

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/332415602>

## حشره شناسی " فیزیولوژی و مورفولوژی "

Book · April 2019

CITATIONS

0

READS

8,095

1 author:



Morteza Kahrarian

Islamic Azad University Kermanshah Branch

39 PUBLICATIONS 312 CITATIONS

SEE PROFILE

# Ketabton.com



# حشره شناسی «مرفولوژی و فیزیولوژی»



تألیف :

دکتر مرتضی کهراریان

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





# حشره‌شناسی

## "مورفولوژی و فیزیولوژی"

تألیف

دکتر مرتضی کهراریان

(عضو هیأت علمی گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه)

انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

آذر ۱۳۹۵

سرشناسه: کهراریان، مرتضی، ۱۳۵۷  
عنوان و نام پدیدآور: حشره‌شناسی مورفولوژی و فیزیولوژی. مؤلف: مرتضی کهراریان،  
مشخصات نشر: کرمانشاه: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، ۱۳۹۵.  
مشخصات ظاهری: ۶۲۹ ص: مصور، جدول، نمودار.  
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۶۲۹-۶  
وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا  
یادداشت: کتابنامه  
موضوع: حشره‌شناسی  
موضوع: حشره‌ها- ریخت‌شناسی  
شناسه افزوده: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه  
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۴ ح۹/ک۴۶۳ QL  
رده‌بندی دیویی: ۵۹۵/۷  
شماره کتابشناسی ملی: ۴۰۴۵۹۹۲



- انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه
- نام کتاب: حشره‌شناسی - مورفولوژی و فیزیولوژی
- نام مؤلف: مرتضی کهراریان
- ناشر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه
- طراح جلد: محمد علی حبیبی
- ویراستاران علمی: دکتر حسین فرازمند - دکتر ناصر معینی نقده
- نوبت چاپ: اول
- تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه
- تعداد: ۶۳۰ صفحه
- قطع کتاب: وزیری
- قیمت: ۲۲۵۰۰ تومان
- لیتوگرافی، چاپ و صحافی: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه
- شماره شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۶۲۹-۶

همه حقوق چاپ برای دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه محفوظ می‌باشد.

صحت مطالب کتاب به عهده مؤلف بوده و ناشر مسئولیتی در قبال این موضوع ندارد.

آدرس انتشارات: کرمانشاه، میدان فردوسی، انتهای شهرک متخصصین، مجتمع امام خمینی، ساختمان پژوهش، انتشارات

دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

کدپستی: ۶۷۱۸۹۹۷۵۵۱

نمابر: ۰۸۳۳۷۲۴۳۱۹

تلفن: ۰۸۳۳۷۲۴۳۱۸۱

## پیشگفتار

جنگ بین انسان و حشرات تقریباً از آغاز پیدایش انسان وجود داشته و احتمالاً تا زمانی که انسان و حشرات وجود داشته باشند، ادامه خواهد داشت. متأسفانه انسان سختی‌ها و ناملایمات را سریع‌تر درک می‌کند و از آنجائی که خود را کامل‌ترین مخلوق روی زمین به شمار می‌آورد بر این باور است که می‌تواند به عنوان یک مالک در تمامی محیط اطراف خود دخل و تصرف داشته باشد. به همین خاطر با ایجاد تغییر در محیط، شروع به مبارزه‌ای غیر منصفانه علیه حشرات نموده است و نتیجه آن چیزی جز آلودگی محیط زیست، آلودگی مواد غذایی، مقاومت حشرات مضر، از بین رفتن حشرات مفید و ... نبوده است. علم حشره‌شناسی نیز در ابتدا بر پایه شناسایی و مبارزه با حشرات زیان‌آور پایه‌گذاری شده بود اما اکنون با توجه به مشکلات و امکانات موجود این علم دچار تحولات و تغییرات شگرفی شده است و در حقیقت علم حشره‌شناسی امروزی یعنی شناخت درست و همکاری منطقی با حشرات به منظور تولید بهتر است و دیگر شعار بهترین حشره، حشره مرده است معنی مناسبی ندارد.

سابقه تدریس حشره‌شناسی در ایران را می‌توان از آغاز تاسیس مدرسه فلاح‌دانش دانست. از آن زمان تاکنون کتاب‌ها و جزوه‌های مفیدی در این زمینه منتشر شده است. با این حال از آنجا که دانش انسان هر روز پیشرفت چشمگیری از خود نشان می‌دهد، تدوین و تهیه کتب جدیدتر امری اجتناب‌ناپذیر بوده و هست.

فصل‌های این کتاب به نحوی تنظیم شده است که برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری حشره‌شناسی و نیز محققان و علاقه‌مندان به این رشته مفید باشد. در فصل اول کلیاتی راجع به بندپایان و جایگاه حشرات در میان این شاخه وسیع از جانداران بیان شده است. پس از آن اطلاعات نسبتاً مناسب و کاملی از شکل‌شناسی حشرات بیان شده است. در فصل سوم سعی شده است همراه با شکل‌شناسی داخلی بدن حشرات

مباحث مرتبط با فیزیولوژی هر یک از آن بخش‌ها نیز که کم‌تر در کتاب‌های دیگر مورد بررسی قرار گرفته‌اند، مطرح گردد. در فصل چهارم سعی شده است اعضاء حسی حشرات که عموماً از مباحث مشکل در شاخه حشره‌شناسی است، به بیانی ساده‌تر و همراه با اشکال مناسب بیان شود. فصل انتهایی کتاب نیز بیشتر به نحوه رشد و نمو حشرات و به ویژه مطالب مفیدی در خصوص دیاپوز و مسائل مربوط به آن پرداخته شده است. علاوه بر آن در این فصل نگاهی تازه به روابط موجود در بین حشرات و محیط پیرامون آنها شده است که می‌تواند دریچه‌ای مناسب را برای محققین علاقه‌مند در زمینه کنترل آفات با استفاده از روش‌های نوین باز نماید.

در بررسی علمی و فنی این کتاب به ویژه در بخش‌های مرتبط با فیزیولوژی حشرات استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حسین فرازمنند و دکتر ناصر معینی نقده راهنمایی‌های بسیار ارزنده‌ای داشته‌اند که سزاوار نهایت تشکر و قدردانی است.

از دوست عزیزم جناب آقای دکتر امین نیک‌پی به خاطر همکاری در تهیه و فراهم نمودن برخی از منابع علمی مورد نیاز، کمال تشکر را دارم.

از تمامی معلمان و اساتیدی که به من آموختند و از تمامی دانشجویانم که در من شوق آموختن را افزودند، کمال تشکر را دارم.

و در پایان از خانواده خوبم به ویژه از دختر عزیزم "درسا" و اسطوره زندگی‌م "مادرم" که تحمل نمودند تا بخشی از بهترین لحظات عمرم را به جای در کنار بودن با آنها، صرف نوشتن این کتاب نمایم، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. بی‌شک این کتاب نیز مانند سایر فعالیت‌های انسان خطاکار، خالی از عیب و ایراد نیست و راهنمایی‌های دلسوزانه دانش‌پژوهان و اساتید فن می‌تواند همچون گذشته چراغ راه اینجانب باشد.

مرتضی کهراریان

پاییز ۱۳۹۵





## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان  |
|------|--|
|      | <b>فصل اول: تشخیص جایگاه و نقش حشرات در طبیعت</b>    |
| ۱    | بندپایان (Arthropoda)                                |
| ۴    | الف) بندپایان اولیه (Proarthropoda)                  |
| ۵    | ب) کلیسر داران (Chelicerata)                         |
| ۱۴   | ج) زیر شاخه شاخک داران یا آرواره داران (Mandibulata) |
| ۱۴   | - رده تراشه داران اولیه (Protracheata)               |
| ۱۶   | - رده سخت پوستان (Crustacea)                         |
| ۱۸   | - رده هزارپایان (Myriapoda)                          |
| ۲۲   | - رده حشرات (Insecta)                                |
| ۲۶   | سود و زیان حشرات                                     |
| ۳۵   | منابع  |
|      | <b>فصل دوم: شکل شناسی خارجی (Morphology)</b>         |
| ۳۷   | پوست (Integument)                                    |
| ۴۱   | قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده کوتیکول                   |
| ۴۷   | ضخامت پوست و نحوه قرارگیری آن در نقاط مختلف بدن      |
| ۵۰   | مجاری متخلخل موجود در کوتیکول                        |
| ۵۱   | ساختار شیمیایی تشکیل دهنده پوست                      |
| ۶۰   | وظایف پوست در حشرات                                  |
| ۶۶   | درزهای موجود در پوست حشرات                           |
| ۶۷   | زوائد موجود در پوست حشرات                            |
| ۶۸   | فرایند پوست‌اندازی                                   |

| صفحه | عنوان                                    |
|------|--|
| ۷۵   | فعل و انفعالات شیمیایی پس از پوست اندازی |
| ۸۱   | تنظیم هورمونی پوست اندازی                |
| ۸۱   | عوامل موثر در پوست اندازی                |
| ۸۱   | رنگ و تولید آن در حشرات                  |
| ۸۷   | بخش بندی بدن حشرات                       |
| ۸۷   | سر                                       |
| ۸۹   | - اسکلت داخلی سر                         |
| ۹۰   | - درزها موجود در سر                      |
| ۹۲   | - نواحی و ماهیچه های موجود در سر         |
| ۹۴   | - گردن                                   |
| ۹۶   | - پیوست های سر در حشرات                  |
| ۹۶   | شاخک ها (Antenna)                        |
| ۱۰۱  | وظایف شاخک                               |
| ۱۰۳  | اشکال شاخک                               |
| ۱۰۸  | قطعات دهان در حشرات                      |
| ۱۴۰  | چشم در حشرات                             |
| ۱۴۳  | سینه Thorax                              |
| ۱۴۶  | پیوست های قفس سینه                       |
| ۱۴۶  | پا در حشرات                              |
| ۱۵۳  | اشکال مختلف پا در حشرات                  |
| ۱۶۴  | بال در حشرات                             |
| ۱۶۴  | ساختمان بال در حشرات                     |
| ۱۶۶  | پیدایش بالها                             |
| ۱۶۷  | اشکال مختلف بال در حشرات                 |
| ۱۷۳  | طرز جفت شدن بالها در حشرات               |
| ۱۷۵  | شکم در حشرات                             |

| صفحه                              | عنوان                                  |
|-----------------------------------|--|
| ۱۷۸                               | ساختار حلقه‌های شکم                    |
| ۱۷۹                               | پیوست‌های شکم                          |
| ۱۹۷                               | منابع                                  |
| <hr/>                             |  |
| <b>فصل سوم : آناتومی در حشرات</b> |  |
| ۲۰۳                               | ماهیچه‌ها                              |
| ۲۰۵                               | - ماهیچه‌های اسکلتی                    |
| ۲۰۶                               | - ماهیچه‌های احشایی                    |
| ۲۰۶                               | - ماهیچه‌های پرواز                     |
| ۲۰۸                               | ساختمان ماهیچه‌ها در حشرات             |
| ۲۱۱                               | ساختارهای مختلف ماهیچه در حشرات        |
| ۲۱۲                               | تحریک ماهیچه‌ها                        |
| ۲۱۴                               | سیستم اکسیژن رسانی به ماهیچه‌ها        |
| ۲۱۶                               | دستگاه گوارش (Digestive system)        |
| ۲۱۷                               | ساختمان دستگاه گوارش                   |
| ۲۳۴                               | پیوست‌های دستگاه گوارش                 |
| ۲۳۵                               | هضم غذا                                |
| ۲۴۲                               | نقش بزاق در هضم مواد غذایی حشرات       |
| ۲۴۳                               | میکروارگانیزم‌های موجود در بدن حشرات   |
| ۲۴۸                               | دستگاه دفع در حشرات (Excretory system) |
| ۲۴۹                               | تعداد لوله‌های مالپیگی                 |
| ۲۵۰                               | ساختمان لوله‌های مالپیگی               |
| ۲۵۱                               | مواد زائد موجود در ادرار               |
| ۲۵۳                               | مکانیسم ترشح در لوله‌های مالپیگی       |
| ۲۵۵                               | سیستم کریپتونفریدی                     |
| ۲۵۷                               | اتافک تصفیه                            |

| صفحه | عنوان   |
|------|---|
| ۲۵۸  | انبار و ذخیره سازی مواد دفعی                  |
| ۲۵۹  | تنظیم هورمونی ادرار در حشرات                  |
| ۲۶۶  | دستگاه گردش خون (Circulatory system)          |
| ۲۷۴  | گردش خون در حشرات                             |
| ۲۷۸  | ضربان قلب                                     |
| ۲۸۱  | تنظیم ضربان قلب‌های فرعی                      |
| ۲۸۱  | خون (Haemolymph)                              |
| ۲۸۴  | - بخش‌های تشکیل دهنده خون                     |
| ۲۹۷  | نقش خون در سیستم دفاعی حشرات                  |
| ۳۰۵  | تشخیص عامل بیگانه                             |
| ۳۰۷  | انعقاد خون و ترمیم زخم                        |
| ۳۰۸  | تنظیم دمایی                                   |
| ۳۱۱  | دستگاه عصبی (Nerovous system)                 |
| ۳۱۲  | تقسیم‌بندی سلول‌های عصبی                      |
| ۳۱۴  | گره عصبی                                      |
| ۳۱۷  | مکانیسم انتقال و دریافت پیام عصبی             |
| ۳۲۰  | ساختمان دستگاه عصبی                           |
| ۳۲۰  | دستگاه عصبی مرکزی (Central nervous system)    |
| ۳۲۶  | دستگاه عصبی احشایی (Visceral nervous system)  |
| ۳۲۷  | دستگاه عصبی محیطی (Peripheral nervous system) |
| ۳۲۸  | سیستم اندوکراین Endocrine system              |
| ۳۳۴  | سلول‌های عصبی ترشحی (Neurosecretory cells)    |
| ۳۳۹  | اندام خونی - عصبی (NHOs) Neurohaemal organs   |
| ۳۳۱  | اجسام کاردیاکا (Corpora cardiaca)             |
| ۳۳۹  | - شکل‌شناسی اجسام کاردیاکا                    |
| ۳۴۱  | - نقش اجسام کاردیاکا                          |

| صفحه | عنوان                                  |
|------|--|
| ۳۴۲  | آئورت سر                               |
| ۳۴۲  | غده‌های پوست‌اندازی                    |
| ۳۴۳  | غده‌های پوست‌اندازی یا پیش‌قفس‌سینه    |
| ۳۴۸  | غده‌های اطراف قلبی                     |
| ۳۴۹  | غده‌های اطراف تراشه‌ای                 |
| ۳۴۹  | غده‌های شکمی                           |
| ۳۵۰  | غده‌های حلقه‌ای                        |
| ۳۵۰  | نقش غده‌های پوست‌اندازی                |
| ۳۵۴  | اجسام آلاتا                            |
| ۳۵۶  | - شکل‌شناسی غدد آلاتا                  |
| ۳۵۸  | - نقش اجسام آلاتا                      |
| ۳۷۱  | سایر ساختارهای اندوکرین                |
| ۳۷۳  | دستگاه تنفس (The Tracheal System)      |
| ۳۷۴  | منافذ تنفسی                            |
| ۳۷۸  | - مکانیسم باز و بسته شدن منافذ تنفسی   |
| ۳۸۰  | لوله‌های تنفسی                         |
| ۳۸۲  | - ساختمان لوله‌های تنفسی               |
| ۳۸۳  | مکانیسم حرکت و انتقال هوا در بدن حشرات |
| ۳۸۵  | کیسه‌های هوا                           |
| ۳۸۸  | تنفس در حشرات خشک‌زی                   |
| ۳۸۹  | تنفس در حشرات آب‌زی                    |
| ۴۰۶  | تنفس در حشرات پارازیت داخلی            |
| ۴۰۸  | دستگاه تولید مثل (Reproduction system) |
| ۴۱۶  | دستگاه تولید مثل در حشرات نر           |
| ۴۲۵  | مراحل مختلف رشد و نمو اسپرم            |
| ۴۲۹  | اسپرماتوزوا                            |

| صفحه                                 | عنوان                                       |
|--------------------------------------|---|
| ۴۳۰                                  | دستگاه تولید مثل در حشرات ماده              |
| ۴۳۱                                  | - ساختمان لوله‌های تخم                      |
| ۴۴۳                                  | ویتیلوژنز                                   |
| ۴۴۵                                  | دیواره تخمک یا تخم                          |
| ۴۵۰                                  | منابع                                       |
| <b>فصل چهارم: اعضاء حسی در حشرات</b> |   |
| ۴۵۸                                  | دریافت کننده‌های نور (Photoreceptors)       |
| ۴۵۸                                  | دریافت کننده‌های مکانیکی (Mechanoreceptors) |
| ۴۶۱                                  | - موهای حسی                                 |
| ۴۶۳                                  | - اعضاء گنبدی شکل یا کامپانی فرم            |
| ۴۶۵                                  | - اعضاء حسی کردوتونال                       |
| ۴۷۶                                  | دریافت کننده مواد شیمیایی (Chemoreceptors)  |
| ۴۷۷                                  | - اعضاء حسی شیمیایی مویی شکل                |
| ۴۷۷                                  | - اعضاء حسی بازیکونیکا                      |
| ۴۷۸                                  | - اعضاء حسی سلونیکا                         |
| ۴۷۹                                  | - اعضاء حسی فلسی یا صفحه‌ای                 |
| ۴۸۲                                  | گیرنده‌های حرارتی                           |
| ۴۸۳                                  | گیرنده‌های مغناطیسی                         |
| ۴۸۴                                  | معرفی مهم‌ترین حواس موجود در حشرات          |
| ۴۸۴                                  | - اعضاء حس شنوایی                           |
| ۴۸۶                                  | -- موهای شنوایی                             |
| ۴۸۷                                  | -- عضو جونستون                              |
| ۴۸۹                                  | -- اعضاء حس تیمپانال                        |
| ۴۹۴                                  | -- اعضاء زیرزانویی                          |

| صفحه | عنوان                        |
|------|------------------------------|
| ۴۹۶  | -- اندام پایلفر              |
| ۴۹۶  | - اعضاء تولید صدا            |
| ۵۰۴  | - اعضاء حس بویایی            |
| ۵۰۸  | - اعضاء حس چشایی             |
| ۵۱۲  | - اعضاء حس بینایی            |
| ۵۱۳  | -- ساختمان چشم‌های مرکب      |
| ۵۲۰  | متعادل سازی و تنظیم دمای بدن |
| ۵۲۳  | منابع                        |

#### فصل پنجم: مراحل مختلف رشد و نمو در حشرات

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| ۵۲۷ | تخم‌گذاری                      |
| ۵۲۹ | زنده‌زایی                      |
| ۵۲۹ | - تخم‌زنده‌زا                  |
| ۵۳۰ | - زنده‌زایی با جفت کاذب        |
| ۵۳۰ | - زنده‌زایی هموسلوس            |
| ۵۳۱ | - زنده‌زایی آدنوتروفیک         |
| ۵۳۱ | رشد و نمو در حشرات             |
| ۵۳۴ | مراحل مختلف رشد و نمو در حشرات |
| ۵۳۸ | - اشکال مختلف لاروی            |
| ۵۴۴ | - مرحله پیش‌شفیره (Prepupa)    |
| ۵۴۶ | - مرحله شفیره                  |
| ۵۵۰ | روش‌های مختلف طبقه‌بندی شفیره  |
| ۵۵۳ | مرحله بلوغ                     |
| ۵۵۴ | دگرگونی یا استتال              |
| ۵۶۳ | نسل (Generation)               |
| ۵۶۵ | طول عمر                        |



| صفحه | عنوان   |
|------|---|
| ۵۶۵  | چند شکلی در حشرات                                 |
| ۵۶۶  | چند شکلی محیطی یا اختیاری                         |
| ۵۷۱  | چند شکلی اجباری یا ژنتیکی                         |
| ۵۷۳  | توقف  |
| ۵۷۳  | دیاپوز  |
| ۵۷۵  | فیزیولوژی دیاپوز                                  |
| ۵۷۶  | عوامل موثر در آغاز دیاپوز                         |
| ۵۷۸  | شکسته شدن دیاپوز                                  |
| ۵۸۰  | دلایل تشکیل دیاپوز                                |
| ۵۸۴  | روابط حشرات با هم و با محیط اطراف (گیاهان میزبان) |
| ۵۸۵  | فرومونها  |
| ۵۹۸  | آلوکمیکال   |
| ۵۹۹  | - کایرومونها                                      |
| ۶۰۱  | - آلومونها  |
| ۶۰۵  | - سینومونها                                       |
| ۶۰۶  | - آپنومون   |
| ۶۰۸  | منابع   |
| ۶۱۳  | فهرست راهنمای عمومی                               |

## فصل اول

### تشخیص جایگاه و نقش حشرات در طبیعت

حشرات در رده بندی جانوری، از گروه جانوران پر سلولی، زیر گروه بی مهرگان و شاخه بندپایان (Arthropoda) هستند. در حقیقت شناخت کلی بندپایان و طبقه بندی کردن آن نخستین قدم در رابطه با تشخیص جایگاه و موقعیت حشرات در طبیعت است.

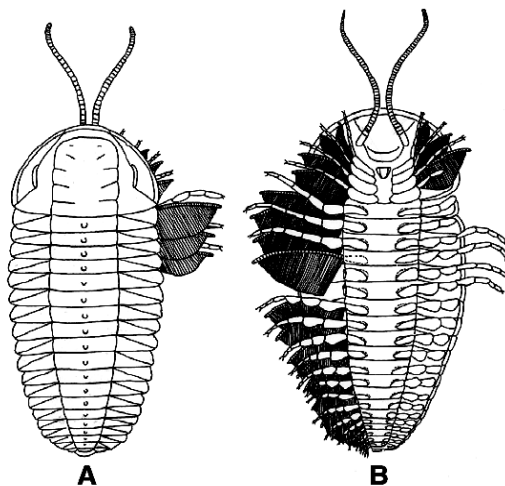
#### بندپایان (Arthropoda)

شاخه بندپایان شامل تمامی جاندارانی است که علاوه بر داشتن پوشش سخت و محکمی به نام کوتیکول، دارای بدنی بند بند بوده (Metamerise) و معمولاً ۶ و یا تعداد بیشتری پا دارند. بندپایان در میان سلسله حیوانی نه تنها از لحاظ اقتصادی، پزشکی و دام پزشکی دارای اهمیت هستند، بلکه از لحاظ تعداد و فراوانی گونه نیز بسیار قابل توجه هستند. طبق برآوردهای صورت گرفته، چهار پنجم گونه های جانوری شناخته شده جهان را (حدود ۹ تا ۳۰ میلیون گونه) بندپایان تشکیل می دهند. این شاخه از جمله قدیمی ترین جانداران خشکزی هستند. فسیل نخستین بندپایان شناخته شده مربوط به دوران کامبرین و به حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش برمی گردد. از نظر فیلوژنی بندپایان خویشاوندی غیرقابل انکاری با کرم های حلقوی (Annelida) دارند





پیوست دو شاخه‌ای تشکیل شده است که توسط کاسه‌سنگ (Carapace) پوشیده شده است. اکثر تریلوبیت‌ها در حاشیه یا در داخل دریاها زندگی می‌کردند. بیشتر آن‌ها به صورت گندخوار بودند در حالی که برخی هم از جانداران کوچک با بدن نرم تغذیه می‌کردند. برخی دیگر از تریلوبیت‌ها در داخل گل و لای زندگی کرده و از مواد آلی موجود در آن تغذیه می‌کردند. امروزه با استفاده از امواج اشعه X مشخص شده است که تریلوبیت‌ها ترکیبی از خصوصیات کلیسرداران و سخت‌پوستان را دارا بوده‌اند و حتی برخی از حشره‌شناسان نظیر Cisne اعتقاد دارند که سخت‌پوستان، کلیسرداران و تریلوبیت‌ها در یک گروه طبیعی با گذشته یکسانی قرار دارند اما با این وجود هنوز هم در بین حشره‌شناسان اختلاف نظر است و بسیاری از حشره‌شناسان اعتقادی بر آن ندارند.



شکل ۱-۲: نمایی از تریلوبیت (*Triarthrus eatoni*) (A) از سطح پشتی و (B) از سطح شکمی

(Barnes, 1994).

### ب) کلیسر داران (Chelicerata = Arachnomorphes)

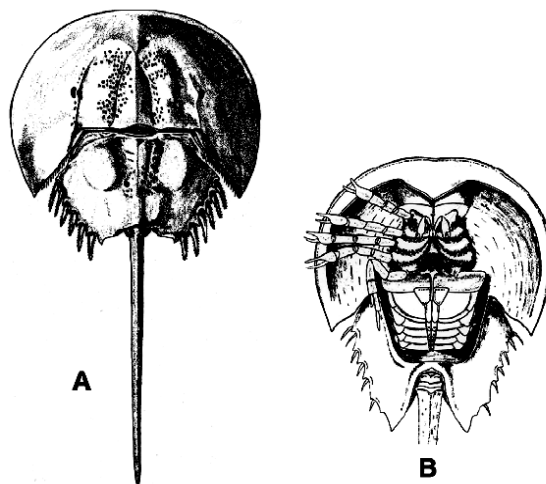
این زیر شاخه، جزء بندپایان قدیمی و بدون شاخک هستند. در این گروه از بندپایان عموماً سر و قفس سینه به هم چسبیده و بخش واحدی به نام سرسینه (Cephalothorax) را به وجود می‌آورند. در نتیجه بدن از دو قسمت سرسینه و شکم



دیگر علاوه بر کلیسر، دارای ۵ جفت پای بادکش مانند هستند. انتهای شکم مجهز به یک دنباله (Telson) سرنیزه‌ای و بلندی است که سبب حرکت جانور در آب می‌شود. رده خرچنگ‌های عنکبوت مانند دارای زیررده‌های مختلفی است که دو زیر رده تیغ‌دمان (Xiphosura) و عقرب‌های دریایی غول‌پیکر (Eurypterrida) اهمیت بیشتری دارند.

### -- زیر رده تیغ‌دمان (Xiphosura)

در این بندپایان، سرسینه خمیده و توسط یک پوشش نعل اسبی شکل، پوشیده شده است. به همین خاطر به این بندپایان، خرچنگ نعلیان یا خرچنگ‌های نعل اسبی گفته می‌شود. از سوی دیگر انتهای شکم در این بندپایان دارای دنباله تیز و بلندی است که به این خاطر به تیغ‌دمان نیز شناخته می‌شوند. *Limulus sp* از جمله معدود جنس‌های زنده به جای مانده از این زیررده است.



شکل ۱-۳: زیر رده تیغ‌دمان، گونه *Limulus polyphemus* (A) از سطح پشتی و (B) از سطح شکمی.

(Barnes, 1994).

در سطح جانبی سرسینه شش جفت پیوست وجود دارد که یک جفت آن تبدیل به کلیسر و پنج جفت بعدی را پاها تشکیل می‌دهند و در هدایت و حرکت غذا به سوی دهان نقش دارند. حلقه‌های شکم به طور آزاد به سرسینه متصل بوده و در انتها دارای





تب استخوان شکن، بیماری خواب و سالک از جمله دیگر بیماری‌های مهمی هستند که توسط حشرات و سایر بندپایان منتقل می‌شود (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱ معرفی مهم‌ترین بیماری‌های منتقل شده توسط حشرات و میزان آلودگی افراد در دنیا

| نام بیماری       | ناقل بیماری                        | عامل بیماری                   | تعداد بیمار در جهان | مرگ و میر       |
|------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
| مالاریا          | پشه <i>Anophele</i>                | <i>Plasmodium</i> (Protozoa)  | ۳۰۰-۵۰۰ میلیون      | ۱/۵-۲/۷ میلیون  |
| فیل بایی         | پشه <i>Culex</i> و <i>Mansonia</i> | کرم <i>Wuchereria</i>         | ۱۲۰ میلیون          | NA <sup>a</sup> |
| تب استخوان شکن   | پشه جنس <i>Aedes</i>               | ویروس                         | ۵۰ میلیون           | ۰/۵ میلیون      |
| کوری رودخانه     | پشه <i>Simulium</i>                | نماتد                         | ۱۸ میلیون           | NA <sup>b</sup> |
| بیماری شاگاس     | سن <i>Triatomine</i>               | <i>Trypanosoma</i> (Protozoa) | ۱۶-۱۸ میلیون        | ۲۰۰۰۰-۳۰۰۰۰     |
| بیماری لیشمانیوز | پشه <i>Phlebotomus</i>             | <i>Leishmania</i> (Protozoa)  | ۱۲ میلیون           | NA <sup>a</sup> |
| بیماری خواب      | مگس <i>Glossina</i>                | <i>Trypanosoma</i> (Protozoa) | ۳۰۰۰۰۰-۵۰۰۰۰۰       | NA <sup>a</sup> |
| بیماری تب زرد    | پشه <i>Aedes</i>                   | ویروس                         | ۲۰۰۰۰۰              | ۳۰۰۰۰           |

NA<sup>a</sup> = تخمین دقیقی از جمعیت افراد آلوده در دست نیست

NA<sup>b</sup> = حالت مزمن این گونه بیماری از حالت حاد آن بیشتر است. به عنوان مثال از ۱۸ میلیون نفر مبتلا به کوری رودخانه، ۶/۵ میلیون نفر دچار آماس‌های شدید پوستی شده و ۲۷۰ هزار نفر کور شده‌اند (World Health report 1998).

علاوه بر آن صدای نابهنجار بعضی از این حشرات چون مگس‌ها و پشه‌ها و نیز شکل چندش‌آور بعضی از آنها سبب آزار روحی انسانها می‌شود. برخی از انسان‌ها به نیش زنبورهای خانواده *Vespidae*، *Sphecidae* و بالا خانواده *Apoidea* حساسیت شدیدی دارند و ممکن است دچار شوک شدید و در مواردی مرگ شوند.

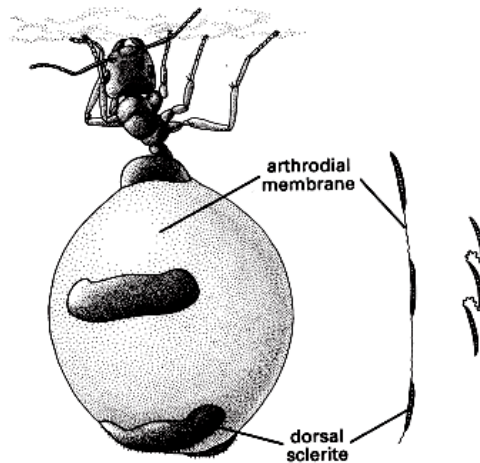
با وجود تمامی این مطالب می‌توان گفت که بسیاری از حشرات کاملاً مفید بوده و وجود آنها برای طبیعت امری ضروری است. در حقیقت می‌توان گفت که بدون حشرات نظام بیولوژیک طبیعت دچار اشکال است. حشرات در بازگشت مجدد کربن، نیتروژن و سایر مواد ضروری به طبیعت موثر هستند

## فصل دوم

### شکل شناسی خارجی (Morphology)

#### پوست (Integument یا Exoskeleton)

سطح بدن همه حشرات مانند دیگر بندپایان دارای پوشش خارجی ویژه‌ای به نام پوست (Integument) یا اسکلت خارجی (Exoskeleton) هست که به شدت تحت تاثیر اعمال فیزیولوژیک قرار می‌گیرد. هر چند واژه اسکلت خارجی و پوست هر دو برای بیان پوشش خارجی سطح بدن حشرات به کار برده می‌شود، اما اسکلت خارجی بیشتر برای بیان نقش و وظیفه پوست به عنوان یک محافظت کننده محتویات درونی بدن به کار برده می‌شود در حالی که به کارگیری اصطلاح Integument برای بیان ساختار پوست به کار می‌رود. پوست به عنوان یک رابط بین حشره و محیط اطراف آن نقش انکارناپذیری در موفقیت و دوام حشرات در طول تاریخ داشته است. به طوری که علاوه بر محافظت بدن به عنوان یک اسکلت خارجی، وظایف مختلف دیگری چون ذخیره موقت غذا، جلوگیری از ورود عوامل مضرى چون قارچ‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا، تکیه‌گاهی برای اتصال ماهیچه‌ها و مقاومت در برابر خروج و تبخیر آب بدن به عهده دارد. به همین دلیل است که پوست سطح وسیعی از بدن حشرات را در بر گرفته است به طوری که در برخی از حشرات بیش از ۵۰ درصد وزن خشک حشره را شامل می‌شود. پوست حشرات بر اساس نوع گونه و شرایط محیطی که حشره در آن قرار دارد، ممکن است تا حدودی دارای خصوصیات متفاوتی باشد و به این خاطر نوع



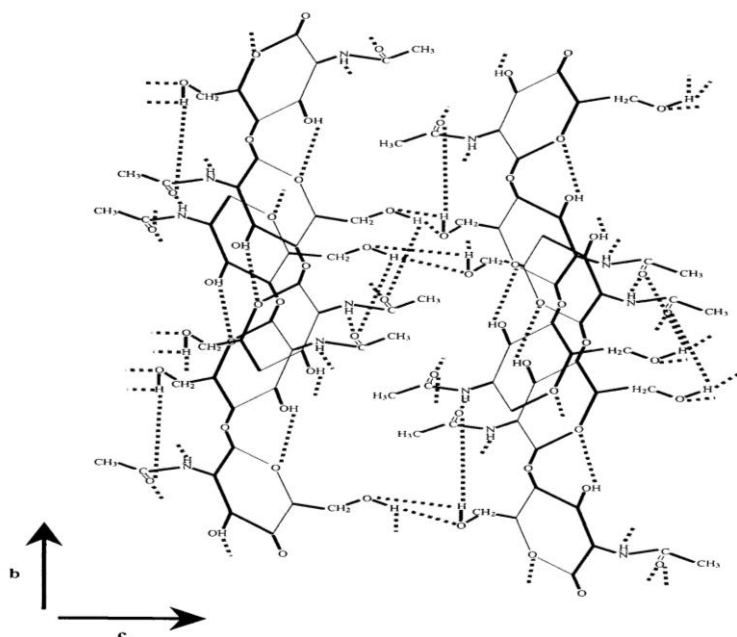
شکل ۲-۵: چگونگی اتساع شکم در مورچه‌های کارگر *Compontus inflatus* (Devitt, 1989).

بر اساس چگونگی گسترش و قرارگیری پرده غشایی، نحوه حلقه‌بندی موجود در بدن حشرات را می‌توان به دو دسته حلقه‌بندی اولیه و ثانویه طبقه‌بندی نمود. در بسیاری از لارو حشرات، هر حلقه به کمک تاخوردگی‌های درونی پوست از حلقه بعدی تمایز می‌یابند. از سوی دیگر ماهیچه‌های طولی به این تاخوردگی‌ها متصل شده و سبب حرکت حلقه‌ها می‌شود. به چنین حالتی اصطلاحاً حلقه‌بندی اولیه (Primary segmentation) گفته می‌شود. این امر سبب می‌گردد که لاروها بتوانند تا حدودی طول و حجم بدن خود را تغییر دهند. در مرحله پوره و بلوغ بسیاری از حشرات، هر یک از حلقه‌های بدن در سطح پشتی، شکمی و پهلوئی توسط صفحات سخت اسکلریتی پوشیده شده‌اند و به راحتی اجازه تغییر شکل به حشره داده نمی‌شود. به چنین حالتی اصطلاحاً حلقه‌بندی ثانویه (Secondary segmentation) گفته می‌شود (شکل ۲-۶).

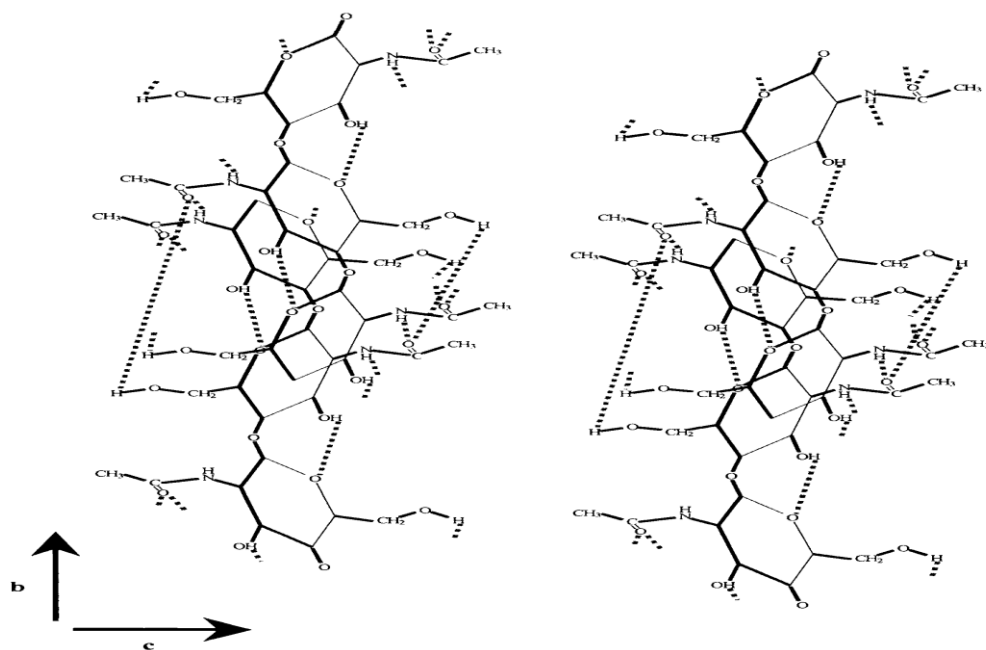
خط پوست‌اندازی (Ecdysial line) از دیگر مناطقی است که حاوی لایه آگزوکوتیکول بسیار کمی است. استحکام پوست در این منطقه بسیار ضعیف است در



بسیاری از اطلاعات بدست آمده در خصوص آنزیم‌های شرکت کننده در سنتز کیتین از طریق آزمایش‌های صورت گرفته روی قارچ‌ها به دست آمده است و به نظر می‌رسد

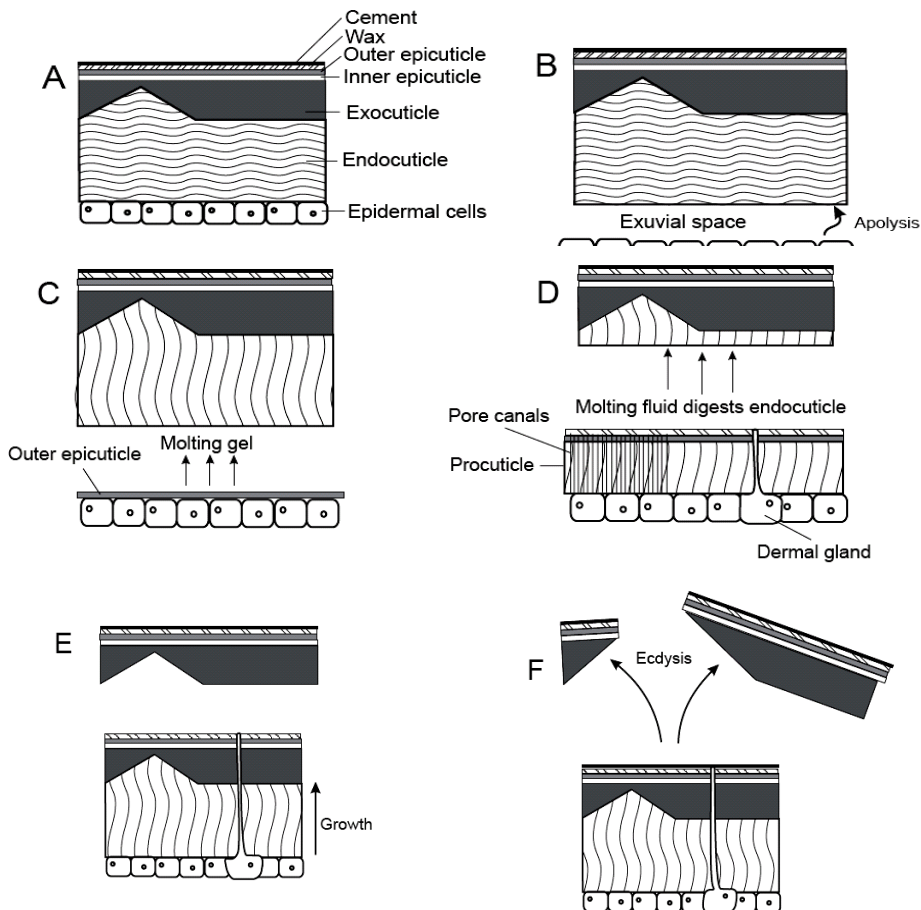


شکل ۲-۹: ساختار کلی کیتین. تصویر بالا  $\alpha$  کیتین و تصویر پایین  $\beta$  کیتین (Khor, 2001)





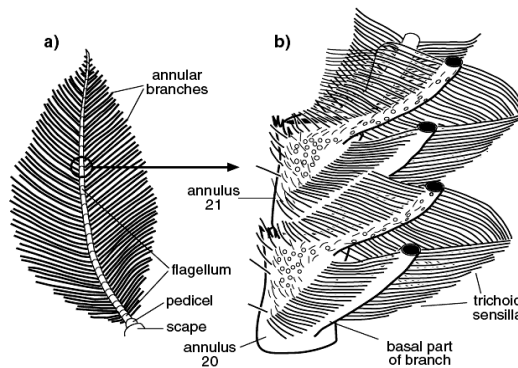
جلو و از ناحیه درز موسوم به درز پوست‌اندازی شروع به شکاف و ترک خوردن (عموماً به صورت شکاف T شکل) می‌کند. اندکی قبل از خارج شدن حشره از پوست کهنه، مواد مومی ترشح شده توسط اپیدرم، از طریق کانال‌های موجود در پوست در روی کوتیکول جدید قرار می‌گیرند. این امر سبب عایق شدن پوست جدید قبل از دور افتادن پوست کهنه می‌شود.



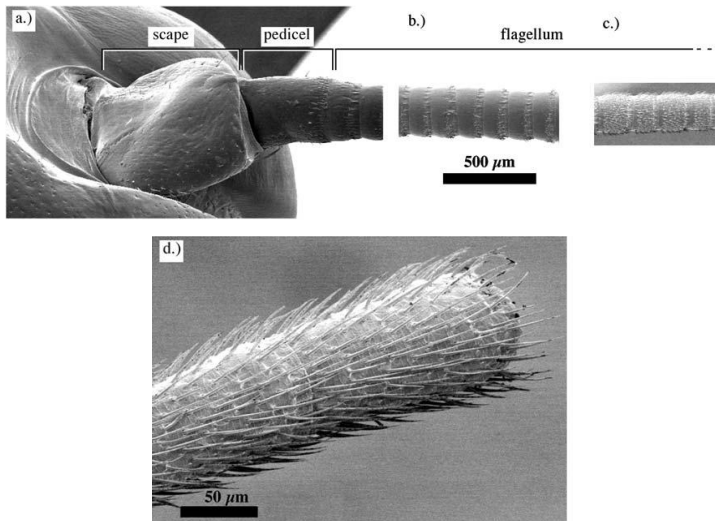
شکل ۲-۱۴: مراحل مختلف پوست‌اندازی در حشرات. (A) پوست حشرات قبل از پوست‌اندازی (B) مرحله آپولایز و جدا شدن پوست کهنه از سطح اپیدرم (C) ترشح ژل پوست‌اندازی در فاصله بین فضای ایجاد شده (D) فعال شدن مایع پوست‌اندازی، هضم کوتیکول کهنه و ترشح پوست جدید (E) ادامه ساخت پوست جدید و (F) مرحله Ecdysis و افتادن پوست کهنه (Klowden, 2007)







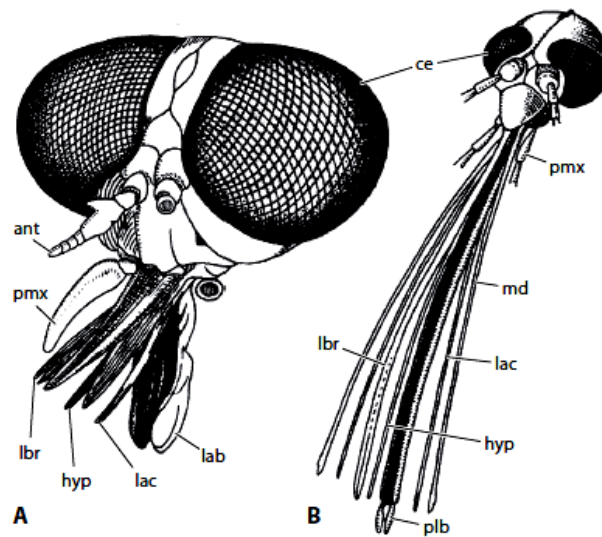
شکل ۲-۲۹: اندام‌های حسی ویژه در شاخک پرورش حشرات نر پروانه *Telea polyphemus* (a) نمای کلی از شاخک (b) دو مفصل شاخک ونحوه قرارگیری تعداد فراوان اعضاء حسی موجود در آن (Chapman, 1998).



شکل ۲-۳۰: تصویر میکروسکوپ الکترونی از شاخک در جیرجیرک *Gryllus bimaculatus* و نمایش موهای حسی موجود در سطح آن (a) اسکاپ و پدیسل (b) شش مفصل اول تاژک (c) چهار مفصل بعدی شاخک و (d) موهای حسی موجود در راس تاژک (Staudacher, 2005).

شاخک‌ها در لارو دوبالان جنس *Choborus* sp به عنوان وسیله‌ای برای گرفتن شکار مورد استفاده قرار می‌گیرد و در سوسک‌های نر جنس *Meloe* از راسته سخت‌بال‌پوشان





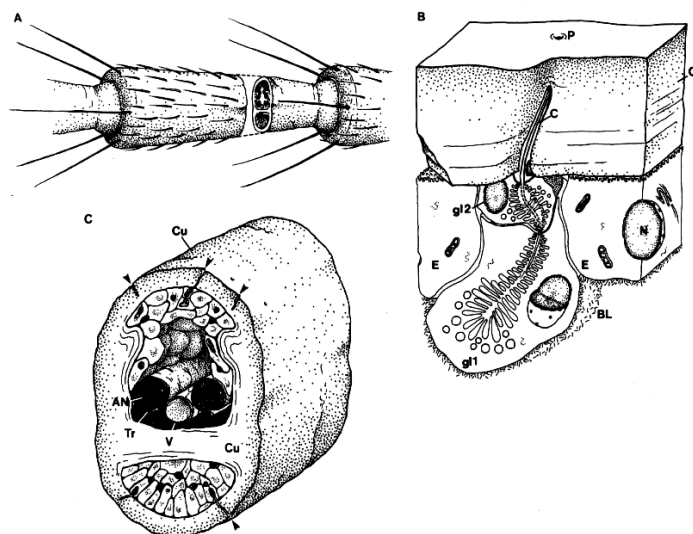
شکل ۲-۴۲: قطعات دهانی زنده در دو بالان. (A) خرمگس‌های خانواده Tabanidae و (B) پشه‌های خانواده Culicidae. hyp = هیپوفارینکس، lab = لابلا، lac = لاسینیا، lbr = لب بالا، md = آرواره بالا، pmx = پالپ لب پایین، plb = پالپ آرواره پایین، (Ziegler, 2005).

پالپ آرواره پایین چند مفصلی بوده و در اطراف خرطوم دیده می‌شود. هیپوفارینکس دارای یک جفت مجرای طولی است که به کانال بزاق موسوم می‌باشد (شکل ۲-۴۲). حشره برای تغذیه ابتدا آب دهان خود را به وسیله این کانال به زخمی که در پوست میزبان ایجاد می‌کنند، ریخته و مانع انعقاد خون می‌شود و به دنبال آن خون را از کانالی که میان لب بالا و اپی‌فارینکس قرار دارد، وارد بدن خود می‌کند.

در سن‌ها بر خلاف پشه‌ها قطعات دهانی زنده تنها از ۴ میله تشکیل شده است. لب پایین در این حشرات تبدیل به یک غلاف طویل چهار مفصلی به نام خرطوم گردیده است. در این حشرات لب بالا و زائده هیپوفارینکس تشکیل استایلت نمی‌دهند و آرواره‌های بالا و پایین به هم چسبیده و دو کانال بزاق و غذا را تشکیل می‌دهند (شکل ۲-۴۳).



Scelionidae (جنس *Trissolcus*) و Eulopidae (جنس *Melittobia*)، سخت‌بال‌پوشان مورچه دوست (*myrmecophilus*) و یا موریانه‌دوست (*termitophilous*) از جمله خانواده‌های Paussidae، Pselaphidae، Staphylinidae و برخی دیگر از گونه‌های موجود در Chrysomelidae، Carabidae، Meloidae و Catopidae دیده می‌شود. غده‌های شاخک بسته به نوع حشره و نیز نر و یا ماده بودن آن، دارای وظایف متعددی هستند که از مهم‌ترین این وظایف می‌توان به تولید فرومون‌های مختلف، کایرومون‌ها و موادی برای چرب کردن و فعالیت بهتر شاخک‌ها و حس‌گرهای موجود روی آن، اشاره نمود.



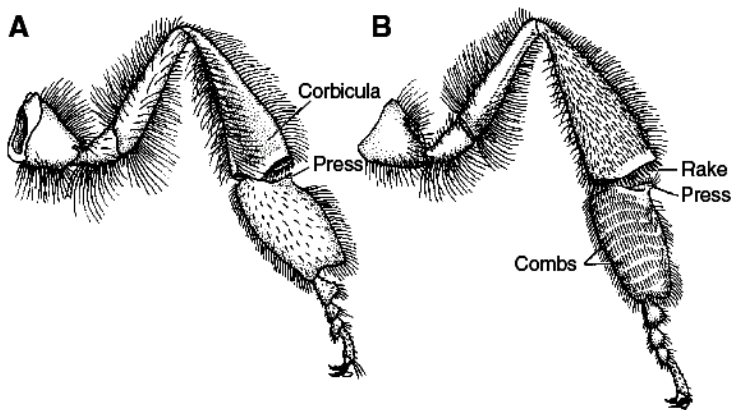
شکل ۲-۵۲: تصویر شماتیک از غده شاخکی در سوسک‌های گونه *Platynus assimillis* (Carabidae) و مقایسه قسمت‌های مختلف آن. (A) برش عرضی از شاخک و نمایش موقعیت قرارگیری غده‌های شاخکی در آن، (B) نمایش سلول‌های ترشحی خوشه‌ای و نحوه گسترش مجرای عمومی به دورن اپیدرم و کوتیکول شاخک و (C) برش عرضی از مفصل شاخک و نمایش دقیق‌تر غده و رگ‌های مرتبط با آن. (An) عصب شاخک، (C) مجرای مشترک آسینوس‌های غده شاخک، (Cu) کوتیکول، (E) اپیدرم، (gl1 و gl2) سلول‌های ترشحی، (N) هسته، (P) حفره موجود در شاخک، (Tr) تراشه و (V) رگ خونی (Weis, et al., 1999).



نظر و یا نگهداری و گرفتن ماده‌ها در زمان جفت‌گیری می‌شوند (شکل ۲-۶۹). در تریس‌ها، مفصل اول پنجه پا مجهز به یک یا دو بادکش است که حشره به میل خود و با ایجاد خلاء در این بادکش‌ها می‌تواند روی گیاه ثابت قرار گیرد.

#### ۸- پاهای سبدی

این نوع پا برای حمل و جابه‌جایی سازگار شده‌اند و در حشراتی مانند زنبورهای گرده‌افشان به خوبی دیده می‌شوند. در این قبیل پاها، مفصل اول پنجه پای عقب به مراتب پهن‌تر و بزرگ‌تر بوده و دارای یک‌سری موهای ردیفی مشخص است که برس (Comb) نامیده می‌شود. در نتیجه حشره قادر است به کمک آنها گرده‌ها را جمع‌آوری کند. از سوی دیگر ساق پاهای عقبی کشیده، مثلثی شکل و دارای فرورفتگی‌های مختصری است و اطراف آن از موهای بلندی پوشیده شده است و اصطلاحاً سبد (Corbicula) نامیده می‌شود. عموماً گرده‌هایی که توسط پنجه پای عقبی جمع می‌شوند، به سبد مربوط به پای مقابل منتقل شده و به این صورت گرده‌ها توسط حشرات انتقال می‌یابند.

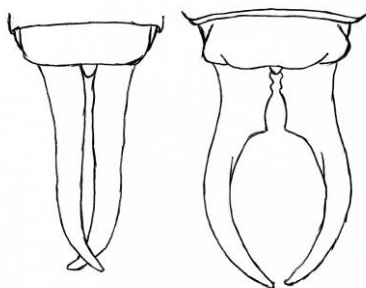


شکل ۲-۷۰: پاهای سبدی در زنبور عسل و مشاهده قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده آن. (A) از سطح خارجی و (B) از سطح داخلی (Schoonhoven, et al. 2005).

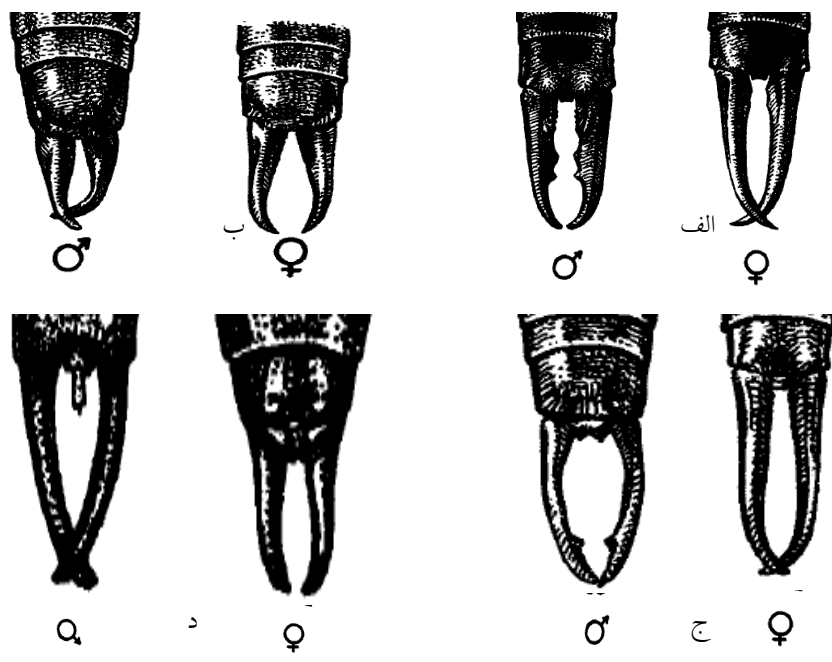
برای جمع‌آوری و انتقال گرده‌ها، ابتدا حشره به کمک موهای ویژه انتهایی ساق که Rake نامیده می‌شوند گرده‌ها را از روی برس پای مقابل حشره جمع‌آوری کرده و در







شکل ۲-۸۸: فورسپس در گوش خیزک‌ها. سمت راست حشره نر و سمت چپ حشره ماده. (نقاشی از لعیا عزیزی).



شکل ۲-۸۹: انواع فورسپس در گونه‌های مختلف گوش خیزک‌ها. الف) *Chelisoche morio* (ب) *Euborellia annulipes* (ج) *Spongorostox apicedentatus* (د) *Marara arachidis* (Langston & Powell, 1975)

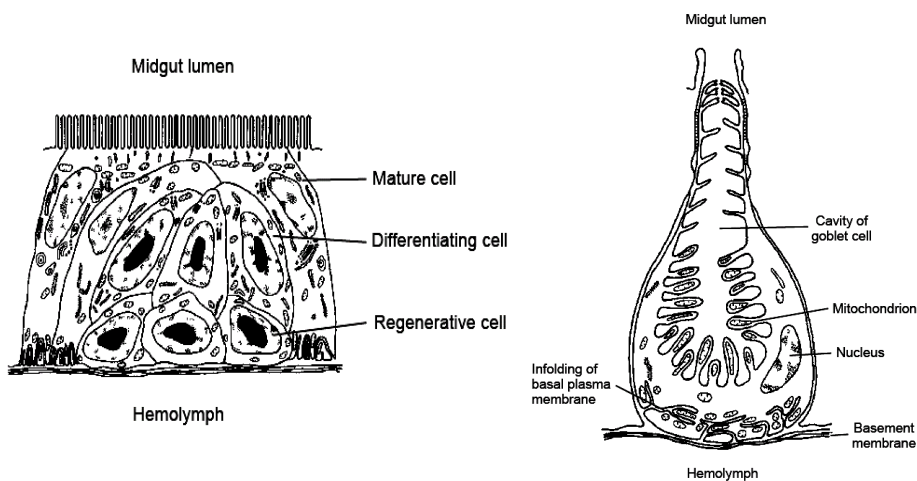
## فصل سوم

### آناتومی در حشرات

#### ماهیچه‌ها (Muscles)

حرکت و جابه‌جایی در حشرات مانند سایر موجودات متحرک و زنده دیگر بر مبنای قوانین مکانیکی و دینامیکی خاص و به منظور انجام فعالیت‌های ویژه‌ای چون پیدا کردن منابع غذایی، پناهگاه، موقعیت‌های مناسب جهت تخم‌ریزی، فرار از شرایط نامساعد محیط و دشمنان طبیعی صورت می‌گیرد. حشرات این حرکات را عموماً به کمک فعالیت‌هایی چون پرواز (در مرحله بلوغ) و یا فعالیت‌های دیگری از قبیل راه رفتن، جهیدن، خزیدن، دویدن و شنا کردن انجام می‌دهند. ماهیچه‌ها از اصلی‌ترین عوامل حرکات قسمت‌های مختلف بدن و پیوسته‌های موجود در آن هستند. این سیستم در حشرات بسیار با اهمیت است چرا که بدون حضور ماهیچه‌ها فعالیت‌های اساسی حشرات به نقطه صفر می‌رسد. بیشتر ماهیچه‌های موجود در بدن حشرات شفاف، بی‌رنگ یا خاکستری هستند. اما ماهیچه‌های موجود در بال، زرد، نارنجی و یا قهوه‌ای رنگ می‌باشند. با توجه به این که بدن حشرات و پیوسته‌های آن از بندهای زیادی تشکیل شده‌اند، لذا تعداد ماهیچه‌ها برای تامین حرکات آن‌ها بسیار زیاد و قابل توجه است چنان‌که در بدن لارو بعضی از پروانه‌ها، تعداد ماهیچه‌ها بین ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ و حتی بیشتر است. برخی از حشرات به علت وجود ماهیچه‌های قوی می‌توانند وزنه‌های بسیار سنگین‌تر (گاهی بیش از ۲۰ برابر وزن بدن) و پرحجم‌تر از بدن خود بردارند و

هستند که به طور نامتقارن تقسیم شده و سلول‌های ستونی و درون ریز را تولید می‌کنند (شکل ۳-۱۱). سلول‌های جامی شکل که به نام *Calciform cells* نیز نامیده می‌شوند، عموماً به صورت انفرادی و پراکنده در بین سایر سلول‌ها دیده می‌شوند، اما گاهی نیز ممکن است در دسته‌های کوچکی نیز دیده شوند. این سلول‌ها در انتقال پتاسیم از خون به داخل حفره دستگاه گوارش نقش دارند. حرکت یون‌های پتاسیم به داخل معده در جذب آب به داخل معده و در نتیجه حل کردن مواد غذایی موثر هستند. سلول‌های جامی شکل، به ویژه در حشراتی که میزان پتاسیم کم‌تری در رژیم غذایی آنها وجود دارد، بیشتر به چشم می‌خورد. در حشرات گیاه‌خوار و با توجه به دارا بودن میزان بالایی از پتاسیم در جیره غذایی و خون، نیاز کم‌تری به وجود این سلول‌ها در جهت انتقال پتاسیم به داخل دستگاه گوارش دیده می‌شود.

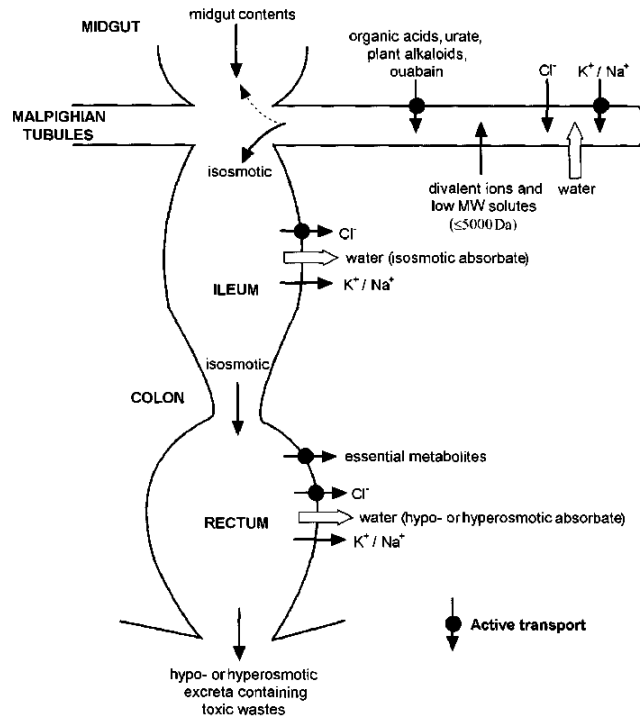


شکل ۳-۱۱: نحوه فرارگیری سلول‌های تجدید کننده در بخش اپیتلیوم معده میانی (شکل سمت چپ) و قسمت‌های تشکیل دهنده یک سلول جامی شکل (شکل سمت راست) (Chapman, 1985).

سلول‌های درون ریز نیز مانند سایر سلول‌های ذکر شده، در طول اپیتلیوم معده میانی منتشر شده‌اند. هر یک از سلول‌های درون‌ریز دارای غده‌های ترشح‌کننده سیتوپلاسمی فراوانی هستند. وجود این سلول‌ها سبب می‌گردد که در حشرات مسیر هضم و فعالیت



نمک و سایر یون‌های ضروری نقش دارند. این سلول‌ها قادرند یون‌های غیرآلی را نیز از مایعات بسیار رقیق بدن جذب کنند.



شکل ۳-۱۶: نمای کلی از نحوه ورود و انتقال مواد ادراری از لوله‌های مالپیگی به سمت مخرج و نوع انتشار (فعال و یا غیر فعال) یون‌های مختلف در حشرات خشک‌زی (Coast, et al., 2002).

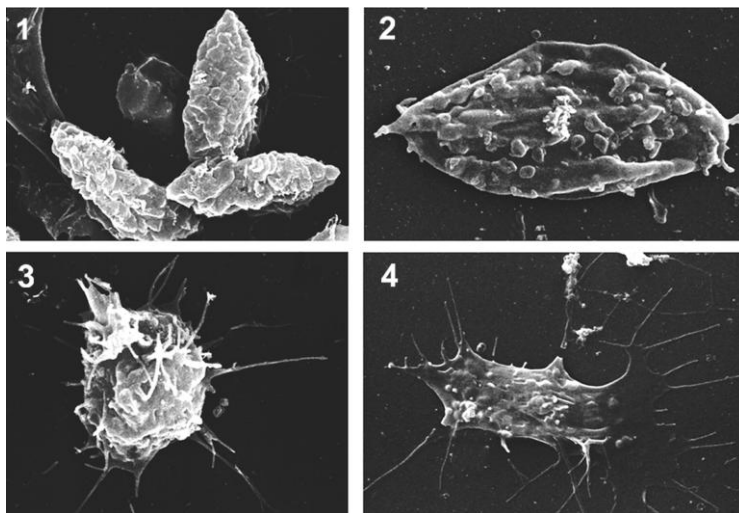
### سیستم کریپتونفریدی (Cryptonephric system)

با آنکه لوله‌های مالپیگی در اکثر موارد به صورت آزاد و در حفره عمومی بدن قرار دارند، اما گاهی این لوله‌ها در برخی از حشرات از جمله لارو بسیاری از سخت‌بال‌پوشان، دوبالان و عده‌ای از بال‌غشائیان زیرراسته *Symphyla*، به صورت متصل با سطح خارجی قسمت انتهایی بخش عقبی دستگاه گوارش دیده می‌شوند و اصطلاحاً تحت عنوان سیستم کریپتونفریدی (Cryptonephric system) نامیده می‌شوند. در حالت کریپتونفریدی، ناحیه انتهایی لوله‌های مالپیگی به دیواره رکتوم



الکترونی روشن دیده می‌شوند و ۳- سلول‌های گرانولار با شکل و ساختار مشخص طبقه بندی نمود.

از سوی دیگر براساس طبقه‌بندی برلین و زاکاری (۱۹۸۶)<sup>۱</sup>، سلول‌های گرانولار را بر اساس نوع و تراکم گرانول‌های موجود می‌توان به چهار دسته مجزا تقسیم نمود. هسته در این سلول‌ها به صورت گرد و یا کشیده است و در مرکز سلول قرار گرفته است. ریبوزوم آزاد و میزان لیزوزوم فراوانی در این سلول‌ها دیده می‌شود. اما میتوکندری‌ها در تراکم کمی دیده می‌شوند.



شکل ۳-۲۹: تصویر میکروسکوپ الکترونی از سلول‌های خونی *Dinocras cephalotes* راسته بهاره‌ها (۱) سلول‌های گرانولوسیت (با بزرگ‌نمایی ۳۰۰۰). ۲- سلول‌های پلاسموتوسیت فرم سوزنی (بزرگ‌نمایی ۵۰۰۰). ۳) سلول‌های پلاسموتوسیت شبیه خارپوست دریایی (بزرگ‌نمایی ۴۵۰۰). ۴) پلاسموتوسیت کامل و چسبنده (بزرگ‌نمایی ۳۰۰۰) (Tiernodefigueroa, 2002).





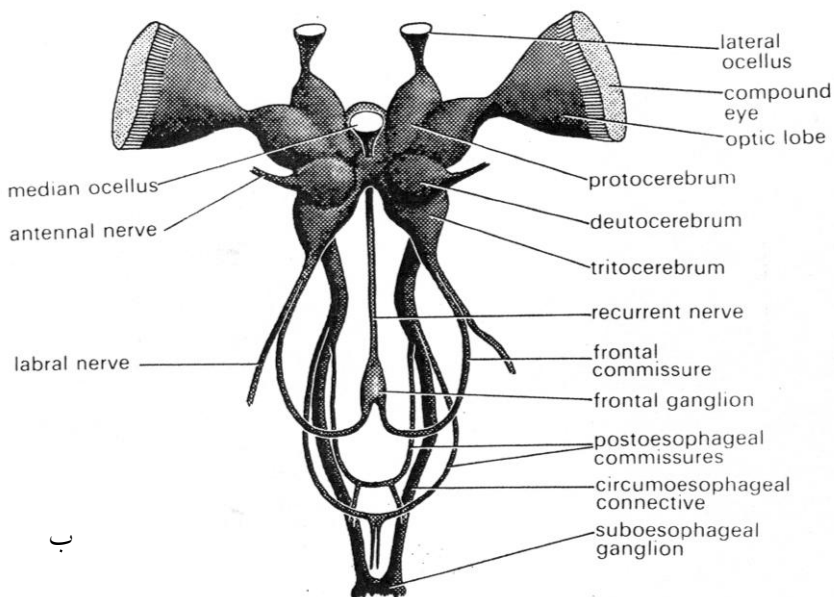
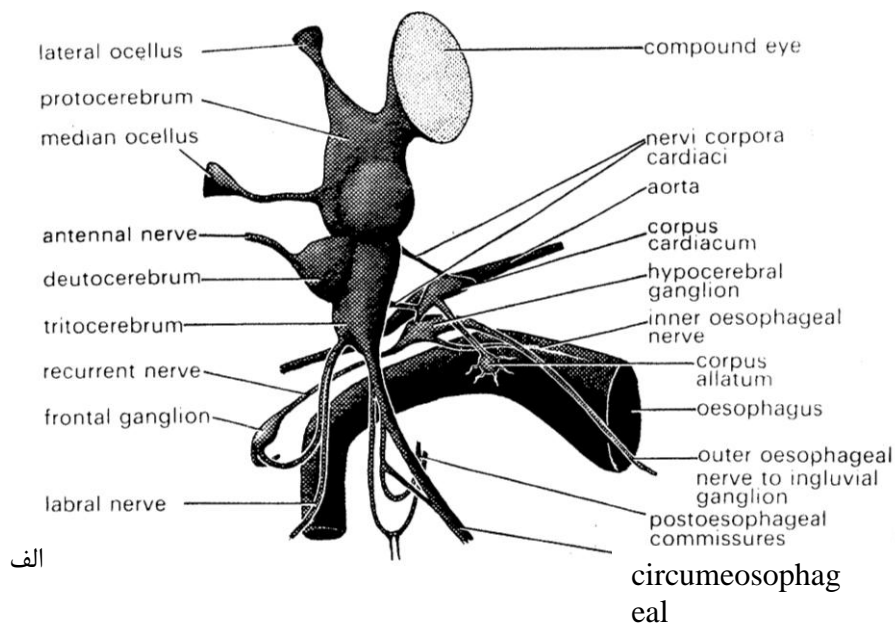
عامل مضر، ماده‌ای را ترشح می‌کنند که سبب فعالیت و تحریک سلول‌های پلاسموتوسیت می‌شود. این ماده که تحت عنوان پپتیدهای منتشر کننده (فعال کننده) پلاسموتوسیت (Plasmatocyte spreading peptide) یا PSP نامیده می‌شوند، در حشرات مختلف متفاوت است. مهم‌ترین فعال کننده پلاسموتوسیت که تاکنون شناسایی شده‌اند، 23-amino-acid cytokine است که علاوه بر سلول‌های گرانولار، توسط بافت چربی و سیستم عصبی نیز ترشح می‌شوند.



شکل ۳-۳۲: کپسوله شدن تخم *Leptopilina bouvardi* توسط *Drosophila melanogaster* (Ottavian, 2005).

با وجود آن که سلول‌های گرانولار و پلاسموتوسیت، سلول‌های شناخته شده و اصلی در کپسوله کردن هستند اما در برخی از منابع گزارش‌هایی مبنی بر نقش سایر سلول‌های خون و از جمله ترومبوسیتوئیدها، لاملوسیت‌ها و انوسیت‌ها اعلام شده است که به نظر می‌رسد این سلول‌ها اشکال دیگری از سلول‌های گرانولار و پلاسموتوسیت می‌باشند که به اشتباه نام‌گذاری شده‌اند. با این حال هم‌اکنون ثابت شده است که انوسیت‌ها می‌توانند به طور غیر مستقیم و با تولید پروفنل اکسیداز در کپسوله شدن دخالت داشته باشند. کپسوله شدن یک فرایند سریعی است که حداکثر بین ۱۲ تا ۲۴



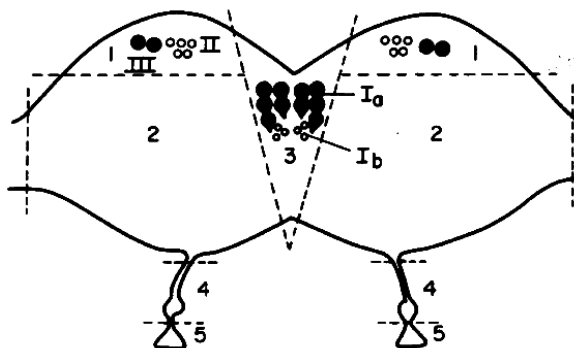


شکل ۳-۳۸: مشاهده قسمت‌های مختلف مغز و بخش‌های مرتبط با آن در *Locusts* (Orthoptera)

(الف) از سطح پهلویی، (ب) از سطح مقابل (Albrecht, 1953 اقتباس از Chapman, 1972).



برگ این گیاهان است. به عبارت دیگر برگ افاقیا سرشار از آلکالوئیدها و فلاونوئیدها مختلفی است و در نتیجه حشراتی که از این گیاه تغذیه می‌کنند، سلول‌های عصبی ترش‌حی بزرگ‌تری دارند تا بتوانند با ترشح بیشتر و تولید هورمون‌های ویژه بر این مواد غلبه کنند.



شکل ۳-۴۱: تصویر شماتیک از مغز اول شفیره *M. sexta* و گروه‌های مختلف سلول‌های عصبی ترش‌حی موجود در آن. Ia = سلول‌های عصبی ترش‌حی میانی نوع A، Ib = سلول‌های عصبی ترش‌حی نوع B، II و III = سلول‌های عصبی ترش‌حی جانبی (Agui, et al., 1979).

آکسون‌های سلول‌های عصبی ترش‌حی میانی موجود در هر گروه با هم تشکیل اعصاب باریکی به نام Neurosecretory cord (NCC-I) را می‌دهند. هر یک از این اعصاب پس از تقاطع به ناحیه مخالف منتقل می‌شوند و به سمت پایین مغز کشیده می‌شود. در بسیاری از حشرات این اعصاب از بخش پشتی مغز اول خارج می‌شوند و در نهایت به اجسام کاردیاکا منتهی می‌شوند. بنابراین ترشحات عصبی این سلول‌ها پس از تولید در گرانول‌های شبکه اندوپلاسمی، به اجسام گلژی منتقل شده و از آنجا به کمک این اعصاب به اجسام کاردیاکا منتقل می‌شوند. در حالی که در برخی دیگر از حشرات اعصاب NCC-I از مغز دوم عبور کرده و از بخش پشتی مغز سوم به اجسام کاردیاکا وصل می‌شوند. در برخی از گونه‌های حشرات مانند *Musca dimestica*، برخی از آکسون‌های سلول‌های عصبی ترش‌حی موجود در مغز به اجسام کاردیاکا منتهی نشده



## ۲- اندام خونی - عصبی (NHOs) Neurohaemal organs

این اندام که اندام احشایی - عصبی نیز نامیده می‌شود، هورمون‌های عصبی ترشح شده توسط NSC و سایر گره‌ها را ذخیره کرده و سپس به همولنف منتقل می‌کند. اصطلاحاً به ترکیبات عصبی ترشحی ذخیره شده در این اندام، Nesecretory materials اطلاق می‌شود. اندام خونی عصبی ممکن است در قسمت‌های مختلف بدن وجود داشته باشند که در این میان اجسام کاردیاکا و آئورت سری از مهم‌ترین اندام‌های نام‌برده به شمار می‌روند. علاوه بر موارد ذکر شده اندام‌های دیگری چون پری سمپاتیک و رابط عصبی ترشحی NCA-II در Gryllidae می‌توانند علاوه بر نقش اولیه خود، در ذخیره هورمون‌های ترشحی نیز دخالت داشته باشند.

### - اجسام کاردیاکا (*Corpora cardiaca*)

اجسام کاردیاکا به عنوان اصلی‌ترین اندام خونی عصبی در حشرات به شمار می‌روند و شامل یک جفت غده کوچکی هستند که به شکل‌های مختلف بیضوی، کروی، دوکی و یا U شکل در پشت مغز، بین بخش جلویی انتهایی دستگاه گردش خون و مری و در مقابل غده‌های آلتا قرار دارند. غده‌های کاردیاکا گاهی در وسط به هم متصل می‌شوند و در برخی از موارد نیز ممکن است با غده‌های آلتا به هم جوش بخورند. لیونت<sup>۱</sup> در سال ۱۷۷۶ نخستین گزارش را در خصوص وجود اجسام کاردیاکا در پروانه کرم جگری (*Cossus cossus*) گزارش نمود. پس از وی دانشمندان دیگری وجود این غده را در حشرات دیگر مورد بررسی قرار دادند که از جمله می‌توان به دلرما<sup>۲</sup> در سال ۱۹۳۳ اشاره نمود.

### -- شکل‌شناسی اجسام کاردیاکا

اجسام کاردیاکا در شرایط زنده معمولاً به رنگ نقره‌ای سفید و یا مایل به آبی کم‌رنگ دیده می‌شوند. هر یک از این غده‌ها به وسیله یک جفت رابط‌های عصبی به نام‌های

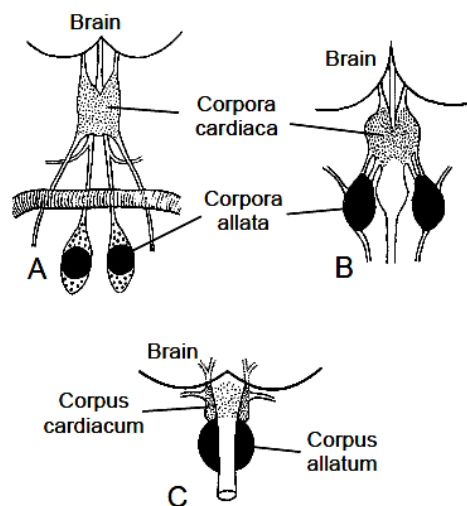
۱- Lyonet

۲- Delerma





فیولوژنیک، ساختار و ارتباط با سایر غده‌های اندوکرین به تیپ‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. عموماً غده‌های آلاتا به صورت یک جفت غده کرووی و کوچکی هستند که در دو طرف مری و در زیر مغز قرار می‌گیرند. در بعضی از حشرات مانند راسته‌های *Diptera*، *Hemiptera* و *Dermaptera* این غده‌ها ممکن است در سطح پشتی میانی و در بالای آئورت با هم جوش بخورند و یا هر غده توسط رابط عصبی آلاتا (NCA) با اجسام کاردیاکا سمت مجاور خود اتصال یابد (شکل ۳-۴۵).

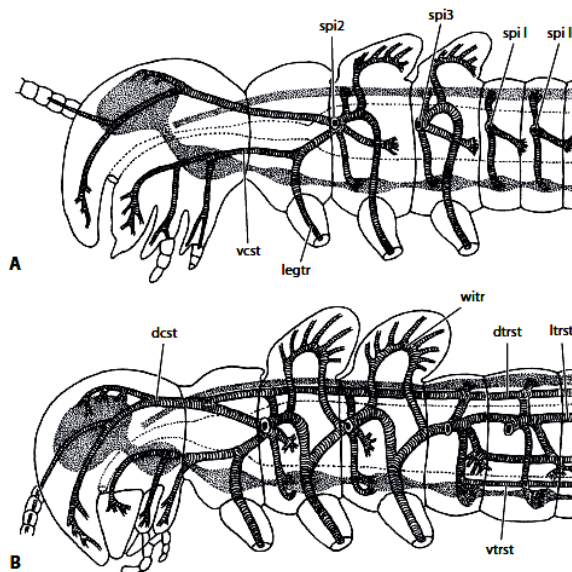


شکل ۳-۴۵ نحوه قرارگیری غده‌های آلاتا نسبت به مغز و اجسام کاردیاکا. (A) در دویبالان، (B) در سوسری‌ها و (C) در خرطوم‌مفصلی‌ها (Cymborowski, 1992).

اندازه غده‌های آلاتا بر اساس نوع حشره، مرحله رشدی، فرم کاست مربوط در حشرات اجتماعی و نوع فعالیت متفاوت می‌باشد. در دوران لاروی و پوره‌گی بر اساس نوع فعالیت، این غده‌ها دارای تغییرات گردشی خاصی می‌شوند. به عنوان مثال در سن‌های *Oncopeltus fasciatus* در ابتدای هر مرحله پوره‌گی اندازه غده‌های آلاتا بسیار کوچک بوده و میزان ترشح آن‌ها نیز کم می‌باشد، اما به تدریج به اندازه و میزان ترشح آن‌ها افزوده می‌شود، به طوری که در اواسط دوران پورگی به بزرگ‌ترین اندازه ممکن می‌رسند. در اوایل مرحله بلوغ و عموماً ۳ تا ۴ روز پس از ظهور حشره بالغ، غده‌های



۶ برابر بیشتر)، این خصوصیت سبب می‌گردد که حرکت اکسیژن در لوله‌های تنفسی بسیار سریع‌تر صورت گیرد و از طرفی سبب صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی حشره شود.

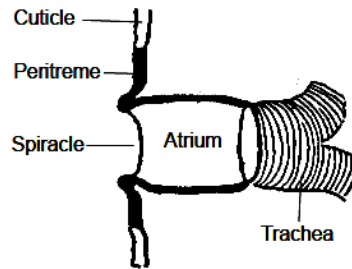


شکل ۳-۴۸ سیستم تراشه در حشرات مختلف. (A) بی‌بالان (B) حشرات بال‌دار. Ddst = تراشه پشتی ناحیه سر، dtrst = تراشه پشتی سینه و شکم، legtr = تراشه پا، witr = تراشه بال (Seifer, 1995)

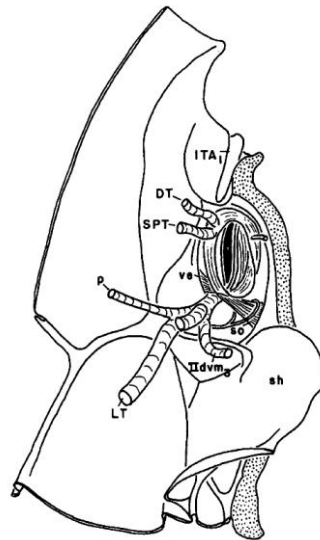
### منافذ تنفسی (Stigmate)

منافذ تنفسی (اسپیراکل - استیگمات) معمولاً به صورت گرد و یا بیضی شکل در سطح پهلوئی و در حفاصل نیم حلقه‌های پشتی و شکمی حشرات دیده می‌شوند. این سوراخ‌های تنفسی در اکثر حشرات با هم در ارتباط بوده و تولید یک تراشه طولی بزرگ و کشیده همراه با انشعاب‌های ریزی می‌کنند. در حالی که در بعضی از پادمان هر سوراخ تنفسی تولید تراشه ۳ رشته‌ای می‌کند که تراشه‌های هر سوراخ تنفسی از سوراخ تنفسی کناری جدا هستند. هر سوراخ تنفسی در حشرات از یک اتاقت یا محفظه به نام آتریوم (Atrium)، تشکیل یافته است که ممکن است این محفظه به وسیله یک دریچه (Valve) با محیط بیرون در ارتباط باشد. در بسیاری از موارد، اطراف سوراخ‌های تنفسی توسط اسکلیت مارپیچی به نام پریترم (Peritreme) احاطه شده است. از

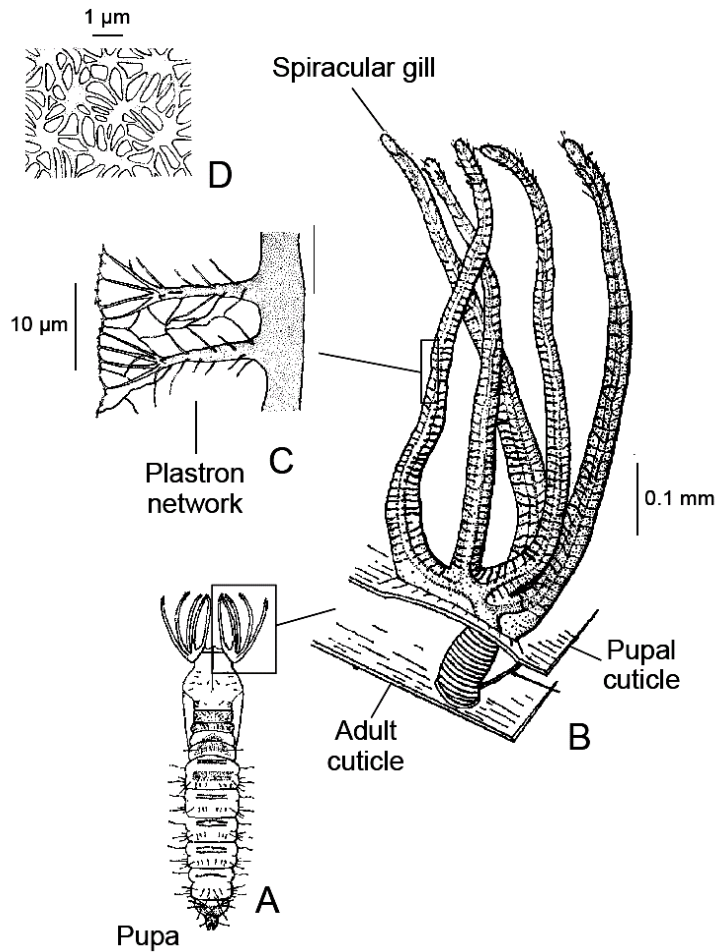
سوی دیگر اطراف سوراخ‌های تنفسی و فضای درونی آتریوم توسط موهای ریزی پوشیده شده‌اند که این موها در حشرات هوازی به منزله یک صافی، از ورود گرد و غبار و در حشرات آبزی، از ورود آب به داخل لوله‌های تنفسی جلوگیری می‌کند (شکل ۳-۴۹ و ۳-۵۰).



شکل ۳-۴۹: تصویر شماتیک از یک سوراخ تنفسی و قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده آن (Snodgrass, 1935).



شکل ۳-۵۰: بخش‌های مختلف تشکیل دهنده سوراخ تنفسی و نحوه قرارگیری آن در حلقه دوم سینه حشرات بالغ (*Basiaeschna janata* (Odonata) تراشه پشتی، IIdvm، ماهیچه‌های پشتی شکمی، ITA) آپودم پشتی، LT) تراشه جانبی، SPT) تراشه اسپراکلی، Sh) صفحه مربوط به آپودم شکمی پهلویی، Ve) فیبر بافت پیوندی. (Willey, 1968)



شکل ۳-۶: اسپیراکل گیل در شفیره مگس سیاه (Simulidae). (A) موقعیت قرارگیری اسپیراکل گیل، (B) مقایسه موقعیت کوتیکولی آن در شفیره و بالغ حشره، (C و D) صفحات پلاسترون و منافذ موجود در آن (Hinton 1965 اقتباس از Klowden, 2007).

### ۶- تنفس به وسیله گیل‌های برانشی (Branchial gills) یا تنفس خونی

گیل‌های برانشی پیوسته‌های کوتیکولی نازکی هستند که در خارج از سیستم تراشه‌ای و عموماً در ناحیه پهلوئی یا انتهایی شکم برخی از حشرات رشد یافته‌اند. در ساختمان درونی این پیوسته‌ها اثری از تراشه‌ها و انشعابات آن‌ها دیده نمی‌شود و به جای آن



حشرات ماده را سوراخ می‌کند و اسپرم را وارد خون اطراف دستگاه تولیدمثل حشره ماده می‌کند. اسپرم پس از ورود به بدن، از طریق خون به دستگاه تولید مثل حشره ماده رسیده و فرایند تلقیح صورت می‌گیرد. در روش تلقیح خونی ممکن است برخی از اسپرم‌هایی که وارد خون می‌شوند به عنوان تغذیه مناسبی برای تامین انرژی حشرات مادر به‌شمار آیند و به همین خاطر توسط اووسیت‌ها خورده شوند.



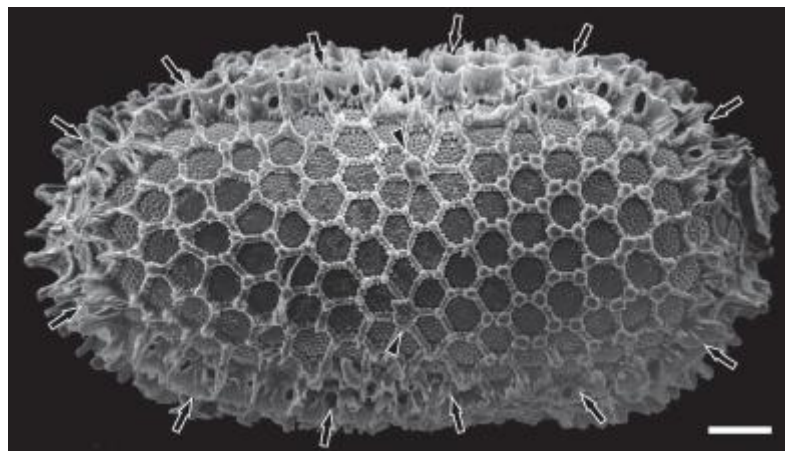
شکل ۳-۷۰: روش‌های مختلف انتقال اسپرم از حشرات نر به ماده





به این حالت تخم‌گذاری (Oviposition) گفته می‌شود. در این هنگام تخم به وسیله حرکات کرمی شکل ماهیچه‌های موجود در مجرای عمومی تخم، به سمت تخم‌ریزها حرکت می‌کند. این حرکت تنها به صورت یک‌طرفه و حرکت به سمت پایین است. در بسیاری از حشرات، تخم‌گذاری بلافاصله پس از تلقیح صورت می‌گیرد، اما در برخی دیگر نیز ممکن است تخم‌ها برای مدت معینی در بدن حشرات ماده قرار گیرند به نحوی که تولید نتاج به صورت لارو سنین اول و یا کامل باشد (رجوع شود به فصل پنجم)

با وجود محکمی دیواره تخم، گاه ممکن است در سطح تخم مناطق نسبتاً نازک‌تری باشد که به نوزاد حشرات اجازه خروج از تخم را می‌دهد و به این مناطق اصطلاحاً Operculum گفته می‌شود. گاه ممکن است حشرات دارای زوائد ویژه‌ای به نام (Egg burster) روی سر باشند که حشره به کمک آن می‌تواند دیواره تخم را بهتر شکسته و راحت‌تر از آن خارج شود.



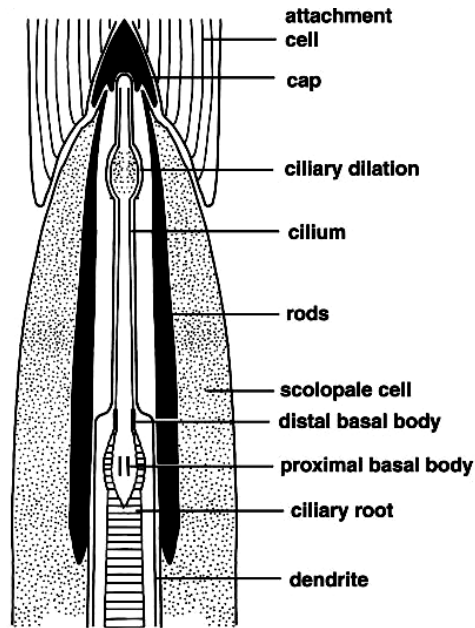
شکل ۳-۸۸: تصویر میکروسکوپی از تخم گونه *Zorotypus caudell* (Zygoptera) و نمایش میکروپیل‌های موجود در آن مقیاس  $50\mu\text{m}$  (Mashimo et al., 2011)

## فصل چهارم

### اعضاء حسی در حشرات

حشرات مانند سایر موجودات دیگر برای این که قادر به ادامه حیات باشند ناچارند با محیط اطراف خود در ارتباط باشند و پیام‌ها و تحریکات محیطی را به خوبی دریافت و پاسخ دهند. در این میان حشراتی که دریافت سریع‌تر و پاسخ بهتری نسبت به پیام‌های محیطی چون درک غذا، بوهای مختلف، فرار و دوری از دشمنان، دریافت پیام از جنس مخالف، دریافت مناسب دمای محیط و غیره داشته باشند، دوام بیشتری خواهند داشت و به عبارت دیگر سازگارترند. با توجه به این که حشرات به وسیله کوتیکول از محیط اطراف خود جدا شده‌اند، لذا این حشرات عموماً پیام‌های محیط را از طریق یک سری اندام‌های حسی مخصوص *Sensilla* (مفرد *Sensillum*) که در سطوح مختلف کوتیکول و یا در زیر آن قرار گرفته‌اند، دریافت می‌کنند. این اعضا که با سیستم عصبی در ارتباط هستند، پیام‌ها را به صورت‌های مختلف نوری (دریافت کننده‌های نور *Photoreceptors*)، شیمیایی (دریافت کننده‌های مواد شیمیایی *Chemoreceptors*) و مکانیکی (دریافت کننده‌های مکانیکی *Mechanoreceptors*) دریافت می‌کنند. اندام‌های بویایی، شنوایی، چشایی، لامسه و بینایی عمده‌ترین اندام‌های حسی در حشرات هستند. هر یک از این اعضا در حشرات مختلف اهمیت و ارزش متفاوتی دارند، به طوری که یک عضو ممکن است در گروهی از حشرات بیشترین نقش و در حشرات دیگر وظیفه و نقش چندانی را ایفاء نکند.

۴- یک یا تعداد بیشتری سلول‌های گلیال (Glial cells) که ناحیه ابتدایی نرون‌ها را پوشش می‌دهند.



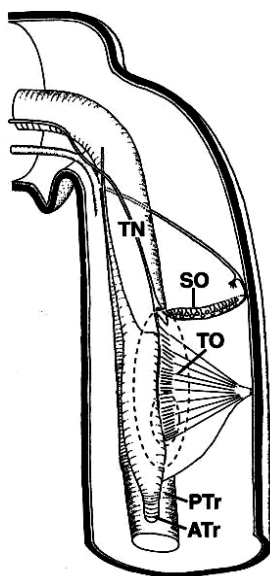
شکل ۴-۶: بخش انتهایی دندریت در یک سلول حساس و مشاهده ناحیه cilium, Scolopale cell و اتساع دندریت. (Young, 1973).

اعضای کردوتونال بنا به موقعیت قرارگیری و طرز اتصال به بدن به شکل‌های بسیار متفاوتی وجود دارند و به همین خاطر به صورت‌های بسیار متفاوتی طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- اعضاء کردوتونال براساس ماهیت و شکل قسمت مژه (cilium) موجود در دندریت نرون‌های حسی، به دو دسته اعضاء کردوتونال تیپ I و تیپ II تقسیم می‌شوند. در اعضاء کردوتونال تیپ I، ناحیه مژه مربوط به دندریت هر نرون حسی در تمام طول خود دارای قطر یکسانی است و به طور استثنا تنها ممکن است در بخش انتهایی اندکی وسیع‌تر شده و بخش ویژه‌ای را به نام اتساع دندریت



اعضاء نسبت به فرکانس‌های بالا (امواج ماوراء صوت) حساس هستند و احتمالاً این حشرات قادرند که موقعیت و نزدیک شدن دشمنان خود و به ویژه خفاش‌ها را تشخیص دهند. در این حالت حشرات بسته به فاصله مکانی دشمن و شدت صدای تولید شده، عکس‌العمل‌های مختلفی نشان می‌دهند. به عنوان مثال شب‌پره‌ها در صورتی که امواج ساطع شده از خفاش‌ها را از فاصله دوری دریافت کنند (حدود سی متر یا بیشتر) به سرعت از محل دور می‌شوند، در حالی که اگر فاصله بسیار کوتاه و شدت امواج بالا باشد، پروانه‌ها شروع به پروازهای سردرگمی کرده و یا خود را به زمین می‌اندازند.

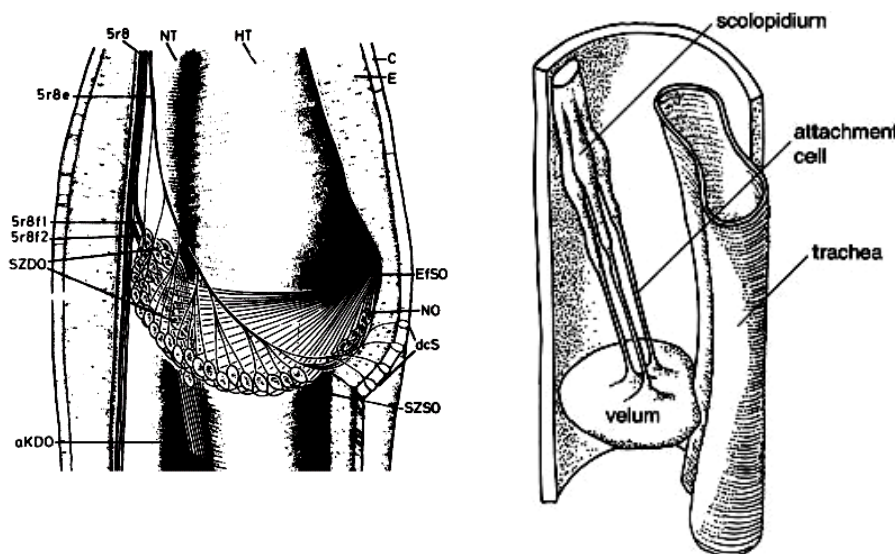


شکل ۴-۱۷: تصویر شماتیک از ساق پای جلویی جیرجیرک *Gryllus bimaculatus* و نمایش کیسه‌های هوایی موجود در اعضای تیمپانال (To). (Atr. تراشه جلویی، Ptr) تراشه عقبی، (So) اعضای زیرزانویی و TN عصب تیمپانال (Michel, 1974).

تعداد اسکولوپید و سلول‌های حساس موجود در آن، در حشرات مختلف متفاوت است. در بال‌پولک‌داران اعضای تیمپانال بسیار ساده بوده و از ۲ یا ۳ اسکولوپید تشکیل شده‌اند. هر یک از واحدهای اسکولوپیدی ممکن است به صورت مجزا به دیواره



متصل شده است (شکل ۴-۱۹). به نظر می‌رسد ارتعاش ناشی از پا باعث سرعت بخشیدن جریان خون در مقابل درپوش می‌شود. این امر سبب کشیده شدن و تحریک اسکولوپیدهای متصل به آن می‌شود. در برخی از حشرات از جمله سوسری‌های *Cromphadorhina portentosa*، اعضاء زیرزانویی در دریافت امواج موجود در هوا و برای فرایندهای جفت‌یابی موثر هستند.



شکل ۴-۱۹: سمت راست اعضاء زیرزانویی در بال‌توری *Chrysoperla carnea* (Devetak and )

Pabst 1994) و سمت چپ اعضاء زیرزانویی در سوسری‌های *Periplaneta americana*

(Resh & Cardes, 2003).

در شب‌پره *M. sexta*، اعضاء زیرزانویی شامل ۳۰ سلول حساس می‌باشد که در سطح پشتی بخش میانی ساق پای اول و دوم وجود دارد. در ملخ‌های شاخک کوتاه در قاعده دریچه، یک گروه ۱۰ تایی اسکولوپید و در قسمت جلو دریچه نیز یک گروه ۱۰ تایی دیگری از اعضاء اسکولوپید وجود دارد. هر چند مکانیسم اعضاء زیرزانویی به‌خوبی مشخص نیست، اما این اعضاء در دریافت لرزش‌های ناشی از محیط موثر هستند. به عنوان مثال در سوسری‌های گونه *Gromphadorhina portentosa*، اعضاء

## فصل پنجم

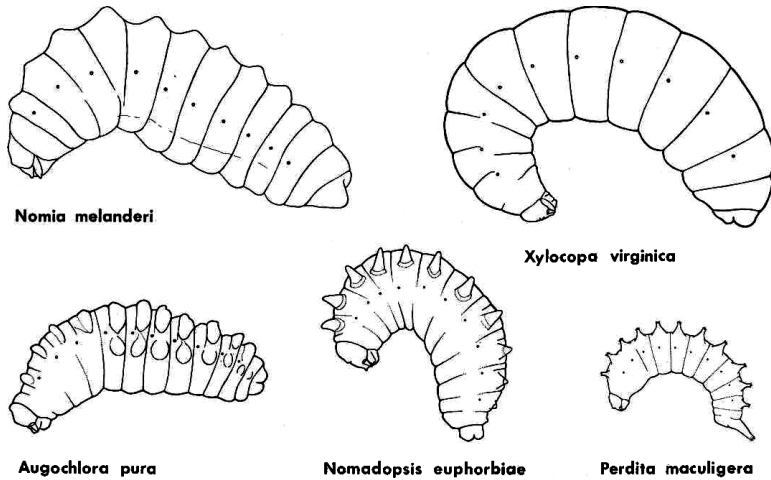
### مراحل مختلف رشد و نمو در حشرات

جنین به عنوان نخستین مرحله در شکل‌گیری هر موجود زنده‌ای پس از ترکیب گامت‌ها و بسته شدن نطفه، به‌شمار می‌رود. به عبارت دیگر پس از اتمام دوران جنینی است که نوازدی با ظاهر و خصوصیات شبیه به گونه خود متولد شده و مراحل مختلف رشد و نمو خود را در محیطی دیگر و با شرایط متنوع‌تر، آغاز می‌کند. برخلاف انسان‌ها که عموماً جنین به یک شکل ثابت و یکسانی مراحل مختلف رشد و نمو خود را سپری می‌کند، توسعه جنین در حشرات بنا به نوع حشره و میزان ذخیره ماده غذایی متفاوت می‌باشد به طوری که بر این اساس می‌توان توسعه جنین در حشرات را بر اساس ذخیره غذایی به دو دسته عمده زیر تقسیم نمود:

#### تخم‌گذاری (Oviparity)

تخم‌گذاری عمومی‌ترین روشی است که در اکثر حشرات رخ می‌دهد. در چنین حالتی تخمک‌ها پس از تکامل در تخمدان، با اسپرم حشرات نر تلقیح شده و سپس تخم‌ها از طریق مجرای تخم‌ریز از سوراخ تخم‌ریزی خارج می‌شوند. تخم‌ها در این حالت دارای ذخیره غذایی (زرده) کافی برای رشد و نمو هستند. به نظر می‌رسد که در تخم‌گذاری، هر دو دسته فرایند هورمونی و عصبی تاثیرگذار هستند. حشرات ماده در زمان تخم‌گذاری یک‌سری فعالیت‌های رفتاری خاص انجام می‌دهند تا بتوانند تخم‌ها را به



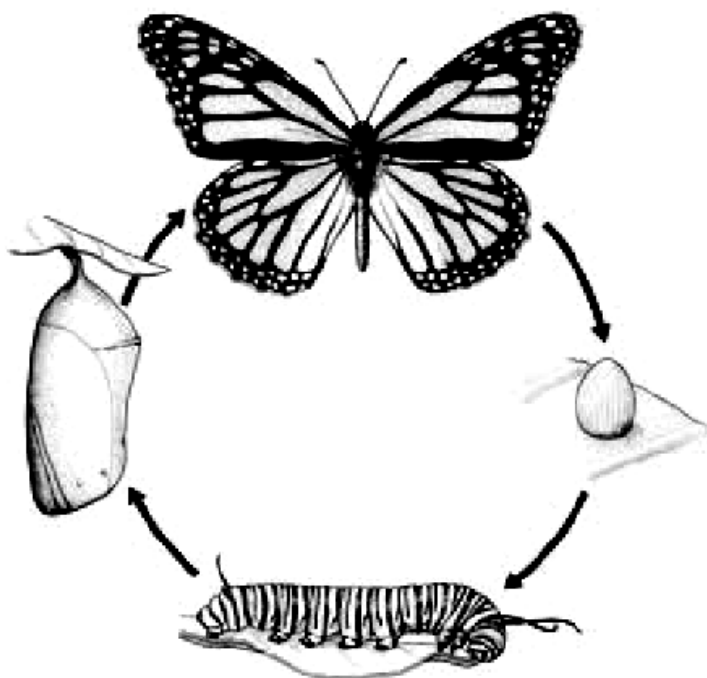


شکل ۵-۷: اشکال مختلف لاروهای بدون پا (Apoda) در بال‌غشائیان زیر راسته Apocrita  
(Stephen, *et al.*, 1969).

### - لاروهای ورمی‌فرم (Vermiform)

این لاروها دارای طیف تغذیه‌ای بسیار متفاوتی هستند. گوشت، مواد پوسیده، برگ، میوه گیاهان و چوب از جمله موادی است که این لاروها می‌توانند تغذیه کنند. در لاروهای ورمی‌فرم، پا، چشم و شاخک مشخصی وجود ندارد، اما سر ممکن است به صورت مشخص و یا نامشخص دیده شود. به طوری که بر این اساس می‌توان آن‌ها را به سه دسته لارو با سر حقیقی (Eucephalous larvae)، لارو با سر تحلیل یافته (Hemicephalous larvae) و لارهای بدون سر (Acephalous larvae) تقسیم نمود (شکل ۵-۷). در لارهای ورمی‌فرم با سر حقیقی، سر به صورت یک کپسول سخت و کیتینی وجود دارد و پیوست‌های آن نیز در حد معمول دیده می‌شود. این حالت در لارو برخی از سخت‌بال‌پوشان (خانواده‌های Buprestidae و Cerambycidae)، راسته Strepsiptera، Siphonaptera، بال‌غشائیان زیر راسته Aculeate و برخی از لاروهای زیر راسته Nematocera دیده می‌شود. در لاروهای ورمی‌فرم با سر تحلیل یافته، سر و پیوست‌های آن تحلیل رفته و عموماً به داخل سینه





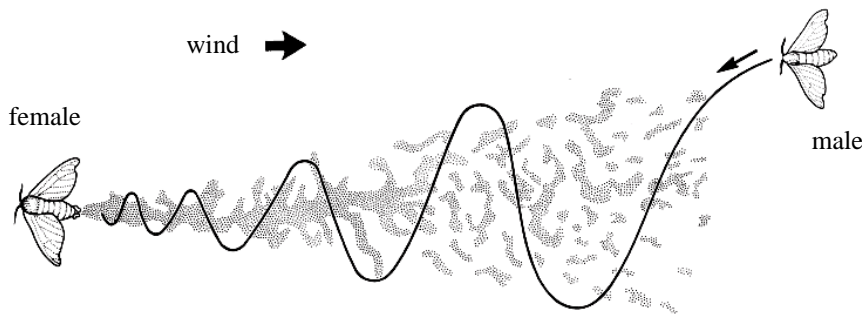
شکل ۵-۱۳: تصویر کلی از چرخه زندگی در حشرات با دگردیسی کامل

#### ۴- حشرات با دگردیسی اغراقی (Hypermetamorphosis)

دگردیسی اغراقی در حقیقت شکلی از دگردیسی کامل است. در این نوع از دگردیسی لاروها در طول سنین مختلف رشد و نمو، به اشکال مختلفی دیده می‌شوند که به چنین حالتی اصطلاحاً دگردیسی اغراقی (Hypermetamorphosis)، یا چندشکلی لاروی (Larve heteromorphosis) گفته می‌شود. حشراتی مانند سخت‌بال‌پوشان خانواده *Rhipiphoridae*، *Micromalthidae*، *Meloidae*، برخی از خانواده‌های *Carabidae* و *Staphylinidae*، دوبالان خانواده *Bombylidae*، بال‌توری‌های خانواده *Mantispidae*، حشرات راسته *Sterpsiptera* و بعضی از زنبورهای پارازیت در این گروه قرار دارند. در دگردیسی اغراقی، لاروها ممکن است در ابتدا به شکل کامپودنی‌فرم بوده و سپس تبدیل به اشکال مختلفی چون کارابی‌فرم، اسکارابی‌فرم و



مختلف متفاوت است. به عنوان مثال فرومون جنسی پروانه کرم ابریشم به حدی قوی است که نرها از کیلومترها دورتر آن را تشخیص می‌دهند و حتی در صورتی که نرها فقط یک چهلیم از حس‌گرهای خود را داشته باشند، باز قادر به دریافت فرومون جنسی حشره ماده هستند.



شکل ۵-۱۸: نمایش چگونگی حرکت حشرات نر به سوی منبع تولید کننده فرومون (Haynes & Birch, 1985).

## ۲- فرومون‌های تجمعی (Aggregation pheromones)

ترشح فرومون‌های تجمعی باعث خیردار کردن افراد مشابه از وجود منابع غذایی مناسب، ایجاد کلنی‌های جدید و یا احتمال افزایش فعالیت جفت‌گیری می‌شود. ترشح این فرومون‌ها در سخت‌بال‌پوشان (خانواده‌های *Bostrichidae*, *Cucujidae*, *Tenebrionidae* و *Curculionidae*)، کنه‌ها و بسیاری از حشرات اجتماعی عمومیت دارد. این فرومون‌ها برخلاف فرومون‌های جنسی، ممکن است در هر دو جنس نر و ماده، و یا توسط فرم‌های مخصوص افراد یک کلنی ترشح شود. به عنوان مثال زنبورهای کارگر، زمانی که به مکان جدید و مناسبی که دارای شهد و مواد غذایی کافی است، دسترسی پیدا کردند، فرومونی را از غده‌های موجود در زیر غشای بین‌حلقه‌ای ترزیت‌های ششم و هفتم شکم (*Nasanoff's glands*) خارج کرده و سایر افراد کلنی را خیردار می‌کنند. این غده‌ها از سلول‌های ترشحاتی بزرگی تشکیل شده‌اند که هر یک از آنها به کمک کانال باریکی، ترشحات خود را به سطح کوتیکول هدایت می‌کنند

## فهرست راهنمای عمومی

## A

- Abdomen 87,175  
 Abdominal gills 192  
*Abedus ovatus* 433,434  
 Abnormal spermatogenesis 429  
 Acanthosomidae 596  
 Acarina 10,12  
 Accessory glandes 421, 441  
 Accessory pulsatile 270,271  
 Acephalous larvae 543  
 Acetyl CoA 360  
*Acherontia atropos* 503  
 Acinus 125  
 Acone type 516  
 Acrididae 179,409,419, 441,490,499,603  
 Acridoidea 413  
*Acronycat* 577  
 Acrosin 430  
 Acrosomal complex 430  
 Actin 206  
 Action potential 318,460  
 Activation hormone 337  
 Aculeate 267,543  
 Adenotrophic viviparity 531  
 Adepaga 111,114,147, 416  
 Adetctious 550,551  
 Adeticous pupae 550  
 Adhering zonules 40  
 Adipohemocytes 295  
 Adipokinetik Hormone 341  
 Adult 553  
 Adventitia 266  
*Aedes* 296,483  
*A. aegypti* 489  
*Aedes aegypti* 75, 250, 261,296,487,488  
*Aedes domesticus* 261  
*Aedes gambiae* 307  
 Aeriferous traches 389  
 Aeropyle 403  
*Aeschna cyanea* 353  
 Aestivation 573  
 Afferent neurons 312  
 Agaristinae 500  
 Age stade 70  
*Ageniaspis* 413  
 Aggregation pheromones 590  
 Agromyzidae 150  
 Air sacs 385  
 Alarm pheromomes 128,595  
 Allantoic acid 253  
 Allantoin 253  
 Allary muscles 269  
*Allcma fusca* 487  
 Allelochemical 585,598  
*Alloeorhynchus* 414  
 Allomelanin 84  
 Allomones 601  
 Alydidae 500  
*Alysia manducator* 607  
 Ambycidae 52  
 Ametabola 554  
*Amicroplus* 413  
 Amphinematic 469  
 Amphipneustic 377  
 Amphipoda 17,18  
 Amphitokous parthenogenesis 412  
 Amplexiform coupling 173  
 Amylase 243  
*Anacridium aegyptium* 334  
 Anal glands 233  
 anal trophallaxis 247  
 Anamorphe 177  
 Anapleurite 145  
*Anastrepha obliqua* 292  
*Anastrepha oblique* 295  
*Anisops* 405  
 Annelida 1  
 Annulated type 99  
 Anobiidae 244,247,498  
 Anophelinae 135  
 Anoplura 267,556  
 Antenifer 97  
 Antenna 96  
 Antennal 87  
 Antennal glands 138  
 Antennal lobe 321  
 Antennal lobe 507  
 Antennata 14  
 Anterior aorta 342

- Anterior rectum 233  
Anterior tentorial pit 90  
*Antheraea pernyi* 501, 579  
*Antheraea polyphemus* 507  
*Anthoeraps zambezina* 29  
*Anthonomus grandis* 587  
*Anthrenus* 141  
Anti Diuretic Hormones 263  
Anticoagulant 135  
Antonectidae 396  
Anucleate sperm 427  
Aorte 266,267  
Apendicular 181  
Aphelinidae 442  
*Aphelocheirus* 398, 399  
*Aphelocheirus aestivalis* 417,418, 439  
*Aphis craccirora* 367  
*Aphis fabae* 195  
Apineae 133  
*Apis* 162  
*Apis cerana* 310  
*Apis mellifera* 389  
Apneumone 606  
Apneustic 377  
Apocrita 178,542,543  
Apoda Larve 542  
*Apoica* 441  
Apoidea 27,123,182  
Apolyse 71,72  
Apolytic glands 343  
Apomictic parthenogenesis 411  
Appendicular muscles 205  
Apposition ommatidia 518  
Apterygota 22,164  
Apyrene 428  
Arachnida 6,10  
Arachnomorphes 5  
Aracneida 10,11  
*Araschina levana* 86,330  
Archaeognatha 276,277 434  
Arctiidae 503,548  
Aristee 106  
Arixeniina 530  
*Armigeres subalbatus* 295  
Arolium 151,482  
Arrest 573  
Arrhenotokous parthenogenesis 412  
Arthroial membrane 48  
Artropoda 1  
Assembly zone 43  
Asynchronous muscles 213  
Atrium 374  
Attachment cells 467  
Attacin 298  
Auchenorrhynchan 501  
Automictic parthenogenesis 411  
Axone 311  
Axoneme 430  
*Aysheaia* 15  
**B**  
*Bacillus thuringiensis* 603  
Bacteriocytes 243  
*Bactrocera* 593  
barbae mandibularis 112  
Basal cells 589  
Basement membrane 40  
*Basiaeschna janata* 375  
Basisternum 144, 145  
Basitarsus 146  
Belostomatidae 433, 434  
Bibionidae 376  
Bilateral symmetry 2  
Bilverdin 84  
Birame 4  
Bisexuee 408  
Bittacidae 150,158  
Bivoltine 563  
*Biyclus anynana* 354  
*Blaberus* 278  
*Blaberus craniifer* 333  
*Blaberus discoidalis* 386  
*Blastothrix* 407  
Blataria 475  
*Blatella germanica* 363, 364,419,  
*Blatta orientalis* 354, 594  
Blattoidea 345  
Blephariceridae 191,545, 548  
*Bombel* 309  
*Bombus* 112,267  
*B. mesomelas* 112  
*Bombus terrestris* 366,440  
Bombycoidea 547  
Bombylidae 559  
*Bombyx* 268,365  
*B. mori* 567,576,578  
*Bombyx mori* 291,307, 338,364,389,428,574  
Boreidae 172  
Boryeur 109,123

- Bostrychidae 244,590  
 Brachonidae 406, 413,606  
 Brachycera 516,551, 552  
*Brachydeutera argentata* 549  
 Brachyptera 171  
 Brachypterous 572  
 Braine hormone 337  
 Branchial chamber 401  
 Branchial gills 404  
*Brevicoryn brassicae* 606  
*Brevisana brevis* 497  
 Bruchidae 436  
*Bryocoris* 569  
*Buchnera* 245  
  
*Buenoa* 405  
 Buprestidae 32,105,169 244,543  
 Bursa copulatrix 438  
  
 Bursicon 79  
*Byrsotria fumigate* 370  
**C**  
  
*Cacama valvata* 521  
*Cacostomus* 112  
 Caecums gastriques 234  
 Caelifera 492  
*Caenis* 400  
  
 Calciform cells 228  
  
*Caliptamus* 185  
*Caliroa cerasi* 410  
  
*Calliphora erythrocephala* 135, 354, 365,368  
*Calliphora vomitoria* 350  
  
 Calliphoridae 26,31,32, 384,474,529  
*Calyptra thalictri* 479  
  
*Campodea* 277  
 Campodeidae 341  
  
 Campodeiform 540  
 Canal excreteur 127  
 Calyx 433  
 Campaniform 459, 463  
 Canaliculi 126  
 Cannibalism 555  
  
 Cantharidae 516  
 Capitata 105  
 Caput 87  
 Carabidae 31,139,230, 429,559  
 Carabiform 540  
 Carapace 5  
  
*Carausius morosus* 353 ,364,369  
*Carcinoscorpis* 8  
 Cardiac valve 224  
 Cardio acceleratory peptide 262  
 Cardo 113, 115  
*Cataglyphis bicolor* 142  
 Caterpillars 538  
 Catopidae 139  
 Caudal sympathetic system 327  
 Cecidomyiidae 377, 413, 475,530,531  
 Cecropin 298  
 Cellular immunity 297, 299  
 Cellules iridiennes 517  
 Cellules retiniennes 518  
 Cement glands 441  
 Cement layer 46  
 Centipedes 19,21  
  
 Central cell 125,136  
 Central nervous system 320  
 Centrolecithae 535  
*Cephalcia abietis* 574  
 Cephalic aorta 342  
 Cephalic glands 123  
  
 Cephalic salivary glands 133  
 Cephalothorax 5  
*Cephus cinctus* 583  
 Cerambycidae 141, 240 244,500,543  
*Ceratocystis ulmi* 599  
 Ceratopogonidae 393, 548 ,549  
  
 Cerberum 320  
  
 Cercopidae 257  
 Cercus 184  
*Cerura* 191,547  
  
 Cervix 94  
 Cetoniinae 245  
*Cetonischema aeuginosa* 295  
 Chalcididae 406,413, 420, 554  
 Chalcidoidea 552  
  
*Chalicodoma siculum* 138  
  
*Chaoborus* 386,393  
 Chelicerata 5, 23  
  
 Chemoreceptors 457, 476, 510



|  |  |                                      |
|--|--|--------------------------------------|
| Chemosensory hairs 509   | Closed tracheal system 388   | <i>Coptotermes gestyol</i> 130       |
| Chilopoda 19,20  | Closer muscles 379   | <i>Coptotermes formosanus</i> 130    |
| Chironomidae 195,295, 349,378,393,405,413, 487,489,547,548,549 | Clubbed 105  | Coquillettidia 394                   |
| <i>Chironomus</i> 283,405                                      | Clypeolabral suture 109  | Corbicula 161                        |
| <i>Chironomus riparius</i> 574                                 | Clypeolabrum 87  | Corchets 191                         |
| Chloride cells 254   | Clypeus 92   | Corixidae 396,490                    |
| <i>Choborus</i> 102  | Coarctate Pupa 552   | Corneal lens 514                     |
| Choerocampinae 496   | Coccidae 304   | Corpora allata 354                   |
| Chordotonal 465  | <i>Coccinella septempunctata</i> 592   | Corpora cardiac 339                  |
| Chorion 446  | Coccinellidae 150  | Corpora pendunculata 321             |
| Chorionated egg 439  | <i>Coccophagus atratus</i> 442   | Corporotentorium 89                  |
| Chromophile cells 340  | <i>Coccus hesperidum</i> 304   | Corpus luteum 439                    |
| Chromophob cells 341   | Coenagrionidae 401   | Corydalidae 112                      |
| Chrysalis 546,551  | Coleoptera 64,168,183, 192,230,341,357,436, 441,474,475,494,550,551, 552,558 | <i>Cossus cossus</i> 339,343         |
| Chrysomelidae 139,150 152,539,552                              | Collateral glands 441  | <i>Cotesia</i> 246                   |
| <i>Chrysopa</i> 264  | Collembola 22,177,189, 198, 341  | <i>Cotesia kariyai</i> 246           |
| <i>Chrysoperla carnea</i> 470,494,495                          | Collophore 189   | <i>Cotesia marginiventris</i> 606    |
| Chrysopidae 490,496, 541                                       | Colon 232  | Court ship 589                       |
| Chymotrypsin 238   | Columnar cells 226   | Coxa 147                             |
| Cibarium 115,116   | Comb 161   | Coxal gills 401                      |
| <i>Cicadella viridis</i> 84                                    | Commissures 314,324  | Coxopleurite 145                     |
| Cicadidae 490,496,502  | Common oviduct 437   | <i>Cromphadorhina portentosa</i> 495 |
| Cicumantennal ridge 91   | <i>Compontus inflatus</i> 49   | Crop 222                             |
| <i>Cidoria dotata</i> 500                                      | Compound eye 140   | Crustacea 16                         |
| Cilium 460,467,468, 506,510                                    | compound eyes 512,513  | Cryptonephric 255                    |
| Cimicidae 596  | Compressible gass gills 397  | Cryptophagidae 152                   |
| Cimicoidea 414   | Coniopterygidae 109  | Crystal cells 290                    |
| Circulatory system 266   | Connective chordotonal 469   | Crystalline cone 513, 515            |
| Circumocular sulcus 91   | Connectives 314,324  | <i>Culex</i> 26                      |
| Claviform 105  | <i>Conymacris plana</i> 260  | <i>Cx. Quinquefasiatus</i> 26, 504   |
| <i>Cloeon</i> 141  | <i>Copidosoma</i> 413  | <i>Cx. Pipiens</i> 26                |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <i>Culex annulirostris</i> 103  | Dendritic sheath 463   | <i>Diptoptera punctate</i><br>137,262,263,361,386                                 |
| <i>Culex pipiens</i> 504  | <i>Dendroctonus brevicomis</i> 593,599                             | <i>Diptoptera punctate</i> 444  |
| <i>Culex salinarius</i> 261   | <i>Dendrolimus pini</i> 574  | Diplura 22,195,267,273,<br>275,277  |
| Cucujidae 244,590   | Depressor muscles 99,100   | Diptera 283,285,341,355<br>357,359,423,474,494,545,<br>547,550,552,558            |
| Cucurbitaceae 601   | Dermal glands 38   | Diptericin 298  |
| Cucurbitacin 601  | Dermaptera 142,171,186,<br>341,342,355,410,436,56<br>8             | Direct flight muscles<br>207  |
| Culicidae 118,156,262,<br>377,393,394,395,409,<br>487,489,545,547,548,<br>549,574 | Dermostida 31,32,141,516 , 535                                     | Dispersion pheromone 592  |
| Curculionidae 23,150,<br>152,400,500,590  | Detecticous pupae 550  | Diuretic Hormone 261  |
| Curculioniform 544, 546   | Deuterophlebiidae 545  | Dommatine 86  |
| Cutaneous respiration 393   | Deutocerebral 87   | <i>Donacia</i> 394  |
| Cuticular respiration 393   | Deutocerebrum 321,322  | Dopa decarboxylase 79   |
| Cuticule 41   | Diastole 274   | Dopamine 76,136   |
| Cuticulin 41  | <i>Diatraea lineolata</i> 578                                      | Dormancy 573  |
| Cyclorrhapha 350, 377,<br>516,551   | Dichotomous spermatogenesis 427,429                                | Dorsall vessel 269  |
| Cylindricula 104  | Dictyoptera 169,185 ,<br>211,230,285, 333,341,<br>357,475,556, 585 | Dorsolongitudinal muscles 207   |
| Cylindrotomidae 545   | Digestive system 216   | Dorsom 144  |
| <b>D</b>  | Dihydroxanthommatine 86  | Dorsoventral muscles 207  |
| Dacninypha 550  | Dimorphisme sexuelle 408   | Drilidae 413  |
| <i>Dacus</i> 593  | <i>Dineutus</i> 401  | Drosophilidae 487   |
| <i>Danaus plexippus</i> 444,<br>565   | <i>Dinocras cephalotes</i> 291                                     | <i>Drosophilla</i> 279,290,304<br>307,321,386,389,424,429,443,<br>475,476,501,512 |
| Decapoda 17,18  | <i>Dioponera australis</i> 130                                     | <i>D. bifurca</i> 430   |
| Defensin 298  | Diploid parthenogenesis 410  | <i>D. funebris</i> 424  |
| Dendrite 311  | Diplopoda 19,21  | <i>D. melanogaster</i> 424,430, 507,<br>510                                       |
| Dendritic dilation 467,<br>469  |  | <i>D. subobscura</i> 429  |

|  |  |                                    |
|--|--|------------------------------------|
| <i>D. suzukii</i> 424  | Empodium 151   | Epimorphe 178                      |
| <i>Drosophilla melanogaster</i> 30,249,250,261,263,295,303, Duct cells 589 | Encapsulation 282,300  | Epipharynx 110                     |
| Ductulus 126   | Encyrtidae 413   | Epiprocte 188                      |
| Ducus ejaculatorius 420  | Endochorion 446  | Episternum 146                     |
| Dufour's glands 595  | Endocrine cells 226  | Epistomal sulcus 90                |
| <i>Duliticola</i> 413  | Endocrine system 328   | Epitellium 220,225                 |
| <i>Dysdercus</i> 253   | Endocuticle 45   | <i>Eriosoma lanigerum</i> 195      |
| Dytiscidae 230,397   | Endogen 83   | Eryophidae 13                      |
| <i>Dytiscus</i> 143,160, 232,324   | Endomychidae 500   | Erythropterine 85                  |
| <b>E</b>   | Endoparasite 406   | Esterse 241                        |
| Ecdysial glands 342  | Endopeptidas 238   | <i>Estigmene acrea</i> 587         |
| Ecdysial line 49,92  | Endoperiptophic space 230  | Euarthropoda 22                    |
| Ecdysis 71,73  | Endopterygota 558, 560   | Eulopidae 139                      |
| Ecdysone 345   | Endothermic insects 309  | Eumelanin 84                       |
| Ecdysteroides hormones 328   | <i>Enicospilus americanus</i> 442  | <i>Eurygaster Maura</i> 137        |
| <i>Eciton hamtum</i> 420   | <i>Enoplops scapha</i> 499   | <i>Eurytelma</i> 12                |
| Ecllosion 536  | Ensifera 490   | Eurypterrida 7,8,9                 |
| Ectonagtha 99  | <i>Entomoscelia americana</i> 511  | <i>Eristalis</i> 394               |
| Ectoperitrophic space 230  | Entomostracea 17   | Erotylidae 500                     |
| Ectothermic 520  | Envelope 41  | Eruciform 539                      |
| Ectothermic insects 309  | Enviromental polymorphism 566  | <i>Euborellia cincticoolis</i> 568 |
| Efferent neurons 311   | Exochorion 446   | Eucephalous larvae 543             |
| Egg 535  | Eperon 150   | Eucone type 515                    |
| Egg burster 449,536  | Empididae 549  | Eupyrene 428,429                   |
| Egg shell 445,446  | Ephemeroptera 69,94, 183,185,192,195, 276, 285,341, 357,388,436, 474,538,557 | Eupyrene sperm 427                 |
| Ejaculatory pouch 419  | <i>Ephestia</i> 517  | <i>Eurema becabe</i> 567           |
| Elateridae 105,156,183, 516,542  | <i>Ephoron</i> 400   | <i>Eviocampa ovate</i> 412         |
| Elateriform 542  | Ephydridae 394,545,548, 549  | Exocone type 516                   |
| Elmidae 398  | <i>Epicauta pennsylvanica</i> 560  | Exocuticle 44,73                   |
| Embioptera 110, 142, 185,186, 556  | Epicuticle 41,43,73  | Exogene 83                         |
| Emblemasomatini 492  | Epidectic pheromone 592  | Exopeptidas 238                    |
|  | Epimeron 146   | Exopterygota 555,560               |

|                                |                                     |  |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| Exoskeleton 37                 | Frenulo-retinacular 173             | Glandular gifts 138                    |
| Extensor muscles 100           | Frenulum 173                        | Glial cells 311,468                    |
|                                | Frons 92                            |  |
| Exteroreceptors 459,466        | Frontal ganglion 92                 | Globular 131                           |
| Extrinsic visceral muscles 217 | Frontal glands 128,493, 595         | Glomeruli 506                          |
| Exuvia 71                      | Frontoclypeal area 92               | Glossa 115                             |
| Exuvial space 72               | Fulgoridae ۴۵۸                      | <i>Glossina</i> 117,437,443            |
| Exuvium 549                    | Furca 189                           | Glossinidae 531                        |
| <b>F</b>                       | Fusiform 104                        | <i>Glossotermes oculatus</i> 109       |
| Facultative diapause 574       | <b>G</b>                            | Goblet cells 226                       |
| Facultative polymorphism 566   | Galea 113,115,510                   | Gonapophysis 181                       |
| Fast axons 212                 | <i>Galleria mellonella</i> 245, 367 | Gonocoxae 181                          |
| Felagellum 98                  | <i>Gampsocleis gratiosa</i> 33      | Gonopodes 179                          |
| Feminization 572               | Ganglion 314                        | Granular 292                           |
| Femoral chordotonal organs 474 | Ganglion frontal 326                | <i>Graphidostertus gigas</i> 20        |
| Femur 148                      | Gap junctions 40                    | <i>Gromphadorhina portentosa</i> 495   |
| Fertilization chamber 438      | Gas gills 395                       | Grooves 90                             |
| Fiber 208                      | Gellial cells 315                   | Grub 538                               |
| Fibrillae 209                  | Gena 93                             | Gryllidae 339                          |
| Fibrille 204                   | Generation 563                      | <i>Gryllodes sigillatus</i> 335        |
| Fibula 162                     | Genetic polymorphism 571            | <i>Gryllus bimaculatus</i> 102,485,491 |
| Filiform 104                   | Geniculatae 106                     | <i>Gryllus campestris</i> 368          |
| Filter chamber 257             | Gentiobiose 239                     | <i>Gryllus domesticus</i> 444          |
| Flabellum 123                  | Geomagnetic receptors 483           | Guaiacol 245                           |
| Flagellum linear 104           | Geometridea 494,539                 | Gyrinidae 110                          |
| Flavonid 86                    | Geometrooidea 490,                  | Gyrinidae 141                          |
| Flexor muscles 100             | Geotrupidae 535                     | <i>Gyrinus</i> 141                     |
| Follicle 416                   | Germ cells 425                      | <b>H</b>                               |
| Follicular epithelium 435      | Germarium 425                       | <i>Habrophlebia</i> 400                |
| Fontanelle 129                 | Germarium 432                       | Haemocoelous viviparity 530            |
| Foramen magnum 93              | <i>Gerris</i> 569,572               | Haemocyte 284                          |
| Forceps 186                    | Giant fibers 311                    | Haemolymph 281                         |
| <i>Forcipomyia</i> 204         | <i>Gilpinia hercyniae</i> 97        | Haploid parthenogenesis 410            |
| Forgut 219,220                 | <i>Gilpinia polytoma</i> 575        | Harpagon 188                           |
| <i>Formica polyctena</i> 263   | Gland grappes 125                   | <i>Harpobittacus</i> 587               |
| Formicinae 596                 | Gland tubulaires 125                | Hatching 536                           |
| Frenate coupling 173           |                                     |  |

|   |   |                                    |
|---|---|------------------------------------|
| Haustellum 123  | Hippoboscidae 151, 531  | <i>Hyalophora cecropia</i> 57      |
| <i>Helicoverpa zea</i> 261,504  | Hispiinae 500   | Hypognathes 88                     |
| <i>Helioconius</i> 85   | Histeridae 31   | <i>Hyalophora cecropia</i> 337,583 |
| <i>Heliothis</i> 579  | Holometabola 558  | Hypocerebral ganglion 340          |
| <i>Heliothis virescens</i> 373  | Holopneustic 376  | Hypostigmatic glands 343           |
| 416   |   |                                    |
| <i>Heliothis viriplaca</i> 528, 568   | <i>Homalodisca vitripennis</i> 479  | Hydraulic streamlining 402         |
| Hemelytra 500   | Homeomer 152  | Hyperpyrene 429                    |
| Hemelytron 170  | Homochrimi 82   | <i>Hyperecteina cinerea</i> 442    |
| Hemerobiidae 173,541  | Homomorphie 82  | Hypopharynael glands 444           |
|   | Homoptera 89,341  | <i>Hylemya strigosa</i> 529        |
| Hemicephalous larvae 543  | <i>Homorochoryphus nitidulus</i> 134                                      | <i>H. strigosa</i> 530             |
| Hemidesmosome 40  | Homotypie 82  | <i>Hydrophilus</i> 548             |
| Hemimerina 530  | Honey dew 258   | Hypermetamorphosis 559             |
| <i>Hemimerus</i> 530  | Hormone sensitive periods 330   | <i>Hyalophora</i> 579              |
| Hemimetabola 557  | Hypopharyngeal glands 131   | Hygroreception 484                 |
| Hemipneustic 377  | Hymenoptera 64,168, 181,230,283,285,341,345, 357,474,547,550,551,552, 558 | Hymenopodidae 493                  |
| Hemiptera 89,181,272, 349,355,357,359,425,436, 475,490,494,509,530,556, 558,587,596,603 | Hypodermes 38   | <b>I</b>                           |
|   |   | Ichneumonidae 406, 442,486         |
| Hemocelic insemination 414  | Hypostomal sulcus 91  | <i>Idiocoris</i> 393               |
| Hemolin 298   | Hypostoma 94  | Ileum 232                          |
| Hepialidae 174  |   |                                    |
| Hermaphrodisme 408  | Hydrophilidae 101,400   | <i>Illacame plenipes</i> 19        |
| Heteroceridae 500   | Hypopharynx 115,116   | Imaginal disc 331,558              |
| Heterodynal 469   | <i>Hybomitra hinei</i> 172  | Immature insects 537               |
| Heterometabola 555  | Hypoxantine 252   | incompressible air store 398       |
| Heteroptera 89, 151,169, 230,333,335,337,341,342, 345                                   | Humoral immunity 297  | Indirect flight muscles 207        |
| Hexapoda 22, 146  | <i>Hypera</i> 304   | Infochemicals 585                  |
| Hibernation 573   | Humoral encapsulation 304   | Ingluvial ganglion 327             |
| Hingut 231  | Hypocerberal ganglion 326   | Inhibitory axons 212               |

| ۶۲۱                            |   | فهرست راهنمای عمومی |   |
|--------------------------------|---|---------------------|---|
| Inhibitory eurotransmitter 319 | Juglone 600   |                     | Lepismatidae 112, 113                             |
| Inner chorionic layer 446      | <i>Julus terrestris</i> 21  |                     | <i>Leptinotarsa decemlineata</i> 263              |
| inner glial 316                | Juvenile hormones 328,358   |                     | <i>Leptopilina boulandi</i> 303                   |
| Inner oesophageal nerves 327   | Juvenile 537  |                     | <i>Leschenaultia exul</i> 442                     |
| Insecta 22                     | <b>K</b>  |                     | Lestidae 401                                      |
| Insectivory 28                 | Kairomones 599  |                     | <i>Leucinodes orbonalis</i> 220, 221, 227         |
| Insects 23,108                 | <i>Kaloterms flavicollis</i> 366  |                     | <i>Leucophaea</i> 445                             |
| Instar 70,71,562               | Kenyon cells 321  |                     | <i>Leucophaea maderae</i> 155, 261, 358, 365, 444 |
| Integument 37                  | Kinins 261  |                     | Leucopterine 85                                   |
| Inter neurous 311              | <i>Kurstaki</i> 603   |                     | Levator muscles 99,100                            |
| Interacardiac valve 275        | <b>L</b>  |                     | <i>Litomastix</i> 413                             |
| Intercalary 87                 | Labella 118,123   |                     | Liberal pupa 551                                  |
| intercellular bridges 344      | Labial glands 109, 132,367  |                     | Ligaeidae 243                                     |
| Intermediate sensilla 478      | labial segments 94  |                     | Ligula 123  |
| Intersegmental membrane 48     | Labium 114  |                     | Limonene 596                                      |
| Intima 219                     | Labrum 109  |                     | <i>Limulus</i> 7                                  |
| Intima 266                     | Laccose 47  |                     | <i>Limulus polyphemus</i> 7,8                     |
| Invertaz 243                   | Lacinia 113,115   |                     | <i>Lipara lucens</i> 579                          |
| Isodynam 469                   | <i>Lactobacill</i> 244  |                     | <i>Lissapterus</i> 141                            |
| Isomer 152                     | <i>Lacusta migratoria</i> 444   |                     | <i>Lithobius</i> 21                               |
| Isopoda 17,18                  | Lagena 427  |                     | Lobe incisive 111                                 |
| Isoptera 128,183,341, 434      | Lamellatae 106  |                     | <i>Locusta</i> 137,167,263, 471,472               |
| Isoxantopterine 85             | Lamellocyte 290   |                     | <i>Locusta migratoria</i> 57, 263,470,574,261     |
| <b>J</b>                       | Lampyridae 110,413  |                     | <i>Lomamyia latipennis</i> 603                    |
| Japygidae 186                  | <i>Lampyris noctiluca</i> 372   |                     | Long day insects 577                              |
| <i>Japyx</i> 376               | Larve 537   |                     | Longevity 565                                     |
| Janet's organ 471              | <i>Lasius niger</i> 130   |                     | Lucanidae 112, 141, 501                           |
| JH-Esterase 360                | Lecheur 122,123   |                     | <i>Lucanus cervus</i> 33                          |
| JH-Epoxide Hydrolase 361       | <i>Leishmania</i> 135   |                     | <i>Lucilia</i> 72                                 |
| Johnston's organs 487          | Lepidoptera 64,147,170, 230,283,285,341,345,357, 359,425,474,550,551,552, 558 |                     | Lutein 84   |
| Jougal coupling 174            | <i>Lepisma</i> 181  |                     | Luteovirus 245                                    |

|   |   |                                   |
|---|---|-----------------------------------|
| <i>Lutzomyia longipalpis</i> 135        | <i>M. sexta</i> 495,510,533, 567  | <i>Melanoplus sanguinipes</i> 424 |
| Lycanidae 548                           | <i>Manduca quinquemaculata</i> 567                                      | Melanotic encapsulation 301       |
| Lyctidae 244,413                        | <i>Manduca sexta</i> 53,69,83, 229,262,280,292,336,338, 347,348,369,416 | <i>Meleoma schwartzi</i> 499      |
| <i>Lyctus</i> 247                       | <i>Mansonia</i> 394   | Melibiose 239                     |
| <i>Lygus</i> 304                        | Mantida 490,493   | Meliponinae 129                   |
| Lymanteridae 175                        | Mantispidae 151,158,559   | <i>Melittobia</i> 139             |
| <i>Lymantria</i> 331                    | Marginal sensilla 463   | <i>Meloe</i> 92                   |
| <i>Lymantria dispar</i> 296,335,373,574 | Mask 114  | <i>Meloe dianellus</i> 560        |
| Lymparidae ۴۵۸                          | Massue 105  | Meloidae 26,139,288,559           |
| <i>Lysiphlebus cardui</i> 52            | Maxillary glands 109,130  | <i>Melolontha</i> 168             |
| Lysozym 298                             | Maxillae 113  | Membracidae 595                   |
| <b>M</b>                                | Maxillipeds 20  | Membrane peritrophique 229        |
| <i>Machilis</i> 315                     | Mechano-chemoreceptor 510   | Mermitidae 572                    |
| <i>Machilis variabilis</i> 183          | Mechanoreceptors 457,458  | Meroistic ovarioles 435           |
| <i>Macrolentrus</i> 413                 | <i>Meconema</i> 498   | Meron 147                         |
| <i>Macronema</i> 402                    | Meconium 553  | Merostomata 6                     |
| Macrotermitinae 129                     | Mecoptera 147,158,172, 181,184,285,434,437,539, 550,551,552,558         | Merovoltine 564                   |
| Macrotrichia 165                        | Median caudal filament 195,196  | Mesenteron 224                    |
| <i>Macrptermes</i> 134                  | Median Neurosecretory cells 334   | Mesocuticule 43,46                |
| Maggot 538,544                          | Megachilinae 133  | Mesothorax 143                    |
| <i>Malacosoma neustrica</i> 594         | Megaloptera 97,112,192, 401,547,551,552                                 | Metamerise 1                      |
| Malacotraca 17,18                       | <i>Megoura</i> 367  | Metamorphosis 554                 |
| Mallophaga 151,556,267                  | <i>Megoura viciae</i> 337,570, 596                                      | <i>Metaphycus helvolus</i> 304    |
| Malpighian tubules 235,248              | Melanine 44,84  | <i>Metaphycus swirskii</i> 304    |
| <i>Mamestra brassicae</i> 486           | Melanization 75,79  | Metapneustic 377,387              |
| Mandibulae 110                          | <i>Melanogryllus desertus</i> 333,334,335                               | Metatarse 150                     |
| Mandibular glands 109, 129,591          | <i>Melanophila</i> 483  | Metathoracic ganglion 325,326     |
| Mandibulata 14                          | <i>Melanoplus</i> 579   | Metathorax 143                    |
| <i>Manduca</i> 330,579,583              | <i>Melanoplus differentialis</i> 368                                    | Microcoryphia 22                  |

|                                     |  |   |
|-------------------------------------|--|---|
| Micromalthidae 413,559              | <i>Musca autumnalis</i> 60             | Neotenin 358                              |
| <i>Microplitis croceipes</i> 504    | <i>Musca domestica</i> 261,326,336,444 | Neoteny 414                               |
| Micropyle 448                       | Muscidae 31,262,529, 544               | Nepidae 393                               |
| Microtrichia 165                    | Muscles 203                            | Nerve 311,314                             |
| Microtubles 430                     | Muscles lisses 204                     | Nerve impulses 213                        |
| Microtubule cells 589               | Mushroom bodies 321                    | Nervous system 311                        |
| Microvilli 226,517                  | Mycetocytest 243                       | Nesecretory materials 339                 |
| Midgut 224,257                      | Mycetophilidae 377                     | Neural lamella 316                        |
| Milipedes 19,21                     | Myochordotonal 471                     | Neurilemmal cell 461                      |
| Milk glands 443                     | Myogenic automatism 279                | Neurite 311                               |
| Mimetic polymorphism 572            | Myokininis 261                         | Neurogenic automatism 279                 |
| Mimicry 82,604                      | Myosin 206                             | Neurogenic muscles 213                    |
| Miridae 500                         | Myotropic 261                          | Neurohaemal organs 339                    |
| <i>Mischocyttarius drewseni</i> 604 | Myrcene 599                            | Neuromodulators 319                       |
| <i>Mitchoctarus</i> 441             | Myriapoda 18                           | Neuromuscular junction 312                |
| Mite 13                             | Myrmecophilus 139                      | Neuron 311                                |
| <i>Mochlonyx</i> 386                | Myrmeleontidae 540                     | Neuroparasin 264                          |
| Mola 110                            | <i>Myzus persicae</i> 569              | Neuropil 314                              |
| Molting 68,69                       | <b>N</b>                               | Neuroptera 97, 147,170<br>285,341,410,550 |
| Molting fluid 73                    | Nabidae 414                            | Neurosecretory cord 336                   |
| Molting gel 72                      | <i>Nabis</i> 569                       | Neurosecretory cells 331                  |
| Molting hormones 328                | Naiad 537                              | Neurosecretory nervous 313                |
| Moniliform 104                      | Naphthoquinones 84                     | Neurotransmitters 317                     |
| Monodynal 469                       | Nasanoff's glands 590                  | <i>Nezara</i> 335                         |
| Mononematic 469                     | <i>Naupheta cinerea</i> 134,588        | <i>Nezara viridula</i> 335                |
| <i>Morimus funereus</i> 370         | Nauplius 17                            | <i>Nicrophorus</i> 232                    |
| Morphology 37                       | Neck 93                                | <i>Nicrophorus orbicollis</i> 153         |
| Moulting glands 342                 | Nematocera 543,544, 552                | Nidi 227                                  |
| Mouthparts 108,109                  | <i>Nematus paedus</i> 412              | Nikkomycin 57                             |
| Mucopolysaccharide 229              | <i>Nematus rebesis</i> 412             | Nitidulidae 500                           |
| Multiple chemosensory neurone 510   | <i>Nemourids</i> 400                   | Noctuidae 304                             |
| Multiporous 480                     | Neometabola 557                        | Noctuoidea 490                            |
| <i>Musca</i> 47,176                 | Neopanoistic 437                       | Nodolidae 503                             |
| <i>M. domestica</i> 372             | <i>Neoplea</i> 396                     | Notodontidae 191                          |



|  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| Notonectidae 397,405   | Onychium 150   | <b>P</b>                              |
| Notum 144  | Onychophora 14   | <i>Pachycondyla obscuricornis</i> 126 |
| Nucleate sperm 427   | Oocytes 432  | Paedogenese 412                       |
| Nycteribidae 531   | Oogonia 432  | Paleometabola 557                     |
| Nymph 537  | Ootheca 528  | <i>Palmacorixa nana</i> 499           |
| Nymphalidae 85,163, 547  | Open tracheal system 387   | <i>Panesthia cribrata</i> 240         |
| <b>O</b>   | Opener muscles 379   | Panoistic ovarioles 434               |
| Obligate polymorphism 571                                      | Operculum 449  | <i>Panorpa</i> 138                    |
| Obligatory diapause 574  | Opisthognathes 89  | <i>Pantoea agglomerans</i> 245        |
| Obtecte Pupa 551   | Optic lobes 321  | <i>Papilio xuthus</i> 428             |
| Occipital 94   | <i>Ordyceps unilateralis</i> 84  | Papiliochrome 86                      |
| Occipital foramen 93   | Organe Gustatifs 508   | <i>Papilionides</i> 86                |
| Occipital sulcus 91,92   | Organe olfactifs 504   | Papilionoidae 163                     |
| Occiput 92   | Organes auditifs 484   | Papillae 254                          |
| Ocelli 140, 141,512  | <i>Orygialeu costigma</i> 588  | Paraglossa 115                        |
| Odonata 181, 211,283,285, 357,375,388,410,434,474, 536,538,557 | Orthoptera 4,169,181,185, 230,272,333,341,357,423, 425,434,475,544,556 | <i>Paraleptophlebia</i> 400           |
| <i>Oecophylla longinoda</i> 594                                | <i>Oryzaephilus</i> 247  | Paranotale 166                        |
| Oedemeridae 288  | Osteridae 26   | Parapodiale 167                       |
| Oenocytes 39   | Ostiule 268  | Paraprocte 188                        |
| Oenocytoids 294  | Ostium 268   | Parasperm 428                         |
| Oesophagus 221   | Outer oesophageal nerves 326   | parietal cell 126                     |
| Oligonephrides 249   | Ovariol 431  | <i>Parnassius Mnemosyne</i> 500       |
| Oligopneustic 377  | Ovary 431  | <i>Paropsisterna</i> 539              |
| Oligopoda Larve 540  | Oviducts 437   | Pars intercerebralis 321,332          |
| Oligopyrene 429  | Oviparity 527  | Pars stridens 500                     |
| Omaliinae 141  | Oviposition 448  | Parthenogenese 409                    |
| Ominii 492   | Oviposition stimulating proteins 423                                   | Parthenogenese cyclique 412           |
| Ommatidium 513   | Ovipositor 181   | Parthenogenese facultative 412        |
| Ommochrome 85  | Ovoviviparity 529  | Parthenogenese obligatore 412         |
| <i>Oncopeltus fasciatus</i> 355,365                            | Ovulation 448  | <i>Paskia</i> 393                     |
| <i>Onocopellus fasciatus</i> 226                               | Ovum 408   | Patella 146                           |
| Ontogeny 534   |  | Paurometabola 556                     |
|  |  | Pauropoda 19,21                       |

|  |                                     |  |
|--|-------------------------------------|--|
| <i>Paupopus silvaticus</i> 21                                    | <i>Periodical Cicada</i> 565        | Physical gill 395                          |
| Paussidae 139  | Petromalidae 600                    | Pieridae 85,547                            |
| Pectinatae 105   | Phaeomelanin 84                     | <i>Pieris</i> 356,579                      |
| Pectines 10  | Phagodeterrent cells 511            | <i>Pieris rapae</i> 304,420, 509           |
| Pedicellus 98  | Phagosome 300                       | Pigment 83                                 |
| Pedipalpe 6  | Phagostimulatory cells 511          | Pigment cells 517                          |
| <i>Peripatus</i> 14,15   | Phagosytos 299                      | Pilifer 496                                |
| peripheral cells 125,136   | <i>Phalacrognathus</i> 112          | Pillar 447                                 |
| <i>Periplaneta</i> 98,242,335, 463                               | Phallus 183                         | Pincers 186                                |
| <i>Periplaneta americana</i> 24,134,261,334,365,463, 482,495,594 | Phanere 67                          | <i>Piophila</i> 156                        |
| Peterygota 164   | <i>Phanopate</i> 496                | Piqueur 117                                |
| Perinephric membrane 256   | Pharate adults 547                  | Pit 66                                     |
| Perinephric space 256  | Pharate instar 73                   | Planta 191                                 |
| Peristalis 217   | Pharyngeal glands 356               | Plasmida 357                               |
| Pedunculus 321   | Pharynx 221                         | Plasmotocytes 291                          |
| Peptide hormones 328   | Phasmida 64,341,475                 | Plastron 399                               |
| Perikaryon 311   | Phayngeal plate 131                 | Plastron respiration 399                   |
| Perineural cells 316   | <i>Pheidole</i> 31                  | <i>Platygaster</i> 413                     |
| Peripheral glial cells 316                                       | <i>Pheidole bicarinata</i> 330      | Platygasteridae 413                        |
| Peripheral nervous system 327                                    | <i>Phelebotomus duboscqui</i> 135   | Plecoptera 183,185,192 341,434,538,557,558 |
| Peritrophin 229  | Pheromonal parsimony 591            | Plectrum 500                               |
| Petiole 178,   | Pheromones 585                      | Pleural suture 146                         |
| Pericardial glands 348   | <i>Pheropsophus verticalis</i> 233  | Pleurostoma 94                             |
| Peritracheal glands 349  | <i>Philonthus marginatus</i> 159    | Pleurostomal sulcus 90                     |
| Peritreme 374  | <i>Phoracantha semipunctata</i> 101 | Pleurum 144                                |
| Peripneustic 376   | Phospholipase 241                   | Plidae 396                                 |
| Peristigmatic glands 390   | Photopic ommatidia 518              | Plumatae 106                               |
| Permanent air store 398  | Photoreceptors 457,458              | Podocytes 292                              |
| Penis 414  | <i>Phoxinus leavis</i> 331          | <i>Poecilosoma pulveratum</i> 412          |
| Pentatomidae 429,536, 556,596                                    | Phthiraptera 183                    | <i>Pogonomyremex badius</i> 598            |
| Pedicel 433  | <i>Phylonthus</i> 159               | Poikilotherme 82                           |
| <i>Perga lavisii</i> 554   | <i>Phymata crassipes</i> 500        | <i>Polistes</i> 441                        |

|                                 |  |                                    |
|---------------------------------|--|------------------------------------|
| Pollen press 162                | Primary germ cells 432                   | Protracheata 14                    |
| Polyembryonie 413               | Primary pigment cells 515                | Protura 22,96,151,<br>429,437      |
| Polymorphism 565                | Primary pigments 517                     | Proventriculus 223                 |
| Polynephrides 249               | Primary segmentation<br>49,64            | Pselaphidae 139                    |
| Polyneuronal innervation<br>212 | Principal cells 227,250                  | Psephenidae 403                    |
| Polyoxine 57                    | Proarthropoda 4                          | Pseudocolleterial glands<br>441    |
| Polyphaga 416                   | <i>Probezzia</i> 549                     | Pseudocone type 516                |
| Polyphenism 566                 | Proboscis 122                            | Pseudoplacental<br>viviparity 530  |
| Polypneustic 376                | <i>Procladius</i> 549                    | Pseudopoda 190                     |
| Polypoda Larve 538              | Proctodael trophallaxis<br>247           | Pseudopodia 300                    |
| Polytrophic ovarioles 435       | Proctodaeum 231                          | Pseudoscorpionida 10               |
| Polyvoltine 563,564             | Proctodeal valve 224                     | Pseudotetramerous 152              |
| <i>Polyxenus lagurnus</i> 20    | Procuticule 41,43                        | <i>Pseuduletia separate</i><br>246 |
| <i>Ponderosa</i> 599            | Prognathes 88,540                        | <i>Psilopa petrolei</i> 25         |
| <i>Ponera punctatissima</i> 513 | Prohemocytes 291                         | Psocoptera 436,530, 556            |
| <i>Populus</i> 603              | Prolegs 190                              | Psychidae 163                      |
| Pore canals 50                  | Pronymph 562                             | <i>Psychoda alternate</i> 549      |
| Post gena 94                    | Propionyl CoA 360                        | Psychodidae 377,549                |
| Posterior rectum 233            | Propneustic 377                          | <i>Psylla pyricola</i> 567         |
| Postmentum 115                  | Propodeum 178                            | Ptera 164                          |
| Postoccipital ridge 95          | Proprioceptors 459,466,<br>474           | Pterine 85                         |
| Postoccipital sulcus 90,91      | <i>Prorhinoterm simplex</i> 128          | Pterinosomes 85                    |
| Postocciput 93,94               | <i>P. flavus</i> 128                     | Pterotheca 557                     |
| Postoral segments 87            | Prosternal tympanal organ<br>493         | Pterygota 22                       |
| <i>Precis coenia</i> 330        | Prostheca 111                            | Ptilinum 283,551                   |
| Precursors 328                  | Prothoracicotropic<br>Hormone 337        | <i>Ptomascopus morio</i> 153       |
| Prefemur 146                    | Prothoracique glands 81                  | Ptychopteridae 394                 |
| Prementrum 115                  | Prothoracis glands 343                   | Pulvilli 151,153,482               |
| Premola 111                     | Prothorax 143                            | Pupa 546                           |
| Preoral segments 87             | Protocerebral 87                         | Puparium 552                       |
| Prepupa 544                     | Protocerebrum 321                        | Pycnogonida 6,8,9                  |
| Prescutum 144                   | Protomorphe 177                          | Pygidial glands 233                |
| Presternum 144                  | <i>Protophormia<br/>terraenovae</i> 511  | Pygidium 4                         |
| Pretarsus 151                   | <i>Protopulvinaria pyriformis</i><br>304 | Pygopode 191                       |

- Pylorus valve 224  
 Pyraloidea 490  
 Pyrrhocoridae 596  
*Pyrrhocoris* 369  
*Pyrrhocoris apterus* 575  
**Q**  
*Quercus* spp 603  
 Quiescent instar 545  
 Quiescent 574  
 Quinone 44,76  
 Quinonoid protein 77  
**R**  
 Rabdomer 517  
 Raffinose 239  
 Rake 161  
 Receptaculum seminal 439  
 Receptor potential 318  
 Rectal pads 254  
 Rectum 233  
 Recurrent nerve 326  
 Reduviidae 500  
 Regenerative cells 226  
 Reproduction System 408  
 Reservoir 439,441  
 Resilire 59  
 Resonant chamber 502  
 Respiratory siphon 393  
 Resting potential 317  
 Reticulate 166  
 Retinacle 111,189  
 Retinaculum 173  
 Retinea 516  
 Retinula cells 513,516  
 Rhabdome 513,517  
*Rhagoletis* 593  
*Rhagoletis pomonella* 245,593  
*Rheumatobates* 154  
 Rhinotermitidae 128  
 Rhipiphoridae 559  
*Rhizobium* 53  
*Rhizopertha* 247  
*Rhodnius* 138,362  
*Rhodnius prolixus* 250, 263,337,365,444,580  
 Rhodommatine 86  
 Rhodopsins 517  
 Ring canala 435  
 Ring glands 350  
*Riptortus clavatus* 360  
*Romalea* 386  
*Romalea microptera* 604  
 Rostrum 123  
**S**  
 Sailokinin 135  
*Saissetia coffeae* 304  
 Salivarium 115,116  
 Salivary glands 132  
 Sarcolemma 208  
*Sarcophaga argyrostoma* 577  
*S. crassipelpis* 577  
 Sarcophagidae 31,474, 492,529  
 Sarcoplasm 208  
 Sarcoplasmic reticulum 209  
 Sarcosome 209  
 Sarcostyles 209  
*Saturnia pavonia* 504  
 Scale 67  
 Scapus 97  
 Scarabaeinae 535  
*Scarabaeus sacer* 33  
 Scarabeidae 31,106,110 157,259,378,500  
 Scarabeiform 541  
*Scatella thermarum* 25  
 Scelionidae 139  
 Schawann cells 316  
*Schistocerca* 94,95,96 99,137,335,463  
*S. gregaria* 424,510, 570  
*Schistocerca gregaria* 253,568  
 Sclerite 48  
 Sclerotisation 75  
 Scolopale cap 469  
 Scolopale cell 467, 468  
 Scolopale lumen 467  
 Scolopale rods 467  
 Scolopale space 467  
 Scoloparia 467  
 Scolopidia 466  
 Scolopidium 466  
 Scolytidae 535  
 Scolytinae 500  
*Scolytus multistriatus* 600  
*S. quadrispinosus* 600  
 Scorpionida 10  
 Scotopic ommatidia 519  
 Scutellaridae 595  
 Scutellum 144  
*Scutigrella immaculate* 21  
 Scutum 144  
 Secondarily wingless 171  
 Secondary pigments 517  
 Secondary segmentation 49  
 Secretory cells 589  
 Seducin 588

|                                 |  |  |
|---------------------------------|--|--|
| Segmental muscles 205           | <i>Sialis</i> 401,436                            | <i>Spodoptera eridania</i> 54                        |
| Segmental vesels 268            | Silphidae 31,153                                 | <i>Spodoptera exiqua</i> 605                         |
| Segmented muscles 100           | Simple eye 140,512                               | <i>Spodoptera litura</i> 421                         |
| Segmented type 99               | Simulidae 349,393,403,404<br>410,545,548,549     | Stadium 70,71  |
| <i>Semiadalia</i>               | <i>Simulium vittatum</i> 549                     | Stage 534  |
| <i>undecimontata</i> 592        |  |  |
| Seminal fluid 423               | <i>Sindlois arbovirus</i> 354                    | Staphilinidae<br>52,139,141,<br>159,171,552, 559,603 |
|                                 |  | Stellate cells 250                                   |
| Seminis spermatheca 438         | Sinigrin 606                                     | Stem cells 227,289                                   |
| Semiochemical 584, 585          | Siphonoptera 134,223,<br>410,437,543,547,550,551 | Stemmata 140, 142,512                                |
| Semivoltine 564                 | Siphunculata 151                                 | Sternal glands 595                                   |
| Semper's cells 515              | Skeletal muscles 205                             | Sternellum 144                                       |
| Sensilla 457,476                | Slow axons 212                                   | Sternopleurite 145                                   |
| Sensilla basiconica 477         | <i>Smerinthus ocellata</i> 368                   | Sternum 144  |
| sensilla chaetica 461, 477      | <i>Sminthurids</i> 376                           | Sterpsiptera 140,148,<br>530, 543, 550,551,559       |
| Sensilla coelonica 478          | Solpugida 10,12                                  | Stigmate 373,374                                     |
|                                 |  | Stipe 113,115  |
| Sensilla placodea 479           | Soma 311   | Stomatogastric system<br>326                         |
| Sensilla styloconica 477        | Somites 19                                       | Stomodaeum 219                                       |
| sensilla trichoidea<br>461,477  | Spacing pheromones 592                           | Stomodeal valve 224                                  |
| Sensillum 457,462               | Sperma 408                                       | <i>Stomoxys</i> 117                                  |
| Sensillum lymph 507, 512        | Spermatheca 427                                  | <i>Stomoxys calacitrans</i><br>444                   |
| Sensory pit 483                 | Spermathecal duct 440                            | Stratiomyidae 545                                    |
| Sepiapterine 85                 | Spermathecal glands 440                          | Streblidae 531                                       |
|                                 |  | <i>Streptococci</i> 244                              |
| Septum pericardial 270          | Spermatocyte 425                                 | stress receptors 464                                 |
| Septum perineural 270           | Spermatogenesis 425                              | Striation 2,204                                      |
| Sericigenes glands 138          | Spermatophore 422                                |  |
| Serine 238                      | Spermatozoa 429                                  |  |
| Serotonin 135                   | Sphangidae 122,142,262,<br>539                   |  |
|                                 | Sphecidae 27                                     | <i>Strinia nubilalis</i> 579                         |
| Serratae 105                    | <i>Spheophyes lucidulus</i> 470                  | Stylet 117   |
| Serritermitidae 128             | Spherulocytes 294                                | Subgena 93   |
| <i>Sesamia nonagrioides</i> 574 | Sphingoidea 490                                  | subgenal sulcus 90,93                                |
| Seta 67                         | Spin 67  | Subgenual organs 494                                 |
| Setiform 104                    | Spinasternum 145                                 | Subimago 70  |
| Sex pheromone 129               | Spiracular gill 403                              | submental gills 401                                  |
| Sex pheromonea 587              | Spiritrompe 121                                  | subocular sulcus 91                                  |
| Sexual dimorphism 571           | Spirostreptida 20                                | Suboesophagus ganglion<br>320,324                    |
| Shell fish 54                   |  | Suceur 120   |
|                                 | Spirostreptidae 20                               |  |
| Short day insects 577           |  |  |

- Sulcus 67
- Super genes 572
- super position omatidia 519
- Supra esophageal ganglion 321
- Suture 66,90
- Suture basicostale 147
- Symbionts 243
- Sympathetic nervous system 326
- Symphyla 19,21,22
- Symphyta 184,191,255, 539
- Synapses 312
- Synchronous muscles 213
- Synomones 605
- Syrphidae 376,393, 413,548
- Systole 274
- T**
- Tabanidae 26, 142,172, 349,394
- Tachinidae 406,442, 486,490,492,529
- Tachypleus* 8
- Tacky kinin 135
- Tactile hairs 461
- Taeniorhynchus* 394, 395
- Taenioteryx* 167,401
- Tagetes* 602
- Tagma 87
- Telea polyphemus* 102
- Tegmina 169
- Teleogryllus commodus* 476
- Telescopage 48,176
- Telotrophic ovarioles 435
- Telson 7
- Temporaru air store 397
- Tenebrio* 61
- Tenebrio molitor* 256,263
- Tenebrionidae 152,155, 244,262,521,590
- Tenebrium* 154
- Tenthredinidae 143
- Tentorial bridge 89
- Tentorium 89,100
- Tephritidae 438
- Terebra 111
- Tergum 144
- Terminal abdominal ganglion 326,327
- Terminal filament 43,267, 276
- Termitidae 128
- Termitinae 129
- Termitophilous 139
- Termitoxenia* 529,530
- Termogen 461
- Terpinolene 596
- Testis 416
- Tetranychidae 14
- Tettigarctidae 502
- Tettigonidae 409,498, 499
- Tremulation 501
- Thelytokous parthenogenesis 412
- Thermobia* 277
- Thermobia domestica* 554
- Thermoregulation 283, 308
- Thorax 87,143
- Thrixion* 407
- Thrombocytids 292,297
- Thysanoptera 51,185,195, 412,437,544,558
- Thysanura 22,178,181, 240 ,357,434,494
- Tibia 149
- Tibicen* spp 564
- Tibicinidae 502
- Ticks 13
- Tinigidae 569
- Tipula* 549
- Tipula oleracea* 171
- Tipulidae 143,349,350, 377,393,403,544,549
- Tosena albata* 502
- Toxorhynchites brevipalpis* 135
- Tracheae 373
- Tracheal gills 400
- Tracheol 380
- Tracheoles 42
- Trachysphyrus albatorius* 442
- Trail-marking pheromones 594
- Tracheal System 373
- Translucent filament 519
- Transovarial Transmission 247
- Triarthrus eatoni* 5
- Tribolium castaneum* 263, 586
- Trichogen 461
- Trichogramma* 504

|   |  | <b>V</b>                       | <b>X</b>                              |
|---|--|--------------------------------|---------------------------------------|
| Trichoid 459                                    |  | Vagina 437                     | Xanthine 252                          |
| Trichoptera 147,174,357<br>388, 547,550,551,585 |  | Vaginal mating plug 423        | Xanthommatine 85                      |
| <i>Trichosoma</i> 112                           |  | Valve 374                      | Xanthuranic acid 135                  |
| Trilobitomorpha 4                               |  | Valvula 181                    | Xantopteryne 85                       |
| <i>Trissolcus</i> 139                           |  | <i>Varova jacobsoni</i> 601    | Xiphosura 7                           |
| <i>Trissolcus babalis</i> 593                   |  | Vasdeferens 417,418            | <b>Y</b>                              |
| Tritocerebral 87                                |  | Vasdeferens 417                | Yolk 443                              |
| Tritocerebrum 321,322                           |  | Vasodilator 135                | <b>Z</b>                              |
| Trochanter 148                                  |  | Venteral nerve cord<br>320,324 | Zygentoma 22,276                      |
| Trochantin 147                                  |  | <i>Venturia canescens</i> 301  | Zonular septate<br>desmosome 40       |
| Trophallaxie 137                                |  | Verberone 593                  | <i>Zonocerus variegates</i> 149       |
| Trophic cord 436                                |  | Vermiform 292,543              | Zygoptera 186                         |
| Trophocyte 432                                  |  | Verson's cell 425              | Zone of maturation 426                |
| Trophospongium 316                              |  | Vertex 92                      | Zone of transformation<br>426         |
| Tropomyosin 210                                 |  | Vertical 247                   | Zeugloptera 550                       |
| Troponin 210                                    |  | Vesicula seminal 418           | Zoraptera 556                         |
| Trypetidae 156                                  |  | <i>Vespa mandurinia</i> 310    | <i>Zorotypus caudelli</i> 449,<br>453 |
| Trypsin 238                                     |  | Vespidae 27,123,152            |                                       |
| Tuber 67,68                                     |  | Visceral muscles 205,206       |                                       |
| Tubular body 463,510                            |  | Visceral nervous system<br>326 |                                       |
| Tumbler 546                                     |  | Vitellarium 432                |                                       |
| Tymbal system 501                               |  | Vitellin 443                   |                                       |
| Tympanal organ 489                              |  | Vitelline envelope<br>444,446  |                                       |
| Tympanum 490                                    |  | Vitelline membrane 446         |                                       |
| Tyrosine 76                                     |  | Vitellogenesis 432             |                                       |
| <b>U</b>  |  | Vitellogenin 443               |                                       |
| Uniporous 480                                   |  | Vitellophages 443              |                                       |
| Univoltine 563,564                              |  | Viviparity 529                 |                                       |
| Unpaired venteral nerves<br>327                 |  | Voltinism 563                  |                                       |
| Urate cells 258                                 |  | <b>W</b>                       |                                       |
| Uricose gland 419                               |  | Wasp 134                       |                                       |
| Urite 175                                       |  | Wax layer 47,446               |                                       |
| Urogomphe 190                                   |  | Weismann's ring 341,350        |                                       |
| Uterus 437,531                                  |  | Wingpads 537                   |                                       |
| Utricles glands 419                             |  | <i>Wohlfahrtia</i> , 31        |                                       |
| Utriculus 427                                   |  |                                |                                       |





**Get more e-books from [www.ketabton.com](http://www.ketabton.com)  
Ketabton.com: The Digital Library**