CORE
Metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
Provided by shahrekord university of medical scinces

مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد/ دوره ۱۷، شماره ۳/ مرداد و شهریور ۱۳۹۴/ ۱۱۱-۱۰۲

مقاله پژوهشی

بررسی باقیمانده هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در خاک های آلوده به ترکیبات نفتی در شهرستان شهرکرد در سال ۱۳۹۲

محسن اربابی[۱*]، مرتضی هاشم زاده چالشتری[۲]، گشتاسب مردانی[۳]، مهربان صادقی[۱]، اکرم نجفی چالشتری[۱]، کبری شاکری[۱]

[۱] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران؛ [۲] مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران؛ [۳] مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت:۹۳/۲/۲۹ تاریخ پذیرش:۹۳/۹/٤

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

چکیده:

زمینه و هدف: هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) گروه بزرگی از آلاینده های محیطی را تشکیل می دهند که به دلیل سمیت، سرطان زایی و نیز مقاومت نسبت به تجزیه از اهمیت خاصی برخوردار هستند. منشأ اصلی ورود آن ها به محیط، نفت و فراورده های نفتی می باشد. این مطالعه با هدف تعیین باقیمانده هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در خاک‌های آلوده به ترکیبات نفتی در شهرستان شهرکرد انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، از سه نوع سایت آلوده در شهرستان شهرکرد (سایت حومه خطوط انتقال نفت پس از حادثه شکستگی خط لوله، سایت در معرض دود اگزوز و سایت مخازن ذخیره سوخت) به صورت تصادفی نمونه برداری انجام و غلظت فنانترن و پایرن پس از استخراج توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) اندازه گیری شد.

یافته ها: میانگین غلظت فنانترن و پایرن در سایت حومه خط انتقال به ترتیب ۶/۸±۱۴/۱٤ و ۲۰/٤۲±۵۰/۶۷، میلی گرم بر کیلوگرم در سایت مخازن ذخیره به ترتیب ۰/۰۲±۰/۲۲ و ۱±۲/۵ میلی گرم بر کیلوگرم و در مناطق در معرض دود به ترتیب ۱۹/٤۵±۳۲/۲٤ و ۳۶/۲۳±۶۱/۳۲ میلی گرم بر کیلوگرم بود. رابطه بین غلظت های فنانترن و پایرن در سایت حومه خط انتقال و مخازن نفت با توجه به استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) و آژانس ثبت بیماری ها و مواد سمی (ATSDR) و همچنین در سایت در معرض دود اگزوز با توجه به استاندارد WHO معنی دار می باشند (P۷۰/۰۵) که نشانگر آلودگی شدید در این مناطق می باشد.

نتیجه گیری: غلظت فنانترن وپایرن در سایت حومه خط انتقال با کاربری کشاورزی به طور متوسط به ترتیب ۲۰۰ و ۵۰۰ برابر استاندارد WHO برای خاک های کشاورزی (خاک غیر آلوده) و غلظت فنانترن و پایرن برای پمپ بنزین های اندازه گیری شده به طور متوسط ۶ و ۱۲ برابر استاندارد WHO برای سایت های در معرض اگزوز اتومبیل اندازه گیری شده است؛ بنابراین بایستی راهکارهای مناسب پالایش (از جمله زیست پالایی) این خاک ها مد نظر قرار گیرد.

واژه های کلیدی: هیدروکربن آروماتیک، ترکیبات نفتی، آلودگی خاک، شهرکرد.

مقدمه:

هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (Polycyclic aromatic hydrocarbons= PAHs) گروهی از آلاینده های زیست محیطی هستند که از طریق فعالیت های طبیعی و انسان ساز به طور گسترده وارد محیط می شوند. در حال حاضر منابع انسانی شامل احتراق ناقص مواد آلی، فرآیند تولید کُک، آتش سوزی جنگل ها، سوزاندن زباله ها و انتشار ترکیبات نفتی منابع اصلی ورود PAHs به محیط می باشند (۲،۱). این ترکیبات به علت خاصیت آبگریزی و حلالیت کم در آب، برای مدت زمان طولانی در محیط زیست باقی می مانند (۳). عدم تجزیه پذیری، سمیت برای انسان و سایر گونه ها، جهش زایی، سرطان زایی و نیز قرار گرفتن در ردیف آلاینده های اولیه توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا آن ها را در گروه ترکیبات بسیار

*نویسنده مسئول: شهرکرد- دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد- گروه مهندسی بهداشت محیط- تلفن: ۰۳۸-۳۳۳۳۳۷۱۰، E-mail:marbabi47@yahoo.com

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

خطرناک قرار داده است (۶-۴). از اثرات مهم ترکیبات PAH می توان به سرطان زایی، جهش زایی، سمیت، تخریب گلبول های قرمز، سوزش و خارش پوست، سوزش چشم، آب مروارید، آسیب به کبد و کلیه، یرقان و ... اشاره کرد. این ترکیبات تمایل زیادی به ذخیره شدن در کلیه و کبد دارند؛ ولی مقادیر کم آن ها در طحال و غده آدرنال نیز ذخیره می گردد (۷).

خاک متشکل از ذرات معدنی و مواد آلی بوده و به دلیل مواجهه مدوام با آلاینده ها و ظرفیت بالای نگهداری و تجمع (۸)، یک مخزن مهم برای ترکیبات نفتی به شمار می رود و شاخص مناسبی برای آلودگی و خطرات زیست محیطی منطقه محسوب می شود. این آلاینده های آبگریز به شدت به ذرات و فراکسیون های آلی خاک جذب شده و برای مدت زمان طولانی در خاک باقی می مانند. شستشوی خاک های آلوده به ترکیبات آروماتیک، توسط آب های سطحی و همچنین فرسایش خاک، آلودگی قابل توجهی در رودخانه های نزدیک این مناطق ایجاد می کند. ورود ذرات خاک همراه با این آلاینده ها به طور مستقیم از طریق بلع و استنشاق گرد و غبار (۹) یا به طور غیر مستقیم از طریق زنجیره غذایی با ذخیره شدن در بافت های چربی انسان و سایر حیوانات اثرات بالقوه خود را نشان می دهند.

علاوه بر این، اثرات سمی در ارگانیسم های خاک از قبیل کرم های خاکی وقتی در تماس با خاک های آلوده به PAHs قرار می گیرند نیز مشاهده شده است (۱۰، ۱۱). با وجود اثراتی که این آلاینده ها می توانند بر محیط زیست و انسان داشته باشند، اهمیت حفاظت از خاک در برابر این آلاینده ها اغلب در کشورهای آسیایی به ویژه ایران که کشوری نفت خیز است، نادیده گرفته شده است.

به طور کلی PAHs بعنوان آلاینده های اولیه خاک محسوب می شوند (۱۲). در این میان فنانترن به عنوان یک ترکیب PAH سه حلقه ای زاویه دار، عوارض متعددی نظیر ضایعات کبدی و کلیوی، حساسیت پوست نسبت به نور و اثرات خفیف آلرژیک ایجاد می کند و تحت شرایط خاص برای سیستم های باکتریایی جهش زا می باشد (۱۳). پایرن نیز یکی از PAH های چهار حلقه ای با تجزیه پذیری ضعیف و پایداری بالا در محیط است که در فهرست آلاینده های دارای اولویت EPA قرار دارد. مطالعات بر روی حیوانات خاصیت سمی پایرن را بر روی کلیه ها و کبد ثابت کرده است (۱۴).

Wang و همکاران (۲۰۱۴) هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای را در خاک های فلات تبت بررسی کردند. در این مطالعه غلظت این آلاینده ها در یک رنج وسیعی از ۵/۵۴ تا ۳۸۹ نانوگرم در گرم و با میزان متوسط ۵۹/۹ نانوگرم در گرم گزارش شد (۸). Nguyen و همکاران در مطالعه ای در استرالیا (۲۰۱۴) میانگین غلظت PAH در خاک های طبیعی و در رسوبات جاده ای را به ترتیب ۲/۸ و ۲/۹۱ mg/Kg اندازه گیری کردند (۱۵). Kordybach و همکاران (۲۰۰۸) هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای را در خاک های زراعی لهستان مورد مطالعه قرار دادند و غلظت کل ترکیبات اندازه گیری شده، در خاک را در محدوده ۸۰ تا ۷۲۶۴ میکروگرم در کیلوگرم گزارش کردند (۱۶).

در ایران نیز مطالعات بسیار محدودی در این زمینه انجام گرفته است. اربابی و همکاران مشخصات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک های آلوده در پالایشگاه تهران، منطقه نفتی بهرگان و مخازن نفتی تهران را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد از سه محل انتخاب شده دو سایت آلوده به فنانترن با غلظت ۱۰ تا ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشند (۲). شاکری و همکاران میانگین غلظت کل هیدروکربن های آروماتیک را در مناطق نفتی استان بوشهر را ۳۱۲۸/۴ mg/Kg گزارش کردند (۱۷).

بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی میزان هر کدام از ترکیبات PAH در خاک نزدیکی منابع صنعتی بیش از ۱ g/kg بوده است. غلظت ها در خاک های آلوده سایر موارد، همچون خروجی اتومبیل در دامنه ۵-۲ mg/kg می باشد. در مناطق غیر آلوده، میزان ترکیبات PAH در خاک ۱۰۰-۵ µg/kg گزارش شده است. آژانس ثبت

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

بیماری ها و مواد سمی استاندارد فنانترن و پایرن را به ترتیب ۰/۰۳ mg/kg و ۰/۰۰۱ mg/kg تا ۰/۰۲ در مناطق روستایی و ۰/۰۵ mg/kg تا ۰/۱۴ و ۰/۱ mg/kg تا ۰/۱۵ در مناطق کشاورزی عنوان کرده است (۱۸).

ایران در گروه ۳ کشور نخست دارنده بالاترین ذخایر نفت و گاز در جهان قرار دارد؛ اما علی رغم یک قرن سابقه در صنعت نفت در مقایسه با برخی کشورها، هنوز به توسعه مطلوبی در آن دست نیافته و اجرای طرح های نفتی آن، مستلزم کمک های گسترده فنی و انسانی است. محیط زیست این کشور به واسطه عبور خطوط انتقال نفت به یکی از آسیب پذیرترین مناطق جهان تبدیل شده است. حوادث شکستگی خطوط ناشی از عواملی چون اشتباهات بهره برداری، خوردگی، عوامل طبیعی، رانش زمین و شخص ثالث همواره در اقصی نقاط این کشور به وقوع پیوسته و سبب افزایش سریع و بیش از حد غلظت این آلاینده ها در محیط زیست شده است. رفع مشکل شکستگی خطوط انتقال نفت و پاکسازی محیط های آلوده نیازمند توجه ویژه متولیان و مسئولان در سطح کلان است؛ بنابراین بررسی غلظت این ترکیبات در خاک به منظور تصفیه و حذف آن ها از محیط زیست و پیشگیری از خطرات بالقوه آن ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این تحقیق با هدف تعیین باقیمانده هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه¬ای (به عنوان نمونه فنانترن و پایرن) در منطقه آلوده شده چلوان به علت نشت ناگهانی نفت خام ناشی از شکستگی خط انتقال نفت خام از یک طرف و نیز سایت های آلوده به ترکیبات نفتی مانند پمپ بنزین ها از طرف دیگر در شهرستان شهرکرد انجام پذیرفت.

روش بررسی:

در این مطالعه توصیفی تحلیلی با توجه به استانداردهای جهانی سه نوع سایت آلوده برای نمونه برداری انتخاب شد. ۱) سایت حومه خط انتقال نفت در منطقه چلوان (مجاور رودخانه زاینده رود در منطقه سامان) شامل سه نقطه: کنار جاده، باغ کوثر و نزدیک رودخانه که این مناطق دارای کاربری کشاورزی بودند. علت آلودگی شدید خاک در این منطقه شکستگی خط انتقال نفت خام در اثر برخورد تیغه بلدوزر اداره راه و ترابری در هنگام تعریض جاده بوده است. ۲) مخازن شرکت نفت شهرکرد واقع در جنوب شرقی شهرکرد؛ ۳) سایت در معرض آلودگی اگزوز اتومبیل ها (سایت پمپ بنزین ها شامل؛ پمپ بنزین سامان واقع در شهر سامان، پمپ بنزین فارسان (در غرب شهرکرد در جاده شهرکرد- فارسان) و پمپ بنزین فرخشهر (در جنوب شرقی شهرکرد و در جاده شهرکرد- فرخشهر). نمونه برداری از مناطق مورد نظر به صورت تصادفی انجام و پس از جداسازی خاک ها و سنگ¬های درشت آن، نمونه خاک های سطحی و بخشی از خاک پایین دست (۳۰-۲۰ سانتی متری عمق) که نشان دهنده آلودگی قدیمی بودند، در یک ظرف پلاستیکی جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. آنالیز دانه‌بندی خاک با استفاده از روش استاندارد طبقه‌بندی متحد (ASTM –D- 2487) (۱۹) آزمایشات شمارش تعداد کلیفرم ها (CFU)و کربن آلی (OC) با استفاده از استاندارد متد (۲۰) انجام گرفتند.

به منظور سنجش ترکیبات PAH (فنانترن و پایرن) از روش های اصلاح شده ۳۵۳۵ و ۳۵۵۰B استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) استفاده شد (۲۱). بدین منظور از دستگاه HPLC/UV ساخت کمپانی Agilent مدل ۱۱۰۰۰ استفاده گردید؛ همچنین ستون مخصوص آنالیز ترکیبات PAH (طراحی و ساخت کمپانی Agilent آمریکا) با مشخصات "Reverse phase column – C18-150mm-ID4.6mm" به کار برده شد.

با استفاده از روش ترقیق سریالی، استانداردهای ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر فنانترن و پایرن در حلال استونیتریل با درصد خلوص حدود ۱۰۰ درصد، تهیه شدند. سپس در طول موج ۲۵٤ nm و با نسبت‌های مختلف فاز متحرک (آب/ استونیتریل) (۴۰/۶۰) اقدام به تهیه پیک و رسم منحنی

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

کالیبراسیون گردید. پس از آزمایشات متعدد و با توجه به پیک های بدست آمده و منحنی کالیبراسیون نهایتاً بهترین شرایط جهت تعیین غلظت فنانترن و پایرن در نمونه ها به شرح زیر تعیین گردید.

میزان جریان ml/min ۱/۵، زمان اجرا ۲۰ دقیقه، زمان ماند برای فنانترین ۷±۰/۵ و برای پایرن ۱۱±۰/۵ دقیقه، درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی گراد و فشار ۱۲۰ بار.

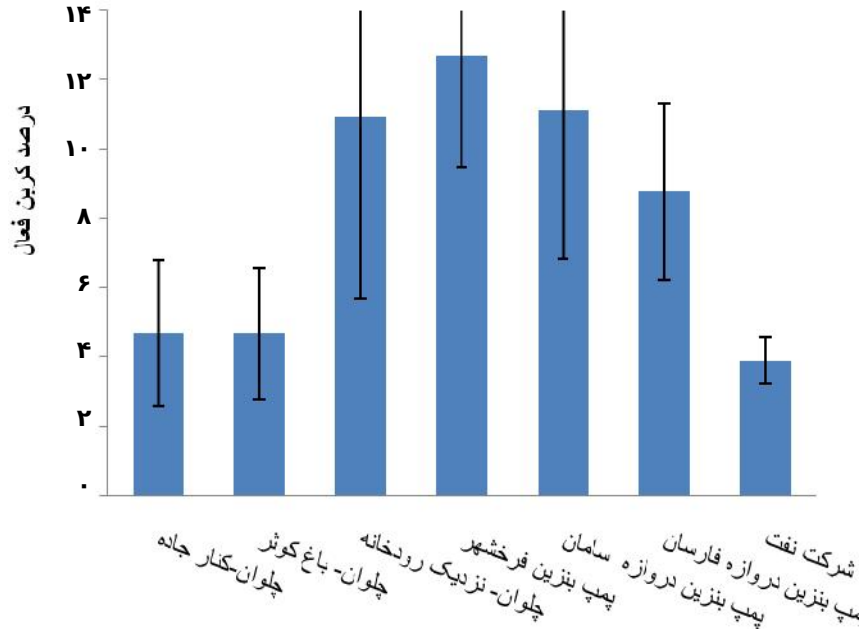
برای استخراج نمونه های فنانترن و پایرن از خاک از دستگاه آلتراسوند با نام Cleaner مدل CD-4820 استفاده شد. برای پاکسازی نمونه ها به منظور تزریق به دستگاه HPLC از یک دستگاه سانتریفیوژ در دور rpm ۳۰۰۰ با زمان ۲۰ دقیقه و برای صاف سازی آن ها از فیلترهایی از جنس PTFE و با اندازه منافذ µm ۰/۲ استفاده گردید. با توجه به آزمون و خطای انجام شده در خصوص استخراج ترکیبات فنانترن و پایرن در نمونه های سنتتیک، میانگین استخراج برای این ترکیبات با روش آلتراسوند حدود ۸۰ درصد تعیین گردید.

کلیه ترکیبات مورد استفاده در این تحقیق از کمپانی MERCK و با درصد خلوص بالاتر از ۹۷ درصد خریداری گردید. داده ها با استفاده از آزمون تی یک نمونه ای و ضریب همبستگی اسپیرمن رو در محیط SPSS مورد تجزیه و تحیل قرار گرفتند.

یافته ها:

نتایج به دست آمده از آزمایشات دانه بندی نوع خاک بر اساس طبقه بندی سیستم متحد نشان داد، خاک های نمونه برداری شده در هر سه سایت در گروه خاک های ماسه ای خوب دانه بندی شده (SW) قرار دارند. نتایج میانگین مقادیر کربن آلی در خاک های آلوده محل های نمونه برداری نشان داد، بیشترین غلظت کربن آلی به ترتیب در پمپ بنزین فرخشهر، پمپ بنزین دروازه سامان و چلوان نزدیک رودخانه مشاهده شد (نمودار شماره ۱).

در بین خاک های نمونه برداری شده بیشترین غلظت فنانترن و پایرن در پمپ بنزین فرخشهر به ترتیب ۵۵/۷۳۷ و mg/kg ۱۰۸/۴۵ مشاهده شد. کمترین غلظت این ترکیبات هم در سایت مخازن شرکت نفت به ترتیب ۰/۲۲ و mg/kg ۲/۵ به دست آمد (جدول شماره ۱).



نمودار شماره ۱: میانگین درصد کربن آلی در نمونه خاک های آلوده مورد بررسی

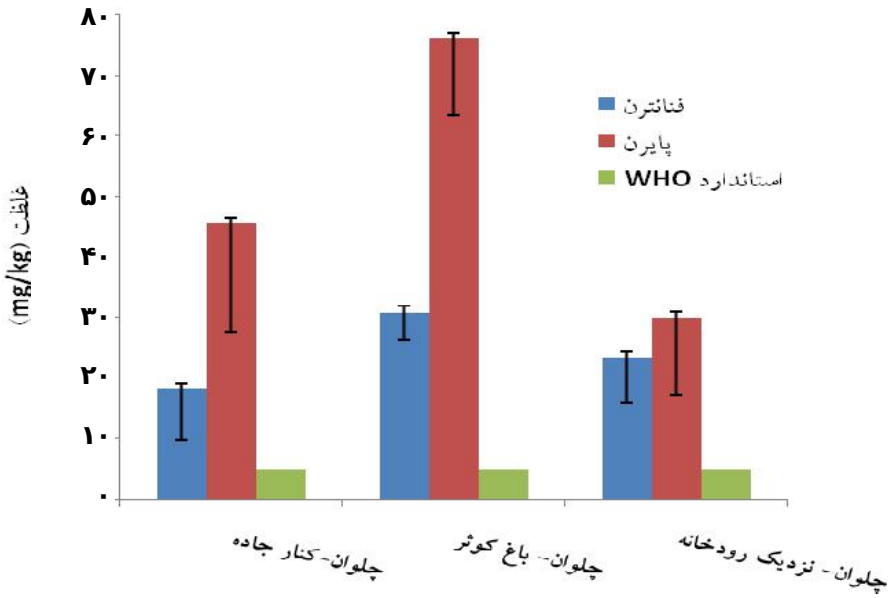
Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

جدول شماره ۱: میانگین غلظت فنانترین و پایرن در نمونه خاک های آلوده مورد بررسی

نوع استاندارد	محل نمونه برداری	غلظت فنانترن (mg/kg)	غلظت پایرن (mg/kg)
مناطق کشاورزی (حومه خط انتقال)	چلوان-کنار جاده	۱۸/۱۷۵±۸/۳	٤٥/٥٢٥±۱۷/۹
	چلوان- باغ کوثر	۳۰/۸۷٥±٤/٦	۷٦/۰۲٥±۱۲/٦۲
	چلوان- نزدیک رودخانه	۲۳/۳۷٥±۷/٥	۲۹/۹٦±۱۲/۷٤
مخازن شرکت نفت	سایت مخازن شرکت نفت	۰/۲۲±۰/۰۲	۲/٥±۱
مناطق در معرض اگزوز اتومبیل	پمپ بنزین دروازه سامان	۲۹/۱٥±۱٥/۳	۳۷/۲۱۲±۱٥/٥
	پمپ بنزین دروازه فارسان	۱۱/۸٥±۱٤/٤٥	۳۸/۳۱۲±۱۹/۸
	پمپ بنزین فرخشهر	٥٥/۷۳۷±۲۱/٦	۱۰۸/٤٥±۲۳/۳۹

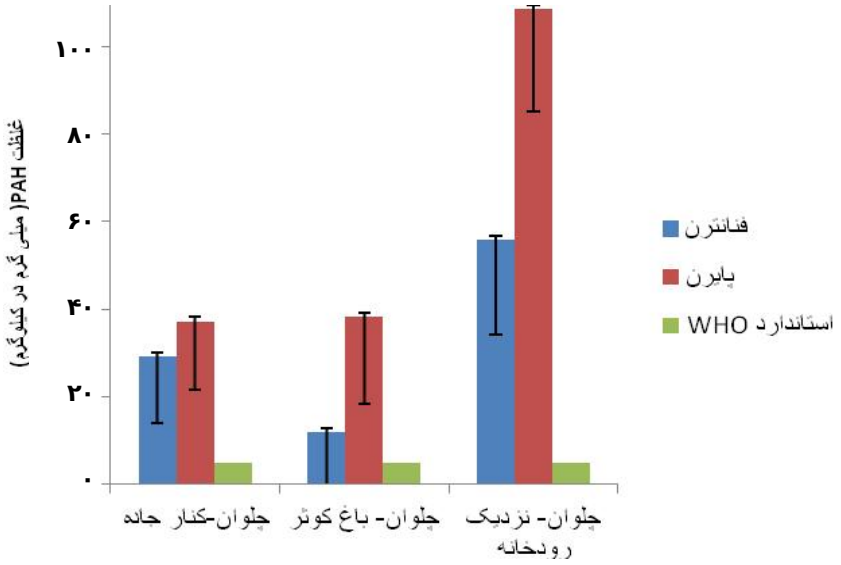
داده ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می باشد.

به منظور مقایسه غلظت های فنانترن و پایرن در سایت های آلوده شهرستان شهرکرد از مقادیر استاندارد توصیه شده سازمان بهداشت جهانی (WHO) و همچنین استانداردهای پیشنهادی آژانس ثبت بیماری ها و مواد سمی (ATSDR) استفاده شد. برای این منظور سایت های چلوان و مخازن ذخیره محصولات نفتی شهرکرد با استانداردهای مناطق غیر آلوده و زمین های کشاورزی (برای فنانترن و پایرن جهت مناطق غیر آلوده حداکثر ۰/۱ mg/kg بر اساس استاندارد WHO و حداکثر ۰/۱۴ mg/kg برای فنانترن و حداکثر ۰/۱۵ mg/kg برای پایرن بر اساس توصیه ATSDR (جهت زمین های کشاورزی) و سایت های مربوط به پمپ بنزین ها با استاندارد توصیه شده برای مناطق آلوده با اگزوز اتومبیل ها (حداکثر ۵ mg/kg بر اساس استاندارد WHO برای فنانترن و پایرن) مقایسه شده اند (نمودارهای شماره ۲ و ۳).



نمودار شماره ۲: مقایسه میانگین غلظت فنانترن و پایرن در سایت های کشاورزی با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017



نمودار شماره ۳: مقایسه میانگین غلظت فنانترن و پایرن در سایت های در معرض دود اگزوز اتومبیل با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO)

بر اساس نتایج به دست آمده رابطه بین غلظت های فنانترن و پایرن در سایت چلوان با توجه به استاندارد WHO و ATSDR و سایت پمپ بنزین ها با توجه به استاندارد WHO معنی دار می باشد (P<۰/۰۵) که نشانگر اختلاف مقدار این آلاینده ها از میزان استاندارد و غلظت بالای این ترکیبات در این مناطق می باشد. در سایت مخازن نفت اختلاف معنی داری با استاندارد WHO و ATSDR دیده نشد که نشان می دهد مقدار آلاینده ها در این سایت کمتر از حد استاندارد است.

بحث:

در این مطالعه غلظت باقیمانده هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در خاک‌های آلوده به ترکیبات نفتی در سه سایت حومه خط انتقال نفت، سایت در معرض دود اگزوز اتومبیل ها و سایت مخازن ذخیره در شهرستان شهرکرد اندازه گیری شد. بر اساس نتایج بالاترین غلظت پایرن و فناترن به ترتیب در سایت در معرض اگزوز اتومبیل و پس از آن در سایت مناطق حومه خط انتقال و سایت مخازن ذخیره دیده شد. میانگین غلظت فنانترن و پایرن در سایت مناطق حومه خطوط انتقال (منطقه چلوان با کاربری کشاورزی) به ترتیب ۶/۸±۲۴/۱۴ و ۲۰/۴۲±۵۰/۶۷ mg/kg خاک اندازه گیری شد. Zhao و همکاران (۲۰۱۴) هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای را در خاک های کشاورزی منطقه تولید ذغال سنگ در اطراف Xinzhou چین بررسی و میانگین این ترکیبات را ۲۰۲ نانوگرم به ازای هر گرم خاک گزارش کردند. در این مطالعه آلودگی این ترکیبات در منطقه در سطح پایین تا متوسط ارزیابی شد (۲۲). Plachá و همکاران (۲۰۰۹) غلظت فنانترن را در خاک های مناطق شهری و کشاورزی بین ۰/۰۵۷ تا ۳/۳ mg/kg و غلظت پایرن را بین ۰/۰۸۷ تا ۵/۷ mg/kg گزارش کردند (۲۳). Kordybach و همکاران (۲۰۰۸) میانگین ۱۶ هیدروکربن آروماتیک چند حلقه ای را در خاک های مناطق کشاورزی لهستان ۰/۳۹۵ mg/Kg به دست آوردند (۱۶). در این مطالعه غلظت پایرن و وفنانترن در مناطق کشاورزی بسیار بیشتر از دیگر مطالعات انجام شده، در این زمینه می باشد. علت این امر آلودگی شدید خاک منطقه به دلیل شکستگی خط انتقال نفت

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

خام از مبدأ امیدیه خوزستان به مقصد پالایشگاه اصفهان در اثر برخورد تیغه بلدوزر اداره راه و ترابری در هنگام تعریض جاده بوده است که سبب پخش لکه های وسیع نفت در این منطقه شده است. در اثر این حادثه که در سال ۱۳۸۷ اتفاق افتاد نفت خام به مدت ۱۵ ساعت با ارتفاع پرش ۵۰ متر و شعاع ریزش حدود ۳۰۰ متر به میزان تقریبی ۴ میلیون لیتر وارد خاک های اطراف و رودخانه زاینده رود شد و چنانچه مشاهده می شود آثار آلودگی خاک در منطقه مورد نظر بعد از گذشت حدود ۵ سال همچنان قابل مشاهده است. میانگین غلظت فنانترن و پایرن در سایت مخازن ذخیره به ترتیب ۰/۰۲±۰/۲۲ و mg/kg ۱±۲/۵ و در سایت مناطق در معرض اگزوز اتومبیل (سایت پمپ بنزین ها) به ترتیب ۱۹/۴۵±۳۲/۲۴ و mg/kg ۳۶/۲۳ ±۶۱/۳۲ می باشد.

Bojes و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی غلظت PAH ها در خاک های آلوده به نفت در سایت های تولید و اکتشاف نفت در تگزاس غلظت فنانترین را در خاک هایی با آلودگی شدید، آلودگی متوسط و آلودگی کم به ترتیب برابر با ۱۲، ۴/۱ و mg/kg ۵/۲ و غلظت پایرن ۴/۳، ۳/۴ و mg/kg ۲/۱ محاسبه کردند. PAH هایی با وزن مولکولی پایین مثل فنانترین در خاک هایی با آلودگی شدید ۵۳٪ از کل هیدرکربن های آروماتیک را به خود اختصاص می داد (۲۴). Olajire Abbas و همکاران (۲۰۰۵) نیز در مطالعه آلودگی خاک در پالایشگاهی در نیجریه نشان دادند سطح آلودگی PAHs خاک در این مناطق بسیار بالا می باشد (۲۵).

سایت در معرض دود اگزوز به دلیل داشتن مقادیر بالاتر کل کربن آلی (TOC) و تجزیه پذیری کم آلاینده های آبگریز در این محل غلظت بالاتری از فنانترن و پایرن را دارا می باشد. این امر به دلیل تجزیه پذیری پایین فنانترن و پایرن در حضور TOC است که سبب شده است که این پارامتر نقش کلیدی را در ذخیره سازی و افزایش غلظت آلاینده ها در محیط داشته باشد (۲۶). غلظت پایین تر TOC در سایت مخازن ذخیره دلیل پایین بودن غلظت PAH در این منطقه می باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده رابطه بین غلظت های فنانترن و پایرن در سایت چلوان با توجه به استاندارد WHO و ATSDR و سایت پمپ بنزین ها با توجه به استاندارد WHO معنی دار می باشد که نشانگر اختلاف مقدار این آلاینده ها از میزان استاندارد و غلظت بالای این ترکیبات در این مناطق می باشد. در سایت مخازن نفت اختلاف معنی داری با استاندارد WHO و ATSDR دیده نشد که نشان می دهد مقدار آلاینده ها در این سایت کمتر از حد استاندارد است.

نتیجه گیری:

نتایج نشان داد غلظت فنانترن و پایرن در کلیه سایت های اندازه گیری شده (به جز سایت مخازن شرکت نفت) از مقادیر استاندارد بالاتر می باشد. به طوری که غلظت فنانترن وپایرن در محدوده پل چلوان و باغ اطراف آن که در مجاورت خط انتقال نفت قرار داشتند به طور متوسط به ترتیب ۲۰۰ و ۵۰۰ برابر استاندارد WHO برای خاک های کشاورزی است که نشانگر آلودگی شدید منطقه بر اثر حادثه شکستگی خط لوله نفت می باشد. غلظت فنانترن و پایرن برای پمپ بنزین های اندازه گیری شده به طور متوسط ۶ و ۱۲ برابر استاندارد WHO برای سایت های در معرض اگزوز اتومبیل بوده است. غلظت بالای TOC در مناطق در معرض دود اگزور انومبیل سبب افزایش غلظت آلاینده ها در این مناطق به دلیل تجزیه پذیری پایین این ترکیبات شده است. نتایج این مطالعه حاکی از تأثیر شدید فعالیت های انسان بر خاک منطقه می باشد که با توجه به خطرات این ترکیبات برای سلامت انسان نیازمند کنترل، نظارت آلودگی های نفتی از خاک ها و آب های آلوده به این ترکیبات از طرف ارگان ها و سازمان های مسئول (همچون محیط زیست، مراکز بهداشتی و ...) می باشد. پیشنهاد می شود پاکسازی مناطق آلوده به ویژه با استفاده از روش های بیولوژیکی و میکروارگانیسم های تجزیه کننده این ترکیبات که روشی مقرون به صرفه و انعطاف پذیر جهت حذف آلاینده های محیطی می باشد، انجام پذیرد

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

و باقیمانده این ترکیبات در مناطق مشکوک به آلودگی حداقل هر شش ماه یکبار برای ترکیبات مهم و خطرناک مورد اندازه گیری دقیق قرار گیرد تا در صورت لزوم اقدامات مناسب انجام گیرد.

تشکر و قدردانی:

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب تحت عنوان «بررسی باقیمانده ترکیبات هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) در خاک های آلوده به این ترکیبات در استان چهارمحال و بختیاری» می باشد که با حمایت معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه و مرکز سلولی– مولکولی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد اجرا شده است. نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند، از مسئولین محترم به دلیل همکاری و حمایت های مالی و معنوی در انجام این تحقیق سپاسگزاری نمایند.

منابع:

1. Arbabi M, Nasseri S, Chimezie A. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in petroleum contaminated soils. Iran J Chem Chem Eng. 2009; 28(3): 53-9.
2. Arbabi M, Nasseri S, Mesdaghinia A, Rezaie S, Naddafi K, Omrani G, et al. Survey on physical, chemical and microbiological characteristics of PAH-contaminated soils in Iran. Iran J Environ Health Sci Eng. 2004; 1(1): 30-7.
3. Zhang W, Wei C, Feng C, Yu Z, Ren M, Yan B, et al. Distribution and health-risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils at a coking plant. J Environ Monit. 2011; 13(12): 3429-36.
4. Wang Y, Tian Z, Zhu H, Cheng Z, Kang M, Luo C, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils and vegetation near an e-waste recycling site in South China: concentration, distribution, source, and risk assessment. Sci Total Environ. 2012; 439: 187-93.
5. Arbabi M, Sadeghi M, Anyakora C. Phenanthrene contaminated soil biotreatment using slurry phase bioreactor. Am J Environ Sci Technol. 2009; 5(3): 223-9.
6. Martorell I, Perello G, Marti-Cid R, Castell V, Llobet JM, Domingo JL. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia, Spain: Temporal trend. Environ Int. 2010; 36(5): 424-32.
7. Yang Y, Zhang N, Xue M, Tao S. Impact of soil organic matter on the distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils. Environ Pollut. 2010; 158(6): 2170-4.
8. Wang C, Wang X, Gong P, Yao T. Polycyclic aromatic hydrocarbons in surface soil across the Tibetan Plateau: spatial distribution, source and air-soil exchange. Environ Pollut. 2014; 184: 138-44.
9. Tao S, Wang W, Liu W, Zuo Q, Wang X, Wang R, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides in surface soils from the Qinghai-Tibetan plateau. J Environ Monit. 2011; 13(1): 175-81.
10. Huang Y, Wei J, Song J, Chen M, Luo Y. Determination of low levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil by high performance liquid chromatography with tandem fluorescence and diode-array detectors. Chemosphere. 2013; 92(8): 1010-6.
11. Cao SP, Ni HG, Qin PH, Zeng H. Occurrence and human non-dietary exposure of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils from Shenzhen, China. J Environ Monit. 2010; 12(7): 1445-50.
12. Tang X, Shen C, Cheema SA, Chen L, Xiao X, Zhang C, et al. Levels and distributions of polycyclic aromatic hydrocarbons in agricultural soils in an emerging e-waste recycling town in Taizhou area, China. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2010; 45(9): 1076-84.
13. Khan S, Cao Q. Human health risk due to consumption of vegetables contaminated with carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons. J Soil Sediment. 2012; 12(2): 178-84.

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

14. Ene A, Bogdevich O, Sion A, Spanos T. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons by gas chromatography–mass spectrometry in soils from Southeastern Romania. Microchem J. 2012; 100: 36-41.
15. Nguyen TC, Loganathan P, Nguyen TV, Vigneswaran S, Kandasamy J, Slee D, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in road-deposited sediments, water sediments, and soils in Sydney, Australia: Comparisons of concentration distribution, sources and potential toxicity. Ecotoxicol Environ Saf. 2014; 104: 339-48.
16. Maliszewska-Kordybach B, Smreczak B, Klimkowicz-Pawlas A, Terelak H. Monitoring of the total content of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in arable soils in Poland. Chemosphere. 2008; 73(8): 1284-91.
17. Shakeri A, Razi L, esmaeili A. Survey of total petroleum hydrocarbons, poly hydro aromatics and aliphatics in Bushehr soil. Fifteenth Conference of the Geological Society Iran. Iran.Tehran; 2011.
18. CCME. Canadian Soil Quality Guidelines, Carcinogenic and other polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS). Canadian Council of Ministers of the Environment. PN 1401; 2008.
19. Budhu M. Soil mechanics and foundations. New York: Wiley & Sons; 2008.
20. APHA A. WEF standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. 2005.
21. EPA. Method 3535A. Solid–phase extraction (SPE), Revision1. Available at: http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/online/3_series.htm.
22. Zhao L, Hou H, Shangguan Y, Cheng B, Xu Y, Zhao R, et al. Occurrence, sources, and potential human health risks of polycyclic aromatic hydrocarbons in agricultural soils of the coal production area surrounding Xinzhou, China. Ecotoxicol Environ Saf. 2014; 108: 120-8.
23. Placha D, Raclavska H, Matysek D, Rummeli MH. The polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations in soils in the Region of Valasske Mezirici, the Czech Republic. Geochem Trans. 2009; 10:12.
24. Bojes HK, Pope PG. Characterization of EPA's 16 priority pollutant polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in tank bottom solids and associated contaminated soils at oil exploration and production sites in Texas. Regul Toxicol Pharmacol. 2007; 47(3): 288-95.
25. Olajire Abbas A, Brack W. Polycyclic aromatic hydrocarbons in Niger Delta soil: contamination sources and profiles. J Environ Sci technol. 2005; 2(4): 343-52.
26. Nam JJ, Thomas GO, Jaward FM, Steinnes E, Gustafsson O, Jones KC. PAHs in background soils from Western Europe: influence of atmospheric deposition and soil organic matter. Chemosphere. 2008; 70(9): 1596-602.

Journal of Shahrekord University of Medical Sciences
(J Shahrekord Univ Med Sci) 2015 Aug, Sep; 17(3): 102-111.

Original article

Survey of the residual polycyclic aromatic hydrocarbons in petroleum contaminated soils in Shahrekord in 2013

Arbabi M[1*], Hashemzadeh- Chaleshtori M[2], Mardani G[3], Sadeghi M[1], Najafi-Chaleshtori A[1], Shakeri K[1]

[1]Environmental Health engineering Dept., Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, I.R. Iran; [2] Cellular and Molecular Research Center, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, I.R. Iran; [3] Medical Plants Research Center, Shahrekord University of Medical Sciences, I.R. Iran.

Received: 18/May/2014 Accepted: 25/Nov/2014

Background and aim: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are one of the widespread and contaminant throughout the nature, due to toxicity, carcinogenicity, their relative resistance to biodegradation. The main origin that introduced this contamination to environment is oil and oil products. This study aimed to determine the residual polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in petroleum contaminated soils in Shahrekord.

Methods: In this descriptive–analytical study, random samples were taken from three contaminated sites, including; vicinity transmission line site after accident pipeline break, exposed to exhaust site and oil storage reservoirs site. Phenanthrene and pyrene extraction was carried out and then their concentrations were measured using HPLC/UV. The SPSS software was used for analysis (t- test and Spearman's rho test).

Results: The results showed that the average of phenanthrene and pyrene in vicinity crude oil transmission line site were 24.14±6.8 and 50.67±20.42 mg/kg, respectively. These amounts were measured in storage reservoirs site 0.22±0.02 and 2.5±1 mg/kg and in areas exposed to exhaust 32.24±19.45 and 61.32±36.23, respectively. The relationship between phenanthrene and pyrene concentrations both in vicinity crude oil transmission line site and oil reservoirs site according to WHO and ATSDR standards and in gas station site according to WHO standard were significant ($P<0.05$); that indicating high contamination at these sites.

Conclusion: Mean concentrations of phenanthrene and pyrene in vicinity crude oil transmission line site were 200 to 500 times and in areas exposed to exhaust were 6 to 12 times more than WHO standards. Thus, appropriate soil remediation (especially bioremediation) approaches should be considered.

Keywords: Aromatic hydrocarbon, Petroleum compounds, Soil contamination, Shahrekord**.**

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 12:09 +0430 on Saturday August 26th 2017

Cite this article as: Arbabi M, Hashemzadeh-Chaleshtori M, Mardani G, Sadeghi M, Najafi-Chaleshtori A, Shakeri K. Survey of the residual polycyclic aromatic hydrocarbons in petroleum contaminated soils in Shahrekord in 2013. J Shahrekord Univ Med Sci. 2015; 17(3): 102-111.

[*]**Corresponding author:**
Environmental Health engineering Dept., Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, I.R. Iran, Tel: 00983833333710, E-mail: marbabi47@yahoo.com