



دانشگاه فنی و حرفه ای

آموزشکده فنی و کشاورزی مراغه

درس

حشره شناسی و آزمایشگاه

مدرس دانشگاه

حبیب جلیلی درخس

۴۰	ساختمان داخلی بدن حشرات
۴۰	ماهیچه‌ها
۴۰	دستگاه گوارش
۴۲	غدد بزاقی
۴۲	اطلاقک تصفیه
۴۲	دستگاه گردش خون
۴۳	دستگاه تنفس
۴۴	دستگاه تنفس
۴۴	دستگاه دفعی
۴۴	دستگاه تناسلی
۴۵	دستگاه عصبی
۴۷	اعضای حسی حشرات
۴۸	بافت چربی
۴۹	فصل چهارم
۴۹	بیولوژی حشرات
۴۹	طرق مختلف تولیدمثل در حشرات
۵۰	نشو و نمای فردی حشرات
۵۲	اشکال مختلف لاروی
۵۳	اشکال مختلف شفیره
۵۴	دگردیسی
۵۶	نسل
۵۷	خواب
۵۷	طول عمر حشرات
۵۸	فصل پنجم
۵۸	رفتارشناسی حشرات
۵۸	اصول کلی رفتاری حشرات
۵۸	عکس‌العمل‌های جهت دار
۶۰	رفتارهای پیچیده حشرات
۶۲	حرکت در حشرات
۶۲	حرکت در خشکی
۶۳	حرکت در آب
۶۳	پرواز حشرات
۶۴	ساختمان بالها و مفصل بندی آن

۷	پیشگفتار
(۱	مقدمه
۱۰	فصل اول
۱۰	جای حشرات در طبقه‌بندی جانوران
۱۰	شاخه بندپایان
۲	زیر شاخه تریلویت‌ها
۱۱	زیر شاخه کلیسرداران
۱۲	رده عنکبوت‌ماندها (عنکبوتها)
۱۳	زیر شاخه آرواره‌داران (=شاخکداران)
۱۳	رده سخت‌پوستان (خرچنگها)
۱۴	رده صدپایان
۱۴	رده هزار پایان
۱۵	رده حشرات (شش پایان)
۱۷	فصل دوم
۱۷	ساختمان عمومی بدن حشرات
۱۸	جلد حشرات
۲۰	زوائد جلد بدن حشرات
۲۰	رنگ بدن حشرات
۲۱	ساختمان سر حشرات
۲۱	پیوسته‌های سر
۲۲	اشکال مختلف شاخک
۲۵	قطعات دهان
۲۷	انواع قطعات دهانی در حشرات
۲۷	تغییرات قطعات دهانی جویده
۲۷	تغییرات قطعات دهانی مکند
۳۰	قفسه‌سینه و پیوسته‌های آن
۳۱	پاهای قفسه‌سینه
۳۳	شکل پا در حشرات
۳۵	پاهای لاروی
۳۵	بالها
۳۷	انواع بال در حشرات
۳۸	شکم و پیوسته‌های آن
۴۰	فصل سوم

- ۸۷ خانواده سیرسیرکها یا جیرجیرکها
- ۸۷ خانواده آبدزدکها
- ۸۷ راسته شینکها
- ۸۸ راسته موسریها
- ۸۸ راسته مساری‌بالان (موریانه‌ها)
- ۸۹ راسته شبهموریانه‌ها
- ۸۹ راسته گوشخیزکمانندها
- ۹۰ راسته طیاره‌مانندها
- ۹۰ راسته تارتنان
- ۹۰ راسته شپش‌های چوب و کتاب و انبار
- ۹۰ راسته شپشها
- ۹۰ زیرراسته شپشهای حیوانی
- ۹۱ زیرراسته شپشهای انسانی
- ۹۲ راسته نیم‌بالان (سنها)
- ۹۲ خانواده Pentatomida
- ۹۲ خانواده Scutelleridae
- ۹۲ خانواده Tingidae
- ۹۳ خانواده Miridae
- ۹۳ خانواده Cimicidae
- ۹۳ خانواده Reduviidae
- ۹۳ خانواده Hydrometridae
- ۹۳ خانواده Anthocoridae
- ۹۳ راسته جوربالان
- خانواده زنجره‌های آوازخوان
- ۹۴ خانواده Cicadidae
- ۹۴ خانواده زنجره‌ها Cicadellidae
- ۹۴ خانواده شته‌ها Aphididae
- ۹۵ خانواده شپشکهای آرد آلود
- خانواده شپشکهای نرم‌تن و یا با سیر
- نرم
- ۹۵ خانواده شپشکهای سپردار
- ۹۵ خانواده پسیلها Psyllidae
- ۹۶ خانواده سفیدبالکها
- ۹۶ راسته پاجابداران (تریپسها)
- ۹۷ گروه حشرات با دگردیسی کامل
- ۹۷ راسته بالتوریها
- ۹۸ خانواده Chrysopidae
- ۹۸ خانواده Myrmeleontidae
- ۹۸ راسته سخت‌بالپوشان
- ۶۴ هماهنگی عمل بالهای جلو و عقب
- ۶۴ مهاجرت حشرات
- ۶۵ رفتار تغذیه‌ای حشرات
- ۶۵ حشرات گیاه خوار
- ۶۷ حشرات گوشتخوار
- ۶۸ حشرات پوسیده‌خوار
- ۶۹ حشرات لاشه‌خوار
- ۶۹ رفتار دفاعی حشرات
- دفاع شیمیایی
- ۷۰ هم‌رنگی و هم‌شکلی حشرات با محیط
- ۷۳ تقلید در حشرات
- ۷۴ تولید صدا
- ۷۴ مکانیسم تولید صدا
- تولید نور
- ۷۵ رفتار حشرات گروهی و اجتماعی
- ۷۶ زندگی گروهی یا گله‌ای
- ۷۶ زندگی اجتماعی
- فصل ششم
- ۷۸ طبقه‌بندی حشرات
- ۷۸ نامگذاری حشرات
- ۷۹ سناسانی حشرات
- ۸۰ طبقه‌بندی یا رده‌بندی حشرات
- الف) زیررده بی‌بالان
- ۸۱ راسته پاژمان
- ۸۱ راسته دم‌چنگلان
- ۸۲ راسته استپالداران
- زیر رده بالداران
- ۸۳ گروه حشرات با دگردیسی ساده
- ۸۳ راسته یک‌روزه‌ها
- ۸۴ راسته آسیابک‌ها و سنجاقک‌ها
- ۸۵ زیرراسته آسیابک‌ها
- ۸۵ زیرراسته سنجاقک‌ها
- ۸۵ راسته صخره‌گردان
- ۸۵ راسته چوبک‌مانندها
- ۸۵ راسته راست‌بالان
- ۸۶ خانواده ملخهای شاخک کوتاه
- ۸۷ خانواده ملخهای شاخک بلند

۱۰۸	زیرراسته روزپروازها	۹۹	خانواده Carabidae
۱۰۸	..... خانواده Papilionidae	۹۹	خانواده Dytiscidae
۱۰۸	..... خانواده Pieridae	۹۹	خانواده Meloidae
۱۰۸	..... خانواده Nymphalidae	۹۹	خانواده Buprestidae
۱۰۸	..... راسته بال‌ششانیان (زنبورها و مورچه‌ها)	۱۰۰	خانواده Elateridae
۱۰۹	..... زیرراسته Symphyta		خانواده Coccinellidae کفشدوزک‌ها
۱۰۹	..... خانواده Tenthredinidae	۱۰۰	.....
۱۰۹	..... خانواده Cephidae	۱۰۰	خانواده Chrysomelidae
۱۱۰	..... زیرراسته Apocrita	۱۰۰	خانواده Tenebrionidae
۱۱۰	..... خانواده Eurytomidae	۱۰۱	خانواده Bruchidae
۱۱۰	..... خانواده Cynipidae	۱۰۱	..... راسته بال‌تاب‌خورده‌ها
۱۱۰	..... خانواده Ichneumonidae	۱۰۱	..... راسته عقرب‌مانندها
۱۱۰	..... خانواده Braconidae	۱۰۱	..... راسته کک‌ها
۱۱۰	..... خانواده Chalcididae	۱۰۱	خانواده Pulicidae
۱۱۰	..... خانواده Sphecidae	۱۰۲	..... راسته دویالان (مگسها و پشه‌ها)
۱۱۰	..... خانواده Vespidae زرد زنبورهای	۱۰۳	..... زیرراسته Orthorrhapha
۱۱۱	..... خانواده Apidae زنبور عسل	۱۰۳	..... خانواده Tipulidae
۱۱۱	..... خانواده Formicidae مورچه‌ها	۱۰۳	..... خانواده Culicidae
۱۱۲	..... فصل هفتم	۱۰۳	..... خانواده Psychodidae
۱۱۲	..... روش‌های مبارزه با آفات	۱۰۳	..... خانواده Cecidomyiidae
۱۱۲	..... تعریف آفت	۱۰۳	..... خانواده Tabanidae
۱۱۳	..... ۱- مبارزه بیولوژیکی	۱۰۴	..... زیرراسته Cyclorrhapha
۱۱۴	..... مبارزه طبیعی	۱۰۴	..... خانواده Muscidae
۱۱۵	..... ۳- مبارزه زراعی (Cultural control)	۱۰۴	..... خانواده Anthomyiidae
۱۱۷	..... مبارزه مکانیکی و فیزیکی	۱۰۴	..... خانواده Syrphidae
۱۱۷	..... مبارزه قانونی	۱۰۴	..... خانواده Tephritidae
۱۱۸	..... مبارزه شیمیایی	۱۰۴	..... خانواده Drosophilidae
۱۱۹	..... سمیت آفت‌کشها	۱۰۴	..... خانواده Tachinidae
۱۲۰	..... باقیمانده سموم	۱۰۵	..... راسته بال‌موداران
۱۲۱	..... احتیاط در مصرف سموم و درمان مسمومیت	۱۰۵	..... راسته بال‌پولک‌داران
۱۲۱	..... فورمولاسیون آفت‌کشها	۱۰۶	..... زیرراسته شب‌پره‌ها
۱۲۳	..... طبقه‌بندی حشره‌کشها	۱۰۶	..... خانواده Tineidae
۱۲۴	..... حشره‌کشهای غیرآلی (معدنی)	۱۰۶	..... خانواده Gelechiidae
۱۲۵	..... حشره‌کشهای آلی	۱۰۶	..... خانواده Olethreutidae
۱۲۵	..... حشره‌کشهای آلی طبیعی	۱۰۶	..... خانواده Hyponomeutidae
۱۲۶	..... نیکوتین	۱۰۷	..... خانواده Pyralidae
۱۲۶	..... پیرترین	۱۰۷	..... خانواده Sphingidae
۱۲۶	..... روتون	۱۰۷	..... خانواده Geometridae
۱۲۶	..... روتون	۱۰۷	..... خانواده Lymantriidae
۱۲۷	..... حشره‌کشهای آلی مصنوعی	۱۰۷	..... خانواده Noctuidae
۱۲۷	..... هیدروکربن‌های کلره	۱۰۸	..... خانواده Saturnidae
۱۲۷	..... د د ت (D.D.T)	۱۰۸	..... خانواده Bombycidae

۱۲۰	مدیریت تلفیقی آفات	۱۲۸	متوکسی کلر
۱۴۱	منابع مورد استفاده	۱۲۸	لیندین
۱۴۲	نشریات فارسی	۱۲۹	پاراتیون
۱۴۳	نشریات خارجی	۱۳۰	مالاتیون
۱۴۳	سایت‌های اینترنتی حشره شناسی	۱۳۰	دیازینون
۱۴۳	سایت‌های اینترنتی مربوط به کنه‌شناسی	۱۳۱	آزینفوس
۱۴۳	سایت‌های اینترنتی مربوط به کشاورزی	۱۳۱	دی‌متون
۱۴۴	ضمیمه	۱۳۲	کاربامانها
		۱۳۲	کارباریل
		۱۳۲	پروپکسور
		۱۳۳	نیتروفنل‌ها و مشتقات آنها
		۱۳۳	بیناپاکریل
		۱۳۳	ترکیبات گیاهی مصنوعی
		۱۳۳	آلترین
		۱۳۴	سی‌پرمترین
		۱۳۴	گازهای سمی
		۱۳۴	هیدروژن سیاناید
		۱۳۵	دی سولفید کربن
		۱۳۵	متیل بروماید
		۱۳۵	دی کلرید اتیلن
		۱۳۶	تراکلراید کربن
		۱۳۶	نفتالین
		۱۳۶	کنه‌کشهای اختصاصی
		۱۳۶	دیکوفول
		۱۳۶	ترادیفون
		۱۳۷	دینوکاپ
		۱۳۷	ترکیبات دورکننده حشرات
		۱۳۷	ترکیبات جلب‌کننده حشرات
		۱۳۸	تشدیدکننده‌ها
		۱۳۸	ترکیبات متفرقه
		۱۳۹	محامیه مسم مورد نیاز
		۱۳۹	کالیبره کردن
		۱۳۹	مبارزه تلفیقی

مقاومت آنها در محیطهای ناگوار بی نظیر است. برخی حشرات در بیابانهای خشک و لم یزرع، برخی در چشمه‌های آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد، بعضی در قله کوهها با ارتفاع ۶۰۹۶ متر، عده‌ای در جنگلهای بارانی گرم و حاره‌ای و بالاخره تعدادی نیز در مناطقی که درجه حرارت آن زیر ۲۰ درجه است زندگی میکنند.

برای افزایش تولید محصولات و رعایت بهداشت، حشرات باید مطالعه شوند. به همین منظور ناچار به دستکاری اکوسیستم‌ها می‌باشیم. حشرات محصولات و تولیدات مکنی انسان را مصرف و ضایع میکنند و هر ساله باعث گرسنه ماندن میلیونها انسان میشوند. به گفته هوارد^۶ انسانها فقط محصولی را که از حشرات و بیماریها باقی میماند به دست می آورند ولی باز هم قسمتی از این محصول را نیز طعمه آنها میکنند. در واقع انسانها از پس مانده غذای حشرات تغذیه میکنند!

بعلاوه حشرات ناقل بیماریهای مختلف در بین انسانها و گیاهان هستند که بهداشت و تمدن آنها را تهدید میکند. حشرات به طرق مختلف با انسان در ارتباط میباشند. برخی مفید، بعضی مضر و بعضی دیگر بی تفاوت میباشند. حشرات در گرده‌افشانی، تولید عسل، تولید ابریشم، کنترل حشرات مضر و غیره به انسان کمک

علم حشره‌شناسی^۱ یکی از شاخه‌های علم زیست‌شناسی است و به کسی که در رابطه با حشرات فعالیت میکند حشره‌شناس^۲ میگویند.

حشرات حدود ۳۵۰ میلیون سال در روی زمین زندگی کرده‌اند و پرجمعیت‌ترین حیوانات زمین‌زی هستند. آنها تقریباً در تمام نقاط دنیا به غیر از بعضی قسمتهای سرد قطبی یافت میشوند. تاکنون نزدیک به یک میلیون گونه حشره‌شناسانی و نامگذاری شده‌اند و شاید همین رقم هنوز ناشناخته باقی مانده‌اند.

حشرات یکی از معروفترین گروههای جانوری روی زمین هستند و به چند دلیل مهم قابل بررسی و مطالعه میباشند:

دارای تنوع و پراکنش وسیع هستند و قادرند به طرق مختلف مسائل و مشکلات زیستی خود را حل کنند. تقریباً ۷۰ تا ۷۵ درصد از گونه‌های شناخته شده متعلق به حشرات است و حدود ۳۱ راسته^۳ و ۶۰۰ خانواده^۴ یافت شده‌اند.

حشرات پرواز می کنند، می‌جهند، مخفی میشوند، اشعه ماوراء بنفش را می‌بینند، رشد میکنند و با داشتن اسکلت خارجی^۵ پوست اندازی میکنند و دارای رنگها و اشکال فراوان هستند.

^۱ Entomology
^۲ Entomologist
^۳ Order
^۴ Family
^۵ Exoskeleton

^۶ Howard

مختلف دارد بیرون می‌آید، که آن باعث درمان مردم است، به راستی در این کار نشانه‌ای برای اندیشمندان است.

میکنند همچنین حشرات موجب زیانهای اقتصادی، انتشار عوامل بیماریزا، اذیت و آزار انسان و حیوانات اهلی، تخریب یا خسارت به ساختمانها و غیره میشوند ناگفته نماند که حشرات مفید از نظر تعداد در رده حشرات بسیار غالب بر حشرات مضر هستند گفته شده که حشرات مضر حدود یک درصد کل گونه‌های حشرات میباشند ولی باید توجه داشت که اهمیت و زیان اقتصادی این گروه بسیار زیاد است.

با توضیح فوق اهمیت و لزوم علم حشره‌شناسی برای انسان روشن میشوند و در اینجاست که وظیفه حشره‌شناسان مشخص میگردد. این وظیفه شامل آگاهی با دنیای حشرات و ارتباط آنها با انسان و سایر موجودات زمین در طبیعت و چگونگی کنترل جوامع مختلف حشرات است که به نحوی درصدد خسارت زدن به انسان میباشند. همچنین بهره‌برداری صحیح و حفاظت از گونه‌های حشراتی که به راههای یاد شده در بالا به انسان یاری میدهند.

در پایان، آیه‌ای از کتاب مقدس مسلمانان قرآن کریم که اشاره به حشرات دارد آورده میشود تا به اهمیت حشرات بیش از پیش آگاه شویم

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
و اوحى ربك الى النحل ان اتخذى من الجبال بيوتا و من الشجر و مما يعرشون ثم كلى من كل الثمرات فاسلكى سبل ربك ذللا يخرج من بطونها شراب مختلف الوانه فيه شفاء للناس ان فى ذلك لآيه لقوم يتفكرون (نحل ۶۷-۶۹)
پروردگارت به زنبور الهام کرد که در کوهها و درختان و در آنچه سقف دارند لانه کن، آنگاه از هر میوه‌ای بخور و راه هموار پروردگارت را بیوی، و از شکم آنها نوشابه‌ای که رنگهای

جای حشرات در طبقه‌بندی جانوران
حشرات از گروه جانوران پُرسلولی^۱ و زیر
گروه بی‌مهرگان^۲ و از شاخه بندپایان^۳ (پا^۴
مفصل^۵) در رده‌بندی سلسله جانوران می‌باشند

سلسله جانوران^۶

گروه چند سلولی^۷

زیر گروه بی‌مهرگان^۸

شاخه بندپایان^۹

الف) زیرشاخه تریلویت‌ها^{۱۰}

ب) زیرشاخه کلسیرداران^{۱۱}

۱- رده یا کلاس خرچنگهای عقرب مانند^{۱۲}

۲- رده عنکبوت‌های دریایی^{۱۳}

۳- رده عنکبوت‌مانندها^{۱۴}

ج) زیر شاخه آرواره داران (شاخکداران)^{۱۵}

۱- رده سخت‌پوستان^{۱۶}

۲- رده هزارپایان^{۱۷}

۳- رده صدپایان^{۱۸}

¹ Metazoa group

² Invertebrates

³ Arthropoda

⁴ Arthros

⁵ Animal Kingdom

⁶ Metazoa Group

⁷ Subgroup Invertebrates (or Hyponeriens)

⁸ Phylum Arthropoda

⁹ Subphylum Trilobita

¹⁰ Subphylum Chelicerata

¹¹ Class Merostomata

¹² Class Pycnogonida

¹³ Class Arachnida

¹⁴ Subphylum Mandibulata (= Antennata)

¹⁵ Class Crustcea

¹⁶ Class Diplopoda

۴- رده فردپایان^{۱۸}

۵- رده هموعان^{۱۹}

۶- رده حشرات (= شش‌پایان)^{۲۰}

شاخه بندپایان^{۲۱}

شاخه بندپایان شامل جانورانی است که از

نظر ساختمانی دارای تفاوت‌های متنوعی بوده ولی

دارای خصوصیات مشترک و یکسانی نیز هستند

که اهم آنها عبارتند از:

✓ - تقارن دوجانبی^{۲۲}

✓ - بدن بندی^{۲۳}

- بعضی از مفصل‌های بدن حاوی پیوسته‌های

زوجی بندبند هستند که در نقاط مختلف بدن

دارای وظایف متفاوت می‌باشند.

- دارای اسکلت خارجی کیتینی^{۲۴}

- دارای قلب و یک رگ در سطح پشتی بدن

هستند و گردش خون آنها باز است.

- سیستم عصبی شامل یک مرکز عصبی یا

مغز در ناحیه سر بوده که متصل به زنجیره

عصبی که در ناحیه شکمی است می‌باشد. زنجیره

عصبی شامل عقده‌های عصبی در نقاط مختلف

آن است.

¹⁷ Class Chilopoda

¹⁸ Class Pauropoda

¹⁹ Class Symphyla

²⁰ Class Insecta (= Hexapoda)

²¹ Arthropoda

²² Bilateral symmetry

²³ Segmented body

²⁴ Chitinous exoskeleton

تخمین فوق ممکن است اغراق آمیز باشد ولی نشان دهنده تنوع فوق العاده این گروه است (جدول ۱). ولی با توجه به این که حدود ۹۰۰۰۰۰ گونه بندپای شناخته شده در مقایسه با ۳۰۰۰۰۰ الی ۴۰۰۰۰۰ گونه گیاهی و جلبکی و در حدود ۷۰۰۰۰ گونه قارچ، صحت تخمین فوق را تأیید میکند.

شاخه بندپایان شامل سه زیرشاخه می‌باشد که به طور خلاصه عبارتند از:

زیر شاخه تریلوبیت‌ها^{۱۶}

از بندپایان آبری اولیه بوده‌اند که امروزه دیگر وجود ندارند و فقط آثار فسیل شده آنها که مربوط به دوره پالئوزوئیک^{۱۷} بوده پیدا شده است. بدن آنها دارای سه قسمت طولی متصل به هم بوده و دارای یک جفت شاخک و بعد از آن یک سری زوائد جفتی روی سر و بقیه بدن دیده می‌شده‌اند.

زیر شاخه کلیسرداران^{۱۸}

شامل سه کلاس یا رده خرچنگ‌های عقرب‌مانند^{۱۹}، رده عنکبوت‌های دریایی^{۲۰} و رده عنکبوت‌مانندها^{۲۱} می‌باشند. کلاس عنکبوت‌مانندها شامل عنکبوت‌ها، عقربها، کنه‌های نباتی، حیوانی و غیره است.

در زیرشاخه کلیسرداران بدن شامل دو قسمت است: سر و قفسه‌سینه یکی شده بنام

سرفقه‌سینه^{۲۲} و قسمت دوم شکم است. این بندپایان دارای چهار جفت پا هستند ولی شاخک ندارند. بندپایان اولیه در این گروه به

لسوله گوارش شامل سه قسمت ابتدایی، میانی، و انتهایی است که قسمت ابتدایی و انتهایی از نظر منشاء اکتودرمی^۱ و قسمت میانی آندودرمی^۲ می‌باشد.

بدن بندپایان از قسمتهای ویژه‌ای به نام تاگما^۳ تشکیل شده است نحوه اتصال تاگماها به هم تاگموزیز^۴ نامیده میشود. در یک شکل از تاگموزیز بند جلویی، سر را بوجود می‌آورد (مرکزحسی، تغذیه و هماهنگی اعضای بدن) و بندهای باقی مانده تنه^۵ را بوجود می‌آورند که سایر فعالیت‌های بدن از قبیل حرکت را انجام میدهند این شکل از تاگموزیز در هزارپایان^۶ و صدپایان^۷ دیده میشود.

در شکل دوم از تاگموزیز، ۸ بند جلویی (عنکبوتها^۸) تا ۱۴ بند جلویی (خرچنگهای آب شیرین^۹)، سرسینه^{۱۰} یا پروزوما^{۱۱} را به وجود می‌آورند و بندهای باقیمانده، شکم^{۱۲} یا آپستوزوما^{۱۳} را تشکیل میدهند که عموماً زوائد حرکتی خود را از دست داده‌اند.

سومین تاگموزیز در حشرات و بیشتر سخت پوستان دیده میشود، به طوری که بدن دارای سه بخش سر (مرکزحسی، تغذیه و هماهنگی اعضای بدن)، سینه^{۱۴} (قسمت حرکت) و شکم است.

استارک^{۱۵} تخمین میزند که تعداد بندپایان در حدود ۱۰ الی ۸۰ میلیون گونه است اگرچه

¹ Ectoderm origin

² Endoderm origin

³ Tagma

⁴ Tagmosis

⁵ Trunk

⁶ Diplopoda

⁷ Chilopoda

⁸ Spiders

⁹ Crayfish

¹⁰ Cephalothorax

¹¹ Prosoma

¹² Abdomen

¹³ Opisthosoma

¹⁴ Thorax

¹⁵ Stork, 1988

¹⁶ Subphylum Trilobita

¹⁷ Paleozoic

¹⁸ Subphylum Chelicerata

¹⁹ Merostomata (King crabs)

²⁰ Pycnogonida (Sea spiders)

²¹ Arachnida

²² Cephalothorax

وسيله برانشی تنفس کرده ولی در فرم‌های پیشرفته‌تر تنفس به وسیله ششهای کتابی و یا لوله تنفسی^۱ انجام میشود وجود کلیسر^۲ به جای شاخکهای حسی و خصوصیات عمومی بدن، این گروه را کاملاً از سایر بندپایان مجزا میسازد کلیسر از قطعات دهانی است و برای گرفتن مواد غذایی بکار میرود ذیلاً به مهمترین رده زیرشاخه کلسیرداران یعنی عنکبوت‌مانندها میردازیم

رده عنکبوت‌مانندها (عنکبوتها)^۳

عنکبوت‌مانندها شامل عنکبوتها، کنه‌های نباتی و حیوانی، عقربها، رتیل‌ها و غیره است. همگی با داشتن کلیسر در حفره دهان و پاهای لامسه‌ای^۴، نداشتن شاخک و دارا بودن چهار جفت پا در جانور کامل و بدن دو قسمتی سرسینه و شکم شناسایی میشوند. کلیسرها دارای دو آلی سه بند بوده و بیشترشان دارای قسمت شست^۵ میباشند که در هنگام شکار سبب گرفتن و دریدن طعمه میشود. پاهای لامسه‌ای چندبندی هستند و به اشکال مختلف دیده میشوند در برخی گونه‌ها مانند عقربها، پاهای لامسه‌ای انبیک‌مانند و بزرگ هستند و جهت گرفتن شکار بکار میروند در عنکبوتهای نر پاهای لامسه‌ای به اندام جفتگیری تبدیل شده است فاقد آرواره‌های بالا هستند در روی سر یک جفت چشم ساده قرار دارد بعضی از گونه‌ها حاوی غدد سمی هستند تنفس بوسیله سیستم لوله تنفسی و یا برانشی‌های کتابی انجام میشود

به غیر از کنه‌های گیاهخوار، بقیه عنکبوت‌مانندها از مواد گوشتی تغذیه میکنند. اکثر عنکبوت‌مانندها گوشتخوار هستند ولی استثناهایی در کنه‌های نباتی و حیوانی دیده میشود. برخی از گونه‌های کنه‌های حیوانی ناقل بیماریهایی به انسانها، حیوانات وحشی و اهلی هستند. به عنوان مثال کنه پوست^۶ در کانالهای زیر پوستی ساکن میشود و تقریباً در ۸۰ درصد مردم دنیا به صورت انگلی زندگی میکند. اکثر عنکبوت‌مانندها خشکی‌زی^۷ هستند. اکثر کنه‌ها انگل نیستند و از گیاهان و سایر بندپایان تغذیه میکنند. کنه‌های گیاهخوار بافت گیاهی را سوراخ کرده (بوسیله کلیسر)، باعث خروج شیره گیاهی شده و از آن تغذیه مینمایند و باعث زیان اقتصادی میشوند. برخی از کنه‌ها لاشه‌خوار هستند. کنه گرد و غبار خانه از مواد آلی ریخته شده در گوشه و کنار خانه و لابلاهی فرش و غیره تغذیه میکند و یک منبع عمومی ایجاد حساسیت برای انسانها است.

برخی از عنکبوت‌مانندها تولید تار ابریشم میکنند که دارای مصارف چندگانه بویژه در عنکبوتها است. پيله ابریشمی جهت پوشش تخمها در کنه‌ها و عنکبوتها تنیده میشود. عنکبوتهای نر کیسه‌های ابریشمی جهت قرار دادن اسپرم می‌تند هنگام افتادن از محلتهای مخاطره آمیز با تنیدن تار ابریشمی مانع صدمه دیدن میشوند. در نهایت اهمیت حیاتی استفاده از ابریشم، جهت تنیدن تور برای شکار کردن است

^۱ Trachea

^۲ Chelicerae

^۳ Class Arachnida (Arachnids)

در زبان یونانی Arachne به معنی عنکبوت و Old به معنی ماهی است

^۴ Pedipalp

^۵ Thumb

^۶ Demodex sp.

^۷ Terrestrial

جدول ۱- مقایسه میزان جمعیت گونه‌های متعلق به شاخه‌ها، رده‌ها و راسته‌های مختلف بندپایان و برخی شاخه‌های دیگر (۳۳)

تعداد گونه	راسته	تعداد گونه	رده	تعداد گونه	شاخه
۳۵۰۰۰۰	Coleoptera*	۸۱۲۰۰۰	Insecta*	۹۲۵۵۰۰	Arthropoda*
۱۲۰۰۰۰	Lepidoptera	۸۰۰۰۰	Arachnida*	۵۰۰۰۰	Mollusca
۱۱۰۰۰۰	Hymenoptera*	۲۲۰۰۰	Crustacea	۲۷۰۰۰	Chordata
۱۰۰۰۰۰	Diptera*	۱۰۰۰۰	Diplopoda	۳۰۰۰۰	Protozoa
۲۰۰۰۰	Homoptera	۳۰۰۰	Chilopoda	۱۳۰۰۰	Plathyhelminthes
۲۵۰۰۰	Hemiptera	۶۵۰۰	Others	۱۵۰۰۰	Nematoda*
۱۹۰۰۰	Orthoptera			۱۲۰۰۰	Annelida
۵۰۰۰۰	Others			۲۸۶۰۰	Others

* امکان کشف گونه‌های جدید وجود دارد

آرواره‌ها هستند. قطعات دهانی در بیشتر آنها وجود دارد. تعداد پاها در آنها متفاوت است. بیشتر آنها بدن کشیده و کرم‌مانند دارند. ذیلاً مطالبی به اختصار در مورد مهمترین رده‌های آرواره‌داران و مقایسه آنها (شکل ۲) ارائه میشود:

آرواره سخت پوستان (خرچنگها)^۳
سخت پوستان از دوره کامبرین ظاهر شده‌اند. این رده از بندپایان دارای تقریباً ۴۲۰۰۰ گونه میباشند. از مهمترین علانیم مشخصه این رده علاوه بر اولین جفت شاخک، وجود جفت دوم شاخک در سر میباشد. در روی سر علاوه بر دو جفت شاخک دارای یک جفت آرواره بالا^۴ و دو جفت آرواره پایین^۵ میباشد. سر و قفسه سینه اغلب با یکدیگر ادغام شده و به صورت سرسینه^۶ درآمده است. تنفس بوسیله برانشی است. همه سخت پوستان اسکلت خارجی خود را بوسیله جذب نمک‌های کلسیم سخت میکنند

بیشتر عنکبوتها تار چسبناک را از ترشح کتنده‌های شکمی می‌تنند. نیش و گاز گرفتن بندپایان فوق دردناک و گاهی خطر جانی دارد. عنکبوتها دارای غده‌های سمی میباشند که از مجرای در داخل بند انتهایی کلیسر خارج میشود. برخی عنکبوتها نظیر بیوه سیاه^۱ دارای آنزیمهایی در نیش هستند که برای انسان و سایر مهره‌داران فوق العاده خطرناک است. ماده کامل این عنکبوت بزرگتر از نر بوده و از تار تنیده شده آویزان شده و دارای علامتی شبیه ساعت شنی به رنگ قرمز روی پشت شکم است. نیش‌ها مسمومیت عصبی ایجاد میکنند و اگر افراد مسن و کودکان گزیده شوند و واکنس ویژه در اختیار نباشد میتواند کشنده باشد علاوه بر عنکبوتها برخی از عقربها نیز دارای سموم خطرناک برای انسان میباشند ولی با توجه به انتشارشان در مناطق خشک تعداد کمی از مردم با آنها برخورد میکنند سم عقربها توسط نیشی که در انتهای بندهای شکم واقع است تزریق میشود.

زیر شاخه آرواره‌داران^۲

بندپایان این زیرشاخه دارای شاخک، یک جفت آرواره و یک سری زوائد در پشت

^۳ Class Crustacea (Crustaceans)

Crusta (در لاتین به مفهوم سخت پوست است)

^۴ Mandibles

^۵ Maxillae

^۶ Cephalothorax

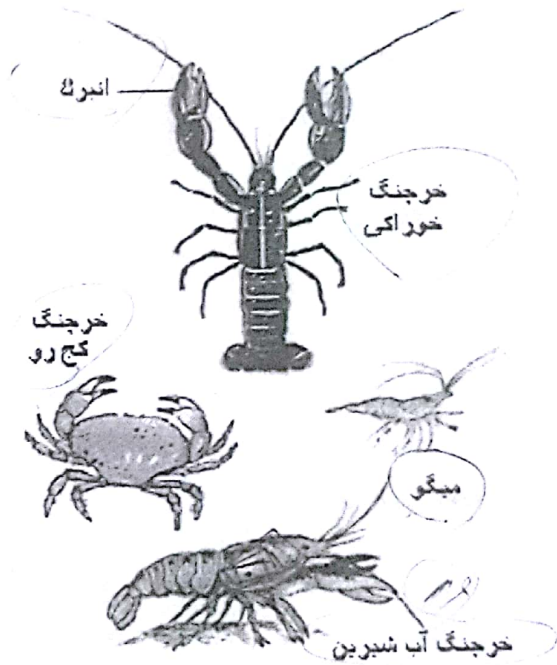


Black widow

با شاخکداران (Subphylum Mandibulata (or Antennata)

و این علت نامگذاری آنها به سخت‌پوستان است

اکثر گونه‌های این رده در دریا، بعضی در آبهای شیرین و تعداد معدودی نیز در محللهای مرطوب در خشکی یافت میشوند. نوع تغذیه اغلب بستگی به اندازه افراد دارد در مراحل اولیه زندگی معمولاً از پلانکتون نظیر دیاتومه تغذیه میکنند سخت‌پوستان بزرگتر معمولاً گوشتخوار و لاشه‌خوار هستند اگرچه تعدادی نیز انگل می باشند



شکل ۱- چند گونه از رده سخت‌پوستان (از اینترنت)

از مهمترین جنس‌های این رده می‌توان خرچنگ‌های آب شیرین^۱، خرچنگ‌های دراز دریائی^۲، آب کک یا ادافنی^۳ و خرخاکی^۴ اشاره کرد (شکل ۱)

رده صدپایان^۵

صدپایان دارای بدنی دراز که به دو قسمت سر و تنه تقسیم شده است سر دارای یک جفت شاخک کم و بیش بلند، یک جفت آرواره بالا و یک جفت آرواره پایین است بجز دو بند انتهایی بقیه بندها دارای یک جفت پای ساده است. اولین جفت پاها در عقب سر تغییر شکل یافته و به قلابهای سمی^۶ تبدیل شده که در گرفتن بی‌مهرگان که غذای اصلی صدپایان را تشکیل میدهد نقش دارند

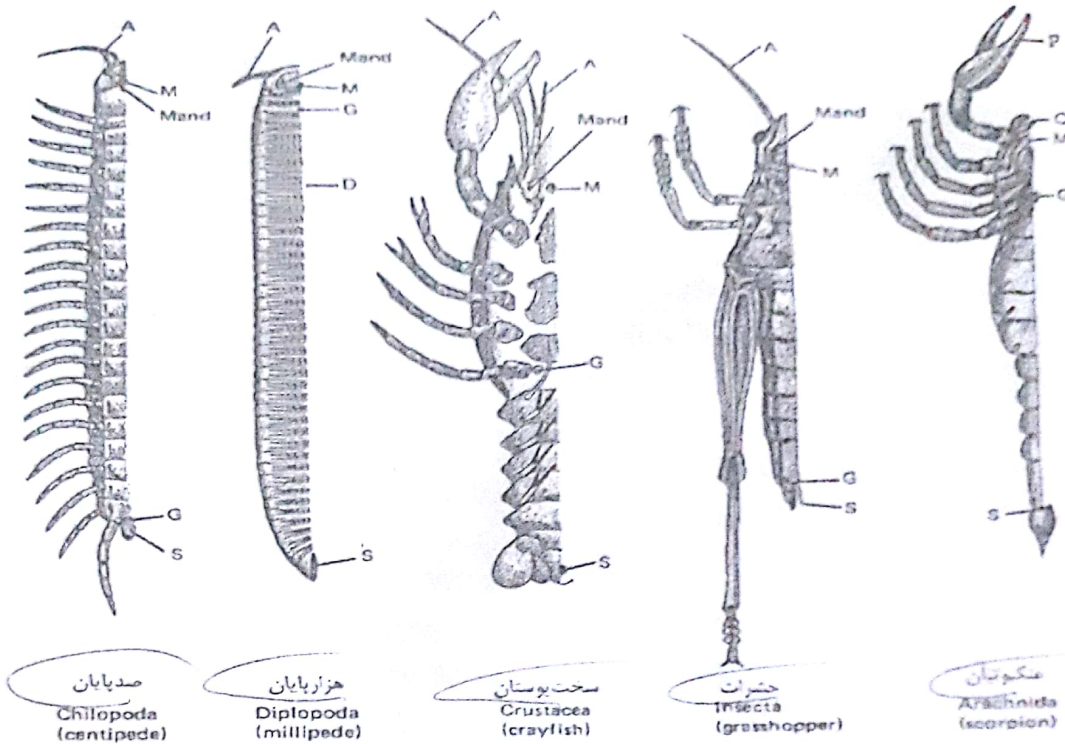
تخمها به صورت دسته‌ای یا تک‌گذاشته میشود. اگر به صورت دسته‌ای تخم‌ریزی شوند، ماده معمولاً از آنها مواظبت میکند پوست‌اندازی در این موجودات تنها باعث افزایش اندازه شده و بزرگترین اندازه تقریباً ۲۷۵ میلیمتر است که از آمریکای جنوبی گزارش شده است صدپایان معمولاً هنگام روز مخفی شده و شب فعالند و از سایر بندپایان، گوشتخیزکها و حلزونها تغذیه میکنند. اگر چه سم مترشحه از قلابهای سمی در کشتن شکار مؤثر است ولی برای انسان بندرت خطرناک میباشد

رده هزار پایان^۷

هزارپایان گروه دیگری هستند که بدن از دو قسمت سر و تنه تشکیل یافته است. سر دارای یک جفت شاخک کوتاه ساده، یک جفت آرواره بالا و بدنبال آن یک جفت آرواره پایین چسبیده به آرواره بالا بنام گناتوچیلاریوم^۸ است. برخلاف برخلاف صدپایان، بیشتر بندهای تنه دوبندی^۹ است که از ناحیه پشتی به جای شکمی بهم متصلند به طوری که هر بند بنظر میرسد دارای دو جفت زائده است

^۵ Class Chilopoda (Centipedes)
^۶ Toxicognathis
^۷ Class Diplopoda (Millipedes)
^۸ Gnathochilarium
^۹ Diplocephalites

^۱ Astacus spp.
^۲ Homarus spp.
^۳ Daphnia spp.
^۴ Oniscus sp.



شکل ۲ مقایسه خصوصیات ظاهری بندپایان: A شاخک؛ C کلیسر؛ D دیلوبود؛ G سوراخ تناسلی؛ M دهان؛ Mand آرواره؛ P پدیالپ؛ S مخرج (۳۳)

یافت میشوند. عمدتاً از مواد گیاهی در حال پوسیدن و قارچها تغذیه میکنند. به علت پاهای زیاد، نزدیک بهم و کوتاه ~~و~~ حرکت پاها بصورت موزون و موجی در طول بدن مشاهده میشود. هنگام تحریک هزارپایان اغلب بصورت حلقه محکمی در میآیند تا حداکثر حفاظت را بوسیله اسکلت سخت خارجی بدست آورند. برخی مایعات زیان آور نظیر سیانید هیدروژن از غدد ویژه‌ای جهت فراری دادن دشمن ترشح میشود.

رده حشرات^۱
ساختمان خارجی و داخلی بدن حشرات در فصل بعد مورد بررسی قرار میگیرد.

سوراخ تناسلی در ناحیه جلویی است نخمها در دستجات ۲۵ تا ۲۵۰ تایی در خاک یا هموسوس مرطوب گذاشته میشوند. لارو هنگام خروج از تخم تنها سه جفت پا دارد اما بتدریج در طی فرآیند رشد افزایش یافته و به تعداد نهایی میرسد. اگر چه به اینها هزارپا میگویند ولی پاهای در این جانوران حداکثر به ۳۷۵ جفت و حداقل به ۵۰ جفت میرسد. درازترین هزارپا ۳۰ سانتیمتر طول دارد.

جهت تکمیل سیکل زندگی به یک تا هفت سال زمان نیاز دارد. پوست اندازی اغلب در اتاقکهای زیرزمینی صورت میپذیرد. اسکلت خارجی بر خلاف صدپایان بلکه شبیه سخت پوستان است که با ترکیبات کربنات کلسیم سخت گردیده است.

اکثر هزار پایان در تنه پوسیده درختان، برگهای ریخته شده، هموسوس و زیر درختان

^۱ Class Insecta (Insects = Hexapoda) نشپایان

ساختمان خارجی بدن حشرات^۱
 حشرات بندپایانی هستند که بدن آنها به سه قسمت سر، قفسه سینه^۲ و شکم^۳ تقسیم شده است بررسی ساختمان بدن حشرات ابتدایی تر ما را قادر میسازد که یک تصویر کلی از ساختمان بدن آنها ترسیم کنیم

سر سر حشره از تلفیق شش مفصل جنینی بوجود آمده است که مفصلهای دوم و چهارم تا ششم دارای پیوستههایی در حشره کامل است. این پیوستهها عبارتند از: یک جفت شاخک^۴، یک جفت آرواره بالایی^۵، یک جفت آرواره پایینی^۶، لب پایینی^۷ و لب بالایی^۸ که سطح دهان را میپوشاند. سر حشره همچنین دارای یک جفت چشم مرکب^۹ و سه عدد چشم ساده^{۱۰} میباشند

قفسه سینه: قفسه سینه حشرات از سه مفصل درست شده است که هر یک از این مفصلها دارای یک جفت پا هستند چون تمام حشرات دارای ۶ عدد پا (۳ جفت) میباشند به کلاس حشرات، شش پایان نیز گفته میشود مفصلهای اول، دوم و سوم قفسه سینه را به ترتیب

پیش قفسه سینه^{۱۱}، میان قفسه سینه^{۱۲} و پس قفسه سینه^{۱۳} نیز میگویند. مفصلهای دوم و سوم قفسه سینه هر یک دارای یک جفت بال میباشند.

شکم: شکم حشرات شامل ۱۱ مفصل است که مفصل یازدهم دارای یک جفت زائده بندسی بنام سرسی^{۱۴} است که در تخمیزی، جفتگیری و کارهای حسی نقش دارد. دستگاه گوارش، سیستم عصبی، سیستم گردش خون، سیستم تنفسی لوله تنفسی ای و دستگاه تولیدمثل در شکم حشرات جای گرفته اند.

حشرات از لحاظ بزرگی و کوچکی با هم تفاوت دارند. بزرگترین حشرات در راسته چوبکماندها^{۱۵} دیده میشود. طول اینها در حدود ۳۰ سانتیمتر است. در راسته پروانهها یا بالپولکداران^{۱۶}، خانواده نوکتوئیده^{۱۷} یا شب پرهها، بعضی از گونهها از ۳۰ سانتیمتر هم بزرگترند. طول کوچکترین حشرات به اندازه ۰/۱ میلیمتر میباشند، که بیشتر در راسته بالغشائیان^{۱۸} که انگل تخم حشرات دیگر هستند مشاهده میشوند. بنا به گفته فولزوم^{۱۹} کوچکترین حشرات از بزرگترین پروتوزوا^{۲۰} کوچکتر و

^{۱۱} Prothorax
^{۱۲} Mesothorax
^{۱۳} Metathorax
^{۱۴} Cerci
^{۱۵} Phasmida
^{۱۶} Lepidoptera
^{۱۷} Noctuidae
^{۱۸} Hymenoptera
^{۱۹} Folsom
^{۲۰} Protozoa

^۱ ریختشناسی یا شکلشناسی Morphology

^۲ Thorax

^۳ Abdomen

^۴ Antennae

^۵ Mandibles

^۶ Maxillae

^۷ Labium

^۸ Labrum

^۹ Compound eyes

^{۱۰} Dorsal Ocelli

بزرگترین آنها از کوچکترین پستانداران بزرگتر است

قبل از اینکه قسمتهای مختلف بدن را به تنهایی مورد بررسی قرار دهیم، ساختمان جلد حشرات را که به منزله یک نوع اسکلت خارجی است مطالعه خواهیم نمود.

جلد حشرات^۱

جلد حشرات و سایر بندپایان اسکلت خارجی آنها را تشکیل میدهند. حشرات بر عکس انسان و سایر مهره‌داران دارای اسکلت داخلی نمیباشند. بنابراین پوشش خارجی بدن حشره نه تنها قسمتهای داخلی بدن را محافظت میکند بلکه ماهیچه‌های حشره نیز به آنها متصل میشوند.

اسکلت خارجی حشرات از قطعات کوچک و سخت کیتینی بنام اسکلیت^۲ تشکیل شده که در محل بهم پیوستگی قطعات فوق از کوتیکول نرم و قابل ارتجاع بوجود آمده است. وجود غشاء بین حلقه‌های بدن از نظر امکان حرکت و تسهیل جریان هوا در داخل لوله تنفسی‌ها اهمیت دارد.

ساختمان جلد حشرات: جلد حشرات از سه لایه اصلی درست شده است (شکل ۳):

۱- کوتیکول^۳: دارای یک ماده شیمیایی بنام کیتین^۴ میباشد. همچنین این لایه دارای پروتئین و مواد رنگی است. کوتیکول خود از دو لایه تشکیل شده است.

الف) روکوتیکول^۵: لایه نازکی است که در حدود یک میکرون قطر دارد و معمولاً دارای دو لایه است، یک لایه داخلی لیسوپروتئینی بنام کوتیکولین^۶ و یک لایه خارجی مومی^۷.

پیش کوتیکول^۸ خود دارای دو بخش مشخص است یک سوم تا نصف سطح بالایی آن اغلب تیره‌تر و سخت‌تر از بقیه آن است که به آن برون کوتیکول^۹ میگویند. قسمت داخلی این لایه را درون کوتیکول^{۱۰} مینامند. برون کوتیکول و درون کوتیکول معمولاً از لایه‌های متعددی که بطور موازی و افقی روی هم قرار گرفته‌اند درست شده‌اند. در نقاط مختلف جلد حشره کانالهای باریکی بنام مجراهای روزنه‌دار^{۱۱} بطور عمودی از لایه سلولی بشتره به سطح روکوتیکول راه یافته‌اند. مواد مختلفی از جمله موم از طریق این کانالها به سطح کوتیکول فوقانی راه می‌یابند که سطح جلد را نسبت به آب غیرقابل نفوذ میکنند.

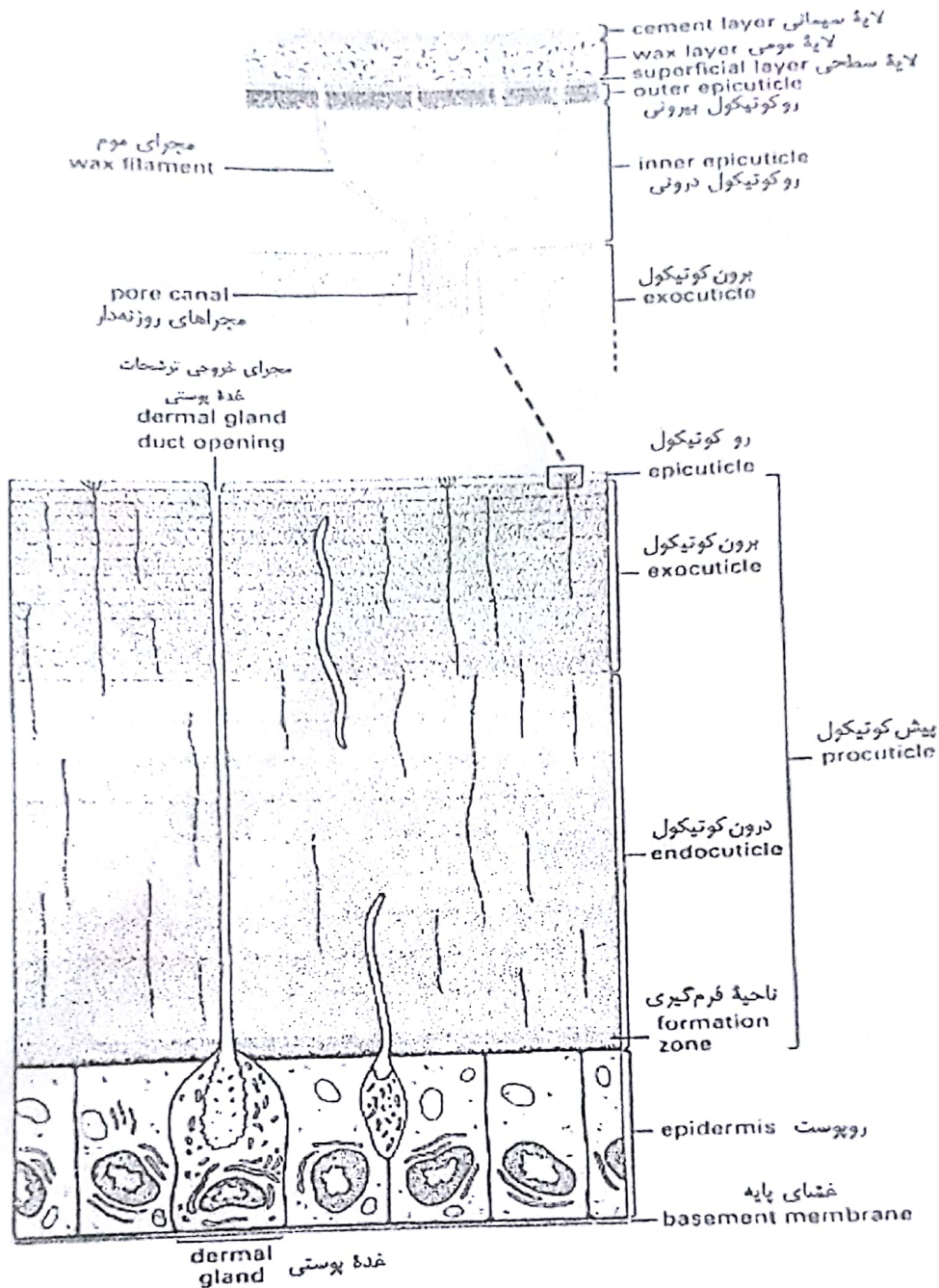
۲) روپوست^{۱۲}: لایه سلولی زنده و فعال و کوتیکول را ترشح میکند. در زیر درون کوتیکول و در روی غشاء قاعده قرار دارد.

۳) غشاء قاعده^{۱۳}: این غشاء یک لایه نازک است که در زیر روپوست قرار دارد.

کیتین^{۱۴}: یک چندقندی^{۱۵} ازت دار است که دارای فرمول $(C_8H_{13}NO_5)_n$ است (شکل ۴) و از خصوصیات بارز پیش کوتیکول است. این ماده در قسمت نرم‌تر پیش کوتیکول بیشتر است ولی در قسمت روکوتیکول اصلاً وجود ندارد. کیتین ماده مقاومی است که در آب، الکل، اسیدهای رقیق و قلیاها حل نشده و قابل هضم بوسیله آنزیمهای دستگاه گوارش پستانداران نیز نمیباشند. بعضی از حلزونها و عده‌ای از حشرات مثل سوسریهای حمام و بعضی از باکتریها قادر به هضم این ماده هستند.

- ⁸ Procuticle
- ⁹ Exocuticle
- ¹⁰ Endocuticle
- ¹¹ Pore canals
- ¹² Epidermis
- ¹³ Basement membrane
- ¹⁴ Chitin
- ¹⁵ Polysaccharide

- ¹ Exoskeleton = Integument
- ² Sclerite
- ³ Cuticle
- ⁴ Chitin
- ⁵ Epicuticle
- ⁶ Cuticulin
- ⁷ Wax layer



شکل ۳- قسمتهای مختلف تشکیل دهنده جلد حشرات

حشره و پیوسته‌های آن قابلیت تحرک پیدا میکنند. هر یک از قطعات یا صفحات پشت شکم حشره را ^۳ترگوم^۳ و مجموع آنها را ^۴ترگام^۴ مینامند. هر یک از قطعات پشت قفسه‌سینه را ^۵گرده^۵ و مجموع آنها را ^۶نوتا^۶ میگویند. گرده در

اسکلریت^۱ سطح بدن حشرات شامل یک سری صفحه‌ها یا قطعات سخت بنام اسکلریت است. این صفحات سخت بوسیله درزهایی بنام سوچور^۲ که غشائی و قابل ارتجاع هستند، بهم متصل میشوند. بواسطه وجود این درزهای غشائی قابل ارتجاع، قسمتهای مختلف بدن

³ Tergum
⁴ Terga
⁵ Notum
⁶ Nota

¹ Sclerite
² Suture

تا خوردگی جلد به طرف داخل حاصل میشوند که به آنها آپودم⁹ میگویند. آپودم از نظر استحکام اسکلت خارجی و اتصال ماهیچهها به آنها دارای اهمیت میباشد. برخی دیگر از زوائد به شکل تورفتگی خار مانند بنام آپوفیز¹⁰ است. زوائد داخلی بدن مجموعاً اسکلت داخلی بدن را تشکیل میدهند. آپودم از خارج به صورت درز یا سوچور مشخص میشود.

رنگ بدن حشرات

رنگ بدن حشرات از نظر تشخیص و رده بندی خیلی اهمیت دارد، با وجود این در بسیاری از حشرات رنگ بدن ثابت نیست. تغییر رنگ بدن حشرات وابسته به تغذیه و فصلهای سال میباشد. رنگهای بدن حشرات در دو گروه اصلی مطالعه میشوند:

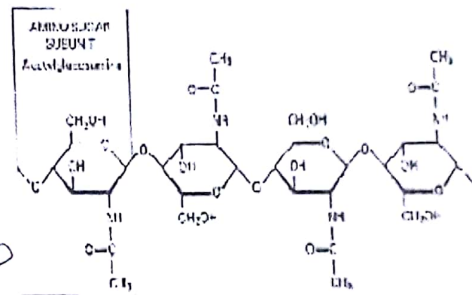
رنگهای فیزیکی: به اینها رنگهای سازه ای نیز گفته میشود، تحت خصوصیات ساختمان جلد و عموماً در نتیجه انعکاس اشعه نورانی در سطح صفحات کیتینی جلد بوجود می آیند. رنگهای فیزیکی بر خلاف رنگهای شیمیایی عموماً ناپایدار و در صورت تغییر انعکاس و زاویه برخورد نور، تغییر پیدا کرده و یا بطور کلی از بین میروند. رنگهای فیزیکی شامل سفید و آبی و رنگهای نزدیک به اینها بوده و بیشتر در پروانه ها و حشراتی که سطح بال و سایر قسمتهای بدن آنها پوشیده از فلس میباشد دیده میشوند.

رنگهای شیمیایی: این رنگها از قبیل قرمز، سبز، نارنجی، زرد و غیره در حشرات در نتیجه وجود مواد رنگی بنام رنگدانه¹ در لایه سلولهای بشره و برون کوتیکول میباشد. این نوع رنگها

⁹ Apodeme
¹⁰ Apophysis
¹ Pigment

سه حلقه قفسه سینه به ترتیب پیش گرده¹، میان گرده² و پس گرده³ نامیده میشود. هر یک از قطعات یا صفحات زیر شکم بنام استرنوم⁴ و مجموع آنها را استرنا⁵ گویند.

در منطقه قفسه سینه، صفحات پشتی و شکمی بوسیله قطعات سخت دیگری بنام پلوریت⁶ بهم متصل میشوند. طرفین هر حلقه بدن در ناحیه قفسه سینه را پهلوی⁷ میگویند که جمع آنها پلورا⁸ نامیده میشود.



شکل ۴- فرمول ساختمانی کیتین (۳۳)

زوائد جلد بدن حشرات

جلد بدن حشرات حاوی زوائد متعدد خارجی و داخلی است. زوائد خارجی جلد شامل: موها، خارها، فلسها و غیره است. بعضی از این زوائد از کوتیکول خالص درست شده اند در حالی که بعضی دیگر ممکن است دارای هر سه لایه اصلی جلد باشند.

قطعات کیتینی اسکلتی در داخل دارای زوائد بشماری میباشد که در بعضی به شکل

- ¹ Pronotum
- ² Mesonotum
- ³ Metanotum
- ⁴ Sternum
- ⁵ Sterna
- ⁶ Pleurite
- ⁷ Pleuron
- ⁸ Pleura

چشمهای مرکب واقع شده‌اند. سر حشرات از قسمت‌های مختلف درست شده است که اهم آنها عبارتند از: ¹ (1) ² (2) ³ (3) ⁴ (4) ⁵ (5) ⁶ (6) ⁷ (7) ⁸ (8) ⁹ (9) ¹⁰ (10) ¹¹ (11) ¹² (12) ¹³ (13) ¹⁴ (14) ¹⁵ (15) ¹⁶ (16) ¹⁷ (17) ¹⁸ (18) ¹⁹ (19) ²⁰ (20) ²¹ (21) ²² (22) ²³ (23) ²⁴ (24) ²⁵ (25) ²⁶ (26) ²⁷ (27) ²⁸ (28) ²⁹ (29) ³⁰ (30) ³¹ (31) ³² (32) ³³ (33) ³⁴ (34) ³⁵ (35) ³⁶ (36) ³⁷ (37) ³⁸ (38) ³⁹ (39) ⁴⁰ (40) ⁴¹ (41) ⁴² (42) ⁴³ (43) ⁴⁴ (44) ⁴⁵ (45) ⁴⁶ (46) ⁴⁷ (47) ⁴⁸ (48) ⁴⁹ (49) ⁵⁰ (50) ⁵¹ (51) ⁵² (52) ⁵³ (53) ⁵⁴ (54) ⁵⁵ (55) ⁵⁶ (56) ⁵⁷ (57) ⁵⁸ (58) ⁵⁹ (59) ⁶⁰ (60) ⁶¹ (61) ⁶² (62) ⁶³ (63) ⁶⁴ (64) ⁶⁵ (65) ⁶⁶ (66) ⁶⁷ (67) ⁶⁸ (68) ⁶⁹ (69) ⁷⁰ (70) ⁷¹ (71) ⁷² (72) ⁷³ (73) ⁷⁴ (74) ⁷⁵ (75) ⁷⁶ (76) ⁷⁷ (77) ⁷⁸ (78) ⁷⁹ (79) ⁸⁰ (80) ⁸¹ (81) ⁸² (82) ⁸³ (83) ⁸⁴ (84) ⁸⁵ (85) ⁸⁶ (86) ⁸⁷ (87) ⁸⁸ (88) ⁸⁹ (89) ⁹⁰ (90) ⁹¹ (91) ⁹² (92) ⁹³ (93) ⁹⁴ (94) ⁹⁵ (95) ⁹⁶ (96) ⁹⁷ (97) ⁹⁸ (98) ⁹⁹ (99) ¹⁰⁰ (100) ¹⁰¹ (101) ¹⁰² (102) ¹⁰³ (103) ¹⁰⁴ (104) ¹⁰⁵ (105) ¹⁰⁶ (106) ¹⁰⁷ (107) ¹⁰⁸ (108) ¹⁰⁹ (109) ¹¹⁰ (110) ¹¹¹ (111) ¹¹² (112) ¹¹³ (113) ¹¹⁴ (114) ¹¹⁵ (115) ¹¹⁶ (116) ¹¹⁷ (117) ¹¹⁸ (118) ¹¹⁹ (119) ¹²⁰ (120) ¹²¹ (121) ¹²² (122) ¹²³ (123) ¹²⁴ (124) ¹²⁵ (125) ¹²⁶ (126) ¹²⁷ (127) ¹²⁸ (128) ¹²⁹ (129) ¹³⁰ (130) ¹³¹ (131) ¹³² (132) ¹³³ (133) ¹³⁴ (134) ¹³⁵ (135) ¹³⁶ (136) ¹³⁷ (137) ¹³⁸ (138) ¹³⁹ (139) ¹⁴⁰ (140) ¹⁴¹ (141) ¹⁴² (142) ¹⁴³ (143) ¹⁴⁴ (144) ¹⁴⁵ (145) ¹⁴⁶ (146) ¹⁴⁷ (147) ¹⁴⁸ (148) ¹⁴⁹ (149) ¹⁵⁰ (150) ¹⁵¹ (151) ¹⁵² (152) ¹⁵³ (153) ¹⁵⁴ (154) ¹⁵⁵ (155) ¹⁵⁶ (156) ¹⁵⁷ (157) ¹⁵⁸ (158) ¹⁵⁹ (159) ¹⁶⁰ (160) ¹⁶¹ (161) ¹⁶² (162) ¹⁶³ (163) ¹⁶⁴ (164) ¹⁶⁵ (165) ¹⁶⁶ (166) ¹⁶⁷ (167) ¹⁶⁸ (168) ¹⁶⁹ (169) ¹⁷⁰ (170) ¹⁷¹ (171) ¹⁷² (172) ¹⁷³ (173) ¹⁷⁴ (174) ¹⁷⁵ (175) ¹⁷⁶ (176) ¹⁷⁷ (177) ¹⁷⁸ (178) ¹⁷⁹ (179) ¹⁸⁰ (180) ¹⁸¹ (181) ¹⁸² (182) ¹⁸³ (183) ¹⁸⁴ (184) ¹⁸⁵ (185) ¹⁸⁶ (186) ¹⁸⁷ (187) ¹⁸⁸ (188) ¹⁸⁹ (189) ¹⁹⁰ (190) ¹⁹¹ (191) ¹⁹² (192) ¹⁹³ (193) ¹⁹⁴ (194) ¹⁹⁵ (195) ¹⁹⁶ (196) ¹⁹⁷ (197) ¹⁹⁸ (198) ¹⁹⁹ (199) ²⁰⁰ (200) ²⁰¹ (201) ²⁰² (202) ²⁰³ (203) ²⁰⁴ (204) ²⁰⁵ (205) ²⁰⁶ (206) ²⁰⁷ (207) ²⁰⁸ (208) ²⁰⁹ (209) ²¹⁰ (210) ²¹¹ (211) ²¹² (212) ²¹³ (213) ²¹⁴ (214) ²¹⁵ (215) ²¹⁶ (216) ²¹⁷ (217) ²¹⁸ (218) ²¹⁹ (219) ²²⁰ (220) ²²¹ (221) ²²² (222) ²²³ (223) ²²⁴ (224) ²²⁵ (225) ²²⁶ (226) ²²⁷ (227) ²²⁸ (228) ²²⁹ (229) ²³⁰ (230) ²³¹ (231) ²³² (232) ²³³ (233) ²³⁴ (234) ²³⁵ (235) ²³⁶ (236) ²³⁷ (237) ²³⁸ (238) ²³⁹ (239) ²⁴⁰ (240) ²⁴¹ (241) ²⁴² (242) ²⁴³ (243) ²⁴⁴ (244) ²⁴⁵ (245) ²⁴⁶ (246) ²⁴⁷ (247) ²⁴⁸ (248) ²⁴⁹ (249) ²⁵⁰ (250) ²⁵¹ (251) ²⁵² (252) ²⁵³ (253) ²⁵⁴ (254) ²⁵⁵ (255) ²⁵⁶ (256) ²⁵⁷ (257) ²⁵⁸ (258) ²⁵⁹ (259) ²⁶⁰ (260) ²⁶¹ (261) ²⁶² (262) ²⁶³ (263) ²⁶⁴ (264) ²⁶⁵ (265) ²⁶⁶ (266) ²⁶⁷ (267) ²⁶⁸ (268) ²⁶⁹ (269) ²⁷⁰ (270) ²⁷¹ (271) ²⁷² (272) ²⁷³ (273) ²⁷⁴ (274) ²⁷⁵ (275) ²⁷⁶ (276) ²⁷⁷ (277) ²⁷⁸ (278) ²⁷⁹ (279) ²⁸⁰ (280) ²⁸¹ (281) ²⁸² (282) ²⁸³ (283) ²⁸⁴ (284) ²⁸⁵ (285) ²⁸⁶ (286) ²⁸⁷ (287) ²⁸⁸ (288) ²⁸⁹ (289) ²⁹⁰ (290) ²⁹¹ (291) ²⁹² (292) ²⁹³ (293) ²⁹⁴ (294) ²⁹⁵ (295) ²⁹⁶ (296) ²⁹⁷ (297) ²⁹⁸ (298) ²⁹⁹ (299) ³⁰⁰ (300) ³⁰¹ (301) ³⁰² (302) ³⁰³ (303) ³⁰⁴ (304) ³⁰⁵ (305) ³⁰⁶ (306) ³⁰⁷ (307) ³⁰⁸ (308) ³⁰⁹ (309) ³¹⁰ (310) ³¹¹ (311) ³¹² (312) ³¹³ (313) ³¹⁴ (314) ³¹⁵ (315) ³¹⁶ (316) ³¹⁷ (317) ³¹⁸ (318) ³¹⁹ (319) ³²⁰ (320) ³²¹ (321) ³²² (322) ³²³ (323) ³²⁴ (324) ³²⁵ (325) ³²⁶ (326) ³²⁷ (327) ³²⁸ (328) ³²⁹ (329) ³³⁰ (330) ³³¹ (331) ³³² (332) ³³³ (333) ³³⁴ (334) ³³⁵ (335) ³³⁶ (336) ³³⁷ (337) ³³⁸ (338) ³³⁹ (339) ³⁴⁰ (340) ³⁴¹ (341) ³⁴² (342) ³⁴³ (343) ³⁴⁴ (344) ³⁴⁵ (345) ³⁴⁶ (346) ³⁴⁷ (347) ³⁴⁸ (348) ³⁴⁹ (349) ³⁵⁰ (350) ³⁵¹ (351) ³⁵² (352) ³⁵³ (353) ³⁵⁴ (354) ³⁵⁵ (355) ³⁵⁶ (356) ³⁵⁷ (357) ³⁵⁸ (358) ³⁵⁹ (359) ³⁶⁰ (360) ³⁶¹ (361) ³⁶² (362) ³⁶³ (363) ³⁶⁴ (364) ³⁶⁵ (365) ³⁶⁶ (366) ³⁶⁷ (367) ³⁶⁸ (368) ³⁶⁹ (369) ³⁷⁰ (370) ³⁷¹ (371) ³⁷² (372) ³⁷³ (373) ³⁷⁴ (374) ³⁷⁵ (375) ³⁷⁶ (376) ³⁷⁷ (377) ³⁷⁸ (378) ³⁷⁹ (379) ³⁸⁰ (380) ³⁸¹ (381) ³⁸² (382) ³⁸³ (383) ³⁸⁴ (384) ³⁸⁵ (385) ³⁸⁶ (386) ³⁸⁷ (387) ³⁸⁸ (388) ³⁸⁹ (389) ³⁹⁰ (390) ³⁹¹ (391) ³⁹² (392) ³⁹³ (393) ³⁹⁴ (394) ³⁹⁵ (395) ³⁹⁶ (396) ³⁹⁷ (397) ³⁹⁸ (398) ³⁹⁹ (399) ⁴⁰⁰ (400) ⁴⁰¹ (401) ⁴⁰² (402) ⁴⁰³ (403) ⁴⁰⁴ (404) ⁴⁰⁵ (405) ⁴⁰⁶ (406) ⁴⁰⁷ (407) ⁴⁰⁸ (408) ⁴⁰⁹ (409) ⁴¹⁰ (410) ⁴¹¹ (411) ⁴¹² (412) ⁴¹³ (413) ⁴¹⁴ (414) ⁴¹⁵ (415) ⁴¹⁶ (416) ⁴¹⁷ (417) ⁴¹⁸ (418) ⁴¹⁹ (419) ⁴²⁰ (420) ⁴²¹ (421) ⁴²² (422) ⁴²³ (423) ⁴²⁴ (424) ⁴²⁵ (425) ⁴²⁶ (426) ⁴²⁷ (427) ⁴²⁸ (428) ⁴²⁹ (429) ⁴³⁰ (430) ⁴³¹ (431) ⁴³² (432) ⁴³³ (433) ⁴³⁴ (434) ⁴³⁵ (435) ⁴³⁶ (436) ⁴³⁷ (437) ⁴³⁸ (438) ⁴³⁹ (439) ⁴⁴⁰ (440) ⁴⁴¹ (441) ⁴⁴² (442) ⁴⁴³ (443) ⁴⁴⁴ (444) ⁴⁴⁵ (445) ⁴⁴⁶ (446) ⁴⁴⁷ (447) ⁴⁴⁸ (448) ⁴⁴⁹ (449) ⁴⁵⁰ (450) ⁴⁵¹ (451) ⁴⁵² (452) ⁴⁵³ (453) ⁴⁵⁴ (454) ⁴⁵⁵ (455) ⁴⁵⁶ (456) ⁴⁵⁷ (457) ⁴⁵⁸ (458) ⁴⁵⁹ (459) ⁴⁶⁰ (460) ⁴⁶¹ (461) ⁴⁶² (462) ⁴⁶³ (463) ⁴⁶⁴ (464) ⁴⁶⁵ (465) ⁴⁶⁶ (466) ⁴⁶⁷ (467) ⁴⁶⁸ (468) ⁴⁶⁹ (469) ⁴⁷⁰ (470) ⁴⁷¹ (471) ⁴⁷² (472) ⁴⁷³ (473) ⁴⁷⁴ (474) ⁴⁷⁵ (475) ⁴⁷⁶ (476) ⁴⁷⁷ (477) ⁴⁷⁸ (478) ⁴⁷⁹ (479) ⁴⁸⁰ (480) ⁴⁸¹ (481) ⁴⁸² (482) ⁴⁸³ (483) ⁴⁸⁴ (484) ⁴⁸⁵ (485) ⁴⁸⁶ (486) ⁴⁸⁷ (487) ⁴⁸⁸ (488) ⁴⁸⁹ (489) ⁴⁹⁰ (490) ⁴⁹¹ (491) ⁴⁹² (492) ⁴⁹³ (493) ⁴⁹⁴ (494) ⁴⁹⁵ (495) ⁴⁹⁶ (496) ⁴⁹⁷ (497) ⁴⁹⁸ (498) ⁴⁹⁹ (499) ⁵⁰⁰ (500) ⁵⁰¹ (501) ⁵⁰² (502) ⁵⁰³ (503) ⁵⁰⁴ (504) ⁵⁰⁵ (505) ⁵⁰⁶ (506) ⁵⁰⁷ (507) ⁵⁰⁸ (508) ⁵⁰⁹ (509) ⁵¹⁰ (510) ⁵¹¹ (511) ⁵¹² (512) ⁵¹³ (513) ⁵¹⁴ (514) ⁵¹⁵ (515) ⁵¹⁶ (516) ⁵¹⁷ (517) ⁵¹⁸ (518) ⁵¹⁹ (519) ⁵²⁰ (520) ⁵²¹ (521) ⁵²² (522) ⁵²³ (523) ⁵²⁴ (524) ⁵²⁵ (525) ⁵²⁶ (526) ⁵²⁷ (527) ⁵²⁸ (528) ⁵²⁹ (529) ⁵³⁰ (530) ⁵³¹ (531) ⁵³² (532) ⁵³³ (533) ⁵³⁴ (534) ⁵³⁵ (535) ⁵³⁶ (536) ⁵³⁷ (537) ⁵³⁸ (538) ⁵³⁹ (539) ⁵⁴⁰ (540) ⁵⁴¹ (541) ⁵⁴² (542) ⁵⁴³ (543) ⁵⁴⁴ (544) ⁵⁴⁵ (545) ⁵⁴⁶ (546) ⁵⁴⁷ (547) ⁵⁴⁸ (548) ⁵⁴⁹ (549) ⁵⁵⁰ (550) ⁵⁵¹ (551) ⁵⁵² (552) ⁵⁵³ (553) ⁵⁵⁴ (554) ⁵⁵⁵ (555) ⁵⁵⁶ (556) ⁵⁵⁷ (557) ⁵⁵⁸ (558) ⁵⁵⁹ (559) ⁵⁶⁰ (560) ⁵⁶¹ (561) ⁵⁶² (562) ⁵⁶³ (563) ⁵⁶⁴ (564) ⁵⁶⁵ (565) ⁵⁶⁶ (566) ⁵⁶⁷ (567) ⁵⁶⁸ (568) ⁵⁶⁹ (569) ⁵⁷⁰ (570) ⁵⁷¹ (571) ⁵⁷² (572) ⁵⁷³ (573) ⁵⁷⁴ (574) ⁵⁷⁵ (575) ⁵⁷⁶ (576) ⁵⁷⁷ (577) ⁵⁷⁸ (578) ⁵⁷⁹ (579) ⁵⁸⁰ (580) ⁵⁸¹ (581) ⁵⁸² (582) ⁵⁸³ (583) ⁵⁸⁴ (584) ⁵⁸⁵ (585) ⁵⁸⁶ (586) ⁵⁸⁷ (587) ⁵⁸⁸ (588) ⁵⁸⁹ (589) ⁵⁹⁰ (590) ⁵⁹¹ (591) ⁵⁹² (592) ⁵⁹³ (593) ⁵⁹⁴ (594) ⁵⁹⁵ (595) ⁵⁹⁶ (596) ⁵⁹⁷ (597) ⁵⁹⁸ (598) ⁵⁹⁹ (599) ⁶⁰⁰ (600) ⁶⁰¹ (601) ⁶⁰² (602) ⁶⁰³ (603) ⁶⁰⁴ (604) ⁶⁰⁵ (605) ⁶⁰⁶ (606) ⁶⁰⁷ (607) ⁶⁰⁸ (608) ⁶⁰⁹ (609) ⁶¹⁰ (610) ⁶¹¹ (611) ⁶¹² (612) ⁶¹³ (613) ⁶¹⁴ (614) ⁶¹⁵ (615) ⁶¹⁶ (616) ⁶¹⁷ (617) ⁶¹⁸ (618) ⁶¹⁹ (619) ⁶²⁰ (620) ⁶²¹ (621) ⁶²² (622) ⁶²³ (623) ⁶²⁴ (624) ⁶²⁵ (625) ⁶²⁶ (626) ⁶²⁷ (627) ⁶²⁸ (628) ⁶²⁹ (629) ⁶³⁰ (630) ⁶³¹ (631) ⁶³² (632) ⁶³³ (633) ⁶³⁴ (634) ⁶³⁵ (635) ⁶³⁶ (636) ⁶³⁷ (637) ⁶³⁸ (638) ⁶³⁹ (639) ⁶⁴⁰ (640) ⁶⁴¹ (641) ⁶⁴² (642) ⁶⁴³ (643) ⁶⁴⁴ (644) ⁶⁴⁵ (645) ⁶⁴⁶ (646) ⁶⁴⁷ (647) ⁶⁴⁸ (648) ⁶⁴⁹ (649) ⁶⁵⁰ (650) ⁶⁵¹ (651) ⁶⁵² (652) ⁶⁵³ (653) ⁶⁵⁴ (654) ⁶⁵⁵ (655) ⁶⁵⁶ (656) ⁶⁵⁷ (657) ⁶⁵⁸ (658) ⁶⁵⁹ (659) ⁶⁶⁰ (660) ⁶⁶¹ (661) ⁶⁶² (662) ⁶⁶³ (663) ⁶⁶⁴ (664) ⁶⁶⁵ (665) ⁶⁶⁶ (666) ⁶⁶⁷ (667) ⁶⁶⁸ (668) ⁶⁶⁹ (669) ⁶⁷⁰ (670) ⁶⁷¹ (671) ⁶⁷² (672) ⁶⁷³ (673) ⁶⁷⁴ (674) ⁶⁷⁵ (675) ⁶⁷⁶ (676) ⁶⁷⁷ (677) ⁶⁷⁸ (678) ⁶⁷⁹ (679) ⁶⁸⁰ (680) ⁶⁸¹ (681) ⁶⁸² (682) ⁶⁸³ (683) ⁶⁸⁴ (684) ⁶⁸⁵ (685) ⁶⁸⁶ (686) ⁶⁸⁷ (687) ⁶⁸⁸ (688) ⁶⁸⁹ (689) ⁶⁹⁰ (690) ⁶⁹¹ (691) ⁶⁹² (692) ⁶⁹³ (693) ⁶⁹⁴ (694) ⁶⁹⁵ (695) ⁶⁹⁶ (696) ⁶⁹⁷ (697) ⁶⁹⁸ (698) ⁶⁹⁹ (699) ⁷⁰⁰ (700) ⁷⁰¹ (701) ⁷⁰² (702) ⁷⁰³ (703) ⁷⁰⁴ (704) ⁷⁰⁵ (705) ⁷⁰⁶ (706) ⁷⁰⁷ (707) ⁷⁰⁸ (708) ⁷⁰⁹ (709) ⁷¹⁰ (710) ⁷¹¹ (711) ⁷¹² (712) ⁷¹³ (713) ⁷¹⁴ (714) ⁷¹⁵ (715) ⁷¹⁶ (716) ⁷¹⁷ (717) ⁷¹⁸ (718) ⁷¹⁹ (719) ⁷²⁰ (720) ⁷²¹ (721) ⁷²² (722) ⁷²³ (723) ⁷²⁴ (724) ⁷²⁵ (725) ⁷²⁶ (726) ⁷²⁷ (727) ⁷²⁸ (728) ⁷²⁹ (729) ⁷³⁰ (730) ⁷³¹ (731) ⁷³² (732) ⁷³³ (733) ⁷³⁴ (734) ⁷³⁵ (735) ⁷³⁶ (736) ⁷³⁷ (737) ⁷³⁸ (738) ⁷³⁹ (739) ⁷⁴⁰ (740) ⁷⁴¹ (741) ⁷⁴² (742) ⁷⁴³ (743) ⁷⁴⁴ (744) ⁷⁴⁵ (745) ⁷⁴⁶ (746) ⁷⁴⁷ (747) ⁷⁴⁸ (748) ⁷⁴⁹ (749) ⁷⁵⁰ (750) ⁷⁵¹ (751) ⁷⁵² (752) ⁷⁵³ (753) ⁷⁵⁴ (754) ⁷⁵⁵ (755) ⁷⁵⁶ (756) ⁷⁵⁷ (757) ⁷⁵⁸ (758) ⁷⁵⁹ (759) ⁷⁶⁰ (760) ⁷⁶¹ (761) ⁷⁶² (762) ⁷⁶³ (763) ⁷⁶⁴ (764) ⁷⁶⁵ (765) ⁷⁶⁶ (766) ⁷⁶⁷ (767) ⁷⁶⁸ (768) ⁷⁶⁹ (769) ⁷⁷⁰ (770) ⁷⁷¹ (771) ⁷⁷² (772) ⁷⁷³ (773) ⁷⁷⁴ (774) ⁷⁷⁵ (775) ⁷⁷⁶ (776) ⁷⁷⁷ (777) ⁷⁷⁸ (778) ⁷⁷⁹ (779) ⁷⁸⁰ (780) ⁷⁸¹ (781) ⁷⁸² (782) ⁷⁸³ (783) ⁷⁸⁴ (784) ⁷⁸⁵ (785) ⁷⁸⁶ (786) ⁷⁸⁷ (787) ⁷⁸⁸ (788) ⁷⁸⁹ (789) ⁷⁹⁰ (790) ⁷⁹¹ (791) ⁷⁹² (792) ⁷⁹³ (793) ⁷⁹⁴ (794) ⁷⁹⁵ (795) ⁷⁹⁶ (796) ⁷⁹⁷ (797) ⁷⁹⁸ (798) ⁷⁹⁹ (799) ⁸⁰⁰ (800) ⁸⁰¹ (801) ⁸⁰² (802) ⁸⁰³ (803) ⁸⁰⁴ (804) ⁸⁰⁵ (805) ⁸⁰⁶ (806) ⁸⁰⁷ (807) ⁸⁰⁸ (808) ⁸⁰⁹ (809) ⁸¹⁰ (810) ⁸¹¹ (811) ⁸¹² (812) ⁸¹³ (813) ⁸¹⁴ (814) ⁸¹⁵ (815) ⁸¹⁶ (816) ⁸¹⁷ (817) ⁸¹⁸ (818) ⁸¹⁹ (819) ⁸²⁰ (820) ⁸²¹ (821) ⁸²² (822) ⁸²³ (823) ⁸²⁴ (824) ⁸²⁵ (825) ⁸²⁶ (826) ⁸²⁷ (827) ⁸²⁸ (828) ⁸²⁹ (829) ⁸³⁰ (830) ⁸³¹ (831) ⁸³² (832) ⁸³³ (833) ⁸³⁴ (834) ⁸³⁵ (835) ⁸³⁶ (836) ⁸³⁷ (837) ⁸³⁸ (838) ⁸³⁹ (839) ⁸⁴⁰ (840) ⁸⁴¹ (841) ⁸⁴² (842) ⁸⁴³ (843) ⁸⁴⁴ (844) ⁸⁴⁵ (845) ⁸⁴⁶ (846) ⁸⁴⁷ (847) ⁸⁴⁸ (848) ⁸⁴⁹ (849) ⁸⁵⁰ (850) ⁸⁵¹ (851) ⁸⁵² (852) ⁸⁵³ (853) ⁸⁵⁴ (854) ⁸⁵⁵ (855) ⁸⁵⁶ (856) ⁸⁵⁷ (857) ⁸⁵⁸ (858) ⁸⁵⁹ (859) ⁸⁶⁰ (860) ⁸⁶¹ (861) ⁸⁶² (862) ⁸⁶³ (863) ⁸⁶⁴ (864) ⁸⁶⁵ (865) ⁸⁶⁶ (866) ⁸⁶⁷ (867) ⁸⁶⁸ (868) ⁸⁶⁹ (869) ⁸⁷⁰ (870) ⁸⁷¹ (871) ⁸⁷² (872) ⁸⁷³ (873) ⁸⁷⁴ (874) ⁸⁷⁵ (875) ⁸⁷⁶ (876) ⁸⁷⁷ (877) ⁸⁷⁸ (878) ⁸⁷⁹ (879) ⁸⁸⁰ (880) ⁸⁸¹ (881) ⁸⁸² (882) ⁸⁸³ (883) ⁸⁸⁴ (884) ⁸⁸⁵ (885) ⁸⁸⁶ (886) ⁸⁸⁷ (887) ⁸⁸⁸ (888) ⁸⁸⁹ (889) ⁸⁹⁰ (890) ⁸⁹¹ (891) ⁸⁹² (892) ⁸⁹³ (8

حشرات به استثنای راسته بی شاخکان^۱ که از حشرات ابتدایی اند و بعضی از لاروها (مثل لارو بعضی از زنبورها) وجود دارند.

از نظر ساختمانی هر شاخک از یک سری مفصلهائی درست شده است که به دنبال هم قرار گرفته اند و شکل بخصوصی به آن میدهند که در حشرات مختلف فرق میکند ولی بطور کلی در هر شاخک ۳ قسمت مشخص وجود دارد.

شاخک پایه^۲: اولین مفصل شاخک است که به سر متصل میباشد. این مفصل معمولاً پهن تر و کشیده تر از مفصلهای دیگر شاخک است.

ساقک^۳: دومین مفصل شاخک میباشد که بعد از اسکپ قرار گرفته است. این مفصل معمولاً کوچکتر از اسکپ بوده و اغلب گرد و یا کشیده است.

تاژک^۴: به بقیه مفصلها که بعد از ساقک قرار گرفته اند تاژک گفته میشود و تعداد آنها بسته به گونه های مختلف حشرات متفاوت است. شاخکها وظایف حسی حشرات را به عهده دارند و از آنها به عنوان اعضای لامسه، بویایی و در بعضی موارد اعضای شنوایی استفاده میشود. شکل و اندازه شاخکها در حشرات متفاوت هستند و اغلب این خصوصیات در طبقه بندی حشرات بکار میروند.

اشکال مختلف شاخک

شاخکها در حشرات از نظر شکل بسیار متنوع بوده و در اینجا به مهمترین آنها اشاره میشود (شکل ۵).

شاخک مویی^۵: مفصل های قاعده ای شاخک کمی کلفت هستند ولی مفصلهای بعدی باریک

و کشیده میشوند. مثل شاخک در زنجیره ها، آسیابکها، سنجاچکها و سوسریها

شاخک نخی^۶: مفصلها تقریباً هم شکل هستند و استوانه ای اند. مثل شاخک در بعضی سخت بالپوشان یا ملخهای شاخک کوتاه.

شاخک تسبیحی^۷: مفصلهای شاخک به شکل دانه های تسبیح گرد هستند و به دنبال هم قرار دارند مانند موریانه ها و بعضی سخت بالپوشان.

شاخک ارّه ای^۸: مفصلهای شاخک بخصوص نصف تا دو سوم مفصلهای قاعده ای تقریباً مثلثی هستند و شکل دندانهای ارّه را پیدا میکنند. مثل سخت بالپوشان خانواده بوپرستیده^۹.

شاخک شانهای^{۱۰}: مفصلهای شاخک در ناحیه تاژک دارای نوک دراز و کشیده هستند که شکل شانها را به شاخک میدهند. مثل برخی سخت بالپوشان.

شاخک چماقی^{۱۱}: بتدریج بطرف انتهای شاخک به قطر مفصلهای شاخک افزوده میشود و شکل چماق پیدا میکند. مثل سخت بالپوشان خانواده کوکو جیده^{۱۲}.

شاخک گریزی یا سنجاقی^۱: در این شاخک فقط چند مفصل انتهایی پهن تر و قطورتر شده و شکل گرز یا سنجاق را پیدا میکنند. مثل پروانه های روز پرواز و برخی سخت بالپوشان نظیر خانواده اسکولیتیده^۲.

⁵ Bristle like or Setaceous

⁶ Filiform

⁷ Moniliform

⁸ Serrate

⁹ Buprestidae

¹⁰ Pectinate

¹¹ Clubbed

¹² Cucujidae

¹ Capitate

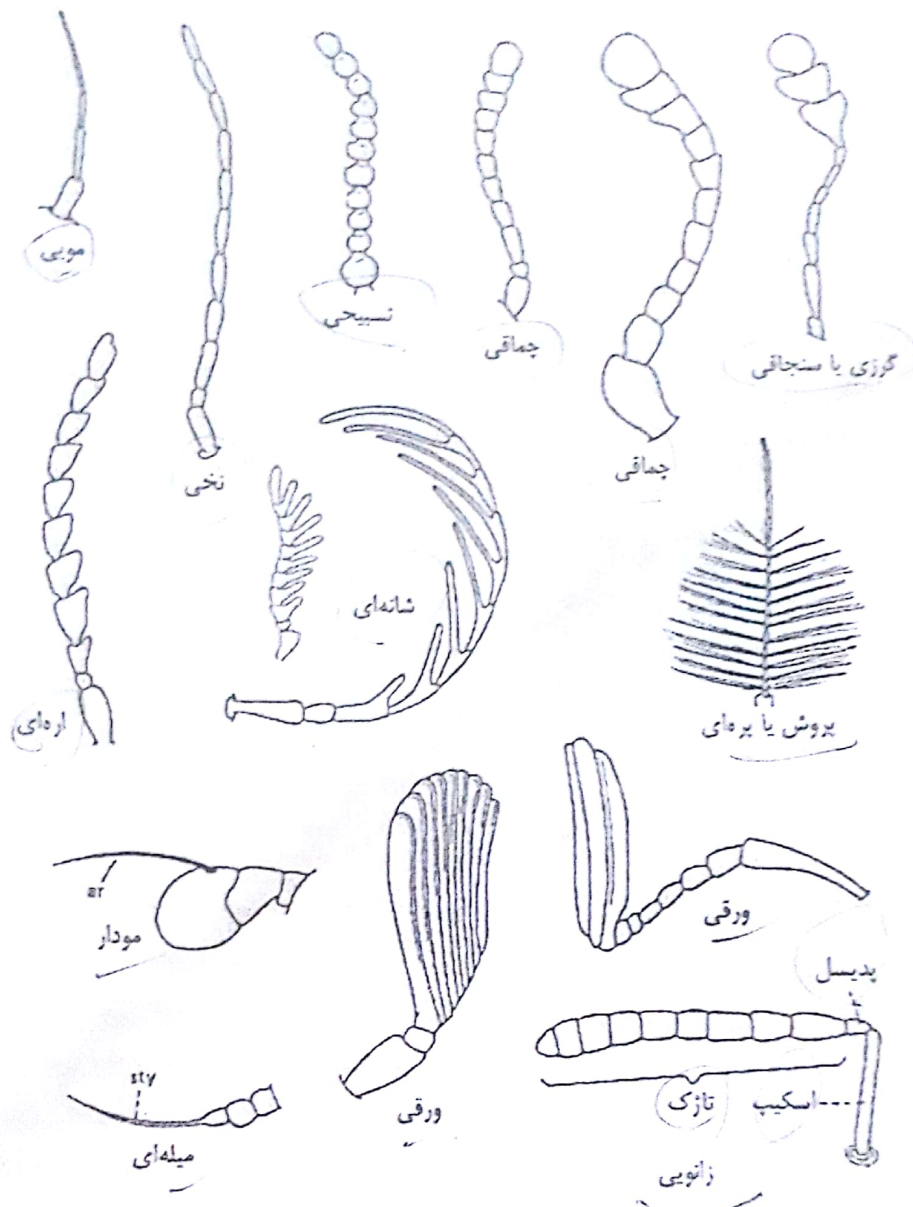
² Scolytidae

¹ Protura

² Scape

³ Pedicel

⁴ Flagellum



شکل ۵- انواع شاخک در حشرات

شاخک پره‌ای یا پریشم^۵ بیشتر مفصلها در طرفین دارای دسته‌های موهای کشیده هستند. مثل پروانه نر پر طاووسی گلابی و پروانه کرم ابریشم.

شاخک مودار^۶ مفصل انتهایی شاخک معمولاً قطور و بزرگ و در روی آن یک موی

شاخک ورقه‌ای^۱ چند مفصل انتهایی شاخک بطور جانبی پهن شده و مثل ورقه‌هایی روی هم قرار میگیرند مثل سخت بالپوشان خانواده اسکارابیده^۲.

شاخک زانویی^۳ معمولاً اسکپ کشیده است و تازک نسبت به اسکپ زاویه درست میکند مثل شاخک مورچه‌ها^۴.

^۴ Formicidae
^۵ Plumose
^۶ Aristate

^۱ Lamellate
^۲ Scarabaeidae
^۳ Geniculate

نقطه به مجموعه اتصال دارند حرکت آرواره‌های بالایی جانبی است شکل آرواره‌های بالا در حشرات متفاوت است در بعضی سخت بالپوشان شکاری به شکل دراز و داسی شکل است.

آرواره‌های پایینی^{۱۳} یک جفت زائده بندی هستند که در پشت آرواره‌های بالا واقع شده‌اند. هر یک از آرواره‌های پایین شامل قطعات زیر است:

مفصل قاعده‌ای یا پایه^{۱۴}

تنه^{۱۵} مفصل دوم است که به پایه اتصال دارد. تنه دارای دو زائده انتهایی بنام لاسینیا^{۱۶} است که دارای قسمت دنداندار و زائده گاله^{۱۷} که بدون دندان است.

پالپ‌های آرواره‌های پایینی^{۱۸}: این پالپ‌ها بندی هستند و در محلی بنام پالپی فر^{۱۹} به تنه متصل میشوند. تعداد بندهای این پالپ‌ها متفاوت است ولی معمولاً ۴ تا ۵ بندی هستند.

لب پایینی^{۲۰}: یک زائده یک پارچه است که در زیر آرواره‌های پایین قرار دارد. این لب بوسیله یک درز افقی به دو قسمت تقسیم شده است. یکی قسمت قاعده‌ای بنام پس‌لب پایینی^{۲۱} و دیگری پیش‌لب پایینی^{۲۲}. در بعضی از حشرات نظیر جیرجیرکها لب پایینی به دو قسمت تقسیم شده است.

بزرگ بنام آریستا^۱ وجود دارد. اینگونه شاخکها معمولاً دارای ۳ مفصل هستند. مثل مگس خانگی از راسته دوبالان.

شاخک میله‌ای^۲: اینگونه شاخکها نیز دارای ۳ مفصل هستند که مفصل انتهایی دارای یک زائده میله‌ای^۳ است مثل شاخک بعضی از مگسها.

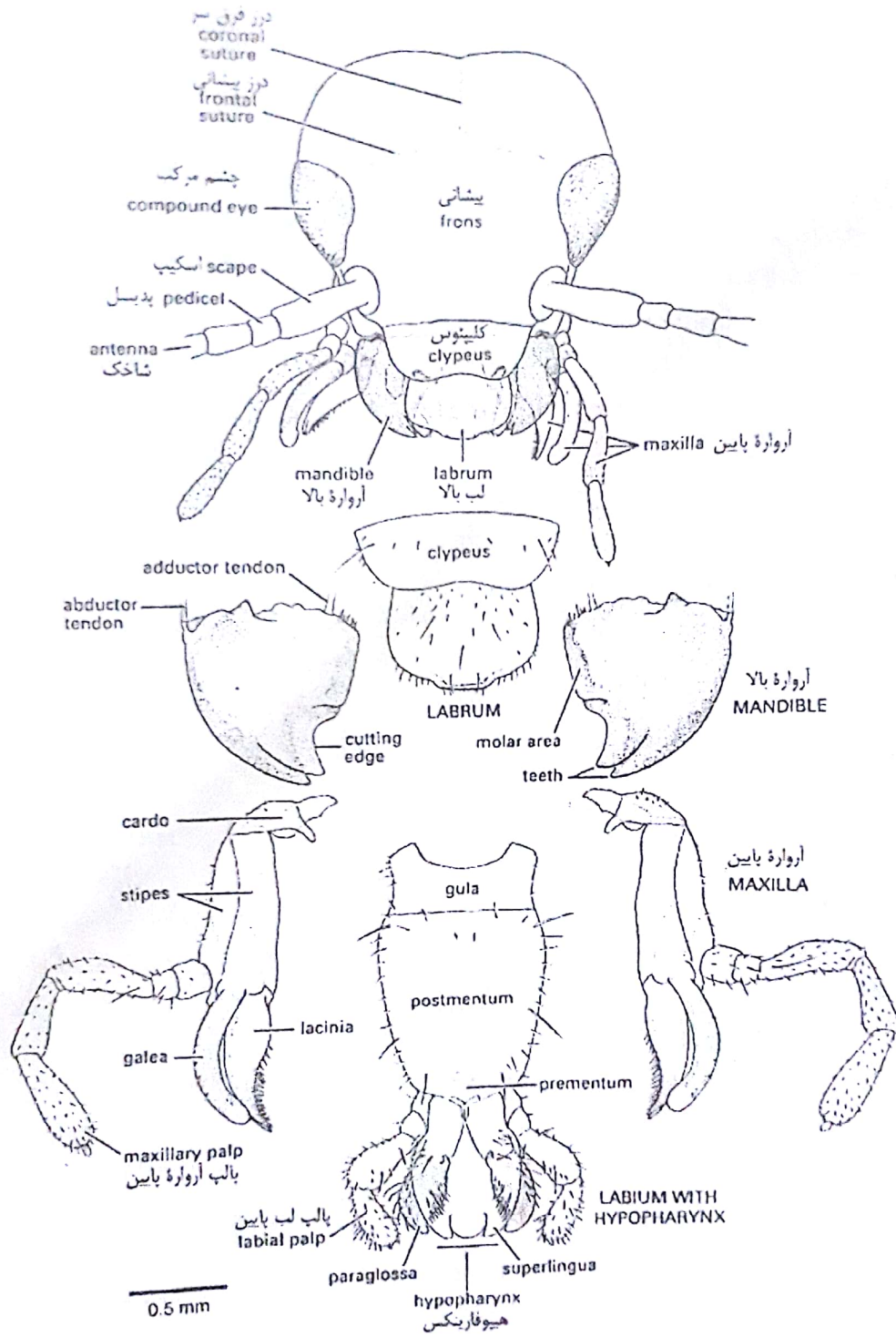
قطعات دهان

قطعات دهان حشرات شامل یک لب بالا^۴، یک جفت آرواره بالا^۵، یک جفت آرواره، یک لب پایینی^۶، یک زبان یا زائده لب پایینی^۸ و یک اپی‌فارینکس^۹ یا زائده لب بالا میباشد که در حشرات مختلف دارای اشکال متفاوتی است (شکل ۶).

نوع قطعات دهانی یک حشره مشخص کننده نوع غذایی است که آن حشره از آن تغذیه میکنند و در مورد حشرات زیان‌آور مشخص کننده نوع خسارتی است که آن حشره باعث میشود. شکل عمومی و کلی قطعات دهانی در حشرات جونده دیده میشود. قطعات دهانی یک حشره جونده بشرح زیر میباشد.

لب بالا^۱: این قسمت بصورت یک زائده است که در سطح جلوی سر و در زیر قطعه زیرپیشانی یا کلیپه‌اوس^{۱۱} قرار دارد و سطح دهان را میپوشاند. در سطح تحتانی و یا در پشت لب بالا یک قسمت متورم بنام کام که عضو چشایی حشره است وجود دارد.

آرواره‌های بالا^{۱۲}: در زیر لب بالا یک جفت زائده سخت غیربندی هستند که هر یک در دو



شکل ۶- قسمتهای مختلف قطعات دهانی در حشرات (گوشخیزک) (۳۳)

بعضی یا تمام قطعات دهانی کشیده یا میله مانند شده‌اند.

قطعات دهانی مکنده در پاجابداران: قطعات دهانی این حشرات بصورت خرطوم کوچکی است که در زیر و عقب سر قرار گرفته است. لب بالایی قسمت جلوی خرطوم را تشکیل میدهد. قسمت قاعده آرواره‌های پایین پهلوه‌های آن را و لب پایین قسمت عقب خرطوم را درست میکند. مجموعاً ۳ میله^۱ وجود دارند که شامل آرواره چپ و دو آرواره پایین است (آرواره راست رشد نکرده است). پالپ‌های آرواره پایین و لب پایین کوچکند. زبان بصورت زائده کوچکی در وسط خرطوم وجود دارد. قطعات دهانی پاجابداران به ساینده-مکنده^۲ معروف است. میله‌ها بافت گیاه میزبان را ساینده یا سوراخ کرده و سپس شیره گیاهی از راه کانال بین آنها مکیده میشود.

قطعات دهانی زننده در حشرات راسته‌های جوربالان و نیم‌بالان: در این حشرات خرطوم کشیده و معمولاً بندبند است. محل اتصال خرطوم در نیم‌بالان از زیر و جلوی سر ولی در جوربالان در زیر و عقب سر میباشد. لب پایین بصورت پوشش و غلافی خارجی خرطوم است که بندبند میباشد و چهار میله را میپوشاند. میله‌ها از تغییر شکل آرواره‌های بالا و پایین بوجود آمده‌اند که عمل سوراخ کردن میزبان را به عهده دارند. لب بالا بصورت زائده کوچکی در روی قاعده قسمت بالایی خرطوم قرار دارد. زبان نیز بصورت یک زائده کوچک در داخل خرطوم است. لب پایین یا غلاف خرطوم در سوراخ کردن بافت میزبان نقشی ندارد و هنگامی که میله‌ها بافت میزبان را سوراخ میکنند لب پایین ناخورده و فقط میله‌ها در بافت نفوذ میکنند. آرواره‌های پایین در امتداد طولی خود

تشکیل دو سوراخ یا کانال را میدهند که یکی بنام مجرای غذایی^۳ و دیگری بنام مجرای بزاق^۴ میباشد. پالپ‌های آرواره پایین لب پایین تحلیل رفته‌اند.

قطعات دهانی زننده در دوبالان پست^۵ در این حشرات، قطعات دهانی دارای ۶ میله هستند که شامل: لب بالا، دو آرواره بالا، دو آرواره پایین و زبان است. لب پایین نیز نقش پوشش یا غلاف میله‌ها را به عهده دارد. مثل قطعات دهانی در پشه‌های خانواده کولیسیده^۶ میله‌ها ممکن است باریک و دراز باشند مثل پشه‌ها و یا پهن‌تر و تیغه چاقویی باشند مثل سایر دوبالان از جمله مگس اسب و غیره. پالپهای آرواره پایین رشد زیادی کرده ولی پالپهای لب پایین تحلیل رفته‌اند. مجرای بزاقی در زبان واقع شده است ولی مجرای غذایی از پهلوی هم قرار گرفتن شیار لب بالا و زبان (مثل پشه‌ها) و یا لب بالا و آرواره‌های بالا مثل مگس اسب^۷ بوجود آمده است. لب پایین در سوراخ کردن بافت میزبان نقشی ندارد.

قطعات دهانی در دوبالان پیشرفته^۸ منظور از دوبالان پیشرفته، دو بالان متعلق به زیرراسته سیکلورافا^۹ هستند. در این حشرات آرواره‌های بالا وجود ندارد و از آرواره‌های پایین فقط پالپهای آنها باقی مانده است. خرطوم در این حشرات شامل لب بالا، زبان و لب پایین میباشد. قطعات دهانی در این گروه شامل دو تیپ است:

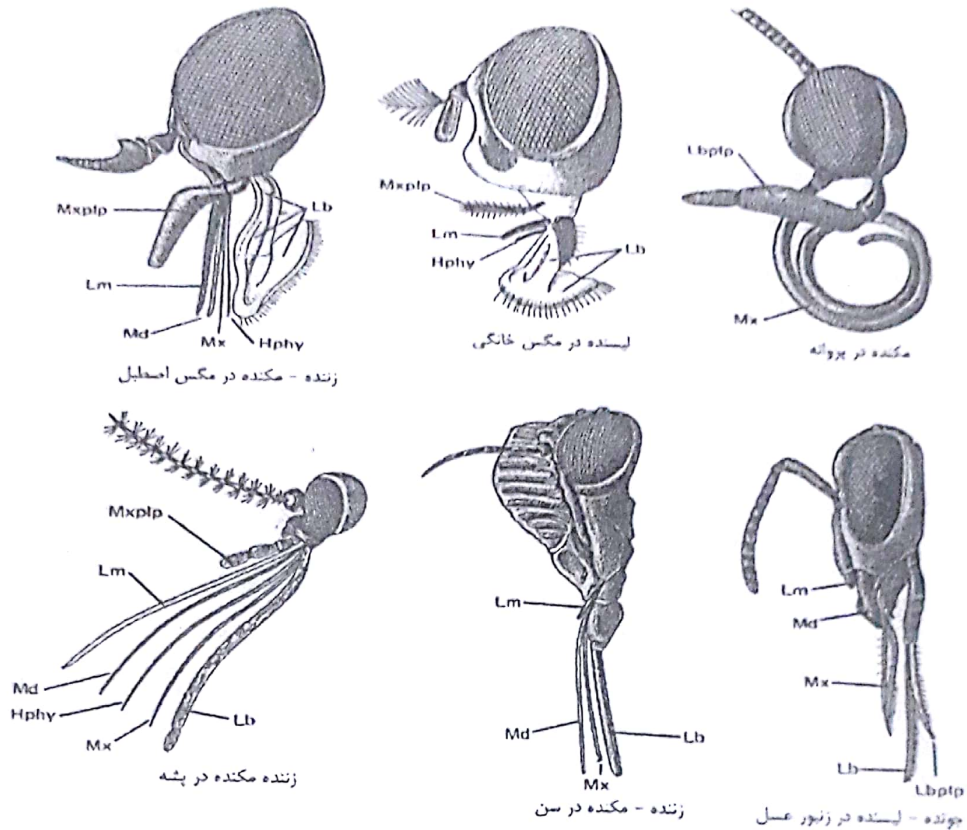
^۳ Food channel

^۴ Salivary channel

^۵ Lower Diptera

^۶ Culicidae

^۱ Stylets



شکل ۷. تغییرات قطعات دهانی در حشرات مختلف (Hphy: زبان؛ Lb: لب بالا؛ Lbplp: پالپ لب پایین؛ Lm: لب پایین؛ Md: آرواره؛ Mx: پالپ آرواره پایین؛ Mxplp: پالپ آرواره پایین (۳۳))

مخروطی گوشتی است که از رشد قسمتهای پایین سر و بخصوص لب پایین بوجود آمده است و از دو قسمت عمده درست شده است. قسمت قاعده آن بنام خرطوم قاعده‌ای^۷ و قسمت انتهایی بنام خرطوم انتهایی^۸ میباشد. پالپهای لب پایین در قسمت انتهایی خرطوم قرار دارند. لب بالا و زبان باریک هستند و در سطح فوقانی لب پایین در شیاری قرار میگیرند که قسمت اعظم خرطوم انتهایی را تشکیل میدهند. مجرای بزاقی در زبان واقع شده و مجرای غذایی بین لب بالا و زبان تشکیل میشود. در انتهای لب پایین یک جفت زائده بزرگ، نرم و تخم مرغی شکل بنام

قطعات دهانی سوراخ کننده-مکنده^۱: مثل مگس اصطلبل^۲، مگس سه‌تسه^۳ و غیره که آلت اصلی سوراخ کننده لب پایین است. لب بالا و زبان بصورت میله‌های طولی هستند که در سطح فوقانی لب پایین قرار میگیرند. لب پایین در انتها دارای یک جفت صفحه کوچک سخت بنام لبک^۴ میباشد که دنداندار هستند. مجرای بزاقی در زبان واقع است و مجرای غذایی بین لب بالا و زبان تشکیل شده است.

قطعات دهانی لیسنده یا اسفنجی^۵: مثل مگس خانگی^۱ خرطوم در این حشرات به شکل زائده

^۶ *Musca domestica*

^۷ Rostrum

^۸ Haustellum

^۱ Piercing - Sucking

^۲ *Stomoxys calcitrans*

^۳ *Glossina* spp.

^۴ Labella

^۵ Lapping or Sponging

از تغییر شکل زبان بوجود آمده‌است میله تحتانی عضو اصلی سوراخ کننده‌است و احتمالاً از تغییر شکل لب پایین حاصل شده است پالپ‌ها وجود ندارد

قطعات دهانی مکنده یا سیفونی^۲ این نوع قطعات دهانی در بالپولکساران دیده‌میشود قطعات دهانی پروانه‌ها بصورت خرطوم درازی است که بشکل فنر بهم پیچیده است این خرطوم از تغییر شکل دوگاله آرواره پایین بوجود آمده‌است که مجرای غذایی بین آنها قراردارد لب بالا کوچک مانده و بصورت یک نوار باریک در سطح لب قاعده‌این خرطوم قرارگرفته است آرواره‌های بالا و زبان وجود ندارد پالپ‌های آرواره پایین معمولاً کوچک مانده و یا وجود ندارد ولی پالپ‌های لب پایین بخوبی رشد کرده‌اند مجرای بزاقی بخصوصی وجود ندارد این حشرات مایعاتی مثل شهد گلها را می‌مکند و خرطوم موقع مکیدن غذا باز شده و بصورت یک لوله طولی در می‌آید.

قفسه‌سینه و پیوسته‌های آن

قفسه‌سینه بخش میانی بدن حشرات است که پاها و بالها به آن متصل هستند (البته در بعضی از حشرات کامل بالها وجودندارد و در بسیاری از حشرات نابالغ و عده محدودی از حشرات کامل پاها هم وجود ندارد). قفسه‌سینه از سه مفصل پیش‌قفسه‌سینه^۱، میان‌قفسه‌سینه^۲ و پس‌قفسه‌سینه^۳ تشکیل شده است. به هر یک از مفصل‌های قفسه‌سینه یک جفت پا اتصال دارد و در حشرات بالدار یک جفت بال به هر یک از میان و پس‌قفسه‌سینه متصل می‌باشد. در حشراتی که فقط یک جفت بال دارند مثل راسته دوبالان

لابلا قرار دارد که حالت اسفنجی دارد و سطح تحتانی این لابلا شیارهای افقی متعددی دارد که لبه خارجی آنها کمی باز است و بعنوان مجراهای غذایی بکار برده میشوند این مجراها در داخل به مجرا غذایی راه دارند این خرطوم در مواقعی که برای تغذیه استفاده نمیشود تا شده و در زیر سر قرار میگیرد این دوبالان از غذاهای مایع تغذیه میکنند و یا اینکه مواد جامد مثل قند را ابتدا با ترشح بزاق خود بصورت مایع درآورده و سپس لیس میزنند.

قطعات دهانی کک‌ها^۱ کک‌های بالغ از خون میزبان تغذیه میکنند این حشرات دارای ۳ میله در خرطوم هستند که برای سوراخ کردن بکار میروند این میله‌ها از تغییر شکل کام و لاسینیای آرواره پایین بوجود آمده‌است لب بالا بصورت زائده کوچکی در سطح قاعده کام و در قاعده جلویی سر قرار دارد لب پایین نیز کوچک بوده و دارای پالپ‌های کوچک است پالپ‌های آرواره پایین دراز هستند زبان در داخل خرطوم بصورت زائده کوچکی است مجرای غذایی بین کام و میله‌های آرواره‌های پایین واقع شده است.

قطعات دهانی شپش‌های انسانی^۲ این حشرات دارای قطعات دهانی مکنده‌ای هستند که در قسمت انتهایی دهان یک خرطوم وجود دارد که حاوی ۳ میله میباشد خرطوم در قسمت داخلی مجهز به دندان‌های ریزی است میله‌ها به درازی سر میباشند و در مواقعی که از آنها استفاده نمیشود در داخل شیاری در زیر سر قرارمیگیرد میله‌های فوقانی احتمالاً از بهم پیوستن آرواره‌های پایینی بوجود آمده‌اند که لب‌های آن قوسی شده و مجرای غذایی را تشکیل میدهند میله میانی باریک و کشیده است و محتوی مجرای بزاقی است این میله احتمالاً

^۲ Sucking یا Haustellate

^۱ Siphonaptera

تقسیم میشود قطعه جلویی آن را پیش‌پهلوی^{۱۶} و قسمت پشتی آن را پس‌پهلوی^{۱۷} میگویند در هر طرف از قفسه‌سینه در ناحیه پهلوی دو روزنه تنفسی^{۱۸} قرار دارد یکی بین پیش‌قفسه‌سینه و میان‌قفسه‌سینه و دیگری بین میان‌قفسه‌سینه و پس‌قفسه‌سینه این روزنه‌ها قسمت خارجی سیستم تنفسی حشرات هستند و بعداً در مورد آنها شرح خواهیم داد.

پاهای قفسه‌سینه

حشرات کامل دارای سه جفت پا میباشند و از این جهت به این بندپایان شش‌پایان^{۱۹} نیز میگویند. به هر یک از حلقه‌های قفسه‌سینه یک جفت پا اتصال دارد. هر یک از پاها شامل قطعات زیر است (شکل ۸):

پیش‌ران^{۲۰}: این قسمت معمولاً گرد و یا به شکلهای دیگر است و پا را بوسیله یک پرده غشایی به محل سینه متصل میکند. این اتصال تک مهره‌ای یا دو مهره‌ای میباشد.

پی‌ران^{۲۱}: قسمت متحرک و کوچک بین ران و پیش‌ران که شکل و طرز مفصل‌بندی آن در رده‌بندی و شناسایی حشرات اهمیت دارد.

ران^{۲۲}: قسمت کشیده و پهن پا است که تراکم ماهیچه در آن بیشتر است.

ساق^{۲۳}: معمولاً به شکل استوانه‌ای است ولی در گونه‌های مختلف حشرات به شکلهای اندازه‌های مختلف و مجهز به موها و خارهای مختلفی است که در شناسایی و طبقه‌بندی اهمیت دارد.

این جفت بال به میان‌قفسه‌سینه متصل است قفسه‌سینه بوسیله گردن به سر متصل میشود هر یک از مفصل‌های قفسه‌سینه از چهار اسکالریت درست شده است که عبارتند از یک اسکالریت پشتی بنام گرده^۱، دو اسکالریت جانبی یا پهلویی بنام قطعه پهلویی^۲ و یک اسکالریت شکمی بنام سینه^۳. اسکالریت‌های مفصل‌های قفسه‌سینه با افزودن پیشوندهای پیش^۴، میان^۵ و پس^۶ مشخص میشوند مثلاً اسکالریت پشتی یا گرده^۷ پیش‌قفسه‌سینه را پیش‌گرد^۷ و قطعات بعدی را به ترتیب میان‌گرد^۸ و پس‌گرد^۹ میگویند. میان‌گرد و پس‌گرد اغلب بوسیله درزهایی به نوبه خود به دو قطعه یا بیشتر تقسیم میشوند. هر یک از این اسکالریت‌های پشتی در مفصل‌های میانی و عقبی شامل سه قسمت عمده هستند:

۱- اسکالریت جلویی بنام پیش‌سپر^{۱۰}

۲- اسکالریت میانی یا سپر^{۱۱}

۳- اسکالریت عقبی یا سپرچه^{۱۲}

سینه شامل قسمتهای تحتانی مفصل‌های قفسه‌سینه میباشد و هر یک را در سه حلقه قفسه‌سینه به ترتیب پیش‌سینه^{۱۳}، میان‌سینه^{۱۴} و پس‌سینه^{۱۵} مینامند. قطعات پهلویی گرده‌ها و سینه‌ها را بهم وصل میکنند. هر یک از قطعات پهلویی بوسیله یک درز پشتی شکمی بدو قطعه

¹ Notum

² Pleuron که جمع آن Pleura است

³ Sternum

⁴ Pro-

⁵ Meso-

⁶ Meta-

⁷ Pronotum

⁸ Mesonotum

⁹ Metanotum

¹⁰ Prescutum

¹¹ Scutum

¹² Scutellum

¹³ Prosternum

¹⁴ Meosternum

¹⁵

¹⁶ Episternum

¹⁷ Epimeron

¹⁸ Spiracle

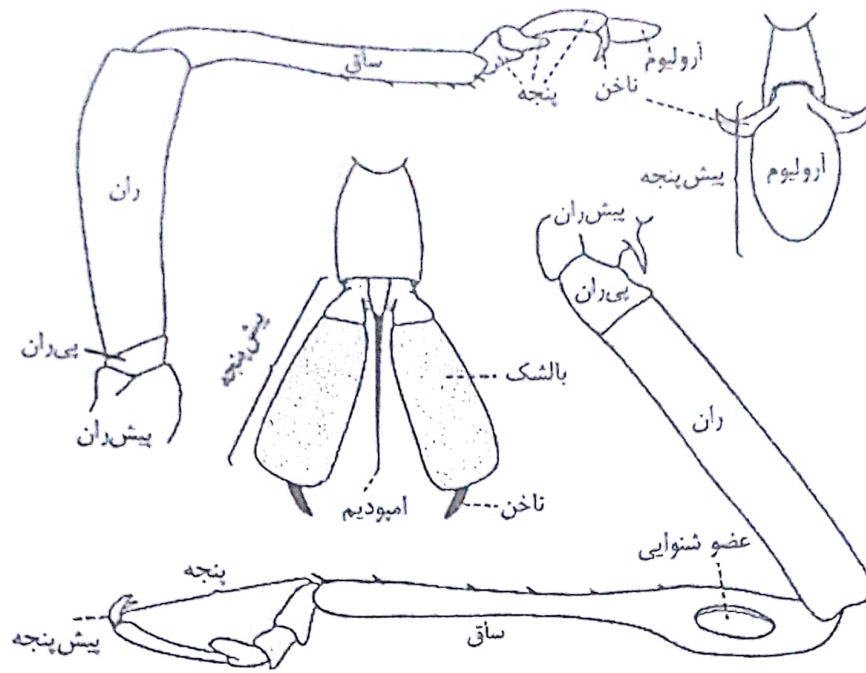
¹⁹ Hexapoda

²⁰ Coxa

²¹ Trochanter

²² Femur

²³



شکل ۸- قسمتهای مختلف پای حشرات

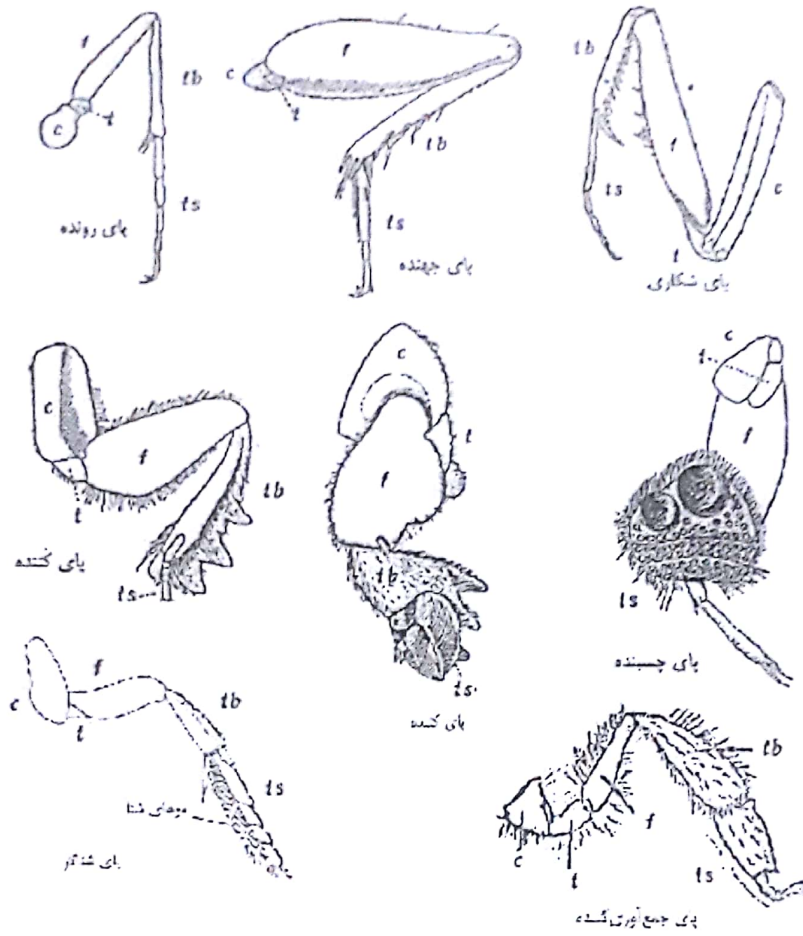
باشد. اینگونه ضمانم در رده بندی حشرات اهمیت دارند. این قسمتها معمولاً بوسیله یک اتصال ساده غشایی بهم متصل میشوند ولی ممکن است در بعضی حشرات نظیر لاروها اتصال بصورت یک مهره‌ای و یا در حشرات کامل بصورت دو مهره‌ای باشد.

پنجه^۱: پنجه از بندهای مختلف (از یک الی حداکثر پنج بند) بنام بند پنجه^۲ درست شده است که تعداد و شکل آنها در رده بندی حائز اهمیت است.

پیش پنجه^۳: شامل قسمت انتهایی پا است که به بند آخر پنجه اتصال دارد. پیش پنجه معمولاً دارای دو ناخن^۴ و یک زائده میانی بنام آرولیوم^۵ میباشد. در گروهی از حشرات ضمانم دیگری در پیش پنجه وجود دارد مثلاً در بعضی از مگسها زیر هر یک از ناخن‌ها یک قطعه کوچک بنام بالشک^۶ وجود دارد. ممکن است در بعضی حشرات آرولیوم وسط ناخن‌ها به شکل یک خار یا موی کوچک بنام بالشک میانی^۷ درآمده

شکل پا در حشرات
 بطور کلی پاهای حشرات جهت حرکت و انتقال آنها بکار برده میشوند. حشرات دارای چهار شکل کلی حرکت و نقل و انتقال هستند که عبارتند از قدم زدن، دویدن، پریدن و شنا. بعضی از حشرات از پاها علاوه بر حرکت برای انجام کارهای دیگر نظیر شکار، کندن خاک، چوب، ایجاد تونل و لانه استفاده میکنند. برای انجام اینگونه فعالیتها پاهای حشرات تغییرات متناسب با نوع فعالیت پیدا کرده‌اند که اهم آنها عبارتند از (شکل ۹):

- ¹ Tarsus
- ² Tarsomere
- ³ Pretarsus
- ⁴ Claws یا Ungula
- ⁵ Arolium
- ⁶ Pulvillus
- ⁷ Empodium



شکل ۹ - انواع پا در حشرات (c: پیش‌ران؛ f: ران؛ t: پی‌ران؛ tb: ساق؛ ts: پنجه)

پاهای رونده^۱ اینگونه پاها در اکثر حشرات برای قدم زدن و راه رفتن معمولی وجود دارند. تغییرات اساسی و مهمی در شکل پاها ایجاد نشده ولی معمولاً پاهای نسبتاً کوتاهی بوده و ران و ساق آنها قدرتمند هستند. پنجه‌ها مسطح بوده و بخوبی با زمین تماس پیدا میکنند. مثال: سخت‌بالپوشان.

پاهای جهنده^۲ در پاهای عقبی تغییرات کلی ایجاد شده، ران پاهای عقبی پهن و بلند و ساق آنها باریک و کشیده شده است. مثال: کک‌ها و ملخها.

پاهای شناگر^۳ ساق این پاها پهن و پارویی شکل شده و در سطح ران و ساق موهای فراوانی وجود دارد. پاهای میانی و عقبی جهت شنا سازش پیدا کرده‌اند. این پاها در حشرات آبی دیده میشود. مثال: سنها (نیم‌بالان) و سخت‌بالپوشان آبی.

پاهای دوندۀ^۴ قسمت‌های مختلف بخصوص ساق و ران باریک و کشیده میشوند. مثال: سوسریها

^۳ Saltatorial or Jumping

^۱ Natatorial

^۱ Ambulatorial or Walking

^۲ Cursorial or Running

در انتها مجهز به فلاپهای ریزی به ساق هستند که در استقرار و حرکت لاروها در سطوح مختلف نقش دارد

بالها

بالهای حشرات زوائد جانبی جلد بدن هستند که در ناحیه بین گرده و پهلوها قرار گرفته‌اند. بالها در ابتدای متولد شدن حشره بصورت کیسه‌های غشایی هستند که بتدریج سخت و خشک شده و تنها حفره‌های داخلی آنها رگبالها خواهند بود. قاعده بالها غشایی است ولی حاوی اسکلریت‌های کوچکی است که در حرکت بالها اهمیت دارند. حرکت بالها در اثر تغییر شکل قفسه‌سینه بواسطه انقباض و انبساط ماهیچه‌ها می‌باشد.

بالهای حشرات از نظر تعداد، اندازه، شکل، ساختمان، رگبال و نحوه قرار گرفتن آنها در موقع استراحت در گروه‌های مختلف حشرات متفاوت است. بیشتر حشرات کامل دارای دو جفت بال هستند که به هریک از میان و پس قفسه‌سینه یک جفت بال متصل است. ولی بعضی از حشرات فقط یک جفت بال دارند که به میان قفسه‌سینه اتصال دارد و بعضی از حشرات نیز بی بال هستند.

در بیشتر حشرات بالها غشایی هستند و ممکن است دارای موهای ریز یا فلس باشند. در بعضی دیگر از حشرات بالهای جلویی سخت شده و با حالت چرمی پیدا می‌کنند و بصورت پوشش سختی در می‌آیند. بیشتر حشرات قادرند بالهای خود را تا کرده و در موقع استراحت روی شکم نگهدارند ولی برخی دیگر نمیتوانند بالهای خود را روی بدن تا کنند و مجبورند یا بصورت باز در طرفین بدن یا بصورت عمودی در بالای بدن نگهدارند مثل آسیابکها، سنجاقکها و یکروزه‌ها.

پاهای کننده^۱ این پاها بسیار قوی بوده و ساق و پنجه‌ها پهن و دنداندار می‌باشند که معمولاً در زیر زمین یا اطراف ریشه گیاهان حفاری میکنند. مثال: آبدزدک^۲

پاهای شکارگر^۳ در این پاها تغییرات عمده در پاهای جلویی حاصل شده است. ساق و ران دارای خارهای متعدد هستند. همچنین در سطح ران شیار مخصوصی است که ساق میتواند در آن قرار گرفته و در موقع شکار خارج شود. حشره توسط این پاها طعمه خود را شکار کرده و از آن تغذیه میکند. مثال: شیخک^۴

پاهای چسبنده^۵ در این پاها مفصل اول پنجه پا مجهز به یک یا دو بادکش می‌باشد که حشره به میل خود بوسیله ایجاد خلاء میتواند خود را روی گیاهان وغیره ثابت نگهدارد. به این پاها، پاهای چابدار نیز می‌گویند. مثال: پاجابداران (تریس).

پاهای جمع‌آوری کننده^۶ در این قبیل پاها مفصل اول پنجه به مراتب پهن‌تر و بزرگتر بوده و دارای موهای زیادی می‌باشد که حشره به کمک آنها گرده گلها را جمع‌آوری میکند. مثال: زنبور عسل^۷

پاهای لاروی

به غیر از پاهای سینه‌ای در لارو برخی حشرات شکم دارای زوائدی به نام پاهای شکمی یا کاذب^۸ است که در حرکتشان نقش دارد. این پاها اغلب در لارو پروانه‌ها و برخی بالغ‌نایان دیده میشود. در لارو پروانه‌ها این پاها

^۱ Fossorial

^۲ *Gryllotalpa gryllotalpa*

^۳ Raptorial

^۴ *Mantis religiosa*

^۵ Claspings

^۶ Collecting

^۷ ...

جفتگیری و انتقال اسپرم به حشره ماده بکار
 میرود و در حشره ماده برای قراردادن تخم که
 به آن تخم‌ریزی^۱ میگویند بکار میرود در اکثر
 حشرات این آلات به علت اینکه در داخل شکم
 قرار دارند از بیرون قابل رویت نیستند ولی موقع
 لزوم بیرون می‌آیند به همین علت جزو اندامهای
 خارجی محسوب میشوند.

در اغلب زنبورها و مورچه‌ها تخم‌ریزی حشره
 ماده تغییر شکل حاصل کرده و بصورت نیش^۲
 درآمده است. نیش این نوع حشرات از چندین
 قطعه تشکیل یافته و به شکل میله^۳ تو خالی و
 نوک تیز در می‌آید که آلت دفاعی حشره بوده و
 در تخم‌ریزی نقشی ندارد بنابراین فقط حشرات
 ماده قادر به نیش زدن هستند.

حجره‌های بال و یا سلولهای بال می‌نامند که
 ممکن است باز یا بسته باشند و در طبقه‌بندی
 نیز مهم می‌باشند.

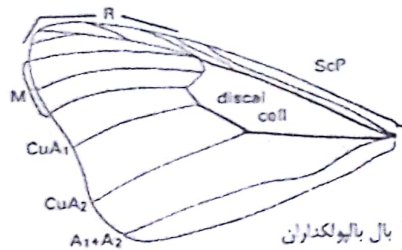
حرکت هر بال در حشرات ابتدایی و اولیه
 بطور مستقل از بالهای دیگر انجام میشود ولی

در نتیجه باز و بسته شدن قطعات پهلوئی اضافه
 شده و در نتیجه عمل تنفس به سهولت انجام
 میگردد. فاصل بین حلقه‌های شکم پرده
 دیگری به نام غشای بین بندی^۱ قرار گرفته است
 در نتیجه وجود این غشا، حشره در صورت
 احتیاج میتواند طول شکم خود را زیادتر کند
 برای مثال ملخها موقع تخم‌ریزی طول شکم در
 نتیجه باز شدن حلقه‌ها افزایش مییابد.

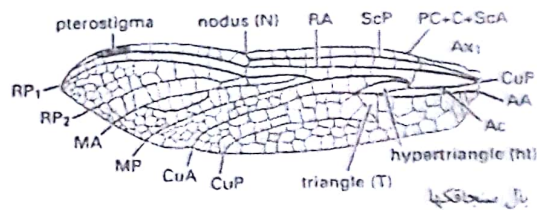
شکم در حشرات کامل بر عکس قفسه‌سینه
 فاقد یا بوده ولی در لارو پروانه‌ها و زنبورهای
 زیرراسته^۲ Symphyta پاهای شکمی دیده
 میشود پیوسته‌های شکم بطور کلی شامل موارد
 ذیل است:

چنگک^۳ اندام جهشی که در پادمان به

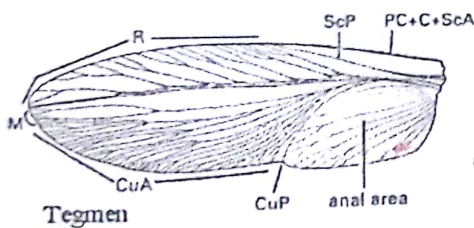
بالها حاوی یک سری رگهای عرضی و
 طولی بنام رگیال میباشند که تعداد و طرز قرار
 گرفتن آنها در حشرات گروههای مختلف از
 نظر شناسایی و طبقه‌بندی اهمیت بسیار زیادی
 دارند (شکل ۱۰). فضا‌های بین این رگیالها را



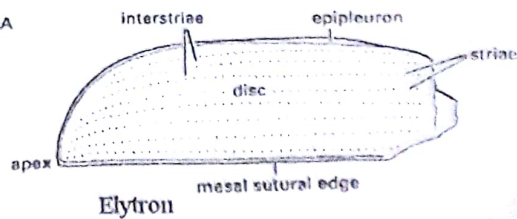
بال بالولکنداران



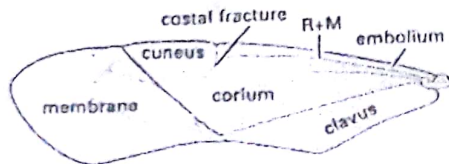
بال سحاکچکا



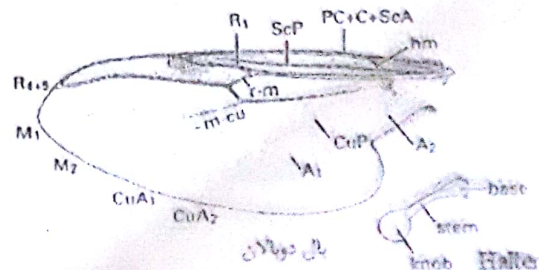
Tegmen



Elytron



Hemelytron

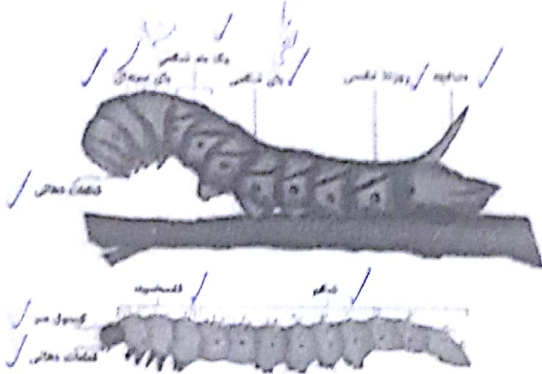


بال دولان

HALLER

شکل ۱۱ انواع بال حشرات (۳۱)

مشخص میباشند/مه قسمت سر، سینه و شکم
در لاروها مشخص است/ (شکل ۱۹)



شکل ۱۹ - قسمتهای مختلف بدن لارو (اینترت)

لاروها از نظر رژیم غذایی ممکن است با
حشره کامل یکسان (مثل راست بالان) و یا
متغیر (مثل بالولکداران) باشد. مرحله لاروی
یکی از مراحل مهم دوره زندگی حشرات است
که فعالیت غذایی شدیدی خصوصاً در
حشراتی که دارای درگردی کامل هستند میباشد.
بنابراین از نظر کشاورزی این مرحله دارای
اهمیت بیشتری بوده لذا شناسایی و تشخیص
لارو حشرات مضر برای مبارزه با آنها ضروری
میباشد.

لاروها در مرحله خروج از تخم کوچک
بوده ولی با تغذیه به حجم بدن آنها افزوده
میگردد و با توجه به جلد کیتینی و سخت،
عمل افزایش حجم بدن به کمک یک حالت
فیزیولوژیکی بنام تغییر جلد یا پوست اندازی^۳
انجام میگیرد. تغییر جلد در حشرات مربوط به
فیزیولوژی داخلی بوده و فاصله دو تغییر جلد
را یک سن لاروی^۴ میگویند. تعداد سنین لاروی
برای هر یک از گونهها ثابت بوده و معمولاً ۴
تا ۵ سن لاروی وجود دارد. در حشرات بی بال

^۳ Molting & Ecdysis

^۴ Instar



شکل ۱۸ - اشکال مختلف تخم در برخی حشرات (۳۱)

برخی از حشرات برای جلوگیری از تاثیر
عوامل محیطی و نیز حمله دشمنان، تخمها را
در داخل کیسه‌های مخصوص یا کپسول تخم^۱
قرار میدهند و یا روی آن را بوسیله مواد
مختلف و یا موهای شکم میپوشانند.

تعداد تخم حشرات بسیار متغیر است در
بعضی گونهها چند عدد و در برخی بسیار زیاد
است. چنانکه ملکه زنبور عسل ۶۰۰،۰۰۰ تخم
میگذارد و در صورتیکه تخمهای کرم ابریشم
(*Bombyx mori*) ۵۰۰ عدد است.

اشکال تخم بیشتر گرد یا تخم مرغی و یا
کشیده هستند ولی بعضی از آنها بشکلهای
بشقابی (دیسکی) شکل است.

۲- لارو لارو از نظر رشد و نمو و خسارت
در کشاورزی اهمیت فوق العاده‌ای دارد. از تخم
حشرات بعد از اتمام رشد جنینی، نوزادی
خارج میشود که لارو نامیده میشود. شکل لارو
بسته به گونه‌های مختلف متغیر میباشد ولی در
هر حال شکل لاروی برای یک گونه و نیز
تغییرات آن در مراحل بعدی رشد وضع ثابت
دارد و تغییرات ساختمانی و خصوصیات
فیزیولوژیکی آن از نظر طرز استحاله اهمیت
فوق العاده‌ای دارد.

بدن لارو در تمام حشرات بندبندی بوده و
در یک امتداد و بدنبال یکدیگر قرار میگیرند و
در اغلب موارد مفصلها کاملاً از یکدیگر

^۱ Ootheca

^۲ Larva

اختلاف فاحش ساختمانی و طرز زندگی وجود داشت و تغییر و تبدیل لارو به حشره کامل منحصراً در مرحله شفیرگی انجام میگیرد در مرحله شفیرگی تمام اعمال حیاتی متوقف شده و جلد کتبی سخت و غیر قابل نفوذ تمامی بدن را میپوشاند و حشره تغذیه و حرکت نمیکند. تغییرات و تحولات ساختمانی در داخل پوست شفیره در دو حالت یا دو مرحله انجام میگیرد



شکل ۲۴ - لارو ورمی فرم (ایترت)

مرحله تجزیه بافتها^۱ در این مرحله بافتها و اندامهای لارو تجزیه شده و به موادی تبدیل میشوند که بعداً برای ساختمان اندامهای حشره بالغ بکار میروند

مرحله بافت سازی^۲ در این مرحله، اندامهای حشره کامل از مواد حاصله در مرحله تجزیه بافتها ساخته میشوند. مهمترین موادی که برای ساختمان بافتهای حشره کامل بکار میروند عبارتند از: خون، چربی، مواد حاصله از تجزیه بافتیانی چون ماهیچه های لارو.

اشکال مختلف شفیره

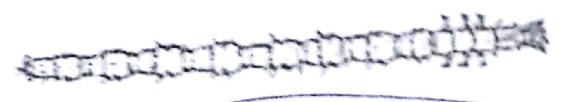
شفیره حشرات با دگردیسی کامل به سه شکل اصلی دیده میشوند:

^۱ Histolysis
^۲ Histogenesis



شکل ۲۳ - لارو کامپویدی فرم (ایترت)

الانتری فرم^۱ بدن کشیده استوانه ای و با مفتولی بوده و پاها کوتاه هستند حلقه ها در تمام طول بدن هم قطر و پهن میباشند این شکل لاروی در بعضی از سخت بالپوشان از جمله خانواده Elateridae دیده میشود (شکل ۲۳)



شکل ۲۳ - لارو الانتری فرم (ایترت)

ورمی فرم^۲ بدن کرمی شکل و استوانه ای است بدون پا، کپسول سر معمولاً رشد نکرده ولی ممکن است رشد جزئی داشته باشد در راسته های ککها، بالغشانیان (زنبورها)، دوبالان (مگسها) و بعضی از سخت بالپوشان و بالپولکداران (پروانه ها) دیده میشود (شکل ۲۴).

۳- شفیره^۳ لارو پس از آخرین تغییر جلد تبدیل به شفیره میشود. شفیره در تمام گونه های حشرات دارای شکل و وضع یکسان نبوده در گروه های مختلف خصوصیات متفاوت دارد بطور کلی شفیره به مفهوم واقعی در حشراتیکه دارای دگردیسی کامل میباشند دیده میشود در این گروه از حشرات بین لارو و حشره کامل

^۱ Elateriform
^۲ Vermiform
^۳ Pupa

هرس دایره‌ای شکل روی جلد دیده میشود در این نوع شفیره حرکت وجود ندارد مگر یک نوع فلظیدن که در مرحله آخر شفیرگی دیده میشود در هده زبانی از دوبالان دیده میشود

۲- حشره کامل حشره کامل آخرین مرحله ساختمانی و فیزیولوژیکی حشره است بعد از پایان مرحله شفیرگی و در نتیجه پاره شدن جلد آن حشره کامل بیرون میآید که معمولاً دارای بال بوده و میتواند پرواز کند همچنین از نظر ساختمان پاها، شاخکها و سایر قسمتهای بدن با لارو کاملاً متفاوت است.

حشره کامل بعد از خروج از پوسته شفیرگی مدتی بی حرکت میماند و در این موقع تغییر رنگ داده و رنگ اصلی خود را پیدا میکند. بعلاوه جلد بدن سخت تر شده و حشره کم کم شروع به راه رفتن و پرواز میکند. حشراتی که از نظر جنسی کامل شده و قادر به تولیدمثل

تخم‌ریزی باشند حشرات بالغ نامیده میشوند. حشره بالغ از نظر فعالیت حیاتی دو وظیفه اساسی دارد که عبارتند از:

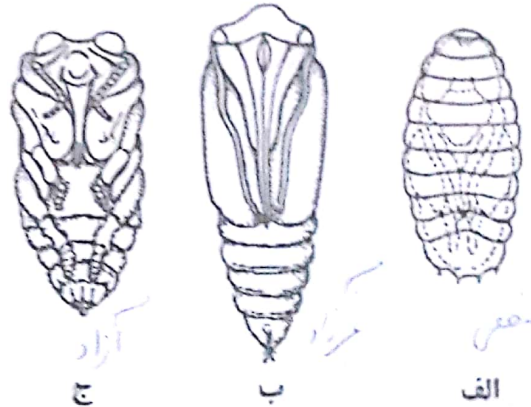
تکثیر و تولیدمثل در این مرحله رشد و نمو دستگاه تناسلی خاتمه یافته و حشره آماده جفتگیری و تخم‌ریزی میباشد.

انتشار گونه وظیفه دوم حشره بالغ پخش و انتشار گونه در سطح بیشتر و وسیعتر میباشد. از این جهت حشره بالغ معمولاً دو یا یک جفت بال برای پرواز دارد.

دگردیسی^۸

اکثر حشرات پس از دوره نشوونمای جنینی از نظر شکل ظاهری بتدریج تغییر میکنند. بطور کلی نوزاد خارج شده از تخم کاملاً شبیه حشره

✓ شفیره آزاد^۱ زوائد بدن شفیره آزاد هستند و به بدن حشره نجسیده‌اند چنین شفیره‌ای خیلی شبیه حشره کامل است بسی حرکت میباشد و معمولاً دارای پوشش شفیرگی نمیباشد این شکل شفیره در بیشتر حشرات با دگردیسی کامل به فیروز از راسته‌های دوبالان و بالولکداران دیده میشود.



شکل ۲۵- انواع شفیره الف) شفیره مخفی؛ ب) شفیره غیر آزاد؛ ج) شفیره آزاد (بترت)

✓ شفیره غیر آزاد^۲ زوائد بدن حشره به روی بدن آن چسبیده‌اند مثل شفیره بالولکداران (پروانه‌ها) و بعضی از دوبالان (مگسها). هنگام تبدیل شفیره به حشره کامل جلد از قسمت پشت پاره شده و حشره خارج میشود. به شفیره پروانه‌ها عروسک^۳ نیز گفته میشود (شکل ۲۵).

✓ شفیره مخفی^۴ آخرین جلد لاروی کیسه‌ای را بوجود میآورد که پوپاریوم^۵ نامیده میشود. لارو در داخل این کیسه تبدیل به شفیره میشود. شفیره داخل کیسه شبیه شفیره آزاد است. این شفیره‌ها بیضی شکل بوده و از بیرون خطوط

^۱ Exarate or Liberal

^۲ Obtect

^۳ Chrysalis

^۴ Coarctate

^۵ Puparium

^۶ Adult or Imago

^۷ Emergense

^۸ Metamorphosis یا استحال دگردیسی

حرکت در حشرات
نقل و انتقال یکی از خصوصیات مهم هر
حیوانی است و این خصوصیات در حشرات
بخوبی تکامل یافته است حشرات اساساً
موجوداتی خشکی‌زی هستند ولی خیلی از آنها
آبزی بوده و بسیاری قادر به پرواز هستند
حشرات دارای مکانیسم بسیار مؤثر برای
حرکت در خشکی، آب و هوا میباشند.

حرکت در خشکی^۱

وسيله اصلی برای حرکت در خشکی پاهای
آنها است حرکت پاها بستگی به انقباض و
انبساط ماهیچه‌ها و همچنین خصوصیت
مفصل‌بندی پاها دارد حرکت حشرات در
خشکی بوسیله پاها بطرق مختلف خزیدن، راه
رفتن یا قدم زدن و جهیدن انجام میشود.
خزیدن^۲ نوعی حرکت یا نقل و انتقال در
حشرات است که بخوبی در لاروهای بدون پا و
لارو پروانه‌ها دیده میشود. لاروهای بدون پا
بوسیله حرکات دودی بدن نقل و انتقال میابند.
این حرکات دودی بدن عبارتند از: امواج
انقباض و انبساط بدن که در جهت حرکت
حشره حاصل میشوند.

بیشتر لاروهای پروانه‌ها نیز به همین ترتیب
حرکت میکنند ولی پاهای کاذب که در ناحیه
شکمی اینگونه لاروها وجود دارند به این
حرکت کمک میکنند. لارو پروانه‌های
خانواده‌های Geometridae و بعضی از
Noctuidae ها که پاهای کاذب رشد زیادی
نکرده‌اند و فقط پاهای کاذب انتهایی بدن رشد
کرده‌اند نحوه حرکت بدین ترتیب است که
پاهای کاذب عقبی را جلو آورده و بدن

عکس‌العمل معینی در نتیجه قراردادن آنها تحت
شرایطی و سپس حذف بعضی از اجزاء آن
شرایط و دریافت همان عکس‌العمل در اثر
وجود جزئی از آن شرایط، حشراتی که خانه
خود را در محلی ساخته و در محل دیگری
فعالیت میکنند بخوبی راه برگشت به خانه خود
را یاد میگیرند تجربه نشان داده که سوسکها و
مورچه‌ها بخوبی راههای پیچ‌در-پیچ را یاد
میگیرند و در این یادگیری هوش مورچه‌ها
بیشتر از سوسکها بوده و موشها از حشرات
آزمایش شده هوش بیشتری داشته‌اند قدرت
حشرات برای یادگیری راه برگشت به لانه نشان
دهنده آن است که حشرات دارای حافظه برای
چیزهایی که دیده یا بوییده و یا سایر عوامل
محرکه میباشند بازگشت مورچه‌ها به لانه از
طریق علامتگذاری راه طی شده با مواد بودار
بوده ولی ممکن است جهت خورشید نیز در
این راه یابی مورد استفاده قرار گیرد زنبور
عسل با دقت بسیار میتواند راه لانه خود را
مشخص کند این جهت‌یابی بر اساس وجود
علائم زمینی و موقعیت خورشید روی آسمان
مشخص میشود.

در مورد چنین یادگیری بسیار مشکل خواهد
بود که تصور کنیم حشرات فکر کرده‌اند و یا
استدلال داشته‌اند. منابع اطلاعاتی حشره‌شناسی
مملو از مثالهایی از رفتارهای حشرات است که
گویای وجود هوش و ذکاوت در آنها است
بخصوص در حشرات اجتماعی ولی مطالعات
دقیق نشان میدهد که اینگونه رفتارها اکثراً
اتوماتیک انجام میشوند وجود مقدار محدودی
از هوش را در حشرات ممکن است قبول کرد
ولی تفاوت هوش حشرات با هوش انسان
بحدی زیاد است که تصور آن مشکل است.

¹ Locomotion

² Terrestrial Locomotion

³ Creeping

بصورت حلقه‌ای در می‌آید و سپس قسمت جلوی بدن را پیش می‌برند.
راه رفتن یا قدم زدن^۱ تفاوت بین قدم زدن و دویدن در حشرات بر اساس سرعت حرکت است و یک تشخیص اختیاری است. طرز معمولی راه رفتن در حشرات بدین ترتیب است که سه عدد از پاها به جلو حرکت میکنند در حالی که سه عدد پای دیگر روی زمین قرار دارند. پاهای جلو و عقب یک طرف و پای میانی از طرف دیگر با هم حرکت میکنند. حالات دیگر راه رفتن نیز وجود دارند.

جهیدن یا جهش^۲: مثالهای زیادی از این نوع حرکت در حشرات وجود دارد از جمله ملخها، زنبورها، کک‌ها، راسته پادمان و غیره. در تمام حشرات جهنده به غیر از پادمان پاهای عقبی عامل اصلی جهش است. پادمان آلت بخصوصی به نام چنگک^۳ دارند. در موقع جهش یک ملخ، جلو بدن بوسیله پاهای جلویی و میانی بلند شده و سپس ناگهانی پاهای عقبی از هم باز و کشیده میشوند که باعث جهش حشره میشوند. عامل اصلی چنین حرکتی ماهیچه‌های رانهای پاهای عقبی هستند.

حرکت در آب

حشرات زیادی در آب زندگی میکنند یا لاقل برای دوره‌ای از زندگی خود در آب هستند چنین حشراتی دارای روشهای متفاوتی برای حرکت در آب می‌باشند.
عمده‌ترین گروههای حشرات شناگر عبارتند از عده‌ای از سخت‌بالپوشان (خانواده‌های Dyticidae و Gyrinidae, Hydrophilidae)، سن‌ها، پوره و لارو آنها و سایر حشرات آبی.

در سخت‌بالپوشان و سن‌های آبی پاهای میانی و عقبی پهن و کشیده شده و معمولاً دارای یک سری موهای متراکم کشیده هستند و در ایجاد حرکت اهمیت دارند.

پوره‌ها و لاروهای آبی روشهای گوناگونی برای حرکت در آب دارند و معمولاً بوسیله زوائد جانبی شکمی و یا بوسیله حرکات دودی یا موجی در آب شنا میکنند.

پرواز حشرات^۴

پرواز یکی از خصوصیات بارز حشرات است که میتوان گفت یکی از عوامل موفقیت حشرات برای ادامه حیات بوده است. حشرات به منظور پیدا کردن غذا، جفت، محل تخمگذاری و غیره پرواز میکنند. پرواز حشرات به گسترش آنها در سطح کره زمین کمک شایانی کرده است. پرواز یکی از وسایل فرار حشرات از دست شکارگرهای طبیعی و انسان میباشد. خیلی از حشرات قدرت پرواز زیادتر از سایر حیوانات پرواز کننده را دارند. آنها قادر به جهت دادن به پرواز خود بوده و میتوانند در فضا بال زده و در محلی در هوا معلق بمانند، یا به یک طرف پرواز کرده و به عقب و یا جلو بروند.

بالهای مهره‌داران پروازکننده (پرندهگان و خفاشها) بوسیله ماهیچه‌هایی که مستقیماً به بالها متصل میشوند حرکت میکنند ولی در حشرات ماهیچه‌های حرکت‌دهنده بالها مستقیماً به آنها متصل نیستند بلکه در داخل قفسه‌سینه قرار دارند و با انقباض و انبساط خود باعث تغییر شکل قفسه‌سینه شده و بطور غیر مستقیم بالها را به حرکت در می‌آورند.

¹ Walking

² Jumping

³ Claw

۱- مبارزه بیولوژیکی^۱

در این روش مبارزه انسان با استفاده از موجودات زنده جمعیت آفات را از بین برده و یا تا حد قابل تحمیلی کاهش میدهد. تفاوت عمده این نوع مبارزه با مبارزه طبیعی که بعداً شرح خواهیم داد در این است که موجودات زنده یا دشمنان طبیعی آفات بوسیله انسان تکثیر، حمایت و منتشر میگردند. اساس مبارزه بیولوژیکی بر این مبناست که عده زیادی از آفات دارای دشمنان طبیعی (پارازیت یا انگل و شکارچی) بوده که در شرایط خاصی از کنترل آنها خارج شده و بصورت آفت ظاهر شده‌اند. لذا با تکثیر و توزیع دشمنان طبیعی در منطقه معینی میتوان جمعیت آنها را بحدی افزایش داد که جمعیت آفت مورد نظر را کاهش داده و در کنترل خود درآورند.

بیشتر آفات وارد شده به یک منطقه یا کشور بدون دشمنان طبیعی خود وارد منطقه جدید شده‌اند و لذا برای اجرا مبارزه بیولوژیکی لازم است پارازیتها و شکارچی‌های آنها در منطقه بومی خود جستجو و مشخص شوند. عمده‌ترین گروههای دشمنان طبیعی که ممکن است در اجرای مبارزه بیولوژیکی علیه آفات بکاربرده شوند عبارتند از:

- ۱- حشرات شکارچی و پارازیت
- ۲- مهره‌داران شکارچی
- ۳- نماتدهای پارازیت
- ۴- تک سلولیهای بیماری‌زا
- ۵- قارچهای پارازیت
- ۶- باکتریهای بیماری‌زا
- ۷- ویروسهای بیماری‌زا
- ۸- سایر بندپایان شکارچی

در اجرای مبارزه بیولوژیکی چهار روش وجود دارند:

۱- جمع‌آوری پارازیتها و شکارچی‌ها از محل‌هایی که معمولاً بصورت طبیعی متمرکز یا تکثیر میشوند و سپس آزاد کردن آنها در محل‌هایی که آفت مورد نظر میزبان آنها وجود داشته یا می‌توانند مفید واقع شوند.

۲- جمع‌آوری حشره آفت و یا از بین بردن آنها بصورتی که به دشمنان طبیعی آسیبی وارد نشود.

۳- پرورش پارازیتها و شکارچی‌ها تحت شرایط مناسب و به مقدار زیاد و سپس آزاد کردن آنها در محل‌های مورد نیاز مخصوصاً موقعی که جمعیت آفت به حداکثر خود رسیده است.

۴- وارد کردن پارازیت‌ها، شکارچی‌ها و عوامل بیماری‌زای آفت مورد نظر از کشورهای خارج و جاهائیکه موطن اصلی آفت بوده است.

مثال بارزی از مبارزه بیولوژیکی در ایران عبارتست از استفاده از زنبورهای کوچکی که سابقاً به آنها تلنوموس (*Telenomus sp.*) می‌گفتند و فعلاً تحت نام آسولکوس (*Asolcus sp.*) معروف شده‌اند. این زنبورها پارازیت تخم سن گندم بوده و قادر به کنترل بسیار موثر سن گندم می‌باشند.

قابل توجه است که وقتی جمعیت یک گونه حشره پارازیت یا شکارچی آنقدر زیاد شوند که تقریباً تمامی جمعیت آفت را از بین ببرد، جمعیت خود او نیز کاهش خواهد یافت زیرا منبع غذایی آن کاهش می‌یابد. از طرف دیگر کاهش جمعیت پارازیت یا شکارچی موجب افزایش جمعیت آفت شده و تا موقعی که جمعیت دشمنان طبیعی بالا نرود بصورت آفت باقی می‌ماند. بنابراین این جمعیت یک گونه

¹ Biological control

پارازیت بر حسب جمعیت میزبانش مرتباً در حال تغییر می‌باشد.

مزایای روش مبارزه بیولوژیکی:

۱- این روش مبارزه در صورت موفقیت میتواند برای همیشه خود بخود پایدار و دائمی باقی بماند.

۲- در مورد زراعتهای کم در آمد و در مواردی که مبارزه شیمیائی عملی و یا مقرون بصرفه نیست مفید میباشد، مانند بعضی از زراعتها مثل گندم، جنگلها و مراتع.

۳- عدم آلودگی محیط زیست و عدم دخالت در تعادل بیولوژیک.

مشکلات مبارزه بیولوژیکی: یکی از

عمده‌ترین مشکلات موجود در این روش مبارزه جمعیت فوق‌العاده زیاد حشرات است. گرچه ممکن است هزارها حشره از یک گونه پارازیت را در منطقه‌ای آزاد نمود ولی مدتی طول میکشد که این حشره تولید مثل کرده و جمعیت خود را به حدی برساند که آفت مورد نظر را تحت کنترل خود درآورده یکی دیگر از مشکلات این است که اغلب جمعیت آفت بطور کامل از بین نرفته و ممکن است گهگاه خسارت اقتصادی وارد نماید و یا همان مقدار کم جمعیت آفت ممکن است خسارتی وارد نماید که از نظر زارع و مصرف کننده قابل قبول نباشد. سایر مشکلات عبارتند از: تعیین نوع پارازیت یا شکارچی، تصمیم‌گیری در مورد استفاده از یک گونه پارازیت یا بیشتر، از بین بردن پارازیت‌های ثانویه (که از گونه‌های مفید تغذیه میکنند) و بالاخره مشکلات آزاد سازی مداوم یک گونه پارازیت.

از عوامل مختلفی که تاکنون بطور موفقیت آمیز در روش مبارزه بیولوژیک بکار برده شده‌اند حشرات پارازیت و شکارچی نقش بسیار مهمی بعهده داشته‌اند. حشرات پارازیت

مهم از راسته بالغشائیان شامل خانواده‌های Ichneumonidae و Chalcidoidea Braconidae و از

راسته دوبالان خانواده Tachinidae می‌باشند.

شکارچی‌های مهم از راسته سخت‌بالپوشان شامل خانواده Coccinellidae و از راسته بالتورپها خانواده Chrysapidae میباشد.

اخیراً استفاده از عوامل بیماریزا در روش مبارزه میکروبی قسمت مهمی از مبارزه بیولوژیکی محسوب شده‌اند. این عوامل شامل باکتریها، ویروس‌ها و ریکتسیا^۱، قارچها، پروتوزوونها و نماتدها بوده و قادر به ایجاد بیماری در حشرات می‌باشند. بعضی از این عوامل مثل اسپوره‌های باکتری *Bacillus thuringiensis* با نام مخفف B.T که لارو بسیاری از پروانه‌ها را از بین می‌برد بصورت تجارتي کریستاله تولید و به طریق محلول‌پاشی مصرف میشوند.

کنترل بیولوژیکی علفهای هرز بوسیله حشرات نیز موضوع جدید و مربوطی است که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. در این روش حشراتی که از علفهای هرز تغذیه میکنند مورد استفاده قرار میگیرند.

۲- کنترل طبیعی^۲

شامل عوامل است که در طبیعت خودبخود و بدون دخالت بشر موجب مرگ و میر و یا کاهش جمعیت آفات و یا مانع ورود آنها به منطقه معینی میگرددند. این عوامل عبارتند از:
الف - عوامل اقلیمی مثل باران، آفتاب، سرما، گرما و جریان‌ات هوا (باد).

^۱ Rickettsiae

خسارت به اهمیت مبارزه و پیشگیری واقف نیستند.

به هر حال این روش مبارزه بسیار ارزان و کم هزینه‌ترین روشهای مبارزه با آفات می‌باشد و اغلب هیچگونه هزینه‌ای را در بر ندارد زیرا ممکن است لازم شود فقط موقع کاشت و یا نحوه کاشت را تغییر داد. در مورد زراعتهای کم درآمد این روش اغلب تنها روش مبارزه اقتصادی محسوب می‌شود.

عملیات یا اقداماتی که در مبارزه زراعی علیه آفات انجام می‌شوند عبارتند از:

الف - تناوب زراعی: بعضی از تناوب‌های زراعی در کنترل آفات کمک بسزائی می‌نمایند. حشراتی که از طریق تناوب زراعی جمعیت آنها کاهش می‌یابند معمولاً دارای دوره زندگی طولانی، میزبانهای محدود و قدرت جایجائی ضعیفی حداقل برای یک مرحله از زندگی خود دارند. تغییر زراعت در یک سیستم تناوب موجب جدائی اینگونه آفات از منبع غذایی آنها می‌شود. از جمله آفاتی که دارای دوره زندگی طولانی بوده و بوسیله تناوب زراعی قابل کنترل می‌باشند کرمهای سفید ریشه و کرمهای مفتولی را میتوان نام برد.

کشت دو زراعت مشابه یکی پس از دیگری موجب افزایش جمعیت آفات می‌گردد. لذا توصیه شده است که در تناوب زراعی گیاهان از تیره‌های مختلف یکی پس از دیگری کشت شوند که میزبان آفت یا آفات معینی نباشند. ضمناً کشت گیاهان غیر ردیفی که بصورت کرتی کشت میشوند پس از برداشت زراعتهای ردیفی تناوب خوبی نخواهد بود.

کرمهای سفید ریشه که از ریشه بسیاری از زراعتها تغذیه میکنند تمایل زیادی به بقولات نداشته و میتوان در یک تناوب صحیح مشتمل

ب - خصوصیات فیزیکی یک منطقه مثل وجود اقیانوسها، دریاها، رودخانه‌ها، رشته‌های کوه، نوع خاک و غیره ...

ج - وجود مقدار زیادی از پارازیت‌ها و شکارچی‌های حشره‌ای، پرندگان، ماهی‌ها، جونندگان، پستانداران و غیره که بطور طبیعی آفات را کنترل می‌نمایند.

د - وجود عوامل بیماریزا در حشرات آفت و مناسب بودن شرایط جهت رشد و نمو و انتشار آنها.

۳- مبارزه زراعی^۱

مبارزه زراعی علیه آفات عبارتست از کلیه اقدامات زراعی که باعث ایجاد محیط نامناسبی برای فعالیت آفات شده و موجب کاهش یا عدم افزایش جمعیت و خسارت آنها میشوند.

بمنظور اجرای صحیح مبارزه زراعی لازم است اطلاعات کافی از طرز زندگی، بیولوژی رفتار و میزبانهای حشره آفت داشته و حساسترین مرحله یا مراحل از زندگی حشره که آسیب‌پذیر می‌باشند نیز معین شوند. سپس با اینگونه اطلاعات عملیات زراعی و باغبانی را به گونه‌ای تغییر داد که موجب مرگ و میر آفت شده و یا جمعیت و خسارت آنها کاهش نماید.

با این روش مبارزه میتوان بسیاری از آفات را کنترل نمود و یا خسارت آنها را کاهش داد. این نوع مبارزه معمولاً جنبه پیشگیری از آفات را داشته و غیرمستقیم از خسارت آنها جلوگیری می‌نماید. اینگونه عملیات زراعی باید مدتی قبل از ظهور آفات انجام شوند. به همین دلیل مناسبانه بعضی از زارعین و باغداران بموقع اقدام نمی‌نمایند و تا هنگام بروز آفت و

^۱ Cultural control

بر بقولات و گیاهان علوفه‌ای جمعیت آنها را کنترل نمود.

تناوب زراعی جهت کنترل بعضی از آفات حیوانات اهلی مفید و موثر واقع میشوند از جمله با عدم چرای کامل مراتع برای مدت معینی میتوان موجب از بین رفتن یا کاهش جمعیت کنه‌های حیوانی گردید.

ب - شخم زدن و زیر و رو کردن خاک: شخم بموقع زمین میتواند عده‌ای از آفات مهم را در معرض سرما، گرما، خشکی و شرایط نامناسب دیگر قرار داده و از بین ببرد و یا عده‌ای از آنها را به عمق خاک برده بطوری که موجب از بین رفتن آنها شود. در این مورد لازم است اطلاعات کافی از بیولوژی آفت کسب نمود و زمان شخم زدن موقعی انتخاب شود که با مرحله حساس زندگی حشره برخورد نماید. شخم زمین در موقعی که زراعت اصلی در زمین موجود نیست موجب از بین رفتن گیاهان خودرو و علفهای هرزی که ممکن است میزبان آفات باشند شده و جمعیت آنها را کاهش میدهد.

شخم زمستانه موجب از بین رفتن سفیره عده‌ای حشرات میگردد.

ج - آیش: عدم کشت زمین و راکد ماندن آن هر دو یا سه سال یک مرتبه کمک شایانی به از بین رفتن علفهای هرز و بعضی از آفات می‌نماید.

د - انتخاب نوع زراعتهای مجاور یکدیگر و فاصله آنها: انتخاب صحیح دو یا چند زراعت مجاور یکدیگر و رعایت فاصله مناسب ممکن است در کاهش جمعیت آفات موثر باشد. کشت زراعتهای مختلف از یک تیره (زراعتهای مشابه) در مجاورت یکدیگر موجب افزایش جمعیت و کشت زراعتهای مختلف از

تیره‌های متفاوت موجب کاهش جمعیت آفت میگردد.

ه - استفاده از گیاهان تله: کشت محدود میزبانهای حساس یک آفت در مجاورت زراعت اصلی میتواند بعنوان تله جهت آفت بکار برده شود. پس از متمرکز شدن آفت بر روی زراعت تله، آنرا سمپاشی کرده و با شخم زدن به زیر خاک میبرند.

و - نظافت و بهداشت عمومی زمینهای مزروعی و باغات: از بین بردن بقایای زراعت قبلی، نابود کردن علفهای هرز و کلیه مواد زائد موجود در مزارع و باغات کمک موثری به کاهش جمعیت آفات می‌نمایند.

ز - زمان مناسب کاشت یا برداشت محصول: با تغییر زمان کاشت و یا برداشت محصول میتوان محصول را از خسارت عمده آفات محفوظ نمود. این روش در مورد محصولاتی موثر واقع میشود که آفت در یک مرحله کوتاهی از دوره کشت محصول خسارت وارد می‌نماید و یا مرحله خسارت زنی آفت خیلی کوتاه می‌باشد.

ح - وجین و هرس کردن: وجین کردن زراعتهای ردیفی، هرس کردن درختان میوه در کاهش جمعیت آفات موثر می‌باشند.

ط - آبیاری صحیح و بموقع: آبیاری صحیح و بموقع میتواند جمعیت بعضی از آفات خصوصاً آفات ریشه‌خوار را از بین برده و یا کاهش دهد. مثلاً غرقاب کردن زمینهای آلوده به کرمهای سفید ریشه و کرمهای مفتولی در کاهش جمعیت آنها بسیار موثر است. از طرف دیگر تعویق آبیاری بعضی از زراعتها میتواند شرایط خشک و نامناسبی را برای نشو و نمای بعضی از آفات بوجود آورد.

ی - استفاده از وارپته‌های مقاوم: بعضی از وارپته‌های مقاوم گیاهان نسبت به آفات معینی

مقاومت نسبی داشته و استفاده از این وارپته‌ها یکی از روشهای مهم مبارزه با آفات محسوب می‌گردد.

کد - سایر عملیات مبارزه زراعی شامل استفاده از بذور و مرطوب و اصلاح شده، تهیه بستر مناسب بذر، استفاده صحیح از کودهای حیوانی و شیمیایی و غیره همراه سایر عملیات زراعی در کاهش جمعیت آفات موثر میباشند.

۴- مبارزه مکانیکی و فیزیکی^۱

این روش مبارزه عبارتست از کاهش جمعیت آفات توسط وسایلی که مستقیماً روی آنها اثر گذاشته و یا محیط فیزیکی آنها را تغییر میدهند اغلب تشخیص و تفکیک این روشها از روش مبارزه زراعی مشکل است ولی بهر حال مبارزه مکانیکی مشتمل بر عملیات فیزیکی خاصی با مبارزه زراعی متفاوت است. مبارزه مکانیکی وقت و زمان زیادی لازم دارد و در سطح وسیع عملی و مقرون بصرفه نیست.

جمع آوری آفات و تخم آنها بوسیله دست و از بین بردن آنها، ایجاد شیارها و یا گودالها در اطراف مزارع، ایجاد موانع عبور مثل حصارکشی یا توری‌های ریز، آغشته کردن پایین تنه درختان به مواد چسبنده، استفاده از تله‌های حشره‌گیری و غیره اقدامات مکانیکی برای از بین بردن و یا کاهش جمعیت آفات می‌باشند.

علمیات فیزیکی شامل اقداماتی است که موجب تغییراتی در درجه حرارت، و رطوبت محیط زیست حشره شده و یا نور، صدا، الکتريسته، اشعه X و غیره برای کشتن و یا جلب آنها به وسایل کشنده حشرات بکار برده میشوند.

انبار کردن محصولات کشاورزی در انبارهای سرد و یا سردخانه‌ها از خسارت آفات در انبار جلوگیری می‌نماید. سرما و گرما برای کنترل آفات در انبارهای فلات بکار برده میشوند.

کمتر حشره‌ای می‌تواند درجات حرارت حدود ۶۰ درجه سانتیگراد را تحمل کند و تقریباً تمام حشرات در درجه حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد از فعالیت باز میمانند و خسارت قابل توجهی به محصولات کشاورزی وارد نمی‌نمایند و در حدود صفر درجه سانتیگراد یا کمتر هیچگونه خسارتی به محصولات انباری وارد نخواهد شد.

۵- مبارزه قانونی^۲

مبارزه قانونی عبارتست از اجرای قوانین مصوبه یک کشور در مورد ریشه‌کنی آفات معین، جلوگیری از ورود آفات به کشور یا یک منطقه و بالاخره محدودسازی و تحت کنترل در آوردن آفات عمومی در یک منطقه معین. این نوع مبارزه معمولاً شامل قوانین قرنطینه و قوانین کشوری و استانی می‌باشد که دولت و موسسات دولتی ذیربط با کمک موسسات خصوصی، زارعین، باغداران و دامداران اقدام میکنند.

قرنطینه^۳: هدف از قرنطینه‌های گیاهی و حیوانی جلوگیری از ورود آفات و بیماریها از خارج از کشور و یا یک منطقه به منطقه دیگر بوده، علاوه بر این از گسترش آفات و بیماریهای موجود جلوگیری شده و به برنامه‌های ریشه‌کنی آفات و بیماریها کمک می‌نمایند.

² Legal control

استفاده از حشره کشها حتی قبل از اینکه انسان خواندن و نوشتن را بیاموزد معمول بوده است (حتی ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح) ولی عمدتاً از ترکیبات طبیعی، معدنی و روغنهای استفاده میگردد.

در سال ۱۹۳۹ کشف د.د.ت انقلابی را در تاریخ تحول حشره کشها و مبارزه با آفات بوجود آورد. از آن موقع تاکنون ترکیبات شیمیائی متنوعی ساخته و به بازار عرضه شده اند که هر یک به نوبه خود گام موثری در جهت پیشبرد علم دفع آفات و بیماریهای گیاهی و حیوانی و انسانی بوده اند.

سموم شیمیائی بر اساس تأثیر روی موجودات به اشکال مختلف وجود دارند که شامل آفت کشها^۲ بطور اعم و یا حشره کشها^۳، جونده کشها^۴، علف کشها^۵، کنه کشها^۶، قارچ کشها^۷ و غیره بطور اخص میشوند.

مزایای مبارزه شیمیائی:

۱- این نوع مبارزه بسیار موثر میباشد (درصد کنترل آفت بالاست).

۲- تأثیر این مبارزه فوری است.

۳- هر موقع که نیاز باشد میتوان از آن استفاده نمود (به راحتی در دسترس میباشد).

معایب مبارزه شیمیائی:

۱- نسبت به بعضی از روشهای دیگر مبارزه مثل مبارزه بیولوژیک گرانتر و پرهزینه تر هستند.

۲- اثرات سوء جانبی مثل مسمومیت های ناشی از سمپاشی برای انسان و دام، آلودگی محیط زیست.

۳- از بین رفتن حشرات مفید.

مراکز قرنطینه معمولاً در مرزهای ورودی کشور یا یک منطقه وجود داشته و متخصصین ذیصلاح محموله های گیاهی، حیوانی و غیره را دقیقاً مورد بررسی و کنترل قرار می دهند.

محدودسازی و کنترل آفات عمومی: بمنظور محدود سازی و کنترل آفاتی که بطور دوره ای قادر به طغیان در سطح وسیعی از یک کشور و یا یک منطقه بوده و کنترل آنها توسط زارعین، باغداران، مؤسسات و افراد خصوصی امکان پذیر نیست، دولت و واحدهای خصوصی با یکدیگر همکاری کرده و اینگونه آفات را محدود کرده و تحت کنترل در می آورند. اینگونه کنترل معمولاً بر علیه آفات مهم و عمومی محصولات زراعی و باغی و بهداشتی که سطح گستردگی وسیعی دارند اعمال می شود. مثال آن ملخ دریائی، سن گندم، پشه مالایا و غیره است.

۶- مبارزه شیمیائی^۱

مبارزه شیمیائی عبارتست از کاهش جمعیت آفات و جلوگیری از خسارت آنها از طریق استفاده از موادی که موجب مسمومیت آنها شده و یا آنها را به وسایل معینی جلب کرده و یا از منطقه معینی دور می نمایند و یا موجب عقیم سازی و یا اختلالاتی در رشد و نمو آنها میگردد.

ترکیبات شیمیائی مختلف خصوصاً حشره کشهای مصنوعی جدید نقطه عطفی در تاریخ مبارزه با آفات گیاهی، انسانی و دامی محسوب میگردد. این ترکیبات توانسته اند آفات بسیار مهم و اپیدمی های نابود کننده انسان و دام را تحت کنترل در آورده و بصورت سلاحی مقتدر در دست انسان قرار گیرند.

^۱ Chemical control

^۲ Pesticides

^۳ Insecticides

^۴ Rodenticides

^۵ Herbicides

^۶ Acaricides

^۷ Fungicides

سمیت آفت کشها

بیشتر مردم تصور میکنند که خطر اصلی آفت کشها مسمومیت‌های اتفاقی و تصادفی است ولی باید توجه داشت که راه‌های زیاد دیگری نیز برای ایجاد مسمومیت وجود دارند.

چون خطرات ناشی از مصرف سموم حشره کش بطور مستقیم یا غیرمستقیم در ارتباط با مسمومیت در پستانداران است استفاده از آنها تحت شرایط و مقررات خاصی امکان پذیر است. بیشتر اطلاعاتی که در مورد درجه سمیت سموم کشاورزی در پستانداران موجود میباشد از طریق انجام آزمایشاتی بر روی پستانداران کوچک مثل موش، خرگوش و غیره به دست آمده است. بدین منظور سموم را به طریق مختلف و به مقادیر متفاوت وارد بدن حیوانات مورد آزمایش نموده و سپس درجه سمیت آنها را از دهان، پوست، استنشاق و غیره تعیین مینمایند. در این کتاب سمیت سموم بر اساس ورود سم از طریق دهان به موش صحرایی ذکر شده‌اند.

نتایج آزمایشات مسمومیت‌های حاصله از طریق تغذیه و یا پوست معمولاً به صورت LD_{50} بیان میگردد که عبارت است از مقدار سمی که قادر است ۵۰ درصد حیوانات مورد آزمایش را از بین ببرد. LD_{50} معمولاً بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن حیوان بیان میشود (mg/kg) برای مثال سمیت د.د.ت برای موشهای صحرایی از راه دهان 250 mg/kg $LD_{50} = 250 \text{ mg/kg}$ میباشد که به صورت نشان داده میشود. تقریباً تمامی سمومی که به بازار عرضه میشوند دارای LD_{50} تعیین شده میباشند. هر چه قدر رقم داده شده برای LD_{50} کوچکتر باشد سمیت آفت کش مربوطه بیشتر خواهد بود. مقدار LD_{50} از راه پوست معمولاً بیشتر از راه دهان است سمیت سموم سدخینی

را با LD_{50} بیان میکنند که عبارت است از غلظت کشنده سم برای ۵۰ درصد حیوانات مورد آزمایش و بر حسب میلیگرم در کیلوگرم یا میلی لیتر بر لیتر اظهار میدارند.

مسمومیت‌های حاد (که در اثر استعمال مستقیم سم بوجود می‌آید) و مزمن (مصرف مقدار کم سم بطور تدریجی در مدت زمان طولانی) را بر حسب قسمت در میلیون یا ppm^۱ در رژیم غذایی روزانه برای تعداد روزهای معین بیان میدارند (جدول ۶).

جدول ۶ - طبقه‌بندی سموم بر مبنای درجه سمیت

درجه سمیت	LD_{50} دهانی	LD_{50} پوستی
سموم فوق‌العاده خطرناک	۰ - ۵۰	۰ - ۲۰۰
سموم با خطر متوسط	۵۱ - ۵۰۰	۲۰۱ - ۲۰۰۰
سموم کم خطر	۵۰۱ - ۵۰۰۰	۲۰۰۰ - ۲۰۰۰۰
سموم بی‌خطر	۱۵۰۰۰	۱۲۰۰۰۰

با توجه به تقسیم‌بندی آفت کشها، سمیت عمومی آنها به ترتیب از زیاد به کم شامل حشره کشها، برگ‌ریزها، خشک کننده‌ها، علفکشها و قارچکشها است. در گروه حشره کشها، ترتیب سمیت حاد جلدی از زیاد به کم شامل فسفره، کارباماتی، کلره، گیاهی و معدنی است.

به علت وجود انواع رقیق‌کننده‌ها، فرمولاسیون آفت کشها نیز سمیت متفاوتی برای انسان دارند که میتوان به ترتیب از زیاد به کم شامل آفت کشهای مایع، امولسیونها، محلولهای روغنی، امولسیون در آب، محلول در آب، پودر قابل تعلیق در آب، گردها و گرانولها است.

^۱ Parts Per Million

باقیمانده سموم^۱

باقیمانده سموم عبارتست از باقیمانده هر نوع ماده سمی در درون یا روی مواد غذایی که بر حسب قسمت در میلیون بیان میدارند. باقیمانده سموم بر روی محصولات کشاورزی، در گوشت، لبنیات و غیره موجب مسمومیت‌های مزمن در مصرف‌کننده میشود. معمولاً در کشورهای مختلف قوانین و مقررات خاصی جهت کنترل باقیمانده سموم در مواد غذایی انسان و دام وجود دارد.

باید توجه داشت که برای هر سم مدت زمان معینی پس از سمپاشی تا برداشت محصول در نظر گرفته شده است که این مدت را دوره کارنس^۲ مینامند. در این مدت سم تجزیه شده و باقیمانده آن به حد مجاز میرسد.

احتیاط در مصرف سموم

استفاده غیر صحیح از آفتکشها ممکن است خطرات زیر را در برداشته باشد:

از بین رفتن حشرات شکارچی و پارازیت که نتیجتاً ممکن است موجب طغیان آفات گردد.

از بین رفتن حشرات گرده‌افشان که موجب کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی میشود.

اثر سوء بر روی زندگی حیوانات وحشی (مثلاً مرگ و میر زیاد ماهیها در اثر استعمال غیر صحیح حشره‌کشها).

اثر سوء حشره‌کشها بر روی گیاهان بطور مستقیم بر روی بافت گیاه و یا غیرمستقیم موجب بدمزه شدن قسمتهای خوراکی میشوند.

^۱ Residual

^۲ Curence

کاهش قوه نامیه بدور انباری که با بعضی از سموم ضدعفونی شده‌اند ذخیره شدن سموم در خاک بحدی که موجب عدم رشد کالی گیاه میشوند. خطر انفجار و اشتعال در اماکنی که به وسیله بعضی از سموم ضدعفونی شده‌اند میشود.

ایجاد مقاومت حشرات در مقابل بعضی از سموم حشره‌کش.

چون سموم آفت‌کش اکثراً برای انسان و دام، سمیت زیادی دارند استعمال صحیح آنها حائز اهمیت زیادی است. به منظور کاربرد صحیح آفتکشها و پیشگیری از خطرات احتمالی رعایت نقاط زیر موکداً توصیه میشود:

برچسب سم را به دقت مطالعه کرده و دستورالعمل مربوطه را به طور صحیح اجرا نمایید، ضمناً یکی از ظروف سم مورد نظر را برای مسمومیت‌های احتمالی و دسترسی پزشک به اطلاعات برچسب نگهداری نمایید.

قبل از شروع عملیات سمپاشی باید شخصی که اقدام به سمپاشی میکند به لباس کار، دستکش لاستیکی، عینک و ماسک مخصوص مجهز شود.

پس از خاتمه باید لباسها را عوض کرده و دست و صورت را با آب تمیز و صابون شستشو داد و در صورت امکان استحمام نمود.

از بوئیدن سموم خودداری کرده و در هنگام سمپاشی از خوردن و آشامیدن و سیگار کشیدن احتراز نموده و برای به هم زدن محلول سمی نباید از دست استفاده کرد بلکه با قطعه چوب و یا وسیله دیگری این کار را انجام دهند.

سمپاشی موقعی انجام شود که هوا صاف و آرام و خنک باشد و در صورت وزش باد و ضرورت انجام سمپاشی در آن موقع، شخص سمپاشی کننده باید پشت به باد حرکت کند.

ظروف خالی شده سموم را باید له کرده و در زیر خاک مدفون نمود.

سموم را در محلی دور از دسترس اطفال و اشخاص غیر مسئول و نا آشنا نگهداری نمایند.

حداقل زمان پس از سمپاشی و برداشت محصول (دوره کارنس) که بر روی بر چسب نوشته شده است حتماً مراعات شود.

از ریختن سم در آبهای جاری، حوض، استخر و غیره خودداری نمایند.

برای محافظت حشرات مفید خصوصاً زنبور عسل از سموم انتخابی و یا کم خطر (با نظر متخصصین) استفاده شده و عملیات سمپاشی را صبح خیلی زود و یا هنگام شب انجام دهید.

سعی شود برای سمپاشی محصولاتی چون خیار، گوجه فرنگی، بادمجان، لوبیا سبز و غیره که همه روزه محصول تولید کرده و برای عرضه به بازار آماده میشوند از سموم کم دوام و در عین حال دوره کارنس نیز مراعات شود.

درمان مسمومیت

گاهی اوقات در اثر عدم توجه به نقاط فوق الذکر ممکن است مسمومیت‌هایی برای انسان حاصل شود که به محض مشاهده علائم مسمومیت (تشنج، سردرد، سرگیجه، زیاد شدن ضربان قلب، اختلالات تنفسی، بی‌اشتهایی و غیره) باید شخص مسموم را به نزدیکترین پزشک یا درمانگاه رسانید. ولی قبل از دسترسی به پزشک میتوان اقدامات اولیه زیر را دقت انجام داد:

الف - شستشوی قسمتهای مختلف بدن که به سم آلوده شده است و تعویض لباسهای آلوده و دور کردن شخص مسموم از محیط سمپاشی شده.

ب- از خوردن مواد چربی دار مثل شیر، کره، پنیر و غیره خودداری نمایند.

ج- در مورد مسمومیت‌های ناشی از سموم کلره خوردن آب صابون و یا آب نمک ولرم (۱۰۰ گرم نمک در یک لیوان آب)، قهوه و چای پررنگ مفید میباشند.

د- استراحت شخص مسموم در هوای آزاد و وادار کردن وی به استفراغ.

فورمولاسیون آفت‌کشها

هر یک از آفت‌کشهایی که به بازار عرضه میشوند مخلوطی است از یک ماده سمی و یک یا چند ماده بی‌اثر که برای منظوره‌های خاصی بکار برده شده‌اند. مواد بی‌اثر ممکن است بعنوان حلال، حامل، رقیق‌کننده، امولسیون‌کننده و یا پخش‌کننده ماده سمی مصرف شوند. معمولاً ماده خالص آفت‌کشها را با مواد مختلف رقیق کرده و با غلظتهای معینی به بازار عرضه میکنند.

آفت‌کشها عمدتاً بصورت گرد یا پودر، گرانول، پودر قابل تعلیق در آب (پودر و تابل)، محلول، محلولهای غلیظ قابل امولسیون در آب، مخلوط آفت‌کش و کود شیمیائی، اسپری، و ترکیبات تدخینی به بازار عرضه میشوند.

سم تکنیکال: به ماده خالص یک سم بدون مواد همراه و حامل و غیره اطلاق میشود.

گرد یا پودر: از سم تکنیکال به‌علاوه یک ماده حامل بی‌اثر ساخته میشود. آفت‌کشهایی که بصورت خشک مصرف میشوند اغلب با مواد بی‌اثر مثل پودر پوست گردو و یا پودرهای معدنی مثل تالک، جیپسم و غیره مخلوط کرده و بکار میروند. مخلوط تهیه شده ممکن است حاوی ۱/۰ تا ۲۵ درصد ماده خالص سم بوده و اندازه ذرات آن کمتر از ۲۰ میکرون میباشد.

گرانول: این فرمول نیز از سم تکنیکال به علاوه یک ماده حامل بی اثر ساخته میشود. این سموم مشابه گردها بوده ولی اندازه ذرات آنها درشت تر است و بصورت دانه ای هستند و معمولاً برای ایجاد یک پوشش سمی در خاک بکار برده میشوند. قطر دانه های گرانول از ۰/۵ تا ۱/۵ میلیمتر متغیر است. گرانولها را مخلوط با شن، خاک رس و قسمتهای خرد شده گیاهان بکار میبرند.

قرص: از سم تکنیکال و یک ماده قابل اشتعال یا قابل تبخیر و تصعید و یا قابل حل در آب و غیره ساخته میشوند. این قرصها در مجاورت آب، هوا یا آتش ماده سمی را بصورت گاز رها میکنند.

نوار سمی: سم تکنیکال و ماده بی اثر همراه آن را روی نوار کاغذی یا پلاستیکی مالیده و با آتش زدن دود سمی تولید میکنند. برخی نوارها خودبخود سم را به حالت گاز آزاد میکنند.

پودر قابل تعلیق در آب (پودر و تابل): متشکل از سم تکنیکال، خیس کننده و حامل بی اثر است. از نظر شکل ظاهری مشابه سموم گردی هستند ولی بمنظور رقیق کردن در آب و بصورت محلول پاشی مصرف میشوند. ذرات اینگونه سموم پس از مخلوط کردن در آب تا هنگام سمپاشی بصورت معلق در آب باقیمانده و ته نشین نمی گردند. پودرهای قابل تعلیق در آب حاوی ۵۰ تا ۹۵ درصد ماده خالص سم می باشند. این سموم با علامت اختصاری WP بر روی ظرف سم مشخص میشوند.

محلولهای غلیظ قابل امولسیون در آب: از سم تکنیکال همراه با حلال و یک ماده امولسیون کننده ساخته میشوند. اکثر سموم در

کشاورزی به این صورت به بازار عرضه میشوند این محلولها از ماده موثر یا ماده خالص سم، ماده حلال و ماده امولسیون کننده تشکیل شده اند معمولاً در آب قابل حل می باشند و بصورت امولسیون (به حالت قطرات ریز معلق در آب) در می آیند. آن صده که در آب قابل حل نمی باشند ابتدا در ماده حلال آلی حل کرده و سپس به همراه ماده امولسیون کننده در آب مخلوط کرده و بکار میبرند.

محلولهای سمی امولسیون در آب پایداری زیادی نداشته و پس از مدتی راکد ماندن امولسیون شکسته شده و به مواد تشکیل دهند آن تفکیک میشود. برای جلوگیری از این حالت لازم است محلول را مرتباً بهم زده و با مقدار ماده امولسیون کننده را افزایش داد.

محلولها: از سم تکنیکال و حلال تشکیل شده اند. شبیه امولسیونها بوده ولی در موقع مخلوط شده با آب شیری رنگ نمی شوند. سموم آلی مصنوعی بندرت در آب قابل حل می باشند ولی اکثراً در حلالهای آلی حل میشوند. اینگونه محلولها را معمولاً برای سمپاشی گیاهان بکار نمی برند. زیرا موجب سوختگی آنها میشوند ولی میتوان از آنها جهت سمپاشی بدن حیوانات، منازل، انبارها، طویله ها و سمپاشی سطح آب برای مبارزه با لارو پشه ها و حشرات آبی استفاده نمود.

اسپری ها: محلولهایی هستند با ذرات بسیار ریز که در داخل مخزنی از هوای فشرده آمیخته شده اند و سم به صورت ابر یا مه پخش میشود. اندازه ذرات این سموم بین ۱ تا ۳۰ میکرون متغیر است.

ترکیبات تدخینی: این ترکیبات در مجاورت هوا بصورت گاز در می آیند و معمولاً در امکان سر بسته (مثل ساختمانها، انبارها، طویله ها و غیره) و یا در خاک مصرف میشوند. ترکیبات

¹ Wettable Powder

تدخینی اغلب بصورت محلولهای تحت فشار تهیه شده و در ظروف مخصوص نگهداری میشوند. بعضی از این ترکیبات نیز بصورت جامد بوده که در مجاورت هوا بتدریج بصورت گاز درمی آیند.

طعمه مسموم: معمولاً شامل دو قسمت سم، ۵۰ قسمت آب و ۱۰۰ قسمت طعمه مورد دلخواه آفت نظیر سبوس و ملاس میباشد. از این مواد جهت مبارزه با ملخها، سوسکهای حمام، آبدزدکها، مورچهها، حلزونها و غیره استفاده میکنند.

کپسول: ماده سمی در داخل کپسول قابل تجزیه شدن نظیر پلاستیک یا کاغذ قرار گرفته و در اثر عوامل مکانیکی، حرارت و آفتاب متلاشی شده و مواد موثر آزاد میگردند.

مخلوط حشره کش و کودشیمیائی: معمولاً مخلوطی است از حشره کشهای گرانول و کودهای شیمیائی و در موقع معمول مصرف کودشیمیائی برای اولاً تقویت خاک و ثانیاً کنترل حشرات خاکزی بکار برده میشوند.

طبقه بندی حشره کشها

یکی از روشهای متداول طبقه بندی حشره کشها حداقل تا زمان پیدایش حشره کشهای مصنوعی بر مبنای نحوه ورود سم به داخل بدن حشرات میباشد. بر این مبنای حشره کشها را به سه گروه تقسیم بندی می نمایند.

۱- سموم گوارشی^۱: که از طریق خوردن و دستگاه گوارش موجب مرگ و میر حشرات میگردند. این سموم عمدتاً برای مبارزه با حشراتی که قطعات دهان جوننده دارند بکار برده میشوند.

۲- سموم تماسی^۲: این سموم از طریق تماس با جلد بدن حشرات و جذب پوستی باعث مسمومیت میگردند و روی همه حشرات موثر هستند.

۳- سموم تنفسی^۳: این سموم بصورت گاز وارد دستگاه تنفسی (سیستم لوله تنفسی) حشرات شده و باعث مرگ و میر آنها میشوند. معمولاً برای مبارزه با آفات که در اماکن سربسته مثل خانهها، انبارها، گلخانهها و در خاک وجود دارند بکار برده میشوند.

گاهاً سموم را بر اساس نحوه ورود به داخل گیاه طبقه بندی میکنند:

۱- سموم سطحی: این سموم پس از مصرف در سطح محل سمپاشی باقی مانده و وارد گیاه نمیشوند.

۱- سموم نفوذی: این سموم از بافت اپیدرم برگها و سایر اندامهای گیاهی عبور کرده و وارد بافت پارانشیم گیاه میشوند. حشرات با تغذیه از بافت مذکور مسموم میگردند.

۲- سموم سیستمیک: این سموم پس از سمپاشی جذب گیاه شده و وارد آوند آبکش میشوند حشرات نیز پس از تغذیه از شیره نباتی مسموم میگردند. لذا سمومی که بدین ترتیب عمل میکنند سموم سیستمیک نامیده میشوند. ضمناً عده دیگری از این سموم در حیوانات بصورت سیستمیک میباشد و موجب مسموم شدن خون حیوانات بر علیه حشرات پارازیت میشوند. اکثر سموم سیستمیک مربوط به گروه شیمیایی فسفره هستند.

مثالهایی از سموم سیستمیک عبارتند از: متاسیتوکس، سیستوکس، دیمتوات، فوریت، موینفوس، کومافوس^۴

^۲ جلدی

^۳ گازی یا تدخینی

^۴ کورال (سیستمیک حیوانی)

داخل^۱