودة على جانبي الراس ، اجزاء الفم من النوع الثاقب الماص ، الارجل الخلفية معدة للقفز والرسغ مكون من ٥ عقل ، اليرقات اسطوانية ومترممة ، العذارى حرة وتوجد داخل شرانق ، تقسم هذه الرتبة الى عدة عوائل اهمها عائلة البراغيث Family : Pulicidae مثل

١ – برغوث الانسان *Pulex irritans* صفاته المميزة هي : درز البلورة الصدرية غير موجود الشعر على الحافة الخلفية للراس مختزل وقليل ، الفكوك المساعدة مختزلة .

٢ – برغوث الفأر *Xenopsylla cheopis* صفاته المميزة هي : درز البلورة الصدرية موجود الشعر على الحافة الخلفية للراس عديد ، الفكوك المساعدة ضيقة الى حد ما .

٣ – برغوث الكلب *Ctenocephalides canis* صفاته الممزة هي : وجود على ساق الرجل الخلفية شوكتان مغلظتان

٤ – برغوث القطط *Ctenocephalides felis felis* صفاته المميزة هي : يوجد على ساق الرجل الخلفية شوكة مغلظة واحدة .

الصفات المميزة لرتبة حرشفية الاجنحة Order : Lepidoptera

حشرات متوسطة الى كبيرة الحجم جسمها واجنحتها مغطاة بالحراشف التي تعطيها الوان جذابة تحمل زوجان من الاجنحة الحرشفية ، الجناح الامامي اكبر من الخلفي والتعريق بسيط وذلك لقلة وجود العروق العابرة ويعتبر كل من تعريق الاجنحة والة شبك الاجنة من الصفات التصنيفية لهذه الرتبة ، اجزاء الفم من النوع الماص في الحشرات الكاملة ونادرا ما تكون اثرية او قارضة بينما تكون قارضة في اليرقات ، العيون المركبة جيدة التكوين ولمعظم الفراشات زوجا من العيون البسيطة على السطح العلوي للراس قرب حافة العيون المركبة . قرون الاستشعار من النوع الصولجاني في الفراشات بينما تكون شعرية او خيطية او مشطية في العث ، الارجل الامامية مختزلة في بعض الانواع والرسغ مكون من ٥ عقل تنتهي بمخلبين والعقلة الاولى من الرسغ هي الاطول ، البطن اسطوانية او مخروطية تتكون من ١٠ عقل الاولى مختزلة والتاسعة والعشرة متحدة في الانثى ، يوجد عضو سمع على العقلة البطنية الاولى بجوار الزوج الاول من الثغور التنفسية ، القرون الشرجية غائبة ، اليرقة من النوع الاسطواني عديد الارجل واجزاء الفم قارضة ، العذراء من النوع المكبل بشرنقة او بدون شرنقة ، معظم حشرات حرشفية الاجنحة لها جيل واحد بالسنة ويحتاج بعضها ٢-٣ سنوات ليتم دورة حياته . تقسم هذه الرتبة خمسة تحت رتب هي :

١ – تحت رتبة Suborder : Zygloptera / مميزاتها هي : اجزاء الفم في الحشرة الكاملة من النوع القارض ، الفتحة التناسلية في الانثى تتحد مع فتحة الشرج لتكون فتحة المجمع ، الجناح بدائي والعذارى حرة جزئيا .

٢ – تحت رتبة Suborder : Monotrysia / مميزاتها هي : اجزاء الفم في الحشرة الكاملة من النوع الماص ، الفتحة التناسلية في الانثى تتحد مع فتحة الشرج لتكون فتحة المجمع ، تعريق الجناح الامامي يختلف عن الجناح الخلفي ، العذراء مكبلة .

٣ – تحت رتبة Suborder : Ditrysia / مميزاتها هي : اجزاء الفم في الحشرة الكاملة من النوع القارض ، يوجد في الانثى فتحة تناسلية واخرى لوضع البيض ، تعريق الجناح الامامي يختلف عن الجناح الخلفي والعذراء مكبلة .

٤ – تحت رتبة ابي الدقيقات Suborder : Rhopalocera / مميزاتها هي : قرن الاستشعار صولجاني ، العيون البسيطة غير موجودة ، نهارية المعيشة ، العذراء لا توجد داخل شرنقة .

٥ – تحت رتبة الفراشات Suborder : Heterocera / مميزاتها هي : قرن الاستشعار متباين في الشكل ، العيون البسيطة موجودة ، ليلية المعيشة ، العذراء توجد داخل شرنقة .

العوائل المنتمية الى تحت رتبة ابي الدقيقات Rhopalocera هي :

١ – عائلة ابو الدقيق الابيض Family : Pieridae مثل ابو دقيق الكرنب *Pieris rapae*

٢ – عائلة ابو الدقيق ذو قدم الفرشاة Family : Nymphalidae مثل ابو دقيق السيدة الجميلة *Venessa cardui*

٣ – عائلة الزرقاوات Family : Lycaenidae مثل ابو دقيق الرمان *Viracola livia*

العوائل المنتمية الى تحت رتبة الفراشات Heterocera هي :

١ – عائلة الفراشات الليلية Family : Noctuidae مثل دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis*

٢ – عائلة الفراشات القارضة Family : Gelechiidae مثل عثة درنات البطاطا *Phthorimea operculella*

٣ – عائلة فراشات ابو الهول Family : Sphingidae مثل دودة فراشة العنب *Hippotion celerio*

٥ – عائلة فراشات الحرير Family : Bombycidae مثل فراشة دودة الحرير *Bombyx mori*

٦ – عائلة الديدان القياسية Family : Geometridae مثل الفراشة ذات البقعتين *Autographa chacytes*

الصفات المميزة لرتبة ثنائية الاجنحة Order : Diptera

حشرات صغيرة الحجم الى متوسطة ، الصدر الاوسط يحمل زوج من الاجنحة العاملة وفيها قليل من العروق الطولية وقليل من الخلايا المغلفة ، بينما يختزل الجناح الخلفي الى شكل دبوسي اتزان ، الراس متحرك ويحمل زوج من العيون المركبة و٣ عيون بسيطة ، قرون الاستشعار اما طويلة اكثر من ٦ عقل او مختزلة الى ٣ عقل ، اجزاء الفم اسفنجية ماصة او ثاقبة ماصة او خادشة ماصة ، الارجل معدة للمشي والرسغ يحمل ٥ عقل ، التحول تام واليرقات عديمة الارجل والعذراء اما مكبلة بصورة ضعيفة او مستورة .تقسم هذه الرتبة الى ثلاث تحت رتبة هي :

١ – تحت رتبة خيطيات القرون Suborder : Nematocera / مميزاتها هي : قرون الاستشعار فيها اكثر من ٦ عقل ، الملامس الفكية مكونة من ٤-٥ عقل ، الحشرة الكاملة تخرج من درز مستقيم ، اليرقة عديمة الارجل ذات راس كامل التكوين والعذراء حرة .

٢ – تحت رتبة قصيرات القرون Suborder : Brachycera / مميزاتها هي : قرون الاستشعار فيها ٣ عقل وبدون ارستا ، الملامس الفكية مكونة من ١ -٢ عقلة ، الحشرة الكاملة تخرج من درز مستقيم ، اليرقة عديمة الارجل ذات راس نصف كامل التكوين والعذراء حرة

٣ – تحت رتبة دائريات الدروز Suborder : Cyclorrhapha / مميزاتها هي : قرون الاستشعار فيها ٣ عقل مع وجود الارستا ، الملامس الفكية مكونة من عقلة واحدة ، الحشرة الكاملة تخرج من درز دائري ، اليرقة عديمة الارجل والعذراء مستورة .

العوائل المنتمية الى تحت رتبقة قصيرات القرون Nematocera هي :

١ – عائلة البعوض Family : Culicidae مثل بعوض الكيولكس *Culex pipiens*

٢ – عائلة ذباب الفراش Family : Psycodidae مثل ذبابة الرمل *Phlebotomus papatasi*

٣ – عائلة الذباب الاسود Family : Simulidae مثل الذبابة السوداء .*Simulium sp*

العوائل المنتمية الى تحت رتبة قصيرات القرون Brachcera هي :

١ – عائلة ذباب الخيل Family : Tabanidae مثل ذبابة الخيل *Tabanus taeniola*

٢ – عائلة الذباب السارق Family : Asilidae مثل الذباب السارق *Apoclea algira*

العوائل المنتمية الى تحت رتبة دائريات الدروز Cyclorrhapha هي :

١ - عائلة ذباب الفاكهة الكبيرة Family : Trypetidae مثل ذبابة فاكهة البحر الابيض المتوسط *Ceratitis capitata*

٢ – عائلة ذباب الفاكهة الصغير Family : Drosophilidae مثل ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster*

٣ – عائلة الذباب المنزلي Family : Muscidae مثل الذبابة المنزلية *Musca domestica*

٤ – عائلة الذباب الازرق Family: Calliphoridae مثل ذبابة المقابر الزرقاء *Calliphora erthyrocephala*

٥ – عائلة ذباب اللحم Family : Sarcophagidae مثل ذبابة اللحم *Sarcophaga carinaria*

٦ – عائلة ذباب النغف Family : Oesteridae مثل ذبابة نغف الغنم *Oestris ovis*

٧ – عائلة ذباب التاكينيد Family : Tachinidae مثل ذبابة التكاينا الكبيرة *Tachina larvarum*

الصفات المميزة لرتبة غشائية الاجنحة Order : Hymenoptera

الاجنحة شفافة والجناح الخلفي اصغر من الجناح الامامي ويتشابكان بواسطة خطاطيف كايتينية ، اجزاء الفم محورة بصفة بدائية للقرض وغالبا للعق او المص ، قرون الاستشعار متباينة من حيث النوع وعديدة العقل فهي غالبا مرفقية وقد تكون راسية او مشطية او منشارية او خيطية ، العين المركبة جيدة التكوين والعيون البسيطة موجودة وعددها ثلاثة ، الرسغ غالبا يتكون من خمس عقل وقد يكون ٣ او ٤ عقل ، البطن ليس فيهت اختناق عنده القاعدة وفيها اختناق في بعض الانواع ، اله وضع البيض دائما موجودة ومحورة لعملية النشر او اللدغ . تنقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة عديمة الخصر Suborder : Symphata مميزاتها هي / البطن متصلة بالصدر ولا يوجد اختناق بين العقلتين البطنيتين الولى والثانية ، غالبية اليرقات بها ارجل على الصدر والبطن ، المدور في الارجل مكون من عقلتين ، الة وضع البيض محورة للنشر .

٢ – تحت رتبة ذوات الخصر Suborder : Apocrita مميزاتها هي / يوجد اختناق بين العقلتين البطنيتين الاولى والثانية يسمى الخصر ، غالبية اليرقات عديمة الارجل ذات راس كامل التكوين ، المدور في الارجل مكون من عقلة او عقلتين ، الة وضع البيض محورة للسع او الثقب

العوائل المنتمية الى تحت رتبة عديمة الخصر هي عائلة واحدة تسمى عائلة زنابير الساق المنشاري Family : Cephide مثل زنبور الحنطة المنشاري *Cephus tabidus*

اما العوائل المنتمية الى تحت رتبة ذوات الخصر هي :

١ – Family : Ichneumonidae مثل *Pimpla roborator*

٢ – Family : Evanidae مثل *Evania appendigaster*

٣ – Family : Chalcididae مثل *Brachymeria minuta*

٤ – Family : Formicidae مثل *Cataglyphus bicolar*

٥ – Family : Vespidae مثل *Vespa orintalis*

٦ – Family : Apidae مثل *Apis mellifera*

الصفات المميزة لرتبة غمدية الاجنحة Order : Coleoptera

الجناح الامامي غمدي والجناح الخلفي غشائي ويكون منطويا اسفل الجناح الامامي وتلتقي الحافتان الداخليتان للغمدين معا في خط مستقيم على طول الخط الظهري ليكونا غطاء لحماية معظم الجسم ، قرن الاستشعار شديد التباين حيث يشمل اغلب الاشكال المعروفة لقرون الاستشعار ويعتبر صفة تقسيمية مهمة ، العيون المركبة موجودة ، العقدة الصدرية الاولى كبيرة ومتحركة بينما العقدة الصدرية الثانية مختزلة ، اجزاء الفم من النوع القارض ، الارجل معدة

للمشي ولكنها في بعض الانواع محورة للعوم والقفز والحفر ، الرسغ مكون من خمس عقل في الغالب ولكن قد يكون ٣-٤ عقل ، الة وضع البيض والة السفاد في الذكر موجودة وتستخدم في التصنيف ، اليرقات اما اسطوانية او جعالية او منبسطة ، العذارى غالبا حرة والقليل منها مكبل . تقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما :

١ – تحت رتبة محدودة الغذاء Suborder : Adephaga مميزاتها هي / الحرقفات الخلفية مندمجة مع استيرنة الحلقة الصدرية الثالثة وتقسم استرنة الحلقة البطنية الاولى الى نصفين ، قرن الاستشعار خيطي ، الرسغ مكون من ٥ عقل ، اليرقة من النوع المنبسط والرسغ ينتهي بمخلبين ، حشرات تكون مفترسة غالبا .

٢ – تحت رتبة عديدة التغذية Suborder : Polyphaga مميزاتها هي / الحرقفات الخلفية حرة ولا تقسم استرنة الحلقة البطنية الاولى ، قرن الاستشعار متباين يمكن ان يكون منشاري او ورقي او خيطي ، الرسغ يقل عن ٥ عقل ، اليرقة من انواع مختلفة والرسغ يتحد مع الساق وينتهي بمحلب واحد ، حشرات مغترسة غالبا .

العوائل المنتمية الى تحت رتبة محدودة الغذاء Adephaga هي :

١ – عائلة الخنافس الارضية Family : Carabidae مثل *Chalosoma chlorostictum*

٢ – عائلة الخنافس النمرة Family : Cicindelidae مثل *Cicindela aulica*

٣ – عائلة خنافس الماء الحقيقية Family : Dytiscidae مثل *Cybister tripunctata*

العوائل المنتمية الى تحت رتبة عديدة الغذاء Polyphaga هي :

١ – عائلة الخنافس الرواغة Family : Staphylinidae مثل *Paederus aliferii*

٢ – عائلة الجعارين Family : Scarabaeidae مثل *Scarabaeus sacer*

٣ – عائلة خنافس الماء المترممة Family : Hydrophylidae مثل *Hydrus piceus*

٤ – عائلة خنافس الظلام Family : Tenebrionidae مثل *Tribolium confusum*

٥ – عائلة الخنافس ناخرة الاشجار ذات القرون الطويلة Family : Cerambycidae مثل حفار ساق النخيل *Macrotoma palmate*

٦ – عائلة خنافس فرقع لوز Family : Elateridae مثل *Agrypnus notodonta*

٧ – عائلة خنافس ابو العيد Family : Coccinellidae مثل *Vedalia cardinalis*

٨ – عائلة الخنافس ذات البوز Family : Cucurlionidae مثل *Sitophilus oryzae*