Environmental Sciences *(Environ. Sci.)* 2023, 21(4):61-76 **ISSN: 2588-6177**

Original Article

Efficacy of chemical repellents to reduce bird damage rate to oilseed rape plants

Received: 2023.02.22
Accepted: 2023.10.13

Abolghasem Khaleghizadeh,[1*] Asgar Jouzian,[2] Hasan Barari[3]

[1] Department of Agricultural Zoology Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

[2] Ilam Agricultural Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ilam, Iran

[3] Department of Plant Protection, Agricultural and Natural Resources Center of Mazandaran Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran

ABSTRACT

Introduction: Oilseed rape (*Brassica napus*) is considered as a strategic crop by the Ministry of Jihad-e Agriculture. Birds are important pests of this crop that cause severe damage to the oilseed rape plant every year. Bird damage to oilseed rape was noticed because of edible oil import and the importance of self-sufficient production in Iran. Bird damage occurs in the early stages of oilseed rape cultivation by larks. If they gather on oilseed rape fields, they would cause significant and economic damage extents. As using pesticides is generally forbidden for bird damage control around the world, the use of chemical repellents is recommended. Chemical repellent compounds affect sight, smell and taste organs of birds to deter them.

Material and methods: We implemented an experiment using a Completely Randomized Block Design with three repellents (Methyl Anthranilate, Cinnamic Acid and Ammonium Aluminium Sulphate) in field conditions. Experiments were implemented in Ilam and Mazandaran provinces in 1000-m^2 plots. Treatments were applied with the following doses: 1. Methyl Anthranilate 3400g/hec, 2. Cinnamic Acid 2000g/hec, 3. Ammonium Aluminium Sulphate 50g/lit and 25kg/hec, and 4. Control. In every sampling time, ten quadrats of 1*1 m^2 were randomly applied in each treatment. The total number of damaged and undamaged plants were registered and the percentage of damaged plants was calculated accordingly. Results were analyzed using SPSS 17.0 software.

Results and discussion: Based on the results, all three treatments had significant differences from control. In Ilam, Cinnamic Acid had a lower damage rate (1.58%) in 2017, and Methyl Anthranilate showed a lower damage rate (13.7%) in 2018. In Mazandaran, Ammonium-Aluminium Sulfate showed a lower bird damage rate (23.0%) compared to control (49.2%). In both regions and years, bird damage was significantly different among weeks. Also, independent and composed effects of treatments and weeks were significant in both regions and years. Regarding the mode of action of the treatments, Cinnamic acid with unpleasant taste and white color was the most effective treatment, oily Methyl Anthranilate also made an unpleasant smell. Ammonium-Aluminium sulfate has also reduced bird damage with salty and bitter tastes simultaneously. Cinnamic acid and Methyl Anthranilate should be imported, while Ammonium-Aluminium sulfate can be produced inside the country.

Conclusion: All the treatments made less bird damage rate and among them, Cinamic acid had multiple effects. The results of this study raised hopes for making new national and cheaper compounds that have multiple effects on the sight, smell and taste organs of birds.

Keywords: Birds, Damage, Larks, Repellents, Oilseed rape

How to cite this article:
Khaleghizadeh, A., Jouzian, A. and Barari, H., 2023. Efficacy of chemical repellents to reduce bird damage rate to oilseed rape plants. . Environ. Sci. 21(4): 61-76.

* **Corresponding Author Email Address:** akhaleghizadeh@gmail.com
DOI: 10.48308/envs.2022.1281

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم محیطی، ۷۶-۶۱ : (۴) ۲۱، ۱۴۰۲ شاپا: ۶۱۷۷-۲۵۸۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی کارایی دورکننده‌های شیمیایی در کاهش خسارت پرندگان به بوته‌های کلزا

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۱

ابوالقاسم خالقی‌زاده[1*]، عسگر جوزیان[2]، حسن براری[3]

[1] بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

[2] بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران.

[3] بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

چکیده

سابقه و هدف: کلزا (*Brassica napus*) یک محصول راهبردی در وزارت جهاد کشاورزی به شمار می‌رود اما پرندگان از جمله آفات مهم این محصول هستند که هر ساله خسارت شدیدی را در مرحله رشد گیاهچه کلزا وارد می‌کنند. به‌دلیل واردات روغن خوراکی و اهمیت تولید این محصول در کشور برای رسیدن به خودکفایی، خسارت پرندگان به بوته‌های کلزا مورد توجه فراوان است. این خسارت بیشتر در مراحل ابتدایی رشد بوته‌ها و توسط چکاوک‌ها ایجاد می‌شود و در صورت تجمع در سطح مزارع، خسارت‌های لکه‌ای قابل توجه و اقتصادی را به مزارع وارد می‌سازد. به‌دلیل ممنوعیت استفاده از مواد کشنده پرندگان در سطح جهان، یکی از روش‌های مهم برای کاهش خسارت پرندگان، استفاده از مواد دورکننده شیمیایی است. ترکیبات دورکننده با تاثیر بر اندام‌های بویایی، چشایی و بینایی پرندگان، آنها را دور می‌سازند.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در شرایط میدانی در استان‌های ایلام و مازندران انجام شد. در این پژوهش، سه نوع ماده دورکننده پرندگان به نام‌های متیل آنترانیلات (تیمار روغنی)، اسید سینامیک (تیمار پودری) و سولفات آلوم-آمونیوم (تیمار نمکی) برای اجرای آزمایش برگزیده شدند که شیوه عملکرد آنها متفاوت است. برای پیاده‌سازی آزمایش‌ها، در فصل پاییز، نخست مزرعه‌ای با خسارت چکاوک‌ها انتخاب شد و تیمارها در قطعه‌های ۱۰۰۰ مترمربعی اجرا شدند. در هر نوبت نمونه‌برداری، ۱۰ کادر یک مترمربعی به‌طور تصادفی در هر قطعه انتخاب و تعداد بوته‌های دارای خسارت پرندگان نسبت به کل بوته‌ها شمارش و درصد بوته‌های خسارت‌دیده محاسبه شد. نمونه‌برداری‌ها به‌طور هفتگی و در چهار نوبت تکرار شد. مقایسه میانگین‌ها برای نتایج حاصل از آزمایش‌ها و نمونه‌برداری‌های میدانی در هر سال، به روش فاکتوریل و با استفاده از آزمون Univariate از طریق مدل خطی عمومی (GLM) انجام شد. داده‌های با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث: بر اساس نتایج به‌دست آمده، هر سه تیمار دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بودند. در استان ایلام، در سال ۱۳۹۶، تیمار اسید سینامیک با ۱/۵۸ درصد دارای خسارت کمتری از بقیه تیمارها و شاهد (۳/۲ درصد) بود و در سال ۱۳۹۷، تیمار متیل آنترانیلات با ۱۳/۷ درصد دارای خسارت کمتری بود. در استان مازندران، تیمار سولفات آلوم-آمونیوم دارای خسارت کمتر (۲۳/۰ درصد) نسبت به شاهد (۴۹/۲ درصد) بود. ، میزان خسارت پرندگان در هفته‌های مختلف در هر دو سال و منطقه معنی‌دار بود. در هر دو منطقه و سال، آزمون ترکیبی تیمارها و هفته‌ها نشان داد که اثر جداگانه تیمارها و هفته‌ها و همچنین برآیند اثر آن‌ها بر میزان خسارت پرندگان معنی‌دار بود. دربارهٔ شیوه تاثیر این تیمارها، اسید سینامیک به‌دلیل مزه بد و نیز رنگ سفید، در شرایط میدانی دارای تاثیر بیشتری در دورکنندگی پرندگان نسبت به دیگر تیمارها بود و تیمار روغنی متیل آنترانیلات نیز با ایجاد بوی نامطبوع در دور کردن پرندگان موثر بود. تیمار سولفات آلوم-آمونیوم با داشتن مزه شوری و تلخی در کاهش خسارت پرندگان مؤثر بود. تیمارهای اسید سینامیک و متیل آنترانیلات موادی هستند که از خارج وارد می‌شوند اما سولفات آلوم-آمونیوم در داخل کشور تولید می‌شود.

نتیجه‌گیری: همه تیمارها دارای خسارت کمتر بودند و از میان آنها اسیدسینامیک دارای اثر چندجانبه بود. نتایج این پژوهش، امیدها برای ساخت ترکیب داخلی و ارزان که دارای اثر چندجانبه بر بویایی، چشایی و بینایی برای دور کردن پرندگان باشد را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پرندگان، چکاوک، خسارت، کلزا، دورکننده

استناد به این مقاله: *خالقی‌زاده، ا.، ع. جوزیان و ح. براری. ۱۴۰۲. ارزیابی کارایی دورکننده‌های شیمیایی در کاهش خسارت پرندگان به بوته‌های کلزا. فصلنامه علوم محیطی. ۲۱(۴):۶۱-۷۶.*

* **Corresponding Author Email Address:** akhaleghizadeh@gmail.com
DOI: 10.48308/envs.2022.1281

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) پس از نخل روغنی و سویا با سطح زیر کشت ۳۴ میلیون هکتار و میانگین عملکرد دانه ۲۰۷۲ کیلوگرم در هکتار، سومین گیاه روغنی مهم از لحاظ تولید و سطح زیر کشت در جهان است که به‌دلیل روغن خوراکی آن کشت می‌شود و به‌آسانی در تناوب با غلات قرار می‌گیرد (FAO, 2020). در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای افزایش تولید داخلی روغن خوراکی و کاهش واردات این فرآورده به کشور به‌عمل آمده است. همچنین، پرندگان از جمله آفات مهمی هستند که هر ساله خسارت شدیدی را در مرحله رشد گیاهچه کلزا وارد می‌کنند و یکی از عوامل بازدارنده سطح زیرکشت این محصول هستند. در منابع خارجی، خسارت پرندگانی مانند کبوتر جنگلی (*Columba palumbus*)، غاز برنت (*Branta bernicla*)، قوی گنگ (*Cygus olor*) و چکاوک شاخ‌دار (*Eremophila alpestris*) روی برگ کلزا گزارش شده است (Inglis *et al.*, 1989; McKay *et al.*, 1993; Parrot and McKay, 2003, Schillinger and Werner, 2016) اما در ایران خسارت به کلزا بیشتر در مراحل ابتدایی رشد بوته‌ها و توسط چکاوک آسمانی (*Alauda arvensis*) و در درجه بعد توسط چکاوک کاکلی (*Galerida cristata*) ایجاد می‌شود. چنانچه چکاوک آسمانی که گونه‌ای مهاجر است، در سطح مزارع تجمع کند، خسارت‌های لکه‌ای قابل توجهی را وارد می‌سازد (Khaleghizadeh *et al.*, 2004, 2015).

در اغلب ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی نیز، مسأله حفظ رقم‌ها و هیبریدها و قطعه‌های آزمایشی از خسارت پرندگان، موضوعی حیاتی است که استفاده از مواد دورکننده را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. در ایران، در هیچ یک از استان‌های کشور، روش کاملاً موثری برای کاهش خسارت پرندگان وجود ندارد. با توجه به اینکه پرندگان از اهمیت بسیار بالایی در زنجیره غذایی و چرخه اکوسیستم برخوردار هستند، باید در نوع به‌کارگیری روش کنترل آن‌ها دقت بسیاری به‌عمل آورد. به همین دلایل، از ابتدای دهه ۱۹۷۰ میلادی، حساسیت‌های زیادی دربارۀ کاربرد سموم شیمیایی به وجود آمده است و سموم پرنده‌کش از فهرست سموم مورد مصرف جهان حذف شده‌اند. بنابر این، دربارۀ کاربرد ترکیبات شیمیایی برای کاهش خسارت پرندگان، تنها از ترکیب‌های دورکننده استفاده می‌شود.

خسارت پرندگان به کلزا در فصل‌های پاییز و زمستان، یکی از عوامل محدودکننده کشت این گیاه در بسیاری از مناطق کشور است. پرندگان مهاجر به‌ویژه چکاوک آسمانی و در درجه دوم گونه بومی چکاوک کاکلی در ابتدای رشد بوته-های کلزا و پس از رشد بوته‌ها، پرنده حفاظت‌شده زنگوله‌بال در مناطق شمالی کشور، سبب خسارت می‌شوند. نتایج نشان داد که در صورت رخ دادن خسارت پس از آغاز ساقه‌زنی، خسارت پرندگان قابل جبران خواهد بود (McDonald, 1978). میزان خسارت غاز برنت در مزارع دارای خسارت شدیدتر به ۲۷/۵ درصد می‌رسید و میانگین کاهش وزن خشک بذرها به ۱۱/۱ درصد می‌رسید (McKay *et al.*, 1993) و دربارۀ قوی گنگ، این میزان به کاهش ۳۳/۷ درصد وزن خشک و ۱۲/۱ درصد در وزن خشک هزار دانه رسید (Parrot and McKay, 2001). در انگلستان خسارت کبوتر جنگلی در مزارعی که دارای خسارت شدیدتر بودند، هزینه آن به حدود ۵۲ پوند در هکتار می‌رسید (Inglis *et al.*, 1989).

بر همین اساس، سه ترکیب دورکننده شیمیایی که امکان تاثیر مناسب برای دور کردن پرندگان را داشتند، برگزیده شدند و در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفتند.

متیل آنترانیلات: این ماده در سال ۱۹۸۵ در آمریکا به عنوان دورکننده پرندگان مورد استفاده قرار گرفت (BirdBuffer, 2014). این ماده دورکننده غیرسمی و تجزیه‌پذیر زیستی است (Askham, 1992). همچنین این ماده افزودنی غذایی با طعم انگور نیز است (Avery, 1992) و دورکننده تغذیه‌ای به‌شمار می‌رود که با چندین نام عرضه می‌شود (مانند ReJeXiT, Bird Shield, Avigon). از این

ماده تاکنون برای پرندگانی از قبیل توکای بال‌سرخ (*Agelaius phoeniceus*)، سارها، کبوترها، مرغ جنگلی و غاز کانادایی (*Branta canadensis*) بهره‌گیری شده گرفته است. نکته مهم این است که این ماده پستانداران را دور نمی‌کند (Müller-Schwarze, 2009). افزون بر کاربرد کشاورزی، برای دورکردن پرندگان از برکه‌های آب در پیرامون فرودگاه‌ها نیز موثر است اما ممکن است برای ماهی‌ها سمی باشد (Clark *et al.*, 1993). متیل آنترانیلات در غلظت کمتر از ۳۶۰ پی.پی.ام. هیچ تاثیری بر فعالیت مرغابی سرسبز و غاز اهلی نداشت اما غلظت بیش از ۷۲۵ پی.پی.ام. بر این پرندگان موثر بود (Askham, 1995). در مطالعه انجام‌شده در باغ‌های میوه با غلظت ۱۸ کیلوگرم/هکتار (غلظت بالا سبب گیاه‌سوزی می‌شود) و با فرمولاسیون پلی‌وینیل الکل با غلظت ۱۰ درصد (گرم/گرم)، دو گونه از پرندگان به نام‌های بال‌لاکی سدر (*Bombycilla cedrorum*) و سار اروپایی (*Sturnus vulgaris*) را از میوه‌ها دور نکرد (Avery, 1992). تاثیر متیل آنترانیلات بر کاهش خسارت پرندگان به محصول گندم با دو غلظت آزمایش شد و نتیجه‌گیری شد که غلظت ۲/۳۳۷ لیتر در هکتار موثرتر از غلظت ۱/۱۶۸ لیتر در هکتار بود (Umeda and Sullivan, 2001) اما برای میوه گیلاس، در قطعه‌های تیمارشده از ۴۳ درصد تا ۹۸ درصد و در میوه بلوبری ۶۵ درصد تا ۹۹ درصد کاهش خسارت ثبت شد (Askham, 1992).

اسید سینامیک: سینامامید، ترکیب سنتزی از ترکیبات ثانویه گیاهی، یعنی اسید سینامیک می‌باشد. این ترکیب دورکننده تغذیه‌ای است که شیوه تاثیر آن هم بلافاصله و هم پس از هضم غذا است. این ماده برای پرندگانی از قبیل کبوتر جنگلی(*Columba palumbus*) ، کبوتر چاهی (*Columba livia*)، توکای سربلوطی (*Agelaius mjicapillus*) و پستاندارانی مانند موش نروژی (*Rattus novegicus*)، موش خانگی (*Mus musculus*) و خرگوش اروپایی (*Oryctolagus cuniculus*) به‌کار رفته است (Gill *et al.*, 1995b). در آزمایش انجام‌شده در شرایط آزمایشگاهی، برنج تیمارشده با اتیل سینامیت دارای اثربخشی متوسط ولی ۱/۰ درصد (گرم/گرم) کاربرد متیل سینامیت موثر بود (Avery and Decker, 1992). به دنبال مطالعاتی که در کشور انگلستان انجام شد، استفاده از این ماده می‌تواند بسیاری از آفات (مانند پرندگان، جوندگان، نرم‌تنان و برخی از حشرات) را از خسارت‌زایی روی گیاهان دور سازد. گیل و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقاتشان نشان دادند که استفاده از اسید سینامیک به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار (پاشیدن روی برگ کلزا) می‌تواند به خوبی پرندگان را از فعالیت خسارت‌زایی دور سازد. همچنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از این ماده دارای گیاه‌سوزی نیست (Watkins, 1996).

ترکیب سولفات آلوم-آمونیوم: مادۀ معدنی جامد، کریستالی، سفیدرنگ (پودر سفید) و بی‌بو است که در آب قابل حل و به صورت محلول‌پاشی قابل استفاده است. این ماده، دورکننده پرندگان و جانوران است که در کشورهای آمریکا، کانادا، انگلیس، ایرلند و بلغارستان مورد استفاده قرار می‌گیرد. شیوۀ عملکرد این ماده از طریق حواس مربوط دریافت شیمیایی است و عمدتاً دورکننده مزه‌ای است که باعث دورکنندگی پرندگان و پستاندارن می‌شود (Stone, 1979). مواد تشکیل‌دهنده آن شامل ۹۹۷/۳ گرم/کیلوگرم سولفات آلوم-آمونیم، ۵/۱ گرم/کیلوگرم اکتا استات ساکارز و ۰/۱ گرم/کیلوگرم دناتوریوم بنزوات است. این دورکننده برای جانورانی مانند سگ، گربه، جوندگان و طوطی موثر است (D-Ter, 1998). این ماده در گذشته با نام کِرب (Curb) و به میزان ۵ کیلوگرم در ۱۰۰ کیلوگرم ذرت مورد استفاده قرار می‌گرفت (Kaukeinen, 1982). این ترکیب برای پستانداران و پرندگان بی‌ضرر بوده، دوز کشندگی ۵۰ درصد آن بیشتر از ۵ گرم/کیلوگرم است. این ماده اثرات ژنی و سرطان‌زایی نداشته و تأثیر بوم‌شناختی آن شناخته نشده است (Scholar Chemistry, 2009; PPDB, 2015).

از مهم‌ترین اهداف این پژوهش، استفاده از ترکیب‌های دورکننده برای کنترل و جلوگیری از هجوم پرندگان به

بوته‌های دانه‌های روغنی، به ویژه کلزا و انتخاب گزینه مناسب برای توصیه به کشاورزان در کاهش خسارت پرندگان بود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، تیمارها در شرایط میدانی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در مزارع کلزای استان‌های ایلام و مازندران مورد آزمایش قرار گرفتند. در استان ایلام، آزمایش‌ها در هر دو سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مهران و در استان مازندران در سال ۱۳۹۶ با هماهنگی مدیریت جهاد کشاورزی گلوگاه و مرکز خدمات کلباد، در مزارع کلزای شرکت مهدشت (ران) واقع در شهرستان گلوگاه (که به شدت مورد حمله پرندگانی از قبیل زنگولهبال و چکاوک بودند) انتخاب شدند (شکل ۱). در پاییز ۱۳۹۷، به علت مناسب بودن بارندگی‌ها و رشد مناسب بوته‌ها و همچنین ورود جمعیت گونه مهاجر خسارت‌زا یعنی چکاوک آسمانی، از عرض‌های شمالی، مانند شمال اروپا روسیه به عرض‌های جنوبی‌تر مانند ایران، آزمایش‌ها در استان مازندران قابل اجرا نبود. در عین حال، به‌منظور بررسی بهتر، در سال ۱۳۹۷، نمونه‌برداری‌ها در ایستگاه مهران تا شش هفته پس از محلول‌پاشی ادامه یافت. به همین منظور، پس از رشد برگ‌ها (مرحله ۲ تا ۵ برگی) و تعیین واحدهای آزمایشی (هر واحد برابر با ۱۰۰۰ متر مربع)، قطعه‌های تیمارشده با دورکننده‌های مورد آزمایش با قطعه شاهد (بدون تیمار) مورد مقایسه قرار گرفتند.

شکل ۱- خسارت پرندگان در مزرعه کلزا شرکت مهدشت شهرستان گلوگاه (نیمه آذر ۱۳۹۶).

Fig. 1- Birds damage to oilseed rape on farms of Mahdasht company, Galugah district (early December 2017)

تیمارها شامل ۱- متیل آنترانیلات به میزان ۳۴۰۰ گرم در هکتار ۲- اسید سینامیک به میزان ۲۰۰۰ گرم در هکتار) ۳- سولفات آلوم-آمونیوم با غلظت ۵۰ گرم/لیتر) و ۲۵ کیلوگرم در هکتار ۴- شاهد (بدون استفاده از مواد دورکننده) بودند. برای محلول‌پاشی از سمپاش پشتی هیدرولیک و رایج (بعد از کالیبراسیون و تعیین مقدار آب مصرفی در هکتار) استفاده شد.

بخشی از مزارع کلزا، به منظور بررسی تاثیر دورکننده‌های پرندگان بر خسارت پرندگان در تاریخ کاشت آنها، در ۲۷ آبان کاشته شده بود. در مزارع در حال اجرای آزمایش‌ها، با استفاده از چارچوب آلومینیومی، قاب‌های چهارگوش (کوادرات‌های) ۱در۱ متر به‌صورت تصادفی در قطعه‌های آزمایشی انداخته شدند (شکل ۲، Jackson, 2009) و تعداد کل بوته‌ها، تعداد بوته‌های کامل خورده‌شده و بوته‌هایی که از بخشی از برگ‌ها تغذیه شده بود، شمارش شدند.

مساحت قطعه‌های آزمایشی و میزان مصرفی هر یک از مواد دورکننده به شرح زیر تعیین گردید:

تیمار ۱- متیل آنترانیلات به میزان ۱۳۶ میلی لیتر در ۶/۸ لیتر آب برای ۴۰۰ متر مربع از مزرعه کلزا به کار رفت و سپس برای ۱۰۰۰ مترمربع محاسبه شد.

تیمار ۲- اسید سینامیک به مقدار ۲۰۰ گرم در ۴۰ لیتر آب برای ۱۰۰۰ مترمربع.

تیمار ۳- سولفات آلوم-آمونیوم به میزان ۲/۵ کیلوگرم با صابون مخصوص محلول‌پاشی برتر به میزان ۵۰ میلی‌لیتر برای ۱۰۰۰ متر مربع.

تیمار ۴- شاهد (بدون استفاده از مواد دورکننده) به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع.

در قطعه‌های تیمارشده، مواد دورکننده با دوز تعیین‌شده، محلول‌پاشی شدند. ابتدا پیش از محلول‌پاشی و سپس در هر مرحله از نمونه‌برداری، در هر قطعه تعداد بوته‌های خسارت‌دیده توسط پرندگان در ۱۰ عدد قاب چهارگوش ۱در۱ متری شمارش شد. سپس در زمان‌های یک، دو، سه و چهار هفته پس از محلول‌پاشی، از بوته‌های خسارت‌دیده نمونه‌برداری و شمارش شد. بوته‌هایی که تنها بخشی از برگ‌ها و یا به‌طور کامل توسط پرندگان خورده شده بود، با عنوان خسارت پرندگان آورده شد.

پس از یادداشت‌برداری‌های میدانی، ابتدا جمع کل بوته‌ها در هر قطعه آزمایشی شمارش و درصد تعداد بوته‌های خسارت‌دیده به کل بوته‌ها به دست آمد. آزمون‌های تاثیر تیمارها و هفته‌های مختلف بر میزان خسارت در برنامه SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها برای نتایج حاصل از آزمایش‌ها و نمونه‌برداری‌های میدانی در هر سال، به روش فاکتوریل و با استفاده از آزمون Univariate از طریق مدل خطی عمومی (GLM) انجام شد.

نتایج و بحث

استان ایلام

شهرستان مهران در سال ۱۳۹۶

نتایج آزمون آماری نشان می‌دهد که بین شاهد و تیمارها تفاوت معنی‌داری دیده شد (جدول ۵) و مقایسه تفکیکی میانگین تیمارها نیز نشان می‌دهد که بین تیمارهای ۱و۴، ۲و۴، ۳و۴ تفاوت معنی‌داری دیده شد ($P<0.05$) یعنی همه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند که تیمار اسید سینامیک با ۱/۵۸ درصد از بقیه تیمارها دارای خسارت کمتری بود (جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین هفته‌ها و تفکیک آن‌ها نشان می‌دهد که بین هفته یکم و دوم تفاوت معنی‌داری دیده شد ($P<0.05$؛ جدول ۲). آزمون ترکیبی تیمارها و هفته‌ها نشان می‌دهد که اثر جداگانه تیمارها و هفته‌ها و همچنین برآیند اثر آن‌ها بر میزان خسارت معنی‌دار بود ($P<0.05$؛ جدول ۳).

جدول ۱- نتایج آماری مقایسه میانگین تیمارها در سال ۱۳۹۶ در ایلام با استفاده از آزمون توکی

Table 1. Results of Compare Means among treatments in Ilam in 2017 using Tukey's test

تیمار Treatment	گروه Group		تعداد No.
	دوTwo	یکOne	
اسید سینامیک Cinnamic Acid		1.5843	30
سولفات آلوم-آمونیوم Alum-Amunium Sulfate		1.6887	30
متیل آنترانیلات Methyl Anthranilate		1.9270	30
شاهد Control	3.2570		30
معنی‌دار بودن Sig.	1.000	0.899	

خطای میانگین مربعات= ۳/۶۴۷، α= ۰/۰۵

Error of Mean of squares= 3.647, α= 0.05

جدول ۲- مقایسه آماری میانگین خسارت در هفته‌های مختلف سال ۱۳۹۶ در ایلام با استفاده از آزمون توکی
Table 2. Results of Compare Means among weeks in Ilam in 2017 using Tukey's test

هفته Week	گروه Group		تعداد No.
	دوTwo	یکOne	
یکم First		1.2613	40
سوم Third	2.1285	2.1285	40
دوم Second	2.9530		40
معنی‌دار بودن Sig.	0.135	0.110	

خطای میانگین مربعات= ۳/۶۴۷، α= ۰/۰۵

Error of Mean of squares= 3.647, α= 0.05

جدول ۳- نتایج آماری ادغام تیمارها و هفته‌ها در سال ۱۳۹۶ در ایلام با استفاده از آزمون فاکتوریل (Univariate)
Table 3. Results of combined treatments and weeks in Ilam in 2017 using Factoriel (univariate) test

منبع Source	معنی‌دار بودن Sig.	F	میانگین مربعات Mean of squares	درجه آزادی Freedom	خطای نوع سوم (III) مجموع مربعات Error type III Sum of squares
مدل اصلاح شده Adjusted model	0.001	3.205	11.690	11	128.591[a]
Intercept	0.000	147.072	536.406	1	536.406
تیمار Treatment	0.003	4.943	18.029	3	54.086
هفته Week	0.001	7.849	28.626	2	57.253
تیمار * هفته Treatment*Week	0.581	.788	2.875	6	17.253
خطا Error			3.647	108	393.902
کل Total				120	1058.900
کل اصلاح شده Total adjusted				119	522.493

a، مربع R= ۰/۲۴۶ (Adjusted R Squared= ۰/۱۶۹).

ایستگاه تحقیقات کشاورزی مهران در سال ۱۳۹۷

مقایسه تفکیکی میانگین تیمارها نشان می‌دهد که تیمار متیل آنترانیلات و شاهد (با خسارت حدود ۱۳-۱۶ درصد) در یک گروه قرار گرفته و دو تیمار دیگر هر یک به صورت جداگانه در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین هفته‌ها نشان می‌دهد که هفته یکم و دوم (با حدود ۳-۲ درصد) در یک گروه، هفته‌های ۳، ۴ و ۶ (با حدود ۲۲-۲۶ درصد) در گروهی دیگر و هفته پنجم با بیشترین میزان خسارت (۳۴/۲۹ درصد) در یک گروه جداگانه قرار گرفتند (جدول ۵). آزمون ترکیبی تیمارها و هفته‌ها نشان می‌دهد که اثر جداگانه تیمارها و هفته‌ها و همچنین برآیند اثر آن‌ها بر میزان خسارت پرندگان معنی‌دار بود ($P<0.05$؛ جدول ۶).

جدول ۴- مقایسه آماری میانگین خسارت در تیمارهای مختلف در سال ۱۳۹۷ در ایلام با استفاده از آزمون توکی
Table 4. Results of Compare Means among treatments in Ilam in 2018 using Tukey's test

تیمار Treatment	Groupگروه			تعداد No.
	سهThree	دوTwo	یکOne	
متیل آنترانیلات Methyl Anthranilate			13.6880	60
شاهد Control			16.6060	60
سولفات آلوم-آمونیوم Alum-Amunium Sulfate		20.7210		60
اسید سینامیک Cinnamic Acid	24.0233			60
معنی‌دار بودن Sig.	1.000	1.000	0.091	

خطای میانگین مربعات= ۴۶/۴۴۸، α= ۰/۰۵

Error of Mean of squares= 46.448, α= 0.05

جدول ۵- مقایسه آماری میانگین خسارت در هفته‌های مختلف سال ۱۳۹۷ در ایلام با استفاده از آزمون توکی
Table 5. Results of Compare Means among weeks in Ilam in 2018 using Tukey's test

هفته Week	Groupگروه			تعداد No.
	سهThree	دوTwo	یکOne	
دوم Second			2.2003	40
یکم First			3.2993	40
سوم Third		22.5700		40
ششم Sixth		23.7290		40
چهارم Fourth		26.4688		40
پنجم Fifth	34.2903			40
معنی‌دار بودن Sig.	1.000	0.112	0.979	

خطای میانگین مربعات= ٤٦/٤٤٨، α= ۰/۰۵

Error of Mean of squares= 46.448, α= 0.05

جدول ۶- نتایج آماری ادغام تیمارها و هفته‌ها در سال ۱۳۹۷ در ایلام با استفاده از آزمون فاکتوریل (Univariate)

Table 6. Results of combined treatments and weeks in Ilam in 2018 using Factoriel (univarate) test

منبع Source	معنی‌دار بودن Sig.	F	میانگین مربعات Mean of squares	درجه آزادی Freedom	خطای نوع سوم (III) مجموع مربعات Error type III Sum of squares
مدل اصلاح شده Adjusted model	0.000	41.549	1929.892	23	44387.514[a]
Intercept	0.000	1818.391	84461.272	1	84461.272
تیمار Treatment	0.000	26.659	1238.262	3	3714.786
هفته Week	0.000	146.930	6824.645	5	34123.226
تیمار * هفته Treatment*Week	0.000	9.400	436.633	15	6549.502
خطا Error			46.448	216	10032.843
کل Total				240	138881.629
کل اصلاح شده Total adjusted				239	54420.357

a، مربع R= ۰/۸۱۶ (Adjusted R Squared= ۰/۷۹۶).

ج- استان مازندران

در مازندران، بوته‌های کلزا در مرحله ۵ تا ۷ برگی بودند و پرندگان در تیمارهای آزمایشی دیده شدند. مقایسه تفکیکی میانگین تیمارها نشان می‌دهد که تیمارها در گروه‌های جداگانه قرار داشتند (جدول ۷) و اختلاف بین تیمارها نیز معنی‌دار بود (P<0.05؛ جدول ۷). مقایسه میانگین هفته‌ها نشان می‌دهد که در زمان پیش از محلول‌پاشی و در هفته یکم پس از آن، میزان خسارت بالاتر از هفته‌های دوم و سوم پس از محلول‌پاشی بود (جدول ۸) و مقایسه تفکیکی آن‌ها نیز نشان می‌دهد که میزان خسارت در تیمارها معنی‌دار بود (P<0.05). یک هفته پس از محلول‌پاشی درصد بوته‌های خسارت‌دیده افزایش یافت. در هفته دوم، روند کاهشی خسارت دیده شد ولی در هفته سوم پس از محلول‌پاشی در تیمار شاهد افزایش خسارت پرندگان دیده شد. آزمون ترکیبی تیمارها و هفته‌ها نشان می‌دهد که اثر جداگانه تیمارها و هفته‌ها و همچنین برآیند اثر آن‌ها بر میزان خسارت معنی‌دار بود (P<0.05؛ جدول ۹).

جدول ۷- مقایسه آماری میانگین خسارت در تیمارهای مختلف در سال ۱۳۹۶ در مازندران با استفاده از آزمون توکی
Table 7. Compare Means among treatments in Mazandaran in 2017 using Tukey's test

تیمار Treatment	Groupگروه			تعداد No.
	سه Three	دو Two	یک One	
سولفات آلوم-آمونیوم Alum-Amunium Sulfate			23.0115	40
متیل آنترانیلات Methyl Anthranilate		48.5598		40
شاهد Control		49.2058		40
اسید سینامیک Cinnamic Acid	57.5115			40
معنی‌دار بودن Sig.	1.000	0.997	1.000	

خطای میانگین مربعات= ۱۹۹/۱۴۲، α= ۰/۰۵

Error of Mean of squares= 199.142, α= 0.05

جدول ۸- مقایسه آماری میانگین خسارت در هفته‌های مختلف در سال ۱۳۹۶ در مازندران با استفاده از آزمون توکی
Table 8. Compare means among weeks in Mazandaran in 2017 using Tukey's test

هفته Week	Groupگروه		تعداد No.
	دوTwo	یکOne	
دوم Second		40.6167	40
سوم Third		41.2113	40
پیش از محلول‌پاشی Before spraying	45.0145	45.0145	40
یکم First	51.4460		40
معنی‌دار بودن Sig.	0.179	0.505	

خطای میانگین مربعات= ۱۹۹/۱۴۲، α= ۰/۰۵

Error of Mean of squares= 199.142, α= 0.05

جدول ۹- نتایج آماری ترکیب تیمارها و هفته‌ها در سال ۱۳۹۶ در مازندران با استفاده از آزمون فاکتوریل (Univariate)
Table 9. Results of combined treatments and weeks in Mazandaran in 2017 using Factoriel (univariate) test

منبع Source	معنی‌دار بودن Sig.	F	میانگین مربعات Mean of squares	درجه آزادی Freedom	خطای نوع سوم (III) مجموع مربعات Error type III Sum of squares
مدل اصلاح شده Adjusted model	.0000	10.991	2188.839	15	32832.583[a]
Intercept	0.000	1596.184	317867.892	1	317867.892
تیمار Treatment	0.000	44.836	8928.795	3	26786.384
هفته Week	0.003	4.980	991.818	3	2975.453
تیمار * هفته Treatment*Week	0.091	1.713	341.194	9	3070.746
خطا Error			199.142	144	28676.499
کل Total				160	379376.974
کل اصلاح شده Total adjusted				159	61509.082

a، مربع R= ۰/۵۳۴ (Adjusted R Squared= ۰/۴۸۵).

در این پژوهش سعی بر این بود تا با توجه به کاربرد غیرمجاز و نامتعارف کشاورزان از سموم شیمیایی مختلف که آثار زیان‌باری بر جانداران و محیط زیست دارند، از ترکیب‌های دورکننده‌ای استفاده شود که در کشورهای مختلف مجاز شناخته شده‌اند و می‌توانند به عنوان مواد دورکننده مجاز معرفی شوند. همچنین از لحاظ زیست‌محیطی، دو ماده متیل آنترانیلات و اسیدسینامیک موادی هستند که خطری برای محیط زیست ندارند (Askham, 1992; Gill *et al.*, 1995b) و ماده سولفات آلوم-آمونیوم نیز با توجه به اینکه ماده‌ای معدنی است، از لحاظ محیط زیست از مواد دارای خطر بسیار کم به‌شمار می‌روند. سولفات آلومینیوم-آمونیوم کاملا قابل حل در آب، غیرمقاوم در خاک، به نسبت غیرسمی برای ماهیان و بی‌مهرگان است و (Lewis *et al.*, 2016). بررسی قانونی تاثیر سولفات آلومینیوم-آمونیوم بر پستانداران نشان داد که این ماده معیارهای لازم برای کاربرد در کشاورزی، باغداری و تاسیسات را دارد و برای کاربران غیرماهر نمادهای هشداردهنده مورد نیاز است (European Food Safety Authority, 2012).

نتایج پژوهش‌ها در خارج از کشور نشان می‌دهد که در یک مزرعه ۹ هکتاری کلزا در انگلستان که توسط کبوتر جنگلی مورد خسارت واقع می‌شد، استفاده از تیمار سینامامید سبب کاهش معنی‌دار در خسارت به برگ‌های داخلی کلزا شد (Gill *et al.*, 1995a). مقایسه تیمارها در شرایط میدانی در استان ایلام نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۶ همه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند که تیمارهای اسید سینامیک و سولفات آلوم-آمونیوم (حدود ۶٪) دارای خسارت کمتری نسبت به شاهد بودند (۳/۲۵ درصد). در ایلام در سال ۱۳۹۷، تیمار متیل آنترانیلات دارای تأثیر بیشتری نسبت به بقیه تیمارها بود. همچنین مطالعات خارج از کشور نشان می‌دهد که تیمار متیل احتمالا برای محصولات باغی (Askham, 1992) موثرتر از محصولات زراعی (Umeda and Sullivan, 2001) بوده است. ماده متیل آنترانیلات به عنوان یکی از مواد به کاررفته در Bird Shield™ برای توکاهای سیاه در دانه‌های در حال رسیدن در دو محصول آفتابگردان و برنج به کار رفته است (Werner *et al.*, 2005). به هر حال، کاربرد دوز ۲/۳۳۷ کیوگرم بر

هکتار سبب ۳۷ درصد اصلاح در تعداد جوانه گندم شده بود. جابجایی و فعالیت پرندگان در مناطق تیمارشده بیشتر بود که به طور غیرمستقیم نشان‌دهنده ایجاد تحریک توسط این ماده بوده است، در حالی که در تیمار شاهد، جابجایی کمتر پرندگان نشان‌دهنده تمایل به تغذیه بیشتر و ماندن در زمان طولانی‌تر در محل‌های خسارت بود. این تاثیر برای سورگوم دیده نشده بود (Umeda and Sullivan, 2001). در مهران ، علت تاثیر مثبت متیل آنترانیلات در سال ۱۳۹۷، احتمالا ترکیب متفاوت این ماده بین دو سال بوده است، چرا که متیل آنترانیلات به‌کاررفته در سال اول، آزمایش‌ها ساخت آلمان بوده و بوی مطبوعی داشت اما ترکیب تهیه‌شده در سال دوم، ساخت کشور هند بود که بویی شبیه ویکس می‌داد و بدبو بود. دورکننده محتوی ۲۶ درصد متیل آنترانیلات و غلظت یک درصد در قالب اسپری برگی در زمان یک هفته پیش از برداشت محصول گیلاس شیرین به کار رفت که این تیمار هیچ اثری روی ترکیبات شیمیایی میوه و برگ و نیز خراش میوه‌ها نداشت (Mikiciuk *et al.*, 2021).

برآیند اجرای آزمایش تیمارها در شرایط میدانی نشان می‌دهد که تاثیر تیمار اسید سینامیک از بقیه تیمارها بیشتر بود. اسید سینامیک، به دلیل اینکه پودر سفیدرنگی است، دارای دو تاثیر مفید و هم‌زمان است. نخست این‌که رنگ سفید این تیمار سبب دورکنندگی دیداری می‌شود و دوم این‌که محتویات پودر سبب دورکنندگی تغذیه‌ای می‌شود. همچنین تیمار متیل آنترانیلات ساخت کشور هند که بوی ویکس داشت، بر کاهش خسارت پرندگان بیشتر موثر بود. دوز توصیه‌شده برای اسید سینامیک، ۲ کیلوگرم در هکتار و در مورد متیل آنترانیلات ۳ کیلو و ۴۰ گرم در هکتار است. در نروژ، خسارت ۴۱ درصدی کبوتر جنگلی با استفاده از تیمار پروپاکلر (به مقدار ۵ کیلوگرم/هکتار) به تنهایی به ۳۰ درصد، با ترکیب پروپاکلر و کلرتال-دی‌متیل (به مقدار ۴ کیلوگرم/هکتار) به ۱۶ درصد و با تیمار پروپاکلر و متازول (به مقدار ۰/۶ کیلوگرم/هکتار) به ۱۱ درصد رسیده بود. همچنین، در جایی که خسارت متوسط یا کم بود، استفاده از سم متیوکارب با دوز ۰/۱۲۵ درصد نیز موثر بود (Taksdal, 1982). در یک آزمایش انجام‌شده بر روی چند گونه پرنده از جمله چکاوک شاخدار با بهره‌گیری از دورکننده بر پایه ماده آنتراکوئینون، کارایی ۳۸-۱۰۰ درصد دورکنندگی در بذر گندم آغشته به ماده آنتراکوئینون با غلظت ۱۶۸-۳۰۱۰ پی‌پی‌ام در این گونه ثبت شد (Werner *et al.*, 2015).

مقایسه خسارت پرندگان بین هفته‌های مختلف نشان می‌دهد که در استان ایلام در سال ۱۳۹۶، در هفته یکم میزان خسارت کمتر از هفته‌های دوم و سوم بود. با توجه به اینکه آزمایش‌ها در این محل در سال ۱۳۹۶، زودتر از زمان مهاجرت گونه مهم خسارت‌زا انجام شد، خسارت بیشتر در هفته‌های دوم و سوم می‌تواند مربوط به رسیدن گونه مهاجر چکاوک آسمانی به کشور و افزایش جمعیت تعداد چکاوک‌ها در سطح مزرعه باشد. در سال ۱۳۹۷، میزان خسارت در هفته یکم و دوم پس از محلول‌پاشی، کمتر از هفته سوم بود. در استان مازندران، ترکیب متیل آنترانیلات تا حدود ۱۴ روز پس از محلول‌پاشی نیز بوی آن در سطح مزرعه احساس می‌شد. در جمع‌بندی نتایج این دو استان، آزمایش‌های میدانی بیانگر این است که تیمارها می‌تواند حداقل دو هفته تاثیر مثبت داشته باشند.

دربارهٔ مدیریت خسارت پرندگان به کلزا، باید یادآور شد که یکی از مهم‌ترین و موثرترین راهکارها، تاریخ کاشت زودتر است. با توجه به زمان رسیدن جمعیت‌های گونه مهم و مهاجر به کشور، یعنی چکاوک آسمانی در نیمه آبان ماه، کاشت زودهنگام طوری که در نیمه آبان ماه، بوته‌ها چندبرگی باشند و سطح پوشش سبز در مزارع کلزا زیاد باشد، احتمال جلب پرندگان به این مزارع و همچنین خسارت پرندگان را بسیار کاهش می‌دهد (Khaleghizadeh *et al.*, 2015). در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مهران، مزارع کلزا که تاریخ کاشت آنها ۲۷ مهرماه بود، در مرحله گل‌دهی بودند و در آنها آثار خسارت پرندگان دیده نشده بود.

بر اساس آمار سازمان حفظ نباتات، در سال ۱۳۹۷ سطح زیرکشت کلزا در استان ایلام به ۱۰۵۰۰ هکتار رسید که این گسترش سطح زیرکشت همراه با کاشت زودهنگام و رشد مناسب بوته‌ها ناشی از بارندگی‌های کافی، سبب شد که خسارت پرندگان در سطح مزارع پخش شود و خوش-بختانه خسارت قابل توجهی از طرف کشاورزان به سازمان حفظ نباتات گزارش نشد. همچنین در استان مازندران، با بارندگی‌های مناسب و رشد مناسب بوته‌ها، خسارت قابل توجهی گزارش نشد. چکاوک آسمانی در ایران بیشتر زمستان‌گذران بوده، معمولا در نیمه آبان با جمعیت انبوه وارد کشور شده و تا پایان زمستان از کشور خارج می‌شوند. جمعیت این گونه، ممکن است در مناطق مختلف دارای نوسان باشد (Khaleghizadeh *et al*., 2006). نکته قابل توجهی که در پاییز سال ۱۳۹۷ رخ داد، این بود که به علت شرایط جوی مناسب و عدم بروز برف و سرمای شدید، بازدیدهای میدانی بیانگر عدم ورود جمعیت‌های گونه‌های مهاجر با جمعیت زیاد در پاییز این سال بود که این خود عامل مهمی در کاهش خسارت پرندگان و رشد مناسب بوته‌ها در همین سال بود. بنابر این، یکی از نکته‌های مهمی که باید مورد بررسی بیشتر قرار گیرد، پایش شرایط جوی و ثبت ورود جمعیت‌های گونه مهاجر و نیز رابطه متقابل این دو عامل با میزان خسارت پرندگان در مزارع کلزا است.

تیمارهای آزمایش‌شده می‌توانند سبب جلوگیری از مصرف غیراصولی و غیرمجاز سموم و حشره‌کش‌های مختلف توسط کشاورزان در سطح مزارع کلزا و جایگزین سموم خطرناک شوند. در پرندگان رفتار عکس‌العمل نسبت به چیزهای جدید (neophobic response) را می‌توان دید (Seamans and Gosser, 2016). در آزمایشی که برای تیمار بذرها با کافئین انجام شد، بذرهای برنج آغشته به کافئین با ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام، میزان ۷۶ درصد کاهش در تغذیه پرندگان ایجاد شد (Avery *et al*., 2005). با توجه به تاثیر مواد دورکنندهٔ آزمایش‌شده، می‌توان به ترکیب این سه نوع ماده که دارای شیوه اثر متفاوتی هستند، به ماده جدیدی دست یافت که بتواند با تاثیر بر سیستم‌های بینایی، بویایی، چشایی و گوارش اثر ترکیبی پیچیده‌تر و کارامدتر و با دوام بیشتر ایجاد کند. پژوهش‌های آزمایشگاهی و میدانی بیشتری در این زمینه مورد نیاز است.

نتیجه‌گیری

ماده اسید سینامیک از بین تیمارهای مورد بررسی تاثیر بیشتری بر کاهش تغذیه و خسارت پرندگان داشته است. با توجه به ارزان بودن ماده سولفات آلوم-آمونیوم و امکان تولید آن در داخل کشور، به نظر می‌رسد که با اصلاح ماده سینامامید (Gill *et al*., 1995a,b; Watkinson *et al*., 1995) و ترکیب آن با این سولفات یا با ساخت ترکیبی جدید و افزودن مواد سفیدرنگ به این ماده و همچنین کاهش دوز مصرفی آن، بتوان به ترکیبی جدید، موثر و به نسبت ارزان برای دورکردن پرندگان و در عین حال ایمن برای محیط زیست دست یافت. همچنین باید به ماندگاری این مواد روی برگ کلزا توجه داشت (Gill *et al*., 1998) تا تأثیر این ترکیبات دورکننده بیشتر شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور برای پشتیبانی مالی و تدارکاتی در اجرای پروژه تصویب‌شدهٔ ۹۵۰۷۶۰-۰۸۷-۱۶-۱۶-۰ سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

References

Askham, L.R., 1992. Efficacy of methyl anthrailate as a bird repellent on cherries, blueberries and grapes. In Proceedings of the 15th Vertebrate Pest Conference, 3rd-5th March, Newport Beach, California, p. 3.

Askham, L.R., 1995. Effective repellency concentration of Bird Shield repellent (TM) with methyl anthranilate to exclude ducks and geese from water impoundments. In: Masters, R.E. and Huggins, J.G. (Eds.), 12th Great Plains Wildl. Damage Control Workshop Proceedings. Published by Noble Foundation, Ardmore, Okla, pp. 48–50. https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi

?article=1420&context=gpwdcwp

Avery, M.L., 1992. Evaluation of Methyl Anthrailate as a bird repellent in fruit crops. In Proceedings of the 15th Vertebrate Pest Conference, 3rd-5thMarch, Newport Beach, California. p.4.

Avery, M.L. and Decker, D.G., 1992. Repellency of cinnamic acid esters to captive Red-winged Blackbirds. Journal of Wildlife Management. 56(4), 800–805. https://doi.org/10.2307/3809476

Avery, M.L., Werner, S.J., Cummings, J.L., Humphrey, J.S., Milleson, M.P., Carlson, J.C., Primus, T.M. and Goodall, M.J., 2005. Caffeine for reducing bird damage to newly seeded rice. Crop Protection. 24(7), 561–567. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.11.009

BirdBuffer, 2014. SAFE – OSHA-friendly, EPA and FDA Approved Naturally Occurring Bio Chemical-Methyl Anthranilate. http://birdbuffer.com/category/fluid/methyl-anthranilate/.

Clark, L., Cummings, J., Bird, S. and Aronov, E., 1993. Acute toxicity of the Bird Repellent, Methyl Anthranilate, to fry of *Salmo salar*, *Oncorhynus mykiss*, *Ictalurus punctatus* and *Lepomis macrochirus*. Pesticide Sciences. 39, 313–317. https://doi.org/10.1002/ps.2780390411

D-Ter, 1998. Read Safety directions before opening D-Ter Animal and bird repellent. D-Ter Animal and Bird Repellent, 19 Nov. 1998, 6 pp. https://www.adamspestcontrol.com.au/wp-content/uploads/D-Ter-Animal-Bird-Repellent-Label-1.pdf

European Food Safety Authority, 2012. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance aluminium ammonium sulfate1 (approved as aluminium ammonium sulphate). EFSA Journal. 10(3), 2491. https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2012.2491.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. Food and Agriculture data. Available Online at: http://www.fao.org/faostat/en/.

Gill, E.L., Cowan, D.P. and Watkins, R.W., 1995a. Pilot study of the potential of the repellent cinnamamide to reduce woodpigeon damage to oilseed rape. HGCA Oilseeds Project Report. 1995, No. OS12, 14 pp. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19960704011

Gill, E.L., Watkins, R.W., Gurney, J.E., Bishop, J.D., Feare, C.J., Scanlon, C.B. and Cowan, D.P., 1995b. Cinnanamide: A non-lethal chemical repellent for birds and mammals. National Wildlife Research Center Repellents Conference 1995, University of Nebraska-Lincoln, August 1995. Paper 19. htt://digitalcommons.unl.edu/nwrcrepellants/19.

Gill, E.L., Watkins, R.W., Cowan, D.P., Bishop, J.D. and Gurney, J.E., 1998. Cinnamamide, an avian repellent, reduces Woodpigeon damage to oilseed rape. Pesticide Science. 52, 159−164. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9063(199802)52:2<159::AID-PS691>3.0.CO;2-S

Inglis, I.R., Thearle, R.J.P. and Isaacson, A.J., 1989. Woodpigeon (*Columba palumbus*) damage to oilseed rape. Crop Protection. 8, 299−309. https://doi.org/10.1016/0261-2194(89)90048-3

Jackson, C., 2009. Assessing and quantifying Canola crop damage by Carnaby"s Black Cookatoo *Calyptorhynchus latirostris* in the south-western Australia. M.Sc. Thesis in Applied Science, University of Sydney, SID 200114427, 77 p. https://www.birdsaustralia.com.au/documents/CBC-mastersthesissm.pdf

Kaukeinen, D.E., 1982. Vertebrate Pest Control and Management Materials: 4th Symposium. America Society for Testing and Materials, ASTM Special Technical Publication 817, 315 pp. https://www.astm.org/stp817-eb.html

Khaleghizadeh, A., Morowati, M., Alavi, J., Espahbodi, A.A., Akhavan, M. and Taghizadeh, M., 2004. Identification of injurious birds on oilseed rape and an investigation of efficacy of sucrose, neem extract and cake and bird glue. National project report, Plant Pests & Diseases Research Institute, AREO Report Record No. 83/16, 19/1/1383, 33 pp (In Persian with English abstract).

Khaleghizadeh A., Alavi J., Espahbodi A. and Taghizadeh, M., 2006. Preliminary survey of Eurasian Skylark *Alauda arvensis* and Crested Lark *Galerida cristata* feeding on oilseed rape in northern Iran. Podoces. 1(1/2), 80–82.

Khaleghizadeh, A., Khormali, S. and Taghizadeh, M., 2015. Effects of agronomic methods on reducing bird damage to Oilseed rape. Iranian Research Institute of Plant Protection, Technical report No. 47072, 11 pp (In Persian with English abstract).

Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D. and Green, A., 2016. An international database for pesticide risk assessments and management. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 22(4), 1050-1064. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242

Mcdonald, H.G., 1978. Indicators from oilseed rape investigations. Arable Farming. 5(2), 49-53.

Mckay, H.V., Bishop, J.D., Feare, C.J. and Stevens, M.C., 1993. Feeding by Brent geese (*Branta bernicla*) can reduce yield of oilseed rape. Crop Protection. 12, 101−105.

Mikiciuk, G., Chełpiński, P., Mikiciuk, M., Mozdżer, E. and Telesiński, A.T., 2021. The effect of methyl anthranilate-based repellent on chemical composition and selected physiological parameters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Agronomy. 11*(2), 256. https://doi.org/10.3390/agronomy11020256.

Müller-Schwarze, D., 2009. Sour Grapes: Methyl Anthranilate as Feeding Repellent for Birds. Chapter 3 in Hands-On Chemical Ecology, Simple Field and Laboratory Exercises (edit. Müller-Schwarze D.), Springer, New York, NY, USA. pp. 13–17. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-0378-5_3

Parrott, D. and Mckay, H.V., 2001. Mute swan grazing on winter crops: estimation of yield loss in oilseed rape and wheat. Crop Protection. 20(10), 913−919. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00041-2

PPDB, 2015. Aluminum Ammonium Sulfate. Pesticide Properties DataBase. http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/25.htm

Schillinger W.F. & Werner S.J., 2016. Horned Lark Damage to pre-emerged Canola Seedlings. Industrial Crops and Products. 89, 465-467. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.045

Scholar Chemistry, 2009. Aluminum Ammonium Sulfate. Material Safety Data Sheet, MSDS#20.00, ScholAR Chemistry, 2 pp. https://www.mccsd.net/cms/lib/NY02208580/Centricity/Shared/Material%20Safety%20Data%20Sheets%20_MSDS_/MSDS%20Sheets_Aluminum_Ammonium_Sulfate_20_00.pdf

Seamans, T.W. & Gosser, A., 2016. Bird Dispersal Techniques. Wildlife Damage Management Technical Series, University of Nebraska-Lincoln, August 2016, 12 pp. https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=nwrcwdmts

Stone, R.J., 1979. Behavioural and physiological problems associated with the development of curb. Bird Control Seminars Proceedings, University of Nebraska-Lincoln, November 1979. Paper 14. htt://digitalcommons.unl.edu/icwdmbirdcontrol/14

Taksdal, G., 1982. Woodpigeons in brassica crops - presenting a problem. Aktuelt fra Statens Fagtjeneste for Landbruket. 2, 139–146.

Uemeda, K. and Sullivan, L., 2001. Evaluation of Methyl Anthranilate for Use as a Bird Repellent in Selected Crops (On-line). University of Arizona College of Agriculture 2001 Vegetable Report. Accessed 1 October 2016. http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1252/.

Watkinson, R.W., Gill, E.L. and Bishop, J.D., 1995. Evaluation of Cinnamamide as an avian repellent: detrimentation of a dose-response curve. Pesticide Science. 44, 335–340. https://doi.org/ 10.1002/ps.2780440405.

Werner, S.J., DeLiberto, S.T., Mangan, A.M., Pettit, S.E., Ellis, J. W., Carlson, J.C., 2015. Anthraquinone-based repellent for Horned larks, Great-tailed grackles, American crows and the protection of California's specialty crops. Crop Protection. 72, 158–162. https://doi.org/10.1016 /j.cropro. 2015. 03.020

Werner, S.J., Homan, H.J., Avery, M.L., Linz, G.M., Tillman, E.A., Slowik, A.A., Byrd, R.W., Primus, T.M. and Goodall, M.J., 2005. Evaluation of Bird Shield™ as a blackbird repellent in ripening rice and sunflower fields. Wildlife Society Bulletin. 23(1), 251–257. https://doi.org/10.2193/0091-7648(2005)33[251: EOBSAA] 2.0.CO;2