



## مقدمه

انواع بسیاری از پستانداران کوچک بخصوص جوندگان وجود دارند که به اماکن مسکونی، محصولات انباری و گیاهان زراعی آسیب می‌رسانند. در میان این جوندگان، انواع موش‌ها و خرگوش‌ها، تشی (شکل ۱) و سنجاب حائز اهمیت می‌باشند. راسته جوندگان (Rodentia) حدود نصف گونه‌های پستانداران را شامل می‌شود که به دلیل قدرت تولیدمثلی بسیار بالا و گسترش فراوان، به عنوان آفات مهم کشاورزی و بهداشتی محسوب می‌شوند. روش‌های مبارزه با جوندگان متنوع بوده و شامل شکار و تله‌گذاری، مسموم کردن و تدخین لانه‌های آن‌ها با سموم تدخینی می‌باشد که در این میان روش مسموم کردن معمول‌ترین، مؤثرترین و اقتصادی‌ترین روش محسوب می‌گردد. ترکیباتی که جهت مبارزه با جوندگان به کار می‌روند به جونده‌کش‌ها (Rodenticide) موسوم هستند که عموماً شامل سه گروه ترکیبات معدنی، فسفره و ترکیبات کومارینی می‌باشند. نکته حائز اهمیت اینکه، جونده‌کش‌ها به هر طریقی به کار برده شوند (اعم از طعمه مسموم یا محلول‌پاشی)، کاربرد آنها نباید به گونه‌ای باشد که موجب دور شدن یا فرار و وحشت موش‌ها یا سایر جوندگان شود و نیز برای انسان نباید خطر زیادی داشته باشند. بعضی از ترکیبات شیمیایی دارای هر دو خاصیت حشره‌کشی و موش‌کشی هستند که مهم‌ترین سموم با تاثیر توام حشره‌کشی و موش‌کشی شامل توکسافن، آلدین و اندرین می‌باشند. توکسافن به میزان ۳ تا ۵ لیتر در هکتار، آلدین و اندرین هر دو به میزان ۱ تا ۱/۵ لیتر در هکتار می‌توانند علیه موش‌ها به کار روند. جونده‌کش‌ها را معمولاً در سه گروه مختلف شامل ترکیبات معدنی، ترکیبات فسفره و سموم کومارینی طبقه‌بندی می‌کنند که در ادامه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.





شکل ۱: تشی یک نوع جونده

## ۱- ترکیبات معدنی

مهم‌ترین ترکیب در این گروه از جونده‌کش‌ها، فسفر دوزنگ می‌باشد.

**الف) فسفر دوزنگ:** فسفر دوزنگ ترکیبی بسیار مؤثر علیه موش‌ها و جوندگان می‌باشد که سمیت آن  $40 \text{ mg/kg}$  می‌باشد. ماده‌ای سیاه رنگ و گرد مانند است که تحت تاثیر رطوبت، گاز سمی فسفین از آن متصاعد می‌شود. هرگاه جونده‌ای از این ماده تغذیه نماید، ماده خورده شده تحت تاثیر محیط اسیدی معده و طی یک واکنش گاز فسفین تولید می‌نماید. با توجه به اینکه محیط معده جوندگان با محیط معده سایر پستانداران فرقی ندارد، لذا این سموم روی سایر پستانداران نیز اثر می‌کنند. البته بعضی از جوندگانی که در معده آنها اسیدکلریدریک کمی وجود دارد نسبت به این سم مقاومت نشان می‌دهند که جثه جانور، وضعیت فیزیولوژیکی جانور و سن جانور در بروز مقاومت دخالت دارند. گاز فسفین از طریق گردش خون به سیستم عصبی وارد شده و باعث اختلال در اعمال سیستم عصبی می‌شود. علائم مسمومیت در انسان شامل سردرد، دل درد و حالت تهوع شدید می‌باشد. گاز فسفین بسیار سمی بوده و باعث سوراخ شدن معده و روده و در نتیجه خونریزی شدید می‌شود. از طرف دیگر سم فسفین حالت تجمعی نیز دارد، به طوری که اگر گربه‌ای موش آلوده را بخورد، می‌میرد و حتی اگر سگی گربه مزبور را بخورد، خواهد مرد. برای نجات شخص مسموم باید معده با پرمنگنات شستشو داده شود و هر ۵ دقیقه یک قاشق پرمنگنات ۱٪ وارد معده شود. روش کاربرد فسفردوزنگ به این ترتیب است که آن را به میزان ۳ تا ۵ گرم با ۱۰ گرم ماده غذایی مخلوط می‌نمایند و به

# جونده کش‌ها



PTMP/SK/R&D/A/ Rodenticides/11022021

منظور افزایش خاصیت چسبندگی سم به طعمه حدود ۲ تا ۳ گرم روغن خوراکی به طعمه مسموم اضافه می‌کنند.

(ب) **آنتو:** آنتو با نام تجاری Kricide، جز جونده‌کش‌های گوارشی است که پس از ورود به داخل بدن در شیره معده حل شده و وارد خون می‌گردد. مکانیسم اثر آنتو به این است که باعث می‌شود تا میزان هموگلوبین خون به شدت کاهش یافته و در نتیجه باعث توقف تنفس و مرگ می‌شود. به منظور تهیه سموم با آنتو، از ۰/۵٪ تا ۱۰٪ ماده مؤثر استفاده می‌شود. با توجه به اینکه موش‌ها خیلی سریع به دزهای زیرکشنده‌گی این سم مقاومت نشان می‌دهند، لذا استفاده مکرر از این ترکیب توصیه نمی‌گردد. آنتو تاثیر بسیار عالی روی موش *Rattus norvegicus* (شکل ۲) داشته و باعث خونریزی شدید داخلی می‌شود.



شکل ۲: *Rattus norvegicus*

(ج) **سولفات تالیوم:** سولفات تالیوم با نام‌های تجاری Zelio، Rattox، Tetratine، یکی از سموم مؤثر علیه موش‌ها و مورچه‌ها می‌باشد که به صورت خمیر Zelio عرضه می‌گردد. جز سموم گوارشی است که مکانیسم اثر آن بر اساس متوقف نمودن فعالیت آنزیم‌های سلولی می‌باشد. سولفات تالیوم جز ترکیبات تجمعی و نیز بسیار پایدار می‌باشد که به آسانی در طبیعت تجزیه و متابولیزه نمی‌گردد. در صورت بروز مسمومیت با سولفات تالیوم، استفراغ، نوشیدن شیر و تزریق آهسته ۲ میلی‌گرم هیپو سولفیت سدیم در رگ فرد مسموم قابل توصیه می‌باشد.

ترکیبات فسفره





عنصر فسفر به دو شکل متداول وجود دارد، یکی شکل قرمز که نسبتاً بی‌خطر است و دیگری نوع سفید یا زرد که بسیار سمی است. فسفر زرد به صورت بسیار محدود به عنوان جونده‌کش به کار می‌رود و در این حالت به کبد، کلیه و قلب صدمات بسیار شدیدی وارد می‌آورد و باعث تجزیه بافت‌ها می‌شود. تاثیر سموم فسفره روی موش صحرائی به صورت استفراغ شدید می‌باشد که این پدیده در سایر جوندگان دیده نمی‌شود. جونده‌کش‌های فسفره مانند سایر سموم فسفره ترکیبات ضد کولین‌استراز می‌باشند. یکی از ترکیبات فسفره جونده‌کش، فسفر دوزنگ است که به دلیل داشتن فلز روی در بخش ترکیبات معدنی طبقه‌بندی می‌شود. از دیگر ترکیبات فسفره موش‌کش، گوفاساید است که جز سموم موفق موش‌کش می‌باشد.

## سموم کومارینی (یا ترکیبات ضد انعقاد خون: Anticoagulant)

نحوه اثر سموم کومارینی به دو شکل زیر است:

الف) وقتی وارد معده می‌شوند روی سیستم فیزیولوژیکی اثر می‌گذارند و از تولید ویتامین K و ماده پروترومبین جلوگیری می‌کنند. پروترومبین ماده‌ای مهم در خون است که در موقع خونریزی باعث انعقاد خون می‌شود.

ب) باعث نازک شدن جدار مویرگ‌ها می‌شوند که نتیجه آن خونریزی شدید داخلی می‌باشد. فراوانی مویرگ‌ها در قلب، مغز، کبد و کلیه باعث آسیب پذیر بودن بیشتر اندام‌های مزبور در برابر ترکیبات ضدانعقادی می‌شود. مسمومیت ناشی از سموم کومارینی با علائمی مانند تهوع، استفراغ، اسهال، خونریزی از بینی و لثه، خونریزی داخلی و وجود خون در مدفوع همراه است. استفاده از مقدار زیادی ذغال طبی و تجویز ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم ویتامین K از طریق خوراندن، تزریق داخل عضله یا داخل ورید (بر حسب شدت مسمومیت) جهت درمان مؤثر می‌باشد.

از مزایای سموم کومارینی این است که:

الف) وقتی در محیط جانور قرار می‌گیرند، هیچ بویی ایجاد نمی‌کنند.

ب) باعث مرگ ناگهانی نمی‌شوند و موش‌ها به تدریج ضعیف می‌شوند و در نهایت می‌میرند.

ج) برای انسان و دام سمیت زیادی ندارند. این ترکیبات به صورت‌های مختلف شامل گرد، طعمه مسموم و آب مسموم به کار می‌روند و جهت کنترل موفقیت‌آمیز جمعیت موش‌ها، مصرف مکرر آنها ضروری می‌باشد.





یکی از نکات جالب توجه در مورد ترکیبات کومارینی این است که موش‌ها مسمومیت را احساس نمی‌کنند و به همین دلیل به خوردن طعمه‌های مسموم ادامه می‌دهند. اصولاً موش‌ها جانوران باهوشی هستند و اگر یک یا تعدادی از آنها مسموم شدند، سایر موش‌ها از خوردن طعمه اجتناب می‌کنند اما در مورد سموم کومارینی آغاز مسمومیت محسوس نیست و به این ترتیب خطر به سایرین اعلام نمی‌شود. همچنین با کاربرد این سموم، موش‌ها بدون سروصدا می‌میرند و مانند این است که به مرگ طبیعی مرده باشند.

با توجه به این مطالب، سموم کومارینی جز مطلوب‌ترین جونده‌کش‌ها بوده و کاربرد آن‌ها بیش از دو گروه دیگر (ترکیبات معدنی و ترکیبات فسفره) می‌باشد. مهم‌ترین سموم کومارینی به شرح زیر است:

**الف) برومادیولن:** این ترکیب با نام‌های تجاری Maki، Ratimon، Bromon و Contrac، جز سموم پایدار در شرایط انباری می‌باشد. در آب و نیز در اغلب حلال‌های آلی مانند اتر و هگزن نامحلول است. مکانیسم تاثیر آن به این ترتیب است که مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید. به صورت طعمه مسموم علیه موش‌ها به کار گرفته می‌شود.

**ب) دی‌کومارول:** دی‌کومارول اولین سم کومارینی است که در سال ۱۹۴۸ معرفی شد. دی‌کومارین مانع تشکیل پروترومبین در بدن جانوران خونگرم می‌شود و در نتیجه از لخته شدن خون جلوگیری می‌نماید. چگونگی جذب کومارین و مکانیسم اثر آن به طور دقیق مشخص نیست اما آنچه مسلم است اینکه دی‌کومارین و مشتقات آن، کولی‌باکترها که مولد ویتامین  $k$  (تنها عامل مؤثر در تشکیل پروترومبین در بافت‌های کبد) تشکیل نمی‌شود.

**پ) کلروفاسینون:** مهم‌ترین نام‌های تجاری شامل Lepit، Caid، Drat، Saviac می‌باشد. جز سموم پایدار در شرایط انبار است. در آب نسبتاً محلول اما در حلال‌های آلی کاملاً محلول است. این ترکیب نیز مانند سایر سموم کومارینی مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید. امولسیون روغنی آن به نسبت ۲/۵ در هزار به کار می‌رود. گرد سمی کلروفاسینون نیز به مقدار ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساختن طعمه مسموم به کار می‌رود. در صورت وارد شدن به بدن پستانداران، ۹۰٪ آن در مدت ۴۸ ساعت متابولیزه شده و از طریق دفع از بدن خارج می‌شود. علی‌رغم سمیت بالای این ترکیب، در دزهای توصیه شده روی زنبور عسل سمیتی ندارد.





**ت) فلوکومافن:** این ترکیب با نام‌های تجاری Strom و Startagen، جز ترکیبات پایدار و نسبتاً محلول در آب می‌باشد. دارای سمیت بسیار زیادی می‌باشد و جز ترکیبات ضدانعقادی کارآمد علیه موش و سایر جوندگان محسوب می‌شود.

**ث) وارفارین:** وارفارین با نام‌های تجاری Dethmore، Zoocoumarin و W.A.R.F، در سال ۱۹۵۰ در آمریکا سنتز شد و بلافاصله به عنوان یک موش‌کش کارآمد معرفی گردید. از خصوصیات آن این است که حالت ترس یا رمیدن از طعمه ایجاد نمی‌کند. جز ترکیبات ضدانعقادی بسیار کارآمد می‌باشد که به کارگیری آن به میزان ۲ تا ۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن جانور باعث ۱۰۰٪ تلفات در موش‌های صحرایی می‌شود. از وارفارین به صورت طعمه مسموم ۵٪ استفاده می‌شود که جوندگان مسموم حدود ۴ روز پس از مسمومیت می‌میرند.

**ج) دیفاسینون:** دیفاسینون با نام‌های تجاری Ramic، Difacin و Ratindan، جز ترکیبات ضدانعقادی خون هستند که از لحاظ سمیت، ۲ تا ۱۰ برابر بیشتر از وارفارین سمی می‌باشد و برای انسان نیز بسیار خطرناک هستند. این ترکیب به صورت پودر متمایل به آبی بوده و دارای ۵٪ ماده مؤثر است که به میزان ۳٪ برای تهیه سموم استفاده می‌شود. Ratindan دارای ۰/۱۸٪ ماده مؤثر می‌باشد که به این ترتیب سمیت کمتری برای انسان دارد.

**چ) سولفاکوئینوکسالین:** این ترکیب جونده‌کش با نام‌های تجاری Sulfa-q-22 و Anti-K، به صورت طعمه مسموم به کار می‌رود. مکانیسم اثر آن به این ترتیب است که باکتری‌های مولد ویتامین K را از بین می‌برد و در نتیجه مانع از دفاع در برابر مواد ضدانعقادی می‌شود. پس از ورود به بدن پستانداران متابولیزه شده و از طریق کلیه‌ها دفع می‌گردد. سمیت این ترکیب بسیار زیاد می‌باشد.

**ح) کوماکالر:** کوماکالر با نام‌های تجاری Tomorin و Ratilan، یک ترکیب کلره و از مشتقات کومارین است که ماده مؤثر آن تومورثین (Tomorthin) نام دارد. در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی مانند الکل، استون و کلروفرم محلول است. کوماکالر به صورت سم ردیاب (Tracing Poison) به کار می‌رود، به طوری که در استفاده از این ترکیب آن را به میزان ۱٪ با گردهای بی‌اثر رقیق می‌کنند و در محیط‌هایی که احتمال می‌دهند موش‌ها رفت‌وآمد می‌کنند، می‌پاشند. موش‌ها ضمن رفت‌وآمد به سم آلوده شده و با لیسیدن و تمیز کردن قسمت‌های آلوده بدن، سم را وارد دستگاه گوارش خود می‌نمایند.



(خ) **برومتالین:** برمتالین با نام‌های تجاری Doratid, Vengeanc و Assault, در اب نامحلول اما در حلال‌های آلی محلول است. همچنین در برابر اشعه ماورابنفش بسیار ناپایدار بوده و به سرعت تجزیه می‌شود. به صورت طعمه مسموم و به میزان یک گرم در کیلوگرم علیه جوندگان مختلف (شکل ۳) به کار می‌رود. برومتالین سمیت بسیار زیادی دارد که در هنگام استفاده از آن‌ها باید احتیاط‌های لازم صورت گیرد.



شکل ۳: خرگوش یک نوع جونده خسارت‌زا در باغات

(د) **برودیفاکوم:** برودیفاکوم با نام تجاری کلرات به بازار عرضه شده است و جز سموم ضدانعقاد خون با آنتی‌کوآگولانت می‌باشد و به صورت طعمه مسموم علیه انواع موش‌ها مصرف می‌گردد.

(ذ) **برومادیولون:** برومادیولون با نام تجاری لانی‌رت به بازار عرضه شده است و مانند برودیفاکوم یک ترکیب ضدانعقاد خون می‌باشد. مهم‌ترین فرمولاسیون آن طعمه آماده مصرف با ۰.۰۰۵٪ ماده مؤثر می‌باشد.

(ر) **کوماترالیل:** کوماترالیل با نلم تجاری راکومین ۵۷، به صورت گرد سمی و مخلوط با مواد غذایی به کار می‌رود. گرد راکومین دارای ۷۵٪ ماده سمی می‌باشد و در ساختن طعمه مسموم، یک قسمت راکومین با ۱۹ قسمت ماده خوراکی مانند بلغور ذرت و برنج مخلوط می‌گردد. موش‌های درشت (*Rattus rattus*) و نیز موش‌های کوچک خانگی (*Mus musculus*) (شکل ۴) باید مقدار بیشتری از طعمه مسموم را دریافت کنند تا کشته شوند. اضافه نمودن ماده‌ای ضد کپک به طعمه مسموم باعث می‌شود تا طعمه مسموم در محیط‌های مرطوب آلوده به کپک نشود و همچنان توسط موش‌ها مورد تغذیه قرار گیرند.



شکل ۴: موش کوچک خانگی

(ز) **دیفناکوم:** دیفناکوم با نام‌های تجاری Neosorexa و Ratac، جز ترکیبات نامحلول در آب اما محلول در حلال‌های آلی می‌باشد که به صورت طعمه مسموم علیه موش‌ها به کار می‌رود.

(ژ) **پیندون:** پیندون با نام‌های تجاری Pivalin یا Pival، از مشتقات ایند اندیون می‌باشد که از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید و از ترکیبات مؤثر علیه موش‌ها می‌باشد. ترکیب پیندون با وارفارین باعث تشدید اثر می‌شود.

(س) **آکتوسینوپ:** آکتوسینوپ از ترکیب دو جونده‌کش وارفارین و پی‌وال تهیه می‌شود که دارای خاصیت موش‌کشی قابل توجهی می‌باشد.

(ش) **کرایمیدین:** کرایمیدین با نام تجاری Castrix (از مشتقات پیریمیدین)، به صورت دانه‌های آلوده به سم و به نسبت یک در هزار علیه جوندگان به کار می‌رود. این ترکیب در محیط‌های اسیدی و قلیایی ناپایدار بوده و نیز فاقد قابلیت ترکیب با سایر سموم است.

(ص) **پیرانوکومارین:** پیرانوکومارین با نام‌های تجاری Comopyrin e و Cyclocamarol، به صورت طعمه مسموم به کار رفته و مانع انعقاد خون شده و از تشکیل پروترومبین جلوگیری می‌نماید.

لازم به توضیح است که بر اساس جدیدترین طبقه‌بندی در رابطه با جونده‌کش‌ها، این گروه از آفت‌کش‌ها به ده گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.





الف- جونده کش‌های گیاهی: شامل Strychnine و Scilliroside

ب- جونده کش‌های کومارینی: شامل Coumafuryl، Coumachlor، Bromadiolone، Brodifacoum، Warfarin و Flocoumafen، Difenacoum، Coumatetralyl

ج- جونده کش‌های گروه **indandione**: شامل Chlorophacinone، Pindone و Difacinone

د- جونده کش‌های معدنی: شامل Sidium، Potassium Arsenite، Phosphorus، Arsenous Oxide، Zinc Phosphide و Thallium Sulfate، Arsenite

ه- جونده کش‌های کلره: شامل HCH، gamma-HCH

و- جونده کش‌های فسفره: شامل Phosacetim

ز- جونده کش‌های گروه **pyrimidinamine**: شامل Crimidine

ح- جونده کش‌های تیوره: شامل Anti

ط- جونده کش‌های اوره: شامل Pyrinuron

ی- جونده کش‌های طبقه‌بندی نشده: شامل Engocalciferol، Chloralose، Bromethalin، Sodium Fluoroacetate و Norbormide، Hydrogen Cyanide، Fluopropadine، Fluoroacetamide

منبع:

طالبی جهرمی، خلیل (۱۳۹۱). سم‌شناسی آفت‌کش‌ها (چاپ چهارم). تهران: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.

