تحقیقات آفات گیاهی
۵۸- ۴۵ :(۳)۱۱- ۱۴۰۰

علمی پژوهشی

کارایی لوماکیدین ۵ جی® و فریکول® در تلفیق با تله‌های جلب‌کننده علیه لیسک *Deroceras agreste* Linnaeus در گلخانه و مزرعه کاهو

الهام احمدی[1*] و مولود غلام‌زاده چیتگر[2]

۱- بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۸ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۹/۲۰)

چکیده

لیسک *Deroceras agreste* از مهم‌ترین آفات گلخانه‌ها و مزارع کاهو است که باعث کاهش کمیت و کیفیت کاهو می‌شود. کارایی هفت تیمار شامل ۱-طعمه مسموم لوماکیدین ۵ جی®، ۲-طعمه مسموم فریکول®، ۳- لوماکیدین ۵ جی® با تله جلب‌کننده ماءالشعیر، ۴- فریکول® با تله جلب‌کننده ماءالشعیر ، ۵- لوماکیدین ۵ جی® با تله شیر، ۶- فریکول® با تله شیر و ۷- شاهد در چهار تکرار در گلخانه و مزرعه کاهوی قائم‌شهر مازندران در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ ارزیابی شد. تعداد لیسک‌های زنده یک روز قبل و ۲ ،۴، ۸، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از اعمال تیمارها شمارش شدند. نتایج نشان داد که هم در گلخانه و هم در مزرعه استفاده از تله ماءالشعیر کارایی طعمه‌های لوماکیدین ۵ جی® و فریکول® را در کنترل لیسک *D. agreste* به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در روز بیست و یکم، بالاترین درصد کارایی در تیمار لوماکیدین ۵ جی® در تلفیق با تله ماءالشعیر (۱۰۰ درصد در گلخانه و مزرعه) به‌دست آمد. در این روز، بالاترین درصد خسارت برگ‌ها مربوط به شاهد (حدود ۷۰ درصد) و سپس، فریکول® (۱۳/۸ و ۱۴/۲ درصد به‌ترتیب در گلخانه و مزرعه) بود. در تیمار لوماکیدین ۵ جی® تلفیق با تله ماءالشعیر خوردگی برگ مشاهده نشد. بنابراین به‌کارگیری تله ماءالشعیر در تلفیق با لوماکیدین ۵ جی® و فریکول® برای افزایش کارایی این طعمه‌ها پیشنهاد می‌شود. از این میان، لوماکیدین ۵ جی® با تله ماءالشعیر ضمن تأثیر بیشتر در کنترل لیسک *D. agreste* از نظر اقتصادی نیز به‌صرفه‌تر است.

واژه‌های کلیدی: *Deroceras agreste*، طعمه مسموم، تله جلب‌کننده، کاهو

*نویسنده مسئول: e1_ahmadi@yahoo.com

مقدمه

لیسک‌های خاک‌زی خسارت اقتصادی قابل ملاحظه‌ای روی محصولات مختلف در گلخانه، مزرعه و باغ وارد کرده و به طور قابل توجه به ویژه در مناطقی که آب و هوای مرطوب دارند، یافت می‌شوند (Wilson and Barker, 2011). در این مناطق، بیش‌ترین خسارت روی سبزی‌های برگی و گیاهان علفی مانند کاهو، کلم، اسفناج و لوبیا مشاهده می‌شود. افزایش جمعیت لیسک‌ها و خسارت-های سنگین آن‌ها همواره بسیاری از مزرعه‌داران و تولیدکنندگان را به مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی ترغیب کرده است (Wilson and Barker, 2010).

لیسک *Deroceras agreste* Linnaeus از خانواده Agriolimacidae کلیدی‌ترین و گسترده‌ترین آفت کاهو در جهان به شمار می‌آید که در دهه‌های اخیر تبدیل به یک مشکل اساسی در پرورش کاهو در ایالات متحده آمریکا، بخش‌هایی از آسیا، آفریقا و استرالیا شده است (Douglas and Tooker, 2012). این آفت برای تغذیه و تولیدمثل مانند سایر لیسک‌ها به رطوبت زیاد احتیاج دارد و در صورت مساعد بودن شرایط می‌تواند دو یا حتی سه نسل در سال تولید کرده و در دوره‌های خشکی تا چندین ماه در عمق خاک زنده بماند (Hunter, 1968; Al Sarar *et al*., 2012). در سبزی‌های برگی علاوه بر خسارت تغذیه‌ای می‌تواند با آلودگی محصول به مدفوع و مواد لزج ترشح شده آن را غیر قابل فروش نماید (Capinera, 2018). در ایران، این آفت برای اولین بار در سال ۱۳۵۱ از شمال کشور گزارش شد (Mirzaei, 1972).

استان مازندران با سطح زیر کشت حدود ۵۰۰۰ هکتار از مناطق مهم کشت کاهو به شمار می‌رود (Amoli, 2009). در این منطقه، دو گونهٔ لیسک *Drusia ibera* Eichwald و *Deroceras agreste* Linnaeus روی ارقام مختلف کاهو اهمیت اقتصادی دارند (Ahmadi and Hasani Moghaddam, 2005). به‌کارگیری سموم شیمیایی نظیر متالدئید و یا ترکیبات معدنی فسفات‌آهن به شکل پلت‌های طعمه مسموم، رایج‌ترین روش کنترل نرم‌تنان خاک‌زی آفت از جمله لیسک‌ها می‌باشد (Castle *et al*., 2017). در مزارع کاهو استان مازندران، کنترل لیسک‌ها به طور عمده به صورت شیمیایی و با استفاده از سمومی نظیر تیودیکارب، متالدئید و متیوکارب انجام می‌شد (Mahjoub, 2015)، اما در حال حاضر تیودیکارب، متیوکارب و کاربارل به دلایلی مانند تأثیر منفی آن‌ها بر موجودات غیرهدف و محیط زیست و کاهش کارایی از فهرست سموم مجاز کشور حذف شدند و تنها متالدئید به طور رایج مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nourbakhsh, 2020). همچنین، سموم معدنی نظیر فریکول® اثر کنترلی خوبی داشته و در پژوهش‌های مختلف کارایی آن برای کنترل لیسک‌ها مثبت گزارش شده است (Ahmadi, 2009). طعمه متالدئید با تخریب سلول‌های تولیدکننده ماده مخاطی، سبب می‌شود که حلزون‌ها و راب‌ها به دفع مقادیر زیادی موکوس بپردازند و با از دست دادن آب، از بین بر-وند (Barker, 2002). طعمه فریکول®، حاوی ترکیبات معدنی فسفات آهن ۱ درصد بوده که موجب مرگ فوری در حلزون/راب نمی‌شود، بلکه با متوقف کردن تغذیه در این آفات سرانجام مرگ را موجب می‌شود. پس از مصرف این طعمه، فسفات آهن با متابولیسم کلسیم در دستگاه گوارش مداخله کرده و به‌سرعت تغذیه را در جانور متوقف می‌کند (Shmuel *et al*., 2004). مقدار مصرف متالدئید برای کنترل حلزون/راب‌ها ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار و برای فریکول® ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار است (SheikhiGorjan *et al*., 2009). متالدئید لوماکیدین ۵ جی® (۵ درصد) از شرکت بصیر شیمی، بنا بر توصیه شرکت سازنده، با دز ۷ کیلوگرم در هکتار ارائه شده است. مصرف سموم لیسک‌کش سنتزی، در کاهش تراکم و پراکندگی لیسک‌ها مؤثر بوده، اما استفاده بیش از حد از آن‌ها می‌تواند عوارض نامطلوبی برای موجودات غیرهدف و همچنین، آسیب‌های جبران‌ناپذیر محیطی برجای گذارد (Al Sara *et al*., 2012). به‌کارگیری مستمر لیسک‌کش-ها در یک فصل زراعی در گلخانه و مزرعه باعث بروز مقاومت در جمعیت لیسک‌های خسارت‌زای محصولات مختلف کشاورزی می‌شود. برای افزایش کارایی و کاهش مصرف لیسک‌کش‌ها، ارزیابی فرمولاسیون‌های جدید

لیسک‌کش متالدئید که با غلظت مصرفی کمتر، تأثیرگذاری مطلوبی روی مراحل مختلف زیستی لیسک‌ها دارند، لازم می‌باشد. از آن‌جاکه لیسک‌های خسارت‌زا با توانایی زادآوری بالا و ایجاد نسل‌های متعدد در یک فصل زراعی و انطباق پذیری با شرایط اقلیمی، توان مقاومت بیشتری در مقابله با سموم دارند، بنابراین تلفیق سموم لیسک‌کش با سایر روش‌های مبارزه، در اعمال مدیریت پایدار آن‌ها حائز اهمیت است (Santacruz *et al*., 2011).

یکی از روش‌های مبارزه غیرشیمیایی با لیسک‌ها، تله-گذاری است. تله‌ها می‌توانند در برنامه ریشه‌کنی و حذف مداوم نرم‌تنان آفت به خصوص در زمانی که این آفات از سایر اقدامات کنترلی می‌گریزند، مؤثر عمل کنند (Roda *et al*., 2018). در تله‌ها از یک طعمه غذایی به تنهایی و یا در تلفیق با یک عامل کشنده نظیر سموم استفاده می‌شود. طعمه‌های حاوی مخمر یا فرآورده‌های تخمیریافته قادر به جلب این دسته از آفات هستند (Vanitha *et al*., 2008). استفاده از آبجو به عنوان یک مایع جلب‌کننده در تله، در جلب و به دام انداختن تعداد زیادی از لیسک‌ها در مزارع سبزی و توت فرنگی موفقیت‌آمیز بود (Torres and Yánez, 1998). آبجو به طور مؤثر در جلب حلزون‌ها نقش دارد (Hammond *et al*., 1999) و مخمر موجود در آن باعث می‌شود که لیسک از فواصل دور تا ۱۸۰ متر به سوی تله جلب و اثر سمی الکل باعث کشتن آن شود (Santacruz *et al*., 2011). استفاده از آبجو و شیر به عنوان تله‌های جلب‌کننده در مزارع کاهو و بروکلی در به دام انداختن لیسک *Deroceras* sp. مؤثر بود؛ به طوری‌که تعداد لیسک‌های به دام افتاده در دو تله حاوی آبجو و شیر به‌ترتیب ۱۲۶ و ۶۸ عدد در مزرعه بروکلی و ۸۹ و ۵۱ عدد در مزرعه کاهو بود که بر این اساس کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعداد لیسک‌های فعال در هر کرت در مقایسه با شاهد مشاهده شد (Santacruz *et al*., 2011).

با توجه به اهمیت و خسارت‌زایی لیسک *D. agreste* در محصولات زراعی استان‌های شمالی کشور و مصرف گسترده ترکیب شیمیایی متالدئید، در این پژوهش کارایی لوماکیدین ۵ جی® (به دلیل مقدار دز توصیه شده کمتر نسبت به سایر متالدئیدهای رایج) و فریکول® به تفکیک و در تلفیق با تله‌های حاوی مایع جلب کننده ماءالشعیر و شیر مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مکان‌های آزمایش

آزمایش‌ها در گلخانه و مزرعه‌ای در قائم‌شهر (استان مازندران) در زمینی به مساحت ۱۱۲ متر مربع که تعداد ۲۲۴ عدد نشای کاهو، *Lactuca sativa* در آبان‌ماه ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ کاشته شده بود، انجام شدند. قطعه آزمایشی به چهار بلوک و هر بلوک حاوی هفت کرت تقسیم شد. هر کرت (چهار مترمربع) شامل هشت نشای کاهو بود که در دو ردیف چهار عددی با فاصله نیم متر از هم کاشته شدند.

جمع‌آوری آفت

لیسک‌ها از روی علف‌های هرز حاشیه مزارع در منطقه آزمایش جمع‌آوری و پس از شناسایی، جانوران بالغ با اندازه حدود ۳۵ میلی‌متر در آزمایش استفاده شدند. قبل از انجام تیمارها، در هر کرت ۴۰ عدد لیسک گونه *D. agreste* و در مجموع ۱۱۲۰ عدد لیسک در گلخانه و در مزرعه در هر سال آزمایش رهاسازی شدند.

آزمایش ارزیابی تیمارها در شرایط گلخانه و مزرعه

تیمارها در این آزمایش عبارت بودند از ۱- طعمه شیمیایی لوماکیدین ۵ جی® شرکت بصیر شیمی مقدار توصیه شده هفت کیلوگرم در هکتار، ۲- طعمه فریکول® حاوی یک درصد فسفات آهن شرکت کیمیاسبزآور مقدار توصیه شده پنجاه کیلوگرم در هکتار، ۳- تلفیق طعمه شیمیایی لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله‌های ماءالشعیر بهنوش، ۴- تلفیق طعمه فریکول® به همراه تله‌های جلب-کننده ماءالشعیر بهنوش، ۵- تلفیق طعمه شیمیایی لوماکیدین ۵ جی® با تله‌های حاوی شیر ترش شده، ۶- تلفیق طعمه فریکول® با تله‌های حاوی شیر ترش شده و ۷- شاهد (بدون هر گونه روش کنترل) بودند. تیمارها چهار بار تکرار شدند. تعداد یک تله در کرت‌های تلفیقی و در مجموع ۱۶ عدد تله استفاده شد. برای تله‌گذاری، گودالی به اندازه ظرف حاوی

ماءالشعیر یا شیر به شکل استوانه‌ای با ارتفاع ۶ سانتی‌متر و شعاع ۵ سانتی‌متر حفر شده و ظرف داخل گودال قرار داده شد. سطح بالایی ظروف هم‌سطح زمین بود. برای جلوگیری از بالا آمدن و خارج شدن جانور، داخل تله‌ها با آب صابون یا روغن گریس آغشته شده و سپس، طعمه مورد نظر، به میزان یک سوم حجم تله، در تله ریخته شد. تله‌ها هر روز صبح بازدید شده، لیسک‌های به دام افتاده از بین برده شده و دوباره ظرف حاوی مایع به گودال برگردانده می‌شد. روی تله‌ها درپوشی به صورت سایبان قرار گرفته بود تا از عوامل محیطی محفوظ باشند. پس از رهاسازی لیسک‌ها، شمارش تعداد کل لیسک‌های زنده در هر تکرار در ۲، ۴، ۸، ۱۴ و ۲۱ روز پس از تیمار انجام و برای تعیین درصد کارایی هر تیمار از فرمول هندرسون - تیلتون (Henderson and Telton, 1955) استفاده شد.

تعیین درصد خسارت برگ

برای تعیین سطح خسارت برگ در هر تیمار با استفاده از دستگاه سطح‌سنج برگ (Delta-T Devices LTD مدل windias3 شرکت سازنده دلتا تی انگلستان)، ابتدا سطح سالم و خسارت دیده برای هر برگ محاسبه شد. سپس، با در نظر گرفتن سطح کل برگ (سطح سالم+ سطح خسارت دیده)، درصد خسارت برگ تعیین شد (Ahmadi *et al.*, 2020).

تجزیه داده ها

تجزیه داده‌های گلخانه و مزرعه به ترتیب در قالب طرح کاملاً تصادفی و بلوک‌های کامل تصادفی انجام و برای تجزیه واریانس از نرم افزار SAS ver. 9.0 (SAS, 2002). میانگین‌های به دست آمده با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد گروه‌بندی شدند.

نتایج

ارزیابی تیمارها در شرایط گلخانه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی لوماکیدین ۵ جی®، فریکول®، تله ماءالشعیر با لوماکیدین®، تله ماءالشعیر با فریکول®، تله شیر با لوماکیدین۵ جی® و تله شیر با فریکول® در شرایط گلخانه در فواصل زمانی ۲ روز ($F=49.24, df=5,18, p<0.0001$)، ۴ روز ($F=20.82, df=5,18, p<0.0001$)، ۸ روز ($F=45.36, df=5,18, p<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=33.64, df=5,18, p<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=22.60, df=5,18, p<0.0001$) در سال ۹۸ نشان داد که بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). طبق نتایج، در تمام روزهای نمونه‌برداری، تیمار لوماکیدین ۵ جی® در تلفیق با تله ماءالشعیر از کاربرد به تنهایی لوماکیدین ۵ جی® علیه لیسک *D. agreste* به طور معنی‌داری مؤثرتر بود؛ در حالی‌که در تلفیق با تله شیر، تنها در روزهای دوم و هشتم نمونه‌برداری، به طور معنی‌دار کارایی بیشتری نشان داد. همچنین، افزایش معنی‌دار عملکرد تیمار فریکول® در تلفیق با تله ماءالشعیر در روزهای دوم، هشتم و بیست و یکم نمونه‌برداری نسبت به تیمار فریکول® به تنهایی مشاهده شد، در حالی‌که این وضعیت در تیمار فریکول ® در تلفیق با تله شیر تنها در روزهای دوم و هشتم نمونه‌برداری مشهود بود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین کارایی (٪± خطای معیار) لوماکیدین ۵ جی® (۰/۷ گرم بر مترمربع)، فریکول® (۵ گرم بر مترمربع)، لوماکیدین® و تله ماءالشعیر، فریکول® و تله ماءالشعیر، لوماکیدین® و تله شیر، فریکول® و تله شیر علیه لیسک *Deroceras agreste* در زمان‌های مختلف در گلخانه در سال ۱۳۹۸

Table 1. Mean efficacy (%± SE) of Lumakidin® 5G (0.7g/m^2) Ferricol® (5 g/m^2), Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap, Ferricol® and non-alcoholic beer trap, Lumakidin 5G ® and milk trap, Ferricol® and milk trap against *Deroceras agreste* at different times in greenhouse in 2019

	Mean efficacy (%) after application ± SE (days)				
	2	4	8	14	21
Lumakidin 5G®	59.5±3.6^{c}	75.5±3.7^{b}	85.1±5.1^{b}	92.4±6.0^{b}	93.0±4.0^{b}
Ferricol®	46.7±3.2^{e}	63.8±5.1^{c}	68.6±4.9^{d}	77.3±4.2^{c}	80.9±5.3^{d}
Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap	72.9±4.4^{a}	83.0±7.3^{a}	96.7±3.8^{a}	100 ±0.0^{a}	100±0.0^{a}
Ferricol® and non-alcoholic beer trap	59.9±3.4^{c}	68.2±4.4^{c}	75.0±3.6^{c}	82.0±5.2^{c}	87.1±7.7^{c}
Lumakidin 5G ® and milk trap	64.9±4.6^{b}	78.4±5.8^{ab}	92.0±3.1^{a}	95.1±5.8^{b}	96.7±3.0^{ab}
Ferricol® and milk trap	54.3±4.5^{d}	65.3±5.1^{c}	74.5±8.6^{c}	80.5±5.9^{c}	82.4±6.9^{cd}

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Duncan' s test $p\leq0.05$).

درصد کارایی لوماکیدین ۵ جی®، فریکول®، تله ماءالشعیر با لوماکیدین®، تله ماءالشعیر با فریکول®، تله شیر با لوماکیدین ۵ جی® و تله شیر با فریکول® در شرایط گلخانه در فواصل زمانی ۲ روز ($F=22.44, df=5,18, p<0.0001$)، ۴ روز ($F=35.47, df=5,18, p<0.0001$)، ۸ روز ($F=28.77, df=5,18, p<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=16.18, df=5,18, p<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=12.85, df=5,18, p<0.0001$) در سال ۱۳۹۹ تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). در روز بیست و یکم، لوماکیدین ۵ جی® در تلفیق با تله ماءالشعیر با ۱۰۰ درصد کارایی در گروه آماری a جای گرفت و بعد از آن، لوماکیدین ۵ جی® در تلفیق با تله شیر (با ۹۱/۹ درصد کارایی) بدون اختلاف معنی‌دار آماری با فریکول® در تلفیق با تله ماءالشعیر و لوماکیدین ۵ جی® قرار گرفت (جدول ۲).

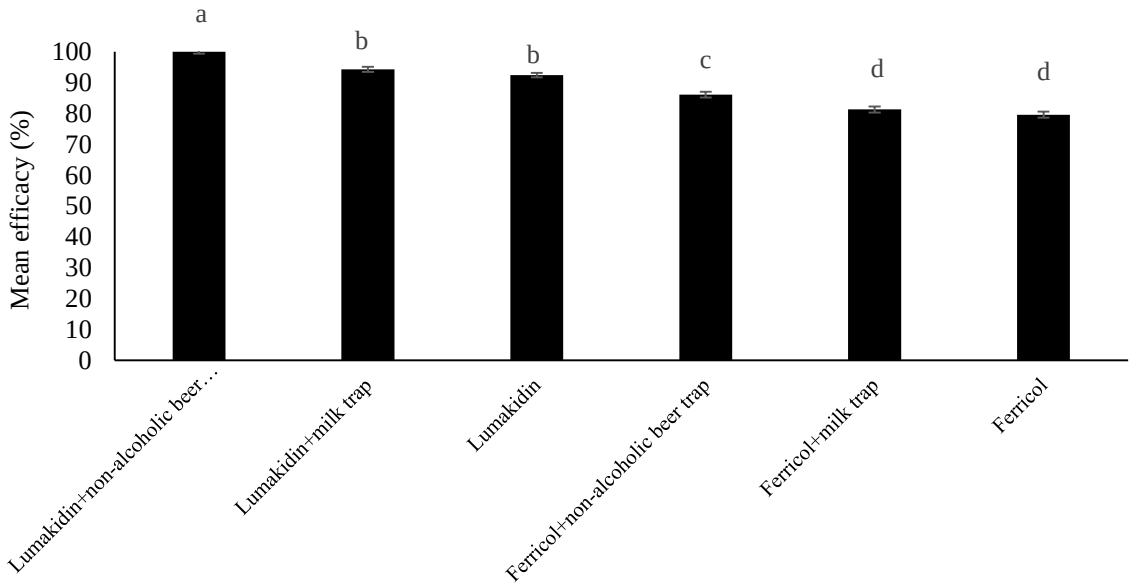
نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله داده‌های گلخانه مربوط به روز بیست و یکم نشان داد که اثر تیمارها معنی‌دار بود ($F=48.96, df=5,30, p<0.0001$). استفاده از تله ماءالشعیر کارایی لوماکیدین ۵ جی® را به طور معنی‌داری افزایش داد، به طوری‌که این تیمار تلفیقی، نسبت به بقیه تیمارها کارایی (۱۰۰ درصد) بیشتری ایجاد کرد (شکل ۱). همچنین، فریکول® در تلفیق با تله ماءالشعیر از کاربرد فریکول® به تنهایی به طور معنی‌داری مؤثرتر بود، در حالی‌که افزایش کارایی با کاربرد تله شیر معنی‌دار نبود (شکل ۱).

جدول ۲- میانگین کارایی (٪± خطای معیار) لوماکیدین ۵ جی® (۰/۷ گرم بر مترمربع)، فریکول® (۵ گرم بر مترمربع)، لوماکیدین® و تله ماءالشعیر، فریکول® و تله ماءالشعیر، لوماکیدین® و تله شیر، فریکول® و تله شیر علیه لیسک *Deroceras agreste* در زمان‌های مختلف در گلخانه در سال ۱۳۹۹

Table 2. Mean efficacy (%± SE) of Lumakidin® 5G (0.7g/m^2) Ferricol® (5 g/m^2), Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap, Ferricol® and non-alcoholic beer trap, Lumakidin 5G ® and milk trap, Ferricol® and milk trap against *Deroceras agreste* at different times in greenhouse in 2020

	Mean efficacy (%) after application±SE (days)				
	2	4	8	14	21
Lumakidin 5G®	52.3±2.5^b	70.6±3.0^b	83.4±2.2^b	90.6±4.1^b	91.7±3.1^b
Ferricol ®	38.5±1.2^c	60.2±3.2^c	67. 7±3.3^c	78.1±1.2^c	79.4±3.3^c
Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap	69.2±2.4^a	82.5±3.5^a	95.4±2.5^a	99.5±1.0^a	100±0.0^a
Ferricol® and non-alcoholic beer trap	56.7±3.0^b	66.9±1.6^b	74.0±1.5^c	78.2±3.1^c	85.1±4.7^{bc}
Lumakidin 5G ® and milk trap	67.1±5.0^a	78.6±2.6^a	91.8±2.1^a	91.1±4.3^b	91.9±2.1^b
Ferricol® and milk trap	49.3±3.1^b	61.1±2.6^c	72.3±5.2^c	77.7±3.3^c	80.1±2.6^c

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Duncan' s test $p \leq 0.05$).



شکل ۱- میانگین کارایی (٪) دوساله لوماکیدین ۵ جی® (۰/۷ گرم بر مترمربع)، فریکول® (۵ گرم بر مترمربع)، لوماکیدین® و تله ماءالشعیر، فریکول® و تله ماءالشعیر، لوماکیدین® و تله شیر، فریکول® و تله شیر علیه لیسک *Deroceras agreste* در روز بیست و یکم در گلخانه

Figure 1. Two-year mean efficacy (%) of Lumakidin® 5G (0.7g/m^2) Ferricol® (5 g/m^2), Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap, Ferricol® and non-alcoholic beer trap, Lumakidin 5G ® and milk trap, Ferricol® and milk trap on *Deroceras agreste* on the twenty-first day in greenhouse

ارزیابی تیمارها در شرایط مزرعه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی لوماکیدین ۵ جی®، فریکول®، تله ماءالشعیر با لوماکیدین®، تله ماءالشعیر با فریکول®، تله شیر با لوماکیدین ۵ جی® و تله شیر با فریکول® در مزرعه کاهو در فواصل زمانی ۲ روز ($F=28.16,\ df=8,15,\ p<0.0001$)، ۴ روز ($F=25.01,\ df=8,15,\ p<0.0001$)، ۸ روز ($F=76.01,\ df=8,15,\ p<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=52.29,\ df=8,15,\ p<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=53.72,\ df=8,15,\ p<0.0001$) در سال ۱۳۹۸ نشان داد که بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳). تاثیر تیمارهای مورد آزمایش روی لیسک‌ها بر اساس میانگین درصد تلفات جمعیت لیسک‌ها در مزرعه کاهو نشان داد که در نوبت‌های مختلف از دو روز تا ۲۱ روز بعد از طعمه‌پاشی، روند تاثیر تیمارها در کنترل جمعیت لیسک رو به افزایش بود. در روز بیست و یکم، بالاترین و پایین‌ترین درصد کارایی به ترتیب مربوط به تیمارهای لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله ماءالشعیر و فریکول® به تنهایی بود. تیمارهای تلفیقی لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله ماءالشعیر و لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله شیر به‌ترتیب دارای کنترل با میانگین ۱۰۰ و ۹۵/۲ درصد تلفات روی جمعیت لیسک در روز بیست و یکم در مزرعه بودند. در این روز، اختلاف کارایی لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله ماءالشعیر به ترتیب نسبت به تیمارهای لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله شیر ولوماکیدین ۵ جی® به تنهایی، به طور معنی‌داری به مقدار ۴/۸ و ۸/۱۸ درصد بیش‌تر بود (جدول ۳). همچنین، تأثیر تیمار فریکول® به همراه تله ماءالشعیر (۸۵/۱ درصد کارایی) نسبت به کاربرد فریکول® به تنهایی (۷۸/۱ درصد کارایی) و فریکول® به همراه تله شیر (۸۰/۱ درصد کارایی) علیه لیسک‌ها به طور معنی‌داری بیشتر بوده است. ماءالشعیر در تلفیق با فریکول®، کارایی این ترکیب را در کنترل لیسک‌ها نسبت به کاربرد به تنهایی، به طور معنی‌داری افزایش داد، در حالی‌که این افزایش در تیمار تلفیق شیر با فریکول® معنی‌دار نبود.

جدول ۳- میانگین کارایی (٪± خطای معیار) لوماکیدین ۵ جی® (۰/۷ گرم بر مترمربع)، فریکول® (۵ گرم بر مترمربع)، لوماکیدین® و تله ماءالشعیر، فریکول® و تله ماءالشعیر، لوماکیدین® و تله شیر، فریکول® و تله شیر علیه لیسک *Deroceras agreste* در زمان‌های مختلف در مزرعه در سال ۱۳۹۸

Table 3. Mean efficacy (%± SE) of Lumakidin® 5G (0.7g/m^2) Ferricol® (5 g/m^2), Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap, Ferricol® and non-alcoholic beer trap, Lumakidin 5G ® and milk trap, Ferricol® and milk trap against *Deroceras agreste* at different times in lettuce field in 2019

	Mean efficacy (%) after application±SE (days)				
	2	4	8	14	21
Lumakidin 5G®	55.2±1.1^{c}	70.8±4.7^{c}	85.1±2.9^{c}	90.4±7.0^{c}	91.8±2.4^{c}
Ferricol ®	42.3±2.9^{e}	59.0±5.3^{e}	67.6±3.7^{e}	76.4±2.9^{e}	78.1±3.1^{e}
Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap	70.1±4.6^{a}	81.1±5.4^{a}	95.7±4.0^{a}	100.0±0.0^{a}	100.0±0.0^{a}
Ferricole ® and non-alcoholic beer trap	57.4±4.1^{bc}	65.7±1.0^{d}	73.5±4.0^{d}	80.1±3.3^{d}	85.1±4.1^{d}
Lumakidin 5G ® and milk trap	60.6±5.8^{b}	75.1±5.3^{b}	90.3±3.2^{b}	94.1±2.3^{b}	95.2±2.9^{b}
Ferricole® and milk trap	50.6±5.8^{d}	62.4±3.4^{de}	69.5±2.3^{e}	78.4±2.5^{de}	80.1±2.3^{e}

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Duncan ' s test $p\leq 0.05$).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی لوماکیدین ۵ جی®، فریکول®، تله ماءالشعیر با لوماکیدین®، تله ماءالشعیر با فریکول®، تله شیر با لوماکیدین ۵ جی® و تله شیر با فریکول® در مزرعه کاهو در فواصل زمانی ۲ روز ($F=9.01$, $df=8,15$, $p=0.0002$)، ۴ روز ($F=11.22$, $df=8,15$, $p<0.0001$)، ۸ روز ($F=27.85$, $df=8,15$, $p<0.0001$)، ۱۴ روز ($F=16.13$, $df=8,15$, $p<0.0001$) و ۲۱ روز ($F=23.77$, $df=8,15$, $p<0.0001$) در سال ۱۳۹۹ نشان داد که بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد (جدول ۴). در روز بیست و یکم، لوماکیدین ۵ جی® در تلفیق با تله ماءالشعیر افزایش کارایی معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها نشان داد. همچنین، اختلاف افزایش کارایی فریکول® در تلفیق با تله ماءالشعیر در مقایسه با کاربرد فریکول® به تنهایی، معنی‌دار بود.

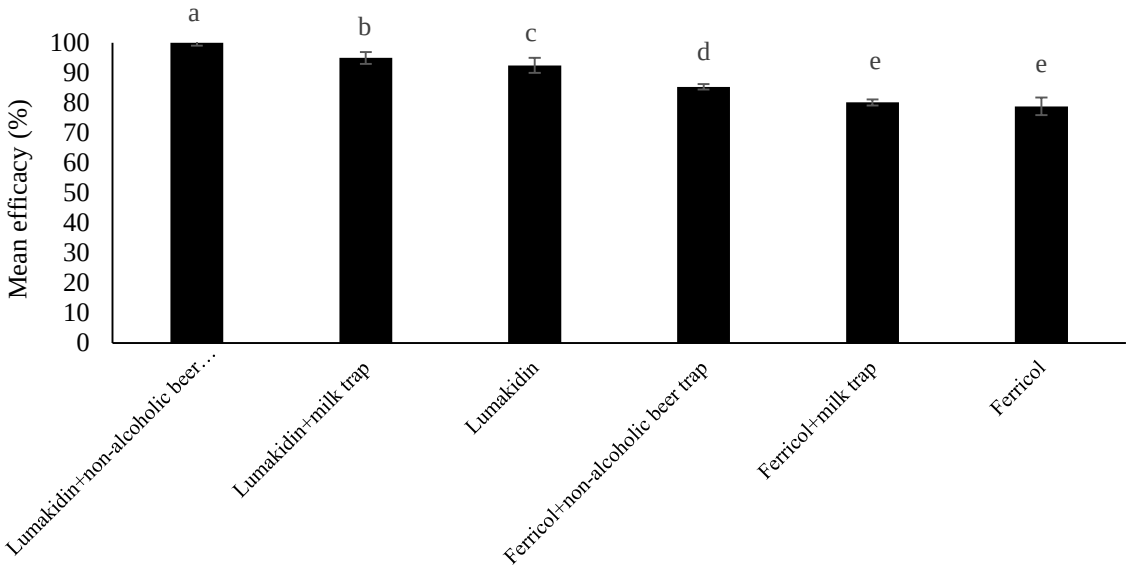
نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله داده‌های مزرعه مربوط به روز بیست و یکم نشان داد که اثر تیمارها معنی‌دار بود ($F=104.96$, $df=5,30$, $p<0.0001$). لوماکیدین ۵ جی® در تلفیق با تله ماءالشعیر با کارایی ۱۰۰ درصد از بقیه تیمارها به طور معنی‌داری مؤثرتر بود (شکل ۲). همچنین، فریکول® در تلفیق با تله ماءالشعیر از کاربرد فریکول® به تنهایی کارایی بیشتری نشان داد.

جدول ۴- میانگین کارایی (٪± خطای معیار) لوماکیدین ۵ جی® (۰/۷ گرم بر مترمربع)، فریکول® (۵ گرم بر مترمربع)، لوماکیدین® و تله ماءالشعیر، فریکول® و تله ماءالشعیر، لوماکیدین® و تله شیر، فریکول® و تله شیر علیه لیسک *Deroceras agreste* در زمان‌های مختلف در مزرعه در سال ۱۳۹۹

Table 4. Mean efficacy (%± SE) of Lumakidin® 5G (0.7g/m^2) Ferricol® (5 g/m^2), Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap, Ferricol® and non-alcoholic beer trap, Lumakidin 5G ® and milk trap, Ferricol® and milk trap against *Deroceras agreste* at different times in lettuce field in 2020

	Mean efficacy (%) after application±SE (days)				
	2	4	8	14	21
Lumakidin 5G®	49.9±3.2^{b}	66.5±3.5^{bc}	79.2±2.7^{b}	86.6±3.6^{b}	93.0±2.2^{b}
Ferricol ®	39.1±3.9^{c}	56.2±4.2^{e}	64.4±3.6^{d}	75.4±4.9^{c}	79.4±5.1^{d}
Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap	71.4±2.7^{a}	78.8±3.4^{a}	90.2±5.1^{a}	99.7±2.0^{a}	100.0±0.0^{a}
Ferricole ® and non-alcoholic beer trap	55.2±3.1^{b}	64.1±2.2^{cd}	71.7±2.6^{c}	78.6±4.5^{c}	85.6±5.1^{c}
Lumakidin 5G ® and milk trap	58.9 ±2.9^{b}	71.6±4.3^{b}	88.8±5.2^{a}	91.3±3.6^{b}	94.7±4.9^{b}
Ferricole® and milk trap	52.4±4.6^{b}	58.9±5.4^{de}	67.0±3.3^{cd}	75.6±4.0^{c}	80.1±3.6^{d}

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Duncan' s test $p\leq0.05$).



شکل ۲- میانگین کارایی (٪) دوساله لوماکیدین ۵ جی® (۰/۷ گرم بر مترمربع)، فریکول® (۵ گرم بر مترمربع)، لوماکیدین® و تله ماءالشعیر ، فریکول® و تله ماءالشعیر، لوماکیدین® و تله شیر، فریکول® و تله شیر علیه لیسک *Deroceras agreste* در روز بیست و یکم در مزرعه

Figure 2. Two-year mean efficacy (%) of Lumakidin® 5G (0.7g/m^2) Ferricol® (5 g/m^2), Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap, Ferricol® and non-alcoholic beer trap, Lumakidin 5G ® and milk trap, Ferricol® and milk trap on *Deroceras agreste* on the twenty-first day in field

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیمارهای مختلف بر درصد خسارت برگ‌های کاهو توسط آفت تاثیر دارند. درصد خسارت برگ‌ها توسط آفت در تیمارهای مختلف در گلخانه در فواصل زمانی ۲ روز (F=65.96, df=6,21, p<0.0001)، ۴ روز (F=197.10, df=6,21, p<0.0001)، ۸ روز (F=397.15, df=6,21, p<0.0001)، ۱۴ روز (F=1167.81, df=6,21, p<0.0001) و ۲۱ روز (F=1497.81, df=6,21, p<0.0001) و مزرعه در فواصل زمانی ۲ روز (F=43.44, df=9,18, p<0.0001)، ۴ روز (F=69.52, df=9,18, p<0.0001)، ۸ روز (F=841.64, df=9,18, p<0.0001)، ۱۴ روز (F=507.56, df=9,18, p<0.0001) و ۲۱ روز (F=593.685, df=9,18, p<0.0001) معنی‌دار بود (جدول‌های ۵ و۶). همه تیمارهای آزمایش شده تغذیه لیسک‌ها از برگ‌های کاهو را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند.

طبق نتایج، در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه، بدون در نظر گرفتن تیمار شاهد، کم‌ترین و بیش‌ترین درصد خسارت برگ‌ها در روز بیست و یکم، به‌ترتیب در تیمارهای لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله ماءالشعیر و فریکول® مشاهده شدند. لوماکیدین ۵ جی® به همراه تله ماءالشعیر و فریکول® در تلفیق با ماءالشعیر و شیر به طور معنی‌داری از کاربرد هر یک از تیمارهای لوماکیدین ۵ جی® و فریکول® به تنهایی، در کاهش تغذیه لیسک‌ها از برگ‌های کاهو مؤثرتر بودند (جدول‌های ۵ و۶).

جدول ۵- میانگین (±خطای معیار) درصد خسارت برگ کاهو توسط *Deroceras agreste* طی ۲۱ روز پس از کاربرد تیمارهای مختلف در گلخانه در سال ۱۳۹۹

Table 5. Mean percentage (±SE) of damaged lettuce leaves by *Deroceras agreste* within 21 days after application of different treatments in lettuce greenhouse in 2020

	Mean percentage of damaged lettuce leaves (%±SE) (days)				
	2	4	8	14	21
Lumakidin 5G®	25.1±2.8^{d}	13.1±2.8^{d}	11.1±2.8^{d}	6.8±1.4^{d}	5.7±1.3^{d}
Ferricol ®	32.0±2.6^{b}	21.2±2.8^{c}	20.1 ±2.8^{b}	15±2.3^{b}	13.8±2.1^{b}
Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap	15.1±2.8^{e}	11.30±1.3^{d}	3.0±1.4^{f}	0.0±0.0^{f}	0.0±0.0^{e}
Ferricole ® and non-alcoholic beer trap	25.2±2.7^{d}	25.0±1.4^{b}	15.1±2.8^{c}	12.5±1.4^{c}	9.8±2.1^{c}
Lumakidin 5G ® and milk trap	23.2±3.0^{d}	13.1±1.4^{d}	7.0±1.5^{e}	3.8±1.5^{e}	4.0±1.4^{d}
Ferricol® and milk trap	28.6±2.1^{c}	21.1±3.0^{c}	15.3±2.7^{c}	11.8±3.1^{c}	10.7±2.4^{c}
control	37.2±2.8^{a}	39.0±1.5^{a}	51.3±2.9^{a}	60.0±1.6^{a}	70.0±2.9^{a}

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Duncan' s test $p\leq0.05$).

جدول ۶- میانگین (±خطای معیار) درصد خسارت برگ کاهو توسط *Deroceras agreste* طی ۲۱ روز پس از کاربرد تیمارهای مختلف در مزرعه در سال ۱۳۹۹

Table 6. Mean percentage (±SE) of damaged lettuce leaves by *Deroceras agreste* within 21 days after application of different treatments in lettuce field in 2020

	Mean percentage of damaged lettuce leaves (%±SE) (days)				
	2	4	8	14	21
Lumakidin 5G®	27.1±1.4^{cd}	15.1±2.8^{d}	11.0±4.1^{d}	7.2±4.4^{c}	6.2±1.2^{d}
Ferricol ®	33.1±4.7^{ab}	23.1±4.0^{bc}	21.0 ±4.6^{b}	15.3±4.8^{b}	14.2±2.6^{b}
Lumakidin 5G ® and non-alcoholic beer trap	16.1±4.8^{e}	12.2±4.5^{d}	3.0±2.9^{f}	0.0±0.0^{d}	0.0±0.0^{e}
Ferricol ® and non-alcoholic beer trap	26.1±4.6^{cd}	26.2±4.0^{b}	16.0±2.9^{c}	13.2±6.3^{b}	10.4±1.4^{c}
Lumakidin 5G ® and milk trap	24.1±6.4^{d}	14.1±4.5^{d}	7.0±4.1^{e}	4.4±1.7^{c}	4.2±1.1^{d}
Ferricol® and milk trap	30.1±4.5^{bc}	22.2±4.7^{c}	15.3±4.0^{c}	12.3±4.5^{b}	11.2±1.2^{c}
control	35.1±4.9^{a}	36.2±2.8^{a}	49.0±2.9^{a}	58.2±4.9^{a}	71.1±6.6^{a}

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Duncan' s test $p\leq0.05$)

بحث

استفاده از طعمه لوماکیدین ۵ جی® با دز مصرفی هفت کیلوگرم در هکتار علیه لیسک *D. agreste* در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه به طور میانگین در حدود ۹۲ درصد کارایی مثبت نشان داد. این موضوع در مقایسه با سایر متالدئیدهای مصرفی با دز ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار اهمیت قابل توجهی دارد؛ زیرا استفاده از دز مصرفی پایین‌تر، اثرات نامطلوب زیست محیطی کمت.ری در پی دارد. همچنین، در حالی‌که با گذشت زمان، فعالیت طعمه متالدئید می‌تواند تحت تأثیر نور خورشید، رطوبت و رشد قارچ قرار گرفته و کاهش یابد (Speiser and Hochstracer, 1998)، دوام کارایی لوماکیدین® در هر

دو شرایط گلخانه و مزرعه به خوبی مشخص 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 دناتونیوم 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/).

در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه، لوماکیدین ۵ جی® از نظر آماری به طور معنی‌داری نسبت به طعمه فریکول® کاراتر بود. این موضوع می‌تواند به دلیل حساسیت بالای لیسک جنس *Deroceras* به متالدئید مربوط باشد (Lange and Sciarone, 1952). کارایی کمتر طعمه فریکول® نسبت به طعمه متالدئید همچنین می‌تواند به پوسیده شدن سریع‌تر این ترکیب در مقایسه با متالدئید وابسته باشد (Speiser and Kistler, 2002). نتیجه مشابهی در مقایسه کارایی متالدئید (۲/۵ گرم در مترمربع) و فسفات آهن (۵ گرم در مترمربع) علیه لیسک *D. agreste* در مزرعه کاهو استان تهران (ورامین) مشاهده شد (Ahmadi, 2009). همچنین، متالدئید عملکرد بهتری در مقایسه با فریکول® در کنترل حلزون‌های *Xeropicta derbentina* Krynicki و *Xeropicta krynickii* Krynicki در باغ مرکبات داشت (Amiri-Besheli, 2009). برای جلوگیری از آلودگی زیست محیطی ناشی از مصرف سموم، استفاده از فریکول® نسبت به متالدئید پیشنهاد شده است (Kheirodin *et al.*, 2012).

در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه، استفاده از تله ماءالشعیر کارایی طعمه‌های لوماکیدین ۵ جی® و فریکول® را در کنترل لیسک *D. agreste* به طور معنی‌داری افزایش داد. اگر چه تله شیر در تلفیق با طعمه‌ها باعث افزایش در کارایی آن‌ها نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی شد، اما این اختلاف افزایش معنی‌دار نبود. ماءالشعیر یک مایع جلب‌کننده لیسک‌ها بوده که یکی از مراحل تولید آن فرایند تخمیر است. تله‌های حاوی مخمر به عنوان یک تیمار مؤثر در جلب و به دام انداختن لیسک‌ها عمل می‌کنند و یکی از محبوب‌ترین طعمه‌ها محسوب می‌شوند. تله مخمر آبجو دارای مزیت‌هایی همچون جلب و به دام انداختن لیسک‌ها بوده و با غرق کردن آن‌ها را از بین می‌برد (Torres and Yánez, 1998). استفاده از تله مخمر می‌تواند به عنوان یک راهکار جهت کاهش جمعیت لیسک *Deroceras* sp. در برنامه مدیریت تلفیقی این آفت در نظر گرفته شود (Santacruz *et al.*, 2011).

در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه، تأثیر مثبت به‌کارگیری طعمه‌های لوماکیدین ۵ جی® و فریکول® در کاهش خسارت لیسک *D. agreste* نسبت به خسارت حدود ۷۰ درصدی در صورت عدم استفاده از طعمه، نمایان است. 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). در نتیجه تغذیه لیسک جنس *Deroceras*، ۶۰ تا ۹۰ درصد خسارت مشاهده شد (Allard *et al.*, 2004) و گاهی ۱۰ تا ۸۰ درصد کل محصول می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد (Clement, 2006). تلفیق تله ماءالشعیر با طعمه‌های لوماکیدین ۵ جی® و فریکول® در کاهش تغذیه لیسک‌ها از برگ‌های کاهو نقش مثبتی داشت. در مزرعه بروکلی و کاهو، استفاده از تله مخمر ضمن کاهش درصد خسارت لیسک *Deroceras* sp.، از تله شیر مؤثرتر عمل کرد (Santacruz *et al.*, 2011).

در مجموع در این پژوهش، تیمار تلفیقی لیسک‌کش لوماکیدین ۵ جی® با تله ماءالشعیر بر اساس درصد کنترل بهتر لیسک *D. agreste* و تغذیه کمتر آن از برگ‌های کاهو، در کنترل مراحل فعال لیسک‌ها در گلخانه و مزارع کاهو قابلیت‌های لازم را دارد. همچنین، تلفیق فریکول® با

تله ماءالشعیر عملکرد این طعمه را افزایش داده و در مواردی که کشاورزی ارگانیک مدنظر است می‌تواند مؤثر واقع شود. به‌کارگیری به موقع تیمار تلفیقی برای یک نوبت در یک فصل زراعی می‌تواند از افزایش جمعیت و خسارت آفت مذکور و نیز تکرار بی‌رویه سموم جلوگیری کرده و هزینه‌های کنترل در گلخانه و مزرعه کاهو را در سطح قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد. استفاده از تله‌های جلب کننده با قابلیت جایگزینی با سموم شیمیایی یکی از مواردی است که می‌تواند در برنامه‌های کنترل لیسک *D. agreste* پیشنهاد و بررسی شود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از پروژه‌های تحقیقاتی به شماره‌های مصوب ۰۹۵-۸۱-۱۲-۱۱-۱۰۰ و ۹۵۰۶۱۵-۰۷۴-۱۶-۱۶-۰۴ بوده و نویسندگان خود را مدیون همکاری‌ها، هم‌فکری‌ها و پشتیبانی معنوی بسیاری از آموزندگان، دلسوزان و همراهانی می‌دانند که نام همهٔ آن‌ها را مجال ذکر نیست. به هر ترتیب، از مدیریت محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران و تمام 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 می‌نماییم.

References

Amiri-Besheli, B. 2009. Toxicity appraisement 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.

Amoli, N. 2009. Cultivar release Varesh, A new lettuce cultivar suitable for cultivation in northern provinces of Iran and similar climates. **Seed and Plant Protection Journal** 1(4): 659-661. (In Farsi with English abstract)

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. and 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)

Ahmadi, E., GholamzadehChitgar, M., Mojib Hagh Ghadam, Z. and Heidari, A. 2020. Efficacy of the EC formulations of Neem (1.28%) and Neemarin® (1%) on slug *Agriolimax agrestis* in laboratory and greenhouse conditions. **Plant Pest Research** 10(3): 61-76. (In Farsi)

Allard, G., Ghent, J., Mironic, I. and Spitoc, L. 2004. Transferencia de tecnología y de información, la lucha contra los insectos defoliantes en la República de Moldova, 55: 22-25. In: Documentos FAO, http://www.fao.org/docrep/007/y5507s/y5507s07.htm; consulted: January, 2011.

Al-Sarar, A., Hussein, H., Abobakr, Y. and Bayoumi, A. 2012. Molluscicidal activity of methomyl and cardenolide extracts from *Calotropis procera* and *Adenium arabicum* against the land snail *Monacha cantiana*. **Molecules** 17: 5310-5318.

Barker, G. M. 2002. Molluscs as crop pests. CABI Publishing. 468 pp.

Capinera, J. L. 2018. Assessment of barrier materials to protect plants from Florida leatherleaf slug (Mollusca: Gastropoda: Veronicellidae). **Florida Entomology Journal** 101: 373–381.

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

Clemente, N. 2006. Biología de *Deroceras reticulatum* (Mollusca, Pulmonata: Agrolimacidae) y su manejo en el cultivo de girasol en siembra directa. M.Sc. thesis. Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Balcarce, Argentina.

Douglas, M. R. and Tooker, J. F. 2012. Slug (Mollusca: Agriolimacidae, Arionidae) ecology and management in no-till field crops, with an emphasis on the Mid-Atlantic region. **Journal of Integrated Pest Management** 3: C1-C9.

Hammond, R. B., Beck, T., Smith, J. A., Amos, R., Barker, J., Moore, R., Siegrist, H., Slates, D. and Ward, B. 1999. Slugs in conservation tillage corn and soybeans in the eastern corn belt. **Journal of Entomological Science** 34: 467–478.

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

Hunter, P. J. 1968. Studies on slugs of arable ground II. Life cycles. **Malacologia** 6:379–389.

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

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

Mahjoub, M. 2015. Important harmful molluscs in agriculture and their technical implementation guidelines. Kermanshah Province Agricultural Promotion Coordination Management, 34 pp. (in Farsi)

Mirzaei, A. 1972. Molluscs of agricultural importance in Iran. Ministry of Agriculture Resources 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.

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).

Roda, A., Yong Cong, M., Donner, B., Dickens, K., Howe, A., Sharma, S. and Smith, T. 2018. Designing a trapping strategy to aid Giant African Snail (*Lissachatina fulica*) eradication programs. **PLoS ONE** 13(9): 1-15.

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

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

Sheikhi Gorjan, A., Najafi, H., Abassi, S., Saber, F. and Rashid, M. 2009. The pesticide guide of Iran. Pytakht Press.

Shmuel, M., Yaacov, G. and Benjamin, Y. 2004. Management of land snails in cut green ornamentals by copper hydroxide formulations. **Crop Protection** 23: 647-650.

Speiser, B. and Kistler, C. 2002. Field test with a molluscicide containing iron phosphate. **Crop Protection** 21(5): 389–394.

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

Torres, A. and C. Yánez. 1998. Evaluación de técnicas de control de babosas (Mollusca: Pulmonata) en fresas y hortalizas en zonas altas del estado Táchira. **Agronomia Tropical** 48(3): 291-303.

Vanitha, K., Karuppuchamy, P., Sivasubramanian, P. 2008. Comparative efficacy of bait traps against giant African snail, *Achatina fulica* attacking vanilla. **Annals of Plant Protection Sciences** 16: 221–222.

Wilson, M. J. and Barker, G. M. 2010. Slugs as pasture pests. Grassland research and practice series. 15: 125-128.

Wilson, M. J. and Barker, G. M. 2011. Slugs as pasture pests. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 72: 241-246.

Plant Pest Research
2021- 11 (3): 45-58

Research paper

Efficacy of Lumakidin 5G® and Ferricol® in combination with attractant traps against *Deroceras agreste* Linnaeus in greenhouse and lettuce field

E. Ahmadi [1*] and M. Gholamzadeh Chitgar [2]

1. Agricultural Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, 2. Plant Protection Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran

(Received: October 20, 2021- Accepted: December 11, 2021)

Abstract

Deroceras agreste is one of the most important pests of greenhouses and lettuce fields, which reduces the quantity and quality of lettuce. Efficacy of seven treatments including 1- Lumakidin 5G® chemical bait, 2- Ferricol® bait, 3- combination of Lumakidin 5G® with non-alcoholic beer trap, 4- combination of Ferricol® with non-alcoholic beer trap, combination of Lumakidin 5G® with milk trap, 6- combination of Ferricol® with milk trap and 7- control were evaluated in four replications in the greenhouse and lettuce field of Ghaemshahr, Mazandaran in 2019 and 2020. Counting the number of live slugs in the experimental plots were done one day before and 2, 4, 8, 14 and 21 days after the treatments. According to the results, in greenhouse and field, the use of non-alcoholic beer trap significantly increased the efficiency of Lumakidin 5G® and Ferricol® in controlling *D. agreste*. On the twenty-first day, the highest efficiency percentage (100% in greenhouse and field) obtained in Lumakidin 5G® treatment with non-alcoholic beer trap. In this day, the highest percentage of damaged lettuce leaves was in the control (about 70%) and then in Ferricol® (13.8% and 14.2% in the greenhouse and field, respectively). No eaten leaf area was observed in Lumakidin 5G® with non-alcoholic beer trap treatment. Therefore, the use of non-alcoholic beer trap in combination with Lumakidin 5G® and Ferricol® are recommended to increase the efficiency of these baits. Among them, Lumakidin 5G®with non-alcoholic beer trap having more effect in controlling *D. agreste* while is also more economical.

Key words: *Deroceras agreste*, Chemical bait, Attractive trap, Lettuce

*Corresponding author: e1_ahmadi@yahoo.com