مستخرج از پایان‌نامه

پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره اول، شماره ۱، بهار ۹۹

بررسی میزان دیازینون منابع آب‌های زیرزمینی منطقه لواسانات براساس روش SPME (مطالعه موردی: لواسانات بزرگ و لواسانات کوچک)

مرضیه بابایی [۱*]

Marziye_babaee@yahoo.com

سعیدرضا عاصمی [۲]

شهرزاد خرم نژادیان [۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۰۷ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۲۸**

چکیده

گسترش کاربرد آفت کش‌های ارگانو فسفره در صنعت، کشاورزی و... دیازینون را به یک معضل زیست محیطی تبدیل کرده است. باتوجه به اهمیت آب و اثراتی که آلودگی آب می‌تواند بر سلامت انسان و اکوسیستم‌های طبیعی داشته باشد، پایش کیفیت منابع آب از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا این پژوهش در راستای تعیین میزان آلودگی دیازینون آب‌های زیرزمینی و بررسی وضعیت کیفی آب در منطقه لواسانات صورت گرفت.

در محدوده مورد مطالعه، به طور تصادفی روستاهایی انتخاب شدند و ۶ چاه در هر روستا (در بالادست و پایین دست) نمونه‌برداری شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه با بهره‌گیری از روش میکرو استخراج فاز جامد، غلظت دیازینون آن‌ها اندازه‌گیری شد.

نتایج نشان داد که منابع آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه آلوده به دیازینون بوده و میزان این آلودگی در لواسانات کوچک نسبت به لواسانات بزرگ بیش‌تر است. روستای نیکنام ده و هنزک به‌ترتیب با غلظت دیازینون میانگین ۱۳/۷۹۲ و ۱۳/۳۲۸ میکرو گرم بر لیتر بیش‌ترین سهم در آلودگی منابع آبی زیرزمینی منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص دادند.

مقایسه میانگین دیازینون برآورد شده با استانداردهای جهانی نشان داد که میزان این آلودگی در تمامی روستاها با توجه به استاندارد آب آشامیدنی بیش‌تر از حد مجاز بوده و با استاندارد آب‌های زیرزمینی مطابقت ندارد. لذا برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و هم-چنین پایش سلامت حوضه‌های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در منطقه مورد مطالعه باید در اولویت قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: منابع آب‌های زیرزمینی، دیازینون، روش SPME.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی، گرایش آلودگی های محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- استادیار رشته مهندسی منابع طبیعی، گرایش آلودگی های محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران.

۳- استادیار رشته مهندسی منابع طبیعی، گرایش آلودگی های محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران.

J. Sus. Dev. & Env., Vol 1, No.1, Spring 2020

Evaluation of Diazinon Groundwater Resources in the Lavasanat area Based on SPME (Case Study: Large and Small Lavasanat)

Marzieh Babaei [1]*
marziyebabaee68@gmail.com
Saeedreza Asemi [2]
Shahrzad Khoramnejad [3]

Abstract

Organophosphorus pesticides are widely used for agricultural purposes, so it is make the Diazinon one of environmental issues. Given the importance of water and the effects that pollution can have on human health and natural ecosystems, water quality monitoring is very important. The aim of this study was to determine the contamination entered in the area of large and small Lavasanat's groundwater.

In the study area, were randomly selected 6 villages and six wells in each village (upstream and downstream) were sampled. After transferring the samples to the laboratory, using micro solid-phase extraction method, diazinon concentrations were measured.

Results showed that Small Lavasanat is more polluted than Large Lavasanat. Niknam village and Hanzak with average concentrations of diazinon 13.792 and 13.328 micrograms per liter, respectively, were the most polluted underground water resources in the study area, respectively.

Compare Diazinon estimated average by world standards, showed the amount of contamination of drinking water in the rural areas according to the standard, were higher than the standard limit and the groundwater does not match. The planning related to water resources management as well as monitoring the health of watersheds and change management in the study area should be prioritized.

Keywords: Ground water resources, Diazinon, SPME Method.

1- MSc student of Natural Resources Engineering, Environmental pollution trends, Department of Environment, Islamic Azad University, Damavand, Iran.* *(Corresponding Author)*
2- Assistant professor of Natural Resources Engineering, Environmental Pollution Trends, Department of Environment, Islamic Azad University, Damavand, Iran.
3- Assistant professor of Natural Resources Engineering, Environmental Pollution Trends, Department of Environment, Islamic Azad University, Damavand, Iran.

زمینه و هدف

رشد شهرها، افزایش جمعیت و بالا رفتن استانداردهای زندگی در بسیاری از کشورها موجب تقاضای روز افزون آب های زیرزمینی برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری شده است. آب های زیرزمینی به دلیل استعداد آلودگی کم‌تر و هم‌چنین ظرفیت ذخیره زیاد نسبت به آب های سطحی، به عنوان منبع مهم تامین آب مورد توجه می‌باشند (۱). همین امر آب‌های زیر زمینی را با چالش‌های متفاوتی از جمله آلاینده‌های طبیعی و غیر طبیعی روبه‌رو کرده است. لذا بررسی وضعیت کمی و کیفی این منابع و ارزیابی سلامت حوضه‌های آبخیز بعنوان یکی از عوامل مهم در پایداری توسعه یک منطقه، حائز اهمیت می‌باشد، که همواره باید در در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی منابع آب لحاظ گردد.

آبیاری زمین های کشاورزی و باغداری سبب شتشوی سموم شیمیایی و کودها و انتقال آن‌ها از لایه‌های مختلف خاک به آب‌های زیر زمینی می‌شود. بنابراین کیفیت آب زیرزمینی موضوعی قابل تامل است. فاصله بین منابع آبی با منطقه سمپاشی شده و میزان نزولات جوی از جمله عواملی هستند که میزان آلودگی آب بوسیله حشره‌کش‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بارش شدید سبب ورود بسیاری از آفت کش ها به آب خصوصا آب‌های زیر زمینی می‌شود. تجمع برخی از آفت‌کش‌ها در آب اثراتی بر بو، مزه، زندگی آبزیان، فرایند تشکیل اکسیژن توسط فیتوپلانکتون ها و هم‌چنین زنجیره غذایی دارد (۲). یکی از ترکیب‌های مهم در آب‌ها که از نظر سلامت می‌توانند تهدیدی جدی برای انسان باشند آفت‌کش‌های ارگانو فسفره (دیازینون) است. این مواد از مصارف بی رویه کشاورزان از طریق آب‌شویی وارد منابع آب، به‌خصوص آب‌های زیرزمینی، می‌شوند. دیازینون با مقدار کشنده ۵۰-۱۰۰میلی گرم بر کیلوگرم جزء سموم فسفره و یک حشره‌کش نسبتاً فرّار است و برای از بین بردن مگس و کنه مخصوصا کنه تولوزانی به مقدار زیاد استفاده می‌شود (۳).

جهت شناسایی و اندازه‌گیری دقیق آفت کش دیازینون از روش میکرواستخراج با فاز جامد SPME که روشی سریع و مستقیم برای آماده‌سازی نمونه می‌باشد، استفاده می‌شود. تکنیک میکرو استخراج فاز جامد(SPME) برای نخستین بار، توسط تیم تحقیقاتی پروفسور پاولیشین در دانشگاه واترلو کانادا ابداع و معرفی گردید. SPME روشی است بسیار قدرتمند برای آماده-سازی نمونه که تغلیظ، استخراج و ورود نمونه به دستگاه کروماتوگرافی را در یک مرحله انجام می‌دهد. ضمن آنکه یک روش استخراج کننده کاملا عاری از حلال بوده و برای آنالیز توسط آن تنها چند میلی‌لیتر نمونه کفایت می‌نماید (۴، ۵).

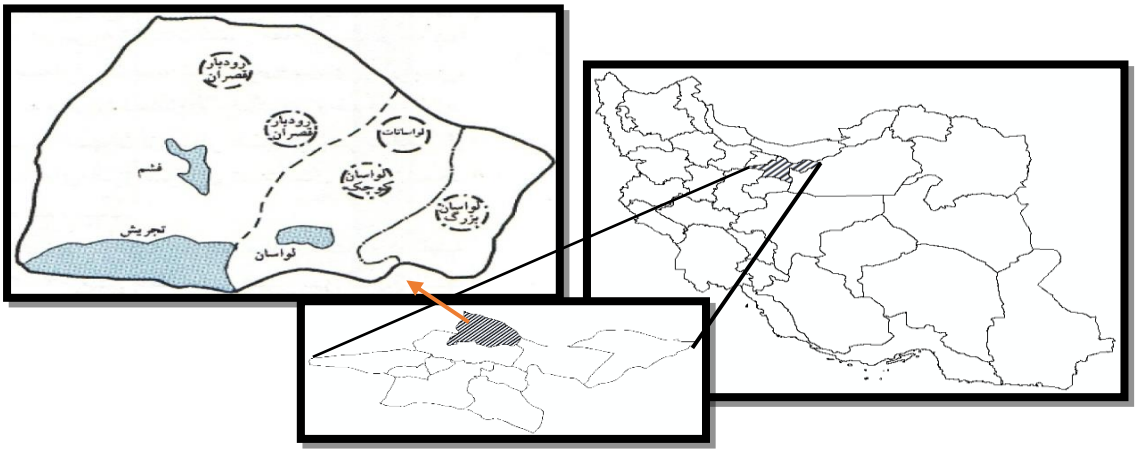
ضرورت این تحقیق بواسطه گسترش روز افزون کاربرد آفت‌کش‌های ارگانو فسفره (دیازینون) در صنعت کشاورزی و دامپروری بیش از بیش آشکار می‌گردد. چرا که دیازینون یکی از ترکیب‌های مهم در منابع آبی بوده که حتی میزان کمی از این مواد شیمیایی پیامدهای زیست محیطی و بهداشتی بسیاری را برای انسان در پی خواهد داشت. از آن‌جا که در شهرستان لواسان زمین‌های کشاورزی و باغ‌های زیادی وجود دارد که به صورت دوره‌ای سمپاشی می‌شوند و هم‌چنین چون آب شرب اهالی منطقه بیش‌تر از آب‌های زیرزمینی تامین می-گردد، احتمال نشت سموم به داخل چاه‌ها وجود دارد. به همین دلیل مصرف سموم آفت کش می تواند تهدیدی برای منابع تامین آب شرب این شهرستان محسوب گردد. لذا پژوهش حاضر با هدف تعیین میزان آلودگی دیازینون آب‌های زیرزمینی و بررسی وضعیت کیفی آب در منطقه لواسانات بزرگ و کوچک صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

- معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه:

بخش لواسانات با وسعت حدود ۶۰۰ کیلومتر مربع یکی از بخش‌های شهرستان شمیرانات در استان تهران است که به سه قسمت شهر لواسان، دهستان لواسان بزرگ و دهستان لواسان کوچک تقسیم شده است. منطقه‌ی دهستان لواسان بزرگ یکی از مناطق ییلاقی، کوهستانی و خوش آب و هوای بخش لواسانات که در ۳۳ کیلومتری جنوب غربی قله دماوند قرار دارد. این دهستان شامل ۱۴ روستا است که عبارتند از: چهارباغ،

رسنان، علائین، کلان، روستای لواسان (بزرگ) (مرکز دهستان)، مزرعه شاه نشین، نیکنام ده (پرجمعیت‌ترین منطقه لواسان بزرگ)، هیزم دره، ایراء، پورزند سفلی، پورزند علیا، پورزند وسطی، تاسیسات سد لتیان و جوزک. منطقه ی دهستان لواسان کوچک بخش اصلی و پر جاذبه منطقه لواسانات، چه از نظر مسکونی و چه از نظر کشاورزی بوده و دسترسی مردم به این دهستان بسیار آسان‌تر از دهستان لواسان بزرگ است. به‌طوری‌که موجب پیشرفت این منطقه نسبت به منطقه لواسانات بزرگ شده است. در تقسیمات جدید مساحت این دهستان بیش‌تر از دهستان لواسانات بزرگ بوده که در حال حاضر ۱۷ روستای افجه (مرکز دهستان)، انباج، برگ جهان، بوجان، پشت لاریجان، راحت آباد، زیاد آباد، سینک، کردیان، کند بالا (علیا)، کند پایین (سفلی)، کیور، گندم مجد، لشگرک، مزرعه سادات، ناصرآباد و هنزک زیرمجموعه این دهستان را تشکیل می‌دهند. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان تهران

Figure 1- Location of the study area in Tehran

روش بررسی

این تحقیق در محدوده‌ی دو دهستان "لواسانات بزرگ" و "لواسانات کوچک" براساس مطالعات کتابخانه‌ای، عملیات عرصه‌ای در راستای بازدید و بررسی اجمالی منطقه‌ی مورد مطالعه، نمونه برداری و انجام عملیات آزمایشگاهی و نهایتا تجزیه و تحلیل اطلاعات، به شرح زیر انجام شده است:

از آنجایی که تعداد روستاهای هر منطقه زیاد بود (۱۴ روستا در لواسانات بزرگ و ۱۷ روستا در لواسانات کوچک)، از هر دهستان ۱۰ روستا به طور تصادفی انتخاب گردید. در هر روستا ۶ نمونه از آب چاه‌ها به صورت تصادفی برداشت شد. به گونه‌ای که از این شش نمونه، ۳ نمونه از چاه‌های موجود در بالادست هر روستا (به‌عنوان شاهد) و ۳ نمونه از چاه‌های واقع در پایین دست نمونه‌برداری گردید. (با توجه به فیزیوگرافی حوضه) اختلاف غلظت در چاه های بالا دست و پایین دست، میزان تأثیر استفاده از سموم را بر غلظت آن، در آب چاه‌ها تعیین می‌کند. نمونه ها با استفاده از بطری نانسن به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برداشت و به بطری‌های ۱۰۰ سی سی منتقل و روی آن‌ها برچسب زده شد. سپس به آزمایشگاه منتقل گردید و تا روز اندازه‌گیری در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

جهت اندازه‌گیری مقدار دیازینون، ابتدا نمونه‌ها به نوبت به چند ظرف با درب بسته منتقل شد و روی دستگاه Heater Stirrer قرار داده شده و سپس دمای آب به ۴۵ درجه سانتی‌گراد رسانیده شد. دلیل انتخاب این دما اولاً افزایش میزان تبخیر دیازینون از آب و در نتیجه افزایش کارایی روش SPME بوده و ثانیا در دماهای بالاتر امکان تجزیه این ماده و از دست رفتن آن بیش‌تر است. با رسیدن دمای نمونه ها به ۴۵ درجه سانتی‌گراد، سوزن SPME از درب لاستیکی ظرف وارد شده و به مدت ۳۰ دقیقه در معرض بخارات موجود فضای بالایی نمونه آب قرار گرفت. پس از گذشت این زمان سوزن SPME از ظرف نمونه خارج شده و در قسمت injector

دستگاه GC/MS جهت تحلیل نمونه وارد شد. از آن‌جایی که اعداد ارایه شده توسط دستگاه GC/MS به صورت واحد جرمی نبوده و تنها بر پایه تعداد یون‌های شکسته شده ملکول-های مواد است، جهت تعیین میزان دیازینون موجود در نمونه‌ها ابتدا چهار نمونه استاندارد با مخلوط کردن غلظت های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم دیازینون در یک لیتر آب مقطر تهیه شده و میزان دیازینون موجود در آن به روش نمونه‌گیری انجام شده برای تمامی نمونه‌های دیگر با استفاده از SPME تعیین شد. سپس با استفاده از روش رگرسیون، بین غلظت دیازینون موجود در نمونه استاندارد و مساحت زیر پیک دستگاه ارتباط آماری برقرار شده تا مدل جهت برآورد غلظت در نمونه‌های اصلی به‌دست آید. در نهایت با استفاده از این مدل، غلظت دیازینون در هر یک از نمونه‌ها به واحد میلی‌گرم بر لیتر تعیین شد (۶).

از آن‌جایی که هدف از این بررسی تعیین میزان آلودگی وارد شده در هر منطقه به آب‌های زیرزمینی بود از روش فاکتوریل در غالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد تا در وهله اول مشخص شود که بین دو دهستان در کدامیک شدت آلودگی بیش‌تر است. در وهله دوم در داخل هر دهستان کدام‌یک از روستاها بیش‌ترین آلودگی را ایجاد می‌کنند. بنابراین تعداد کل نمونه‌ها به صورت زیر مشخص شد:

۲(دهستان) ×۱۰(روستا) ×۲(تیمار) ×۳(تکرار) =۱۲۰ نمونه

در نهایت جهت تعیین میزان آلودگی ایجاد شده در هر منطقه از روش مقایسه میانگین t-استیودنت استفاده شده و میزان سطح معنی‌داری اختلاف پایین دست و بالا دست روستا تعیین شد.

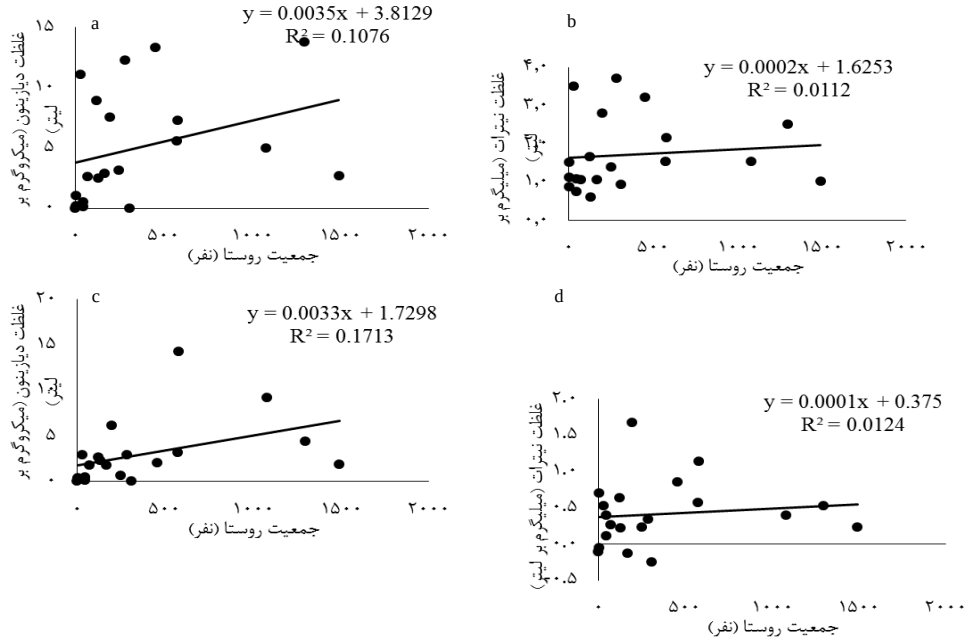
یافته ها

۱- تعیین دیازینون در دو دهستان "لواسانات بزرگ" و "لواسانات کوچک"

میزان دیازینون موجود در سفره‌های آبهای زیرزمینی لواسانات بزرگ و لواسانات کوچک به ترتیب برابر با میانگین ۳/۵۹ و ۶/۵۰ میکروگرم بر لیتر برآورد گردید. نتایج فوق با بهره‌گیری از آزمون میانگین t-استیودنت نشان داد که میزان دیازینون آب-های زیرزمینی لواسانات کوچک با اختلاف ۲/۹۲ میکروگرم بر لیتر به طور بسیار معنی‌داری بیش‌تر از میزان دیازینون منابع آب‌های زیرزمینی در لواسانات بزرگ است؛ بنابراین شدت آلودگی دیازینون در لواسانات کوچک بیش‌تر تشخیص داده شد. جهت ارزیابی ارتباط بین غلظت دیازینون و نیترات اندازه‌گیری شده در هر روستا، همبستگی پیرسون بین این متغیرها در نرم-افزار SPSS اندازه‌گیری شد. اما از آن‌جایی که متغیرهای بسیاری از جمله روستاهای بالادست، عمق سفره، جنس لایه سنگ مادری، مساحت باغات و میزان کود و سموم مصرفی نیز تأثیر توامان بر غلظت این دو ماده در آب‌های زیرزمینی دارند ارتباط معنی‌دار کمی بین مساحت و جمعیت روستاها با میانگین غلظت دیازینون و نیترات و هم‌چنین میانگین اختلاف چاه‌های پایین دست و بالا دست روستاها مشاهده شد. با این حال نمودار رگرسیونی بین جمعیت روستاها در سال ۱۳۹۰ و هم‌چنین مساحت آن ها در شکل ۲ حاکی از تأثیر ضعیف جمعیت بر غلظت این دو آلاینده است.

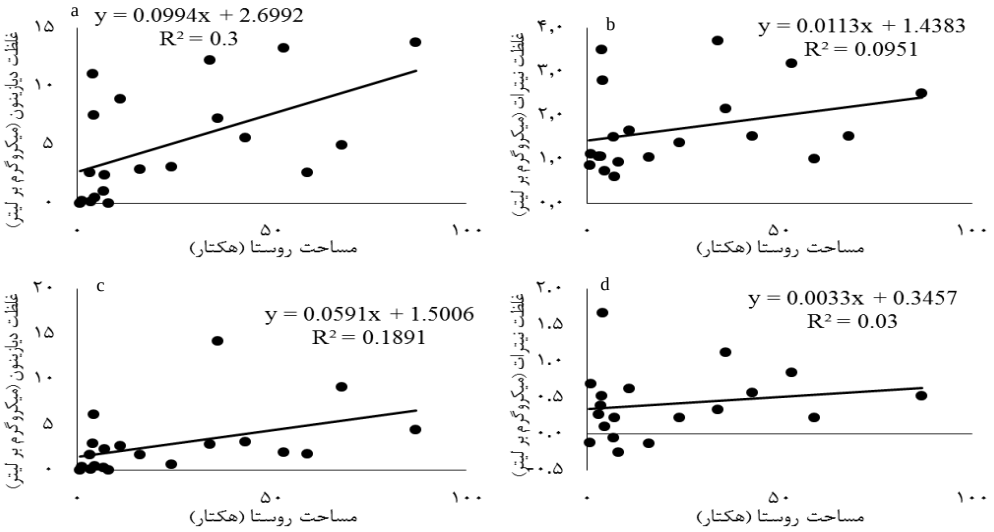
از آن‌جایی که وابستگی غلظت دیازینون به فعالیت‌های انسانی بسیار بیش‌تر از غلظت نیترات است، به همین دلیل، شیب ارتباط بین این آلاینده با جمعیت روستاها به مراتب بیش‌تر است (شکل ۲، a و c). این در صورتی است که خط رگرسیونی نیترات بسیار به خط افق نزدیک است (شکل ۲، b و d).

در شکل ۳ نیز مشاهده می‌شود که بین مساحت روستاها با میزان آلاینده ها ارتباط بهتری نسبت به جمعیت آن‌ها دارد. بویژه غلظت دیازینون که دارای شیب رگرسیونی بیش‌تری در مقابل مساحت نسبت به جمعیت دارد. این امر نشان می‌دهد که میزان مساحت کاشت و مساحت باغات تأثیر بیش‌تری بر غلظت آلاینده‌ها در سفره‌های زیرزمینی منطقه خواهد داشت.



شکل ۲- نمودار رگرسیون خطی ارتباط بین جمعیت روستا و نیترات a) میانگین غلظت دیازینون در چاه‌های بالا و پایین دست روستا، b) میانگین غلظت نیترات در چاه های بالا و پایین دست روستا، c) میانگین اختلاف غلظت دیازینون بین چاه‌های بالادست و پایین دست روستا، d) میانگین اختلاف غلظت نیترات بین چاه‌های بالادست و پایین دست روستا

Figure 2- Linear regression graph the relationship between the rural population and nitrates a) The average concentration of Diazinon in up and downstream of the village, b) The average concentration of nitrates in up and downstream of the village, c) the average difference between the upstream and downstream villages concentrations of Diazinon, d) average nitrate concentration difference between the upstream and downstream village



شکل ۳- نمودار رگرسیون خطی ارتباط بین مساحت روستا و نیترات a) میانگین غلظت دیازینون در چاه‌های بالا و پایین دست روستا، b) میانگین غلظت نیترات در چاه های بالا و پایین دست روستا، c) میانگین اختلاف غلظت دیازینون بین چاه‌های بالادست و پایین دست روستا، d) میانگین اختلاف غلظت نیترات بین چاه‌های بالادست و پایین دست روستا

Figure 2- Linear regression graph the relationship between the rural area and nitrates a) The average concentration of Diazinon in up and downstream of the village, b) The average concentration of nitrates in up and downstream of the village, c) the average difference between the upstream and downstream villages concentrations of Diazinon, d) average nitrate concentration difference between the upstream and downstream village

۲- اثر گذارترین روستاها در میزان دیازینون آب‌های زیرزمینی

در راستای تعیین وضعیت کیفی منابع آبی منطقه مورد مطالعه، بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی در مقیاس کوچک‌تر، ضرورتی انکار ناپذیر دارد. فلذا در هریک از دهستان‌های مورد مطالعه؛ ۱۰ روستا به‌طور تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. اثرگذارترین روستاها بر آلودگی دیازینون منابع آبی زیرزمینی در هریک از دهستان‌های مورد مطالعه به تفکیک مشخص شد.

بررسی غلظت دیازینون چاه‌های بالادست و پایین دست روستاهای مورد مطالعه‌ی لواسانات بزرگ و نتایج حاصل از آزمون میانگین t-استیودنت نشان داد که روستاهای چهارباغ، علائین، ایراء، لواسان و نیکنام ده بیش‌ترین آلودگی منابع آبی لواسانات بزرگ را موجب می‌شوند. اختلاف معنی‌داری بین غلظت دیازینون چاه‌های بالادست و پایین دست روستاها وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج آزمون t-استیودنت اختلاف میزان دیازینون چاه‌های بالادست و پایین دست روستاهای مورد مطالعه‌ی دهستان "لواسانات بزرگ"

Table 1- Student t- test results of diazinon's difference between upstream and downstream villages of the "great Lavasanat"

ردیف	روستاهای مورد مطالعه لواسانات بزرگ	چاه های منطقه	میانگین	انحراف معیار	حدود اعتماد ۹۵٪		اختلاف	ضریب t	سطح معنی داری
۱	چهار باغ	بالادست	۴/۴۶۰	۰/۹۵۷	۲/۰۸۰	۶/۸۳۹	۶/۲۱۳	۸/۳۸	۰/۰۰۱
		پایین دست	۱۰/۶۷۳	۰/۸۵۵	۸/۵۴۸	۱۲/۷۹۸			
۲	علائین	بالادست	۱/۳۲۳	۰/۵۰۶	۰/۰۶۵	۲/۵۸۱	۲/۳۳۳	۳/۵۵	۰/۰۵
		پایین دست	۳/۶۵۶	۱/۰۱۹	۱/۱۲۴	۶/۱۸۸			
۳	پورزند علیا	بالادست	۰/۰۴۰	۰/۰۶۹	۰/۱۳۲-	۰/۲۱۲	۰/۳۹۶	۲/۱۰	Ns
		پایین دست	۰/۴۳۶	۰/۳۲۰	۰/۳۵۸-	۱/۲۳۲			
۴	پورزند وسطی	بالادست	۰/۰۹۰	۰/۰۳۶	۰/۰۰۰۴	۰/۱۷۹	۰/۱۸۳	۱/۸۲	Ns
		پایین دست	۰/۲۷۳	۰/۱۷۰	۰/۱۴۹-	۰/۶۹۶			
۵	پورزند سفلی	بالادست	۰/۲۷۶	۰/۲۴۸	۰/۳۴۰-	۰/۸۹۳	۰/۵۲۳	۱/۶۲	Ns
		پایین دست	۰/۸۰۰	۰/۵۰۱	۰/۴۴۴-	۲/۰۴۴			
۶	ایراء	بالادست	۱/۷۶۳	۰/۳۱۵	۰/۹۸۰	۲/۵۴۵	۱/۷۸۰	۳/۳۵	۰/۰۵
		پایین دست	۳/۵۴۳	۰/۸۶۵	۱/۳۹۲	۵/۶۹۴			
۷	جوزک	بالادست	۰/۰۲۰	۰/۰۳۴	۰/۰۶۶-	۰/۱۰۶	۰/۰۱۶	۰/۵۹	Ns
		پایین دست	۰/۰۳۶	۰/۰۳۵	۰/۰۵۰-	۰/۱۲۳			
۸	لواسان	بالادست	۰/۱۶۰	۰/۱۶۰	۰/۲۳۷-	۰/۵۵۷	۱۴/۳۱۳	۲۱/۰۴	<۰/۰۰۰۱
		پایین دست	۱۴/۴۷۳	۱/۱۶۷	۱۱/۵۷۳	۱۷/۳۷۳			
۹	نیکنام ده	بالادست	۱۱/۵۵۶	۰/۶۱۵	۱۰/۰۲۶	۱۳/۰۸۶	۴/۴۷۰	۷/۸۹	۰/۰۱
		پایین دست	۱۶/۰۲۶	۰/۷۶۳	۱۴/۱۲۹	۱۷/۹۲۳			
۱۰	شاه نشین	بالادست	۰/۹۴۳	۰/۲۶۰	۰/۲۹۵	۱/۵۹۱	۰/۳۰۳	۰/۸۶	Ns
		پایین دست	۱/۲۴۶	۰/۵۵۵	۰/۱۳۲-	۲/۶۲۵			

از بین ۱۰ روستای مورد مطالعه در لواسانات بزرگ، ۵ روستا بعنوان اثر گذارترین روستا در آلودگی دیازینون منابع آبی زیرزمینی تعیین شدند؛ که در این میان روستای نیکنام ده با میزان دیازینون بطور متوسط ۱۳/۷۹۲ میکروگرم بر لیتر بیش-ترین سهم را در آلودگی دیازینون منابع آبی منطقه، به‌علت پر

جمعیت‌ترین روستا در بین روستاهای مورد بررسی به خود اختصاص داده است.

بررسی غلظت دیازینون چاه‌های بالادست و پایین دست روستاهای مورد مطالعه‌ی لواسانات کوچک و نتایج حاصل از آزمون میانگین t-استیودنت نشان داد که روستاهای افجه، انباج، کندبالا، هنزک، کیور، ناصرآباد، مزرعه سادات و سینک بیش‌ترین عامل آلودگی منابع آبی لواسانات کوچک هستند. اختلاف معنی‌داری بین غلظت دیازینون چاه‌های بالادست و پایین دست روستاها وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون t-استیودنت اختلاف میزان دیازینون چاه‌های بالادست و پایین دست روستاهای مورد مطالعه‌ی دهستان "لواسانات کوچک"

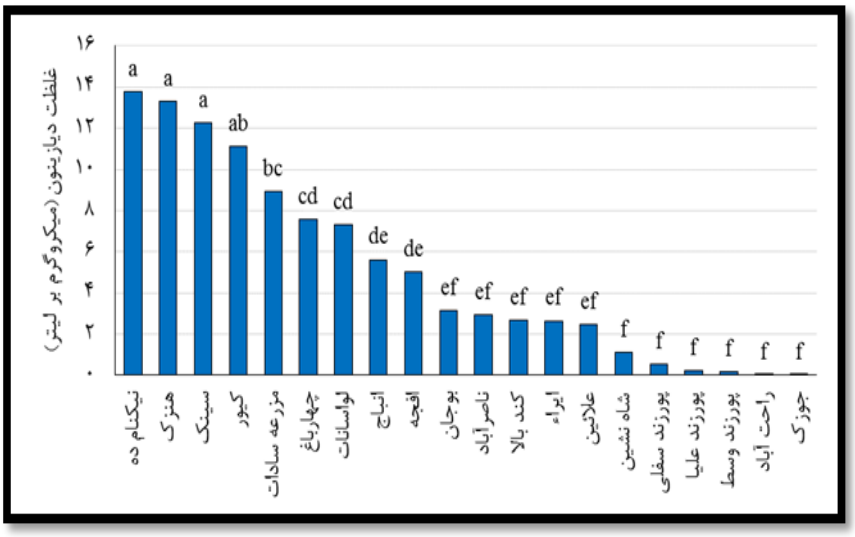
Table 2- Student t- test results of diazinon's difference between upstream and downstream villages of the "Small Lavasanat"

ردیف	روستاهای مورد مطالعه لواسانات کوچک	چاه های منطقه	میانگین	انحراف معیار	حدود اعتماد ۹۵٪		اختلاف	ضریب W	سطح معنی داری
۱	افجه	بالادست	۰/۳۹۰	۰/۲۰۹	۰/۱۳۰-	۰/۹۱۰	۹/۲۴۰	۱۵/۷۸	<۰/۰۰۰۱
		پایین دست	۹/۶۳۰	۰/۹۹۲	۷/۱۶۵	۱۲/۰۹۴			
۲	انباج	بالادست	۴/۰۲۰	۰/۴۴۹	۲/۹۰۳	۵/۱۳۶	۳/۲۰۶	۹/۴۹	۰/۰۰۱
		پایین دست	۷/۲۲۶	۰/۳۷۵	۶/۲۹۵	۸/۱۵۸			
۳	کند بالا	بالادست	۱/۷۶۰	۰/۵۳۵	۰/۴۳۰	۳/۰۸۹	۱/۸۵۰	۴/۴۳	۰/۰۵
		پایین دست	۳/۶۱۰	۰/۴۸۵	۲/۴۰۳	۴/۸۱۶			
۴	بوجان	بالادست	۲/۷۹۳	۰/۴۴۱	۱/۶۹۵	۳/۸۹۱	۰/۷۰۶	۱/۵۰	Ns
		پایین دست	۳/۵۰۰	۰/۶۸۶	۱/۷۹۵	۵/۲۰۵			
۵	هنزک	بالادست	۱۲/۳۰۰	۱/۱۵۶	۹/۴۲۶	۱۵/۱۷۳	۳/۰۵۶	۲/۱۱	۰/۰۱
		پایین دست	۱۵/۳۵۶	۱/۲۲۹	۱۱/۳۰۲	۱۷/۴۱۰			
۶	کیور	بالادست	۹/۶۴۳	۰/۷۹۰	۷/۶۸۰	۱۱/۶۰۵	۲/۹۶۰	۵/۳۳	۰/۰۱
		پایین دست	۱۲/۶۰۳	۰/۵۴۸	۱۱/۲۳۹	۱۳/۹۶۶			
۷	ناصرآباد	بالادست	۲/۰۳۶	۰/۴۴۸	۰/۹۲۲	۳/۱۵۰	۱/۷۶۳	۳/۸۸	۰/۰۵
		پایین دست	۳/۸۰۰	۰/۶۴۸	۲/۱۸۹	۵/۴۱۰			
۸	راحت آباد	بالادست	۰/۰۱۳	۰/۰۲۳	۰/۰۴۴-	۰/۰۷۰	۰/۰۳۶	۱/۱۵	Ns
		پایین دست	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	۰/۰۷۴-	۰/۱۷۴			
۹	مزرعه سادات	بالادست	۷/۵۸۳	۰/۸۳۶	۵/۵۰۴	۹/۶۶۲	۲/۷۰۶	۳/۴۶	۰/۰۵
		پایین دست	۱۰/۲۹۰	۱/۰۶۷	۷/۶۳۸	۱۲/۹۴۱			
۱۰	سینک	بالادست	۱۰/۸۲۶	۰/۷۰۰	۹/۰۸۷	۱۲/۵۶۵	۲/۹۲۰	۳/۸۹	۰/۰۵
		پایین دست	۱۳/۷۴۶	۱/۶۰۳	۹/۷۶۲	۱۷/۷۳۰			

از بین ۱۰ روستای مورد مطالعه در لواسانات کوچک، ۸ روستا به‌عنوان اثرگذارترین روستا در آلودگی دیازینون منابع آبی زیرزمینی تعیین شدند: که در این میان روستای هنزک با میزان دیازینون به‌طور متوسط ۱۳/۳۲۸ میکروگرم بر لیتر بیش‌ترین سهم را در آلودگی دیازینون منابع آبی منطقه، در بین روستاهای مورد بررسی به خود اختصاص داده است.

ارزیابی میزان غلظت دیازینون کل روستاهای مورد مطالعه‌ی دو دهستان "لواسانات بزرگ" و "لواسانات کوچک"

مقایسه غلظت دیازینون منابع آب‌های زیرزمینی تمامی روستاهای مورد بررسی به روش دانکن (در سطح احتمال ۵ درصد)، نشان داد که روستاهای نیکنام ده، هنزک، سینک بیش‌ترین سهم از آلودگی دیازینون رو به خود اختصاص دادند. کم‌ترین میزان آلودگی دیازینون در روستاهای پورزند علیا، پورزند وسطی، پورزند سفلی، راحت آباد، جوزک و شاه نشین مشاهده شد. روستاهایی که به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سهم آلودگی دیازینون رو به خود اختصاص داده‌اند و از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند: در گروه a و f مشخص شدند (شکل ۴).



شکل ۴- نمودار مقایسه غلظت دیازینون در تمامی روستاهای مورد بررسی در منطقه، به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 4- Comparison Chart of diazinon concentrations in all villages surveyed in the region, by Duncan 5%

۵- مقایسه میزان آلودگی دیازینون کل روستاهای مورد مطالعه ی دو دهستان "لواسانات بزرگ" و "لواسانات کوچک" با استاندارد های جهانی

بر اساس آمارهای جهانی اگرچه میزان دیازینون در آب‌های زیرزمینی باید برابر صفر باشد، اما به‌دلیل کاربرد آفت‌کش‌های ارگانو فسفره (دیازینون) و کنترل شیمیایی به جهت حفظ نباتات در بسیاری از مناطق، مقادیر از این ماده همواره در سفره‌های آب‌های زیر زمینی وجود دارد (۴). لذا مقایسه میزان دیازینون اندازه‌گیری شده با غلظت استانداردهای جهانی در راستای تعیین وضعیت کیفی منابع آبی منطقه مورد مطالعه، حائز اهمیت می‌باشد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که در منابع آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه، میزان دیازینون فراتر از حد استاندارد آب آشامیدنی است. از نظر استاندارد آب-های زیر زمینی در تمامی روستاهای مورد مطالعه بغیر از روستای جوزک و راحت آباد بیش‌تر از حد استاندارد جهانی بود. لذا برنامه‌ریزی های مربوط به مدیریت منابع آب و هم‌چنین ارزیابی سلامت حوضه‌های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی بهینه باید در اولویت قرار گیرد.

جدول ۳- مقایسه میزان دیازینون روستاهای مورد مطالعه‌ی لواسانات بزرگ با مقادیر استاندارد دیازینون در آب‌های آشامیدنی و زیر زمینی بر اساس متوسط جهانی (۷)

Table 3- Comparison of diazinon in villages studied of large Lavasanat with amounts of diazinon in drinking water and groundwater standards based on global average (7)

ردیف	روستاهای مورد مطالعه‌ی لواسانات بزرگ	میانگین غلظت دیازینون (میکروگرم بر لیتر)	استاندارد دیازینون در آب آشامیدنی	استاندارد دیازینون در آب‌های زیر زمینی
۱	چهار باغ	۷/۵۶۷	۰/۰	۰/۰۵
۲	علائین	۲/۴۹		
۳	پورزند علیا	۰/۲۳۸		
۴	پورزند وسطی	۰/۱۸۲		
۵	پورزند سفلی	۰/۵۳۸		
۶	ایراء	۲/۶۵۳		
۷	جوزک	۰/۰۲۸		
۸	لواسان	۷/۳۱۷		
۹	نیکنام ده	۱۳/۷۹۲		
۱۰	شاه نشین	۱/۰۹۵		

جدول ۴- مقایسه میزان دیازینون روستاهای مورد مطالعه‌ی لواسانات کوچک با مقادیر استاندارد دیازینون در آب‌های آشامیدنی و زیر زمینی بر اساس متوسط جهانی (۷)

Table 3- Comparison of diazinon in villages studied of Small Lavasanat with amounts of diazinon in drinking water and groundwater standards based on global average (7)

ردیف	روستاهای مورد مطالعه ی لواسانات کوچک	میانگین غلظت دیازینون (میکروگرم بر لیتر)	استاندارد دیازینون در آب آشامیدنی	استاندارد دیازینون در آب‌های زیر زمینی
۱	افجه	۵/۰۱	۰/۰	۰/۰۵
۲	انباج	۵/۶۲۳		
۳	کندبالا	۲/۶۸۵		
۴	بوجان	۳/۱۴۷		
۵	هنزک	۱۳/۳۲۸		
۶	کیور	۱۱/۱۲۳		
۷	ناصر آباد	۲/۹۱۸		
۸	راحت آباد	۰/۰۳۲		
۹	مزرعه سادت	۸/۹۳۷		
۱۰	سینک	۱۲/۲۸۷		

بحث و نتیجه گیری

کاربرد گسترده آفت‌کش‌های ارگانو فسفره برای مقاصد کشاورزی موجب شده که آلاینده دیازینون به یک معضل زیست محیطی تبدیل و از طریق آبشویی به منابع آبی بخصوص آب‌های زیرزمینی انتقال یابد. باتوجه به اهمیت آب و اثراتی که آلودگی آب می‌تواند بر سلامت انسان و اکوسیستم‌های طبیعی داشته باشد، پایش کیفیت منابع آب از اهمیت بسزایی برخوردار است (۱). نتایج این پژوهش نشان داد که منابع آبی زیر زمینی منطقه مورد مطالعه به دیازینون آلوده بوده و میزان این آلودگی

در دهستان لواسانات کوچک نسبت به لواسانات بزرگ بیش‌تر است.

منطقه لواسانات کوچک بخش اصلی و پر جاذبه منطقه لواسانات، چه از نظر مسکونی و چه از نظر کشاورزی است. از آن‌جایی که دسترسی مردم به این دهستان بسیار آسان‌تر از دهستان لواسان بزرگ است، میزان پیشرفت این منطقه نیز به مراتب بیش‌تر از منطقه لواسانات بزرگ بوده و شهر مهم لواسان در این دهستان قرار دارد. در مطالعه‌ای که توسط دهقانی و همکاران بر روی میزان دیازنون در زاینده رود صورت گرفت نتایج حاکی از آن بود که در مناطقی که باغات و زمین‌های کشاورزی بیش‌تر بوده، میزان بیش‌تری از سموم در نمونه-برداری ها مشاهده شده است. Tankiewicz و همکاران در سال ۲۰۱۰ از مطالعه بر روی باقی مانده آفت‌کش‌ها در ماهی‌ها و هم‌چنین خطرات مرتبط با آن‌ها، به این نتیجه رسیدند که کشاورزان احتیاط لازم را رد فرمولاسیون و کاربرد آفت‌کش‌ها انجام نمی‌دهند و این عمل باعث شیوع بیماری های مرتبط با آفت‌کش‌ها در این نواحی کشاورزی شده است (۸). در مطالعه-ای که توسط میرنژاد صومعه سرائی و همکاران در شالیزارهای برنج در استان گیلان انجام گرفته است باقی‌مانده آفت‌کش‌های ارگانو فسفره در این مزارع از یک روز بعد از سم پاشی تا دو ماه ردیابی شده و بعد از آن مقدار باقی مانده سموم به صفر رسیده است که نشان می‌دهد بقایای سموم ارگانو فسفره در آب به طور متوسط تا دو ماه می‌باشد (۹).

در لواسانات بزرگ، روستای نیکنام ده و لواسانات کوچک، روستای هنزک به ترتیب غلظت دیازینون با میانگین ۱۳/۷۹۲ و ۱۳/۳۲۸ میکرو گرم بر لیتر بیش‌ترین سهم در آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه به خود اختصاص دادند. مقایسه میزان دیازینون برآورد شده با استانداردهای جهانی نشان داد که میزان این آلودگی در تمامی روستاها با توجه به استاندارد آب آشامیدنی بیش‌تر از حد مجاز است. هم‌چنین غلظت آن در کل روستاهای مورد مطالعه به‌جز روستای جوزک و راحت آباد با استاندارد آب‌های زیرزمینی مطابقت نداشته و فراتر از حد مجاز ارزیابی شد. خزاعی و همکاران (۱۳۸۸)، به بررسی کیفیت و سلامت آب‌های زیرزمینی شهرستان محمود آباد پرداختند، نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که میزان دیازینون در آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه فراتر از میزان استاندارد جهانی آبهای زیر زمینی بود (۱۰) که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر تطابق دارد. در مطالعه‌ای که توسط Almeida و همگاران در جهت مدیریت آب در دشت فوسینو در ایتالیا در سال ۲۰۱۴ انجام شدنتایج نشان می دهد که ریزش‌های جوی و آبیاری نقش مهمی در انتقال آفت‌کش‌ها به منابع آب زیرزمینی و سطحی دارند (۱۱). هم‌چنین می و همکاران (۲۰۱۵)، طی تحقیق در راستای ارزیابی و پایش دقیق مقادیر کم آفت کش‌ها در منابع آب با استفاده از روش SPME نشان دادند که این روش در تعیین دقیق مقادیر بسیار کم آلاینده‌ها در محیط کارایی بسیار بالایی دارد (۱۲). که روش مذکور در پژوهش آن‌ها با روش مورد استفاده در این پژوهش یکسان است.

با توجه به این‌که میزان دیازینون آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه فراتر از حد مجاز ارزیابی شد: لذا برنامه‌ریزی‌های مدیریتی منابع آب و پایش سلامت حوضه‌های آبخیز منطقه لواسان بایستی در اولویت قرار گیرد. جهت محدود کردن انتقال آفت‌کش‌ها به منابع آبی، روش‌هایی از قبیل آبیاری مناسب و کاربرد علمی و اصولی آفت‌کش‌ها پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین با توجه به ماه‌های سم پاشی که اغلب در اردیبهشت و خرداد است، پیشنهاد می‌شود حداقل تا یک الی دو ماه پس از سم پاشی از استفاده آب و تماس های غیر ضروری خودداری شود، تا با توجه به خواص دیازنون با بالا رفتن دما این سموم تجزیه شوند.

به دلیل حساسیت و اهمیت سموم آفات گیاهی و به خصوص دیازنون پیشنهاد می‌شود که بررسی همه جانبه‌ای در خصوص محصولات کشاورزی و میزان استفاده از سموم برای آن‌ها صورت گیرد. هم‌چنین گسترش و توسعه روش‌های نوین مبارزه با آفات گیاهی شامل استفاده از گونه های مقاوم با استفاده از بیوتکنولوژی، بهره‌برداری از روش های بیولوژیکی مانند استفاده از کفشدوزک و.. مورد توجه قرار گیرد. و برای آموزش این

روش‌ها به کشاورزان و آماده سازی بستر مناسب جهت استفاده از این روش های بیولوژیکی که خطرات آفت‌کش‌های شیمیایی را کاهش می‌دهد، سرمایه‌گذاری‌های لازم صورت گیرد.

منابع

۱- پژمان, آ.، ایمانی, س.، گنجه ای زاده روحانی, ف. و خراسانی, س. (۱۳۹۲). تعیین باقیمانده دیازینون در برنج به روش استخراج فاز جامد میکرو(SPME). سومین همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار.

۲- خزاعی, سیدحسین؛ نعمت ا... خراسانی و خلیلی طالبی جهرمی، ۱۳۸۸، بررسی وضعیت کیفیت و سلامت آبهای زیرزمینی استان مازندران در اثر استفاده از حشره کش دیازینون (مطالعه موردی: شهرستان محمودآباد)، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

۳- سلیمانی، سحر؛ عاطفه اعتمادی خواه؛ احمدعلی پوربابایی و محسن فرحبخش، ۱۳۸۹، اثر حشره کش ارگانوفسفره دیازینون بر جمعیت میکروارگانیسم های خاک، اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

4- Luo, Q., Chen, X., Wei, Z., Xu, X., Wang, D. and Wang, Z. (2014). Simultaneous and high-throughput analysis of iodo-trihalomethanes, haloacetonitriles, and halonitromethanes in drinking water using solid-phase microextraction/gas chromatography-mass spectrometry: an optimization of sample preparation. Journal of Chromatography A, 1365: 45-53.

5- Mhlongo, S.H., Mamba, B.B. and Krause, R.W. (2009). Monitoring the prevalence of nitrosamines in South African watersand their removal using cyclodextrin polyurethanes. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 34: 819-824.

6- Sampedro, M.C., Martín, O., López de Armentia, C., Goicolea, M.A., Rodríguez, E., Gómez de Balugera, Z., Costa-Moreira, J. and Barrio, R.J. (2000). Solid-phase microextraction for the determination of systemic and non-volatile pesticides in river water using gas chromatography with nitrogen–phosphorous and electron-capture detection. Journal of Chromatography A, 893: 347-358.

7- Clesceri, L.S., Greenberg, A.E. and Eaton, A.D. (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition. APHA American Public Health Association, pp.

8- Tankiewicz, M ,.Fenik, J. and Biziuk, M. (2010). Determination of organophosphorus and organonitrogen pesticides in water samples. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 29: 1050-1063.

۹- میرنژاد صومعه سرائی، ر. و علی اکبر, ع. (۱۳۹۳). اندازه گیری همزمان سموم دیازینون و تری سیکلازول در خاک شالیزارهای غرب استان گیلان از طریق میکرو استخراج مایع-مایع پخشی به همراه استخراج پخشی با فاز جامد و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا. دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار.

۱۰- خزاعی، سیدحسین؛ نعمت ا... خراسانی و خلیلی طالبی جهرمی، ۱۳۸۸، بررسی وضعیت کیفیت و سلامت آبهای زیرزمینی استان مازندران در اثر استفاده از حشره کش دیازینون (مطالعه موردی: شهرستان محمودآباد)، دوازدهمین همایش ملی

بهداشت محیط، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شـهید بهشتی.

11- Almeida, S.F.P., Elias, C., Ferreira, J., Tornés, E., Puccinelli, C., Delmas, F., Dörflinger, G., Urbanič, G., Marcheggiani, S., Rosebery, J., Mancini, L. and Sabater, S. (2014). Water quality assessment of rivers using diatom metrics across MediterraneanEurope: A methods intercalibration exercise. Science of the Total Environment, 476–477: 768-776.

12- Mei, M., Huang, X., Yu, J. and Yuan, D. (2015). Sensitive monitoring of trace nitrophenols in water samples using multiple monolithic fiber solid phase microextraction and liquid chromatographic analysis. Talanta, 134: 89-97.