

## بررسی میزان باقی مانده آفت کش ها (استامی پراید، دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب) در محصول گوجه فرنگی گلخانه‌ای (واریته از میر) در فارس

- **آناهیتا یزدان پاک:** گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **هادی استوان\*:** گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **شهرام حسامی:** گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **مهدی غیبی:** گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۷

### چکیده

امروزه با توجه به روند صعودی افزایش جمعیت و بحث امنیت غذایی، توسعه و ترویج محصولات گلخانه‌ای از اولویت‌های اجرایی وزارت جهاد کشاورزی محسوب می‌شود که اجرای این امر با افزایش بی‌رویه مصرف نهاده‌های شیمیایی مواجه شده است و با توجه به اهمیت محصولات خام کشاورزی به خصوص گوجه فرنگی که یکی از اصلی‌ترین محصولات سبذ خانوار ایرانی محسوب شده و به‌طور عمومی مصرف تازه خوری دارد، اهمیت توجه به میزان باقی مانده آفت کش‌ها در محصولات خام کشاورزی را صد چندان می‌کند چرا که در بسیاری موارد عدم استفاده از آفت کش‌های بیولوژیک و کم خطر، عدم رعایت دوره کارنس آفت کش‌ها و مصرف بی‌رویه و غیراصولی آن‌ها باعث بروز اثرات زیان‌بار آفت کش‌ها شده و خطرات زیست‌محیطی را به همراه دارد. از آنجایی که در گلخانه‌ها جهت مبارزه با آفات، حشره‌کش‌های دیازینون (EC ۶۰٪)، ایمیداکلوپرید (SC ۳۵٪)، پرمیکارب (WP ۵۰٪) و استامی پراید (SP ۲۰٪) مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این تحقیق میزان باقی مانده سموم ذکر شده در محصول گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) واریته از میر، در روزهای مختلف پس از استفاده، مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق نمونه برداری محصول تحت اثر آفت کش‌های استامی پراید، دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب قرار گرفته بود، انجام پذیرفت. در این مرحله برای تعیین روند کاهش سم در روزهای مختلف پس از سم‌پاشی، نمونه برداری در بازه‌های زمانی ۲، ۵، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۱ روز پس از سم‌پاشی صورت گرفت. استخراج باقی مانده سموم از نمونه‌ها توسط حلال استونیتریل صورت گرفت و پس از خالص‌سازی ماده استخراج شده، میزان آفت کش با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مجهز به آشکارساز فرابنفش و مرئی (HPLC-DAD) مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان دادند که میزان باقی مانده آفت کش‌های استامی پراید، دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب در گوجه فرنگی با نزدیک شدن به دوره کارنس سیر نزولی دارد.

**کلمات کلیدی:** استامی پراید، ایمیداکلوپرید، باقی مانده آفت کش، پرمیکارب، دیازینون، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا



## مقدمه

تجزیه نشده باقی می ماند (رخشانی، ۱۳۸۵). متأسفانه برخی از فروشندگان سموم گیاهی براساس موجودی فروشگاه و یا میزان سودی که عایدشان می شود، در اختیار مراجعه کنندگان می گذارند و حتی سموم تقلبی در برخی مناطق به صورت قاچاق توسط وانت بارهایی که در سطح خیابان ها و روستاها به عنوان فروشگاه های سیار تردد می کنند فروخته و حمل و نقل می شود. در حالی که در گذشته تنها این آفت کش ها از طریق فروشگاه های مجاز و با دریافت نسخه به کشاورزان ارائه می شد. تولید، توزیع و مصرف سموم به دلیل عوارض بهداشتی و زیست محیطی که می تواند ایجاد کند باید به طور کامل تحت نظارت و کنترل مراجع ذیصلاح انجام شود (کاظمی، ۱۳۷۴؛ طالبی جهرمی، ۱۳۹۱؛ رادنی، ۱۳۷۹). در بسیاری از مطالعات تجزیه و تحلیل باقی مانده آفت کش های ارگانو فسفره، به تاثیرات مخرب این آفت کش ها در سلامت انسان و مخاطرات زیست محیطی آن ها پرداخته شده است (Akan و همکاران، ۲۰۰۴). براساس گزارش های داخلی شیوع بیش از اندازه بیماری هایی هم چون سرطان دستگاه گوارش به مصرف بی رویه سموم کشاورزی نسبت داده شده است (شریفی آل آقا، ۱۳۷۸). آلودگی ها در یک زنجیره پیوسته در حرکت است و از طریق آب آلوده و خاک نامناسب، کودها، آفت کش ها، به زنجیره غذایی انسان و حیوان وارد می شود و اگر از حد معینی که استانداردهای جهانی و ملی تعیین کرده، بیش تر شوند، سلامت را تهدید خواهد کرد. برای مثال، تغذیه مرغ با روغن جامد برای سرعت بخشیدن به وزن گیری و تغذیه دام با نان کپک زده هر کدام به نحوی سلامت مصرف کننده را به خطر می اندازد (رخشانی، ۱۳۸۴).

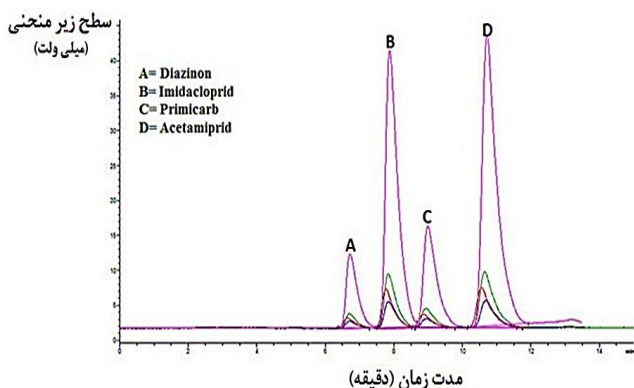
## مواد و روش ها

در ابتدای کار چند گلخانه در شهرستان شیراز، استان فارس انتخاب گردید. بعد از هماهنگی های صورت گرفته، یک گلخانه برای سم پاشی، انتخاب شد. در گلخانه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) واریته از میر، با رعایت دزهای توصیه شده مطابق با دستورالعمل های اجرایی سازمان حفظ نباتات و با روش کاربردی متداول کشاورزان منطقه، از سموم دیازینون (EC ۶۰٪) ۱ گرم در ۱ لیتر آب، ایمیداکلوپرید (SC ۳۵٪) ۱ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب، پرمیکارب (WP ۵۰٪) ۰/۶ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب و استامی پراید (SP ۲۰٪) ۰/۸ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب استفاده شد و در زمان بندی صورت گرفته (شامل نیمه دوره کارنس، پایان دوره کارنس، زمان برداشت و یک هفته بعد از برداشت) به صورت کاملاً تصادفی نمونه گوجه فرنگی از قسمت های مختلف گلخانه جمع آوری و پس از مخلوط سازی آن ها یک نمونه یک کیلوگرمی در پلاستیک های زیپ دار ریخته شده، در کنار بسته های یخ خشک، در جعبه مخصوص (دور از دما و نور مستقیم) و برای آنالیز فوراً

گوجه فرنگی از جمله صیفی جات پر مصرف در کشور می باشد و به صورت تازه خوری از جمله استفاده در سالاد و ساندویچ ها مورد توجه بوده و به دلیل داشتن ترکیبات آنتی اکسیدانی مثل لیکوپن، اسید اسکوربیک، ویتامین E، و سایر کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و اسید فنولیک، یک ماده غذایی عمل گرا در نظر گرفته می شود (Guil- Guerrero و Reboloso-Fuentes، ۲۰۰۹). گوجه فرنگی در طول دوره رشد به آفات حساس است و جهت افزایش راندمان تولید در مراحل مختلف استفاده از آفت کش ها، افزایش می یابد که در اتحادیه اروپا برای ۷۷۴ نوع آفت کش و ایالات متحده آمریکا برای ۴۶۵ نوع آفت کش مصرفی در گوجه فرنگی حداکثر مقدار باقی مانده تعیین شده است (Shin و An، ۲۰۱۱). در حالی که در کمیته کدکس مواد غذایی برای ۷۱ نوع آفت کش (Kim و همکاران، ۲۰۱۶) و در استاندارد ملی ایران برای ۳۳ نوع آفت کش (Kwon و همکاران، ۲۰۱۵) در این محصول حد مجاز تعیین گردیده است. میزان باقی مانده در "استاندارد ملی ۱۲۵۸۱ مرز بیشینه مانده آفت کش ها در صیفی جات" که حداکثر میزان باقی مانده (Maximum Residue Limit=MRL) دیازینون ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم و حد مجاز دریافتی روزانه (Accepted Daily Intake=ADI) ۰/۲۰۰، حداکثر میزان باقی مانده پرمیکارب و ایمیداکلوپرید ۰/۵ و حد مجاز دریافتی روزانه به ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۰۶ تعیین شده است و از آن جایی که آفت کش استامی پراید برای مصرف در گوجه فرنگی ثبت نشده لذا موسسه تحقیقات گیاه پزشکی حد مجازی برای باقی مانده این آفت کش تعیین نکرده است، در نتیجه در استاندارد ملی ایران نیز، حد مجاز باقی مانده برای محصولات فوق الذکر بیان نشده و برای این گونه موارد که مقادیر حد مجاز براساس استاندارد ملی، مشخص نشده باید مقدار ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم در نظر گرفت و چون کار تحقیقاتی است و یکسان بودن منابع مورد استفاده از الزامات این گونه پروژه های اجرایی است لذا به استاندارد ملی ژاپن استناد شد که استاندارد سختگیرانه ای در سطح دنیا است تا یکنواختی در مطالعه و مقایسه نتایج، وجود داشته باشد. در بسیاری مواقع، میوه ها را قبل از پایان دوره کارنس (زمانی که پس از سمپاشی باید سپری شود تا باقی مانده سم در محصول به حداقل برسد) به بازار می آورند در نتیجه سم باقی مانده بر روی بافت میوه ها به تدریج در معده و کبد که وظیفه دفع سموم را برعهده دارد جمع و موجب سرطان ها و بیماری های مختلف می شود (Slovic، ۲۰۱۰). آفت کش هایی که برای دفع آفات گیاهی مصرف می شود باید مدت معینی روی میوه و محصولات کشاورزی باقی بماند تا تجزیه شود. اما چون در بسیاری از موارد میوه و محصولات کشاورزی زودتر از وقت معین شده برای عرضه به بازار مصرف، برداشت می شود مقادیری از سموم در بافت میوه به صورت



و در نهایت روند بررسی دقت روش انجام کار، هم در یک روز و هم در سه روز متوالی (هر کدام در سه غلظت) به منظور بهینه‌سازی شرایط و معتبرسازی روش اندازه‌گیری آفت‌کش‌ها با دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، انجام شد (جدول ۴). در پایان روش کچرز بر روی نمونه‌های حقیقی که از گلخانه تهیه شده بودند و مورد سم‌پاشی با آفت‌کش‌های ایمیداکلوپرید، دیازینون، پرمیکارب و استامپی‌پراید قرار گرفته بودند، انجام شد. به این صورت که آماده‌سازی‌ها مطابق اصول و در شرایط بهینه به دست آمده انجام گرفت و عصاره‌های نهایی به دستگاه تزریق و کروماتوگرام‌ها ثبت گردیدند. هم‌چنین این نمونه‌ها نیز مورد اسپایک (سه سطح غلظتی ۰/۱، ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) قرار گرفتند و بار دیگر روش کچرز بر روی آن‌ها انجام شد و کروماتوگرام‌ها ثبت گردیدند و در نهایت با استفاده از نرم‌افزارهای Microsoft Office EndNote X.8.0.2 و Chem Draw Ultra 12، ۲۰۱۶ مورد آنالیز قرار گرفت.



شکل ۱: کروماتوگرام‌های چهار آفت‌کش مورد آزمون به صورت مخلوط استاندارد

جدول ۱: پارامترهای منحنی کالیبراسیون چهار آفت‌کش

ردیف	نام آفت‌کش	معادله منحنی کالیبراسیون $(y=ax+b)$	ضریب رگرسیون $(R^2)$
۱	دیازینون	$y = 0.4017x + 15653$	۰/۹۹۹۳
۲	ایمیداکلوپرید	$y = 1.2909x + 22099$	۰/۹۹۹۵
۳	پرمیکارب	$y = 1.3951x + 26247$	۰/۹۹۹۷
۴	استامپی‌پراید	$y = 1.6055x + 60419$	۰/۹۹۹۲

جدول ۲: مقادیر بازیافت آفت‌کش‌ها در نمونه‌های گوجه فرنگی

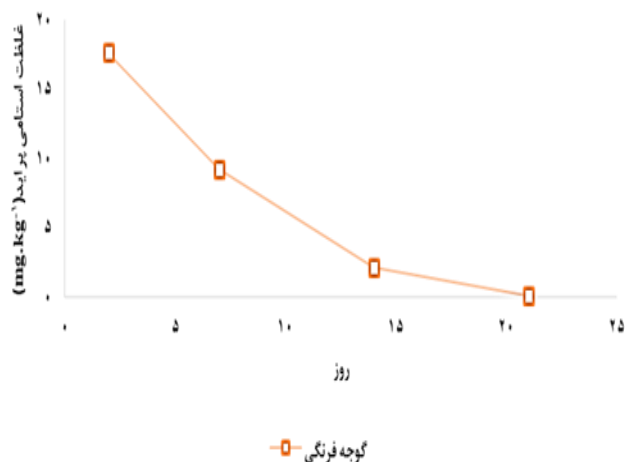
نوع سم	درصد بازیافت (انحراف استاندارد نسبی)		
	ترازهای غنی سازی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱	۲
دیازینون	۰/۱	۹۵(۱/۱۴)	۸۷(۴/۵۶)
ایمیداکلوپرید	۰/۱	۹۵(۲/۱۱)	۹۶(۶/۱۷)
پرمیکارب	۰/۱	۹۴(۴/۴۲)	۹۴(۲/۲۵)
استامپی‌پراید	۰/۱	۹۷(۳/۷۱)	۹۷(۴/۹۸)

به آزمایشگاه انتقال داده و مراحل مختلف استخراج روی آن‌ها صورت داده و تهیه شده و در فرآیند آماده‌سازی قرار می‌گیرد و براساس روش کچرز (AOAC، ۲۰۰۵)، استاندارد ۱۲۵۸۱ مرز بیشینه آفت‌کش‌ها، مورد سنجش قرار می‌گیرد. در فرآیند آماده‌سازی از محصول تیمار شده گوجه فرنگی به صورت کاملاً تصادفی و با رعایت اصول فنی نمونه برداری، ۸ تا ۱۰ عدد برداشته شد. سپس نمونه‌ها به همراه پوست آن وزن گردیدند و متناسب با وزن آن همراه با مقدار معینی آب توسط دستگاه مخلوط‌کن به طور کامل هموزن شدند. از این مخلوط هموزن مقداری را در فالكون‌های پلی پروپیلن (Poly Propylene =PP) شفاف، به میزان ۱۰ گرم وزن و پس از بستن درب آن‌ها با پارافیلیم کاملاً محفوظ و مابقی مخلوط هموزن نمونه‌ها را در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار و در فریزر و دمای ۱۸- سانتی‌گراد نگهداری شد. در این مرحله محلول‌های استاندارد چهار سم دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و استامپی‌پراید با غلظت ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر تهیه گردید و ۱۶ نمونه نیز برای سنجش توسط HPLC آماده‌سازی شدند.

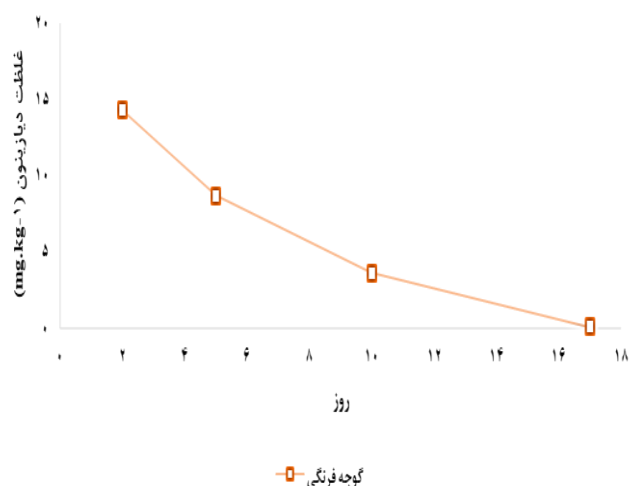
۴ نمونه اول: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (۲ عدد، گوجه فرنگی)، عاری از سموم را طبق روش کچرز، آماده‌سازی و سپس نمونه‌ها خشک شدند. ۴ نمونه دوم: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (گوجه فرنگی ۲ عدد)، عاری از سموم را به همراه ۱۸۰ میکرولیتر محلول ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از هر سم (که این مقدار معادل ۱۸ میکروگرم بر گرم نمونه می‌باشد) آماده‌سازی و تغلیظ می‌گردد. ۴ نمونه سوم: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (گوجه فرنگی ۲ عدد)، عاری از سموم به همراه ۱۰۰ میکرولیتر محلول ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از هر سم (که این مقدار معادل ۱۰ میکروگرم بر گرم نمونه می‌باشد) آماده‌سازی و تغلیظ می‌گردد. ۴ نمونه چهارم: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (گوجه فرنگی ۲ عدد)، عاری از سموم ۸۰ میکرولیتر محلول ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از هر سم (که این مقدار معادل ۸ میکروگرم بر گرم نمونه می‌باشند) آماده‌سازی و تغلیظ و پس از اسپایک کردن سم‌ها در هر مرحله، نمونه اسپایک شده برای مدت ۹۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شده و سپس آن‌ها به صورت هموزن شده درآمد. مقادیر کارایی استخراج به دست آمده در نمونه‌های بالا شامل محصول گوجه فرنگی، کاملاً مشابه بود. برای بررسی تعیین حد تشخیص و صحت دستگاه HPLC، غلظت‌های مختلف آفت‌کش به دستگاه تزریق شد و کروماتوگرام چهار آفت‌کش مورد آزمون (شکل ۱)، پارامترهای منحنی کالیبراسیون استاندارد چهار آفت‌کش (جدول ۱) و مقادیر بازیافت آفت‌کش‌ها در نمونه گوجه فرنگی با استفاده از آفت‌کش استاندارد و نرم‌افزار دستگاه تعیین (جدول ۲) و در نهایت پارامترهای مربوط به حد تشخیص و حد کمی بودن چهار آفت‌کش در گوجه فرنگی مشخص گردید (جدول ۳)

جدول ۳: پارامترهای مربوط به حد تشخیص و حد کمی بودن چهار

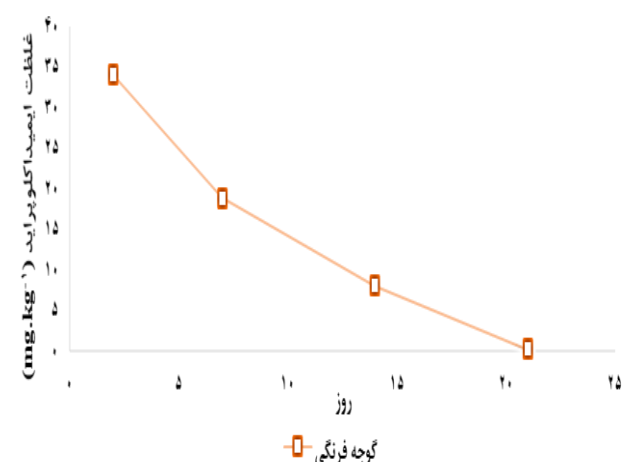
آفت کش در گوجه فرنگی			
نوع سم	حد تشخیص (میلی گرم در کیلوگرم)	حد تعیین مقدار (میلی گرم در کیلوگرم)	حد مجاز (میلی گرم در کیلوگرم)
دیازینون	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱
ایمیداکلوپرید	۰/۱	۰/۳	۲
پرمیکارب	۰/۱	۰/۳	۱
استامی پراید	۰/۳	۰/۹	۲



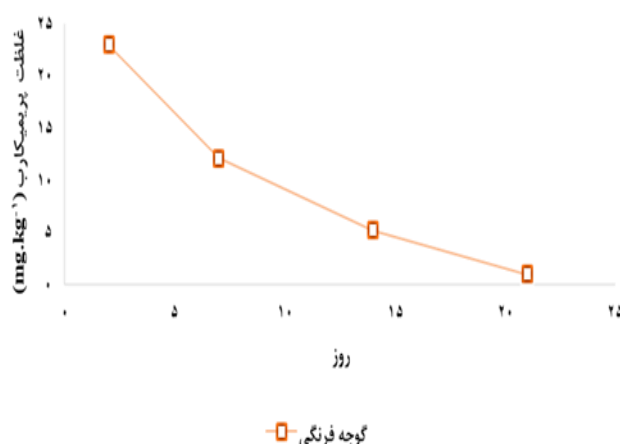
شکل ۳: روند کاهشی میزان باقی مانده آفت کش استامی پراید در گوجه فرنگی



شکل ۴: روند کاهشی میزان باقی مانده آفت کش دیازینون در گوجه فرنگی



شکل ۵: روند کاهشی میزان باقیمانده آفت کش ایمیداکلوپراید در گوجه فرنگی



شکل ۲: روند کاهشی میزان باقی مانده آفت کش پرمیکارب در گوجه فرنگی

## نتایج

این پژوهش با استفاده از دستگاه HPLC و با استفاده از یک روش نوین به نام روش کپرز QuEChERS که خودمخفف عبارات سریع (Quick)، آسان (Easy)، ارزان (Cheap)، موثر (Effective)، شدید (Rugged) و ایمن (Safe) می باشد، میزان باقی مانده آفت کش های مذکور در گوجه فرنگی اندازه گیری شد که علاوه بردارای ویژگی های فوق، در این آنالیز دقت و صحت خوبی، حد تشخیص، حد کمی بودن و دامنه خطی بودن روش برای آنالیز باقی مانده آفت کش ها را به صورت قابل قبول نشان داد. نتایج سنجش گوجه فرنگی حاوی چهار آفت کش دیازینون، ایمیداکلوپراید، پرمیکارب و استامی پراید در جدول ۵ بیان شد که محلول حاصل از استخراج، به دستگاه HPLC تزریق و مشخص شد که غلظت آفت کش ها در بازه های زمانی مختلف در محصول گوجه فرنگی رقم از میر سیر نزولی دارد (جدول ۵). این روند کاهشی میزان باقی مانده آفت کش پرمیکارب، استامی پراید، دیازینون و ایمیداکلوپراید در گوجه فرنگی با شیب های مختلف در گراف های مربوطه کاملاً مشهود است (شکل های ۲، ۳، ۴ و ۵).



جدول ۴: روند بررسی دقت روش در یک روز و در سه روز متوالی (هر کدام در سه غلظت)

A: استامی پراید D: دیازینون P: پرمیکارب I: ایمیداکلوپراید

تکرار پذیری (۱/۰.پی.پی. ام)					تکرار پذیری (۱ پی.پی. ام)					تکرار پذیری (۲ پی.پی. ام)				
Area				Rep No.	Area				Rep No.	Area				Rep No.
A	I	P	D		A	I	P	D		A	I	P	D	
۱۹/۰	۷۵/۵	۲۹/۵	۹۶/۰	۱/۰	۱۳/۹	۵۰/۹	۱۶/۶	۶۶/۸	۱/۰	۶/۵	۲۹/۵	۷/۷	۲۸/۴	۱/۰
۱۶/۲	۷۴/۷	۲۴/۷	۹۳/۳	۲/۰	۱۰/۶	۵۱/۱	۱۷/۴	۶۶/۴	۲/۰	۷/۶	۲۹/۶	۹/۰	۳۸/۵	۲/۰
۱۸/۰	۷۴/۰	۲۷/۳	۹۴/۵	۳/۰	۲/۱۳	۵۲/۸	۲۲/۳	۶۷/۸	۳/۰	۷/۳	۲۹/۷	۸/۹	۳۸/۵	۳/۰
۱۷/۷	۷۴/۷	۲۷/۲	۹۴/۶	Ave	۱۲/۶	۵۱/۶	۱۸/۸	۶۷/۰	Ave	۷/۱	۲۹/۶	۸/۵	۳۵/۱	Ave
۱/۴۲	۰/۷۵	۲/۴۰	۱/۳۵	SD	۱/۷۴	۱/۰۴	۳/۰۹	۰/۷۲	SD	۰/۵۷	۰/۱۰	۰/۷۲	۵/۳۸	SD
۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۱	RSD	۱/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۱	RSD	۰/۰۸	۰۰۰	۰/۰۸	۰/۱۷	RSD

یک روز

تجدید پذیری (۱/۰.پی.پی. ام)					تجدید پذیری (۱ پی.پی. ام)					تجدید پذیری (۲ پی.پی. ام)				
Area				Rep No.	Area				Rep No.	Area				Rep No.
A	I	P	D		A	I	P	D		A	I	P	D	
۱۹/۰	۷۵/۵	۲۹/۵	۹۶/۰	۱/۰	۱۳/۹	۵۰/۹	۱۶/۶	۶۶/۸	۱/۰	۶/۵	۲۹/۵	۷/۷	۲۸/۴	۱/۰
۱۶/۲	۷۴/۷	۲۴/۷	۹۳/۳	۲/۰	۱۰/۶	۵۱/۱	۱۷/۴	۶۶/۴	۲/۰	۷/۶	۲۹/۶	۹/۰	۳۸/۵	۲/۰
۱۸/۰	۷۴/۰	۲۷/۳	۹۴/۵	۳/۰	۱۳/۲	۵۲/۸	۲۲/۳	۶۷/۸	۳/۰	۷/۳	۲۹/۷	۸/۹	۳۸/۵	۳/۰
۱۷/۷	۷۴/۷	۲۷/۲	۹۴/۶	Ave	۱۲/۶	۵۱/۶	۱۸/۸	۶۷/۰	Ave	۷/۱	۲۹/۶	۸/۵	۳۵/۱	Ave
۱/۴۲	۰/۷۵	۲/۴۰	۱/۳۵	SD	۱/۷۴	۱/۰۴	۳/۰۹	۰/۷۲	SD	۰/۵۷	۰/۱۰	۰/۷۲	۵/۳۸	SD
۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۱	RSD	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۱	RSD	۰/۰۸	۰۰۰	۰/۰۸	۰/۱۷	RSD

اولین روز

Area					Rep No.	Area				Rep No.	Area				Rep No.
A	I	P	D	A		I	P	D	A		I	P	D		
۱۹/۳	۷۵/۵	۲۹/۸	۹۹/۳	۱/۰	۱۰/۷	۵۲/۲	۱۹/۴	۷۱/۰	۱/۰	۷/۲	۳۱/۵	۱۱/۹	۳۹/۶	۱/۰	
۱۷/۸	۷۲/۹	۲۲/۵	۹۶/۲	۲/۰	۱۲/۹	۵۰/۳	۱۴/۲	۵۸/۹	۲/۰	۹/۹	۳۳/۲	۱۴/۹	۲۹/۲	۲/۰	
۲۳/۲	۷۶/۳	۲۷/۱	۹۸/۲	۳/۰	۱۴/۵	۵۳/۳	۲۰/۸	۷۱/۱	۳/۰	۷/۳	۳۰/۵	۱۰/۸	۴۳/۸	۳/۰	
۲۰/۱	۷۴/۹	۲۶/۵	۹۷/۹	Ave	۱۲/۷	۵۱/۹	۱۸/۱	۶۷/۰	Ave	۸/۱	۳۱/۷	۱۲/۵	۳۷/۵	Ave	
۲/۷۹	۱/۷۸	۳/۶۹	۱/۵۷	SD	۱/۹۱	۱/۵۲	۳/۴۸	۷/۰۱	SD	۱/۵۳	۱/۳۷	۲/۱۲	۷/۵۲	SD	
۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۰۲	RSD	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۱۹	۰/۱۰	RSD	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۲۰	RSD	

دومین روز

Area					Rep No.	Area				Rep No.	Area				Rep No.
A	I	P	D	A		I	P	D	A		I	P	D		
۱۷/۷	۷۵/۰	۳۱/۵	۹۷/۶	۱/۰	۹/۰	۳۳/۶	۱۵/۶	۴۸/۸	۱/۰	۷/۷	۲۷/۵	۱۳/۴	۴۳/۵	۱/۰	
۱۵/۱	۷۳/۴	۲۸/۴	۹۵/۵	۲/۰	۷/۹	۳۲/۶	۱۴/۶	۴۵/۸	۲/۰	۶/۳	۲۴/۳	۱۱/۶	۳۸/۸	۲/۰	
۱۰/۵	۷۰/۷	۲۱/۰	۹۲/۶	۳/۰	۵/۴	۲۹/۰	۱۰/۱	۳۷/۵	۳/۰	۵/۱	۲۷/۸	۹/۱	۲۷/۰	۳/۰	
۱۴/۴	۷۳/۰	۲۷/۰	۹۵/۲	Ave	۷/۴	۳۱/۷	۱۳/۴	۴۴/۰	Ave	۶/۴	۲۶/۵	۱۱/۴	۳۶/۴	Ave	
۳/۶۵	۲/۱۷	۵/۳۹	۲/۵۱	SD	۱/۸۴	۲/۴۲	۲/۹۳	۵/۸۵	SD	۱/۳۰	۱/۹۴	۲/۱۶	۸/۵۰	SD	
۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۰۳	RSD	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/۱۳	RSD	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۲۳	RSD	

سومین روز

تکرار پذیری (۱/۰.پی.پی. ام)					تکرار پذیری (۱ پی.پی. ام)					تکرار پذیری (۲ پی.پی. ام)				
Area				Rep No.	Area				Rep No.	Area				Rep No.
A	I	P	D		A	I	P	D		A	I	P	D	
۱۹/۰	۷۵/۵	۲۹/۵	۹۶/۰	۱/۰	۱۳/۹	۵۰/۹	۱۶/۶	۶۶/۸	۱/۰	۶/۵	۲۹/۵	۷/۷	۲۸/۴	۱/۰
۱۶/۲	۷۴/۷	۲۴/۷	۹۳/۳	۲/۰	۱۰/۶	۵۱/۱	۱۷/۴	۶۶/۴	۲/۰	۷/۶	۲۹/۶	۹/۰	۳۸/۵	۲/۰
۱۸/۰	۷۴/۰	۲۷/۳	۹۴/۵	۳/۰	۲/۱۳	۵۲/۸	۲۲/۳	۶۷/۸	۳/۰	۷/۳	۲۹/۷	۸/۹	۳۸/۵	۳/۰
۱۷/۷	۷۴/۷	۲۷/۲	۹۴/۶	Ave	۱۲/۶	۵۱/۶	۱۸/۸	۶۷/۰	Ave	۷/۱	۲۹/۶	۸/۵	۳۵/۱	Ave
۱/۴۲	۰/۷۵	۲/۴۰	۱/۳۵	SD	۱/۷۴	۱/۰۴	۳/۰۹	۰/۷۲	SD	۰/۵۷	۰/۱۰	۰/۷۲	۵/۳۸	SD
۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۱	RSD	۱/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۰۱	RSD	۰/۰۸	۰۰۰	۰/۰۸	۰/۱۷	RSD

دوره کارنس، دوره کارنس، برداشت و یک هفته بعد از دوره کارنس مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

در این روش ماتریس نمونه های محصول مزبور، هیچ گونه تداخلی برای سنجش نمونه ها ایجاد نمی کند. حد تشخیص در این روش از ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم تا ۰/۳ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد که با توجه به حداکثر میزان باقی مانده (MRLs) برای چهار آفت کش مورد آنالیز در محصول مورد نظر از ۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم تا ۲ میلی گرم بر کیلوگرم می باشد، مناسب به نظر می رسد. این روش، روش مناسبی برای کنترل باقی مانده سموم رایج برای محصولات مشابه می باشد. بررسی غلظت آفت کش ها در دو روز پس از سمپاشی، حاکی از بیشترین باقی مانده آفت کش پرمیکارب به میزان ۱۰/۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم و سپس آفت کش استامی پراید به میزان ۹/۶ میلی گرم بر کیلوگرم بود که پس از گذشت زمان ۵ تا ۷ روز به کم تر از نصف تقلیل یافت این در حالی است که پایین ترین میزان باقی مانده در دو آفت کش پرمیکارب و دیازینون پس از گذشت ۱۰ روز به ترتیب معادل ۰/۸۱ و ۰/۰۹ میلی گرم بر کیلوگرم است که با نتایج حاصل از تحقیقات (ایمانی و همکاران، ۱۳۸۵) و (حجازی و همکاران، ۲۰۰۶) مطابقت دارد. از طرفی دیگر شیب کند کاهشی ایمیداکلوپرید در محصول گوجه فرنگی از ۵/۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم دو روز پس از سمپاشی به ۲/۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم یک هفته پس از سمپاشی مقدار ۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم این آفت کش در پایان دوره ۲۱ روزه کارنس با تحقیقات (Carter و همکاران، ۲۰۰۴) و (Pachauri و Dikshit، ۲۰۰۰) مبنی بر این که باقی مانده ایمیداکلوپرید پس از پایان دوره کارنس به صفر نمی رسد و به صورت پایداری در گیاه باقی می ماند مطابقت دارد و لزوم توجه به بافت گیاه، اثر آنزیم های گیاهی و توجه به فیزیولوژی گیاه را یادآور می شود. تجزیه نوری نیز از جمله دیگر عواملی است که در روند کاهشی آفت کش ایمیداکلوپرید تاثیر گذار است که این سیر نزولی با مطالعات (Reinhard و Scholz، ۱۹۹۹) مطابقت دارد.

بر اساس این تحقیق نشان می دهد که رعایت دوره کارنس این آفت کش ها کاهش اثرات زیان بار باقی مانده آن ها در پی خواهد داشت و موجب می شود که مصرف کنندگان در معرض خطر باقی مانده قرار نگیرند. آنچه در جمع بندی نتایج حاصل از این پژوهش می توان عنوان و پیشنهاد کرد عبارت است از این که آنچه تاکنون در مورد اندازه گیری باقی مانده آفت کش ها در کشور انجام شده است عمدتاً بر پایش بقایای آفت کش ها و صرفاً شامل اندازه گیری هایی در برخی محصولات، منابع آب و خاک بوده است. پروژه های جامع که بتوانند به بررسی جنبه های مختلف بقایای آفت کش ها در سطح ملی بپردازند و به سلامت غذایی و یا بهبود استانداردهای تجاری و ارتقاء سطح صادرات محصولات مهم کشاورزی کمک نمایند بسیار نادر است.

جدول ۵: غلظت آفت کش ها در بازه های زمانی مختلف در محصول

گوجه فرنگی رقم از میر	
نوع آفت کش	روز
استامی پراید (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲
	۷
	۱۴
	۲۱
	حد مجاز MRLs
	P.value
ایمیداکلوپرید (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲
	۷
	۱۴
	۲۱
	حد مجاز MRLs
	P.value
دیازینون (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲
	۵
	۱۰
	۱۷
	حد مجاز MRLs
	P.value
پرمیکارب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲
	۵
	۱۰
	۱۷
	حد مجاز MRLs
	P.value

## بحث

با توجه به تنوع شرایط آب و هوایی استان فارس و اهمیت آن به عنوان قطب کشاورزی در سطح ملی، اجرای اصولی و مدیریت مطلوب محصولات کشاورزی با در نظر گرفتن محدودیت ها و منابع موجود در مسیر تولید، ضروری و اجتناب ناپذیر به شمار می آید. با در نظر گرفتن این مهم که درصد قابل توجهی از محصولات تولیدی استان فارس به سایر استان ها و کشورهای دیگر صادر می شود، لذا، تعیین مقدار باقی مانده آفت کش ها و صدور گواهی سلامت از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این پژوهش با استفاده از یک روش آنالیز موثر، میزان باقی مانده چهار آفت کش که به طور متداول در سطح گلخانه ها استفاده می شوند (دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و استامی پراید) بر روی محصول پرمیکارب گوجه فرنگی گلخانه ای واریته از میر در دوره های زمانی نیمه



- دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. جلد ۱، صفحات ۱ تا ۹.
۴. **طالبی جهرمی، خ.**، ۱۳۹۱. سم‌شناسی آفت‌کش‌ها. انتشارات دانشگاه تهران.
۵. **کاظمی، م.ح.**، ۱۳۷۴. کنترل میکروبی آفات و بیماری‌های گیاهی. دانشگاه تربیت معلم تبریز.
۶. **Akan, J.C.; Mohammed, Z.; Jafiya, L. and Ogugbuaja, V.O., 2013.** Organochlorine Pesticide Residues in Fish Samples from Alau Dam, Borno State, North Eastern Nigeria. *J Environ Anal Toxicol.* Vol. 3, No. 3, pp: 1.
۷. **An, E.M. and Shin, H.S., 2011.** Analytical methods for the determination of pesticide residues using gaschromatography with nitrogen-phosphorus detector. *Food Sci Biotechnol.* Vol. 20, No. 2, pp: 395-401.
۸. **AOAC. 2005.** Method 985.22 For Nonfatty Foods. Pesticide Analytical Manual (PAM). J. AOAC International. Vol. 1, No. 302, pp: 10.
۹. **Aprea, C.; Colosio, C.; Teresa, M.; Claudio, M. and Marco, M., 2002.** Biological monitoring of pesticide exposure: a review of analytical methods. *Journal of chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences.* Vol. 769, No. 2, pp: 191-219.
۱۰. **Dikshit, A.K. and Pachauri, D.C., 2000.** Persistence and bio-efficacy of  $\beta$ -cyfluthrin and imidacloprid on tomato fruits. *Plant Protection Bulletin.* Vol. 52, No. 3-4, pp: 1-3.
۱۱. **Guil-Guerrero, J.L. and Reboloso-Fuentes, M.M., 2009.** Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis.* Vol. 22, No. 2, pp: 123-129.
۱۲. **Hegazi, M.E.A.; Affy, A.M.R.; Hamama, AA. and El-Refahey, T.F.A., 2006.** Persistence and behavior of certain insecticide residues on tomatofruits in relation to processing and biochemical constituents of fruits. *Egyptian Journal of Agricultural Research.* Vol. 84, pp: 853-866.
۱۳. **Kim, N.H.; Lee, J.S.; Park, K.A.; Kim, Y.H.; Lee, S.R. and Lee, J.M., 2016.** Determination of matrix effects occurred during the analysis of organochlorine pesticides in

تحقیق حاضر مطالعه‌ای است جامع با آنالیز یک محصول اولویت‌دار است، چراکه عمدتاً به صورت خام مصرف می‌شوند و بلافاصله پس از برداشت به بازار عرضه می‌شوند که این امر امکان تجزیه آفت‌کش‌های باقی‌مانده در بافت این محصولات را کاهش داده و امکان مصرف بیش از حد مجاز روزانه آفت‌کش را افزایش می‌دهد بنابراین پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات و امور اجرایی به این نوع محصولات که بدون هیچ فرآوری و به صورت خام مصرف می‌شوند بیش‌تر اهمیت دهند. از طرفی دیگر عدم شناخت کافی آفت‌کش‌ها توسط کشاورزان و دقت کم در زمان به‌کاربردن آن‌ها و عدم توسعه آفت‌کش‌های بیولوژیک که اصولاً به دلیل رهايش کند و اثرات تدریجی (در مقایسه با اثرات ضربتی آفت‌کش‌های شیمیایی) با کم‌اقبالی کشاورزان مواجه است، از چالش‌های موجود است.

در موضوع توسعه و استانداردسازی روش‌های آزمایشگاهی مناسب، سریع و کم هزینه جهت استخراج و اندازه‌گیری باقی‌مانده سموم در محصولات کشاورزی، از دستگاه‌های HPLC، GC/MS، LC/MS که کارکرد دقیق دارند، استفاده می‌شود، که اگر اعتبارسنجی (Validation) دستگاه‌ها به صورت حرفه‌ای و با استفاده از نیروهای متخصص انجام نشود می‌تواند گزارش نتایج آنالیز میزان باقی‌مانده سموم در یک محصول را دچار خطا کرده و نامعتبر خواهد بود که افزایش توجه به این مهم نیز به منظور ارتقا کیفی پایش، ضروری به نظر می‌رسد. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از آفت‌کش به عنوان آخرین راهکار در مدیریت تلفیقی آفات، زمانی می‌تواند مفید واقع شود که در هنگام انتخاب و کاربرد ضمن توجه به روش، زمان و میزان مطلوب آفت‌کش‌ها به منظور افزایش کارایی و پیاده‌سازی مدیریت بهینه، جنبه‌های بهداشتی و زیست‌محیطی در کاهش ریسک آن‌ها، نیز مورد توجه جدی قرار گیرد.

## منابع

۱. ایمانی، س.؛ طالبی، خ.؛ شجاعی، م. و کمالی، ک.، ۱۳۸۵. اندازه‌گیری باقی‌مانده ۸ سم آفت‌کش بر روی گوجه فرنگی و خیار سبز گلخانه‌ای. هفدهمین کنگره حفاظت از گیاهان ایران، تهران.
۲. رادنیبا، ح.، ۱۳۷۹. مدیریت تلفیقی آفات و ایمنی مواد شیمیایی "آن سوی بهار خاموش" جلد ۱. کرج: سازمان تحقیقات. آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی. نشر آموزش کشاورزی.
۳. شریفی، آل آفا، ا.، ۱۳۷۸. اهمیت تعیین باقی‌مانده سموم دفع آفات کشاورزی در محیط‌زیست و محصولات غذایی. دومین همایش ملی بهداشت محیط، دولتی. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

agricultural products using GC-ECD. Food Science and Biotechnology. Vol. 25, No. 1, pp: 33-40.

۱۴. **Kwon, H.; Kim, T.K.; Hong, S.M.; Se, E.K.; Cho, N.J. and Kyung, K.S., 2015.** Effect of household processing on pesticide residues in field-sprayed tomatoes. Food Sci Biotechnol. Vol. 24, No. 1, pp: 1-6.
۱۵. **Marek, B. and Jolanta, S., 2015.** Multiresidue Methods for Determination of Currently Used Pesticides in Fruits and Vegetables Using QuEChERS Technique. International Journal of Environmental Science and Development. Vol. 6, No. 1, pp: 1.
۱۶. **Scholz, K. and Reinhard, F., 1999.** Photolysis of imidacloprid (NTN 33893) on the leaf surface of tomato plants. Pesticide Science. Vol. 55, No. 6, pp: 652-654.
۱۷. **Slovic, P., 2010.** Perceptions of Pesticides as Risks to Human Health. Chapter 63, Krieger, R., In Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition). New York: Academic Press. pp: 1381-1391.

