مجله محیط شناسی، شماره ۳۴، تابستان ۱۳۸۳، صفحه ۴۵-۳۹

آلودگی خاک های جنوب پالایشگاه تهران در اثر نشت ترکیبات نفتی

دکتر سعید گیتی پور *

دکتر غلامرضا نبی بیدهندی **

مهندس محمد امین گرجی ***

چکیده

در این تحقیق آلودگی خاک با ترکیبات نفتی در منطقه عظیم آباد (جنوب پالایشگاه تهران) بررسی شده است. از سالها قبل خاک این منطقه در اثر نشت احتمالی ترکیبات نفتی از مخازن زیر زمینی و یا لوله های انتقال فرسوده ونیز زوائد ناشی از پالایش نفت خام آلوده گردیده که نمونه بارز آن را می توان در آب نهرهای جاری در منطقه و خاک های اطراف آن به وضوح مشاهده نمود.

برای بررسی آلودگی خاک منطقه آزمایش های مکانیک خاک(دانه بندی، هیدرومتری، حدود خمیری و روانی، نفوذ پذیری، وزن مخصوص صحرایی) و آزمایش های اندازه گیری آلاینده ها با شاخص BTEX (بنزن ،تولوئن ،اتیل بنزن و زایلن) بر روی نمونه های خاک صورت پذیرفته و مقادیر غلظت کل و غلظت قابل نشت نمونه ها نیز اندازه گیری شدند (میزان نشت آلاینده ها توسط آزمایش خصوصیات نشت و سمیت یا TCLP اندازه گیری گردید). علاوه بر این مقادیر مجاز آلاینده ها در خاک منطقه با استفاده از جداول توصیه شده توسط سازمان محیط زیست امریکا نیز بررسی گردید.

مقایسه مقادیر موجود آلودگی در نمونه های خاک با مقادیر مجاز آلودگی حاکی از آن است که خاک منطقه عظیم آباد در برخی از مناطق، آلوده به ترکیبات نفتی است. همچنین نتایج آزمایش نشت در خصوص نمونه های خاک منطقه حاکی از نشت آلاینده ها در برخی از نمونه ها بوده، بنابراین امکان نشت آلودگی از برخی خاک های آلوده منطقه به آبهای زیر زمینی وجود دارد.

در انتهای این تحقیق، با توجه به نوع آلودگی و شرایط موجود منطقه، راهکارهای مفیدی که باید به منظور کنترل آلودگی مدنظر قرار گیرند ارائه و برخی از روشهای مناسب پالایشی جهت زدایش آلودگی از خاک های منطقه پیشنهاد گردیده اند.

کلید واژه

آلودگی خاک، ترکیبات BTEX، منطقه عظیم آباد، خصوصیات نشت و سمیت، حدود مجاز آلودگی خاک.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۱۱/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۸/۱۲

* استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

** استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

*** کارشناس ارشد مهندسی عمران محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

سرآغاز

در کشور نفت‌خیزی چون ایران آلودگی خاک با ترکیبات نفتی موضوعی جدیدالوقوع نیست. این مسئله از بدو شناسایی و استحصال نفت وجود داشته تا جایی که انباشتگی این آلودگی در اثر مرور زمان مشکلات حادی را در زمان حاضر به دنبال داشته و زنگ خطری جدی را از نظر سلامتی افراد و جوامع در مناطق آلوده به صدا در آورده است.

در این تحقیق کوشش بر آن بوده است که با انجام بررسی بر روی نمونه‌هایی از خاک در منطقه مسکونی- کشاورزی عظیم آباد، آلودگی آن با مشتقات نفتی تعیین و مقدار آلودگی خاک با استانداردهای روز جهانی مقایسه شده و در نهایت مناسب‌ترین راهکارهای پالایش آلودگی برای خاک منطقه ارائه شود.

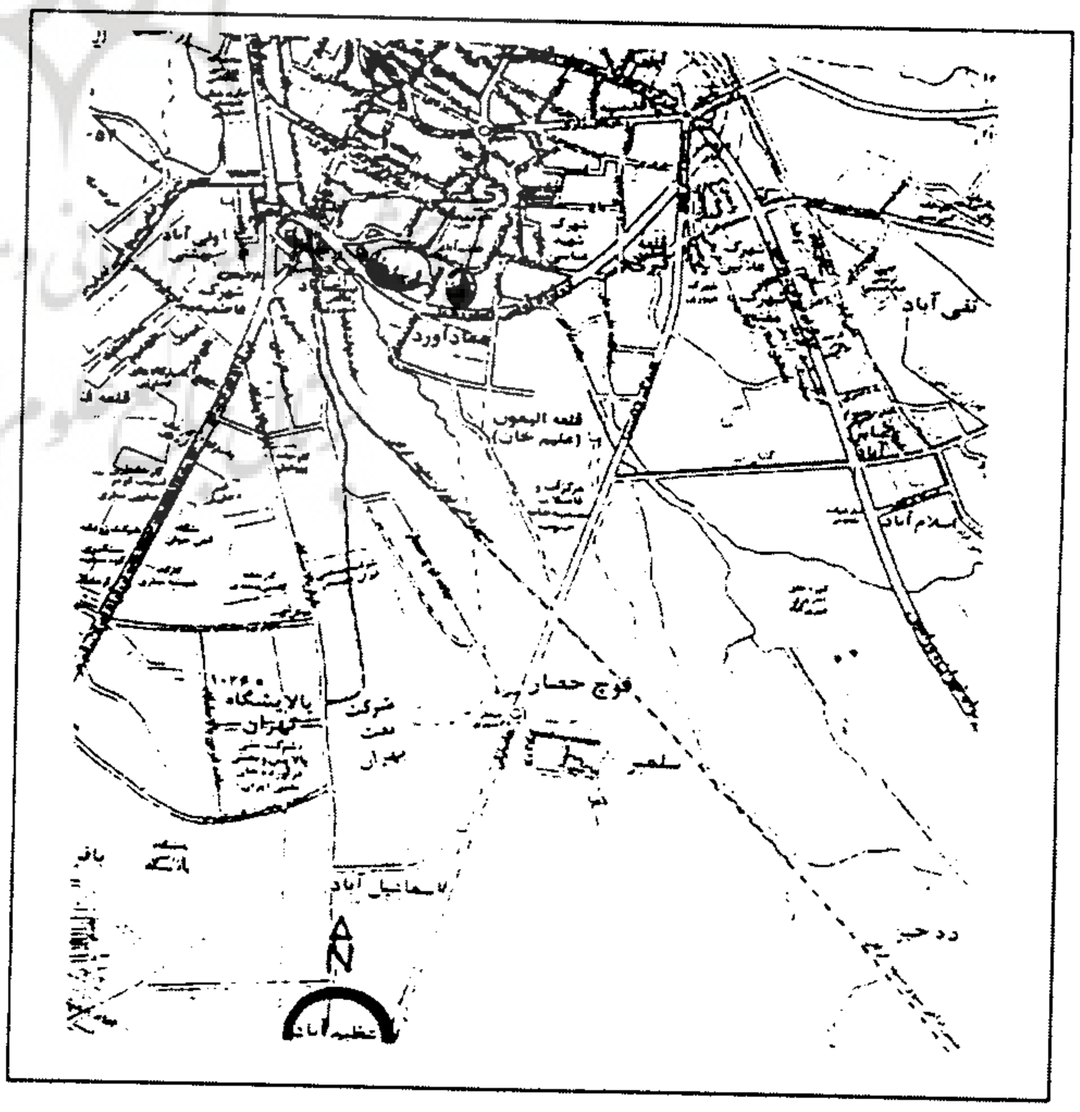
منطقه عظیم آباد در جنوب شهر ری و در پایین دست پالایشگاه نفت تهران قرار دارد (شکل شماره ۱). عظیم‌آباد دشتی نیمه‌خشک و نسبتاً بادگیر است و هوای آن از هوای تهران گرم تر بوده و خاک آن غالباً از نوع ریزدانه است. محصولات کشاورزی این منطقه بیشتر گندم، جو و پنبه می‌باشد. در اثر کمبود بارندگی در سالهای گذشته آب سطحی در عظیم آباد جاری نبوده و آب کشاورزی عمدتاً از منابع زیرزمینی تأمین می‌شود. بر اساس اطلاعات محلی عمق آب زیرزمینی در منطقه حداقل ۱۵ متر برآورد شده است.

پالایشگاه تهران که در شمال منطقه قرار دارد در سال ۱۳۴۷ تأسیس شده و ظرفیت تولید روزانهٔ آن در سال ۷۴ معادل ۲۱۵ هزار بشکه در روز بوده است. منبع تغذیهٔ این پالایشگاه چاه‌های نفت اهواز بوده و محصولات این پالایشگاه شامل گاز مایع، بنزین معمولی، بنزین بدون سرب، نفتای سبک و سنگین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، روغن، قیر و گوگرد می‌باشند (خسروی، ۱۳۷۶). در منطقه عظیم آباد سه رشته قنات وجود دارد که بنابر اظهارنظر اهالی منطقه حدود ده سال است که از یکی از این سه قنات توسط چاه عمیق احداث شده، آبی همراه با ترکیبات نفتی استخراج می‌شود. گفته می شود که آلودگی آب قنات ممکن است به دلیل فرسودگی تانک های زیرزمینی ذخیره سوخت یا لوله‌های انتقال، یا زوائد تولید شده از پالایش نفت خام باشد.

از محلی که آب از قنات آلوده توسط چاه عمیق برداشت و به سطح زمین پمپاژ می‌گردد، نهرهایی احداث شده اند که بستر و خاک‌های اطراف آنها در اثر عبورآب آلوده به ترکیبات نفتی به رنگ قهوه‌ای تیره و سیاه درآمده و این رنگ با شدت کمتر در اطراف نهرها قابل ردیابی است. غلظت این ترکیبات در نهرها بحدی است که در نگاه اول تصور می‌شود که این مواد سوختی است که از چاه استخراج می‌شود. با وجود این اهالی این منطقه به علت کمبود آب و نیاز مبرم زمین‌های کشاورزی به آبیاری، همچنان از آبهای آلوده قنات مذکور برای کشاورزی استفاده می کنند.

ضمناً به منظور کاهش بیشتر آلودگی، کشاورزان محلی در مسیر نهر آبیاری حوضچه ای ایجاد نموده و روی آن سوخت موجود را مشتعل کرده اند. با توجه به شکل ظاهری آب و خاک اطراف نهرها، چنین به نظر می رسد که این روش ها کارساز نبوده و توسل به روشهای کارامدتری که ریشه های علمی داشته باشند ضروری است.

مطالعه انجام شده در این تحقیق مشتمل بر دو بخش شناسایی منطقه و فعالیت‌های آزمایشگاهی است. در بخش اول، آشنایی با موقعیت‌های جغرافیایی و توپوگرافی منطقه به صورت تهیه نقشه، بازدید از محل، تهیه عکس، مصاحبه و گفت و گو با اهالی منطقه در دستور کار قرار گرفته و نمونه‌برداری براساس مشاهدات و برطبق یک پلان نمونه‌برداری در مسیر نهر جاری در منطقه که از پمپاژ آبهای زیر زمینی حاصل گردیده بود صورت پذیرفت. در بخش آزمایشگاهی نیز، آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری غلظت کل و غلظت قابل نشت مواد نفتی با شاخص‌های BTEX روی نمونه های خاک جمع آوری شده از مسیر نهر اجرا شد.



شکل شماره (۱): نقشهٔ جغرافیایی منطقه عظیم‌آباد

(سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی)

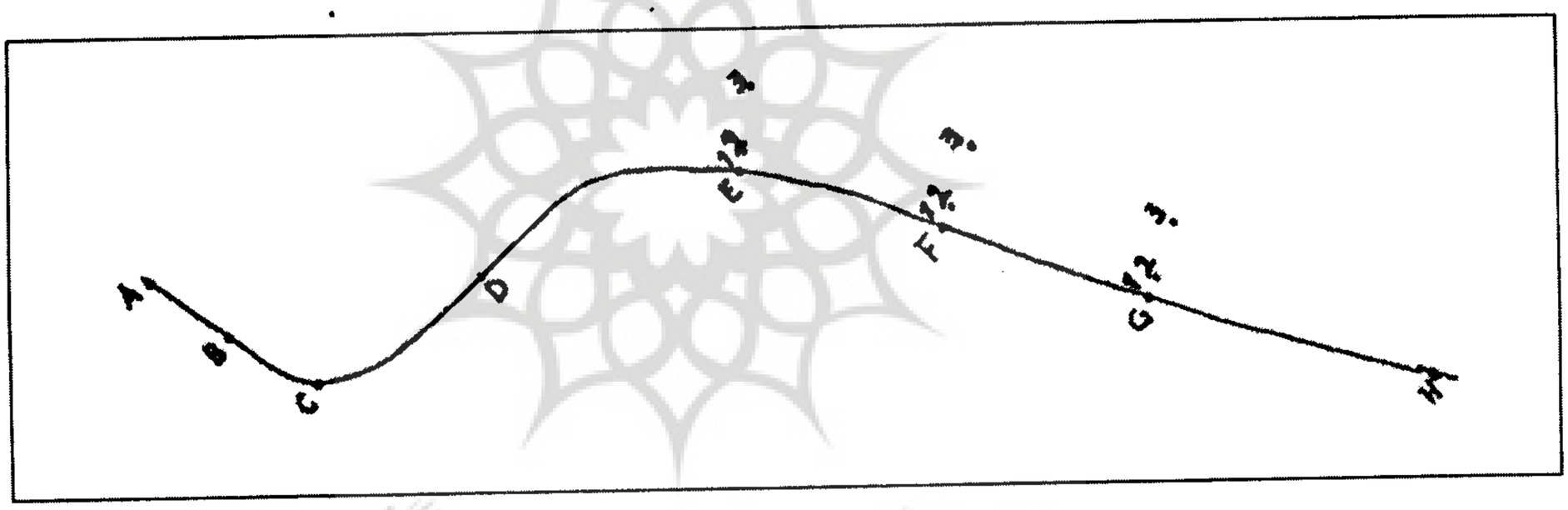
آزمایش های فوق در آزمایشگاه دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران و پژوهشگاه صنعت نفت انجام گردید. آزمایش‌های مربوط به خصوصیات ژئوتکنیکی خاک منطقه از قبیل دانه‌بندی خاک (الک و هیدرومتری)، رطوبت خاک، وزن مخصوص محلی خاک، و حدود خمیری و روانی در آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده فنی دانشگاه تهران صورت پذیرفت. همچنین آزمایشات نفوذپذیری به وسیله دستگاهی که بدین منظور توسط گروه تحقیق طراحی و ساخته شده بود در دانشکده محیط زیست به انجام رسید.

در خاتمه، با توجه به نتایج حاصل از آزمایش های خصوصیات سمیت و نشت، نفوذ پذیری، مکانیک خاک و آنالیز آلاینده ها، خاک منطقه در برخی از نواحی (بخصوص در مجاورت نهر) آلوده شناخته شد که متعاقباً و در جهت پاکسازی، پیشنهادهای لازم برای رفع یا کنترل آلودگی خاک منطقه ارائه گردیده است.

روش تحقیق

نمونه برداری از خاک منطقه عظیم آباد

برای بررسی وضعیت آلودگی خاک منطقه عظیم‌آباد، مجموعاً ۱۴ نمونه خاک سطحی اخذ گردید. نمونه‌های خاک در امتداد مسیر نهری برداشت شدند که آب قنات آلوده را به سوی اراضی کشاورزی هدایت می کند. همچنین در سه نقطه E، F و G نیز نمونه‌هایی از مقطع عمود بر مسیر نهر برداشت شده‌اند. این نمونه‌ها در فواصل یک متری و ده متری از نهر برداشت شده‌اند و به ترتیب با اندیس‌های دو و سه معرفی شده اند. برای مثال F_2 معرف نمونه‌ای است در مقطع F و به فاصلهٔ یک متری از محور نهر است. نقطهٔ A محل پمپاژ یا سرآب نهر بوده و نقطهٔ H محل پایاب است. فاصلهٔ نقاط برداشت نمونه‌های خاک از هم حداقل ۱۰۰ متر بوده است (کروکی محل نمونه‌برداری در شکل شماره (۲) آمده است).



شکل شماره (۲): کروکی محل نمونه‌برداری در منطقهٔ عظیم‌آباد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مواد و روشها

با توجه به اینکه تعیین آلودگی و روشهای پالایشی جهت بهسازی خاک های آلوده منطقه عظیم‌آباد بدون داشتن مشخصات ژئوتکنیکی و آزمایش های محیط زیستی آنها میسر نمی‌باشد، بنابراین در این تحقیق برای شناسایی برخی از خواص مهندسی خاک تعدادی از آزمایش‌های مکانیک خاک، از قبیل درصد رطوبت، دانه‌بندی، حدود اتربرگ، وزن مخصوص صحرایی، نفوذپذیری (داس، ۱۳۷۴) و pH، و نیز آزمایش های محیط زیستی از قبیل خصوصیات سمیت و نشت (TCLP)[۱] (Federal Register, 1986) بر روی نمونه ها انجام گرفت که شرح آزمایش های مکانیک خاک در کتاب آزمایشگاه مکانیک خاک (بازیار و صالح‌زاده، ۱۳۷۵) بیان گردیده است. ضمناً با توجه به اهمیت آزمایش خصوصیات سمیت و نشت TCLP در این تحقیق، این آزمایش در زیر شرح داده شده است.

آزمایش خصوصیات سمیت و نشت(TCLP)

در این تحقیق مقدار غلظت کل[۲] ترکیبات BTEX در نمونه‌های خاک اندازه گرفته شد و آزمایش خصوصیات سمیت و نشت TCLP نیز بر روی هشت نمونه باغلظت بالای آلودگی صورت پذیرفت. غرض از انجام آزمایش سمیت و نشت تعیین درجه رهاسازی آلاینده‌ها از خاک و پتانسیل آنها درآلوده‌سازی آبهای زیرزمینی بوده و به عنوان معیاری جهت تعیین کارایی عملیات پالایش به کار می رود. سیالی که آلاینده در آن نشت می‌کند مایع استخراج نامیده می‌شود. بعد از اینکه مایع استخراج به ماده آلاینده نشت کرده از خاک آلوده شد، آن را شیرابه[۳] نامیده و سرانجام به توانایی محیط در انتقال آلودگی از خاک به مایع استخراج قابلیت نشت [۴] گفته می‌شود.

در این آزمایش ابتدا ۲۵ گرم خاک اندازه گیری شد و در داخل ظرفی استوانه‌ای قرار گرفت؛ سپس ۵۰۰ سانتیمتر مکعب محلول استخراج روی نمونه خاک ریخته شد تا ظرف به صورت لب‌به‌لب پر از نمونه و محلول استخراج گردد (اوزان فوق از آنجا حاصل می‌شوند که طبق روش استاندارد آزمایش TCLP، نسبت وزنی نمونه به محلول استخراج ۲۰:۱ است؛ همچنین لب‌به‌لب کردن ظرف آزمایش به منظور شبیه‌سازی حالت هد صفر(Zero Head) است). پس از پر کردن ظرف در آن محکم و دور آن پارافیلم کشیده می شود تا آلاینده‌های فرار خارج نشوند. شایان ذکر است که مایع استخراج مورد استفاده در این آزمایش از اضافه کردن ۵/۷ میلی‌لیتر اسیداستیک به آب مقطر تا رسیدن به حجم یک لیتر به دست آمد. پس از محکم کردن در ظرف استوانه‌ای و براساس روش استاندارد انجام آزمایش که هر نمونه خاک می‌بایست ۱۸ ساعت، در تماس با محلول استخراج باشد، ظرف استوانه‌ای حاوی مخلوط خاک و اسیداستیک در یک دستگاه لرزاننده قرار گرفته و پس از مدت ۱۸ ساعت، درب ظرف نمونه باز و محتویات ظرف فیلتر گردید. از آنجایی که فیلتر کاغذی به واسطه ذرات معلق خاک بسرعت مسدود گردیده و امکان فیلتر کردن سلب می‌شد بنابراین فیلتراسیون با کمک پمپ خلاء انجام گردید. پس از جمع‌آوری شیرابه، بلافاصله آن را درون ظرف شیشه‌ای به حجم ۵۰۰ سانتیمتر مکعب ریخته و پس از بستن در آن در داخل یخچال قرار گرفت.

آنالیز آلاینده ها متشکل از سه مرحله استخراج، تغلیظ و تزریق بوده است. در مرحلهٔ استخراج، آلاینده‌ها از خاک خارج شده و به فاز محلول وارد می‌شدند. در مرحلهٔ تغلیظ حلال به دست آمده آن قدر غلیظ می‌شود تا غلظت ترکیب مورد نظر در آن به فراتر از حد تشخیص دستگاه[۵] برسد و سرانجام در مرحله تزریق، حلال تغلیظ شده به دستگاه GC تزریق می گردد (مجد، ۱۳۷۸).

تعیین سطوح پالایشی خاک

بعد از شناخت آلودگی خاک، گام بعدی تعیین سطوح پالایشی آن است. سؤال اساسی در این خصوص این‌است که خاک آلوده تا چه مقداری باید پالایش شود؟

در بیشتر اوقات حدود پالایش برای محوطه های خاکی براساس مجموعه ای از سطوح پاکسازی که توسط سازمان‌های مسئول ذی‌ربط وضع گردیده تعریف می شود. این مقادیر، غلظت یک آلاینده را در خاک پس از اعمال روشهای بهسازی مشخص می‌کند (فرض بر این‌است که در صورت دستیابی به این حدود، خطری سلامتی انسان و محیطزیست را به مخاطره نمی‌اندازد).

آژانس‌ها و سازمان‌های محیط زیستی مسئول، سطوح پیشنهادی متعددی وضع نموده و استانداردهایی برای آلاینده‌ها در خاک تدوین کرده‌اند. این سطوح معمولاً بر اساس ارزیابی پتانسیل خطرزایی آلاینده‌ها برای سلامتی انسان و خطرات بالقوه‌شان برای محیطزیست حاصل شده و در جهت اطمینان (به اصطلاح محافظه کارانه) تعیین شده‌اند. به این اعداد، سطوح بهسازی خاک[۶] گفته می‌شود. با توجه به این سطوح می‌توان تعیین کرد که آیا خاک منطقه‌ای نیاز به پالایش دارد یا خیر. دسترسی به اطلاعات مربوط به آلودگی خاک ها از طریق این سطوح بسیار ساده و سریع است (Sellers, 1997). سطوح بهسازی خاک و رسوبات برای مناطق مسکونی و صنعتی برای بعضی از آلاینده‌های آلی از قبیل ترکیبات حلقوی، PCB ها، PAH ها، آرسنیک و سرب در جدول شماره (۱) نمایش داده شده است.

جدول شماره (۱): سطوح پاکسازی خاک‌ها (Sellers, 1997)

نوع آلاینده	سطوح پاکسازی خاک ها(mg/kg)		
	منطقه صنعتی	منطقه مسکونی	محافظت آبهای زیرزمینی
بنزین	۲۰۰	۲۲	۰/۵
تولوئن	۴۱۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۵
فنول	۱۰۰۰۰۰۰	۴۷۰۰۰	۴۹
پنتاکلروفنول	۴۸	۵/۳	۰/۲
کلروفورم	۹۴۰	۱۰۰	۰/۳
ترای کلرواتیلن	۵۲۰	۵۸	۰/۰۲
تتراکلرواتیلن	۱۱۰	۱۲	۰/۰۴
پی سی بی	۰/۷۴	۰/۰۸۳	–
بنزوپیرن	۰/۷۸	۰/۰۸۸	۴
کروم(۳ ظرفیتی)	۱۰۰۰۰۰۰	۷۸۰۰۰	–
کروم(۶ ظرفیتی)	۱۰۰۰۰	۳۹۰	۰/۱۹
آرسنیک	۳/۸	۰/۴۳	۱۵
جیوه	۶۱۰	۲۳	۳
متیل جیوه	۲۰۰	۷/۸	–

یافته ها

در این تحقیق گسترش آلودگی در خاک در دو جهت اصلی

سطحی و عمود بر هم (طولی و عرضی) بررسی شده است. جهت طولی همان امتداد مسیر آب و جهت عرضی عمود بر مسیرحرکت آب است. با مقایسهٔ مقادیر اندازه‌گیری شده از آلاینده ها با مقادیر مجاز آلودگی در منطقهٔ عظیم‌آباد در می‌یابیم که آلودگی خاک به آلاینده‌های نفتی ذکر شده مسئله ای محرز است (به جدول شماره ۲ توجه شود). به عنوان مثال شدت آلودگی قابل نشت در نمونه های A و C برای بنزن به ترتیب ۷۸ و ۱۷ برابر مقادیر مجاز به دست آمده است. ضمناً ۸ نمونه از ۱۴ نمونه خاک($A, B, C, D, E_1, F_1, G_1, H$)، نشان دهنده آلودگی کل بوده و در ۷ نمونه از ۸ نمونه خاک ($A, C, D, E_1, F_1, G_1, H$)، مقادیرنشت آلاینده ها طبق آزمایش TCLP بیش از مقادیر مجاز دیده شد (مقادیر مجاز نشت جهت آلاینده های بنزن و تولوئن طبق استاندارد آژانس حمایت محیط زیست امریکا[۶] برابر با ۰/۷ و ۱۴/۴ میلی گرم در لیتر بوده و برای اتیل بنزن نیز با توجه به سطوح پاکسازی برابر۲/۹ میلی گرم در لیتر است) (اسدی و همکاران، ۱۳۷۵).

جدول شماره (۲): مقادیر غلظت کل BTEX در نمونه های خاک

نمونه	غلظت (میلی گرم بر لیتر)			
	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن	زایلین
A	۱۳۲/۷	۲۳۸/۴	۱۷۷/۴	۵۶/۸
B	۴۰۹/۹	۷۳۶/۳	۳۱۰۶	۴۸۰
C	۷۳/۹	۱۳۲/۷	۵۸۴/۲	۱۲۸/۱
D	۷۱۵۱/۴	۱۲۸۴۶	۷۷۱/۱	۶۸۱۳/۶
E_1	۶۷۲/۵	۱۲۰۸	۱۲۲/۷	۱۰۴/۲
E_2	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱
E_3	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱
F_1	۲۵۵/۴	۴۵۸/۷	۴۰۹۹/۵	۱۰۷۵۲
F_2	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱
F_3	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱
G_1	۳۸۴۲/۳	۶۹۰۲	۱۴۸۲	۳۴۱۱
G_2	۱۶۷/۱	۳۰۰۲	<۰/۱	۲۰/۵
G_3	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱
H	۲۳۵/۶	۴۲۳/۱	۴۰۰	۱۱۴۶/۹

بحث و نتیجه گیری

بر اساس مقادیر ذکر شده در جدول فوق، در نقطهٔ A (نقطه پمپاژ) نشت زیاد آلاینده ها از خاک صورت می‌گیرد. مقدار نشت در نقاط میانهٔ مسیر کاهش یافته و در نقطهٔ G_1 (پایاب) مجدداً افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. این موضوع را می‌توان به دانه‌بندی خاک در نقاط A و G_1 نسبت داد. متوسط اندازهٔ دانه‌های خاک در این نقاط درشت‌تر از متوسط اندازهٔ دانه‌ها در میانهٔ مسیر بوده و بدیهی است که نشت بیشتری از دانه‌های درشت صورت می‌پذیرد (در میانهٔ مسیر، خاک‌های کشاورزی قرار دارد که عمدتاً ریزدانه هستند). همین موضوع در مورد آلودگی کل نقش معکوس را بازی می‌کند. به این صورت که هر چه دانه‌ها درشت‌تر باشند آلودگی کل کمتری را به خود جذب می‌کنند (سطح مخصوص کمتری دارند). بنابراین کمی مقدار آلودگی کل در نقطه A منطقی به نظر می‌رسد. البته به تفسیر فوق می‌توان دستخوردگی‌های بستر نهر در اثر عبور احشام و نیز افراد و ماشین‌آلات را اضافه کرد که می‌تواند موجب تغییر در غلظت آلاینده‌ها در خاک گردد. همچنین متوقف شدن پمپاژ آب از قنات آلوده در روزها و ساعات مشخص و نیز فرار بودن آلاینده‌ها خود موجب اثرگذاری بر نتایج این مطالعه است.

گسترش آلودگی در عرض نهر

در سه نقطهٔ E، F و G علاوه بر نمونه‌های طولی از داخل نهر، دو نمونهٔ دیگر نیز در جهت عمود بر امتداد نهر در هر یک از نقاط مذکور برداشته شده تا بتوان در زمینه گسترش عرضی آلودگی در خاک اراضی کشاورزی نیز اظهارنظر کرد. نتایج آنالیزها نشان می‌دهند که در دو نقطه E و F و در فواصل یک‌متری و ده متری از محور نهر، آلودگی کل با شاخص BTEX وجود ندارد و در نقطهٔ G نیز تا فاصلهٔ یک متری از محور نهر، آلودگی بسیار پایین بوده و در فاصلهٔ ده متری از محور نهر نیز آلودگی گزارش نگردید.

با مقایسهٔ مقادیر آلاینده‌های قابل نشت از خاک (حاصل از آزمایش‌های نشتTCLP) و غلظت کل آلاینده ها با مقادیر پیشنهادی آژانس حمایت محیط زیست امریکا در می‌یابیم:

- غلظت کل ترکیبات بنزن و تولوئن به ترتیب در نمونه های $A, B, C, D, E_1, F_1, G_1, G_2, H$ بیشتر از حدود مجاز است.
- در نمونهٔ A مقدار نشت دو ترکیب بنزن، تولوئن و نیز غلظت کل اتیل بنزن بیشتر از حدود مجاز است.
- در نمونهٔ B آلاینده‌ها توانایی نشت از خود نمایش ندادند.
- در نمونهٔ C دو ترکیب بنزن، و تولوئن بیشتر از حدود مجاز نشت کرده اند.

- در نمونه‌های D و E_1 و G_1، نشت بنزن بیشتر از حد مجاز است.
- در نمونهٔ F_1، نشت دو ترکیب بنزن و تولوئن بیشتر از حدود مجاز دیده می‌شود.

با مراجعه به جدول شماره (٣) و مقایسه مقادیر نشت آلاینده ها با مقادیر مجاز استاندارد آزمایش سمیت و نشت (به ترتیب ٧/. و ١۴/۴ میلی گرم در لیتر جهت بنزن و تولوئن) می توان دریافت که بیشترین میزان قابل نشت بنزن و تولوئن (به ترتیب ۵۴/۶ و ٩٨ میلی‌گرم در لیتر) در نمونهٔ A بوده که نشت بنزن ٧٨ برابر و نشت تولوئن ۶/٨ برابر مقادیر مجاز آنهاست.

پیشنهادها

با توجه به نتایج حاصل از آزمایش های نشت و سمیت (TCLP) و مقایسه نتایج آنالیز نمونه خاک های (جدول شماره ٣) بستر نهر آلوده و نمونه های عمود بر محور با مقادیر پیشنهادی آژانس حمایت محیط‌زیست کشور امریکا و همچنین نتایج آزمایش‌های مکانیک خاک برای نمونه های برداشت شده از خاک، نکات زیر به منظور کنترل و کاهش آلودگی خاک منطقه عظیم آباد پیشنهاد می گردد :

جدول شماره (٣) : مقادیرغلظت BTEX قابل نشت نمونه های خاک در آزمایش TCLP

نمونه	غلظت (میلی گرم بر لیتر)			
	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن	زایلین
A	۵۴/۶	٩٨	٢٠۶/۴	۶٨/۴
B	<٠/١	<٠/١	٠/٢٣	٠/١۵
C	١٢/٣	٢٣	٠/٣٨	٠/١٨
D	٨	١۴/٣	٣	٧/۵
E_1	٧/٢	١٢/٩	٧/۵	١/٨
F_1	١٢/٢	٢٢	<٠/١	۶
G_1	٣	۵/۴	۶۶/٨	١٧٧/٧
H	۴/٣	٧/٨	۴٠٧/۵	٩٠/۶

• شناسایی، کنترل و محدود کردن منشاء آلودگی

با توجه به وجود پالایشگاه تهران در شمال منطقه عظیم آباد و فعالیت آن در سالهای متمادی و احتمال فرسودگی تانک‌های زیرزمینی ذخیره نفت، لوله‌های انتقال و زوائد حاصل از پالایش نفت خام می‌توان احتمال آلودگی آبهای زیرزمینی پایین دست پالایشگاه را ناشی از موارد مذکور دانست. بنابراین بازسازی و مرمت این تانک‌ها و لوله‌ها و نیز مدیریت زوائد حاصل می‌باید در اولویت کاری قرار گرفته تا بدین طریق از نشر و گسترش بیشتر آلودگی‌ها جلوگیری شود. انجام چنین تمهیداتی برای کنترل و کاهش آلودگی ضروری و لازم است. در غیر این صورت کلیه گام‌های پاکسازی جهت خاک منطقه بی‌اثر خواهد بود.

• مسدود کردن قنات آلوده

مهم ترین عامل گسترش آلودگی نفتی در منطقهٔ عظیم‌آباد، برداشت آب توسط یک چاه عمیق از یکی از سه قنات منطقه است که آلوده می‌باشد (آب دو قنات دیگر آلوده نیست). با مسدود کردن این قنات یا عدم برداشت آب از چاهی که از این قنات تغذیه می کند، می توان اولین گام عملی به منظور کنترل گسترش آلودگی در منطقه را برداشت. این روش، روشی سریع در جهت کنترل و مهار آلودگی بوده ولی روش پاکسازی برای خاک های منطقه محسوب نمی شود.

• عدم کشت در خاک‌های آلوده

با توجه به اینکه بر اساس نتایج حاصل از بررسی گسترش عرضی آلودگی در فاصله ده متری از محور نهر ، آلودگی در خاک‌ها مشاهده نگردید، بنابراین پیشنهاد می شود تا فاصله حداقل ده متری عملیات کشاورزی و فعالیت های زراعی محدود و متوقف شود.

• حمل و جابه جایی خاک‌های بسیار آلوده از منطقه

پس از کنترل و مهار آلودگی در منطقه، خاک‌های مجاور نهر که بشدت آلوده می باشند باید ازمنطقه خارج و به مناطق غیرمسکونی و زمین‌های بایر حمل و به صورت لایه‌ای روی سطح زمین پخش شوند تا در اثر تابش نور خورشید و وزش باد، آلاینده ها به مرور از خاک خارج شده و در نتیجه از میزان آلودگی آن کاسته شود. این خاک ها به شرط مناسب بودن دانه‌بندی می‌توانند به عنوان مصالح اولیه آسفالت در عملیات راهسازی نیز به کار روند (Kostecki & Calabrese, 1991).

• پالایش و بهسازی خاک

برای رساندن سطح آلودگی خاک در منطقه به سطوح پاکسازی یا سطوح زمینه آلودگی، پروسه های پالایشی خاک می باید اعمال شوند. یکی از این پروسه ها شامل فرایندهای بیولوژیکی است که

خود به دو گروه فرایندهای هوازی و بی‌هوازی تقسیم می‌شوند. در مورد فرایندهای بیولوژیکی باید گفت که این روشها هزینه بردار و زمان‌بر بوده و در همه شرایط مکانی قابل اعمال نمی‌باشند. از آنجا که در این روش، پالایش خاک بستگی تام به موجودات زنده میکروسکوپی دارد، عدم سازگاری این موجودات با شرایط محیطی و محلی محوطه آلوده ممکن است منجر به عدم دستیابی به نتایج دلخواه شود(Riser, 1998). همچنین با توجه به آثار احتمالی میکروارگانیسم ها بر روی سلامتی اهالی منطقه و دام ها و نیز محصولات زراعی، اجرای فرایندهای پالایشی در منطقه به مطالعات گسترده تری نیاز دارد.

با توجه به نتایج آزمایش هایی که بر روی نمونه های خاک منطقهٔ عظیم‌آباد صورت گرفته است، فرایندهای پالایشی زیر توصیه می‌شود:

- جامد سازی و تثبیت
- شستشوی فشاری خاک
- استخراج بخارهای خاک

شرح هر یک از روش های پالایشی فوق به تفصیل در کتاب روشهای پالایش محلی خاک های آلوده (Chambers et al., 1990) و مدیریت زوائد خطرناک (La Grega, 2001) آمده است.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از طرح تحقیقاتی بررسی آلودگی خاک‌های جنوب پالایشگاه تهران (منطقه عظیم آباد) در اثر نشت ترکیبات نفتی که آقای مهندس محمد امین گرجی پایان نامه کارشناسی ارشد خود را انجام داده‌اند می باشد هم‌چنین از مساعدت‌های سرکار خانم آقامحمدی در انجام آزمایش‌های ژئوتکنیکی و محیط زیستی قدردانی و تشکر می گردد.

یادداشتها

1- Toxicity Characteristics Leaching Procedure
2- Total Concentration
3- Leachate
4- Leachability
5- Detection Limit
6- Soil Screening Level, SSL
7- U.S.EPA

منابع مورد استفاده

اسدی، محمود و همکاران. ۱۳۷۵. مدیریت مواد زائد خطرناک، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.

بازیار، محمدحسن و صالح‌زاده، حسین. ۱۳۷۵. آزمایشگاه مکانیک خاک، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

خسروی، مرتضی. ۱۳۷۶. شیمی نفت، روش‌های تصفیه فرآورده‌های پالایشگاه‌ها، انتشارات دانشگاه تهران.

داس، براجا. ۱۳۷۴. اصول مهندسی خاک، مکانیک خاک، ترجمهٔ حسین صالح‌زاده، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

مجد، نشاط. ۱۳۷۸. آزمایشگاه شیمی پیشرفته- دورهٔ تخصصی، دانشگاه تهران.

Chambers, C. D. et al., 1990. Handbook on In-situ Treatment of Hazardous Waste, Contaminated Soils, US. EPA, Cincinati, Ohio.

Kostecki, P. T. and Calabrese, E. J. 1991. Hydrocarbon Contaminated Soils and Groundwatar: Analysis, Fate, Environmental and Public Health Effects, Remediation. Lewis Publishers, Inc.

LaGrega, M. et al., 2001. Hazardous Waste Management. 2nd Ed McGraw- Hill Co.

Riser, R. E. 1998. Remediation of Petroleum Contaminated Soils. Lewis Publishers, Inc.

Sellers, K. 1997. Fundamentals of Hazardous Waste Site Remediation. Lewis Publisher, Inc.

Federal Register. 1986. Toxicity Characteritic Leaching Procedure (TCLP), Vol 51- LPC#203.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی