

Scientific article

Evaluation of the effectiveness of several common rodenticides in palm groves in Shahdad

Mehdi Naseri¹, Marjan Bemani²✉, Kianoosh Jafari³ and Hadi Zadi⁴

1. Research Instructor, Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kerman Province, Iran; 2. Laboratory expert, Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kerman Province, Iran; 3. Research Instructor, Plant Protection Research Department, Tehran Plant Protection Research Institute, Iran; 4. Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kerman Province, Iran

Abstract

The date palm tree is of special importance in the lives of the inhabitants of tropical regions. Among the pests of date palms, like many other crops, rodents (rats) cause damage to the tree and its crop in various ways (in Kerman province, the Bandicoot rat is the most common species). Rats weaken and eventually dry out date trees, especially by digging tunnels inside the root mass and trunk of the palm tree. In this study, five common rodenticides in the country were compared in a randomized complete blocks design with six treatments and three replications in a palm orchard in the Shahdad region of Kerman province. Rodenticides were included Semirat, Brodifacoum with two formulations of pasta and wheat poisoned bait, Zinc phosphide, and Aluminum phosphide tablets. Results showed that Aluminum phosphide with 88.7% had the highest pest control rate, followed by Brodifacoum (wheat bait) with 70.3, Zinc phosphide with 69, and Brodifacoum (pasta) with 59.3 mortality rate, showed almost the same percentage of effectiveness. Finally, the rodenticide Semirat with 40% had the lowest pest control rate.

Key words: Rodenticide, Aluminum phosphide, Brodifacoum, Zinc phosphide and Semirat

ارزیابی کارایی چندین جونده کش رایج در نخلستان‌های شهداد

مهدی ناصری^۱، مرجان بمانی^۲✉، کیانوش جعفری^۳ و هادی زهدی^۴

۱- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، ایران؛ ۲- کارشناس آزمایشگاه، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، ایران (0000-0002-0675-4386)؛ ۳- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی تهران، ایران؛ ۴- استادیار، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، ایران

چکیده

درخت خرما از اهمیت ویژه‌ای در زندگی ساکنان مناطق گرمسیری برخوردار است. در بین آفات نخلستان‌ها، مانند بسیاری از محصولات دیگر، جوندگان (موش‌ها) خسارت زیادی را به شکل‌های مختلف به درخت و محصول آن وارد می‌نمایند. در استان کرمان موش ورامین به عنوان گونه غالب بیشترین خسارت را دارد. موش‌ها خصوصاً با حفر کانال در داخل توده ریشه‌ها و تنه نخل موجب ضعف و سرانجام خشک شدن درخت می‌شوند. از آنجا که جونده‌کش‌های شیمیایی جزء ارزان‌ترین و فراوان‌ترین روش‌های کنترل جوندگان هستند، در این بررسی تعداد پنج جونده‌کش رایج کشور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار در نخلستانی در منطقه شهداد، استان کرمان مورد مقایسه قرار گرفتند. جونده‌کش‌ها شامل سمیرت، برودیفاکوم با دو فرمولاسیون پاستا و طعمه مسموم گندمی، فسفر دوزنگ و قرص فسفید آلومینیوم بودند. نتایج نشان داد که فسفید آلومینیوم با ۸۸/۷٪، بیشترین میزان کنترل آفت، پس از آن برودیفاکوم (طعمه گندمی) با ۷۰/۳٪، فسفر دوزنگ با ۶۹٪ و برودیفاکوم (پاستا) با ۵۹/۳٪ کشندگی در گروه بعدی قرار گرفتند که اثربخشی نسبتاً مشابهی داشتند و در نهایت جونده‌کش سمیرت کمترین میزان کنترل آفت را داشت.

کلمات کلیدی: جونده‌کش، فسفید آلومینیوم، برودیفاکوم، فسفر دوزنگ و سمیرت

خرما از محصولات باغی سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه خاورمیانه است که ارزش غذایی و فراورده‌های غذایی متعددی دارد. برابر آمار سازمان خواروبار و کشاورزی (فائو) در سال ۲۰۱۱ حدود ۹۰ درصد از خرماهای جهان توسط کشورهای ایران، عربستان، مصر، عراق، پاکستان و الجزایر تولید شد که یک میلیون تن آن سهم ایران (رتبه سوم جهان) بوده است (Sheybani et al., 2020). خرما به لحاظ ایجاد امنیت غذایی، اشتغال، درآمدزایی، حفظ محیط زیست و توسعه پایدار کشاورزی، یک محصول استراتژیک است. خرما یکی از محصولات مهم مناطق گرمسیری از جمله ایران است. استان کرمان با ۳۵۶۰۰ هکتار، پس از فارس و خوزستان، رتبه سوم سطح زیر کشت بارور خرما را دارا است (Agricultural Statistics Yearbook, 2023).

راسته جوندگان^۱ حدود نصف گونه‌های پستانداران را شامل می‌شود که به دلیل قدرت تولیدمثلی بسیار بالا و گسترش فراوان، به عنوان آفات مهم کشاورزی و بهداشتی به شمار می‌روند. 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 است. ترکیب‌هایی که برای مبارزه با جوندگان به کار می‌روند، جونده‌کش‌ها^۲ نامیده می‌شوند و عموماً شامل سه گروه ترکیب‌های معدنی، فسفره و ترکیب‌های کومارینی (یا ترکیب‌های ضدانعقاد خون^۳) می‌باشند (Talebi Jahromi, 2012).

شناسایی گونه‌ها، تعیین اندازه جمعیت هر گونه، تعیین گونه غالب منطقه، مطالعه عوامل مؤثر بر تغییر جمعیتی جوندگان و در نهایت انتخاب مناسب‌ترین روش‌ها برای کاهش جمعیت جانور، از جمله مراحل هستند که اجرای آنها برای مهار تلفیقی جوندگان الزامی هستند. کلید موفقیت در کنترل جوندگان در برنامه‌های هماهنگ و منظم است که در آن، زمان کنترل به طور منظم و بر اساس جدول زمان‌بندی انجام می‌شود. مکان‌های بزرگ در یک زمان و به طور همه‌جانبه تیمار می‌شوند. برای کنترل جوندگان اولین هدف باید کاهش جمعیت آنها باشد (Latifian, 2020).

در تحقیقی با توجه به استفاده مقادیر زیادی از سم تدخینی سیماگ و وجود جمعیت بالای جوندگان در مزارع و نخلستان‌ها، کارایی این سم برای مبارزه با موش ورامین در آزمایش‌های صحرایی بررسی شد. تیمارها شامل سم سیماگ، قرص فسفید آلومینیوم^۴ و شاهد (بدون استفاده از سم) بودند. میزان تلفات موش ورامین در استان‌های تهران و کرمان توسط سیماگ به ترتیب ۹۸/۰ و ۹۶/۴ و توسط فسفید آلومینیوم به ترتیب ۸۸/۰ و ۸۹/۰ درصد بود. در نتیجه تیمار سیماگ بیشترین میزان کنترل را برای موش ورامین داشت (Morovati et al., 2005).

در تحقیق دیگری که در سال‌های ۹۴ و ۹۵ در استان‌های کرمان و آذربایجان غربی برای کنترل موش ورامین و موش مغان با استفاده از طعمه مسموم آماده سمیرت (محصولی از شرکت سمیران که دارای ۲٪ سم فسفر دوزنگ^۵ مخلوط با مواد خوراکی بود)

¹ Rodentia

² Rodenticide

³ Anticoagulant

⁴ Aluminum phosphide

⁵ Zinc phosphide

صورت گرفت و مشخص شد که در استان کرمان، کارایی تیمار ۱۰ گرم طعمه سمیرت بدون پیش طعمه، تیمار ۱۰ گرم طعمه سمیرت با پیش طعمه و تیمار ۱۰ گرم طعمه دست ساز طبق عرف برای هر سوراخ موش ورامین به ترتیب دارای ۷۱/۹۹٪، ۶۳/۰۰٪ و ۶۰/۹۹٪ کارایی و تیمار ۵ گرم طعمه سمیرت بدون پیش طعمه، تیمار ۵ گرم طعمه دست ساز طبق عرف و تیمار ۵ گرم طعمه سمیرت با پیش طعمه برای هر سوراخ موش مغان به ترتیب دارای ۷۱/۴۱٪، ۶۰/۱۶٪ و ۵۹/۵۸٪ کارایی بودند (Morovati et al., 2016).

در تحقیق دیگری که توسط مروتی و سودی (۱۳۸۹) انجام گرفت، کارایی جوئنده کش فاکورات به شکل طعمه های واکس بلاک و پلت با ماده موثره برودیفاکوم و سم جوئنده کش برومودیالون، در مناطق یونجه کاری در شهرستان گرمسار از استان سمنان و استان زنجان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در استان سمنان فاکورات واکس بلاک نولایدومورب و تلمپ تاروکاف، ۹۳٪ دوب ۸۶٪ نولایدومورب و تلمپ تاروکاف، ۸۱٪ کالب سکاو تاروکاف، (ناغم شوم) تفاه دنوج تاقلت دصرد، ناجنز ناتسا رد و ۸۹٪ (Morovati and Soudi, 2010).

در تحقیقی در منطقه صوف (واقع در جنوب شرقی الجزایر)، خسارت ایجاد شده توسط موش سیاه *Rattus rattus* Linnaeus روی خرما در ۲۵ مکان که به طور مساوی در ۵ ایستگاه بودند، مورد بررسی قرار گرفت. اولین آثار خسارت در زوال گل آذین ها (پیش و پس از باز شدن آنها) مشاهده شد. بررسی پنج ساله (از ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶) نشان داد که سال ۲۰۱۴ با $63/7 \pm 8$ درصد، بالاترین نرخ خسارت را داشت، از طرفی کمترین میزان در سال ۲۰۱۶ (با $20/5 \pm 5/4$ درصد) به ثبت رسید. خسارت وارده به محصول بین ۹/۵٪ و ۲۱/۹٪ بسته به ایستگاه متغیر بود. با توجه به میزان خسارت، گل آذین باز ($29/7 \pm 19/9$ درصد) بیشتر از گل آذین بسته ($20/4 \pm 14/9$ درصد) مورد حمله قرار گرفته بود (Alia et al, 2018).

در بررسی هایی که در ایالت آریزونا ای آمریکا انجام شد، نتیجه گرفته شد که سموم برومادیولون^۱ و برودیفاکوم^۲ اگرچه از سموم ضدانعقادی هستند اما نسبت به سموم ضدانعقادی دیگر در زمان کوتاه تری موجب از بین رفتن موش سیاه می شوند (اصولا شیوه اثر سموم ضدانعقادی تجمعی بوده و بایستی طی چند روز وارد بدن جانور شوند تا اثر کشندگی خود را نشان دهند) (Sullivan, 2012).

در پاکستان مطالعه میدانی برای آزمایش کارایی طعمه های تازه فرموله فسفر دوزنگ (۲٪) و برودیفاکوم (۰/۰۰۵٪) به تنهایی و به صورت مخلوط با یکدیگر برای کنترل موش های صحرایی غالب در سیستم کشت گندم و بادام زمینی در منطقه پوتوار انجام شد. طعمه گذاری در دهانه لانه ها و در مراحل اولیه گل دهی محصولات مذکور انجام شد و تا سه مرحله رشد (جوانه زنی، تشکیل غنچه/گل دهی و تشکیل میوه) ادامه یافت. میزان تاثیر سموم نیز با شمارش تعداد لانه های فعال پیش و پس از تیمار بررسی شد. نتایج بیانگر درجه متفاوتی از کاهش لانه های فعال پس از کاربرد سه طعمه مسموم بود. کاهش فعالیت جوئندگان در گندم در مرحله جوانه زنی ۸۸/۸ درصد، در مرحله گل دهی/ تشکیل دانه ۹۲ درصد و در مرحله بلوغ ۹۵/۵ درصد بود. در بادام زمینی، فعالیت جوئندگان در مراحل جوانه زنی، تشکیل غنچه و بلوغ به ترتیب ۹۱/۸، ۹۳/۵ و ۹۵/۸ درصد کاهش یافت. به طور کلی میزان مرگ و

¹ Bromadiolone

² Brodifacoum

میر برآورد شده در هر سه مرحله رشد گندم و بادام زمینی بین ۶۰ تا ۸۵ درصد بود. تأثیر معنی داری از سه تیمار جوندہ کش بر کاهش تراکم لانه جوندگان در هر دو محصول گندم و بادام زمینی مشاهده شد ($P < 0.05$). این بررسی نشان داد که این ترکیب از جوندہ کش ها پتانسیل بیشتری در افزایش پذیرش طعمه داشته و می تواند برای اکوسیستم کشاورزی مفید باشد و ممکن است تأثیر مسمومیت های ثانویه و خطرات زیست محیطی را نیز کاهش دهد (Monawar et al, 2020).

در بررسی ها و بازدیدهای میدانی در استان کرمان، موش ورامین *Nesokia indica* Gray به عنوان گونه غالب مشاهده شد. مروتی و همکاران (۱۳۸۹) مناطق انتشار موش ورامین را استان های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، خراسان، گلستان، مازندران، گیلان، تهران، مرکزی، زنجان و گنبدکابوس ذکر کرده اند (Morovati et al., 2010). طول بدن این موش به ۱۴ تا ۲۰ سانتی متر می رسد. دمی نسبتاً بدون مو دارد. رنگ بدن خاکستری، قهوه ای روشن تا تیره مایل به خرمایی است. لانه موش ورامین منشعب با دالان های متعدد و به عمق ۲۵ سانتی متر است. در دهانه خروجی لانه موش ورامین خاکریز بزرگی دیده می شود. این موش در سراسر سال فعال است. همچنین دالان های این موش، موجب هرز رفتن آب هنگام آبیاری می شود (Shahrokhi and Kamali, 2015). در نخلستان های استان نیز بیشترین جمعیت مربوط به این گونه بود که با حفر کانال در داخل توده ریشه های نخل موجب قطع شدن تعداد زیادی از ریشه ها شده و خسارت زیادی به درخت وارد می کند. علاوه براین، به داخل تنه نیز نفوذ کرده و موجب قطع آوندها می شود. این جانوران دارای خسارت چندبعدی بوده و با حفر تونل، موجب قطع ریشه های نخل شده و به داخل تنه نیز نفوذ می کنند که باعث ضعف شدید و گاهی خشکیدگی کامل درخت می شوند. موش ها حتی به اندام های بارده نظیر گل آذین ها (شکل ۱) و میوه درخت هم خسارت می زنند. همچنین تونل های آنها سبب هدر رفتن آب در سیستم های غرقابی (در نخلستان ها رایج است) می شوند. در نخلستان هایی که در آنها سیستم آبیاری تحت فشار وجود دارد، با جویدن لوله ها و سوراخ کردن آنها موجب هدرروی آب می شوند (شکل ۲) (Morovati et al., 2005).



شکل ۱- خسارت جوندگان روی گل آذین خرما

Figure 1. Rodent damage on date palm inflorescences



شکل ۲- لانه‌های موش ورامین در اطراف تنه نخل

Figure 2. Bandicoot rat nests around palm tree trunks

از آنجا که بیشتر باغ‌ها در منطقه شهداد، به صورت خانه‌باغ و قدیمی هستند و حجم علف‌های هرز زیاد است، جمعیت و خسارت جوندگان در نخلستان‌ها بالا است. در تحقیق حاضر، تلاش شد تا کارایی جونده‌کش‌های موجود و رایج در بازار جهت کنترل جوندگان نخلستان‌ها بررسی و بهترین گزینه‌ها معرفی شوند.

روش بررسی

جهت بررسی کارایی جونده‌کش‌ها از روش لانه‌کوبی استفاده شد. ابتدا نخلستان‌های منطقه شهداد مورد بازدید قرار گرفته و باغ با آلودگی بالا که دارای کرت‌بندی منظم بود انتخاب شد و سه بلوک در داخل باغ نشانه‌گذاری شد، به‌طوری‌که هر بلوک شامل ۶ کرت هم‌اندازه بود (با ابعاد ۵۰*۱۰ متر). در مرحله بعد، هر تیمار (جونده‌کش) با یک کد نام‌گذاری شد و در هر بلوک محل قرار گرفتن هر تیمار (کرت) به صورت تصادفی مشخص گردید و به همین شکل، برای هر سه بلوک عملیات انتخاب کرت انجام شد و نقشه کلی اجرای طرح ترسیم شد. بنابراین، این تحقیق با شش تیمار و در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت.

تیمارها عبارت بودند از:

۱- استفاده از طعمه مسموم پفک آغشته به فسفر دوزنگ به میزان ۲-۳ گرم در دهانه لانه (عرف منطقه)

۲- ریختن جونده‌کش سمیرت ۲٪ (واکس پلت) به میزان ۱۰ گرم در دهانه لانه

۳- استفاده از جونده‌کش ضدانعقادی برودیفاکوم (پاستا) به میزان ۵-۱۰ گرم معادل یک قطعه ژله‌ای در داخل دهانه لانه

۴- استفاده از جونده‌کش ضدانعقادی برودیفاکوم (طعمه گندمی) به میزان ۱۰ گرم طعمه گندمی در دهانه لانه

۵- استفاده از قرص‌های فسفید آلومینیوم در داخل لانه‌ها و کوبیدن دهانه لانه (برای هر سوراخ فعال یک عدد)

(نکته: در جدول سموم مجاز سازمان حفظ نباتات ۱۴۰۱، این قرص‌ها برای موش کلاهو و تحت نظر کارشناسان ذیربط توصیه شده است).

۶- شاهد بدون اعمال تیمار (همراه با دیگر تیمارها لانه‌کوبی شده و پس از باز شدن لانه‌های فعال، شمارش صورت گرفت و مجدداً همراه بقیه لانه‌کوبی و بعد از دو روز لانه‌های باز شده شمارش و ثبت گردید).

پیش از اجرای تیمارها، ابتدا سطح هر کرت با دقت مورد بررسی قرار گرفت و لانه‌های قدیمی و جدید با بیلچه کوبیده و دهانه آنها بسته شد (شکل ۳). سپس در روز دوم کرت‌ها دوباره با دقت بررسی شد و تعداد سوراخ باز شده (لانه فعال)، در هر یک شمارش و ثبت شد (شکل ۴). در مرحله بعدی، در هر کرت جوته کش مربوطه که قبلاً به صورت تصادفی مشخص شده بود، به روش مربوط به هر کدام تیمار گردید (شکل ۵) (درباره جوته کش‌های خوراکی، با قرار دادن مقدار مشخصی از آنها در ورودی لانه‌ها و مسدود نمودن دهانه لانه، و درباره سموم تدخینی با قرار دادن قرص در عمق ۲۰ سانتیمتری لانه که از قبل کمی مرطوب شده بود و بلافاصله مسدود کردن دهانه آنها اعمال شد) (اصولاً برای رسیدن به نتیجه مطلوب و صحیح درباره طعمه‌های مسموم، پس از اعمال تیمار لانه‌ها مسدود می‌شوند. با این کار، اطمینان پیدا می‌کنیم که جانوران غیرهدف از طعمه استفاده نکرده‌اند و طعمه فقط توسط آفت مورد استفاده قرار گرفته است. ضمناً زمانی که پس از طعمه‌گذاری لانه مسدود می‌شود، موش حتی اگر از طعمه استفاده نکند، برای باز کردن ورودی لانه به سم آغشته می‌شود و با لیسیدن دست‌هایش، سم وارد بدنش می‌شود). پس از گذشت دو روز (جوته کش‌های آنتی‌کواگولانت معمولاً بین ۲ الی ۵ روز باعث مرگ موش‌ها می‌شوند. این تاخیر باعث می‌شود که موش‌های دیگر نسبت به طعمه مشکوک نشوند، یعنی ویژگی «نداشتن ایجاد ترس» در جمعیت موش‌ها دارد)، مجدداً هر کرت با دقت بررسی و تعداد لانه باز شده (این لانه‌ها به معنای عمل نکردن تیمار به شمار می‌روند) شمارش و ثبت شد تا با قرار گرفتن در فرمول هندرسون-تیلتون، میزان کارایی هر جوته کش مشخص شود (Henderson and Tilton, 1955).



شکل ۳- عملیات لانه‌کوبی در داخل کرت‌ها

Figure 3. Nest destroying operation inside the plots



شکل ۴- لانهٔ فعال مربوط به موش ورامین

Figure 4. Active nest of Bandicoot rat



شکل ۵- شیوه قرار دادن طعمه مسموم در ورودی لانه جوندگان

Figure 5. How to put poisoned bait at the entrance of rodent nests

فرمول هندرسون-تیلتون:

$$\text{درصد تاثیر تیمارها (کارایی)} = \left(1 - \left(\frac{Ta}{Tb} * \frac{Cb}{Ca} \right) \right) * 100$$

T_b = تعداد لانه‌های فعال شمارش شده در تیمار جونده‌کش پیش از انجام آزمایش و طعمه‌گذاری

T_a = تعداد لانه‌های فعال شمارش شده در تیمار جونده‌کش پس از انجام آزمایش و طعمه‌گذاری

C_b = تعداد لانه‌های فعال شمارش شده در تیمار شاهد پیش از انجام آزمایش و طعمه‌گذاری

C_a = تعداد لانه‌های فعال شمارش شده در تیمار شاهد پس از انجام آزمایش و طعمه‌گذاری

از نرم افزار SPSS و روش تحلیل آماری ANOVA نسبت به تجزیه و تحلیل داده‌ها و از آزمون تکمیلی دانکن و توکی برای مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی تیمارها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهند که اختلاف تیمارها در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های بررسی میزان کنترل موش ورامین با پنج جونده کش رایج در نخلستان‌های شهداد.

Table 1. Results of analysis of variance of the data on the control of Bandicoot rat with five common rodenticides in palm groves in Shahdad.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean Square	F value	P value
Treatments	5	10785.704	2157.141	8.134	0.001*
Replications	12	3182.514	265.209		
Total	17	13968.217			

* They are significantly different at $P < 0.05$

نتایج تجزیه و داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهند که سم تدخینی فسفید آلومینیوم با میانگین ۸۸/۷ درصد بیشترین کارایی را داشت. فسفید آلومینیوم یک سم با نام تجاری فستوکسین^۱ و فرمول شیمیایی آن AIP است که در ایران به صورت قرص ۳ گرمی دارای ۲۰ درصد ماده موثره ثبت شده است. قرص فستوکسین در مجاورت هوا پس از دو ساعت تجزیه می‌شود و تولید گاز فسفین، اکسید آلومینیوم، آمونیاک و انیدرید کربنیک می‌کند. تولید گاز سمی به وسیله فستوکسین تابع درجه حرارت و رطوبت محیط بوده و در حرارت‌های بالاتر سرعت و شدت اثر بیشتری دارد (Nobahari et al., 2019). دلیل کارایی بالای این سم، تصعید سریع و آزاد شدن گاز فسفین می‌باشد (هرچه رطوبت خاک بیشتر باشد، این قرص سریع‌تر تصعید می‌شود) که موجب مرگ کلیه جوندگان (نوزادان و جانوران بالغ) داخل لانه می‌شود (جدول ۲). این سم علاوه بر سرعت تاثیر، برخلاف سموم خوراکی، به علاقه جونده نسبت به طعمه بستگی ندارد و به صورت قاطع عمل می‌کند. این سم در باغ‌هایی که حالت خانه‌باغ دارند یا در داخل آنها انبار و محل سکونت کارگران یا جایگاه نگهداری چهارپایان وجود دارد، باید با احتیاط استفاده شود و گازهای ناشی از تصعید آن خطرناک می‌باشند. از آنجا که لانه جوندگان متشکل از تعداد زیادی تونل است که دهانه برخی از این تونل‌ها می‌تواند در داخل خانه یا محل نگهداری جانوران اهلی باشد، کاربرد سموم تدخینی بایستی زیر نظر کارشناسان حفظ نباتات در نخلستان‌های دارای شرایط مطلوب باشد تا موجب خسارت مالی یا تلفات انسانی نشوند.

سموم برودیفاکوم (طعمه گندمی) با ۷۰/۳ درصد، پفک آغشته به فسفر دوزنگ با ۶۹ درصد و برودیفاکوم (پاستا) با ۵۹/۳ درصد کشندگی در گروه بعدی قرار گرفته و تقریباً درصد کارایی یکسانی را نشان دادند. برودیفاکوم با فرمول $C_{31}H_{23}BrO_3$ ، به صورت پودر سفید چرک تولید می‌شود. برودیفاکوم به عنوان یک ماده ضدانعقادی قوی از گروه نسل دوم با جلوگیری از فعالیت آنزیم ردوکتاز در چرخه تبدیل ویتامین K_1 اکسپوکساید به ویتامین K_1 ، در نهایت سبب کاهش ذخیره ویتامین K_1 در بدن می‌شود. ویتامین K_1 یکی از مواد ضروری برای ساخت پیش‌ساز فاکتورهای انعقاد خون است. بنابراین، مصرف این سم مانع از انعقاد خون و پیامد آن خون‌ریزی داخلی و مرگ تدریجی می‌شود (Spillet, 2014). سم برودیفاکوم به دلیل تاثیرگذاری پس از چند روز خورده شدن به وسیله جانور، دارای اثر حاد مانند فسفر دوزنگ یا فسفید آلومینیوم نیست اما برای استفاده در برنامه مدیریت

¹ Phostoxin

کنترل جوندگان مناسب می‌باشند. از سوی دیگر، این سموم دارای خطرهای به مراتب کمتری برای محیط زیست بوده و چون به صورت طعمه آماده به بازار عرضه می‌شوند، کاربرد آنها بسیار آسان است و به تجربه خاصی نیاز ندارد. نکته منفی قابل یادآوری برای سموم ضدانعقادی، کاهش کارایی آنها پس از خورده شدن گیاهان سبز به وسیله جوندگان است. چون گیاهان سبز دارای ویتامین K هستند که موجب خنثی شدن تاثیر این سموم می‌شود. پس بایستی از این سموم بیشتر در فصول یا مکان‌هایی که گیاه سبز وجود ندارد استفاده نمود.

سم فسفر دوزنگ یا فسفید روی یک ترکیب معدنی با فرمول P_2Zn_3 به شکل پودری نامحلول به رنگ خاکستری تیره است که پس از ورود به دستگاه گوارش با اسیدهای معده واکنش داده و فسفین آزاد می‌کند. فسفین وارد جریان خون شده و اعضای حیاتی بدن (کلیه، کبد و قلب) را از بین می‌برد. این ماده بسیار سمی است و باید با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد. فسفر دوزنگ بوی قوی و شبیه به سیر از خود متساعد می‌کند. در حال حاضر از این سم کمتر و معمولاً در مکان‌های کوچک استفاده می‌شود (Nobahari et al., 2019).

در نهایت طعمه آماده سمیرت با میانگین کارایی حدود ۴۰ درصد دارای پایین‌ترین اثر بوده و نزدیک به شاهد می‌باشد. سمیرت دارای طعمه مخلوط با ۲٪ فسفر دوزنگ و با فرمولاسیون واکس پلت می‌باشد. در تحقیقی که در سال ۱۳۹۵ در مزارع مناطق معتدل تا سردسیر شهرهای بردسیر و ماهان در استان کرمان انجام شد، دیده شد که در آنجا نیز گونه غالب جوندگان موش ورامین بود و کارایی سم ۶۹/۸۴ درصد بود. دلیل این موضوع را شاید بتوان به تاثیر دما بر مواد تشکیل‌دهنده جوندک‌کش سمیرت دانست (چون شهادت یکی از گرم و خشک‌ترین مناطق آب و هوایی کشور می‌باشد و تفاوت میانگین دمای شهادت با بردسیر و ماهان گاهی تا نزدیک ۲۰ درجه می‌رسد)، و یا تفاوت در ترکیب‌های تشکیل‌دهنده طعمه مسموم فعلی با طعمه مسموم به‌کاررفته در آزمایش‌هایی که در گذشته انجام شده است. به طور کلی، افزودن موم پارافین به طعمه باعث افزایش مقاومت به رطوبت هوا می‌شود. پارافین باعث افزایش اثرگذاری طعمه جوندک‌کش در مکان‌های سرپوشیده و مرطوب (برای مثال آشپزخانه و گاراژها) و برخی از فضاهای باز (مثل کانال‌های فاضلاب و گودال‌ها) می‌شود؛ اما در تماس با دمای بالا، موم نرم و چسبنده می‌شود و ظاهری صاف و درخشان به خود می‌گیرد که باعث کاهش جذابیت آن‌ها برای جوندگان می‌شود. گرچه احتمالاً موم پارافین از دلبذیری و خوشمزه‌گی طعمه نیز می‌کاهد (Marsh, 2012). این کاهش جذابیت می‌تواند اثربخشی برنامه‌های کنترل جوندگان را به طور چشمگیری تحت تأثیر قرار دهد. به همین دلیل، انتخاب طعمه‌هایی که در دمای بالا پایدار باشند و بوی نامطبوع نداشته باشند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (PCT, 2012).

نکته: برای کاربرد همه سموم جوندک‌کش، رعایت اصول ایمنی نظیر استفاده از ماسک و دستکش ضروری است و طعمه‌هایی که برای مبارزه با جوندگان استفاده می‌شوند، نباید با دست انسان برخورد داشته باشند؛ زیرا بوی انسان از رغبت جوندگان برای مصرف طعمه می‌کاهد.

Table 2- Comparison of the average lethal percentage of the treatments tested on Bandicoot rat in palm groves of Shahdad.

Average comparison method	Treatment	Replication	P<0.05		
			c	b	a
Tukey	Control	3	12.6984		
	Semirat	3	39.6672	39.6672	
	Brodifacoum (pasta)	3		59.2738	59.2738
	Zinc phosphide poisoned bait	3		69.0223	69.0223
	Brodifacoum (wheat poisoned bait)	3		70.3444	70.3444
	Aluminum phosphid	3			88.7060
	P value		0.382	0.263	0.299
Duncan	Control	3	12.6984		
	Semirat	3	39.6672	39.6672	
	Brodifacoum (pasta)	3		59.2738	59.2738
	Zinc phosphide poisoned bait	3		69.0223	69.0223
	Brodifacoum (wheat poisoned bait)	3		70.3444	70.3444
	Aluminum phosphid	3			88.7060
	P value		0.065	0.053	0.062

References

- AGRICULTURAL STATISTICS YEARBOOK: HORTICULTURAL AND GREENHOUSE CROPS, 2023. Ministry of Agriculture Jihad, Center for Statistics, Information Technology, and Communications. Vol. 3. 401 pages.
- ALIA, Z., D.G. AMARA, A.E. CHEMSA, A. EDDOUD, K. SOUTTOU and M. SEKOUR, 2018. Annual and stationary variation of black rat *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) damage on date palm inflorescences in southeastern Algeria. World Journal of Environmental Biosciences, Pp: 102-107. www.environmentaljournal.org.
- HENDERSON, C.F. and E.W. TILTON, 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology.48: 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>.
- LATIFIAN, M. 2020. Management and control of harmful vertebrates in date palm trees. Horticultural Sciences Research Institute, Office of Knowledge Network and Extension Media. 84 pages.
- MARSH, R.E. 2012. The history of paraffinized rodent baits. Proceedings of the Vertebrate Pest Conference, 25(25): 172-185. DOI: 10.5070/V425110325.
- MONAWAR, N., T. MAHMOOD and D.W. GALBRAITH, 2020. Chemical control of rodents and its impact on rodent infestations during subsequent cropping season. International journal of pest management. 69(2):140-149. DOI:10.1080/09670874.2020.1861362.

- MOROVATI, M., M. NASERI, and J. KHAKBAZ, 2005. A comparative study on the efficacy of simag fumigant rodenticide (sodium cyanide) versus fastoxin against the varamin rat (*Nesokia indica*). Final Report of the Iranian Research Institute of Plant Protection. 43 pages.
- MOROVATI, M. and S. SOUDI, 2010. A study on the efficacy of faccorate rodenticides in rodent control. Final Report of the Iranian Research Institute of Plant Protection. 23 pages.
- MOROVATI, M., F. NAZARI and V. MALIKOV, 2010. A guide to the identification of agricultural pest rodents. Tehran: Publications of the Institute of Plant Pests and Diseases Research. 161 pages.
- MOROVATI, M., M. NASERI and A. KHALIL ARYA, 2016. A survey on the efficacy of samirat 2% ready rodenticide bait against varamin and moghan rats in Kerman and West Azerbaijan provinces. Final Report of the Iranian Research Institute of Plant Protection. 18 pages.
- NOBAHARI, H., A. KHALIL ARYA and H. SAKENI CHELAV, 2019. Principles of rodent pest control in poultry rearing units. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Agricultural Education Publications. 413 pages.
- PCT. 2012. Choosing the right rodenticides. Pest Control Technology
- SHAHROKHI, M.B. and H. KAMALI, 2015. Integrated management of agricultural pest rodents. Tehran: Agricultural and Natural Resources Research, Education and Extension Organization Press. 146 pages.
- SHEYBANI, M., H. HENDIZADEH, and A. KARBASI, 2020. Investigation of factors affecting date palm trade in Iran. National Conference on Economics, Commercialization, and Date Palm Processing, University of Sistan and Baluchestan. 11 pages.
- SPILLET, H.A. 2014. *Brodifacoum*. *Encyclopedia of Toxicology* (2th Edition) In: Reference Module in Biomedical Sciences. 243-245. Hardback ISBN: 9780123864543
- SULLIVAN, L.M. 2012. Cooperative extension: Roof rat control around homes and other structures. 6pp. The University of Arizona .College of agricultural and life sciences. Tuscan, Arizona. <http://hdl.handle.net/10150/146716>.
- TALEBI JAHROMI, KH. 2012. *Toxicology of Pesticides: Insecticides, Acaricides, Rodenticides* (4th Edition). Tehran: University of Tehran Press. 508 pages.