

# بررسی تأثیر سموم دفع آفات کشاورزی بر کیفیت آب شرب چاههای محفوره روستاهای شمیرانات

ساناز جعفری<sup>۲</sup>

مجتبی صیادی<sup>۲</sup>

امیر حسام حسنی<sup>۱</sup>

(دریافت ۸۹/۸/۱۹ پذیرش ۹۰/۲/۱۴)

## چکیده

آلودگی منابع آب به وسیله سموم آفت کش یکی از معضلات زیست محیطی محسوب می گردد که به لحاظ توسعه کشاورزی و تنوع آفات گیاهی، استفاده از سموم مذکور گسترش روز افزونی یافته است. از آنجا که در شهرستان شمیرانات زمین های کشاورزی و باغهای زیادی وجود دارد که به صورت دوره ای سمپاشی می شوند و همچنین چون آب شرب اهالی منطقه بیشتر از آبهای زیر زمینی تأمین می گردد، احتمال نشت سموم به داخل این چاهها وجود دارد. به همین لحاظ مصرف سموم آفت کش می تواند تهدیدی برای منابع تأمین آب شرب شهرستان محسوب گردد. پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی از نوع مقطعی تحلیلی بود. در این تحقیق ۱۲ نمونه آب از ۳ ایستگاه تأمین آب آشامیدنی زیرزمینی شهرستان شمیرانات در طی ۴ فصل در سال ۸۹-۱۳۸۸ جمع آوری و به منظور سنجش باقیمانده سموم ارگانوفسفره با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی جرمی و به وسیله دستگاه GC/MS و سنجش باقیمانده سموم آلی کلره به روش گاز کروماتوگرافی و به وسیله دستگاه GC/ECD مورد آنالیز قرار گرفتند. با توجه به نتایج آنالیز سموم فسفره در سه چاه هنزک، انباج و کند سفلا، سموم آلی فسفره در هیچکدام از فصول در ایستگاههای مورد نمونه برداری دیده نشد. همچنین با توجه به نتایج آنالیز سموم آلی کلره در سه چاه هنزک، انباج و کند سفلا، وجود مقادیری از سموم در آب تغلیظ شده هر سه چاه به خصوص در خردادماه مشهود بود. البته لازم به توضیح است که مقادیر سموم مشاهده شده در نمونه های آب پایین تر از حد استاندارد ملی شماره ۱۰۵۳ بود ولی وجود سموم مذکور در نمونه های آب تغلیظ شده، خطر نشت سموم به داخل منابع آب شرب منطقه و افزایش غلظت آنها در آینده را به همراه دارد.

**واژه های کلیدی:** سموم آلی کلره، سموم آلی فسفره، آب زیرزمینی، شمیرانات

## Investigation of Pesticides Effect on Groundwater Quality of Shemiranat Villages

Amir Hesam Hasani<sup>1</sup>

Mojtaba Sayadi<sup>2</sup>

Sanaz Jafari<sup>3</sup>

(Received Nov. 10, 2010 Accepted May 4, 2011)

### Abstract

Targets: Pollution of water resources by pesticides is one of the environmental problems because application of such these pesticides is increased by development of agriculture and variety of plant pests. As there are too many agricultural lands, farms and orchards in Shemiranat which are sprayed by poisons periodically and because drinking water of people is provided by groundwaters, there is the probability of leaking of poisons to water wells. So pesticides can be a serious threat for drinking water resources of the region. Study Methods: This research is a descriptive study based on sectional analysis method. In this research 12 samples of water are collected from 3 drinking groundwater preparation stations in Shemiranat during 4 seasons of 2009-2010. The samples are analyzed by GC/MS mechanism and by chromatography gas method to measure the rest of organophosphate pesticides and by GC/ECD mechanism and by chromatography gas method to measure the rest of chloro-organic pesticides. Results: According to analysis of phosphate pesticides in three water wells of Hanzak, Anbaj and Kand-Sofla, no phosphorus organic pesticide was seen in samples of water for all seasons, but according to analysis of chloro-organic pesticides in these three water wells, some amounts of pesticides were found in condensed water of all three wells especially in the samples of June. It should be mentioned that

1. Assist. Prof., Dept of Environmental and Energy, Islamic Azad University, Sciences and Research Branch of Tehran
2. Faculty Member of Health, Islamic Azad University, Tehran Medical Branch, Tehran
3. M.Sc. Student of Environmental Eng., Dept. of Environmental and Energy, Islamic Azad University Sciences and Researchs Branch of Tehran (Corresponding Author) (+98 21) 22959466 s\_jafari@live.com

- ۱- استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۲- عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران پزشکی
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول) (۲۲۹۵۹۴۶۶) s\_jafari@live.com

the amount of pesticides in samples of water are less than authorizes level according to 1053 National Standard principle. The pesticide in condensed samples of water indicates leakage of poisons into the drinking water resources of the region and is an alert of more pollution in future.

**Keywords:** Chloro-Organic Pesticides, Phosphorus Organic Pesticides, Groundwater, Shemiranat.

## ۱- مقدمه

آبیاری زمین‌های کشاورزی و باغداری سبب شستشوی سموم شیمیایی و کودها و انتقال آنها از لایه‌های مختلف خاک به آبهای زیرزمینی می‌شود. بنابراین کیفیت آب زیرزمینی موضوعی قابل تأمل است [۱]. خزاعی و همکاران در سال ۱۳۸۶ وضعیت کیفیت و سلامت آبهای زیرزمینی استان مازندران در اثر استفاده از حشره‌کشهای فسفره (دیازینون) را در شهرستان محمود آباد مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که غلظت دیازینون اندازه‌گیری شده در تعداد زیادی از نمونه‌های آب، بالاتر از میزان استاندارد تعیین شده سازمان بهداشت جهانی یعنی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بود [۱]. همچنین در سال ۱۳۸۶ خدادادی و همکاران غلظت باقیمانده سموم آفت‌کش ارگانوفسفره و کاربامات در منابع تأمین آب شرب شهر همدان را مورد بررسی قرار دادند. براساس این مطالعه بین باقیمانده سموم مورد مطالعه در نمونه‌های برداشت شده در فصول مختلف، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد [۲].

فاصله بین منبع آبی (رودخانه) با منطقه سمپاشی شده و میزان نزولات جوی از جمله عواملی هستند که میزان آلودگی آب با حشره‌کشها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بارش شدید سبب ورود بسیاری از آفت‌کشها به آب خصوصاً آبهای زیرزمینی می‌شود [۳]. تجمع بعضی از آفت‌کشها در آب اثراتی بر بو، مزه، زندگی آبزیان، فرایند تشکیل اکسیژن توسط فیتوپلانکتون‌ها و همچنین زنجیره غذایی دارد. حشره‌کشها با ورود به آب، در بافتهای بدن جانوران آبی تجمع یافته و در نتیجه از این طریق وارد زنجیره غذایی می‌شوند [۴]. از طرف دیگر حتی در صورت رعایت همه اصول، وارد شدن آفت‌کشها به منابع آب اجتناب ناپذیر است [۵]. با توجه به ذخیره منابع آب موجود در جهان و سهم اندک آبهای زیرزمینی به عنوان منابع آب شیرین قابل استحصال، حفظ کمی و کیفی این منابع گرانبها در حد مطلوب ضروری است. برای اینکه این منابع مهم سالم بمانند لازم است در صورت آلودگی منبع آلوده به سرعت شناسایی و روند گسترش آلودگی پیش‌بینی شود و تمهیدات لازم برای پاکسازی و جلوگیری از گسترش آن به عمل آید [۶]. در اکثر مواقع، آلودگی آبهای زیرزمینی آگاهانه و اجتناب ناپذیر انجام می‌گیرد و لذا نمی‌توان عملاً تمام منابع آب زیرزمینی را از آلودگی حفاظت نمود [۷].

همچنین ریزش باران بر روی مناطق سمپاشی شده، قبل از

تجزیه آنها می‌تواند سبب ورود سموم به منابع آب سطحی گردد. علاوه بر آن آفت‌کشها می‌توانند از طریق لایه‌های خاک و در حین نفوذ آب به سفره‌های زیرزمینی راه پیدا کنند. در مواردی نیز برخی آفت‌کشها می‌توانند وارد هوا گردیده و در نتیجه از طریق بارندگی، منابع آب سطحی و خاک را آلوده سازند. ورود این مواد آلاینده به منابع تأمین آب شرب به لحاظ مقاومت شدید در برابر عوامل محیطی، محلول بودن در آب و سمیت برای موجودات زنده، می‌تواند اثرات سوء بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشد. میزان بروز اثرات سوء آنها به کیفیت ماده شیمیایی، مدت زمان استفاده، زمان در معرض قرار گرفتن، غلظت سم ورودی و میزان سمیت آن برای انسان بستگی دارد. عوارض بهداشتی مهم ناشی از ورود سموم آفت‌کش به بدن در کل شامل عوارض کوتاه مدت مانند درد در ناحیه شکمی، سرگیجه، سردرد، دو بینی، حالت تهوع و مشکلات چشمی و پوستی است و از عوارض دراز مدت آن می‌توان به افزایش احتمال بروز مشکلات تنفسی، اختلالات حافظه، افسردگی، ناهنجاری‌های عصبی، سرطان و عقیمی اشاره کرد [۲].

از میان آفت‌کشها، آفت‌کشهای آلی کلردار به دلیل طبیعت چربی‌دوستی و تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی پایین آنها و توانایی تغلیظ زیستی و راه یابی به زنجیره غذایی، بیشتر مورد توجه می‌باشند و بعد از آن آفت‌کشهای فسفره قرار دارند [۸].

ترکیبات ارگانوفسفره بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین گروه آفت‌کشهای موجود هستند و در حدود ۴۰ درصد آفت‌کشهای ثبت شده در جهان را تشکیل می‌دهند [۹].

جمعیت روستایی ایران در سالهای ۱۹۹۰ و ۲۰۰۲ به ترتیب ۲۴/۹۴۹ و ۲۳/۱۴۴ میلیون نفر بوده است و در هر دو مقطع زمانی یاد شده، ۸۳ درصد آنها از آب سالم برخوردار بوده‌اند [۱۰]. شهرستان شمیرانات با داشتن مساحتی حدود ۱/۱ کیلومتر مربع و ۵/۹ درصد مساحت استان تهران، یکی از بزرگ‌ترین شهرستانهای استان تهران است و در بین ۱۵ شهرستان استان تهران، مقام هشتم را دارد. به ترتیب شهرستانهای ساوجبلاغ، فیروزکوه، کرج، ری، دماوند، ورامین و تهران قبل از آن و شهرستانهای شهریار، رباط کریم، پاکدشت و اسلام‌شهر بعد از آن قرار گرفته‌اند. از این مساحت، حدود ۶۰ کیلومتر مربع مربوط به شهر شمیران، حدود ۶۰۰ کیلومتر مربع مساحت بخش لواسان و حدود ۵۰۰ کیلومتر مربع مساحت بخش رودبار قصران است. در ازای شهرستان

۵/۵ کیلومتر شرقی غربی (از آب زندگانی در شمال غربی فرحزاد تا سرشاخه‌های سیاه پلاس در جنوب دریاچه لار) و پهنای شهرستان ۳۵ کیلومتر شمالی جنوبی (کوه پالان گردن در شمال لالان تا پل تقاطع بزرگراه شهید بابائی یا بزرگراه تهرانپارس-گردنه کوچک) است. شهر شمیران شامل تمامی منطقهٔ شهرداری تهران و نواحی کوچکی از منطقه ۲ و ۴ است. این شهرستان به دو بخش (با دو شهر و ۱۱۴ آبادی) و یک منطقه شهری تقسیم شده است. آب شرب شهرستان شمیرانات از ۲۰ حلقه چاه، ۸ رشته قنوات، ۱۱ دهنه چشمه و سد لتیان تأمین می‌گردد. آب شرب سه روستای هنزک، انباج و کند سفلا از طریق چاههای نیمه عمیق تأمین می‌گردد [۱۱].

اولین قدم در کنترل و مدیریت باقیمانده سموم موجود در منابع آب، تعیین غلظت آنها با دقت قابل قبول و مقایسه مقادیر به دست آمده با استانداردهای موجود است. اتحادیه اروپا حداکثر غلظت مجاز برای مجموع باقیمانده سموم آفت‌کش در منابع آب آشامیدنی را ۰/۵ میکروگرم در لیتر تعیین نموده است [۱۲]. نظری در سال ۱۳۷۵ بقایای آفت‌کشهای کلره را در رودخانه آبریز دریای خزر بررسی نمود که مقدار برخی از این سموم از جمله BHC را تا حد ۰/۱۲ ppm اندازه‌گیری کرد [۱۳]. مطالعه‌ای دیگر بر روی آب رودخانه‌های سیمینه رود و مهاباد رود در سال ۸۲-۱۳۸۱ توسط هنرپژوه انجام شد و مشخص شد که سموم فقط در فصل رشد و نمو و سمپاشی گیاهان مشاهده می‌شوند و در فصول دیگر یا وجود نداشته و یا مقدار آن ناچیز بوده است. دو سم دیازینون و آرینفوس متیل در نمونه‌ها به ترتیب ۳ ماه و ۲ ماه بعد از سم پاشی مشاهده گردیدند [۱۴].

در سال ۱۳۸۵ باقری مقدار باقیمانده حشره‌کشهای مصرفی فسفره (آزینفوس متیل و دیازیتون) در آب و ماهی‌های رودخانه‌های قره سو و گرگانرود استان گلستان را مورد بررسی قرار داد [۱۵].

با توجه به مطالب ذکر شده، این تحقیق با هدف تعیین غلظت سموم آلی کلره و سموم فسفره در منابع آب آشامیدنی روستاهای شهرستان شمیرانات و دستیابی به روش علمی و عملی مؤثر انجام شد.

## ۲- روش تحقیق

این پژوهش یک بررسی مقطعی از نوع توصیفی تحلیلی بود و پس از جمع‌آوری اطلاعات موجود در اولین گام اقدام به شناسایی و انتخاب روستاهایی گردید که باغات و اراضی کشاورزی در آنها در بالادست چاههای آب شرب قرار گرفته بود. پس از شناسایی سه روستا که منطبق بر ویژگی‌های ذکر شده بودند، اقدام به شناسایی

چاههایی گردید که تازه حفر شده بودند و اطلاعات در مورد آب شرب آنها کافی نبود. همچنین سعی شد چاههایی انتخاب شود که حریم بهداشتی در حفر آنها رعایت شده باشد تا احتمال وجود فاضلاب خانگی در آنها کم بوده و بهتر بتوان شرایط وجود سموم کشاورزی را در آنها مورد مطالعه قرار داد. بنابراین در هر یک از این روستاها یک حلقه چاه و در مجموع، سه حلقه چاه که احتمال وجود آلودگی در آنها بود، انتخاب شدند. این چاهها در یک راستا و در جهت شیب زمین بودند تا مقدار تغییرات سموم در طول مسیر مشخص شود.

## ۱-۲- مختصات و مشخصات چاهها

مشخصات و مختصات چاههای انتخابی مورد نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات چاههای انتخابی مورد نمونه‌برداری در شهرستان شمیرانات [۱۱]

ردیف	نام محل	UTM:X-Y	نوع منبع	عمق (متر)	میزان آبدهی (Lit/s)
۱	هنزک	-۳۹۷۸۴۵۱ ۵۵۴۵۷۸	چاه	۳۰	۲
۲	کندسفلا	-۳۹۶۹۷۲۱ ۵۵۸۸۲۸	چاه	۲۰	۲
۳	انباج	-۳۹۶۷۷۰۹ ۵۶۱۲۷۳	چاه	۱۸	۴

موقعیت شهرستان شمیرانات و پراکنش چاههای انتخاب شده در شکل ۱ نشان داده شده است.

## ۲-۲- نمونه‌برداری و استخراج نمونه‌ها

آب شرب شهرستان شمیرانات از ۲۰ حلقه چاه، ۸ رشته قنوات، ۱۱ دهنه چشمه و سد لتیان تأمین می‌گردد. پس از انجام مطالعات، سه روستای هنزک، انباج و کند سفلا و در هر روستا یک حلقه چاه برای انجام نمونه‌برداری‌ها مشخص شده و در فصلهای تابستان (شهریور)، پاییز (آذر) و زمستان (اسفند) سال ۱۳۸۸ و بهار (خرداد) سال ۱۳۸۹ نمونه‌برداری انجام شد و نمونه‌ها برای تعیین باقیمانده سموم آلی کلره و فسفره به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌برداری به صورت دستی و با استفاده از ظروف سفید رنگ پلی‌اتیلن به حجم ۱/۵ لیتر و به تعداد ۱ نمونه از هر ایستگاه تهیه گردید. به این صورت که ابتدا ظروف توسط دترجنت و سپس آب معمولی و بعد از آن با اسیدنیتریک و سپس با آب مقطر شستشو داده شد. پس از پر شدن به صورت لبریز و گذاشتن درپوش،

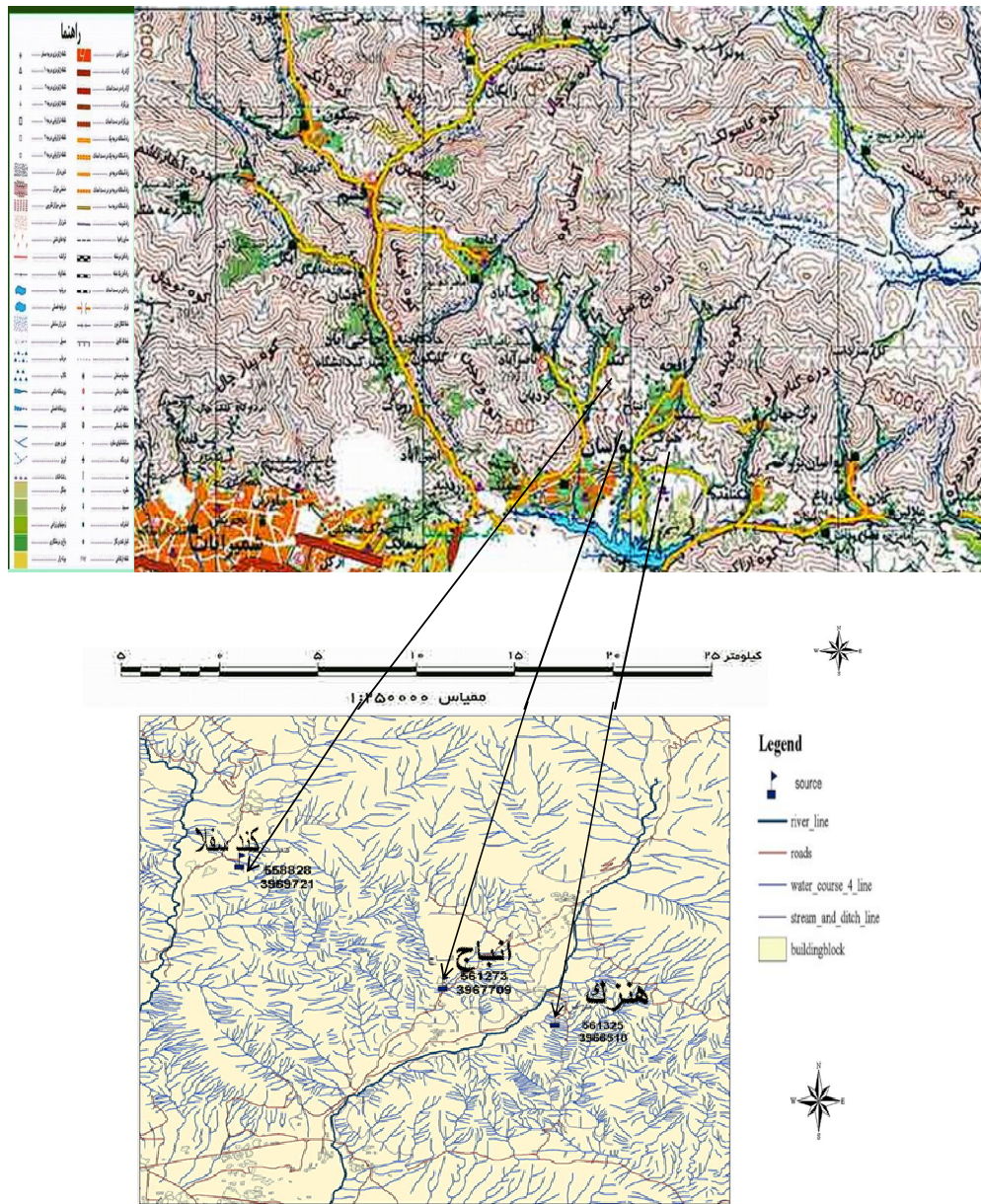
۱- سدیم سولفات آبیگیر، ۲- هگزان نرمال، ۳- دی کلرومتان، ۴- متانول، ۵- نیتروژن خشک، ۶- قیف جداکننده ۱ لیتری با شیر تفلونی، ۷- بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری، ۸- استوانه مدرج، ۹- دستگاه دورانی تقطیر در خلاء<sup>۱</sup>، ۱۰- دستگاه کروماتوگرافی گازی با دکتور جرمی (GS-MS)، مدل N59۷۵ شرکت Agilent، ۱۱- دستگاه کروماتوگرافی گازی با دکتور ECD (GS-ECD)، مدل N6۸۹۰ شرکت Agilent.

اطلاعاتی از جمله نام منطقه و تاریخ نمونه برداری بر روی آن درج گردید. نمونه برداری و نگهداری مطابق روش استاندارد ذکر شده در کتاب استاندارد مدت سال ۲۰۰۵ انجام شد و نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های مربوط به سموم آفت‌کش به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران منتقل گردید. نمونه‌ها تا انجام آنالیز در یخچال با دمای ۲ درجه سلسیوس نگهداری شدند.

### ۳-۲- مواد و تجهیزات مورد نیاز

مواد و تجهیزات استفاده شده در این تحقیق به شرح ذیل است:

<sup>1</sup> Rotary Evaporator



شکل ۱- نقشه شمال شرق شهر تهران (شمیرانات) (۱۱، ۱۶ و ۱۷)

#### ۴-۲- آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه به ظروف شیشه‌ای مخصوص منتقل شده و تا زمان انجام آنالیز در یخچال با دمای ۲ درجه سلسیوس نگهداری شدند.

#### ۵-۲- آماده‌سازی معرفها

معرفهای پودری یا کریستالی سدیم سولفات آبیگر و پشم شیشه، قبل از استفاده کاملاً پاکسازی شدند. معرفها با هگزان به مدت ۸ ساعت سوکسله شده و این کار با حلالهای دی کلرومتان و یا متانول به مدت ۸ ساعت دیگر تکرار شد. سپس مواد سدیم سولفات و پشم شیشه در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد.

#### ۶-۲- استخراج نمونه

استخراج نمونه به روش قیف جداکننده صورت گرفت. این قیفها با حلال شستشو داده شدند و ۵۰۰ میلی‌لیتر از نمونه برداشته شد و نیمی از آن به قیف جداکننده شماره ۱ منتقل گردید. سپس ۵۰ میلی‌لیتر حلال به آن اضافه شد. پس از آن قیف به مدت چند ثانیه به شدت تکان داده شد تا بخارهای حلال از در آن خارج شود. این عمل ۵ بار تکرار گردید. پس از آنکه فازها از هم جدا شدند، فاز آبی جدا شده و به قیف شماره ۲ اضافه شد. مقدار ۵۰ میلی‌لیتر حلال تازه (هگزان یا دی کلرومتان) به قیف شماره ۲ افزوده شد و مراحل تکان دادن تکرار گردید. پس از جدا شدن فازها در قیف شماره ۲، فاز آبی جدا شده خارج و دور ریخته شد. سپس نیمه دوم نمونه به قیف شماره ۱ که حاوی ۵۰ میلی‌لیتر اول از حلال بود اضافه شد. بعد از تکان دادن و جدا شدن فازها، فاز آبی جدا شده به قیف شماره ۲ انتقال یافت. سپس محلول به مدت ۲ دقیقه شدیداً تکان داده شد تا فازهایش جدا شود. فاز آبی جدا شده، دور ریخته شد. در مرحله بعد ۵۰ میلی‌لیتر از نمونه استخراج شده در قیف شماره ۱ به قیف شماره ۲ اضافه شد و چند میلی‌گرم سولفات سدیم آبیگر نیز در آن ریخته شد تا از تشکیل امولسیون جلوگیری شده و آب اضافی را به خود جذب کند. وقتی آب نمونه استخراج شده ترکیبی گرفته شد، نمونه داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری که از قبل با حلال شستشو داده شده بود، ریخته شد. قیف با حلال تازه شستشو شده و از آن برای به حجم رساندن بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری استفاده شد.

#### ۷-۲- تغلیظ مواد استخراج شده

مواد استخراج شده با استفاده از دستگاه روتاری تا ۱۵ میلی‌لیتر تغلیظ شد. دمای حمام آب روتاری ۳۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید. سپس مواد استخراج شده با سدیم سولفات آبیگری شد و داخل استوانه مدرج ریخته شد. در این مرحله جریان ملایمی از

نیترژن تمیز و خشک از ماده عبور داده شد تا با تبخیر شدن حلال اضافی حجم ماده به ۱ میلی‌لیتر برسد.

#### ۸-۲- آماده‌سازی محلولهای استاندارد و نحوه کالیبراسیون

برای تهیه محلولهای استاندارد از استانداردهای اولیه زیر استفاده شد: مخلوط سموم آلی کلره ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و مخلوط سموم آلی فسفره ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر. سپس منحنی کالیبراسیون با استفاده از این استانداردها رسم گردید.

#### ۹-۲- قرائت غلظتها

اندازه‌گیری سموم مورد تحقیق با استفاده از روش کتاب استاندارد متد سال ۲۰۰۵، برای سنجش سموم فسفره با دستگاه GC/MS و سموم کلره با دستگاه GC/ECD انجام گردید [۱۸]. برای قرائت سموم فسفره از دستگاه کروماتوگرافی با دکتور جرمی ساخت شرکت آجیلنت<sup>۱</sup> مدل N5۹۷۵ با دمای اولیه ۵۰ درجه سلسیوس که طی دو مرحله به به دمای ۲۹۰ درجه سلسیوس می‌رسد، استفاده شد. ستون مورد استفاده در دستگاه از نوع کیپیلاری<sup>۲</sup>، فاز-DB5 MS با طول ستون ۳۰ متر و قطر ستون ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت غشاء ۰/۵ میکرومتر بود. گاز حامل مورد استفاده، هلیوم با سرعت ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. دکتور مورد استفاده MS و تکنیک تزریق اسپلیتلس<sup>۳</sup> بود.

برای قرائت سموم کلره از دستگاه کروماتوگرافی گازی با دکتور ECD ساخت شرکت آجیلنت مدل N۶۸۹۰ با دمای نخستین ۱۲۰ درجه سلسیوس که طی ۵ مرحله به دمای ۲۸۰ درجه سلسیوس می‌رسد، استفاده شد. ستون مورد استفاده در دستگاه از نوع کیپیلاری، فاز-HP-5 با طول ستون ۳۰ متر و قطر ستون ۰/۳۲ میلی‌متر و نازکی غشاء ۰/۲۵ میکرومتر بود. گاز حامل مورد استفاده نیترژن با سرعت ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. دکتور مورد استفاده ECD و تکنیک تزریق اسپلیتلس بود.

#### ۳- نتایج و بحث

با توجه به اینکه هدف از انجام این تحقیق، اندازه‌گیری باقیمانده سموم آفتکش (کلره و فسفره) در منابع آب شرب چاههای ۳ روستای انباج، هنزک و کند سفلا در سال ۸۹-۱۳۸۸ بود، لذا نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها در ۲ بخش مجزا شامل سموم فسفره و سموم کلره، در جدولهای ۲ تا ۷ درج گردید. همچنین در شکل‌های ۲ تا ۲۵ کروماتوگرام‌های مربوط به سموم فسفره و کلره نشان داده شده است.

<sup>1</sup> Agilent  
<sup>2</sup> Capillary  
<sup>3</sup> Splitless

جدول ۲- نتایج حاصل از آنالیز سموم آلی فسفره در چاه هنزک

سموم آلی فسفره	واحد	شهریور ۸۸	آذر ۸۸	اسفند ۸۸	خرداد ۸۹
دیازینون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
دیسولفتون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
اتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
مالاتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
پاراتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
متیل پاراتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
تریفلورالین	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲

\*حد تشخیص دستگاه ۰/۲ میکروگرم در لیتر بوده است

جدول ۳- نتایج حاصل از آنالیز سموم آلی فسفره در چاه کندسفلا

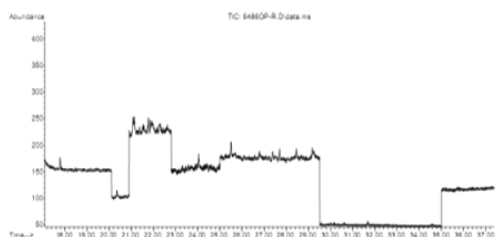
سموم آلی فسفره	واحد	شهریور ۸۸	آذر ۸۸	اسفند ۸۸	خرداد ۸۹
دیازینون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
دیسولفتون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
اتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
مالاتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
پاراتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
متیل پاراتیون	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲
تریفلورالین	µg/L	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲	< ۰/۲

\*حد تشخیص دستگاه ۰/۲ میکروگرم در لیتر بوده است.

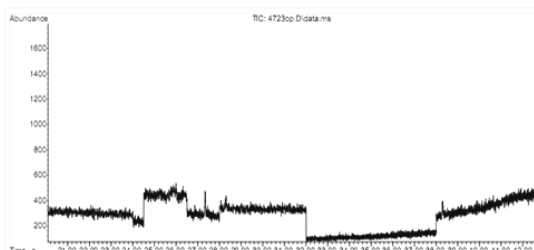
۱-۳ نتایج حاصل از آنالیز سموم فسفره در نمونه‌های آب

با توجه به نتایج آنالیز سموم فسفره در سه چاه هنزک، انباج و کندسفلا، سموم آلی فسفره در هیچکدام از فصول نمونه‌برداری در

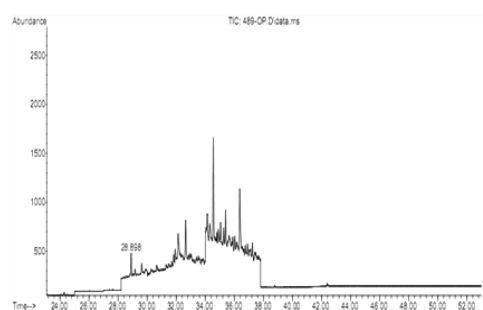
ایستگاههای مورد نمونه‌برداری بالاتر از حد تشخیص دستگاه دیده نشد.



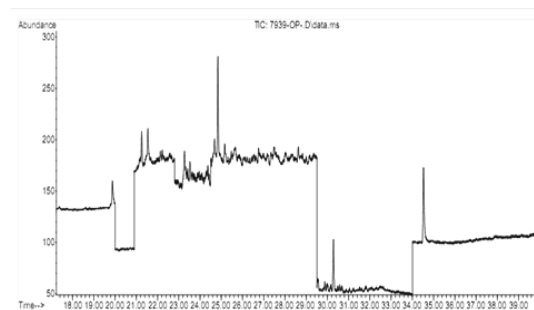
شکل ۳- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه هنزک در آذر ۱۳۸۸



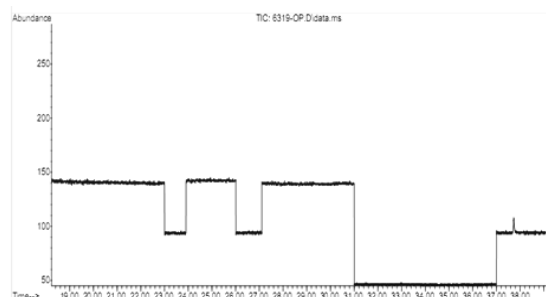
شکل ۲- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه هنزک در شهریور ۱۳۸۸



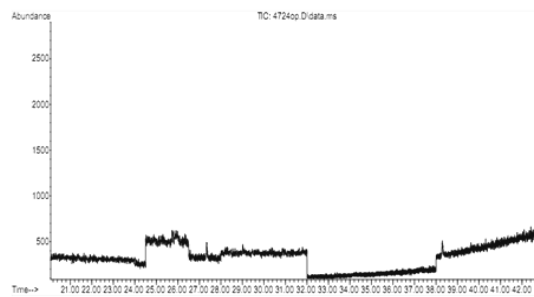
شکل ۵- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه هنزک در خرداد ۱۳۸۹



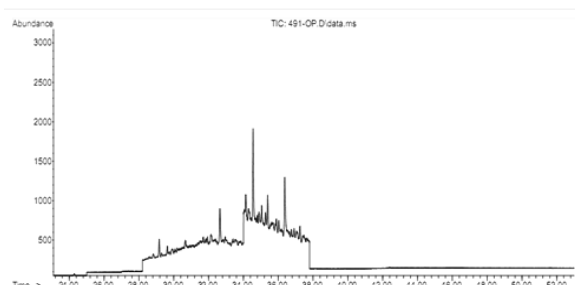
شکل ۴- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه هنزک در اسفند ۱۳۸۸



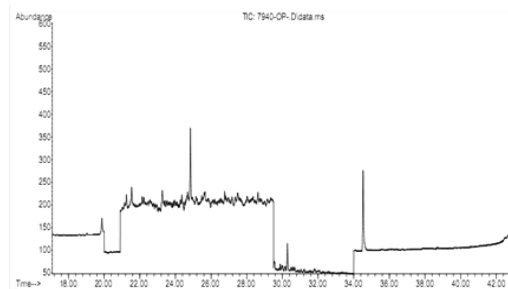
شکل ۷- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه کندسفلا در آذر ۱۳۸۸



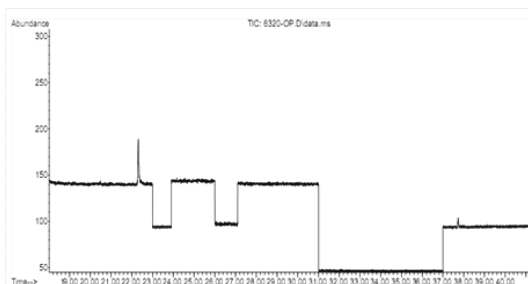
شکل ۶- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه کندسفلا در شهریور ۱۳۸۸



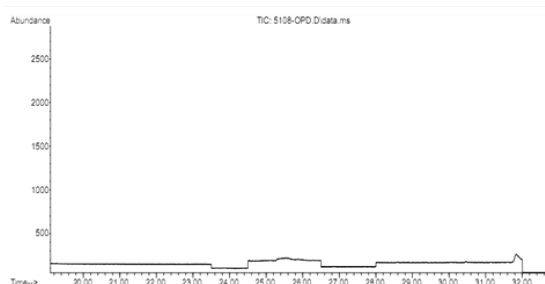
شکل ۹- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه کندسفلا در خرداد ۱۳۸۹



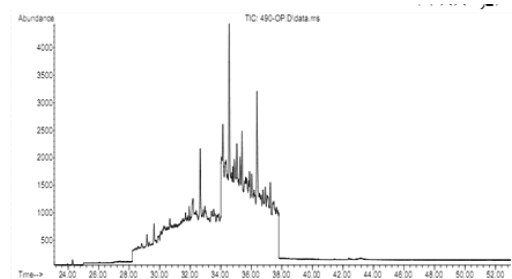
شکل ۸- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه کندسفلا اسفند ۱۳۸۸



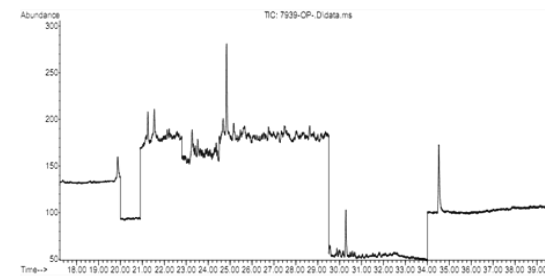
شکل ۱۱- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه انباج در آذر ۱۳۸۸



شکل ۱۰- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه انباج در شهریور ۱۳۸۸



شکل ۱۳- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه انباج در خرداد ۱۳۸۹



شکل ۱۲- کروماتوگرام سموم فسفره در چاه انباج در اسفند ۱۳۸۸

#### جدول ۴- نتایج حاصل از آنالیز سموم آلی فسفره در چاه انباج

سموم آلی فسفره	واحد	شهریور ۸۸	آذر ۸۸	اسفند ۸۸	خرداد ۸۹
دیازینون	μg/L	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<
دیسولفتون	μg/L	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<
اتیون	μg/L	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<
مالاتیون	μg/L	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<
پاراتیون	μg/L	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<
متیل پاراتیون	μg/L	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<
تریفلورالین	μg/L	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<	۰/۲<

\*حد تشخیص دستگاه ۰/۲ میکروگرم در لیتر بوده است.

که مقادیر سموم مشاهده شده در نمونه‌های آب پایین‌تر از حد استاندارد ملی شماره ۱۰۵۳ است. ولی وجود سموم مذکور در نمونه‌های آب تغلیظ شده حاکی از نشت سموم به داخل منابع آب شرب منطقه و خطر افزایش غلظت آنها در آینده است.

۲-۳- نتایج حاصل از آنالیز سموم آلی کلره در نمونه‌های آب با توجه به جدولهای ۵ تا ۷ و شکل‌های ۱۴ تا ۲۵ مشاهده می‌شود که سموم آلی کلره در سه چاه هنزک، انباج و کندسفلا، وجود مقادیری از سموم در آب تغلیظ شده هر سه چاه به‌خصوص در خردادماه مشهود است. البته لازم به توضیح است

جدول ۵- نتایج حاصل از آنالیز سموم آلی کلره در چاه هنزک

سموم آلی کلره	واحد	شهریور ۸۸	آذر ۸۸	اسفند ۸۸	خرداد ۸۹
الدرین	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
دیلدین	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
اندسولفان آلفا	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
اندسولفان بتا	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
گاما کلردان	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDD	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDE	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDT	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱

\*حد تشخیص دستگاه ۰/۰/۱ میکروگرم در لیتر بوده است

جدول ۶- نتایج حاصل از آنالیز سموم آلی کلره در چاه کندسفلا

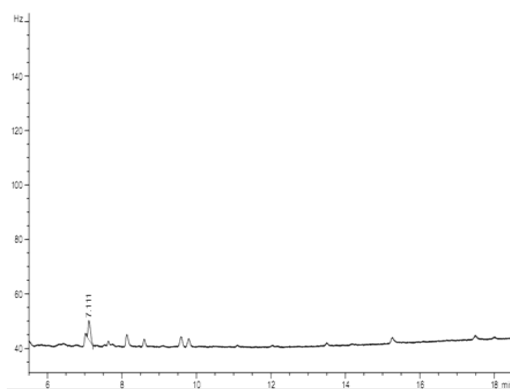
سموم آلی کلره	واحد	شهریور ۸۸	آذر ۸۸	اسفند ۸۸	خرداد ۸۹
الدرین	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
دیلدین	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
اندسولفان آلفا	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
اندسولفان بتا	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
گاما کلردان	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDD	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDE	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDT	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱

\*حد تشخیص دستگاه ۰/۰/۱ میکروگرم در لیتر بوده است

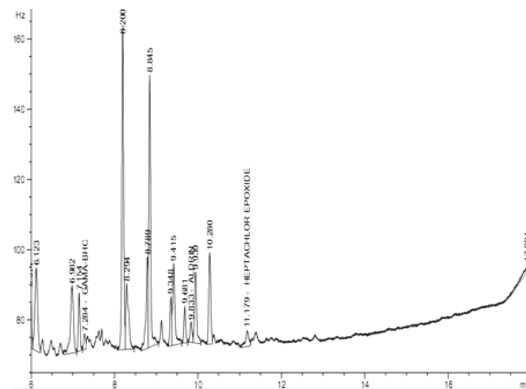
جدول ۷- نتایج حاصل از آنالیز سموم آلی کلره در چاه انباج

سموم آلی کلره	واحد	شهریور ۸۸	آذر ۸۸	اسفند ۸۸	خرداد ۸۹
الدرین	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
دیلدین	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
اندسولفان آلفا	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
اندسولفان بتا	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
گاما کلردان	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDD	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDE	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱
4-4-DDT	µg/L	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱	< ۰/۰/۱

\*حد تشخیص دستگاه ۰/۰/۱ میکروگرم در لیتر بوده است

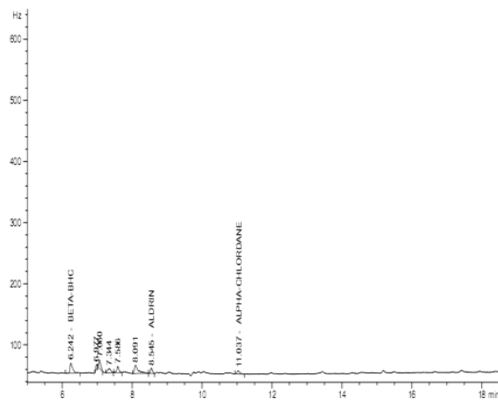
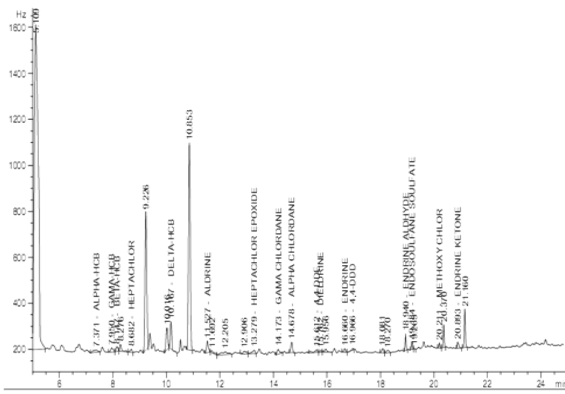


شکل ۱۵- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه هنزک در آذر ۱۳۸۸

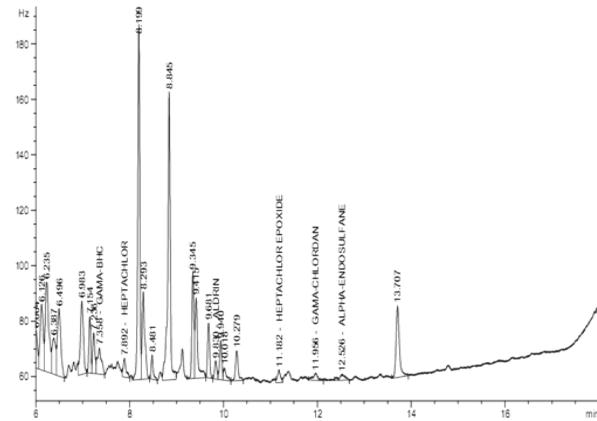
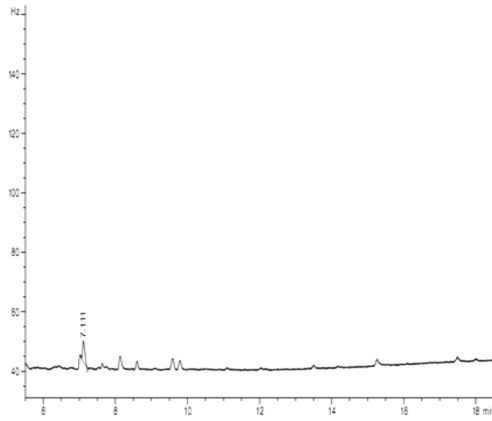


شکل ۱۴- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه هنزک در شهریور ۱۳۸۸

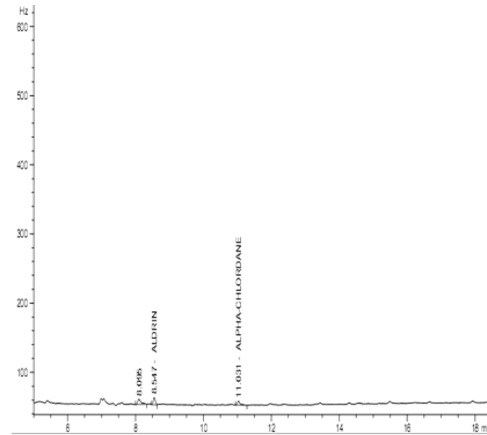
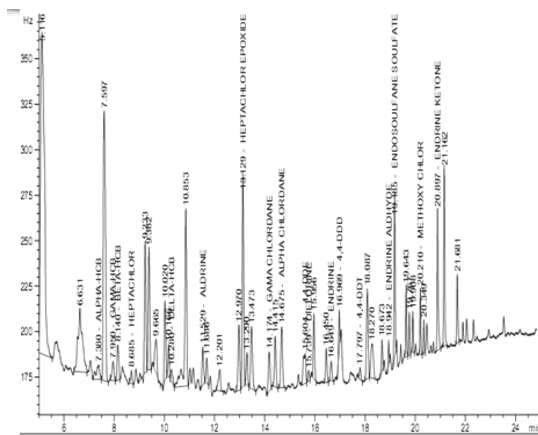




شکل ۱۶- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه هنزک در اسفند ۱۳۸۸ شکل ۱۷- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه هنزک در خرداد ۱۳۸۹

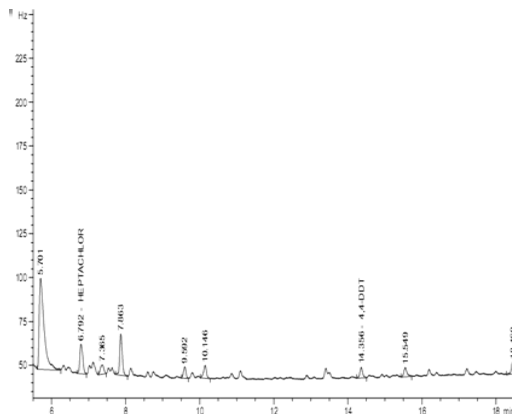


شکل ۱۸- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه کندسفلا در شهریور ۱۳۸۸ شکل ۱۹- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه کندسفلا در آذر ۱۳۸۸

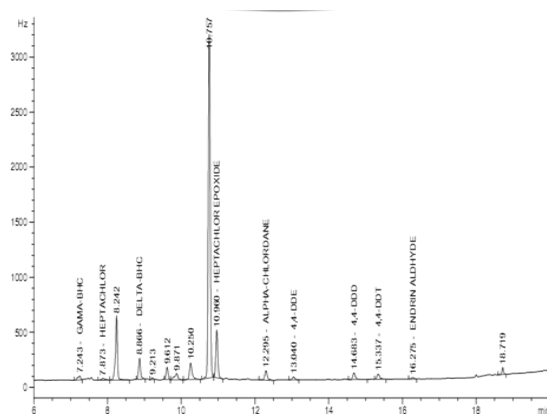


شکل ۲۱- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه کندسفلا در خرداد ۱۳۸۹

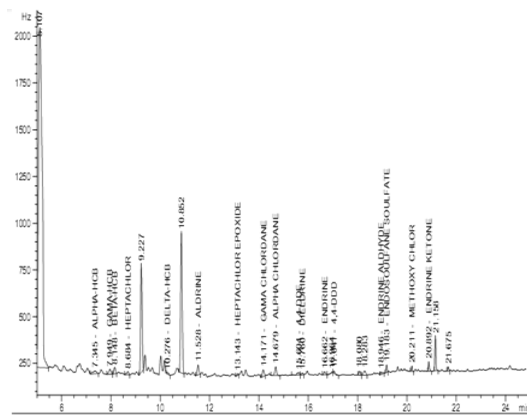
شکل ۲۰- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه کندسفلا در اسفند ۱۳۸۸



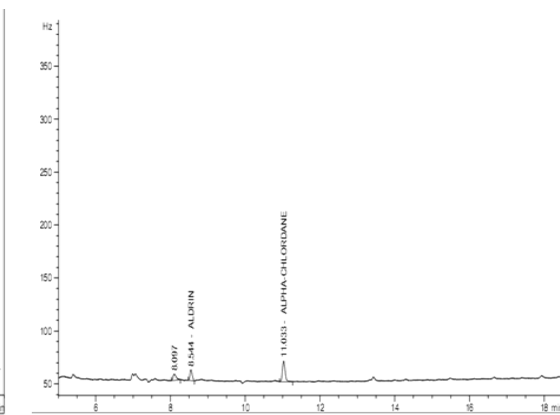
شکل ۲۳- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه انباج در آذر ۱۳۸۸



شکل ۲۲- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه انباج در شهریور ۱۳۸۸



شکل ۲۵- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه انباج در خرداد ۱۳۸۹



شکل ۲۴- کروماتوگرام سموم آلی کلره در چاه انباج در اسفند ۱۳۸۸

به شماره ۱۰۵۳ است. در منطقه شمیرانات تاکنون تحقیقی مبنی بر تأثیر سموم فسفره بر آب شرب چاههای حفر شده صورت نگرفته و این تحقیق برای اولین بار در این رابطه انجام شد.

۴- نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه‌های آب در دستگاه GC-ECD، نشان می‌دهد که غلظت سموم آلی کلره در هر ۳ ایستگاه نمونه برداری شده در شهرستان شمیرانات و در هر ۴ فصل نمونه برداری، کمتر از حد شناسایی دستگاه بوده و در نتیجه میزان این سموم در آب شرب چاههای منطقه مورد مطالعه کمتر از حد استاندارد تعریف شده از سوی سازمان جهانی و استاندارد ملی آب آشامیدنی ایران به شماره ۱۰۵۳ است.

۵- با توجه به وجود سموم کلره در نمونه‌های آب تغلیظ شده چاههای مورد بررسی، نشت سموم مذکور به داخل منابع آب شرب منطقه و خطر افزایش غلظت آنها در آینده وجود داشته و برای حفاظت منابع آب موجود باید راهکار مناسب ارائه گردد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در سه روستای کند سفلا، هنزک و انباج و آزمایش‌های صورت گرفته بر روی آب شرب چاههای آنها نتایج زیر حاصل گردید:

- ۱- سمومی که بیشتر کشاورزان استفاده می‌کنند از انواع سموم کلره است.
- ۲- از سمومی که در منطقه استفاده می‌شوند می‌توان به گوزاتیون، مالاتیون، دیازینون، لیندن، بنومیل، هپتاکلر، آلدین، گاما کلردان، اندرین و ددت اشاره کرد.
- ۳- طبق نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه‌های آب توسط دستگاه CG-MS، غلظت سموم آلی فسفره در هر ۳ ایستگاه نمونه برداری شده در شهرستان شمیرانات و در هر ۴ فصل نمونه برداری، کمتر از حد شناسایی دستگاه بوده و در نتیجه میزان این سموم در آب شرب چاههای منطقه مورد مطالعه کمتر از حد استاندارد تعریف شده از سوی سازمان جهانی بهداشت<sup>۱</sup> و استاندارد ملی آب آشامیدنی ایران

<sup>1</sup> World Health Organization (WHO)

- 1- Khazayi, S. H. (2009). "Assess the health status and quality of groundwater in the Mazandaran porivnce of the insecticide diazinon (Mahmoud Abad city case study)." *12<sup>th</sup> National Conference on Environmental Health*, Shahid Beheshti University, Tehran. (In Persian)
- 2- Khoadadi, M. (2009). "Determination of residual concentrations of phosphorus and carbamate pesticides and organiphosphate pesticides in drinking water sources in Hamedan." *12<sup>th</sup> National Conference of Environmental Health Iran*, Shahid Beheshti University, Tehran. (In Persian)
- 3- Khorasgani Nazari, Z. (1988). "Examine the remains of chlorinated organic pesticides in the river catchment area of the Caspian Sea and offshore stations." MSc. Thesis, Tehran University of Medical Sciences. (In Persian)
- 4- Chapman, R. (1990). "Enhanced degradation of insecticides in soil." *J. of American Chemical Socitey*, 7, 128-140.
- 5- Borner,H. (1994). *Pesticides in ground and surface water*, Springer Verlag Pub., Berlin, Germany.
- 6- Rahnama, M.B. (2001). "Predicting the spread of contamination in groundwater aquifers." *3<sup>rd</sup> National Congress on Environmental Health*, Kerman University of Medical Sciences, Kerman.
- 7- Reza Zadeh Shirazi, A. R. (2001). "Contamination of water resources Byza' prairie (Fars province )with emphasis on drinking water supply." *3<sup>rd</sup> National Conference on Environmental Health*, Kerman University of Medical Sciences, Kerman. (In Persian)
- 8- Rabiee rad, M. (2006). "Investigation of 12 residues chlorinated organic pesticides in the refining process in Ahwaz water treatment plant No. 2." *National Conference on Water and Wastewater Operations*, Ministry of Energy, Tehran. (In Persian)
- 9- Samadi, M. T., Khodadadi, M., Rahmani, A.R., Allahresani, A., and Saghi, M.H. (2010). "Comparison of the efficiency of removal of organophosphorsu and carbatat pesticides in agueous solution." *J. of Water and Wastewater*, 73, 69-75. (In Persian)
- 10- Ghannadi, M., and Mohebbi, M.R. (2008). "A 2006 survey of drinking water microbial qalkty in rural areas in Iran (Limitations, challenges, and opportunities)." *J. of Water and Wastewater*, 65, 23-29. (In Persian)
- 11- Water and Wastewater in Rural Areas of Tehran Province (2009). *Profile of selected wells sampled in the city Shemiranat*, Abfar Co., Tehran.
- 12- Hosseini, M. (2005) "The amount of pesticide residue intake of phosphorus in Garusyvand river and groundwater and The dominant product (cucumber) in their area." MSc. Thesis, Tehran University. (In Persian)
- 13- Abbot, D.C. (1969). "The application of thin layer chromatography technique to analysis residue." *J. of Chromatography*, 2, 638-644.
- 14- Honarpazhv, S. K. (1992). "Investigate and determine the amount residual insecticides diazinon and methyl Foss Azin in the Mahabad river and Simineh." M.S. Thesis, Tehran University of Medical Sciences, Tehran. (In Persian)
- 15- Bagheri, F. (2006). "The phosphorus intake of pesticide residues (Zynfvs methyl and diazinon) in Gorganroud and Qara Su river water and fish in Golestan province." M.Sc. Thesis, Tehran University. (In Persian)
- 16- Environmental Consultants. (2009). *Distribution map of sampled wells in villages Shemiranat*, Hamoon Consulting Engineers, Tehran.
- 17 Vahdati , F. (1997). *East map of Tehran*, Water and Wastewater in Rural Areas of Tehran. (In Persian)
- 18- Anderew, E., Lenores, C., and Arnolde, G. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 21<sup>th</sup> Ed., American Public Health Association, New York.