**فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران**
**سال اول، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۵ ، صفحات ۱۳ تا ۲۰**

# ارزیابی میزان باقیمانده انواع سموم آفت‌کش به روش کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی در برخی از سبزیهای عرضه شده در میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران ۱۳۸۴

زهرا هادیان [۱] ، محمدحسین عزیزی [۲]

۱- نویسنده مسئول: پژوهشیار گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
پست الکترونیکی: z.hadian@nnftri.ac.ir
۲- دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت مقاله: ۸۵/۲/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۷/۱۷

## چکیده

**سابقه و هدف:** نظر به کاربرد گسترده سموم دفع آفات نباتی در کشاورزی و افزایش نگرانیهای مربوط به مخاطرات بهداشتی ناشی از وجود انواع باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی، ارزیابی میزان باقیمانده انواع سموم آفت‌کش به روش کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی در برخی از سبزیهای عرضه شده در میدان اصلی میوه وتره بار شهر تهران در سال ۱۳۸۴ انجام شد.

**مواد و روشها:** تحقیق به روش توصیفی بر روی ۳۰ نمونه خیار و گوجه فرنگی، کلم و کاهو به منظور بررسی وجود باقیمانده ۱۱۷ سم از انواع Organophosphorus، Organonitrogen، Dicarboximides، Organochlorine، Triazine، Pyrethroids و Strobilurin صورت گرفت. پس از استخراج سموم با حلال اتیل استات، تخلیص عصاره بر پایه ستونهای ژل تراوا کروماتوگرافی با کارایی بالا و فاز جامد انجام گرفت. شناسایی و تعیین میزان انواع آفت‌کشها با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی- اسپکترومتری جرمی مجهز به آشکارساز تله یونی (GC/ITMS) انجام شد.

**یافته ها:** از ۳۰ نمونه بررسی شده ۵۳/۳۳ درصد دارای انواع باقیمانده سموم از نوع حشره کش بودند. سموم Endosulfan-I، Endosulfan-II، Endosulfan-sulphate، Chlorpyrifos و Phosalone در نمونه‌های خیار و گوجه فرنگی شناسایی شد. میانگین بازیابی سموم با این روش، خوب و در حد ۶۰٪< تعیین شد.

**نتیجه‌گیری:** میزان باقیمانده سموم شناسایی شده در نمونه‌های آلوده، بسیار کمتر از حداکثر مجاز توصیه شده توسط FAO/Codex و اتحادیه اروپا بود($P<0.05$). هیچیک از سموم غیرمجاز مانند انواع DDT و HCH-γ در نمونه‌ها وجود نداشت.

**واژگان کلیدی:** باقیمانده آفت‌کش، سبزیها، گازکروماتوگرافی- طیف سنجی جرمی

## • مقدمه

باقیمانده ترکیبات شیمیایی موجود در مواد غذایی، طیف وسیعی را در بر می گیرند که عبارتند از: سموم طبیعی، مواد شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی، داروهای دامی، آلاینده های صنعتی- زیستی و مواد شیمیایی حاصل از فراوری مواد غذایی و بسته بندی. ضایعات محصولات کشاورزی دربرخی کشورها در مراحل قبل و بعد از برداشت در صورت عدم مصرف آفت‌کشها تا حدود ۴۶ درصد برآورد شده است (۱). در کشور ما از حدود ۸۰۰ آفت‌کش مورد مصرف در دنیا ۲۱۱ نوع ترکیب شیمیایی با فرمولاسیون‌های مختلف و کاربردهای متفاوت به ثبت رسیده است (۲). تولید محصولات گلخانه‌ای نیز مستلزم کاربرد سموم دفع آفات نباتی است. بررسیها نشان داده است که این نوع تولید می‌تواند منجر به باقیماندن سموم در مقادیر بالاتر از حد قانونی قابل قبول توصیه شده ($MRL_S$)[۱] توسط FAO /Codex و اتحادیه اروپا شود. میزان مصرف سموم تحت شرایط مختلف کشاورزی، آب و هوایی در هر کشور و بین نواحی مختلف یک کشور متفاوت است (۳).

[1] - MRLs: Maximum Residue Limits

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]

بیش از ۸۰ درصد باقیمانده آفت‌کشها در انسان و بویژه در کودکان، مخاطرات جدی در بر دارد (۴ ، ۵). همچنین تقریبا ۲۰ درصد از سموم دفع آفات نباتی ممکن است ایجاد سرطان کنند. کنترل باقیمانده سموم در مواد غذایی به دلایل پیامدهای بهداشتی و اقتصادی ضرورت دارد، به همین دلیل، برنامه‌های پایش وجود باقیمانده سموم در مواد غذایی در راستای اطمینان از حداکثر مجاز باقیمانده سموم و میزان دریافت از طریق رژیم غذایی در بسیاری از کشورها به طورمستمر انجام می‌شود (۶، ۷). سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۴ کلیه سموم دفع آفات نباتی را بر اساس ترکیبات سمی فعال مخاطره آمیز و $LD_{50}$ در ۴ رده شدید، زیاد، متوسط و جزئی طبقه بندی کرد (۸).

در حال حاضر، محققان برای تعیین باقیمانده آفت‌کشها در محصولات کشاورزی روشهای متعددی را به کار می‌برند. تشخیص و تعیین مقدار سموم متعدد با انواع روشهای کروماتوگرافی گازی با آشکارسازهای NPD، ECD و FPD (۱۸-۹)، اسپکترومتری جرمی ساده یا متوالی با آشکارسازهای یونش الکترونی و شیمیایی، روش پیگیری گزینش متوالی (GC/MS/MS)، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و کروماتوگرافی مایع با آشکارساز اسپکترومتری جرمی با تمرکز دوگانه (LC/Tandem/MS/MS) انجام شده است (۲۵ ـ ۱۹).

با نگرشی بر مصرف گسترده انواع سموم دفع آفات نباتی و نگرانی‌های بهداشتی باقیمانده این سموم بر سلامت مصرف کننده، چنین استنباط می‌شود که کنترل میزان آفت‌کشها در محصولات کشاورزی، امری ضروری است، دراین راستا به ارزیابی میزان باقیمانده انواع سموم آفت‌کش دربرخی از سبزیهای عرضه شده در میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران پرداخته شد. این تحقیق برای اولین بار توسط انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور با همکاری آزمایشگاه CSL[1] انگلستان در سال ۱۳۸۴ انجام گرفت.

## • مواد و روشها

تحقیق حاضر به روش توصیفی روی ۳۰ نمونه انواع سبزیها (خیار، گوجه فرنگی، کلم و کاهو) که از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری و در میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران عرضه شد انجام گرفت.

نمونه‌برداری طبق روش بین المللی توصیه شده توسط کمیته کدکس (Alimentarius 2000/1/24 Codex) انجام شد (۲۶). نمونه‌های اولیه از هر بهر در صورت متوسط بودن اندازه محصول (مانند خیار و گوجه فرنگی) ۵ تا ۱۰ واحد ( از هر بهر ۵۰۰-۵۰ کیلوگرم و وزن هر واحد ۱ کیلوگرم) را در یک کیسه نایلون قرار داده شد. در مورد نمونه‌های بزرگ و سبزیهای برگدار (کلم و کاهو) هر نمونه اولیه شامل ۴ واحد محصول ( از هر بهر ۵۰۰-۵۰ کیلوگرمی یا ۵۰۰ < کیلوگرمی) بود که پس از قرار دادن در کیسه‌های نایلونی همراه سایر نمونه‌ها جهت آماده‌سازی اولیه به سازمان سردخانه و کشتارگاه شهرداری تهران منتقل شد.

آماده‌سازی اولیه نمونه‌ها با سایز بزرگ (کاهو و کلم) به این صورت بود که از هر واحد محصول کامل در نمونه اولیه به میزان نیم کیلو گرم برش داده می‌شد. به طوری که وزن نهایی نمونه آزمایشگاهی ۲ کیلوگرم می‌شد. پس از این مرحله، نمونه‌ها در کیسه‌های نایلونی قرار داده می‌شدند. (کد $FCUKH_1$ تا $FCUKH_5$ مربوط به پنج نمونه خیار تازه خرم آباد، کد $FCUPD_1$ تا $FCUPD_5$ مربوط به پنج نمونه خیار تازه پل دختر، کد $FTGH_1$ تا $FTGH_5$ مربوط به پنج نمونه گوجه فرنگی تازه قزوین، کد $FTV_1$ تا $FTV_5$ مربوط به پنج نمونه گوجه فرنگی تازه ورامین، کد $FCAKA_1$ تا $FCAKA_5$ مربوط به پنج نمونه کلم تازه کرج، کد $FLKA_1$ تا $FLKA_5$ مربوط به پنج نمونه کاهو تازه کرج می باشد). حدود ۳ ساعت پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها به سازمان سردخانه شهرداری تهران منتقل شده و به مدت ۱۲ ساعت در تونل انجماد با برودت $-30^{o}C$ قرار می‌گرفتند. سپس میوه ها وسبزیهای منجمد شده در ظروف پلی اتیلنی در سردخانه با برودت $-18^{o}C$ تا زمان ارسال به آزمایشگاه CSL نگهداری شدند.

[1] - CSL: Central Science Laboratory

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]

**مواد شیمیایی و حلال ها**

مواد شیمیایی به کار رفته در این آزمایشها عبارت بودند از: کلرور سدیم، سولفات سدیم، بی کربنات سدیم، دی‌پتاسیم‌هیدروژن فسفات، دی هیدروژن پتاسیم‌فسفات، استن، سیکلوهگزان، n هگزان و اتیل استات (HPLC Grade، UK و Fisher Scientific). استانداردهای انواع سموم مورد بررسی عبارت بودند از: Triazine، Pyrethroids، Organophosphorus، Organonitrogen، Dicarboximides، Organochlorine و Strobilurin (Thames Restek, UK) که در جدول۱ آورده شده‌اند.

**جدول ۱- انواع آفت‌کشهای بررسی شده در برخی از سبزیهای عرضه شده در میدان اصلی میوه و تره‌بار شهر تهران سال ۱۳۸۴**

| ردیف | نوع آفت‌کش | ردیف | نوع آفت‌کش | ردیف | نوع آفت‌کش |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | 2-phenylphenol | 40 | Ethofumesate | 79 | Pentachlorothioanisole |
| 2 | DDD-pp | 41 | Ethoprophos | 80 | Penconazole |
| 3 | DDE-pp | 42 | Ethoxyquin | 81 | Pendimethalin |
| 4 | DDT-op | 43 | Etridiazole | 82 | Permethrin |
| 5 | DDT-pp | 44 | Etrimfos | 83 | phenthoate |
| 6 | HCH-gamma | 45 | Fenarimol | 84 | Phosalone |
| 7 | Atrazine | 46 | Fenitrothion | 85 | Phosmet |
| 8 | Azinphos- methyl | 47 | Fenpropathrin | 86 | Phosphamidon |
| 9 | Azoxystrobin | 48 | Fenvalerate | 87 | Pirimicarb |
| 10 | Amitraz | 49 | Flucythrinate | 88 | Pirimiphos-methyl |
| 11 | Bendiocarb | 50 | Flurochloridone | 89 | Pirimiphos- ethyl |
| 12 | Bifenthrin | 51 | Fusilazole | 90 | Prochloraz |
| 13 | Biphenyl | 52 | Fonofos | 91 | Procymidone |
| 14 | Bromopropylate | 53 | Furalaxyl | 92 | Profenofos |
| 15 | Bupirimate | 54 | Heptenophos | 93 | Prometryn |
| 16 | Buprofezin | 55 | Hexachlorobenzen | 94 | Propargite |
| 17 | Captan | 56 | Imazalil | 95 | Propham |
| 18 | Carbaryl | 57 | Iprodione | 96 | Propoxur |
| 19 | Chlorfenvinphos | 58 | Isofenphos | 97 | Propyzamide |
| 20 | Chlorpyrifos-methyl | 59 | Kresoxim-methyl | 98 | Prothiofos |
| 21 | Chlozolinate | 60 | Malaoxon | 99 | Propanil |
| 22 | Cypermethrin | 61 | Malathion | 100 | Prothiofos |
| 23 | Cyfluthrin | 62 | Mecarbam | 101 | Propiconazol |
| 24 | Cyhalothrin-lambda | 63 | Mephosfolan | 102 | Pyrazophos |
| 25 | Cypermethrin | 64 | Methacrifos | 103 | Pyridaphenthion |
| 26 | Chlorothalonil | 65 | Metoxuron | 104 | Pyrimethanil |
| 27 | Deltamethrin | 66 | Metribuzin | 105 | Quinalphos |
| 28 | Dichlorvos | 67 | Metalaxyl | 106 | Quintozene |
| 29 | Dicloran | 68 | Myclobutanil | 107 | Quinomethionate |
| 30 | Dicofol | 69 | Methidathion | 108 | Simazine |
| 31 | Dimethoate | 70 | Methiocarb | 109 | Tebuconazole |
| 32 | Diphenylamine | 71 | Napropamide | 110 | Tecnazene |
| 33 | Diazinon | 72 | Nitrothal -isopropyl | 111 | Tetrachlorvinphos |
| 34 | Dichlofluanid | 73 | Ofurace | 112 | Tolclofos-methyl |
| 35 | Diazinon | 74 | Oxadixyl | 113 | Tetradifon |
| 36 | Endosulfan (I) | 75 | Paclobutrazol | 114 | Trifluralin |
| 37 | Endosulfan (II) | 76 | Parathion-ethyl | 115 | Tolyfluanid |
| 38 | Endosulfan- sulphate | 77 | Parathion-methyl | 116 | Triazophos |
| 39 | Ethion | 78 | Pentachloroanaline | 117 | Vinclozolin |

**آنالیز**

آزمایشها بر اساس دستورالعمل کمیته اقتصادی اروپا (91/414EEC) که توسط کشور انگلستان در سال ۲۰۰۳ تکمیل شد، انجام گرفت (۲۷). نمونه‌های هموژن با مخلوط کردن ۳۰ گرم از هر یک از نمونه‌ها همراه ۵ گرم بی‌کربنات سدیم، ۴۰ گرم سولفات سدیم بدون آب و ۳۰۰ میلی‌لیتر حلال اتیل استات به وسیله سانتریفوژ آماده شد. عصاره استخراجی پس از صاف شدن، تحت خلاء

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]

خشک شد. با توجه به نوع ماتریکس، تخلیص عصاره بر پایه ستونهای ژل تراوا کروماتوگرافی با کارایی بالا[1] و فاز جامد[2] انجام گرفت. تخلیص نمونه‌های کلم و کاهو با ستونهای Envirosep-ABC (60×21.2 mm i.d) انجام شد.

برای تخلیص نمونه‌های خیار و گوجه فرنگی از کارتریج های ENVI-Carb graphitised carbon black (USA، PA، Bellefonte و supelco ) استفاده شد (Directive 91/414EEC). در تکنیک HPGPC سرعت فاز متحرک سیکلوهگزان_اتیل استات (۱:۱) ۵ میلی‌لیتر در دقیقه بود و زمان عبور نمونه در ستون ۱۶ دقیقه به طول انجامید. ۱۴ میلی لیتر از نمونه، حاوی سم خارج شده از ستون به وسیله تبخیر کننده چرخان تحت خلاء خشک شد. باقیماندهٔ حلال با جریان گاز ازت حذف شد. نمونه جمع‌آوری شده قبل از تزریق به دستگاه در تولوئن حل شد. نمونه شاهد (۵ گرم نمونه استاندارد، ۲ میلی‌لیتر اتیل استات و ۱۰۰ میکرولیتر مخلوط سم) درسه تکرار بدون انجام این مرحله برای تزریق آماده شدند.

در تکنیک SPE، ۱۰ml از عصاره را پس از عبور مستقیم از ستون در اتیل استات، جمع‌آوری کرده و به منظور رسوب پروتئین و سایر مواد جامد، پس از صاف کردن pH آن تنظیم شد. محلول حاصل از شستشو در مجاورت گاز ازت در حرارت $40^{\circ}C$ تا حجم کمتر از ۱ml تبخیر شد و پس از حل شدن در ۱۰ml استن تا حجم کمتر از ۱ml دوباره تبخیر شد.

شناسایی و اندازه‌گیری باقیمانده سموم نمونه‌ها به وسیله دستگاه گاز کروماتوگرافی (varian 3800) اسپکترومتری جرمی (varian 2200) مجهز به تله یونی با ۳ تکرار انجام گرفت.

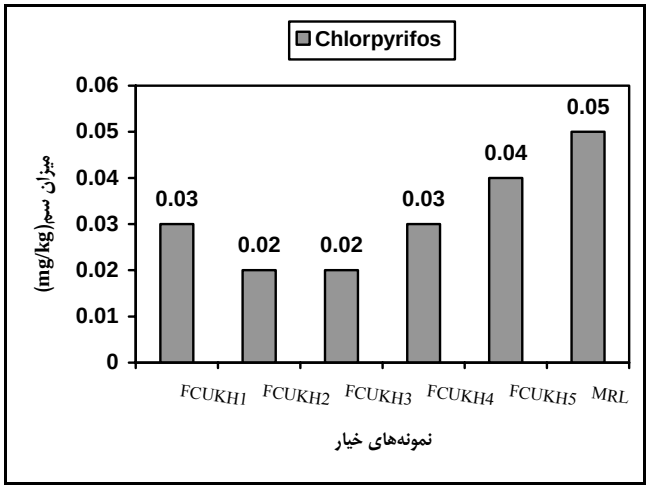
یک میکرولیتر از نمونه به ستونDB5-MS (25m×0.25mm×0.25µm) در دمای $250^{o}C$ تزریق شد. از هلیوم (۹۹/۹۹٪) به عنوان گاز حامل استفاده شد؛ سرعت آن معادل ۱میلی لیتر در دقیقه بود. برنامه‌ریزی دمایی قسمت گرم کننده ۳۴ دقیقه به طول انجامید و شناسایی و تعیین مقدار سموم به تفکیک اجزا بر اساس m/e مختلف صورت گرفت. به این ترتیب که با ورود مقدار کمی نمونه تبخیر شده به منبع یونی، در آشکارساز تله یونی (Ion Trap Detector) عمل یونیزاسیون و تجزیه یون‌ها به کمک الکترودها انجام شد. هر یک از سموم در تله یونی به نسبت m/e در میدان آهن ربایی از یکدیگر جدا و اندازه‌گیری شدند.

مطالعه بازیابی سموم با افزودن ۱۰۰ میکرولیتر از استاندارد سموم مورد بررسی به نمونه‌های کاهو ،کلم ، گوجه فرنگی و خیار که در تولید آنها هیچ نوع سمی به کار نرفته بود، با ۵ تکرار و یک غلظت $0/05 mgkg^{-1}$ انجام شد (spiking). نمونه پس از تبخیر حلال با جریان هوا، نمونه مخلوط و هموژن شد و برای بازیابی باقیمانده سموم در نمونه‌های سبزی مراحل استخراج و آنالیز انجام شد.

## • یافته ها

تحقیق بر روی ۳۰ نمونه انواع سبزی (۱۰نمونه خیار، ۱۰ نمونه گوجه فرنگی، ۵ نمونه کلم و ۵ نمونه کاهو) انجام شد. از این تعداد ۱۶ نمونه دارای باقیمانده برخی از آفت‌کشها بودند.

شکل ۱ میزان باقیمانده سم Chlorpyrifos در نمونه‌های خیار (منطقه خرم آباد) را نشان می دهد. میانگین باقیمانده سم Chlorpyrifos با میزان $MRL_S$ کشورهای اروپایی، با توجه به آزمون مقایسه دوتایی، دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود ($P<0.01$).

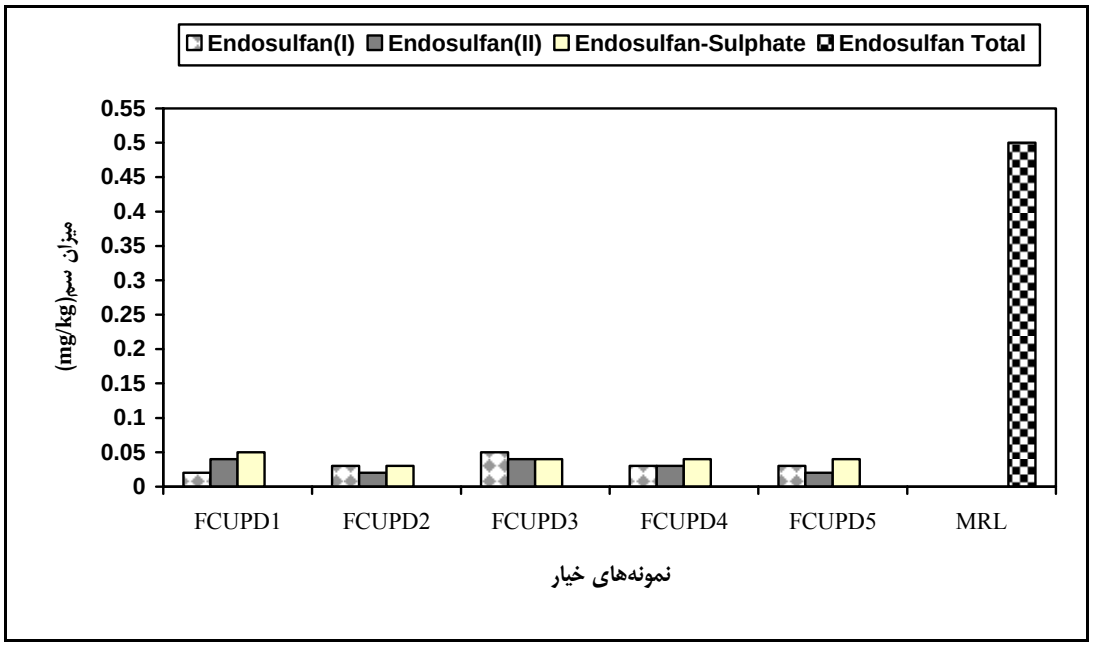



**شکل ۱- میزان باقیمانده آفت‌کش Chlorpyrifos در نمونه‌های خیار تازه (خرم آباد)**

[1]- High Performance Gel Permeation Chromatography
[2] - Solid Phase Extraction

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]

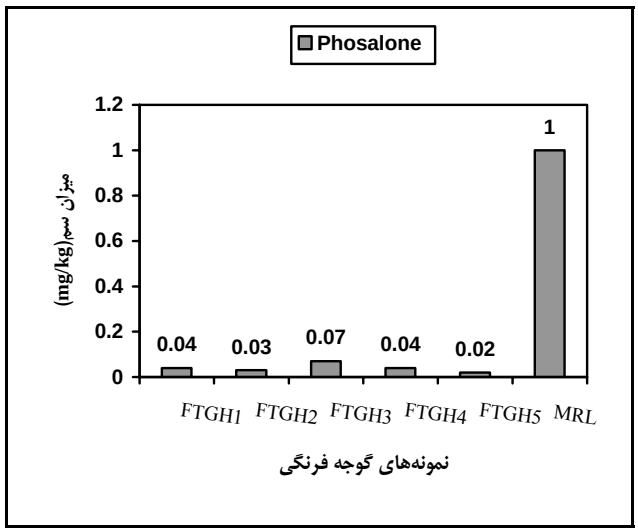
شکل۲ میزان هر یک از سموم Endosulfan-II، Endosulfan-sulphate و Endosulfan-I را در نمونه های خیار (منطقه پل‌دختر) نشان می‌دهد. نتایج آزمون مقایسه دوتایی میانگین‌های باقیمانده سموم این نمونه‌ها با میزان $MRL_S$ کدکس و اتحادیه اروپا نشان داد که در سطح کمتر از ۱٪ دارای اختلاف آماری معنی‌داری بودند.



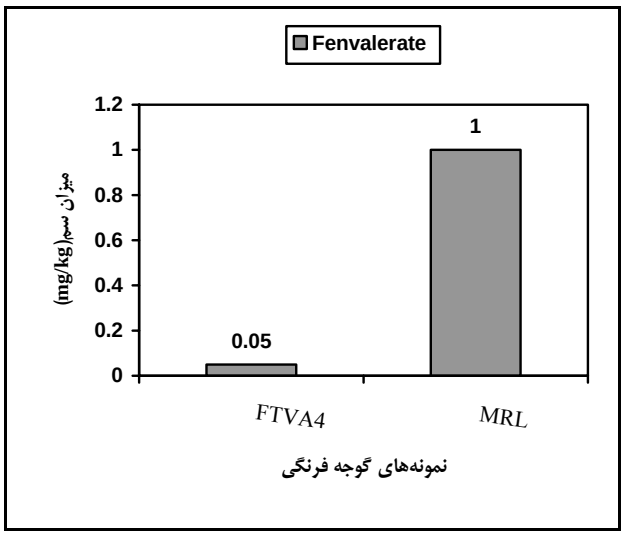

**شکل ۲- میزان باقیمانده انواع آفت‌کش Endosulfan در نمونه‌های خیار تازه (پل دختر)**

شکل ۳ میزان باقیمانده سم Phosalone را در نمونه گوجه فرنگی ( منطقه قزوین) نشان می‌دهد. نتایج آزمون مقایسه دوتایی میانگین باقیمانده سم آفت‌کش Phosalone با میزان $MRL_S$ اتحادیه اروپا از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P<0.01$).

شکل ۴ مربوط به باقیمانده سم Fenvalerate در گوجه فرنگی (منطقه ورامین) است. مقایسه میزان باقیمانده سم Fenvalerate در گوجه فرنگی مزرعه ورامین (بدون انجام آزمون آماری) حاکی از وجود اختلاف آماری معنی‌دار بود.




**شکل ۳- میزان باقیمانده آفت‌کش Phosalone در نمونه‌های گوجه فرنگی تازه (قزوین)**




**شکل ٤- میزان باقیمانده آفت‌کش Fenvalerate در نمونه‌های گوجه فرنگی تازه (ورامین)**

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]

میانگین بازیابی، تکرار پذیری انحراف معیار نسبی، آماره t Codex و MRLs، حد پایین و بالای اطمینان مربوط به باقیمانده آفت‌کشها در جداول ۲ و۳ آورده شده است.

**جدول ۲- میانگین بازیابی و تکرار پذیری انحراف معیار نسبی باقیمانده آفت‌کشهای شناسایی شده به روش GC/Mass در نمونه‌های سبزی(سال ۱۳۸۴)**

| نمونه | خیار | | گوجه فرنگی | |
|---|---|---|---|---|
| سم | میانگین بازیابی | R.S.D.[1]R | میانگین بازیابی | R.S.D.R |
| **Chlorpyrifos** | ۹۱/۳۳ | ۷/۷۵ | ۱۰۵/۳۳ | ۱۱/۴۵ |
| **Endosulfan-I** | ۱۰۸/۳۳ | ۱۴/۰۰ | ۸۷/۰۰ | ۵/۴۶ |
| **Endosulfan-II** | ۱۰۴/۰۰ | ۴/۴۵ | ۹۸/۰۰ | ۱۱/۹۹ |
| **Endosulfan-sulphate** | ۸۳/۰۰ | ۱۷/۸۸ | ۸۷/۰۰ | ۲۱/۴۷ |
| **Fenvalerate** | ۱۰۷/۰۰ | ۱۴/۵۵ | ۱۱۵/۶۷ | ۳/۴۹ |
| **Phosalone** | ۶۱/۶۷ | ۶/۲۲ | ۱۰۷/۳۳ | ۴/۰۲ |

۱.تکرار پذیری انحراف معیار نسبی

**جدول ۳- مقایسه شاخص های آماری مربوط به باقیمانده آفت‌کشهای شناسایی شده به روش GC/Mass در نمونه‌های سبزی (سال ۱۳۸۴)**

| محصول | خیار (پل‌دختر) | خیار (پل‌دختر) | خیار (پل‌دختر) | خیار (خرم‌آباد) | گوجه‌فرنگی (قزوین) | گوجه‌فرنگی (ورامین) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **باقیمانده سم** | endosulfan I | endosulfan II | endosulfan-sulphate | chlorpyrifos | phosalone | Fenvalerate |
| **Min(Mg/kg)** | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۵ |
| **Max(Mg/kg)** | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۷ | ۰/۰۵ |
| **Mean ± $S_{\bar{X}}$ (Mg/kg)** | ۰/۰۳۲۰±۰/۰۰۴۹ | ۰/۰۳ ±۰/۰۰۴۴۷ | ۰/۰۴ ±۰/۰۰۳۱۶ | ۰/۰۲۸ ±۰/۰۰۳۷۴ | ۰/۰۴۵ ±۰/۰۰۸۳۷ | ۰/۰۵ |
| **حد پایین اطمینان۹۵٪** | ۰/۰۱۸۴ | ۰/۰۱۷۶ | ۰/۰۳۱۲ | ۰/۰۱۷۶ | ۰/۰۱۶۷ | – |
| **حد بالای اطمینان۹۵٪** | ۰/۰۴۵۶ | ۰/۰۴۲۴ | ۰/۰۴۴۸ | ۰/۰۳۸۴ | ۰/۰۶۳۲ | – |
| **آماره t MRLs CODEX** | -۹۵/۵۳** | -۱۰۵/۰۹۵** | -۱۴۵/۴۶۵** | – | – | – |
| **آماره MRLs EU** | -۳/۶۷* | -۴/۴۷۲* | -۳/۱۶۲* | -۵/۸۸** | -۹۴/۰** | – |
| **MRLs CODEX(Mg/kg)** | | ۰/۵*** | | ۰/۵ | ۱ | ۱ |
| **MRLs EU(Mg/kg)** | | ۰/۵*** | | – | ۱ | ۰/۰۲ |

*- وقتی که $S_{\bar{X}}$ صفر باشد، حداقل مقدار برای کمیت مورد نظر، معنی دار است.

**- وقتی که Sx صفر باشد،حدوداعتماد برابر میانگین می باشدو یک مقداراست.

***- حد تعیین شده برای مجموع اندوسولفان است.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]

## • بحث

ارزیابی باقیمانده ۱۱۷ نوع سم در ۳۰ نمونه به روش GC/ITMS نشان داد که ۵۳/۳۳ درصد نمونه‌ها، دارای باقیمانده سموم انواع حشره‌کش بودند و۴۶/۶۷ درصد آنها آلودگی نداشتند. این نتایج با میزان اعلام شده توسط برنامه‌های پایش کشورهای اتحادیه اروپا، نروژ و ایسلند (۲۰۰۲) مطابقت دارد و با یافته های Dogheim (۲۰۰۱) که هیچیک از سموم غیرمجاز مانند انواع DDT و γ-HCH در نمونه‌های بررسی شده او وجود نداشت، شباهت دارد.

یکی از معیارهای مهم انتخاب یک روش تجزیه‌ای مناسب میانگین بازیابی و تکرارپذیری انحراف معیار نسبی است. میانگین بازیابی سموم Endosulfan-II، Endosulfan-sulphate، Fenvalerate، Endosulfan-I، Chlorpyrifos و Phosalone در نمونه‌های خیار به ترتیب ۱۰۴، ۸۳، ۱۰۷ ، ۱۰۸/۳۳، ۹۱/۳۳ و۶۱/۶۷ تعیین شد. در نمونه‌های گوجه فرنگی میانگین بازیابی سموم Endosulfan-II ، Fenvalerate، Chlorpyrifos، Endosulfan-sulphate، Endosulfan-I و Pphosalone شناسایی شده به ترتیب ۱۱۵/۶۷، ۱۰۷/۳۳، ۸۷، ۸۷، ۹۸ و ۱۰۷/۳۳ بود. میانگین بازیابی ۱۱۸ سم در محصولات خیار و گوجه فرنگی تازه به ترتیب در محدوده ۱۰۸/۳۳-۶۱/۶۷ درصد و ۱۱۵/۶۷- ۸۴/۶۷ درصد تعیین شد که با حد بازیابی تعیین شده ۱۴۰-۶۰ درصد اتحادیه اروپا (۲۸) مطابقت می‌کند.

تکرارپذیری انحراف معیار نسبی در محصولات خیار و گوجه فرنگی در محدوده ۱۷/۸۸- ۴/۴۵ درصد و ۲۱/۴۷- ۳/۴۹ بود و با تکرارپذیری انحراف معیار نسبی تعیین شده توسط اتحادیه اروپا (٪۲۰>) به عنوان یکی از معیارهای روشهای تجزیه آزمایشگاهی مناسب، همسویی دارد . حد تشخیص روش در این بررسی برای ۸۷/۳ درصد سموم $mgkg^{-1}$ ۰/۰۱≤ ، برای ۱۰/۲ درصد سموم $mgkg^{-1}$ ۰/۰۲ ≤ و برای ۲/۵ درصد سموم $mgkg^{-1}$ ۰/۰۵≤ بود.

نمونه‌های کاهو و کلم، فاقد باقیمانده سموم بودند. نتایج تحقیقات Hill (۲۰۰۳) در انگلستان، Torrese (۲۰۰۲) در اسپانیا و Safi (۲۰۰۲) در فلسطین نمایانگر ارتباط بین تغییرات میزان باقیمانده سم با زمان سمپاشی، میزان و نحوه کاربرد سم، نوع محصول، فصل و فاصله زمانی بین زمان برداشت تا سم پاشی است.

مقایسه انواع سموم شناسایی شده درنمونه‌های این تحقیق با راهنمای طبقه بندی توصیه شده WHO (۲۰۰۴) مربوط به مخاطرات آفت‌کشها نشان می‌دهد که همه آنها در رده II (Moderately hazardous) قرار داشتند. به عبارت دیگر LD50 تعیین شده این رده $mgkg^{-1}BW$ ۲۰۰۰-۵۰ و جذب پوستی آن معادل $mgkg^{-1}BW$ ۴۰۰۰-۱۰۰ است. شایان ذکر است که WHO دوز خوراکی سموم به شکل جامد و مایع در حد ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم را به عنوان نقطه بی اهمیت در ایجاد مخاطره حاد بهداشتی اعلام کرده است.

در مجموع، با توجه به نتایج آزمون آماری T-test و وجود اختلاف آماری معنی‌دار در سطح کمتر از ۵ درصد میان شاخصهای مربوط به مقادیر سموم آفت‌کشهای شناسایی شده درنمونه‌های مورد بررسی در مقایسه با میزان FAO/ Codex $MRL_S$ و اتحادیه اروپا و از طرف دیگر مقایسه این باقیمانده ها با مقادیر توصیه شده توسط WHO، چنین استنباط می‌شود که میزان سموم موجود در این سبزیها سلامت مصرف کننده را تهدید نمی‌کند.


## سپاسگزاری

از مسئولان محترم انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور جهت حمایت‌های مالی و همکاری آزمایشگاههای خاتم و CSL در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می شود.


## • منابع


1.Helferich, W., winter, C. 2001. Food Toxicology. USA. CRC. P:163-185.

۲. فهرست سموم مجاز کشور. سازمان حفظ نباتات. ۱۳۷۸

3.Hernandez-Torres, ME., Egea-Gonzalez, F.J., Castro- Cana, M.L. Residue of methamidofos malathion and methiocarb in greenhouse crops J. of Agricultural & Food Chemistry. 2002; 50(5) 1172-1177.


[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]

4. http://Pesticide. 2001Windhom B. The health effects of pesticides.
5.Given, M.L., Lu, C., Bartell, S.M., Pearson, M.A. Estimation dietry consumption patterns among children: Acomparison between cross-sectional and longitudinal study designs.Environmental research .2006.In press.
6.Hotchkiss, JH. Pesticide residue controls to ensure food safety . Critical Review in Food Science & Nutrition. 1992; 31(3):191-203.
7. http:// Pesticide.Annual Report of Pesticide/FDA.
8. http:// WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard 2004.
9. O'keefe, M. Residue analysis in food principles and application. The Netherlands Harwood academic. 2000; P:229. 9.
10.Motohashi, N., Nagashima, H., Parkanyi C., Subrahmanyam, B., Zhang, G. W. Official multiresidue methods of pesticide analysis in vegetables, fruits and soil. J. Chromatography A. 1996; 754 : 333-346.
11.Gelsomino, A., B.Petrovicova, B., Tiburini, S., Magnani, E., Felici , M. Multiresidue analysis of pesticides in fruits and vegetables by gel permeation chromatogrphy followed by gas chromatography with ectron-capture and mass spectrometric detection. J.Chromatography A 1997; 782:105-122.
12.Torres, C.M., Pico, Y., Manes, J. Comparison of octadecylsilica and graphitized carbon black as materials for solid-phase extraction of fungicide and insecticide residues from fruits and vegetables. J. Chromatography A. 1997. 778: 127-137.
13. Hernandez-Torres, ME., Egea-Gonzalez, F.J., Castro-Cana, M.L. Residue of methamidofos malathion and methiocarb in greenhouse crops J. of Agricultural & Food Chemistry . 2002 ; 50(5) 1172-1177.
14. Lehotay, S.J., Valverde- Garcia, A. Evaluation of different solid- phase traps for automated collection and clean- up in the analysis of multiple pesticides in fruits and vegetabes after supercritical fluid extraction. J. of Chromatography A. 1997; 765: 69- 84.
15. Dogheim, S.M., Gad Alla, S.A., EL-Marsafy, A.M. Monitoring of pesticide residues in Egyptian fruits and vegetables during 1996. Journal of AOAC International. 2001; 84 :519- 531.
16. Hill, ARC, Reynolds, SL.Unit-to-Unit Variability of Pesticide residues in fruit and Vegetables. Food Additive & Contaminants. 2002 ; 19(8):733-747.
17.Akiyama, Y., yoshioka, N., Tsuji, M. pesticide residue in agricultural products monitored in Hyogo Prefecture Japan FYs 1995-1999. J. of AOAC International. 2002 ; 85(3)692-703.
18. Fytianos, K., Raikos, N., Theodoridis, G., Z., Velinova, Tsoukali, H. Solid phase microextraction applied to the analysis of organophosphrus insectiscides in fruits. Chemosphere.2006.In press.
19. Sojo, L.E., Brocke, A., Fillion, J., Price S.M. 1997. Application of activated carbon membranes for on- line clean up of vegetable and fruit extracts in the determination of pesticide multresidues by gas chromatography with mass selective detection.
20. Niessner, G,. Buchberger, W., Eckerstorfer, R. Multiresidue screening methods for the determination of pesticides in plant materials. J. chromatography A.1999; 846:341-348.
21. Schenck, F.J., Lehotay, s.j. Dose further clean-up reduce the matrix enhancemment effect in gas chromatography analysis of pesticcide residues in food? J.Chromatography A, 2000; 868:51-61.
22. Fillion, J., Sauve, F., Selwyn, J. Multiresidue method for the determination of residues of 251 pesticide in fruits and vegetables by gas chromatography/mass spectrometry and liquid chromatography/ fluorescence detection. Journal of AOAC International.2000; 83(3):698-713.
23. Pang, G.F., Can, Y.Z., Fan, C.L., Zhang, J.J., Li, X.M., Mu, J., Wang, D.N., Liu, S.M., Song, W.B., Li,H.P., Wong, S.S., Kubinec, R., Tekel, J., Tahoma, S. Interlaboratory study of identification and quantification of multiresidue pyrethroids in agricultural products by gas chromatography-mass spectrometry. J. Chromatography A. 2000; 882: 231-238.
24.Rosenblum, L., ttieder, T., Morgan, J. Determination of Pesticides in Composite Dietary samples by Gas chromatography/Mass spectrometry in the selected ion monitoring mode by using a temperature-programmable large volume injector with preseparation column. J.AOAC Interenational. .2001; 84 (3): 891- 900.
25.Ueno, E.,Oshim. Chun O.K., Kang H.G., Kim, M.H. Multiresidue method for the determination of pesticides in Korean domestic crops by gos chromatography/Mass selective detection. J.AOAC Interenational. 2003; 86 (4). 823- 831.
26. The Plant Protection Products Directive (91/414/EEC): European Commission implemented in the UK .2003.
27.Codex Alimentarius. Pesticide residues in food methods of analysis and sampling . 2000.24: part1.
28.Stajnbaher, D., Zupancic,-Kralj L. 2000 . Multiresidue method for determination of 90 pesticides in fresh fruits and vegetables using solid-phase extraction and gas chromatography-mass spectromctry. J. Chromatography A.;1015 : 185-198

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-03 ]