



## Reducing the damage of the slug, *Agriolimax agrestis* Linnaeus using copper hydroxide in greenhouse conditions

E. Ahmadi <sup>1\*</sup>, M. Gholamzadeh Chitgar <sup>2</sup>

1. **\*Corresponding Author:** Associate Professor, Agricultural Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (e1\_ahmadi@yahoo.com)
2. Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

Received: 19 May 2024

Accepted: 10 July 2024

---

### Abstract

#### Background and Objectives

*Agriolimax agrestis* is one of the important pests of greenhouse ornamental plants in Iran and the world, especially in the Northern provinces which cause a relatively large amount of damage to them in greenhouses every year. Chemical molluscicide, metaldehyde, is considered one of the most important compounds widely used to control the slug. The compound may cause many concerns for human health and other organisms (aquatic, birds, livestock, etc.) by entering the environment. Therefore, replacing high-risk chemical molluscicides with environmentally friendly and safe compounds can reduce the side effects of pesticides and the occurrence of resistance in this pest to the molluscicides. This research evaluated the effectiveness of Tobalin® as mineral compound 5% SC containing copper hydroxide in reducing the damage of *A. agrestis* slug.

#### Materials and Methods

In the laboratory conditions, the effect of Tobalin® (4 ml/L) on slug feeding was investigated by choice and non-choice methods. For the study, the surface of the leaves was measured before the start of the experiment using Image J software (ij153-win-java8), and the eaten surface by slugs was calculated after seven days. In the repellency test, treatments included: (1) untreated pot and plant, placed on a copper hydroxide-treated substrate (plastic cafeteria tray); (2) sides of pot sprayed with copper hydroxide but plant foliage and substrate not treated; (3) plant foliage and pot treated with copper hydroxide and placed on untreated substrate; (4) untreated plant and pot (water spray only) placed on untreated substrate (untreated control). 60 slugs, each of which was 0.7 to 1 g in mass, were released into the center of the screenhouse, and each pot containing a plant was examined for the presence of slugs. The cumulative number of slugs observed on each plant and pot during 21 d of observation was totaled. The total number of leaves damaged by the slugs was determined at this time. In greenhouse conditions, spraying of concentration of 4 ml/L of Tobalin® with the chemical molluscicide metaldehyde (2.5g/m<sup>2</sup>) and the mineral molluscicide Ferricol® (5g/m<sup>2</sup>) as bait and control treatment (water) on ornamental plants *Spathiphyllum wallisii* was carried out in the greenhouses of Mazandaran and Alborz provinces. The experiment was done in a completely randomized design in 10 square meter plots with four repetitions of 2.5 square meters. Slugs (0.7 to 1 g weight) were released in equal numbers (40 pieces) in each plot on *S. wallisii* bushes. Then, the damage caused to the plant by feeding slugs was determined on 7, 14, and 21 days after applying the treatments.

## Results

According to the results, in choice and non-choice tests, slugs fed on untreated leaves (12.4 and 17.3 square centimeters, respectively) more than Tobalin<sup>®</sup> treated leaves (6.3 and 7.1 square centimeters, respectively). In the repellency test, the mean number of slugs counted in the plant + pot treatment during 21 days was 0.4 and 0.3, respectively, in Mazandaran and Alborz provinces, which was less than other treatments. Also, the percentage of damaged leaves in the pot plus plant treatment was 20.4% and 22.5% in Mazandaran and Alborz provinces, respectively, compared with control, 73% and 75.25%. In the greenhouse, on the 21st day after the treatment with Tobalin<sup>®</sup> (4 ml/L), the damage to the plant in Mazandaran and Alborz provinces was 27.2 and 25%, respectively, which were grouped without statistically significant difference with the treatment of bait metaldehyde with the amount of damage, 15.7 and 15% respectively. Considering that from the 7th to the 21st days of the experiment, the amount of damage in Tobalin<sup>®</sup> treatment is increasing and this compound is not lethal to slugs, repeating the foliar spraying after two to three weeks is necessary for the continuation of its anti-feeding and repelling effect.

## Discussion

Mineral compound Tobalin<sup>®</sup> can be used to deter *Agriolimax agrestis*. It is worth mentioning that there is no need to use bait when using Tobalin<sup>®</sup> and this compound can be used as a substitute for chemical pesticides in the integrated management of slugs on ornamental plants in greenhouses.

**Keywords:** slug, repelling, anti-feeding, ornamental plant

---

Associate editor: M. Ziaee (Ph.D.)

**Citation:** Ahmadi, E. & Gholamzadeh Chitgar, M. (2024). Reducing the damage of the slug, *Agriolimax agrestis* Linnaeus using copper hydroxide in greenhouse conditions. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 47(1), 72-86. <https://doi.org/10.22055/ppr.2024.46943.1746>.



گیاه پزشکی (مجله علمی کشاورزی)

جلد ۴۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳

doi 10.22055/ppr.2024.46943.1746

## کاهش خسارت راب *Agriolimax agrestis* Linnaeus با استفاده از هیدروکسید مس در شرایط گلخانه

الهام احمدی<sup>۱\*</sup>، مولود غلامزاده چیتگر<sup>۲</sup>

۱- \* نویسنده مسوول: دانشیار، بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (e1\_ahmadi@yahoo.com)

۲- استادیار، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۳۰

### چکیده

راب *Agriolimax agrestis* از آفات مهم گیاهان زبنتی گلخانه‌ای در ایران و جهان بوده که سالانه خسارت نسبتاً زیادی روی آن‌ها در گلخانه‌ها وارد می‌نماید. در این تحقیق کارایی یک ترکیب معدنی حاوی ماده مؤثر هیدروکسید مس، توبالین® 5% SC، در کاهش خسارت راب *A. agrestis* ارزیابی شد. در آزمایشگاه، اثر توبالین® (۴ در هزار) روی تغذیه راب به دو روش انتخابی و غیرانتخابی بررسی و درصد دورکنندگی آن محاسبه شد. در شرایط گلخانه، محلول پاشی غلظت چهار در هزار توبالین® به همراه راب‌کش‌های شیمیایی متالدئید (۲/۵ گرم در متر مربع) و معدنی فریکول® (۵ گرم در متر مربع) به صورت طعمه پاشی و تیمار شاهد (آب پاشی) روی گیاهان زبنتی اسپاتیفیلوم *Spathiphyllum wallisii* Regel در گلخانه‌های استان‌های مازندران و البرز اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت قطعات ۱۰ مترمربعی با چهار تکرار ۲/۵ مترمربعی انجام شد. راب‌ها (با وزن ۰/۷ تا ۱ گرم) به تعداد مساوی (۴۰ عدد) در هر قطعه روی بوته‌های گل زبنتی اسپاتیفیلوم رهاسازی شدند. سپس خسارت وارده به گیاه ناشی از تغذیه راب‌ها در ۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از زمان اعمال تیمارها تعیین شد. براساس نتایج، در آزمون‌های انتخابی و غیرانتخابی، تغذیه راب‌ها از برگ‌های تیمار نشده (به ترتیب ۱۲/۴ و ۱۷/۳ سانتی‌متر مربع) بیشتر از برگ‌های تیمار شده با توبالین® (به ترتیب ۶/۳ و ۷/۱ سانتی‌متر مربع) بود. در آزمایش دورکنندگی، میانگین کل تعداد راب‌های شمارش شده در تیمار گیاه + گلدان طی ۲۱ روز به ترتیب ۰/۴ و ۰/۳ عدد در استان‌های مازندران و البرز بدست آمد که از سایر تیمارها کمتر بود. در روز بیست و یکم پس از تیمار با توبالین® (۴ در هزار) خسارت وارده به گیاه در دو استان مازندران و البرز به ترتیب ۲۷/۲ و ۲۵ درصد بوده که بدون اختلاف آماری معنی‌دار با تیمار طعمه مسموم متالدئید با میزان خسارت به ترتیب ۱۵/۷ و ۱۵ درصد، گروه‌بندی شدند. با نظر به اینکه از روزهای هفتم تا بیست و یکم آزمایش، میزان خسارت در تیمار توبالین® رو به افزایش است و این ترکیب فاقد کشندگی روی راب است تکرار محلول پاشی بعد از دو الی سه هفته، برای تداوم اثر ضدتغذیه و دورکنندگی آن ضروری به نظر می‌رسد. شایان ذکر است که در استفاده از توبالین® نیاز به مصرف طعمه مسموم نیست و این ترکیب می‌تواند به عنوان جایگزین سموم شیمیایی در مدیریت تلفیقی راب روی گیاهان زبنتی در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: راب، دورکننده، ضدتغذیه، گیاه زبنتی

دبیر تخصصی: دکتر معصومه ضیائی

## مقدمه

راب *Agriolimax agrestis* Linnaeus یک گونه همه چیزخوار است که به صورت گسترده در مناطق معتدل و مرطوب انتشار دارد (Barker, 2002). این جانور از آفات مهم انواع گیاهان زینتی در گلخانه‌ها و مزارع بوده و از برگ‌ها، ساقه‌ها، بذور و گل‌های بسیاری از محصولات زینتی تغذیه می‌کند (Port & Port, 1986; South, 1992; Faberi et al., 2006). راب‌ها بیش‌ترین خسارت را به گیاهان جوان زینتی در فصول بهار و پاییز وارد می‌کنند که این خسارت در خزانه، گلخانه و مزارع به علت داشتن شرایط اقلیمی مساعد (دمای معتدل و رطوبت نسبی بالا)، بسیار زیاد است. خسارت در اغلب موارد، بسیار شدید و جبران ناپذیر بوده و به کاهش شدید میزان محصول منجر می‌گردد. راب‌ها معمولاً با ایجاد سوراخ‌هایی روی قسمت‌های مختلف گیاه از جمله حاشیه برگ، بین رگبرگ‌ها، ساقه و گلبرگ گل گیاهان زینتی ظاهر می‌شوند و به صورت کمی و کیفی خسارت ایجاد می‌کنند (Adeline et al., 2018). راب گونه *A. agrestis* یکی از مخرب‌ترین گونه‌ها (Port & Port, 1986; South, 1992; McDonnell et al., 2009) از میان ۱۲۳ گونه متعلق به این جنس از خانواده آگرولیماسیده است که به بیش از ۵۰۰ گونه گیاهی از جمله گیاهان زینتی اقتصادی مانند ژربرا، لاله، گل محمدی و اسپاتیفیلوم حمله می‌کند (Wiktor, 2000). تغذیه راب از گیاه منجر به کاهش قابل توجه عملکرد و خسارت اقتصادی می‌شود. خسارت مستقیم به علت تغذیه از اندام‌های مختلف گیاه و خسارت غیرمستقیم از طریق ترشح ماده لزج و مدفوع بوده که کیفیت و بازارپسندی محصول را کاهش می‌دهند (South, 1992).

طعمه شیمیایی متالددید به عنوان نرم‌تن‌کش از سال ۱۹۳۴، محبوب‌ترین سم شیمیایی برای کنترل راب‌ها و حلزون‌ها بوده است (Kelley et al., 1989). استفاده مناسب از طعمه نامبرده، در دوره‌هایی که راب‌ها حداکثر فعالیت را دارند، باعث از بین

رفتن آن‌ها می‌شود (Speiser & Hochstrasser, 1998). با این وجود بکارگیری سموم شیمیایی مانند متالددید برای محیط زیست و سلامت انسان مضر بوده و گزارش‌ها نشان دادند که پادزهری برای این ترکیب شیمیایی وجود نداشته و در صورت قرار گرفتن طولانی‌مدت پوست انسان در سطوح بیش از ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منجر به درماتیت شده و در مواجهه با چشم نیز می‌تواند باعث ورم ملتحمه شود (Purvis, 1996). استفاده از طعمه متالددید در انگلستان از سال ۲۰۲۰ به دلیل خطری که برای موجودات غیرهدف مانند پرندگان، سگ‌ها و حیات وحش (مانند جوجه تیغی) داشته است (Hagin & Bobnick, 1991; Purvis, 1996; Li et al., 2020) همچنین وجود آن به میزان ۰/۱ میکروگرم بر لیتر در آب آشامیدنی و آب‌های سطحی که فراتر از استاندارد اتحادیه اروپا است، ممنوع شده است (Li et al., 2020). طعمه شیمیایی متیوکارب (Mesuro<sup>®</sup>) از دیگر سموم رایج و متداول است و اغلب در شرایط مزرعه مؤثرتر و ماندگارتر از طعمه مسموم متالددید در نظر گرفته می‌شود (Kelley et al., 1989). با این حال، کاربامات‌هایی مانند متیوکارب طیف گسترده‌ای داشته و می‌توانند بر بندپایان مفید غیرهدف مانند سوسک‌های شکارچی تأثیر منفی بگذارند (Büchs et al., 1989). به طور کلی، تولیدکنندگان تجاری گیاهان زینتی نیز بر استفاده و بکارگیری راب‌کش‌های شیمیایی تمرکز و تأکید دارند که این وضعیت می‌تواند ناشی از فقدان گزینه‌های جایگزین موثر و تجاری قابل انتخاب و در دسترس باشد (Thompson et al., 2005). با توجه به مصرف بی‌رویه سموم و مخاطرات زیست محیطی و مشکلات بهداشتی آن، استفاده از روش‌های ایمن و مطمئن برای کنترل این آفات در مناطق کشت گیاهان زینتی در محیط‌های بسته و باز ضروری است.

ترکیبات حاوی مس یکی از گزینه‌های مناسب برای کنترل راب‌ها و حلزون‌ها بوده که بعد از استفاده روی گیاهان زینتی و درختان نقش بازدارنده روی فعالیت این جانوران داشته است

ترکیب توبالین® حاوی هیدروکسید مس تغییر نام یافته ترکیب قدیمی فریکوپلاس® از شرکت کیمیا سبز آور است. با این تفاوت عمل که توبالین® با فرمولاسیون جدیدتر دارای خواص ضدتغذیه و دورکنندگی ارتقا یافته است و در استفاده از این ترکیب نیاز به مصرف طعمه مسموم علیه رابها نمی باشد. با توجه به این که در ایران اطلاعاتی در رابطه با اثر این ترکیب معدنی روی رابها وجود ندارد، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر ترکیب جدید توبالین® حاوی هیدروکسید مس روی راب گونه *A. agrestis* انجام شد.

### مواد و روشها

#### جمع آوری و پرورش راب *Agriolimax agrestis*

برای انجام آزمایشها، در ابتدای فصل فعالیت رابها، از گلخانههای آلوده نمونههای راب *A. agrestis* جمع آوری و پس از شناسایی در اتاقک رشد با دمای  $18 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت  $5 \pm 75$  درصد و دوره نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی تکثیر شدند. بدین منظور، از ظروف شیشه‌ای هواکش‌دار به ابعاد  $70 \times 40 \times 60$  سانتی‌متر مکعب و حاوی ۱۰ سانتی‌متر خاک پوک در سطح تحتانی و ۳۰ سانتی‌متر خاک گلدانی استریل روی آن، استفاده شد. برای جلوگیری از آلودگی محیط پرورش به عوامل مختلف قارچی، باکتریایی، نماتد، بعضی از حشرات و غیره، خاک ظروف استریل شد. برای ایجاد محیط مناسب پرورش از نظر تأمین غذا و ایجاد پناهگاه برای رابها، در ظروف مذکور بوته‌های گل زینتی اسپاتیفیلوم، *Spathiphyllum wallisii* Regel کشت شدند. بدین جهت، دو پشته به فاصله عرضی ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد و پاجوش‌های حداقل ۳ تا ۴ برگی در عمق سه سانتی‌متری کاشته شد. پس از گذشت ۲۰ روز، که ارتفاع گیاهان به ۱۵ سانتی‌متر رسید تعداد ده راب بالغ روی آنها قرار داده شد. برای ممانعت از ایجاد اختلال در فعالیت حیاتی جانور و تأمین رطوبت محیط، روی برگها با پاشش آب توسط یک محلول پاش دستی، مرطوب می‌شد. برای جلوگیری از فرار

(Runham, 1989; Schüder et al., 2003). سولفات مس در کنترل حلزون‌های آبی مانند گونه Say *Biomphalaria glabrata* که ناقل بیماری شیستوزومیازیس است و همچنین حلزون سیب *Pomacea* spp. که از آفات تولید برنج است، کاربرد داشته است (Sullivan & Cheng, 1976; Cheng, 1989). هیدروکسید مس (Kocide®) یک قارچ کش و باکتری کش رایج است که در کشاورزی برای کنترل طیف گسترده‌ای از بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که این ترکیب به عنوان دورکننده نرم‌تنان خاک‌زی گونه‌های *Zonitoides arboreus* Say (Hollingsworth and Armstrong, 2003) *Theba pisana* Müller و *Monacha syriaca* Ehrenberg عمل می‌کند (Moran et al., 2004). سمیت این ترکیب بستگی به میزان یون مس دارد. یون مس به پروتئین‌ها متصل شده و منجر به ایجاد اختلال در ساختار DNA و پروتئین‌ها می‌شود که در نهایت عدم عملکرد آنها را موجب می‌گردد. حلزون‌ها و راب‌های خاک‌زی از نظر فیزیولوژیکی نیاز به مصرف یون‌های مس برای تولید پروتئین هموسیانین دارند. این پروتئین حاوی مس، پروتئین اصلی همولف نرم‌تنان است و عملکرد آن بدین گونه است که می‌تواند اکسیژن را از طریق همولف در گونه‌های مختلف نرم‌تنان منتقل کند (Machałowski & Jesionowski, 2021). حلزون‌ها و راب‌های خاک‌زی باید با جذب مس از خاک یا گیاهانی که از آنها تغذیه می‌کنند، نیاز مس خود را برآورده کنند (Gomot & Pihan, 1997). اما نرم‌تنان نسبت به جذب مقادیر اضافی مس بسیار حساس بوده و مقادیر بیش از حد آن می‌تواند به عملکرد طبیعی آنزیم‌ها و سلول‌های پوستشان آسیب برساند. همچنین از گردش اکسیژن در بدن جلوگیری نموده که اثرات سمی روی حلزون‌ها و راب‌ها را به دنبال خواهد داشت. به عبارتی مکانیسم عمل مس اضافی در حلزون‌ها و راب‌ها، ایجاد اختلال در عملکرد طبیعی سلول‌های پوست و آنزیم‌ها می‌باشد (Ghoniem et al., 2022).

دمبرگ‌ها با پنبه مرطوب پوشانده شدند. داخل هر ظرف تعداد ۱۰ عدد راب نابالغ (در مجموع به وزن ۰/۹۶ گرم) رهاسازی و به منظور تهیه ظروف و تنفس جانور، روی درپوش ظرف تعدادی سوراخ با سوزن ایجاد شد. سطح برگ خورده شده توسط راب، بعد از مدت هفت روز محاسبه شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. سپس مقایسه میانگین سطح برگ خورده شده بین شاهد و تیمار توبالین® انجام شد.

در روش دوم، راب‌ها بدون امکان انتخاب بودند. بدین صورت که در هر ظرف، تیمار توبالین® یا شاهد قرار گرفت. در این روش از تعداد یک عدد برگ اسپاتیفیوم برای هر تکرار استفاده شد، محلول توبالین® به غلظت چهار در هزار آماده و به مقدار مساوی برای هر تیمار پشت و روی برگ‌ها به کمک یک محلول پاش دستی کالیبره پاشش شد. برای شاهد از آب استفاده گردید. سطح برگ‌ها قبل از شروع آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Image J اندازه‌گیری و هر برگ مربوط به یک تکرار در ظرف پلاستیکی درب‌دار به قطر ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر قرار داده شد. برای حفظ شادابی برگ‌ها، دمبرگ‌ها با پنبه مرطوب پوشانیده شدند. داخل هر ظرف تعداد ده عدد راب نابالغ (در مجموع به وزن ۰/۹۶ گرم) رهاسازی و سطح برگ خورده شده بعد از مدت هفت روز محاسبه شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. سپس مقایسه میانگین سطح برگ خورده شده بین شاهد و تیمار توبالین® انجام شد.

#### آزمایش اثر دورکنندگی در شرایط گلخانه

برای انجام آزمایش از روش کاپینرا (Capinera, 2018) با کمی تغییرات استفاده شد. در ابتدا بوته‌های گیاه اسپاتیفیوم (۸ برگی) در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر و قطر دهانه ۱۴ سانتی‌متر در مخلوطی از خاک برگ و ماسه کاشته شدند. برای انجام آزمایش و محلول‌پاشی از یک محلول پاش دستی استفاده شد. تیمارهای

راب‌ها از داخل ظروف، سرپوش از جنس توری به قطر یک میلی‌متر تهیه و با استفاده از نوارهای چسب‌دار، به لبه‌های ظروف چسبانده شد. دقت شد که در طول مدت پرورش، محیط خشک نبوده و یا آب اضافی در ظروف وجود نداشته باشد تا مانع اختلال در فعالیت حیوان شود. بنابراین حفظ بهداشت محیط، نظافت سطح برگ‌های گل اسپاتیفیوم از فضولات راب‌ها، شستشو و تمیز کردن ظروف پرورش برای جلوگیری از ایجاد آلودگی و بروز بیماری در گونه مزبور، به طور روزانه انجام می‌شد.

#### ترکیبات مورد استفاده

برای انجام آزمایش‌ها، ترکیب توبالین® حاوی هیدروکسید مس پنج درصد با فرمولاسیون مایع غلیظ قابل پخش در آب (SC) و طعمه فریکول® حاوی فسفات آهن یک درصد از شرکت کیمیا سبزآور و طعمه مسموم متالان جی® حاوی متالدهاید شش درصد از شرکت گیاه تهیه شدند.

#### آزمایش اثر بازدارندگی از تغذیه در شرایط آزمایشگاه

این آزمایش به دو روش آزمون انتخابی<sup>۱</sup> و غیر انتخابی<sup>۲</sup> انجام شد (Capinera & Dickens, 2016). در روش اول، راب‌ها دارای امکان انتخاب بین برگ‌های تیمار شده و شاهد بودند. در این روش از تعداد دو عدد برگ اسپاتیفیوم برای هر تکرار استفاده شد، بدین صورت که یک عدد از این برگ‌ها با محلول توبالین® (چهار در هزار) غلظت توصیه شده و دیگری با مقدار مساوی آب به عنوان شاهد به کمک یک محلول پاش دستی کالیبره تیمار شد. اجازه داده شد تا قطرات محلول روی برگ‌ها در دمای اتاق خشک شوند. سطح برگ‌ها قبل از شروع آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Image J (Stawarczyk & Stawarczyk, 2015) اندازه‌گیری و هر دو برگ مربوط به یک تکرار در ظرف پلاستیکی درب‌دار به قطر ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر قرار داده شدند. سعی شد که برگ‌های انتخاب شده در حد ممکن از یک اندازه باشند. برای حفظ شادابی برگ‌ها،

محصور شدند. برای محلول پاشی توبالین® از یک سمپاش پستی کالیبره شده استفاده و هر دوی گیاه و گلدان با محلول (مقدار ۱۲ میلی لیتر)، پاشش شدند. طعمه پاشی متالدئید و فریکول® نیز به صورت کپه ای بین گلدان ها در هر قطعه انجام شد. سپس در روزهای هفتم، چهاردهم و بیست و یکم پس از زمان اعمال تیمارها، درصد برگ های صدمه دیده از تغذیه راب ها محاسبه شد.

### تجزیه آماری داده ها

در همه آزمایش ها میانگین های بدست آمده با استفاده از آزمون توکی در نرم افزار آماری SAS Ver. 9.0 (2002) مقایسه شدند. شایان ذکر است که داده های آزمایش دور کنندگی ابتدا به  $\sqrt{x + 0.5}$  تبدیل و سپس تجزیه آماری شدند.

### نتایج

#### اثر بازدارندگی از تغذیه در شرایط آزمایشگاه

در آزمون انتخابی، میانگین سطح خورده شده در شاهد و تیمار توبالین® چهار در هزار اختلاف معنی داری با هم داشتند ( $t_6 = 2.78; P = 0.0321$ ). میانگین سطح خورده شده در شاهد ۱۲/۴ سانتی متر مربع و در تیمار توبالین® ۶/۳ سانتی متر مربع بدست آمد. همچنین در آزمون غیر انتخابی، میانگین سطح خورده شده در شاهد و تیمار توبالین® چهار در هزار اختلاف معنی داری با هم داشتند ( $t_6 = 3.39; P = 0.0146$ ). میانگین سطح خورده شده در شاهد ۱۷/۳ سانتی متر مربع و در تیمار توبالین® ۷/۱ سانتی متر مربع بدست آمد. در هر دوی آزمایش ها، راب ها تمایل بیشتری برای تغذیه از برگ های تیمار نشده نشان داده و بر این اساس سطح خورده شده برگ در شاهد بیشتر از تیمار توبالین® بود.

#### اثر دور کنندگی در شرایط گلخانه

بر اساس این آزمایش در استان مازندران، بین تیمارها از نظر تعداد راب های شمارش شده روی گیاه و گلدان در ۲ روز ( $F_{12,3} = 26.72; P < 0.0001$ )، ۴ روز ( $F_{12,3} = 7.013; P = 0.012$ )، ۶ روز ( $F_{12,3} = 7.73; P = 0.0039$ )، ۱۴ روز

آزمایش شامل ۱- گیاه اسپاتیفیلوم و گلدان هر دو با ترکیب توبالین چهار در هزار (۳۰ میلی لیتر) محلول پاشی شدند و روی زیرگلدانی تیمار نشده قرار داده شدند. ۲- گیاه اسپاتیفیلوم و گلدان بدون تیمار روی زیرگلدانی تیمار شده (۱۰ میلی لیتر) قرار داده شدند. ۳- فقط دیواره های گلدان با ترکیب توبالین چهار در هزار (۱۰ میلی لیتر) محلول پاشی شد و گیاه اسپاتیفیلوم و زیرگلدانی تیمار نشدند. ۴- شاهد (تیمار گیاه اسپاتیفیلوم و گلدان و زیرگلدانی با آب) با چهار تکرار و در کل ۱۶ عدد گلدان بودند. پس از خشک شدن قطرات محلول پاشی، تعداد یک عدد گیاه گلدانی از هر تیمار و در مجموع چهار عدد آماده و با پوشش توری (برای جلوگیری از فرار راب ها) محصور شدند. در زیر هر مجموعه آماده شده بدین ترتیب، زیرگلدانی و برگ های هر گلدان از یک تیمار با تیمار دیگر و نیز با پارچه توری هیچ تماسی نداشتند تا راه ارتباط راب ها با گیاه جز از کف مقدور نباشد. تعداد ۱۵ عدد راب (با وزن ۰/۷ تا ۱ گرم) در مرکز و زیر پارچه توری رهاسازی شدند. سپس تعداد راب های مشاهده شده روی هر گیاه و گلدان در روزهای ۲، ۴، ۸، ۱۴ و ۲۱ روز پس از آزمایش شمارش شد. همچنین، درصد خسارت بر اساس تعداد برگ های مورد تغذیه بدست آمد.

#### آزمایش ارزیابی خسارت در شرایط گلخانه

برای انجام این آزمایش، چهار تیمار شامل ۱- توبالین® به غلظت ۴ در هزار (توصیه شرکت سازنده مندرج روی برچسب)، ۲- متالدئید (۲/۵ گرم در متر مربع)، ۳- فریکول® (۵ گرم در متر مربع) و ۴- شاهد در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در گلخانه های استان های مازندران و تهران اجرا شد. قطعات ۶ مترمربعی با ۴ تکرار ۱/۵ مترمربعی آماده و در هر قطعه تعداد ۴ عدد گلدان اسپاتیفیلوم قرار داده شد. تعداد ۱۰ عدد راب (با وزن ۰/۷ تا ۱ گرم) در هر تکرار و در مجموع ۴۰ عدد در هر تیمار رهاسازی شدند. به منظور جلوگیری از خروج راب ها و یا تداخل آن ها با قطعات دیگر هر قطعه بطور کامل (از تمام سطوح) با پارچه توری محکم

از نظر تعداد راب‌های شمارش شده روی گیاه و گلدان در ۲، ۴، ۶، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از تیمار، اختلاف معنی‌داری (همگی  $P < 0.05$ ) وجود داشت. تعداد راب‌ها در روزهای دوم تا بیست و یکم بعد از محلول‌پاشی به طور مشهودی در تیمار شاهد بیش‌تر بود (جدول ۲). وقتی که گیاه و گلدان هر دو با ترکیب توبالین® ۴ در هزار محلول‌پاشی شدند، میانگین کل تعداد راب‌های شمارش شده روی گیاه و گلدان طی ۲۱ روز (۰/۳ عدد) کم‌تر از شاهد (۲/۲۵ عدد) و نیز تیمار زیرگلدانی (۰/۴ عدد) و گلدان (۰/۳۵ عدد) بود.

( $F_{12,3} = 5/16; P = 0.016$ ) و ۲۱ روز ( $F_{12,3} = 7/94; P = 0.0035$ ) بعد از تیمار، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. طبق نتایج مندرج در جدول ۱، راب‌ها تمایل بیشتری به حضور روی گیاهان شاهد نشان دادند. وقتی که گیاه و گلدان هر دو با ترکیب توبالین® ۴ در هزار محلول‌پاشی شدند، میانگین کل تعداد راب‌های شمارش شده روی گیاه و گلدان طی ۲۱ روز (۰/۴ عدد) کم‌تر از شاهد (۲/۷ عدد) و نیز تیمار زیرگلدانی (۰/۵۵ عدد) و گلدان (۰/۴۵ عدد) بود. در استان البرز، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها

جدول ۱- میانگین ( $\pm$  خطای معیار) تعداد راب *Agriolimax agrestis* روی اسپاتیفیلوم، *Spathiphyllum wallisii* و گلدان در آزمایش دورکنندگی توبالین® (۴ در هزار) در شرایط گلخانه استان مازندران

**Table 1. The mean ( $\pm$  SE) number of *Agriolimax agrestis* on *Spathiphyllum wallisii* and pots in repellency test of Tobalin® (4 per thousand) in greenhouse conditions of Mazandaran province**

Treatment	Time interval (day)				
	2	4	8	14	21
Control	2.75±0.4 <sup>a</sup>	3.0±0.4 <sup>a</sup>	2.5±0.2 <sup>a</sup>	2.5±0.6 <sup>a</sup>	2.75±0.4 <sup>a</sup>
Pot plus plant	0.0 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>
Plastic tray only	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.75±0.2 <sup>b</sup>
Pot only	0.0 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.75±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>

The treatments with the same letter in each column are not significantly different according to the Tukey's test at 5% probability level

جدول ۲- میانگین ( $\pm$  خطای معیار) تعداد راب *Agriolimax agrestis* روی اسپاتیفیلوم، *Spathiphyllum wallisii* و گلدان در آزمایش دورکنندگی توبالین® (۴ در هزار) در شرایط گلخانه استان البرز

**Table 2. The mean ( $\pm$  SE) number of *Agriolimax agrestis* on *Spathiphyllum wallisii* and pots in repellency test of Tobalin® (4 per thousand) in greenhouse conditions of Alborz province**

Treatment	Time interval (day)				
	2	4	8	14	21
Control	2.5±0.2 <sup>a</sup>	2.5±0.28 <sup>a</sup>	2±0.0 <sup>a</sup>	2±0.4 <sup>a</sup>	2.25±0.2 <sup>a</sup>
Pot plus plant	0.0 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.25±0.2 <sup>b</sup>	0.25±0.2 <sup>b</sup>	0.25±0.2 <sup>b</sup>
Plastic tray only	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.25±0.2 <sup>b</sup>	0.25±0.2 <sup>b</sup>	0.25±0.2 <sup>b</sup>	0.75±0.4 <sup>b</sup>
Pot only	0.0 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>	0.25±0.2 <sup>b</sup>	0.5±0.2 <sup>b</sup>

The treatments with the same letter in each column are not significantly different according to the Tukey's test at 5% probability level

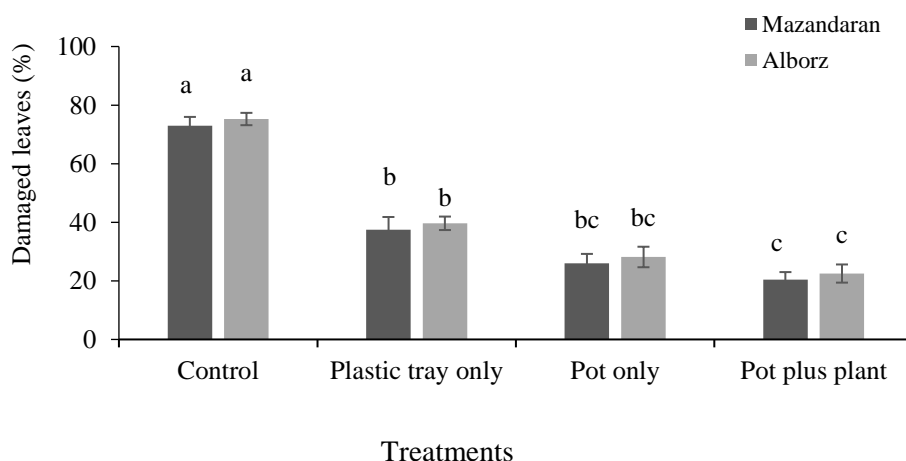


نشان داد (شکل A۲). این میزان خسارت در مقایسه با خسارت ۱۴/۲۵ درصدی تیمار متالدهید قابل پذیرش است. در ۲۱ روز، تیمار توبالین ۴ در هزار با ۲۷/۲۵ درصد خسارت، اختلاف آماری معنی‌دار با میزان خسارت ۱۵/۷۵ درصدی تیمار متالدهید نشان نداد. اما مشخص است که از روزهای هفتم تا بیست و یکم آزمایش، میزان خسارت در تیمار توبالین<sup>®</sup> در حال افزایش است به طوری که خسارت از ۸/۲۵ تا ۲۷/۲۵ درصد افزایش یافته است. این در حالی است که در تیمار طعمه مسموم متالدهید این افزایش خسارت (از ۹/۵ تا ۱۵/۷۵ درصد)، از شدت کمتری برخوردار بود. به نظر می‌رسد این موضوع به افزایش تلفات راب‌ها در روزهای پس از تیمار با متالدهید مرتبط باشد. در استان البرز، میزان خسارت راب به گیاه در بین تیمارها در روزهای هفتم ( $P=0/0005$ ;  $F_{12,51}$ ) چهاردهم ( $F_{12,3}=38/94$ ;  $P<0/0001$ ) و بیست و یکم ( $F_{12,3}=170/29$ ;  $P<0/0001$ ) پس از تیمار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت. تا سه هفته پس از کاربرد توبالین<sup>®</sup> از نظر خسارت وارده به گیاه، غلظت به کار برده شده بدون اختلاف آماری معنی‌دار با دو ترکیب طعمه مسموم گروه‌بندی شد (شکل B۲). در کل، کاربرد توبالین<sup>®</sup> در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری در میزان خسارت راب به گیاه داشته است.

از نظر میزان تغذیه، میانگین درصد تعداد برگ‌های مورد تغذیه توسط راب در آزمایش دورکنندگی، اختلاف آماری معنی‌داری در بین تیمارها در استان مازندران ( $P < 0/0001$ ) و البرز ( $F_{12,3}=48/9$ ;  $P < 0/0001$ ) نشان داد. این میزان در ۲۱ روز پس از تیمار در استان مازندران، در تیمارهای گل+گلدان، گلدان و زیرگلدانی به ترتیب ۲۰/۴، ۲۶ و ۳۷/۵ درصد در مقایسه با شاهد ۷۳ درصد، بدست آمد (شکل ۱). این میزان در استان البرز به ترتیب ۲۲/۵، ۲۸/۱۵ و ۳۹/۶۵ درصد در مقایسه با شاهد ۷۵/۲۵ درصد، بود. همانطور که مشخص است تعداد برگ‌های تغذیه شده توسط راب در شاهد بیش‌تر از سه تیمار دیگر مشاهده شد.

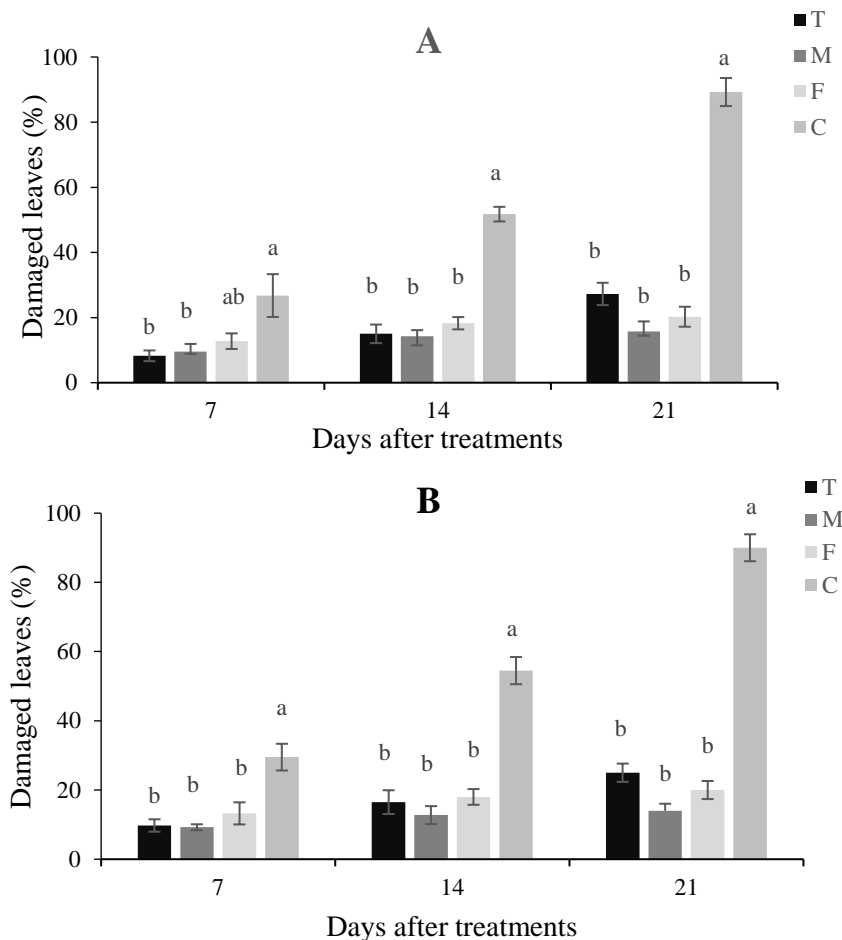
#### ارزیابی خسارت در شرایط گلخانه

در استان مازندران، میزان خسارت راب به گیاه در بین تیمارها در روزهای هفتم ( $F_{12,3}=5/55$ ;  $P=0/0126$ )، چهاردهم ( $F_{12,3}=53/10$ ;  $P<0/0001$ ) و بیست و یکم ( $F_{12,3}=117/19$ ;  $P<0/0001$ ) پس از تیمار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت. تا دو هفته پس از تیمار با توبالین<sup>®</sup>، از نظر خسارت وارده به گیاه، غلظت به کار برده شده بدون اختلاف آماری معنی‌دار با دو ترکیب طعمه مسموم گروه‌بندی شد و ۱۵ درصد خسارت



شکل ۱- میانگین (± خطای معیار) درصد برگ‌های تغذیه شده گیاه اسپاتیفیلوم توسط راب *Agriolimax agrestis* در آزمایش اثر دورکنندگی توبالین<sup>®</sup> (۴ در هزار) در شرایط گلخانه‌ای ۲۱ روز پس از تیمار

Figure 1- The mean (± SE) percentage of *Spathiphyllum* plant leaves fed by *Agriolimax agrestis* slug in repelency test of Tobalin<sup>®</sup> (4 per thousand) in greenhouse conditions 21 days after the treatment



شکل ۲- میانگین (±خطای معیار) درصد برگ‌های خسارت دیده گیاه اسپاتیفیلوم توسط راب *Agriolimax agrestis* در تیمارهای توبالین<sup>®</sup>، فریکول<sup>®</sup> و متالدهید در مقایسه با شاهد در روزهای مختلف پس از تیمار در شرایط گلخانه استان‌های مازندران (A) و البرز (B) Figure 2. Mean (± SE) percentage of *Spathiphyllum* plant leaves damaged by *Agriolimax agrestis* slug in Tobalin<sup>®</sup>, Ferricol<sup>®</sup> and metaldehyde treatments compared with control in different days after treatment in greenhouse conditions of Mazandaran (A) and Guilan (B) provinces, T=Tobalin<sup>®</sup> (4ml/L), M=Metaldehyde, F=Ferricol<sup>®</sup>, C=Control

این است که ترکیبات جدید با منشأ معدنی مزیت‌هایی از قبیل سمیت کم‌تر روی پستانداران، تجزیه‌ی سریع و دسترسی آسان را دارند (Barker, 2002).

ترکیبات حاوی مس به عنوان آفت‌کش عمومی برای مصارف کشاورزی، خانگی و صنعتی گزارش شده‌اند. مس به عنوان قارچ‌کش، باکتری‌کش، علف‌کش، جلبک‌کش و نرم‌تن‌کش با طیف وسیع برای استفاده در انواع محصولات کشاورزی، گیاهان زینتی و چمن مطرح می‌باشد. بیش از دو‌سایت استفاده کشاورزی ثبت شده وجود دارد و محصولات

## بحث

به طور کلی بکارگیری و استفاده از راب‌کش‌های شیمیایی، زبان‌های جدی از قبیل گسترش مقاومت‌های ژنتیکی در راب‌های آفت، مسائل باقیمانده‌ی سموم و تأثیر نامطلوب روی محیط زیست، سمیت روی گلخانه‌داران و موجودات غیر هدف و افزایش هزینه‌های کاربرد آن‌ها را به همراه داشته است (Ghoniem et al., 2022). به دنبال استفاده از جایگزین‌های مناسب برای سموم شیمیایی در کنترل راب‌های آفت، توجه به استفاده از سموم معدنی و به خصوص ترکیبات آن‌ها افزایش یافته است. اعتقاد بر

تأثیرگذار است؛ به طوری که راب‌ها و حلزون‌های آسیب دیده قبل از این که بتوانند بهبود یابند، آب بدن‌شان کم می‌شود (Thompson et al., 2005). در تایید این موضوع، وقتی که یکی از ترکیبات حاوی مس (سولفات مس) به میزان ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام به همولنف حلزون آبی‌گون *Biomphalaria glabrata* Say تزریق شد؛ در تماس با اپیتلیوم پوست و واکنش میان موکوس (مخاط) حلزون با ترکیبات مس، سمیت ایجاد شده است (Sullivan & Cheng, 1976).

در پژوهش حاضر، ضمن داشتن خواص ضد تغذیه توبالین®، خاصیت دورکنندگی نیز مشاهده شد. مشابه با آن، ترکیب هیدروکسید مس با نام تجاری Kocide® 2000 دارای ۵۳/۸ درصد هیدروکسید مس و Kocide® DF با ۶۱/۴ درصد هیدروکسید مس در گلخانه گیاه زینتی برگ عبابی *Aspidistra elatior* دارای خواص دورکنندگی روی حلزون‌های *M. syriaca* و *T. pisana* بودند. نتایج نشان داد که غلظت‌های ۰/۱٪، ۰/۲٪ و ۰/۳٪ Kocide® DF بترتیب دارای ۹۰/۸٪، ۹۱/۷٪ و ۹۰/۷٪ درصد کنترل بودند که کمی بیش‌تر از غلظت‌های ۰/۱٪، ۰/۲٪ و ۰/۳٪ Kocide® 2000 با میانگین ۸۸/۶٪، ۸۵/۶٪ و ۸۷/۶٪ است (Moran et al., 2004). همچنین هیدروکسید مس با نام تجاری Kocide® LF برای حلزون *Z. arboreus* دورکننده بود (Hollingsworth & Armstrong, 2003). خاصیت دورکنندگی ترکیب هیدروکسید مس در پژوهش کاپنرا و دیکنز (Capinera & Dickens, 2016) نیز گزارش شده است. این محققین اعلام کردند که راب‌ها برای حرکت روی بقایای این ترکیب تمایلی ندارند و جانور مجبور نیست که برای تشخیص برگ‌های تیمار شده با هیدروکسید مس از آن‌ها تغذیه کند و این احتمال آسیب به گیاه را کاهش می‌دهد (Capinera & Dickens, 2016). طبق مشاهدات آزمایش حاضر، تلفاتی در نتیجه کاربرد توبالین® روی راب‌ها مشاهده نشده است. در تایید این یافته، نتایج پژوهش کاپنرا و دیکنز (۲۰۱۶) نیز نشان داد که ترکیب

عمده‌ای که ارزیابی شدند شامل مرکبات، توت‌فرنگی، گوجه‌فرنگی، فلفل، برنج، فیبر، گردو، هلو، سیب و انگور هستند (EPA, 2009). ترکیبات مس دارای خواص دورکنندگی، منع تخم‌گذاری و رشد و نمو و خواص ضد تغذیه‌ای در آفات هستند. استفاده از مواد معدنی کنترل‌کننده‌ی نرم‌تان برای محافظت از محصولات، امروزه مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته و با توجه به ضرورت استفاده از جایگزین‌های مناسب برای سموم شیمیایی، تحقیقات روی ترکیبات نامبرده علیه راب‌ها در حال گسترش است (Thompson et al., 2005). مطابق نتایج بدست آمده از آزمون‌های انتخابی و غیرانتخابی پژوهش حاضر و تغذیه بیش‌تر راب *A. agrestis* از برگ‌های اسپاتیفیلوم تیمار نشده، وقتی که برگ‌های کاهو با هیدروکسید مس (۴۰ درصد) تیمار شدند در هر دوی آزمون‌های انتخابی و غیرانتخابی، همه گونه‌های نرم‌تان مورد آزمایش شامل دو نوع راب *Deroceras leave Müller* و *Leidyula floridana Leidy* و *Ventridens Lissachatina fulica Férussac* از برگ‌های تیمار نشده بیشتر از برگ‌های تیمار شده تغذیه کردند (Dickens, 2016). در این خصوص در مورد دو ترکیب هیدروکسید مس با نام‌های تجاری Kocide® 4.5 LF و Kocide® 2000 (۳۷/۵ درصد) و (۵۳/۸ درصد) نیز به طور معنی‌داری کاهش تغذیه در راب‌های *Lehmannia demissus Binney* و *D. leave valentiana Férussac* روی کاهوی تیمار شده گزارش شده است (Thompson et al., 2005). ترکیب هیدروکسید مس دارای خاصیت مهارکنندگی تغذیه بوده و از آن می‌توان به عنوان اقدامی ماقبل از انجام یک روش کنترل به طور مثال کنترل بیولوژیک، در تضعیف جمعیت آفت استفاده کرد (Godan, 1983).

ترکیب هیدروکسید مس می‌تواند اثرات خود را از طریق سیستم تماسی روی نرم‌تان اعمال کند. فعالیت هیدروکسید مس روی راب‌ها و حلزون‌ها، از طریق تماس با اپیتلیوم سطحی

### نتیجه گیری کلی

ترکیب توبالین® حاوی ماده موثر هیدروکسید مس در غلظت ۴ در هزار علیه راب گونه *A. agrestis* دارای خاصیت ضد تغذیه و دور کنندگی بوده، اما فاقد اثر کشندگی است. بنابراین تکرار محلول پاشی پس از دو الی سه هفته، برای تداوم اثر ضد تغذیه و دور کنندگی آن توصیه می شود. به دلیل قیمت مناسب و اثر ضد تغذیه و دور کنندگی توبالین® روی گونه راب مورد آزمایش، از آن می توان به عنوان ترکیب کارآمد و مؤثر در قالب روش های مدیریت تلفیقی در گلخانه های گیاه زینتی اسپاتیفلوم استفاده کرد. ضمن این که ترکیب نامبرده به عنوان یک ترکیب معدنی مطرح است و احتمال بروز مقاومت در برابر آن بسیار پایین است، می تواند برای کاهش خسارت و کنترل راب گونه *A. agresti* در گلخانه گیاه زینتی اسپاتیفلوم پیشنهاد شود. شایان ذکر است که در استفاده از توبالین® نیاز به مصرف طعمه مسموم نیست و این خود می تواند در راستای کاهش مصرف سموم و بروز آلودگی های زیست محیطی و خطر سلامت موجودات غیرهدف نقش مهمی ایفا کند.

### سپاس گذاری

نویسندگان خود را مدیون همکاری ها، هم فکری ها و پشتیبانی معنوی بسیاری از همراهانی می دانند که نام همه آنها را مجال ذکر نیست. بدینوسیله از مدیریت محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران و آزمایشگاه تحقیقاتی کرج و کلیه همکاران محترمی که در طول اجرای پروژه نهایت همکاری را داشته اند و همچنین از خانم دکتر فاطمه فدوی و خانم ها مهندس مینا از هاری و مهندس نسیم آقایی دلچه به جهت همکاری در اجرای پروژه، مدیریت محترم موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور (به جهت پشتیبانی و تأمین هزینه های اجرای پروژه) تشکر و قدردانی می نمایم.

هیدروکسید مس دارای خاصیت ضد تغذیه و دور کننده است اما بقای جانور را تحت تاثیر قرار نمی دهد (Capinera & Moran et al., 2016). موران و همکاران (Dickens, 2016) کاهش در تعداد حلزون های *M. syriaca* و *T. pisana* روی گیاهان تیمار شده با هیدروکسید مس را گزارش کردند. این محققین دلیل این امر را به تلفات نسبت دادند، هر چند با تصدیق خاصیت دور کنندگی این ترکیب توسط ایشان، مکانیسم کاهش جمعیت در مطالعه آنها مشخص نبود.

وقتی که گلدان و گیاه (اسپاتیفلوم) هر دو با هیدروکسید مس توبالین® تیمار شدند نسبت به سایر تیمارها خاصیت ضد تغذیه و دور کنندگی بیش تری در آنها مشاهده شد که با نتیجه پژوهش کاپینرا (۲۰۱۸) در ارزیابی هیدروکسید مس CuPro® 5000 (۶۱/۳ درصد) روی حلزون قهوه ای کوبایی *Zachrysia provisoria* Pfeiffer روی گیاه زینتی آهاری *Aspidistra elatior* مطابقت دارد. این گونه یکی از مهم ترین گونه های خسارت زای نرم تنان در ایالت فلوریدای آمریکا است. تحقیقات آزمایشگاهی نشان داد که این ترکیب تجاری دافع موثر حلزون *Z. provisoria* بوده و مانع از بالا رفتن حلزون ها از گلدان ها در مقایسه با شاهد برای دسترسی به گیاهان شدند. در شرایط گلخانه تا روز بیست و یکم آزمایش، گیاهان تیمار شده با توبالین® در مقایسه با گیاهان تیمار نشده، به طور معنی داری کمتر خسارت دیدند. با توجه به اینکه این ترکیب با گذشت زمان آزمایش از روز هفتم تا بیست و یکم احتمال افزایش خسارت به راب را داشته و با توجه به اینکه فاقد کشندگی روی راب است تکرار محلول پاشی با این ترکیب بعد از دو الی سه هفته، برای تداوم اثر ضد تغذیه و دور کنندگی آن ضروری به نظر می رسد. چنانچه هیدروکسید مس وقتی روی کاهو پاشش شد به مدت ۶ تا ۱۰ روز از گیاه در برابر تغذیه نرم تنان آزمایش شده محافظت کرد، بنابراین کاربرد هفتگی آن برای تداوم این حفاظت توصیه شد (Capinera & Dickens, 2016).

## References

- Adeline, S. J., Chakravarthi, R., Khamis, N. H., Harum, M., & Yeow, Y. K. (2018). Sound Based Identification of snail pest in Agriculture. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(4.25), 267-270. DOI: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.25.26936>
- Barker, G.M. (2002). *Molluscs as crop pests*. CABI Publishing. 468.
- Büchs, W., Heimback, U., & Czarnecki, E. (1989). Effects of snail baits on non-target carabid beetles. In: Henderson, I. (Ed.). *Slugs and Snails in World Agriculture*. British Crop Protection Council no. 41. The Lavenham Press Limited, Lavenham, Suffolk. pp. 245–252.
- Capinera, John L. (2018). Assessment of Barrier Materials to Protect Plants from Florida Leatherleaf Slug (Mollusca: Gastropoda: Veronicellidae). *Florida Entomologist*, 101 (3), 373-381. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.101.0327>
- Capinera, J. Dickens, K. (2016). Some effects of copper-based fungicides on plant-feeding terrestrial molluscs: A role for repellents in mollusc management. *Crop Protection*, 83, 76-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.01.018>
- Cheng, E.Y. (1989). Control strategy for the introduced snail, *Pomacea lineata*, in rice paddy. In: Henderson, I. (Ed.). *Slugs and Snails in World Agriculture*. British Crop Protection Council no. 41. The Lavenham Press Limited, Lavenham, Suffolk. pp. 69–75.
- Chopa, C. and Descamps, L. (2012). Composition and biological activity of essential oils against *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae) cereal crop pest. *Pest Management Science*, 68(11), 1492-1500. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.3334>
- EPA. (2009). Reregistration Eligibility Decision (RED) for Coppers. Office of Pesticide Program factsheet, [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/reregistration/red\\_G-26\\_26-May-09.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/red_G-26_26-May-09.pdf).
- Faberi A.J., Lopez, A.N., Manetti, P.L., Clemente, N.L., Castillo, H.A.A. (2006). Growth and reproduction of the slug *Deroceras leave* (Müller) (Pulmonata: Stylommatophora) under controlled conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4, 345-350. DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2006044-211>
- Ghoniem, E. I., Abdelgalil, G. M., Gad, A. F., Eshra, E. H. (2022). Molluscicidal Activity and Biochemical Interactions of Copper Sulfate against *Theba pisana* (Müller). *Punjab University Journal of Zoology*, 37(2), 135-142. DOI: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pujz/2022.37.2.135.142>
- Godan, D. (1983). *Pest slugs and snails: Biology and Control*. Springer Verlag: Berlin, Germany, pp. 445. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-68797-6>
- Gomot, A., and Pihan, F. (1997). Comparison of the bioaccumulation capacities of copper and zinc in two snail subspecies (*Helix*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 38, 85–94. DOI: <https://doi.org/10.1006/eesa.1997.1566>
- Hagin, R.D., Bobnick, S.J. (1991). Isolation and identification of a slug-specific molluscicide from quackgrass (*Agropyron repens* L. Beauv.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 192-196. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00001a039>

Hollingsworth, R.G. Armstrong, J.W. (2003). Effectiveness of products containing metaldehyde, copper or extracts of yucca or neem for control of *Zonitoides arboreus* (Say), a snail pest of orchid roots in Hawaii. *International Journal of Pest Management*, 49, 115-122. DOI: <https://doi.org/10.1080/0967087021000038135>

Kelley, J.R., Martin, T.J. (1989). Twenty-one years experience with methiocarb bait. In: Henderson, I. (Ed.). Slugs and Snails in World Agriculture. British Crop Protection Council no. 41. The Lavenham Press Limited, Lavenham, Suffolk. p. 131–145.

Li, Z., Li, J., Guo, Z., Campos, L.C. (2020). Investigation of metaldehyde removal by powdered activated carbon from different water samples. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 6, 1432-1444. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9EW00962K>

Machałowski, T. and Jesionowski, T. (2021). Hemolymph of molluscan origin: from biochemistry to modern biomaterials science. *Applied Physics A*, 127, 3. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00339-020-04166-1>

McDonnell, R.J., Paine, T.D., Gormally, M.J. (2009). Slugs: A guide to the invasive and native fauna of California. *University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication*. 8336. DOI: <https://doi.org/10.3733/ucanr.8336>

Moran, S., Gotlib, Y., Yaakov, B. (2004). Management of land snails in cut green ornamentals by copper hydroxide formulations. *Crop Protection*, 23, 647–650. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.11.004>

Ohlendorff, B. (1999). Slugs and snails. UC Pest Management Guidelines, *Pest Notes*. *University of California Division of Agriculture and Natural Resources*, UCANR Publications, 28.

Port, C.M., Port, G. (1986). The biology and behavior of slugs in relation to crop damage and control. *Agricultural Zoology Reviews*, 1, 255- 299.

Purvis, G. (1996). The hazard posed by methiocarb slug pellets to carabid beetles: understanding population effects in the field. In: Henderson, I.F. Slug and snail pests in agriculture (Ed.). BCPC Monograph No. 66, British Crop Production Council, pp. 189-196.

Runham, N.W. (1989). Snail farming in the United Kingdom. p. 49–55. In: I. Henderson (Ed.). Slugs and Snails in World Agriculture. British Crop Protection Council no. 41. The Lavenham Press Limited, Lavenham, Suffolk.

SAS Institute. (2002). SAS/STAT User's Guide, Version 9.0. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

Schüder, I., Port, G., Bennison, J. (2003). Barriers, repellents, and antifeedants for slug and snail control. *Crop Protection*, 22, 1033–1038. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00120-0](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00120-0)

South, A. (1992). Terrestrial slugs. Biology, Ecology, Control. London: Chapman & hall Ltd.

South, A. (2012). Terrestrial Slugs: Biology, Ecology and Control. Netherlands: Springer.

Speiser, B. and M. Hochstrasser. (1998). Slug damage in relation to watering regime. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 70, 273–275.

Stawarczyk, M. and Stawarczyk, K. (2015). Use of the imageJ program to assess the damage of plants by snails. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, (1-2), 67 – 73. DOI: <https://doi.org/10.1515/cdem-2015-0007>

Sullivan, J.T., Cheng, T.C. (1976). Comparative mortality studies on *Biomphalaria glabrata* (Mollusca: Pulmonata) exposed to copper internally and externally. *Journal of Invertebrate Pathology*, 28, 255–257. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-2011\(76\)90131-2](https://doi.org/10.1016/0022-2011(76)90131-2)

Thompson, JM., Sebley, JL., Foshee, WG., Keever, GJ., Appel, AG. (2005). Effect of Copper hydroxide on slug feeding. *Journal of Environmental Horticulture*, 23, 167-170. DOI: <https://doi.org/10.24266/0738-2898-23.4.167>

Wiktor, A. (2000). Agriolimacidae (Gastropoda: Pulmonata) – A systematic monograph. *Annales Zoologici Fennici*, 49, 347–590.



© 2024 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).