

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 پوست اندازی

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 بال ها
۱۶۷	اشکال مختلف بال در حشرات
۱۷۳	طرز جفت شدن بال ها 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	اسپرمتوزوا

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.

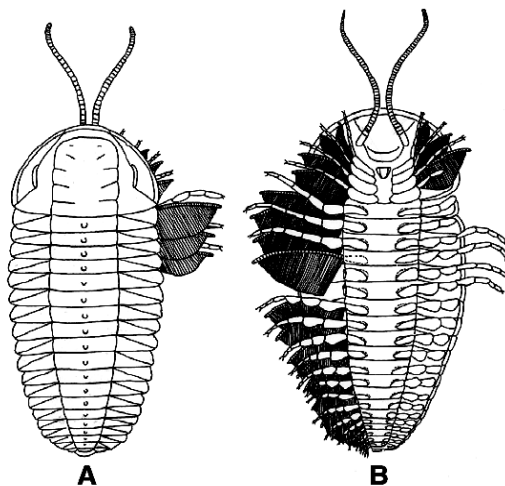
#### بندپایان (Arthropoda)

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)

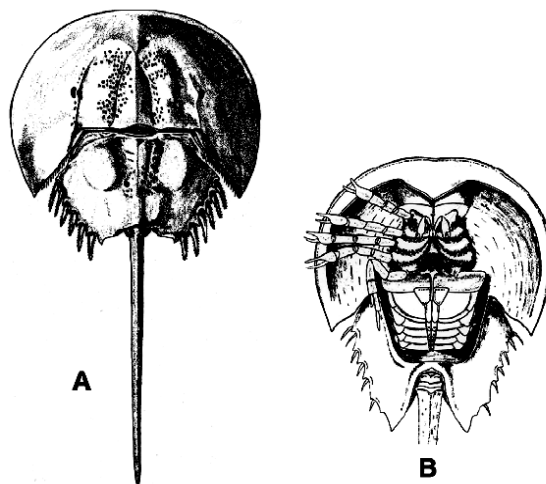
این زیر شاخه، جزء بندپایان قدیمی و بدون شاخک هستند. در این گروه از بندپایان عموماً سر و قفس سینه به هم چسبیده و بخش واحدی به نام سرسینه (Cephalothorax) را به وجود می‌آورند. در نتیجه بدن از دو قسمت سرسینه و شکم



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 این‌گونه 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.

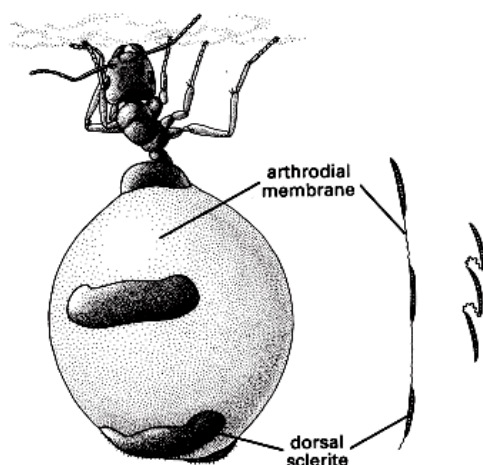
با وجود تمامی این مطالب می‌توان گفت که بسیاری از حشرات کاملاً مفید بوده و وجود آنها برای طبیعت امری ضروری است. در حقیقت می‌توان گفت که بدون حشرات نظام بیولوژیک طبیعت دچار اشکال است. حشرات در بازگشت مجدد کربن، نیتروژن و سایر مواد ضروری به طبیعت موثر هستند

## 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 مضر و بیماری‌زا، 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



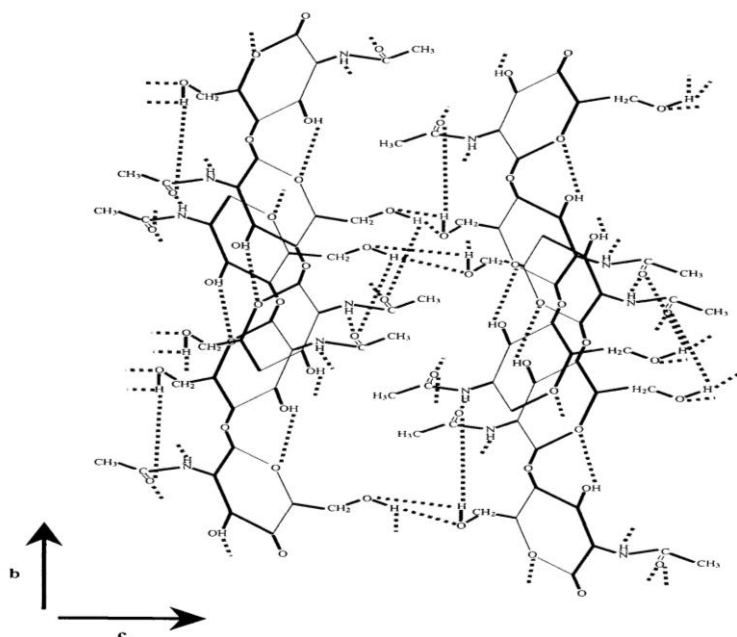
شکل ۲-۵: چگونگی اتساع شکم در مورچه‌های کارگر *Compontus inflatus* (Devitt, 1989).

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 اسکالریتی 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).

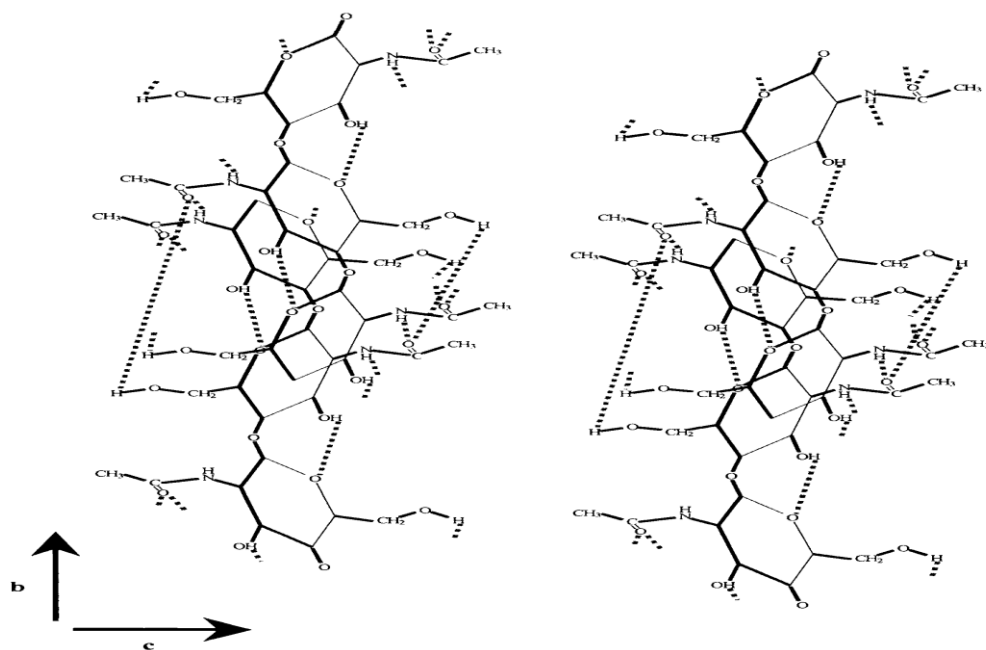
خط پوست‌اندازی (*Ecdysial line*) از دیگر مناطقی است که حاوی لایه آگزوکوتیکول بسیار کمی است. استحکام پوست در این منطقه بسیار ضعیف است در



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

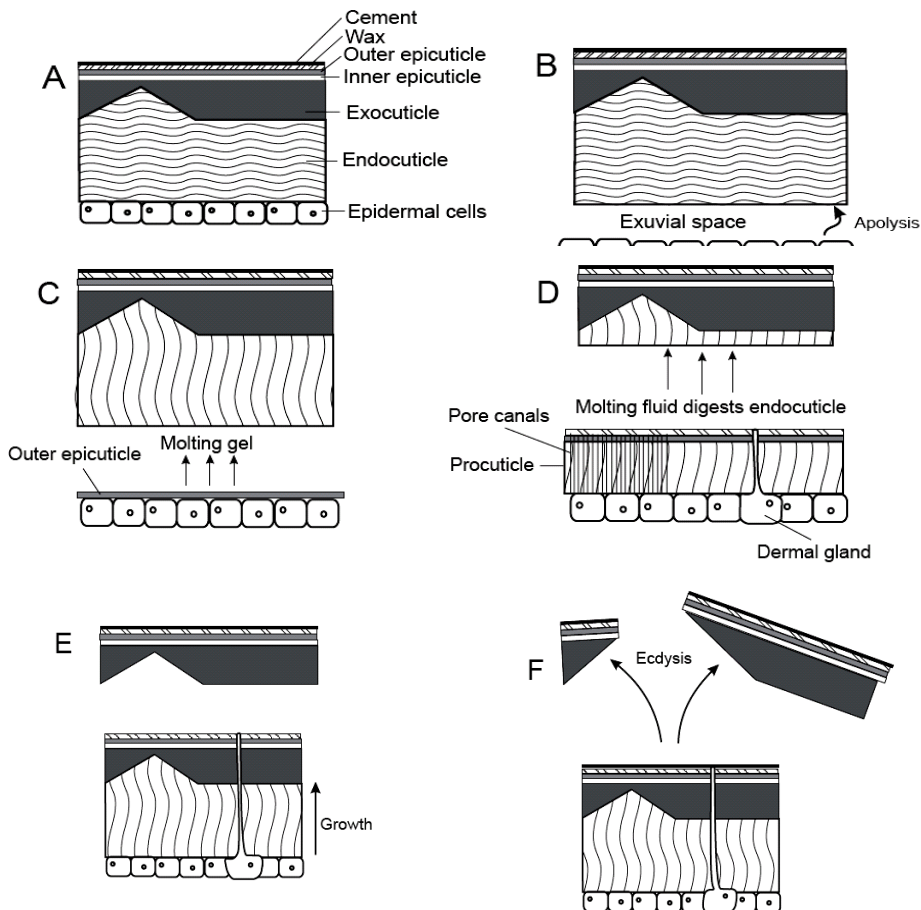


شکل ۲-۹: ساختار کلی کیتین. تصویر بالا  $\alpha$  کیتین و تصویر پایین  $\beta$  کیتین (Khor, 2001)





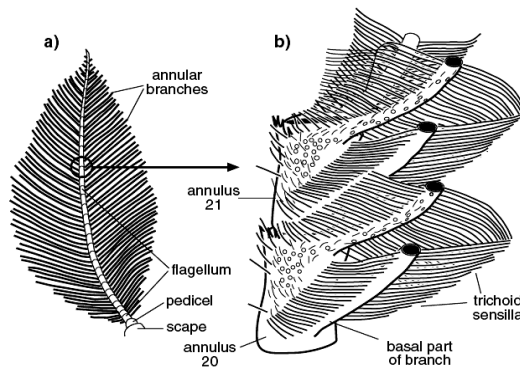
جلو و از ناحیه درز موسوم به درز پوست‌اندازی شروع به شکاف و ترک خوردن (عموماً به صورت شکاف T شکل) می‌کند. اندکی قبل از خارج شدن حشره از پوست کهنه، مواد مومی ترشح شده توسط اپیدرم، از طریق کانال‌های موجود در پوست در روی کوتیکول جدید قرار می‌گیرند. این امر سبب عایق شدن پوست جدید قبل از دور افتادن پوست کهنه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



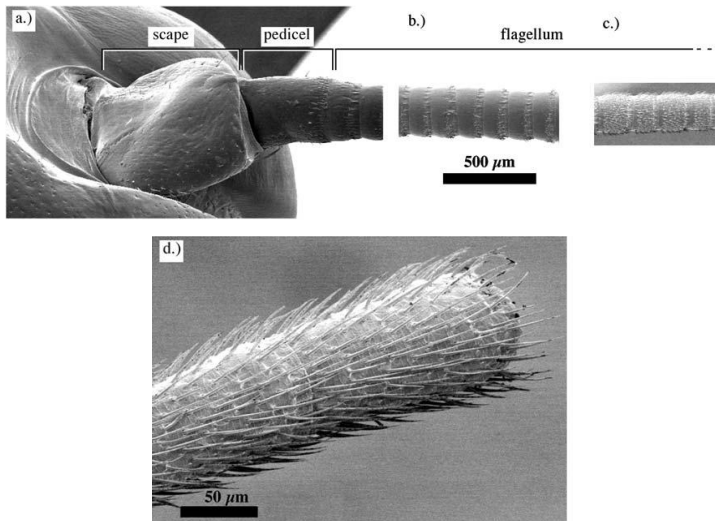
شکل ۲-۱۴: مراحل مختلف پوست‌اندازی در حشرات. (A) پوست حشرات قبل از پوست‌اندازی (B) مرحله آپولایز و جدا شدن پوست کهنه از سطح اپیدرم (C) ترشح ژل پوست‌اندازی در فاصله بین فضای ایجاد شده (D) فعال شدن مایع پوست‌اندازی، هضم کوتیکول کهنه و ترشح پوست جدید (E) ادامه ساخت پوست جدید و (F) مرحله Ecdysis و افتادن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







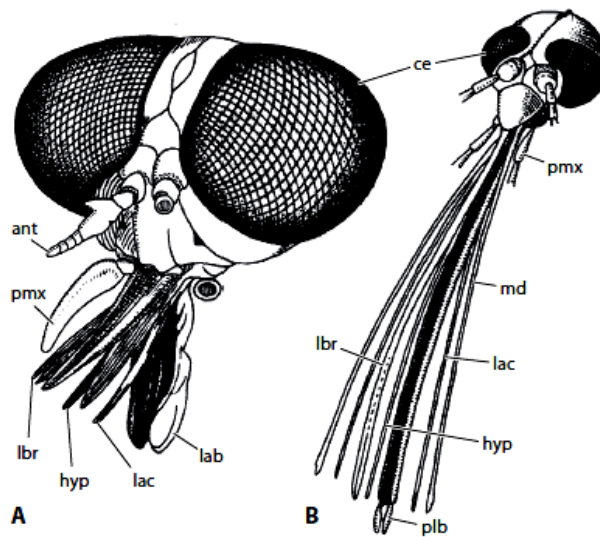
شکل ۲-۲۹: اندام‌های حسی ویژه در شاخک پرورش حشرات نر پروانه *Telea polyphemus* (a) نمای کلی از شاخک (b) دو مفصل شاخک ونحوه قرارگیری تعداد فراوان اعضاء حسی موجود در آن (Chapman, 1998).



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





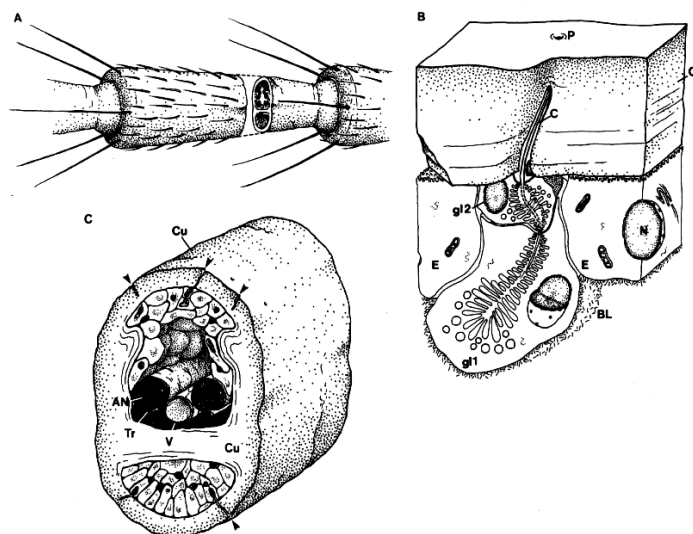
شکل ۲-۴۲: قطعات دهانی زنده در دو بالان. (A) خرمگس‌های خانواده Tabanidae و (B) پشه‌های خانواده Culicidae. hyp = هیپوفارینکس، lab = لابلا، lac = لاسینیا، lbr = لب بالا، md = آرواره بالا، pmx = پالپ لب پایین، plb = پالپ لب پایین، (Ziegler, 2005).

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.



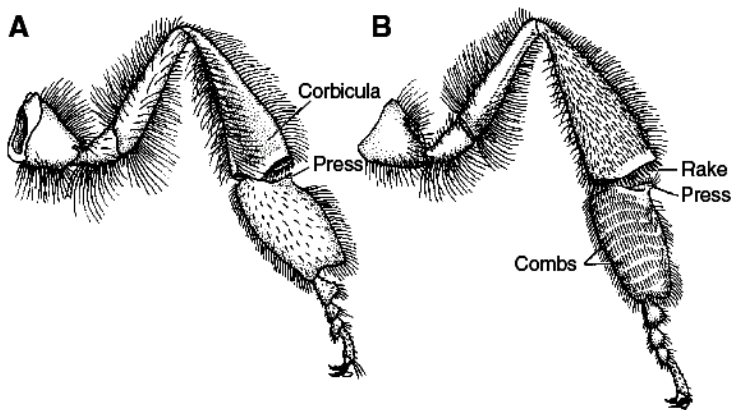
شکل ۲-۵۲: تصویر شماتیک از غده شاخکی در سوسک‌های گونه *Platynus assimillis* (Carabidae) و مقایسه قسمت‌های مختلف آن. (A) برش عرضی از شاخک و نمایش موقعیت قرارگیری غده‌های شاخکی در آن، (B) نمایش سلول‌های ترشحی خوشه‌ای و نحوه گسترش مجرای عمومی به دورن اپیدرم و کوتیکول شاخک و (C) برش عرضی از مفصل شاخک و نمایش 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.

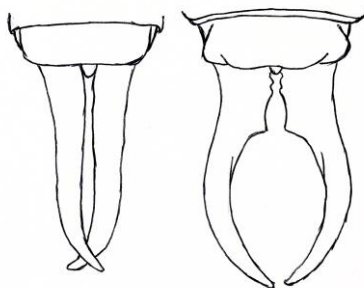


شکل ۲-۷۰: پاهای سبدی در زنبور عسل و مشاهده قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده آن. (A) از سطح خارجی و (B) از سطح داخلی (Schoonhoven, et al. 2005).

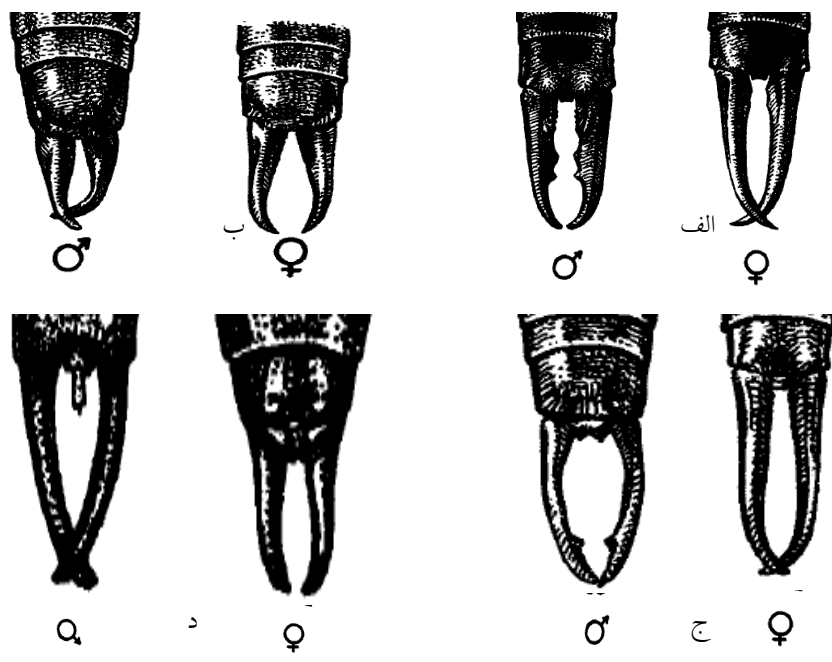
برای جمع‌آوری و انتقال گرده‌ها، ابتدا حشره به کمک موهای ویژه انتهایی ساق که Rake نامیده می‌شوند گرده‌ها را از روی برس پای مقابل حشره جمع‌آوری کرده و در







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)

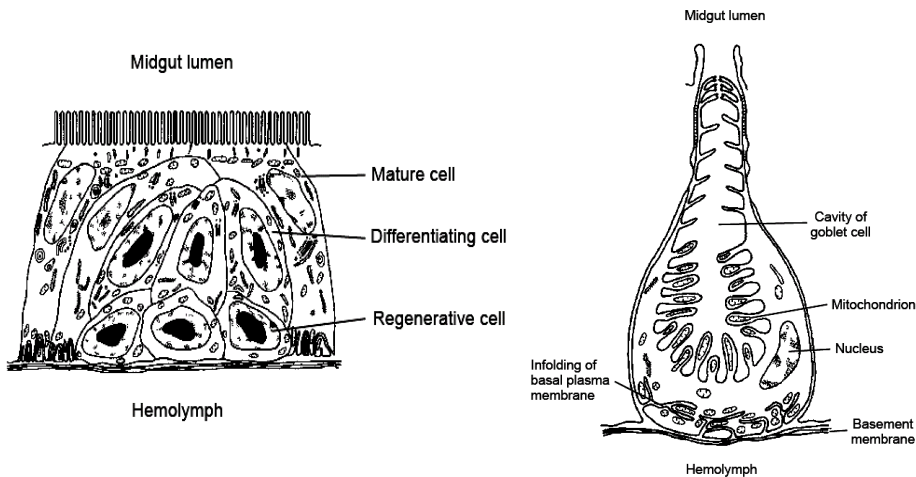
## فصل سوم

### 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.

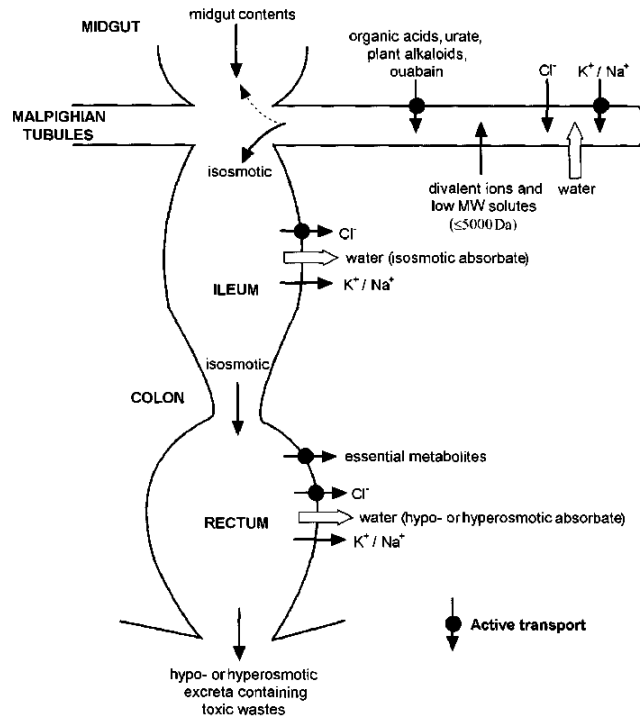


شکل ۳-۱۱: نحوه فرارگیری سلول‌های تجدید کننده در بخش اپیتلیوم معده میانی (شکل سمت چپ) و قسمت‌های تشکیل دهنده یک سلول جامی شکل (شکل سمت راست) (Chapman, 1985).

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).

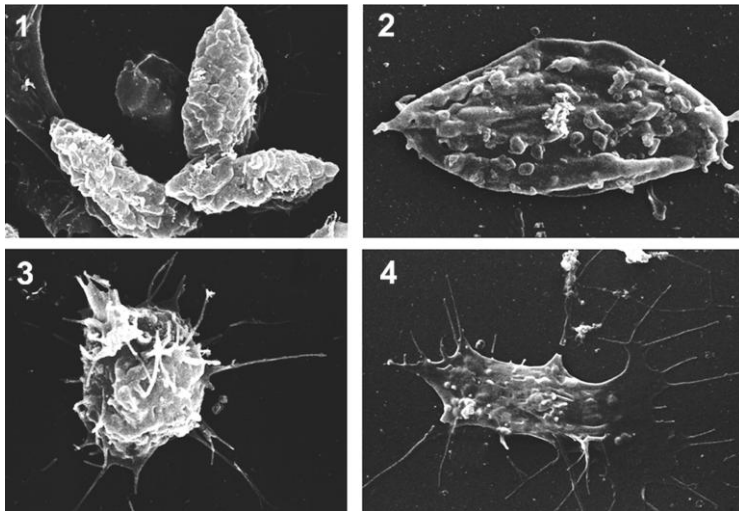
### سیستم کریپتونفریدی (Cryptonephric system)

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).





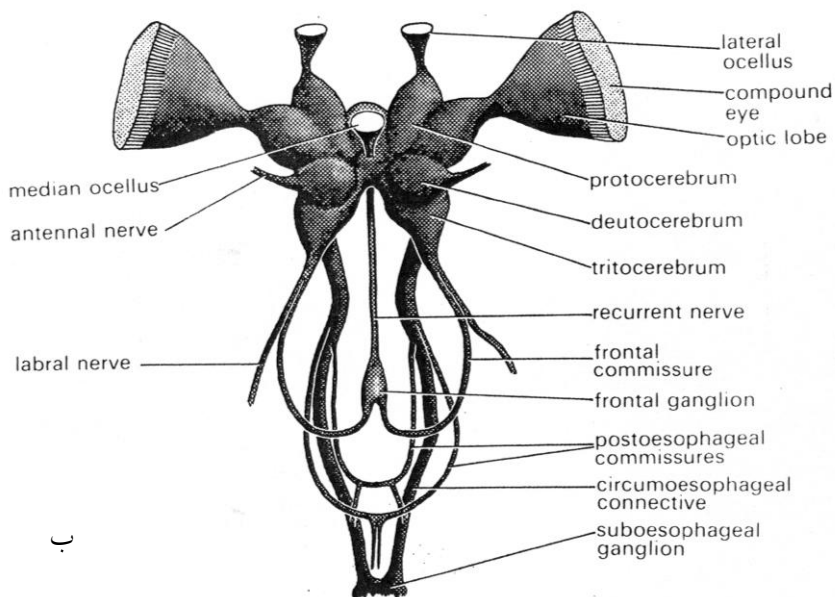
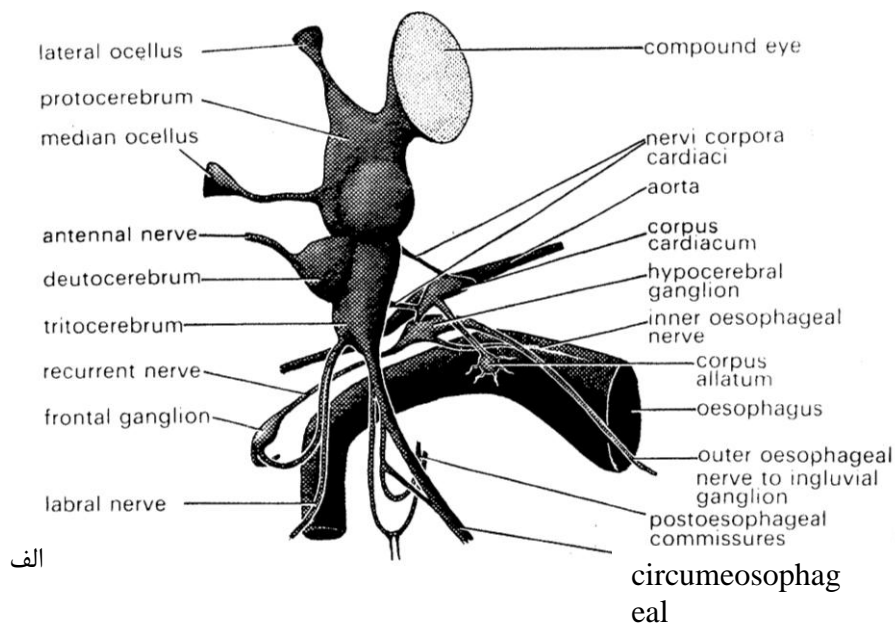
عامل مضر، ماده‌ای را ترشح می‌کنند که سبب فعالیت و تحریک سلول‌های پلاسموتوسیت می‌شود. این ماده که تحت عنوان پپتیدهای منتشر کننده (فعال کننده) پلاسموتوسیت (Plasmatocyte spreading peptide) یا PSP نامیده می‌شوند، در حشرات مختلف متفاوت است. مهم‌ترین فعال کننده پلاسموتوسیت که تاکنون شناسایی شده‌اند، 23-amino-acid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



شکل ۳-۳۲: کپسوله شدن تخم *Leptopilina boulardi* 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



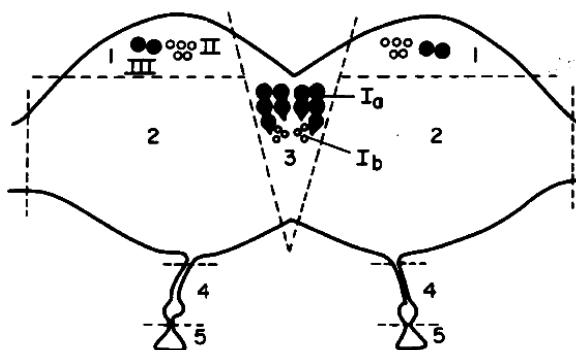


شکل ۳-۳۸: مشاهده قسمت‌های مختلف مغز و بخش‌های مرتبط با آن در *Locusts* (Orthoptera)

(الف) از سطح پهلوئی، (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

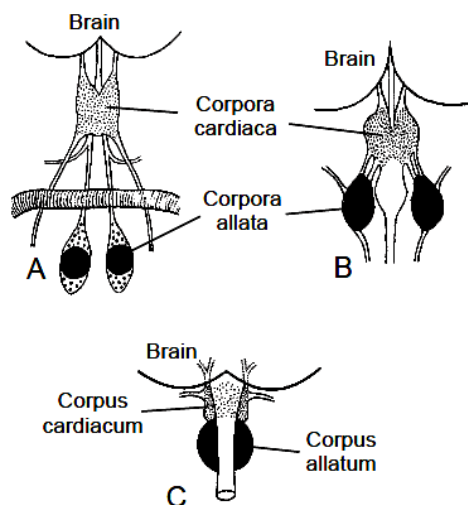
۱- Lyonet

۲- Delerma





فیولوژنیک، ساختار و ارتباط با سایر غده‌های اندوکرین به تیپ‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. عموماً غده‌های آلتا 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*، *Dermaptera* و *Hemiptera* این غده‌ها ممکن است در سطح پشتی میانی و در بالای آئورت با هم جوش بخورند و یا هر غده توسط رابط عصبی آلتا (NCA) با اجسام کاردیاکا سمت مجاور خود اتصال یابد (شکل ۳-۴۵).

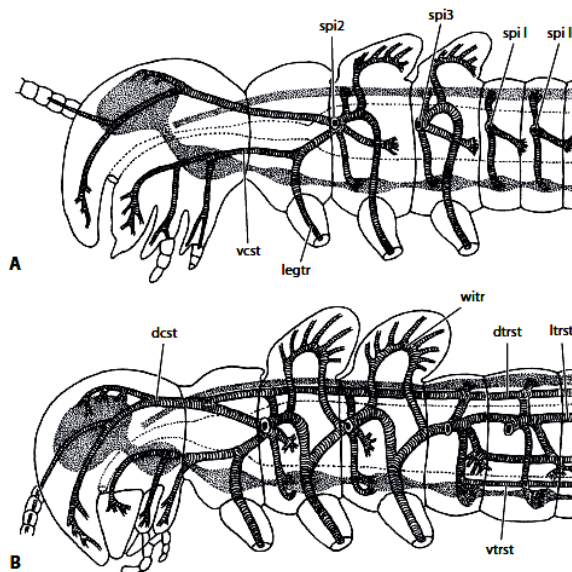


شکل ۳-۴۵ نحوه قرارگیری غده‌های آلتا نسبت به مغز و اجسام کاردیاکا. (A) در دویبالان، (B) در سوسری‌ها و (C) در خرطوم‌مفصلی‌ها (Cymborowski, 1992).

اندازه غده‌های آلتا 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 آلتا 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.

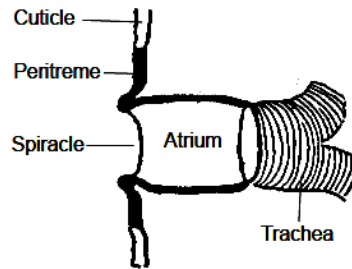


شکل ۳-۴۸ سیستم تراشه در حشرات مختلف. (A) بی‌بالان (B) حشرات بال‌دار. Ddst = تراشه پشتی ناحیه سر، dtrst = تراشه پشتی سینه و شکم، legtr = تراشه پا، witr = تراشه بال (Seifer, 1995)

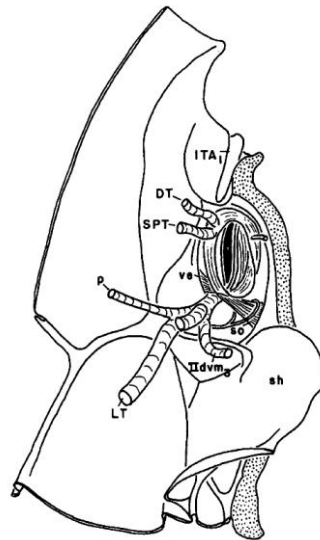
### منافذ تنفسی (Stigmate)

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

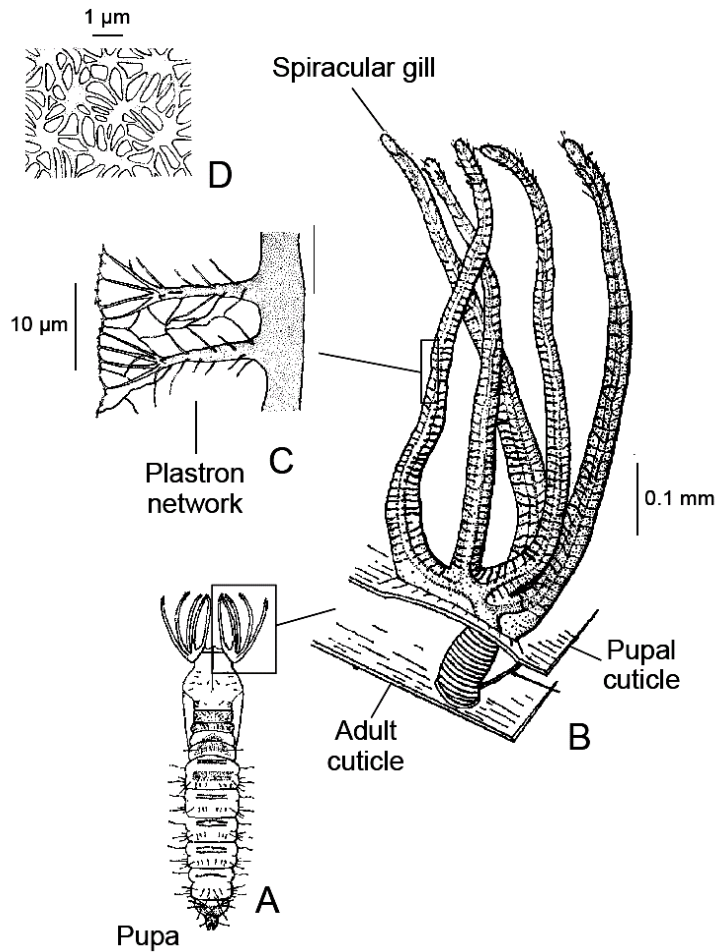
سوی دیگر اطراف سوراخ‌های تنفسی و فضای درونی آتریوم توسط موهای ریزی پوشیده شده‌اند که این موها در حشرات هوازی به منزله یک صافی، از ورود گرد و غبار و در حشرات آبزی، از ورود آب به داخل لوله‌های تنفسی جلوگیری می‌کند (شکل ۳-۴۹ و ۳-۵۰).



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، II dvm، ماهیچه‌های پشتی شکمی، ITA) آپودم پشتی، LT) تراشه جانبی، SPT) تراشه اسپرکلی، 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.



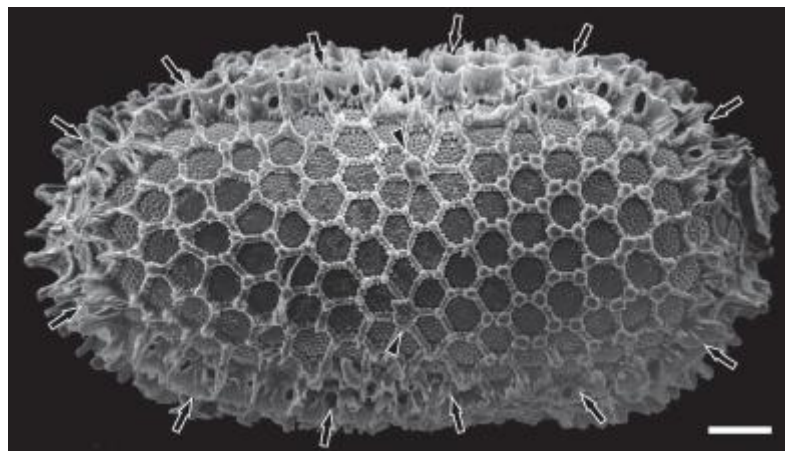
شکل ۳-۷۰: روش‌های مختلف انتقال اسپرم از حشرات نر به ماده





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.



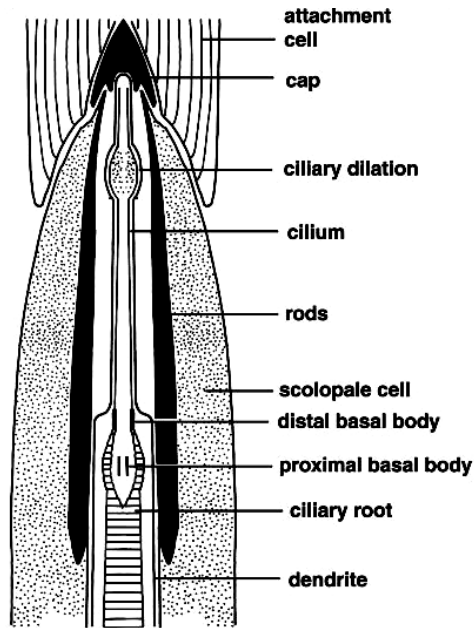
شکل ۳-۸۸: تصویر میکروسکوپی از تخم گونه *Zorotypus caudell* (Zygoptera) و نمایش میکروپیل‌های موجود در آن مقیاس  $50\mu\text{m}$  (Mashimo et al., 2011)

## 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.



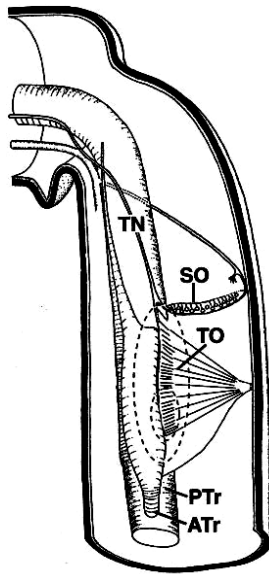
شکل ۴-۶: بخش انتهایی دندریت در یک سلول حساس و مشاهده ناحیه cilium, Scolopale cell و اتساع دندریت. (Young, 1973).

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.

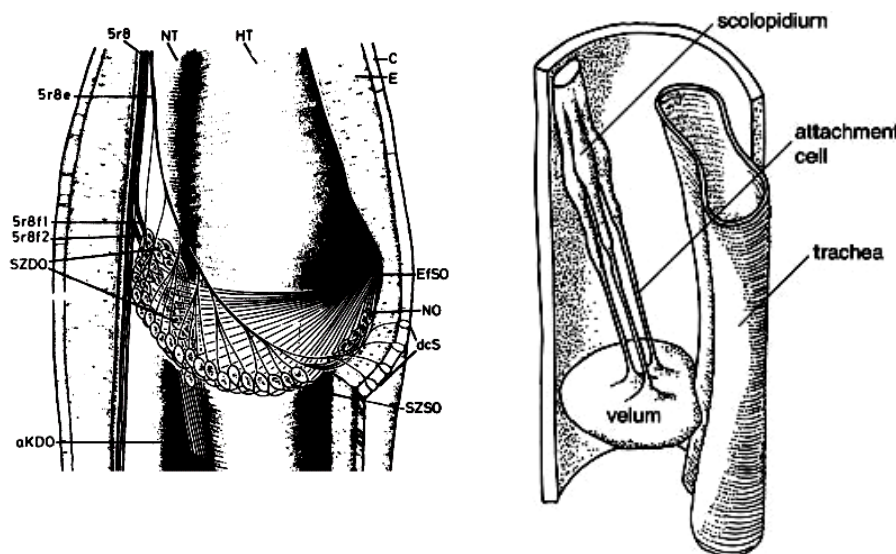


شکل ۴-۱۷: تصویر شماتیک از ساق پای جلویی جیرجیرک *Gryllus bimaculatus* و نمایش کیسه‌های هوایی موجود در اعضای تیمپانال (To). (Atr. تراشه جلویی، Ptr) تراشه عقبی، (So) اعضای زیرزانویی و TN عصب تیمپانال (Michel, 1974).

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 زیرانویی در دریافت امواج موجود در هوا و برای فرایندهای جفت‌یابی موثر هستند.



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

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

(Resh & Cardes, 2003).

در شب‌پره *M. sexta*، اعضاء زیرانویی 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 زیرانویی 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

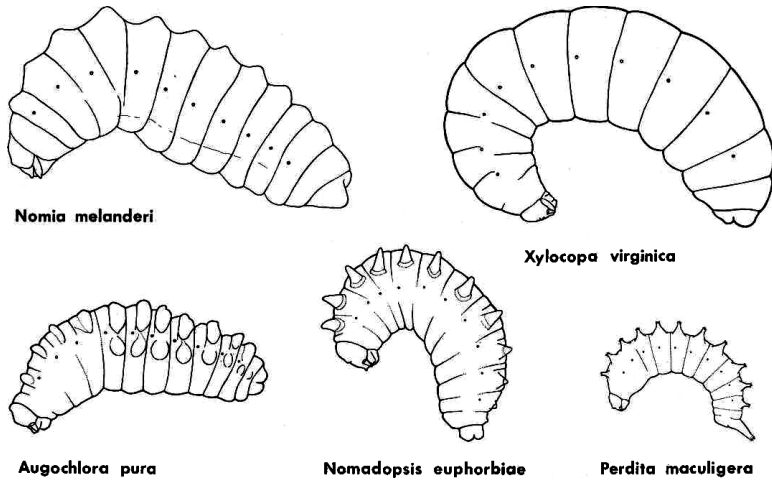
### مراحل مختلف رشد و نمو در حشرات

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



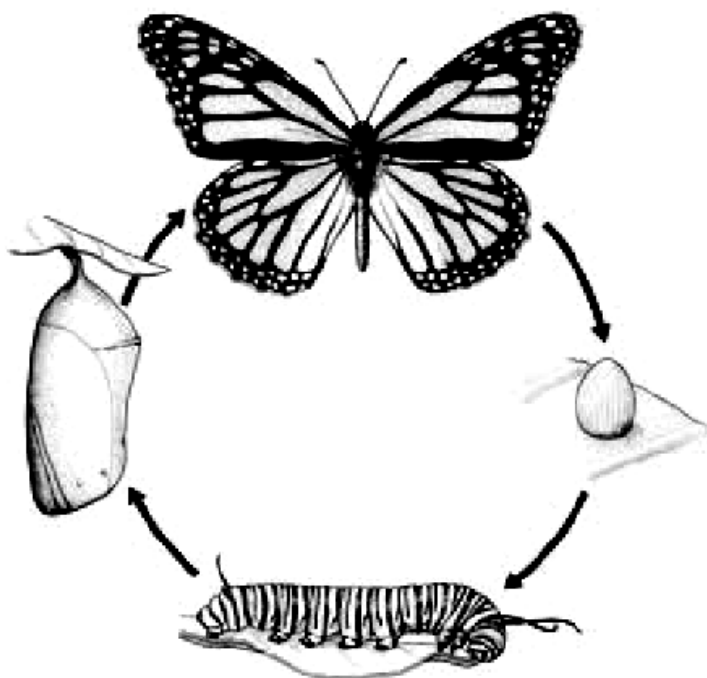


شکل ۵-۷: اشکال مختلف لاروهای بدون پا (Apoda) در بال‌غشائیان زیر راسته Apocrita  
(Stephen, et al., 1969).

### - 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 پیوسته‌های 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 زیرراسته Nematocera دیده می‌شود. در لاروهای ورمی‌فرم با سر تحلیل یافته، سر و پیوسته‌های آن تحلیل رفته و عموماً به داخل سینه





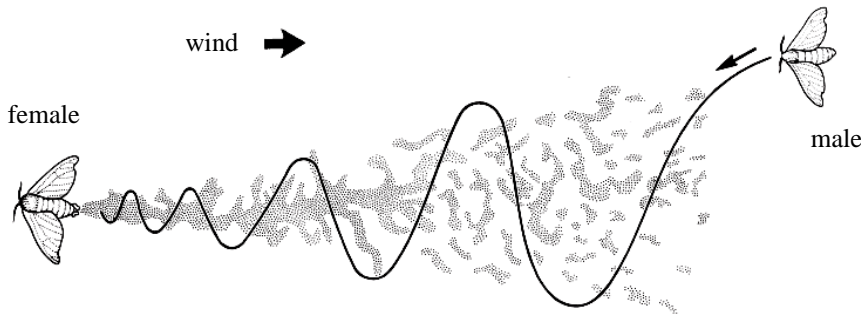
شکل ۵-۱۳: تصویر کلی از چرخه زندگی در حشرات با دگردیسی کامل

#### 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 ترشحی 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  
Apiniae 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  
*Carcinoscorpius* 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  
 Centrolecithes 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</i> <i>septempunctata</i> 592	Corpora cardiac 339
Chorion 446	Coccinellidae 150	Corpora pendunculata 321
Chorion 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, 441,474,475,494,550,55 1, 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> 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, 275,277
Cucujidae 244,590	Depressor muscles 99,100	Diptera 283,285,341,355 357,359,423,474,494,545, 547,550,552,558
Cucurbitaceae 601	Dermal glands 38	Diptericin 298
Cucurbitacin 601	Dermaptera 142,171,186, 341,342,355,410,436,56 8	Direct flight muscles 207
Culicidae 118,156,262, 377,393,394,395,409, 487,489,545,547,548, 549,574	Dermostida 31,32,141,516 , 535	Dispersion pheromone 592
Curculionidae 23,150, 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, 516,551	Dichotomous spermatogenesis 427,429	Dorsall vessel 269
Cylindricula 104	Dictyoptera 169,185 , 211,230,285, 333,341, 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, 565	<i>Dinocras cephalotes</i> 291	<i>Drosophilla</i> 279,290,304 307,321,386,389,424,429,443, 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, 510
Dendritic dilation 467, 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>Eurypelma</i> 12
Eclosion 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 bouvardi</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
Isodynal 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
	Lampyridae 110,413		<i>Lomamyia latipennis</i> 603
<b>J</b>	<i>Lampyris noctiluca</i> 372		Long day insects 577
Japygidae 186	Larve 537		Longevity 565
<i>Japyx</i> 376	<i>Lasius niger</i> 130		Lucanidae 112, 141, 501
Janet's organ 471	Lecheur 122,123		<i>Lucanus cervus</i> 33
JH-Esterase 360	<i>Leishmania</i> 135		<i>Lucilia</i> 72
JH-Epoxide Hydrolase 361			
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

*Juglans* 600

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

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, 147,170 285,341,410,550
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	Organe 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 faciatius</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>Pauropus 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, 429,437
Polymorphism 565	Primary pigments 517	Proventriculus 223
Polynephrides 249	Primary segmentation 49,64	Pselaphidae 139
Polyneuronal innervation 212	Principal cells 227,250	Psephenidae 403
Polyoxine 57	Proarthropoda 4	Pseudocolleterial glands 441
Polyphaga 416	<i>Probezzia</i> 549	Pseudocone type 516
Polyphenism 566	Proboscis 122	Pseudoplacental viviparity 530
Polypneustic 376	<i>Procladius</i> 549	Pseudopoda 190
Polypoda Larve 538	Proctodael trophallaxis 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> 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, 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 493	Pterygota 22
<i>Precis coenia</i> 330	Prostheca 111	Ptilinum 283,551
Precursors 328	Prothoracicotropic 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 terraenovae</i> 511	Pygidium 4
Pretarsus 151	<i>Protopulvinaria pyriformis</i> 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  
 Rafinose 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 omatidia 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 349,393,403,404 410,545,548,549	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 52,139,141, 159,171,552, 559,603
		Stellate cells 250
Seminis spermatheca 438	Sinigrin 606	Stem cells 227,289
Semiochemical 584, 585	Siphonoptera 134,223, 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, 530, 543, 550,551,559
Sensilla coelonica 478	Solpugida 10,12	Stigmate 373,374
		Stipe 113,115
Sensilla placodea 479	Soma 311	Stomatogastric system 326
Sensilla styloconica 477	Somites 19	Stomodaeum 219
sensilla trichoidea 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> 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, 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 320,324
Shell fish 54		Suceur 120
Short day insects 577	Spirostreptidae 20	

- 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 147,174,357 388, 547,550,551,585		Vaginal mating plug 423	Xanthommatine 85
<i>Trichosoma</i> 112		Valve 374	Xanthuranic acid 135
Trilobitomorpha 4		Valvula 181	Xantopterine 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		Vasefferes 417	Yolk 443
Tritocerebrum 321,322		Vasodilator 135	<b>Z</b>
Trochanter 148		Ventral nerve cord 320,324	Zygentoma 22,276
Trochantin 147		<i>Venturia canescens</i> 301	Zonular septate 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 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, 453
Trypsin 238		Vespidae 27,123,152	
Tuber 67,68		Visceral muscles 205,206	
Tubular body 463,510		Visceral nervous system 326	
Tumbler 546		Vitellarium 432	
Tymbal system 501		Vitellin 443	
Tympanal organ 489		Vitelline envelope 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 ventral nerves 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**