



سم شناسی

(رشته علوم کشاورزی)

دکتر احمد بغدادی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چند هزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

سپرده	مقدمه
۱	فصل اول - کلیات
۱	اهداف کلی
۱	اهداف یادگیری
۱	۱-۴- تاریخچه استفاده از آفت کش ها
۵	۱-۴- اصطلاحات
۵	۱-۲-۱- آفت کش (Pesticide)
۵	۱-۲-۲- آفت (Pest)
۵	۱-۲-۳- سم (Toxin or Poison)
۵	۱-۲-۴- سمیت (Toxicity)
۵	۱-۲-۵- واحد سطح
۶	۱-۲-۶- حشره کش مورد آزمایش
۶	۱-۲-۷- محیط زیست (Environment)
۷	۱-۲-۸- زنجیره غذایی (Food Chain)
۷	۱-۲-۹- تارپود غذایی (Web Chain)
۷	۱-۲-۱۰- Bioconcentration (Bioaccumulation)
۷	۱-۲-۱۱- Biodegradation
۷	۱-۲-۱۲- جهش زایی (Mutagenecity)
۸	۱-۲-۱۳- غده زایی (Oncogenicity)
۸	۱-۲-۱۴- ناهنجاری زا (Tratogen)
۸	۱-۳- اهمیت آفات
۸	۱-۴- حداقل عملیات زراعی یا بدون عملیات زراعی
۱۴	۱-۵- کشاورزی پایدار

۱۴	۶-۱- کشاورزی ارگانیک
۱۴	۷-۱- فواید و خطرات استفاده از آفت‌کش‌ها
۱۶	پرسش‌های چهارگزینه‌ای
۱۷	پرسش‌های تشریحی

فصل دوم - فرمولاسیون

۱۹	اهداف کلی
۱۹	اهداف یادگیری
۱۹	۱-۲- مقدمه
۲۰	۲-۲- نام‌گذاری آفت‌کش‌ها
۲۰	۱-۲-۲- نام عمومی یا ژنریک (Common name)
۲۰	۲-۲-۲- نام تجاری (Trade name or Commercial name)
۲۱	۳-۲-۲- نام شیمیایی (Chemical name)
۲۱	۴-۲-۲- فرمول یا نام مولکولی (Molecular name)
۲۱	۵-۲-۲- فرمول یا نام ساختمانی (Structural name)
۲۱	۶-۲-۲- فرمول سه بعدی (فضایی)
۲۲	۳-۲- فرمولاسیون
۲۲	۱-۳-۲- خواص فرمولاسیون
۲۳	۲-۳-۲- مواد همراه
۲۶	۳-۳-۲- انواع فرمولاسیون
۳۳	۴-۲- آفت‌کش‌های بیولوژیک (Biopesticides)
۳۴	پرسش‌های چند گزینه‌ای
۳۵	پرسش‌های تشریحی

فصل سوم - حشره‌کش‌ها

۳۷	اهداف کلی
۳۷	اهداف یادگیری
۳۷	۱-۳- مقدمه
۳۸	۱-۱-۳- حشره‌کش‌های نسل اول
۳۸	۲-۱-۳- حشره‌کش‌های نسل دوم
۳۸	۳-۱-۳- حشره‌کش‌های نسل سوم
۳۸	۴-۱-۳- حشره‌کش‌های نسل چهارم
۳۸	۲-۳- تقسیم‌بندی حشره‌کش‌ها از نظر مبدأ
۳۹	۱-۲-۳- حشره‌کش‌های طبیعی
۳۹	۲-۲-۳- حشره‌کش‌های مصنوعی
۳۹	۳-۳- تقسیم‌بندی حشره‌کش‌ها بر اساس ساختمان شیمیایی
۳۹	۴-۳- تقسیم‌بندی حشره‌کش‌ها بر اساس طرز تأثیر
۳۹	۱-۴-۳- حشره‌کش‌های فیزیکی
۴۰	۲-۴-۳- حشره‌کش‌های پروتوپلاسمی

۴۰	۳-۴-۳- حشره کش های تنفسی
۴۰	۳-۴-۴- حشره کش های عصبی
۴۰	۳-۵- تقسیم بندی حشره کش ها بر اساس محل نفوذ
۴۱	۳-۶- تقسیم بندی حشره کش ها را براساس میزان اثر
۴۱	۳-۷- حشره کش های معدنی (غیر آلی)
۴۲	۳-۷-۱- گوگرد
۴۲	۳-۷-۲- ترکیبات آرسنیک
۴۳	۳-۷-۳- حشره کش های فلوئوره
۴۴	۳-۷-۴- اسید بوریک (H_3BO_4)
۴۴	۳-۷-۵- سیلیکات ها
۴۴	۳-۸- حشره کش های آلی
۴۴	۳-۸-۱- حشره کش های گیاهی
۵۲	۳-۸-۲- پایرو تروئید های مصنوعی
۵۸	۳-۸-۳- ترکیبات تنظیم کننده رشد حشرات
۷۰	۳-۸-۴- فرمون ها
۱۱۶	پرسش های چندگزینه ای
۱۱۷	پرسش های تشریحی

فصل چهارم - کنه کش ها

۱۱۹	اهداف کلی
۱۱۹	اهداف یادگیری
۱۱۹	۴-۱- مقدمه
۱۲۰	۴-۲- ترکیبات آلی قلع
۱۲۰	۴-۲-۱- آزوسیکلوتین (Azocyclotin)
۱۲۱	۴-۳- ترکیبات آلی گوگردی
۱۲۱	۴-۳-۱- تترادیفون (Tetradifon)
۱۲۱	۴-۳-۲- پروپاژیت (Propagite)
۱۲۲	۴-۴- کنه کش های کلره
۱۲۲	۴-۴-۱- دیکوفول (Dicofol)
۱۲۳	۴-۵- کنه کش های کینازولین (Quinazolines)
۱۲۳	۴-۵-۱- فنازاکوئین (Fenazaquin)
۱۲۳	۴-۶- کنه کش های تترونیک اسید (TetronicAcide)
۱۲۳	۴-۶-۱- اسپیرودیکلوفن (Spirodiclophen)
۱۲۴	۴-۷- دی فنیل های پلی (Bridged diphenyls)
۱۲۴	۴-۷-۱- بنزوکسی میت (Benzoxymate)
۱۲۴	۴-۸- کنه کش های گروه پیریدازون
۱۲۴	۴-۸-۱- پیریدابن (Pyridaben)
۱۲۵	۴-۹- کنه کش های گروه پیرازول (Pyrazoles)
۱۲۵	۴-۹-۱- فن پروکسی میت (Fenpyroximate)

۱۲۵	۴-۱۰- کنه‌کش‌های تنظیم‌کننده رشد کنه‌ها
۱۲۵	۴-۱۰-۱- هگزازی تیازوکس (Hexythiazox)
۱۲۶	پرسش‌های چند گزینه‌ای
۱۲۶	پرسش‌های تشریحی
۱۲۷	فصل پنجم - جونده‌کش‌ها
۱۲۷	اهداف کلی
۱۲۷	اهداف یادگیری
۱۲۷	۵-۱- مقدمه
۱۲۸	۵-۲- ترکیبات کومارینی (ضدانعقادی)
۱۳۲	۵-۳- اینداندیون‌ها (Indandiones)
۱۳۳	۵-۴- بنزامین‌ها (Benzemamines)
۱۳۳	۵-۵- جونده‌کش‌های گیاهی
۱۳۳	۵-۵-۱- عنصل قرمز (Squill)
۱۳۴	۵-۵-۲- استرکنین (Strychnine)
۱۳۵	۵-۶- ترکیبات آلی کلره جونده‌کش
۱۳۵	۵-۶-۱- د.د.ت (DDT)
۱۳۵	۵-۶-۲- اندرین (Enderin)
۱۳۶	۵-۷- ترکیبات فسفره جونده‌کش
۱۳۶	۵-۸- جونده‌کش‌های متفرقه
۱۳۶	۵-۸-۱- ترکیب ۱۰۸۰
۱۳۶	۵-۸-۲- ترکیب ۱۰۸۱
۱۳۶	۵-۸-۳- سولفات تالیوم (Tiso ₄)
۱۳۷	۵-۸-۴- کولی کالسیفرول (Cholecalciferol)
۱۳۸	پرسش‌های چند گزینه‌ای
۱۳۸	پرسش‌های تشریحی
۱۳۹	فصل ششم - پرنده‌کش‌ها
۱۳۹	اهداف کلی
۱۳۹	اهداف یادگیری
۱۳۹	۶-۱- مقدمه
۱۴۰	۶-۲- دورکننده‌ها (Repellents)
۱۴۰	۶-۲-۱- آویترول (Avitrol®)
۱۴۰	۶-۲-۲- متیوکارپ (Methiocarb)
۱۴۱	۶-۲-۳- تیرام (Thiram)
۱۴۱	۶-۲-۴- متیل آنترانیلات
۱۴۲	۶-۲-۵- انترا گوانین
۱۴۲	۶-۳- تیمار نشیمن‌گاه پرندگان
۱۴۲	۶-۳-۱- اندرین

۱۴۳	۶-۳-۲- فنتیون (Fenthion)
۱۴۳	۶-۴- طعمه‌های سمی
۱۴۳	۶-۴-۱- استارلیسید (Starlicide®)
۱۴۴	۶-۴-۲- استراکنین (Strachnin)
۱۴۴	۶-۵- عقیم‌کننده‌های شیمیایی
۱۴۴	۶-۵-۱- اورنیترو (Ornitrol®)
۱۴۵	۶-۶- عوامل استرس‌زا پرندگان
۱۴۵	۶-۶-۱- ترجیتول (Tergitol®)
۱۴۵	پرسش‌های چند گزینه‌ای
۱۴۶	پرسش‌های تشریحی
۱۴۷	فصل هفتم - ماهی‌کش‌ها
۱۴۷	اهداف کلی
۱۴۷	اهداف یادگیری
۱۴۷	۷-۱- مقدمه
۱۴۸	۷-۲- روتنون
۱۴۹	۷-۳- آنتی‌مایسین (Antimycin)
۱۴۹	۷-۴- نیکلوزامید (Niclosamide)
۱۵۰	۷-۵- لامپریسید (TFN)
۱۵۰	پرسش‌های چند گزینه‌ای
۱۵۱	پرسش‌های تشریحی
۱۵۳	فصل هشتم - حلزون‌کش‌ها (Molluscicides)
۱۵۳	اهداف کلی
۱۵۳	اهداف یادگیری
۱۵۳	۸-۱- مقدمه
۱۵۴	۸-۲- متالدهید (Metaldehyde)
۱۵۴	۸-۳- نیکلوزامید
۱۵۵	۸-۴- فنتین استات (Fentin acetate)
۱۵۵	۸-۵- تری بوتیل‌تین (TBT)
۱۵۶	۸-۶- آکرولین (Acrolein)
۱۵۶	پرسش‌های چند گزینه‌ای
۱۵۷	پرسش‌های تشریحی
۱۵۹	فصل نهم - قارچ‌کش‌ها
۱۵۹	اهداف کلی
۱۵۹	اهداف یادگیری
۱۵۹	۹-۱- مقدمه
۱۶۰	۹-۲- طبقه‌بندی قارچ‌کش‌ها

۱۶۰	۹-۲-۱- قارچ کش های بیولوژیک (Biofungicide)
۱۶۱	۹-۲-۲- قارچ کش های شیمیایی
۱۶۲	۹-۳-۳- مکانیسم اثر قارچ کش ها
۱۶۳	۹-۳-۱- مهارکننده های اختصاصی (Site- Specific Inhibitors)
۱۶۴	۹-۳-۲- مهارکننده های چندگانه (Multi- Site Inhibitors)
۱۶۴	۹-۴-۴- سم شناسی قارچ کش ها
۱۶۵	۹-۵-۵- قارچ کش های معدنی
۱۶۵	۹-۵-۱- ترکیبات مسی
۱۶۵	۹-۵-۲- ترکیبات معدنی گوگردی
۱۶۵	۹-۵-۳- کربنات ها:
۱۶۶	۹-۵-۴- فسفات ها
۱۶۶	۹-۵-۵- واکس ها
۱۶۶	۹-۶-۶- قارچ کش های آلی
۱۶۶	۹-۶-۱- تریازول ها (Triazoles)
۱۶۷	۹-۶-۲- قارچ کش های هیدروکربنه آروماتیکی
۱۷۰	۹-۶-۳- قارچ کش های آلی گوگردی (Dithiocabamates)
۱۷۱	۹-۶-۴- قارچ کش های بنزیمیدازول ها
۱۷۲	۹-۶-۵- اکسانتین ها
۱۷۳	۹-۶-۶- قارچ کش های پپیرازین (Piperazine)
۱۷۴	۹-۶-۷- پیریمیدینول ها (Pyrimidinols)
۱۷۵	۹-۶-۷- فنیل آمیدها (Phenilamids)
۱۷۶	۹-۶-۸- قارچ کش های فسفره (Organophosphate)
۱۷۷	۹-۶-۹- دی کار بوکسی میدها (Dicarboximides)
۱۷۸	۹-۶-۱۰- مرفولین ها (Morpholines)
۱۷۹	۹-۶-۱۱- استروبیلورین ها (Strobilurins)
۱۸۰	۹-۶-۱۲- استامیدها (Acetamides)
۱۸۱	۹-۶-۱۳- گوانولین ها (Quinolines)
۱۸۱	۹-۶-۱۴- دی نیترو فنل ها (Dinitrophenols)
۱۸۲	۹-۶-۱۵- گوانین ها (Quinones)
۱۸۲	۹-۶-۱۶- ترکیبات آلی قلع (Organotins)
۱۸۳	۹-۶-۱۷- گانیدین ها (Guanidines)
۱۸۳	۹-۶-۱۸- سموم گازی قارچ کش (Fumigants)
۱۸۴	۹-۷-۷- قارچ کش های بیولوژیک (Biofungicides)
۱۸۵	۹-۸-۸- قارچ کش های جدید
۱۸۵	۹-۸-۱- آنیلیدها (Anilides)
۱۸۶	۹-۸-۲- فن هگزامید (Fenhexamide)
۱۸۶	۹-۸-۳- بنز آمید (Benzamides)
۱۸۷	۹-۸-۴- کربوکسامیدها (Carboxamides)
۱۸۷	۹-۸-۵- پروپیونامیدها (Propionamids)

۱۸۸	۹-۸-۶- سولفامیدها (Sulfamides)
۱۸۸	۹-۸-۷- والی نامیدها (Valinamides)
۱۹۹	۹-۹-۹- قارچ کش های متفرقه
۱۹۹	۹-۹-۱- آسیبنزولار-اس-متیل (Acibenzolar-s-methyl)
۱۹۰	۹-۹-۲- فلوآزینام (Fluazinam)
۱۹۰	۹-۹-۳- اسپیروکسامین (Spiroxamine)
۱۹۱	پرسش های چهارگزینه ای
۱۹۱	پرسش های تشریحی
۱۹۳	فصل نهم - مقاومت به آفت کش ها
۱۹۳	اهداف کلی
۱۹۳	اهداف یادگیری
۱۹۳	۱۰-۱- مقدمه
۱۹۵	۱۰-۲- روش های کاهش مقاومت حشرات به حشره کش ها
۱۹۷	۱۰-۳- مقاومت بیماری های گیاهی به قارچ کش ها
۱۹۹	۱۰-۴- روش های کاهش مقاومت قارچ ها به قارچ کش ها
۲۰۰	پرسش های چند گزینه ای
۲۰۰	پرسش های تشریحی
۲۰۱	منابع و مآخذ

مقدمه

جایگاه آفت‌کش‌ها در کشاورزی همواره اهمیت خاصی داشته و با توجه به اینکه عوامل زنده فراوانی با انسان بر سر تولید مواد غذایی به رقابت می‌پردازند، نیاز به این ترکیبات همچنان احساس می‌گردد. امروزه با توجه به اثرات سویی که استفاده از آفت‌کش‌های مختلف در محیط‌زیست و غیره به وجود آورده، روش‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) توصیه شده است. با این حال یکی از ابزارهای قدرتمند IPM نیز استفاده درست از آفت‌کش‌ها به شیوه صحیح و اصولی است. استفاده درست از آفت‌کش‌ها، زمانی امکان پذیر است که ما شناخت درستی از آفتی که با آن مواجه هستیم داشته باشیم. به‌طوری که از نقاط ضعف آن بتوانیم استفاده کنیم. بنابراین نیاز به آفت‌کش‌ها همچنان جزء لوازم ضروری کشاورزی خواهد ماند. البته لازم به ذکر است که با توسعه تکنولوژی‌های نوین، رویکرد مبارزه با آفات در سال‌های اخیر رخ داده است. به‌طوری که معرفی و فروش گیاهان تراریخته (Transgenic) در بعضی از نقاط دنیا رشد مهیجی داشته است. به‌عنوان مثال در ایالات متحده آمریکا فروش محصولات تراریخته بیشتر از حشره‌کش‌ها بوده و علت اصلی آن گران بودن حشره‌کش‌های مورد استفاده در محصولاتی مانند پنبه و ذرت است. فروش گیاهان تراریخته در این کشور در سال ۱۹۹۵ از ۱۰۰ میلیون دلار به حدود ۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۲ رسیده است (Ware and Withacre, 2004). با این حال موضوع مقاومت حشرات در برابر این گیاهان نیز امروزه از مسائل اصلی گیاه‌پزشکی است. منبع حاضر جهت درس سم‌شناسی به ارزش ۲ واحد با سر فصل مصوب وزارت علوم تحقیقات و فناوری تهیه

گردیده است. در این منبع علاوه بر معرفی فرمولاسیون، حشره‌کش‌ها، جونده‌کش‌ها و... مختصری به اثرات زیست‌محیطی این ترکیبات شیمیایی مهم نیز اشاره شده است. امید است با فراگیری مباحث فوق زمینه استفاده صحیح حشره‌کش‌ها در کشاورزی بیشتر فراهم شده تا شاید عوارض سوء این موارد به‌طور مستقیم بر روی انسان (مانند بروز انواع بیماری‌های لاعلاج یا صعب‌العلاج) و به‌طور غیرمستقیم با اثرات آنها در روی محیط‌زیست جلوگیری گردد.

فصل اول

کلیات

اهداف کلی

آشنایی با تاریخچه استفاده از آفت‌کش‌ها، آشنایی با اصطلاحات مورد نیاز در سم‌شناسی، نحوه آزمایش حشره‌کش‌ها، استفاده از حشره‌کش‌ها در سیستم‌های مختلف کشاورزی و آشنایی با فواید و خطرات آفت‌کش‌ها.

اهداف یادگیری

دانشجو با اصطلاحات کلی سم‌شناسی آشنا شده به‌طوری که می‌تواند از منابع اختصاصی سم‌شناسی استفاده نماید و همچنین تاریخچه تولید و مصرف آفت‌کش‌های مختلف و نیز آثار زیست‌محیطی آنها را خواهد دانست. در نهایت تحول به‌وجود آمده در نحوه مبارزه با آفات را یاد می‌گیرد.

۱-۱- تاریخچه استفاده از آفت‌کش‌ها

تاریخچه مبارزه انسان با آفات سابقه بسیار طولانی داشته و به زمانی که انسان شروع به اهلی نمودن گیاهان کرده بر می‌گردد. بر اساس مطالعات کتاب مقدس حدوداً ۱۲۰۰ سال قبل از میلاد از نمک و خاکستر برای از بین بردن علف‌های هرز استفاده شده است که این به‌عنوان نخستین علف‌کش ثبت شده در طول تاریخ زندگی بشری است. حدوداً ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد هومر به استفاده یونانیان از گوگرد برای کنترل آفات اشاره

می‌نماید. ۱۰۰ سال قبل از میلاد رومیان از گیاه آلاله برای کنترل موش‌ها و حشرات استفاده می‌نمودند. ۲۵ سال قبل از میلاد گزارشات مبنی بر ضدعفونی بذور با نیترات سدیم وجود دارد. به‌طور کلی در کتاب تاریخ طبیعی پلینی (Pliny) به سال ۷۰ میلادی از روش‌های مبارزه با آفات در ۲ الی ۳ قرن گذشته آن زمان یونانیان اشاره شده است. در سال ۹۰۰ میلادی چینی‌ها، از ترکیبات آرسنیک برای کنترل آفات استفاده می‌نمودند و تا حدود اواسط قرن نوزدهم، ترکیبات شیمیایی موفقیت زیادی در کنترل آفات نداشتند. مهم‌ترین موارد استفاده از سموم برای کنترل آفات تا اواسط قرن نوزدهم به شرح ذیل است (Ware and Withacre, 2004).

در سال ۱۶۴۹ میلادی روتنون به‌عنوان ترکیب گیاهی برای فلج کردن ماهی‌های مزاحم در استخرهای پرورش ماهی در آمریکای جنوبی مورد استفاده قرار گرفته است. در سال ۱۶۹۰ میلادی، عصاره تنباکو به‌عنوان حشره‌کش تماسی توصیه گردید. از سال ۱۸۰۰ تا ۱۸۲۵ پیرتروم (پودر ضدشپش ایرانی)، ترکیب آهک و گوگرد، ترکیبات آرسنیک، گوگرد و صابون‌ها از جمله موادی بودند که مورد استفاده قرار گرفتند. بین سال‌های ۱۸۲۵ تا ۱۸۵۰ باقیمانده فسفری و روتنون به‌عنوان حشره‌کش استفاده شده است و در این دوره کلرید جیوه برای ضد عفونی بذور توصیه گردید. استفاده از مخلوط بردو (ترکیب سولفات مس، آهک و آب) از سال ۱۸۶۵ برای مبارزه با سفیدک دروغی مو در فرانسه مورد استفاده قرار گرفت، به‌طوری‌که این مخلوط هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سال ۱۸۶۷ تا ۱۸۶۸ از مخلوط بردو، ترکیبات آرسنیک، سبز پاریس و امولسیون‌های روغنی به‌صورت اسپری برای کنترل آفات درختان خزان‌دار در دوره خواب آنها مورد استفاده قرار گرفته است.

بدون شک، پیشرفت‌های حاصل در زمینه علم زیست‌شناسی آفات در شروع قرن نوزدهم کارایی استفاده از آفت‌کش‌های شناخته شده تا آن زمان را افزایش داد. بر این اساس، کاربرد آفت‌کش در زمانی که دوره حساس زندگی آفت است روش درست استفاده از آفت‌کش می‌باشد که حتی امروزه نیز مطالعه در این زمینه در جریان است. ترکیبات شیمیایی آلی مصنوعی ساخته شده در دهه ۱۹۳۰ تا قبل از ۱۹۳۹ عبارت بودند از تولید DNOC (۲- متیل ۶- دی نیترو قتل) برای مبارزه با علف‌های هرز و اولین فرم تجاری عرضه شده قارچ‌کش دی‌تیوکاربامات بوده است (Zimdahl 1978). با این

کلیات ۳

حال دوره مدرن آفت‌کش‌ها از سال ۱۹۳۹ میلادی، زمانی که خاصیت حشره‌کشی دی نیترودی فنیل تری کلرواتان (DDT) در طول جنگ جهانی دوم کشف شد، آغاز گردید. علاوه بر این، در طول جنگ جهانی دوم حشره‌کش‌های مهمی مانند بنزن هگزا کلراید (BHC) علف‌کش‌های 2-4-D، 2-4-5-T، قارچ‌کش زینب و وارفارین به‌عنوان موش‌کش، کلردان به‌عنوان نخستین ترکیب کلره سیکلودینی و پروفام به‌عنوان نخستین علف‌کش کارباماتی مورد استفاده قرار گرفت (Ware and Withacre 2004).

بعد از جنگ جهانی دوم (۱۹۴۶)، حشره‌کش‌های فسفره TEPP (تترا اتیل - پیروفسفات) و پارتیون که به‌وسیله آلمانی‌ها تولید شده بود در دسترس تولیدکنندگان آمریکایی قرار گرفت. در همین سال اولین مقاومت مگس‌های خانگی در برابر DDT در سوئد مشاهده گردید.

در سال ۱۹۴۷ میلادی، FIFRA (rodenticide and fungicide Federal of insecticide) در ایالت متحده آمریکا به‌صورت قانون در آمد. در طول سال‌های ۱۹۴۷ تا ۱۹۵۰، توکسافن، آلدین، دیلدرین، مالاتیون و قارچ‌کش‌های کاپتان (ترکیب کارباماتی) و مانب تولید گردید. همچنین اولین ترکیب پیروترئوئید مصنوعی یعنی آلترین (Allethrin) در سال ۱۹۴۹ ساخته شد. در دهه ۵۰ میلادی ترکیبات بسیار مهمی از گروه‌های مختلف شیمیایی تولید و به بازار عرضه گردیدند. ایزولان، دی متان، پیرولان و پیرامات (۱۹۵۱) به‌عنوان حشره‌کش‌های کارباماتی، دیازینون (۱۹۵۳)، رونل (Ronnel) به‌عنوان حشره‌کش فسفره سیستمیک حیوانی (۱۹۵۴)، دیت (Deet) در سال ۱۹۵۵ به‌عنوان نخستین دورکننده حشرات، کارباریل (۱۹۵۶) به‌عنوان یکی از مؤثرترین حشره‌کش‌های کارباماتی که در سال ۱۳۹۲ در ایران استفاده‌اش به حالت تعلیق در آمد، آترازین (۱۹۵۸) به‌عنوان نخستین علف‌کش تری‌آزینی و پاراکوات نخستین علف‌کش بی‌پی‌وی‌دی‌لیوم معرفی شدند.

در دهه ۶۰ میلادی، ترفلان (به‌عنوان علف‌کش قبل از کشت) و باکتری *Bacillus thuringiensis* (B.t) روی کاهو ثبت شد (۱۹۶۰). نخستین فومیگانت رهاشونده آرام (Slow release) شرکت شل (۱۹۶۳) و حشره‌کش کارباماتی تمیک (۱۹۶۵) جهت استفاده در خاک توصیه شد. بنومیل به‌عنوان دومین گروه از قارچ‌کش‌های سیستمیک (۱۹۶۷) کشف و بعد از آن پایترئیدهای مصنوعی تترامترین،

رزمترین و بیوزمترین (۱۹۶۸) به بازار عرضه گردیدند (Ware and Withacre 2004). با توجه به مشاهده مقاومت حشرات در برابر حشره‌کش‌ها در طول دهه چهل تا شصت میلادی و مشکلات زیست‌محیطی ایجاد شده به‌وسیله آفت‌کش‌ها به‌تدریج اعتراضات اجتماعی در نقاط مختلف دنیا شکل گرفت به‌طوری که در سال ۱۹۶۲ این اعتراضات با انتشار کتاب بهار خاموش (SillentSpring) خانم راشل کارسون (Rachel, 1962) به اوج خود رسید. بعد از آن تولید سموم که توسط کارخانه‌های سازنده با رشد فزاینده در حال انجام بود، تحت تأثیر قرار گرفت و محققین به فکر استفاده از روش‌های اختصاصی و کم‌خطر افتادند. به این دلیل تحقیق در زمینه ترکیبات درون‌ریز حشرات و فرمون‌ها آغاز گردید، به‌طوری که اولین ترکیبات حاصل از این تحقیقات در سال ۱۹۷۵ با نام Methoprene به‌عنوان نخستین تنظیم‌کننده رشد حشرات و گوسی پلور (Gossyplure 1978) به‌عنوان فرمون جلب‌کننده در مزارع پنبه مورد استفاده قرار گرفت (Ware and Withacre, 2004).

لازم به یادآوری است که در سال ۱۹۷۰، آژانس بین‌المللی محیط‌زیست (EPA) تأسیس شد که از آن تاریخ تاکنون در تدوین و برنامه‌ریزی مسائل مربوط به آفت‌کش‌ها نقش بسیار مؤثری در سطح جهان داشته است. به همین خاطر از سمومی مانند DDT (۱۹۷۳)، آلدترین و دیلدترین (۱۹۷۵)، علف‌کش 5-Tsilvex, 2-4-D (۱۹۷۹)، اتیلن دی برو ماید (۱۹۸۳)، غالب فرمولاسیون‌های ثبت شده اندرین (۱۹۸۴) و توکسافن در کشاورزی (۱۹۸۶) ممنوع گردید. به‌علت بروز مشکلات مختلف در دهه‌های ۸۰ و ۹۰ میلادی، توجه ویژه‌ای به استفاده از روش‌های جایگزین شد. به همین خاطر میکرو ارگانیسم‌های بیماری‌زا که سابقه طولانی در از بین بردن حشرات داشتند، مورد توجه قرار گرفتند. در نهایت زمینه استفاده از مدیریت تلفیقی آفات (IPM) که طرح اولیه آن در دهه ۵۰ میلادی مطرح شده بود، فراهم گردید. همچنین با توسعه دانش بشری در سال ۱۹۸۶، نخستین آفت‌کش مهندسی ژنتیک حاوی توکسین دلتا اندو توکسین Bt تولید گردید. در سال ۱۹۹۶، شرکت Monsanto ژن Bt را برای کنترل لاروها در مزارع پنبه معرفی نمود و گیاهان تراریخته (Transgenic) به بازار عرضه گردید (Ware and Withacre 2004).

۱-۲- اصطلاحات

با توجه به اینکه در درک سم‌شناسی آفت‌کش‌ها، دانستن اصطلاحات مرتبط ضروری است. بنابراین در این قسمت قبل از ورود به بحث‌های سم‌شناسی تعدادی از مهم‌ترین آنها معرفی می‌گردد.

۱-۲-۱- آفت‌کش (Pesticide)

آفت‌کش، ترکیبی است که به هدف از بین بردن و یا کنترل آفات به وسیله انسان به کار برده می‌شود. آژانس بین‌المللی محیط‌زیست، آفت‌کش‌ها را ترکیبات آماده یا مخلوطی از مواد که به منظور نابودی، دور کردن و... هر آفت به کار برده می‌شود، تعریف نموده است. بر این اساس امروزه آفت‌کش‌ها، شامل حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و سایر انواع ترکیبات کنترل‌کننده آفات می‌باشند.

۱-۲-۲- آفت (Pest)

آفت دارای مفاهیم مختلفی است، در تعدادی از منابع کلیه عوامل زنده و غیر زنده‌ای که به انسان و دارایی‌های آن خسارت وارد می‌کنند اطلاق می‌شود. بر این اساس، عوامل غیرزنده و مخرب طبیعی مانند زلزله، طوفان، سیل و... نیز آفت به حساب می‌آیند. در تعدادی از منابع، آفت صرفاً به موجودات زنده مضر برای انسان و دارایی‌های آن تعریف شده است. در گیاه‌پزشکی آفت تعریف اختصاصی‌تری داشته و بر این اساس موجودات جانوری مضر برای انسان و دارایی آن آفت به حساب می‌آید.

۱-۲-۳- سم (Toxin or Poison)

سم، ماده‌ای است که به موجود زنده صدمه وارد می‌کند.

۱-۲-۴- سمیت (Toxicity)

سمیت، به قابلیت ذاتی ترکیب برای ایجاد صدمه اطلاق می‌گردد. مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده سمیت ماده سمی، دوز (Dose) می‌باشد. Dose یا Dosage، عبارتند از مقدار ماده شیمیایی که به ازای واحد حجم یا سطح یا واحد وزن بدن موجود زنده مورد

آزمایش، استفاده و یا گاهی به ازای یک موجود زنده بیان می‌شود. مانند داروها به ازای هر میلی‌گرم بر کیلو گرم وزن بدن (mg/kg) بیان می‌گردد. لازم به ذکر است که با توجه به واحد مورد استفاده ممکن است به یکی از صورت ذیل باشد:

۱-۲-۵- واحد سطح

هکتار/ کیلوگرم یا هکتار/ لیتر؛ برای حشرات خانگی: مترمربع/ گرم؛ برای فومیگانت‌ها متر مکعب/ میلی‌گرم؛ برای کشتن ماهی‌های مزاحم در آب و یا لارو و پشه‌ها به شکل متر مکعب/ میلی‌گرم، بیان می‌گردد.

۱-۲-۶- حشره‌کش مورد آزمایش

در مورد حشرات مورد آزمایش به صورت حشره/ میکروگرم که معمولاً به وسیله میکرو اپلیکاتور روی پرونوتوم حشره گذاشته شده بیان می‌گردد.

LD₅₀: دوزی از ماده که احتمال کشندگی آن ۵۰ درصد است (Lethal Dose 50%)، یکی از فاکتورهای است که برای بیان سمیت ترکیب در سیستم‌های زیستی مورد نظر، مورد استفاده قرار می‌گیرد و عبارتند از دوز کشنده برای تلف شدن ۵۰ درصد موجودات آزمایشگاهی است و معمولاً با واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن بیان می‌شود.

LC₅₀: غلظت کشنده برای ۵۰ درصد (lethal concentration 50%) مورد آزمایش و برای محیط‌های بسته مانند انبار مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً با واحد میلی‌گرم بر لیتر (mg/liter) و گاهی به ازای میلی‌گرم بر متر مکعب (mg/m³) نیز بیان می‌شود.

LT₅₀ (lethal time 50%): مدت زمان لازم برای تلف شدن ۵۰ درصد جمعیت مورد آزمایش می‌باشد.

ED₅₀ (Effective Dose 50%): اثر زیستی برای بهبودی ۵۰ درصد جمعیت مورد آزمایش است و عموماً در مورد داروها به کار برده می‌شود. در مورد حشره‌کش‌ها برای بیان کاهش قدرت تولیدمثل حشره‌کش‌ها مورد آزمایش در ۵۰ درصد جمعیت نیز به کار می‌رود.

کلیات ۷

EC₅₀ (Effective Concentration 50%): به غلظت لازم برای ظهور اثرات

زیستی در ۵۰ درصد جمعیت مورد آزمایش به کار می رود.

ET₅₀ (Effective Time 50%): عبارت از مدت لازم برای بروز اثر زیستی در ۵۰

درصد جمعیت مورد آزمایش و در مورد داروها کاربرد دارد.

علاوه بر اصطلاحات بیان شده در مورد حشره کش ها، اصطلاحاتی مرتبط نیز

وجود دارد که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می شود:

۱-۲-۷- محیط زیست (Environment)

به مجموعه ای از اجزاء آلی و غیر آلی گفته می شود که موجود یا موجودات زنده را احاطه و آنها را تحت تأثیر قرار می دهند.

۱-۲-۸- زنجیره غذایی (Food Chain)

ترتیب تغذیه ای موجودات زنده در یک اجتماع (Community) را نشان می دهد.

۱-۲-۹- تارپود غذایی (Web Chain)

امروزه بوم شناسان روابط موجودات زنده با محیط اطراف و موجودات زنده دیگر را به صورت تار پودی می دانند، به این معنی که هر موجود زنده صرفاً از یک موجود زنده تغذیه نکرده و خود مورد تغذیه موجود زنده دیگر قرار بگیرد. حتی این ارتباطات با تعداد زیادی از موجودات زنده است.

۱-۲-۱۰- Bioconcentration (Bioaccumulation)

به معنی تغلیظ در بدن موجود زنده و عبارتست از: تجمع ماده خاص در زنجیره غذایی، مانند تجمع سموم کلره در طبیعت.

۱-۲-۱۱- Biodegradation

به معنی تجزیه ماده شیمیایی به وسیله سیستم زنده، که ممکن است به وسیله گیاه (Phytodegradation) و یا سایر موجودات زنده انجام شود. تجزیه ماده شیمیایی