بررسی وجود و چگونگی احتمال نشر آلودگی هیدروکربنی در خاک محدودهٔ پالایشگاه سرخون

سهیلا ابراهیمی[۱]، جلال شایگان*[۲]، محمد جعفر ملکوتی[۳]، علی اکبری[۴]، ابوالفضل آتش‌جامه[۵]

[۱] دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، [۲] استاد دانشکده مهندسی شیمی و نفت دانشگاه صنعتی شریف، [۳]استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، [۴]دانشجوی دکتری محیط زیست دانشگاه تهران، [۵] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف

مقدمه

آلودگی خاک با ترکیبات هیدروکربنی موضوعی جدیدالوقوع نیست و متاسفانه هیچگاه جدی تلقی‌نشده تا جایی که این انباشت آلودگی به مرور زمان باعث بروز اختلال و دگرگونی در شرایط تعادلی و متعارف منابع پایه، افت تولید و بحران‌های زیست محیطی شده‌است. از این رو اکنون بیش از هر زمان دیگر، برگزیدن سیاستهای سازگار و راه‌حلهای منطقی برای پاکسازی محیط زیست در مسیری هماهنگ با ملاحظات زیست محیطی، احساس می‌شود[۱]. هدف از این پژوهش، بررسی نشت آلودگی هیدروکربنی در خاک محدودهٔ پالایشگاه سرخون، چگونگی استقرار کنونی وضعیت آلایندگی، نوع آلاینده‌های مورد بررسی و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی محیط متخلخل خاک بود.

مواد و روشها

وضیت آلودگی حاکم بر منطقه و چگونگی نشر آن، نیازمند داشتن اطلاعات پایه مربوط به مشخصات محدوده مورد مطالعه می‌باشد. مطالعات بیلان هیدرولوژی نشان‌داد که حوضه آبریز دشت سرخون در محدوده جغرافیایی ´۲۱ °۲۷ تا ´۲۷ °۲۷ عرض شمالی و ´۱۰ °۵۶ تا ´۲۸ °۵۶ طول شرقی و متشکل از دو زیر حوزه شمالی و جنوبی و دارای شیب شرقی- غربی است. در بررسی منابع نشر آلودگی، پالایشگاه گاز سرخون از ۸ حلقه از ۱۳ چاه، که زیر نظر شرکت زاگرس جنوبی است، تغذیه و ظرفیت آن ۵۰۰ میلیون فوت مکعب (۱۴ میلیون متر مکعب) در روز می‌باشد. گازهای خروجی از سر چاهها پس از ورود به پالایشگاه و جداسازی از مایعات، به جداکننده دیگر سه فازی(گاز، مایعات گازی و فاضلاب) وارد می‌شود. فاضلابهای مجتمع شامل فاضلابهای خروجی، فاضلاب شستشوی واحدها، فاضلاب تولیدی در زمان تعمیرات (یکماه در سال)، پس‌زنی ناشی از واحد اسمز معکوس، آب باران نواحی پالایشی و غیر پالایشی می‌باشند. تمام فاضلابهای این مجتمع به دو مخزن ذخیره هدایت و از آنجا توسط پمپ و خط لوله مشترک به صورت ناپیوسته به چاله سوزان هدایت میشوند. تعیین منابع نشر آلودگی برای بررسی میزان نشر آلودگی در محیط خاک، درک اولیه از مقیاس آلودگی و انجام هرگونه فعالیت تصفیه و یا اساساً الزام انجام آن بسیار مورد نیاز است. در بسیاری مواقع این درک با حفر گمانه حاصل می‌شود. انتخاب محل‌های گمانه‌زنی بر اساس نیاز پروژه، بررسی سایت، مطالعه نقشه‌های زمین‌شناسی، جغرافیایی و هیدرولوژی و بر پایه استانداردهای موجود و اطلاعات پایه‌ای زمین‌آمار، منابع محتمل نشت دهنده آلودگی و سوابق موجود منابع آلودگی بوده‌است. حفر چاه‌ها تا رسیدن به سخت کفه‌های غیرقابل نفوذ انجام و پس از بررسی لایه‌بندی‌های موجود، نمونه‌برداری با لوله نمونه‌گیر از جنس پولیکا و با قطر ۱۵ و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر، انجام شد و دو سر آن برای حفظ ویژگیهای تغییر پذیر خاک، با کمک چسب پوشانده و مسدود و پس از برچسب گذاری به یخدان و سرانجام به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد آزمایش، سنجش آلودگی بر مبنای استخراج با حلال توسط جذب در مقابل اشعه **IR** با فرکانس $\mathbf{۲۹۴۰cm^{-1}}$ که از دسته روشهای استاندارد **[EPA41302]** و **[ASTM D3921]** بهشمار می‌رود و با دستگاه **Analyzer**

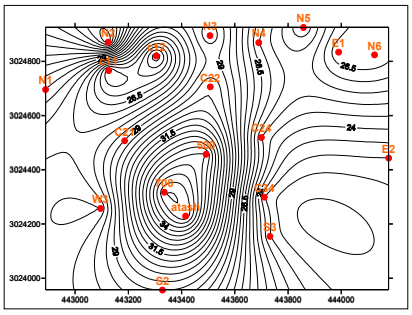
TOG/TPH[1]انجام شد. در اندازه‌گیری‌های**TPH**[2] و یا **TOG**[3]، میزان جذب دستگاه باید توسط محلولهای با غلظت مشخص از ترکیبات هیدروکربنی مانند هگزادکان و یا اکتادکان معنی‌دار شود[۱۰] و بر همین اساس، محلولهای استاندارد تهیه گردید. برای سنجش میزان آلودگی موجود، در این مرحله به ۵ تا ۱۵ گرم خاک (با توجه به شدت وضوح آلودگی)، ۲ تا ۵ گرم سولفات سدیم به منظور آبگیری اضافه و سپس با ۱۰۰ سی‌سی حلال تتراکلرو اتیلن استخراج شد. با گذشت زمان لازم، آلاینده از محیط خاک به محیط حلال منتقل و سرانجام مایعی شفاف زرد یا سفیدرنگ در بشر جمع‌آوری و به محفظه دستگاه انتقال و قرائت انجام شد. هر آزمون ۳ بار تکرار و احتمال داده‌های مشکوک حذف گردید[۱۰]. مرحله بعد، گذراندن مایع شفاف بدست آمده از سیلیکاژل برای تمایز آلایندگی قطبی و غیر قطبی بود. آنچه قبل از سیلیکاژل خوانده می‌شود **TOG** و آنچه بعد از سیلیکاژل خوانده می‌شود **TPH** است. بررسی منطقه نشان داد که در بعضی چاههای حفر شده آب جمع شده که از آن‌ها نمونه‌برداری و فاز آلی با حلال تترا کلرو اتیلن و با نسبت یک به ده استخراج و میزان آلودگی آلی با انتقال به محفظه دستگاه به صورت **TOG** و سپس **TPH** قرائت شد[۷]. پس از برداشت نمونه‌ها و آنالیز آنها، پهنه‌بندی آلودگی محدوده موردنظر با تکنیک‌های زمین‌آماری صورت پذیرفت و داده‌های برداشت شده، با نرم‌افزارهای **Surfer** و **Arc GIS** مورد آنالیز و بررسی قرار گرفتند[۴، ۶،۸، ۹] و مدل‌های مناسب با کم‌ترین خطا انتخاب گردیدند[۲، ۳، ۵،۱۱].

نتایج و بحث

بررسی خاک‌شناسی منطقه سرخون نشان داد خاک اکثر منطقه ماسه‌ای دانه‌ریز سیلت‌دار با تراکم پذیری متوسط تا زیاد است. مطالعهٔ مشخصات کلی زیرزمینی، نشان داد سنگ کف در این منطقه نسبتا بالا و بین ۸۰ سانتیمتر تا ۲ متر متغیر میباشد. آب زیرزمینی به جز در محدوده اراضی نخلستان در جای دیگری مشاهده نشد. آزمایشهای کیفیت شیمیایی خاک نشان‌دهنده قلیاییت متوسط تا بالای خاکها با **pH** بین ۷ تا ۹/۴ بود. در قسمتهایی که سنگ کف بالاست، به علت عدم وجود تشکیلات نمکی و شور و همچنین املاح سولفات، درجه قلیاییت خاکها کاهش می‌یابد و بالعکس. بررسی کیفیت شیمیایی آبها نشان داد که کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی منطقه عموما بسیار پایین است. شوری زیاد و بالا بودن املاح محلول در آب زیرزمینی منطقه ارتباط مستقیم با کمبود ریزشهای جوی و ثابت ماندن سطح آب و عدم وجود جریان آب زیرزمینی و همچنین تبخیر با صعود مویینه در قشر سطحی خاک است که سبب بالا رفتن املاح محلول در آب می‌شود. میزان **pH** آبها بین ۷/۲۵ تا ۷/۶۵ بوده و آب تقریبا خنثی است. میزان سولفات حدود ۷۴۲ تا ۸۲۰ میلی‌گرم در لیتر و هدایت الکتریکی آن ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد و خاصیت خورندگی شدیدی را نشان داد. میزان درصد سولفات محلول در خاکها به سبب نبود تشکیلات سولفاته با حلالیت مناسب، پایین است. لذا بالا بودن درجه قلیاییت خاکها با میزان هدایت الکتریکی آنها و مقاومت الکتریکی خاکها ارتباط مستقیم دارد. بررسی رطوبت و خصوصیات تراکمی خاکها نشان‌دهنده متراکم تا نیمه متراکم بودن اکثر خاکها با دانسیته خشک ۱/۵۷ تا ۱/۷۹ گرم بر سانتیمتر مکعب بود. میزان رطوبت نسبی نیز در فصول خشک بین ۱/۸ تا ۲/۴ درصد متغیر و در فصول بارندگی بعلت نفوذ آبهای سطحی و بارندگی به قسمتهای عمقی درصد رطوبت بیشتر است. آنالیز مایعات گازی و آلاینده‌های محتمل موجود در خاک، شامل نیتروژن، متان، اتان، پروپان، بوتان، پنتان، ۲و۲ دی متیل بوتان، ۲-متیل پنتان، ۳-متیل پنتان، **n**– هگزان، بنزن، ۲و۳ دی متیل ۱-بوتان، سیکلوهگزان، **n**– هپتان، ۲و۳ دی متیل ۱پنتان، ۲و۲و۴-تری متیل پنتان، متیل سیکلوهگزان، تولوئن، ۲و۵ دی متیل هگزان، ۲و۳و۴-تری متیل پنتان، ۳-متیل هپتان، **n**– اکتان، ۱-ترانس ۲-دی متیل سیکلو هگزان، ۲و۲ دی متیل ۳-اتیل پنتان، اتیل سیکلو هگزان، اتیل بنزن، **p** و**m** زایلن، **n**-نونان، **n**-پروپیل بنزن، ۱و۲و۴-تری متیل بنزن، **n**-دکان، آن دکان، دو دکان، تری و تترادکان، پنتادکان،

[1] Infracal by WILKS ENTERPRISE INC.(USA)
Total petroleum Hydrocarbon [2]
Total Oil and Grease [3]

دی اتانل آمین، دی‌اتیلن‌گلیکول و آب شور میباشد. در مطالعات پهنه‌بندی، نقشه پهنه‌بندی خطوط تراز منطقه به‌صورت شکل۱ تهیه و نقاط حفر گمانه روی آن مشخص‌گردید. این نقشه محل مورد مطالعه و گمانه‌های حفر شده را برحسب طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۱ - بررسی عمومی محدوده پالایشگاه سرخون برحسب طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع با تعیین محل گمانه‌ها

پس از نرمال‌سازی داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار **Arc GIS**، مدل واریوگرام نظری مناسب برای نتایج آزمایش‌های **TPH** و**TOG** تعیین‌گردید. بررسی پارامتریک مدلهای برازش شده واریوگرام تجربی داده‌ها، مدل گوسی برای هر دو نوع آلودگی**TOG** و **TPH** را بهترین مدل نشان داد. بهترین میان‌یابی با کمترین خطا **MBE** به‌وسیله نرم‌افزار تعیین و بهترین مدل برازش داده‌های برداشت‌شده روش کریجینگ برای داده‌های **TOG** و روش کریجینگ و روش **Spline with Tension** برای داده های**TPH** بودند. سپس، نقشه خطوط تراز آلودگی برای آلودگی**TOG** و **TPH** با مشخص کردن محل گمانه‌ها تهیه گردید. بدون در نظر گرفتن عوامل محیطی مانند شیب منطقه و جهت جریان هیدرولوژی و ارتفاع منطقه، جهت نشر غلظت آلودگی از شمال (با شدت بیشتر) و شرق (با شدت کمتر از شمال)، به سمت غرب و مرکز که کمترین مقدار آلودگی برداشت گردیده می‌باشد. ولی در عمل شیب هیدرولیکی و ارتفاع منطقه و جهت جریان هیدولوژی بر مکانیسم فرآیند موثر بود. بررسی نقشه عوارض موجود و محل رودخانه شور در شرق پالایشگاه و رودخانه قادها در شمال آن در تعیین جهت حرکت آلاینده به سمت رودخانه موثر است. با توجه به محرز بودن وجود آلودگی در این پژوهش، منابع احتمالی ایجاد آلودگی می‌توانند از عدم رعایت کامل موارد ایمنی و پیشگیری در حین عملیات، نشت اختمالی از مخازن ذخیره، نشت از کانالهای جمع آوری رواناب به ویژه در هنگام توقف دوره ای عملیات پالایشگاه بمنظور بازرسی و تعمیر و نگهداری ناشی شوند.

منابع

بوردی، م.، ۱۳۸۲. فیزیک خاک. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ صفحه.

nd, R. S., Pebesma, E. J. and Gomez-Rubio, V. (2008), Applied Spatial Data Analysis with R, Springer.

Chilès, J.-P and Delfiner, P. (1999), Geostatistics, Modeling Spatial Uncertainty, J. Wiley & Sons, New York.

Cressie, N. A. C. (1993), Statistics for Spatial Data, J. Wiley & Sons, New York.

Diggle, P. J. and Ribeiro Jr, P. J. (2007), Model-based Geostatistics, Springer, New York.

Edzer J. Pebesma and others (2008). The gstat Package. Multivariable geostatistical modelling, prediction and simulation.

Frind, E.O., Malson, J.M. and Schimer, M. 1999. Dissolution and mass transfer of multiple organics under field conditions: The borden emplaced source. Journal of Water Resource Research, 35: 683-694.

Stein, M. L. (1999), Interpolation of Spatial Data, Springer Verlag, New York.

URL: http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-data.pdf.
10- 1URL: **http://www.epa.gov/empact.**
11-Webster, R. and Oliver, M. A. (2007), Geostatistics for Environmental Scientists (second edition), J. Wiley & Sons, New York.