مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی
ISSN 2588-5073 چاپی
ISSN 2588-5081 الکترونیکی
دوره ۹، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۹
صفحه ۲۷-۱۹

Genetic Engineering and Biosafety Journal
Volume 9, Number 1

ارزیابی باقی‌مانده آفت‌کش پرمترین در گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای

Evaluation of Permethrin Residue in Greenhouse Tomatoes

سید رضا باستان*[۱]، بهاره رفیعی[۲]

Seyed Reza Bastan*[1], Bahareh Rafiei[2]

۱-گروه زراعت، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

1. Department of Agronomy, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

2. Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: bastansr@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۲۰)

چکیده

باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در تولید محصولات کشاورزی، سلامت انسان و تعادل محیطی را به خطر می‌اندازد. نگرانی درباره‌ی بقایای سموم دفع آفات و تأثیرات زیست‌محیطی در پی استفاده مکرر از آن‌ها منجر به تحقیق در مورد باقی‌مانده و سرنوشت این عوامل است. اثرات مضر باقی‌مانده آفت‌کش‌ها روی انسان و محیط زیست باعث افزایش تمایل به فناوری مهندسی ژنتیک و کشت محصولات تراریخته در جهت استراتژی‌های مدیریت آفات شده است. این مطالعه به منظور بررسی باقی‌مانده امولسیون پرمترین ۲۵ درصد در گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای رقم Vendor انجام شد. بوته‌ها با دوزهای ۰/۵ و ۱ در هزار اسپری شدند. آماده‌سازی نمونه به روش QuEChERS انجام گرفت. برای خالص‌سازی از کارتریج‌های استخراج فاز جامد (SPE) استفاده و باقی‌مانده آفت‌کش با استفاده از GC-MS آنالیز شد. نتایج نشان داد که میزان باقی‌مانده پرمترین با دوزهای ۰/۵ و ۱ در هزار، به ترتیب ۵ و ۷ روز پس از سم‌پاشی به زیر حداکثر میزان مجاز باقی‌مانده (MRL) توصیه شده توسط کدکس (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) رسید و در روز دهم پس از سم-پاشی (۱ در هزار)، نیز باقی‌مانده قابل اندازه‌گیری زیر MRL بود.

واژه‌های کلیدی

Residue،
پرمترین،
QuEChERS،
MRL،
GC-MS

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مشکلات کشاورزی در سراسر دنیا، حضور آفات است به طوریکه تقریباً حدود یک سوم محصولات کشاورزی جهان در مراحل مختلف تولید توسط آفات از بین می‌روند. این میزان در کشورهای توسعه نیافته بیشتر است. محافظت از محصولات کشاورزی یک بخش لازم در سیستم تولید است که سبب افزایش محصول و در نهایت تولید غذای بیشتر و با کیفیت بالاتر می‌شود. از این رو اهمیت استفاده سموم کشاورزی به عنوان یکی از راهکارهای مبارزه روشن می‌شود (Juraske, 2007).

زنجیره‌ی غذایی مهم‌ترین راه انتقال آفت‌کش‌ها به بدن انسان و در معرض قرار گرفتن موجودات زنده دیگر است. به طور کلی، تنها ۰/۱ درصد از سموم روی آفات هدف تأثیر می‌گذارند. بسیاری از آفت‌کش‌ها پس از ورود به بدن موجودات زنده، تجمع پیدا کرده و پس از مدتی اثرات نامطلوب خود را نمایان می‌سازند (Katagi 2010; Carriger & Rand 2008).

امروزه با آگاهی در مورد مخاطرات ناشی از استفاده سموم کشاورزی، راهکارهای متعددی نسبت به کاهش این اثرات در پیش گرفته شده است که می‌توان به کشاورزی ارگانیک، مدیریت تلفیقی آفات و آموزش مصرف صحیح سموم اشاره کرد. با وجود ترویج این روش‌ها، تأثیرات نامطلوب سموم کشاورزی آنچنان که باید تحت کنترل قرار نگرفته‌اند. تأمین غذای کافی برای جمعیت رو به رشد و واردات ۵۰ درصدی مواد غذایی در کشور همچنان به عنوان یک مشکل اساسی است (Khosravi and Tohidfar, 2015).

پرمترین حشره‌کشی با اثر تماسی و گوارشی است که امروزه در برابر طیف گسترده‌ای از آفات میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شود. این ترکیب برای مبارزه با انواع حشرات مکنده، لاروهای برگخوار در باغات، مزارع و گلخانه‌ها به کار می‌رود (Rakhshani, 2005). پرمترین از گروه آفت‌کش‌های پایرتروئید است، پایرتروئیدها مشتقات مصنوعی پیرترین‌های طبیعی هستند که از گونه‌های جنس *Chrysanthemum* استخراج می‌شوند و شامل استرهای اسید گل داوودی (اتیل ۲،۲-دی متیل-۳- (۱- ایزوبوتنیل) سیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات) و مشتقات هالوژن شده از اسیدها و الکل‌های آن هستند (Soderlund, Costa, 2015 2012). مواد طبیعی موجود در عصاره گل داوودی تحت تأثیر نور به سرعت تجزیه می‌شوند بنابراین با مشتقات مصنوعی جایگزین شده‌اند، که در ابتدا برای انسان ایمن به نظر می‌آمدند (*et al,* Skolarczyk 2017). با این حال، تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که بی‌خطر نیستند و از طریق تماس پوست، استنشاق و باقی‌مانده آن‌ها در مواد غذایی یا آب می‌توانند وارد بدن شوند و اختلالاتی را ایجاد کنند. پرمترین اثرات مخرب بر قلب و عروق، کبد، سوخت و ساز، سیستم ایمنی بدن، باروری و همچنین فعالیت آنزیمی به ویژه آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در بافت‌ها دارد (*et al,* Chrustek 2018).

پرمترین به صورت فرمولاسیون امولسیون ۱۰ و ۲۵ درصد با نام تجاری آمبوش (Ambush) و فرمولاسیون پودر وتابل ۰/۵ و ۲۵ درصد با نام تجاری کوپکس (Coopex) موجود می‌باشد و وزن مولکولی آن ۳۹۱/۳ g/mol است. شکل ماده تکنیکال، مایعی به رنگ زرد تا قهوه‌ای است، در دمای اتاق بخش‌هایی از آن کریستاله می‌شود و محلول در حلال‌های آلی است (*et al,* 2009 Toynton). دارای دو ایزومر سیس و ترانس است. مقدار LD_{50} دهانی پرمترین بسته به عوامل مختلفی از جمله مواد جانبی فرمولاسیون، نسبت ایزومرهای سیس وترانس در ترکیب، گونه جانوری مورد آزمون، سن و جنسیت آن متفاوت است. حد مجاز روزانه (ADI) این سم (با نسبت ایزومرهای سیس و ترانس۴۰:۶۰) در نشست مشترک سازمان‌های خواروبار جهانی و بهداشت جهانی ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن تعیین شده است (Nasuti, 2000; Tomlin *et al,* 2014).

باقی‌مانده آفت‌کش پرمترین در بسیاری از بازارهای داخلی و خارجی عرضه‌کننده میوه وسبزیجات مورد بررسی قرار گرفته است و وجود باقی‌مانده‌ی بیش از حد مجاز (MRL: Maximum Residue Level) آن در بسیاری از محصولات در حال عرضه به مصرف‌کنندگان به اثبات رسیده است. از جمله این مطالعات می‌توان به بررسی که در نمونه‌های گوجه‌فرنگی و خیار تهیه شده

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]

بازارهای میوه وسبزیجات تهران انجام شده است اشاره کرد (Amrollahi *et al*, 2018). همچنین در مطالعه‌ای که هادیان و همکاران در سال ۲۰۱۹ در زمینه‌ی باقی‌مانده‌ی آفت‌کش‌ها در محصولات مختلف انجام دادند، نتایج نشان‌دهنده وجود باقی-مانده‌ی پرمترین در نمونه‌های گوجه‌فرنگی بود (Hadian *et al*, 2019). در بررسی ۳۰ آفت‌کش در ۹۰ نمونه گوجه‌فرنگی که از بازارهای مرکزی در ایالت خارطوم تهیه شد، بیشترین میزان باقی-مانده‌ی آفت‌کش مربوط به پرمترین بود (Ali *et al*, 2020).

کاشت گیاهان تراریخته مقاوم به آفات و استراتژی استفاده از آن-ها، مصرف آفت کش‌های شیمیایی را به طور چشم‌گیری کاهش می‌دهد. اینگونه محصولات فاقد هرگونه باقی‌مانده سموم است و ضمن تضمین سلامت مصرف کننده، از بازار مناسبی در داخل و برای صادرات برخوردارند (Morowati and Azadvar, 2014). به دلیل محبوبیت آفت‌کش‌های پایرتروئید در مصارف خانگی و کشاورزی، می‌توانند از طریق آب، آلودگی خاک، زنجیره غذایی و به ویژه با مصرف محصولات حاوی باقی‌مانده وارد بدن انسان شود (Huong *et al*, 2020). تا زمانی که استفاده از سموم در محصولات کشاورزی صورت می‌گیرد و روش جایگزینی برای مبارزه با آفات مانند استفاده از گیاهان تراریخته به طور گسترده به کار گرفته نمی‌شود، نظارت مستمر و دقیق بر استفاده از سموم دفع آفات در محصولات کشاورزی به ویژه سبزیجات و محصولات گلخانه‌ای که مصرف تازه‌خوری دارند، ضروری است. در این مطالعه به بررسی باقی‌مانده‌ی آفت‌کش پرمترین در گوجه-فرنگی گلخانه‌ای با استفاده از روش استخراج فاز جامد (SPE) و GC- MS پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در گلخانه‌ای در شهرستان اراک گوجه‌فرنگی واریته وندور (Vendor) کشت شد، دمای گلخانه در شب ۲۱ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد و در روز ۲۷ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ تا ۷۵ درصد اندازه‌گیری شد. آبیاری بوته‌ها به روش قطره‌ای انجام گرفت. جهت سم‌پاشی بوته‌ها، آفت‌کش پرمترین که از سموم رایج در گلخانه‌های گوجه‌فرنگی است، در نظر گرفته شد. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار اجرا شد. سمپاشی بوسیلهٔ یک دستگاه سمپاش دستی ۱/۵ لیتری سم‌پاشی با دوز توصیه شده توسط سازمان حفظ نباتات (۰/۵ در هزار) و دو برابر دوز توصیه شده (۱ در هزار) آفت‌کش پرمترین، در دو نوبت انجام شد. در بوته‌های شاهد به جای استفاده از سم، فقط آب پاشیده شد. به فاصله‌ی یک ساعت پس از دومین سم‌پاشی، نمونه اول و در روزهای اول، سوم، پنجم، هفتم و دهم نمونه‌برداری انجام شد. به منظور انتخاب نمونه‌هایی که نماینده‌ی واقعی گوجه‌فرنگی‌های گلخانه باشند، از بوته‌های مختلف و از هر بوته از قسمت‌های پایینی، میانی و بالایی نمونه‌برداری انجام گرفت. سه تکرار در نظر گرفته شد و در هر نوبت نمونه‌برداری حدود یک کیلوگرم گوجه‌فرنگی از هر تکرار برداشت شد. نمونه‌ها درون کیسه‌های پلی‌اتیلن قرار داده شد و برای جلوگیری از تعریق، تعدادی منفذ در کیسه‌ها ایجاد شد و پس از نصب برچسب اطلاعات سم‌پاشی با حفظ زنجیره‌ی سرد به آزمایشگاه منتقل شد. آماده‌سازی نمونه‌ها جهت استخراج آفت‌کش‌ها از نمونه‌ها جهت کروماتوگرافی گازی طبق روش QuECHERS انجام شد (Paya et al., 2007). بر اساس این روش، ابتدا نمونه‌ها به قطعات کوچک ۲ سانتی‌متر تقسیم و۲۰۰ گرم از آن هموژنیزه شد. ۱۰ میلی‌لیتر استونیتریل، ۱۰ میلی‌لیتر متانول و۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به۲۰ گرم از نمونه هموژنیزه اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه بوسیله دستگاه شیکر بهم زده شد. مخلوط به دست آمده را درون لوله‌های آزمایش به مقدار مساوی ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه درون سانتریفیوژ با ۲۵۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس بخش بالایی نمونه که مایع شفافی است، از یک فیلتر میکرومتری عبور داده شد. در این مرحله pH اندازه‌گیری شد. pH مناسب برای عبور از کارتریج‌های فاز جامد ۷-۲/۵ می‌باشد و در تمام نمونه‌ها pH اندازه‌گیری شد و در صوت نیاز pH تنظیم شد. برای خالص‌سازی از کارتریج‌های فاز جامد (C18) استفاده شد. ابتدا آماده‌سازی ستون‌ها انجام گرفت، در مرحله اول کارتریج‌ها با ۱۰ سی‌سی هگزان نرمال، سپس ۵ سی‌سی آب مقطر دی‌یونیزه و در پی آن ۵ سی‌سی استونیتریل شستشو داده شد. در مرحله بعد عصاره استخراج شده از ستون عبور داده شد و در نهایت شستشوی کارتریج با ۵ سی‌سی اتیل‌استات انجام گرفت. عصاره‌ی

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]

خروجی از این مرحله در ویال‌های شیشه‌ای جمع‌آوری و به منظور جلوگیری از تبخیر حلال‌ها درب آن‌ها با پارافیلم پوشیده شد. پس از این مرحله، ۱۰ سی‌سی هگزان نرمال از ستون عبور داده شد و مانند مرحله قبل عصاره‌ی حاصله جمع‌آوری گردید. برای جلوگیری از اتلاف آنالیت دو عصاره‌ی حاصل از شستشو جمع‌آوری شد. تغلیظ عصاره‌ها با جریان آرام نیتروژن صورت گرفت و حجم کل عصاره‌ها به ۲۰۰ میکرو لیتر رسید. از دستگاه کروماتوگرافی- طیف‌سنج‌جرمی GC-MS برای اندازه‌گیری مقدار باقی‌مانده آفت‌کش استفاده شد. طیف سنج جرمی با انرژی ۷۰ الکترون ولت استفاده شد. دمای انژکتور ۲۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، دمای دتکتور Mass ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد، ستون کاپیلاری (HP5) با طول۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۵۳ میلی‌متر و ضخامت جاذب ۲۵ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفت. حد تشخیص (Limit of detection) با تزریق غلظت‌های ۱۰۰ ، ۱۰ ، ۱ ، ۰/۵، ۰/۱ و ۰/۰۱ پی‌پی‌ام محلول استاندارد به دستگاه تعیین شد. برای ارزیابی میزان باقی‌مانده‌ی پرمترین عصاره تغلیظ شده به همراه حلال به دستگاه GC-MS تزریق گردید. درصد بازیابی آفت‌کش، برای اطمینان از کارایی روش استخراج با اضافه کردن مقدار ۰/۵ پی‌پی‌ام از استاندارد پرمترین به نمونه‌های فاقد آفت‌کش، تعیین شد. یک کیلوگرم از گوجه‌فرنگی‌های غیرآلوده (گوجه‌فرنگی‌هایی که در مدت کشت سم‌پاشی نشده و به عنوان شاهد نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند) انتخاب و مقدار ۵۰ میکرولیتر از محلول استاندارد به غلظت ۱۰۰۰۰ پی‌پی‌ام به آن‌ها اضافه گردید و در نهایت غلظت نهایی سم در نمونه به ۰/۵ پی‌پی‌ام رسید. جهت مقایسه‌ی میانگین باقی‌ماندی آفت‌کش پرمترین در روزهای بعد از سم‌پاشی و مقایسه میانگین‌ها با MRL، از نرم افزار SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

کروماتوگرام‌های مربوط به استاندارد پرمترین سیس و ترانس و بازیافت آن با روش مورد مطالعه در شکل ۱ آمده است. با توجه به پیک‌های استاندارد آفت‌کش، زمان بازداری (Retention time) مشخص شد. کروماتوگرام‌های مربوط به روزهای مختلف پس از سم‌پاشی با آن مقایسه شد و شناسایی کیفی صورت پذیرفت. سپس به منظور بررسی کمی میزان باقی‌مانده‌ی آفت‌کش با مقایسه سطح زیر منحنی مربوط به هر نمونه محاسبه شد.

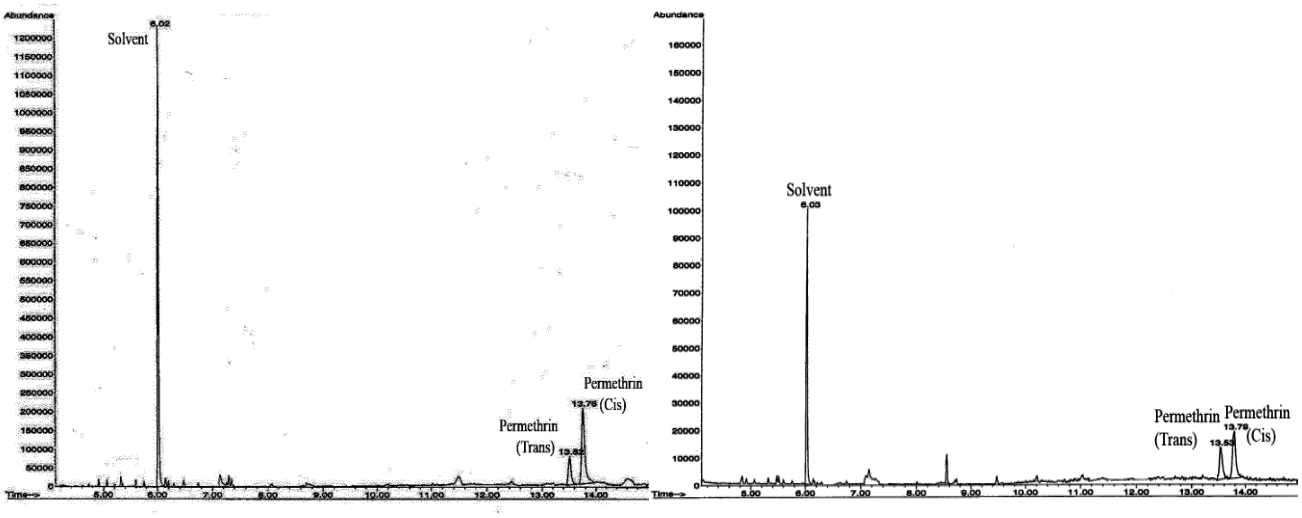
میانگین بازیافت در سطح ۰/۵ پی‌پی‌ام برای پرمترین (سیس و ترانس) به ترتیب ۹۶/۱ و ۹۵/۳۸ درصد به دست آمد. میانگین اندازه‌گیری شده میزان باقی‌مانده هر آفت‌کش در روزهای بعد از سم‌پاشی در گلخانه با دوزهای توصیه شده توسط سازمان حفظ نباتات در جداول۱ تا ٤ آمده است.

با توجه به نتایج به دست آمده، میانگین باقی‌مانده‌ی پرمترین (۰/۵ در هزار) در زمان‌های مختلف متفاوت بوده و زمانی که از دوز ۰/۵ در هزار استفاده شده یک ساعت پس از سم‌پاشی، باقی‌مانده-ی ترانس پرمترین ۵/۵۸۷ و یک روز پس از سم‌پاشی ۱/۲٦٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم محاسبه شد. برای سیس پرمترین باقی‌مانده‌ی این سم یک ساعت پس از سم‌پاشی ۵/۳۰۲ و یک روز پس از سم‌پاشی ۱/۲٦٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم محاسبه شد. مقایسه‌ی میانگین باقی‌مانده‌ی آفت‌کش پرمترین (۰/۵ در هزار) با بیشترین حد مجاز (MRL) که برابر ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم توسط کدکس (Codex Alimentarius) تعیین شده است، نشان داد که در روز پنجم میزان باقی‌مانده‌ی پرمترین (۰/۵ در هزار) با MRL اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۱ و ۲، شکل ۲ و ۳).

بررسی باقی‌مانده‌ی پرمترین (۱ در هزار) در زمان‌های مختلف نشان داد میزان ترانس پرمترین یک ساعت پس از سم‌پاشی ٦/۹۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و یک روز پس از سم‌پاشی ۲/۳۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شد. برای سیس پرمترین این مقادیر به ترتیب ٦/٥٤٦ و ۲/٦٥۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. مقایسه‌ی میانگین باقی‌مانده‌ی آفت‌کش پرمترین (۱ در هزار) با بیشترین حد مجاز پرمترین نشان داد که در روز هفتم این میزان با MRL اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۲ و ۳، شکل ٤ و ۵).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]



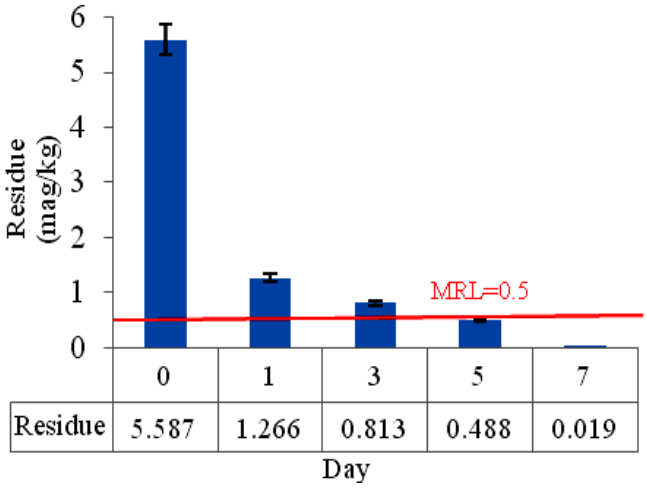
شکل ۱- a- کروماتوگرام مربوط به استاندارد b- بازیافت پرمترین

Fig. 1- a- Standard chromatogram of Permethrin, b- Chromatogram of recovery Permethrin

جدول ۱- مقایسه میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (ترانس) (۰/۵ در هزار) با MRL (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Table 1- Mean Comparison of Trans-Permethrin residues with MRL (mg/ kg)

p	t	Mean ± SE	Times after application of pesticide
0.008	7.27	5.587± 0.023	1 hour
0.003	8.57	1.266 ± 0.023	1 day
0.036	1.48	0.813 ± 0.023	3 day
0.044	0.01	0.488 ± 0.023	5 day
0.035	7.86	0.019 ± 0.023	7 day
ND	ND	ND	10 day



شکل۲- میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (ترانس) (۰/۵ در هزار) در روزهای مختلف،

Fig 2. The mean of Trans-Permethrin residues on different days

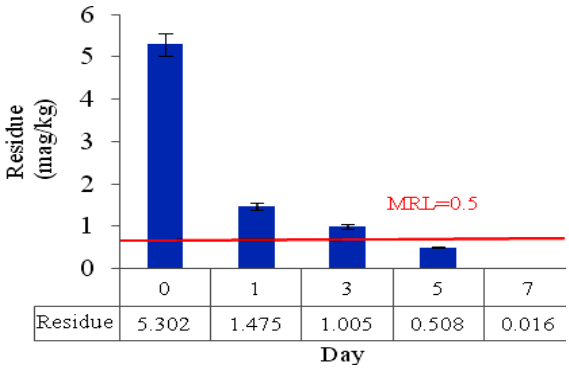
[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]

شکل۳- میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (سیس) (۰/۵ در هزار) در روزهای مختلف،

جدول ۲- مقایسه میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (سیس) (۰/۵ در هزار) با MRL (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Fig. 3- The mean of Cis-Permethrin residues on different days in Tomato,
Table 2- Mean Comparison of Cis-Permethrin residues with MRL (mg/ kg)

p	t	Mean ± SE	Times after application of pesticide
0.006	10.24	5.302 ± 0.051	1 hour
0.004	1.475	1.123 ± 0.051	1 day
0.099	1.005	1.005 ± 0.051	3 day
0	0.09	0.508 ± 0.051	5 day
0	-7.86	0.016 ± 0.051	7 day
ND	ND	ND	10 day

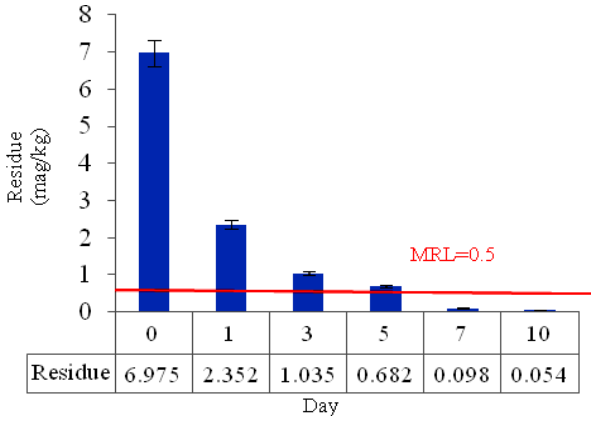


شکل٤- میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (ترانس) (۱ در هزار) در روزهای مختلف،

جدول ۳- مقایسه میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (ترانس) (۱ در هزار) با MRL (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Fig. 4- The mean of Trans-Permethrin residues on different days in Tomato,
Table 3- Mean Comparison of Trans-Permethrin residues with MRL (mg/ kg)

p	t	Mean ± SE	Times after application of pesticide
0.009	11.36	6.975 ± 0.024	1 hour
0.011	2.63	2.352 ± 0.024	1 day
0.018	1.32	1.035 ± 0.024	3 day
0.024	0.65	0.682 ± 0.024	5 day
0038	0.041	0.098 ± 0.024	7 day
0.031	0.002	0.054 ± 0.024	10 day

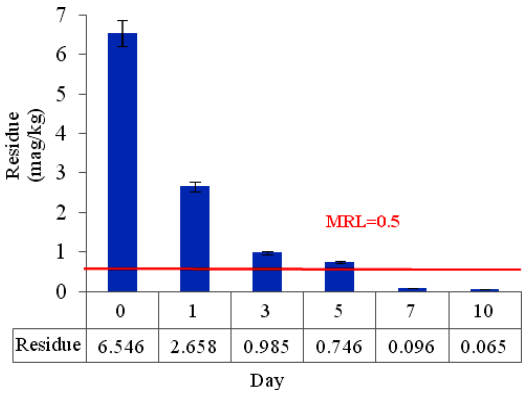


شکل۵- میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (سیس) (۱ در هزار) در روزهای مختلف،

جدول ٤- مقایسه میانگین باقی‌ماندهٔ آفت‌کش پرمترین (سیس) (۱ در هزار) با MRL (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Fig. 5- The mean of Cis-Permethrin residues on different days in Tomato,
Table 4- Mean Comparison of Cis-Permethrin residues with MRL (mg/ kg)

p	t	Mean ± SE	Times after application of pesticide
0.008	9.96	6.546 ± 0.038	1 hour
0.012	3.48	2.658 ± 0.038	1 day
0.106	2.67	0.985 ± 0.038	3 day
0.181	0.83	0.746 ± 0.038	5 day
1.167	0.057	0.096 ± 0.038	7 day
2.22	0.001	0.065 ± 0.038	10 day



[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]

بحث

پژوهشگران درباره‌ی اثرات جانبی آفت‌کش‌ها و سرنوشت آن‌ها در محیط زیست به نتایج قابل توجه‌ای رسیده‌اند و برای هر آفت-کش شرایطی در نظر گرفته شده است که شامل روش‌های کاربرد (فرمولاسیون و غلظت‌های توصیه شده)، زمان استفاده و دوره کارنس می‌باشد (Rafiei et al., 2016). به منظور تولید محصول سالم و کاهش مصرف آفت‌کش‌ها، استانداردهای استفاده بهینه از سموم و میزان حداکثر مجاز باقی‌مانده‌ی سموم (MRL) تعین شده است، در بسیاری از کشورها میزان MRL در آب، خاک و مواد غذایی برای تعداد زیادی از سموم دفع آفات تعیین شده است (Dos Santosa et al., 2015). حداکثر میزان باقی‌مانده‌ی (MRL) برای هر محصول کشاورزی متفاوت است و این حداکثر غلظت بر اساس میزان تغییرپذیری آفت‌کش مورد نظر و فاصله زمانی بین کاربرد آن و زمان برداشت محصول تعیین شده است، به دلیل مدت کوتاه بین زمان پاشش و زمان برداشت، سبزیجات از آلودگی بیشتری برخوردارند. با توجه به اینکه بسیاری از سموم کشاورزی پایداری بالا و قابلیت حل در چربی را دارند و سرعت تجزیه آن‌ها در بدن جانداران پایین است، به راحتی وارد زنجیره‌ی غذایی می‌شوند و اثرات جبران‌ناپذیری بر سلامت انسان‌ها می-گذارند (Ullah & Zorriehzahra, 2015). این استاندارد در ایران نیز مشخص شده است، با این حال کشاورزان خارج از نظارت کارشناسان و به دلیل عدم آگاهی کافی از اثرات نامطلوب باقی-مانده آفت‌کش‌ها به استفاده بیش از نیاز آن‌ها می‌پردازند.

در مورد گوجه‌فرنگی به عنوان محصولی که از نظر اقتصادی اهمیت دارد، رعایت فاصله زمانی بین برداشت محصول و عرضه آن به بازار توسط کشاورزان، انجام فرآیندهایی مانند شستشو مطلوب با آب، آب ونمک، همچنین پخت آن در کاهش میزان باقی‌مانده‌ی آفت‌کش‌ها بسیار قابل اهمیت است (Vemuri *et al*, 2014).

در این بررسی باقی‌مانده‌ی دو غلظت (۰/۵ و ۱ در هزار) پرمترین در گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، در دو نوبت بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که به ترتیب ۵ و ۷ روز بعد از استفاده آفت‌کش به حداکثر میزان مجاز می‌رسد و هر چه غلظت مصرفی بیشتر باشد میزان باقی‌مانده، مدت زمان بیشتری در محصول قابل ردیابی است و در غلظت ۱ در هزار تا روز دهم در محصول وجود دارد. در صورتی که بسیاری از کشاورزان بیش از این دوزها و در دفعات بیشتر از سموم استفاده می‌کنند.

در مطالعاتی که در زمینه‌ی وجود باقی‌مانده‌ی پرمترین در نمونه-های گوجه‌فرنگی مراکز فروش سبزیجات در کشور ایران، برزیل و سودان انجام شده است، وجود بیش از حد مجاز این آفت‌کش مشخص شده است و با توجه به سمی و سرطان‌زا بودن و میزان بالای مصرف آن در محصولات کشاورزی مختلف، اجرای اقدامات و نظارت بیشتر برای اطمینان از ایمنی مصرف‌کننده مهم است (Ali *et al*, 2020; Hadian *et al*, 2019; Amrollahi *et al*, 2018; Dos Santosa *et al*, 2015).

آگاهی دادن به کشاورزان در مورد خطرات ناشی از آلودگی سموم دفع آفات محصولات کشاورزی باید به طور گسترده انجام شود، همچنین قوانین مربوط به نحوه مصرف سموم دفع آفات باید اعمال شود و اقدامات لازم برای جلوگیری از استفاده بی‌رویه از سموم انجام گیرد (Ananda *et al* 2020).

یکی از رویکردهای بیوتکنولوژی برای مبارزه با آفات، مقاوم نمودن گیاه از راه دستکاری ژنتیک و انتقال ژن می‌باشد. گیاهان تراریخته‌ی دارای ژن‌های تولیدکننده‌ی پروتئین‌های سمی و مهارکننده‌های آنزیم‌های آفات می‌توانند نقش بسیار مهمی در مقابله با آن‌ها ایفا کنند و کاربرد مهندسی ژنتیک را در استراتژی-های مدیریت آفات نشان می‌دهد. در سال‌های اخیر، تکنیک‌های جدید مهندسی ژنتیک مانند RNAi و Crispr-Cas9 در بهبود محصولات جهت مقابله با آفات تحقیقات زیادی انجام شده است (Wu *et al* 2018; Yan *et al* 2020). اکنون میلیون‌ها هکتار از این قبیل گیاهان در تعدادی از کشورهای صنعتی و در حال توسعه جهان کشت می‌شوند. پر واضح است که این فناوری با از بین بردن نیاز به استفاده از سموم شیمیایی، به حفظ محیط زیست و صرفه‌جویی اقتصادی کشاورزان کمک بسیاری می‌نماید (Mohammadi & Yazdanpanah, 2016; Rafiei *et al*, 2016; Salahi Ardakani *et al*, 2016).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]

منابع

Ali SEA, Aziz ME and Mohamed SE. 2020. Determination of Pesticides Residues in Eggplant and Tomatoes from Central Marked in Khartoum State Using Quechers Method and Gas Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. Biomedical Journal Scientific & Technical Research. 18165- 18173.

Ananda Gowda S.R, Kesava Reddy A, Ramesh H.L. 2020. Analysis of Pesticide Residues in Carrot Retailed in Vegetable Markets in five Districts of Karnataka, India. Int J Pharm Sci & Scient Res. 6:2, 17-24.

Amrollahi H, Pazoki R and Imani S. 2018. Pesticide Multiresidue Analysis in Tomato and Cucumber Samples Collected from Fruit and Vegetable Markets in Tehran, Iran. Middle East Journal of Rehabilitation and Health: 6 (1): e64271.

Carriger JF, Rand GM 2008. Aquatic risk assessment of pesticides in surface waters in and adjacent to the Everglades and Biscayne National Parks: II. Probabilistic analyses. Ecotoxicology, 17(7):680-96.

Costa, LG. 2015.The neurotoxicity of organochlorine and pyrethroid pesticides. Handb. Clin. Neurol., 131, 135–148.

Nasuti C, Fattoretti P, Carloni M, Fedeli D, Ubaldi M, Ciccocioppo R, Gabbianelli R. 2014. Neonatal exposure to permethrin pesticide causes lifelong fear and spatial learning deficits and alters hippocampal morphology of synapses. Journal of Neurodevelopmental Disorders. 6(7): 11 pp.

Hadian Z, Eslamizad S and Yazdanpanah H. 2019. Pesticide Residues Analysis in Iranian Fruits and and Vegetables by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 18 (1): 275-285.

Huong D T V, Nga T T H and Ha D T T 2020. Residue Pesticides (Pyrethroid Group) in Vegetable and Their Health Risk Assessment via Digestion on Consumers in Ha Nam Province, Vietnam. 6th International Conference on Environment and Renewable Energy. 9 pp.

Juraske R. 2007. Advances in life cycle impact assessment of pesticides: Methodological improvements and experimental studies. Thesis for the degree of (Ph.D.). Universitat Rovira in Virgili. 156 pp.

Paya P, Anastassiades M, Mack D, Sigalova I, Tasdelen B, Oliva J, Barba A. 2007. Analysis of pesticide residues using the Quick Easy Cheap Effective Rugged and Safe (QuEChERS) pesticide multiresidue method in combination with gas and liquid chromatography and tandem mass spectrometric detection, Analytical Bioanal Chemistry, 389(6): 1697-1714.

Rafiei B, Imani S, Bastan R. 2016. Determination of residue of Deltamethrin on greenhouse cucumber. Journal of Entomological Research. 7(4): 307-316.

Rakhshani E. 2005. Principles of agricultural toxicology, Farhang Jame Publication, 368 pp. (In Persian).

Dos Santosa M A D A, Teixeirab L J Q, Juniorc O S P A R, dos M Santosd, A G D Fronzaa, Scherer S R. 2015. Pesticide residues in conventionally and organically grown tomatoes in Espírito Santo (Brazil)**.** Química Nova 38(6): 1-4.

Salahi Ardakani A, Morovvati M & Entesari M. 2012. Pesticides residues (Endosulfan and Diazinon) in cucumber and tomato fields of Kohgiloyeh and Boyerahmad Province. Genetic Engineering and Biosafety Journal. l1(2), 120-113.

Skolarczyk J, Pekar J, Nieradko-Iwanicka B. 2017. Immune disorders induced by exposure to pyrethroid insecticides. Postepy Hig. Med. Dosw., 71, 446–453.

Soderlund, DM. 2012. Molecularmechanisms of pyrethroid insecticide neurotoxicity. Recent Adv. Arch. Toxicol., 86, 165–181.

Tomlin C. 2000. (ED.), The pesticide Manual, twelve ed., The British Crop Protetection Council Farnham. Surrey, UK, 1290 pp.

Toynton K, Luukinen B, Buhl K, Stone D. 2009. Permethrin Technical Fact Sheet; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services: Baker City, OR, USA.

Ullah S, Zorriehzahra MJ. 2015. Ecotoxicology: A Review of Pesticides Induced Toxicity in Fish. Advances in Animal and Veterinary Sciences 3(1): 40-57.

Khosravi S, Tohidfar M. 2015. Reduction of applied pesticides and cancer with the cultivation of transgenic crops. Genetic Engineering and Biosafety Journal. 4(1): 1-10.

Katagi T 2010. Bioconcentration, bioaccumulation, and metabolism of pesticides in aquatic organisms. Reviews of environmental contamination and toxicology: Springer. p. 1-132.

Mohammadi Z & Yazdanpanah M 2014. Benefits and considerations of transgenic plants. Journal of Biosafety. 6(2): 123- 131.

Morowati M, Azadvar M. 2014. Determination of Diazinon residue levels and preharvest intervals in green house Cucumbers in Jiroft. Genetic Engineering and Biosafety Journal. 2(1): 29-36.

Vemuri S B, Rao C S, Darsi R, Reddy H A, Aruna M, Ramesh B, Swarupa S. 2014. Methods for Removal of Pesticide Residues in Tomato. Food Science and Technology 2(5): 64-68.

Wu K, Shirk PD, Taylor CE, Furlong RB, Shirk BD, Pinheiro DH, Siegfried BD. 2018. CRISPR/Cas9 mediated knockout of the abdominal-A homeotic gene in fall armyworm moth (Spodoptera frugiperda). PLoS ONE 13(12): e0208647.

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]

Genetic Engineering and Biosafety Journal
Volume 9, Number 1

Evaluation of Permethrin Residue in Greenhouse Tomatoes

Seyed Reza Bastan[1], Bahareh Rafiei[2]

1. Department of Agronomy, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2. Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

*Corresponding Author, Email: bastansr@yahoo.com

Abstract

The residual of pesticides in the agricultural production is endangering human health and environmental balance. Concerns about pesticide residues and environmental impacts due to repeated use of pesticides has led to investigations of the residue and fate of these agents. The adverse effects of pesticides' residue on humans and the environment have increased interest in genetic engineering technology and cultivation of genetically modified crops for pest management strategies. This study was carried out to investigate the residue of permethrin (EC 25%) in a Vendor cultivar of tomato in greenhouse. Tomato plants were sprayed at doses of 0.5- 1 g/lit. Samples preparation was performed by the QuEChERS method. Further purification was achieved using a silica solid-phase extraction (SPE) cartridge and pesticide residues were analyzed using GC-MS. This study revealed that residue decreased in descending order. Results showed that the Permethrin (0.5, 1 g/lit) levels were detected below than maximum residue level (MRL) recommended by codex (0.5 mg/kg) at 5 and 7 days after application. Permethrin levels (1 g/lit treatment) were detected below MRL 10 days after application.

Key word: Residue, Permethrin, QuEChERS ،MRL ،GC-MS

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0]