بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از مصرف حشره‌کش دیازینون در استان مازندران (مطالعه موردی: شهرستان محمودآباد)

سیدحسین خزاعی[*1]، نعمت‌ا... خراسانی[2]، خلیل طالبی‌جهرمی[3]، مجید احتشامی[4]

[1] عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر، ایران

[2] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[3] استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران

[4] استادیار دانشکده عمران، دانشگاه خواجه نصیرالدین‌طوسی، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٦/١٢/٢٠، تاریخ تصویب: ٨٨/٩/٣٠)

چکیده

با توجه به‌اینکه بیشتر مناطق دشتی استان مازندران تحت کشت فشرده برنج قرار دارد، از آفت‌کش‌ها برای کنترل آفات و افزایش میزان تولید، در مقیاس زیاد استفاده می‌شود. آفت کش غالب شالیزارها حشره کش دیازینون می‌باشد که برای مبارزه با کرم ساقه خوار برنج مصرف می‌شود، همچنین به دلیل بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد بررسی، استفاده مردم از آب‌های زیرزمینی و عوارض احتمالی ناشی از آن در مناطق شمالی ایران، در این پژوهش بر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی با تاکید بر چاه‌های کم عمق صورت گرفت. در سال ١٣٨٥ از ١٠ حلقه چاه کم عمق واقع در هفت روستا در دو فصل تابستان و پاییز نمونه برداری آب انجام شد. از هر حلقه چاه به میزان یک لیتر نمونه برداری شده و در بطری‌های شیشه‌ای تیره به آزمایشگاه منتقل شد. استخراج دیازینون از نمونه‌های آب توسط متیلن کلراید به روش مایع- مایع و خالص‌سازی آنها به روش کروماتوگرافی لایه نازک (*TLC*) صورت گرفت. باقی‌مانده موجود در نمونه‌ها به روش فاز معکوس کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (*HPLC*) اندازه‌گیری شد. ستون مورد استفاده C_{18} به ابعاد ۶ ×١٥٠ میلی‌متر، فاز متحرک شامل متانل: آب به ترتیب به نسبت ٧٠ :٣٠ و سرعت جریان ١/٢٥٠ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. آشکارسازی در طول موج ٢٢٠ نانومتر با دتکتور ماوراء بنفش انجام شد. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که میزان باقی‌مانده دیازینون در آب‌های زیرزمینی منطقه مورد بررسی از ٠/٠٠٢ تا ٠/٥٧٢ میکروگرم بر لیتر است. غلظت دیازینون اندازه‌گیری شده در شماری از نمونه‌های آب بالاتر از میزان استاندارد تعیین شده سازمان بهداشت جهانی (*WHO*) یعنی ٠/١ میکروگرم بر لیتر بود.

کلمات کلیدی: آلودگی آب زیرزمینی، آفت‌کش، باقی‌مانده آفت‌کش، دیازینون، محمودآباد، *HPLC*

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٩١٦-٣٣٣٦٣٨٨ فاکس: ٠٦٣٢-٤٢٣٤٧٢٥

E-mail: fdkhazaei@yahoo.com

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت، نیاز به تولیدات کشاورزی و مواد غذایی را افزایش داده و زمینه گسترش فعالیت‌های کشاورزی را فراهم آورده است این افزایش تولید دارای عوارض زیست محیطی فراوان از جمله آبیاری بیشتر و مصرف بیشتر آفت‌کش‌ها وکودهای شیمیایی بوده که در نتیجه باعث شستشو و جابجایی آنها به لایه‌های مختلف خاک و آب‌های زیرزمینی می‌شود. آب‌های زیرزمینی برای مقاصد مختلفی مورد بهره برداری قرار می‌گیرند برای مثال آب آشامیدنی بیش از ۹۰ درصد شهرها در سراسر جهان از منابع آب زیرزمینی تامین می‌شود و در حدود ۴۰ درصد نیاز بخش کشاورزی به آب نیز با بهره‌برداری از این منابع تامین می‌شود، بنابراین کیفیت آب زیر زمینی موضوعی قابل تامل است (Erfanmanesh & Afuni, 2002). امروزه در اغلب کشورهای در حال گسترش کاربرد آفت-کش‌ها و کنترل شیمیایی نقش اصلی در حفظ نباتات ایفا می‌نماید. شکی نیست که بهره‌گیری از آفت‌کش‌ها نقش بسزایی در کنترل آفات گیاهی دارد ولی حتی میزان‌های کم این مواد شیمیایی، پیامدهای زیست محیطی و زیان-های بهداشتی بسیاری برای انسان در پی خواهند داشت. در نتیجه بهره‌گیری بی‌رویه از آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی علاوه بر آلودگی لایه‌های مختلف خاک، آب‌های زیرزمینی منطقه را نیز در خطر آلودگی قرار می‌دهد.

استان مازندران در شمال ایران از سرسبزترین و حاصلخیزترین مناطق ایران می‌باشد به طوری که سطح زیادی از این مناطق را پوشش گیاهی اعم از جنگل‌ها، کشتزارها، شالیزارها و باغ‌ها پوشانده‌اند. بیشتر مناطق دشتی این قسمت از ایران تحت کشت فشرده برنج می‌باشد و از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها برای افزایش عملکرد و تولید استفاده می‌شود. آفت‌کش غالب این منطقه حشره‌کش دیازینون می‌باشد که برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج بکار می رود. در بعضی از مناطق روستایی منطقه محمودآباد استان مازندران، اهالی آب مصارف خانگی و نوشیدنی خود را از آبخوان‌های کم عمق این منطقه به دست می‌آورند (Khazaei et al., 2007). کیفیت آب‌های زیرزمینی ممکن است تحت تاثیر استفاده از آفت‌کش‌ها و حاصلخیزکننده‌ها قرار گرفته باشد (Bouman et al., 2002). در میان مواد شیمیایی کشاورزی، باقی‌مانده آفت‌کش‌های فسفره به علت تاثیر بر فعالیت کولین استراز (آنزیمی که برای عملکرد شبکه‌های عصبی نیاز می‌باشد) عمده‌ترین خطر را متوجه انسان می‌کنند. با توجه به آمار جهانی بیشترین میزان مرگ و میر به وسیله آفت‌کش ها مربوط به سموم فسفره می‌باشد (Riazi et al., 2003).

جدول شماره (۱) میزان توزیع سموم دفع آفات در منطقه مورد بررسی در سال زراعی ۸۵- ۸۴ را نشان می‌دهد. با این نگرش، در این بررسی بقایای آفت‌کش دیازینون در آب‌های زیرزمینی منطقه محمودآباد در سال ۸۵ مورد بررسی قرار گرفت.

معرفی منطقه مورد بررسی

شهرستان محمودآباد با گستره‌ای معادل ۵۱۰ کیلومتر مربع در مرکز استان مازندران واقع شده است که از نظر طول و عرض جغرافیایی در ۲۵ درجه ۱۵ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. شهرستان یادشده از نظر ریخت شناسی در بخش جلگه‌ای استان شکل گرفته و دارای ۹۱ نقطه روستایی می‌باشد. ارتفاع میانگین شهرستان نسبت به سطح دریای مازندران حدود۲۰ متر و شیب عمومی آن به پیروی از شکل منطقه از جنوب به شمال می‌باشد. از نظر آب و هواشناسی دارای آب و هوای معتدل خزری است که میانگین دمای سالانه آن ۱۷ درجه سانتی‌گراد و ماههای دی و بهمن با ۱/۶- درجه سلسیوس به عنوان سردترین ماههای سال و تیر و مرداد با ۳۹ درجه سلسیوس به عنوان گرمترین ماههای سال گزارش شده‌اند. نوع خاک منطقه سیلتی لوم می‌باشد. پوشش گیاهی این شهرستان به دلیل برخورداری از آب و هوای معتدل خزری و فراوانی بارش های جوی از تراکم ویژه‌ای برخوردار بوده و همه اراضی شهرستان مستعد کشت برنج و درختان مثمر و غیر مثمر می‌باشد. زندگی مردم این منطقه بیشتر بر پایه اقتصاد کشاورزی استوار است. عمده‌ترین محصول کشاورزی این منطقه ارقام برنج

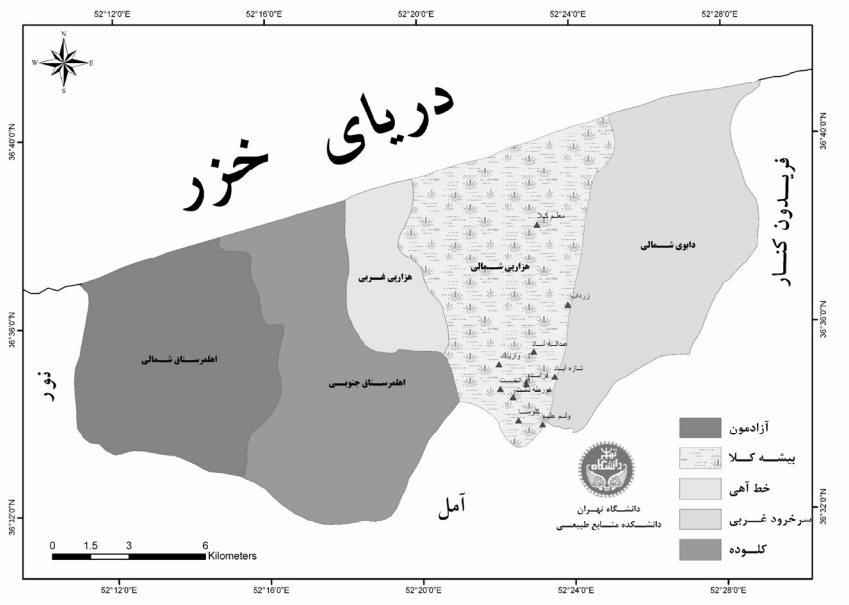
زودرس و میان رس می‌باشد که در حدود ۲۱ هزار هکتار از اراضی زراعی آن را شامل می‌شود. آبیاری کشتزارها با بارش‌های جوی به اضافه آبیاری غرقابی با برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی صورت می‌گیرد. میزان آفت‌کش دیازینون که به صورت امولسیون و دانه (گرانول) توزیع شده در شهرستان محمودآباد در شش ماه اول سال ۱۳۸۵ به ترتیب ۲۰۵۵ لیتر و ۶۶۰۰ کیلوگرم بوده است که دانه‌ای دیازینون ۲۵-۲۰ کیلوگرم در هکتار و امولسیون ۱/۵-۱ لیتر در هکتار بوده است (Jihad-e-Agriculture, 2006).

جدول ۱- میزان مصرف آفت‌کش ها بنابر گزارش واحد حفظ نباتات جهاد کشاورزی شهرستان محمودآباد در سال زراعی ۸۵-۸۴

نام محصول	آفت یا بیماری	نام آفت‌کش	میزان سم مصرفی
برنج	کرم ساقه‌خوار	فیپرونیل + کارتاپ + دیازینون ۱۰٪	۴۷۸۰۰ کیلوگرم
	کرم ساقه‌خوار	دیازینون ۶۰٪	۲۰۵۵ لیتر
	کرم سبز برگ‌خوار	کاربریل	۴۹۷۵ کیلوگرم
	علف‌های هرز	تیوبنکارب + بوتاکلر + اکسادیارگیل	۵۳۳۴۵ لیتر
	بلاست برگ	هینوزان	۲۸۷۰ لیتر
	بلاست خوشه	تری سیکلازول + هینوزان + وین	۴۸۱۰ لیتر

مواد و روش‌ها

در نخستین سفر اقدام به شناسایی و انتخاب مکان‌هایی که سطح گسترده‌ای از آن زیر کشت برنج می‌باشد، شد. پس از شناسایی محل، ۱۰ حلقه چاه کم عمق به علت احتمال آلودگی، واقع در هفت روستا انتخاب شد. سپس اقدام به جمع آوری اطلاعات خاک (Jihad-e-Agriculture, 2006) و اطلاعات شیمیایی چاه‌های منطقه مورد بررسی شد (Mazandaran Regional Water Company, 2006). جدول شماره (۲ و۳) نشان دهنده اطلاعات شیمیایی خاک و چاه‌های منطقه مورد بررسی می‌باشد. سپس نمونه برداری از منطقه به صورت تصادفی و در دو فصل تابستان و پائیز در سال ۱۳۸۵ صورت گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه شهرستان محمودآباد(تهیه شده درمحیط *ArcGIS*). محدوده مورد بررسی و محل‌های نمونه‌برداری با شکل مثلث نشان داده شده است

که توسط نمایندگی حفاظت محیط زیست آمریکا توصیه شده است (EPA, 1998). تجزیه و اندازه گیری باقی‌مانده آفت‌کش مبتنی بر چهار مرحله نمونه برداری، استخراج، تصفیه و خالص‌سازی و تعیین میزان باقی‌مانده می‌باشد که بر پایه روش زوئیگ با تغییراتی چند انجام شد (Zweig, 1969). برای اندازه‌گیری دیازینون نمونه‌های آب در ظروف تیره یک لیتری شیشه‌ای درمجاورت یخ سریعاً به آزمایشگاه سم‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در شهرستان کرج منتقل شد تا از تجزیه باقی‌مانده سموم موجود در آن جلوگیری شد.

در آغاز برای اندازه‌گیری دقت آزمایش‌ها، آزمایش بازیابی[۱] انجام شد. درصد بازیافت برای میزان ۰/۲ میلی‌گرم درلیتر دیازینون استاندارد ۲۰۰ قسمت در میلیون (پی پی ام) با دو بار تکرار ۸۷ درصد بود. در این آزمایش ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در قیف جداکننده ریخته شد. سپس ۰/۸ میلی-لیتر دیازینون استاندارد ۲۰۰ قسمت در میلیون به آن اضافه شد. سپس برای مدت دو دقیقه قیف با دست به شدت تکان داده شد تا دو فاز آلی ایجاد شود. سپس فاز آلی از روی بستر سدیم سولفات خشک عبور داده شد تا آبگیری شود. پس از آن برای انجام تصفیه و خالص‌سازی[۲] ازکروماتوگرافی روی صفحه نازک[۳] (*TLC*) بهره گیری شد. شناسایی و تعیین میزان سم به روش فاز معکوس کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا[۴] (*HPLC*) انجام شد. پس از آزمایش بازیابی استخراج سم از نمونه‌ها با متیلن‌کلراید به روش مایع- مایع صورت گرفت. استخراج باقی‌مانده از ۸۰۰ میلی‌لیتر نمونه آب در قیف جداکننده با دو بار تکرار صورت گرفت. برای این منظور محلول برای مدت دو دقیقه به شدت تکان داده شد و سپس برای جدا شدن دو فاز مختلف روی گیره قرار گرفت. این عمل با ۱۶۰ میلی‌لیتر دی-کلرومتان در طی دو مرحله صورت گرفت که در طی هر مرحله ۸۰ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان برای استخراج بکاربرده شد. سپس فاز آلی جدا شده از روی سولفات سدیم خشک عبور داده شد تا آبگیری شود. پس از آن برای انجام تصفیه و خالص‌سازی ازکروماتوگرافی روی صفحه نازک بهره گیری شد. شناسایی و تعیین میزان سم به روش کروماتوگرافی فاز معکوس[۵] انجام شد و برای هر نمونه دستکم سه تزریق انجام شد. شرایط کروماتوگرافی شامل فاز متحرک: متانول+آب به ترتیب با نسبت ۷۰ :۳۰ بود. ستون مورد استفاده C_{18} به ابعاد ۶ ×۱۵۰ میلی‌متر بود. اندازه‌گیری با آشکارساز *UV* و در طول موج ۲۲۰ نانومتر انجام شد. سرعت جریان فاز متحرک ۱/۲۵۰ میلی لیتر در دقیقه تنظیم شد. در این شرایط زمان بازداری دیازینون حدود ۱۳ دقیقه بود.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش از دستگاه *HPLC* برای اندازه‌گیری و تعیین باقی‌مانده دیازینون استفاده شد. منحنی‌های بدست آمده ثبت شد. زمان بازداری منحنی‌های به دست آمده با منحنی استاندارد دیازینون مقایسه شد. سپس میزان باقی‌مانده با اندازه‌گیری سطح زیرمنحنی مربوط به هر نمونه و منحنی استاندارد، محاسبه شد.

تحت شرایط یاد شده، کروماتوگرام مربوط به استاندارد دیازینون و همچنین کروماتوگرام مربوط به نمونه‌ایستگاه اورطشت در شکل (۲) نشان داده شده است. همان‌طورکه دیده می‌شود جداسازی اوج (پیک) در حد مطلوبی صورت گرفته است. نتایج به دست آمده در مورد غلظت سموم در ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری در شهرستان محمودآباد در فصل‌های تابستان و پاییز در جدول شماره (۴) نشان داده شده است. همان‌طور که در این جدول مشخص است غلظت سموم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دو فصل تابستان و پائیز در محدوده ۰/۰۰۲ تا ۰/۵۷۲ میکروگرم بر لیتر می‌باشد.

۱- *Recovery*

۲- *clean up*

۳- *Thin Layer Chromatography*

٤- *High Performance Liquid Chromatography*

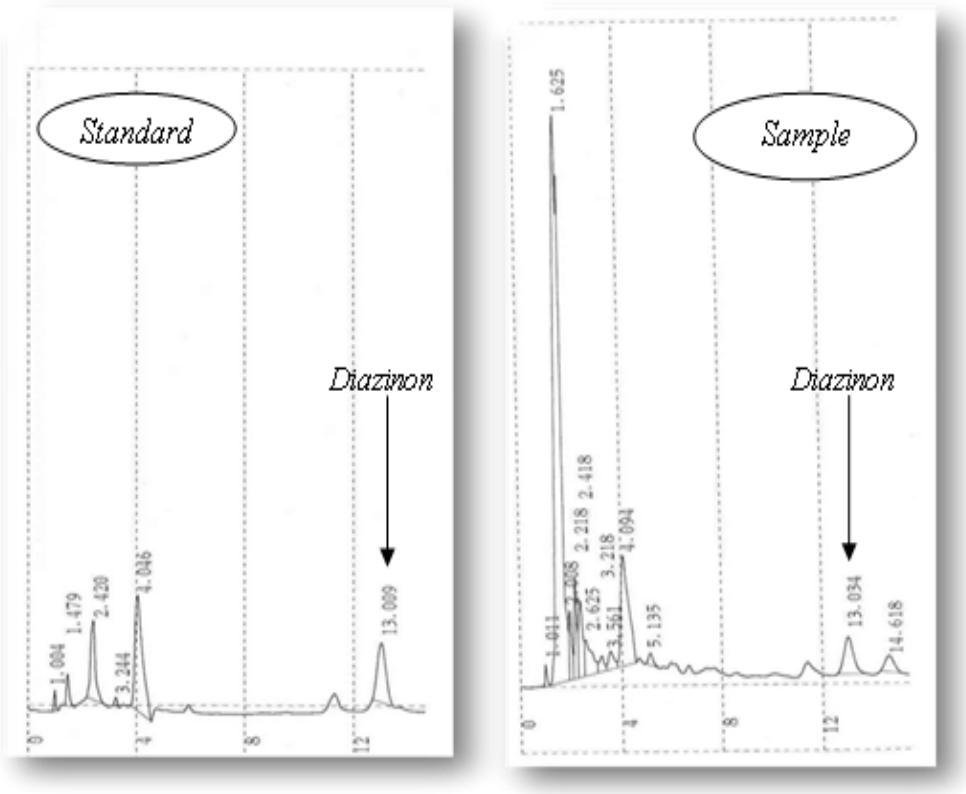
٥-*Reverse phase*

جدول ۲- اطلاعات شیمیایی خاک منطقه مورد بررسی (Jihad-e-Agriculture, 2006)

نام ایستگاه	بافت Texture	درصد اشباع S.P%	هدایت الکتریکی $Ec\times 10^{-3}$ d.s/m	pH	درصد ماده آلی O.M%	درصد کربن آلی O.C%	درصد ازت کل N%	درصد Sand	درصد Silt	درصد Clay	عمق (سانتیمتر)
ولم	Si.L	۹۶/۸	۱/۱۵	۷/۸۲	۳/۴	۲/۴۸	۰/۲۷	۱۴	۶۶	۲۰	۰-۳۰
اورطشت	Si.L	۷۰/۷	۰/۹	۷/۸۴	۲/۲	۱/۳۰	۰/۱۴	۱۸	۵۶	۲۶	۰-۳۰
فرامده	Si.C.L	۵۹/۳	۰/۶۵	۷/۹۴	۳/۰	۰/۹۸	۰/۱۱	۳۰	۴۶	۲۴	۰- ۳۰
تازه‌آباد	Si.L	۵۶/۳	۱/۳۳	۷/۸۴	۲/۰	۱/۱۶	۰/۱۳	۱۷	۷۰	۱۳	۰-۳۰
کلوسا	Si.L	۶۲/۰	۱/۵۶	۸/۲	۱/۲	۰/۷۱	۰/۰۸	۲۶	۵۸	۱۶	۰-۳۰
زردآب	Si.L	۸۳/۳	۰/۸	۸/۰۸	۲/۵	۱/۴۶	۰/۱۶	۲۴	۵۲	۲۴	۰-۳۰
وازیک	Si.L	۶۱/۷	۰/۷	۸/۱۷	۱/۷	۰/۹۸	۰/۱۱	۲۴	۵۱	۲۴	۰-۳۰

جدول ۳- اطلاعات شیمیایی آب منطقه مورد بررسی (Mazandaran Regional Water Company, 2006)

نام ایستگاه	نوع چاه	سطح آب	EC	TDS	pH	SO4	HCO3	Th
فرامده	کم عمق	۱/۵	۹۷۲	۶۳۳	۷/۵۱	۲/۴	۶/۷	۲۹۵
اورطشت	کم عمق	۳	۷۳۵	۵۰۱	۷/۸	۰/۷	۵/۹	۲۷۰
ولم‌ده	کم عمق	۲/۵	۹۴۶	۶۲۲	۷/۵۸	۱/۸	۶/۹	۴۱۵
فرامده	کم عمق	۲	۱۱۱۱	۷۰۸	۷/۳۶	۱/۴	۷/۹	۴۲۵
فرامده	کم عمق	۱	۱۰۰۳	۶۵۱	۷/۶۷	۱/۵	۷/۳	۳۹۰
تازه‌آباد	کم عمق	۲	۸۴۹	۵۶۶	۷/۶۸	۱/۷	۵/۸	۳۳۵
زردآب	کم عمق	۲/۵	۸۱۶	۵۴۰	۷/۷	۱/۲	۶/۱	۳۴۰
معلم‌کلا	کم عمق	۳	۱۰۳۱	۶۶۵	۷/۶۷	۲/۱	۷	۴۱۰
فرامده	کم عمق	۱/۵	۸۲۰	۵۴۹	۷/۸۵	۰/۵	۶/۷	۳۵۰
کلوسا	کم عمق	۲	۹۷۳	۶۳۱	۷/۳۳	۱/۱	۸/۱	۳۷۰



شکل ۲- تصویری از کروماتوگرام استاندارد (سمت چپ) و تصویری از کروماتوگرام نمونه (سمت راست)

جدول ۴- نتایج به‌دست آمده از ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سال ۱۳۸۵ (مردادماه لغایت آذرماه)

نام ایستگاه	نام سم شناسایی شده	میزان سم در نمونه‌برداری مردادماه µg/l	میزان سم در نمونه‌برداری شهریورماه µg/l	میزان سم در نمونه- برداری مهرماه µg/l	میزان سم در نمونه- برداری آذرماه µg/l	میزان استاندارد (EPA) mg/l	ADI mg/kg
(۱) اورطشت	دیازینون	-	۰/۴۱۱	-	۰/۰۳۶	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۲) ولم ده	دیازینون	-	۰/۱۳۶	-	۰/۰۸۵	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۳) فرامده	دیازینون	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴	-	۰/۴۲۱	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۴) فرامده	دیازینون	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵	-	۰/۲۳۲	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۵) فرامده	دیازینون	۰/۰۴۸	۰/۰۸۹	۰/۰۰۵	۰/۵۷۲	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۶) تازه‌آباد	دیازینون	-	۰/۱۰۸	۰/۰۶۵	-	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۷) زردآب	دیازینون	-	۰/۱۸۰	۰/۰۰۲	۰/۰۸۳	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۸) معلم‌کلا	دیازینون	-	۰/۰۸۱	-	۰/۰۲۹	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۹) کلوسا	دیازینون	-	۰/۰۵۸	-	۰/۰۷۳	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲
(۱۰) وازیک	دیازینون	-	۰/۱۶۱	-	-	۹×۱۰^{-۶}	۰/۰۰۲

در این پژوهش هدف این بود که با توجه به بالا بودن سطح آب زیرزمینی و همچنین نوع کاربرد نهاده‌های کشاورزی احتمال آلودگی پنهان و تدریجی سفره آب‌های زیرزمینی بررسی شود.

با توجه به نتایج آزمایشگاهی میزان باقی‌مانده دیازینون در چاه‌های منطقه دامنه ۰/۰۰۲ تا ۰/۵۷۲ میکروگرم بر لیتر بود که در بعضی از چاه‌های منطقه بیش از حد استاندارد تعریف شده از سوی سازمان بهداشت جهانی (*WHO*) یعنی ۰/۱ میکروگرم بر لیتر می‌باشد. بامن در سال۲۰۰۲ گزارش کرد که در فیلیپین میزان باقی‌مانده سم دیازینون در دامنه ۰/۰۹۷ تا ۰/۴۶۰ بوده است (Bouman et al., 2002). بالا بودن میزان باقی‌مانده سم، ناشی از مصرف زیاد این آفت‌کش توسط کشاورزان است. فوشی واکی و همکاران در سال ۱۹۹۱ گزارش کرد در نتیجه حلالیت و کاربرد گسترده از آفت‌کش دیازینون بقایای این آفت‌کش از طریق رواناب وارد آب‌های سطحی می شود (Fushiwaki et al., 1991). یزدان شناس و اسماعیلی ساری در سال ۱۳۷۶ نیز آلودگی بیش از حد مجاز آب بندرکیاشهر به سموم فسفره مانند دیازینون را ناشی از این امر دانسته اند (Yazdanshenas & Esmaeel Sari, 1997). از جمله عوامل دیگر افزایش بیش از حد مجاز دیازینون در آب‌های زیرزمینی می‌توان به آبیاری زیاد، بالابودن حلالیت دیازینون درآب و همچنین نوع خاک (Shir Afroos, 2006) و بالابودن میزان مواد آلی (Dabiri, 2000) خاک‌های منطقه مورد بررسی اشاره نمود که می‌تواند باعث حضور دراز مدت و در نتیجه نفوذپذیری دیازینون به اعماق خاک و تاثیر بر کیفیت آب زیرزمینی شود که در جدول (۲) نشان داده شده است. شیرافروس در بررسی خود در دشت قزوین باقی‌مانده دیازینون و پاراکوآت را در خاک یک کشتزار ذرت به غلظت های ۲/۸۷ و ۲/۱۳ میکروگرم در لیتر ردیابی کرد ولی اثری از این آفت‌کش ها در آب‌های زیرزمینی یافت نشد که علت آن را به پایین بودن سطح سفره آب‌های زیرزمینی منطقه مورد بررسی مربوط دانست (Shir Afroos, 2006). در این پژوهش بیان شده است مشکل آفت‌کش ها زمانی نمود پیدا خواهد کرد که حلالیت آفت‌کش مورد نظر و همچنین سطح آب زیرزمینی به نسبت بالا باشد. همچنین این پژوهشگر عنوان داشته است به نظر می‌رسد ضریب جذب سطحی و نیمه عمر بالای دیازینون و نیز جذب آن با شن و سیلت خاک و یا دوام دراز مدت آن در خاک‌های آلی از عوامل ردیابی آن در خاک این منطقه باشد. دیازینون به شدت جذب خاک می‌شود چون K_{OM}[1] دیازینون ۳۳۲ میلی‌گرم برگرم می‌باشد (Kamrin, 1997) یعنی یک گرم خاک توان نگهداری ۳۳۲ میلی‌گرم دیازینون را دارد و همچنین با توجه به‌این که میزان ماده آلی خاک منطقه مورد بررسی در دامنه ۱/۲ تا ۴/۳ است (Jihad-e-Agriculture, 2006) و چون آبیاری در منطقه به صورت غرقابی بوده و K_{OW}[2] دیازینون بین ۴۰ تا ۶۰ میلی-گرم در لیتر می‌باشد (Kamrin,1997; Tomlin, 1994) بنابراین جابجایی دیازینون به کمک آبشویی محتمل به نظر می‌رسد.

با تکیه بر پایین بودن نیمه عمر دیازینون (۲ تا ۴ هفته) (Kamrin, 1997) انتظار می‌رود که‌این آفت‌کش پس از مدت کوتاهی در محیط تجزیه شود ولی با توجه به نتایج آزمایشگاهی در ماههای مختلف از سال، چنین چیزی دیده نشد و ۶ تا ۷ ماه پس از سم‌پاشی هنوز باقی‌مانده‌این سم در نمونه‌های آب دارای ذرات معلق خاک دیده می‌شود که بنابه بررسی‌های ینگ و ویلیامز (۲۰۰۰) و ویلاروسا (۱۹۹۴) جذب آفت‌کش ها توسط رسوبات و مواد معلق در محیط‌های آبی می‌تواند نقش مهمی در پایداری آنها و جلوگیری از تجزیه شدن در آب داشته باشد و نبود رسوبات باعث تجزیه شتابان آفت‌کش ها در محیط‌های آبی می‌شود. که‌این موضوع در مورد نمونه‌های برداشت در این بررسی نیز وجود داشت و همه نمونه‌های برداشت شده از چاه‌ها به همراه رسوبات و مواد کلوئیدی معلق بوده که بنابه بررسی‌های ینگ و ویلیامز (۲۰۰۰) و ویلاروسا (۱۹۹۴) حضور دراز مدت دیازینون در نمونه‌ها را موجب شده است

۱- به عنوان شاخص میزان جذب یک آفت کش به خاک می باشد.

۲- به عنوان شاخص میزان حلالیت یک آفت کش در آب می باشد.

Ying & 2000; Villarosa et al., 1994) Williams,). همچنین طالبی (۱۹۹۸) غلظت بالایی از باقی‌مانده دیازینون در رسوبات تالاب انزلی در آبان ماه ردیابی نمود که علت این موضوع را به کار بردن دیازینون به صورت دانه (گرانول) در شالیزارها در خرداد ماه و جذب سطحی آن به مواد معلق موجود در رواناب شالیزارها و انتقال آن به رودخانه‌های منتهی به تالاب و در نهایت تالاب دانسته است (Talebi, 1998). همچنین این پژوهشگر در پژوهش خود روی باقی‌مانده دیازینون در آب رودخانه هندوخال مشاهده کرد که غلظت باقی‌مانده‌این حشره‌کش در آب رودخانه تابعی از زمان کاربرد دیازینون در شالیزار می‌باشد. فاصله زمانی طولانی بین کاربرد حشره‌کش در کشتزارها و نمونه‌برداری از آب منجر به ردیابی غلظت‌های کمتر دیازینون شده است. این پژوهشگر همچنین کاهش غلظت این سم در طی فصل تابستان را آبکافت (هیدرولیز)، تبخیر، فتولیز و دمای بالا (بیشتر از ۲۵ درجه سلسیوس) عنوان نموده است (Talebi, 1998) که با یافته‌های این پژوهش در مرداد ماه همسویی دارد. علت افزایش مجدد باقی‌مانده دیازینون در این بررسی در فصل پاییز می‌تواند مربوط به کاربرد مجدد این آفت‌کش به صورت امولسیون برای وارویش (Ratoon) شالیزار باشد که به همراه آبیاری و بارندگی باعث افزایش دوباره میزان باقی‌مانده دیازینون در آب‌های زیرزمینی منطقه شده است (Jihad-e-Agriculture, 2006).

از جمله عوامل دیگری که می‌تواند باعث پایداری دیازینون شود پایین بودن دمای محیط و pH خنثی آب می‌باشد (Larocorte et al., 1995). دیازینون در pHهای اسیدی و قلیائی تندتر تجزیه می‌شود (Talebi, 2006). در pH های اسیدی در مدت ۱۲ ساعت و در شرایط خنثی شش ماه طول می‌کشد تا نیمی از دیازینون تجزیه شود (Kamrin, 1997). نتایج اندازه گیری pH آب‌های زیرزمینی منطقه مورد بررسی، اسیدیته خنثی را نشان می‌داد. این نتایج با گفته‌های کامرین(۱۹۹۷) که بیان نموده است که دیازینون در شرایط خنثی مدت زیادی باقی می‌ماند و همچنین نتایج به دست آمده از پژوهش شایقی و سلسله (۱۳۷۹) که تا ماه پنجم پس از مصرف دیازینون، باقی‌مانده در نمونه‌های آب مشاهده نمودند، همخوانی دارد. شایقی و سلسله شرایط محیطی، خواص فیزیکی و شیمیایی حشره‌کش مصرفی، زمان (ماه و فصل) مصرف آفت‌کش، دما و pH آب، بارش‌های جوی و میزان آنها را در ارتباط با باقی‌مانده حشره‌کش ها در آب مرتبط می‌دانند (Shayeghi & selseleh, 2000). در شماری از بررسی‌ها که بر روی تجزیه دیازینون انجام شده نشان داده که‌این آفت‌کش یکی از آفت کش‌های ارگانوفسفره‌ای است که دوام بیشتری دارد (Frank et al., 1991).

منابع

1- 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. Vol. 92. 15 pp.

2- Dabiri, M. 2000. Environmental Pollution (Air, Water, Soil, Sound), Etehad Press, Tehran, 399 pp.

3- EPA. 1998. Guidance for Prospective Ground-Water Monitoring Studies. OPP-U.S.

4- Erfanmanesh, m. & M. Afuni, 2002. Environmental pollution Water, Soil and Air, First Ed., Arkan Press, Esfahan, 318 pp.

5- Frank, R. Braun. H. E. Chapman. N. and Burchat. C. 1991. Degradation of Parent Compounds of Nine Organophosphorus Insecticides in Ontario surface and Ground Waters under controlled conditions. Bull Environ Contam Toxicol. Vol. 47. 6 pp.

6- Fushiwaki, Y. Hamamura.T. Hasegava. A. and Urano. K. 1991. Environment Pollution by Pesticide from Golf Courses in Kanagawa Prefecture. Japan J Toxicol Environ Hlth. Vol. 39. 6 pp.

7- Jihad-e-Agriculture Mahmoud Abad area, 2006. Summary of plant protection unit operation of Mazandaran province.

8- Kamrin, M. A. 1997. Pesticide Profiles Toxicity, Environmental Impact and Fate, Lewis Publishers.

9- Khazaei, S.H. 2007. Talebi & Khorasani. Investigation of diazinon pesticide residues in groundwater of Mahmoud Abad area of Mazandaran province. The First National Conference on World Environment Day, Tehran, University of Tehran: 88. Iran.

10- Larocorte, S. Lariges. S. B. Garrigues. P. and Barselo. D. 1995. Degradation of Organophosphorus Pesticide and their Transformation Product in Estiarine Waters. Environ Sci Technol. Vol. 29. 8 pp.

11- Mazandaran Regional Water Company. 2006. Information of groundwater quality of Mahmoud Abad area.

12- Riazi, Z. 2003. Yadegarian & Mrovvati. The determination of the amount residues of organophosphorus in the product of apple and it's complications in humans. The third National conference of biological materials used in the development and optimum use of fertilizer and toxin in agriculture, Karaj, The Ministry of Jihad-e-Agriculture: 734. Iran.

13- Shayeghi, M. 2000. Selseleh. Study and determination of the phosphorus insecticides residues in Mazandaran rivers. The 4th National Symposium of Environmental Health, Yazd, Shahid Sadughi University of Medical Sciences: 75-80. Iran.

14- Shir Afroos, A. 2006. Study of soil and water contamination because of using the agrochemical pesticides by FTIR (Case Study: Esmaeel Abad area in the West Qazvin). The national conference of the management of irrigation and draining networks, University of Shahid Chamran. Ahwaz: 1465-1473. Iran.

15- Talebi Jahromi, Kh. 2006. Pesticides Toxicology, First Ed., University of Tehran Press, Tehran, 492 pp.

16- Talebi, KH. 1998. Diazinon Residues in the Basins of Anzali Lagoon, Iran. Bull Environ Contam Toxicol. 61:477-483.

17- Tomlin, C. 1994. The Study Manual Incorporating the Agrochemical Handbook, Crop Protection Publication.

18- Villarosa, L. Mc Cormic. M. J. Carpender. P.D. Marriott P.J. and Russell I.M. 1994. Effect of Activated Sludge Microparticles on Pesticide Partitioning Behaviour. Environ Sci Technol. Vol. 28. 5 pp.

19- Yazdanshenas, s. and Smaeeli Sari. A. 1997. Study of agricultural pesticides residues in the water. Water and Environment Journal. Vol. 24. 7 pp.

20- Ying, G.G. and Williams. B. 2000. Laboratory Study on the Interaction between Herbicides and Sediments in Water System, Environment Pollution. Vol. 107. 6 pp.

21- Zweig, G. and Devine. J. M. 1969. Determination of Organophosphorus Pesticide in Water. Residue Rev. Vol. 26. 4 pp.

Investigation of the Groundwater Contamination Due to the Use of Diazinon Insecticide in Mazandaran Province (Case Study: Mahmoud Abad City)

S. H. Khazaei[*1], N. Khorasani[2], Kh. Talebi[3] and M. Ehteshami[4]

[1] Scientific Member, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr , I.R. Iran

[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran

[3] Professor, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

[4] Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, Khajenasiredin Toosi University, Tehran, I.R. Iran

(Received: 10 March 2008, Accepted: 21 December 2009)

Abstract

Most areas of plain regions in Mazandaran province are planted with rice, and different pesticides and fertilizers are used at high densities to increase the yield of production. Diazinon is the main insecticide that being used to control Chilo supressalis Walker. The main problem is the high groundwater table in the region, and consumption of this water by local people and anthropogenic side effects of water pollutants. This study has focused on the quality of groundwater with an emphasis on water in shallow wells. Water sampling from 10 shallow wells located in seven villages was carried out during summer and autumn of 2006. A one-liter sample was taken from each of the wells in amber glass bottles and was carried to the laboratory. Residues extraction from samples was done using dichloromethane liquid-liquid method, and clean-up was done on thin layer plates. The residues of insecticide in samples were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The used column was in 150×6 mm, and mobile phase was methanol and water with the ratio of 70:30 v:v, at flow rate of 1.250 ml/min. Detection was done using UV detector at 220 nm. The results of study showed that the residues of diazinon in groundwater of Mahmoud Abad area was 0.002 to 0.572 $\mu g l^{-1}$.In some samples the concentration of diazinon residues in water samples was higher than WHO maximum residue limits ($0.1 \mu g l^{-1}$).

Keywords: Groundwater contamination, Pesticide, Diazinon, Mahmoud Abad, Residue, HPLC

*Corresponding author: Tel:+98 916 3336388 ,Fax: +98 6324234725 , E-mail: fdkhazaei@yahoo.com