

تعیین سم دیازینون در آب شالیزارهای آمل به وسیله تکنیک کروماتوگرافی لایه نازک

رضا ارجمندی^۱

میترا توکل^{*۲}

منصوره شایقی^۳

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۷/۱/۲۰

هدف : رشد فزاینده جمعیت، شرایط نامطلوب اقتصادی جهان خصوصاً جهان سوم، کمبود مواد غذایی، گرسنگی و بیماری از جمله مسایل در زمینه اقتصاد و کشاورزی می‌باشند. آفات و بیماری‌ها همه ساله خسارات هنگفتی به زارعان و کشاورزان وارد می‌آورد. جهت حفظ محصولات کشاورزی، سمپاشی‌های مکرر، بی‌رویه و ناآگاهانه‌ای انجام می‌شود که متأسفانه علاوه بر مقاومت آفات، موجبات آلودگی محیط را فراهم آورده و اثراتی در موجودات زنده ایجاد می‌نماید. استان مازندران، یکی از قطب‌های کشاورزی کشور محسوب می‌شود. برای مبارزه با آفات کشاورزی در این منطقه، دیازینون از بیشترین حشره‌کش‌های مورد استفاده است. این حشره‌کش برای مبارزه با کرم ساقه خوار برنج و آفات مرکبات استفاده می‌شود. در این مطالعه بررسی باقی مانده سم دیازینون در آب زمین‌های برنج در استان مازندران، شهرستان آمل در سال ۱۳۸۶ صورت پذیرفت.

یافته‌ها: نمونه برداری به صورت تصادفی و نمونه‌های مورد آزمایش به صورت مخلوط بررسی شد. بعد از نمونه برداری و آزمایش‌های مقدماتی، عمل استخراج با استفاده از دی‌کلرومتان و استن صورت پذیرفت و نهایتاً عمل تعیین مقدار باقی مانده به روش کروماتوگرافی لایه نازک *HPTLC: High Performance Thin Layer Chromatography* با استفاده از نرم افزار *CATS 4* انجام شد. با استفاده از آنالیز آماری *ANOVA*، داده‌های به دست آمده مورد تحلیل آماری قرار گرفت. زمان نمونه برداری برای آب از ۱ روز پس از سمپاشی تا هنگام ردیابی سم بوده است.

۱- استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد- دانشکده محیط زیست و انرژی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران* (مسئول مکاتبات).

۳- دانشیار گروه حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

نتیجه گیری: طی آزمایش‌های متعدد در این بررسی نتیجه به شرح ذیل اعلام گردید: دیازینون در ایستگاه‌های ۱ و ۴ تا هفته دوم در ایستگاه‌های ۳ و ۲ تا ماه اول در ایستگاه ۵ تا ماه دوم مشاهده گردید. بالاترین میزان سم دیازینون در ایستگاه شماره ۱ به میزان ۱/۱۴ PPM بوده، که بیشتر از مقادیر تعیین شده استاندارد کشورهای اروپایی می‌باشد. در این مورد، شرایط اقلیمی منطقه و خواص فیزیکی و شیمیایی حشره کش فوق از جمله خاصیت تدخینی دیازینون مؤثر است. در طی دوره رشد گیاه، به سبب همین خواص، جذب گیاه شده و به تدریج اثرات خود را از دست می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: دیازینون- باقی مانده حشره‌کش- آلودگی آب- زمین‌های برنج- کروماتوگرافی لایه نازک

مقدمه

آلودگی آب‌ها ممکن است ناشی از ورود کودهای شیمیایی و حشره‌کش‌هایی باشد که در امور کشاورزی مصرف می‌شوند. این مواد معمولاً توسط آبیاری از روی گیاهان و خاک‌ها شسته شده وارد دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و در نهایت دریاها می‌گردد و حیات آبیان را با خطر جدی مواجه می‌سازد. آب‌های ناشی از زهکشی زمین‌های کشاورزی، فاضلاب و پساب‌های ناشی از صنایع تولید آفت‌کش‌ها از منابع غیر مستقیم و آفت‌کش‌هایی که جهت کنترل آفات مختلف از جمله حشرات آبی به کار می‌روند، از منابع مستقیم آلاینده‌های آب محسوب می‌شوند که از این طریق به اکوسیستم آبی راه یافته، آن را آلوده می‌سازند (۴).

علاوه بر آلودگی آب، آلودگی خاک و بافت‌های گیاهی نیز در اثر مصرف آفت‌کش‌ها اهمیت زیادی دارد. آفت‌کش‌ها همچنین برای پستانداران و پرندگان نیز مخاطره آمیز هستند. در نواحی که از آفت‌کش‌ها برای کنترل ناقلین، مبارزه با آفات کشاورزی و جوندگان استفاده می‌شود، پرندگان و سایر حیوانات نیز در معرض آلودگی قرار می‌گیرند. اجساد پرندگان در حوالی مزارع و اراضی سمپاشی شده گواهی بر این مدعا می‌باشد (۵).

در استان مازندران که یکی از قطب‌های کشاورزی کشور محسوب می‌شود، همه ساله مقادیر قابل توجهی آفت‌کش جهت کنترل آفات به مصرف می‌رسد و در نتیجه عواقب آن‌ها متوجه کلیه ساکنان و افراد منطقه می‌گردد. (شهرستان آمل نیز تابع همین امر می‌باشد)، اولین گام برای کاهش آفت‌کش‌ها تعیین مقدار باقی مانده این مواد در محیط زیست می‌باشد. حشره‌کش فسفره دیازینون از پرمصرف‌ترین حشره‌کش‌ها در

افزایش نیاز به مواد غذایی در کشورهای دنیا به دلیل افزایش جمعیت آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده، به همین منظور وجود آفات در محصولات کشاورزی به عنوان معضلی بزرگ مطرح می‌گردد. و مبارزه با آن‌ها در راستای این هدف امری اجتناب ناپذیر است. اگر چه روش‌های مختلفی جهت مبارزه با آفات وجود دارد ولی در حال حاضر عمده ترین و عملی ترین روش مبارزه با حشرات ناقل بیماری و آفات و بیماری‌های گیاهی در کشورهای جهان و همچنین ایران، مبارزه شیمیایی است که این روش نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد زیرا سریعاً مؤثر واقع می‌گردد ولی مشکلات عدیده و خاص خود را به دنبال دارد (۱).

استفاده وسیع و بی رویه آفت‌کش‌ها در امور بهداشتی و کشاورزی و عدم توجه به مسایل زیست محیطی علاوه بر آلودگی محیط زیست، سبب ورود آن‌ها به طرق مختلف به آب، جو و خاک شده و از این طریق وارد زنجیره غذایی می‌شود و تأثیر قابل توجهی در اکوسیستم‌های کشاورزی، منابع آب‌های زیرزمینی، محصولات باغی و زراعی به وجود می‌آورد. علاوه بر این‌ها این مواد در اثر تماس ضمن کار، تهیه، انبارسازی و آلوده شدن مواد غذایی مختلف وارد بدن انسان و سایر موجودات زنده می‌شود که ممکن است خطرات و زیان‌های غیر قابل جبرانی را ایجاد نماید (۲).

آب یکی از اجزای مهم چرخه زندگی محسوب می‌شود. اهمیت کیفیت، نگه داری و توسعه آن به طور پیوسته در حال افزایش می‌باشد و متأسفانه این سرچشمه حیات در اثر کاربرد مستقیم و غیر مستقیم آلاینده‌ها آلوده می‌شود (۳).

شمال کشور محسوب می‌شود. زیرا علاوه بر آفات درختان مرکبات در مبارزه با آفات برنج نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند. اندازه‌گیری معمول مقدار این حشره‌کش از اهداف ویژه این تحقیق می‌باشد. امید است با اطلاعات به دست آمده در این مجموعه نظر عموم، به ویژه مسئولان مربوط را جلب کرده و با برنامه ریزی دقیق برای آموزش، ترویج و کاربرد صحیح این مواد، از افزایش آلودگی‌های ناشی از این مواد جلوگیری نموده و از این راه علاوه بر کمک به سالم نمودن محیط زیست، باعث کاهش وابستگی‌های ارزی و اقتصادی نیز شود (۶).

مواد و روش‌ها

این بررسی یک مطالعه مشاهده‌ای از نوع توصیفی-مقطعی (cross-sectional) می‌باشد که در دو مرحله به صورت زیر به انجام رسیده است:

- ۱- نمونه‌برداری از زمین‌های برنج شهرستان آمل و نهرهای انحرافی اطراف آن‌ها.
- ۲- استخراج حشره‌کش دیازینون از نمونه‌های آب و تعیین مقادیر آن با روش پیشرفته کروماتوگرافی لایه نازک (HPTLC).

برنامه نمونه برداری طی مراحل زیر صورت گرفت:

الف: بازدید صحرائی منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه منطقه مورد مطالعه از نظر پراکندگی زمین‌های غالب کشت در منطقه و آفات، مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا نقشه ای از شهرستان آمل تهیه شد و با توجه به اطلاعات و بررسی‌های انجام یافته بر روی محصول برنج و حشره کش مصرفی (دیازینون)، مناطق کلی مورد تحقیق در بخش‌های شمالی، جنوبی، شرقی، غربی و مرکزی قلعه کش (در اطراف مرکز معاونت موسسه تحقیقات برنج) انتخاب گردید.

نمونه برداری بر اساس فرمول‌ها و محاسبات آماری در هر یک از زیر منطقه‌ها از عامل مورد نظر انجام گرفت و تعداد ۱۲۵ نمونه از کل منطقه به صورت تصادفی برداشته شد.

برای محاسبه حجم نمونه از فرمول $n = \left(\frac{\sigma}{\sigma/3}\right)^2$ با اطمینان ۹۵٪ و دقتی معادل ۱/۴ انحراف معیار استفاده گردید.

ب: انتخاب ایستگاه‌های نمونه برداری

ج: نمونه برداری از ایستگاه‌های انتخابی

با توجه به موارد فوق و موقعیت منطقه، ۵ ایستگاه جهت نمونه برداری تعیین گردید. در مزارع انتخابی نقاط نمونه برداری در شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز در نظر گرفته شد. در کلیه مناطق انتخاب شده قبل از سمپاشی، نمونه‌هایی از آب برداشت گردید و مورد بررسی قرار گرفت، تا از فقدان حشره کش سفره در آب اطمینان حاصل شود.

زمان نمونه برداری

در تاریخ ۱۵ و ۱۹ خرداد ماه ۸۶ جهت مبارزه با کرم ساقه خوار برنج، از دیازینون گرانول ۱۰٪ و دیازینون مایع ۶۰٪ استفاده گردید (دیازینون گرانول ۱۰٪، ۱۵ کیلو در هر هکتار و دیازینون مایع ۶۰٪ به صورت ۱/۵ تا ۲ لیتر در هر هکتار). یک روز، یک هفته، دو هفته، یک ماه و دو ماه بعد از سمپاشی نمونه برداری انجام شد.

جهت تعیین میزان آلودگی آب در ایستگاه‌های انتخابی، از نقاط مختلف هر ایستگاه ۲۰ نمونه ۱ لیتری از عمق ۱۵-۱۰ سانتی متری برداشت گردید.

نمونه‌های جمع آوری شده مربوط به هر ایستگاه را در ظروف ۲۰ لیتری مخلوط کرده و از این نمونه مخلوط ۵ نمونه ۱ لیتری به عنوان مرکب جهت بررسی انتخاب گردید و در ظرفی که با دترژنت‌های معمول شستشو شده و با آب مقطر آبکشی گردیده بودند ریخته شد، ۵۰ CC حلال متیلن کلراید به آن افزوده و داخل یخدان قرار داده شد و سریعاً به آزمایشگاه حمل گردید. (بر روی هر ظرف تاریخ نمونه برداری، محل نمونه برداری، درجه حرارت آب نوشته شد- حجم هر نمونه یک لیتر بوده است) (۷).

۱ لیتر نمونه هموژنیزه وارد کیف دکانتور ۲ لیتری شد. سپس ۵۰CC محلول اشباع شده کلرور سدیم به آن افزوده عمل استخراج با ۱۰۰CC و بعد ۵۰CC متیلن کلراید انجام گردید. سپس سولفات سدیم انیدرید به آن افزوده شد تا نمونه‌ها عاری از آب و هرگونه ماده خارجی شود و در خلاء حجم در ۳۰°C به ۲CC رسانده شد. ۱۰CC استون اضافه کرده، سپس نمونه را

میزان Rf برای دیازینون (0.58 ± 0.02) تعیین گردید.

$$R_f = \frac{\text{فاصله طی شده توسط حلال (از نقطه لکه گذاری تا آخر)}}{\text{فاصله طی شده توسط سم (از نقطه لکه گذاری تا نقطه develop شده)}}$$

شناسایی به کمک دستگاه Detection HPTLC Scanner3 (کروماتوگرافی لایه نازک) و نرم افزار CATS4 Densitometric صورت گرفت. این دستگاه جهت بررسی اهداف حاصل از کروماتوگرافی و الکتروفورز طراحی شده است. این دستگاه قادر است مقادیر سموم و سایر مواد را تا حدود PPb اندازه گیری نماید و توانایی اسکن پلیتهایی با ابعاد 20×20 سانتی متر را دارا می باشد.

اسکنر دارای سه منبع نوری است لامپ دوتریوم، لامپ تنگستن و لامپ جیوه با فشار بالا. سرعت اسکن را می توان تا 100 mm/s انتخاب نمود (۱۳). محدوده طیفی $800-190$ نانومتر را می توان جهت بررسی و هدف تحقیق در نظر گرفت.

برای ثبت طیف می توان از تمامی محدوده طیفی دستگاه استفاده کرد. طول موج نهایی دستگاه برای تعیین مقدار 254 نانومتر بود، که با آزمایشها و بررسیهای متعدد انتخاب گردیده است.

نتایج

بیشترین مقدار باقی مانده دیازینون در بررسیهای انجام شده در ایستگاه شماره ۱ بوده که یک روز پس از سم پاشی به مقدار $1/14 \text{ ppm}$ مشاهده شد. در ایستگاههای دیگر نیز در کل زمانها سموم مشاهده شده کمتر از حد استاندارد سم بوده است (استانداردی در این زمینه در ایران موجود نمی باشد).

در تمام ایستگاهها و در کل زمانها باقی مانده سم مشاهده شده بیشتر از حداکثر غلظت مورد قبول سم در آب آشامیدنی می باشد.

مقایسه ارتباط باقی مانده سم دیازینون در ایستگاههای نمونه برداری به وسیله آزمون ANOVA صورت

تا $3-2 \text{ cc}$ تبخیر نموده، کنسانتره استخراج شده را با 2 cc استون آبکشی نموده به لوله های مخروطی شکل منتقل گردید. حلال اضافی را تبخیر نموده حجم نهایی را به 5 cc رسانده، این حجم را تا 1 cc تبخیر نموده، بنزن به آن افزوده شد. حجم محلول را با تبخیر به 0.8 cc رسانده سپس حجم کل با بنزن به 4 cc رسانده شد. این حجم برای اندازه گیری با دستگاه HPTLC (کروماتوگرافی لایه نازک) آماده است (۸).

برای تعیین بازده استخراج (Recovery) در این روش به صورت تجربی عمل شد. بدین ترتیب که مقدار کاملاً مشخصی از حشره کش فسفره دیازینون به نمونه هایی از آب مزارع که عاری از سموم فسفره بود، در زمان قبل از سمپاشی نمونه برداری شده بود، اضافه گردید. سپس با روش مورد استفاده در این مطالعه، مجدداً دیازینون نمونه آب جداسازی، خالص سازی و مورد آزمایش قرار گرفت. در نهایت میزان دیازینون به دست آمده با این روش با مقدار اولیه مقایسه شد و به عنوان بازده استخراج در نظر گرفته شد (۶).

اصول عملی این روش شامل:

الف- مرحله ظهور و شناسایی

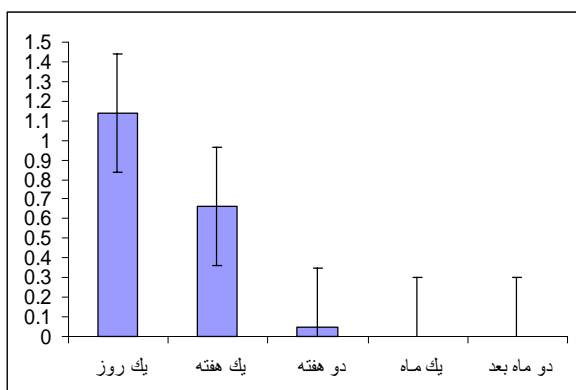
ب- مرحله تعیین مقدار

استاندارد دیازینون در اندازه 10 mg از نمایندگی شرکت Accustandard سوئیس تهیه گردید.

لکه گذاری به روش نقطه ای spot wise و با استفاده از میکروپیپت و به کمک دستگاه لکه گذار اتوماتیک صورت گرفت. فاصله لکه از لبه پایینی پلیت سیلیکاژل 2 سانتی متر و فاصله لکه ها از هم نیز $2-1/5$ سانتی متر در نظر گرفته شد. به منظور مقایسه لکه ها، لکه هایی از استاندارد نیز بر روی پلیت ها گذارده شدند. پس از پایان لکه گذاری، پلیت ها در دمای اتاق گذاشته شد تا خشک شود (۹، ۱۰). سپس پلیت ها را در تانک های محتوی حلال هگزان- استون به نسبت $20+80 \text{ cc}$ قرار داده و پس از صعود به ارتفاع خاص از تانک خارج گردیدند. پس از خروج پلیت ها از تانک و خشک شدن آنها به منظور رؤیت لکه ها، مقایسه با استاندارد و تعیین Rf آنها در محفظه نوری UV قرار گرفته و ارزیابی شدند (۱۱، ۱۲).

پس از سمپاشی اثری از دیازینون در آب مشاهده نگردید. میانگین نتایج حاصل در ایستگاه شماره ۳ یک روز پس از سمپاشی 0.3058 ppm، یک هفته پس از سمپاشی 0.1604 ppm، دو هفته پس از سمپاشی 0.086 ppm، یک ماه پس از سمپاشی 0.014 ppm و در ماه دوم اثری از سم دیازینون در آب مشاهده نشد.

میانگین نتایج حاصل در ایستگاه شماره ۴، یک روز پس از سمپاشی 0.6174 ppm، یک هفته پس از سمپاشی 0.1873 ppm، دو هفته پس از سمپاشی 0.065 ppm و در ماه اول و ماه دوم پس از سمپاشی اثری از سم دیازینون در آب مشاهده نگردید. نتایج حاصل در ایستگاه شماره ۵، یک روز پس از سمپاشی 0.9273 ppm، یک هفته پس از سمپاشی 0.1163 ppm، دو هفته پس از سمپاشی 0.2823 ppm، یک ماه پس از سمپاشی 0.0521 ppm و غلظت سم دو ماه پس از سمپاشی 0.001 ppm بوده است. نمودارهای ۳ تا ۸ میزان میانگین باقی مانده دیازینون را در ۵ ایستگاه انتخابی نشان می‌دهد.



نمودار ۱- میانگین باقی مانده دیازینون در آب زمین‌های

برنج (ایستگاه شماره ۱) در سال ۱۳۸۶ بر حسب

میکروگرم بر لیتر

گرفت و با استانداردهایی که توسط WHO مشخص شده مقایسه گردید و در این آزمون‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است ($P > 0.05$) که این امر با توجه به این که این مناطق در یک محدوده جغرافیایی با آب و هوا و شرایط یکسان قرار دارند و تشابه خصوصیات فیزیک و شیمیایی آب مزارع، قابل توجیه می‌باشد.

ارتباط زمان در آب مزارع و باقی مانده سم دیازینون نیز با سنجش آزمون ANOVA صورت گرفت که با مقایسه زمان‌های مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. ($P < 0.05$). بر این اساس مشخص می‌گردد زمان عاملی در روند کاهش غلظت سم بوده و با گذشت زمان مقدار باقی مانده سم نیز کمتر شده است.

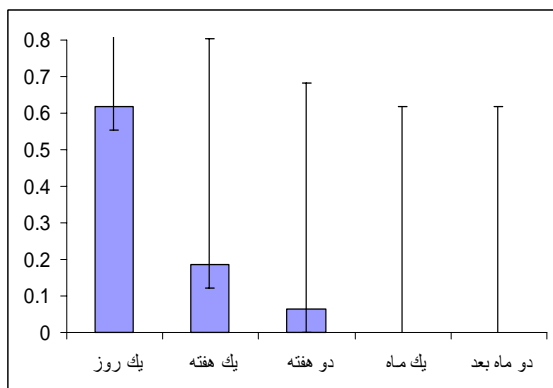
باقی مانده سم دیازینون با دما رابطه عکس داشته و در زمان یک روز پس از سمپاشی ارتباط باقی مانده این سم با دما معنی‌دار و در باقی زمان‌ها ارتباط آن‌ها معنی‌دار نبوده است.

ارتباط بین pH و باقی مانده سموم در ایستگاه‌ها در زمان‌های مختلف به وسیله آزمون همبستگی بررسی گردید که در تمام زمان‌ها باقی مانده سم با pH رابطه مثبت داشته و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است.

نتایج بررسی از بقایای آفت کش دیازینون در ایستگاه‌های انتخابی در نمودارها نشان داده شده است.

بر اساس نمودارها میزان میانگین باقی مانده دیازینون

یک روز پس از سمپاشی در ایستگاه شماره یک 1.1391 ppm بوده است و یک هفته بعد به 0.6637 ppm و دو هفته بعد از سمپاشی به 0.048 ppm کاهش یافته است. در این ایستگاه در ماه اول و دوم قادر به اندازه‌گیری دیازینون نبوده و اثری از حشره‌کش مشاهده نگردید. میانگین نتایج حاصل در ایستگاه شماره ۲، یک روز پس از سمپاشی 0.5281 ppm، یک هفته پس از سمپاشی 0.2551 ppm، دو هفته پس از سمپاشی 0.092 ppm، یک ماه پس از سمپاشی 0.021 ppm و دو ماه



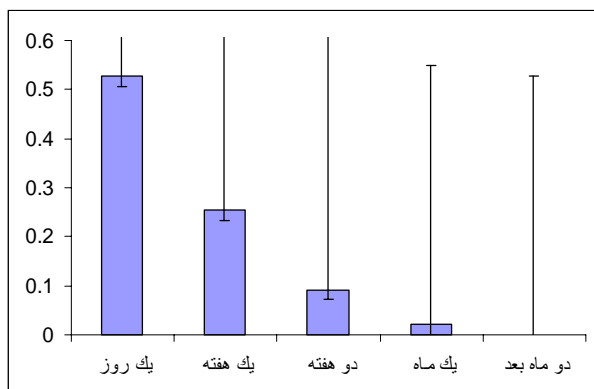
نمودار ۵- میانگین باقی مانده دیازینون در آب زمین های برنج (ایستگاه شماره ۴) در سال ۱۳۸۶ بر حسب میکروگرم بر لیتر

بحث و نتیجه گیری

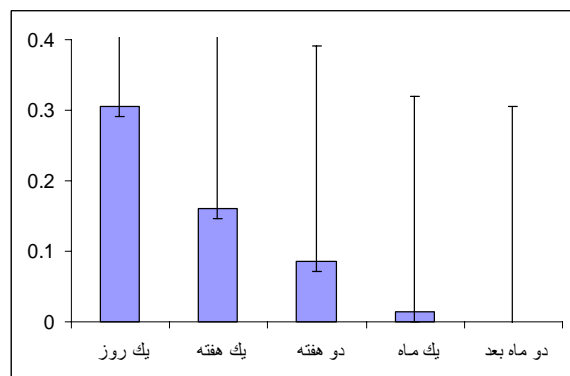
آلودگی محیط زیست از جمله معضلات مهم دنیای امروز می باشد که منحصر به یک یا چند کشور و منطقه خاصی نبوده بلکه در سال های اخیر به سبب افزایش آلاینده های محیط و عدم رعایت مسایل و ضوابط زیست محیطی ابعاد جهانی یافته است (۱).

از دیاد جمعیت، تشدید فقر، کاهش مواد غذایی، قحطی و ... سبب شده که زارعان و کشاورزان برای بالابردن تولیدات کشاورزی و مواد غذایی به کاربرد انواع کودها و سموم دفع آفات متوسل گردند. سهولت کار و اثرات سریع و قاطع این مواد سبب شده هر زمان کشاورزان با هر مشکل زراعی مواجه شدند از مواد شیمیائی استفاده نمایند که این مواد علاوه بر از بین بردن دشمنان طبیعی آفات، موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم آورده و از این طریق به زنجیره غذایی انسان ها راه می یابند و خطرات و مشکلاتی را به وجود می آورند. لذا ضروری است جهت حفظ سلامت بیشتر انسان ها به بررسی و شناخت عوامل آلوده کننده محیط زیست توجه بیشتری شود و با ارایه رهنمودها و راهکارهای صحیح از آلودگی بیشتر محیط جلوگیری به عمل آید (۴).

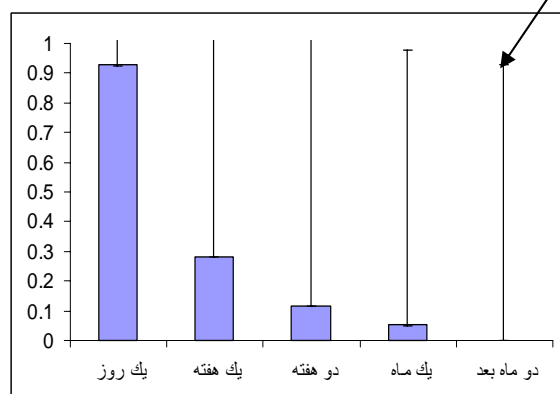
میزان حشره کش دیازینون در ایستگاه شماره دوم و سوم تا ماه اول پس از سمپاشی و در ایستگاه پنجم تا ماه دوم پس از سمپاشی قابل ردیابی بود که این موضوع احتمالاً به



نمودار ۲- میانگین باقی مانده دیازینون در آب زمین های برنج (ایستگاه شماره ۲) در سال ۱۳۸۶ بر حسب میکروگرم بر لیتر



نمودار ۳- میانگین باقی مانده دیازینون در آب زمین های برنج (ایستگاه شماره ۳) در سال ۱۳۸۶ بر حسب میکروگرم بر لیتر



نمودار ۴- میانگین باقی مانده دیازینون در آب زمین های برنج (ایستگاه شماره ۵) در سال ۱۳۸۶ بر حسب میکروگرم بر لیتر

گردید (۶). سایر مطالعات انجام گرفته نیز نشان می دهد که سموم ارگانوفسفره معمولاً از منابع آلودگی آب های آشامیدنی به ویژه در مناطق روستایی و شهرهای نزدیک به روستاها و یا مزارع کشاورزی و باغات مرکبات می باشد (۱۶).

آنچه که مشخص است در ایران هیچ استاندارد مناسبی برای آب و مواد غذایی وجود ندارد. بنابراین تنها راه، مقایسه با استانداردهای جهانی است. در کشورهای اروپایی با توجه به موقعیت هر کشور استانداردهای متفاوتی وجود دارد. در امریکا و کانادا و استرالیا نیز همین وضعیت وجود دارد. با توجه به این مسئله استاندارد می که ما در نظر گرفتیم استاندارد کشور آلمان است که در آن استاندارد دیازینون برابر ۱ ppm است (۴).

مقایسه این نتایج نشان می دهد که در ایستگاه شماره ۱ در روز پس از سمپاشی میزان دیازینون بالاتر از حد استاندارد بوده است. (۶)

مطالعاتی که در سراسر جهان صورت گرفته، نشان می دهد که سموم ارگانوفسفره معمولاً از منابع آلودگی آب های آشامیدنی به ویژه در مناطق روستایی و شهری، زمین های کشاورزی و باغات مرکبات می باشد.

در مطالعه ای که توسط هیئت امنای مرکز کنترل کیفی آب در مورد مسمومیت آبزیان در Sanjunquin کالیفرنیا طی سال های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ صورت گرفت (هدف مطالعه بررسی مسمومیت حاد و مزمن در رودخانه در اثر آفت کش ها بوده) علت مسمومیت آبزیان را به آفت کش های دیازینون، کلرپیریفوس و متی داتیون نسبت دادند. دپارتمان نظارت بر مصرف آفت کش ها انشعابات این رودخانه را در زمستان سال های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۱ مورد بررسی قرار داد و طبق گزارش بیان کرد کلرپیریفوس و دیازینون و متی داتیون به ترتیب ۱۰ و ۷۲٪ و ۱۸٪ از ۱۰۸ نمونه جمع آوری شده مشاهده گردید. علاوه بر آن غلظت دیازینون تا ۱/۰۷ mg/lit بوده که بیان داشتند مسمومیت مزمن ناشی از دیازینون می تواند خطر آفرین باشد (۱۷).

در سال ۱۹۹۱ برنامه ارزیابی کیفی آب های ملی در

دلیل قدرت ابقایی بالای حشره کش دیازینون در محیط می باشد. زیرا بر اساس مطالعاتی که در دنیا انجام گرفته، اثر ابقایی سموم فسفره نظیر دیازینون در آب و محیط بیشتر از سایر سموم فسفره می باشد (۷).

pH در بقا و پایداری حشره کش ها در محیط موثر است. اغلب سموم ارگانوفسفره در pH بالای ۵ پایدار نبوده و سرعت هیدرولیز در pH بالای ۸ به ازای افزایش هر واحد ۱۰ برابر می شود. افزایش pH باعث افزایش تجزیه سموم ارگانوفسفره می گردد (۴).

به طور کلی مطالعات گذشته نشان می دهد که مدت حضور دیازینون در آب بیش از سموم فسفره دیگر بوده است که این را می توان به دلیل ساختار فیزیکی، شیمیایی این ترکیبات و پایداری بیشتر دیازینون در محیط قلیایی به نسبت دیگر سموم فسفره دانست. با توجه به نتیجه آزمایش ها مشاهده می گردد pH در نمونه های آب، بالای ۵ بوده و به طور کلی pH آب های منطقه خنثی به طرف قلیایی است یعنی سموم فسفره در آن ها دارای پایداری کم هستند که این به عنوان یک مزیت مطرح است (۱۴، ۴).

درجه حرارت نیز بر سرعت هیدرولیز سموم تاثیر دارد به طوری که به ازای افزایش هر ۱۰ درجه سانتی گراد، سرعت هیدرولیز ۳/۷۵ برابر می شود که می توان این را ناشی از افزایش فعالیت میکروبی و بیولوژیکی با افزایش دما دانست. طبق آزمایش های انجام گرفته، دمای آب مزارع حداقل ۱۴ درجه سانتی گراد در اواخر بهار و حداکثر ۲۷ درجه سانتی گراد در اواسط تابستان بوده است (۶).

تحقیقات انجام گرفته در دیگر مناطق استان مازندران نیز آلودگی برخی از رودخانه های شمال کشور را از قبیل رود تجن، صفا رود و بابل رود به سموم فسفره مالاتیون و دیازینون نشان داده است که حتی پس از گذشت ۳-۴ ماه از زمان سمپاشی، هنوز هم میزان حشره کش های فسفره مذکور بیش از حد مجاز بوده است (۱۴، ۱۵).

در مطالعه حاضر نیز روند کاهش حشره کش در طول زمان از روز اول پس از سمپاشی تا پایان ماه دوم مشاهده

اختلاف معنی‌دار مشاهده شده که مشخص می‌گردد زمان عاملی بوده که در روند نمونه تأثیر داشته است و هرچه زمان گذشته مقدار باقی مانده سم نیز کمتر شده است (۲۰).

مقدار بقایای این سم در فصول مختلف توسط یادگاریان (۱۳۸۱) در رودخانه‌های شمال کشور صورت گرفته که فصل تابستان بالاترین باقی مانده سم وجود داشته است. در این تحقیق بررسی در چهار فصل صورت نگرفته ولیکن با مقایسه فصول بهار و تابستان مشخص گردید که مقدار باقی مانده این سم (با توجه به شروع سمپاشی در فصل بهار) در فصل بهار بیشتر بوده است که به دلیل شرایط مکانی، زمان سمپاشی، شرایط آب و هوایی منطقه، نوع محصول و نوع آفت مناطق می‌باشد (۲).

در زمینه اندازه‌گیری بقایای آفت کش‌ها در آب در مطالعه‌ای که سلسله در سال ۱۳۷۹ در رودخانه‌های استان مازندران انجام داد، بیشترین مقدار را برای حشره‌کش دیازینون ۱۹ ppm در پاییز و کمترین مقدار را در زمستان تشخیص داد (۱۴).

در تحقیقی که توسط باقری در سال ۱۳۸۶ در زمینه باقی مانده حشره‌کش‌های فسفره در آب و ماهی‌های دو رودخانه قره سوو گرگانود در استان گلستان صورت گرفت، بیشترین مقدار حشره‌کش دیازینون ۵۶ ppm در تابستان و کمترین مقدار آن در زمستان تشخیص داده شد، در این تحقیق بین مقدار سم وارد شده در آب و باقی مانده آن در ماهی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (۲۱).

نتایج این بررسی نشان می‌دهد اعداد و ارقام به دست آمده (در زمین‌های برنج آمل) با بررسی‌های انجام شده توسط شایقی (۱۳۷۸)، سلسله (۱۳۷۹)، هنریزوه (۱۳۸۱)، قمیسی (۱۳۸۲)، حسینی (۱۳۸۴) و باقری (۱۳۸۶) (بر اساس میزان سم اندازه‌گیری شده) مطابقت و همخوانی دارد.

تحقیق حاضر نشان داده که pH و دمای محیط در باقی مانده دیازینون در محیط مزارع کشاورزی آمل نقش مؤثری دارند (۴).

ایالات متحده شروع شد. حوزه رودخانه وایت در ایندیانا در شمار ۲۰ رودخانه ای بود که مورد ارزیابی قرار گرفت و با اندازه گیری آفت کش‌ها در طی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵ سموم دیازینون و متان فوس دارای بیشترین مقادیر در نمونه‌های آنالیز شده بودند که آفت کش‌ها در طی فصل رویش گیاهان شناسایی شده و در بقیه سال به مقادیر کمی وجود داشته است (۱۸).

جهت تعیین اثر سموم بر اندام تناسلی ماهیان Dutta و همکاران در سال ۲۰۰۳ بیضه ماهی Lepomis macrochirury را در معرض دیازینون قرار دادند و آنالیز هیستوپاتولوژی بیضه تغییراتی را در جرم سلول‌های آن به طور آشکار مشخص کرد و معلوم گردید این سم روی اندام تناسلی تأثیر می‌گذارد (۱۹).

طبق بررسی‌های صورت گرفته در ایران نیز شایقی ۱۳۷۸- زمین‌های برنج و باغات مرکبات تنکابن، سلسله ۱۳۷۹- رودخانه‌های مازندران و هنریزوه ۱۳۸۱- سیمینه رود و رودخانه مهاباد) به ترتیب بقایای این حشره‌کش را ۵ ماه، ۴ ماه و ۳ ماه در آب ردیابی نمودند و طبق نتایج تحقیق حاضر بقای این سم بیش از ۳ - ۲ ماه ردیابی گردید که با نتایج تحقیقات بالا همخوانی دارد (۴، ۹، ۱۴).

قمیسی در رودخانه سیرا کرج و سیمینه رود در سال ۱۳۸۲ بیشترین مقدار این حشره‌کش را ۵۰۹ ppm و ۷۲۶ تعیین کرده که در مقایسه با این تحقیق تفاوت چشمگیری وجود داشته است که می‌تواند متأثر از شرایط سمپاشی، مقادیر کاربرد سم، محیط و محل مورد بررسی باشد (۱۵).

در سال ۱۳۸۴ حسینی مقدار باقی مانده حشره‌کش‌های مصرفی فسفره را در آب روخانه‌های کروسیوند و محصول خیار در زیر حوزه این رودها بررسی کرد. به طور کلی در این تحقیق بیشترین بقایای سم دیازینون در رودخانه‌های مورد بررسی در رود سیوند برابر ۳/۵ ppm بوده است. ارتباط زمان در آب رودخانه‌ها و باقی مانده سموم انتخابی نیز با روش‌های آمادگی صورت گرفت که با مقایسه زمان‌های مختلف،

منابع

- Organophosphorus pollutants (OPP) in aquatic environment at Damietta Governorate, Egypt: implications for monitoring and biomarker responses. *Chemosphere*. 63(9): 1491-8.
- ۹- هنر پژوه، س.ک. (۸۲-۱۳۸۱) بررسی و تعیین مقدار حشره‌کش‌های فسفره (دیازینون، آزینافوس متیل) در آب رودخانه‌های مهاباد و سیمینه رود، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۸۰ ص.
- 10- Abbot, DC. (1996). The application of Thin layer chromatography technique to analysis residue. *Reviwe*. 2: 638-644.
- 11- Butz, S., Stan, HJ. (1995). Screening of 265 pesticides in water by Thin Layer Chromatography with AMD. *Anal Chem*. 67: 620-630.
- 12- Wilsont, PC., Foos, JF. (2006). Survey of carbamate and organophosphorous pesticide export from a south Florida (U.S.A.) agricultural watershed: implications of sampling frequency on ecological risk estimation *Environ Toxicol Cem*. 25(11): 2847-52.
- 13- Denistrop, HE. (2000). *Applied Thin Layer Chromatography: Best practice and avoidance of mistakes*. Published by Wiley-Vch. P: 1-304.
- ۱۴- سلسله، م (۸۰-۱۳۷۹) بررسی و تعیین مقدار حشره‌کش‌های مصرفی فسفره در آب رودخانه‌های استان مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد. حشره شناسی و مبارزه با ناقلین دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۶۲ ص.
- ۱۵- قمیسی، ع (۱۳۸۳)، بررسی و تعیین مقدار بقایای حشره‌کش‌های مصرفی دیازینون و مالاتیون در آب رودخانه کرج، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۵ ص.
- 16- Pedersen, JA. Yeager, MA., Suffet, IH. (2006). *Organophosphorus insecticides*
- ۱- ارجمندی، ر (۱۳۷۳). ارزیابی اکولوژیکی مصرف سموم در مزارع برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست (M.S.C) دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۲۰ ص.
- ۲- یادگاریان، ل (۱۳۸۱) بررسی باقی مانده سموم در رودخانه‌های شمال ایران در طی سال‌های ۷۶ الی ۸۰ وزارت کشاورزی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۱۵۰ ص.
- 3- Hela, DG., Lambropoulou, DA., Konstantinou, IK., Albains, TA. (2005). Environmental monitoring and ecological risk assessment for pesticide contamination and effects in Lake Pamvotis, northwestern Greece. *Environ Toxicol. Chem*. 24(6): 1548-56.
- ۴- شایقی، م (۱۳۷۸)، بررسی باقی مانده حشره‌کش‌های مصرفی (لیندن، دیازینون، مالاتیون) در محیط زیست، پایان نامه دکتری، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۲۳۵ ص.
- 5- Ahmad, FE. (2001). Analyses of pesticides and their metabolites in foods and drinks. *Trend and Analytica Chemistry*. 20(11): 649-661.
- ۶- توکل، م (۱۳۸۶)، ارزیابی اثرات زیست محیطی مصرف دیازینون در مزارع برنج (مطالعه موردی مزارع برنج شهرستان آمل)، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم محیط زیست (M.SC)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۲۰ ص.
- 7- Bondarenko, S., Gan, J., Haver, DL., Kabashima, JN. (2004). Persistence of selected organophosphate and carbamate insecticides in waters from a coastal watershed. *Environ Toxicol Chem*. 23(11): 2649-54.
- 8- Abdel-Halim, KY., Salama, AK., El-Khateeb, En., Bakry, NM. (2006).

structure of the testis of blue gill
leporis macroscopic analysis,
environmental pollution. 125: 355-
360.

- ۲۰- حسینی، م (۱۳۸۴)، بررسی مقدار باقی مانده
حشره‌کش‌های مصرفی فسفره در آب رودخانه‌های
کروسیوند و آب‌های زیرزمینی و محصول غالب
منطقه خیار و زیرحوزه آن‌ها، دانشکده بهداشت
دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۶۴ ص.
۲۱- باقری، ف (۱۳۸۶)، بررسی مقدار باقی مانده
حشره‌کش‌های مصرفی فسفره (آزینفوس متیل و
دیازینون) در آب و ماهی‌های رودخانه‌های قره سو و
گرگانرود استان گلستان، دانشکده بهداشت دانشگاه
تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۲۱ ص.

in agricultural and residential runoff:
field observations and implications for
total maximum daily load
development. Environ Sci Technol.
40(7): 2120-7.

- 17- Protocol for monitoring Acute and
chronic Toxicity in the San Joaquin
river watershed, winter. (1997-98).
California Environmental protection
agency department of pesticide
regulation.
18- Charles, G., Graw, F. (1995).
Occurrence of pesticide in white river,
Indiana.V.S.Department of the
international. 1-3.
19- Dutta, HM., Meijer, Hj. (2003).
Sublethal effect of Diazinon on the