ResearchGate

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

All content following this page was uploaded by Morteza Kahrarian on 15 April 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

(c) ketabton.com: The Digital Library

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد کرمانشاه

حشره شناسی
«مرفولوژی و فیزیولوژی»

تألیف :
دکتر مرتضی کهراریان

(c) ketabton.com: The Digital Library

بسم الله الرحمن الرحيم

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 : ۶- ۳۶۲۹-۱۰-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه
موضوع: حشره‌شناسی
موضوع: حشره‌ها- ریخت‌شناسی
شناسه افزوده: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۴ ۵ح۹ک/QL۴۶۳
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: ۶- ۳۶۲۹-۱۰-۹۶۴-۹۷۸

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
تلفن: ۰۸۳۳۷۲۴۳۱۸۱ نمابر: ۰۸۳۳۷۲۴۳۱۹

(c) ketabton.com: The Digital Library

پیشگفتار

جنگ بین انسان و حشرات تقریبا از آغاز پیدایش انسان وجود داشته و احتمالا تا زمانی که انسان و حشرات وجود داشته باشند، ادامه خواهد داشت. متاسفانه انسان سختی‌ها و ناملایمات را سریع‌تر درک می‌کند و از آنجائی‌که 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 حشره شناسی نیز در ابتدا بر پایه شناسایی و مبارزه با حشرات زیان‌آور پایه گذاری 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 فلاحت 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 اجتناب ناپذیر 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 نسبتا مناسب و کاملی از شکل‌شناسی حشرات بیان شده است. در فصل سوم سعی شده است همراه با شکل شناسی داخلی بدن حشرات

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 عموما 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 فرازمند 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 عزیزیم **"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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: تشخیص جایگاه و نقش حشرات در طبیعت	
بندپایان (Arthropoda)	۱
الف) بندپایان اولیه (Proarthropoda)	٤
ب) کلیسر داران (Chelicerata)	٥
ج) زیر شاخه شاخک‌داران یا آرواره‌داران (Mandibulata)	١٤
– رده تراشه‌داران اولیه (Protracheata)	١٤
– رده سخت پوستان (Crustacea)	١٦
– رده هزارپایان (Myriapoda)	١٨
– رده حشرات (Insecta)	٢٢
سود و زیان حشرات	٢٦
منابع	٣٥
فصل دوم: شکل شناسی خارجی (Morphology)	
پوست (Integument)	٣٧
قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده کوتیکول	٤١
ضخامت پوست و نحوه قرارگیری آن در نقاط مختلف بدن	٤٧
مجاری متخلل موجود در کوتیکول	٥٠
ساختار شیمیایی تشکیل دهنده پوست	٥١
وظایف پوست در حشرات	٦٠
درزهای موجود در پوست حشرات	٦٦
زوائد موجود در پوست حشرات	٦٧
فرایند پوست‌اندازی	٦٨

(c) ketabton.com: The Digital Library

عنوان	صفحه
فعل و انفعالات شیمیایی پس از پوست‌اندازی	۷۵
تنظیم هورمونی پوست‌اندازی	۸۱
عوامل موثر در پوست‌اندازی	۸۱
رنگ و تولید آن در حشرات	۸۱
بخش بندی بدن حشرات	۸۷
سر	۸۷
- اسکلت داخلی سر	۸۹
- درزها موجود در سر	۹۰
- نواحی و ماهیچه‌های موجود در سر	۹۲
- گردن	۹٤
- پیوست‌های سر در حشرات	۹٦
شاخک‌ها (Antenna)	۹٦
وظایف شاخک	۱۰۱
اشکال شاخک	۱۰۳
قطعات دهان در حشرات	۱۰۸
چشم در حشرات	۱٤۰
سینه Thorax	۱٤۳
پیوست‌های قفس سینه	۱٤٦
پا در حشرات	۱٤٦
اشکال مختلف پا در حشرات	۱۵۳
بال در حشرات	۱٦٤
ساختمان بال در حشرات	۱٦٤
پیدایش بال‌ها	۱٦٦
اشکال مختلف بال در حشرات	۱٦۷
طرز جفت شدن بال‌ها در حشرات	۱۷۳
شکم در حشرات	۱۷۵

(c) ketabton.com: The Digital Library

عنوان	صفحه
ساختار حلقه‌های شکم	۱۷۸
پیوست‌های شکم	۱۷۹
منابع	۱۹۷
فصل سوم : آناتومی در حشرات	
ماهیچه‌ها	۲۰۳
- ماهیچه‌های اسکلتی	۲۰۵
- ماهیچه‌های احشایی	۲۰٦
- ماهیچه‌های پرواز	۲۰٦
ساختمان ماهیچه‌ها در حشرات	۲۰۸
ساختارهای مختلف ماهیچه در حشرات	۲۱۱
تحریک ماهیچه‌ها	۲۱۲
سیستم اکسیژن رسانی به ماهیچه‌ها	۲۱٤
دستگاه گوارش (Digestive system)	۲۱٦
ساختمان دستگاه گوارش	۲۱۷
پیوست‌های دستگاه گوارش	۲۳٤
هضم غذا	۲۳۵
نقش بزاق در هضم مواد غذایی حشرات	۲٤۲
میکروارگانیسم‌های موجود در بدن حشرات	۲٤۳
دستگاه دفع در حشرات (Excretory system)	۲٤۸
تعداد لوله‌های مالپیگی	۲٤۹
ساختمان لوله‌های مالپیگی	۲۵۰
مواد زائد موجود در ادرار	۲۵۱
مکانیسم ترشح در لوله‌های مالپیگی	۲۵۳
سیستم کریپتونفریدی	۲۵۵
اتاقک تصفیه	۲۵۷

(c) ketabton.com: The Digital Library

عنوان	صفحه
انبار و ذخیره سازی مواد دفعی	۲۵۸
تنظیم هورمونی ادرار در حشرات	۲۵۹
دستگاه گردش خون (Circulatory system)	۲٦٦
گردش خون در حشرات	۲۷٤
ضربان قلب	۲۷۸
تنظیم ضربان قلب‌های فرعی	۲۸۱
خون (Haemolymphe)	۲۸۱
- بخش‌های تشکیل دهنده خون	۲۸٤
نقش خون در سیستم دفاعی حشرات	۲۹۷
تشخیص عامل بیگانه	۳۰۵
انعقاد خون و ترمیم زخم	۳۰۷
تنظیم دمایی	۳۰۸
دستگاه عصبی (Nerovous system)	۳۱۱
تقسیم‌بندی سلول‌های عصبی	۳۱۲
گره عصبی	۳۱٤
مکانیسم انتقال و دریافت پیام عصبی	۳۱۷
ساختمان دستگاه عصبی	۳۲۰
دستگاه عصبی مرکزی (Central nervous system)	۳۲۰
دستگاه عصبی احشایی (Visceral nervous system)	۳۲٦
دستگاه عصبی محیطی (Peripheral nervous system)	۳۲۷
سیستم اندوکرین Endocrine system	۳۲۸
سلول‌های عصبی ترشحی (Neurosecretory cells)	۳۳٤
اندام خونی – عصبی Neurohaemal organs (NHOs)	۳۳۹
اجسام کاردیاکا (Corpora cardiaca)	۳۳۱
- شکل‌شناسی اجسام کاردیاکا	۳۳۹
- نقش اجسام کاردیاکا	۳٤۱

(c) ketabton.com: The Digital Library

عنوان	صفحه
آئورت سر	۳٤۲
غده‌های پوست‌اندازی	۳٤۲
غده‌های پوست‌اندازی یا پیش‌قفس‌سینه	۳٤۳
غده‌های اطراف قلبی	۳٤۸
غده‌های اطراف تراشه‌ای	۳٤۹
غده‌های شکمی	۳٤۹
غده‌های حلقه‌ای	۳۵۰
نقش غده‌های پوست‌اندازی	۳۵۰
اجسام آلاتا	۳۵٤
- شکل‌شناسی غدد آلاتا	۳۵٦
- نقش اجسام آلاتا	۳۵۸
سایر ساختارهای اندوکرین	۳۷۱
دستگاه تنفس (The Trancheal System)	۳۷۳
منافذ تنفسی	۳۷٤
- مکانیسم باز و بسته شدن منافذ تنفسی	۳۷۸
لوله‌های تنفسی	۳۸۰
- ساختمان لوله‌های تنفسی	۳۸۲
مکانیسم حرکت و انتقال هوا در بدن حشرات	۳۸۳
کیسه‌های هوا	۳۸۵
تنفس در حشرات خشک‌زی	۳۸۸
تنفس در حشرات آب‌زی	۳۸۹
تنفس در حشرات پارازیت داخلی	٤۰٦
دستگاه تولید مثل (Reproduction system)	٤۰۸
دستگاه تولید مثل در حشرات نر	٤۱٦
مراحل مختلف رشد و نمو اسپرم	٤۲۵
اسپرماتوزوا	٤۲۹

(c) ketabton.com: The Digital Library

عنوان	صفحه
دستگاه تولید مثل در حشرات ماده	٤٣٠
- ساختمان لوله‌های تخم	٤٣١
ویتیلوژنز	٤٤٣
دیواره تخمک یا تخم	٤٤٥
منابع	٤٥٠
فصل چهارم: اعضاءحسی در حشرات	
دریافت کننده‌های نور (Photoreceptors)	٤٥٨
دریافت کننده‌های مکانیکی (Mechanoreceptors)	٤٥٨
- موهای حسی	٤٦١
- اعضاء گنبدی‌شکل یا کامپانی‌فرم	٤٦٣
- اعضاء حسی کردوتونال	٤٦٥
دریافت کننده مواد شیمیایی (Chemoreceptors)	٤٧٦
- اعضای حسی شیمیایی مویی شکل	٤٧٧
- اعضای حسی بازیکونیکا	٤٧٧
- اعضاء حسی سلونیکا	٤٧٨
-اعضای حسی فلسی یا صفحه‌ای	٤٧٩
گیرنده‌های حرارتی	٤٨٢
گیرنده‌های مغناطیسی	٤٨٣
معرفی مهم‌ترین حواس موجود در حشرات	٤٨٤
- اعضاء حس شنوایی	٤٨٤
-- موهای شنوایی	٤٨٦
-- عضو جونستون	٤٨٧
-- اعضاء حس تیمپانال	٤٨٩
-- اعضاء زیرزانویی	٤٩٤

(c) ketabton.com: The Digital Library

عنوان	صفحه

-- اندام پایلفر	٤٩٦
- اعضاء تولید صدا	٤٩٦
- اعضاء حس بویایی	٥٠٤
- اعضاء حس چشایی	٥٠٨
- اعضاء حس بینایی	٥١٢
-- ساختمان چشم‌های مرکب	٥١٣
متعادل سازی و تنظیم دمای بدن	٥٢٠
منابع	٥٢٣

فصل پنجم: مراحل مختلف رشد ونمو در حشرات

تخم‌گذاری	٥٢٧
زنده‌زایی	٥٢٩
- تخم‌زنده‌زا	٥٢٩
- زنده‌زایی با جفت کاذب	٥٣٠
- زنده‌زایی هموسلوس	٥٣٠
- زنده‌زایی آدنوتروفیک	٥٣١
رشد و نمو در حشرات	٥٣١
مراحل مختلف رشد و نمو در حشرات	٥٣٤
- اشکال مختلف لاروی	٥٣٨
- مرحله پیش‌شفیره (Prepupa)	٥٤٤
- مرحله شفیره	٥٤٦
روش‌های مختلف طبقه‌بندی شفیره	٥٥٠
مرحله بلوغ	٥٥٣
دگرگونی یا استحاله	٥٥٤
نسل (Generation)	٥٦٣
طول عمر	٥٦٥

(c) ketabton.com: The Digital Library

عنوان	صفحه
چند شکلی در حشرات	٥٦٥
چند شکلی محیطی یا اختیاری	٥٦٦
چند شکلی اجباری یا ژنتیکی	٥٧١
توقف	٥٧٣
دیاپوز	٥٧٣
فیزیولوژی دیاپوز	٥٧٥
عوامل موثر در آغاز دیاپوز	٥٧٦
شکسته شدن دیاپوز	٥٧٨
دلایل تشکیل دیاپوز	٥٨٠
روابط حشرات با هم و با محیط اطراف (گیاهان میزبان)	٥٨٤
فرومون‌ها	٥٨٥
آللوکمیکال	٥٩٨
- کایرومون‌ها	٥٩٩
- آلومون‌ها	٦٠١
- سینومون‌ها	٦٠٥
- آپنومون	٦٠٦
منابع	٦٠٨
فهرست راهنمای عمومی	٦١٣

(c) ketabton.com: The Digital Library

فصل اول

تشخیص جایگاه و نقش حشرات در طبیعت

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

بندپایان (Arthropoda)

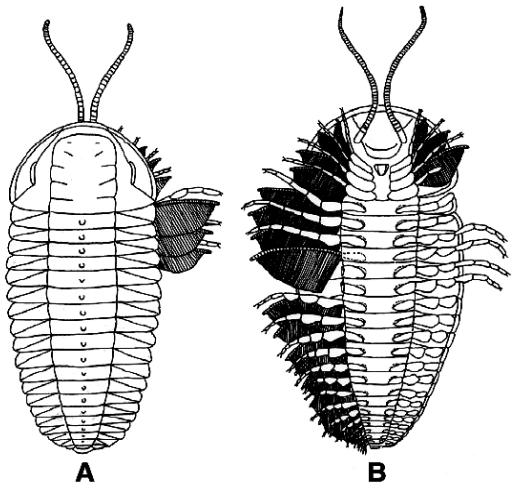
شاخه بندپایان شامل تمامی جاندارانی است که علاوه بر داشتن پوشش سخت و محکمی به نام کوتیکول، دارای بدنی بند بند بوده (Metamerise) و معمولا ٦ و یا تعداد بیشتری پا دارند. بندپایان در میان سلسله حیوانی نه تنها از لحاظ اقتصادی، پزشکی و دامپزشکی دارای اهمیت هستند، بلکه از لحاظ تعداد و فراوانی گونه نیز بسیار قابل توجه هستند. طبق برآوردهای صورت گرفته، چهار پنجم گونه‌های جانوری شناخته شده جهان را (حدود ۹ تا ۳۰ میلیون گونه) بندپایان تشکیل می‌دهند. این شاخه از جمله قدیمی‌ترین جانداران خشکزی هستند. فسیل نخستین بندپایان شناخته شده مربوط به دوران کامبرین و به حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش برمی‌گردد. از نظر فیلوژنی بندپایان خویشاوندی غیرقابل انکاری با کرم‌های حلقوی (Annelida) دارند

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 عموما 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

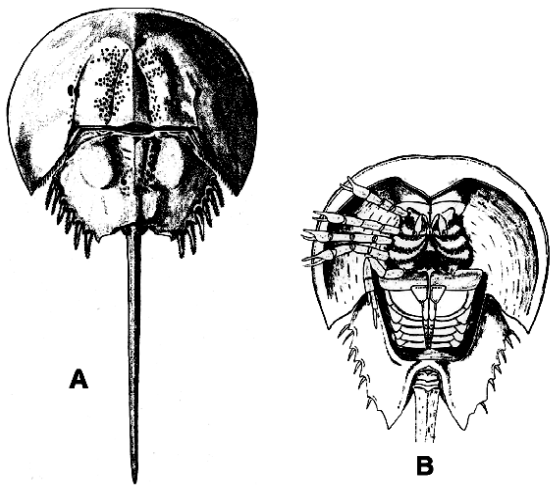
(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 تیغ دمان (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 دنیاله 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.



شکل۱-۳: 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

تب استخوان شکن، بیماری خواب و سالک از جمله دیگر بیماری‌های مهمی هستند که توسط حشرات وسایر 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 *Anophele*	*Plasmodium* (Protozoa)	۳۰۰-۵۰۰ میلیون	۱/۵-۲/۷ میلیون
فیل پایی	پشه *Culex* و *Mansonia*	کرم *Wuchereria*	۱۲۰ میلیون	NA[a]
تب استخوان‌شکن	پشه جنس *Aedes*	ویروس	۵۰ میلیون	۰/۵ میلیون
کوری رودخانه	پشه *Simulium*	نماتد	۱۸ میلیون	Na[b]
بیماری شاگاس	سن Triatomine	*Trypanosoma* (Protozoa)	۱۶-۱۸ میلیون	۲۰۰۰۰-۳۰۰۰۰
بیماری لیشمانیوز	پشه *Phlebotomus*	*Leishmania* (Protozoa)	۱۲ میلیون	NA[a]
بیماری خواب	مگس *Glossina*	*Trypanosoma* (Protozoa)	۳۰۰۰۰۰-۵۰۰۰۰۰	NA[a]
بیماری تب زرد	پشه *Aedes*	ویروس	۲۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰

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

[b]NA= 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 کاملا 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

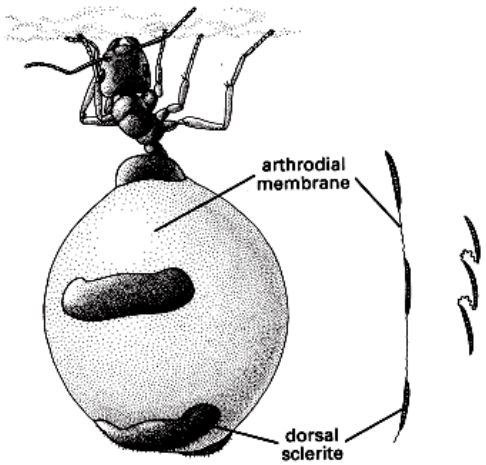
فصل دوم

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 مضری چون قارچ‌ها و سایرعوامل 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

(c) ketabton.com: The Digital Library



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

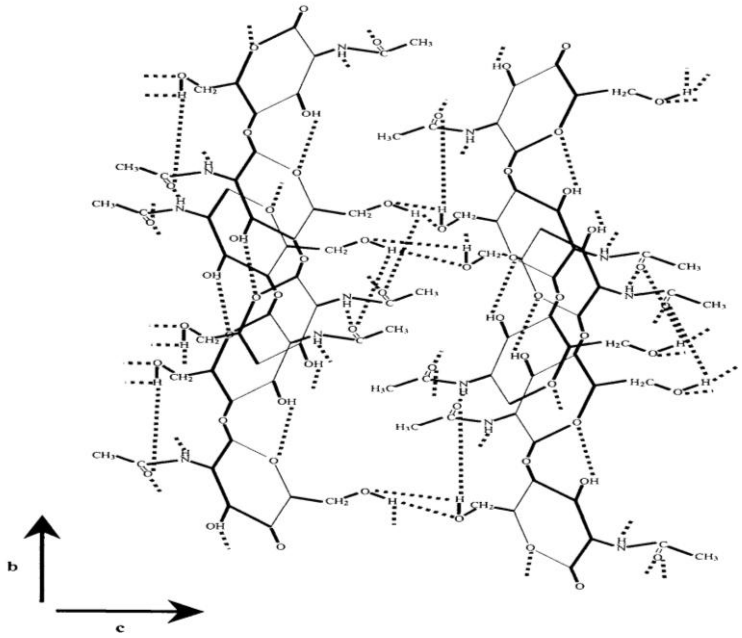
بر اساس چگونگی گسترش و قرارگیری پرده غشایی، نحوه حلقه‌بندی موجود در بدن حشرات را می‌توان به دو دسته حلقه‌بندی اولیه و ثانویه طبقه‌بندی نمود. در بسیاری از لارو حشرات، هر حلقه به کمک تاخوردگی‌های درونی پوست از حلقه بعدی تمایز می‌یابند. از سوی دیگر ماهیچه‌های طولی به این تاخوردگی‌ها متصل شده و سبب حرکت حلقه‌ها می‌شود. به چنین حالتی اصطلاحا 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 پهلویی توسط صفحات سخت اسکلریتی پوشیده شده‌اند و به راحتی اجازه تغییر شکل به حشره داده نمی‌شود به چنین حالتی اصطلاحا حلقه‌بندی ثانویه (Secondary segmentation) گفته می‌شود (شکل ۲-٦).

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

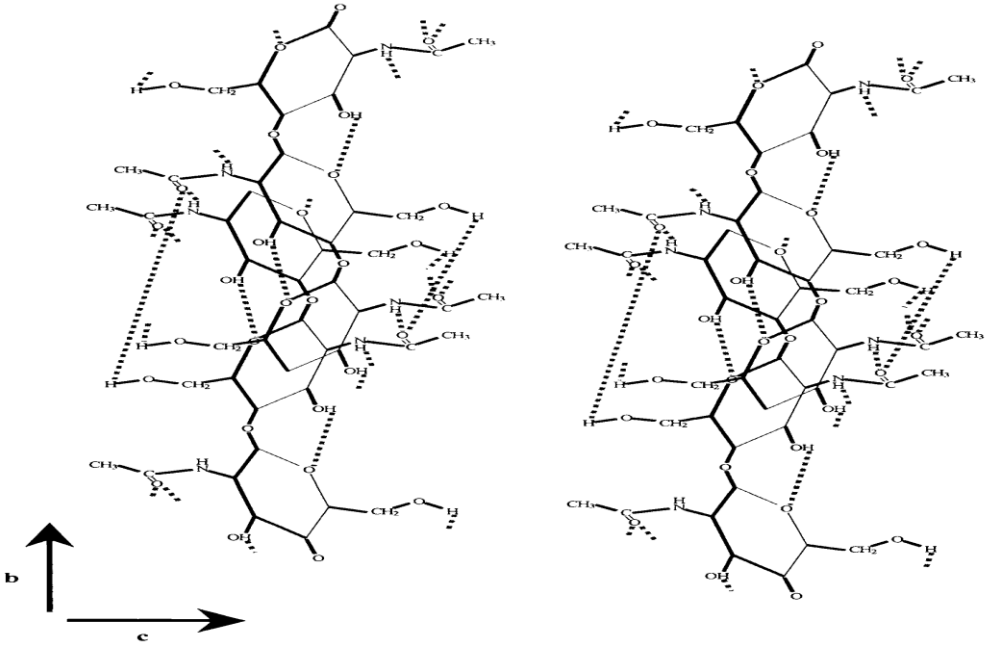
(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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



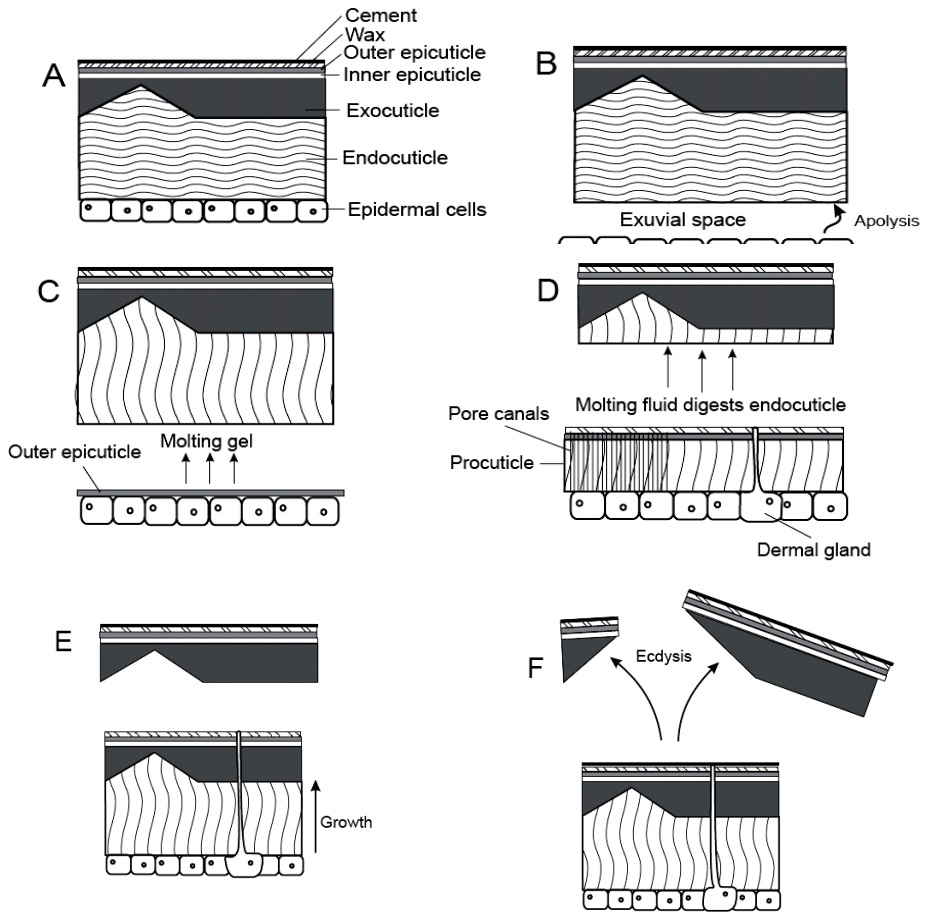
شکل ۲-۹ : ساختار کلی کیتین. تصویر بالا α کیتین و تصویر پایین β کیتین (Khor, 2001)



(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

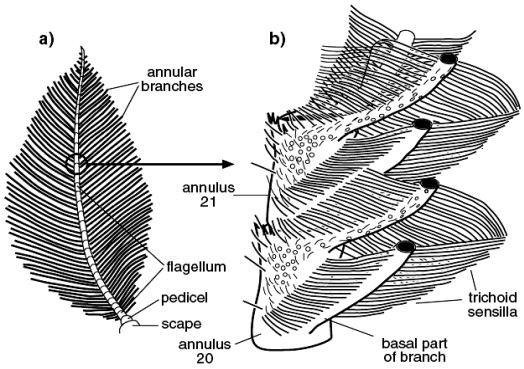
جلو و از ناحیه درز موسوم به درز پوست‌اندازی شروع به شکاف و ترک‌خوردن (عموما به صورت شکاف T شکل) می‌کند. اندکی قبل از خارج شدن حشره از پوست کهنه، مواد مومی ترشح شده توسط اپیدرم، از طریق کانال‌های موجود در پوست در روی کوتیکول جدید قرار می‌گیرند. این امر سبب عایق شدن پوست جدید قبل از دور افتادن پوست کهنه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



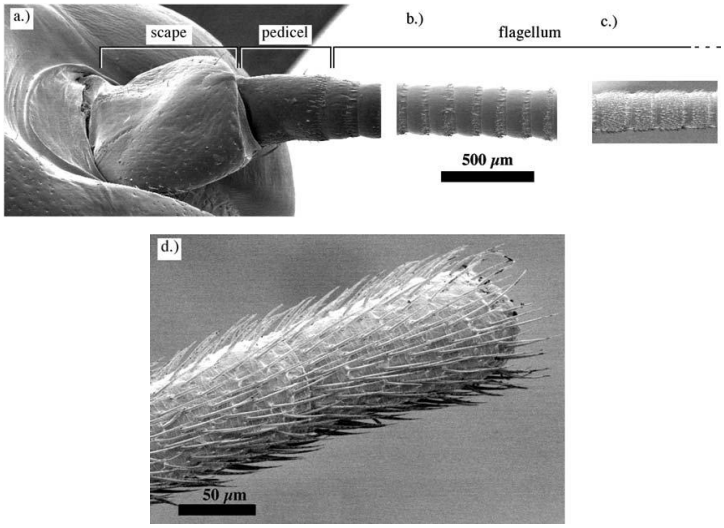
شکل ۲-۱٤: مراحل مختلف پوست‌اندازی در حشرات. A) پوست حشرات قبل از پوست‌اندازی B) مرحله آپولایز و جدا شدن پوست کهنه از سطح اپیدرم C) ترشح ژل پوست‌اندازی در فاصله بین فضای ایجاد شده D) فعال شدن مایع پوست‌اندازی، هضم کوتیکول کهنه و ترشح پوست جدید E) ادامه ساخت پوست جدید و F) مرحله Ecdysis و افتادن پوست کهنه (Klowden, 2007)

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library



شکل ۲-۲۹ : اندام‌های حسی ویژه در شاخک پروش 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).

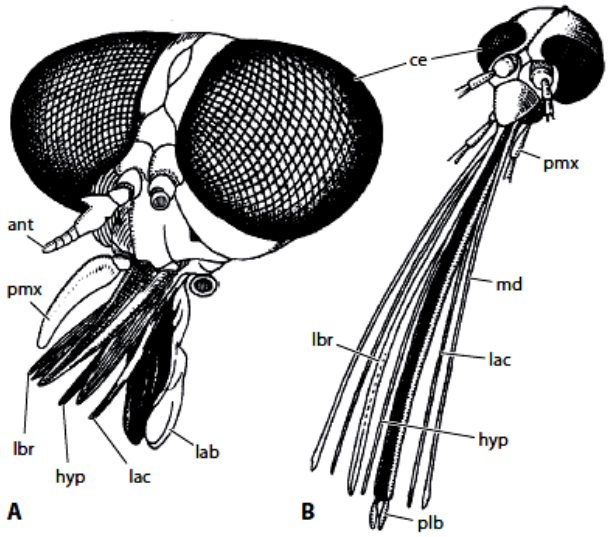


شکل ۲-۳۰ : تصویر میکروسکوپ الکترونی از شاخک در جیرجیرک *Gryllus bimaculatus* و نمایش موهای حسی موجود در سطح آن a) اسکاپ و پدیسل b) شش مفصل اول تاژک c) چهار مفصل بعدی شاخک و d) موهای حسی موجود در راس تاژک (Staudacher, 2005).

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library



شکل ۲-٤۲: قطعات دهانی زننده در دو بالان. A) خرمگس‌های خانواده Tabanidae و B) پشه‌های خانواده Culicidae. hyp= هیپوفارینکس، lab= لابلا، lac= لاسینیا، lbr= لب بالا، md= آرواره بالا، plb= پالپ لب پایین، pmx= پالپ آرواره پایین، (Ziegler, 2005).

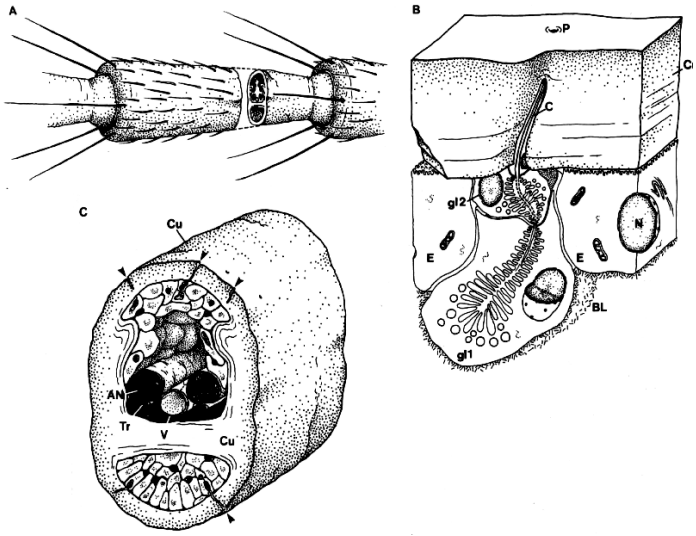
پالپ آرواره پایین چند مفصلی بوده و در اطراف خرطوم دیده می‌شود. هیپوفارینکس دارای یک جفت مجرای طولی است که به کانال بزاق موسوم می‌باشد (شکل ۲-٤۲). حشره برای تغذیه ابتدا آب دهان خود را به‌وسیله این کانال به زخمی که در پوست میزبان ایجاد می‌کنند، ریخته و مانع انعقاد خون می‌شود و به دنبال آن خون را از کانالی که میان لب بالا و اپی‌فارینکس قرار دارد، وارد بدن خود می‌کند.

در سن‌ها بر خلاف پشه‌ها قطعات دهانی زننده تنها از ٤ 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 ۲-٤۳).

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

Scelionidae (جنس *Trissolcus*) و Eulopidae (جنس *Melittobia*)، سخت‌بال‌پوشان مورچه دوست (myrmecophilus) و یا موریانه‌دوست (termitophilous) از جمله خانواده‌های Pselaphidae، Paussidae، 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).

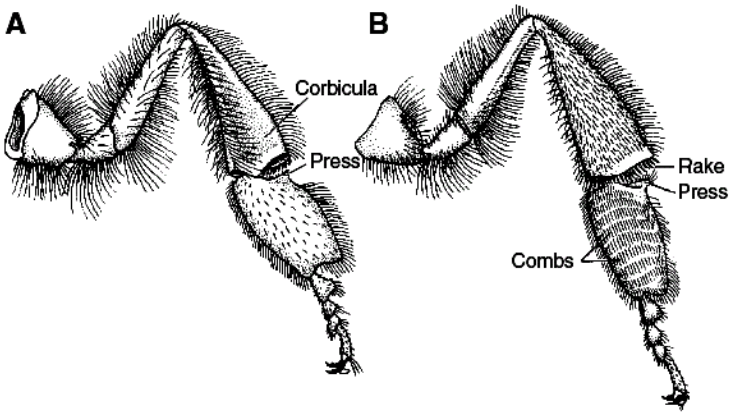
(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

نظر و یا نگهداری و گرفتن ماده‌ها در زمان جفت‌گیری می‌شوند (شکل ۲-۶۹). در تریپس‌ها، 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 گرده گل‌ها 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 اصطلاحا سبد (Corbicula) نامیده می‌شود. عموما 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.

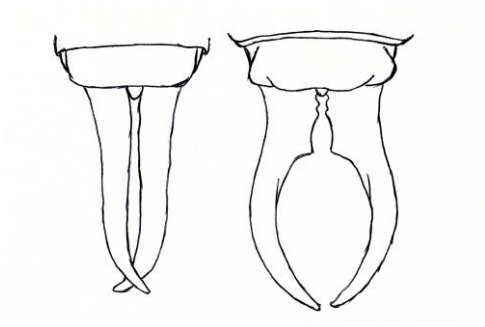


شکل ۲-۷۰: پاهای سبدی در زنبور عسل و مشاهده قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده آن. A) از سطح خارجی و B) از سطح داخلی (Schoonhoven, *et al*. 2005).

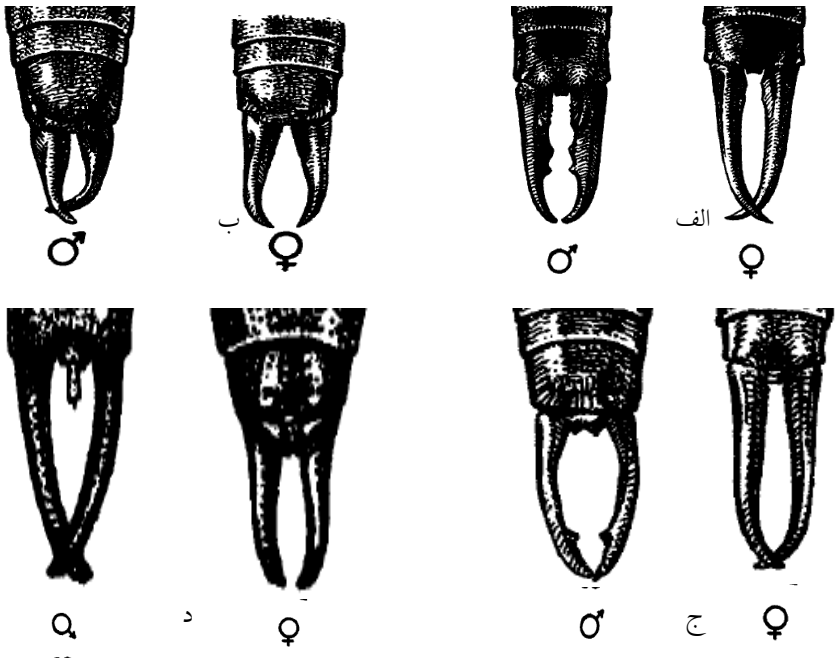
برای جمع‌آوری و انتقال گرده‌ها، ابتدا حشره به کمک موهای ویژه انتهای ساق که Rake نامیده می‌شوند گرده‌ها را از روی برس پای مقابل حشره جمع‌آوری کرده و در

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library



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



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

(c) ketabton.com: The Digital Library

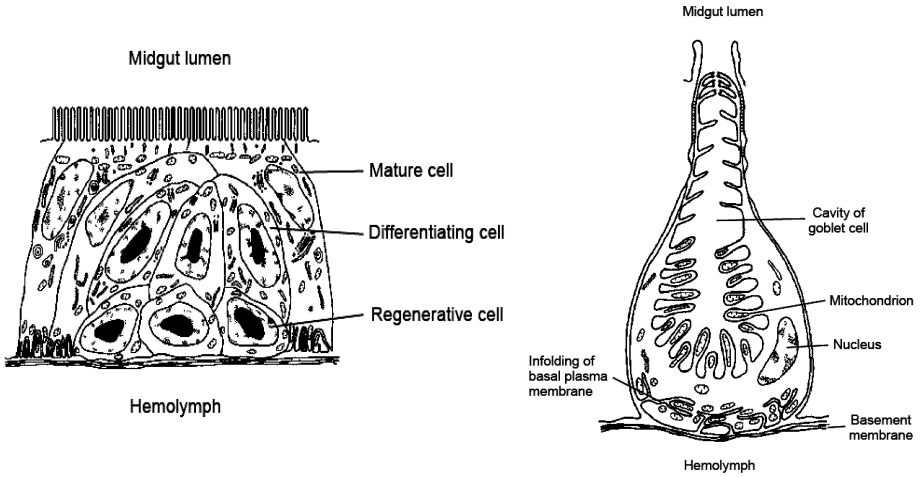
فصل سوم
آناتومی در حشرات

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 پیداکردن منابع غذایی، پناهگاه، موقعیت‌های مناسب جهت تخم‌ریزی، فرار از شرایط نامساعد محیط و دشمنان طبیعی صورت می‌گیرد. حشرات این حرکات را عموما 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 پیوست‌های 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 این‌که بدن حشرات و پیوست‌های 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

هستند که به طور نامتقارن تقسیم شده و سلول‌های ستونی و درون ریز را تولید می‌کنند (شکل ۳-۱۱). سلول‌های جامی‌شکل که به نام Calciform cells نیز نامیده می‌شوند، عموما 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 جامی‌شکل، 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.



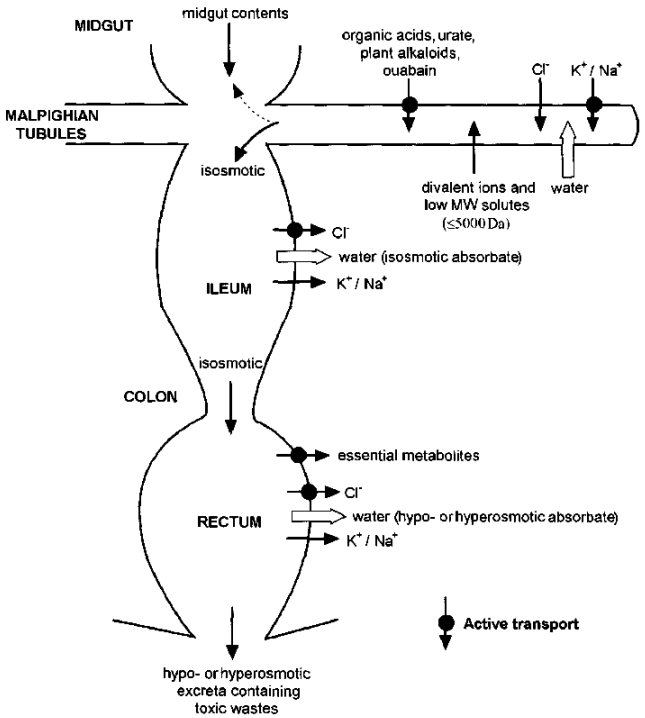
شکل ۳-۱۱: نحوه قرارگیری سلول‌های تجدید کننده در بخش اپیتلویم معده میانی(شکل سمت چپ) و قسمت‌های تشکیل‌دهنده یک سلول جامی‌شکل (شکل سمت راست) (Chapman, 1985).

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

نمک و سایر یون‌های ضروری نقش دارند. این سلول‌ها قادرند یون‌های غیرآلـی را نیـز 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)

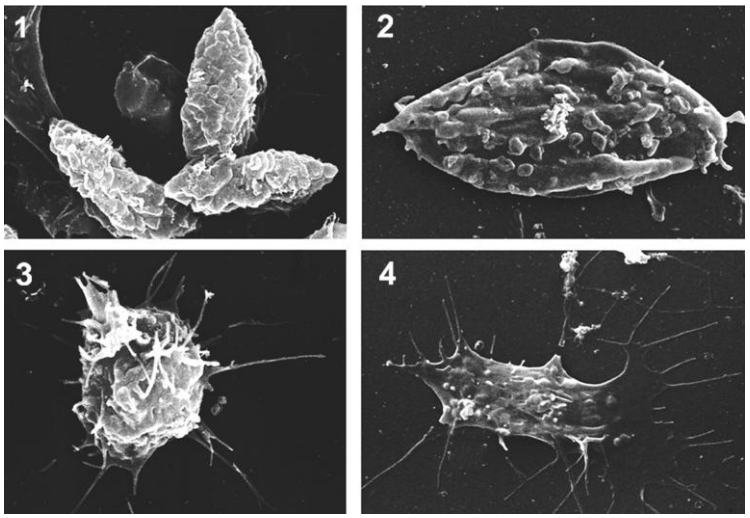
با آنکه لوله‌های مالپیگی در اکثر موارد به صـورت آزاد و در حفـره عمـومی بـدن قـرار دارنـد، امـا گـاهی ایـن لولـه‌هـا در برخـی از حشـرات از جملـه لارو بسـیاری از سخت‌بال‌پوشان، دوبالان و عده‌ای از بال‌غشـائیان زیرراسـته Symphyta، بـه صـورت متصل با سطح خارجی قسمت انتهایی بخش عقبی دستگاه گـوارش دیـده مـی‌شـوند و اصـطلاحا تحـت عنـوان سیسـتم کریپتونفریـدی (Cryptonephric system) نامیـده می‌شوند. در حالت کریپتونفریدی، ناحیه انتهایی لولـه‌هـای مـالپیگی بـه دیـواره رکتـوم

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

از سوی دیگر براساس طبقه‌بندی برلین و زاکاری (۱۹۸٦)[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.



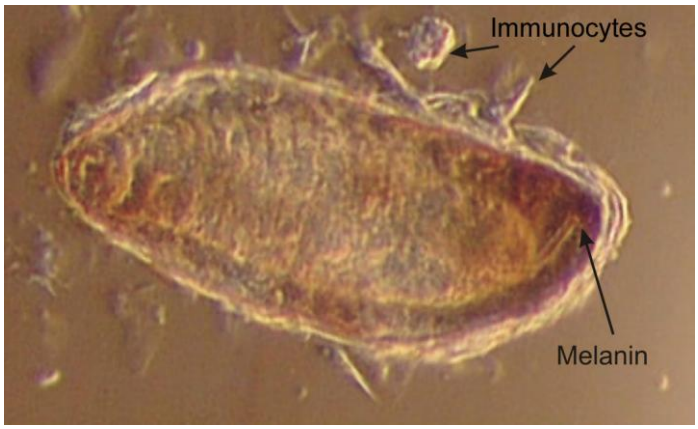
شکل ۳-۲۹: تصویر میکروسکوپ الکترونی از سلول‌های خونی *Dinocras cephalotes* راسته بهاره‌ها ۱) سلول‌های گرانولوسیت (با بزرگ‌نمایی ۳۰۰۰). ۲- سلول‌های پلاسموتوسیت فرم سوزنی (بزرگ‌نمایی ۵۰۰۰). ۳) سلول‌های پلاسموتوسیت شبیه خارپوست دریایی (بزرگ‌نمایی ٤۵۰۰) ٤) پلاسموتوسیت کامل و چسبنده (بزرگ‌نمایی ۳۰۰۰) (Tiernodefigueroa, 2002).

۱- Brehelin & Zachary (1986)

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

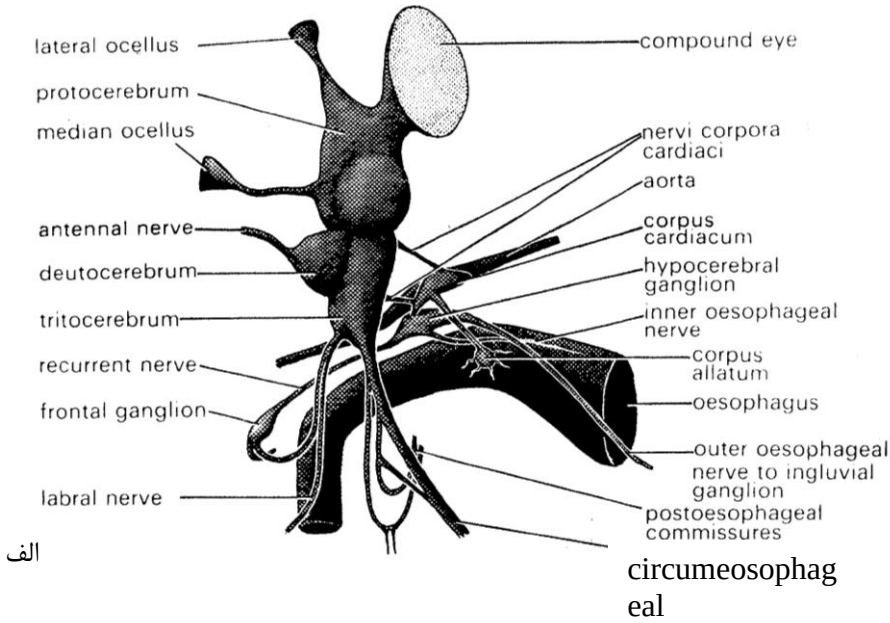


شکل ۳-۳۲: کپسوله شدن تخم *Leptopilina boulardi* توسط *Drosophila melanogaster* (Ottavian, 2005).

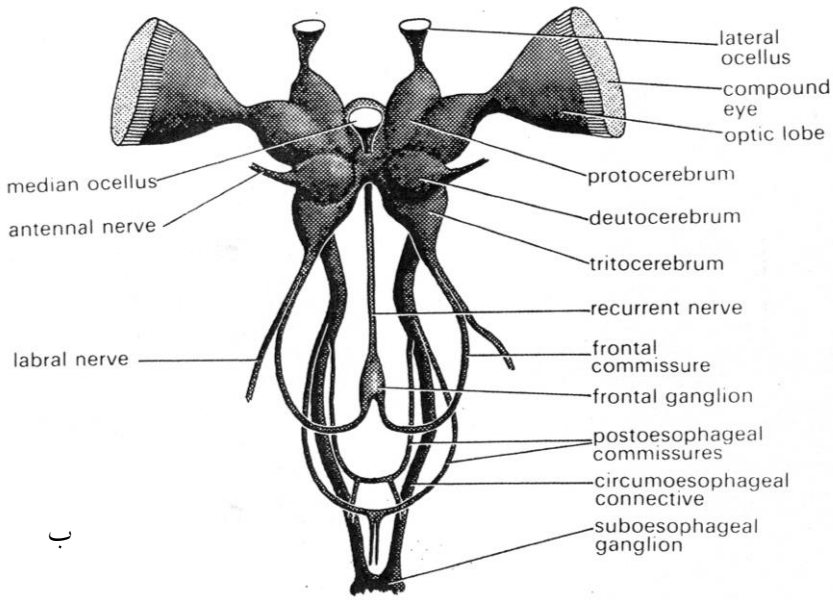
با وجود آن که سلول‌های گرانولار و پلاسموتوسیت، سلول‌های شناخته شده و اصلی در کپسوله کردن هستند اما در برخی از منابع گزارش‌هایی مبنی بر نقش سایر سلول‌های خون و از جمله ترومبوسیتوئیدها، لاملوسیت‌ها و انوسیت‌ها اعلام شده است که به نظر می‌رسد این سلول‌ها اشکال دیگری از سلول‌های گرانولار و پلاسموتوسیت می‌باشند 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 ۲٤

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library



الف



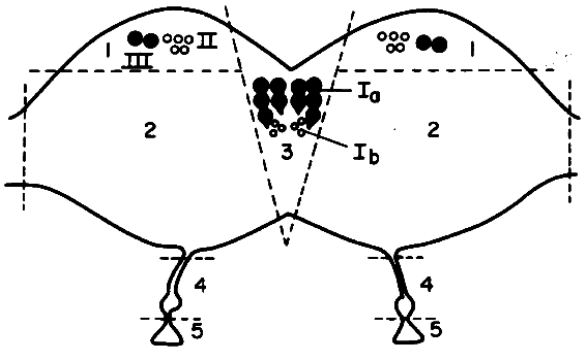
ب

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).

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

برگ این گیاهان است. به عبارت دیگر برگ اقاقیا سرشار از آلکالوئیـدها و فلاونوئیـدها مختلفی است و در نتیجه حشراتی که از این گ یاه تغذیه می‌کنند، سـلول‌هـای عصـبی ترشحی بزرگ‌تری دارند تا بتوانند با ترشح بیشتر و تولید هورمون‌های ویژه بر این مواد غلبه کنند.



شکل ۳-٤۱: 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 اعصـاب باریکی به نام Neurosecratory cord (NCC-I) را می‌دهند. هر یک از ایـن اعصـاب پس از تقاطع به ناحیه مخالف منتقل می‌شوند و به سمت پایین مغز کشیده می‌شـود. در بسیاری از حشرات این اعصاب از بخش پشتی مغز اول خارج می‌شوند و در نهایت بـه اجسام کاردیاکا منتهی می‌شوند. بنابراین ترشحات عصبی این سلول‌ها پـس از تولیـد در گرانول‌های شبکه اندوپلاسمی، به اجسام گلژی منتقل شـده و از آن‌جـا بـه کمـک ایـن اعصاب به اجسام کاردیاکا منتقل می‌شوند. در حـالی کـه در برخـی دیگـر از حشـرات اعصاب NCC-I از مغز دوم عبور کرده و از بخش پشتی مغز سوم به اجسـام کاردیاکـا وصل می‌شوند. در برخی از گونه‌هـای حشـرات ماننـد *Musca dimestica*، برخـی از آکسون‌های سلول‌های عصبی ترشحی موجود در مغز به اجسام کاردیاکـا منتهـی نشـده

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

۲- اندام خونی – عصبی Neurohaemal organs (NHOs)

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. اصطلاحا به ترکیبات عصبی ترشحی ذخیره شده در این اندام، Nesecratory 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 آلاتا قرار دارند. غده‌های کاردیاکا گاهی در وسط به هم متصل می‌شوند و در برخی از موارد نیز ممکن است با غده‌های آلاتا به هم جوش بخورند. لیونت[۱] در سال ۱۷۷٦ نخستین گزارش را در خصوص وجود اجسام کاردیاکا درپروانه 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

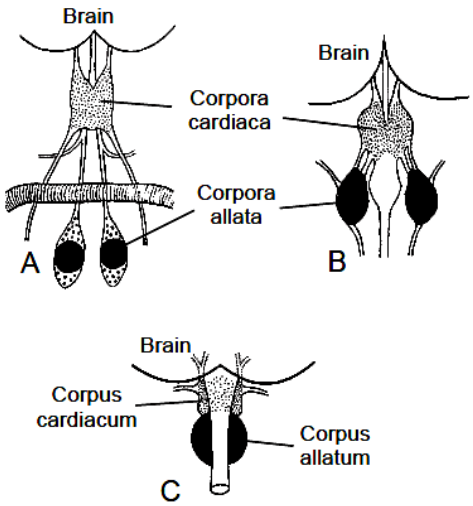
اجسام کاردیاکا در شرایط زنده معمولا به رنگ نقره‌ای سفید و یا مایل به آبی کم‌رنگ دیده می‌شوند. هر یک از این غده‌ها به وسیله یک جفت رابط‌های عصبی به نام‌های

۱- Lyonet
۲- Delerma

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

فیلوژنیکی، ساختار و ارتباط با سایر غده‌های اندوکرین بـه تیـپ‌هـای مختلفـی تقسـیم می‌شوند. عموما غده‌های آلاتا به صورت یک جفت غده کروی و کـوچکی هسـتند کـه در دو طرف مری و در زیر مغز قرار می‌گیرند. در بعضی از حشرات ماننـد راسـته‌هـای Dermaptera، Diptera و Hemiptera این غده‌ها ممکن است در سطح پشتی میـانی و در بالای آئورت با هم جوش بخورند و یا هر غده توسط رابط عصبی آلاتـا (NCA) با اجسام کاردیاکا سمت مجاور خود اتصال یابد (شکل ۳-٤٥).



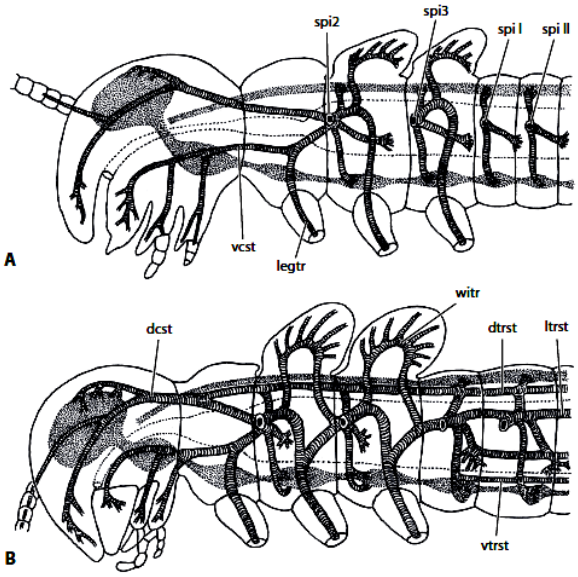
شکل ۳-٤٥ نحوه قرارگیری غده‌های آلاتا نسبت به مغز و اجسام کاردیاکا. A) در دوبالان، B) در سوسری‌ها و C) در خرطوم‌مفصلی‌ها (Cymborowski, 1992).

اندازه غده‌های آلاتا بر اساس نوع حشره، مرحله رشدی، فرم کاست مربوط در حشرات اجتماعی و نوع فعالیت متفاوت می‌باشد. در دوران لاروی و پـوره‌گـی بـر اسـاس نـوع فعالیت، این غده‌ها دارای تغییرات گردشی خاصی می‌شوند. به عنوان مثال در سـن‌هـای *Oncopeltus faciatus* در ابتدای هر مرحله پـوره‌گـی انـدازه غـده‌هـای آلاتـا بسـیار کوچک بوده و میزان ترشح آن‌ها نیز کم می‌باشد، اما به تدریج به اندازه و میـزان ترشـح آن‌ها افزوده می‌شود، به‌طوری‌که در اواسط دوران پورگی به بزرگ‌تـرین انـدازه ممکـن می‌رسند. در اوایل مرحله بلوغ و عموما ۳ تا ٤ روز پس از ظهور حشره بالغ، غـده‌هـای

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

٦ 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.



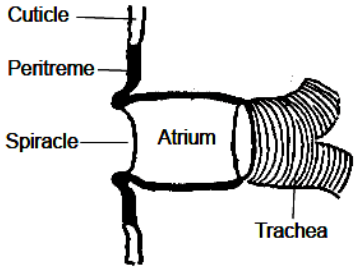
شکل ۳-٤۸ سیستم تراشه در حشرات مختلف. A) بی‌بالان B) حشرات بال‌دار. Dcst= تراشه پشتی ناحیه سر، dtrst= تراشه پشتی سینه و شکم، legtr = تراشه پا، witr= تراشه بال (Seifer, 1995)

منافذ تنفسی (Stigmate)

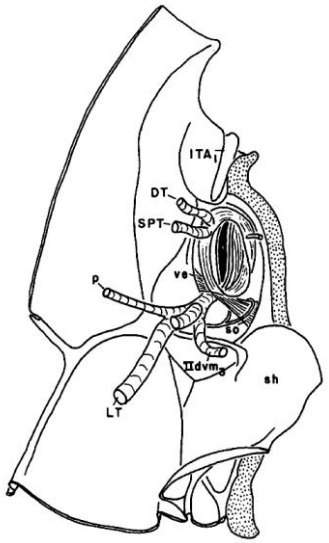
منافذ تنفسی (اسپیراکل- استیگمات) معمولا به صورت گرد و یا بیضی شکل در سطح پهلویی و در حدفاصل نیم حلقه‌های پشتی و شکمی حشرات دیده می‌شوند. این سوراخ‌های تنفسی در اکثر حشرات با هم در ارتباط بوده و تولید یک تراشه طولی بزرگ و کشیده همراه با انشعاب‌های ریزی می‌کنند. در حالی که در بعضی از پادمان هر سوراخ تنفسی 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 به‌وسیله یک دریچه (Valve) با محیط بیرون در ارتباط باشد. در بسیاری از موارد، اطراف سوراخ‌های تنفسی توسط اسکلریت مارپیچی به نام پریترم (Peritreme) احاطه شده است. از

(c) ketabton.com: The Digital Library

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).

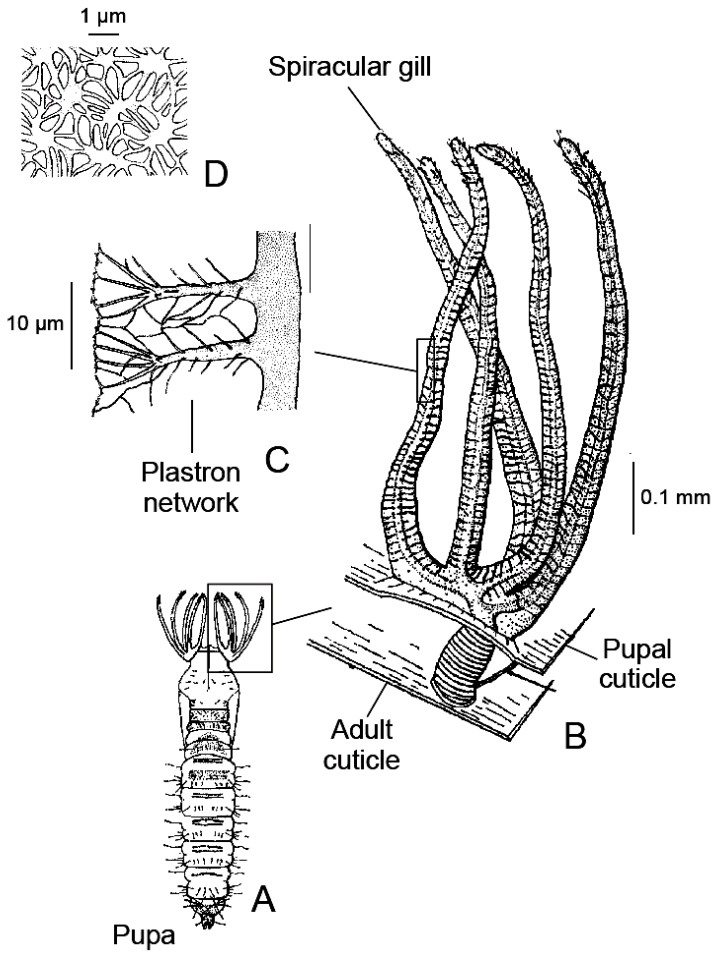


شکل ۳-۴۹: تصویر شماتیک از یک سوراخ تنفسی و قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده آن (Snodgrass, 1935).



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

(c) ketabton.com: The Digital Library



شکل ۳-٦٦: 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).

٦- تنفس به‌وسیله گیل‌های برانشی (Branchial gills) یا تنفس خونی

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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.

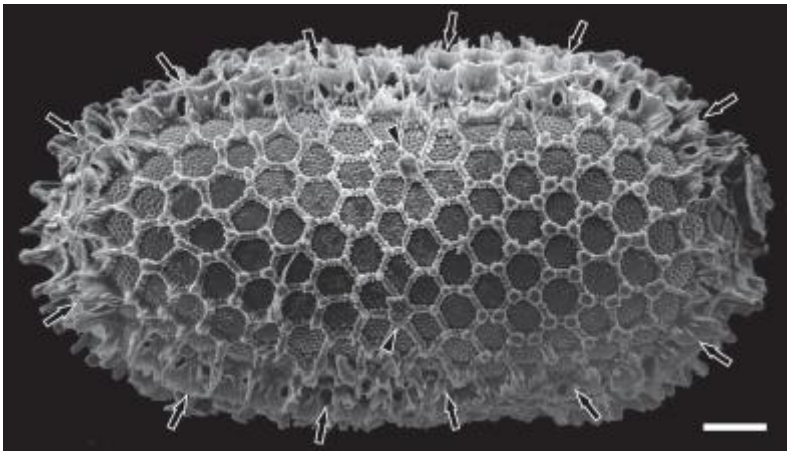
شکل ۳-۷۰: روش‌های مختلف انتقال اسپرم از حشرات نر به ماده

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 نسبتا نازک‌تری باشد که به نوزاد حشرات اجازه خروج از تخم را می‌دهد و به این مناطق اصطلاحا Operculum گفته می‌شود. گاه ممکن است حشرات دارای زوائد ویژه‌ای به‌نام (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 50µm. (Mashimo *et al.*, 2011)

(c) ketabton.com: The Digital Library

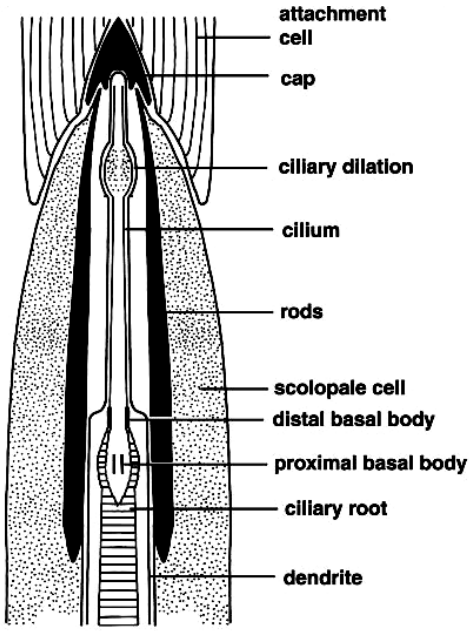
فصل چهارم

اعضاء حسی در حشرات

حشرات مانند سایر موجودات دیگر برای این‌که 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 این‌که حشرات به‌وسیله کوتیکول از محیط اطراف خود جدا شده‌اند، لذا این حشرات عموما 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 اعضاء 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 Mechanoreseptors) دریافت می‌کنند. اندام‌های بویایی، شنوایی، چشایی، لامسه و بینایی عمده‌ترین اندام‌های حسی در حشرات هستند. هر یک از این اعضاء 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.

(c) ketabton.com: The Digital Library

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



شکل ٤-٦: بخش انتهایی دندریت در یک سلول حساس و مشاهده ناحیه cilium، Scolopal cell و اتساع دندریت. (Young, 1973).

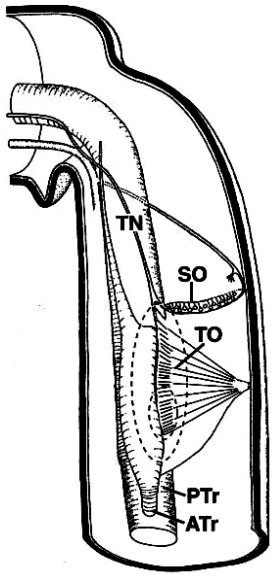
اعضای کردوتونال بنا به موقعیت قرارگیری و طرز اتصال به بدن به شکل‌های بسیار متفاوتی وجود دارند و به همین خاطر به صورت‌های بسیار متفاوتی طبقه‌بندی می‌شوند:

١- 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

اعضاء نسبت به فرکانس‌های بالا (امواج ماوراء صوت) حساس هستند و احتمالا 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 ساتع 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.



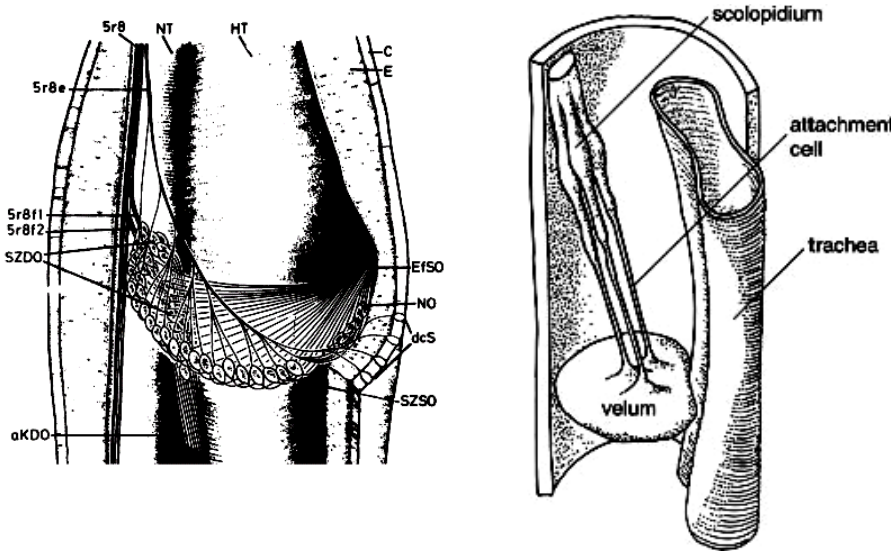
شکل ٤-١٧: تصویر شماتیک از ساق پای جلویی جیرجیرک *Gryllus bimaculatus* و نمایش کیسه‌های هوایی موجود در اعضاء تیمپانال (To). ATr) تراشه جلویی، PTr) تراشه عقبی، So) اعضاء زیرزانویی و TN عصب تیمپانال (Michel, 1974).

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

متصل شده است (شکل ٤-١٩). به نظر می‌رسد ارتعاش ناشی از پا باعث سرعت بخشیدن جریان خون در مقابل درپوش می‌شود. این امر سبب کشیده شدن و تحریک اسکولوپیدهای متصل به آن می‌شود. در برخی از حشرات از جمله سوسری‌های *Cromphadorhina portentosa*، اعضاء زیرزانویی در دریافت امواج موجود در هوا و برای فرایندهای جفت‌یابی موثر هستند.



شکل ٤-١٩: سمت راست اعضاء زیرزانویی در بال‌توری *Chrysoperla carnea*. (Devetak and Pabst 1994) و سمت چپ اعضاءزیرزانویی در سوسری‌های *Periplaneta americana* (Resh & Cardes, 2003).

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

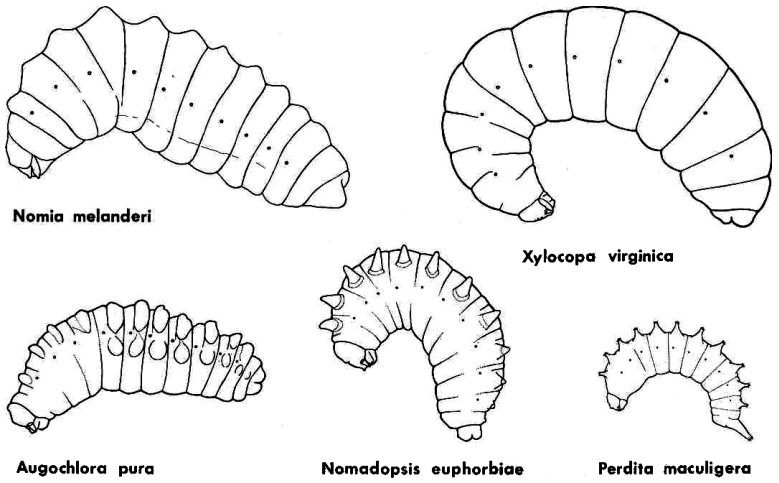
فصل پنجم
مراحل مختلف رشد و نمو در حشرات

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 عموما 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

(c) ketabton.com: The Digital Library



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 عموما به داخل سینه

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

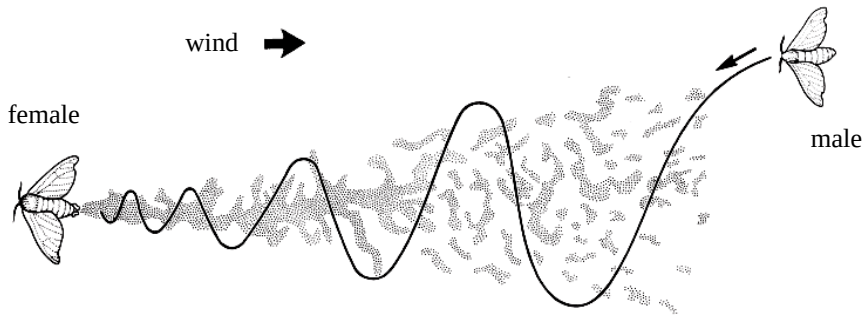
٤- حشرات با دگردیسی اغراقی (Hypermetamorphosis)

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 اصطلاحا دگردیسی اغراقی (Hypermetamorphosis)، یا چندشکلی لاروی (Larve heteromorphosis) گفته می‌شود. حشراتی مانند سخت‌بال‌پوشان خانواده Meloidae، Micromalthidae، Rhipiphoridae، 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 کامپودئی‌فرم بوده و سپس تبدیل به اشکال مختلفی چون کارابی‌فرم، اسکارابی‌فرم و

(c) ketabton.com: The Digital Library

(c) ketabton.com: The Digital Library

مختلف متفاوت است. به عنوان مثال فرومون جنسی پروانه‌کرم ابریشم بـه حـدی قـوی است که نرها از کیلومترها دورتر آن را تشخیص می‌دهند و حتی در صـورتی کـه نرهـا فقط یک‌چهلم از حس‌گرهای خود را داشته باشند، باز قادر به دریافت فرومـون جنسـی 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 خبـردار کـردن افـراد مشـابه از وجـود منـابع غـذایی مناسب، ایجاد کلنی‌های جدید و یا احتمال افزایش فعالیت جفت‌گیری می‌شـود. ترشـح ایـن فرومـون‌هـا در سـخت‌بـال‌پوشـان (خـانواده‌هـای Cucujidae، Bostrichidae، Curculionidae و Tenebrionidae)، کنه‌ها و بسیاری از حشرات اجتماعی عمومیت دارد. این فرومون‌ها برخلاف فرومون‌های جنسی، ممکن است در هـر دو جـنس نـر و ماده، و یا توسط فرم‌های مخصـوص افـراد یـک کلنـی ترشـح شـود. بـه عنـوان مثـال زنبورهای کارگر، زمانی که به مکان جدید و مناسبی که دارای شهد و مواد غذایی کـافی است، دسترسی پیدا کردند، فرومونی را از غده‌های موجود در زیر غشـای بـین‌حلقـه‌ای ترژیت‌های ششم و هفتم شکم (Nasanoff's glands) خارج کرده و سایر افراد کلنـی را خبردار می‌کنند. این غده‌ها از سلول‌های ترشحی بزرگی تشکیل شده‌اند که هـر یـک از آن‌ها به کمک کانال باریکی، ترشحات خود را به سطح کوتیکـول هـدایت مـی‌کننـد

(c) ketabton.com: The Digital Library

فهرست راهنمای عمومی

A

Abdomen 87,175
Abdominal gils 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
Adephaga 111,114,147, 416
Adetcticous 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

Anterior rectum 233
Anterior tentorior pit 90
Antheraea pernyi 501, 579
Antheraea polyphemus 507
Anthoaeraps 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 apestivalis 417,418, 439
Aphis craccirora 367
Aphis fabae 195
Apinae 133
Apis 162
Apis cerana 310
Apis melifera 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
Appendicalar 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
Arthrodial 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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 erytrocephala 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
Capitate 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
Centrolecithe 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

(c) ketabton.com: The Digital Library

Chemosensory hairs 509
Chilopoda 19,20
Chironomidae 195,295, 349,378,393,405,413, 487,489,547,548,549
Chironomus 283,405
Chironomus riparius 574
Chloride cells 254
Choborus 102
Choerocampinae 496
Chordotonal 465
Chorion 446
Chorionated egg 439
Chromophile cells 340
Chromophob cells 341
Chrysalis 546,551
Chrysomelidae 139,150 152,539,552
Chrysopa 264
Chrysoperla carnea 470,494,495
Chrysopidae 490,496, 541
Chymotrypsin 238
Cibarium 115,116
Cicadella viridis 84
Cicadidae 490,496,502
Cicumantennal ridge 91
Cidoria dotata 500
Cilium 460,467,468, 506,510
Cimicidae 596
Cimicoidea 414
Circulatory system 266
Circumocular sulcus 91
Claviform 105
Cloeon 141
Closed tracheal system 388
Closer muscles 379
Clubbed 105
Clypeolabral suture 109
Clypeolabrum 87
Clypeus 92
Coarctate Pupa 552
Coccidae 304
Coccinella septempunctata 592
Coccinellidae 150
Coccophagus atratus 442
Coccus hesperidum 304
Coenagrionidae 401
Coleoptera 64,168,183, 192,230,341,357,436, 441,474,475,494,550,55 1, 552,558
Collaterial glands 441
Collembola 22,177,189, 198, 341
Collophore 189
Colon 232
Columnar cells 226
Comb 161
Commissures 314,324
Common oviduct 437
Compontus inflatus 49
Compound eye 140
compound eyes 512,513
Compressible gass gills 397
Coniopterygidae 109
Connective chordotonal 469
Connectives 314,324
Conymacris plana 260
Copidosoma 413
Coptotermes gestyol 130
Coptotermes formosanus 130
Coquillettidia 394
Corbicula 161
Corchets 191
Corixidae 396,490
Corneal lens 514
Corpora allata 354
Corpora cardiac 339
Corpora pendunculata 321
Corporotentorium 89
Corpus luteum 439
Corydalidae 112
Cossus cossus 339,343
Cotesia 246
Cotesia kariyai 246
Cotesia marginiventris 606
Court ship 589
Coxa 147
Coxal gills 401
Coxopleurite 145
Cromphadorhina portentosa 495
Crop 222
Crustacea 16
Cryptonephric 255
Cryptophagidae 152
Crystal cells 290
Crystalline cone 513, 515
Culex 26
Cx. Quinquefasiatus 26, 504
Cx. Pipiens 26

(c) ketabton.com: The Digital Library

Culex annulirostris 103
Culex pipiens 504
Culex salinarius 261
Cucujidae 244,590
Cucurbitaceae 601
Cucurbitacin 601
Culicidae 118,156,262, 377,393,394,395,409, 487,489,545,547,548, 549,574
Curculionidae 23,150, 152,400,500,590
Curculioniform 544, 546
Cutaneous respiration 393
Cuticular respiration 393
Cuticule 41
Cuticulin 41
Cyclorrhapha 350, 377, 516,551
Cylindricula 104
Cylindrotomidae 545

D

Dacninypha 550
Dacus 593
Danaus plexippus 444, 565
Decapoda 17,18
Defensin 298
Dendrite 311
Dendritic dilation 467, 469
Dendritic sheath 463
Dendroctonus brevicomis 593,599
Dendrolimus pini 574
Depressor muscles 99,100
Dermal glands 38
Dermaptera 142,171,186, 341,342,355,410,436,56 8
Dermestida 31,32,141,516 , 535
Detecticous pupae 550
Deuterophlebiidae 545
Deutocerebral 87
Deutocerebrum 321,322
Diastole 274
Diatraea lineolata 578
Dichotomous spermatogenesis 427,429
Dictyoptera 169,185 , 211,230,285, 333,341, 357,475,556, 585
Digestive system 216
Dihydroxanthommatine 86
Dimorphisme sexuelle 408
Dineutus 401
Dinocras cephalotes 291
Dioponera australis 130
Diploid parthenogenesis 410
Diplopoda 19,21
Diploptera punctate 137,262,263,361,386
Diploptera punctate 444
Diplura 22,195,267,273, 275,277
Diptera 283,285,341,355 357,359,423,474,494,545, 547,550,552,558
Diptericin 298
Direct flight muscles 207
Dispersion pheromone 592
Diuretic Hormone 261
Dommatine 86
Donacia 394
Dopa decarboxylase 79
Dopamine 76,136
Dormancy 573
Dorsall vessel 269
Dorsolongitudinal muscles 207
Dorsom 144
Dorsoventral muscles 207
Drilidae 413
Drosophilidae 487
Drosophilla 279,290,304 307,321,386,389,424,429,443, 475,476,501,512
D. bifurca 430
D. funebris 424
D. melanogaster 424,430, 507, 510
D. subobscura 429

(c) ketabton.com: The Digital Library

D. suzukii 424
Drosophilla melanogaster 30,249,250,261,263,295,303,
Duct cells 589
Ductulus 126
Ducus ejaculatorius 420
Dufour's glands 595
Duliticola 413
Dysdercus 253
Dytiscidae 230,397
Dytiscus 143,160, 232,324

E

Ecdysial glands 342
Ecdysial line 49,92
Ecdysis 71,73
Ecdysone 345
Ecdysteroides hormones 328
Eciton hamtum 420
Eclosion 536
Ectonagtha 99
Ectoperitrophic space 230
Ectothermic 520
Ectothermic insects 309
Efferent neurons 311
Egg 535
Egg burster 449,536
Egg shell 445,446
Ejaculatory pouch 419
Elateridae 105,156,183, 516,542
Elateriform 542
Elmidae 398
Embioptera 110, 142, 185,186, 556
Emblemasomatini 492
Empodium 151
Encapsulation 282,300
Encyrtidae 413
Endochorion 446
Endocrine cells 226
Endocrine system 328
Endocuticule 45
Endogen 83
Endomychidae 500
Endoparasite 406
Endopeptidas 238
Endoperiptophic space 230
Endopterygota 558, 560
Endothermic insects 309
Enicospilus americanus 442
Enoplops scapha 499
Ensifera 490
Entomoscelia americana 511
Entomostracea 17
Envelope 41
Enviromental polymorphism 566
Exochorion 446
Eperon 150
Empididae 549
Ephemeroptera 69,94, 183,185,192,195, 276, 285,341, 357,388,436, 474,538,557
Ephestia 517
Ephoron 400
Ephydridae 394,545,548, 549
Epicauta pennsylvanica 560
Epicuticule 41,43,73
Epideictic pheromone 592
Epimeron 146
Epimorphe178
Epipharynx 110
Epiprocte 188
Episternum 146
Epistomal sulcus 90
Epitellium 220,225
Eriosoma lanigerum 195
Eryophidae 13
Erythropterine 85
Esterse 241
Estigmene acrea 587
Euarthropoda 22
Eulopidae 139
Eumelanin 84
Eurygaster Maura 137
Eurypelma 12
Eurypterrida 7,8,9
Eristalis 394
Erotylidae 500
Eruciform 539
Euborellia cincticoolis 568
Eucephalous larvae 543
Eucone type 515
Eupyrene 428,429
Eupyrene sperm 427
Eurema becabe 567
Eviocampa ovate 412
Exocone type 516
Exocuticule 44,73
Exogene 83
Exopeptidas 238
Exopterygota 555,560

(c) ketabton.com: The Digital Library

Exoskeleton 37
Extensor muscles 100
Exteroreceptors 459,466
Extrinsic visceral muscles 217
Exuvia 71
Exuvial space 72
Exuvium 549

F

Faccultative diapause 574
Facultative polymorphism 566
Fast axons 212
Felagellum 98
Feminization 572
Femoral chordotonal organs 474
Femur 148
Fertilization chamber 438
Fiber 208
Fibrillae 209
Fibrille 204
Fibula 162
Filiform 104
Filter chamber 257
Flabellum 123
Flagellum linear 104
Flavonid 86
Flexor muscles 100
Follicle 416
Follicular epithelium 435
Fontanelle 129
Foramen magnum 93
Forceps 186
Forcipomyia 204
Forgut 219,220
Formica polyctena 263
Formicinae 596
Frenate coupling 173
Frenulo-retinacular 173
Frenulum 173
Frons 92
Frontal ganglion 92
Frontal glands 128,493, 595
Frontoclypeal area 92
Fulgoridae ٤٥٨
Furca 189
Fusiform 104

G

Galea 113,115,510
Galleria mellonella 245, 367
Gampsocleis gratiosa 33
Ganglion 314
Ganglion frontal 326
Gap junctions 40
Gas gills 395
Gellial cells 315
Gena 93
Generation 563
Genetic polymorphism 571
Geniculatae 106
Gentiobiose 239
Geomagnetic receptors 483
Geometridea 494,539
Geometrooidea 490,
Geotrupidae 535
Germ cells 425
Germarium 425
Germarium 432
Gerris 569,572
Giant fibers 311
Gilpinia hercyniae 97
Gilpinia polytoma 575
Gland grappes 125
Gland tubulaires 125
Glandular gifts 138
Glial cells 311,468
Globular 131
Glomerali 506
Glossa 115
Glossina 117,437,443
Glossinidae 531
Glossotermes oculatus 109
Goblet cells 226
Gonapophysis 181
Gonocoxae 181
Gonopodes 179
Granular 292
Graphidosterptus gigas 20
Gromphadorhina portentosa 495
Grooves 90
Grub 538
Gryllidae 339
Gryllodes sigillatus 335
Gryllus bimaculatus 102,485,491
Gryllus campestris 368
Gryllus domesticus 444
Guaiacol 245
Gyrinidae 110
Gyrinidae 141
Gyrinus 141

H

Habrophlebia 400
Haemocoelous viviparity 530
Haemocyte 284
Haemolymphe 281
Haploid parthenogenesis 410
Harpagon 188
Harpobittacus 587
Hatching 536

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

I

Ichneumonidae 406, 442,486
Idiocoris 393
Ileum 232
Illacame plenipes 19
Imaginal disc 331,558
Immature insects 537
incompressible air store 398
Indirect flight muscles 207
Infochemicals 585
Ingluvial ganglion 327
Inhibitory axons 212

(c) ketabton.com: The Digital Library

Inhibitory eurotransmitter 319
Inner chorionic layer 446
inner glial 316
Inner oesophageal nerves 327
Insecta 22
Insectivory 28
Insects 23,108
Instar 70,71,562
Integument 37
Inter neurous 311
Interacardiac valve 275
Intercalary 87
intercellular bridges 344
Intermediate sensilla 478
Intersegmental membrane 48
Intima 219
Intima 266
Invertaz 243
Isodynal 469
Isomer 152
Isopoda 17,18
Isoptera 128,183,341, 434
Isoxantopterine 85

J

Japygidae 186
Japyx 376
Janet's organ 471
JH-Esterase 360
JH-Epoxide Hydrolase 361
Johnston's organs 487
Jougal coupling 174
Juglone 600
Julus terrestris 21
Juvenile hormones 328,358
Juvenile 537

K

Kairomones 599
Kalotermes flavicollis 366
Kenyon cells 321
Kinins 261
Kurstaki 603

L

Labella 118,123
Labial glands 109, 132,367
labial segments 94
Labium 114
Labrum 109
Laccose 47
Lacinia 113,115
Lactobacill 244
Lacusta migratoria 444
Lagena 427
Lamellatae 106
Lamellocyte 290
Lampyridae 110,413
Lampyris noctiluca 372
Larve 537
Lasius niger 130
Lecheur 122,123
Leishmania 135
Lepidoptera 64,147,170 230,283,285,341,345,357 359,425,474,550,551,552, 558
Lepisma 181
Lepismatidae 112, 113
Leptinotarsa decemlineata 263
Leptopilina boulardi 303
Leschenaultia exul 442
Lestidae 401
Leucinodes orbonalis 220 221,227
Leucophaea 445
Leucophaea maderae 155, 261,358,365,444
Leucopterine 85
Levator muscles 99,100
Litomastix 413
Liberal pupa 551
Ligaeidae 243
Ligula 123
Limonene 596
Limulus 7
Limulus polyphemus 7,8
Lipara lucens 579
Lissapterus 141
Lithobius 21
Lobe incisive 111
Locusta 137,167,263, 471,472
Locusta migratoria 57, 263,470,574,261
Lomamyia latipennis 603
Long day insects 577
Longevity 565
Lucanidae 112, 141, 501
Lucanus cervus 33
Lucilia 72
Lutein 84
Luteovirus 245

(c) ketabton.com: The Digital Library

Lutzomyia longipalpis 135
Lycanidae 548
Lyctidae 244,413
Lyctus 247
Lygus 304
Lymanteridae 175
Lymantria 331
Lymantria dispar 296,335,373,574
Lymparidae ۴۵۸
Lysiphlebus cardui 52
Lysozym 298

M

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

Micromalthidae 413,559
Microplitis croceipes 504
Micropyle 448
Microtrichia 165
Microtubles 430
Microtubule cells 589
Microvilli 226,517
Midgut 224,257
Milipedes 19,21
Milk glands 443
Mimetic polymorphism 572
Mimicry 82,604
Miridae 500
Mischocyttarius drewseni 604
Mitchocytarus 441
Mite 13
Mochlonyx 386
Mola 110
Molting 68,69
Molting fluid 73
Molting gel 72
Molting hormones 328
Moniliform 104
Monodynal 469
Mononematic 469
Morimus funereus 370
Morphology 37
Moulting glands 342
Mouthparts 108,109
Mucopolysaccaride 229
Multiple chemosensory neurone 510
Multiporous 480
Musca 47,176
M. domestica 372
Musca autumnalis 60
Musca domestica 261,326,336,444
Muscidae 31,262,529, 544
Muscles 203
Muscles lisses 204
Mushroom bodies 321
Mycetocytess 243
Mycetophilidae 377
Myochordotonal 471
Myogenic automatism 279
Myokininis 261
Myosin 206
Myotropic 261
Myrcene 599
Myriapoda 18
Myrmecophilus 139
Myrmeleontidae 540
Myzus persicae 569

N

Nabidae 414
Nabis 569
Naiad 537
Naphthoquinones 84
Nasanoff's glands 590
Naupheta cinerea 134,588
Nauplius 17
Neck 93
Nematocera 543,544, 552
Nematus paedus 412
Nematus rebesis 412
Nemourids 400
Neometabola 557
Neopanoistic 437
Neoplea 396
Neotenin 358
Neoteny 414
Nepidae 393
Nerve 311,314
Nerve impulses 213
Nervous system 311
Nesecratory materials 339
Neural lamella 316
Neurilemmal cell 461
Neurite 311
Neurogenic automatism 279
Neurogenic muscles 213
Neurohaemal organs 339
Neuromodulators 319
Neuromuscular junction 312
Neuron 311
Neuroparasin 264
Neuropil 314
Neuroptera 97, 147,170 285,341,410,550
Neurosecratory cord 336
Neurosecretory cells 331
Neurosecretory neurous 313
Neurotransmitters 317
Nezara 335
Nezara viridula 335
Nicrophorus 232
Nicrophorus orbicollis 153
Nidi 227
Nikkomycin 57
Nitidulidae 500
Noctuidae 304
Noctuoidea 490
Nodolidae 503
Notodontidae 191

(c) ketabton.com: The Digital Library

Notonectidae 397,405
Notum 144
Nucleate sperm 427
Nycteribidae 531
Nymph 537
Nymphalidae 85,163, 547

O

Obligate polymorphism 571
Obligatory diapause 574
Obtecte Pupa 551
Occipital 94
Occipital foramen 93
Occipital sulcus 91,92
Occiput 92
Ocelli 140, 141,512
Odonata181, 211,283,285 357,375,388,410,434,474, 536,538,557
Oecophylla longinoda 594
Oedemeridae 288
Oenocytes 39
Oenocytoids 294
Oesophagus 221
Oligonephrides 249
Oligopneustic 377
Oligopoda Larve 540
Oligopyrene 429
Omaliinae 141
Ominii 492
Ommatidium 513
Ommochrome 85
Oncopeltus faciatus 355,365
Onocopellus fasciatus 226
Ontogeny 534
Onychium 150
Onychophora 14
Oocytes 432
Oogonia 432
Ootheca 528
Open tracheal system 387
Opener muscles 379
Operculum 449
Opistognathes 89
Optic lobes 321
Ordyceps unilatteralis 84
Organe Gustatifs 508
Organe olfactifs 504
Organes auditifs 484
Orgyialeu costigma 588
Orthoptera 4,169,181,185 230,272,333,341,357,423, 425,434,475,544,556
Oryzaephilus 247
Osteridae 26
Ostiule 268
Ostium 268
Outer oesophageal nerves 326
Ovariol 431
Ovary 431
Oviducts 437
Oviparity 527
Oviposition 448
Oviposition stimulating proteins 423
Ovipositor 181
Ovoviviparity 529
Ovulation 448
Ovum 408

P

Pachycondyla obscuricornis 126
Paedogenese 412
Paleometabola 557
Palmacorixa nana 499
Panesthia cribrata 240
Panoistic ovarioles 434
Panorpa 138
Pantoea agglomerans 245
Papilio xuthus 428
Papiliochrome 86
Papilionides 86
Papilionoidae 163
Papillae 254
Paraglossa 115
Paraleptophlebia 400
Paranotale 166
Parapodiale 167
Paraprocte 188
Parasperm 428
parietal cell 126
Parnassius Mnemosyne 500
Paropsisterna 539
Pars intercerebralis 321,332
Pars stridens 500
Parthenogenes 409
Parthenogenes cyclique 412
Parthenogenes facultative 412
Parthenogenes obligatore 412
Paskia 393
Patella 146
Paurometabola 556
Pauropoda 19,21

(c) ketabton.com: The Digital Library

Pauropus silvaticus 21
Paussidae 139
Pectinatae 105
Pectines 10
Pedicellus 98
Pedipalpe 6
Peripatus 14,15
peripheral cells 125,136
Periplaneta 98,242,335, 463
Periplaneta americana 24,134,261,334,365,463, 482,495,594
Peterygota 164
Perinephric memebrane 256
Perinephric space 256
Peristalis 217
Pedunculus 321
Peptide hormones 328
Perikaryon 311
Perineural cells 316
Peripheral glial cells 316
Peripheral nervous system 327
Peritrophin 229
Petiole 178,
Pericardial glands 348
Peritracheal glands 349
Peritreme 374
Peripneustic 376
Peristigmatic glands 390
Permanent air store 398
Penis 414
Pentatomidae 429,536, 556,596
Pedicel 433
Perga lavisii 554
Periodical Cicada 565
Petromalidae 600
Phaeomelanin 84
Phagodeterrent cells 511
Phagosome 300
Phagostimulatory cells 511
Phagosytos 299
Phalacrognathus 112
Phallus 183
Phanere 67
Phanopate 496
Pharate adults 547
Pharate instar 73
Pharyngeal glands 356
Pharynx 221
Phasmida 64,341,475
Phayngeal plate 131
Pheidole 31
Pheidole bicarinata 330
Phelebotomus duboscqui 135
Pheromonal parsimony 591
Pheromones 585
Pheropsophus verticalis 233
Philonthus marginatus 159
Phoracantha semipunctata 101
Phospholipase 241
Photopic ommatidia 518
Photoreceptors 457,458
Phoxinus leavis 331
Phthiraptera183
Phylonthus 159
Phymata crassipes 500
Physical gill 395
Pieridae 85,547
Pieris 356,579
Pieris rapae 304,420, 509
Pigment 83
Pigment cells 517
Pilifer 496
Pillar 447
Pincers 186
Piophila 156
Piqueur 117
Pit 66
Planta 191
Plasmida 357
Plasmotocytes 291
Plastron 399
Plastron respiration 399
Platygaster 413
Platygasteridae 413
Plecoptera 183,185,192 341,434,538,557,558
Plectrum 500
Pleural suture 146
Pleurostoma 94
Pleurostomal sulcus 90
Pleurum 144
Plidae 396
Plumatae 106
Podocytes 292
Poecilosoma pulveratum 412
Pogonomyremex badius 598
Poikilotherme 82
Polistes 441

(c) ketabton.com: The Digital Library

Pollen press 162
Polyembryonie 413
Polymorphism 565
Polynephrides249
Polyneuronal innervation 212
Polyoxine 57
Polyphaga 416
Polyphenism 566
Polypneustic 376
Polypoda Larve 538
Polytrophic ovarioles 435
Polyvoltine 563,564
Polyxenus lagurnus 20
Ponderosa 599
Ponera punctatissima 513
Populus 603
Pore canals 50
Post gena 94
Posterior rectum 233
Postmentum 115
Postoccipital ridge 95
Postoccipital sulcus 90,91
Postocciput 93,94
Postoral segments 87
Precis coenia 330
Precursors 328
Prefemur 146
Prementum 115
Premola 111
Preoral segments 87
Prepupa 544
Prescutum 144
Presternum 144
Pretarsus 151
Primary germ cells 432
Primary pigment cells 515
Primary pigments 517
Primary segmentation 49,64
Principal cells 227,250
Proarthropoda 4
Probezzia 549
Proboscis 122
Procladius 549
Proctodael trophallaxis 247
Proctodaeum 231
Proctodeal valve 224
Procuticule 41,43
Prognathes 88,540
Prohemocytes 291
Prolegs 190
Pronymph 562
Propionyl CoA 360
Propneustic 377
Propodeum 178
Proprioceptors 459,466, 474
Prorhinoterm simplex 128
P. flavus 128
Prosternal tympanal organ 493
Prostheca 111
Prothoracicotropic Hormone 337
Prothoracique glands 81
Prothoracis glands 343
Prothorax 143
Protocerebral 87
Protocerebrum 321
Protomorphe 177
Protophormia terraenovae 511
Protopulvinaria pyriformis 304
Protracheata 14
Protura 22,96,151, 429,437
Proventriculus 223
Pselaphidae 139
Psephenidae 403
Pseudocolleterial glands 441
Pseudocone type 516
Pseudoplacental viviparity 530
Pseudopoda190
Pseudopodia 300
Pseudoscorpionida 10
Pseudotetramerous 152
Pseuduletia separate 246
Psilopa petrolei 25
Psocoptera 436,530, 556
Psychidae 163
Psychoda alternate 549
Psychodidae 377,549
Psylla pyricola 567
Ptera 164
Pterine 85
Pterinosomes 85
Pterotheca 557
Pterygota 22
Ptilinum 283,551
Ptomascopus morio 153
Ptychopteridae 394
Pulvilli 151,153,482
Pupa 546
Puparium 552
Pycnogonida 6,8,9
Pygidial glands 233
Pygidium 4
Pygopode 191

(c) ketabton.com: The Digital Library

Pylorus valve 224
Pyraloidea 490
Pyrrhocoridae 596
Pyrrhocoris 369
Pyrrhocoris apterus 575

Q

Quercus spp 603
Quiescen 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
Reduvidae 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
Scutigerella immaculate 21
Scutum 144
Secondarily wingless 171
Secondary pigments 517
Secondary segmentation 49
Secretory cells 589
Seducin 588

(c) ketabton.com: The Digital Library

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

(c) ketabton.com: The Digital Library

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
Trancheal System 373
Translucent filament 519
Transovarial Transmission 247
Triarthrus eatoni 5
Tribolium castaneum 263, 586
Trichogen 461
Trichogramma 504

(c) ketabton.com: The Digital Library

Trichoid 459
Trichoptera 147,174,357 388, 547,550,551,585
Trichosoma 112
Trilobitomorphes 4
Trissolcus 139
Trissolcus babalis 593
Tritocerebral 87
Tritocerebrum 321,322
Trochanter 148
Trochantin 147
Trophallaxie 137
Trophic cord 436
Trophocyte 432
Trophospongium 316
Tropomyosin 210
Troponin 210
Trypetidae 156
Trypsin 238
Tuber 67,68
Tubular body 463,510
Tumbler 546
Tymbal system 501
Tympanal organ 489
Tympanum 490
Tyrosine 76

U

Uniporous 480
Univoltine 563,564
Unpaired venteral nerves 327
Urate cells 258
Uricose gland 419
Urite 175
Urogomphe 190
Uterus 437,531
Utricles glands 419
Utriculus 427

V

Vagina 437
Vaginal mating plug 423
Valve 374
Valvula 181
Varova jacobsoni 601
Vasdeferens 417,418
Vasefferes 417
Vasodilator 135
Venteral nerve cord 320,324
Venturia canescens 301
Verberone 593
Vermiform 292,543
Verson's cell 425
Vertex 92
Vertical 247
Vesicula seminal 418
Vespa mandurinia 310
Vespidae 27,123,152
Visceral muscles 205,206
Visceral nervous system 326
Vitellarium 432
Vitellin 443
Vitelline envelope 444,446
Vitelline membrane 446
Vitellogenesis 432
Vitellogenin 443
Vitellophages 443
Viviparity 529
Voltinism 563

W

Wasp 134
Wax layer 47,446
Weismann's ring 341,350
Wingpads 537
Wohlfahrtia, 31

X

Xanthine 252
Xanthommatine 85
Xanthuranic acid 135
Xantopterine 85
Xiphosura 7

Y

Yolk 443

Z

Zygentoma 22,276
Zonular septate desmosome 40
Zonocerus variegates 149
Zygoptera 186
Zone of maturation 426
Zone of transformation 426
Zeugloptera 550
Zoraptera 556
Zorotypus caudelli 449, 453

(c) ketabton.com: The Digital Library

View publication stats

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library