فصلنامه علوم محیطی، دوره بیستم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱

۱۸-۱

مقاله پژوهشی

ارزیابی کشت اول و دوم برنج بر مبنای غلظت آفت کش دیازینون در آب و خاک شالیزارهای استان مازندران

شینا انصاری همدانی[۱]، رضا ارجمندی[۱*]، سعید متصدی زرندی[۲]، محمدعلی باغستانی[۳] و رضا عزیزی‌نژاد[۴]

[۱] گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۲] گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

[۳] بخش علف‌های هرز، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

[۴] گروه بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۱

انصاری همدانی، ش.، ر. ارجمندی، س. متصدی زرندی، م.ع. باغستانی و ر. عزیزی‌نژاد. ۱۴۰۱. ارزیابی کشت اول و دوم برنج بر مبنای غلظت آفت کش دیازینون در آب و خاک شالیزارهای استان مازندران. فصلنامه علوم محیطی. ۲۰(۲): ۱-۱۸.

سابقه و هدف: مصرف آفت کش‌های ارگانوفسفره در کشاورزی، مشکل‌های متعدد محیط زیستی را در پی دارد. آلودگی آب و خاک و بر هم خوردن تعادل اکوسیستم‌های طبیعی، ظهور آفت‌ها و بیماری‌های جدید، وجود بقایای آفت کش‌ها در محصول‌های کشاورزی و عوارض بهداشتی حاصل از آن موجب شده است که مدیریت مصرف آفت کش‌های آلی فسفره، به‌عنوان یک ضرورت اجتناب ناپذیر مطرح شود. با وجود پایین بودن سرانه مصرف آفت کش‌ها درکشور در مقیاس جهانی، کاربرد نامطلوب آفت کش‌های ارگانوفسفره در برخی منطقه‌های کشور از جمله استان‌های شمالی و آلودگی‌های ناشی از آن، از مسئله‌های مهم محیط زیستی کشور می‌باشد. در این تحقیق، با توجه به مصرف گسترده آفت کش فسفره دیازینون برای کنترل کرم ساقه خوار برنج در استان مازندران و با دقت نظر به سنجه تـأثیر محیط زیستی[۱] این آفت کش از حیث مخاطره آمیز بودن برای محیط زیست منطقه، غلظت دیازینون در آب و خاک مزرعه‌های برنج مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: شناسایی آفت کش دیازینون در آب و خاک مزرعه‌های برنج استان مازندران با تعیین ایستگاه‌های ثابت برای نمونه برداری صورت گرفت. در مجموع ۵۰ نمونه آب و خاک برای کشت اول و ۳۰ نمونه آب و خاک در کشت دوم نمونه برداری گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی مورد اندازه گیری قرار گرفت. نمونه برداری در سه فصل بهار، تابستان (قبل از نشا یا درحین برداشت محصول) و اوایل پاییز (برای کشت دوم برنج) انجام شد.

نتایج و بحث: نتایج اندازه گیری انجام شده گویای تفاوت معنی‌دار در مقدار دیازینون در آب کشت اول در مقایسه با کشت دوم و خاک کشت اول در مقایسه با کشت دوم بود. همچنین میانگین دیازینون در نمونه‌های آب کشت دوم نسبت به کشت اول، ۷/۸ برابر و در نمونه‌های

* Corresponding Author: *Email Address*: hrezaarjmandi@gmail.com
http://dx.doi.org/10.52547/envs.2022.1172
http://dorl.net/dor/ 20.1001.1.17351324.1401.20.2.1.2

خاک کشت دوم نسبت به کشت اول ۱/۶۶ برابر بود که بیانگر مقادیر بالا و هشداردهنده مصرف آفت کش دیازینون در کشت دوم برنج است. پایداری و حلالیت دیازینون و شرایط محیطی استان مازندران بویژه بالابودن سطح آب‌های زیرزمینی، موجب افزایش ماندگاری این آفت کش و به تبع آن مشکل‌های جدی محیط زیستی می‌شود.

نتیجه‌گیری: با توجه به مقادیر غلظتی بالای آفت کش دیازینون در کشت دوم برنج، موضوع مدیریت مصرف سم‌های ارگانوفسفره و بهره برداری پایدار از زمین‌های تحت کشت با تمرکز بر ارتقای بهره‌وری تولید و افزایش راندمان محصول، توسعه آموزش‌های عمومی و تخصصی برای گروه‌های صاحب نفع در تولید، عرضه و مصرف آفت کش‌های فسفره، ثبت و کاربرد این سم‌ها بر مبنای ضریب اثر محیطی، استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین برای مقابله با آفت‌های مهم برنج، حذف و جایگزینی آفت کش پرخطر دیازینون از اهم مواردی هست که باید به‌عنوان راهبردها و سیاست‌های اجرایی حاصل از تحقیق مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش‌ها، دیازینون، کشت دوم برنج، سم‌های ارگانوفسفره، آلودگی محیط زیست.

مقدمه

آفت‌کش‌های آلی فسفره[۳] درحال حاضر در زمره پر مصرف‌ترین آفت کش‌ها در جهان هستند. این ترکیب‌ها با وجود آنکه در قیاس با آفت کش‌های آلی کلره ماندگاری کمتری در محیط زیست دارند، اما از سمیت فوق العاده‌ای برخوردار بوده و حتی می‌توانند در زنجیره‌های غذایی نیز حضور یابند. با شناسایی آفت کش‌های آلی فسفره در یخ-های قطب شمال، تصور اینکه آفت کش‌های آلی فسفره به سرعت در محیط تجزیه می‌شوند از بین رفت و در بسیاری از موارد باید آن‌ها را در زمره مواد پایدار محسوب نمود (Zhang *et al.*, 2003). آفت کش‌های آلی فسفره از متداول‌ترین و پر مصرف‌ترین آفت کش‌های کشاورزی در کشور می‌باشند، مهمترین اثر این دسته سم‌ها، جلوگیری از فعالیت آنزیم کولین استراز در حشرات و توقف هیدرولیز استیل کولین و تبدیل آن به استیل و کولین می‌باشد که به این دلیل به آن‌ها، سم‌های آنتی کولین استراز می‌گویند. عدم هیدرولیز استیل کولین توسط آنزیم کولین استراز، سبب تجمع آن شده و افزایش استیل کولین موجب تحریک دستگاه عصبی مرکزی و پاراسمپاتیک می‌شود (Ebrahimzadeh *et al.*, 2005). مالاتیون، فنتیون، دیازنیون و پاراتیون انواع متداول حشره کش‌های آلی فسفره می‌باشند. دیازینون از حشره کش-های ارگانوفسفری است که در چند دهه اخیر در دنیا به-طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته است. این آفت کش در سال ۱۹۵۲ توسط یک شرکت شیمیایی سوئیسی تولید شد و از سال ۱۹۵۶ در آمریکا برای کنترل حشره‌ها و آفت‌ها در باغ‌ها و مزرعه‌های مختلف استفاده شد (Soltaninejad and Abdollahi, 2009). دیازینون در دسته آفت کش‌های بادوام تماسی و نفوذی قرار می‌گیرد و برای کنترل بلاست و کرم ساقه خوار برنج کاربرد دارد. این آفت کش در آب به‌مقدار کم حل شده، ولی در چربی-ها محلول هست. مشخصه دیگر آفت کش دیازینون این است که قبل از رسیدن به نقطه اثر فعال می‌شود. فعال شدن آن به‌وسیله واکنش اکسیداسیون صورت می‌گیرد و سبب می‌شود ترکیب حاصل قطبی شده و اندکی خاصیت سیستمیک پیدا کند، در حالیکه ترکیب اولیه چنین خاصیتی ندارد (Aghilinejad *et al.*, 2007). دیازینون در آب در دمای اتاق به مقدار ۴۰ قسمت در میلیون محلول است و در بیشتر حلال‌های آلی به خوبی حل می‌شود. باقی‌مانده آن در خاک ۱۲ - ۱۴ هفته پس از سمپاشی مشاهده می‌گردد، ولی ۵۰ درصد سم در ۲ - ۳ هفته پس از مصرف تجزیه می‌شود و عامل‌های شیمیایی و فیزیکی و میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی در این مورد بازی می-کنند (Shayeghi *et al.*, 2009).

Fushiwaki *et al*. (1993) در ژاپن گزارش کردند که در نتیجه حلالیت و استفاده زیاد از آفت کش دیازینون، بقایای این آفت کش از طریق رواناب ها وارد آب های

سطحی می‌شود. در سال ۱۹۹۱ در برنامه ارزیابی کیفی آب-های ملی ایالات متحده امریکا حوزه رودخانه وایت در ایندیانا در شمار بیست رودخانه‌ای بود که مورد ارزیابی قرار گرفت و با اندازه‌گیری آفت کش‌ها طی سال‌های ۱۹۹۵ - ۱۹۹۱، سم‌های دیازینون و متانفوس دارای بیشترین مقادیر در نمونه‌های آنالیز شده بودند (Crawford, 1995). در مطالعه دیگری که توسط مرکز کنترل کیفی آب ایالات متحده امریکا در مورد مسمومیت آبزیان درکالیفرنیا طی سال‌های ۱۹۹۸ - ۱۹۹۰ با هدف بررسی مسمومیت حاد و مزمن در رودخانه بر اثر آفت کش‌ها انجام شد، دلیل عمده مسمومیت آبزیان را به آفت کش‌های دیازینون، کلرپیریفوس و متیداتیون نسبت دادند (California Environmental Protection Agency, 1998). همچنین Bouman *et al.* (2002) در فیلیپین گزارش کردند که در آب‌های زیرزمینی منطقه‌های در فیلیپین میزان باقی مانده سم دیازینون در دامنه ۰/۰۹۷ تا ۰/۴۶۰ میکروگرم در لیتر بوده است. آن‌ها دلیل بالا بودن میزان دیازینون را مصرف زیاد این آفت کش توسط کشاورزان دانستند. Ara *et al.* (2014) نیز در تحقیقی که در کشور بنگلادش در مورد باقیمانده سم‌های فسفره و کاربامات در چهل نمونه آب مزرعه‌های برنج انجام دادند، غلظت دیازینون در هشت نمونه از ۴.۱۱ تا ۲۵۷.۹۱ میکروگرم در لیتر اندازه گیری شد. در میان ارگانوفسفرها، دیازینون توسط سازمان بهداشت جهانی[۴]، به‌عنوان سم خطرناک در کلاس II (در درجه بندی از I تا IV که I سمی-ترین است) با LD50 بین ۹۹ تا ۴۴۴ میلی گرم بر کیلوگرم برای انسان معرفی شده است. با توجه به ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی دیازینون می‌توان انتظار داشت که این آفت کش به راحتی با تبخیر از خاک و آب خارج نشود. بنابراین افزون بر اعمال روش‌های مدیریت مصرف این آفت کش، توسعه روش‌های مؤثر برای حذف و یا کاهش غلظت این نوع آفت کش در سراسر جهان یک ضرورت است. داده‌های سازمان زمین شناسی آمریکا نشان می‌دهد دیازینون بیشترین آفت کش موجود در آب‌های سطحی این کشور است. در سال ۲۰۰۴ استفاده از دیازینون در منطقه‌های مسکونی در آمریکا ممنوع شد، پیش از آن، این آفت کش در خارج از محوطه خانه‌ها در باغچه‌ها و چمن زارها و در داخل خانه‌ها برای کشتن حشرات موذی و کنه‌های حیوانات خانگی استفاده می‌شد، همچنین مصرف این آفت کش در مزرعه‌ها و باغ‌های برخی ایالات امریکا که شرایط اقلیمی خاص (با بارش بالای سالیانه) دارند، محدود شده است(US EPA, 2007). ورود این آفت‌کش به آب‌های زیرزمینی سبب آلودگی سفره آب-های زیرزمینی که از جمله مهمترین منابع تأمین کننده آب آشامیدنی باشند، می‌شود (Fadaei *et al.*, 2012). تحقیق-های زیادی نشان می‌دهد که دیازینون در مقایسه با سایر آفت کش‌های ارگانوفسفره پایدارتر است. این امر را می‌توان به‌دلیل ساختار فیزیکی شیمیایی این ترکیب و پایداری بیشتر آن در محیط قلیایی به نسبت دیگر سم‌های فسفره دانست (Karyab *et al.*, 2013). با توجه به آنکه استان مازندران مطابق آمار رسمی منتشر شده در صدر مصرف کنندگان آفت کش‌های شیمیایی در کشور است و از آنجا که در حال حاضر در بیشتر شالیزارهای استان مازندران برای مبارزه با آفت کرم ساقه خوار برنج، از حشره کش دیازینون استفاده می‌شود و با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی استان مازندران از جمله میزان بالای بارش‌های جوی در این استان و بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی، این آفت کش می‌تواند از طریق آبیاری و بارندگی و انتقال از طریق نهرهای انحرافی وارد منابع آب سطحی شده و سبب آلودگی این آب‌ها شود. بررسی‌های انجام شده در برخی رودخانه‌های استان مازندران از جمله تجن براساس تحقیق Ahmadi-Mamaqani *et al.* (2011) و در مورد سیاه رود قائمشهر بر مبنای تحقیق Bahrami Far *et al.* (2015) گویای غلظت‌های قابل توجه آفت کش فسفره دیازینون بوده، که حتی پس از گذشت ۳ - ۴ ماه از زمان سمپاشی، هنوز هم میزان این حشره کش بیش از حد مجاز می‌باشد. در پژوهشی با هدف بررسی غلظت سم دیازینون در مزرعه‌های برنج با استفاده از HPLC، غلظت دیازینون در ۱۲۵ نمونه بررسی و باقیمانده این آفت

کش طی یک الی دو ماه ردیابی شد که بالاترین میزان غلظت دیازینون به میزان تقریبی ۱/۱۴ppm بیشتر از مقادیر تعیین شده استاندارد کشورهای اروپایی گزارش گردید (Arjmandi *et al.*, 2010). همچنین در مطالعه دیگری تحت عنوان بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از مصرف حشره کش دیازینون در استان مازندران شهرستان محمودآباد، از ۱۰ حلقه چاه کم عمق واقع در هفت روستا در دو فصل تابستان و پاییز نمونه برداری آب انجام شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد غلظت دیازینون اندازه گیری شده در شماری از نمونه‌ها بالاتر از میزان استاندارد سازمان جهانی بهداشت یعنی ۰/۱ میکروگرم در لیتر بود (Khazaei *et al.*, 2010). با عنایت به مخاطرات خاص آفت کش دیازینون، مصرف قابل توجه آن در استان مازندران و شرایط محیطی این منطقه بویژه با رواج کشت دوم برنج در چند سال اخیر، مطالعه حاضر به بررسی غلظت دیازینون در آب و خاک شالیزارهای برنج در کشت اول و دوم می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

با توجه به آنکه بخش مهمی از این تحقیق با هدف بررسی وضعیت آلودگی مزرعه‌های از حیث مصرف سم‌های فسفره شامل پیمایش میدانی[۵] و بررسی و آنالیز آزمایشگاهی[۶] است، بنابراین در این بخش از تحقیق که طی یک سال به درازا کشید، در سه فصل نمونه برداری از مزرعه‌های برنج در منطقه‌های منتخب انجام گرفت و سپس با اندازه گیری آزمایشگاهی، نتایج و اطلاعات حاصله به‌دست آمد و این اطلاعات مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نمونه برداری[۷]

برای دست‌یابی به اطلاعات در سطح کیفی مطلوب و قابل اعتماد، نمونه برداری صحیح از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین منظور نیاز به یک برنامه نمونه برداری کامل می‌باشد که بتواند هدف‌های نمونه برداری و پایش را تأمین کند. در این تحقیق طی سه فصل، نمونه برداری از مزرعه‌ها در منطقه‌های منتخب انجام گرفت و سپس با اندازه گیری آزمایشگاهی، نتایج و اطلاعات حاصله به‌دست آمد و این اطلاعات مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بازدید میدانی با تعیین ایستگاه‌های ثابت نمونه برداری و همچنین تعیین توالی زمانی اندازه گیری‌ها متناسب با زمان سمپاشی مزرعه‌های برنج صورت گرفت. نمونه برداری در سه فصل بهار، تابستان (قبل از نشا یا درحین برداشت محصول) و پاییز (برای کشت دوم برنج) انجام گرفت.

در مزرعه‌های انتخابی، نقاط نمونه برداری در شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز در نظر گرفته شدند. نمونه برداری‌ها ۱۰ - ۷ روز پس از سمپاشی انجام شد. نمونه‌های آب و خاک به تعداد ۲۵ نمونه آب و ۲۵ نمونه خاک در کشت اول و ۱۵ نمونه آب و ۱۵ نمونه خاک در کشت دوم تهیه گردید. نمونه برداری‌ها از اوایل تیرماه لغایت مرداد برای کشت اول و از هفته دوم شهریور الی اواخر مهر ماه برای کشت دوم برنج انجام شد. نمونه برداری آب با استفاده از نمونه برداری افقی و نمونه برداری خاک با استفاده از نمونه بردار ستونی[۸] صورت گرفت. نظر به پایداری نسبتا کم آفت کش دیازینون از عمق ۰ - ۲۰ سانتی متری نمونه گیری شد. از نکات مهم در نمونه برداری خاک، برداشت نمونه مرکب[۹] به جای نمونه واحد است. به این معنی که برای تهیه یک نمونه خاک، از چند نقطه مختلف زمین مورد نظر و از عمق نسبتا یکسان، نمونه برداشت شد. سپس این نمونه‌ها با یکدیگر مخلوط شده و در نهایت یک نمونه ترکیبی استخراج گردید. با تهیه نمونه مرکب می‌توان ارزیابی کامل‌تری از وضعیت آلودگی خاک شالیزار به‌دست آورد. بر این اساس، ضمن بازدید ظاهری و بررسی کارشناسی اولیه منطقه هر بخش براساس شرایط جغرافیایی به ۵ منطقه شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز تقسیم بندی شده و داخل هریک از این منطقه‌های ۵ گانه مجددا ۳ منطقه (یا کرت از زمین‌های زارعی تولید برنج مورد بررسی) انتخاب و در هر منطقه کوچک ۵ نمونه ۵۰۰ گرمی تهیه و نمونه‌های هر کرت با یکدیگر مخلوط شده و یک نمونه کاری ۵۰۰

گرمی تهیه و سپس به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه‌های خاک جهت آنالیز به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران (آزمایشگاه معتمد سازمان حفاظت محیط زیست) منتقل شد. با توجه به هدف این تحقیق که اندازه گیری دیازینون با پایداری نسبتا پایین می‌باشد، نمونه خاک برداشت شده در داخل یک کیسه پلاستیکی تمیز و خشک ریخته شده و با نصب برچسبی روی آن که مشخصات کامل نمونه روی آن درج شده، به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه باید به دور از نور، گرما و رطوبت در کمترین زمان ممکن در شرایط محیطی طبیعی به آزمایشگاه منتقل شود.

برای تعیین میزان آلودگی آب در ایستگاه‌های انتخابی نیز، از نقاط مختلف هر ایستگاه ۲۰ نمونه ۱ لیتری از عمق ۱۰-۱۵ 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 یک لیتری به‌عنوان مرکب جهت بررسی انتخاب گردید. نمونه‌های برداشت شده در بطری‌های یک لیتری تیره رنگ که درب آن به‌طور کامل با فویل آلومینیومی پوشانده شده بود نگهداری و به آزمایشگاه منتقل گردید (Zhao and Huey, 2009). برای جلوگیری از تجزیه آفت کش موجود در نمونه‌های آب، در فاصله بین زمان نمونه برداری تا انجام مرحله‌های آزمایشگاهی، ۵۰ سی سی محلول متیلن کلراید به هر نمونه اضافه شد. درب ظرف‌های محتوی نمونه‌ها با پارافیلم محکم درزبندی شد تا هیچگونه تبخیری در نمونه‌ها صورت نگیرد. سپس نمونه‌ها در باکس مخصوص حمل نمونه نگهداری شدند و به همان صورت به سرعت جهت عملیات استخراج آفت کش به آزمایشگاه سم‌های سازمان حفاظت محیط زیست انتقال یافتند. روی هر ظرف تاریخ نمونه برداری، محل نمونه برداری، درجه حرارت آب نوشته شد؛ حجم هر نمونه یک لیتر بود و شستشوی ظروف شیشه‌ای مخصوص نمونه برداری و حمل آن با استفاده از محلول استن و اسیدکلریدریک انجام گردید. نمونه برداری و نگهداری مطابق روش استاندارد بیان شده در استاندارد MOOPAM ویرایش ۲۰۰۵ انجام شد.

آماده سازی نمونه[10]

انجام آنالیز با دقت[11] و صحت[12] قابل قبول بدون فرآیندهای آماده سازی مناسب امکان پذیر نیست. با آماده سازی از طریق یکسان نمودن شرایط اولیه از لحاظ عامل‌های متغیر فیزیکی برای تمام نمونه‌ها و حذف عامل‌های تداخلگر زمینه مناسب فراهم می‌شود تا آنالیز پارامترهای مورد نظر با صحت، تکرار پذیری(دقت) و تکثیر پذیری بالایی انجام گیرد. بنابراین امکان مقایسه نتایج به‌دست آمده با یکدیگر و انجام بررسی‌های مقایسه‌ای فراهم می‌شود. میزان ۹۰ میلی لیتر از نمونه با استوانه مدرج برداشته شده و داخل ظروف استوانه‌ای شکل درپوش دار ریخته می‌شود. استاندارد داخلی‌تری فنیل فسفین با غلظت ppm ۵۸ (حلال استن) به میزان ۱۰ میکرو لیتر به نمونه‌ها اضافه می‌شود. به مدت ۱۰ دقیقه به نمونه زمان داده می‌شود، سپس در مرحله بعد، ۱ میلی لیتر حلال هگزان و مقدار کمی نمک کلرید سدیم برای افزایش قطبیت فاز آبی اضافه می‌گردد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه روی همزن مغناطیسی قرار می‌گیرد و بعد از گذشت این زمان، همانطور که محلول در حال چرخش است، قطره تشکیل شده در انتهای مخروط حاصل از دوران محلول با سرنگ یا سمپلر استخراج می شود. فاز آلی استخراج شده در داخل ویال ریخته می-شود. در این حالت نمونه آماده تزریق می‌باشد.

-کالیبراسیون: استانداردهای ppb ۱۰۰ و۵۰ و ۲۰ و ۱۰ تهیه شده و با حجم یکسان با حجم نمونه‌ها به دستگاه تزریق می‌شود. (این استاندارد شامل استانداردهای داخلی و استانداردهای ترکیب‌های آنالیز شونده درخواستی در محدوده غلظتی نمونه‌ها بود).

-آنالیز: اندازه گیری سم‌های فسفره با تزریق ۱ میکرولیتر از محلول استخراج شده بوسیله دستگاه GC/MS با ستون کاپیلاری HP5 انجام شد. به‌منظور تعیین آفت کش در خاک با استفاده از ۱۰ میلی لیتر مخلوط حلال‌های هگزان و استن به نسبت ۱:۱، استخراج صورت گرفت، سپس با استفاده از دستگاه

اولتراسونیک به روش استخراج آفت کش از خاک، مرحله پاکسازی برای خالص سازی نمونه‌ها با استفاده از ستون‌های پاک کننده و ماده جاذب فلورسیل مطابق روش استاندارد متد انجام شد. نمونه‌ها قبل از تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی توسط دستگاه روتاری مدل (Heidolf-4003) به حجم یک میلی متر تغلیظ شدند (You *et al.*, 2004).

نتایج و بحث

با وجود روش‌های مختلف در کنترل آفت‌های برنج مانند کنترل بیولوژیک، زراعی، فیزیکی، هنوز استفاده از آفت کش‌های شیمیایی به‌عنوان روش غالب در کنترل آفت‌های این گیاه مطرح است و پیش بینی می‌شود که در آینده نیز همچنان از روش کنترل شیمیایی برای کنترل آفت‌ها و افزایش تولیدهای محصول برنج استفاده شود (Mahdavi and Fahimi, 2001). از این رو انتظار این است که آفت کش مورد استفاده، ضمن دارا بودن کارایی و کیفیت لازم از منظر محیط زیستی و بهداشتی حداقل تأثیر سوء را ایجاد نماید. بنابراین در شرایط کنونی، مهمترین گزینه پیش رو مدیریت مصرف آفت کش‌های فسفره در برنج است. از آنجایی که اولین اقدام برای مدیریت هر مسئله، شناخت کافی از وضعیت موجود، مؤلفه‌های تأثیرگذار و برهم کنش عامل‌های مؤثر بر آن است؛ بنابراین اندازه گیری غلظت آفت کش دیازینون به‌عنوان آفت کش سنجه در آب و خاک مزرعه‌های برنج در دستور کار قرار گرفت. کشت دوم برنج در چند سال اخیر در استان مازندران رواج یافته است؛ بدین نحو که کشاورزان پس از برداشت کشت اول به سرعت اقدام به آماده سازی زمین و نشا دوباره برنج می‌کنند. تصور بر این است که چون فاصله آخرین سم پاشی کشت دوم تا برداشت آن، زمان بیشتری نسبت به کشت اول به طول می‌انجامد در نتیجه برنج سالم‌تری در کشت دوم تولید می‌شود. این در حالی است که به‌واسطه تقارن زمانی این کشت با نسل سوم کرم ساقه خوار برنج، مصرف آفت کش‌های شیمیایی در آن افزایش می‌یابد. در این بررسی، تعداد ۲۵ نمونه آب و ۲۵ نمونه خاک در کشت اول و ۱۵ نمونه آب و ۱۵ نمونه خاک درکشت دوم تهیه و مورد سنجش قرار گرفت. نمونه برداری و آنالیز آزمایشگاهی که طی یکسال به درازا کشید در سه فصل از مزرعه‌های منتخب انجام گرفت. براساس سنجه‌های آماری داده‌های نتایج پایش دیازینون در آب و خاک شالیزارها بنابر جدول ۱ و نتایج تست نرمال داده‌های اولیه بنابر جدول ۲، بیانگر این بود که تنها داده‌های نتایج مربوط به تست دیازینون در آب کشت دوم از وضعیت نرمال برخوردار بوده است(sig.>0.05). بنابراین برای داده‌های غیر نرمال از آنالیزهای آماری داده‌های غیر نرمال استفاده گردید.

جدول ۱- سنجه‌های آماری داده‌های نتایج پایش دیازینون در آب و خاک

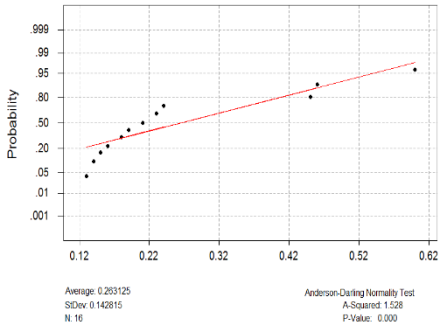
Table 1. Statistical indicators of diazinon in water and soil

داده ها Data	تعداد داده Number of data	میانگین Mean	میانه Median	انحراف معیار StDev	خطای استاندارد میانگین SE Mean
دیازینون در آب کشت اول ppm Diazinon in water/first cultivation	25	0.1808	0.160	0.1596	0.0319
دیازینون در آب کشت دوم ppm Diazinon in water/second cultivation	25	1.411	1.27	1.391	0.359
دیازینون در خاک کشت اول ng/g Diazinon in soil /first cultivation	15	27.9	11.0	54.2	10.8
دیازینون در خاک کشت دوم ng/g Diazinon in soil / second cultivation	15	46.27	37.00	34.34	8.87

جدول ۲- نتایج تست نرمال داده‌های اولیه

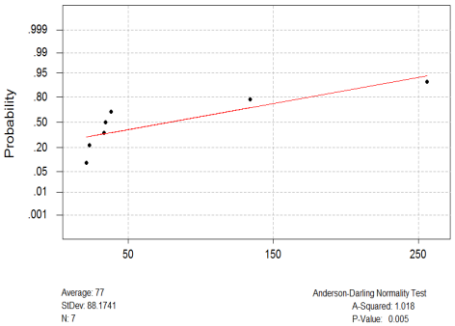
Table 2. Normality test of primary data

کشت Cultivation		آزمون کولموگروف-اسمیرنوف Kolmogorov-Smirnov			آزمون شاپیرو-ویلک Shapiro-Wilk		
		آمار Statistic	درجه آزادی df	سطح معناداری Sig.	آمار Statistic	درجه آزادی df	سطح معناداری Sig.
آب Water	1	.195	25	.015	.865	25	.003
	2	.196	15	.123	.884	15	.055
خاک Soil	1	.346	25	.000	.468	25	.000
	2	.248	15	.014	.793	15	.003



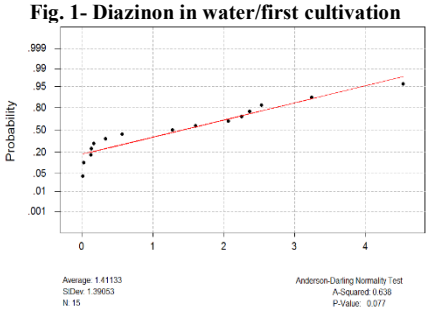
شکل ۱- نتایج دیازینون در آب /کشت اول

Fig. 1- Diazinon in water/first cultivation



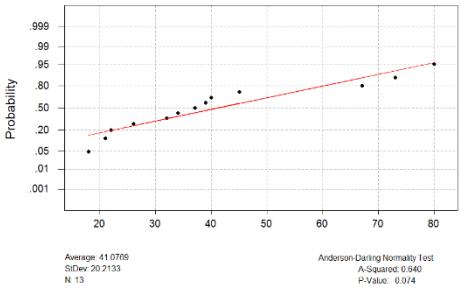
شکل ۲- نتایج دیازینون در خاک /کشت اول

Fig. 2- Diazinon in soil/first cultivation



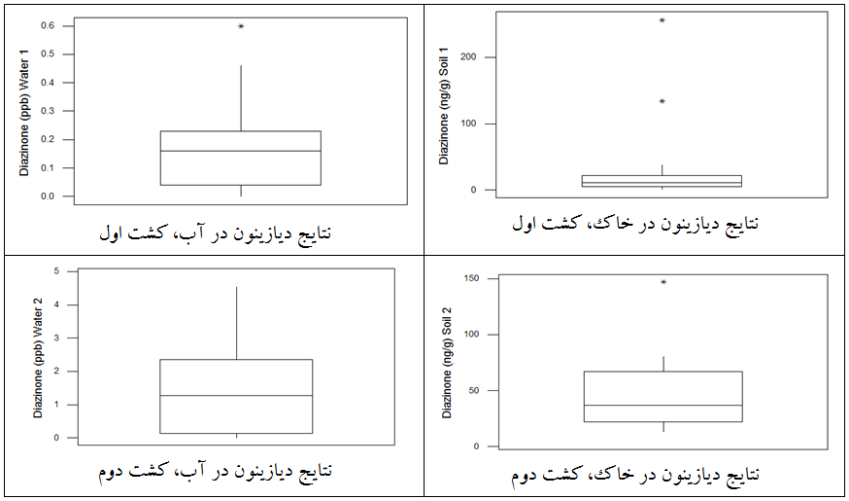
شکل ۳- نتایج دیازینون در آب /کشت دوم

Fig. 3- Diazinon in water/second cultivation



شکل ۴- نتایج دیازینون در خاک /کشت دوم

Fig. 4- Diazinon in soil/second cultivation

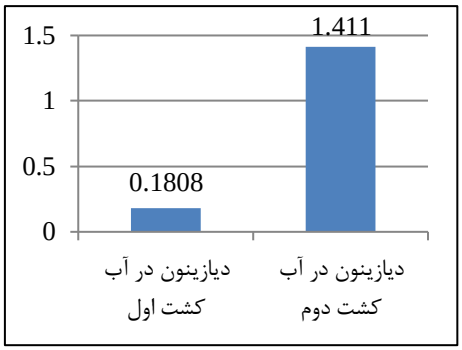


شکل ۵- نمودار Boxplot نتایج دیازینون در آب و خاک

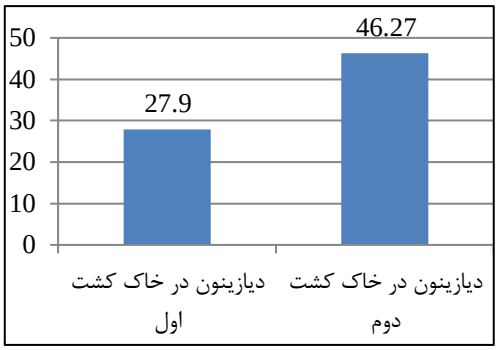
Fig. 5- Boxplot graph for diazinon in water and soil

براساس شکل ۵، داده‌های خارج از دامنه و غیرنرمال شناسایی شد، البته این داده‌ها حذف نشد و از روش‌های آنالیز آماری مخصوص داده‌های غیر نرمال استفاده شد. نکته مهم و دارای اهمیت در این تحقیق داده‌های غیر

نرمال است که با تکرار، صحت آن‌ها تأیید گردید. وضعیت چارک‌ها در نمودارهای بالا، ضرورت کنترل نرمال بودن داده‌ها را بویژه در مورد نتایج دیازینون در آب و خاک کشت اول نمایان می‌سازد.



diazinon in water/ first cultivation — diazinon in water/ second cultivation



diazinon in soil/ first cultivation — diazinon in soil/ second cultivation

شکل ۶- میانگین دیازینون در آب (بر حسب ppm) و خاک (بر حسب ng/g) در کشت اول و دوم

Fig. 6- Average of diazinon in water (ppm) and soil (ng/g) in first and second cultivations

نتایج حاصل بیانگر این هست که نسبت مقدار میانگین دیازینون در نمونه‌های آب کشت دوم نسبت به کشت اول، ۷/۸ برابر و نسبت مقدار میانگین دیازینون در نمونه‌های خاک کشت دوم نسبت به کشت اول ۱/۶۶ برابر است. همچنین نسبت مقدار «میانه»های نتایج آنالیز آب و خاک در کشت دوم نسبت به کشت اول به‌ترتیب ۷/۹۳ و ۳/۳۶ برابر می‌باشد. از آنجا که مقایسه «میانگین»ها به‌طور معمول برای داده‌های نرمال به‌کار می‌رود، بنابراین برای داده‌های غیر نرمال، مقایسه «میانه»ها به واقعیت نزدیکتر است. بیشترین غلظت دیازینون در نمونه‌های آب کشت اول در ساری ۰/۴۵ و آمل ۰/۴۶ میلی گرم در لیتر و نمونه‌های خاک ۲۵۶ و ۱۳۴ نانوگرم بر گرم در خاک بوده است و در کشت دوم، ۲/۵۳ میلی گرم در لیتر در محمودآباد و سرخرود ۲.۳۶ میلی گرم در لیتر و در نمونه‌های خاک سیاهکلا ۱۴۷ و بابل ۸۰ نانوگرم بر گرم بوده است. به‌نظر می‌رسد بخش‌های واجد غلظت بالاتر آفت کش در بخش‌های مرکزی و شمالی استان متمرکز می‌باشند.

جدول ۳- نتایج آزمون Mann-Whitney برای مقایسه نتایج دیازینون در آب و خاک در دو کشت اول و دوم

Table 3. Mann-Whitney test results for comparing diazinon between water and soil in first and second cultivations

آمار آزمون Test Statistics	آب Water	خاک Soil
آزمون مان-ویتنی-یو Mann-Whitney U	96.000	61.500
آزمون ویلکاکسکون Wilcoxon W	421.000	386.500
آزمون زد Z	-2.558	-3.522
سطح معناداری(۲ دنباله) Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.010	.000

مقدار .Asymp. Sig برای هر دو مورد آب و خاک کمتر از ۰/۰۵ به‌دست آمده است. این مقادیر بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در مقدار دیازینون در آب کشت اول در مقایسه با کشت دوم؛ و خاک کشت اول در مقایسه با کشت دوم است.

جدول ۴- بررسی همبستگی بین نتایج دیازینون در نمونه‌های آب و خاک(آزمون اسپیرمن) در کشت اول و دوم

Table 4. Correlation between diazinon concentration in water and soil samples in first and second cultivations (Spearman test)

همبستگی ها

Correlations

			آب **Water**	خاک **Soil**
	کشت اول **Cultivation = 1**			
روی اسپیرمن Spearman's rho	آب Water	ضریب همبستگی Correlation Coefficient	1.000	.091
		سطح معناداری Sig. (2-tailed)	.	.666
		تعداد N	25	25
	خاک Soil	ضریب همبستگی Correlation Coefficient	.091	1.000
		سطح معناداری Sig. (2-tailed)	.666	.
		تعداد N	25	25
	کشت دوم **Cultivation = 2**		آب **Water**	خاک **Soil**
روی اسپیرمن Spearman's rho	آب Water	ضریب همبستگی Correlation Coefficient	1.000	.539*
		سطح معناداری Sig. (2-tailed)	.	.038
		تعداد N	15	15
	خاک Soil	ضریب همبستگی Correlation Coefficient	.539*	1.000
		سطح معناداری Sig. (2-tailed)	.038	.
		تعداد N	15	15

همبستگی در سطح ۰/۰۵ (۲ دنباله) معنی دار است.

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

در کشت اول بین نتایج آب و خاک همبستگی معنی‌داری وجود ندارد (sig>0.05) ولی در کشت دوم همبستگی متوسط و مثبتی بین نتایج دیازینون در نمونه‌های آب و خاک با ضریب اسپیرمن ۰/۵۳۹ دیده می‌شود که در سطح احتمال ۰/۰۵ معنادار است (sig<0.05) دلیل این امر ممکن است فراریت سم دیازینون باشد که در کشت دوم به‌دلیل تشدید غلظت سم در آب و خاک، تأثیر این فراریت کاهش یافته است.

جدول ۵- ضرایب رگرسیون خطی بین نتایج دیازینون خاک (بر حسب ng/g) و آب (برحسب ppm) در کشت دوم

Table 5. Linear regression coefficients between diazinon concentration in water and soil in the second cultivation

Coefficients a, b

مدل Model	ضرایب غیر استاندارد Unstandardized Coefficients		ضرایب استاندارد Standardized Coefficients	t	سطح معناداری Sig.
	B	*Std. Error*	*Beta*		
(مقدار ثابت) (Constant)	24.702	10.483		2.356	.035
آب Water	15.279	5.380	.619	2.840	.014

a. Cultivation = 2

b. Dependent variable: Soil

مقدار $sig.=0.014 < 0.05$ در این تحلیل بیانگر آن است که قابلیت برآورد خوبی برای مقدار دیازینون خاک بر حسب دیازینون آب (در کشت دوم) وجود دارد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل، تفاوت معنی‌دار در مقدار دیازینون در آب کشت اول در مقایسه با کشت دوم، و خاک کشت اول در مقایسه با کشت دوم را نشان می‌دهد. براساس آزمون Mann-Whitney، که برای داده‌های غیر نرمال به‌کار می‌رود مقدار .Asymp. Sig برای هر دو مورد آب و خاک کمتر از ۰.۰۵ به‌دست آمده است که این امر وجود تفاوت معنی‌دار در مقدار دیازینون در آب کشت اول در مقایسه با کشت دوم؛ و خاک کشت اول در مقایسه با کشت دوم را نشان می‌دهد. در کشت اول بین نتایج آب و خاک همبستگی معنی‌داری وجود ندارد ($sig>0.05$) ولی در کشت دوم همبستگی متوسط و مثبتی بین نتایج دیازینون در نمونه‌های آب و خاک با ضریب اسپیرمن ۰/۵۳۹ دیده می‌شود که در سطح احتمال ۰.۰۵ معنادار است ($sig<0.05$).

نکته قابل اشاره آنکه، در کشور حدود مجاز ملی برای آفت کش ارگانوفسفره در آب و خاک تعریف نشده است، از این رو در این مطالعه به استانداردهای جهانی رجوع شد. با عنایت به آنکه در کشورهای اروپایی با توجه به بررسی‌های بعمل آمده استانداردهای متفاوتی در این مورد وجود دارد، بنابراین استانداردی که در نظر گرفته شد استاندارد کشور آلمان بود که در آن استاندارد دیازینون در آب برابر ۰/۱ppm بیان گردیده است. لازم به اشاره است که اتحادیه اروپا بیشترین غلظت مجاز برای «مجموع باقیمانده سم‌ها» در منابع آب آشامیدنی را ۰.۵ میکروگرم در لیتر تعیین نموده است. آژانس حفاظت محیط زیست امریکا نیز حد مجاز دیازینون در آب‌های سطحی جهت حفاظت حیات آبی را ۰/۰۰۹ ppb اعلام نموده است. باوجود نیمه عمر متوسط آفت کش مدنظر، نتایج حاصل بیانگر این واقعیت است که در طی دوره کشت برنج بویژه کشت دوم (با توجه به افت دما در پاییز و بارندگی) کشاورزان و مردم منطقه در معرض غلظت بیشتری از آفت کش قرار دارند (Abdollahzadeh *et al.*, 2015). در صورت تأیید حدمجاز ۰/۱ ppm نتایج حاصل در نمونه‌های آب شالیزار گویای بالاتر بودن ۶۴ درصدی نتایج کشت اول و ۸۷ درصدی نتایج کشت دوم از حد مجاز هست. بالا بودن میزان باقیمانده سم دیازینون در آب نسبت به خاک، ممکن است مرتبط با حلالیت این آفت کش در آب باشد. با توجه به آمار مندرج در آمارنامه محصولات کشاورزی طی پنج سال اخیر، استان مازندران بالاترین مصرف کننده آفت کش‌های شیمیایی در کشور بوده است. نکته دارای اهمیت دیگر کاربرد بالای حشره کش فسفره دیازینون می‌باشد. در حال حاضر در بیشتر شالیزارهای استان مازندران برای مبارزه با آفت کرم ساقه خواربرنج، از حشره کش فسفره دیازینون استفاده می‌شود. با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی استان مازندران این آفت کش می‌تواند از طریق آبیاری و بارندگی و انتقال از طریق نهرهای انحرافی وارد منابع آب سطحی شده و سبب آلودگی این آب‌ها شود. بررسی‌های انجام شده در برخی رودخانه‌های استان مازندران گویای غلظت‌های قابل توجه آفت کش فسفره دیازینون بوده، که حتی پس از گذشت ۳ - ۴ ماه از زمان سمپاشی، هنوز هم میزان حشره کش‌های فسفره بیان شده بیش از حد مجاز می‌باشد. موضوع دیگر پایداری بیشتر آفت کش دیازینون در مقایسه با سایر ارگانوفسفره‌ها هست. این امر را می‌توان به‌دلیل ساختار فیزیکی شیمیایی این آفت کش و پایداری بیشتر دیازینون در محیط قلیایی به نسبت دیگر سم‌های فسفره دانست. دیازینون در بیشتر حلال‌های آلی به‌خوبی حل می‌شود. این آفت کش بیشتر به‌صورت گرانول ۱۰ درصد علیه کرم ساقه خوار برنج استفاده می‌شود. باقی‌مانده آن در خاک ۱۲ - ۱۴ هفته پس از سمپاشی مشاهده می‌گردد، ولی ۵۰ درصد سم در ۲ - ۳ هفته پس از مصرف تجزیه می‌شود و عامل‌های شیمیایی و فیزیکی و میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی در این مورد ایفا می‌کنند (Abbasian *et al.*,

2014). pH آب و خاک نیز در بقا و پایداری این حشره کش در محیط مؤثر است. بیشتر سم‌های ارگانوفسفره در *pH*بالای ۵ پایدار نبوده و سرعت هیدرولیز در *pH* بالای ۸ به ازای افزایش هر واحد ۱۰ برابر می‌شود. افزایش pH سبب افزایش تجزیه سم‌های ارگانوفسفره می‌گردد. نکته قابل توجه این هست که *pH* در نمونه های آب برداشت شده، به‌طور عمده بالای ۵ بوده و به‌عبارتی خنثی به طرف قلیایی که این به‌عنوان یک مزیت مطرح است (Ghassempour *et al*., 2002).

جدول ۶- نیم عمر دیازینون در pH های مختلف
Table 6. Half-life of diazinon in different pH

pH	نیم عمر دیازینون Half-life of diazinon
1.3	۱۲ ساعت 12 hours
5	۱۴-۱۲ روز 12-14 days
6	۵۴-۶ روز 6-54 days
7	۱۳۸-۷۰ روز 70-138 days
8	۵۴ روز 54 days
9	۷۷ روز 77 days

دما نیز بر سرعت هیدرولیز آفت کش تأثیر دارد؛ به‌طوریکه به ازای افزایش هر ۱۰ درجه سانتیگراد، سرعت هیدرولیز بیش از سه برابر افزایش می‌یابد که این را می‌توان ناشی از افزایش فعالیت بیولوژیکی با افزایش دما دانست. بنابر بررسی انجام شده، دمای آب مزرعه‌های برنج در مازندران حداقل ۱۴ درجه سانتیگراد در اواخر بهار و اوایل پاییز (کشت دوم) و حداکثر ۲۷ درجه سانتیگراد در اواسط تابستان بوده است (Tavokoli, 2007). بررسی‌ها نشان می‌دهد که pH و دمای محیط در پایداری دیازینون در مزرعه‌های کشاورزی استان نقش مؤثری دارند.

موضوع دارای اهمیت در این تحقیق، اختلاف قابل توجه آلاینده‌ها در کشت دوم برنج در مقایسه با کشت اول بود. نکته قابل تأمل در نوع سم‌هایی که بیشترین مصرف را در کشور به خود اختصاص می‌دهند این است که بیشتر آن‌ها از سم‌های قدیمی بوده و به‌صورت فراگیر عمل می‌کنند که می‌توانند برای محیط زیست و دشمنان طبیعی آفت‌ها مخاطره آمیز باشند. حذف سم‌های پرخطر مانند دیازینون و جایگزینی آن‌ها با سم‌های کم خطرتر از برنامه‌های مهمی هست که به توسعه کشاورزی پایدار کمک کرده و سبب کاهش هزینه‌های بهداشتی و محیط زیستی می‌شود (Shokrzadeh *et al*., 2013). براساس کنوانسیون روتردام که جمهوری اسلامی ایران از متعاهدان آن می‌باشد، در صورتیکه ثابت شود سمی پرخطر است باید از سبد مصرف خارج شود، بنابراین اقدام در راستای برنامه‌های این کنوانسیون و دیگر مراجع ذی صلاح بین المللی و نیز اتکا به تحلیل های کارشناسی داخلی، مبتنی بر پر خطر بودن و ناسازگاری برخی از آفت کش‌های شیمیایی همچون دیازینون با شرایط اقلیمی در استان های شمالی و الگوی کشت می‌تواند به بهبود وضعیت محیط زیستی و بهداشتی منجر شود. لازم به توضیح است که موضوع کاهش مصرف آفت کش‌های شیمیایی همواره دارای جایگاه ثابتی در اسناد بالادستی کشور بویژه برنامه‌های پنج ساله توسعه بوده است. در بندهای ۴ و ۶ ماده ۶۱ قانون برنامه ششم توسعه کشور، مصرف بهینه آفت کش‌های شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است. ضمن آنکه در ماده ۹ قانون حفاظت از خاک مصوب ۱۳۹۸/۳/۲۰، موضوع مصرف بهینه آفت کش‌ها تصریح شده است و در تبصره همین ماده، وزارت جهاد کشاورزی مکلف شده است با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان حفاظت محیط زیست نسبت به تهیه دستورالعمل مصرف انواع آفت‌کش‌ها در مزرعه‌های اقدام کند. همچنین در ماده ۱۱ قانون حفاظت از خاک که مرتبط‌ترین ماده قانونی با هدف‌های تحقیق حاضر است مسئولیت پایش خاک و شناسایی مواد آلاینده خاک براساس حدود مجاز آلودگی خاک و آلاینده‌های ورودی به آن برای کاربری‌های مختلف خاک به سازمان حفاظت

محیط زیست واگذار شده است که ضرورت دارد ضمن تعیین حدود مجاز ملی سم‌های ارگانوفسفره در منابع زیستی، برنامه‌های پایش منسجم و مستمر برای ردیابی آفت کش‌های با ریسک بالا در آب و خاک مزرعه‌های محصولات استراتژیک کشور نظیر برنج در دستور کار قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

بالا بودن مقادیر غلظتی آفت کش دیازینون در نمونه‌های آب و خاک بررسی شده بویژه در کشت دوم، ضرورت توجه بیشتر به ملاحظات مدیریتی به‌منظور کاهش مخاطرات محیط زیستی را اجتناب ناپذیر می‌سازد. عمده عامل‌های مرتبط با مصرف بی رویه آفت کش‌های شیمیایی از جمله دیازینون در مزرعه‌های برنج استان مازندران به قرار زیر است:

وجود نداشتن مجازات‌های بازدارنده در اسناد و قوانین موضوعه و نبود ضمانت اجرایی برای سیاست‌های مصرف بهینه سم‌های شیمیایی و نبود برخورد اثرگذار با متخلفان (قوانین درحیطه مصرف سم‌های قدیمی هستند و جرائم، مجازات‌ها و نحوهٔ نظارت قانونی ضعیف پیش بینی شده؛ به‌طوریکه میزان مجازات‌ها آنقدر ناچیز است که ضامن اجرای راهبردها نیست.)

لحاظ نکردن شرایط متفاوت کشور در تدوین راهبردها، به‌دلیل تنوع اکولوژیکی و اقلیمی هر منطقه از کشور، تنها راهبردهای ملی کارساز نیست و راهبردها باید به‌صورت منطقه‌ای و بعضا محلی تدوین و اجرا شوند.

مداخلهٔ سودجویان در مصرف‌های غیر متعارف و ایجاد اختلال در نظام مند نمودن مصرف آفت کش‌های شیمیایی

شرایط سیاسی کشور و تحریم‌ها که موجب استفاده نکردن از روش‌های جایگزین ویا سم‌های با مخاطرات کمتر برای محیط زیست می‌شود.

نبود هماهنگی در اجرای برنامه‌های پایش آلودگی آب و خاک کشاورزی و پایش ایمنی محصول

تغییر سیاست‌ها درکوتاه مدت بواسطه تغییر مدیریت‌ها، که موجب عدم اقدام کارا و سیستماتیک در حذف سم‌های پرخطر می‌شود.

عدم به اشتراک گذاری اطلاعات و داده‌های پایش بین دستگاه‌ها، در حال حاضر، تبادل و دسترسی داده‌ها در سطح وسیعی از نهادهای دولتی انجام نمی‌شود و حتی تصمیم‌های واحدی در مورد انتشار نوع داده و نحوه اطلاع رسانی وجود ندارد.

نبود نظام جامع و یکپارچه پایش و ارزیابی فنی در عرضه و مصرف سم‌های فسفره در استان و کمبود خدمات گیاه پزشکی در استان مازندران متناسب با سطح زیرکشت و مصرف سم‌ها به گواه آمار مندرج در آمارنامه وزارت جهادکشاورزی

قیمت پایین سم‌های شیمیایی، ارزش اقتصادی سم‌های مصرفی در کشور معادل ۱۳۸ میلیون دلار (در جهان حدود ۵۲ میلیارد دلار) و متوسط قیمت هر لیتر/کیلوگرم آفت کش مصرفی کشور حدود ۵/۳ دلار و در جهان ۱۲/۷ دلار است که بیانگر مصرف سم‌های با قیمت به‌نسبت پایین در کشور است.

ارتباط ضعیف مرکزهای تحقیقاتی و دانشگاهی با نهادهای دولتی، در حال حاضر همکاری‌های بین بدنه علمی و اجرایی در حوزه پایش آلاینده‌های کشاورزی و ایمنی محصولات مناسب نیست که باید راهبردهای با رویکرد تلفیقی در پژوهش ها تدوین و اجرا شود تا به خروجی‌های مطلوب دست یافت.

استفاده نکردن مطلوب از فناوری‌های نوین درجهت کنترل مؤثر آفت‌های برنج و کفایت نداشتن روش متداول کنترل بیولوژیک کرم ساقه خوار برنج در استان مازندران(استفاده از زنبور تریکوگراما) در مقایسه با کنترل آفت توسط سم‌های شیمیایی

با عنایت به عامل‌های برشمرده شده در کشور و استان مازندران در حوزه مصرف سم‌های شیمیایی، که بخشی

مستلزم اتخاذ تصمیم در مقیاس ملی و برخی نیازمند رویکرد استانی و محلی است، ضرورت دارد با توجه به مخاطرات جدی آلاینده‌های محیط زیستی ناشی از مصرف سم‌های فسفره در مزرعه‌های برنج، موضوع بهره برداری پایدار از زمین‌های تحت کشت با تمرکز بر ارتقای بهره وری تولید و افزایش راندمان محصول، ایجاد مرکزیت راهبردی واحد به‌منظور مدیریت مصرف آفت کش‌ها، توسعه آموزش‌های عمومی و تخصصی برای گروه‌های صاحب نفع در تولید، عرضه و مصرف آفت کش، ثبت و کاربرد سم‌ها بر مبنای ضریب اثر محیطی، حذف و جایگزینی آفت کش پرخطر دیازینون و استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین برای مقابله با آفت‌های مهم برنج به‌عنوان راهبردها و سیاست‌های اجرایی حاصل از این تحقیق و تدوین برنامه‌های سیاستی پیش رو مدنظر قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها

[1] Environmental Impact Quotient
[2] Gas Chromatography
[3] Organophosphorus pesticides
[4] World Health Organization (WHO)
[5] Field monitoring
[6] Detection and measurement of pesticide residues
[7] Sampling
[8] Core
[9] Multiple sample
[10] Sample preparation
[11] Precision
[12] Accuracy

منابع

Abbasian, H., Ashayeri, A., Hosseinmarzeh, S.H. and Goshtasb Meigooni, H., 2014. Residues of diazinon in Ab-bandans supplied by Babolroud, Talar and Siaroud Rivers, Iran. Journal of Ecology and the Natural Environment. 6, 153–158.

Abdollahzadeh, G., Sharifzadeh, M.S. and Damalas, C.A., 2015. Perceptions of the beneficial and harmful effects of pesticides among Iranian rice farmers influence the adoption of biological control. Crop Protection. 75, 124–131.

Aghilinejad, M.A., Mohammadi, S. and Farshad A.A., 2007. The effect of pesticides on farmers' health. Research in Medicine. 31, 327–331. (In Persian with English abstract).

Ahmadi-Mamaqani, Y., Khorasani, N., Talebi, K.H., Hashemi, S.H, Rafiee, G.H. and Bahadori-Khosroshahi, F., 2011. Diazinon Fate and Toxicity in the Tajan River (Iran) Ecosystem, Environmental Engineering Science. 28, 859–868.

Ara, A.G., Haque, W. and Hasanuzzaman, M., 2014. Detection of organochlorine and organophosphorus pesticides residues in water samples of Taragong Thana in Rangpur district in Bangladesh. Research Journal of Environmental and Earth Sciences. 6, 85–89.

Arjmandi, R., Tavakol, M. and Shayeghi, M., 2010. Determination of organophosphorus insecticide residues in the rice paddies. International Journal of Environmental Science and Technology. 7, 175–182.

Bahramifar, N., Taheri, K., Moradi, H.R. and Ahmadpour, M., 2015. The role of agricultural and residential land-uses on organophosphorus and organochlorine pesticides residues in water and sediments of Siahrud river, Qaemshahr. Journal of Environmental Studies. 41, 8–10. (In Persian with English abstract).

Bouman, B.A., Castaneda, M. and Bhuiyan, A.R., 2002. Nitrate and Pesticide Contamination of Groundwater under Rice-based Cropping System: past and current evidence from the Philippines. Agriculture Ecosystem and Environment. 92, 185–199.

Crawford, C.G., 1995. Occurrence of pesticide in white river, Indiana, U.S. Geological Survey, 1–3.

Ebrahimzadeh, M.A., Shokrzadeh, M. and Bioukabadi, M., 2005. Effect of organophosphorous pesticides on acetyl cholinesterase activity in agricultural workers. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences.7,1–7. (In Persian with English abstract).

Environmental Protection Agency, 2014. National Recommended Water Quality Criteria: EPA 822-R-02-047.

Fadaei, A., Dehghani, M.H., Nasseri, S., Mahvi, A.H., Rastkari, N. and Shayeghi, M., 2012. Organophosphorous pesticides in surface water of Iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 88, 867–869.

Fushiwaki, Y., Hamamura,T., Hasegawa, A. and Urano, K., 1993. Environment pollution by pesticide from Golf Courses in Kanagawa Prefecture. Japan Journal of Toxicol Environ Health. 39, 543–548.

Ghassempour, A., Mohammadkhah, A., Najafi, F. and Rajabzadeh, M., 2002. Monitoring of the pesticide diazinon in soil, stem and surface water of rice fields. Analytical Sciences. 18, 779–783.

Karyab, H., Mahvi, A.H., Nazmara, S. and Bahojb, A., 2013. Determination of water sources contamination to diazinon and malathion and spatial pollution patterns in Qazvin, Iran. Bull Environ Contam and Toxicol. 90, 126–131.

Khazaei, S.H., Khorasani, N., Talebi Jahromi, K.H. and Ehteshami, M., 2010. Investigation of the groundwater contamination due to the use of diazinon insecticide in Mazandaran Province (case study: Mahmood Abad city). Journal of Natural Environment. 63, 23–32.

Mahdavi, A. and Fahimi, G.H., 2001, Biological control of chilo suppressalis in rice fields and its role in pesticide reduction in North of Iran. Journal of Environmental Science and Tecnology. 9, 31–40. (In Persian with English abstract).

Protocol for monitoring acute and chronic Toxicity in the San Joaquin river watershed, winter (1997-98). California Environmental Protection Agency Department of Pesticide Regulation.

Shayeghi, M., Nasirian, H., Nourjah, N., Baniardelan, M., Shayeghi, F. and Aboulhassani, M., 2009. Cholinesterase activity among spray workers in Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences. 12, 696–701.

Shayeghi, M., Shahtaheri, S.J. and Selseleh, M., 2001. Phosphorus insecticides residues in Mazandaran River Waters (2000). Iranian Journal of Public Health. 30, 115–118.

Shokrzadeh, M., Karami, M. and Ebrahimi Ghadi, M.A., 2013. Measuring organophosphorus Insecticide Residue in Rice Produced in Amol, North of Iran. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 22, 215-221. (In Persian with English abstract).

Soltaninejad, K. and Abdollahi, M., 2009. Current opinion on the science of organophosphate pesticides and toxic stress: a systematic review. Med Sci Monit. 15, 75–90.

Tavokoli, M., 2007. Environmental Impact Assessment of diazinon in rice fields (a case study on Amol Township rice fields). M.Sc.Thesis. Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

US EPA, 2007. Regulatory history and past assessments for diazinon, Appendix1.

You, J., Weston, D. P. and Lydy, M. J., 2004. A sonication extraction method for the analysis of pyrethroid, organophosphate, and organochlorine pesticides from sediment by gas chromatography

with electron-capture detection. Arch Environ Contam Toxicol. 47, 141–147.

Zhang, Z.L., Hong, H.S., Zhau, J.L., Huang, J. and Yu, G., 2003. Fate and assessment of persistent organic oollutants in water and sediment from Minjiang River Estuary, Southeast China. Chemosphere. 52, 1423–1430.

Zhao, X. and Huey, H., 2009. A study of degradation of organophosphorus pesticides in river waters and identification of their degradation products by chromatography coupled with mass spectrometry. Arch Environ Contam Toxical. 56, 646–653.

Environmental Sciences Vol.20 / No.2 / Summer 2022

1-18
Original Article

Evaluation of first and second rice cultivation based on diazinon pesticide concentration in water and soil of paddy fields of Mazandaran Province

Shina Ansari Hamedani[1], Reza Arjmandi[1*], Saeed Motessadi Zarandi[2], Mohammad Ali Baghestani[3] and Reza Azizinezhad[4]

[1] Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
[2] Department of Environmental Health, Faculty of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Department of Weed Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
[4] Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences and Food Industry, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Received: 2022.03.14 Accepted: 2022.05.01

Ansari Hamedani, S.H., Arjmandi, R., Motessadi Zarandi, S., Baghestani, M.A. and Azizinezhad, R., 2022. Evaluation of first and second rice cultivation based on diazinon pesticide concentration in water and soil of paddy fields of Mazandaran Province. Environmental Sciences. 20(2): 1-18.

Introduction: Consumption of organophosphorus pesticides in agriculture causes many environmental problems. Water and soil pollution and disruption of the balance of natural ecosystems, the emergence of new pests and diseases, the presence of pesticide residues in agricultural products, and the resulting health effects have made the consumption management of organic phosphorus pesticides an unavoidable necessity. Despite the low per capita consumption of pesticides in the country on a global scale, the unfavorable use of organophosphorus pesticides in some parts of the country, including the northern provinces, and the resulting pollution, is one of the most important environmental issues in the country. In this study, according to the EIQ (Environmental Impact Quotient), diazinon pesticide was evaluated as hazardous to the environment of the study area due to its widespread use against *Chilo suppressalis* in the water and soil of paddy fields.

Material and methods: Detection of diazinon pesticide in water and soil of paddy fields in Mazandaran Province was done by determining fixed stations for sampling in accordance with spraying paddy fields. A total of 50 soil and water samples were gathered for the first cultivation and 30 soil and water samples were gathered for the second cultivation and were measured by Gas Chromatography after being transferred to the

* Corresponding Author: *Email Address*: hrezaarjmandi@gmail.com

laboratory. Sampling was done from late June to mid-August for the first cultivation, and from the first week of September to late October for the second cultivation of rice. Sampling was done in three seasons: spring, summer (before transplanting or during harvest), and autumn (for the second rice cultivation).

Results and discussion: The results of measuring the target pesticide showed a significant difference in the amount of diazinon in the water of the first cultivation compared to the second cultivation and the soil of the first cultivation compared to the second cultivation. Also, the average of diazinon in the water samples of the second cultivation was 7.8 times higher compared to the first cultivation and 1.66 times higher in the soil samples of the second cultivation compared to the first cultivation, which indicates high and alarming amounts of diazinon in the second rice cultivation. The stability and solubility of diazinon, as well as the environmental conditions of Mazandaran Province, especially the high groundwater level, extend the life of this pesticide and consequently cause serious environmental hazards.

Conclusion: Sustainable use of cultivated lands with a focus on improving production efficiency and increasing crop efficiency, creating a strategic center and a single regulator in the country to manage pesticide consumption, developing general and specialized training for groups of stakeholders in the production, supply and consumption of pesticides, registration and application of pesticides based on environmental impact factor, gradual removal and replacement of high-risk pesticide diazinon, and the use of new methods and technologies to deal with important pests of rice are among the most important things that should be considered as strategies and executive policies resulting from research.

Keywords: Pesticides, Diazinon, Organophosphorus pesticides, Environmental Pollution.