مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره سوم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

انتقال آلاینده‌های هیدروکربوری در حالت ضربه و شرایط پایلوت در محیط متخلخل خاک اشباع

*محبوبه فلاح[۱]، سهیلا ابراهیمی[۲] و محمود شعبان‌پور[۳]
[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه خاک‌شناسی، دانشگاه گیلان، [۲]استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشگاه گیلان
تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱٤

چکیده

آلاینده‌های نفتی با دارا بودن اثرات منفی زیست‌محیطی گوناگون و تأثیر بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و آب، کیفیت آن‌ها را به مخاطره انداخته و سلامت بشر را تهدید می‌کند. در این راستا، هدف از این پژوهش بررسی رفتار دو خاک با بافت شنی لومی و رسی سیلتی با عبور آلاینده‌های گازوئیل و نفت سفید در شرایط پایلوت و حالت ضربه بود. به این منظور استوانه‌های شیشه‌ای طراحی و خاک‌ها براساس وزن مخصوص ظاهری، به‌صورت همگن در این استوانه‌ها پر شدند. سپس تخلخل خاک محاسبه و پس از اشباع خاک‌ها، مقادیر معادل نیم و یک حجم تخلخل آلاینده هیدروکربوری بر روی آن‌ها اعمال شد و در نهایت بده خروجی گازوئیل و نفت سفید و آب، با زمان به‌دست آمد. مقایسه نتایج منحنی رخنه گازوئیل و نفت سفید در ستون‌های خاک اشباع سبک و سنگین نشان داد که خاک شنی لومی این آلاینده‌ها را در مقایسه با خاک رسی سیلتی با سرعت بیش‌تر و نگهداشت کم‌تر انتقال داد و همچنین در هر دو خاک رسی سیلتی و شنی لومی، نگهداشت گازوئیل در خاک بیش‌تر از نفت بوده و نفت با شیب بیش‌تر و تأخیر کم‌تری از خاک سبک و سنگین خارج شد. با این تفاوت که این اختلاف در نرخ خروجی آلاینده‌ها از خاک سبک و در کاربرد یک حجم از آلاینده‌ها، نسبت به خاک سنگین فاحش‌تر است. نتایج این پژوهش می‌تواند در تخمین نشر آلودگی در هر نقطه به هنگام آلودگی ضربه‌ای (به‌خصوص در مواقعی که آلودگی ناگهانی رخ می‌دهد) و چگونگی عکس‌العمل خاک در برابر این آلاینده‌ها به‌کار رود.

واژه‌های کلیدی: انتقال، ستون خاک، گازوئیل، منحنی رخنه، نفت سفید

* مسئول مکاتبه: mah.fallah@yahoo.com

مقدمه

با افزایش مصرف انرژی در جهان و آلودگی محیط زیست به‌دلیل فعالیت‌های انسانی و صنعتی مشکلات جدی در سراسر دنیا ایجاد کرده است. اختراع موتور سوخت داخلی و نیاز گسترده آن‌ها به نفت خام و محصولات جانبی موجب رشد قابل‌توجه صنعت نفت، پتروشیمی و صنایع جانبی شده است (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۰۹). استفاده از منابع فسیلی به‌ویژه نفت به‌شدت افزایش یافته و به این ترتیب هیدروکربن‌های نفتی را در ردیف گسترده‌ترین آلاینده‌های محیط قرار می‌دهد (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۰). از طرف دیگر، تولیدات نفتی مانند سوخت دیزل، نفت سنگین و پسماندهای تقطیر از آلاینده‌های متداول خاک‌های آلوده هستند (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۱). آلودگی خاک توسط هیدروکربن نفتی خسارت‌های بسیاری به اکوسیستم از طریق تجمع آلودگی در بافت‌های گیاهی و جانوران موجب می‌شود که ممکن است باعث جهش یا مرگ و میر در نسل آینده شود (مینایی و همکاران، ۲۰۰۵). انباشت آلودگی به مرور زمان سبب بروز اختلال و دگرگونی در شرایط تعادلی و متعارف منابع خاک و آب، افت تولید و بحران‌های زیست‌محیطی شده، از این‌رو اتخاذ یک استراتژی صحیح برای از بین بردن این مشکل و دست‌یابی به توسعه پایدار در این زمینه ضروری است (امریتوس، ۲۰۰۱).

نفت خام با بیش از سیصد فرآورده، از اصلی‌ترین منابع انرژی و نیروی محرکه اقتصادی جهانی است و کشور ایران با دارا بودن حدود یک‌دهم کل مخازن نفتی جهان، دارای ظرفیت تولید روزانه نزدیک ٤ میلیون بشکه در روز نفت خام و ۸۰ هزار مترمکعب در روز سوخت دیزلی است (مارینز و همکاران، ۲۰۰٦؛ موهان و همکاران، ۲۰۰۷).

در بررسی رفتار آلاینده‌ها در محیط خاک، پیچیدگی واکنش آلاینده و خاک در حضور فازهای آب و هوا ایجاب می‌کند فرآیندهای غالب در انتقال هر آلاینده شناخته شده و با توجه به هدف بررسی رفتار آلاینده، مناسب‌ترین فرآیندهای حاکم را انتخاب و در پایه‌ریزی بررسی رفتار آلاینده‌ها در خاک، وارد کرد. فرآیندهای فیزیکی انتقال آلاینده‌های همراه آب شامل نفوذ ملکولی[1] (انتشار ملکولی)، پراکنش مکانیکی[2] (پراکندگی) و جریان روان[3] (همرفت) و فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیک مؤثر بر هر جریان آلاینده گذرنده بالقوه از خاک شامل جذب سطحی، حل شدن، ته‌نشینی، اکسیداسیون و تخریب زیستی می‌باشند (طبری و طبری، ۲۰۱۰). مهم‌ترین فرآیندهای مؤثر بر انتقال و ترابری آلاینده‌ها در محیط زیرزمینی عبارتند از:

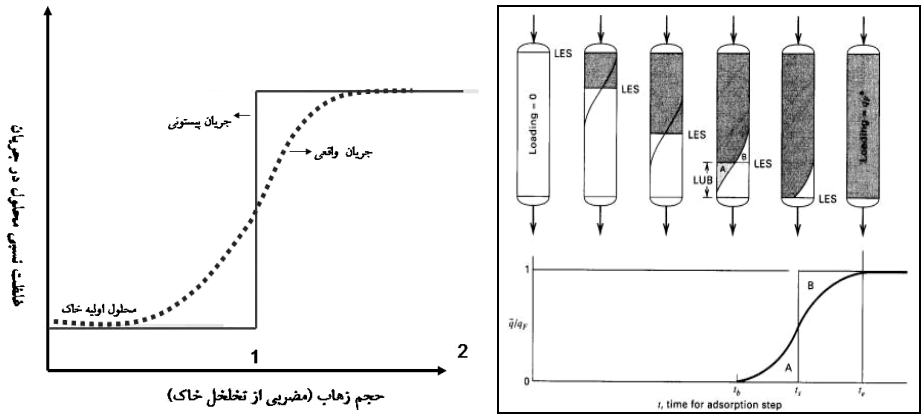
1- Diffusion
2- Dispersion
3- Advection

حرکت توده‌ای (جریان روان): انتقال جرم به همراه بدنه اصلی جریان و مهم‌ترین و مؤثرترین فرآیند انتقال آلاینده‌ها در جریان می‌باشد.

انتشار (پراکنش مکانیکی): حرکت بعضی از مولکول‌های آب با سرعت بیش‌تر یا کم‌تر از سرعت متوسط خطی آلاینده که سبب می‌شود آلاینده‌های محلول در جهت‌های گوناگون پراکنده شوند (بای‌بوردی، ۲۰۰۳).

پخشیدگی (نفوذ ملکولی): فرآیند خود به خودی ناشی از برخوردهای تصادفی منتج از حرارتی شدن و انحراف مولکول‌های حل شده در محلول می‌باشد. نتیجه نهایی این فرآیند یکسان‌سازی سه‌بعدی در غلظت این مواد پخشایش‌پذیر در یک محیط مرکب می‌باشد (ابراهیمی، ۲۰۰۹). در این مطالعه، عمده حرکت آلاینده‌ها سوار بر جریان و به‌وسیله جریان توده‌ای است و در حرکت اشباع و سریع در ستون‌های خاک شامل آب و آلاینده گذرنده، سهم فرآیندهای دیگر جزیی‌تر است.

یک روش مهم بررسی چگونگی ترابری آلاینده‌ها در محیط متخلخل، بررسی منحنی رخنه[1] است. به این گونه با تزریق مایعی با غلظت و ترکیب متفاوت از محلول خاک به ستونی از خاک و جمع‌آوری زهاب خروجی از ته ستون، اگر مقدار املاح خروجی را به‌عنوان تابعی از زمان یا مسافت یا شدت جریان تجمعی رسم کنیم، منحنی به‌دست آمده، منحنی رخنه یا عطف خواهد بود که نمای شماتیک آن در شکل ۱ نشان داده شده است (حاج‌عباسی، ۲۰۰۷).



(ب) (الف)

شکل ۱- نمای حرکت آلاینده‌ها در ستون خاک (الف) و منحنی رخنه (ب).

1- Breakthrough Curve

ابراهیمی و همکاران (۲۰۰۹) و ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۰)، پژوهش‌هایی بر روی انتقال و چگونگی پخش آلاینده‌های هیدروکربنی در اطراف پالایشگاه سرخون و در محیط متخلخل خاک انجام دادند. همچنین آدام و همکاران (۲۰۰۱)، مطالعاتی مبنی بر تأثیر الکل بر روی سرعت انتقال و گسترش آلاینده‌های هیدروکربنی در محیط خاک انجام داده و نتایجی را در این زمینه گزارش کردند. در پژوهشی وانگ و شاو (۲۰۰۹) خصوصیات نفوذپذیری و چگونگی انتقال آلاینده‌های هیدروکربنی نامحلول در محیط خاکی مورد آزمایش و بررسی قرار دادند. از آن‌جایی‌که ایران یکی از کشورهای مهم نفت‌خیز جهان بوده و همواره در معرض آلودگی‌های نفتی قرار دارد، شناخت دقیق چگونگی متأثر شدن و رفتار خاک به هنگام آلوده شدن در مراحل ابتدایی و انتقال جریان آلاینده‌ها در خاک و میزان نگهداشت خاک‌های مختلف برای انواع آلاینده‌های هیدروکربنی در یک محیط متخلخل اولیه اهمیت بسیار دارد و در دسترسی به یک استراتژی درست برای حفاظت خاک‌ها از آلاینده‌های یاد شده، جلوگیری از آلوده شدن آن و چگونگی احیای این خاک‌ها به روش‌های مختلف اهمیت به‌سزایی دارد. در این راستا، هدف از این پژوهش، بررسی چگونگی متأثر شدن دو نوع خاک سبک و سنگین تحت‌تأثیر دو نوع آلودگی هیدروکربنی نفت سفید و گازوئیل با عبور نیم و یک حجم آلاینده بود. ضمن این‌که رفتار خاک‌های یاد شده در اثر انتقال این آلاینده‌های هیدروکربنی که با شرایط ضربه بر آن‌ها اعمال می‌شوند، در حالت اشباع مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطالعاتی از این گونه به‌منظور تعیین‌سازی[1] تأثیر آلودگی نفتی (نفت سفید و گازوئیل) در محیط خاک و چگونگی واکنش دو نوع محیط متخلخل خاک به انتقال آلاینده هیدروکربنی است. علت انتخاب شرایط پالس به‌علت بررسی شرایط محیط متخلخل در هنگام رهاسازی ناگهانی آلودگی است که در محیط طبیعی در بسیاری از موارد به این گونه رخ می‌دهد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش منطقه ساحل بابلسر در استان مازندران برای نمونه‌برداری خاک سبک و نواحی دامنه‌ای هزارپیچ گرگان در استان گلستان برای خاک سنگین انتخاب شده و نمونه‌ها جمع‌آوری شدند. پس از همگن‌سازی خاک‌های یاد شده، نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوا از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شدند و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها مانند بافت خاک به روش

1- Determination

هیدرومتری (کارتر، ۱۹۹۳)، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه برای خاک رسی سیلتی و روش سیلندر برای خاک شنی (براشر و همکاران، ۱۹٦٦) و وزن مخصوص حقیقی، pH عصاره اشباع خاک توسط دستگاه PH متر، هدایت الکتریکی عصاره اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج (پیچ و همکاران، ۱۹۸۷) ماده آلی خاک با روش والکی‌بلاک (والکی‌بلاک و همکاران، ۱۹۳٤)، درصد تخلخل خاک با استفاده از جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک و با استفاده از محاسبه‌ها و درصد رطوبت اشباع برای هر دو نوع خاک اندازه‌گیری شد.

آلاینده‌های هیدروکربنی در این پژوهش، گازوئیل و نفت سفید انتخاب شدند که از یک‌سو متفاوت بودن ساختار آن‌ها و از سوی دیگر فراوانی و وفور این آلاینده‌ها در کشور ایران بوده است. نفت سفید یا کروزن، برشی از نفت خام است که حدود نقطه جوش آن ۲۷۵-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. قسمت اعظم نفت سفید شامل هیدروکربورهایی است که مولکول آن‌ها دارای ۱۵-۱۱ اتم کربن است. نفت گاز یا گازوئیل شامل هیدروکربن‌هایی سنگین‌تر از نفت سفید، با اتم‌های کربن در حدود ۲٤-۱۵ بوده و دارای دامنه جوش تقریبی ۳۸۰-۲۵۰ درجه سانتی‌گراد هستند.

این مطالعه به‌صورت پایلوت و در محیط آزمایشگاه صورت گرفت. برای مطالعه انتقال آلاینده‌ها در محیط متخلخل خاک، سیلندرهایی شامل استوانه‌های شیشه‌ای با طول ۱۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱٦ سانتی‌متر، فیلتر کنترل‌کننده خروج زه‌آب به‌صورت توری مشبک نازک و شیر انتهایی برای کنترل دبی خروجی آلاینده طراحی شد.

به‌منظور همگن‌سازی محیط متخلخل خاک، با توجه به مقدار محاسبه شده وزن مخصوص ظاهری دو نوع خاک، سیلندرهای یاد شده را به ارتفاع‌هایی مشخص تقسیم و با در نظر گرفتن ارتفاع و جرم مخصوص ظاهری به‌دست آمده، وزن مشخصی از خاک را درون سیلندر ریخته و با ضربه‌هایی آرام با پتک چوبی کوچک، خاک به وزن مخصوص معین موردنظر رسانده شد. در این پژوهش، ۸ سیلندر برای بررسی چگونگی حرکت آب و آلاینده در خاک‌های سبک و سنگین در نظر گرفته شد و با توجه به مقادیر دقیق تخلخل محاسبه شده برای هر خاک، مقرر شد معادل نیم و یک حجم تخلخل خاک‌های مورد آزمایش، بعد از اشباع، آلاینده اضافه شود. به این صورت، مقادیر گازوئیل و نفت سفید مورد نیاز، به‌عنوان منابع دارای آلودگی برای هر دو خاک به‌طور مجزا مشخص شد. در این مرحله خاک‌های هر ۸ سیلندر، توسط آب اشباع شده و به اندازه مقادیر نیم و یک حجم تخلخل از هر خاک، نفت و

گازوئیل به آرامی و بدون ایجاد تلاطم بر روی آب بالای سیلندرهای شامل خاک سبک و سنگین اعمال شد. سپس دبی حجم خروجی آب و گازوئیل و نفت خروجی، به‌طور جداگانه برای هر سیلندر در روز نخست و ساعت‌های ابتدایی که حجم خروجی آلاینده بیش‌تر بوده، هر چند دقیقه یک‌بار و در روزهای بعد، با کاهش حجم خروجی آلاینده از ستون‌های خاک، فاصله زمانی اندازه‌گیری بیش‌تر شده و هر چند ساعت یک‌بار حجم خروجی، به‌وسیله استوانه‌های مدرج بر حسب لیتر اندازه‌گیری شد. سپس نسبت آلاینده به آب خروجی که بر حسب لیتر بوده را به‌دست آورده و منحنی‌های رخنه برای بررسی چگونگی انتقال آلاینده‌ها در ستون‌های خاک با توجه به نرخ بده آلاینده به‌صورت تجمعی در طی زمان‌های مختلف اندازه‌گیری ترسیم گردید.

نتایج و بحث

مطالعات انجام شده در بخش‌های زیر انجام و نتایج آن به تفکیک ارایه گردید.

نتایج اندازه‌گیری خصوصیات دو خاک مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

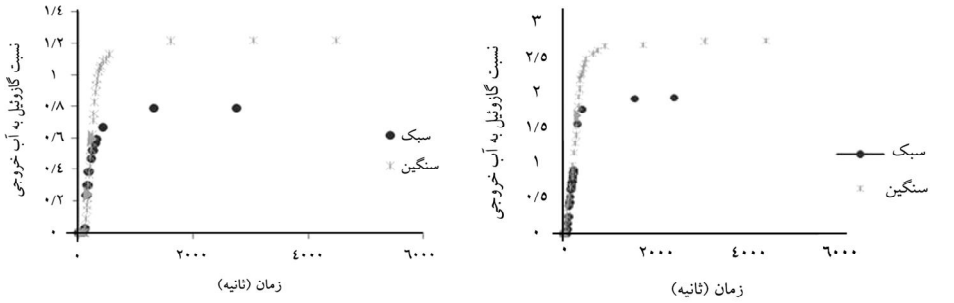
جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

	خاک ۱	خاک ۲
بافت	شنی لومی	رسی سیلتی
رس (درصد)	۱۰	۵۰
سیلت (درصد)	۱۰	٤۳/۳
شن (درصد)	۸۰	٦/۷
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۱/۵۷	۱/۲٦
جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌مترمکعب	۲/۵	۲/۳۸
تخلخل (درصد)	۳۷	٤۷
ماده آلی (درصد)	۰/٤٤	۲/۱
رطوبت اشباع (درصد)	۲۲/۲۱	٦۰
pH	۷/٤۵	۷/۷۳
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۲۹	۱/٤۱

خاک‌های موردنظر دارای بافت‌های شنی لومی (با چیزی حدود ۸۰ درصد شن) و بافت رسی سیلتی بودند. با توجه به وزن مخصوص ظاهری و حقیقی و مشاهدات خاک‌شناسی، خاک دو منطقه به اختصار، به‌صورت خاک سبک و سنگین بافت در نظر گرفته شد نتایج نشان داد که این خاک‌ها از نظر اسیدیته در رنج خنثی بودند. همچنین تخلخل خاک سبک ۳۷ درصد بوده و این خاک ماده آلی کمی داشته است، در حالی‌که خاک سنگین، تخلخل بیش‌تری برخوردار بوده و از نظر ماده آلی غنی‌تر می‌باشد. همچنین هدایت الکتریکی خاک‌ها نشان داد که این خاک‌ها شوری کمی داشته و در محدوده خاک‌های شور نبودند.

انتقال گازوئیل از ستون‌های خاک سبک و سنگین: نتایج مطالعات تأثیر انتقال آلاینده گازوئیل به‌میزان نیم و یک حجم تخلخل بر دو نوع خاک سبک و سنگین در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده شد، مقایسه نسبت گازوئیل در آب خروجی در ستون‌های خاک اشباع سبک و سنگین نشان داد که پس از باز کردن شیر تعبیه شده در انتهای استوانه خاک ابتدا آب و پس از مدت کوتاهی گازوئیل هم در خاک سبک و هم در خاک سنگین شروع به خارج شدن کردند.

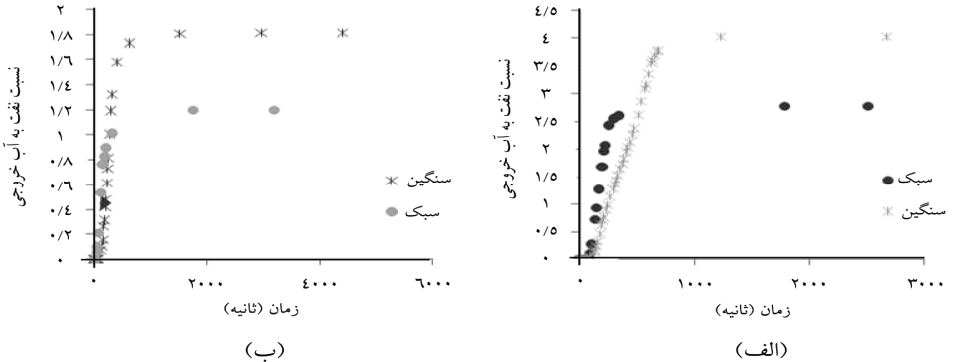
نتایج نشان داد در ابتدا نرخ خروجی گازوئیل به آب در خاک سبک بیش‌تر و در زمان کم‌تری آلاینده را از خود عبور داد. بدنه خاک شنی به‌عنوان یک سیستم با واکنش‌پذیری کم‌تر عمل نموده و به‌دلیل توانایی بیش‌تر حرکت آب در خاک و هدایت هیدرولیکی بالاتر، ابتدا مقادیری بیش‌تری از آب و سپس آلودگی را از خود عبور داد. که این اختلاف در عبور یک حجم تخلخل از آلاینده فاحش‌تر بوده است. بررسی منحنی‌ها نشانگر تغییر روند موجود در بازه زمانی انتهایی خروج آلاینده، در خاک سبک بود به‌طوری‌که در زمان یکسان حجم خروجی در خاک سنگین افزایش یافت. دلیل این امر اختلاف تخلخل خاک سبک و سنگین و به پیروی آن مقادیر متفاوت حجم گازوئیل در دو خاک بود. ولی در خاک رسی به‌دلیل تخلخل، ناراستی و پیچیدگی بیش‌تر روزنه‌های خاک و توزیع متنوع اندازه ذرات ریز و واکنش‌پذیری زیادتر آن‌ها و از سوی دیگر به‌دلیل هدایت هیدرولیکی کم‌تر نسبت به خاک شنی، گذر آب از ستون خاک به سرعت خاک شنی نبوده است. از سویی گازوئیل به‌دلیل ترکیب شیمیایی و ساختار زنجیر بلند خود، واکنش‌پذیری متفاوتی نسبت به دیگر ترکیبات هیدروکربنی نشان داد که باعث ایجاد پیوند و ساختار شیمیایی جدید با مواد آلی خاک و لایه‌های رسی در کانی‌های خاک می‌شود.



شکل ۲- نرخ گازوئیل به آب خروجی از ستون‌های خاک سبک و سنگین برای آلودگی معادل یک (الف) و نیم حجم تخلخل (ب).

انتقال نفت سفید از ستون‌های خاک سبک و سنگین: نتایج بررسی‌های رفتار دو نوع خاک سبک و سنگین تحت‌تأثیر انتقال آلاینده نفت سفید به‌میزان نیم و یک حجم تخلخل خاک‌های نام برده در شکل ۳ نشان داده شده است.

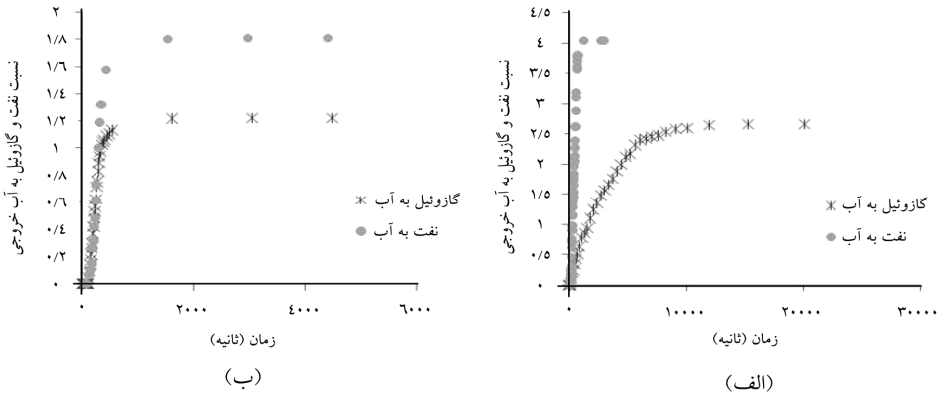
نتایج نشان می‌دهد ابتدا آب و پس از مدت کوتاهی نفت سفید در هر دو خاک شروع به خارج شدن می‌کند. مطابق انتظار همان‌طورکه نمودار نشان می‌دهد، نسبت نفت به آب خروجی در خاک سنگین‌تر با شیب کم‌تر و با تأخیر بیش‌تری همراه بود، به‌عبارتی در زمان یکسان نرخ خروجی نفت به آب در خاک سبک بیش‌تر بوده و نیز در غلظت مشخصی از نفت به آب خروجی مدت زمان لازم برای خروج آلاینده در خاک سبک کم‌تر بوده و با تاخیر کم‌تر و سرعت بیش‌تری از خاک خارج می‌شود.



شکل ۳- نرخ نفت سفید به آب خروجی از ستون‌های خاک سبک و سنگین برای آلودگی معادل یک (الف) و نیم حجم تخلخل (ب).

همان‌طورکه در شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده شد، سرعت انتقال و نفوذپذیری آلاینده‌های نفتی در محیط متخلخل خاک علاوه‌بر نوع آلاینده‌ها، به اندازه ذرات خاک، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل و فشردگی خاک بستگی دارد و در خاک‌هایی با بافت درشت‌تر، تخلخل و فشردگی کم‌تر، سرعت انتقال و نفوذپذیری آلاینده‌ها نسبت به خاک‌های با فشردگی و تخلخل بیش‌تر و اندازه ذرات کوچک‌تر، برای انواع آلاینده‌ها در شرایط یکسان بیش‌تر است و سرعت انتقال و نفوذپذیری برای این دو نوع آلاینده با نتایج گزارش شده توسط دانشمندان دیگر بر روی انتقال هیدروکربن‌های نفتی مختلف، در محیط متخلخل خاک مشابه است (هوانگ و رن، ۲۰۰۰؛ ونگ و همکاران، ۱۹۹۸؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۰؛ ونگ و شاو، ۲۰۰۹).

انتقال نفت سفید و گازوئیل از ستون‌های خاک سنگین: نتایج بررسی انتقال نفت سفید و گازوئیل به‌میزان نیم و یک حجم تخلخل در خاک سنگین در شکل ٤ نشان داده شده که به‌علت تخلخل یکسان خاک به‌کار برده شده، حجم آلاینده‌های نفت و گازوئیل برابر می‌باشد.

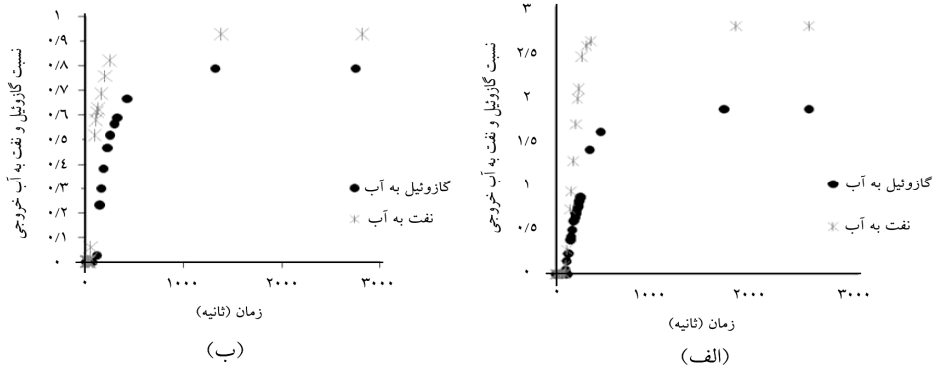


شکل ٤- نرخ نفت سفید و گازوئیل به آب خروجی از ستون‌های خاک سنگین برای آلودگی معادل یک حجم (الف) و نیم حجم تخلخل(ب).

نتایج بیانگر آن است که پس از اندکی تأخیر یا ماند در زه‌آب خروجی گازوئیل و نفت دیده خواهد شد. مقایسه دو نمودار نشان می‌دهد که در خاک سنگین میزان نگهداشت گازوئیل بیش‌تر است که به احتمال زیاد به‌علت فعل و انفعالات بیش‌تر با خاک سنگین در مقایسه با نفت می‌باشد و نفت با شیب بیش‌تر و تأخیر کم‌تری و مقدار بیش‌تری از خاک خارج می‌شود در واقع در زمان‌های یکسان نرخ خروجی نفت از گازوئیل بیش‌تر است که این تفاوت در کاربرد یک حجم از آلاینده محسوس‌تر

است. دلیل این امر واکنش‌پذیر بودن بیش‌تر گازوئیل با خاک سنگین رسی نسبت به نفت سفید بود که احتمالاً به‌دلیل فرم ساختمانی و تعداد زنجیره کربنی آن و از سوی دیگر جذب سطحی شدیدتر آن نسبت به نفت سفید می‌باشد.

انتقال نفت سفید و گازوئیل از ستون‌های خاک سبک: نتایج بررسی رفتار خاک سبک تحت‌تأثیر انتقال آلاینده نفت سفید و گازوئیل به‌میزان نیم و یک حجم تخلخل خاک‌های نام برده در شکل ۵ نشان داده شده و مقدار آلاینده‌های به‌کار برده شده در خاک‌ها به‌علت کاربرد یک نوع خاک، معادل بوده است. همان‌طورکه مشاهده شد، مقایسه نسبت نفت سفید و گازوئیل در آب خروجی نشان داد که پس از باز کردن شیر تعبیه شده در انتهای استوانه خاک پس از اندکی تأخیر یا ماند در زه‌آب خروجی گازوئیل و نفت دیده خواهد شد که خاک سبک نفت را در مقایسه با گازوئیل با سرعت بیش‌تر عبور داد به‌عبارتی دیگر شیب نمودار نفت بیش‌تر و با تاخیر کم‌تر و مقدار بیش‌تری از خاک خارج شده است. در واقع بیش‌تر شدن شیب منحنی خروج نفت سفید از ستون خاک سبک، به‌دلیل کم‌تر بودن سطح ویژه و سطوح واکنش‌پذیر در این نوع خاک‌ها برای این آلاینده بوده است. هم‌چنین این مقایسه به خوبی بیانگر آن بود که نرخ خروج گازوئیل نسبت به نفت در خاک سبک کندتر می‌باشد و خاک‌های رسی قابلیتی چندین برابر برای نگهداری آب و آلاینده بر سطوح خود می‌باشند و هر دو را به آرامی بیش‌تری از بدنه خود عبور داده‌اند که کمیت این پدیده در شکل مشاهده می‌شود. بررسی منحنی نیم و یک حجم تخلخل، روندی مشابه را نشان می‌دهد، با این تفاوت که اختلاف در سرعت خروج آلاینده‌ها و نگهداشت آن‌ها در کاربرد یک حجم واضح‌تر بوده است.



شکل ۵- نرخ نفت سفید و گازوئیل به آب خروجی از ستون‌های خاک سبک برای آلودگی معادل یک (الف) و نیم حجم تخلخل (ب).

همان‌طورکه در شکل‌های ٤ و ٥ مشاهده شد گازوئیل نگهداشت بیش‌تر و سرعت کم‌تر در هر دو نوع رسی سیلتی و شنی لومی را دارد. نگهداشت و سرعت انتقال و نفوذ یک آلاینده صرف‌نظر از نوع خاک، به خصوصیات و ویژگی‌های خود آلاینده مانند حلالیت، فراریت و ویسکوزیته آلاینده بستگی دارد. گازوئیل دارای ترکیبات بسیاری بوده و حلالیت و انتقال آن بسته به این ترکیبات بوده است (جانسون و همکاران، ۱۹۹۰). ویسکوزیته گازوئیل بین ۰/٤۰–۰/۳٦ می‌باشد که بسته به این است که آیا این گازوئیل تازه یا قدیمی بوده و یا در معرض هوازدگی قرار گرفته است و می‌تواند سرعت بیش‌تر یا کم‌تر از نفت سفید براساس ویسکوزیته آن در خاک داشته باشد. گازوئیل هنگامی‌که هوازده می‌شود ترکیبات قابل حلال و فرار آن کم‌تر شده و نگهداشت آن بیش‌تر و سرعت آن کم‌تر می‌شود که این مطالعه با نتایج به‌دست آمده توسط دانشمندان دیگر هم‌سویی داشته است (ویلیام و چارلز، ۲۰۰۸؛ چارلز و همکاران، ۲۰۰۰).

نتیجه‌گیری

این پژوهش که بر مبنای ترابری آلودگی در ستون‌های خاک و بررسی منحنی‌های رخنه، طراحی شده بود نشان داد که خاک شنی لومی به‌عنوان یک سیستم با واکنش‌پذیری کم‌تر، هر دو آلاینده را با سرعت بیش‌تر و تأخیر کم‌تر از خود عبور داد. این در حالی است که خاک رسی سیلتی قدرت نگهداشت بیش‌تری از آلاینده را داشته و آلاینده‌های نفت و گازوئیل را با سرعت کم‌تر از خاک سبک از خود عبور داد. در هر دو خاک، سرعت انتقال گازوئیل کم‌تر از نفت سفید بوده و با تأخیر بیش‌تر از خاک خارج شد.این امر نشانگر این بود که فعل و انفعالات گازوئیل با خاک رسی سیلتی و شنی لومی بیش‌تر از گازوئیل بوده است که احتمالاً به‌دلیل فرم ساختاری و تعداد زنجیره کربنی آن و از طرف دیگر جذب سطحی شدیدتر بر کانی‌های خاک بود.

این مطالعات راهنمای مناسبی در مطالعه رفتار محیط متخلخل متفاوت در برابر ترابری آلودگی دو نوع آلاینده هیدروکربنی که از فراوان‌ترین و پرمصرف‌ترین فرآورده‌های نفتی هستند، به‌شمار می‌رود. نتایج این پژوهش می‌تواند در تخمین نشر آلودگی در هر نقطه به هنگام آلودگی ضربه‌ای (به‌خصوص در مواقعی که آلودگی ناگهانی رخ می‌دهد) و پیش‌بینی چگونگی عکس‌العمل خاک به‌کار رود.

منابع

1.Adam, G., Gamoh, K., Morris, D., and Duncan, H. 2001. Effect of alcohol addition on the movement of petroleum hydrocarbon fuel in soil. The science of the total environment, 286: 15-25.

2.Baybordi, M. 2003. Soil physics. Tehran University Publishers, Iran, Tehran, 523p.

3.Brasher, B.R., Franzmeier, D.P., Valassis, V., and Davidson, S.E. 1966. Use of saran resin to coat natural soil clods for bulk-density water retention measurements. Soil Science, 26: 101-108.

4.Carter, M.R. 1993. Soil sampling and methods of analysis, CSSS, Canadian society of soil science, Lewis Publishers, Boca Raton, FA, 30: 215-225.

5.Charles, J., Newell, D., Randall, R., and Scott, G. 2000. Ground water issue. Light nonaqueous phase liquids, 3: 1-28.

6.Ebrahimi, S. 2009. Spatial-temporal variability of hydrocarbon pollutants and chemical solvents behavior in soil porous media. Ph.D. Thesis. Tarbiat Modares University, 150p.

7.Ebrahimi, S., Shayegan, J., Malakouti, M.J., Akbari, A., and Atashjameh, A. 2009. Investigation of hydrocarbon pollution spreading in soil around Sarkhoun refinery. 8th world congress of chemical engineering, Montreal, Quebec, Canada, August. 15: 23-27.

8.Ebrahimi, S., Shayegan, J., Malakouti, M.J., Akbari, A., and Atashjameh, A. 2010. Hydrocarbon pollution emission in soil around sarkoun refinery. J. Water Soil Cons. 4: 101-124.

9.Ebrahimi, S., Shayegan, J., Malakouti, M.J., and Akbari, A. 2011. Environmental evaluation and assessment of some important factors of oil contamination in soil around sarkhoun gas refinery of Bandar Abbas. J. Environ. Stud. 57: 9-18.

10.Emeritus, J.B. 2001. Modeling ground water flow and contaminant transport. First edn Haifa, Israel: Academic Press, Pp: 23-86.

11.HajAbasi, M. 2007. Soil physics. University Press, Iran, Tehran, 523p.

12.Huang, T.L., and Ren, L. 2000. Simulating and modeling of the runoff pollution of petroleum pollutants in loess plateau. China Environmental Science, 20: 345-348.

13.Johnson, P.C., Stanley, C.C., Kemblowski, M.W., Byers, D.L., and Colthart, J.D. 1990. A practical approach to the design, operation, and monitoring of in situ soil-venting systems, Ground Water Monitoring, 10: 159-178.

14.Marins, D., Carvalaho, D., and Lippel, G. 2006. A suitable model to describe bioremediation of petroleum-contaminated soil, International bioremediation, 58: 254-260.

15.Minae Tehrani, D., Harft manesh, E., and Azari dehkordi, F. 2005. Study of heavy crude oil biodegradation in soil in a pilot. Environmental Sciences, 10: 82-71.

16.Mohan, S., Ramakrishna, M., Shailja, S., and Sarma, P. 2007. Influence of soil-water ratio on the performance of slurry phase bioreactor treating herbicide contaminated soil, Bioresource Technology, 98: 2584-2589.
17.Page, M.C., Sparks, D.L., Noll, M.R., and Hendricks, G.J. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic coastal plain soils. Soil science society. Amer. J. 51: 1460-1465.
18.Tabari, Kh., and Tabari, M. 2010. Biodegradation potential of petroleum hydrocarbons by bacterial diversity in soil. J. World Appl. Sci. 6: 750-755.
19.Tetsuji, O. 2007. Enhancement of biodegradation of oil adsorbed on fine soils, chemosphere, 68: 281-286.
20.Walkey, A., and Black, I.A. 1934. An Examination of degtjareff method for determination of soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid in soil analysis. I. Exp. J. Soil Sci. 79: 459-465.
21.Wang, D.H., Jia, D., and Li, G.H. 1998. Transporting and distributing of petroleum pollutant in gravel. Environmental Science, 20: 18-21.
22.Wang, H.T., Luo, J., Li, Y.S., Niu, D.J., Li, L.Q., and Li, G.F. 2000. Numerical simulation of petroleum pollutant transport in soil. Acta scientiae circumstantiae, 20: 755-760.
23.Wang, Y., and Shao, M. 2009. Infiltration characteristics of non-aqueous phase liquids in undisturbed loessal soil cores. J. Environ. Sci. 21: 142-143.
24.William, B., and Charles, E. 2008. Groundwater research and issues. Nova Publishers, 210p.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(3), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Hydrocarbon pollution emission in the pilot and pulse condition in saturated porous media of soil

***M. Fallah[1], S. Ebrahimi[2] and M. Shabanpour[3]**
[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Guilan University, [2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[3]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Guilan University
Received: 10/10/2011; Accepted: 12/04/2012

Abstract

Hydrocarbon pollutants with negative polluting effects cause changes on physical and chemical properties of soil and water and threaten their quality and human safety. The purpose of this research was to investigate the heavy and light soils behavior on transportation of gasoline and kerosene in a pilot scale and pulse condition. An equipment including glassy cylinders has been designed. The bulk density and porosity of the soils have been determined. Then, the amount of half and one pore volume, gasoline and kerosene were applied. Glassy cylinders were filled with soil homogeneously in the given depth and soils were saturated by water. In this stage, half and one pore volume of the kerosene and gasoline were applied on saturated soils. Eventually, output volume of gasoline, kerosene and water has been measured per time. Finally the breakthrough curve were drawn. The results showed that both pollutants went through the loamy sand soil by less retention and more velocity in comparison with silty clay one. In both soils, gasoline retention was more than kerosene and kerosene flowed out of the light and heavy soils by sharper gradient and less retardation and more velocity. This difference in the output rate of pollutants from light soil is more distinct than heavy one. The results of this investigation can be applied for pollution emission assessment in terms of pulse pollution and quality of soil reaction versus these pollutants.

Keywords: Breakthrough curve, Gasoline, Kerosene, Soil column, Transportation

* Corresponding Author; Email: mah.fallah@yahoo.com