

Research Article

Pesticide residues in greenhouse cucumbers of the south of Tehran

Shahriar Asgari^{1✉}, Vahideh Mahdavi²

- ¹ Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran
- ² Pesticide Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran

Corresponding author

✉ sh.asgari@areeo.ac.ir

Abstract

Keywords

Analysis, Chromatography, Extraction, Healthy product, National MRL

Pests and diseases cause damage to greenhouse vegetables, which are mainly controlled by chemicals, whose residues cause problems in the environment and the health of consumers. This research compares the residues of 30 currently used pesticides with their national maximum residue level (MRL). Cucumbers were sampled randomly from south of Tehran greenhouses during the winter-spring seasons. About one kilogram of cucumbers was picked from different parts of a greenhouse and stored in the freezer until sent to the pesticide department laboratory of IRIPP to determine the pesticide residues. Pesticide residues of 14 samples, collected in March 2021 and 12 samples, in spring 2022 were extracted by the QuEChERS-EU-CEN 2008 method and analyzed by Ultra-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS). According to the results, 13 types of pesticides were found in the 2021 and one type in the 2022 samples in measurable levels. In the samples of 2021, the highest frequency of residues (28%) was related to the three pesticides, imidacloprid, metalaxyl and carbendazim which only carbendazim had residues higher than the MRL (average 3.2 times); Of course, considering its frequency in all samples (4 out of 14 samples), average of the fungicide residue was 0.9 times of its national MRL. Dimethoate was also found in one sample out of 14, with a residue more than twice its MRL, but in terms of abundance, its residue was below the MRL. Only diazinon residues were detected in all 12 samples of 2022, which were less than its national MRL.

Received: : 28 February 2024

Revised: 7 May 2024

Accepted: 13 May 2024

Available online: 19 February 2025

Cite this article:

Asgari S, Mahdavi V, 2024. Pesticide residues in greenhouse cucumbers of the south of Tehran. *J Appl Res Plant Prot* 13 (4): 361–371.<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2024.18062>

Copyright© 2023 University of Tabriz, Published by the University of Tabriz.

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

باقیمانده آفت‌کش‌ها در خیار گلخانه‌ای مناطق جنوب تهران

شهریار عسگری^۱، وحیده مهدوی^۲^۱ بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران^۲ بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: sh.asgari@areeo.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۹ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴

چکیده

آفات و بیماری‌های گلخانه سبزی و صیفی (از جمله خیار) از عوامل محدود کننده تولید هستند که عمدتاً با روش‌های شیمیایی کنترل می‌شوند. باقی‌مانده آفت‌کش‌ها موجب نگرانی از عوارض زیستی محیطی و بویژه سلامت مصرف‌کننده‌ها می‌باشد. در این تحقیق، باقیمانده ۳۰ آفت‌کش پرمصرف با حد مجاز ملی باقیمانده آفت‌کش‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند. نمونه‌های میوه خیار در طی فصل زمستانه-بهاره بصورت تصادفی از گلخانه‌های جنوب تهران، برداشت شدند. در هر واحد گلخانه‌ای حدود یک کیلو خیار از نواحی مختلف گلخانه چیده و تا انتقال به آزمایشگاه آفت-کش‌های موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، جهت تعیین باقیمانده آفت‌کش‌ها، در فریزر نگهداری شدند. باقیمانده آفت‌کش‌های ۱۴ نمونه، اسفند ۱۳۹۹ و ۱۲ نمونه بهار ۱۴۰۱، با روش کپرز استخراج و با کروماتوگرافی مایع با طیف سنجی جرمی (UPLC-MS/MS) تجزیه شدند. طبق نتایج، ۱۳ نوع آفت‌کش در نمونه‌های زمستان ۱۳۹۹ و یک نوع در نمونه‌های بهار ۱۴۰۱ در حد قابل اندازه‌گیری مشاهده گردید. در نمونه‌های ۱۳۹۹، بیشترین فراوانی (۲۸٪ نمونه‌ها) حاوی بقایای سه آفت‌کش ایمیداکلوپراید، متالاکسیل و کاربندازیم بود که بین آنها فقط کاربندازیم باقیمانده بالاتر از حد مجاز (میانگین ۳/۲ برابر) داشت؛ البته با لحاظ فراوانی (۴ نمونه از ۱۴ نمونه)، میانگین باقیمانده آن ۰/۹ برابر MRL ملی، زیر حد مجاز بود. حشره‌کش دیمتوات نیز در یک نمونه از ۱۴ نمونه، با غلظتی بیش از دو برابر حد مجاز دیده شد که با لحاظ فراوانی، باقیمانده آن کمتر از حد مجاز بود. در نمونه‌های بهار ۱۴۰۱ فقط باقی‌مانده دیازینون در تمام ۱۲ نمونه دیده شد که همه به میزان کمتر از حد مجاز بودند.

کلمات کلیدی: استخراج، آنالیز، کروماتوگرافی، محصول سالم، MRL ملی

مقدمه

شیمیایی و با آفت‌کش‌های بعضاً غیرمجاز است. بنابراین نگرانی از باقیمانده بیش از حد مجاز آفت‌کش‌ها در محصول وجود دارد. با توجه به اینکه محصول خیار مصرف تازه‌خوری داشته و مستقیماً با سلامت مصرف‌کننده ارتباط دارد، بنابراین تعیین باقیمانده آفت‌کش‌ها در زمان عرضه به بازار مصرف در تحلیل خطرات حاصل از مصرف آنها مهم است. بدون شک آفت‌کش‌ها نقش بسیار مهمی در مدیریت آفات و حداکثر بازده محصول دارند. با این حال، استفاده بیش از حد آن برای بالا بردن عملکرد، به خصوص در کشورهای درحال توسعه، افزایش یافته که علاوه بر سایر اثرات نامطلوب، منجر به افزایش مقاومت آفات به آفت‌کش‌ها و نیاز به مصرف بیشتر آنها شده است. در خصوص بررسی وضعیت باقیمانده سموم در خیار گلخانه‌ای تحقیقات بسیاری انجام شده یا در دست اجرا است مثلاً مواردی که مربوط به استان تهران است شامل، Amrollahi et al. (2019) که بقایای آفت‌کش‌های مختلف را در محصولات خیار (زمینی و گلخانه‌ای) و گوجه‌فرنگی بازار تهران بررسی کردند.

سطح زیرکشت سبزی و صیفی‌جات گلخانه‌ای کشور در سال ۱۳۹۹ بالغ بر ۱۲۷۷۷/۷ هکتار بوده و خیار گلخانه‌ای سطح ۷۵۳۲/۲ هکتار (۵۹٪ سطح زیر کشت گلخانه‌ها) و متوسط عملکرد ۲۵۵/۲ تن در هکتار (۲۵/۵ کیلو در مترمربع)، را به خود اختصاص داده است و استان تهران با ۲۵۰۱/۶ هکتار بیشترین سطح زیر کشت خیار گلخانه‌ای را در بین استان‌های کشور دارد (Ahmadi et al. 2021). سالانه بیش از دو میلیون تن خیار گلخانه‌ای تولید می‌شود که برای حصول بیشترین سودآوری، دوره تولید آن عمدتاً زمستانه-بهاره می‌باشد. بیماری‌های خاکزاد و هوازاد در نیمه اول دوره تولید (زمستان و اوایل بهار سال بعد) شایع هستند و آفات بیشترین فعالیت و خسارت کمی و کیفی را در نیمه دوم دوره مذکور (بهار و اوایل تابستان) دارند. برخی آفات نیز مثل تریپس و سفیدبالک از اواخر زمستان فعالیت خود را شروع می‌کنند. کنترل این آفات در بیشتر واحدهای تولیدی از جمله در استان تهران عمدتاً

سال ۱۴۰۰ بترتیب ۱۵۶۲، ۵۴۳ و ۳۰ هکتار بود که شهرستان پیشوا با ۱۶۵۸ هکتار در سال ۱۴۰۱ همچنان بیشترین سطح را در استان به خود اختصاص داده است.

مواد و روش‌ها

انتخاب گلخانه (جامعه آماری)

گلخانه‌های فلزی قوسی با پوشش پلاستیک در مناطق خیارکاری جنوب تهران عمومیت دارد. چندین گلخانه بشکل واحدهای کوچک یا مجتمع‌های گلخانه‌ای تولید خیار در شهرستانهای پیشوا، ورامین و قرچک بطور تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری گردید. بهره‌برداران این گلخانه‌ها عملیات معمول کنترل آفات و بیماری‌ها را عمدتاً با شیوه‌های شیمیایی انجام می‌دادند. مجتمع‌های گلخانه‌ای معمولاً مرکب از چند تا چندین واحد ۱۵۰۰-۱۲۰۰ مترمربعی هستند که مجزا از هم یا دارای راهرو مشترک با دیواره جدا کننده یا بدون آن می‌باشند. بنابراین آلودگی آفات و بیماری نیز بویژه در واحدهای مجزا همزمان نبوده و اقدامات کنترل آنها نیز در مقاطع زمانی متفاوت انجام می‌گیرد. در این گلخانه‌ها ارقام مختلف خیار توسط کشاورزان مختلف تولید می‌شد که ارقام پرکاربرد شامل رقم ویولا، ناگین، سوپرسلطان، داتیس و ... را می‌توان نام برد.

نمونه‌برداری

در فصل زمستان ۱۳۹۹ و بهار ۱۴۰۰ (اواسط بهمن تا اوایل تیر سال بعد) و در زمان میوه چینی، مقدار ۱-۲ کیلو نمونه‌های خیار از قسمتهای مختلف یک واحد گلخانه‌ای یا در مجتمع بزرگ از چند واحد گلخانه‌ای برداشت کرده و پس از ثبت مشخصات تاریخ، محل و کدگذاری در فریزر نگهداری شدند تا به آزمایشگاه بخش آفت‌کش‌های موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ارسال شوند (جدول ۱). متأسفانه به دلیل تخریب نمونه‌های بهار ۱۴۰۰ در فریزر، قبل از ارسال به آزمایشگاه، به ناچار نمونه‌گیری در بهار ۱۴۰۱ تکرار شد.

نمونه‌ها حداکثر تا ۴-۳ ساعت پس از چیدن به فریزر (۲۰- تا ۱۸-) منتقل و بدون رفع انجماد به آزمایشگاه تهران منتقل گردیدند. مدت نگهداری از زمان نمونه‌گیری تا تجزیه باقیمانده آفت‌کش‌ها، ۳-۲ ماه و حداکثر کمتر از شش ماه بود. کلاً ۱۲ نمونه در مقطع زمستانه و ۱۴ نمونه در مقطع بهاره تجزیه و تعیین باقیمانده گردید.

حداقل باقیمانده (۱۱/۱) مربوط به کارباریل، فن پروپاترین و اندوسولفان در خیارهای گلخانه‌ای و زمینی و بیشترین مربوط به دیازینون در خیارهای زمینی (۵۵/۵) بوده و کارباریل و پرمترین نیز در نمونه‌های گوجه‌فرنگی و خیار (به ترتیب با ۰/۳۷ و ۰/۷۲ میکروگرم بر گرم) میزان باقیمانده زیادی داشتند. بقایای حشره‌کش‌ها و کنه‌کش‌های مهم در گلخانه‌های خیار، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی در دو سیستم مدیریت آفات، شامل روش معمول کشاورزان و روش مدیریت تلفیقی (IPM)، در شهرستان‌های ورامین، کرج و هشتگرد مقایسه شدند (Ramezani et al. 2013). تفاوت باقیمانده آفت‌کش‌ها و فراوانی آنها در دو سیستم مدیریت تلفیقی و معمولی معنی‌دار بود. در سیستم مدیریت تلفیقی، آفت‌کش‌های بالاتر از حد مجاز در محصولات خیار، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی به ترتیب ۵۷/۱، ۷۷/۸ و ۱۰۰ درصد و فراوانی آفت‌کش‌های یافت شده نیز به ترتیب ۵۷/۱، ۵۸/۳ و ۶۲/۵ درصد نسبت به سیستم مدیریت معمولی کاهش داشت. در سیستم مدیریت تلفیقی در خیار فقط دو ترکیب دیازینون و کلرپیریفوس دارای باقیمانده بیش از حد مجاز بودند، در صورتیکه در سیستم مدیریت معمولی در محصول خیار ۹ آفت‌کش دارای باقیمانده بیش از حد مجاز بودند. در محصول گوجه‌فرنگی، در سیستم مدیریت تلفیقی سه آفت‌کش دیازینون، کلرپیریفوس و ایمیداکلوپراید دارای باقیمانده بیش از حد مجاز بودند در حالیکه در سیستم مدیریت معمولی گوجه‌فرنگی هفت ترکیب دارای باقیمانده بیش از حد مجاز بودند. باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپراید در گلخانه‌های خیار منطقه ورامین بیش از حد مجاز تعیین گردید (M. la te itaworo 3102). باقیمانده ۷۱۱ نوع آفت‌کش توسط Hadian and Azizi (2006) در انواع سبزی‌ها (خیار، گوجه‌فرنگی، کلم و کاهو) که از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری و در میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران عرضه می‌شد بررسی شد. نتایج نشان داد که ۵۳٪ نمونه‌ها دارای باقیمانده آفت‌کش‌ها بودند و ۴۷٪ (کلم و کاهو) آلودگی نداشته و سلامت مصرف‌کننده‌ها را تهدید نمی‌کردند. در کشور ما حشره‌کش‌های مختلف علیه آفات ثبت شده اما در عمل ممکن است آفت‌کش‌هایی که ثبت نشده‌اند نیز برای کنترل آنها توسط تولیدکنندگان بکار رود. در بررسی وضعیت باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات خیار گلخانه‌ای استان تهران، نمونه‌برداری خیار از گلخانه‌های سه شهرستان پیشوا، ورامین و قرچک انجام شد که طبق آمار مدیریت باغبانی سازمان جهاد کشاورزی استان تهران، سطح کشت خیار گلخانه‌ای سه شهرستان در

جدول ۱. مشخصات نمونه‌های خیار مورد ارزیابی.

Table 1. Characteristics of evaluated cucumber samples.

No.	Sampling location	Date	Greenhouse area (m ²)*	No. of samples **
1	Varamin-Galesin	2021.2.20	1200	1
2	Varamin-Galesin	2021.2.20	4500	1
3	Qarchak-Dawood Abad	2021.2.26	4200	1
4	Pishva-Habib Abad	2021.3.5	15000	6 (from different units)
5	Varamin-Bage Khavas	2021.3.15	1000	1
6	Pishva-Tarand Bala	2021.3.15	6000	1
7	Pishva-Tarand Paeen	2021.3.15	6000	1
8	Varamin-Galesin	2021.4.25	1200	1
9	Varamin-Galesin	2021.4.25	4500	1
10	Varamin-Bage Khavas	2022.4.10	1000	1
11	Varamin-Ahmad Abad	2022.4.16	5000	1
12	Varamin-Shahrake Modarres	2022.4.16	10000	1
13	Varamin-Bage Khavas	2022.4.19	5000	1
14	Varamin-Bage Khavas	2022.4.19	8000	1
15	Varamin-Mohammad Abad	2022.4.27	3000	1
16	Qarchak-Dawood Abad	2022.5.15	2000	1
17	Varamin-Bage Khavas	2022.5.15	1000	1
18	Varamin-Mohammad Abad	2022.5.28	3000	1
19	Varamin-Agri. Research Center	2022.6.8	1200	1
20	Qarchak-Mafi Abad	2022.6.12	2000	1
21	Qarchak-Saleh Abad	2022.6.12	15000	1

*Greenhouse area: It refers to the total greenhouse units under the management of an operator, which may have been sampled from one or more units of them.

**Repeated sampled greenhouse: A greenhouse which were sampled twice on different dates, including, rows (1 and 8), (2 and 9), (10 and 17), (15 and 18).

ب- تجهیزات مورد استفاده

برای آنالیز نمونه‌ها از دستگاه LC-MS کمپانی Agilent مدل ۶۴۱۰ مجهز به آنالیزر triple quadrupole استفاده شد. جداسازی در LC مدل ۱۲۰۰ شرکت Agilent انجام شد. از ستون SB-C18, Zorbax Eclipse با مشخصات (۵۰/۰ mm $\times$ ۳/۰ و μ m ۱/۸) که در محفظه مجهز به ترموستات، در دمای ۲۵°C ثابت تنظیم شده بود، استفاده شد. برای جداسازی از فازهای متحرک استونیتریل و آب ۰/۱ درصد فرمیک اسید استفاده شد که درصد فازهای آلی به طور خطی به این صورت تغییر می‌کرد: شروع جداسازی با ۱۰٪ (v/v) استونیتریل بود که تا دقیقه ۱۳ به ۱۰۰٪ استونیتریل رسید و از دقیقه ۱۳ تا ۲۰ به ۱۰٪ اولیه رسید.

مراحل زیر جهت استخراج و تجزیه نمونه‌ها جهت تعیین باقیمانده آفت‌کش‌ها انجام شد:

ج- استخراج آفت‌کش‌های مورد مطالعه (استخراج تام)

استخراج آفت‌کش‌ها طبق روش QuEChERS-EU-CEN 2008 و استاندارد ملی ایران با عنوان "اندازه‌گیری باقیمانده آفت‌کش‌ها به روش کچرز" مصوب سال ۱۳۹۲ به شماره ۱۷۰۲۶ انجام شد. بدین ترتیب که پس از آسیاب و یکنواخت

استخراج آفت‌کش‌ها و تعیین باقی مانده آنها

الف- مواد مصرفی

استانداردهای ۳۰ آفتکش مختلف تهیه شده از شرکت‌های معتبر Sigma-Aldrich, Dr. Ehrenstorfer, Bayer, Crop Science, Fluka, Kaisha, Syngenta, Ishihara و Sangyo استفاده شدند. محلول‌های مادری ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در استونیتریل از آنها تهیه شده و در دمای ۱۸°C - نگهداری شدند. محلول‌های کاری به صورت روزانه تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفتند. فرمیک اسید (۹۸٪) و سدیم کلرید از سیگما آلدريج (Steinheim, Germany) تهیه شدند. فیلتر سرسرنگی از جنس PTFE (Lab Service Analytica, Bologna, Italy) با سایز ۰/۴۵ میکرومتر برای فیلتر نمونه‌ها پیش از تزریق به دستگاه مورد استفاده قرار گرفت. استونیتریل مخصوص کروماتوگرافی خریداری شده از Scharlau (Barcelona, Spain) در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. سایر جاذب‌های مورد نیاز برای استخراج به روش کچرز، شامل منیزیم سولفات بدون آب، سدیم استات و پلی آمین ثانویه (Poly secondary amines) (PSA) از شرکت Agilent آمریکا بودند. آب خالص مورد نیاز با استفاده از دستگاه آب خالص‌ساز با هدایت کمتر از ۰۵/۰ μ S/cm بصورت تازه و روزانه تهیه شد.

دستگاه (MRM) (Multiple reaction monitoring) استفاده شد. در نهایت، مقادیر محاسبه شده با MRL های ملی مقایسه گردید تا وضعیت سلامت محصولات مشخص شود. در این مطالعه حدود ۳۰ آفت کش پرمصرف در گلخانه‌ها مورد پایش قرار گرفتند که مهمترین و پرکاربردترین آنها عبارت بودند از: حشره‌کش‌های دیازینون، کلرپیرفوس (دورسبان)، تیاکلوپراید (کالیپسو)، ایمیداکلوپراید (کنفیدور)، دیکلرووس (ددوآپ)، پی‌متروزین (چس)، سیرومازین (تریگارد)، استامی‌پراید (موسپیلان) و کنه‌کش هگزیتازوکس (نیسورون) و قارچ‌کش‌های متالاکسیل (ریدومیل) و کاربندازیم (باویستین، ...). لازم به ذکر است که برخی آفت‌کش‌های پرمصرف مثل آدامکتین به دلیل عدم امکانات اندازه‌گیری دستگاه، تعیین باقیمانده نشدند که لازم است بررسی شود. لیست آفت‌کش‌های مورد بررسی در بخش نتایج (جدول ۳) آورده شده است.

نتایج

مشاهدات/میدانی

آفات و بیماری‌های شایع در دوره زمستانه و بهاره و آفت‌کش‌های رایج در گلخانه‌های مورد بازدید بشرح جدول ۲ بود. باقیمانده آفت‌کش‌های یافت شده در نمونه‌ها نیز غالباً از این لیست بودند.

جدول ۲. آفات و بیماری‌های شایع و آفت‌کش‌های مورد استفاده در گلخانه‌های نمونه‌برداری شده (۱۳۹۹-۱۴۰۱).

Table 2. Common pests, diseases and used pesticides in sampled greenhouses (2021-2022).

Common Pests/Diseases	Winter	Spring	Common Pesticides *
Thrips	*	*	Dimethoate, Dichlorvos, Desis, Proteus, Acetamiprid
Whitefly	*	*	Diazinon, Imidocloprid, Acetamipride
Spider mite		*	Abamectin, Danitol, Adios, Nissorun,
Leaf miner		*	Triguard, Dorsban
Aphid		*	Chess, Acetamiprid
Soil-born fungi	*	*	Metalaxyl, Mancozeb, Carbendazim
Air-born fungi	*	*	Carbendazim, Dinocap, Potassium Phosphite

*Information was obtained from greenhouse operators and local experts.

افزایش جمعیت قبلی تریپس، سفیدبالک و کنه دیده شد که با نفوذ از بیرون نیز تقویت می‌شدند. با گرم‌تر شدن تدریجی دما افزایش جمعیت کنه دونقطه‌ای شدت یافته و طی اردیبهشت و خرداد تا نیمه‌های تیر ماه (پایان برداشت و جمع‌آوری گلخانه-ها) سمپاشی‌های متعددی علیه آنها صورت می‌گرفت؛ ولی طبق نتایج، باقیمانده آفت‌کش‌های رایج مصرف علیه آنها در

کردن و آماده‌سازی نمونه‌ها، ۱۵ گرم از هر نمونه را در فالکن ۵۰ میلی‌لیتری توزین کرده و با افزودن ۱۵ میلی‌لیتر استونیتریل حاوی ۱٪ استیک اسید، فرایند استخراج کلی (Total Extraction) انجام شد. برای تکمیل فرایند استخراج از جاذب‌های منیزیم سولفات بدون آب، سدیم کلراید و سدیم استات استفاده شد. با سانتریفوژ، فاز آلی از فاز آبی جدا شده و همه فاز آلی بدست آمده از این مرحله جهت مرحله تصفیه (Clean up) استفاده شد. برای تصفیه از جاذب منیزیم سولفات و جذب نوسان فشاری (Pressure Swing Adsorption) (PSA) استفاده شد. در نهایت پس از سانتریفوژ، ۱ ml از فاز آلی حاصل پس از عبور از فیلتر سُرنگی برای تزریق به دستگاه کروماتوگراف UHPLC-MS/MS آماده گردید.

د- آنالیز باقیمانده آفت‌کش‌ها

ابتدا آفت‌کش‌ها بوسیله دستگاه بررسی شدند و دستگاه با هر یک از این آفت‌کش‌ها بطور جداگانه کالیبره شد. بهترین fragmentation voltage برای یون‌های والد هر یک از آفت‌کش‌ها، collision energy برای یونهای تاییدی و کمی‌سازی هر یک از آفت‌کش‌ها بهینه شد. با تنظیم و بهینه‌سازی شرایط دستگاه کروماتوگرافی مایع با طیف سنجی جرمی، UHPLC-MS/MS، شناسایی و کمی‌سازی مقادیر باقیمانده سموم انجام شد. برای افزایش صحت روش از حالت واکنش‌های چندگانه

در دوره زمستانه با رشد گیاهچه‌ها طی بهمن و اسفند آفت تریپس و بدنبال آن سفیدبالک فعال شدند و سفیدک‌های دروغی و حقیقی در رطوبت بالای این دو ماه و فروردین سال بعد شایع بودند. کنه تارتن نیز نزدیک منابع گرما فعال شد. از اوایل سال بعد بدنبال مساعد شدن شرایط بیرون گلخانه برای فعالیت آفات، نفوذ شته و سپس مگس مینوز به درون گلخانه و

سال ۱۴۰۱ مشاهده نشد.

جدول (۳) بودند.

با افزودن حجم مشخصی از مخلوط استانداردها در سطوح غلظتی ۰/۱ و ۰/۵ mg/kg به نمونه خیار، فرآیند استخراج طبق روش توضیح داده شده اعمال و میزان بازیابی روش استخراج با انحراف معیار نسبی هر یک از آفت‌کش‌ها محاسبه گردید که در جدول (۴) نشان داده شده است.

نتایج صحه‌گذاری روش‌های آزمون

بر اساس روش استخراج و آنالیز توضیح داده شده، پارامترهای مربوط به اعتبارسنجی روش آزمون بررسی شد. مهمترین شاخص‌های ارزیابی معتبر بودن روش آزمون طبق

جدول ۳. ارقام شایستگی جهت اعتبارسنجی روش استخراج و آنالیز در خیار.

Table 3. Figures of merit for validating extraction and analysis method in cucumber.

NO	Pesticide List	Calibrationcurve equation	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	LDR (mg/kg)	Matrix effect
1	Cyromazine	$y = 5.3526x + 6830.1$	0.0501	0.1	0.1-1	-22.76
2	Diazinon	$y = 25867x - 634502$	0.0035	0.01	0.01-1	10.59
3	Dichlorvos	$y = 77.571x + 7413.3$	0.0347	0.05	0.05-1	18.46
4	Dimethoate	$y = 175.9x + 5955.6$	0.0143	0.05	0.05-1	-2.33
5	Emamectine benzoate	$y = 520.59x + 325.33$	0.0068	0.02	0.02-1	3.66
6	Imidocloprid	$y = 382.8x - 957.32$	0.0082	0.02	0.02-1	34.25
7	Malathion	$y = 573.42x + 14017$	0.0075	0.02	0.02-1	8.31
8	Phosalone	$y = 177.05x + 4708.5$	0.0118	0.05	0.05-1	-21.68
9	Pymetrozine	$y = 62.834x + 7464$	0.0406	0.1	0.1-1	-30.62
10	Thiaclopride	$y = 1090.9x - 5612.9$	0.0031	0.01	0.01-1	29.30
11	Thiamethoxam	$y = 143.38x + 4188.8$	0.0109	0.05	0.05-1	15.19
12	Trichlorfon	$y = 53.902x + 6997.3$	0.0245	0.1	0.1-1	16.39
13	Cymoxanil	$y = 9.8169x + 2434.9$	0.0115	0.05	0.05-1	12.50
14	Difenoconazole	$y = 3180.6x + 9042.1$	0.0029	0.01	0.01-1	11.69
15	Penconazole	$y = 5399x + 18565$	0.0031	0.01	0.01-1	15.91
16	Tridemorph	$y = 477.45x + 6918.1$	0.0055	0.01	0.01-1	-1.12
17	Kresoxim-methyl	$y = 82.479x + 1922.9$	0.004	0.01	0.01-1	-5.81
18	Propamocarb	$y = 166.66x + 10243$	0.0029	0.01	0.01-1	4.57
19	Metalaxyl	$y = 1603.5x + 28858$	0.0061	0.02	0.02-1	29.76
20	Spirotetramate	$y = 613.52x - 4976.1$	0.0077	0.02	0.02-1	47.46
21	Primicarb	$y = 7927.3x + 318511$	0.0086	0.02	0.02-1	19.57
22	Tebuconazole	$y = 5444.1x + 32710$	0.0048	0.01	0.01-1	-0.64
23	Boscalid	$y = 296.08x + 3699$	0.0035	0.01	0.01-1	10.56
24	Thiodicarb	$y = 561.11x + 11358$	0.0053	0.01	0.01-1	1.10
25	Metribuzin	$y = 88.943x + 1547.1$	0.0174	0.05	0.05-1	1.14
26	Dimethomorph	$y = 817.81x + 3298.8$	0.0033	0.01	0.01-1	24.27
27	Primiphos-methyl	$y = 8687.1x + 207936$	0.0025	0.01	0.01-1	17.21
28	Carbendazim	$y = 128.71x + 10806$	0.005	0.01	0.01-1	25.48
29	Flupicolid	$y = 1102.5x + 4394.2$	0.0032	0.01	0.01-1	26.87
30	Cyazofamid	$y = 287.92x + 6225.1$	0.0068	0.02	0.02-1	-3.58

LOD: Limit of Detection

LOQ: Limit of Quantification

LDR: Linear Dynamic Range

بررسی باقیمانده آفت‌کش‌ها (زمستان ۱۳۹۹)

(تریگارد)، دیازینون، دیکلرووس (دداپ)، دیمتوات، ایمیداکلوپراید (کنفیدور)، مالاتیون، تیاکلوپراید (بیسکایا)، تری‌کلفن (دپترکس)، اسپیروتترامات (موونتو)، پرمیکارب (پرمور)، تیودیکارب (لاروین) و قارچکش‌ها: متالاکسیل (ریدومیل)، کاربندازیم (کاربندازول، استمپور، باویستین، دلسن، کوستوس، دروزال).

باقیمانده آفت‌کش‌های تیاکلوپراید و کاربندازیم می‌توانند از منشاء آفت‌کش‌های ترکیبی باشند که پرمصرف‌تر هستند؛ مثلاً

در زمستان ۱۳۹۹، تعداد ۱۲ نمونه تا پایان سال، بعلاوه ۲ نمونه در بهار ۱۴۰۰ از گلخانه‌های ورامین، قرچک و پیشوا تهیه شد و باقی‌مانده آفت‌کش‌های آنها تعیین گردید (جدول ۵). بدین ترتیب، از ۳۰ آفت‌کش بررسی شده در ۱۴ نمونه خیار، باقیمانده ۱۷ آفت‌کش در هیچ‌یک از نمونه‌ها مشاهده نشد. باقیمانده ۱۳ آفت‌کش مشاهده شده به قرار زیر بودند: حشره‌کش‌ها [نام عمومی (نام تجاری)]: سیرومازین

حشره‌کش تیاکلوپراید می‌تواند از پروتئوس (تیاکلوپراید + دلتامترین) و قارچ‌کش کاربندازیم از رورال تی اس (کاربندازیم + ایپرودیون) برجای مانده باشند. با توجه به جدول ۵، باقیمانده

آفت‌کش‌های ایمیداکلوپراید، متالاکسیل و کاربندازیم بیشترین فراوانی را در نمونه‌های مورد بررسی (در ۴ نمونه از کل ۱۴ نمونه) داشتند.

جدول ۴. بازیابی روش استخراج بکار رفته در خیار در دو سطح غلظتی با انحراف استاندارد نسبی.

Table 4. Recovery of the extraction method used in cucumber at two concentration levels with relative standard deviation.

NO.	Pesticide List	Recovery (0.1 mg/kg)	RSD (0.1 mg/kg)	Recovery (0.5 mg/kg)	RSD (0.5 mg/kg)
1	Cyromazine	125.9	13.2	80.8	11.1
2	Diazinon	100.9	17.1	100.9	16.2
3	Dichlorvos	121.6	19.1	119.6	17.8
4	Dimethoate	92.6	13.7	96.4	13.9
5	Emamectine benzoate	115.8	18.1	105.8	19.5
6	Imidocloprid	109.2	15	111.7	14.2
7	Malathion	107	20.9	92.6	22.8
8	Phosalone	64.1	9.5	63.5	10.1
9	Pymetrozine	85.9	16.1	80.8	14.1
10	Thiaclopride	74.3	13.4	77.5	12.1
11	Thiamethoxam	119.5	15	115.4	17.7
12	Trichlorfon	122.5	18.1	111.1	21.3
13	Cymoxanil	96.2	17.8	120.2	16.3
14	Difenoconazole	111	20.2	115.7	22.2
15	Penconazole	102.2	19.3	109.3	17.1
16	Tridemorph	128.3	12.2	104.8	10.2
17	Kresoxim-methyl	99.1	13.9	88.5	11.3
18	Propamocarb	91.6	15.9	92.2	14.4
19	Metalaxyl	116	20.3	114.3	19.8
20	Spirotetramate	90.4	13.3	94.3	11.2
21	Primicarb	90.6	15.1	114	16.6
22	Tebuconazole	112.1	20.5	96.9	20.5
23	Boscalid	96.2	16.1	105.5	15.2
24	Thiodicarb	114.1	12.8	95.3	11.3
25	Metribuzin	105.4	11.8	92.1	11.9
26	Dimethomorph	110.6	23	159.9	21.1
27	Primiphos-methyl	123	21.3	97.2	19.7
28	Carbendazim	79.7	16	87.2	16.8
29	Flupicolid	98.1	22	111.8	18.3
30	Cyazofamid	91	17.5	96.8	10.9

RSD= Relative Standard Deviation

شاخص فراوانی لحاظ نشده است. به عنوان مثال، کاربندازیم با بیشترین فراوانی (در ۴ نمونه از ۱۴ نمونه یعنی ۲۸٪ کل نمونه ها)، بیشترین عبور از حد مجاز را دارد (۳/۸۶۵ برابر حد مجاز). اگر بخواهیم حد باقیمانده این آفت‌کش را در کل نمونه‌ها اعلام کنیم مقدار نرمال شده ۰/۹۱۴ برابر MRL خواهد شد که زیر حد مجاز است (جدول ۶).

برخی آفت‌کش‌ها هم مثل ایمیداکلوپراید و متالاکسیل، بیشترین فراوانی را داشتند ولی در هیچیک از نمونه‌ها بیشتر از حد مجاز دیده نشدند. دیمتوات هم تنها در یک نمونه بیشتر از حد مجاز مشاهده شده است لذا با لحاظ نمودن فراوانی آن در بین کل نمونه‌ها مقدار باقی مانده (۰/۱۵ mg/kg)، بیش از حد مجاز نخواهد بود.

آفت‌کش‌های با غلظت بیش از حد مجاز ($>MRL$) شامل دیمتوات با غلظت ۰/۲۱ میلی‌گرم/کیلوگرم بیش از دو برابر حد مجاز (که در ۷٪ نمونه‌ها یعنی یک نمونه از کل ۱۴ نمونه) و کاربندازیم با حداکثر ۰/۱۹ و متوسط ۰/۱۶ میلی‌گرم/کیلوگرم بیش از ۳ برابر حد مجاز (که در ۲۸٪ نمونه‌ها یعنی ۴ نمونه از ۱۴ نمونه) دیده شد.

بدین ترتیب می‌توان گفت که ۷٪ مصرف کنندگان حشره-کش دیمتوات و ۲۸٪ مصرف کنندگان قارچ‌کش کاربندازیم را بیش از حد مجاز دریافت خواهند داشت. چون زمان عرضه محصول در بازار ممکن است نمونه‌ها با هم مخلوط شوند بنابراین فراوانی نمونه‌های دارای باقی‌مانده بیش از حد مجاز نسبت به کل نمونه‌ها نیز مد نظر قرار گرفت. در جدول ۵

حد تشخیص (LOD) دیده شدند ولی در حد قابل اندازه‌گیری (LOQ) نبودند و بقیه آفت‌کش‌ها شناسایی و مشاهده نشدند. حشره‌کش دیازینون در تمام نمونه‌ها (زیر حد مجاز) دیده شد (جدول ۷).

بررسی باقیمانده آفت‌کش‌ها (بهار ۱۴۰۱)

از ۳۰ آفت‌کش بررسی شده در ۱۲ نمونه خیار گلخانه در بهار ۱۴۰۱، تنها باقیمانده آفت‌کش دیازینون مشاهده و اندازه‌گیری شد. سه آفت‌کش پنکونازول، دیمتومورف و پیریمفس متیل در

جدول ۵. فراوانی و میزان باقیمانده آفت‌کش‌ها در نمونه‌های خیار گلخانه و مقایسه آنها با MRL ملی (۱۳۹۹).

Table 5. Frequency and residual amount of pesticides in greenhouse cucumber samples and their comparison with national MRL (2021).

Pesticide	MRL	frequency	Frequency (>MRL)	Highest Residue (mg/kg)	Average (mg/kg)	HR/MRL	Ave./MRL
Cyromazine	2	1	0	0.32	0.32	0.16	0.16
Diazinon	0.1	2	0	0.06	0.05	0.63	0.51
Dichlorvos	0.2	2	0	0.09	0.09	0.46	0.46
Dimethoate	0.1	1	1	0.21	0.21	2.10	2.10
Emamectine benzoate	0.1	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Imidacloprid	1	4	0	0.03	0.03	0.03	0.03
Malathion	0.2	2	0	0.18	0.11	0.90	0.53
Phosalone	2	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Pymetrozine	1	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Thiacloprid	0.3	1	0	0.22	0.22	0.73	0.73
Thiamethoxam	0.5	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Trichlorfon	1	1	0	0.40	0.40	0.40	0.40
Cymoxanil	0.3	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Difenoconazole	0.2	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Penconazole	0.1	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Tridemorph	0.08	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Kresoxim-methyl	0.3	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Propamocarb	5	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Metalaxyl	0.5	4	0	0.22	0.09	0.45	0.17
Spirotetramate	2	2	0	0.04	0.04	0.02	0.02
Primicarb	2	1	0	0.06	0.06	0.03	0.03
Tebuconazole	0.05	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Boscalid	0.05	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Thiodicarb	0.3	1	0	0.03	0.03	0.09	0.10
Metribuzin	0.05	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Dimethomorph	0.05	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Primiphos-methyl	2	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Carbendazim	0.05	4	4	0.19	0.16	3.87	3.20
Flupicolid	0.5	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Cyazofamid	0.2	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

- Values greater than national MRLs are bolded.

بحث

کش‌های متالاکسیل و کاربندازیم و حشره‌کش‌های دیازینون و ایمیداکلوپراید بودند.

با توجه به نتایج، متالاکسیل و کاربندازیم علیه بیماری‌های خاکزاد، معمولاً از زمان گیاهچه تا شروع گلدهی (دوره بیشترین بروز بیماری‌های خاکزاد) مصرف می‌شوند که در کشت‌های زمستانه-بهاره مصادف با انتهای سال می‌باشد. متالاکسیل قارچ‌کش کم‌خطر بوده و با فراوانی کمتری و زیر حد مجاز دیده شد ولی کاربندازیم با وجود کم‌خطر بودن بیش از حد مجاز دیده شد و بیشترین باقیمانده را داشت. دوره کارنس قارچ‌کش کاربندازیم، بسته به نوع گیاه، از ۴ تا ۱۴ روز طول می‌کشد. بنابراین برای رعایت دوره کارنس آن باید در

بر اساس مشاهدات و اطلاعات جمع‌آوری شده، آبامکتین یکی از پرمصرف‌ترین آفت‌کش‌ها علیه کنه می‌باشد (عموماً همراه با دیکلرووس علیه تریپس در بهار زیاد مصرف می‌شود)، ولی متأسفانه امکان اندازه‌گیری آن در آزمایشگاه نبود. این آفت‌کش در گروه‌بندی سازمان جهانی بهداشت (WHO) جزو آفت‌کش‌های خطرناک بوده (Noorbakhsh 2022) و مصرف آن باید محدود شود. آفت‌کش دیگر (دیکلرووس) دوره کارنس کم (دو روز) دارد که زود تجزیه می‌شود بطوری که در باقیمانده‌ها نیز زیاد دیده نشد. آفت‌کش‌های با فراوانی بیشتر شامل قارچ-

مراحل گیاهچه تا قبل از گلدهی مصرف گردد، هرچند این آفتکش برای سبزی و صیفی گلخانه‌ای ثبت نشده است (Noorbakhsh 2022). البته در صورت وجود آلودگی، اجرای درست آفتاب‌دهی در تابستان راهکار مناسب و سالمی برای کنترل بیماری‌های خاکزاد و سایر آفات و بیماری‌ها و بذر علف‌های هرز مستقر در خاک خواهد بود ولی در صورت ضرورت، استفاده از عوامل بیولوژیک (نظیر تریکودرما) گزینه مناسبی می‌باشد.

حشره‌کش دیمتوات که باقیمانده بیش از حد مجاز داشت، با وجود اینکه فراوانی زیاد نداشت ولی مصرف آن علیه تریپس به دلیل دوره کارنس زیاد این آفتکش (۲-۳ هفته)، در زمان

برداشت محصول باید منع شده و جایگزین مناسبی از حشره‌کش‌های توصیه شده ترویج گردد. لازم به یادآوری است که مقادیر باقیمانده‌های یاد شده در زمان برداشت خیار می‌باشد و این مقادیر بسته به پروسه بازاریابی محصول، در شرایط بازار متفاوت بوده و اصولاً کمتر از مقادیر ذکر شده خواهد بود که قابل بررسی است. حشره‌کش ایمیداکلوپراید با فراوانی بیشتر ولی زیر حد مجاز بود. این حشره‌کش نیز علیه آفات مکنده زیاد استفاده می‌شود ولی از آفتکش‌های خطرناک می‌باشد (Noorbakhsh 2022) که باید محدود شود. چون دوره کارنس آن کوتاه هست (۲-۳ روز در گلخانه خیار) (Morowati et al. 2013) در صورت استفاده باید کارنس رعایت گردد.

جدول ۶. وضعیت باقیمانده آفتکش‌ها در خیار با لحاظ کردن فراوانی نمونه‌ها.

Table 6. The residual status of pesticides in cucumbers by considering the sample abundance.

Pesticide	frequency	Ave./MRL	Normalized
Cyromazine	1	0.160	0.011
Diazinon	2	0.512	0.073
Dichlorvos	2	0.458	0.065
Dimethoate	1	2.100	0.150
Emamectine benzoate	0	0.000	0.000
Imidoclopride	4	0.027	0.008
Malathion	2	0.525	0.075
Phosalone	0	0.000	0.000
Pymetrozine	0	0.000	0.000
Thiaclopride	1	0.733	0.052
Thiamethoxam	0	0.000	0.000
Trichlorfon	1	0.400	0.029
Cymoxanil	0	0.000	0.000
Difenoconazole	0	0.000	0.000
Penconazole	0	0.000	0.000
Tridemorph	0	0.000	0.000
Kresoxim-methyl	0	0.000	0.000
Propamocarb	0	0.000	0.000
Metalaxyl	4	0.172	0.049
Spirotetramate	2	0.018	0.003
Primicarb	1	0.030	0.002
Tebuconazole	0	0.000	0.000
Boscalid	0	0.000	0.000
Thiodicarb	1	0.100	0.007
Metribuzin	0	0.000	0.000
Dimethomorph	0	0.000	0.000
Primiphos-methyl	0	0.000	0.000
Carbendazim	4	3.200	0.914
Flupicolid	0	0.000	0.000
Cyazofamid	0	0.000	0.000

نتایج ما با مطالعات (Amrollahi et al. 2019) که بقایای آفتکش‌های کلره، ارگانوفسفره، کارباماتی و پایریتروئیدی را در نمونه‌های خیار گلخانه‌ای (نمونه‌گیری شده از بازار تهران) بررسی کرده و باقیمانده بیش از حد مجاز دیکلرووس و

پرمترین را گزارش کرده‌اند، متفاوت بود؛ طبق نتایج، دیکلرووس در تعداد کمی از نمونه‌ها و زیر حد مجاز بود که با توجه به پرمصرف بودن این آفتکش، دلیل این امر می‌تواند مربوط به دوره کارنس کوتاه و ماندگاری کم آن و نیز شاید

سواد یا اتباع بودند و اطلاعات درستی از نام و نوع آفتکش‌های مصرفی‌شان نداشتند. البته سال ۱۴۰۱ شروع اجرای برنامه نظارت بر تولیدات در برخی محصولات زراعی و گلخانه‌ای بود که تولید کنندگان را موظف به دریافت کد سلامت محصول (QR code) می‌کرد، که می‌تواند بر کاهش مصرف آفتکش‌ها از سوی تولید کنندگان (از جمله محصولات گلخانه‌ای) اثر گذاشته باشد.

فاصله زمان برداشت نمونه از زمان سمپاشی باشد. عدم وجود سایر آفتکش‌های مورد بررسی در نمونه‌های بهاره ۱۴۰۱، نیز شاید به دلیل افزایش زیاد قیمت آفتکش‌ها نسبت به چهار سال قبل (زمان گزارش فوق) و بنابراین کاهش مصرف باشد؛ اکثر کشاورزان مثل قبل با اهداف پیشگیری از آفتکش‌ها استفاده نمی‌کنند. شاید هم آفتکش‌هایی بکار برده شده باشند که با لیست مورد بررسی ما متفاوت بوده و تعیین نشده‌اند، بویژه اینکه اکثر گلخانه‌داران در زمان نمونه‌برداری از کارگران کم

جدول ۷. فراوانی و میزان باقیمانده آفت‌کش‌ها در نمونه‌های خیار گلخانه و مقایسه آنها با MRL ملی (۱۴۰۱).

Table 7. Frequency and residual amount of pesticides in greenhouse cucumber samples and their comparison with national MRL (2022).

Pesticide	MRL	frequency	Frequency (>MRL)	Highest Residue (ppm)	Average (ppm)	HR/MRL	Ave./MRL
Cyromazine	2	0	0	0	0	0	0
Diazinon	0.1	12	0	0.02	0.01	0.190	0.144
Dichlorvos	0.2	0	0	0	0	0	0
Dimethoate	0.1	0	0	0	0	0	0
Emamectine benzoate	0.1	0	0	0	0	0	0
Imidocloprid	1	0	0	0	0	0	0
Malathion	0.2	0	0	0	0	0	0
Phosalone	2	0	0	0	0	0	0
Pymetrozine	1	0	0	0	0	0	0
Thiacloprid	0.3	0	0	0	0	0	0
Thiamethoxam	0.5	0	0	0	0	0	0
Trichlorfon	1	0	0	0	0	0	0
Cymoxanil	0.3	0	0	0	0	0	0
Difenoconazole	0.2	0	0	0	0	0	0
Penconazole	0.1	0	0	0	0	0	0
Tridemorph	0.08	0	0	0	0	0	0
Kresoxim-methyl	0.3	0	0	0	0	0	0
Propamocarb	5	0	0	0	0	0	0
Metalaxyl	0.5	0	0	0	0	0	0
Spirotetramate	2	0	0	0	0	0	0
Primicarb	2	0	0	0	0	0	0
Tebuconazole	0.05	0	0	0	0	0	0
Boscalid	0.05	0	0	0	0	0	0
Thiodicarb	0.3	0	0	0	0	0	0
Metribuzin	0.05	0	0	0	0	0	0
Dimethomorph	0.05	0	0	0	0	0	0
Primiphos-methyl	2	0	0	0	0	0	0
Carbendazim	0.05	0	0	0	0	0	0
Flupicolid	0.5	0	0	0	0	0	0
Cyazofamid	0.2	0	0	0	0	0	0

کلرپیریفوس، دیکلرووس و مالاتیون به ترتیب ۹/۵، ۴/۸، ۳/۷ و ۱/۹ برابر بیش از حد مجاز گزارش شد که در مطالعه ما چنین نتایجی دیده نمی‌شود. همچنان که قبلاً نیز ذکر شد علل آن می‌تواند ناشی از نوع آفتکش، کارنس کم، زمان نمونه‌گیری یا کاهش مصرف آفتکش‌ها (ناشی از قیمت) باشد و نشانگر بهبود کاربرد آفتکش‌ها (حداقل در گلخانه‌های استان تهران) نسبت به گذشته می‌باشد. البته در گزارش اخیر آمده که طبق اظهار

باقیمانده چهار حشره‌کش دیکلرووس، دلتامترین، ایمیداکلوپراید و پی‌متروزین در نمونه‌های خیار گلخانه چهار شهرستان استان اصفهان بررسی شد که حدود ۴۵-۳۵٪ نمونه‌های هر شهرستان باقیمانده بیش از حد مجاز داشتند (Morowati & Nematollahi 2014). از ۹ آفتکش مورد بررسی در گلخانه‌های خیار شهرستان همدان توسط Nikan & Morowati (2019) باقی مانده چهار آفتکش دیازینون،

با توجه به اینکه فقط در نمونه‌های دوره زمستانی باقی‌مانده بیش از حد مجاز آفت‌کش دیده شد، یعنی فقط پنج نمونه از کل ۲۶ نمونه (۱۹٪ نمونه‌ها) گرفته شده در کل یک دوره تولید خیار گلخانه‌ای سالم نبودند که امید می‌رود با نظارت و ترویج شیوه‌های مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌ها بر پایه کنترل‌های غیرشیمیایی و بویژه بیولوژیک و محدود کردن مصرف آفت‌کش‌ها به موارد ضروری، کم‌خطر و با کارنس کم (بویژه در دوره برداشت محصول) نسبت به تولید محصول سالم اقدام گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان تهران انجام گردید که از سوی نگارندگان تشکر و قدردانی می‌گردد. از همکاری‌های بی‌دریغ آقای محمدعلی راستگو (کارشناس بازنشسته مدیریت جهاد کشاورزی ورامین) در معرفی گلخانه‌ها و همراهی در نمونه‌گیری‌ها نیز کمال تشکر را داریم.

References

- Ahmadi K, Hatami F, Hoseinpour R, Abdshad H, Ebadzadeh H, 2021. Agricultural statistics of 2020: Horticultural products (3). Information and Communication Technology Center of the Ministry of Jihad-e-Agriculture. 158 pp (in Persian).
- Amrollahi H, Pazoki R, Imani S, 2019. Pesticide multi-residue analysis in tomato and cucumber samples collected from fruit and vegetable markets in Tehran, Iran. *Middle East Journal of Rehabilitation & Health Studies* 6(1): e64271 <https://doi.org/10.5812/mejrh.64271> (In Press).
- Hadian Z, Azizi MH, 2006. Pesticide residues in vegetables marketed in the main wholesale fruit and vegetable market in Tehran as determined by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* 1(2): 13-20 (in Persian with English abstract).
- Morowati M, Ebrahimnejad M, Tajbakhsh MR, 2013. Determination of residue and pre-harvest interval of Imidacloprid insecticide on greenhouse cucumber in Varamin region. *Journal of Soil & Plant Interactions* 4(2): 109-116 (in Persian with English abstract).
- Morowati M, Azadvar M, 2013. Determination of diazinon residue levels and preharvest intervals in

گلخانه‌داران دیازینون و مالاتیون مصرف نکرده بودند ولی طبق آنالیز نمونه‌ها، باقیمانده بیش از حد مجاز داشتند، این موضوع در مطالعه ما نیز در خصوص مصرف دیازینون وجود داشت و بیشتر گلخانه‌داران به مصرف آن اشاره نکردند در صورتی که در تمام نمونه‌های فصل بهار ۱۴۰۱ (البته با نسبت کمتر از حد مجاز) یافت شد. دوره کارنس این حشره‌کش در خیار گلخانه حدود ۱۰ روز تعیین شده است (Morowati & Azadvar 2013) و اگر مستقیماً علیه آفت سمپاشی شده بود اصولاً باید در مقادیر بیش از اینها در نمونه‌ها یافت می‌شد. با توجه به ممنوعیت مصرف این آفت‌کش از چند سال پیش، وجود آن در تمام نمونه‌ها و به میزان اندک، این شک را ایجاد می‌کند که مقادیر اندکی قاطی آفت‌کش‌های مجاز مصرفی باشد. نظر به مشاهده مواردی، بنظر می‌رسد که برخی شرکت‌های فرموله کننده در فرمولاسیون آفت‌کش‌های خود نسبت کمی از دیازینون اضافه می‌کنند (بدون اعلام در برچسب) تا موجب گستردگی طیف اثر و افزایش میزان تاثیر آفت‌کش شده و فروش بیشتری داشته باشند که موضوع قابل بررسی است.

greenhouse cucumbers in Jiroft. *Genetic Engineering & Biosafety Journal* 2(1): 29-36 (in Persian).

- Morowati M, Nematollahi M, 2014. Investigation on the residue levels of four insecticides on greenhouse cucumber in Esfahan province. *Applied Entomology & Phytopathology* 82(1): 11-24 (in Persian with English abstract).
- Nikan J, Morowati M, 2019. An investigation on residue levels of some pesticides used in greenhouse grown cucumber in Hamedan province, Iran. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 8(3): 109-123 (in Persian with English abstract).
- Noorbakhsh S (edt). 2022. List of Important Pests, Diseases and Weeds of Major Agricultural Products, Pesticides and Recommended Methods for Their Control. Plant Protection Organization of Iran. 221 pp (in Persian).
- Ramezani MK, Bani-Amari V, Morowati M, Tajbakhsh M, 2012. Investigating and comparing the amount of insecticide residues used in integrated management (IPM) and conventional cultivation systems in greenhouse conditions in Tehran province. *The Final Report of the Research Project, Iranian Research Institute of Plant Protection*. 31 pp (in Persian with English abstract).

