

## بررسی میزان باقیمانده چهار نوع حشره‌کش در خیار گلخانه‌ای استان اصفهان

محسن مروتی<sup>۱</sup>✉ و محمدرضا نعمت‌اللهی<sup>۲</sup>

۱- بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران؛ ۲- بخش تحقیقات گیاهپزشکی،

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

(تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۲؛ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۲)

### چکیده

حشره‌کش‌ها از پرمصرف‌ترین و خطرناک‌ترین آفت‌کش‌های مورد مصرف در گلخانه‌های خیار، هستند، که احتمال وجود باقیمانده غیر مجاز آن‌ها در محصول دور از انتظار نیست. جهت ردیابی باقیمانده چهار حشره‌کش، طی فصل رشد و با فواصل تقریبی ۳۰ روزه از گلخانه‌های شهرستانهای: فلاورجان، اصفهان، دهقان و شهرضا نمونه‌برداری شد. در مجموع ۱۹۲ نمونه جمع‌آوری و تجزیه شد. در شهرستان اصفهان بیشترین میزان باقیمانده غیر مجاز ثبت شده، برای آفت‌کش‌های دیکلرووس ( $MRL=0.05 \text{ mgkg}^{-1}$ )، دلتامترین ( $MRL=0.2 \text{ mgkg}^{-1}$ )، ایمیداکلوپراید ( $MRL=1 \text{ mgkg}^{-1}$ ) و پی‌متروزین ( $MRL=0.5 \text{ mgkg}^{-1}$ ) به ترتیب حدود ۷۰، ۵۵، ۱۲ و ۴ برابر میزان مجاز باقیمانده برای آنها بود. این وضعیت در شهرستان شهرضا برای آفت‌کش‌های دیکلرووس و ایمیداکلوپراید ۲۰ و ۱۱ برابر، در شهرستان دهقان برای آفت‌کش‌های دیکلرووس، ایمیداکلوپراید و پی‌متروزین ۹۲، ۱۲ و ۲ برابر و در شهرستان دهقان نیز به ترتیب ۲۳، ۴ و ۲ برابر ثبت گردید. درصد آلودگی نمونه‌های خیار به باقیمانده غیر مجاز مجموع آفت‌کش‌های تحت بررسی برای هر شهرستان نشان داد که در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهقان به ترتیب حدود ۳۴، ۳۹، ۳۴ و ۴۶ درصد از نمونه‌های خیار حاوی باقیمانده بیش از حد مجاز مجموع چهار حشره‌کش تحت بررسی بودند. بدین ترتیب مشخص می‌شود در هر چهار شهرستان در مجموع حدود ۳۵ تا ۴۵ درصد نمونه‌های هر شهرستان حاوی باقیمانده بیش از حد مجاز آفت‌کش‌های تحت بررسی بوده‌است.

**واژه‌های کلیدی:** خیار، گلخانه، دیکلرووس، دلتامترین، ایمیداکلوپراید، پی‌متروزین، باقیمانده سم، استان اصفهان.

### Investigation on the residue levels of four insecticides on greenhouse cucumber in Esfahan Province

M. MOROWATI<sup>1</sup>✉ and M. R. NEMATOLLAHI<sup>2</sup>

1- Department of Insecticides Researches, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran; 2- Agricultural and Natural Resources Research Center of Isfahan, Iran

### Abstract

Due to various economical and health drawbacks of high pesticide residue levels, monitoring them on food stuff is very important. In the greenhouses of Isfahan province various pesticides are being used of which highest consumption and toxicity is of the insecticides, therefore presence of high residue levels on their products is not far from expectation. To trace the residue levels of four insecticides (Dichlorovus, Deltamethrin, Imidacloprid and Pymetrozine) on cucumber, samples were collected every thirty days from the greenhouses of four cities, Falavarjan (4 greenhouses), Esfahan (4 greenhouses), Dehaghan (2 greenhouses) and Shahreza (2 greenhouses) during the cultivation season. A total of 192 samples (combination of greenhouse, Insecticide, City) were collected and analyzed. Samples collected from Isfahan city showed levels of Dichlorovus, Deltamethrin, Imidacloprid and Pymetrozine to be 70, 55, 12 and four times the Maximum Residue Levels (MRLs) respectively. Similarly high levels of Dichlorovus and Imidacloprid were detected on the samples of other cities. Percentages of highly contaminated samples with all four insecticides in different cities were 34, 39, 34 and 46 for Isfahan, Falavarjan, Shahreza and Dehaghan cities respectively. Therefore it is clear that all the cities have about 35-45 percent of their cucumber samples under investigation having insecticide residue levels higher than the MRLs. Overall the results show that in Isfahan, Falavarjan, Shahreza and Dehaghan about 33, 33, 35 and 41 percent of the samples analyzed have higher levels of one or more insecticides checked higher than the MRLs respectively. Therefore consumption of this produce could be a threat to the health of the consumers.

**Keywords:** Cucumber, Greenhouse, Dichlorovus, Deltamethrin, Imidacloprid, Pymetrozine, Pesticide residue, Isfahan province.

## مقدمه

جدی گردیده است. از جمله این مشکلات می‌توان به طغیان آفات بالقوه، ظهور آفات ثانویه، گیاهسوزی، آلودگی محیط زیست، مقاومت آفات به آفت‌کش‌ها، نابودی حشرات مفید و موجودات غیر هدف، مسمومیت‌های حاد و مزمن اشاره نمود. مسمومیت‌های ناشی از آفت‌کش‌ها علاوه بر تهدید برای سلامتی پرسنل شاغل در بخش کشاورزی و کارخانجات تولید آفت‌کش‌های شیمیایی، در اثر مصرف مواد غذایی حاوی باقیمانده آنها نیز روی می‌دهد. آمار دقیقی درباره زیان‌ها و تلفات ناشی از مسمومیت دراز مدت شغلی در دست نیست، اما تعداد زیادی از مردم در اثر مصرف مواد غذایی دارای باقیمانده آفت‌کش‌ها در معرض مسمومیت هستند. به نظر می‌رسد درصد زیادی از مواد غذایی به خصوص انواع سبزیجات و میوه‌جات به باقیمانده آفت‌کش‌ها آلوده باشند (Hodgson and Levi, 1997; Ragsdale and Kuhr, 1987). پس از اثبات وجود باقیمانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی گیاهی و دامی، ارزیابی خطر<sup>۱</sup> انجام می‌گیرد تا مشخص شود این مقدار باقیمانده برای سلامتی مصرف‌کنندگان مواد غذایی و دامی مشکل‌ساز است یا نه؟ (WHO, 2004). بیشترین خطر آفت‌کش‌ها برای انسان (چه پرسنل کشاورزی و چه مصرف‌کنندگان محصولات سمپاشی شده) مربوط به حشره‌کش‌ها است، زیرا که نقطه اثر اکثر این آفت‌کش‌ها روی سیستم عصبی حشرات است که با سیستم عصبی پستانداران و انسان شباهت زیادی دارد. این در حالی است که بسیاری از قارچ‌کش‌ها و علف‌کش‌ها اختصاصاً روی فرآیندهای شیمیایی مؤثرند که در قارچ‌ها و علف‌های هرز صورت می‌گیرند. چندین شاخص برای بررسی میزان زیان بخشی آفت‌کش‌ها و بررسی اهمیت آنها ارائه شده‌اند (Talebi Jahromi, 2006) که عبارتند از: دوزکشنده ۵۰ درصد (LD<sub>50</sub>)، سطح اثر نامشهود<sup>۲</sup> (NOEL)، حد مجاز مصرف روزانه<sup>۳</sup> (ADI)،

افزایش بی‌رویه مصرف آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی به منظور افزایش میزان محصولات باغی و زراعی، در کنار صنعتی شدن کشورها، دنیا را با خطر آلودگی هر چه بیشتر محصولات غذایی و محیط زیست روبرو کرده است. بدون کنترل آفات ۵۶ تا ۷۳ درصد محصولات کشاورزی از بین می‌روند، در حالی که با استفاده از روش‌های مختلف کنترل آفات می‌توان ۴۰ تا ۶۰ درصد این خسارت را کاهش داد (Aldhous, 2000). در بین روش‌های کنترل آفات، استفاده از آفت‌کش‌ها چه به صورت یک روش انحصاری و چه در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات اهمیت خاصی دارد. بیش از ۵۰ درصد از آفت‌کش‌های مورد استفاده در اکوسیستم روی منطقه هدف یعنی گیاهان قرار نمی‌گیرد و به طرق مختلف وارد محیط زیست می‌شود. مصرف انواع آفت‌کش‌های کشاورزی در ایران نسبت به کشورهای با تولید ناخالص ملی مشابه بیشتر است (Anonymous, 1995b). طبق آمارهای رسمی طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۰ سالانه بین ۳۵ تا ۶۰ هزار تن آفت‌کش در کشور مصرف گردیده (Anonymous, 1995a) که از این میزان استان مازندران ۳۵ درصد کل مصرفی کشور را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 1995c). این میزان در سال زراعی ۸۶-۸۵ در حدود ۲۶ هزار تن بوده (Heidari, 2010) که در سال ۱۳۹۰ علیرغم افزایش سطوح و میزان تولید محصولات کشاورزی این مقدار به زیر ۲۰ هزار تن کاهش یافته و درصد حشره‌کش‌ها در ترکیب سموم مصرفی به کمتر از ۴۰ درصد رسیده و عمده ترکیب آنرا علف‌کش‌ها با بیش از ۶۰ درصد تشکیل می‌دهد، که دلیل آن سیاست سازمان حفظ نباتات مبنی بر استفاده بیشتر از علف‌کش‌ها برای افزایش راندمان تولید محصولات کشاورزی است (Plant Protection Organization, 2013). آفت‌کش‌ها یا سموم شیمیایی مانند یک شمشیر دو لبه عمل می‌کنند، زیرا در بهترین حالت به صورت موقت، مشکل آفات و بیماری‌ها را کاهش می‌دهند، اما استفاده وسیع، نابجا و غلط از آنها سبب ایجاد مشکلات

۱- Risk assessment

۲- No Observable Effect Level

۳- Acceptable Daily Intake

بررسی بقایای آفت‌کش‌های فسفره در رودخانه کاظم‌رود شهرستان تنکابن مشخص شد که آفت‌کش‌های دیازینون، فنتروتیون، پروفننوس، دیکلرووس و فورموتیون بیش از حد استاندارد جهانی در این رودخانه وجود دارد (Yadegarian *et al.* 2003). بررسی باقیمانده آفت‌کش‌های اندوسولفان و دیازینون در مزارع خیار سبز و گوجه فرنگی استان کهگیلویه و بویراحمد طی سال‌های ۱۳۸۱-۸۲ نشان داد که بیشترین میزان باقیمانده مربوط به حشره‌کش دیازینون در محصول خیار سبز بود که حدود ۳/۵ برابر بیشتر از حد استاندارد جهانی بوده است. همچنین مقدار باقیمانده دیازینون و اندوسولفان در گوجه فرنگی و خیار سبز در برخی مناطق استان بالاتر از حد مجاز برآورد گردید (Salahi Ardakani *et al.* 2004).

باقیمانده ۸ نوع آفت‌کش از گروه‌های مختلف در گوجه فرنگی و خیار به روش تجزیه جمعی بررسی شده است (Imani *et al.* 2006). این تحقیق نشان داد که در خیار باقیمانده آفت‌کش‌های دیازینون، کلرپیرفوس، فوزالن، دیکلرووس، کارباریل، پرمترین و فن‌پروپاترین به ترتیب پس از ۹، ۱۲، ۱۲، ۹، ۷، ۵ و ۴ روز به حد مجاز رسیدند و در گوجه فرنگی باقیمانده آفت‌کش‌های دیازینون، کلرپیرفوس، و فوزالن به ترتیب پس از ۸، ۱۰ و ۱۱ روز به حد مجاز کاهش یافتند.

در گلخانه‌های سبزی و صیفی، از جمله گلخانه‌های خیار، آفت‌کش‌های مختلفی مصرف می‌شوند که پرمصرف‌ترین و خطرناک‌ترین آن‌ها حشره‌کش‌ها هستند. این حشره‌کش‌ها به دفعات طی فصل رشد مصرف می‌شوند و بنابراین احتمال وجود باقیمانده غیر مجاز آن‌ها در محصول دور از انتظار نیست. وجود باقیمانده غیر مجاز آفت‌کش‌ها در انواع محصولات گلخانه‌ای بخصوص خیار که بصورت تازه‌خوری مصرف می‌شود اهمیت ویژه‌ای دارد. پس از آگاهی از میزان باقیمانده این آفت‌کش‌ها و میزان خطر آن‌ها در مقایسه با استانداردهای جهانی بایستی راهکارهای مناسب جهت کاهش باقیمانده خطرناک آفت‌کش‌ها ارائه گردد.

حد مجاز آستانه<sup>۱</sup> (TLV)، حداکثر میزان مجاز باقیمانده<sup>۲</sup> (MRL) و شاخص انتخابیت برای مهره‌داران<sup>۳</sup> (VSR). شاخص MRL استاندارد است که هنگام برداشت محصول از نظر میزان باقیمانده آفت‌کش‌ها بایستی رعایت شود. MRL بنابر تعریف عبارت است از حداکثر باقیمانده آفت‌کش که وجود آن در محصول مجاز می‌باشد. این باقیمانده در شرایطی که مصرف آن براساس عملیات بهینه کشاورزی (GAP) انجام شده باشد تعیین می‌شود (WHO, 1997). بیش از ۸۰ درصد باقیمانده آفت‌کش‌ها در انسان و بویژه کودکان، مخاطرات جدی در بردارد (Windhom, 2002). همچنین تقریباً ۲۰ درصد آفت‌کش‌ها ممکن است باعث ایجاد سرطان شوند. کنترل باقیمانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی به دلایل پیامدهای بهداشتی و اقتصادی ضرورت دارد. به همین دلیل برنامه‌های پایش وجود باقیمانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی در راستای اطمینان از حداکثر مجاز باقیمانده آفت‌کش‌ها و حد مجاز برداشت آفت‌کش‌ها در رژیم غذایی مردم، در بسیاری از کشورها به طور مستمر انجام می‌گیرد (Hotchkiss, 1992).

در خصوص بررسی و ردیابی بقایای آفت‌کش‌ها در محصولات مختلف و محیط زیست در مناطق مختلف کشور تحقیقاتی انجام شده است. بررسی (Jafari *et al.* 2004) در مورد باقیمانده حشره‌کش اندوسولفان مورد استفاده در مزارع خیار در منطقه چغلوندی استان لرستان نشان داد که میزان این حشره‌کش در آب ۳ روز پس از سمپاشی حدود ۲ ppb است. که پس از یک ماه این مقدار به صفر می‌رسد. در بررسی دیگری که در منطقه رودخانه آجی‌چای تبریز برای ردیابی آفت‌کش‌های ارگانوفسفره انجام گرفت معلوم شد که ۴ نوع حشره‌کش دیازینون، فنتیون، اتریفوس، فورموتیون و اتیون از بین ۱۲ نوع حشره‌کش تحت بررسی در تمام مراحل نمونه‌برداری و در تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری غلظتی بیش از حد استاندارد داشته است (Yadegarian *et al.* 2004).

۱- Threshold Limit Value

۲- Maximum Residue Limit

۳- Vertebrate Selectivity Ratio

## روش بررسی

## انتخاب آفت‌کش‌های تحت بررسی: در این بررسی

مهم‌ترین آفت‌کش‌های مورد استفاده در گلخانه‌های خیار استان اصفهان انتخاب گردید. در برخی موارد و در برخی گلخانه‌های استان اختلافاتی در نظر نوع آفت‌کش‌ها یا دفعات و مقدار مصرف آن‌ها دیده می‌شود که بعضاً با آمار مدیریت حفظ نباتات استان منطبق نمی‌باشد. بدین ترتیب که در برخی گلخانه‌ها، غیر از آفت‌کش‌های مذکور آفت‌کش‌های دیگری نیز توسط گلخانه‌داران استفاده شده است. از جمله این موارد می‌توان به آفت‌کش‌های آمبوش، موسپیلان، رورال‌تی‌اس و ... اشاره کرد. با توجه به محدودیت اعتبارات مالی امکان بررسی همه آفت‌کش‌های مصرفی در استان وجود نداشت، اما بر اساس اینکه اصولاً از نظر سلامت مصرف‌کنندگان میزان خطر حشره‌کش‌ها از سایر انواع آفت‌کش‌ها بیشتر است، چهار حشره‌کش با میزان مصرف ذکر شده در سال ۸۶ شامل دیکلرووس (۲۲ تن)، دلتامترین (۰/۳ تن)، ایمیداکلوپراید (۰/۱ تن) و پی‌متروزین (۰/۵ تن) در الویت ردیابی باقیمانده قرار گرفتند.

## عملیات نمونه‌برداری: برای پایش آلودگی خیار

گلخانه‌ای به باقیمانده آفت‌کش‌ها، انتخاب منطقه، محل و تعداد گلخانه‌ها بایستی به نحوی باشد که در عمل نماینده کل منطقه و محصول مورد نظر باشد. پیرو مذاکرات انجام شده با مدیریت محترم باغبانی سازمان جهاد کشاورزی استان و بر اساس اولویت‌ها، نمونه‌برداری از گلخانه‌های ۴ شهرستان فلاورجان (در ۴ گلخانه)، اصفهان (در ۴ گلخانه)، دهاقان (در ۲ گلخانه) و شهرضا (در ۲ گلخانه) انجام گرفت (جداول شماره ۴-۱). در هر شهرستان با همکاری واحد باغبانی مدیریت جهاد کشاورزی آن شهرستان، گلخانه‌ها به نحوی انتخاب شدند که نماینده منطقه مورد نظر باشند. نمونه‌برداری از محصول در هر گلخانه طی فصل رشد (۴ ماه دوره برداشت محصول) با فواصل تقریباً ۳۰ روزه صورت گرفت. آفت‌کش‌های انتخاب شده جهت ردیابی بر مبنای میزان

مصرف آفت‌کش‌ها در گلخانه‌های استان، میزان خطر آنها، و اهمیت باقیمانده آنها در محصول شامل ۴ نوع حشره‌کش دیکلرووس، دلتامترین، ایمیداکلوپراید و پی‌متروزین بودند. در عملیات نمونه‌برداری مقدار مشخصی از نمونه (حدود یک تن) که دارای مشخصه‌های یکسان می‌باشند یک بحر<sup>۱</sup> در نظر گرفته شد (کل گلخانه) و دو نمونه کلی حدود ۵ کیلوگرم از آن انتخاب گردید. سپس نمونه آزمایشگاهی حدوداً یک کیلوگرم از نمونه کلی جدا شد و مقداری از نمونه آزمایشگاهی برای تکرار آزمایش نگهداری شد. اندازه میوه‌ها ترکیبی از سایزهای مختلف بوده است. نمونه‌ها پس از کدگذاری و بسته‌بندی شدن، فریز شده و بدون آنکه در معرض نور قرار گیرند به آزمایشگاه تحقیقات باقیمانده سموم موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور (بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها) منتقل شدند. مشخصات گلخانه‌های انتخاب شده جهت نمونه برداری، تاریخ کاشت، رقم کاشت شده و سطح زیر کشت طی فصل رشد در جدول شماره ۲ ذکر گردید. عملیات داشت: در گلخانه‌های خیار استان به طور کلی شامل کود دهی (عمدتاً در ابتدای فصل رشد و طبق آزمون خاک، و نیز محلول پاشی برای رفع کمبودها طی فصل)، آبیاری (بسته به نوع خاک و دمای محیط)، تهویه (بسته به دمای محیط و پوشش گیاهی)، هرس (بسته به میزان پوشش گیاهی) می‌باشد. بنابراین عملیات داشت در گلخانه‌های خیار استان تقریباً شبیه می‌باشد، البته سازه گلخانه باعث دو اختلاف عمده می‌گردد که این تفاوت‌ها ممکن است روی میزان باقیمانده غیر مجاز سموم مصرفی تأثیر گذار باشد:

- ۱- در گلخانه‌های چوبی آبیاری از نوع غرقابی و در گلخانه‌های فلزی از نوع قطره‌ای است، بنابراین میزان رطوبت نسبی در گلخانه‌های چوبی بیشتر از فلزی است.
- ۲- هرس در گلخانه‌های فلزی بیشتر از گلخانه‌های چوبی است، بنابراین میزان تهویه در گلخانه‌های فلزی بیشتر از چوبی است.

جدول ۱- فرمولاسیون، دز مصرفی و دفعات سمپاشی آفت‌کش‌های تحت آزمایش

Table 1. Formulation, Dose and Application Rate of the pesticides under experiment

نام عمومی	نام تجاری	کاربرد	دز مصرفی، لیتر در هزار	دفعات مصرف در هر گلخانه
General Name	Trade Name	Application	Liter/1000	Application Rate
Dichlorvos	Dedevap EC 50%	Aphids, whitefly and Thrips	1.5-2	2-3 times
Pymetrozine	Chess WP 25%	Aphids	0.7-1	1 time
Deltamethrin	Decis EC 2.5%	Leafminers	2	2 times in Isfahan and 1 time in other towns
Imidacloprid	Confidor SC 35%	Aphids, whitefly	0.7-1	2 times in Isfahan and 3 times in other towns

جدول ۲- اطلاعات گلخانه‌های منتخب شهرستان اصفهان (E)، فلاورجان (F)، شهرضا (S) و دهقان (D)\*

Table 2. Information on the selected greenhouses of Isfahan, Falavarjan, Shahreza and Dehaghan Cities

کد	گلخانه‌دار	تاریخ کاشت	رقم	سازه	سطح کشت
Code	Greenhouse owner	Cultivation Date	Variety	Structure	Area
1.E.	Olfatnia	22/11/2008	Green magic	Metal	3 acre
2.E.	Shojaeinia	6/12/2008	Danitol	Metal	5 acre
3.E.	Bahrami	6/12/2008	Storm	Metal	5 acre
4.E.	Arabzadeh	6/3/2008	Danitol & Green magic	Metal	5 acre
1.F.	Dianat	27/1/2009	Royal & Evergreen	Metal	5 acre
2.F.	Rahnama	6/11/2008	Royal	Wooden	2 acre
3.F.	Rahnama	6/12/2008-6/1/2009	Royal	Metal	3.5 acre
4.F.	Dehkhoda	23/1/2009	Khasib	Wooden	3 acre
1.F.	Dianat	27/12/2008	Royal & Evergreen	Metal	5 acre
1.S.	Rohani	22/11/2008	Danitol	Metal	5 acre
2.S.	Nazemzadeh	22/12/2008	4685 & Danitol	Metal	2.2 acre
1.D.	Karimi	22/12/2008	Janet	Metal	2 acre
2.D.	Ahadian	22/10/2008-22/1/2009	Storm & Janet	Metal	5 acre

\* اطلاعات براساس اظهار نظر گلخانه‌داران ارائه شده است.

جدول ۳- نام، زمان بازداری و دستگاه‌های کروماتوگرافی استفاده شده برای آفت‌کش‌های مورد مطالعه

Table 3. Name, Retention time and Equipments used for the detection of the pesticides under experiment

دستگاه کروماتوگرافی	زمان بازداری	آفتکش
Chromatography Equip.	Retention Time	Pesticides
GC/NPD	26.73	Dichlorvos
GC/ECD	13.67	Deltamethrin
HPLC	3.98	Pymetrozine
HPLC	2.81	Imidacloprid

آشکارساز ربایش الکترونی<sup>۳</sup> (ECD)، و برای حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید و پی‌متروزین از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا<sup>۴</sup> (HPLC) استفاده گردید (Tribolet and Gasser 1995). جهت محاسبه درصد بازیابی روش حجم مشخصی از محلول استاندارد آفت‌کش‌های مورد بررسی را با ۱۰ گرم از نمونه هموزن شده بدون آفت‌کش مخلوط کرده و جهت

عملیات آزمایشگاهی: به منظور ردیابی باقیمانده آفت‌کش‌های مورد نظر، از روش‌های مختلف استخراج بر اساس نوع آفت‌کش مورد نظر استفاده گردید. برای اندازه‌گیری حشره‌کش دیکلرئوس از دستگاه کروماتوگرافی گازی<sup>۱</sup> (GC) با آشکارساز نیتروژن فسفره<sup>۲</sup> (NPD)، و برای حشره‌کش دلتامترین از دستگاه کروماتوگرافی گازی با

۳- Electron Capture Detector

۴- High-Performance Liquid Chromatography

۱- gas chromatography

۲- Nitrogen Phosphorous Detector

نوع ستون: Cpb-5، دمای ستون: ۲۸۰ درجه سلسیوس، طول ستون: ۳۰ متر، قطر داخلی ستون: ۰/۲۵ میلی متر، قطر پوسته: ۰/۲۵ mm، دمای اولیه ستون: ۱۵۰ درجه سلسیوس با توقف ۵ دقیقه و بعد با رمپ ۳ درجه در دقیقه به ۲۸۰ درجه سلسیوس با زمان توقف ۱۰ دقیقه.

انژکتور: Splitless، دمای انژکتور: ۲۰۰ درجه سلسیوس.

آشکارساز: NPD، دمای آشکارساز: ۳۰۰ درجه سلسیوس.

گاز حامل: نیتروژن، میزان جریان: ۳ میلی لیتر/دقیقه

**دلنامترین:** روش استخراج دلنامترین تا مرحله پس از تبخیر کاملاً مشابه استخراج دیکلرووس انجام شد، لیکن به جای متانول یک میلی لیتر هگزان اضافه شد و ۱μl به دستگاه GC/ECD تزریق و میزان آن اندازه‌گیری گردید. پیک دلنامترین در زمان بازدارندگی ۱۳/۶۷۸ دقیقه حاصل شد (شکل‌های ۳ و ۴).

**شرایط دستگاه برای تجزیه:** نوع دستگاه:

.Shimadzu, Japan Model: GC-2010

نوع ستون: CPSIL 24CB، دمای ستون: ۲۵۰ درجه سلسیوس، طول ستون: ۳۰ متر، قطر داخلی ستون: ۰/۲۵ میلی متر، قطر پوسته: ۰/۵ mm، دمای اولیه ستون: ۱۵۰ درجه سلسیوس با توقف ۵ دقیقه و بعد با رمپ ۳ درجه در دقیقه به ۲۵۰ درجه سلسیوس با زمان توقف ۱۰ دقیقه

انژکتور: Splitless، دمای انژکتور: ۲۵۰ درجه سلسیوس

آشکارساز: ECD، دمای آشکارساز: ۲۸۰ درجه سلسیوس

گاز حامل: نیتروژن/هوا، میزان جریان: ۳۰ میلی لیتر/دقیقه

**ایمیداکلوپراید:** ۱۰ گرم از نمونه مخلوط شده را در بشر ۱۵۰ میلی لیتری ریخته و به آن ۱۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه و به مدت ۲ دقیقه در حمام اولتراسونیک قرار داده شد. سپس ۲۰ میلی لیتر متانول اضافه نموده و به مدت ۱ دقیقه هموزن شد، محلول را با پمپ خلاء و کاغذ صافی فیلتر کرده و نیمه هموزنایز شده را به آن اضافه نموده و پس از انتقال به بالن ۲۵۰ میلی لیتری با روتاری در دمای ۵۰°C تا حدود ۱۰-۵

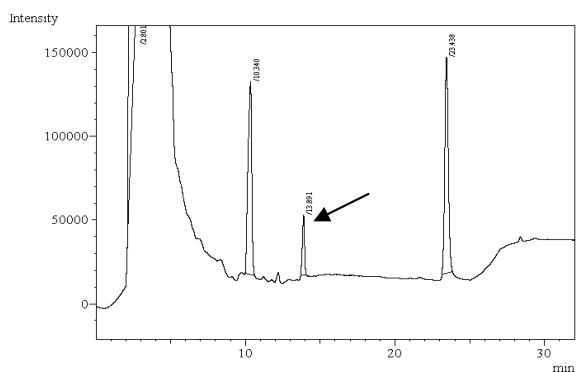
افزایش جذب استانداردها در بافت نمونه به مدت ۲۴ ساعت زمان داده شد. سپس مراحل استخراج مطابق روش‌های شرح داده شده روی این نمونه‌ها انجام شد. غلظت‌های مورد نظر در بازیابی برای دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی معادل ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم و برای دستگاه کروماتوگرافی مایع معادل ۰/۰۱ و ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم در سه تکرار در نظر گرفته و انجام شد. منحنی‌های کالیبراسیون نیز برای هر کدام از ترکیبات براساس پنج غلظت مختلف ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵ و ۱۰ میکروگرم بر میلی لیتر ترسیم شد. روش‌های عصاره‌گیری و خالص سازی برای هر حشره‌کش به شرح ذیل می باشد:

**دیکلرووس:** مقدار ۱۰ گرم از نمونه را توزین و آسیاب

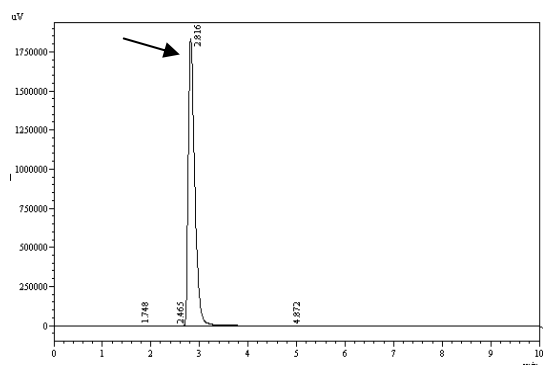
شده و در بشر ۱۵۰ میلی لیتری ریخته شد و به آن ۶۰ میلی لیتر استن اضافه و به مدت ۲ دقیقه هموزن گردید. مجدداً مقدار ۶۰ میلی لیتر استن به این مخلوط افزوده شد و به مدت ۲ دقیقه هموزن گردید. سپس محلول با پمپ خلاء و کاغذ صافی صاف گردیده و محلول صاف شده به دکانتور منتقل گردید. به این محلول در دکانتور مقدار ۱۵۰ میلی لیتر محلول سدیم سولفات ۲٪ و ۴۰ میلی لیتر دی کلرومتان افزوده شد و به مدت ۱ دقیقه تکان داده شد. سپس فاز آلی (فاز پایینی) در یک بشر جدا نگهداری گردید. مجدداً به محلول باقیمانده در دکانتور ۲۰ میلی لیتر دی کلرومتان افزوده و فاز آلی (فاز پایینی) به بشر قبلی اضافه گردید و این عمل یکبار دیگر انجام و مجدداً فاز آلی (فاز پایینی) به بشر قبلی اضافه گردید. محتویات بشر از قیف بوختر حاوی سولفات سدیم عبور داده شد و محلول صاف شده در دمای ۵۰ درجه سلسیوس تا حدود ۱۰-۵ میلی لیتر تبخیر گردید. در نهایت به این محلول ۱ میلی لیتر متانول اضافه شد و ۱ میکرولیتر به دستگاه GC/NPD تزریق و میزان آن اندازه‌گیری گردید. پیک‌های دیکلرووس در زمان بازدارندگی ۲۶/۷۳۴ دقیقه حاصل شد (شکل‌های ۱ و ۲)

**شرایط دستگاه برای تجزیه:** نوع دستگاه:

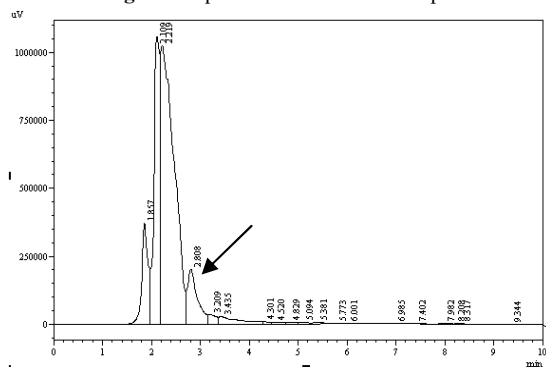
.Shimadzu, Japan Model: GC-2010



شکل ۴- پیک دلتامترین در یکی از نمونه‌های آزمایشی  
**Fig. 4.** The peak of Deltamethrin in one of the samples



شکل ۵- پیک محلول استاندارد ایمیداکلوپرید  
**Fig. 5.** The peak of Standard Imidacloprid



شکل ۶- پیک ایمیداکلوپرید در یکی از نمونه‌های آزمایشی  
**Fig. 6.** The peak of Imidacloprid in one of the samples

شرایط دستگاه برای تجزیه: نوع دستگاه:

Shimadzu, Japan Model: CTO-10Acvp HPLC

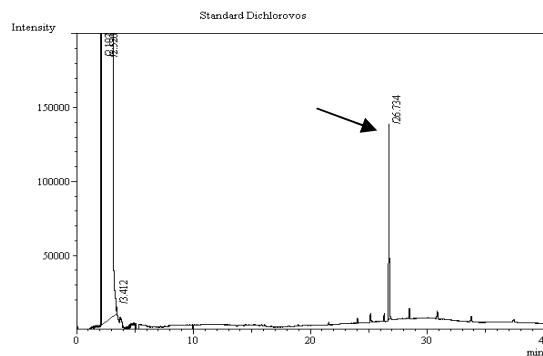
نوع ستون: LC-18 5µ طول: ۲۵۰ میلی‌متر، قطر داخلی:

۴/۶ میلی‌متر

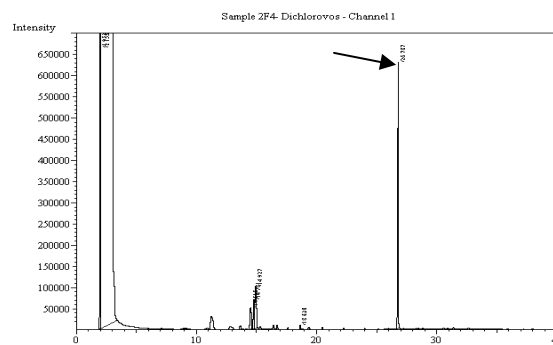
فاز متحرک: ۸۰٪ استونیتریل: ۲۰٪ آب

میزان جریان: ۱.۴ میلی‌لیتر/دقیقه

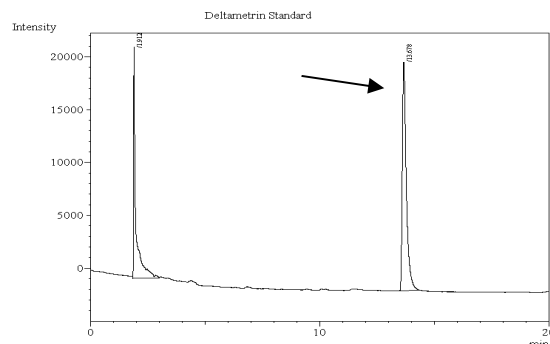
میلی‌لیتر تغلیظ گردید. در صورت نیاز به خالص سازی از حلال‌های استونیتریل و محلول اتیل استات/تولوئن برای شستشو استفاده کرده و محلول با روتاری خشک شد. در نهایت به آن ۱ml اتانول اضافه نموده و با تزریق مقدار ۱۰۰ µl به دستگاه HPLC شناسایی شد. پیک ایمیداکلوپرید در زمان بازدارندگی ۲/۸۱۶ دقیقه حاصل شد (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۱- پیک محلول استاندارد دیکلرووس  
**Fig. 1.** The peak of Standard Dichlorvos

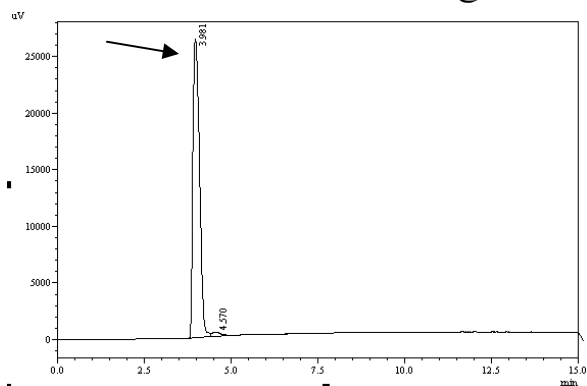


شکل ۲- پیک دیکلرووس در یکی از نمونه‌های آزمایشی  
**Fig. 2.** The Peak of Dichlorvos in one of the samples



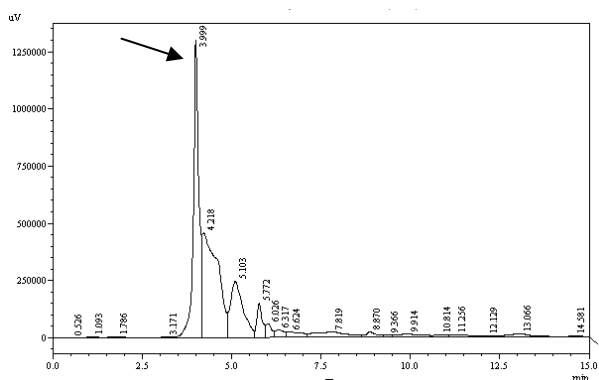
شکل ۳- پیک محلول استاندارد دلتامترین  
**Fig. 3.** The peak of Standard Deltamethrin

استونیتریل و ۲٪ بافر)  
میزان جریان: ۱/۴ میلی‌لیتر/دقیقه  
آشکارساز: UV  
طول موج: ۲۳۰ نانومتر



شکل ۷- پیک محلول استاندارد پی متروزین

Fig. 7. The peak of Standard Pymetrozine



شکل ۸- پیک پی متروزین در یکی از نمونه‌های آزمایشی

Fig. 8. The peak of Pymetrozine in one of the samples

در این مرحله نمونه‌های تجزیه شده با منحنی‌های استاندارد (Sigma-Aldrich) مربوط به آفت‌کش‌های مورد نظر مقایسه گردید تا مشخص شود چه نوع آفت‌کش‌هایی و در چه حدی در هر نمونه وجود دارد. مقادیر باقیمانده یافت شده با استانداردهای ملی از پیش تعیین شده یعنی حداکثر باقیمانده مجاز (MRLs) مربوط به هر آفت‌کش مقایسه و گزارش گردید. لازم به ذکر است که از قبل دستگاه‌های مذکور برای پایش آفت‌کش‌های مورد نظر تنظیم و کالیبره گردیده و درصد بازیافت نمونه‌های مذکور در گستره مورد نظر بررسی گردید.

آشکارساز: UV

طول موج: ۲۷۰ نانومتر

پی متروزین: پنج گرم از نمونه خرد و هموژنیزه شده توزین گردید. سپس ۴ میلی‌لیتر بافر بوراکس به آن افزوده و ظرف تکان داده شد. بعد از آن ۳۶ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه و به مدت یک ساعت بوسیله شیکر بازودار بهم زده شد. مخلوط حاصل با استفاده از قیف بوخنر و کاغذ صافی به درون یک بالن صاف گردید. کاغذ صافی مجدداً با استفاده از پنج میلی‌لیتر متانول شسته شده و محلول جمع آوری شد. برای جدا نمودن آب از عصاره حاوی پی متروزین، عصاره از روی ۴۰ گرم سولفات سدیم بدون آب به صورت قطره قطره عبور داده شد. برای این منظور در انتهای یک قیف یک گلوله پشم شیشه قرار داده و سپس سولفات سدیم در قیف ریخته شد. عصاره استخراج شده در داخل دکانتور ریخته به وسیله گیره در بالای قیف حاوی سولفات سدیم قرار گرفت. سپس عصاره به صورت قطره قطره در روی سولفات سدیم جمع آوری گردید. بعد از جمع آوری، دیواره دکانتور با حدود ۱۰ میلی‌لیتر متانول شسته و از روی سولفات سدیم عبور داده شد. برای تبخیر عصاره از دستگاه تبخیر کننده دوار در درجه حرارت کمتر از ۴۰ درجه سلسیوس استفاده شد و پس از آن که حجم نمونه به حدود دو تا سه میلی‌لیتر رسید، عمل تبخیر متوقف گردید و سپس مقدار یک میلی‌لیتر محلول بافر PICB7 شامل ۲۰ میلی‌لیتر بافر + ۱۲۰ میلی‌لیتر استونیتریل و ۸۸۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه به آن اضافه شد. هر بار ۱۰۰ μl از آن به دستگاه HPLC تزریق و مقدار آن اندازه‌گیری می‌شد. پیک‌های پی متروزین در زمان بازدارندگی ۳/۹۸۱ دقیقه تشکیل شد (شکل‌های ۷ و ۸).

شرایط دستگاه برای تجزیه: نوع دستگاه:

Shimadzu, Japan Model: CTO-10ACvpHPLC

نوع ستون: LC-18 5μ، طول: ۲۵۰ میلی‌متر، قطر داخلی:

۴/۶ میلی‌متر

فاز متحرک: بافر PICB7 (۸۸٪ آب یون زدا شده، ۱۰٪



جدول ۴- اندازه‌گیری باقیمانده حشره‌کش‌ها در نمونه‌های خیار در گلخانه‌های منتخب شهرستان اصفهان

Table 4. Pesticides residue levels on cucumber samples from selected greenhouses in Esfahan City

مقادیر باقیمانده حشره‌کش‌های ردیابی شده در نمونه‌ها* (برحسب پی‌پی‌ام)				تاریخ نمونه برداری Sampling Date	نوبت نمونه برداری Sampling time	کد گلخانه Greenhouse Code
Pesticide Residue Levels* (ppm)						
Pymetrozine MRL=0.5	Imidacloprid MRL=1	Deltamethrin MRL=0.2	Dichlorvos MRL=0.05			
ND	6.5	8.9	ND	11/3/2009	1	1.E.
ND	8.7	11	ND	11/4/2009	2	1.E.
0.12	0.01	ND	0.6	24/5/2009	3	1.E.
0.01	1.44	ND	3.5	14/6/2009	4	1.E.
1.69	11.9	3.7	ND	11/3/2009	1	2.E.
ND	9.9	0.03	ND	11/4/2009	2	2.E.
ND	0.01	ND	0.12	24/5/2009	3	2.E.
0.17	0.01	ND	0.2	24/6/2009	4	2.E.
ND	8.3	7.9	0.04	10/3/2010	1	3.E.
ND	ND	ND	0.24	11/4/2009	2	3.E.
0.26	0.09	ND	2.5	24/5/2009	3	3.E.
0.14	0.04	ND	0.65	14/6/2009	4	3.E.
ND	4.7	ND	0.06	11/3/2009	1	4.E.
ND	ND	7.6	0.6	11/4/2009	2	4.E.
0.3	ND	ND	ND	24/5/2009	3	4.E.
0.12	ND	ND	ND	14/6/2009	4	4.E.

\* مقادیر بیشتر از حد مجاز (برای هر آفت کش در هر نوبت نمونه‌برداری) باقیمانده غیر مجاز محسوب می‌شود.

ND= Not Detectable، یعنی باقیمانده آفت کش در محصول اندک بوده و قابل ردیابی نبوده است.

جدول ۵- اندازه‌گیری باقیمانده حشره‌کش‌ها در نمونه‌های خیار در گلخانه‌های منتخب شهرستان فلاورجان

Table 5- Pesticides residue levels on cucumber samples collected from selected greenhouses in Falavarjan City

مقادیر باقیمانده حشره‌کش‌های ردیابی شده در نمونه‌ها* (برحسب پی‌پی‌ام)				تاریخ نمونه برداری Sampling Date	نوبت نمونه برداری Sampling time	کد گلخانه Greenhouse Code
Pesticide Residue Levels* (ppm)						
Pymetrozine MRL=0.5	Imidacloprid MRL=1	Deltamethrin MRL=0.2	Dichlorvos MRL=0.05			
ND	6.5	ND	0.07	12/3/2009	1	1.F.
1.7	8.7	ND	1.4	12/4/2009	2	1.F.
0.33	1.12	ND	4.6	25/5/2009	3	1.F.
0.24	0.95	ND	1	15/6/2009	4	1.F.
ND	11.9	ND	0.09	12/3/2009	1	2.F.
1.16	9.9	ND	0.03	12/4/2009	2	2.F.
0.12	ND	ND	3.5	25/5/2009	3	2.F.
ND	0.09	ND	0.7	15/6/2009	4	2.F.
ND	8.3	ND	0.02	12/3/2009	1	3.F.
0.23	ND	ND	0.05	12/4/2009	2	3.F.
0.01	4.21	ND	0.67	25/5/2009	3	3.F.
0.74	ND	ND	0.14	15/6/2009	4	3.F.
ND	4.7	ND	0.67	12/3/2009	1	4.F.
ND	ND	ND	0.1	12/4/2009	2	4.F.
0.74	ND	ND	0.08	25/5/2009	3	4.F.
ND	0.31	ND	0.7	15/6/2009	4	4.F.

\* مقادیر بیشتر از حد مجاز (برای هر سم در هر نوبت نمونه‌برداری) باقیمانده غیر مجاز محسوب می‌شود.

ND= Not Detectable، یعنی باقیمانده سم در محصول اندک بوده، بطوری که توسط دستگاه قابل ردیابی نبوده است.

زمان بازدارندگی آفت‌کش‌ها و دستگاه‌های استفاده شده جهت اندازه‌گیری آن‌ها در جدول ۳ آورده شده است.

### نتیجه و بحث

میزان بازیافت حشره‌کش‌های دیکرووس و دلتامترین (با سه تکرار) بین ۱۰۰-۹۰ و حشره‌کش‌های پی متروزین و ایمیداکلوپراید بین ۹۵-۸۵ درصد و مقادیر حد تشخیص<sup>۱</sup> (LOD) و حد کمی کردن<sup>۲</sup> (LOQ) برای دستگاه HPLC و روش اندازه‌گیری پی متروزین و ایمیداکلوپراید نشانگر مقادیر ۰/۰۲ و ۰/۰۸ پی پی ام به ترتیب برای این شاخص‌ها می‌باشد. جهت دستگاه GC/ECD و روش استفاده شده برای اندازه‌گیری دلتامترین مقادیر تعیین شده برای LOD و LOQ به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۰۹ و برای دستگاه GC/NPD و روش‌های اندازه‌گیری دیگر آفت‌کش دیکرووس نیز این شاخص‌ها به همین اندازه می‌باشد. در مجموع ۱۹۲ نمونه (ترکیب گلخانه- آفت‌کش- شهرستان) جمع‌آوری و آنالیز گردیده است. نتایج آنالیز باقیمانده آفت‌کش‌ها با ذکر مقدار باقیمانده مجاز هر کدام (MRL) به تفکیک گلخانه‌های منتخب در هر شهرستان در جداول ۴ تا ۷ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که در مجموع مقادیر باقیمانده ردیابی شده از آفت‌کش‌های مورد نظر، از حد غیر قابل تشخیص (ND) تا بیش از ۹۰ برابر حد مجاز (MRL) متغیر می‌باشد.

طبق جدول ۴ ملاحظه می‌شود که در شهرستان اصفهان بیشترین میزان باقیمانده بیشتر از حد مجاز برای آفت‌کش‌های دیکرووس، دلتامترین، ایمیداکلوپراید و پی متروزین به ترتیب حدود ۷۰، ۵۵، ۱۲ و ۴ برابر میزان مجاز می‌باشد. وضعیت مشابهی برای آفت‌کش‌های دیکرووس و ایمیداکلوپراید در گلخانه‌های سایر شهرستان‌های تحت بررسی دیده می‌شود. این مقادیر در شهرستان فلاورجان برای آفت‌کش‌های فوق به ترتیب ۹۲ و ۱۲ برابر حد مجاز بوده است (جدول ۵). به

همین ترتیب این مقادیر در شهرستان شهرضا ۲۰ و ۱۱ برابر (جدول ۶) و در شهرستان دهاقان ۲۳ و ۴ برابر حد مجاز آفت‌کش‌های مربوطه ردیابی شده است (جدول ۷). در همه گلخانه‌های منتخب سه شهرستان فلاورجان، شهرضا و دهاقان باقیمانده دلتامترین بسیار اندک و در عمل غیر قابل تشخیص بوده است. این در حالی است که باقیمانده این آفت‌کش در حدود ۳۲ درصد گلخانه‌های منتخب در شهرستان اصفهان بیشتر از حد مجاز می‌باشد. برای پی متروزین حداکثر باقیمانده در شهرستان فلاورجان حدود ۴ برابر میزان باقیمانده مجاز می‌باشد و در شهرستان‌های شهرضا و دهاقان این مقادیر تقریباً در حد مجاز می‌باشند. درصد آلودگی مجموع نمونه‌های خیار چهار شهرستان به باقیمانده غیر مجاز آفت‌کش‌های تحت بررسی نشان می‌دهد که حدود ۷۲، ۸، ۵۲ و ۱۴ درصد از نمونه‌های خیار در مجموع چهار شهرستان، به ترتیب حاوی باقیمانده غیر مجاز حشره‌کش‌های دیکرووس، دلتامترین، ایمیداکلوپراید و پی متروزین بودند. به عبارت دیگر در مجموع بیش از ۵۰ درصد تمام نمونه‌های خیار استان حاوی باقیمانده غیر مجاز دو حشره‌کش دیکرووس و ایمیداکلوپراید بوده‌اند. درصد آلودگی نمونه‌های خیار به باقیمانده غیر مجاز مجموع حشره‌کش‌های تحت بررسی در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهاقان به ترتیب حدود ۳۴، ۳۹، ۳۴ و ۴۶ درصد از نمونه‌ها حاوی باقیمانده غیر مجاز مجموع چهار حشره‌کش تحت بررسی می‌باشند.

بدین ترتیب مشخص می‌شود که وضعیت آلودگی محصول در هر چهار شهرستان تقریباً مشابه است و در مجموع حدود ۳۵ تا ۴۵ درصد نمونه‌ها در هر شهرستان حاوی باقیمانده غیر مجاز حشره‌کش‌های تحت بررسی بودند. این وضعیت در حالی مشاهده می‌شود که تنوع و اختلاف زیادی بین شرایط گلخانه‌های منتخب وجود دارد، اما به نظر می‌رسد به علت اینکه الگوی سمپاشی اجرا شده توسط گلخانه‌داران در شهرستان‌های مختلف بسیار مشابه است تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین شهرستان‌ها دیده نشده است.

۱- Limit of Detection

۲- Limit of Quantitation

جدول ۶- اندازه‌گیری باقیمانده حشره‌کش‌ها در نمونه‌های خیار در گلخانه‌های منتخب شهرستان شهرضا

Table 6. Pesticides residue levels on cucumber samples from selected greenhouses in Shahreza City

مقادیر باقیمانده حشره‌کش‌های ردیابی شده در نمونه‌ها* (برحسب پی‌پی‌ام)				تاریخ نمونه برداری Sampling Date	نوبت نمونه برداری Sampling time	کد گلخانه Greenhouse Code
Pesticide Residue Levels* (ppm)						
Pymetrozine	Imidacloprid	Deltamethrin	Dichlorvos			
MRL=0.5	MRL=1	MRL=0.2	MRL=0.05			
ND	8.5	ND	0.07	16/3/2009	1	1.S.
ND	11.2	ND	0.13	14/4/2009	2	1.S.
0.008	2.77	ND	0.08	23/5/2009	3	1.S.
0.23	ND	ND	1	16/6/2009	4	1.S.
0.02	ND	ND	0.12	16/3/2009	5	2.S.
ND	ND	ND	0.07	14/4/2009	6	2.S.
0.16	ND	ND	0.57	23/5/2009	7	2.S.
0.01	0.01	ND	1	16/6/2009	8	2.S.

\* مقادیر بیشتر از حد مجاز (برای هر آفت کش در هر نوبت نمونه‌برداری) باقیمانده غیرمجاز محسوب می‌شود.

ND= Not Detectable، یعنی باقیمانده آفت کش در محصول اندک بوده و قابل ردیابی نبوده است.

جدول ۷- اندازه‌گیری باقیمانده حشره‌کش‌ها در نمونه‌های خیار در گلخانه‌های منتخب شهرستان دهاقان

Table 7. Pesticides residue levels on cucumber samples collected from selected greenhouses in Dehaghan City

مقادیر باقیمانده حشره‌کش‌های ردیابی شده در نمونه‌ها* (برحسب پی‌پی‌ام)				تاریخ نمونه برداری Sampling Date	نوبت نمونه برداری Sampling time	کد گلخانه Greenhouse Code
Pesticide Residue Levels* (ppm)						
Pymetrozine	Imidacloprid	Deltamethrin	Dichlorvos			
MRL=0.5	MRL=1	MRL=0.2	MRL=0.05			
0.5	4.1	ND	0.26	18/3/2009	1	1.D.
0.56	4.3	ND	0.64	13/4/2009	2	1.D.
0.09	1.25	ND	1.16	27/5/2009	3	1.D.
0.15	1.68	ND	0.65	18/6/2009	4	1.D.
ND	ND	ND	0.72	18/3/2009	5	2.D.
0.95	3.4	ND	0.1	13/4/2009	6	2.D.
0.01	ND	ND	ND	27/5/2009	7	2.D.
0.01	1.31	ND	0.5	18/6/2009	8	2.D.

\* مقادیر بیشتر از حد مجاز (برای هر آفت کش در هر نوبت نمونه‌برداری) باقیمانده غیرمجاز محسوب می‌شود.

ND= Not Detectable، یعنی باقیمانده آفت کش در محصول اندک بوده، بطوری که توسط دستگاه قابل ردیابی نبوده است.

حشره‌کش دلتامترین و حشره‌کش پی‌متروزین بیشترین باقیمانده غیر مجاز مربوط به نمونه‌های شهرستان اصفهان می‌باشد.

لازم به ذکر است که مقادیر و درصدهای گزارش شده در فوق، مربوط به نمونه‌برداری از گلخانه‌های منتخب در زمان برداشت محصول می‌باشد. بنابراین انتظار می‌رود که این مقادیر و درصدها در محصولی که توسط مصرف کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد، کمتر باشد، زیرا که محصول برداشت شده بلافاصله در دسترس مردم قرار نمی‌گیرد.

در مجموع بیشترین درصد آلودگی غیر مجاز، مربوط به حشره‌کش دیکلرووس در شهرستان دهاقان (حدود ۸۸ درصد) و کمترین آن مربوط به حشره‌کش دلتامترین در سه شهرستان فلاورجان، شهرضا و دهاقان می‌باشد. بیشترین کمترین درصد آلودگی نمونه‌ها به باقیمانده غیر مجاز حشره‌کش دیکلرووس به ترتیب به نمونه‌های خیار شهرستان‌های دهاقان و اصفهان تعلق دارد. این مقادیر برای حشره‌کش ایمیداکلوپراید مربوط به نمونه‌های شهرستان‌های دهاقان و شهرضا است. همانطور که ملاحظه می‌گردد برای

بسیار متغیر کرده است. برای مثال دفعات کاربرد سم دلتامترین در گلخانه‌های شهرستان اصفهان ۲ برابر ۳ شهرستان دیگر است و همانطور که ملاحظه می‌شود انتظار می‌رود که میزان باقیمانده غیرمجاز این سم در گلخانه‌های این شهرستان بیش از سه شهرستان دیگر باشد.

بررسی وضعیت مصرف آفت‌کش‌ها در گلخانه‌های سبزی و صیفی استان و آگاهی از الگو و نحوه مصرف آفت‌کش‌های مجاز و غیر مجاز اطلاعاتی را درباره رعایت استانداردهای مصرف آفت‌کش‌ها توسط گلخانه‌داران استان در اختیار کارشناسان قرار می‌دهد. از این اطلاعات می‌توان برای آموزش گلخانه‌داران و کارگران کشاورزی درباره مصرف بهینه و صحیح آفت‌کش‌ها استفاده نمود، بطوری که هم سلامت کاربران آفت‌کش‌ها و هم سلامت مصرف‌کنندگان محصولات تضمین گردد به این منظور حذف آفت‌کش‌های خطرناک و جایگزینی آنها با آفت‌کش‌های کم‌خطر، توسعه روش‌های کنترل غیرشیمیایی آفات و بیماری‌های گیاهی ضرورت دارد. اجرای برنامه منظم پایش باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات گلخانه بایستی همراه با تجهیز آزمایشگاه‌های اختصاصی ردیابی باقیمانده آفت‌کش‌ها در سطح استان و تدوین دستورالعمل برنامه زمانبندی شده پایش باقیمانده آفت‌کش‌ها باشد.

ایجاد یک سیستم ارائه گواهی سلامت محصول توسط کارشناسان که این گواهی باید شامل رعایت باقیمانده مجاز آفت‌کش‌ها (MRL) نیز باشد. به این منظور آموزش و ترغیب مردم در راستای آشنایی با مصرف محصولات دارای گواهی سلامت که دارای پرچسب خاص باشند، همچنین ارائه یک سیستم پیشگیری تخلفات تولید و عرضه محصولات بدون گواهی که امکان پیگیری‌های بهداشتی و قضایی را فراهم نماید نیز ضرورت دارد.

ملاحظه می‌شود که در برخی موارد باقیمانده حشره‌کش در نمونه‌های محصول غیر قابل تشخیص (ND) گزارش شده است. این وضعیت در مورد حشره‌کش دلتامترین بسیار مشهود است. به عبارت دیگر مقدار باقیمانده این آفت‌کش‌ها در نمونه‌های تحت بررسی آنقدر اندک بوده که توسط دستگاه قابل ردیابی نبوده است. این در حالی است که این آفت‌کش‌ها توسط گلخانه‌داران منطقه مصرف می‌شوند، اما در عمل در نمونه‌های گرفته شده در بعضی نوبت‌های نمونه‌برداری مقدار باقیمانده حشره‌کش مورد نظر در محصول به حد بسیار ناچیز و طبعاً کمتر از حد مجاز رسیده است. این وضعیت ناشی از تأثیر عوامل مختلف است که میزان باقیمانده بر جا مانده آفت‌کش‌ها در داخل یا روی محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهند. تغییرات در میزان باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصول به عوامل مختلف از جمله شرایط آب و هوایی محل، دفعات سمپاشی، میزان یا دز آفت‌کش، نحوه کاربرد آفت‌کش یا نحوه سمپاشی، نوع گیاه سمپاشی شده و وارسته آن، فصل کاشت و دوره کارنس آن مرتبط دانسته‌اند. علاوه بر این ممکن است آفت‌کش مورد نظر پس از ورود به گیاه تا قبل از زمان نمونه‌برداری متابولیزه شده و در عمل به متابولیت‌هایی تبدیل شده باشد که توسط دستگاه قابل ردیابی نباشند (Hill and Reynolds, 2002; Talebi Jahromi, 2006). بنابراین اظهار نظر در خصوص علل عدم ردیابی باقیمانده برخی آفت‌کش‌ها در نمونه‌های آنالیز شده مستلزم بررسی‌های دقیق‌تر می‌باشد. در مورد میزان باقیمانده بالا در برخی نمونه‌ها، این وضعیت بواسطه تنوع شرایط گلخانه‌های منتخب در کل استان و همچنین در هر شهرستان است، که با تأثیر عوامل مختلف مانند رقم، تاریخ کاشت، نوع گلخانه، زمان سمپاشی، دفعات سمپاشی، فاصله زمانی سمپاشی تا زمان نمونه‌برداری و ... مقدار باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصول را

## References

- ALDHOUSE, J. R. 2000. Pesticides, pollutants, fertilizers and stress: their role in forests and amenity woodlands. Research Studies Press. England.
- ANONYMOUS, 1995a. Pesticide Use in Agriculture, Preface, Special issue of Zeiton, 1: 4-5.
- ANONYMOUS, 1995b. Pesticide Use in Agriculture, An Interview with the UNDP Incharge in Iran, special issue of Zeiton, 1: 9-11.
- ANONYMOUS, 1995c. Pesticide Use in Agriculture, An Interview with the director of Agricultural Research Organization of Mazandaran, Special issue of Zeiton, 1: 16-19.
- HEIDARI, A. 2010. Strategic Research Plan on Pesticides, Iranian Research Institute of Plant Protection Publication, pp. 6.
- HILL, A. R. C. and S. L. REYNOLDS, 2002. Unit-to-unit variability of pesticide residues in fruit and vegetables. Food Additive and Contaminants. 19: 733- 747.
- HODGSON, E. and P. LEVI, 1997. A textbook of modern toxicology. 2nd ed. Appleton & Longe.
- HOTCHKISS, J. H. 1992. Pesticides residue controls to ensure food safety, critical review. Food Science and Nutrition, 31: 191-203
- IMANI, S., KH. TALEBI, M. SHOJAEI and K. KAMALI, 2006. Multiresidue analysis of eight types of pesticides used on tomato and cucumber in green houses. Proceedings of the Seventeenth Iranian Plant Protection Congress, Vol. 1, Pests, pp. 147.
- JAFARI, SH., M. SEPAHVAND, N. AZADBAKHT and M. AHOOR, 2004. Investigation on the Endosulfan residue levels in water, soil and cucumber in Chaghalvandi (Lorestan Province) region. Proceedings of the 16<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, Vol. 1, Pests, pp 179.
- Plant Protection Organization, 2013. A Glance at the pesticide usage in Iran and the changes during the recent years. <http://ppo.ir/News.aspx?index=3&id=222&BlogSectionID=2>
- RAGSDALE, N. and R. J. KUHR, 1987. Pesticides: minimizing the risk. ACS.
- RAKHSANI ZABOL, E. 2006. Principles of Agricultural Toxicology (Pesticides). Farhang-e-Jame Publications, pp. 374.
- SALAHİ ARDAKANI, A., M. R. TAJBAKHS, M. MOROWATI and A. SHEIKHI GARJAN, 2004. Determination of Endosulfan and Diazinon residue levels on cucumber and tomato in Kohgiloye and Boyer Ahmad Province. Proceedings of the 16<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, Vol. 1, Pests. Pp. 212.
- TALEBI JAHROMI, K. 2006. Toxicology of Pesticides. Tehran University Publications. Pp. 292.
- TRIBOLET, K. and B. GASSER, 1995. Analytical methods for pesticide residues in food stuffs.
- WINDHOM, B. 2002. The health effects of pesticides. Available at: <http://pesticides>.
- World Health Organization, 1997. Codex maximum residues limits for pesticides. Codex Alimentarius Commission.
- World Health Organization, 2004. Recommended classification of pesticides by hazard. Available at: <http://WHO>.
- YADEGARIAN, L., H. POORMOGHADAS and H. NASERI, 2004. Identification and Determination of Organphosphorous pesticides residue levels in Ajichai river in Tabriz. Province. Proceedings of the 16<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, Vol. 1, Pests. Pp. 20.
- YADEGARIAN, L., T. MOJDEH, N. HAJIRAZAGH, K. DARVISH and A. VALIAN, 2003. Determination of Organphosphorous pesticides residue levels in Kazemrood River. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> National Conference on the Development in the Application of Biological Products and Optimum Utilization of Chemical Fertilizers and Pesticides in Agriculture, Karaj. Pp. 683.