

اثرات زیست محیطی آلودگی زمین های کشاورزی کلان شهر اصفهان به

آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره

سامان خبازی^۱، فرید مر^۲، بهنام کشاورزی^۳، مریم کرمانی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران samankhabazi@yahoo.com

۲- استاد گروه علوم زمین دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۳- استادیار گروه علوم زمین دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۴- کارشناس پژوهشی اداره کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۴ تاریخ تصویب: ۹۳/۳/۱۱

چکیده

امروزه استفاده از آفت کش ها بسیار زیاد و رایج شده است و مسلماً بسیاری از آنها بیش از حد نیاز مصرف می شوند. آفت کش ها انواع متعددی دارند و دو گروه اصلی آفت کش های آلی را، آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره تشکیل می دهند. در این مطالعه تعداد ۱۳ نمونه خاک سطحی زمین های کشاورزی واقع در شعاع ۶۰ کیلومتری مرکز کلان شهر اصفهان در زمستان ۱۳۹۰ و بهار ۱۳۹۱ و ۱۰ نمونه از آب سطحی و زیرزمینی در بهار ۱۳۹۱ برای اندازه گیری این دو گروه آفت کش برداشته شد. در این مطالعه غلظت باقیمانده ۸ آفت کش ارگانوکلره و ۹ آفت کش ارگانوفسفره در نمونه های خاک و آب اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهد که در تمام نمونه های آب، غلظت باقیمانده آفت کش ها پایین تر از حد مجاز می باشد. از بین آفت کش های ارگانوکلره اندازه گیری شده در خاک، متابولیت های ترکیب DDT (DDE و DDD) مقادیر بالایی را نشان دادند. در مورد آفت کش های ارگانوفسفره در خاک، غلظت ها وابسته به عوامل متعددی از جمله نیم عمر، زمان نمونه برداری پس از سم پاشی زمین کشاورزی و میزان مصرف آفت کش دارد. غلظت اندازه گیری شده این ترکیبات بیش از حد مجاز است.

واژگان کلیدی: اصفهان، آفت کش، ارگانوکلره، ارگانوفسفره، آلودگی، آب، خاک

مقدمه

شود [۱]. امروزه استفاده از انواع آفت کش بسیار زیاد و رایج شده است و مسلماً از بسیاری از آفت کشها بیش از حد نیاز استفاده می شود. برای نمونه به ازاء هر هکتار مرکبات در شمال ایران سالانه نزدیک به ۲۰ لیتر آفت کش مصرف می شود، و همچنین میانگین مصرف آفت کش برای هر هکتار زمین زراعی در

آفت کش عبارت است از ترکیب یا مخلوطی از چند ترکیب شیمیایی که برای جلوگیری، از بین بردن، دور کردن و یا کاهش دادن جمعیت حشرات، جونندگان، نماتدها، قارچ ها، علف های هرز و یا هر گونه گیاه آبی، جانوران و نیز ویروس ها، باکتری ها و ریزاندامگان هایی که آفت شناخته می شوند مصرف

بیشتر آن امروزه ممنوع شده است. مهم ترین ترکیب کلره DDT (پارا - دی کلرو دی فنیل تری کلرواتان) است .

دو محصول که در فرایند سوخت و ساز DDT تشکیل می شوند، DDE (دی کلرو دی فنیل دی کلرواتن) و DDD (پارا - دی کلرو دی فنیل دی کلرواتان) هستند. متاسفانه DDE تقریباً زیست تخریب ناپذیر و در چربی بسیار انحلال پذیر است و بنابراین مدت های طولانی در بدن باقی می ماند [۴]. آفت کش های ارگانوفسفره در بین گروه های مختلف حشره کش بالاترین مصرف را دارند. حشره کش های ارگانوفسفره دو ویژگی عمده دارند.

اول این که برای پستانداران از بعضی از آفت کش های دیگر نظیر ترکیبات کلره سمناک ترند، و دوم اینکه از نظر شیمیایی چندان پایدار نبوده و برای مدت زیادی در طبیعت باقی نمی ماند و برخلاف آفت کش های کلره که پس از چند ماه یا چند سال تجزیه می شوند، مولکول این ترکیبات ظرف چند ساعت یا چند روز شکسته می شود، که این ویژگی برای این دسته از آفت کش ها یک مزیت محسوب می شود [۱]. چند عامل بر سرنوشت و رفتار آفت کشها در محیط تأثیر دارند، که از آن جمله می توان به جذب آفت کش در خاک، فرآیند (تبخیر)، تجزیه شیمیایی و میکروبی، جذب بوسیله گیاهان، شستشوی سطحی، و آبشویی توسط آبهای زیر زمینی اشاره کرد [6,7].

یکی از رایج ترین مطالعات زیست محیطی در سالهای اخیر، بررسی بقایای آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره در محیط های مختلف از جمله آب و خاک و مقایسه این مقادیر با حد مجاز این ترکیبات می باشد.

ایران ۲ لیتر است [۲]. کاربرد بی رویه و ضابطه آفت کشها اگر چه برخی مشکلات مربوط به هجوم آفت های کشاورزی را حل کرد، اما زیان هایی را هم به همراه داشت که اغلب آنها قابل اندازه گیری و ملموس نیستند.

برای مثال می توان به اثر آفت کشها بر تنوع زیست شناختی و ریزاندام گانها و یا مسمومیت های مزمن، ناقص الخلقه زایی و سرطان زایی اشاره کرد. بشر پس از پی بردن به برخی از زیان های این مولکول های سنتزی، ناچار به محدود کردن و یا حذف گروهی آنها شد [۲].

آفت کش ها انواع متعددی دارند و به راه های مختلفی رده بندی می شوند، که از این میان می توان به رده بندی بر اساس حوزه عمل، بر اساس نحوه ورود به بدن، بر اساس نحوه تاثیر، بر اساس میزان دوام و پایداری و رده بندی بر اساس ساختار شیمیایی اشاره کرد [۳]. آفت کشها بر اساس ساختار شیمیایی به دو رده معدنی و آلی تقسیم می شوند که دو گروه اصلی آفت کش های آلی را، آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره تشکیل می دهند. خاصیت حشره کشی بعضی از ترکیبات کلره در جنگ دوم جهانی، یعنی سالهای ۱۹۴۵-۱۹۳۹ کشف شد. این ترکیبات در ابتدا به عنوان حشره کش های مؤثر مورد استقبال قرار گرفت. هزینه تولید نسبتاً پایین، اثر قاطع حشره کشی در برابر طیف وسیعی از حشرات، و کم خطر بودن ظاهری این ترکیبات برای انسان و حیوانات اهلی، همگی از دلایل موفقیت اولیه آنها به شمار می آید. حشره کش های کلره برای دو دهه به طور وسیع در مبارزه با آفات به کار برده شدند، اما به علت پایداری فوق العاده و خطراتی که از جانب آنها متوجه محیط زیست و حیات وحش و انسان می شود، مصرف

زاینده رود، بزرگترین رودخانه مرکزی ایران، و علت اصلی ایجاد شهر اصفهان و دیگر شهرهای اطراف این رودخانه است.

بیشترین تمرکز جمعیت در استان اصفهان، در شعاع تقریبی ۶۰ کیلومتر از مرکز شهر اصفهان قرار دارد. به همین دلیل نمونه های برداشته شده در این محدوده جمع آوری شد. زاینده رود از ارتفاعات زردکوه بختیاری سرچشمه می گیرد و پس از ورود به استان اصفهان در جهت شرق جریان یافته و سرانجام به تالاب گاوخونی می ریزد. بیشتر زمینهای کشاورزی محدوده مطالعاتی در اطراف رودخانه زاینده رود قرار دارند و این زمینها، در طول سال چند بار زیر کشت می روند. محصولات کشاورزی اطراف رودخانه را انواع سبزیجات (پیاز، شلغم، سیب زمینی، گوجه فرنگی، کاهو، کلم و انواع سبزی خوراکی)، گندم، جو، ذرت و برنج تشکیل می دهند.

مواد و روشها

نمونه برداری از خاک سطحی زمین های کشاورزی استان اصفهان در زمستان ۱۳۹۰ و بهار ۱۳۹۱ و نمونه برداری از آب سطحی و زیرزمینی در بهار ۱۳۹۱ انجام شد. از بطری های شیشه ای برای نمونه برداری استفاده شد و بطری ها قبل از نمونه برداری، ابتدا با آب و صابون شسته، و پس از خشک شدن با محلول n -Hexane شستشو داده شدند.

پس از آن بطری ها با استون شستشو داده شد و سپس ۳ ساعت در آون و دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد گرما داده شد. درب شیشه ها به محض خروج از آون با ورق آلومینیمی شسته شده در محلول n -Hexane هگزان پوشانده شد تا ارتباط هوا با درون شیشه قطع شود. درب منظور جلوگیری از تابش نور به درون بطری

درب منظور جلوگیری از تابش نور به درون بطری نمونه بطری ها تا لحظه نمونه برداری بسته ماند. به منظور جلوگیری از تابش نور به درون بطری نمونه ظروف نمونه برداری با ورق آلومینیمی ضخیم پوشانده شد.

نمونه های آب در بطری های ۱ لیتری و نمونه های خاک در بطری های ۲۵۰ سی سی جمع آوری شد، و پس از پر کردن بطری از نمونه، درب بطری شیشه ای، با ورق آلومینیمی پوشانده شد تا از تماس هوا با نمونه و همچنین تماس با درب پلاستیکی بطری ها جلوگیری شود. در کل تعداد ۱۰ نمونه آب شامل ۵ نمونه آب سطحی و ۵ نمونه آب زیرزمینی و ۱۳ نمونه خاک سطحی در دو فصل برای انجام پژوهش برداشته شد (شکل ۱).

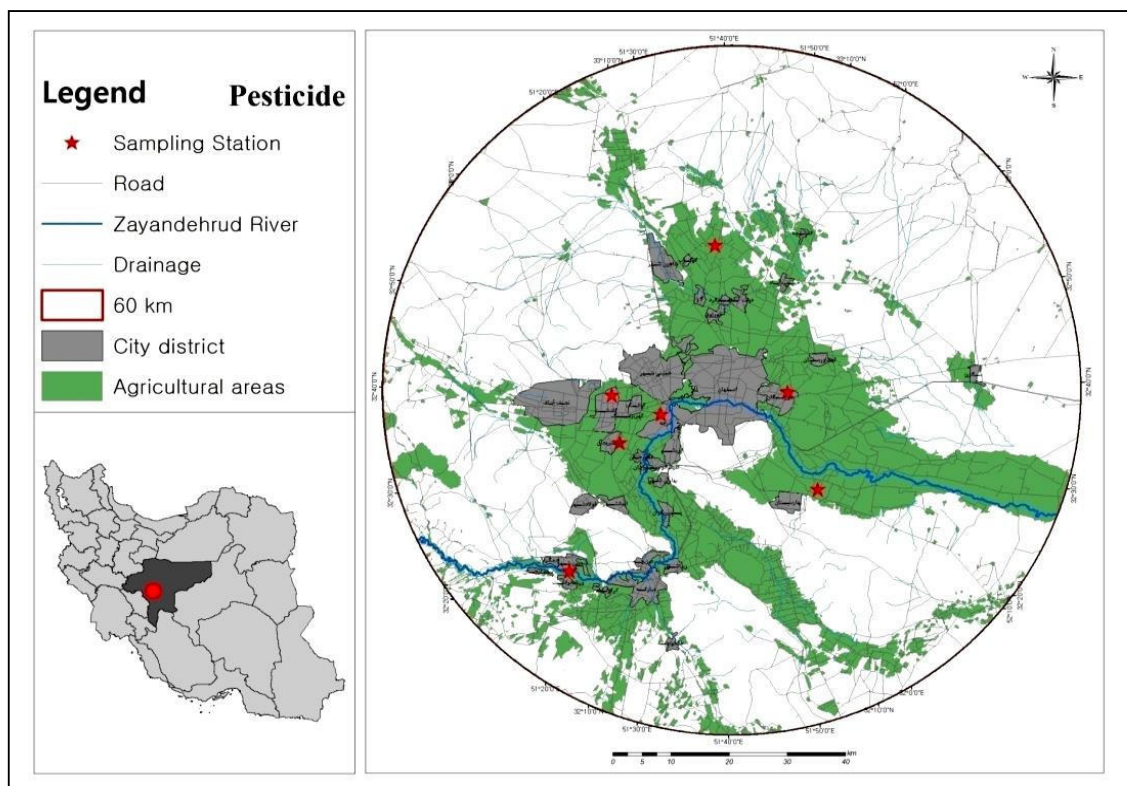
هر نمونه بلافاصله پس از نصب برچسب، در درون یخدانی با دمای بیشینه ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت و در پایان هر روز پس از نمونه برداری، نمونه ها بسته بندی و به آزمایشگاه محیط زیست مرکز تحقیقات و فرآوری مواد معدنی ایران در کرج ارسال، و در زمانی کمتر از ۲۴ ساعت از نمونه برداری تجزیه شدند.

آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره با استفاده از دستگاه GC-MS و به ترتیب بر اساس روش استاندارد EPA 8041b ، 8081b تجزیه شدند. اندازه گیری آفت کش ها در دو فصل زمستان و بهار در ۷ ایستگاه ثابت انجام شد.

برای انتخاب ۷ ایستگاه، پس از مراجعه به اداره حفظ نباتات استان اصفهان و مشورت با کارشناسان آن اداره، مناطقی که بیشترین تمرکز کشاورزی و مزارعی که بالاترین مصرف آفت کش را داشتند در شعاع ۶۰ کیلومتری از کلان شهر اصفهان انتخاب شدند.

در فصل زمستان به علت عدم نیاز به آبیاری زمین های کشاورزی، فقط نمونه های خاک سطحی از زمین های کشاورزی هر ایستگاه برداشته شد.

در فصل بهار علاوه بر خاک سطحی، نمونه زهکش سطحی آب آبیاری و آب زیر زمینی نیز از برخی از مزارع برداشته شد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه های نمونه برداری از آب و خاک برای اندازه گیری آفت کش های ارگانوکلر و ارگانوفسفره

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های نمونه برداری از آب و خاک برای اندازه گیری آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره

ردیف	کد نمونه	X	Y	فصل	نوع نمونه	نام ایستگاه
1	S.W.1	573053	3613414	بهار	آب سطحی	جاده خوراسگان، مزرعه پشت کارخانه قند
2	S.W.2	572167	3613818	بهار	آب زیرزمینی	جاده خوراسگان، مزرعه پشت کارخانه قند
3	S.W.3	578233	3596520	بهار	آب سطحی	روستای کبوتر آباد
4	S.W.4	578233	3596520	بهار	آب زیرزمینی	روستای کبوتر آباد
5	S.W.5	542882	3612882	بهار	آب زیرزمینی	گلشهر نجف آباد، باغ گلابی
6	S.W.6	542882	3612882	بهار	آب سطحی	گلشهر نجف آباد، باغ گلابی
7	S.W.7	544186	3604637	بهار	آب زیرزمینی	قهدریجان
8	S.W.8	535581	3582304	بهار	آب سطحی	زرین شهر، مزرعه کنار پارک ساحلی
9	S.W.9	553092	3610135	بهار	آب زیرزمینی	درچه خمینی شهر
10	S.W.10	553092	3610135	بهار	آب سطحی	درچه خمینی شهر
11	T.S.1	551296	3609588	زمستان	خاک سطحی	درچه خمینی شهر
12	T.S.2	544186	3604637	زمستان	خاک سطحی	قهدریجان
13	T.S.3	542879	3612880	زمستان	خاک سطحی	گلشهر نجف آباد ، باغ گلابی
14	T.S.4	535581	3582304	زمستان	خاک سطحی	زرین شهر، مزرعه کنار پارک ساحلی
15	T.S.5	560600	3639018	زمستان	خاک سطحی	گرگاب شاهین شهر، گلخانه مسیبه
16	T.S.6	573037	3613451	زمستان	خاک سطحی	جاده خوراسگان، مزرعه پشت کارخانه قند
17	T.S.7	578233	3596520	زمستان	خاک سطحی	روستای کبوتر آباد
18	T.S.8	535581	3582304	بهار	خاک سطحی	زرین شهر، مزرعه کنار پارک ساحلی
19	T.S.9	578233	3596520	بهار	خاک سطحی	روستای کبوتر آباد
20	T.S.10	542879	3612880	بهار	خاک سطحی	گلشهر نجف آباد، باغ گلابی
21	T.S.11	544186	3604637	بهار	خاک سطحی	قهدریجان
22	T.S.12	573037	3613451	بهار	خاک سطحی	جاده خوراسگان، مزرعه پشت کارخانه قند
23	T.S.13	551296	3609588	بهار	خاک سطحی	درچه خمینی شهر

در (Atrazine ، Dursban ، Profopenos) نمونه‌های آب و خاک اندازه‌گیری شد. در این مطالعه برخی از آفت‌کش‌ها از جمله آترازین که در رده تریازین‌ها قرار دارد و همچنین تری فلورالین، بروموپروپیلات و آلاکلر که به ترتیب در رده‌های دی‌نیتروآنیلین، بنزیلات و کلرواستامید قرار دارد، در گروه آفت‌کش‌های ارگانوفسفره بررسی شدند.

آب سطحی و زیر زمینی

نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های آب برای تعیین غلظت آفت‌کش‌های ارگانوکلره و ارگانوفسفره در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است.

با توجه به انتخاب هفت ایستگاه ثابت برای نمونه برداری از خاک در دو فصل، متأسفانه به دلیل عدم امکان نمونه‌برداری از گلخانه گرگاب شاهین شهر، نمونه برداری در فصل بهار امکان پذیر نشد، بنابراین در مجموع ۱۳ نمونه خاک سطحی در دو فصل برداشت شد.

نتایج و بحث

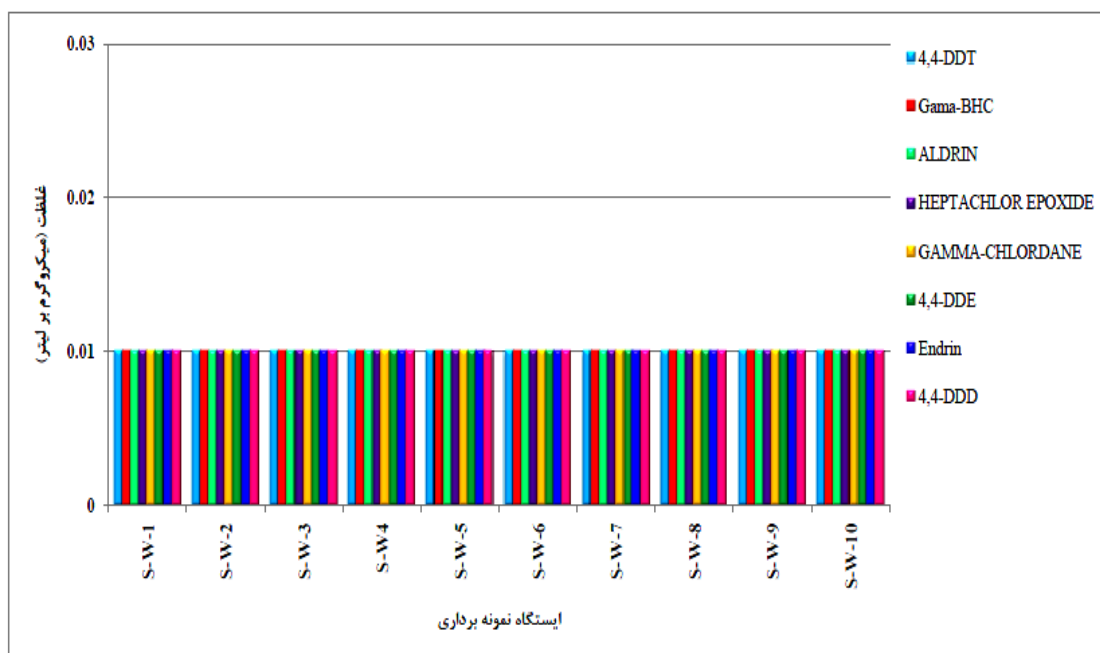
در این مطالعه تعداد ۸ آفت‌کش ارگانوکلره (Heptachlor ، Aldrin، Gama-BHC، 4,4-DDT) ، 4, 4- DDE، Gamma -Chlordane ، epoxide ، Endrin، 4- DDD (، 4) و ۹ آفت‌کش ارگانوفسفره (Dactal ، Trifluralin ، Diazinon) ، Alachlor ، Malathion ، Bromopropylate

جدول ۲- غلظت آفت‌کش‌های ارگانوکلره در نمونه‌های آب و پساب اصفهان (میکروگرم بر لیتر)

sample	4,4-DDT	Gama-BHC	ALDRIN	HEPTACHLOR EPOXIDE	GAMMA-CHLORDANE	4,4-DDE	ENDRIN	4,4-DDD
S-W-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-7	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-8	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
S-W-10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

جدول ۳- غلظت آفت کش های ارگانوفسفره در نمونه های آب و پساب اصفهان (میکروگرم بر لیتر)

sample	Diazinon	Trifluralin	Dactal	Bromopropylate	Malathion	Alachlor	Profopenofos	Dursban	Atrazine
S-W-1	1.4	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-2	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-3	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	1.9	<1	<1	<1
S-W-4	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-5	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-6	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-7	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-8	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-9	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1
S-W-10	<0.5	<0.5	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1

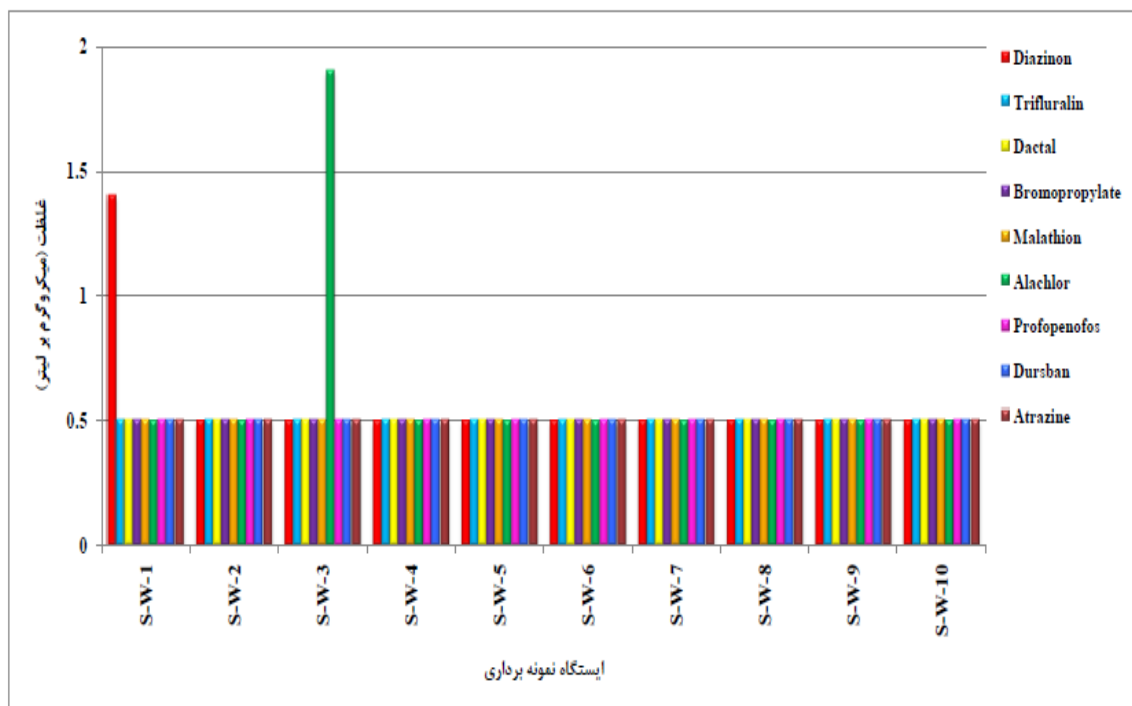


شکل ۲- نمودار غلظت آفت کش های ارگانوکلره در نمونه های آب سطحی و زیرزمینی اصفهان

و آفت کش ارگانوفسفره اندازه گیری شده (Bromopropyl, Dactal, Trifluralin, Diazinon), Dursba, Profopenofos, Alachlor, Malathion نیز در تمام نمونه های آب سطحی و زیرزمینی اصفهان، غلظتی کمتر از حد آشکارسازی دارند، به جز دو آفت کش Diazinon و Alachlor که به ترتیب در نمونه های S.W.1 (آب سطحی زمین کشاورزی جاده خوراسگان، زمین پشت کارخانه قند) و S.W.3 (آب سطحی زمین کشاورزی روستای کبوتر آباد) غلظت 1.4 و 1.9 میکروگرم بر گرم دارند.

نمودار غلظت آفت کش های ارگانوکلره در نمونه های آب سطحی و زیرزمینی اصفهان در شکل ۲ آورده شده است.

خوشبختانه همانگونه که در جدول و نمودار مشاهده می شود، ۸ آفت کش ارگانوکلره اندازه گیری شده در تمام نمونه های آب سطحی و زیرزمینی اصفهان، غلظتی کمتر از حد آشکارسازی دارند و آب هنوز به این آفت کش ها آلوده نشده است. نمودار غلظت آفت کش های ارگانوفسفره در نمونه های آب سطحی و زیرزمینی اصفهان در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳- نمودار غلظت آفت کش های ارگانوفسفره در نمونه های آب سطحی و زیرزمینی اصفهان

استاندارد ملی ایران می باشد. استاندارد آب آشامیدنی، پایین ترین حد مجاز را برای آب در نظر می گیرد که هر دو نمونه حتی در مقایسه با آب آشامیدنی نیز، غلظتی پایین تر از حد مجاز نشان می دهند.

خاک سطحی زمین های کشاورزی

نتایج حاصل از تجزیه نمونه های خاک سطحی زمین های کشاورزی برای تعیین غلظت آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره در جدول ۴ و ۵ ارائه شده است.

غلظت مجاز آفت کش Diazinon در آب بر اساس استاندارد کیفیت آب آشامیدنی کشور استرالیا، ۴ میکروگرم بر لیتر تعیین شده است [8]. بنابراین، غلظت این آفت کش در نمونه S.W.1 پایین تر از حد مجاز می باشد. حد مجاز آفت کش Alachlor در آب آشامیدنی بر اساس استاندارد EPA، ۲ میکروگرم بر لیتر و بر اساس استاندارد WHO و استاندارد ملی ایران، ۲۰ میکروگرم بر لیتر تعیین شده است [۵، ۹، 10] که غلظت این آفت کش در نمونه S.W.3 نزدیک به حد مجاز EPA و پایین تر از حد مجاز WHO و

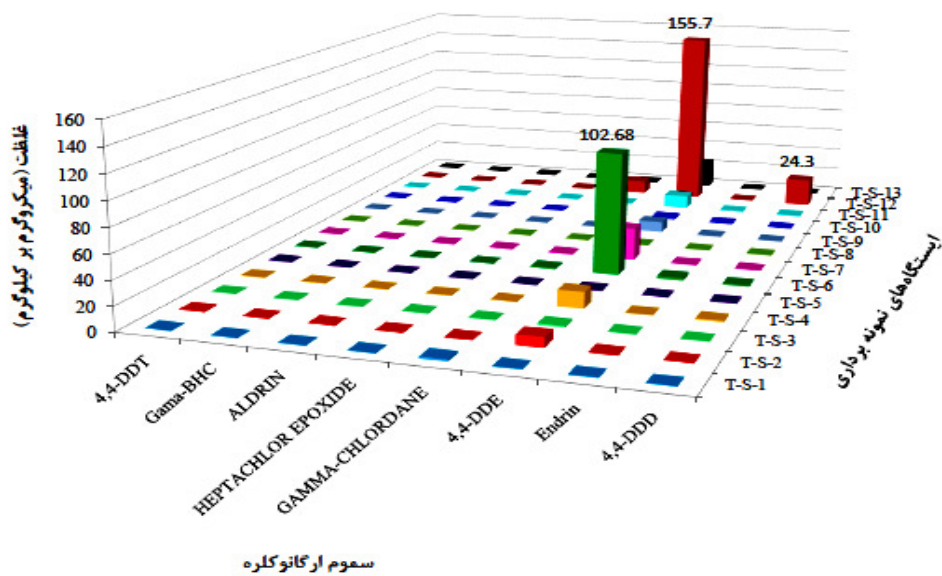
جدول ۴- غلظت آفت کش های ارگانوکلره در نمونه های خاک سطحی زمین های کشاورزی اصفهان (میکروگرم بر لیتر)

sample	4,4-DDT	Gama-BHC	ALDRIN	HEPTACHLOR EPOXIDE	GAMMA-CHLORDANE	4,4-DDE	ENDRIN	4,4-DDD
T-S-1	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1.64	<0.50	<0.50	0.5
T-S-2	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	8.13	<0.50	<0.50
T-S-3	<0.50	<0.50	0.53	<0.50	<0.50	1.26	<0.50	<0.50
T-S-4	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	13.62	<0.50	1.22
T-S-5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1	<0.50	<0.50
T-S-6	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1.21	102.68	2.38	1.22
T-S-7	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	0.6	27.54	<0.50	0.58
T-S-8	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
T-S-9	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	9.4	<0.50	<0.50
T-S-10	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1.7	<0.50	<0.50
T-S-11	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	11.4	<0.50	<0.50
T-S-12	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	11.4	155.7	<0.50	24.3
T-S-13	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	24	<0.50	<0.50

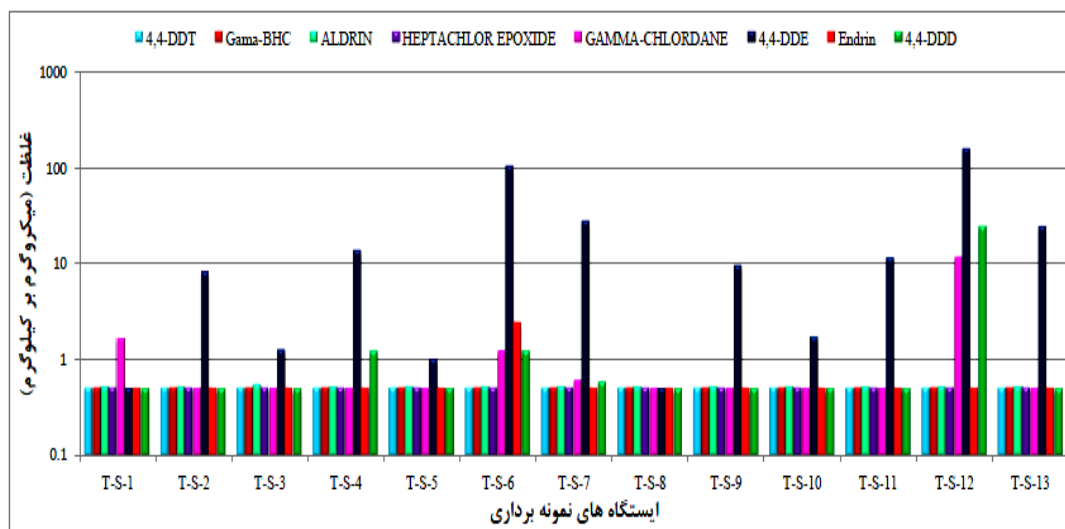
جدول ۵- غلظت آفت‌کش‌های ارگانوفسفره در نمونه‌های خاک سطحی زمین‌های کشاورزی اصفهان (میکروگرم بر لیتر)

sample	Diazinon	Trifluralin	Dactal	Bromo propylate	Malathion	Alachlor	Profopofos	Dursban	Atrazine
T-S-1	<10	<10	9526	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-2	<10	<10	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-3	162151	<10	<50	9515	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-4	<10	<10	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-5	<10	<10	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-6	<10	<10	12357	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-7	<10	<10	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-8	<10	26	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-9	<10	152	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-10	1306	<10	<50	626	<10	<10	<10	469	<10
T-S-11	<10	<10	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-12	<10	<10	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10
T-S-13	<10	120	<50	<50	<10	<10	<10	<10	<10

■ T-S-1 ■ T-S-2 ■ T-S-3 ■ T-S-4 ■ T-S-5 ■ T-S-6 ■ T-S-7 ■ T-S-8 ■ T-S-9 ■ T-S-10 ■ T-S-11 ■ T-S-12 ■ T-S-13



شکل ۴- نمودار سه بعدی غلظت ۸ آفت‌کش ارگانوکلره در نمونه‌های خاک اصفهان



شکل ۵- نمودار دو بعدی غلظت ۸ آفت کش ارگانوکلره در نمونه های خاک اصفهان

متابولیت های این ترکیب (DDE و DDD) همچنان در نمونه های خاک یافت می شود. استاندارد های مختلفی در مورد حد مجاز DDT و متابولیت های آن در خاک وجود دارد اما بیشتر استانداردها به صورت مجموع سه ترکیب بالا، می باشد. بر اساس استاندارد کشورهای هلند، اسلواکی و جمهوری چک، غلظت مجاز مجموع سه ترکیب DDT، DDE و DDD در خاک، ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد. بر اساس استاندارد کشور لهستان، حد مجاز مجموع سه ترکیب در خاک ۲۵ میکروگرم بر کیلوگرم و بر اساس استاندارد کشورهای فنلاند و ایتالیا، ۱۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم است. همچنین EPA حد مجاز ترکیب DDE در خاک را ۱۴۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم تعیین کرده است [9]. شکل ۶ نمودار غلظت مجموع سه ترکیب DDT، DDE و DDD را در نمونه های خاک اصفهان نشان می دهد.

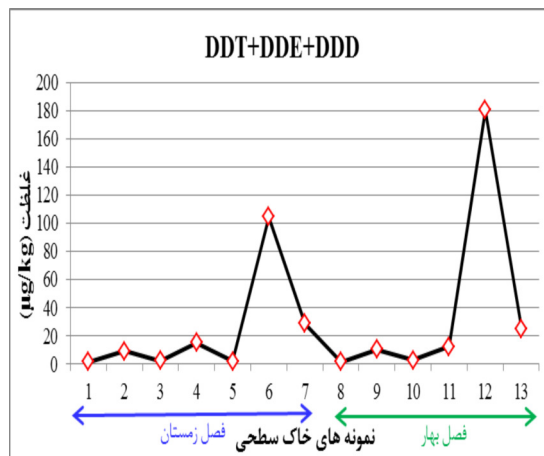
از بین آفت کش های ارگانوکلره، ترکیبات 4,4-DDT، Gama-BHC و Heptachlor epoxide در تمام نمونه ها غلظتی کمتر از حد آشکارسازی نشان دادند. ترکیبات Aldrin و Endrin هر کدام، تنها در یک نمونه غلظت بالاتر از حد آشکارسازی به ترتیب در نمونه های T.S.6 و T.S.3 نشان دادند. ترکیبات Gamma-Chlordane و 4,4-DDD نیز در بعضی از نمونه ها غلظت بیش از حد آشکارسازی نشان دادند. تنها، ترکیب 4,4-DDE در اکثر نمونه ها غلظت بیش از حد آشکارسازی نشان داد. شکل های ۴ و ۵ نمودار سه بعدی و دو بعدی غلظت ۸ آفت کش ارگانوکلره در نمونه های خاک اصفهان را نشان می دهد. با توجه به ممنوعیت استفاده از آفت کش های ارگانوکلره بویژه DDT در ایران، در تمام نمونه های خاک اصفهان، غلظت این ترکیب کمتر از حد آشکارسازی می باشد، اما لازم به ذکر است که با توجه به نیم عمر بالای DDT (۱۳ تا ۱۵ سال)،

Profopenosfos و Atrazine در تمام نمونه ها کمتر از حد آشکارسازی بود. ترکیب Dursban، تنها در نمونه T.S.10 (گلشهر نجف آباد، باغ گلابی، فصل بهار) غلظت بیش از حد آشکارسازی یعنی ۴۶۹ میکروگرم بر کیلوگرم دارد.

ترکیب Diazinon تنها در نمونه های T.S.3 (گلشهر نجف آباد، باغ گلابی، فصل زمستان) و T.S.10 (گلشهر نجف آباد، باغ گلابی، فصل بهار) غلظت بالاتر از حد آشکارسازی نشان می دهد که به ترتیب ۱۶۲۱۵۱ و ۱۳۰۶ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد. ترکیب Trifluralin در نمونه های T.S.8 (زرین شهر، زمین کشاورزی کنار پارک ساحلی، فصل بهار) و T.S.9 (روستای کبوتر آباد، فصل بهار) و T.S.13 (درچه خمینی شهر، فصل بهار) غلظت بیش از حد آشکارسازی دارد که به ترتیب ۱۵۲ و ۱۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم است. ترکیب Dactal در نمونه های T.S.1 (درچه خمینی شهر، فصل زمستان) و T.S.6 (جاده خوراسگان، زمین پشت کارخانه قند، فصل زمستان) غلظت بالاتر از حد آشکارسازی نشان داد که به ترتیب ۹۵۲۶ و ۱۲۳۵۷ میکروگرم بر کیلوگرم است.

آفت کش Bromopropyla در نمونه های T.S.3 (گلشهر نجف آباد، باغ گلابی، فصل زمستان) و T.S.10 (گلشهر نجف آباد، باغ گلابی، فصل بهار) غلظت بیش از حد آشکارسازی نشان می دهد که به ترتیب ۹۵۱۵ و ۶۲۶ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد.

شکل های ۷ و ۸ نمودار سه بعدی و دو بعدی غلظت آفت کش ارگانوفسفره در نمونه های خاک اصفهان را نشان می دهد.

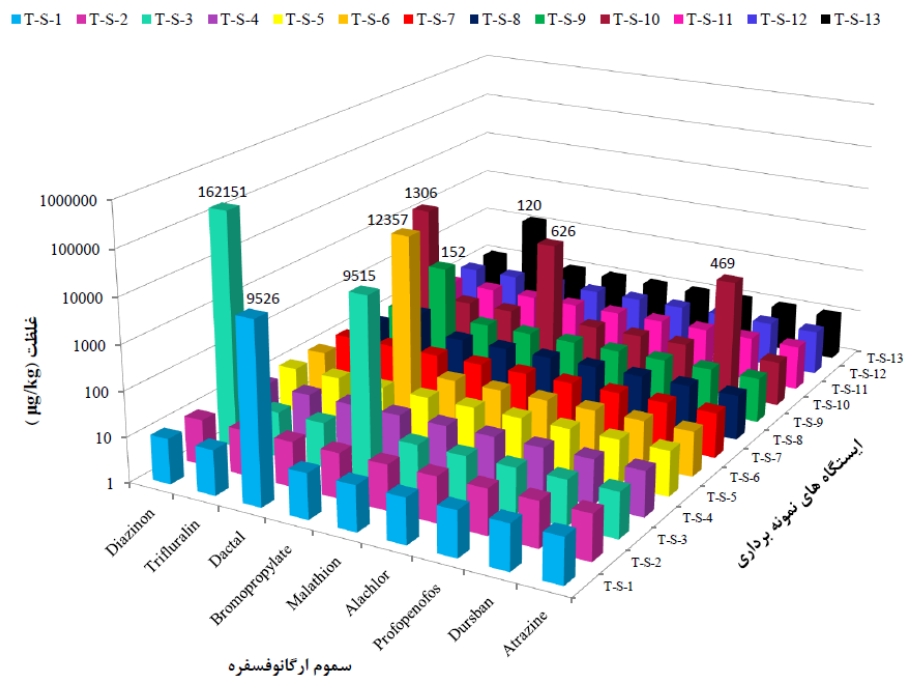


شکل ۶- نمودار غلظت مجموع سه ترکیب DDT، DDE و DDD در نمونه های خاک اصفهان

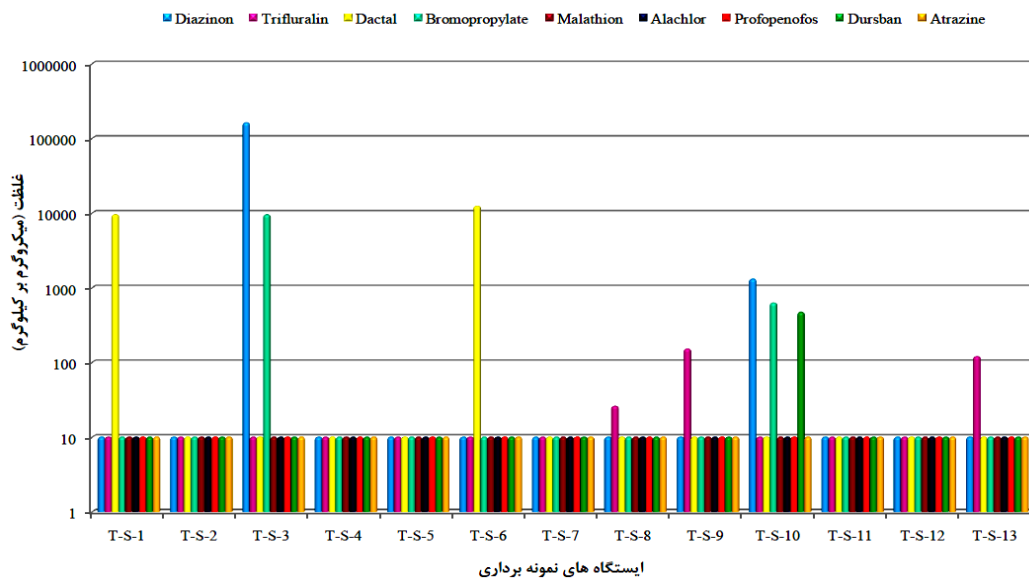
همانگونه که نمودار نشان می دهد، غلظت مجموع سه ترکیب DDT، DDE و DDD دو نمونه T.S.6 و T.S.12 بیش از دیگر نمونه ها است. هر دو نمونه مربوط به جاده خوراسگان، زمین پشت کارخانه قند می باشد که در دو فصل زمستان و بهار برداشت شده و به ترتیب دارای غلظت 104.9 و 180.5 میکروگرم بر کیلوگرم است.

بر اساس استاندارد کشورهای هلند، اسلواکی و جمهوری چک، به جز نمونه های ۱، ۳، ۵، ۸ و ۱۰، دیگر نمونه ها غلظت بیش از حد مجاز دارند، اما بر اساس استاندارد کشورهای فنلاند و ایتالیا، تنها دو نمونه ۶ و ۱۲ غلظت بیش از حد مجاز دارند.

تعداد ۹ آفت کش ارگانوفسفره در خاک اندازه گیری شد (Dactal، Trifluralin، Diazinon، Bromopropylate، Malathion، Alachlor، Profopenosfos، Atrazine). از این میان غلظت ترکیبات Alachlor، Malathion



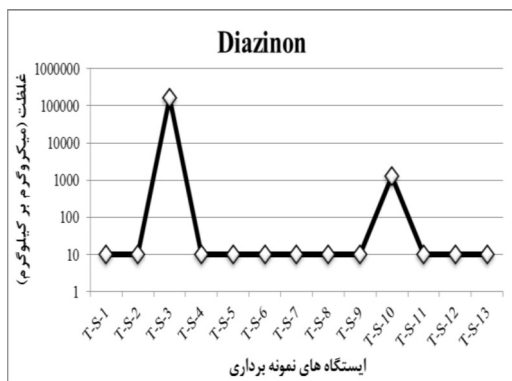
شکل ۷- نمودار سه بعدی غلظت ۹ آفت کش ارگانوفسفره در نمونه های خاک اصفهان



شکل ۸- نمودار دو بعدی غلظت ۹ آفت کش ارگانوفسفره در نمونه های خاک اصفهان

سازگاری با گیاهان و نریختن برگ‌ها یا متوقف نشدن رشد و نمو از جمله ویژگی‌های این آفت‌کش است. این آفت‌کش در محیط زیست نسبتاً پایدار است و تحرک زیادی دارد. غلظت دیازینون موجود در آب و خاک بوسیله فرایندهای تبخیر، (تجزیه نوری) فوتولیز، آبکافت (هیدرولیز) و تجزیه زیستی کاهش می‌یابد. ATSDR نیم عمر دیازینون در خاک را ۱۰ روز تعیین کرده است [11].

دو نمونه T.S.3 و T.S.10 که هر دو مربوط به گلشهر نجف آباد، (باغ گلابی) هستند در دو فصل زمستان و بهار برداشته شدند. غلظت دیازینون در نمونه T.S.3 در فصل زمستان، ۱۶۲۱۵۱ میکروگرم بر کیلوگرم تعیین شد. غلظت دیازینون در نمونه همین ایستگاه در فصل بهار (T.S.10)، ۱۳۰۶ میکروگرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد (شکل ۹).



شکل ۹- نمودار غلظت دیازینون در خاک کشاورزی اصفهان

با توجه به زمان برداشت این دو نمونه که به ترتیب در تاریخ‌های ۱۳۹۰/۱۲/۲۰ و ۱۳۹۱/۲/۲۷ صورت گرفته است، فاصله زمانی بین برداشت این دو نمونه تقریباً ۷۰ روز می‌باشد. با توجه به نیم‌عمر دیازینون (۱۰ روز)، غلظت ترکیب پس از گذشت ۷۰ روز باید ۱۲۶۶ میکروگرم بر کیلوگرم باشد که مقدار

غلظت مجاز EPA برای آفت‌کش دیازینون در خاک، ۴۳۰۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم و بر اساس ATSDR، میانگین این آفت‌کش در خاک ۲۶۸-۱۳ میکروگرم بر کیلوگرم می‌باشد که غلظت نمونه‌های T.S.3 و T.S.10 بسیار بالاتر از غلظت مجاز است [9, 11]. غلظت تری‌فلورالین در نمونه‌های خاک کمتر از حد مجاز می‌باشد (EPA=۶۳۰۰۰). همانگونه که گفته شد ترکیبات ارگانوفسفره پایدار نبوده و برای مدت زیادی در طبیعت دوام نمی‌آورند و برخلاف آفت‌کش‌های ارگانوکلره که طی چند ماه یا چند سال تجزیه می‌شوند، شکستن مولکول این ترکیبات ظرف چند ساعت یا چند روز رخ می‌دهد، بنابراین با توجه به زمان نمونه‌برداری که همزمان با زمان سم‌پاشی مزارع است، غلظت‌ها در فصل بهار و زمستان در ایستگاه‌ها تفاوت می‌کند و غلظت‌ها به زمان نمونه‌برداری پس از سم‌پاشی زمین کشاورزی بستگی دارد. نمونه‌های T.S.3 و T.S.10 دارای بیشترین تعداد آفت‌کش ارگانوفسفره با غلظت بیش از حد آشکارسازی دستگاه می‌باشند که مربوط به گلشهر نجف‌آباد، باغ گلابی، در دو فصل زمستان و بهار می‌شود.

آفت‌کش دیازینون و تعیین نیم عمر آن در خاک

دیازینون ($C_{12}H_{21}N_2O_3PS$)، حشره‌کش و کنه‌کشی از گروه ارگانوفسفره است، که با اثر تماسی، گوارشی و تنفسی طیف وسیعی از آفات جونده و مکنده را کنترل می‌کند. دیازینون علاوه بر خاصیت تماسی، دارای خاصیت نفوذی (عبور از برگ) می‌باشد، ولی در بافت گیاهان نامتحرک است.

پایین بودن غلظت این ترکیبات در نمونه های آب سطحی و زیرزمینی می تواند بیانگر عدم آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی منطقه مطالعاتی به ترکیبات ارگانوفسفره باشد.

از بین آفت کش های ارگانوکلره اندازه گیری شده در خاک، متابولیت های ترکیب DDT (DDD, DDE) غلظت بالایی را نشان دادند که می تواند بیانگر مصرف بالای آفت کش DDT در زمان های گذشته و پایداری بالای این ترکیبات باشد که همچنان می توانند با این غلظت ها اثرات سمناکی خود را بر روی موجودات زنده نمایان کنند.

در مورد ترکیبات ارگانوفسفره در خاک، با توجه به زمان نمونه برداری که همزمان با زمان سمپاشی مزارع بوده است، غلظت ها در فصل بهار و زمستان در ایستگاه های مختلف تفاوت می کند، و غلظت به زمان نمونه برداری پس از سمپاشی زمین کشاورزی و میزان مصرف آفت کش بستگی دارد.

نتایج نشان می دهد، کشاورزان بیش از مقدار مورد نیاز از سموم آفت کش استفاده می کنند. با توجه به نیم عمر پایین ترکیبات ارگانوفسفره، و مصرف بالای این ترکیبات، بقایای این سموم در خاک چند ماه پس از مصرف نیز همچنان بالاتر از حد مجاز است و می تواند اثرات سمناکی خود را بر روی موجودات زنده بروز دهد.

منابع

۱- طالبی جهرمی، خ، (۱۳۸۶)؛ سم شناسی آفت کش ها حشره کش ها کنه کش ها موش کش ها، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۹۲ ص.

اندازه گیری شده در فصل بهار (پس از ۷۰ روز) ۱۳۰۶ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد و همخوانی بسیار خوبی با نیم عمر تعیین شده دارد. این اعداد دقیقاً مشخص می کند که مقدار دیازینون موجود در نمونه فصل بهار (T.S.10) باقی مانده آفت کش استفاده شده در زمستان (T.S.3) است (جدول ۶).

جدول ۶- غلظت دیازینون پس از گذشت هر دوره از نیم عمر

در خاک

مدت زمان گذشته	غلظت
۱۰ روز	۱۶۲۱۵۱ (فصل زمستان)
۲۰ روز	۸۱۰۷۵
۳۰ روز	۴۰۵۳۷
۴۰ روز	۲۰۲۶۸
۵۰ روز	۱۰۱۳۴
۶۰ روز	۵۰۶۷
۷۰ روز	۲۵۳۳

نتیجه گیری

با توجه به انتخاب ایستگاه های نمونه برداری دارای بالاترین پتانسیل آلودگی به آفت کش ها در منطقه مطالعاتی، پایین تر از حد آشکار سازی بودن غلظت آفت کش های ارگانوکلره می تواند بیانگر عدم آلوده بودن آبهای سطحی و زیرزمینی منطقه مطالعاتی به این ترکیبات باشد.

با توجه به این که ترکیبات ارگانوفسفره از نظر شیمیایی پایدار نبوده و مدت زیادی در طبیعت دوام نمی آورند و شکستن مولکول آنها ظرف چند ساعت یا چند روز رخ می دهد، و با در نظر گرفتن این مطلب که زمان نمونه برداری همزمان با زمان سمپاشی مزارع بوده است.

۲- موسوی، م ر، (۱۳۸۹)؛ سموم دفع آفات و کاربرد آنها حشره کش ها و کنه کش ها، چاپ اول، انتشارات مرز دانش مرکز چاپ و توزیع کتاب دانشگاهی، ۳۶۰ ص.

۳- خانجانی، م، پورمیرزا، ع ا، (۱۳۸۴)؛ سم شناسی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۴۴۵ ص.

۴- کالین برد، مترجم، عابدینی م ، (۱۳۷۸)؛ شیمی محیط زیست، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۴۵۰ ص.

۵- استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳)، (۱۳۸۸) ؛ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، آب آشامیدنی- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، تجدید نظر پنجم، ۱۸ ص.

6- Harris , J. (2001) Chemical Pesticides Markets, Health Risks and Residues, Biopesticides Series , CABI Publishing 64pp.

7- Lehmann R. G., Miller J. R., Laskowski D. A. (1990). Fate of fluroxypyr in soil. II.Desorption as a function of incubation time . Weed Res . 30:383-388pp.

8- Australian Drinking Water Guidelines, (2011). National Health and Medical Research Council, National Resource Management Ministerial Council, Australia, 1126p.

9- EPA, (2011) Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, Office of Water U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC, 18p.

10- WHO, Guidelines for drinking-water quality - 4th ed. World Health Organization 2011, 99p .

11- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), (2011). ToxGuide for Diazinon, U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service. 2P.