

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 بندهایان 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
	فصل اول: تشخیص جایگاه و نقش حشرات در طبیعت
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
	فصل دوم: شکل شناسی خارجی (Morphology)
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/>	
فصل سوم : آناتومی در حشرات	
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	میکروارگانسیم‌های 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 اندوکرین 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
فصل چهارم: اعضاء حسی در حشرات	
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

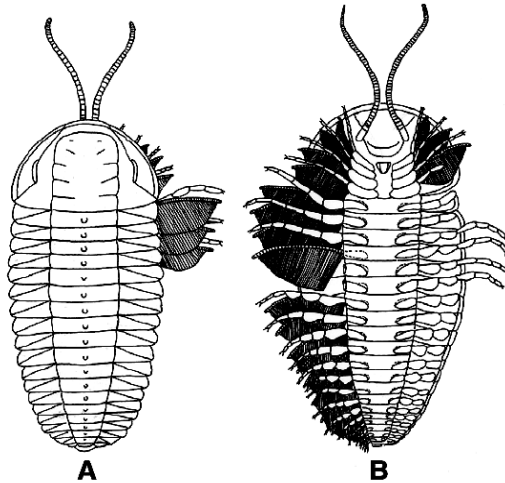
تشخیص جایگاه و نقش حشرات در طبیعت

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).

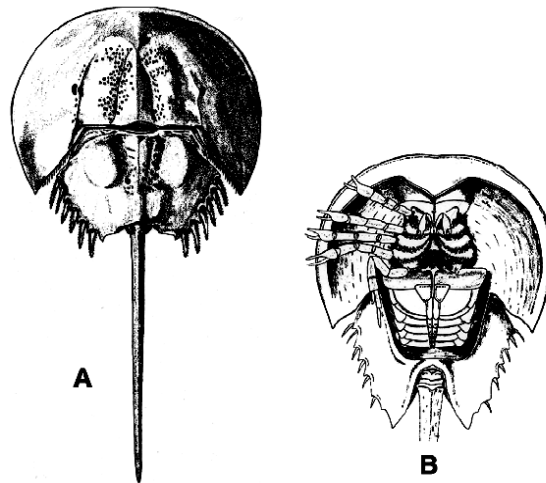
ب) کلیسر داران (Chelicerata = Arachnomorphes)

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 ^a
تب استخوان شکن	پشه جنس <i>Aedes</i>	ویروس	۵۰ میلیون	۰/۵ میلیون
کوری رودخانه	پشه <i>Simulium</i>	نماتد	۱۸ میلیون	NA ^b
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 ^a
بیماری خواب	مگس <i>Glossina</i>	<i>Trypanosoma</i> (Protozoa)	۳۰۰۰۰۰-۵۰۰۰۰۰	NA ^a
بیماری تب زرد	پشه <i>Aedes</i>	ویروس	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰

NA^a = تخمین دقیقی از جمعیت افراد آلوده در دست نیست

NA^b = 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.

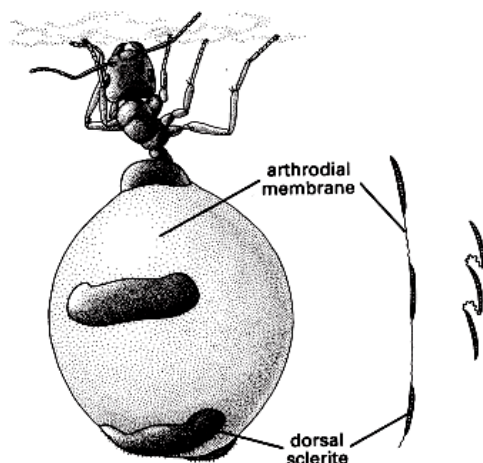
با وجود تمامی این مطالب می‌توان گفت که بسیاری از حشرات کاملاً مفید بوده و وجود آنها برای طبیعت امری ضروری است. در حقیقت می‌توان گفت که بدون حشرات نظام بیولوژیک طبیعت دچار اشکال است. حشرات در بازگشت مجدد کربن، نیتروژن و سایر مواد ضروری به طبیعت موثر هستند

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 مضر 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

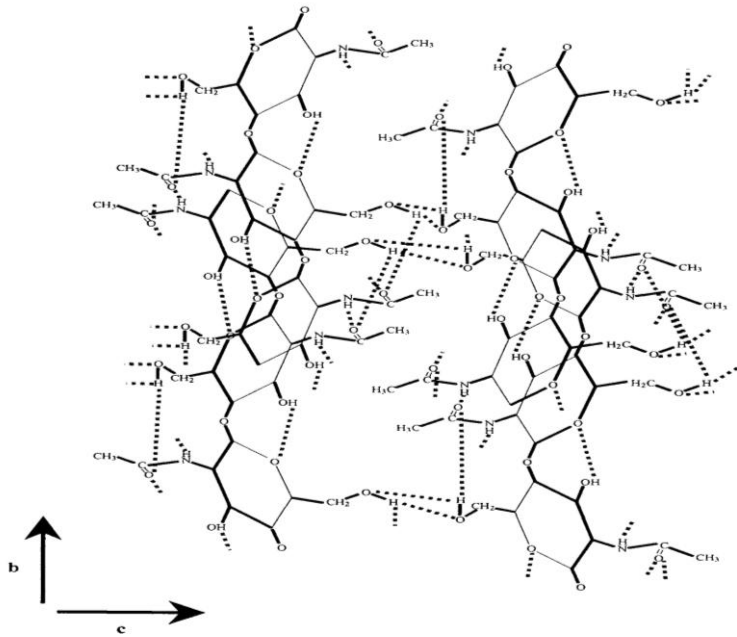


شکل ۲-۵: چگونگی اتساع شکم در مورچه‌های کارگر *Compontus inflatus* (Devitt, 1989).

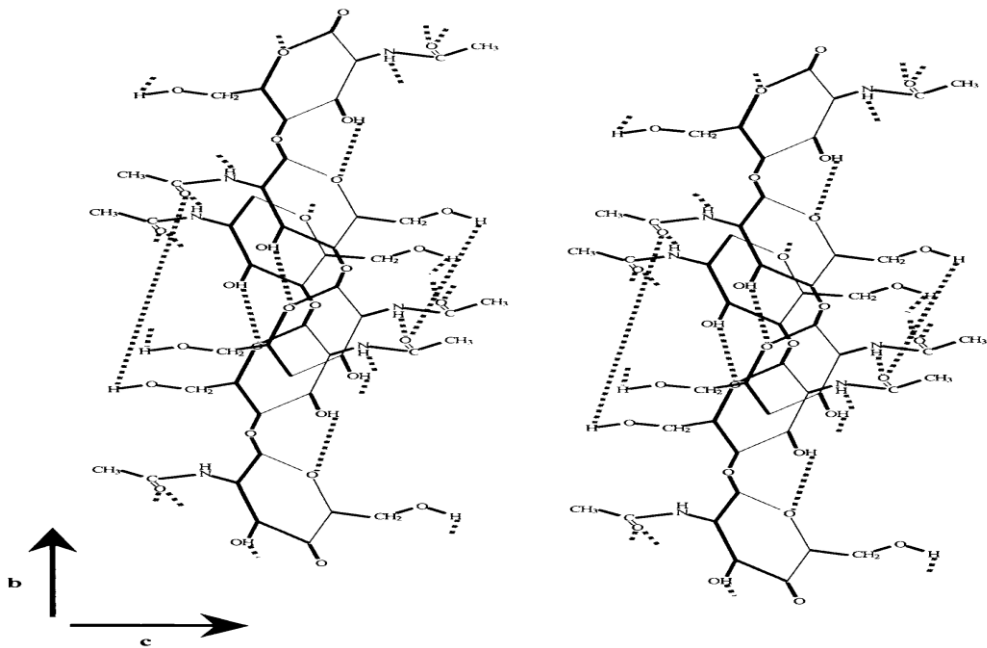
بر اساس چگونگی گسترش و قرارگیری پرده غشایی، نحوه حلقه‌بندی موجود در بدن حشرات را می‌توان به دو دسته حلقه‌بندی اولیه و ثانویه طبقه‌بندی نمود. در بسیاری از لارو حشرات، هر حلقه به کمک تاخوردگی‌های درونی پوست از حلقه بعدی تمایز می‌یابند. از سوی دیگر ماهیچه‌های طولی به این تاخوردگی‌ها متصل شده و سبب حرکت 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 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

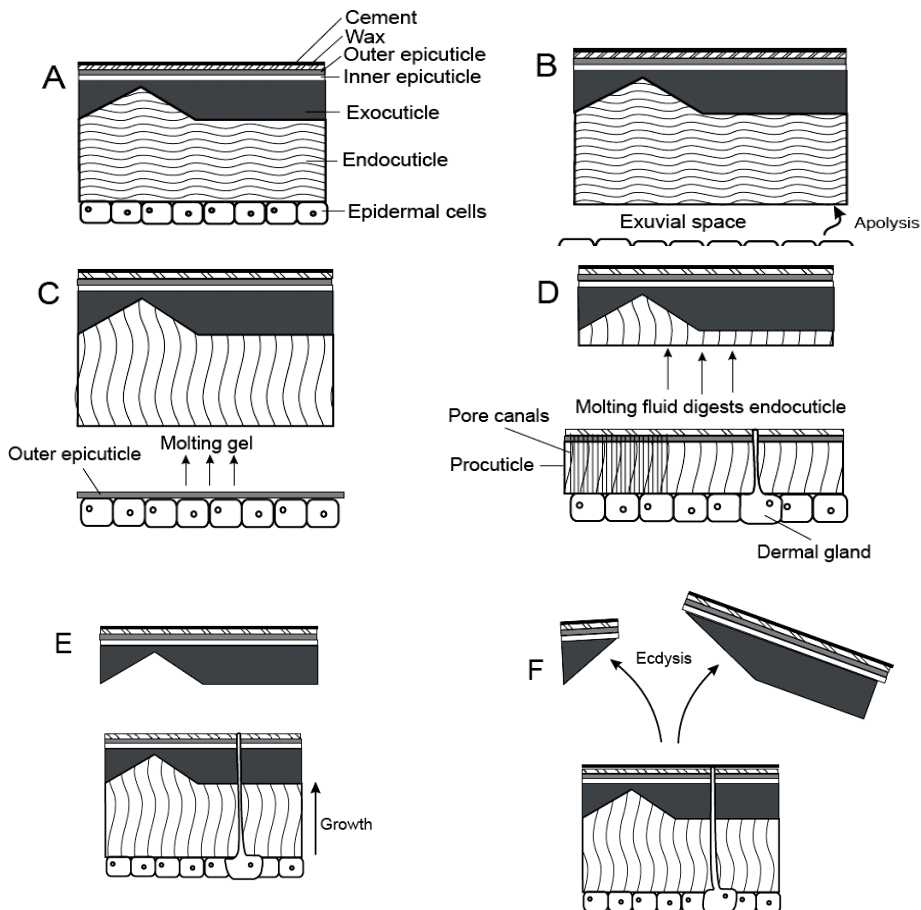
بسیاری از اطلاعات بدست آمده در خصوص آنزیم‌های شرکت کننده در سنتز کیتین از طریق آزمایش‌های صورت گرفته روی قارچ‌ها به دست آمده است و به نظر می‌رسد



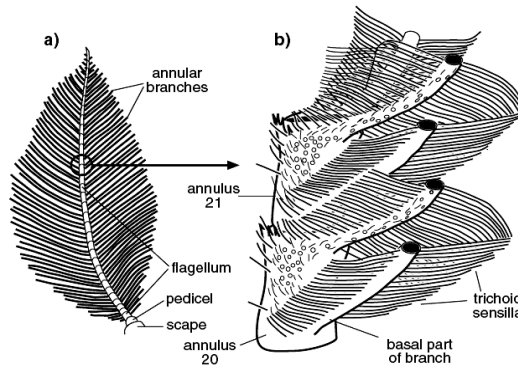
شکل ۲-۹: ساختار کلی کیتین. تصویر بالا α کیتین و تصویر پایین β کیتین (Khor, 2001)



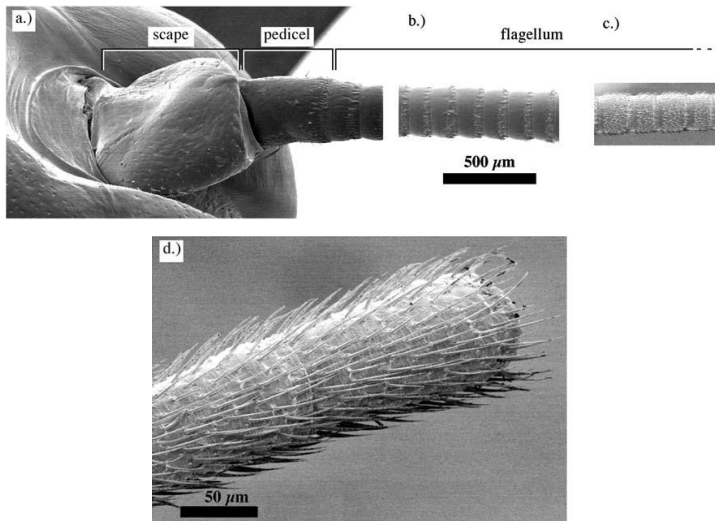
جلو و از ناحیه درز موسوم به درز پوست‌اندازی شروع به شکاف و ترک خوردن (عموماً به صورت شکاف T شکل) می‌کند. اندکی قبل از خارج شدن حشره از پوست کهنه، مواد مومی ترشح شده توسط اپیدرم، از طریق کانال‌های موجود در پوست در روی کوتیکول جدید قرار می‌گیرند. این امر سبب عایق شدن پوست جدید قبل از دور افتادن پوست کهنه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

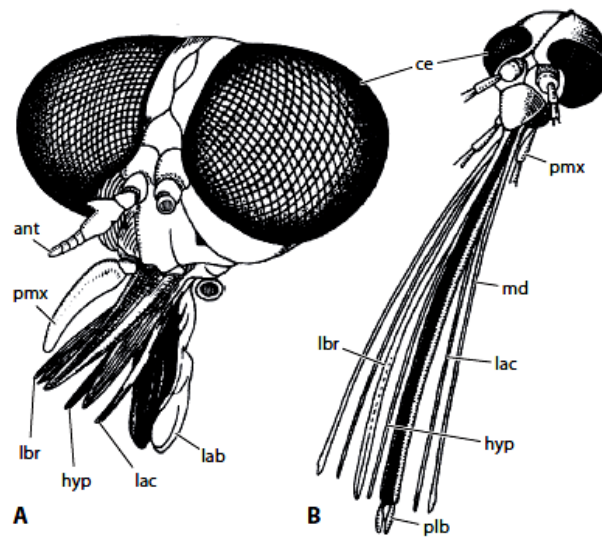


شکل ۲-۲۹: اندام‌های حسی ویژه در شاخک پرورش حشرات نر پروانه *Telea polyphemus* (a) نمای کلی از شاخک (b) دو مفصل شاخک ونحوه قرارگیری تعداد فراوان اعضاء حسی موجود در آن (Chapman, 1998).



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

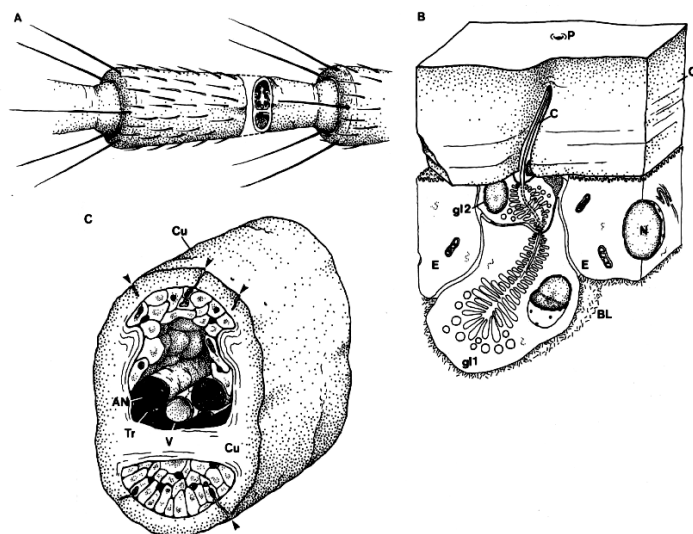


شکل ۲-۴۲: قطعات دهانی زنده در دو بالان. (A) خرمگس‌های خانواده Tabanidae و (B) پشه‌های خانواده Culicidae. hyp = هیپوفارینکس، lab = لابلا، lac = لاسینیا، lbr = لب بالا، md = آرواره بالا، pmx = پالپ لب پایین، plb = پالپ لب پایین، (Ziegler, 2005).

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.

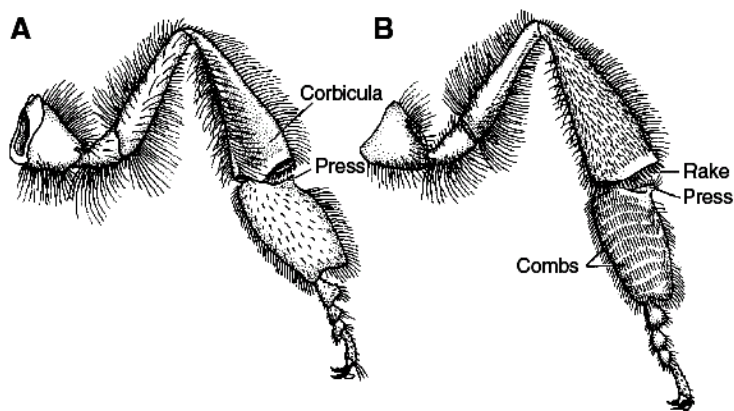


شکل ۲-۵۲: تصویر شماتیک از غده شاخکی در سوسک‌های گونه *Platynus assimillis* (Carabidae) و مقایسه قسمت‌های مختلف آن. (A) برش عرضی از شاخک و نمایش موقعیت قرارگیری غده‌های شاخکی در آن، (B) نمایش سلول‌های ترشحی خوشه‌ای و نحوه گسترش مجرای عمومی به دورن اپیدرم و کوتیکول شاخک و (C) برش عرضی از مفصل شاخک و نمایش دقیق‌تر غده و رگ‌های مرتبط با آن. (An) عصب شاخک، (C) مجرای مشترک آسینوس‌های غده شاخک، (Cu) کوتیکول، (E) اپیدرم، (G1 و G2) 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.

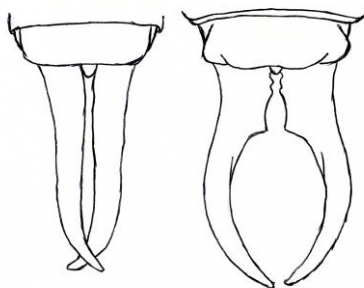
۸- پاهای سبدی

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.

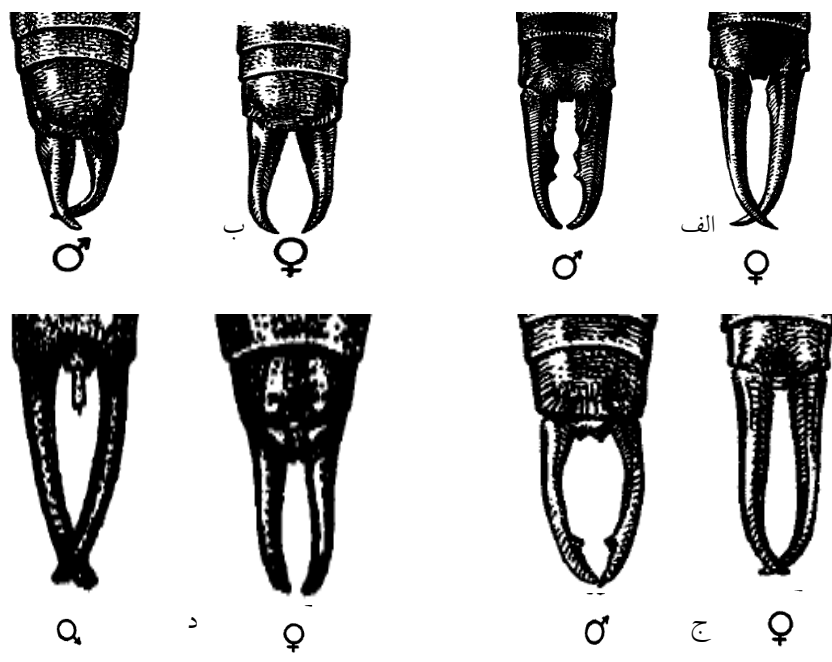


شکل ۲-۷۰: پاهای سبدی در زنبور عسل و مشاهده قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده آن. (A) از سطح خارجی و (B) از سطح داخلی (Schoonhoven, et al. 2005).

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)

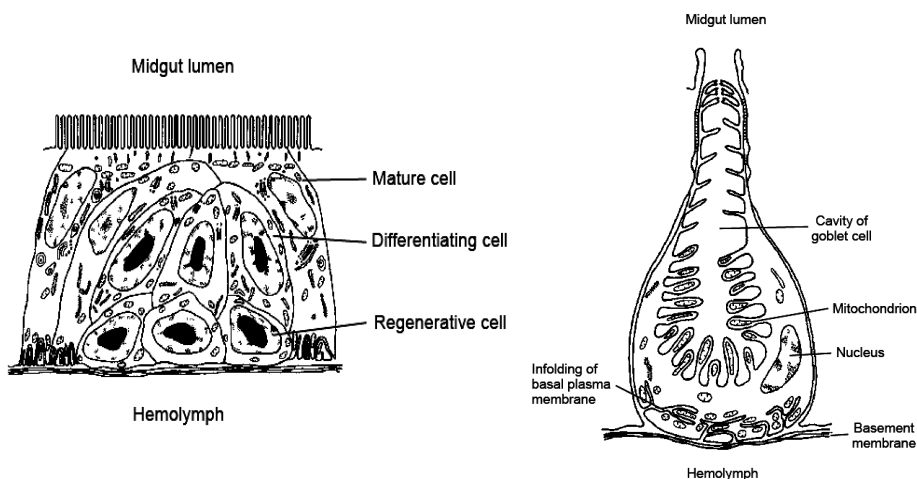
فصل سوم

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

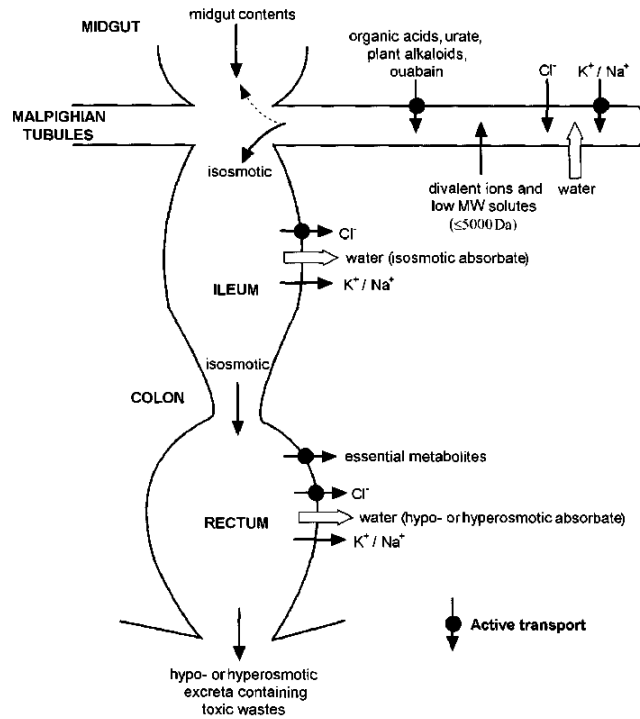
هستند که به طور نامتقارن تقسیم شده و سلول‌های ستونی و درون ریز را تولید می‌کنند (شکل ۳-۱۱). سلول‌های جامی شکل که به نام *Calciform cells* نیز نامیده می‌شوند، عموماً به صورت انفرادی و پراکنده در بین سایر سلول‌ها دیده می‌شوند، اما گاهی نیز ممکن است در دسته‌های کوچکی نیز دیده شوند. این سلول‌ها در انتقال 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.



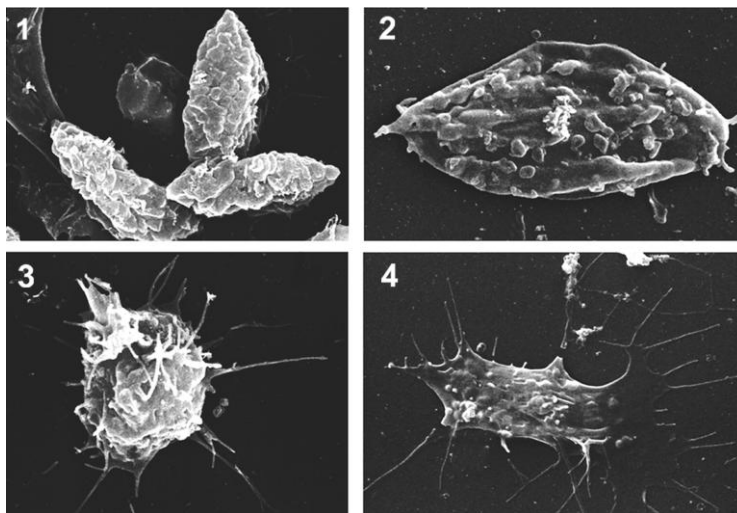
شکل ۳-۱۶: نمای کلی از نحوه ورود و انتقال مواد ادراری از لوله‌های مالپیگی به سمت مخرج و نوع انتشار (فعال و یا غیر فعال) یون‌های مختلف در حشرات خشک‌زی (Coast, et al., 2002).

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)^۱، 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.



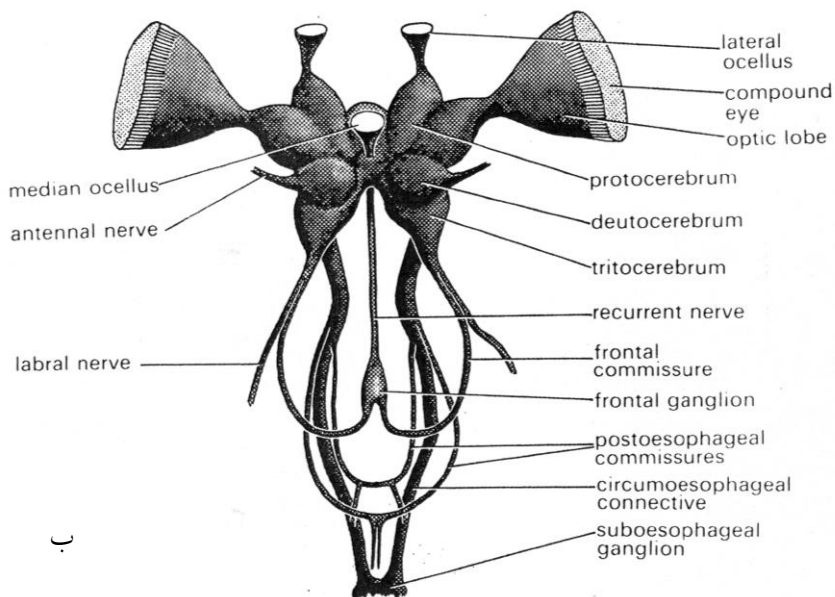
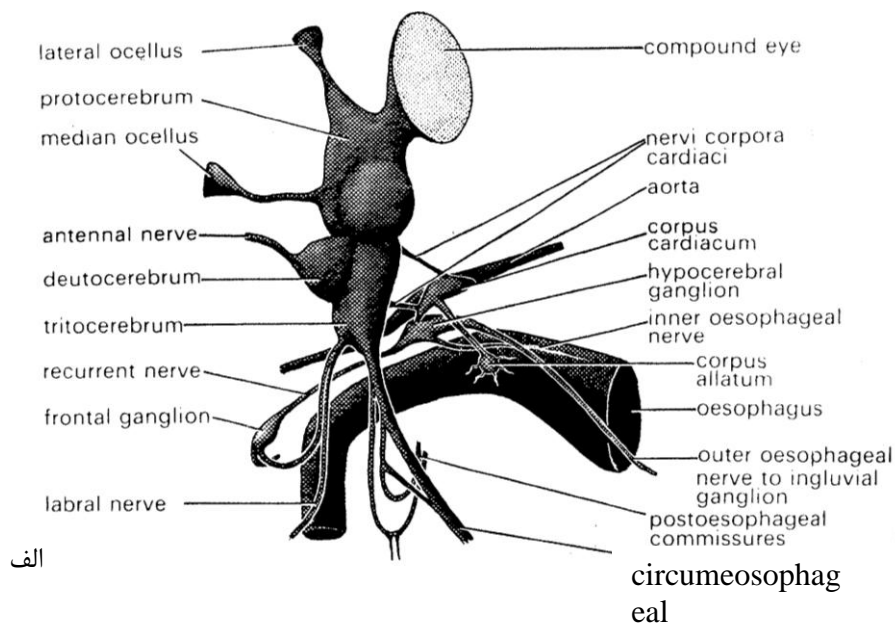
شکل ۳-۲۹: تصویر میکروسکوپ الکترونی از سلول‌های خونی *Dinocras cephalotes* راسته بهاره‌ها (۱) سلول‌های گرانولوسیت (با بزرگ‌نمایی ۳۰۰۰). ۲- سلول‌های پلاسموتوسیت فرم سوزنی (بزرگ‌نمایی ۵۰۰۰). ۳) سلول‌های پلاسموتوسیت شبیه خارپوست دریایی (بزرگ‌نمایی ۴۵۰۰) ۴) پلاسموتوسیت کامل و چسبنده (بزرگ‌نمایی ۳۰۰۰) (Tiernodefigueroa,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

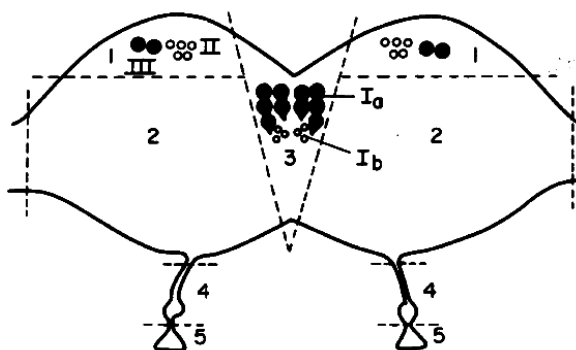
با وجود آن که سلول‌های گرانولار و پلاسموتوسیت، سلول‌های شناخته شده و اصلی در کپسوله کردن هستند اما در برخی از منابع گزارش‌هایی مبنی بر نقش سایر سلول‌های خون و از جمله ترومبوسیتوئیدها، لاملوسیت‌ها و انوسیت‌ها اعلام شده است که به نظر می‌رسد این سلول‌ها اشکال دیگری از سلول‌های گرانولار و پلاسموتوسیت می‌باشند 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 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 بزرگ تری 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^۱ 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^۲ در سال ۱۹۳۳ اشاره نمود.

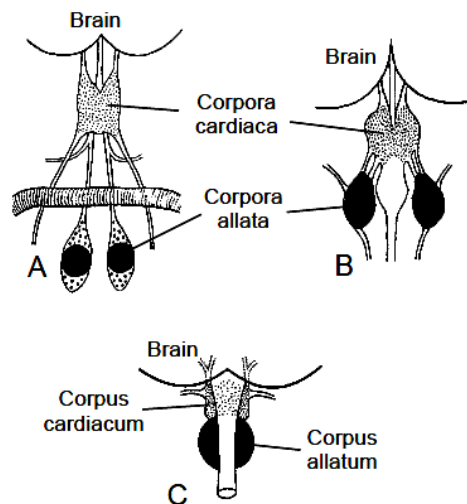
-- شکل‌شناسی اجسام کاردیاکا

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

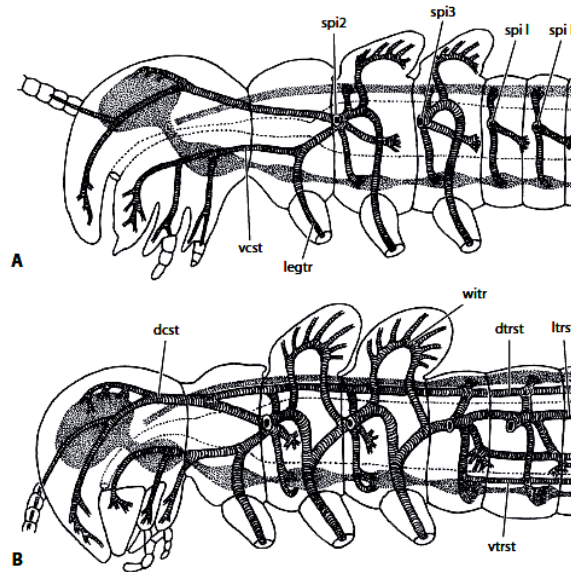
فیولوژنیک، ساختار و ارتباط با سایر غده‌های اندوکرین به تیپ‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. عموماً غده‌های آلاتا به صورت یک جفت غده کرووی و کوچکی هستند که در دو طرف مری و در زیر مغز قرار می‌گیرند. در بعضی از حشرات مانند راسته‌های *Diptera*، *Dermaptera* و *Hemiptera* این غده‌ها ممکن است در سطح پشتی میانی و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

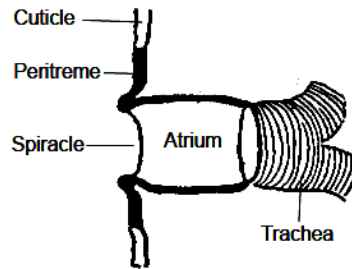


شکل ۳-۴۸ سیستم تراشه در حشرات مختلف. (A) بی‌بالان (B) حشرات بال‌دار. Ddst = تراشه پشتی ناحیه سر، dtrst = تراشه پشتی سینه و شکم، legtr = تراشه پا، witr = تراشه بال (Seifer, 1995)

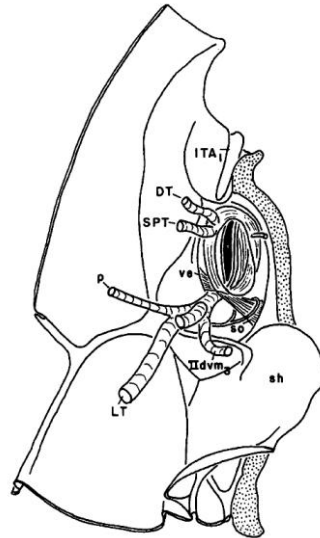
منافذ تنفسی (Stigmate)

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 اتاقک 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

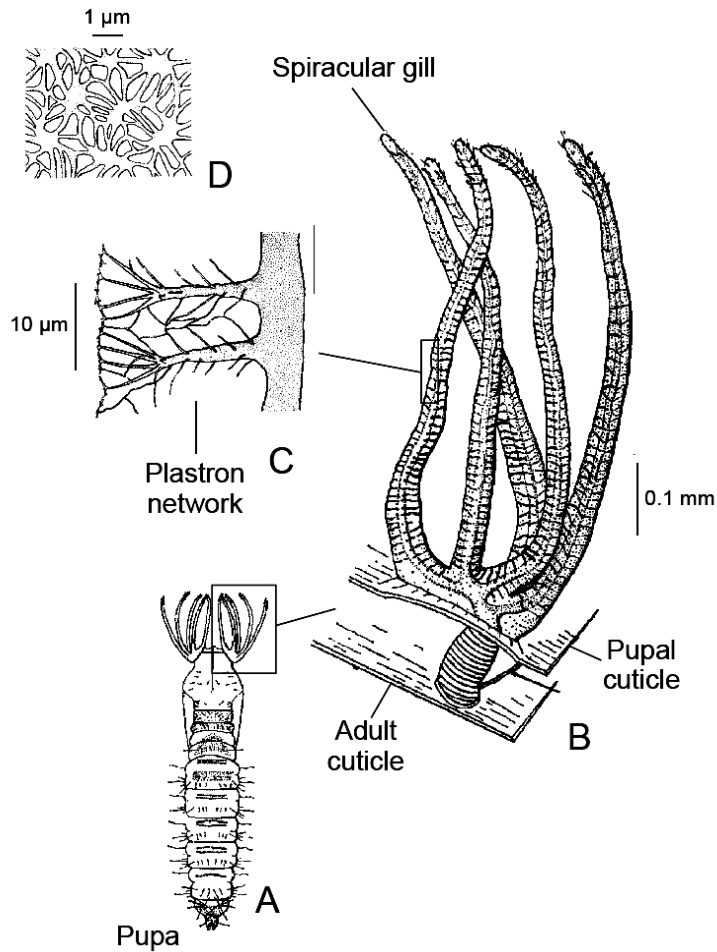
سوی دیگر اطراف سوراخ‌های تنفسی و فضای درونی آتریوم توسط موهای ریزی پوشیده شده‌اند که این موها در حشرات هوازی به منزله یک صافی، از ورود گرد و غبار و در حشرات آبزی، از ورود آب به داخل لوله‌های تنفسی جلوگیری می‌کند (شکل ۳-۴۹ و ۳-۵۰).



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 اسپرکالی، 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

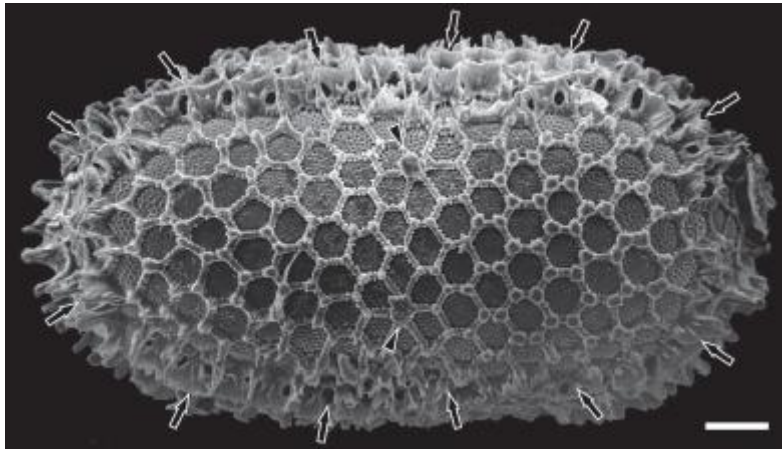
حشرات ماده را سوراخ می‌کند و اسپرم را وارد خون اطراف دستگاه تولیدمثل حشره ماده می‌کند. اسپرم پس از ورود به بدن، از طریق خون به دستگاه تولید مثل حشره ماده رسیده و فرایند تلقیح صورت می‌گیرد. در روش تلقیح خونی ممکن است برخی از اسپرم‌هایی که وارد خون می‌شوند به عنوان تغذیه مناسبی برای تامین انرژی حشرات مادر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



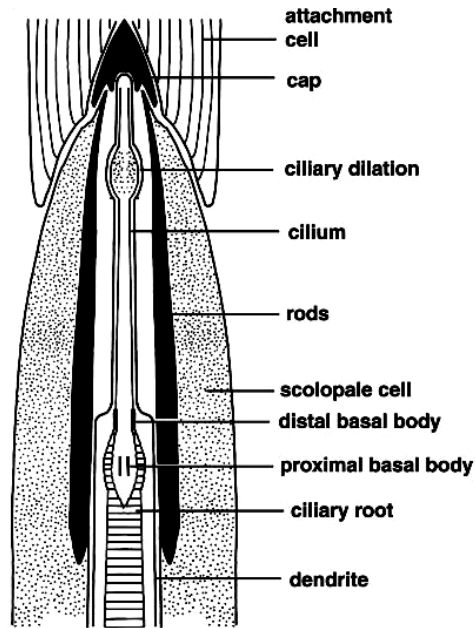
شکل ۳-۸۸: تصویر میکروسکوپی از تخم گونه *Zorotypus caudell* (Zygoptera) و نمایش میکروپیل‌های موجود در آن مقیاس $50\mu\text{m}$ (Mashimo et al., 2011)

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.

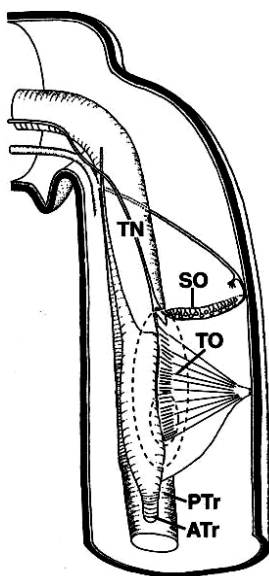


شکل ۴-۶: بخش انتهایی دندریت در یک سلول حساس و مشاهده ناحیه cilium, Scolopale cell و اتساع دندریت. (Young, 1973).

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

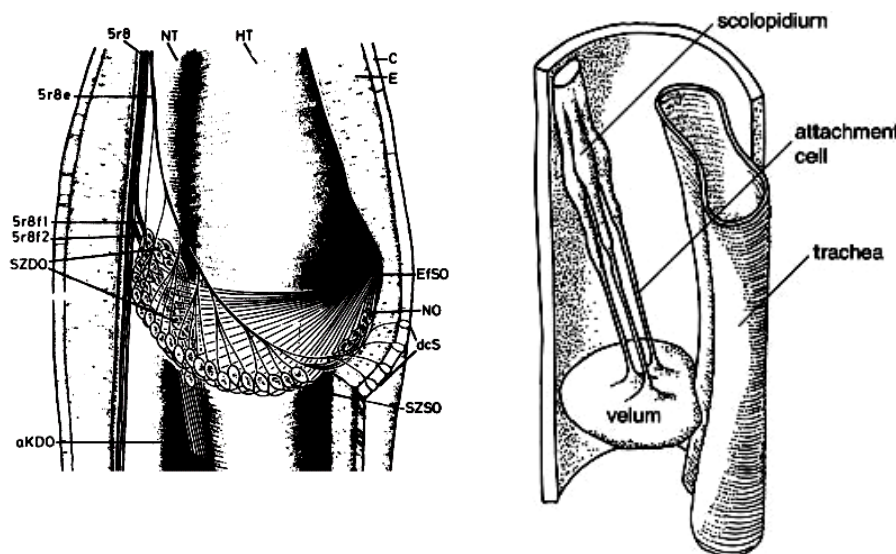
اعضاء نسبت به فرکانس‌های بالا (امواج ماوراء صوت) حساس هستند و احتمالاً این حشرات قادرند که موقعیت و نزدیک شدن دشمنان خود و به ویژه خفاش‌ها را تشخیص دهند. در این حالت حشرات بسته به فاصله مکانی دشمن و شدت صدای تولید شده، عکس‌العمل‌های مختلفی نشان می‌دهند. به عنوان مثال شب‌پره‌ها در صورتی که امواج ساطع 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 (A.Tr. (To). 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

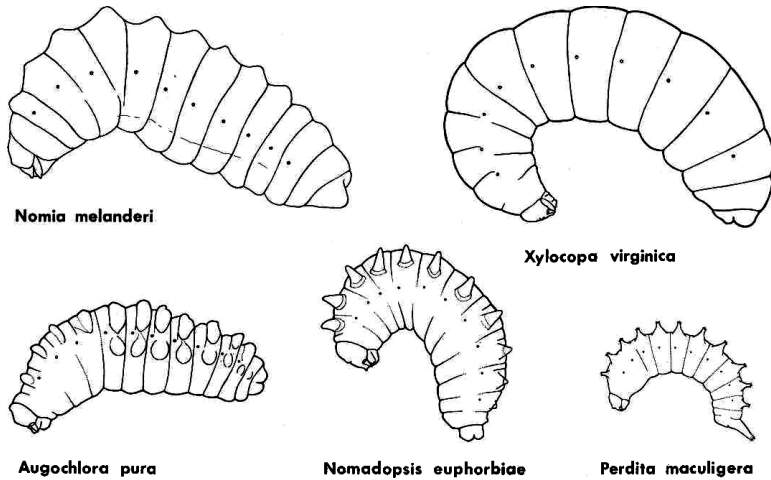
فصل پنجم

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)

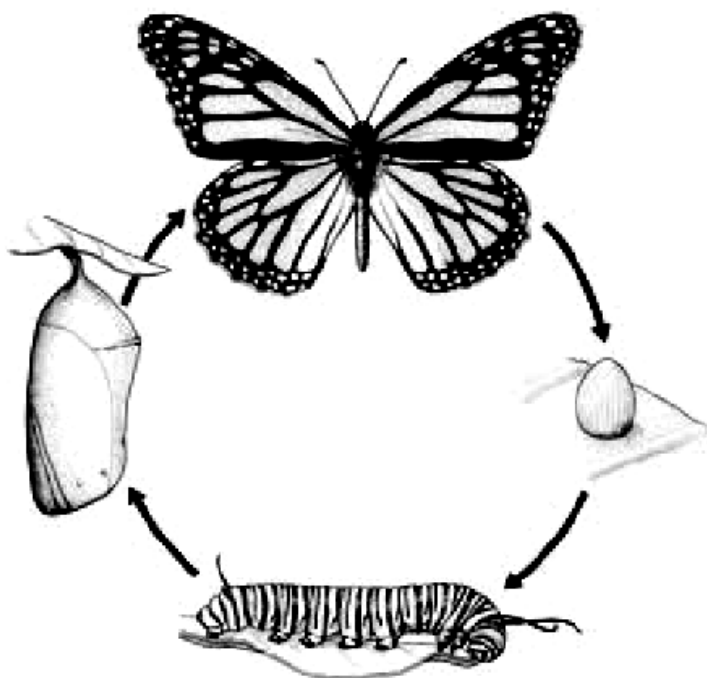
تخم‌گذاری عمومی‌ترین روشی است که در اکثر حشرات رخ می‌دهد. در چنین حالتی تخمک‌ها پس از تکامل در تخمدان، با اسپرم حشرات نر تلقیح شده و سپس تخم‌ها از طریق مجرای تخم‌ریز از سوراخ تخم‌ریزی خارج می‌شوند. تخم‌ها در این حالت دارای ذخیره غذایی (زرده) کافی برای رشد و نمو هستند. به نظر می‌رسد که در تخم‌گذاری، هر 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 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 زیرراسته Nematocera دیده می‌شود. در لاروهای ورمی‌فرم با سر تحلیل یافته، سر و پیوست‌های آن تحلیل رفته و عموماً به داخل سینه

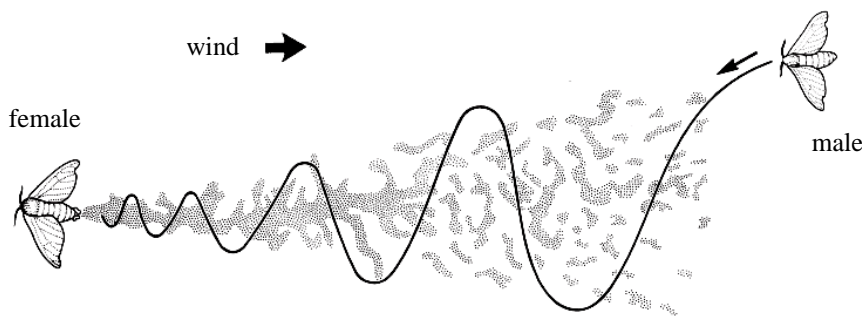


شکل ۵-۱۳: تصویر کلی از چرخه زندگی در حشرات با دگردیسی کامل

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 *Meloidae*، *Rhipiphoridae*، *Micromalthidae*، 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 چهلم 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 خبرداری 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 خبرداری 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
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
 Centrolecitha 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, 441,474,475,494,550,55 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
D	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
E	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
	Fusiform 104	<i>Glossotermes oculatus</i> 109
F		Goblet cells 226
Facultative diapause 574		Gonapophysis 181
Facultative polymorphism 566	G	
Fast axons 212	Galea 113,115,510	Gonocoxae 181
Felagellum 98	<i>Galleria mellonella</i> 245, 367	Gonopodes 179
Feminization 572	<i>Gampsocleis gratiosa</i> 33	Granular 292
Femoral chordotonal organs 474	Ganglion 314	<i>Graphidostertus gigas</i> 20
Femur 148	Ganglion frontal 326	<i>Gromphadorhina portentosa</i> 495
	Gap junctions 40	Grooves 90
Fertilization chamber 438	Gas gills 395	Grub 538
Fiber 208	Gellial cells 315	Gryllidae 339
Fibrillae 209	Gena 93	<i>Grylodes sigillatus</i> 335
Fibrille 204	Generation 563	<i>Gryllus bimaculatus</i> 102,485,491
Fibula 162	Genetic polymorphism 571	<i>Gryllus campestris</i> 368
Filiform 104	Geniculatae 106	<i>Gryllus domesticus</i> 444
Filter chamber 257	Gentiobiose 239	Guaiacol 245
Flabellum 123	Geomagnetic receptors 483	
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	H
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	I
		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	K	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	L	<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
J	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

Juglans 600

<i>Lutzomyia longipalpis</i>	<i>M. sexta</i>	495,510,533, 567	<i>Melanoplus sanguinipes</i>	424
Lycanidae 548	<i>Manduca</i>	<i>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
M	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>	<i>Megoura</i>	367	Metamorphosis	554
594	<i>Megoura viciae</i>	337,570, 596	<i>Metaphycus helvolus</i>	304
Malacotraca 17,18	Melanine	44,84	<i>Metaphycus swirskii</i>	304
Mallophaga 151,556,267	Melanization	75,79	Metapneustic	377,387
Malpighian tubules	<i>Melanogryllus desertus</i>	333,334,335	Metatarse	150
235,248	<i>Melanophila</i>	483	Metathoracic ganglion	325,326
<i>Mamestra brassicae</i> 486	<i>Melanoplus</i>	579	Metathorax	143
Mandibulae 110	<i>Melanoplus differentialis</i>	368	Microcoryphia	22
Mandibular glands 109, 129,591				
Mandibulata 14				
<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	N	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	P
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
O	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 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>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, 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
 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 349,393,403,404 410,545,548,549	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

		V	X
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	Xanthuronic 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	Y
Tritocerebral 87		Vasdeferens 417	Yolk 443
Tritocerebrum 321,322		Vasodilator 135	Z
Trochanter 148		Venteral 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	
U		Vitellogenin 443	
Uniporous 480		Vitellophages 443	
Univoltine 563,564		Viviparity 529	
Unpaired venteral nerves 327		Voltinism 563	
Urate cells 258		W	
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
Ketabton.com: The Digital Library**