



گیاه پزشکی (مجله علمی کشاورزی)

جلد ۴۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰

doi 10.22055/ppr.2021.17217

بررسی اثر متالدهید لوماکیدین® علیه حلزون‌ها و راب‌ها در گلخانه گل زینتی اسپاتیفیلوم و مزرعه کاهو و مقایسه آن با کارایی فریکول® و سبز آرتنگ® در گلخانه گل زینتی

الهام احمدی^{۱*}، مولود غلامزاده چیتگر^۲، زهرا مجیب حق قدم^۳ و احمد حیدری^۴

- ۱- * نویسنده مسوول: استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (e1_ahmadi@yahoo.com)
- ۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
- ۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- ۴- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱

چکیده

حلزون‌ها و راب‌ها از آفات مهم گلخانه و مزارع کاهو بوده که با تغذیه از برگ، ساقه، ریشه و بذور گیاه باعث از بین رفتن آن می‌گردند. کارایی متالدهید لوماکیدین ۵ جی® با مقدار ۰/۷ (توصیه شرکت سازنده) و ۲ (توصیه شده مزرعه‌ای) گرم در مترمربع، طعمه فریکول® (۵ گرم در مترمربع) و رنگ دورکننده سبز آرتنگ® در مقایسه با شاهد روی گیاه زینتی اسپاتیفیلوم در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در شرایط گلخانه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین عملکرد متالدهید لوماکیدین® در دُزهای ۰/۷ و ۲ گرم در مترمربع در مزرعه کاهو بررسی شد. تعداد نرم‌تن زنده، یک روز قبل و ۲، ۴، ۸، ۱۴ و ۲۱ روز پس از تیمارها شمارش شد. طبق نتایج دو ساله گلخانه، در روز بیست و یکم، متالدهید لوماکیدین® ۲ و ۰/۷ گرم در مترمربع، فریکول® و سبز آرتنگ® به طور میانگین به ترتیب ۹۵، ۹۱/۵ و ۷۸/۷ درصد کنترل علیه راب *Deroceras agreste* نشان دادند. بر این اساس، متالدهید لوماکیدین® ۲ گرم در مترمربع به طور معنی‌داری از سه تیمار دیگر موثرتر عمل کرد. مقایسه دو دُز متالدهید لوماکیدین® در تجزیه آماری سالیانه، در روز بیست و یکم، درصد کارایی دُز کمتر را بدون تفاوت آماری معنی‌دار با دُز دیگر نشان داد. در مزرعه، در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب تا ۸ و ۴ روز، عملکرد بیشتر دُز بالاتر و در روزهای آتی عملکرد مشابه هر دو دُز مشهود بود. این نشان می‌دهد که مصرف متالدهید لوماکیدین® ۰/۷ گرم در متر مربع می‌تواند ضمن کارایی مطلوب، صرفه اقتصادی نیز داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: نرم‌تن، متالدهید، طعمه، رنگ دورکننده، اسپاتیفیلوم

دبیر تخصصی: دکتر معصومه ضیائی

Citation: Ahmadi, E., GholamzadehChitgar, M., Mojib Hagh Ghadam, Z., & Heidari, A. (2022). Effectiveness of metaldehyde Lumakidin® against snails and slugs in the greenhouse of Spathiphyllum and lettuce field and its comparison with the efficiency of Ferricol® and Sabzarang® in ornamental flower greenhouse. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 44(4): 107-122. <https://doi.org/10.22055/ppr.2021.17217>

مقدمه

سطح گلخانه‌های گیاهان زینتی در استان گیلان بیش از ۳۸ هکتار و سطح کشت سبزیجات در استان مازندران ۳۴۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۷ برآورد شده است (Ahmadi et al., 2019; Ebadzadeh et al., 2019). حلزون/راب‌ها به عنوان آفات درجه اول در گلخانه‌ها و مزارع سبزیجات بوده که با تغذیه از برگ، ساقه، ریشه و بذور گیاه باعث از بین رفتن آن می‌گردند (Mirzaei, 1972). اولین گزارش علائم خسارت حلزون/راب‌ها در ایران در سال ۱۳۵۱ اعلام شد (Mirzaei, 1972). خسارت آفات مذکور در فضای گلخانه‌ای، خزانه و مزارع کاهو به عنوان یکی از مهم‌ترین سبزی‌های برگی، به دلیل داشتن شرایط اقلیمی مساعد (دمای معتدل و رطوبت نسبی بالا) از نظر کمی و کیفی بسیار زیاد بوده و در سراسر سال به صورت گسترده مشاهده می‌شود (Mirzaei, 1972).

یکی از روش‌های رایج کنترل حلزون/راب‌ها استفاده از سموم حلزون/راب‌کش می‌باشد که هر ساله سهم وسیعی از میزان کل سموم مصرفی را به خود اختصاص داده است. به طور مثال، در سال‌های ۱۳۷۷ الی ۱۳۷۸ مقدار سموم مصرفی برای کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی محصولات مختلف کشاورزی حدود دو هزار تن در استان مازندران بود. از این مقدار ۶۹۵ تن حلزون/راب‌کش مورد مصرف قرار گرفته است که ۳۶ درصد سموم مورد استفاده را تشکیل می‌دهد (Anonymous, 2001).

دو گروه سموم شیمیایی، متالدئید و کاربامات‌ها، برای کنترل حلزون‌ها و راب‌ها در کشاورزی به کار می‌روند (Bari, 2004). از سال ۱۹۳۷، متالدئید به عنوان حلزون/راب‌کش شناخته شد. این ترکیب، تترامر حلقوی استالدئید است که تا به امروز در اکثر کشورها برای کنترل حلزون‌ها و راب‌ها به کار می‌رود و جزء پرمصرف‌ترین حلزون/راب‌کش‌ها در طول چند دهه گذشته بوده است (Dreves et al., 2015).

متالدئید سمی تماسی - گوارشی است و در فرمولاسیون‌های مختلف گرانول، گرد (dust)، محلول و طعمه یا پلت در بازارهای جهانی عرضه می‌گردد (Dreves et al., 2015). این سم اختصاصی عمل می‌کند و موجب فلج شدن حلزون‌ها و راب‌ها می‌گردد (NFU, 2013). طعمه متالدئید سبب می‌شود که حلزون‌ها و راب‌ها به دفع مقادیر زیادی موکوس پردازند و بدین طریق با از دست دادن آب، از بین بروند. در واقع سلول‌های تولیدکننده ماده مخاطی آن‌ها نابود می‌شوند (Barker, 2002). در ایران در سال ۱۳۴۷، سم متالدئید جزء سموم مجاز در کشور ثبت گردیده است (Norouzi, 1999) و از آن به بعد تاکنون این ترکیب به عنوان یکی از سموم کارآمد و مؤثر در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nourbakhsh, 2020). با توجه به خواص فیزیکی-شیمیایی متالدئید، این ترکیب در خاک بسیار متحرک بوده و از این رو زمانی که استفاده می‌شود می‌تواند در شرایط مرطوب به زهکش‌های مزرعه، آبریزها و آب‌های سطحی جریان یابد (Castle et al., 2017). بنابراین در استفاده از این سم به دلیل تأثیر آن بر موجودات غیرهدف و سیستم‌های آبی‌نگرانی‌هایی وجود دارد (Castle et al., 2017). با این حال، عدم استفاده از این سم جهت کاهش خسارت حلزون/راب در محصولات زراعی باارزش، پیامدهای اقتصادی به همراه خواهد داشت (Nicholls, 2014). مقدار مصرف متالدئید برای کنترل حلزون/راب‌ها ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (SheikhiGorjan et al., 2009; Nourbakhsh, 2020). متالدئید لوماکیدین ۵ جی® (۵ درصد) از شرکت بصیر شیمی، بنا بر توصیه شرکت سازنده، با دز ۷ کیلوگرم در هکتار ارائه شده است. از آنجا که مصرف سموم به صورت دزهای بیش‌تر از حد مجاز توصیه شده، به نابودی مهم‌ترین دشمنان طبیعی و برهم خوردن تعادل اکوسیستم به نفع حلزون/راب‌های خسارت‌زا منجر می‌شود، ارزیابی کارایی می‌تواند در یافتن و استفاده از سموم حلزون/راب‌کش که ضمن مؤثر بودن،

بر گلخانه، عملکرد لوماکیدین® در مزرعه کاهو استان مازندران نیز مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است که در دو منطقه مذکور، راب *Deroceras agreste* Linnaeus و حلزون *Helicella krynickii* krynicki در شرایط گلخانه و دو گونه راب *D. agreste* و *Drusia ibera* Eichwald در شرایط مزرعه فعال و دارای اهمیت اقتصادی هستند (Ahmadi & Hasani Moghaddam, 2005; Mansorian, 2005). بنابراین پس از شناسایی گونه‌ها، در تحقیق حاضر مورد مطالعه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

آزمایش ارزیابی ترکیبات در گلخانه گیاه زینتی در استان گیلان

این آزمایش با به کارگیری پنج تیمار عبارت از: ۱ و ۲- حلزون/راب‌کش متالدئید طعمه ۵٪ با نام تجاری لوماکیدین ۵ جی® (شرکت بصیر شیمی) با مقادیر ۰/۷ (دُز توصیه شرکت سازنده و مندرج روی برچسب) و ۲ گرم در مترمربع (Nourbakhsh, 2020)، ۳- طعمه فریکول® (فسفات آهن ۱ درصد) شرکت کیمیا سبزی‌آور به میزان ۵ گرم در مترمربع، ۴- رنگ دور کننده سبزی‌رنگ® شرکت کیمیا سبزی‌آور به صورت نواری به عرض ۱۰ سانتی‌متر روی گلدان‌ها و ۵- تیمار شاهد (بدون طعمه‌پاشی) انجام شد. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی در استان گیلان (شهرستان لاهیجان) در آبان‌ماه سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ با ۴ تکرار اجرا گردید. هر تکرار آزمایش، قسمتی از گلخانه به مساحت ۲/۵ مترمربع با فواصل بین سه متر از هم بود. دور هر قطعه آماده شده، ضمن اینکه با تورهای سیمی کاملاً محصور شد، توسط خاک اره به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر پوشانده شد تا امکان انتقال جانور بین کرت‌ها از بین برود. برای هر تکرار تعداد ۱۰ عدد گلدان گیاه زینتی اسپاتیفیلوم، *Spathiphyllum wallisii* Schott در نظر گرفته شد. قابل ذکر است که گیاه اسپاتیفیلوم از

آلودگی زیست‌محیطی کمتر و توجیه اقتصادی داشته باشند، مفید واقع شود. طعمه فریکول®، یک حلزون/راب‌کش انتخابی حاوی ترکیبات معدنی فسفات آهن ۱ درصد بوده و از نظر زیست‌محیطی ترکیب ایمنی است. فریکول® موجب مرگ فوری در حلزون/راب نمی‌شود، بلکه با متوقف کردن تغذیه در این آفات سرانجام مرگ را موجب می‌شود (Amiri-Besheli, 2009). پس از مصرف این طعمه، فسفات آهن با متابولیسم کلسیم در دستگاه گوارش مداخله کرده و فوراً تغذیه را در جانور متوقف می‌کند (Shmuel et al., 2004). برخلاف متالدئید، فریکول® تولید موکوس در حلزون/راب‌ها را تحت تأثیر قرار نداده بنابراین این آفات بعد از مصرف طعمه مذکور حرکت کرده و به پناهگاه‌های خود می‌روند و طی چند روز (۳ الی ۶ روز) از بین می‌روند (Horgan, 2006; Amiri-Besheli, 2009). طعمه‌های مسموم برپایه‌ی فریکول® به میزان ۵ گرم در مترمربع برای کنترل حلزون/راب توصیه شده است (Sheikhi Gorjan et al., 2009). سبزی‌رنگ®، رنگ دور کننده حلزون/راب‌ها و از املاح مس و آهن بوده که به صورت مایع غلیظ سبزی‌رنگ ارائه می‌شود. استفاده از این ترکیب به دور تته درختان، دیوارها و گلدان‌ها مانعی برای عبور حلزون/راب‌ها ایجاد و باعث دور شدن آن‌ها می‌شود. حلزون/راب‌ها در تماس با سطوح مسی، دچار شوک شده و مقدار زیادی موکوس ترشح می‌کنند که این تحریک منجر به بی‌آبی بدن جانور می‌شود. مشاهده شده است که حلزون/راب‌ها در برخورد با این سطوح، شاخک‌های خود را به سرعت به عقب می‌کشند (Schuder et al., 2003).

تاکنون تحقیقی مبنی بر مقایسه کارایی ترکیبات لوماکیدین®، فریکول® و سبزی‌رنگ® علیه حلزون/راب در گلخانه روی گیاه زینتی انجام نشده است. بنابراین، این تحقیق روی حلزون/راب در گلخانه گل زینتی در استان گیلان انجام شد تا کارایی سه ترکیب مذکور مقایسه و ارزیابی شود. علاوه

طعمه‌پاشی در زمان غروب آفتاب با مشاهده فعالیت این آفات به صورت خوردگی‌های ایجاد شده روی برگ‌ها انجام گردید. شمارش تعداد راب‌ها یک روز قبل و ۲، ۴، ۸، ۱۴ و ۲۱ روز پس از اعمال تیمارها انجام گرفت و تعداد کل راب‌های زنده در هر تکرار شمارش شد. در شرایط مزرعه، از راب‌های فعال و دارای اهمیت اقتصادی، دو راب *D. agreste* و *D. ibera* (با اولویت تعیین کارایی ترکیبات روی راب *D. agreste*) بررسی شدند.

در سال ۱۳۹۷، درصد برگ‌های آسیب دیده در نتیجه تغذیه حلزون/راب در گلخانه گل زینتی و درصد بوته‌های آسیب دیده در مزرعه کاهو در روز بیست و یکم پس از اعمال تیمارها بررسی شدند.

تجزیه آماری داده‌ها

کارایی تیمارها از فرمول هندرسن-تیلتون (Henderson & Telton, 1955) محاسبه شد. در صورت نرمال نبودن داده‌های تعداد راب/حلزون و درصد کارایی به ترتیب از تبدیل‌های $\sqrt{\text{}}$ و Arcsin استفاده شد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.0 انجام شد (SAS, 2002). میانگین‌های به دست آمده با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد گروه‌بندی شدند.

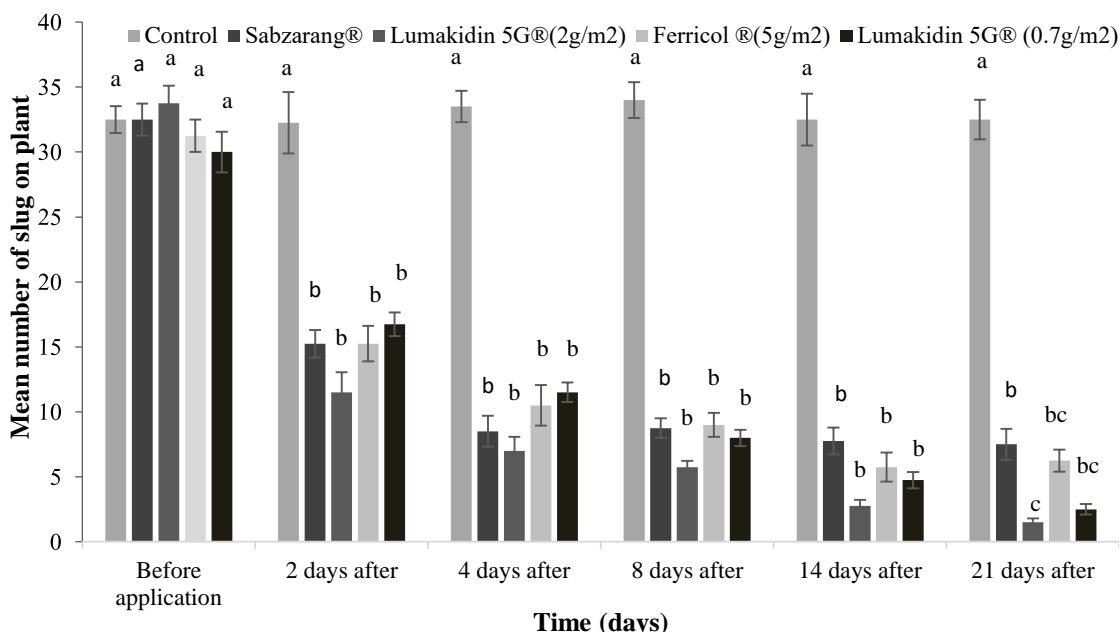
نتایج

تجزیه واریانس داده‌های سال ۱۳۹۶ مربوط به تعداد راب *D. agreste* در تیمارهای شاهد، لوماکیدین®، فریکول® و سبزآرننگ® در شرایط گلخانه نشان داد که با وجود عدم اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها در زمان قبل از تیمار ($F=0.27$, $df=4,15$, $P=0.892$)، اما در فواصل زمانی ۲ روز ($F=13.64$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۴ روز ($F=31.94$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۸ روز ($F=33.81$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=63.23$, $df=4,15$, $P<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=90.35$, $df=4,15$, $P<0.0001$) تفاوت آماری معنی‌دار بود (شکل ۱).

گیاهان زینتی رایج کشت گلخانه در منطقه مذکور بوده و برگ‌های این گیاه توسط حلزون/راب خسارت قابل توجهی می‌بینند. به دلیل فعالیت شبانه حلزون/راب‌ها، طعمه‌پاشی در زمان غروب آفتاب و با مشاهده فعالیت این آفات به صورت خوردگی‌های ایجاد شده روی برگ‌ها و گل‌ها، به صورت کپه‌ای در فواصل بین گلدها انجام شد. شمارش تعداد نرم‌تن، یک روز قبل و پس از ۲، ۴، ۸، ۱۴ و ۲۱ روز از زمان اعمال تیمارها انجام گرفت و تعداد کل حلزون‌ها و راب‌های زنده در هر تکرار شمارش شد. در شرایط گلخانه، از نرم‌تنان فعال و دارای اهمیت اقتصادی حلزون *H. krynickii* و راب *D. agreste* (با اولویت تعیین کارایی ترکیبات روی راب مذکور) بررسی شدند.

آزمایش ارزیابی متالدئید در مزرعه کاهو در استان مازندران

در این آزمایش تیمارها شامل متالدئید لوماکیدین ۵ جی® به ترتیب با دُزهای ۰/۷ و ۲ گرم در مترمربع و تیمار شاهد (بدون طعمه‌پاشی) در نظر گرفته شد. این کار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در آبان‌ماه سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه کاهوی استان مازندران (شهرستان قائم‌شهر ایستگاه زراعی قراخیل، عرض جغرافیایی: ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی: ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا: ۱۴/۷۳ متر) با ۴ تکرار اجرا گردید. زمین آزمایش به مساحت حدود ۳۰۰ مترمربع بوده که کرت‌های چهار مترمربعی در آن آماده شدند. در هر کرت تعداد ۲۱ عدد کاهو، *Lactuca sativa* Linnaeus رقم وارث در سه ردیف ۷ عددی با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم و ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها کاشته شد. برای جلوگیری از تداخل کرت‌های آزمایشی (به دلیل حرکت راب‌ها)، فواصل آن‌ها از یکدیگر سه متر در نظر گرفته شد. علاوه بر این، دور هر کرت توسط خاک‌اره به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر پوشانده شد تا امکان انتقال جانور بین کرت‌ها از بین برود. به دلیل فعالیت شبانه راب‌ها،



شکل ۱- تعداد راب *Deroceras agreste* (میانگین \pm خطای معیار) در زمان‌های مختلف پس از کاربرد لوماکیدین ۵ جی[®]، فریکول[®] و سبزآرنک[®] در مقایسه با شاهد در گلخانه در سال ۱۳۹۶

Figure 1. Number of slug, *Deroceras agreste* (Mean \pm SE) at different times after treatment with Lumakidin[®] 5G, Ferricol[®] and Sabzarang[®] compared to the control, in greenhouse in 2018

لوماکیدین[®] (۲ گرم در مترمربع) با کمترین تعداد راب، در سال اول آزمایش بدون اختلاف معنی‌دار آماری با تیمارهای لوماکیدین[®] (۰/۷ گرم در مترمربع) و فریکول[®] گروه‌بندی شد. در سال دوم آزمایش نیز بین دو دُز لوماکیدین[®] تفاوت آماری معنی‌دار وجود نداشت.

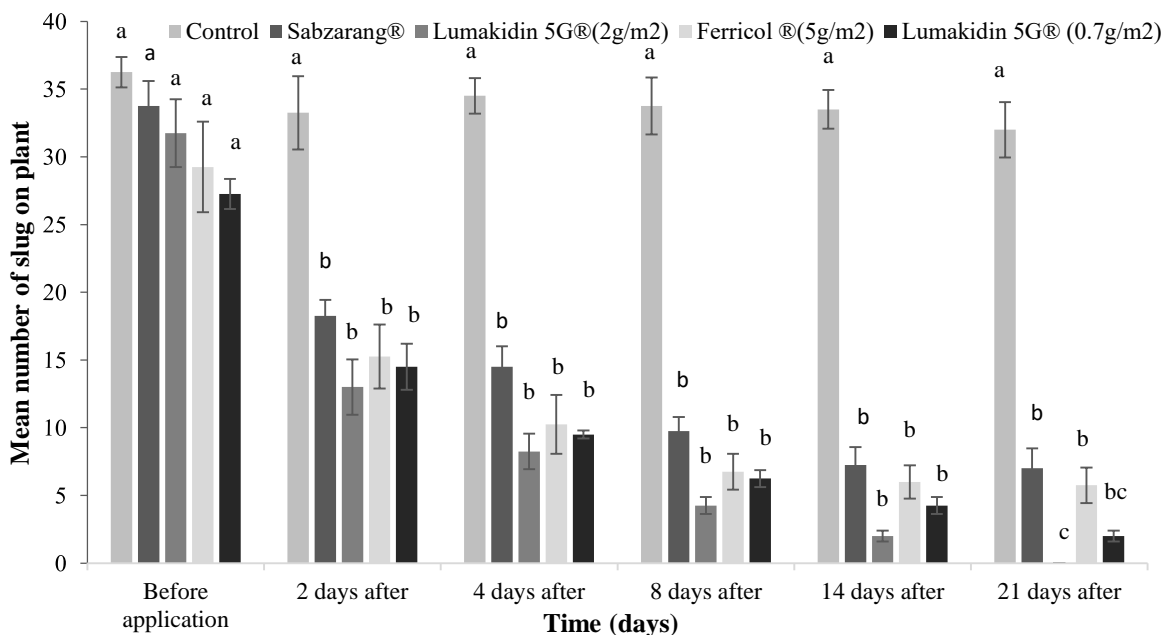
تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی لوماکیدین[®]، فریکول[®] و سبزآرنک[®] در شرایط گلخانه در فواصل زمانی ۲ روز ($F=34.41$, $df=3,12$, $P<0.0001$)، ۴ روز ($F=14.44$, $df=3,12$, $P=0.0003$)، ۸ روز ($F=4.9$, $df=3,12$, $P=0.0189$)، ۱۴ روز ($F=31.97$, $df=3,12$, $P<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=62.59$, $df=3,12$, $P<0.0001$) در سال ۱۳۹۶ نشان داد که بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). طبق نتایج، در دو روز پس از کاربرد، تیمار لوماکیدین[®] (۲ گرم در مترمربع) با ۶۵/۵ درصد کارایی

تجزیه واریانس داده‌های سال ۱۳۹۷ مربوط به تعداد راب *D. agreste* در تیمارهای شاهد، لوماکیدین[®]، فریکول[®] و سبزآرنک[®] در شرایط گلخانه نشان داد که با وجود عدم اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها در زمان قبل از تیمار ($F=1.12$, $df=4,15$, $P=0.385$)، اما در فواصل زمانی ۲ روز ($F=12.33$, $df=4,15$, $P=0.0001$)، ۴ روز ($F=30.32$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۸ روز ($F=18.34$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=53.97$, $df=4,15$, $P<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=102.22$, $df=4,15$, $P<0.0001$) تفاوت آماری معنی‌دار بود (شکل ۲).

با توجه به شکل‌های ۱ و ۲، هر سه ترکیب به کار رفته در کاهش جمعیت راب *D. agreste* مؤثر بودند. در تمام زمان‌های بعد از اعمال تیمارها، بیشترین تعداد راب *D. agreste* در تیمار شاهد مشاهده شد. تیمار متال‌دئید

تیمار، عملکرد لوماکیدین® ۲ گرم در مترمربع بر سایر تیمارها پیشی گرفت و در روز بیست و یکم، ضمن این که نسبت به دو تیمار فریکول® و سبزآرننگ® کاراتر بود با تیمار لوماکیدین® ۰/۷ گرم در مترمربع اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. در روز بیست و یکم، دو تیمار فریکول® و سبزآرننگ® در یک گروه آماری طبقه‌بندی شدند. هر چند که کارایی تیمار لوماکیدین® (۰/۷ گرم در مترمربع) تا چهار روز پس از کاربرد، نسبت به تیمار لوماکیدین® (۲ گرم در مترمربع) به طور معنی‌داری کمتر بود، اما در روز هشتم اختلاف آماری معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد و در روز ۲۱ پس از کاربرد هر دو تیمار در گروه a آماری جای گرفتند (جدول ۱).

نسبت به سایر ترکیبات علیه راب *D. agreste* بهتر عمل کرد و در گروه a آماری جای گرفت. در این روز، دو ترکیب فریکول® و سبزآرننگ® با کارایی ۴۸ تا ۵۰ درصدی در یک گروه آماری طبقه‌بندی شدند. در روز چهارم، عملکرد لوماکیدین® (۲ گرم در مترمربع) علیه راب با سبزآرننگ® مشابه بوده و بین این تیمارها و تیمار فریکول® با داشتن حروف آماری مشترک، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اختلاف کارایی سه تیمار لوماکیدین® (۰/۷ گرم در مترمربع، فریکول® و سبزآرننگ® در روز هشتم پس از کاربرد، از نظر آماری معنی‌دار نبود و هر سه بین ۷۰ تا ۷۲ درصد کارایی علیه راب *D. agreste* ایجاد کردند. در روز چهاردهم پس از



شکل ۲- تعداد راب *Deroceras agreste* (میانگین ± خطای معیار) در زمان‌های مختلف پس از کاربرد لوماکیدین ۵ جی®، فریکول® و سبزآرننگ® در مقایسه با شاهد در گلخانه در سال ۱۳۹۷

Figure 2. Number of slug, *Deroceras agreste* (Mean± SE) at different times after treatment with Lumakidin® 5G, Ferricol® and Sabzarang® compared to the control, in greenhouse in 2019

جدول ۱- میانگین کارایی (\pm خطای معیار) لوماکیدین ۵ جی[®]، فریکول[®] و سبزآرننگ[®] علیه راب *Deroceras agreste* در زمان‌های مختلف پس از تیمار در گلخانه در سال ۱۳۹۶

Table 1. Mean efficacy (\pm SE) of Lumakidin[®] 5G, Ferricol[®] and Sabzarang[®] against the slug, *Deroceras agreste* at different times after treatment in greenhouse in 2018

| Treatments | Time after application (days) | | | | |
|---|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 2 | 4 | 8 | 14 | 21 |
| Lumakidin 5G [®] (0.7g/m ²) | 41.0 \pm 1.5 ^c | 61.0 \pm 0.9 ^c | 72.5 \pm 2.16 ^{ab} | 83.0 \pm 2.1 ^b | 91.0 \pm 0.4 ^a |
| Lumakidin 5G [®] (2g/m ²) | 65.5 \pm 1.7 ^a | 79.0 \pm 1.2 ^{ab} | 82.3 \pm 2.7 ^a | 91.7 \pm 0.5 ^a | 95.5 \pm 2.0 ^a |
| Ferricol [®] (5g/m ²) | 50.5 \pm 1.0 ^b | 66.7 \pm 2.9 ^{bc} | 70.2 \pm 3.0 ^b | 81.4 \pm 0.6 ^b | 79.6 \pm 0.5 ^b |
| Sabzarang [®] | 48.5 \pm 2.3 ^b | 72.7 \pm 2.2 ^{ab} | 72.5 \pm 0.4 ^{ab} | 75.8 \pm 0.4 ^c | 76.4 \pm 0.8 ^b |

Means followed by same letters in each column are not significantly different (according to Tukey's tests $P>0.05$)

۲ و ۰/۷ گرم در مترمربع، فریکول[®] و سبزآرننگ[®] به طور میانگین به ترتیب ۹۵، ۹۱/۵، ۷۸/۷ و ۷۶/۲ درصد کنترل علیه راب *D. agreste* نشان دادند (شکل ۳). در روز بیست و یکم پس از اعمال تیمارها، تیمار لوماکیدین[®] (۲ گرم در مترمربع) به طور معنی‌داری از سه تیمار دیگر موثرتر عمل کرد و پایین‌ترین درصد کارایی به تیمار سبزآرننگ[®] تعلق داشت.

در مزرعه کاهو، تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی دُزهای ۰/۷ و ۲ گرم در متر مربع لوماکیدین[®] علیه راب *D. agreste* در سال ۱۳۹۶ در فواصل زمانی ۲ روز ($T=12.75$, $df=6$, $P<0.0001$)، ۴ روز ($T=4.31$, $df=6$, $P=0.0002$) و ۸ روز ($T=7.86$, $df=6$, $P=0.0051$) از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۴). اما بین دو تیمار در ۱۴ روز ($T=0.39$, $df=6$, $P=0.7131$) و ۲۱ روز ($T=1.41$, $df=6$, $P=0.2074$) تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). به این معنی که لوماکیدین[®] در دُز ۲ گرم در مترمربع، تا روز هشتم پس از کاربرد، نسبت به دز پایین‌تر مؤثرتر عمل کرد اما در روزهای چهاردهم و بیست و یکم، هر دو دُز کارایی مشابهی نشان دادند. تیمارهای مذکور در سال ۱۳۹۷، در ۲ روز ($T=2.68$, $df=6$, $P<0.0001$) و ۴ روز ($T=9.84$, $df=6$, $P<0.0001$)

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی لوماکیدین[®]، فریکول[®] و سبزآرننگ[®] در فواصل زمانی ۲ روز ($F=19.01$, $df=3,12$, $P<0.0001$)، ۴ روز ($F=13.42$, $df=3,12$, $P=0.0004$)، ۸ روز ($F=55.84$, $df=3,12$, $P<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=88.45$, $df=3,12$, $P<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=68.34$, $df=3,12$, $P<0.0001$) در سال ۱۳۹۷ نشان داد که بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت. در روزهای دوم تا چهاردهم پس از تیمار، لوماکیدین[®] (۲ گرم در متر مربع) نسبت به سایر تیمارها کارایی بالاتری نشان داد و در گروه a آماری طبقه‌بندی شد (جدول ۲). اما در روز بیست و یکم، بین این تیمار و تیمار لوماکیدین[®] (۰/۷ گرم در متر مربع) اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد و هر دو در یک گروه آماری جای گرفتند. بیشترین کارایی در تیمارهای لوماکیدین[®] ۰/۷ و ۲ گرم در مترمربع، ۲۱ روز پس از کاربرد مشاهده شد، هر چند بین دُزهای ۰/۷ و ۲ گرم در مترمربع تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله داده‌های گلخانه مربوط به روز بیست و یکم، نشان داد که اثر تیمارها معنی‌دار بود (جدول ۳). بر این اساس، لوماکیدین[®] دُزهای

($T=1.53$, $df= 6$, $P=0.1763$) و ۲۱ روز ($P=0.8235$, $df= 6$) با تفاوت آماری معنی‌دار و در ۸ روز ($P=0.0365$, $df= 6$) بدون تفاوت معنی‌دار از هم طبقه‌بندی شدند (جدول ۴).
 $T=0.23$, $df=)$ روز ۱۴، ($T=0.84$, $df= 6$, $P=0.4318$)

جدول ۲- میانگین کارایی (± خطای معیار) لوماکیدین ۵ جی®، فریکول® و سبزآرنک® علیه راب *Deroceras agreste* در زمان‌های مختلف پس از تیمار در گلخانه در سال ۱۳۹۷

Table 2. Mean efficacy (± SE) of Lumakidin® 5G, Ferricol® and Sabzarang® against the slug, *Deroceras agreste* at different times after treatment in greenhouse in 2019

| Treatments | Time after application (days) | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 2 | 4 | 8 | 14 | 21 |
| Lumakidin 5G® (0.7g/m ²) | 41.5±1.4 ^b | 63.0±3.4 ^b | 71.8±1.0 ^b | 82.5±0.6 ^b | 92.0±1.4 ^a |
| Lumakidin 5G® (2g/m ²) | 52.5±2.1 ^a | 71.0±1.0 ^a | 84.7±1.7 ^a | 92.5±1.3 ^a | 94.5±1.5 ^a |
| Ferricol® (5g/m ²) | 41.5±0.6 ^b | 64.0±0.9 ^{ab} | 72.8±0.5 ^b | 76.4±0.5 ^c | 77.9±0.3 ^b |
| Sabzarang® | 39.5±0.6 ^b | 54.0±0.7 ^c | 65.1±0.4 ^c | 76.3±0.3 ^c | 76.0±0.9 ^b |

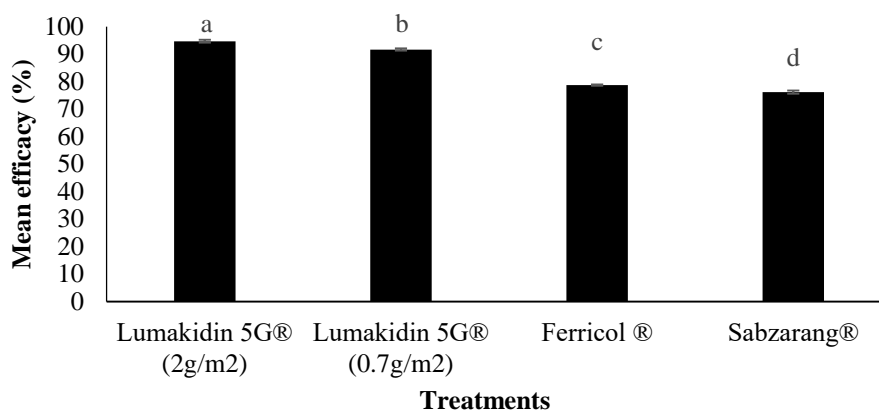
Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Tukey's tests $p>0.05$)

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب کارایی تیمارها (درصد) در روز بیست و یکم روی راب *Deroceras agreste* در گلخانه

Table 3. Combined analysis of variance of treatments efficiency (%) on the twenty-first day on the slug, *Deroceras agreste* in greenhouse

| Source | DF | Mean Square | F |
|------------------|----|-------------|--------------------|
| Year | 1 | 2.205000 | 0.43 ^{ns} |
| Replication | 3 | 0.423333 | 0.08 ^{ns} |
| Year*Replication | 3 | 15.268333 | 3.01 ^{ns} |
| Treatment | 3 | 682.170000 | 134.54* |
| Treatment*Year | 3 | 4.388333 | 0.87 ^{ns} |
| Error | 18 | 5.070278 | - |
| Total | 31 | - | - |

* Significant at the probability level of 5%, ^{ns} Non- Significant



شکل ۳- میانگین کارایی (± خطای معیار) دوساله تیمارهای لوماکیدین ۵ جی®، فریکول® و سبزآرنک® علیه راب *Deroceras agreste* در روز بیست و یکم در گلخانه

Figure 3. Two-year mean efficacy (± SE) of Lumakidin® 5G, Ferricol® and Sabzarang® treatments against the slugs, *Deroceras agreste* on the twenty-first day in greenhouse

جدول ۴- مقایسه میانگین کارایی (\pm خطای معیار) دُزهای ۰/۷ و ۲ گرم در مترمربع لوماکیدین ۵ جی[®] علیه راب *Deroceras agreste* در زمان‌های مختلف پس از تیمار در مزرعه کاهو در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

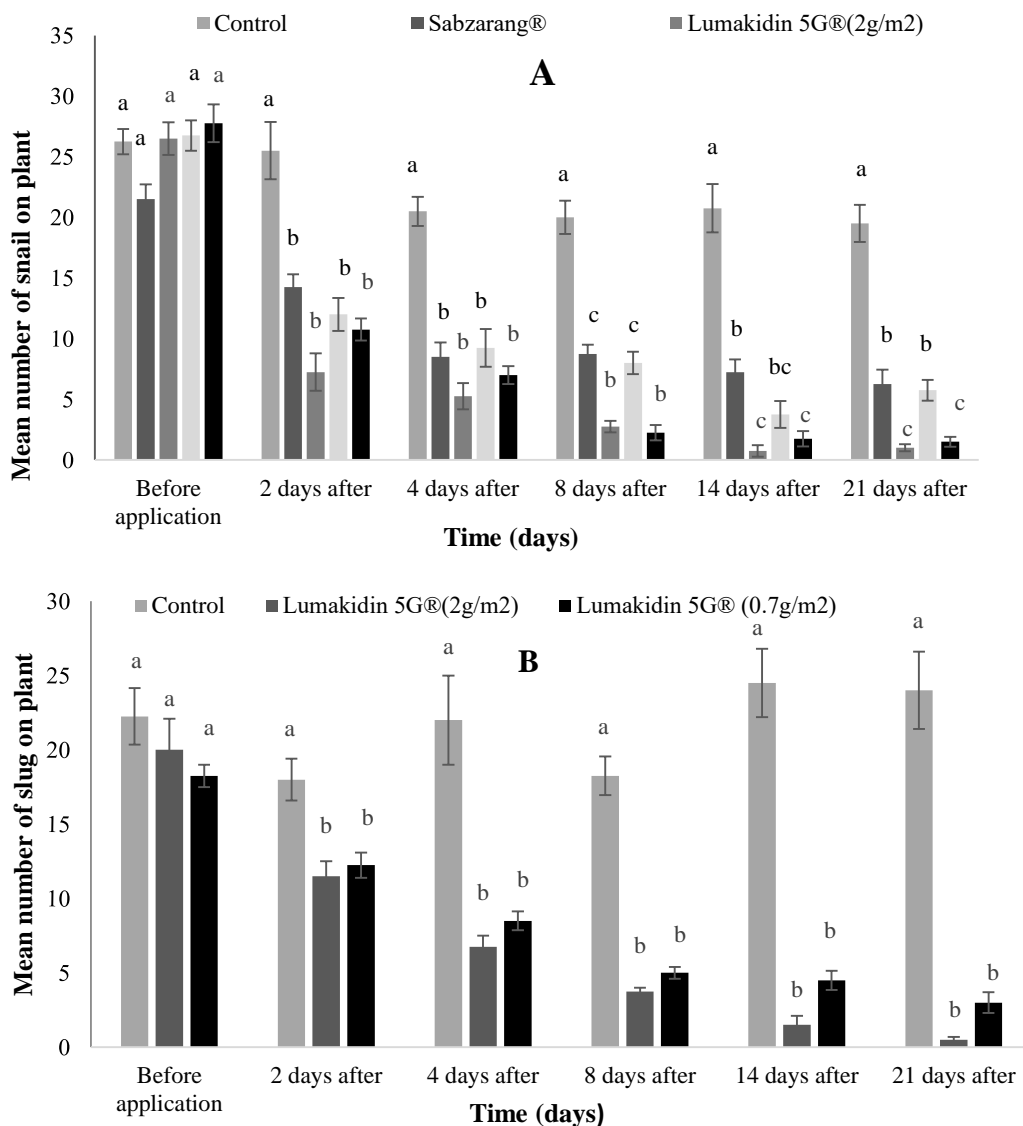
Table 4. Comparison of the average efficacy (\pm SE) of 0.7 and 2 g/m² doses of Lumakidin[®] 5G against the slugs, *Deroceras agreste* at different times after treatment in lettuce field in 2018 and 2019

| Year | Treatments | Time after application (days) | | | | |
|------|--|-------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | 2 | 4 | 8 | 14 | 21 |
| 2018 | Lumakidin 5G [®] (0.7g/m ²) | 52.8 \pm 2.8 | 71.4 \pm 2.1 | 84.8 \pm 1.5 | 92.7 \pm 2.7 | 91.8 \pm 1.4 |
| | Lumakidin 5G [®] (2g/m ²) | 85.5 \pm 2.4* | 91.7 \pm 1.4* | 92.4 \pm 1.5* | 91.2 \pm 1.6 | 96.2 \pm 2.7 |
| 2019 | Lumakidin 5G [®] (0.7g/m ²) | 51.0 \pm 2.4 | 78.9 \pm 4.5 | 89.8 \pm 2.7 | 90.8 \pm 0.8 | 92.0 \pm 0.4 |
| | Lumakidin 5G [®] (2g/m ²) | 83.5 \pm 1.7* | 90.3 \pm 0.3* | 92.4 \pm 1.9 | 91.1 \pm 2.0 | 94.9 \pm 2.9 |

*Significant within column in each year (according to t-tests $P \leq 0.05$)

$F=21.51$, $df=2,6$ ،) روز ۲۱ و ($P=0.0003$ و تفاوت آماری معنی‌دار بود (شکل ۴B).
 در گلخانه زینتی، درصد برگ‌های آسیب دیده در نتیجه تغذیه حلزون/راب‌ها بین سه تیمار شاهد، لوماکیدین ۵ جی[®] ۰/۷ گرم در مترمربع و لوماکیدین ۵ جی[®] ۲ گرم در مترمربع از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت ($F=18.02$, $df=2,9$, $P=0.0007$). تیمار شاهد با بالاترین میانگین درصد برگ‌های آسیب دیده (۴۵ درصد) در رتبه اول و تیمار لوماکیدین ۵ جی[®] ۰/۷ و ۲ گرم در مترمربع به ترتیب با میانگین‌های ۱۱/۲۵ و ۶/۲۵ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (شکل ۵A). بین دو دُز لوماکیدین ۵ جی[®] از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در مزرعه کاهو، بین سه تیمار، درصد بوته‌های آسیب‌دیده در نتیجه تغذیه حلزون/راب از نظر آماری معنی‌دار بود ($F=268$, $df=2,9$, $P<0.0001$). بالاترین میانگین درصد بوته‌های آسیب دیده مربوط به تیمار شاهد (۸۹/۳ درصد) و کمترین آن مربوط به تیمار لوماکیدین ۵ جی[®] ۲ گرم در مترمربع (۱۹/۳ درصد) بدون اختلاف معنی‌دار با لوماکیدین ۵ جی[®] ۰/۷ گرم در مترمربع (۲۵/۶ درصد) بود (شکل ۵B).

در خصوص تعداد حلزون *H. krynickii* در شرایط گلخانه، تجزیه واریانس میانگین داده‌های دوساله مربوط به تعداد جانور در تیمارهای شاهد، لوماکیدین[®]، فریکول[®] و سبزآرنک[®] نشان داد که با وجود عدم اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها در زمان قبل از تیمار ($F=2.52$, $df=4,15$, $P=0.085$)، اما در فواصل زمانی ۲ روز ($F=15.92$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۴ روز ($F=16.42$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۸ روز ($F=58.73$, $df=4,15$, $P<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=87.28$, $df=4,15$, $P<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=60.66$, $df=4,15$, $P<0.0001$) تفاوت آماری معنی‌دار بود (شکل ۵A). همچنین تجزیه واریانس میانگین داده‌های دوساله مربوط به تعداد راب *D. iberia* در تیمارهای شاهد و دُزهای لوماکیدین[®] در شرایط مزرعه نشان داد که با وجود عدم اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها در زمان قبل از تیمار ($F=1.42$, $df=2,6$, $P=0.338$)، اما در فواصل زمانی ۲ روز ($F=7.21$, $df=2,6$, $P=0.0547$)، ۴ روز ($F=35.83$, $df=2,6$, $P=0.0161$)، ۸ روز ($F=32.46$, $df=2,6$, $P=0.0002$)، ۱۴ روز



شکل ۴- میانگین دو ساله تعداد حلزون *Helicella krynickii* (A) و راب *Drusia ibera* (B) در زمان‌های مختلف پس از کاربرد لوماکیدین ۵ جی®، فریکول® و سبز آرتنگ® در مقایسه با شاهد به ترتیب در گلخانه و مزرعه

Figure 4. Two-year mean number of the snail, *Helicella krynickii* (A) and the slug, *Drusia ibera* (B) at different times after treatment with Lumakidin® 5G, Ferricol® and Sabzarang® in greenhouse and Field, respectively

یکی از اهداف تحقیقات در حوزه مدیریت حلزون‌ها و

راب‌های خسارت‌زای کشاورزی می‌باشد.

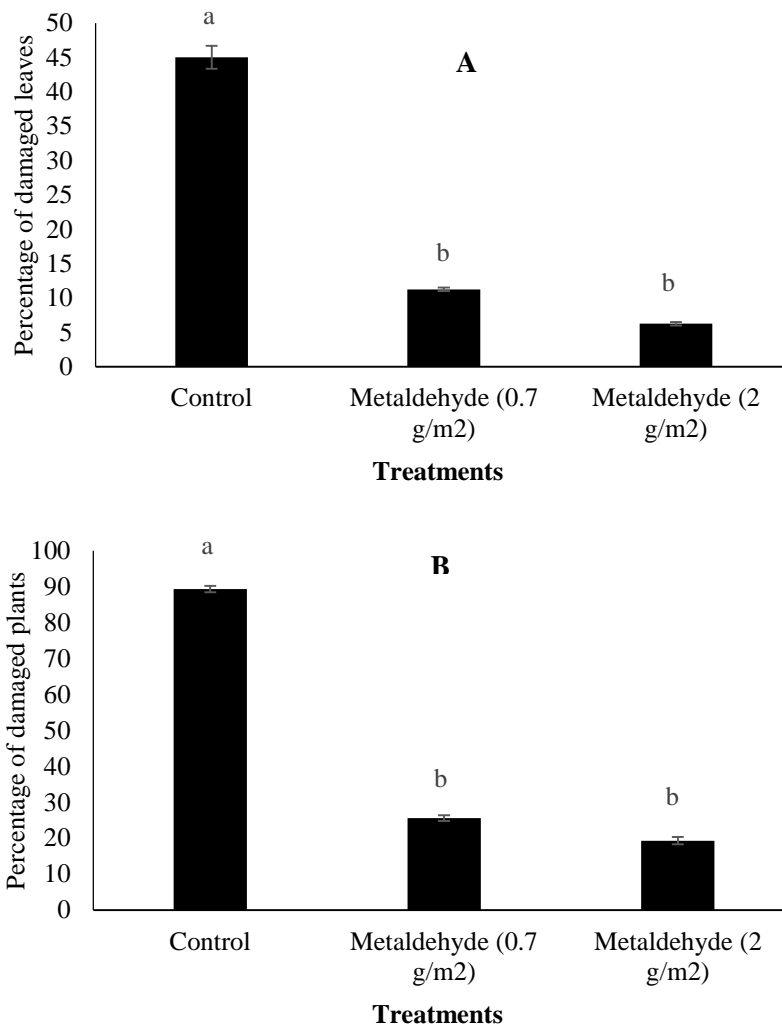
در این تحقیق از سه ترکیب متالدئید لوماکیدین®، فریکول® و سبز آرتنگ® استفاده و کارایی آن‌ها علیه حلزون/راب‌ها در گلخانه گل زینتی اسپاتیفیلوم ارزیابی و مقایسه شد. کاهش معنی‌دار تعداد حلزون/راب در

بحث

سالانه برای کاهش خسارت کمی و کیفی حلزون/راب‌ها در گلخانه‌ها، گاهی تا چندین نوبت سم‌پاشی انجام می‌گیرد. ارزیابی ترکیبات موثر می‌تواند باعث جلوگیری از دفعات مصرف سموم، همراه با توجیه اقتصادی و کاهش هزینه برای گلخانه‌داران شود. این مهم

متالدئید (۳ گرم در مترمربع) تعداد راب *Deroceras reticulatum* Müller را در خاک و تعداد این گونه و گونه *D. caruanae* Pollonera را روی گیاهان کشت شده به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش داد (Iglesias et al., 2003).

مقایسه با شاهد بعد از اعمال تیمارها، نشان دهنده نقش مؤثر هر سه ترکیب علیه آفات مذکور می باشد. در این میان، نقش متالدئید لوماکیدین® بارزتر بوده و کاهش تعداد حلزون/راب با کاربرد این ترکیب به خصوص در سال دوم آزمایش چشمگیر بود. مشابه این نتیجه،



شکل ۵- میانگین درصد برگ‌ها و بوته‌های آسیب دیده (± خطای معیار) در گلخانه زینتی و مزرعه کاهو (به ترتیب اشکال A و B) توسط حلزون/راب در تیمارهای شاهد و لوماکیدین® جی

Figure 5. Mean percentage of damaged leaves and plants (±SE) in ornamental greenhouse and lettuce field (Figures A and B, respectively) by snail /slug in control and Lumakidin® 5G treatments

آزمایش) داشت. این در حالی است که کارایی متالدئید تا روز بیست و یکم نمونه‌برداری به تدریج افزایش یافت.

تجزیه نتایج دو ساله مربوط به روز بیست و یکم در گلخانه نشان داد که کاربرد لوماکیدین® به مقدار ۲ گرم در مترمربع (میانگین کارایی ۹۵ درصد) می‌تواند نسبت به کاربرد ۰/۷ گرم در مترمربع آن (میانگین کارایی ۹۱/۵ درصد)، علیه راب *D. agreste* موثرتر عمل کند که این میزان کنترل با توجه به بالارفتن دُز مصرفی، منطقی است. اما مطابق با تجزیه آماری سالیانه، قرارگیری هر دو دُز در گروه آماری مشترک در روز بیست و یکم، عملکرد مثبت دُز پایین را تأیید می‌کند. توجه به این موضوع می‌تواند از چند جنبه مهم تلقی شود، زیرا استفاده از دُز مصرفی پایین‌تر، توجه اقتصادی بیشتر و اثرات نامطلوب زیست محیطی کمتری در پی دارد. گزارش شده که فعالیت طعمه متالدئید تحت تأثیر نور خورشید، رطوبت و رشد قارچ قرار گرفته و کاهش می‌یابد (Speiser & Hochstracer, 1998). در حالی که طبق نتایج این تحقیق، روند افزایشی کارایی لوماکیدین® در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه به خوبی نمایان است. این موضوع به ویژگی‌های برتر لوماکیدین ۵ جی® نسبت به دیگر متالدئیدهای رایج بستگی دارد. از این خصوصیات می‌توان به پوشش بیش‌تر آن در واحد سطح به دلیل اندازه و قطر ذرات آن، ماندگاری بیش‌تر، مقاوم بودن در برابر کپک زدگی در رطوبت و دمای بالا، جلب‌کنندگی بیش‌تر به دلیل وجود نوع خاصی از پروتئین، میزان مصرف پایین‌تر و ضدآب و رطوبت بودن آن اشاره کرد (<http://fitogarden.com/negozio/lumakidin-5g/>).

همچنین این ترکیب دارای دنا تونیوم بنزوات است که برای انسان، حیوانات اهلی، خانگی و پرندگان تلخ مزه بوده و در واقع بازدارنده تغذیه‌ای برای موجودات غیرهدف می‌باشد (<https://emporioagrario.bg.it/prodotto/lumakidin-5g/>).

مطابق با نتایج دو ساله مقایسه کارایی، متالدئید لوماکیدین® (۲ گرم در مترمربع) نسبت به دو ترکیب فریکول® و سبزآرننگ® علیه راب *D. agreste* موثرتر عمل کرد. نتیجه مشابهی در مقایسه کارایی متالدئید (۲/۵ گرم در مترمربع) و فسفات آهن (۵ گرم در مترمربع) علیه راب *D. agreste* مشاهده شد. متالدئید و فسفات آهن در ۲۱ روز پس از تیمار به طور میانگین به ترتیب ۹۱/۱ و ۶۹/۱ درصد در مزرعه کاهو استان تهران (ورامین) کارایی نشان دادند (Ahmadi, 2009). در پژوهشی، کارایی فسفات آهن (۵ گرم در مترمربع) در مقایسه با متالدئید (سال اول ۱/۵ گرم در مترمربع و در سال دوم ۰/۷۵ گرم در مترمربع) برای کنترل سه گونه راب شامل *D. reticulatum*، *Arion hortensis* و *Férussac lusitanicus* در مزرعه کاهو ارزیابی شد. متالدئید نسبت به فسفات آهن تأثیر بیشتری در کنترل سه گونه مذکور داشت، اما تنها در گونه *A. lusitanicus*، فسفات آهن توانست جمعیت آفت را همانند تیمار متالدئید نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش دهد (Speiser & Kistler, 2002). همچنین متالدئید عملکرد بهتری در مقایسه با فریکول® و سبزآرننگ® در کنترل حلزون‌های *Xeropicta derbentina* Krynicki و *Xeropicta krynickii* Krynicki در باغ مرکبات داشت (Amiri-Besheli, 2009). اثر فریکول® در کنترل حلزون قهوه‌ای مرکبات، *Caucasotachea lencoranea* Musson نیز در مقایسه با متالدئید کمتر بوده هر چند بین دو تیمار اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (Kheirodin et al., 2012). کارایی کمتر طعمه فریکول® نسبت به طعمه متالدئید می‌تواند به پوسیده شدن سریعتر این ترکیب در مقایسه با متالدئید مربوط باشد (Speiser & Kistler, 2002). چنانچه از نتایج نیز مشخص است عملکرد فریکول® در روز بیست و یکم نمونه‌برداری نسبت به روز چهاردهم، کاهش (در سال اول آزمایش) و یا افزایش ناچیز (در سال دوم

مزرعه کاهو نیز مقایسه درصد بوته‌هایی که توسط راب در تیمار بدون طعمه‌پاشی به طور کامل از بین رفتند با درصد بوته‌های آسیب دیده در تیمار طعمه‌پاشی، تاییدکننده این مطلب است. این موضوع از جنبه‌ای اهمیت مبارزه با نرم‌تنان مضر را نشان داده و از سوئی دیگر نقش مثبت متالددید لوماکیدین® در هر دو دُز را در کاهش خسارت مطرح می‌سازد. این ترکیب، در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه کارایی خوبی داشته و عدم تفاوت معنی‌دار بین دو دُز در کاهش خسارت به برگ‌ها و بوته‌ها، نشان‌دهنده اثر مثبت دُز پایین به اندازه دُز بالا می‌باشد. مشابه نتیجه این تحقیق، Speiser and Kistler (2002) بیان کردند در زمانی که متالددید در سال دوم آزمایش در حدود نصف دُز توصیه شده (۰/۷ گرم در مترمربع) در مقایسه با سال اول آزمایش (۱/۵ گرم در مترمربع) در کرت‌های کاهوکاری شده به کار برده شد، ضمن اینکه در کاهش تعداد سه گونه راب *A. lusitanicus* و *A. hortensis*، *D. reticulatum* موثر عمل کرد، مشابه دُز توصیه شده، خسارت راب به برگ‌ها را کاهش داد. به طوری که خسارت راب به برگ‌های کاهو در زمان کاربرد نصف دُز، ۰/۷ درصد در مقایسه با شاهد (۴۶/۵ درصد) بود که بدون اختلاف معنی‌دار آماری از دُز توصیه شده با ۰/۷ درصد خسارت به برگ‌ها در مقایسه با شاهد (۴۲/۷ درصد)، قرار گرفت (Speiser & Kistler, 2002). در مجموع، در تحقیق انجام شده، استفاده از هر دو دُز لوماکیدین® در هر دو شرایط مزرعه و گلخانه، میزان خسارت به گیاه را در حدود ۳ تا ۴ برابر نسبت به شاهد کاهش داد. نتایج حاکی از خسارت بیشتر نرم‌تنان در مزرعه کاهو نسبت به گلخانه است که احتمالاً می‌تواند به تفاوت در نوع و فراوانی حلزون/راب در گلخانه و مزرعه مربوط باشد. به طوری که در مزرعه کاهو، فعالیت بیشتر راب‌ها از جمله راب *D. iberia* و *D. agreste* نسبت به حلزون در گلخانه

به دلیل ایجاد اثرات منفی حلزون/لیسک‌کش‌های رایج در بشر و سایر موجودات غیرهدف (Nabeerasool et al., 2015)، استفاده از روش‌های جدید موثر و دوستدار محیط زیست برای کنترل این آفات لازم است. طبق میانگین دو ساله، در روز بیست و یکم پس از اعمال تیمارها، دو ترکیب فریکول® و سبزآرننگ® علیه راب *D. agreste* در گلخانه گل زینتی ۷۶ تا ۷۸ درصد موثر بودند. برای جلوگیری از آلودگی زیست محیطی ناشی از مصرف سموم، استفاده از فریکول® نسبت به متالددید پیشنهاد شده است (Kheirodin et al., 2012). اما باید توجه داشت به این دلیل که فسفات آهن در مقایسه با متالددید تأثیر کمتری روی حلزون/راب دارد، به مقدار بیشتری مصرف می‌شود. میزان توصیه شده بالاتر این ترکیب، هزینه کاربرد آن را نسبت به متالددید افزایش می‌دهد (Speiser & Kistler, 2002). در خصوص سبزآرننگ®، حلزون/راب‌ها در تماس با این موانع حاوی نمک‌های مس، دچار شوک می‌شوند، نمک‌های مس توانایی جذب شدن توسط بدن حلزون/راب را داشته و به آن‌ها آسیب می‌رسانند. توجه به این موضوع مهم است که این نوارها فقط به عنوان موانع عمل کرده و خاصیت کشندگی ندارند (Amiri-Besheli, 2009). همچنین در صورت شسته شدن این موانع، با از بین رفتن نمک‌ها، امکان حرکت جانور روی این موانع وجود دارد (Ryder & Bowen, 1977)، بنابراین در این شرایط استفاده مجدد لازم است.

بررسی میانگین درصد برگ‌های آسیب دیده گیاه اسپاتیفیلوم در گلخانه نشان داد که کاربرد لوماکیدین® می‌تواند خسارت حلزون/راب را روی گیاه مذکور نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش دهد. به طور مشابه، در

مشاهده شد که می‌تواند یکی از دلایل خسارت بیشتر در مزرعه کاهو نسبت به گلخانه زینتی باشد. همچنین وقوع شرایط جوی مساعد از جمله رطوبت بیشتر در مزرعه، باعث هجوم بیشتر این جانوران از پناهگاه‌ها به سمت کرت‌های کشت شده می‌شود (Speiser & Kistler, 2002). در ضمن، علاقه این آفات به تغذیه از کاهو را نباید نادیده گرفت (Santos et al., 2018). گزارش شده که راب جنس *Deroceras* می‌تواند در مزرعه کاهو تا ۱۰۰ درصد خسارت اقتصادی ایجاد کند زیرا عملکرد و سطح کاشت با عادت غذایی پرخور این آفت به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Montero, 1997). این شدت خسارت، در تیمار شاهد تحقیق انجام شده، با کاهش درصد بوته‌های سالم و بروز خسارت به میزان ۹۰ درصد، ثابت شده است. از طرفی، این راب نسبت به متالدئید بسیار حساس است (Lange & Sciarone, 1952) که این موضوع کاهش خسارت به بوته‌های کاهو در تیمارهایی که متالدئید به کار برده شد را نشان می‌دهد. مشابه نتایج این تحقیق، درصد کل بوته‌های آسیب دیده در مزرعه کاهو در تیمار شاهد ۸۷ درصد بدست آمد (Santacruz et al., 2011).

خسارت حلزون/راب قابل توصیه است. کاربرد این ترکیب با کاهش مقدار مصرف آن در مترمربع/هکتار نسبت به دُز بالاتر توصیه شده (۲ گرم در مترمربع)، کاهش هزینه کنترل را موجب می‌شود. در مواردی که کشاورزی ارگانیک مدنظر است استفاده از ترکیب فریکول® به عنوان ترکیب سازگار با محیط زیست پیشنهاد می‌شود. هر چند هزینه مصرف این ترکیب نسبت به متالدئید گران‌تر است. در این صورت احتمالاً استفاده از این ترکیب در گلخانه‌ها به دلیل داشتن مساحت کوچک‌تر نسبت به مزرعه می‌تواند مفیدتر واقع شده و توجیه اقتصادی بیشتری داشته باشد.

سپاس‌گزاری

مقاله حاضر بخشی از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۵۰۶۱۵-۰۷۴-۱۶-۱۶-۰۴ بوده و نویسنده خود را مدیون همکاری‌ها، هم‌فکری‌ها و پشتیبانی معنوی بسیاری از آموزندگان، دلسوزان و همراهانی می‌داند که نام همهٔ آن‌ها را مجال ذکر نیست. به هر ترتیب، از مدیریت محترم مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های گیلان و مازندران و کلیه همکاران محترمی که در طول اجرای پروژه نهایت همکاری را داشته‌اند و همچنین از مدیریت محترم موسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (به جهت پشتیبانی و تأمین هزینه‌های اجرای پروژه) تشکر و قدردانی می‌نمایم.

نتیجه‌گیری

با توجه به کارایی مثبت لوماکیدین ۵ جی® (۰/۷ گرم در مترمربع)، استفاده از آن در گلخانه و مزرعه برای کاهش

REFERENCES

- Ahmadi, E. (2009). Evaluation of iron phosphate bait efficiency in controlling *Deroceras agreste* on lettuce in Mazandaran and Tehran provinces. *Plant Protection*, 1(4), 419-428. (In Farsi with English abstract).
- Ahmadi, E. & Hasani Moghaddam, M. (2005). Study of control methods and economic injury level of slugs pest on lettuce in Mazandaran province. *Journal of Agriculture and Rural Development*, 7(1), 1-7. (In Farsi with English abstract).
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Abdshah, H., & Kazemian, A. (2019). *Agricultural Statistics*. Ministry of Agriculture Jihad Publication. (In Farsi).

Amiri-Besheli, B. (2009). Toxicity appraisalment of methaldehyde, ferricol®, snail repellent tape® and sabzarang® (snail repellent paint) on land snails (*Xeropicta derbentina*), (*Xeropicta krynickii*). *African Journal of Biotechnology*, 8(20), 5337-5342.

Anonymous. (2001). *Statistics of permits issued for entry and discharge of raw materials required for pesticide formulation*. Plant Protection Organization.

Bari, M.A. (2004). Comparative efficacy of mollusk baits containing metaldehyde (Slugfest and Deadline) and Iron phosphate (Sluggo) against the gray garden slug, *Deroceras reticulatum* occurring on artichokes. *Acta Horticulturae*, 660, 39-45.

Barker, G. M. (2002). *Molluscs as crop pests*. CABI Publishing, Wallingford.

Castle, G. D., Mills, G. A., Gravell, A., Jones, L., Townsend, I., Camerone, D. G., & Fones, G. R. (2017). Review of the molluscicide metaldehyde in the environment. *Environmental Science Water Research and Technology*, 3, 415–428.

Dreves, A.J., Sullivan, C., & Anderson, N.P. (2015). *Slug Control*. Pacific North West Insect Management Handbook. <http://insect.pnwhandbooks.org/ipm/slug-control>.

Ebadzadeh, H., Ahmadi, K., Mohammadnia Afrozi, SH., F., Taleghani, R., Abbasi, M., & Yari, SH. (2019). *Agricultural Statistics*. Ministry of Agriculture Jihad Publication.

Henderson, C.F., and Telton, E.W. (1955). Test with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48, 157-161.

Horgan, A. R. (2006). The potential for slug control with ferric phosphate. In: Atkinson, C. et al. (Eds.). *Aspects of Applied Biology: What will organic farming deliver?* Association of Applied Biologists. (pp. 225-226).

Iglesias, J., Castillejo, J., & Castro, R. (2003). The effects of repeated applications of themolluscicide metaldehyde and the biocontrol nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* on molluscs, earthworms, nematodes, acarids and collembolans: A two-year study in north-west Spain. *Pest Management Science*, 59, 1217–1224.

Kheirodin, A. Damavandian, M.R., & Sarailoo, M.H. (2012). Mineral oil as a repellent incomparision with other control methods for citrus brown snail, *Caucasotachea leucoranea*. *African Journal of Agricultural Research*, 7(42), 5701-5707.

Lange, W., & Sciarone, H. (1952). Metaldehyde dusts for control of slugs affecting brussel sprouts in central California. *Entomología*, 45(5), 896-897.

Mansorian, A. (2005). Terrestrial molluscs of Golestan and Mazandaran provinces, northern Iran. *Journal of the Faculty of Veteriny Medicine University of Tehran*, 60(1), 31-36 (In Farsi with English abstract).

Mirzaei, A. (1972). *Molluscs of agricultural importance in Iran*. Ministry of AgricultureResources Plant Pests and Diseases Research Institute. (In Farsi).

Montero, F. J. (1997). Las babosas el enemigo silencioso de las hortalizas. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay (Venezuela). EN: FONAIAP Divulga (Venezuela). *14*(55), 37-38.

Nabeerasool, M., Campen, A., Polya, D., Brown, N., & van Dongen, B. (2015). Removal of metaldehyde from water using a novel coupled adsorption and electrochemical destruction technique. *Water*, *7*, 3057–3071.

NFU. (2013). Updated briefing on Metaldehyde stewardship. *NFU briefing*, PS088/13. pp. 1–4.

Nicholls, C. J. (2014). Implications of not controlling slugs in oilseed rape and wheat in the UK. Agriculture and Horticulture Development Board. *Research Review*, *79*, 1- 9.

Norouzi, M. (1999). *List of permitted toxins in the country*. Plant Protection Organization Publications. (In Farsi).

Nourbakhsh, S. (2020). List of important pests, diseases and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods to control them. Agricultural Research, Education and Extension Organization. (In Farsi)

Ryder, T.A., & Bowen, I.D. (1977). The slug foot as a site of uptake of copper molluscicides. *Journal of Invertebrate Pathology*, *30*, 381-386.

Santacruz, A., Toro, P., & Salazar, G. (2011). Slugs control methods (*Deroceras* sp. Müller) in lettuce and broccoli crops. *Agronomía Colombiana*, *29*(2), 241-247.

Santos, L. dos., Barbosa-Negrisoni, B., Santos, M., & Negrisoni Junior, A. (2018). Population fluctuation and food preference of African snail by horticulture crops. *Agroecology*, *85*, 1-8. <https://doi: 10.1590/1808-1657000402017>.

SAS. (2002). *SAS/STAT® 9.0 user's guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schüder, I., Port, G., & Bennison, J. (2003). Barriers, repellents, and anti feedants for slug and snail control. *Crop Protection*, *22*, 1033-1038.

SheikhiGorjan, A., Najafi, H., Abassi, S., Saber, F., & Rashid, M. (2009). *The pesticide guide of Iran*. Pytakht Press.

Shmuel, M., Yaacov, G., & Benjamin, Y. (2004). Management of land snails in cut greenornamentals by copper hydroxide formulations. *Crop Protection*, *23*, 647-650.

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

Speiser, B., & Kistler, C. (2002). Field tests with a molluscicide containing iron phosphate. *Crop Protection*, *21*, 389-394.



© 2022 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/>).



Effectiveness of metaldehyde Lumakidin[®] against snails and slugs in the greenhouse of *Spathiphyllum* and lettuce field and its comparison with the efficiency of Ferricol[®] and Sabzarang[®] in ornamental flower greenhouse

E. Ahmadi^{1*}, M. GholamzadehChitgar², Z. Mojib Hagh Ghadam³ and A. Heidari⁴

1. ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Agricultural Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, 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, Sari, Iran
3. Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran
4. Associate Professor, Pesticides Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 23 August 2021

Accepted: 4 December 2021

Abstract

Background and Objectives

Snails and slugs as terrestrial molluscs are the important pests of greenhouses and lettuce fields, which cause destruction by feeding on the leaves, stems, roots, and seeds of plants. Using molluscicides is the most important control method against their damages. Metaldehyde is considered as one the most important chemical compounds which is widely used to control slugs and snails. Lumakidin 5G[®] (Basir Shimi Company), as a product containing metaldehyde, has been at field recommended dose, 2g/m², while its 0.7g/m² has the potential to control slugs and snails according to the manufacturer. Ferricol[®] is bait including 1% iron phosphate, and Sabzarang[®] is snail repellent paint containing insoluble copper salts, special sticking, and binding agents. So far, no research has been conducted on the effectiveness of Lumakidin 5G[®], Ferricol[®] and Sabzarang[®] in the ornamental flower greenhouse against snail/slug. Therefore, this study aims to evaluate the efficiency of Lumakidin 5G[®], Ferricol[®], and Sabzarang[®] in the ornamental greenhouse of *Spathiphyllum wallisii* in Guilan province, along with the effect of Lumakidin 5G[®] at 0.7 and 2 g/m² in lettuce in *Lactuca sativa* field in Mazandaran province.

Materials and Method

Treatments included 1, 2: Lumakidin 5G[®] at two doses of 0.7 and 2 g/m², 3: Ferricol[®] (5g/m²), 4: Sabzarang[®], and 5: control (untreated) against slug/snail in the ornamental

greenhouse of *S. wallisii* during 2018 and 2019. In greenhouse, Lumakidin 5G[®] and Ferricol[®] were applied between the pots, and Lumakidin 5G[®] in lettuce field was used between the rows. The pots were painted with Sabzarang[®], as a 10 cm wide band, to prevent the snails from climbing the plants. In addition, the effectiveness of Lumakidin 5G[®] at 0.7 and 2g/m² was evaluated in the lettuce, *L. sativa* field. The number of live slugs/snails was counted one day before and 2, 4, 8, 14, and 21 days after the treatments. During the 21st day after the treatment, the percentage of leaves damaged by snails/slugs in the greenhouse and the percentage of damaged plants in the lettuce field in Lumakidin 5G[®] treatment were calculated.

Results

Based on the two-year results of the greenhouse, Lumakidin 5G[®], doses of 2 and 0.7 g/m², Ferricol[®] and Sabzarang[®] caused 80.9, 69.9, 68.1, and 65.7% mean efficiency against slug, *Deroceras agreste*, respectively. Mean comparison indicated that Lumakidin 5G[®] (0.7 g/m²), Ferricol[®] and Sabzarang[®] failed to have a statistically significant difference, while Lumakidin 5G[®] (2g/m²) was significantly more effective than the other three treatments. Under these conditions, the mean comparison of two doses of metaldehyde in the annual statistical analysis on the twenty-first day showed no statistically significant difference. In the lettuce field, the application of doses of 0.7 and 2g/m² Lumakidin 5G[®] against slug, *D. agreste* in two years of experiment had a similar trend. Thus, more efficiency of higher doses was observed in the first and second year of the experiment up to 8 and 4 days, respectively, while similar efficiency of both doses was evident in the following days, which low-dose of Lumakidin 5G[®] (0.7 g/m²) can be as effective as the recommended dose (2g/m²) against the slug. The percentage of leaves damaged by snails/slugs in the greenhouse and the percentage of damaged plants in lettuce field in Lumakidin 5G[®] treatment showed the effective role of both doses in reducing the damage. The use of this compound in both greenhouse and field conditions reduced plant damage about 3 to 4 times compared to the control.

Discussion

Due to the effectiveness of Lumakidin 5G[®] (at 0.7 g/m²), it is recommended to be used in the greenhouse and field to reduce snails/slugs damage. The application of this product decreases the cost of control by reducing the amount of consumption per m²/hectare. Further, it can have less environmental pollution than other doses. In organic agriculture, the use of Ferricol[®] is recommended due to the environmental safety of the compound. However, it is more expensive than metaldehyde. Thus, it can be considered as a good choice for a greenhouse due to its smaller scale than the field. Sabzarang[®], as a repellent color, can be another alternative to chemicals, but the compound does not kill snails/slugs and only keep them away from that area. Finally, the paint is more expensive than the other two compounds.

Keywords: *Mollusc, Metaldehyde, Bait, Repellent paint, Spathiphyllum*

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

Citation: Ahmadi, E., GholamzadehChitgar, M., Mojib Hagh Ghadam, Z., & Heidari, A. (2022). Effectiveness of metaldehyde Lumakidin[®] against snails and slugs in the greenhouse of *Spathiphyllum* and lettuce field and its comparison with the efficiency of Ferricol[®] and Sabzarang[®] in ornamental flower greenhouse. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 44(4): 107-122. <https://doi.org/10.22055/ppr.2021.17217>