



# کنترل بیولوژیک

دکتر مناسادات مقدسی

سال تحصیلی ۹۸-۹۹

## روش‌های مختلف کنترل آفات

✓ **کنترل** : کارهایی که منجر به مهار جمعیت آفات می‌شود

### ۱. کنترل طبیعی

بدون دخالت بشر در طبیعت توسط عوامل زنده و غیر زنده

### ۲. کنترل کاربردی

روش‌های به کار گرفته شده توسط بشر با توجه به نیاز بخش کشاورزی

- |                 |                     |                 |                |
|-----------------|---------------------|-----------------|----------------|
| ✓ کنترل شیمیایی | ✓ کنترل بیولوژیکی   | ✓ کنترل مکانیکی | ✓ کنترل زراعی  |
| ✓ کنترل رفتاری  | ✓ کنترل فیزیولوژیکی | ✓ کنترل قانونی  | ✓ کنترل فیزیکی |

## کنترل بیولوژیک (مهار زیستی)

✓ کنترل جمعیت آفات با استفاده از عوامل زنده مفید  
✓ وجود دشمنان طبیعی آفات در همه اکوسیستم‌ها که به طور طبیعی مانع رشد بی‌رویه و تصاعدی جمعیت آفات و طغیان آن‌ها می‌شوند

✓ کنترل بیولوژیک طبیعی: کنترل طبیعی و تصادفی جمعیت آفت توسط دشمنان طبیعی موجود در محیط

✓ کنترل بیولوژیک کاربردی: استفاده از دشمنان طبیعی توسط انسان با هدفی خاص در راستای کنترل جمعیت آفات موردنظر

## عوامل موثر در انتخاب عامل کنترل بیولوژیک

۱. زیاد بودن قدرت جستجوگری  
کاهش زمان دستیابی به آفت و پیدا کردن و تغذیه سریع آن
۲. داشتن تخصص و وابستگی به آفت  
ارتباط نزدیک دشمن طبیعی با آفت و تغذیه بیشتر و بهتر از آن
۳. وجود هماهنگی بین دوره زندگی آفت و دشمن طبیعی  
هماهنگ بودن طول دوره زندگی، تعداد نسل‌ها، زمان رفتن به دیپوز و ...
۴. زادآوری و تولیدمثل زیاد  
توانایی در کاهش میزان قابل ملاحظه‌ای از جمعیت آفت
۵. توانایی سازش با شرایط آب و هوایی منطقه  
در صورت سازش پذیر نبودن، جمعیت آن به سرعت کم شده و کنترل بیولوژیک با شکست مواجه می‌شود
۶. داشتن رفتار تجمعی (Aggregation behavior)  
گرایش بیشتر به محل تجمع آفت (پراکنندگی آفات یکسان نیست) و در نتیجه کاهش میزان بیشتری از جمعیت آفت در زمان کمتر

## کنترل بیولوژیک کلاسیک (Introduction)

- ✓ وارد کردن عامل کنترل بیولوژیک، رهاسازی و استقرار دائمی آن در اکوسیستم
- ✓ بسیار موفقیت آمیز و اقتصادی پس از استقرار

### ۱. شناسایی آفت و زیستگاه طبیعی آن

پی بردن به چگونگی ارتباط دشمن طبیعی با آفت

### ۲. شناسایی دشمنان طبیعی فعال

بررسی دقیق جایگاه رده‌بندی دشمن طبیعی و شرایط پرورش آن

### ۳. ارزیابی دشمن طبیعی در منطقه جدید

مطالعات آزمایشگاهی پس از رهاسازی برای تعیین کارایی و سازگاری به شرایط محیطی جدید

### ۴. تهیه خزانه ژنی

بررسی مناطق جدید از جمله زیستگاه‌های مختلف آفت برای شناسایی نژادهای جدید دشمن طبیعی، پرورش و رهاسازی آن‌ها به منظور تقویت خزانه ژنی و دوام ماندگاری دشمن طبیعی در منطقه

### ۵. حمل و نقل دشمنان طبیعی

بررسی روش‌های مختلف انتقال دشمن طبیعی از محل زندگی به منطقه جدید و انتخاب آسان‌ترین، مطمئن‌ترین و کم‌هزینه‌ترین راه

### ۶. تولید انبوه

بررسی روش‌های مختلف پرورش انبوه دشمن طبیعی برای تولید تعداد زیاد آن به منظور پوشش کامل جمعیت آفت در منطقه

### ۷. رهاسازی

انتخاب منطقه مناسب برای رهاسازی از نظر وجود غذای کافی و نبودن سم

بررسی زمان دقیق رهاسازی و تعداد مناسب دشمن طبیعی

### ۸. ارزیابی دشمن طبیعی پس از رهاسازی و استقرار

بسیار ضروری به منظور بررسی دقیق میزان کارایی دشمن طبیعی در کاهش جمعیت آفت و میزان رضایتمندی کشاورزان و پرورش دهندگان

## افزایش و رهاسازی دشمنان طبیعی موجود در منطقه (Augmentation)

- ✓ رهاسازی دوره‌ای عامل بیولوژیک موجود در منطقه و یا افزایش موقت تعداد آن هنگام زیاد بودن جمعیت آفت
- ✓ استفاده برای سرکوب اوج جمعیت آفت
- ✓ استفاده هنگام نبود دشمن طبیعی در منطقه و یا کارایی کم آن

## حمایت از دشمنان طبیعی موجود در منطقه (Conservation)

- ✓ وجود دشمنان طبیعی آفات در محیط زندگی آنها
- ✓ نداشتن کارایی لازم به دلیل نامساعد بودن شرایط محیطی
- ✓ ایجاد شرایط مساعد برای آنها با دستکاری محیط زندگی و اعمال تغییرات به منظور افزایش کارایی آنها
- ✓ کمک به تولیدمثل آنها با حمایت در پناهگاه‌های زمستانی، دادن غذای جایگزین، ایجاد مکان‌های مناسب برای تخم‌گذاری، تغییر شرایط رطوبتی و دمایی محیط برای بهبود کارایی آنها و...

## انواع دشمنان طبیعی

### پارازیتوئید (Parasitoid)

- ✓ حشرات شبه انگل (پارازیتوئید) معمولاً از تعداد محدودی میزبان و در مواردی فقط از یک میزبان تغذیه می‌کنند و منجر به مرگ آن می‌شوند
- ✓ حشرات پارازیتوئید در مرحله بلوغ، زندگی آزاد داشته و در مرحله نوزادی از میزبان خود تغذیه می‌کنند
- ✓ تغذیه از داخل یا خارج بدن میزبان

### ❖ پارازیتوئید خارجی (Ectoparasitoid)

- ✓ تخمگذاری حشره ماده روی بدن میزبان و تغذیه نوزاد از قسمتهای خارجی بدن میزبان

### ❖ پارازیتوئید داخلی (Endoparasitoid)

- ✓ تخمگذاری حشره ماده داخل بدن میزبان و تغذیه نوزاد از قسمتهای داخلی بدن میزبان

---

### □ پارازیتوئید اولیه (Primary parasitoid)

- ✓ به طور مستقیم آفات را از بین برده و از اجزاء مفید اکوسیستم هستند

### □ پارازیتوئید ثانویه (Secondary p.) یا هیپر پارازیتوئید (Hyperparasitoid)

- ✓ از اجزاء مضر اکوسیستم / حمله به پارازیتوئیدهای اولیه و از بین بردن آنها

### ❖ پارازیتوئید انفرادی (Solitary parasitoid)

- ✓ گذراندن همه مراحل زندگی در بدن میزبان
- ✓ در صورت گذاشته شدن چند تخم در بدن میزبان، نخستین لارو خارج شده سایر تخم‌ها را از بین می‌برد
- ✓ بال‌غشاییان Scelionidae و Ichneumonidae و مگس‌های Tachinidae

### ❖ پارازیتوئید تجمعی (Gregarious parasitoid)

- ✓ رشد و نمو بیش از یک فرد در بدن میزبان
- ✓ برخی زنبورهای خانواده Braconidae

---

### ➤ سوپر پارازیتسیم (Superparasitism)

- ✓ پارازیت شدن یک میزبان بیش از یک بار (چند تخم در بدن میزبان) توسط همان پارازیتوئید (سوپر پارازیتسیم خودی یا Self superparasitism) یا توسط سایر افراد همان گونه (سوپر پارازیتسیم غیر خودی یا Conspecific superparasitism)

### ➤ پارازیتسیم چندگانه یا مولتی پارازیتسیم (Multiparasitism)

- ✓ تخم‌گذاری چند پارازیتوئید از گونه‌های مختلف در بدن یک میزبان
- ✓ موفقیت پارازیتوئید به میزان رقابت‌پذیری آن بستگی دارد و به‌طور معمول گونه غالب سبب مرگ فرزندان گونه غیر غالب می‌شود (فقط یک گونه باقی می‌ماند)





## Diptera پارازیتوئیدهای مهم راسته دوبالان

خانواده	توضیحات
Acroceridae (Small-headed flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>سر کوچک و کالیپتر بزرگ در حشرات کامل</li> <li>همه گونه‌های شناخته‌شده، پارازیتوئید داخلی عنکبوت‌ها هستند</li> </ul>
Tachinidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>همه گونه‌های شناخته‌شده، فعالیت انگلی دارند</li> <li>میزبان اصلی آنها لارو بال‌پولک‌داران است و نیز روی بسیاری از حشرات و صدپایان فعالیت انگلی دارند</li> <li>کاربرد گسترده در کنترل بیولوژیک</li> </ul>
Bombyliidae (Bee flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>همه گونه‌های شناخته‌شده، فعالیت انگلی دارند</li> <li>میزبان آنها شامل لاروهای بال‌پولک‌داران، بال‌غشائیان، دوبالان و سخت‌بالپوشان و نیز تخم‌های راست‌بالان</li> </ul>
Nemestrinidae (Tangle-veined flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>همه گونه‌های شناخته‌شده، فعالیت انگلی دارند</li> <li>میزبان آنها شامل لارو و شفیره‌ی ملخ‌ها و سوسک‌های اسکارابید</li> </ul>
Conopidae (Thick-headed flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید حشرات کامل زنبورهای گرده‌افشان</li> <li>برخی نیز پارازیتوئید سوسری‌ها و دوبالان</li> </ul>
Phoridae (Humpbacked flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید داخلی عنکبوت‌ها، هزارپایان و حشرات شامل زنبورهای عسل، سیرسیرک‌ها، موریان‌ها، مورچه‌ها و لارو بال‌پولک‌داران</li> </ul>
Sciomyzidae (Marsh flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>اکثراً پارازیت حلزون‌ها و راب‌ها</li> </ul>
Cryptochetidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>خانواده‌ای کوچک شامل ۳ جنس</li> <li>همه گونه‌های جنس <i>Cryptochetum</i>، پارازیت شپشک‌های خانواده Margarodidae هستند</li> </ul>
Pipunculidae (Big-headed flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>چشمهای مرکب بسیار بزرگ که قسمت زیادی از سر را می‌پوشاند</li> <li>پارازیتوئید داخلی خرطوم‌مفصلی‌ها به ویژه زنجره‌ها</li> </ul>
Sarcophagidae (Flesh flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید سخت‌بالپوشان، بال‌پولک‌داران، راست‌بالان، بال‌غشائیان، خرطوم‌مفصلی‌ها و بالتوری‌ها</li> <li>زنده‌زا یا تخمگذار-زنده‌زا</li> </ul>

پارازیتوئیدهای مهم راسته بال‌غشائیان Hymenoptera	
خانواده	توضیحات
Ichneumonidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>خانواده‌ای بزرگ با بیش از ۶۰ هزار گونه‌ی شناخته شده در جهان</li> <li>پارازیتوئید داخلی و خارجی لارو و شفیره حشرات با دگردیسی کامل</li> <li>عموماً بال‌پولک‌داران و بال‌غشائیان</li> <li>برخی هیپرپارازیتوئیدند</li> </ul>
Braconidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>خانواده‌ای بزرگ با بیش از ۴۰ هزار گونه‌ی شناخته شده در جهان</li> <li>غالباً پارازیتوئید داخلی بال‌پولک‌داران، دوبالان، سخت‌بالپوشان و شته‌ها</li> </ul>
Scelionidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید تخم بسیاری از حشرات و عنکبوت‌ها</li> <li>بیشتر روی شب‌پره‌ها و سن‌ها</li> </ul>
Eulophidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید بسیاری از حشرات از جمله تریپس‌ها، شپشک‌ها و برخی از بال‌پولک‌داران، دوبالان، سخت‌بالپوشان و بال‌غشائیان</li> </ul>
Aphelinidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید مهم شپشک‌ها، مگس‌های سفید، شته‌ها، پسیل‌ها و تخم بسیاری از حشرات دیگر</li> </ul>
Trichogrammatidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید تخم بسیاری از حشرات به ویژه بال‌پولک‌داران</li> </ul>
Chalcididae	<ul style="list-style-type: none"> <li>بیشتر پارازیتوئید لارو و شفیره بال‌پولک‌داران، دوبالان، سخت‌بالپوشان و بال‌غشائیان</li> <li>برخی هیپرپارازیتوئید</li> </ul>
Megaspilidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید شپشک‌ها و برخی هیپرپارازیتوئید</li> </ul>
Pteromalidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید بال‌پولک‌داران، دوبالان، سخت‌بالپوشان و بال‌غشائیان</li> <li>برخی هیپرپارازیتوئید</li> </ul>
Encyrtidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید شپشک‌ها و نیز تخم و لارو بال‌پولک‌داران، دوبالان، سخت‌بالپوشان، بال‌غشائیان، راست‌بالان، بالتوری‌ها</li> <li>برخی هیپرپارازیتوئید انگل‌های تخم</li> </ul>
Mymaridae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید تخم خرطوم‌مفصلی‌ها، شپش‌ها، سخت‌بالپوشان، دوبالان و راست‌بالان</li> </ul>
Evaniidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید کیسه تخم سوسری‌ها</li> </ul>
Eucoilidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>پارازیتوئید شفیره مگس‌ها</li> </ul>

## شکارگر (Predator)

- ✓ به طور معمول بزرگتر از شکار (طعمه) که سریع آن را از بین می‌برد
- ✓ رابطه‌ای آنی و لحظه‌ای بین شکارگر و شکار (طولانی مدت و دائمی نیست)
- ✓ تغذیه شکارگر از همه مراحل زیستی شکار
- ✓ به طور معمول پلی‌فاژ و با مراحل زیستی فعال و پرتحرک
- ✓ گروه‌های با دامنه غذایی محدود برای کنترل بیولوژیک مناسب‌ترند
- ✓ در خانواده‌های مختلف سخت‌بالپوشان، بالتوری‌ها، بال‌غشاییان، دو بالان، خرطوم‌مفصلی‌ها، سنجاقک‌ها، آسیابک‌ها و نیز کنه‌ها



## شکارگرهای مهم راسته سخت بال‌پوشان Coleoptera

خانواده	توضیحات
Coccinellidae (Lady beetles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر شکارگر خرطوم‌مفصلی‌ها و تخم حشرات</li> <li>• لارو و بالغ شکارگر</li> <li>• مهمترین خانواده این راسته در کنترل بیولوژیک</li> </ul>
Carabidae (Ground Beetles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لارو و بالغ شکارگر</li> <li>• بیشتر تیره و درخشان با بدن پهن و بالپوش‌های نقطه‌دار</li> </ul>
Cicindelidae (Tiger Beetles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لارو و بالغ شکارگر بندپایان خاکزی</li> <li>• آرواره‌ها داسی‌شکل</li> <li>• نقوش متالیک روی بالپوش‌ها</li> </ul>
Staphylinidae (Rove Beetles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر شکارگر لاروهای دوبالان و بالپولک‌داران</li> <li>• بدن باریک و کشیده با بالپوش‌های کوتاه</li> </ul>
Lampyridae (Fireflies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لارو آنها شکارگر موجوداتی که بدن نرم دارند</li> <li>• پیش‌گرده بزرگ</li> <li>• معمولاً دارای اندام تولیدکننده‌ی نور</li> </ul>
Cantharidae (Soldier beetles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر بالغ آنها شکارگر است</li> <li>• شبیه Lampyridae اما پیش‌گرده کوچک و بدون اندام تولیدکننده نور</li> </ul>

## شکارگرهای مهم راسته گوشخیزک‌ها Dermaptera

خانواده	توضیحات
Forficulidae (Spine tailed earwigs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• گوشخیزک‌ها از بندپایان کوچک با بدن نرم تغذیه می‌کنند</li> <li>• انتهای بدن آنها انبرک‌هایی دارد که برای نگهداری شکار در حین تغذیه به کار می‌روند</li> <li>• بیشتر آنها کوتاه‌بالند</li> </ul>
Labiduridae (Striped earwigs)	
Labiidae (Little earwigs)	

## شکارگرهای مهم راسته خرطوم مفصلی‌ها Hemiptera

خانواده	توضیحات
Nabidae (Damsel bugs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• همه گونه‌های شناخته شده، شکارگرند</li> <li>• افراد بالغ و پوره از شته‌ها، زنجره‌ها، پسیل‌ها و تخم بالپولک‌داران تغذیه می‌کنند</li> <li>• تنوع شکل بین افراد خانواده وجود ندارد</li> </ul>
Phymatidae (Ambush bugs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• همه گونه‌های شناخته شده، شکارگرند</li> <li>• عادت کمین در گلها برای شکار کردن دارند</li> <li>• پاهای جلویی از نوع شکاری است</li> </ul>
Anthocoridae (Minute pirate bugs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر شکارگرند</li> <li>• تغذیه بیشتر از تریپس‌ها، تخم حشرات و نیز حشراتی که بدن نرم دارند</li> </ul>
Reduviidae (Assassin bugs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر شکارگرند</li> <li>• تعدادی خونخوارند</li> <li>• تغذیه از شته‌ها، زنجره‌ها و لارو بالپولک‌داران</li> <li>• سر باریک همراه با گردن و شکم پهن</li> </ul>
Miridae (Plant bugs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر گیاهخوارند</li> <li>• تعداد معدودی شکارگر</li> <li>• افراد این خانواده از نظر شکل ظاهری بسیار متنوعند</li> </ul>
Pentatomidae (Stink bugs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر گیاهخوارند</li> <li>• تعداد معدودی شکارگر</li> </ul>
Lygaeidae (Seed bugs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بیشتر گیاهخوارند</li> <li>• تعداد معدودی شکارگر</li> <li>• تغذیه شکارگرها بیشتر از لارو بالپولک‌داران و سخت‌بال‌پوشان و برخی حشرات کوچک و کم‌تحرک</li> </ul>

## شکارگرهای مهم راسته دوبالان Diptera

خانواده	توضیحات
Cecidomyiidae (Midges)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تغذیه حشرات کامل از شهد و شیر گیاهان</li> <li>• شکارگری لاروها بیشتر روی شته‌ها و نیز مگس‌های سفید، تریپس‌ها، شپشک‌ها و کنه‌ها</li> <li>• شاخک‌های بلند</li> </ul>
Asilidae (Robber flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لارو و بالغ شکارگر</li> <li>• لارو خاکزی و تغذیه از حشرات کوچک خاکزی</li> <li>• تغذیه حشره کامل از زنبورها، ملخ‌ها، پروانه‌ها، سوسک‌ها و ...</li> <li>• بدن حشره کامل پرمو با خرطوم زننده مکنده‌ی قوی و پروازکننده‌ای سریع</li> </ul>
Syrphidae (Hover flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تغذیه حشرات کامل از شهد و گرده گیاهان</li> <li>• برخی لاروها شکارگر شته‌ها و نیز شپشک‌ها و سایر حشرات کوچک</li> </ul>

## شکارگرهای مهم راسته بال‌غشائیان Hymenoptera

خانواده	توضیحات
Sphecidae (Sphecid wasps)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• افراد ماده، شکار را برای نتاج فراهم می‌کند</li> <li>• برخی افراد، شکار خود را به گروه خاصی از حشرات محدود می‌کنند</li> </ul>
Vespidae (Paper wasps, Yellow jackets)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• در وهله اول، شکارگر لارو سخت‌بال‌پوشان و بال‌پولک‌داران هستند</li> <li>• حشراتی اجتماعی</li> </ul>
Eumenidae (Mason and potter wasps)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• در وهله اول، شکارگر لارو سخت‌بال‌پوشان و بال‌پولک‌داران هستند</li> <li>• حشراتی انفرادی</li> </ul>
Formicidae (Ants)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تنوع شکارگری فراوان</li> <li>• حشراتی اجتماعی با چندشکلی</li> </ul>

## شکارگرهای مهم راسته شیخک‌ها Mantodea

خانواده	توضیحات
Mantidae (Praying mantid)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• همگی شکارگر با طیف غذایی گسترده</li> <li>• بدن باریک با پیش‌گرده کشیده و پاهای جلویی شکاری</li> </ul>

## شکارگرهای مهم راسته بالتوری‌ها Neuroptera

خانواده	توضیحات
Chrysopidae (green lacewings)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لارو و حشره کامل شکارگر و نیز تغذیه از گرده و عسلک</li> <li>• بیشتر شکارگر شته‌ها، شپشک‌ها، زنجبرک‌ها و کنه‌ها</li> <li>• تخم‌ها اکثراً پایه‌دار</li> </ul>
Hemerobiidae (brown lacewings)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• شکارگر تخم‌ها و نیز بندپایان کوچک</li> <li>• برخی گونه‌ها سازگار با اقلیم سرد</li> </ul>
Mantispidae (mantid-flies)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لارو و بالغ شکارگر</li> <li>• لاروها شکارگر کیسه‌های تخم عنکبوت‌ها</li> <li>• ظاهر حشرات کامل شبیه به شیخک‌ها</li> </ul>
Myrmeliontidae (antlions)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• لاروها در انتهای گودال‌های شنی به انتظار شکار کمین می‌کنند</li> <li>• حشرات کامل شبیه سنجاقک‌ها هستند با شاخک‌هایی کشیده</li> </ul>

## شکارگرهای مهم راسته راست‌بالان Orthoptera

خانواده	توضیحات
Gryllidae (Tree crickets)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• همه چیزخوار</li> <li>• شکارگر روی حشرات با بدن نرم و نیز شته‌ها و شپشک‌ها</li> <li>• دوشکلی جنسی دارند</li> </ul>

## شکارگرهای مهم راسته تریپسی‌ها Thysanoptera

خانواده	توضیحات
Aelothripidae (Banded thrips)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برخی شکارگرند</li> <li>• شکارگر تریپس‌ها، شته‌ها، کنه‌ها و ...</li> </ul>
Phlaeothripidae	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برخی شکارگرند</li> <li>• شکارگر حشرات کوچک و کنه‌ها</li> </ul>

## عوامل بیماریگر (Entomopathogen)

- ✓ توانایی ایجاد بیماری در حشرات و کنه‌های گیاه‌خوار توسط برخی میکروارگانیسم‌ها
- ✓ مهمترین‌ها: قارچ‌ها، باکتری‌ها، تک‌سلولی‌ها (پروتوزوئرها)، ویروس‌ها، نماتدها

### □ استفاده در مدیریت آفات به سه روش:

۱. استفاده بهینه از بیماری‌هایی که به طور طبیعی در جمعیت آفات رخ می‌دهند
۲. وارد کردن عامل بیماری‌زا در جمعیت آفات برای دستیابی به کنترل پایدار و طولانی مدت آفات در اکوسیستم
۳. استفاده از توکسین (سم) آن‌ها مشابه آفت‌کش برای از بین بردن آفات

### □ راه‌های انتقال عامل بیماری‌زا:

۱. بلعیدن: ورود پاتوژن همراه با غذا به دستگاه گوارش آفت و فعال شدن آن در معده
۲. نفوذ از جلد: نفوذ برخی پاتوژن‌ها به جلد بدن در شرایط مساعد
۳. قارچ‌ها از راه حل کردن کوتیکول و نماتدها از راه عبور مستقیم از جلد
۳. انتقال از راه والدین آفت: آلوده کردن دستگاه تناسلی فرد ماده و انتقال به فرزندان آن از راه تخم (Transovarian transmission)

### □ دامنه میزبانی:

- ✓ دامنه میزبانی محدود در ویروس‌ها و بعضی باکتریها (تقریباً اختصاصی) و دامنه میزبانی وسیع در بسیاری از قارچها (غیر اختصاصی)

### □ عوامل موثر در پایداری پاتوژن‌ها در طبیعت :

۱. نور خورشید: کاهش دوام با شدت نور خورشید
۲. دما: طول عمر متفاوت بسته به میزان دمای محیط
۳. رطوبت: تاثیر مثبت رطوبت بر دوام نماتدها و پروتوزوئرها و قارچها
۴. محیط استقرار: دوام پاتوژن در خاک بیشتر از روی گیاهان است



## ۱. باکتری‌ها (Bacteria)

✓ شناسایی بیش از ۱۰۰ نوع باکتری بیماری‌زا اما تعداد کمی از آن‌ها به عنوان عوامل کنترل میکروبی به کار می‌روند

باکتریها موجوداتی تک سلولی با دیواره سلولی انعطاف‌ناپذیر هستند. این میکروارگانیسم‌ها ممکن است میله ای شکل، کروی شکل، مارپیچی یا فاقد شکل مشخص باشند. بسیاری از باکتری‌های بیمارگر هنگامی که حشره از یک غذای آلوده به این باکتری‌ها تغذیه می‌کند وارد بدن میزبان خود می‌شوند. این باکتری‌ها در معده تکثیر یافته، آنزیم‌ها (از قبیل لسیتیناز و پروتیناز) و توکسین‌هایی تولید می‌کنند که به سلول‌های معده میانی آسیب رسانده و موجب نفوذ باکتری به هموسل حشره می‌گردد. مسیر دقیق وقایعی که به دنبال آلودگی ایجاد می‌شود بسته به نوع باکتری متفاوت است. به طور کلی باکتری بعد از هجوم به خون حشره، تکثیر یافته و میزبان خود را یا به واسطه عفونت خونی یا توکسین‌ها یا به وسیله هر دو مکانیسم می‌کشد. در بسیاری از موارد میزبان قبل از مرگ، اشتهای خود را از دست داده و تغذیه اش متوقف می‌شود. افراد بیمار ممکن است دچار اسهال یا استفراغ شوند. حشرات که به وسیله باکتری‌ها کشته می‌شوند اغلب سیاه و نرم شده، بافت‌ها لزج و بوی تعفن می‌دهند.

### بی تی (*Bt: Bacillus thuringiensis*)

- ✓ موفق‌ترین عامل کنترل میکروبی
- ✓ خاک‌زی، هوازی یا بی‌هوازی اختیاری
- ✓ دارای اسپور درونی و مقاوم به حرارت
- ✓ توانایی تولید کریستال‌های پروتئینی و دارای سوبه‌های متعدد و موثر روی طیف وسیعی از حشرات

#### نحوه تاثیر Bt

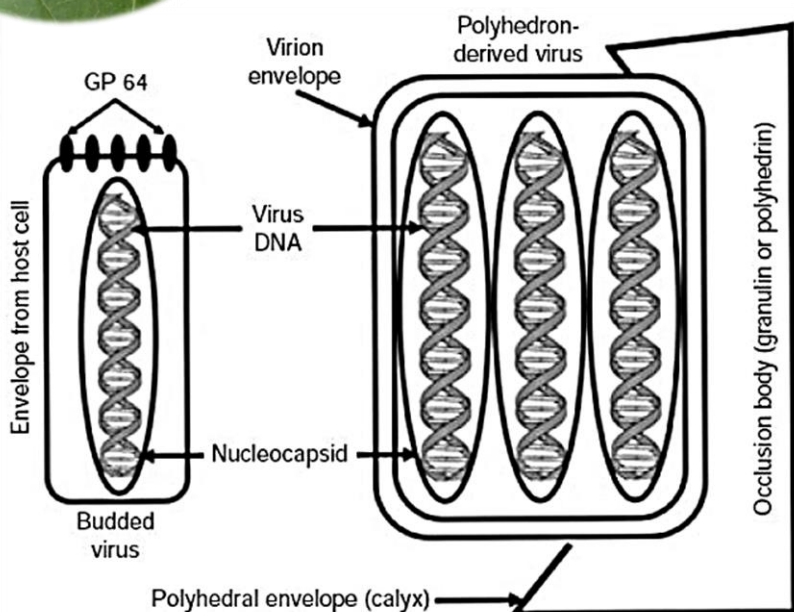
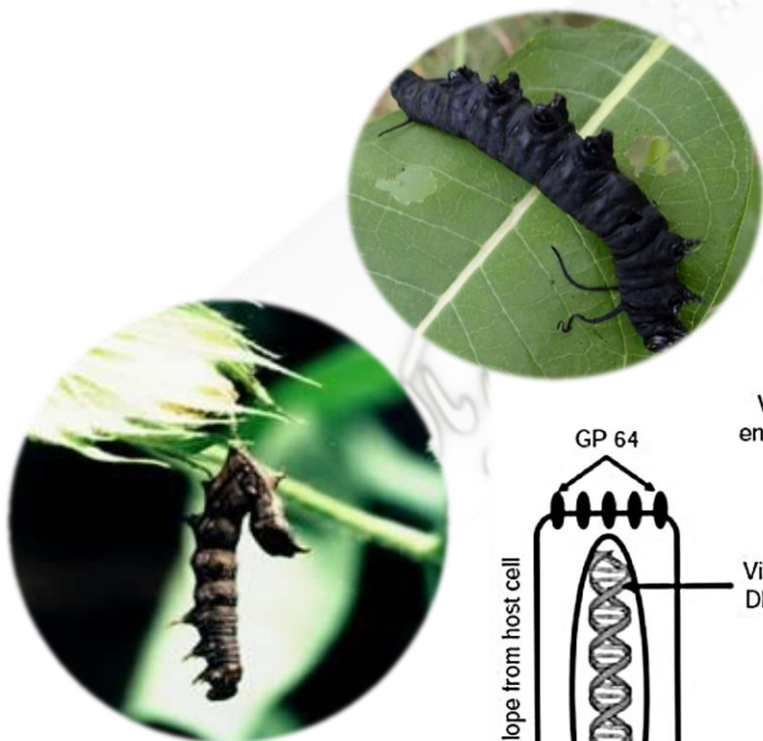
- (۱) بلعیده شدن باکتری‌های محتوی اسپور و کریستال توسط لارو حشرات
- (۲) انحلال کریستال در معده حشره
- (۳) فعال شدن دلتا اندوتوکسین توسط آنزیم‌های پروتئاز معده
- (۴) اتصال توکسین فعال به گیرنده‌های اختصاصی (مثل کاده‌رین و آمینوپپتیداز) موجود در سطح غشاء سلولهای معده
- (۵) نفوذ توکسین در غشاء سلول‌ها و تشکیل منافذ و کانال‌های یونی در غشاء سلول‌های معده و در ادامه تخریب سلول‌های پوششی معده
- (۶) جوانه زنی اسپورها و ایجاد عفونت خونی

✓ شناسایی بیش از ۷۰۰ نوع ویروس بیماری‌زا که بیشتر ویروس‌های به‌کاررفته در کنترل میکروبی از گروه Baculovirus و خانواده Baculoviridae هستند

✓ ویروس‌ها تقریباً از تمام راسته‌های حشرات گزارش شده‌اند و از لحاظ اندازه، کوچک‌ترین بیمارگرهای حشرات هستند. بیشترین ارتباط ویروس با حشرات مربوط به بال‌پولک‌داران، دوبالان و بال‌غشائیان می‌باشد.

### ویروس‌های چندوجهی هسته‌ای (Nuclear Polyhedrosis Viruses=NPV)

- ✓ شامل ۴۰ درصد کل ویروس‌های گزارش شده از حشرات
- ✓ ۸۰ درصد این موارد از بال‌پولک‌داران، ۷ درصد از بال‌غشائیان و ۳ درصد از دوبالان
- ✓ خشکیدگی پوست حشره بیمار و پارگی آن و در نتیجه آزاد شدن ویروس‌ها



ساختار ترسیمی یک ویروس بیمارگر حشرات از جنس NPV

## ویروس‌های دانه‌ای (Granulosis Viruses=GV)

- ✓ شناسایی بیش از ۵۰ نوع ویروس دانه‌ای و بیشتر از بال پولک‌داران
- ✓ اختصاصی‌تر نسبت به NPV و ورود به بدن حشره از راه بلعیدن
- ✓ نرم و لهیده شدن بدن حشره بیمار و فشردگی بدن (کم شدن فاصله بندهای بدن) پس از یک تا دو هفته



## ویروس‌های چندوجهی سیتوپلاسمی (Cytoplasmic Polyhedrosis Viruses) (CPV)

- ✓ شناسایی بیش از ۲۰۰ نوع ویروس از لارو بال پولک‌داران
- ✓ اختصاصی و توانایی بیماری‌زایی کم
- ✓ آلوده کردن سیتوپلاسم سلول‌های پوششی دستگاه گوارش میانی حشره
- ✓ بزرگ شدن سر لاروها و در نهایت تغییر رنگ بدن لاروهای آلوده



سه خانواده مهم از ویروس‌های بیمارگر حشرات

Family	Genera in Insects	OBs	Genera in Vertebrates	Genera in Plants
Baculoviridae (DNA)	Nucleopolyhedrovirus (NPV) Granulovirus (GV)	+ +	None None	None None
Poxviridae (DNA)	Entomopoxvirus	+	Capripoxvirus	None
Reoviridae (RNA)	Cytoplasmic Polyhedrovirus (CPV)	+	Reovirus Orbivirus Rotavirus	Phytoreovirus Fujivirus

Pathogens registered as viral insecticides

**Viruses**

Granulovirus

Granulovirus

Granulovirus

NPV from *Autographica californica*

NPV from *Anagrapha falcifera*

NPV from Douglas-fir tussock moth

NPV from *Spodoptera exigua*

Leafroller

Codling moth

Indian meal moth

Caterpillars

Caterpillars

Douglas-fir tussock moth larvae

Caterpillars

### ۳. قارچ‌ها (Fungi)

✓ شناسایی بیش از ۵۰۰ نوع قارچ بیماری‌زا

✓ مهمترین‌ها از جنس‌های *Hirsutella*, *Nomuraea*, *Entomophthora*, *Verticillium*, *Metarhizium* و *Beauveria*

بر خلاف گروه‌های دیگر بیمارگرهای حشرات که با خورده شدن (گوارشی)، میزبان خود را آلوده می‌کنند، قارچ‌ها قادرند حشرات میزبان را با نفوذ مستقیم از میان کوتیکول آلوده نمایند. از لحاظ مرفولوژیک، قارچ‌ها ممکن است تک سلولی (از قبیل مخمرها) یا به صورت رشته‌های منشعب (هیف) باشند که این رشته‌ها تشکیل میسلیم می‌دهند. قارچ‌ها ممکن است دارای تولیدمثل جنسی، غیر جنسی و یا هر دو باشند. اسپور از نوع کنیدی، متداول‌ترین مرحله آلوده‌کننده قارچ‌ها هستند.

- ✓ ورود قارچ به بدن بیشتر از راه جوانه‌زنی اسپور و نفوذ لوله تندش از راه کوتیکول با ترشح آنزیم کیتیناز (در شرایط رطوبتی مناسب)
- ✓ در مواردی ورود قارچ به بدن از راه روزنه‌های تنفسی و دهانی
- ✓ پر شدن هموسل حشره از هیف‌های قارچ و مرگ سریع
- ✓ گچی شدن حشرات آلوده و ادامه رشد هیف‌های قارچ پس از مرگ حشره (زندگی ساپروفیتی قارچ و تجزیه بافت‌های بدن حشره)
- ✓ دامنه میزبانی گسترده‌تر نسبت به سایر پاتوژن‌ها و آلوده کردن حشرات از راسته‌های بال‌پولک‌داران، خرطوم‌مفصلی‌ها، بال‌غشاییان، سخت‌بالپوشان و دوبالان

➤ *Beauveria bassiana* برای کنترل سخت‌بالپوشان و سن گندم

(مولد بیماری موسکاردین سفید)

➤ *Entomophthora aphidis* برای کنترل شته‌ها

✓ گونه‌های *Metarhizium anisopliae*، *Beauveria bassiana* و *Lecanicillium sp.* بیشترین کاربرد را به صورت فرآورده میکروبی برای کنترل آفات داشته‌اند.

### Pathogens registered as mycoinsecticides

#### Fungi

*Beauveria bassiana*

*Beauveria brongnartii*

*Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare and W. Gams  
(formerly given as *Verticillium lecanii*)

*Lagenidium giganteum*

*Metarhizium anisopliae* strain ESF1

*Paecilomyces fumosoroseus*

Whiteflies, aphids, and other pests

Cockchafer beetle grubs

Aphids and thrips

Mosquito larvae

Cockroach and fly control

Whiteflies



نماتودها، کرم های لوله ای شفاف، دراز و استوانه ای هستند که روابط بین آنها و حشرات از فوزری تا پارازیتسم و پاتوژنیک متنوع است.

آلودگی نماتودها عموماً در هموسل میزبان رخ می دهد اما بعضی گروه ها از قبیل *Phaenopsitylenchidae* (مثلاً *Deladenus*) و *Iotonchiidae* (مثلاً *Paraiotonchium*) ممکن است به اندام های جنسی میزبان حمله کرده و باعث تضعیف باروری، عقیم شدن و یا مرگ گردند. این گروه از نماتودهای پارازیت اجباری نسبتاً دارای تخصص میزبانی بوده و با یک یا گروه کوچکی از میزبان ها ارتباط دارند. اما مهم ترین نماتودهای بیمارگر حشرات که دامنه میزبانی وسیعی هم دارند، گونه هایی از دو خانواده *Heterorhabditidae* و *Steinernematidae* هستند.

✓ فعالیت انگلی برخی نماتدها روی حشرات آفت به عنوان تنها نماینده جانوران پرسلولی در کنترل بیولوژیک آفات

✓ نفوذ به بدن از راه های مختلف مانند دهان، مخرج، جلد و روزنه های تنفسی

✓ ایجاد بیماری توسط برخی نماتدها از راه انتقال باکتری های بیماریزای همزیست

از دنیای روابط مختلف نماتودها- حشرات، رابطه بیمارگری نماتودهای خانواده های *Heterorhabditidae* و *Steinernematidae* با حشرات میزبان، برای بهره برداری در برنامه های کنترل بیولوژیک از پتانسیل موفقیت بیشتری برخوردار است. از جمله دلایل موفقیت این عوامل می توان به:

الف- زنده ماندن آنها در خاک برای مدت نسبتاً طولانی در غیاب میزبان و

ب- توانایی جستجو و کشتن سریع میزبان اشاره کرد.

نماتودهای ثبت شده برای کنترل حشرات آفت



نام فرآورده	نماتود	حشره هدف
Cruiser®	<i>Heterorhabditis</i>	کرم های سفید ریشه
Guardian®	<i>Steinernema</i>	سرخرطومی های ریشه

✓ واژه Protozoa (مركب از Zoa به معنی جانور و Proto به معنی نخست)، به موجودات تک سلولی گفته می‌شود که لزوماً موجودات ساده‌ای هم نیستند. تمام اعمال حیاتی آنها در داخل سیتوپلاسم صورت گرفته و اعضای حرکتی شان به شکل زواید سیتوپلاسمی و یا به اشکال مژه‌های لرزان، تاژک و پاهای کاذب می‌باشد که به منظور شکار، تغییر مکان و تغذیه از آنها استفاده می‌نمایند. برخی از آنها فاقد هر گونه اندامک حرکتی بوده و انگل درون یا برون سلولی در گروه‌های مختلف جانوران از جمله حشرات هستند.

✓ فعالیت انگلی تک سلولی‌های مختلف روی حشرات مفید و آفت  
✓ انتقال از راه تخم به نسل‌های بعدی آفت (در *Nosema* تا ۴ سال)

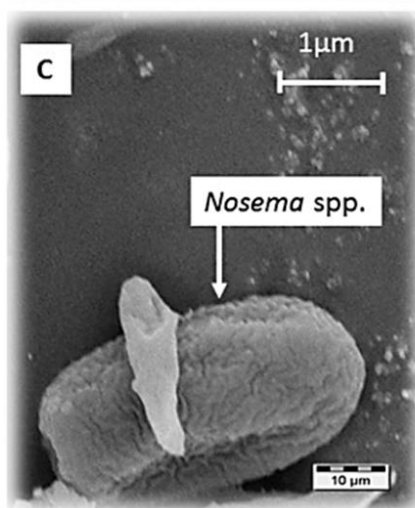
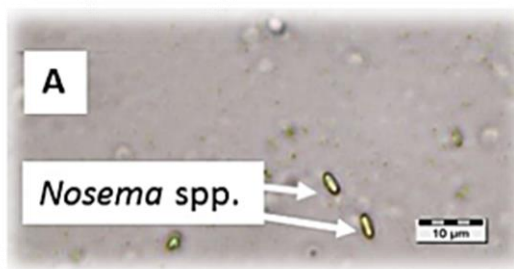
### مهمترین تک سلولی‌های بیماری‌زای حشرات

✓ *Nosema bombycis* عامل بیماری نوزموز در کرم ابریشم (بیماری طاعون کرم یا Pebrin)

✓ *Nosema apis* عامل بیماری نوزموز در زنبور عسل

✓ *Paranosema locustae* عامل بیماری نوزموز در ملخ‌ها به صورت یک فرآورده برای کنترل ملخ‌ها در مراتع مورد استفاده قرار می‌گیرد (**NOLO-Bait®**)

✓ *Nosema melolonthae* عامل بیماری نوزموز در کرم سفید ریشه





- ارزیابی یکی از مراحل بسیار مهم تمام کارهای کنترل بیولوژیک
- معیاری برای تعیین اثر واقعی یک عامل از دید محققین
  - شاخص بازده از نگاه دولتمردان و برنامه ریزان
- ترغیب آنها برای سرمایه گذاری بیشتر در این نوع فعالیت ها

### روند ارزیابی برنامه های معرفی دشمنان طبیعی

- تعیین استقرار در محل رهاسازی و گسترش آن به نواحی اطراف ( از طریق نمونه برداری برای چند سال متوالی)
- هر گاه عاملی در شرایط آب و هوایی با فصول پر تنش مثلاً زمستان در مناطق معتدله و یا دوره های خشکی در مناطق گرم بتواند مدت دو سال مقاومت کند، می توان به استقرار آن اطمینان داشت.

### نمونه برداری از دشمنان طبیعی در برنامه های مدیریت آفات

سه فاکتور اصلی در بررسی وضعیت دشمن طبیعی باید مدنظر باشد:

- الف- شناخت مهم ترین دشمن طبیعی (لیست کامل دشمنان طبیعی)
- ب- داشتن روش مشخص برای تعیین دقیق تراکم دشمن طبیعی و آفت و یا نسبت آنها به یکدیگر
- ج- شناخت رابطه بین تعداد دشمنان طبیعی و رشد جمعیت آفت (با ملحوظ داشتن شمار آفت و مرحله رشدی محصول) به طوری که بتوان جمعیت آفت را در کوتاه مدت پیش بینی کرد.

### دو روش پایه برای سنجش اثر دشمنان طبیعی روی جمعیت بندپایان

- الف- تخمین مستقیم (تمرکز روی جمعیت دشمن طبیعی): تخمین مستقیم حدود تلفات ایجاد شده به وسیله ی دشمنان طبیعی روی جمعیت میزبان
- ب - تخمین غیر مستقیم (تمرکز روی جمعیت میزبان): تخمین غیر مستقیم اثر دشمنان طبیعی از طریق مقایسه فراوانی جمعیت میزبان در حضور یا عدم حضور دشمنان طبیعی

## محافظت از دشمنان طبیعی در برابر آفت‌کش‌ها

آفت‌کش‌ها معمولاً اولین انتخاب برای کنترل آفات در بیشتر کشورها هستند. آفت‌کش‌ها می‌توانند دشمنان طبیعی بند پایان را با ایجاد مرگ و میر یا با تأثیر روی جابجایی، جستجوگری یا نرخ تولید مثل، آنها را تحت تأثیر قرار دهند.

### جستجوی راه حل‌ها

### ۱. انتخابیت فیزیولوژیک

یک روش محدود کردن صدمات ناشی از آفت‌کش‌ها به دشمنان طبیعی کلیدی، این است که صرفاً موادی استفاده شود که در عین کشنده بودن برای آفات، برای دشمنان طبیعی مورد بحث نسبتاً بی‌ضرر باشند.

### ۲. دشمنان طبیعی مقاوم به آفت‌کش

جمعیت‌های دشمنان طبیعی مقاوم نسبت به آفت‌کش‌های گاهی اوقات از طریق انتخاب طبیعی در محصولات مرتباً سمپاشی شده نظیر باغات سیب ایجاد می‌شوند. جمعیت‌های مقاوم همچنین ممکن است به صورت مصنوعی در آزمایشگاه ایجاد شوند.

### ۳. انتخابیت اکولوژیک:

#### استفاده‌ی با مهارت از آفت‌کش‌های غیرانتخابی

اگرچه هیچ آفت‌کشی برای یک محصول خاص در دسترس نباشد که با دشمنان طبیعی کلیدی سازگار باشد، ممکن است هنوز امکان پذیر باشد با تغییر روش‌های فرموله کردن یا کاربرد آنها بتوان راه‌هایی را یافت که آفت‌کش‌های در دسترس تا حدودی انتخابی شوند. انتخابیت اکولوژیک با کاهش تماس بین آفت‌کش و دشمنان طبیعی بدست می‌آید

- محدود کردن مناطق تیمار شده

- محدود کردن کاربردها از نظر زمانی

- کاهش دزهای مصرفی

- مواد و فرمولاسیون‌های انتخابی - طراحی مجدد سیستم