

آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از آلاینده‌های نفتی در منطقه صنعتی ری (جنوب تهران)

حمیدرضا ناصری*

دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

سروش مدبری

دانشکده زمین شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

فائزه فلسفی

دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

// :

// :

چکیده

مقدمه: مشکلات زیست محیطی متعددی در نتیجه توسعه بی‌رویه شهر تهران ایجاد شده است. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به وجود تاسیسات نفتی در آبخوان جنوب تهران، عدم رعایت معیارهای زیست محیطی از سوی شرکت‌های نفتی مربوطه، ایجاد زبانه آلوده مواد نفتی و گسترش آن و وضعیت نامناسب فاضلاب‌های شهری و صنعتی منطقه نام برد.

هدف: جهت مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه صنعتی ری اقدام به نمونه‌برداری از ۳۳ منبع آب زیرزمینی و سنجش نمونه‌ها شده است.

روش بررسی: به منظور بررسی وضعیت و روند گسترش آلودگی و عوامل اصلی آن، علاوه بر جمع‌آوری داده‌های هیدروژئوشیمی قدیمی، نمونه‌های آب زیرزمینی از ۲۳ چاه، هفت قنات و سه نمونه فاضلاب در سال آبی ۱۳۸۵ جمع‌آوری شده است. داده‌های به‌دست آمده با مقادیر استاندارد جهانی مقایسه شده و به صورت نقشه‌های تغییرات مکانی غلظت هیدروکربن‌های نفتی (شامل ۲۰ هیدروکربن آلیفاتیک و ۱۲ پارامتر آروماتیک و کل هیدروکربن‌های نفتی) ارائه شده است.

نتایج: نمونه‌های آب جهت تعیین ۳۲ هیدروکربن آلیفاتیک و آروماتیک و کل هیدروکربن‌های نفتی مورد

سنجش قرار گرفته‌اند. جهت مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه صنعتی ری از نقشه‌های پراکندگی آلاینده‌ها استفاده شده است.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از سنجش‌های آزمایشگاهی نمونه‌های آب زیرزمینی و بررسی نقشه‌های ترسیمی پارامترهای ذکر شده گویای نامناسب بودن بخش عمده این منابع برای مصارف شرب و کشاورزی می‌باشد. در صورت عدم توجه و رسیدگی به این مسئله در آینده‌ای نه چندان دور معضلات زیست محیطی متعددی گریبان‌گیر منطقه و حتی شهر تهران خواهد بود. بررسی منشأ آلودگی‌های نفتی منطقه گویای آن است که آلودگی منطقه، به میزان قابل توجهی متأثر از پساب شرکت‌های نفتی و صنعتی، حضور کانال فیروزآباد و فروشوی زمین‌های آبیاری شده با این کانال می‌باشد. با توجه به شرایط موجود در منطقه، کاربرد روش تلفیقی جهت رفع آلودگی هم‌زمان آب و خاک مناسب به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: آلاینده‌های نفتی، هیدروکربن آلیفاتیک، هیدروکربن آروماتیک، کل هیدروکربن‌های نفتی، منطقه صنعتی ری

مقدمه

کلان شهر تهران، طی دهه‌های اخیر، با توسعه محدوده شهری و انبوه واحدهای صنعتی مواجه شده است، که پیامد آن تخلیه پساب‌های شهری و صنعتی در منابع آبی موجود می‌باشد و استفاده مجدد از این آب‌ها را بسیار مشکل می‌سازد. تمرکز پالایشگاه، واحدهای صنعتی و شرکت‌های نفتی (با مخازن زیرزمینی و روزمینی متعدد) و نیز وجود کانال فیروزآباد در منطقه صنعتی ری، شناخت آلاینده‌های موجود در پساب خروجی پالایشگاه و سایر شرکت‌های نفتی جهت رفع آلودگی ناشی از آن‌ها را ضروری می‌نماید.

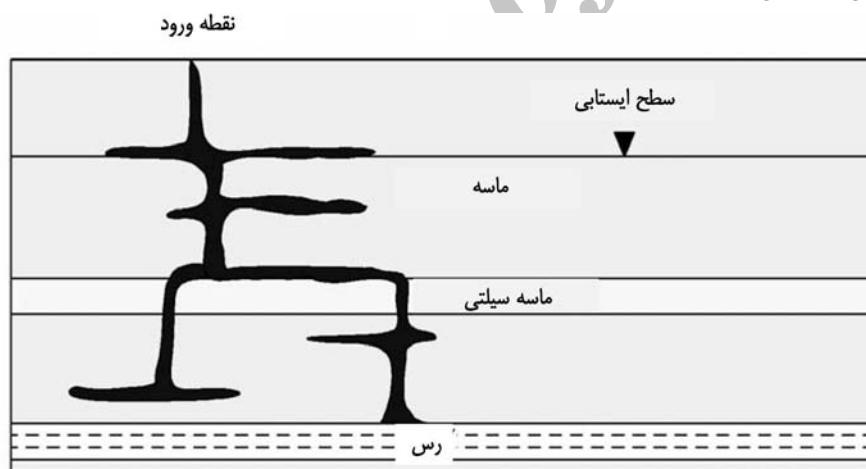
فاضلاب نهایی پالایشگاه‌های نفت دارای تنوع بسیار زیادی از انواع هیدروکربن‌های حلقوی، حلال‌های آلی، ترکیبات آروماتیک و آلدئیدهای خطی، چربی و روغن، باقی مانده سنگین نفت و بسیاری از مواد دیگر می‌باشد. ^(۱) طبق طبقه‌بندی قانون بازیافت و حفاظت منابع (RCRA)، مواد حاصل از پالایش نفت و انواع ترکیبات نفتی در فهرست مواد زائد خطرناک قرار می‌گیرند. ^(۲) مواد نفتی به علت دارا بودن ترکیبات آلی، سولفید گوگرد و فلزات سنگین، در صورت نفوذ در آب‌های زیرزمینی، استفاده از این منابع را مشکل یا غیر ممکن می‌نمایند. نفت خام مخلوط پیچیده هیدروکربن‌هایی است که وزن مولکولی آن‌ها بین ۱۶ تا ۱۰^۵ تغییر می‌کند و علاوه بر کربن و هیدروژن، حاوی مقداری از ناخالصی‌های طبیعی یا افزودنی هستند که موجب سهولت تخریب و افزایش تجزیه آن‌ها در محیط زیست می‌شوند. آلاینده‌های نفتی به دلیل مقاومت زیاد در برابر زوال طبیعی، حلالیت کم در آب و روند انتشار نامشخص در محیط و مخاطرات زیست محیط بسیار، بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرند. هیدروکربن‌های نفتی شامل دو دسته آلیفاتیک‌ها و آروماتیک‌ها می‌باشند. آلیفاتیک‌ها ترکیباتی با زنجیره باز، وزن مولکولی کم و حداقل سمیت در میان سایر ترکیبات نفت خام هستند.

وجود این مواد در مقادیر بیش از استاندارد منجر به بی‌هوشی و بی‌حسی و حتی مرگ می‌شود.

¹Resource Conservation and Recovery Act

آروماتیک‌ها، دارای ساختمان حلقوی‌اند. از ویژگی‌های مهم آروماتیک‌ها حلالیت زیاد، تمایل کم به بخار شدن و مقاومت و پایداری زیاد در مقابل تجزیه در محیط‌زیست می‌باشد. در عین حال سمیت آن‌ها ممکن است به‌علت حلالیت بالا بیشتر و بیشتر شود. (۳) اصطلاح کل هیدروکربن‌های نفتی که در صنعت نفت بسیار رایج است، برای ترکیبی از مواد شیمیایی مختلف به‌کار می‌رود و از آن جهت به آن‌ها هیدروکربن گفته می‌شود که تقریباً تمامی ترکیبات آن از هیدروژن و کربن تشکیل شده‌اند. میزان کل هیدروکربن‌های نفتی تا اندازه‌ای گویای چگونگی تاثیر ترکیبات نفتی بر روی موجودات می‌باشد.

میزان نفوذ مواد نفتی به خاک و در نتیجه آب زیرزمینی، به ویژگی‌های خاک و نیز ماهیت و کمیت مواد آلاینده بستگی دارد. نفوذ در خاک تا ورود کامل آلاینده نفتی و یا برخورد به موانع غیرقابل نفوذ، ادامه خواهد داشت. در اثر برخورد با موانع مذکور، آلاینده‌های نفتی دارای حرکت افقی بین سطوح خواهند بود. این حرکت منجر به گسترش آلاینده‌ها در ابعاد وسیع‌تری می‌شود. در صورت رسیدن آلاینده نفتی به آب‌های زیرزمینی ممکن است توده‌ای عدسی‌گونه از مواد نفتی تشکیل شود. در نهایت، توده مذکور در خاک‌های بالای سطح آب زیرزمینی پراکنده شده و جریان آب زیرزمینی نیز روند گسترش آن را تشدید می‌نماید (شکل ۱). (۴) پس از نشت مواد نفتی، اغلب هیدروکربن‌های با زنجیره بلند توسط باکتری‌های خاک تجزیه شده و در تقابل با آب، مواد نفتی با قابلیت حلالیت زیاد در آب حل شده و ستونی از آلودگی را تشکیل می‌دهند. ترکیباتی که قابل حل نیستند به‌صورت آزاد بر روی سطح ایستابی قرار می‌گیرند.

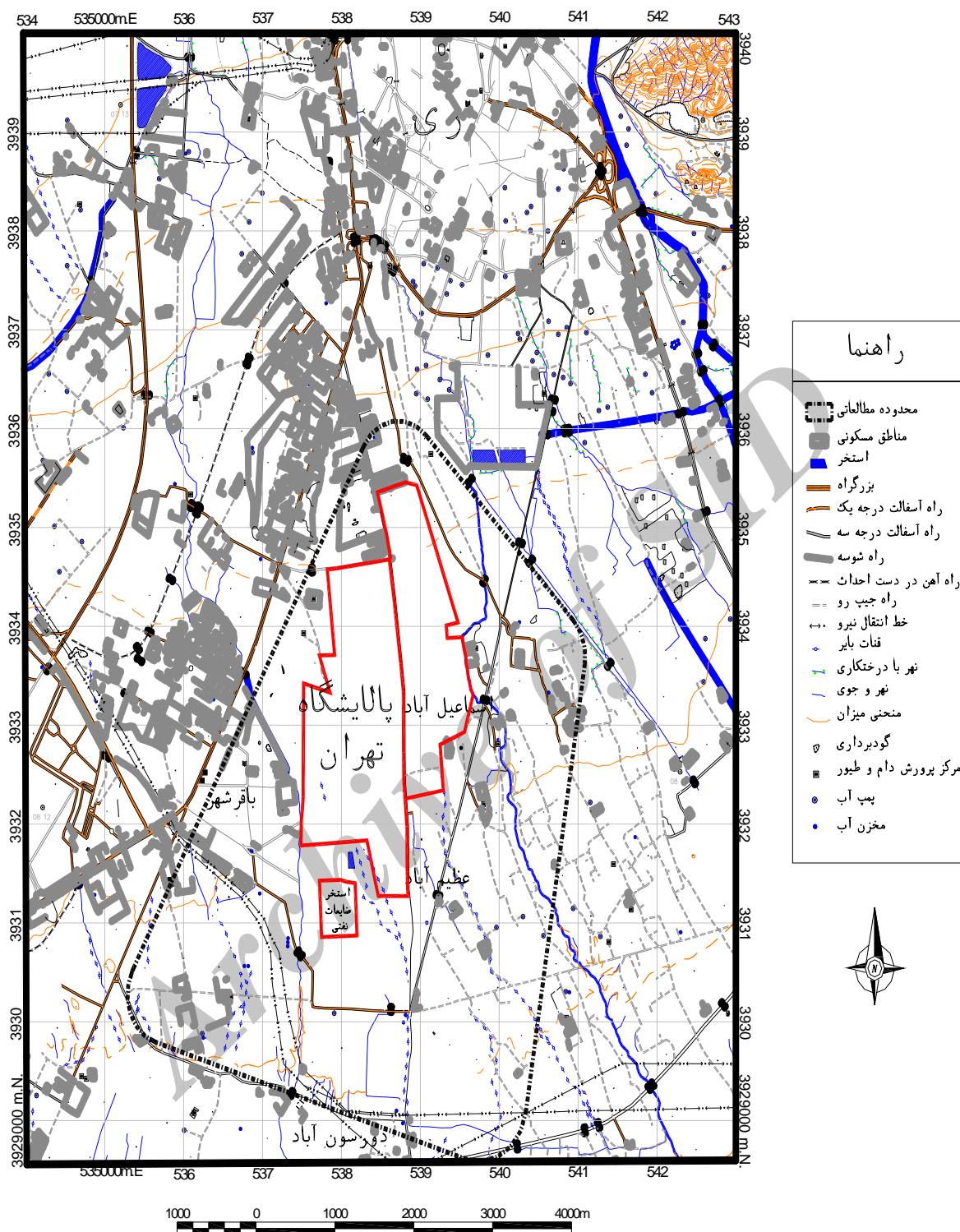


شکل ۱- نمایی از نحوه توزیع و رفتار مواد نفتی زیر سطح زمین (۴)

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

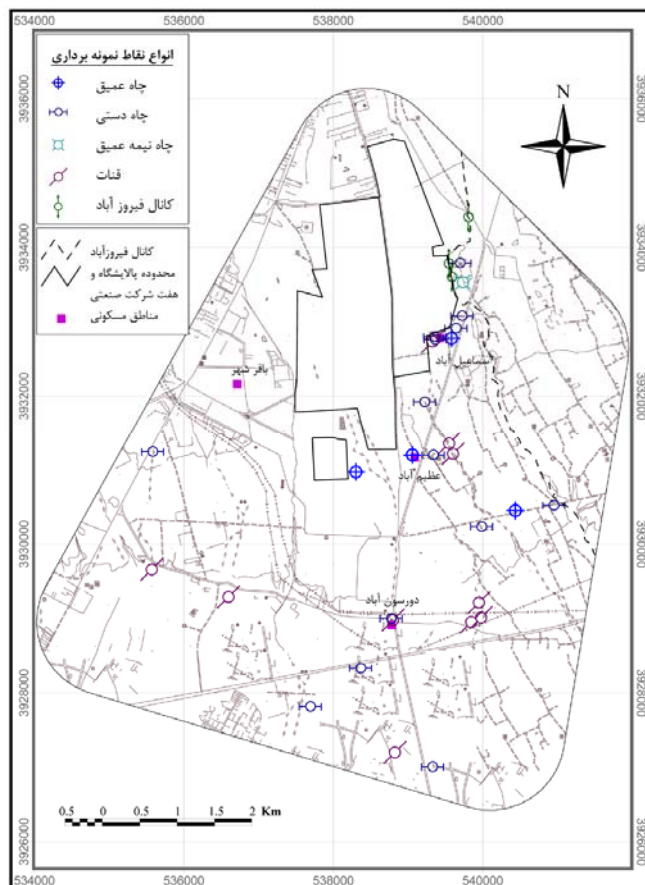
محدوده مورد مطالعه در منطقه صنعتی ری با مساحت ۹۰۰ هکتار قرار دارد که شامل بخشی از شهرستان ری است و دشتی آبرفتی می‌باشد. این محدوده بین ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۲). کاربری منطقه ری به سه بخش مسکونی، کشاورزی و صنعتی تقسیم می‌شود.



شکل ۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه و راه‌های ارتباطی^(۵)

نتایج و بحث

به منظور بررسی میزان آلودگی‌های نفتی موجود در آب‌های زیرزمینی منطقه صنعتی ری، ۳۳ نمونه از چاه‌ها، قنات‌ها و کانال فاضلاب منطقه برداشت شده است (شکل ۳). نمونه‌های به دست آمده برای تعیین مقادیر ۳۳ پارامتر در آزمایشگاه بررسی آلودگی‌های نفتی سازمان محیط زیست مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که شامل ۲۰ پارامتر آلیفاتیک، ۱۲ آروماتیک و کل هیدروکربن‌های نفتی می‌باشند. شایان ذکر است که به دلیل مشکل خرابی دستگاه گاز کروماتوگرافی^۱ تنها امکان آنالیز ۲۷ نمونه جهت بررسی غلظت این ترکیبات میسر شد (جدول‌های ۱ و ۲).



شکل ۳- موقعیت نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه

اندازه‌گیری هیدروکربن‌های آلیفاتیک (C₁₄-C₃₃) به کمک دستگاه GC مجهز به ستون کاپیلاری و آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای^۲ برای مقادیر ناچیز هیدروکربن‌ها انجام شده است. از سوی دیگر، اندازه‌گیری آروماتیک‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع بخار بالا^۳ با دتکتورهای یکسوساز اشعه- ماورای بنفش^۴ و فلورسانس صورت گرفته است. جهت اندازه‌گیری کل هیدروکربن‌های نفتی نیز از دستگاه اسپکتروفلوروفتومتر استفاده شده است.

¹- GC

²- FID

³- HPLC

⁴ PDA- UV

از نکات قابل توجه در رابطه با سنجش‌های آزمایشگاهی نمونه‌های آب، پایین‌ترین حد قابل اندازه‌گیری^۱ پارامترهای شیمیایی می‌باشد که برای هیدروکربن‌های نفتی در شرایط آزمایشگاهی سازمان حفاظت محیط‌زیست، در حد ۰/۰۰۱ تا ۱ ppm تعیین شده است. مقادیر پایین‌تر از آن که دستگاه قادر به اندازه‌گیری آن نیست، با اصطلاح غیر قابل آشکارسازی^۲ مشخص شده‌اند. میزان آلودگی نمونه‌ها با مواد آلاینده صنعتی تعیین و مقدار آن با استانداردهای روز جهانی^(۶) مقایسه شده (البته برای ترکیبات آلیفاتیک استاندارد دی‌ارائه نشده است) و در نهایت مناسب‌ترین راهکار پالایش آلودگی برای آب‌های زیرزمینی منطقه ارائه شده است. به‌منظور بررسی روند گسترش انواع آلاینده‌های صنعتی در منطقه و تغییرات مکانی آن‌ها، با استفاده از نرم‌افزار Arc view GIS v.3.2 نمودارهای مورد نظر ترسیم و در نهایت مورد بررسی و تفسیر قرار گرفته‌اند.

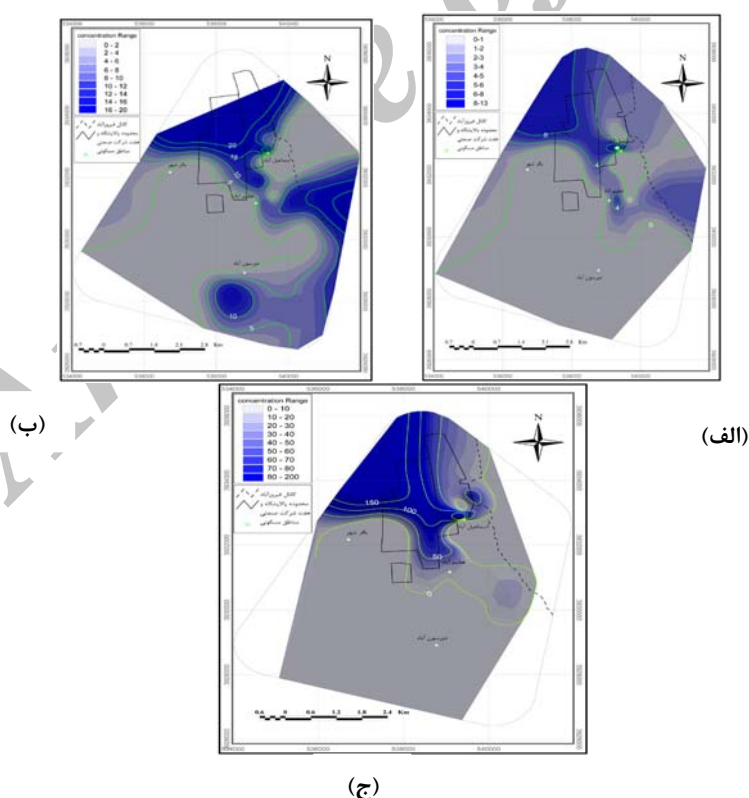
زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی منطقه

سازندهای زمین‌شناسی که در منطقه مورد مطالعه رخنمون دارند مربوط به پلیوسن تا عهد حاضر می‌باشند. سازند هزاردره با آبرفت‌های بخش A از تقسیمات ربین^(۷) معادل است. این واحد شامل کنگلومرای همگن با میزان چسبندگی نسبتاً خوب و درصد تخلخل بسیار کم است. در واقع این سازند، قدیمی‌ترین آبرفت موجود در منطقه است و به احتمال زیاد رسوب‌گذاری آن با حرکات تکتونیکی و تغییرات آب و هوایی هم‌زمان بوده است. سری جوان‌تر از سری A، سیلت‌های رسی کهریزک (Bs) است که به‌علت عملکرد گسل‌های کهریزک، جنوب ری و شمال ری رخنمون یافته است. سازند کهریزک در گستره ری دور از گسل‌های شمال و جنوب ری و کهریزک به وسیله پوشش بسیار نازکی از رسوبات دانه‌ریز آبرفت‌های D پوشیده شده است ولی در بخش‌های شمالی‌تر به‌وسیله دامنه جنوبی مخروط‌افکنه‌های آبرفت‌های C پوشیده می‌شود. رسوبات آبرفتی تهران (C) موجود در منطقه، به سبب داشتن سیمان سست میان قلوها نفوذپذیر است و بهترین مخزن آب را به‌ویژه در مخروط‌افکنه‌های گستره تهران تشکیل می‌دهند. منطقه مورد مطالعه شامل نهشته‌های آبرفتی جدید (کوآترنر) است که به دلیل نفوذپذیری بالا و در برداشتن آبخوان‌های گسترده و مهم، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این محدوده بخش کوچکی از آبخوان اصلی و مرتبط دشت‌های وسیع تهران- کرج را تشکیل می‌دهد. این آبخوان از نوع عمیق و تحت فشار و نیمه آرتزین است که توسط ریزش‌های جوی، رودخانه‌های دائمی و فصلی تغذیه می‌شود. طی سال‌های اخیر، پساب‌های انتقالی از حوضه‌های مجاور و چاه‌های جذبی نیز در تغذیه مصنوعی آبخوان نقش داشته‌اند. وجود آبرفت‌های دانه درشت در بالادست دشت باعث حرکت سریع آب زیرزمینی به سمت بخش‌های جنوبی آن شده است. سازندهای ریزدانه به‌خصوص عدسی‌های رسی همراه با مارن فشرده همچون سدی نفوذناپذیر در برابر حرکت آب‌های زیرزمینی عمل کرده و باعث بالآمدگی سطح ایستابی آب زیرزمینی در منطقه شده‌اند. گسل‌های شمال و جنوب ری و کهریزک نیز جابجایی‌هایی در آبخوان منطقه به وجود آورده‌اند. تامین آب شرب، از طریق هفت رشته قنات و چاه‌های عمیق و دستی حفر شده صورت می‌گیرد. کمبود منابع آبی قابل دسترس (به‌علت آلودگی نفتی بخش زیادی از منابع آبی)، افزایش سطح زیر کشت و همچنین تغییرات ایجاد شده در الگوی کشت این اراضی طی سالیان اخیر، سبب شده تا کانال فیروزآباد به عنوان منبع آبی، مورد استفاده کشاورزان قرار گیرد.

¹- LOQ

²- ND (not detectable)

این کانال حاوی پساب‌های مصرفی بخش‌های شمال غرب، غرب، جنوب و جنوب غربی تهران می‌باشد. (۸) بر اساس نتایج آنالیز نمونه‌ها و اطلاعات پیشین موجود حدود آلاینده‌های موجود در این کانال غالباً بیشتر از استانداردهای تعیین شده بوده و بدین لحاظ به میزان قابل توجهی آلوده می‌باشد و استفاده مستقیم آن از طریق زنجیره غذایی می‌تواند ضایعات جدی بر سلامتی انسان وارد کند. عوامل آلوده‌کننده آب‌های زیرزمینی جنوب تهران با استفاده از نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها، بازدیدهای صحرائی، داده‌های هیدروشیمیایی و اطلاعات موجود مشخص شده است. شکل ۴، شامل نقشه تغییرات مکانی آلاینده‌های نفتی در منطقه مورد مطالعه است. تعداد ۲۰ نمونه از کل نمونه‌ها، دارای میزان آلودگی کمتر از حد مجاز می‌باشند. تمامی این نمونه‌ها متعلق به چاه‌هایی بودند که در موقعیت دورتر از حومه پالایشگاه و در مناطق پایین دست واقع شده‌اند. از بین نمونه‌های اندازه‌گیری شده، تعداد ۹ نمونه دارای میزان آلودگی بیشتر از حد مجاز می‌باشند که بیشتر در بخش‌های غربی و جنوب غربی اسماعیل آباد تمرکز دارند. بررسی تغییرات غلظت ترکیبات آروماتیک شکل ۴(ج) گویای تمرکز بالای این ترکیبات در بخش‌های جنوبی محدوده (مجاورت پوندهای پالایشگاه) می‌باشد. نکته حایز اهمیت مربوط به نمونه‌های گرفته شده از فاضلاب می‌باشد که حاوی مقادیر بالایی از برخی از پارامترهای نفتی بودند. این وضعیت می‌تواند در ارتباط با نشتی مربوط به خط لوله بنزین ساری- مشهد (در سال ۱۳۸۳) که از داخل نهر فیروزآباد می‌گذرد، باشد. از سوی دیگر اضافه شدن فاضلاب پالایشگاه و شرکت‌های نفتی و صنعتی منطقه به درون این نهر می‌تواند مزید بر علت باشد (شکل ۵).



شکل ۴- نقشه تغییرات مکانی آلاینده‌های نفتی در منطقه مورد مطالعه (مقادیر بر حسب ppm) الف- هیدروکربن‌های آروماتیک، ب- هیدروکربن‌های آلیفاتیک، ج- کل هیدروکربن‌های نفتی

(ppm)

UTMy	UTMx	C ₁₄ H ₃₀	C ₁₅ H ₃₂	C ₁₆ H ₃₄	C ₁₇ H ₃₆	C ₁₈ H ₃₈	C ₁₉ H ₄₀	C ₂₀ H ₄₂	C ₂₁ H ₄₄	C ₂₂ H ₄₆	C ₂₃ H ₄₈	C ₂₄ H ₅₀	C ₂₅ H ₅₂	C ₂₆ H ₅₄	C ₂₇ H ₅₆	C ₂₈ H ₅₈	C ₂₉ H ₆₀	C ₃₀ H ₆₂	C ₃₁ H ₆₄	C ₃₂ H ₆₆	C ₃₃ H ₆₈
۳۹۳۴۴۱۶	۵۳۹۸۱۰	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20	ND	ND	0.15
۳۹۳۱۱۹۶	۵۳۹۰۵۷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	0.10	0.11	0.12
۳۹۳۰۴۴۸	۵۴۰۴۳۵	ND	ND	ND	ND	0.30	ND	0.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.08	0.12	0.09	0.15
۳۹۳۰۵۲۴	۵۴۱۰۶۹	ND	0.45	ND	ND	0.47	0.27	0.03	0.29	0.25	0.25	0.17	0.19	0.24	ND	0.15	0.20	0.23	0.40	0.60	0.26
۳۹۳۰۲۳۷	۵۳۹۹۸۴	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.73	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۳۳۶۱۸	۵۳۹۷۳۰	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۲۸۹۸۳	۵۳۸۷۹۸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.56
۳۹۳۱۲۱۶	۵۳۹۱۰۰	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.48	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۳۱۳۵۸	۵۳۹۵۴۸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۳۳۷۹۳	۵۳۹۶۱۲	ND	ND	0.60	0.50	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.50	0.50	0.30
۳۹۲۷۰۰۱	۵۳۹۳۲۶	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۲۷۲۰۳	۵۳۸۸۲۲	ND	ND	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.50
۳۹۳۳۵۴۷	۵۳۹۵۷۳	ND	ND	ND	4.20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۲۸۹۵۷	۵۳۹۸۴۵	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
۳۹۲۹۰۰۳	۵۳۸۷۷۳	4.00	6.63	ND	26.60	20.40	15.10	9.9	7.00	5.00	4.10	2.70	1.80	1.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۲۸۳۳۷	۵۳۸۳۳۵	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
۳۹۲۹۷۱۵	۵۳۹۹۱۲	ND	ND	ND	0.57	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.29	1.05
۳۹۲۸۹۱۰	۵۳۸۸۴۳	ND	10.46	ND	8.69	10.05	9.74	6.2	4.99	4.08	4.00	4.83	3.21	2.98	ND	2.62	ND	ND	5.03	13.05	3.99
۳۹۲۹۶۶۱	۵۳۵۵۶۹	ND	31.54	29.25	ND	57.71	0.40	ND	0.44	ND	ND	0.53	ND	ND	0.75	1.86	ND	ND	ND	0.98	0.75
۳۹۲۹۲۹۴	۵۳۳۵۹۷	ND	2.62	2.83	2.58	2.51	2.39	1.82	1.43	1.35	1.28	1.37	1.38	ND	0.96	ND	ND	ND	ND	ND	2.70
۳۹۳۰۹۶۷	۵۳۸۰۰۳	ND	ND	0.67	1.14	1.07	1.01	0.68	0.38	0.35	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۳۱۹۲	۵۳۹۲۲۰	ND	1.49	1.69	1.24	1.51	1.42	1.31	1.00	1.12	1.14	0.96	1.73	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.21
۳۹۳۲۷۷۷	۵۳۹۵۸۱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۳۹۳۳۹۱	۵۳۹۲۵۷	ND	ND	ND	ND	0.37	ND	0.30	0.34	0.41	0.38	0.37	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.92	ND	1.13
۳۹۳۳۷۶	۵۳۹۳۳۳	ND	ND	0.29	0.33	ND	0.48	0.69	0.37	0.38	0.29	ND	ND	ND	ND	0.95	0.31	0.56	0.71	0.67	0.79
۳۹۲۹۷۱۵	۵۳۹۹۲۱	ND	121.00	1.25	0.68	1.15	0.95	1.29	0.69	0.55	0.41	ND	0.37	ND	ND	1.28	6.30	0.55	0.50	0.38	ND
۳۹۲۸۹۱۰	۵۳۹۸۴۲	ND	159.00	6.49	2.85	4.21	3.33	3.82	1.90	1.50	1.25	0.69	0.89	ND	ND	3.90	0.30	2.23	1.08	ND	0.31

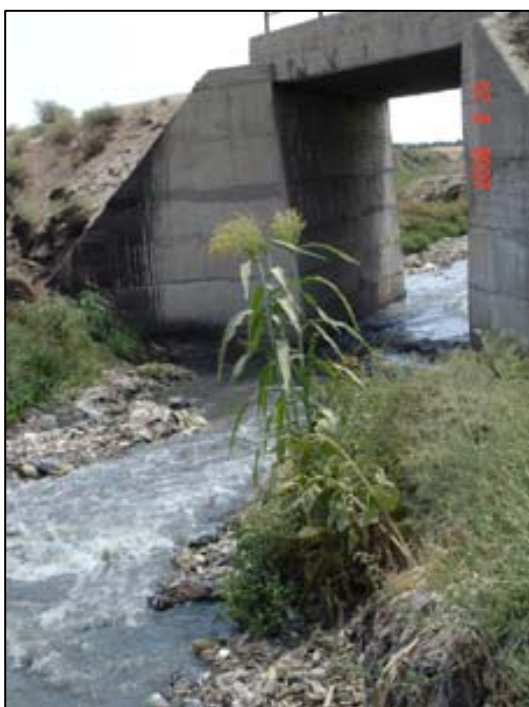
هیدروکربن‌های آلیفاتیک

مقادیر پایین‌تر از حد قابل اندازه‌گیری توسط دستگاه (notdetectable)ND*:

H* نمونه کاملاً نفتی

جدول ۲- هیدروکربن‌های آروماتیک و کل هیدروکربن‌های نفتی نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه (مقادیر بر حسب ppm)

UTM _y	UTM _x	Dibenzo (a,b) anthracene	Benzo(a) Pyrene	Benzo(k) Fluoranthene	Benzo (b) Fluoranthene	Chrysen	Pyrene	Fluoranthene	Anthracene	Phenanthrene	Fluorene	Acenaphthen	Acenaphthylene	TPH
۳۹۴۴۱۶	۵۳۹۸۱۰	ND	ND	ND	ND	ND	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.69
۳۹۳۱۹۹	۵۳۹۰۵۷	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	0.23	0.06	ND	ND	0.79	ND	1.28
۳۹۳۰۴۴۸	۵۴۰۴۳۵	ND	ND	ND	ND	0.01	0.84	0.28	ND	ND	ND	ND	ND	7.44
۳۹۳۰۳۳۷	۵۴۱۰۳۹	ND	ND	ND	ND	0.01	0.84	0.26	ND	ND	ND	ND	ND	11.04
۳۹۳۰۳۳۷	۵۳۹۹۸۴	ND	3.67	ND	ND	ND	ND	0.89	ND	ND	ND	ND	ND	2.54
۳۹۳۳۳۱۸	۵۳۹۷۳۰	ND	ND	ND	ND	ND	1.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.5
۳۹۲۸۹۸۳	۵۳۸۹۹۸	ND	3.41	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.74
۳۹۳۱۲۱۶	۵۳۹۲۰۰	ND	ND	ND	ND	ND	1.68	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.1
۳۹۳۳۳۵۸	۵۳۹۵۴۸	ND	ND	0.16	ND	ND	0.28	0.38	ND	ND	ND	ND	ND	5.75
۳۹۳۳۳۹۳	۵۳۹۹۱۲	ND	ND	ND	ND	ND	0.32	0.27	ND	ND	ND	ND	ND	7.65
۳۹۲۷۰۱۱	۵۳۹۳۳۶	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.94
۳۹۲۷۲۰۳	۵۳۸۸۲۲	ND	ND	0.53	ND	ND	1.46	1.7	ND	0.25	ND	ND	ND	6.64
۳۹۳۳۵۵۷	۵۳۹۵۷۳	0.19	ND	ND	ND	ND	0.25	0.14	ND	ND	ND	ND	0.1	20.05
۳۹۲۸۹۵۷	۵۳۹۸۴۵	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
۳۹۲۹۰۰۳	۵۳۸۷۷۳	6.67	8.54	14.66	8.38	45.56	20.2	2.06	8.35	2.21	2.21	ND	27.55	37.05
۳۹۲۸۳۳۷	۵۳۸۳۵	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
۳۹۲۸۹۱۰	۵۳۹۲۱۲	0.52	0.15	0.32	0.12	0.39	0.82	0.82	ND	ND	ND	0.56	ND	15.88
۳۹۲۸۹۱۰	۵۳۸۸۴۳	0.58	1.29	2.73	1.17	0.91	1.07	0.12	0.12	1.31	1.31	ND	ND	34.25
۳۹۲۹۱۶۱	۵۳۵۵۲۹	58	25	44.57	27.13	92.41	187.2	1.96	13.35	2.45	2.45	3.77	6.17	7.61
۳۹۲۹۱۹۴	۵۳۵۹۷	0.41	0.22	0.6	0.38	1.51	2.46	ND	ND	ND	ND	ND	ND	25.91
۳۹۲۰۹۷۷	۵۳۸۳۰۳	ND	0.27	0.43	0.18	0.56	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	17.46
۳۹۲۱۹۲	۵۳۹۲۰	1.16	0.56	1.13	0.28	1.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	79.27
۳۹۲۷۷۷۷	۵۳۵۸۱	0.37	0.9	0.34	0.18	0.6	1.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.01
۳۹۳۳۹۱	۵۳۹۲۵۷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12.8
۳۹۳۳۳۶	۵۳۹۳۳۷	ND	0.22	0.777	0.264	1.239	1.678	ND	0.349	ND	ND	ND	ND	0.242
۳۹۲۸۹۸۳	۵۳۸۹۸	ND	0.19	0.377	0.254	1.116	1.585	ND	0.197	ND	ND	ND	ND	4.13
۳۹۲۱۲۱۶	۵۳۹۲۰۰	ND	0.19	1.07	0.786	4.328	5.418	0.141	0.955	0.215	0.24	0.327	7.4	
۳۹۲۱۲۵۸	۵۳۹۵۴۸	ND	ND	ND	ND	0.336	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.275
۳۹۲۹۱۶۱	۵۳۵۵۲۹	2.15	ND	ND	ND	0.293	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.714
۳۹۲۹۱۹۴	۵۳۵۹۷	ND	ND	ND	ND	0.113	0.13	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	1.163
۳۹۲۱۲۴۶	۵۳۵۸۱	ND	ND	ND	ND	0.126	0.201	0.201	ND	0.106	ND	ND	0.155	1.996
۳۹۲۹۱۷۵	۵۳۹۹۱۲	1.27	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.043	ND	ND	ND	0.475
۳۹۲۸۹۱۰	۵۳۸۸۴۳	ND	ND	0.161	ND	ND	ND	0.222	ND	0.031	ND	ND	ND	3.296
Standard		-	0.0002	0.002	0.002	50	50	50	50	50	50	20	-	-



شکل ۵- محل تخلیه فاضلاب پالایشگاه به درون کانال فیروزآباد

تعداد چهار مورد از نمونه‌های مورد آزمایش، دارای میزان آلودگی بسیار بیشتر از حد مجاز بوده‌اند. دو مورد از آن‌ها در بخش غربی اسماعیل آباد، محتوی حجم زیادی از مواد نفتی (به ضخامت چندین سانتی متر) بودند (شکل ۶).



شکل ۶- تصویر نمونه آب کارگاه اتوشویی واقع در غرب اسماعیل آباد

در جهان صنعتی امروز، روش‌های متعددی جهت رفع آلودگی نفتی آب‌های زیرزمینی به کار می‌رود. این روش‌ها توسط سازمان محیط زیست آمریکا^۱ (EPA) معرفی و پیشنهاد شده است و امروزه در کشورهای صنعتی مختلف که با معضلات آلودگی صنعتی آب‌های زیرزمینی مواجه هستند، به میزان گسترده‌ای کاربرد دارد. از جمله روش‌های پیشنهادی رفع آلودگی مناسب برای منطقه می‌توان به روش تلفیقی که قادر به پالایش هم‌زمان خاک و آب زیرزمینی است، اشاره کرد.^(۹)

نتیجه‌گیری

۱. حضور واحدهای صنعتی، نفوذپذیری خوب مواد سازنده آبخوان، عمق کم آب‌های زیرزمینی و مهم‌تر از همه وجود کانال فیروزآباد و کاربرد آن در زمین‌های کشاورزی باعث شده است که آب‌های زیرزمینی در بخش‌هایی از شمال منطقه مورد مطالعه که همگی در محدوده واحدهای صنعتی و یا مسیر عبور کانال مذکور قرار دارند، دچار آلودگی شدید توسط مواد نفتی شوند.
۲. بخش جنوبی محدوده مورد مطالعه نیز در اثر مجاورت با پوندهای پالایشگاه، حاوی غلظت‌های بالایی از ترکیبات آروماتیک هستند.
۳. مخازن زیرزمینی و روزمینی مواد نفتی و شیمیایی موجود در منطقه، پوندهای پالایشگاه، فاضلاب‌های صنعتی کارخانجات منطقه، منابع انسانی و شهری از قبیل کانال‌های هدایت کننده فاضلاب شهر تهران و آبیاری زمین‌ها با استفاده از فاضلاب از مهم‌ترین عوامل آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه صنعتی ری می‌باشند. در کنار تمامی موارد ذکر شده، آبسویی خاک‌های سطحی نیز از منابع طبیعی آلودگی آب زیرزمینی می‌باشد که باعث افزایش غلظت آلاینده‌ها در آب زیرزمینی می‌شود.
۴. آلودگی آب‌های منطقه توسط مواد نفتی اثرات زیانبار خود را بر تخریب محیط زیست و تهدید بهداشت عمومی در پی دارد.

References:

1. Laws, E.D., *Aquatic Pollution An Introductory Text*, John Wiley and Sons, New York (2000).
2. EPA., *RCRA Orientation Manual*, U.S.EPA (2000).
3. Domenico, P.A., and Schwartz, F.W., *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley, New York (1990).
4. EPA., *Performance monitoring of MNA remedies for VOCs in groundwater*, (2003).
5. NCC: *Topographic Map of south of Tehran*, Scale 1:25000, NCC (2006).
6. Federal Drinking Water Standards, *Groundwater Standards for Organic Compounds*, BNL Groundwater Status Report (2003).
7. Rieben, E.H., *Amer. J. Sci.*, 253 (1955).
8. Mahab Ghodss Consulting Engineering Company, *Study of Quality and*

¹Environmental Protection Agency

-
- Quantity Optimum Water Resource Allocation and pollution for Tehran Shahriar, Water affairs, Iran (2004).*
9. Katsfarakis, K.L., *Comput. Mech. Public.*, Wit press Southampton, UK (2000).

Archive of SID