

بررسی و تعیین میزان هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در خاک سطحی کارخانجات نفت و گاز مسجد سلیمان

(مطالعه موردی: کارخانه بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان)

آتوسا احمدی^۱

اعظم السادات حسینی الهاشمی^{۲*}

azamhosseini.srb@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی به هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای یکی از شایع ترین آلودگی ها در منطقه نفت خیز استان خوزستان می باشد. هدف از مطالعه بررسی و تعیین میزان هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در خاک کارخانه ی بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان مسجدسلیمان بود که نمونه برداری از خاک، از (۷) ایستگاه در دو فصل زمستان و بهار سال ۹۴-۹۳ انجام شد. روش بررسی: نمونه خاک پس از جمع آوری و انتقال به آزمایشگاه، همگن شده و PAHs موجود در آن ها استخراج و با استفاده از دستگاه GC-MS مقادیر ۱۶ ترکیب PAHs اندازه گیری شدند. علاوه بر آن مقادیر pH، EC، مواد آلی و دانه بندی موجود در خاک مورد سنجش قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج نشان داد میانگین PAHs خاک ایستگاه ۱ الی ۷ در فصل زمستان به ترتیب ۲۶۵/۸۱، ۵۵/۷۸، ۳۱/۰۴، ۴۶/۳۳، ۶۲/۶۱، ۳۳/۷۰ ND و در فصل بهار ۳۱۰/۸۲، ۶۳/۶۹، ۳۸/۱۲، ۵۵/۳۶، ۷۷/۱۴، ۴۴/۶۲ ND میلی گرم بر کیلو گرم وزن خشک بودند. بین میزان PAHs موجود در خاک و مقادیر پارامترهای EC و pH در سطح ۰/۰۱ همبستگی منفی و با مواد آلی همبستگی مثبت مشاهده شد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج به دست آمده از نسبت های مولکولی PAHs نشان داد که منشأ PAHs کلیه ایستگاه ها مخلوطی از منابع پاپرولیتیک و پتروژنیک می باشد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که در ایستگاه های شماره (۱، ۲، ۵، ۶) به علت نزدیکی به تأسیسات و مخازن و نشن نفت (نفت ریزی) غلظت ترکیبات PAHs در آن ها بالا است. طبق نتایج حاصل در تمامی ایستگاه ها ترکیبات بنزو بی فلورانتن، بنزو کا فلورانتن، دی بنزو (ah) آنتراسن، و فنانترن بالاتر از استاندارد کیفی خاک کانادا می باشد.

واژه های کلیدی: PAHs، کارخانه ی بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان، آلودگی نفتی، کروماتوگرافی گازی- طیف سنج جرمی.

۱- کارشناس ارشد آلودگی های محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، اهواز، ایران.

۲- استادیار گروه آلودگی های محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.* (مسوول مکاتبات).

Evaluation and determination of amount of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in top soils of Masjed Soleyman Oil and Gas factories (Case study: Haft Shahidan Dissalination and Operating Factory)

Atousa Ahmadi¹

Azamasadat Hosseini Alhashemi^{2*}

Azamhosseini.srb@gmail.com

Admission Date: January 16, 2016

Date Received: August 3, 2015

Abstract

Background and Objective: Contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons is one of the most common cases in oil-rich province of Khuzestan. The main purpose of this study was to determine the amount of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil of Haft Shahidan Dissalination and Operating Factory which is Located in Masjed Soleyman. The soil were sampled from seven stations in two seasons of winter and spring in 2015.

Method: The soil samples were homogenized after they are collected and transported to the laboratory. After extraction, 16 compositions were measured by means of GC-MS. Furthermore, the amounts of pH, EC, organic matter and aggregation available in soils were measured.

Findings: The results showed the mean PAHs in soil collected from stations 1 to 7 were respectively 265081, 55.78, 31.04, 46.33, 62.61, 33.70, and ND mg/kg dried-form weight in winter and 310.82, 63.69, 38.12, 55.36, 77.14, 44.62, and ND mg/kg dried-form weight in spring. There was a negative correlation among the amount of PAHs available in soils, the amounts of EC parameters and pH deposits in 0.01 and a positive correlation with organic matter.

Discussion and Conclusion: The results collected from the ratio of the molecular showed that all the stations contain a mixture of Payerolitic and Pethrogenic hydrocarbons. The results show that stations 1,2,5, and 6 have high level of PAHs concentration, which is due to close distance of these stations to the oil tanks and facilities as well as oil leakage. According to the results obtained from all stations, the levels of compounds such as benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, Dibenzo(ah)anthracene and Phenanthrene were found to be higher than the standard of Canada.

Keywords: Polycyclic aromatic hydrocarbons, Haft Shahidan Operating Factory, Soil pollution, Oil pollution, Gas chromatography-mass spectrometry.

1- MSc of Environmental Pollution, Islamic Azad University, Khuzestan Science and Research Branch, Ahvaz, Iran.

2- Assistant professor, Department of Environmental Pollution, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

*(Corresponding Author)

مقدمه

فراورده های نفتی و محل عبور لوله های تأسیسات انتقال سوخت، حساسیت ویژه ای دارد، چرا که معمولاً از شروع آلودگی تا تشخیص آن مدت زمان طولانی می گذرد و در صورت بروز، درمان آن به زمان و هزینه های اقتصادی چشم گیری نیاز دارد (۶). منطقه ی مسجد سلیمان با بیش از یک صد سال قدمت در زمینه اکتشاف و تولید نفت خام دروازه ورود شرکت های نفتی جهان به خاورمیانه بوده است. مجتمع بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان در فاصله ۲۵ کیلومتری در شمال شهر مسجد سلیمان در جاده مسجد سلیمان به لالی، با هدف جمع آوری و فرآوری نفت شیرین و نمکی میدان های لالی، مسجد سلیمان، پرسپاه، زیلایی و کارون احداث شده است. این واحد که در زمینی به مساحت ۴۸ هکتار احداث شده، ظرفیت فرآوری ۵۵ هزار بشکه نفت در روز را دارد و مجهز به یک واحد نمک زدایی است. این تحقیق با هدف اصلی بررسی میزان پراکنش ترکیبات (PAHs) در خاک کارخانه ی بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان در دو فصل زمستان و بهار (به منظور بررسی اختلاف غلظت PAHs در فصول زمستان و بهار و بررسی اختلاف غلظت PAHs در نقاط مختلف نمونه برداری در منطقه) و سایر اهداف فرعی شامل بررسی خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک (دانه بندی، EC، pH، بار مواد آلی) صورت پذیرفت.

مطالعات مختلفی در ارتباط با آلودگی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای در خاک، انجام شده است. در سال ۱۳۷۶ حبیب نیا و دیناروند مطالعه ای با عنوان تخلیه پساب های مواد نفتی - نمکی از واحدهای بهره برداری و آثار زیست محیطی آن در مناطق نفت خیز ارایه دادند (۷). طهماسبی مطالعه ای تحت عنوان بررسی و اندازه گیری هیدروکربن های نفتی ناشی از آتش سوزی چاه های نفت کویت در اکوسیستم آبی و خاکی استان خوزستان (۱۳۸۰) انجام داد. (۸). در سال ۱۳۸۹ مطالعه ای تحت عنوان ارزیابی اثرات محیط زیست آلودگی هیدروکربن های آروماتیک نفتی در برخی از خاک های رسوبی مناطق نفت خیز جنوب غرب ایران توسط چرخایی و همکاران

عملیات استخراج نفت و گاز که در رشد اقتصادی و صنعتی کشورها بسیار موثر بوده و از درجه اهمیت بسیاری به ویژه برای کشورهای نفت خیز برخوردار است، موجب بروز آلودگی های زیست محیطی بسیاری می گردند که بعضاً به دلیل وسعت و حجم بالای آلودگی های ایجاد شده و مستمر بودن تخلیه این آلودگی ها به محیط، جبران ناپذیر به نظر می رسند (۱). یکی از شایع ترین آلاینده های محیط زیست در گروه ترکیبات آلی، هیدروکربن های چند حلقه ای (PAHs) می باشند. آلودگی هوا، خاک، آب های سطحی و زیر زمینی و محیط های دریایی توسط ترکیبات PAH به طور وسیع گزارش شده است. از نظر بهداشت عمومی با توجه به مطالعات انجام شده، این واقعیت مطرح است که اکثر ترکیبات PAH جهش زا، سرطان زا یا هر دو آن ها هستند (۲). این ترکیبات به علت دارا بودن خصوصیاتی هم چون سمیت، جهش زایی، سرطان زایی و نیز قرار گرفتن در ردیف آلاینده های اولیه^۲ توسط USEPA^۳ از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (۳). هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) از بیشترین آلاینده های ارگانیکی هستند که بعد از هر نشت نفتی برای مدت طولانی در محیط باقی می ماندند و عمدتاً از گروه ترکیبات آب گریز می باشند که از ۲ تا ۷ حلقه تشکیل یافته اند و از میان آن ها ۱۶ ترکیب PAH که از ۲ تا ۶ حلقه تشکیل شده اند به دلایل عدم تجزیه بیولوژیکی سریع شان توسط میکروارگانیسم های بومی در نتیجه ایجاد سمیت و خطر در محیط زیست، بیشتر مطرح بوده و به عنوان شاخص آلودگی می باشند (۴). تعداد ۱۶ ترکیب این آلاینده ها از سوی آژانس بین المللی حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA^۴) جزء ترکیبات خطرناک سرطان زا معرفی شدند (۵).

آلاینده های خاک و محیط زیر زمینی با هیدروکربن های نفتی در اطراف پالایشگاه ها، جایگاه های سوخت گیری، مخازن نفت و

1- Polycyclic aromatic hydrocarbons

2- Priority Pollutants

3- United States Environmental Protection Agency

4- Environmental Protection Agency

ناشی می گردند در سطح خاک دیده می شوند) با استفاده از بیلچه برداشته و درون کیسه های نایلونی زیپ نگه داری شدند و بر روی هریک از کیسه ها بر اساس نام ایستگاه و موقعیت جغرافیایی برچسب زده شد. سپس نمونه ها جهت آماده سازی و اندازه گیری پارامترهای فیزیکی-شیمیایی خاک (دانه بندی، pH، EC و بار مواد آلی) به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

برای آماده سازی نمونه های خاک ابتدا خاک را در ظروف پتری دیش ریخته و سپس در آن قرار داده و درجه حرارت آن در دمای ۱۱۰ درجه که دمای موردنظر برای خاک خشک می باشد به مدت ۲۴ ساعت تنظیم گردید تا کاملاً خشک شود. پس از خشک شدن، خاک ها از الک با چشمه 2mm عبور کرده و جهت انجام آزمایش (دانه بندی، pH، EC و بار مواد آلی) توزین گردید (۱۴).

برای استخراج و سنجش میزان PAH، از دستگاه کروماتوگرافی گازی-طیف سنج جرمی (GC-MS^۲) استفاده گردید ترکیبات نفتی از جمله آروماتیک ها ترکیبات فراری هستند و اگر عمل خشک کردن با استفاده از حرارت باشد، مقادیر زیادی از این ترکیبات بخار شده و نتایج آنالیز از دقت برخوردار نخواهد بود، بنابراین تمامی نمونه ها در ابتدا باید فریز درای شوند. ابتدا حدود ۲۰-۱۰ گرم از نمونه خاک را داخل تیمبل ریخته، سپس به وسیله ۳۵۰ سی سی محلول دی کلرومتان در دستگاه سوکسله استخراج گردید. عمل استخراج برای گردش سه دور در ساعت و مدت ۸ ساعت تنظیم گردید. نمونه های استخراج شده به مدت یک شب با سدیم سولفات تیمار داده شدند. بعد از گذشت این زمان، نمونه ها از سدیم سولفات خارج شدند. در مرحله بعد نمونه ها به مدت یک شب با مس احیا شده (به منظور سولفور زدایی) تیمار داده شدند. بعد از گذشت این زمان، نمونه ها از مس احیا شده خارج گردیدند. پس از تیمار نمونه ها در سدیم سولفات و مس احیا شده، نمونه ها توسط روتاری تا حجم ۱ میلی لیتر کاهش حجم داده شدند و بدین ترتیب برای عبور از ستون های کروماتوگرافی آماده شدند (۱۵).

صورت پذیرفت (۹). مطالعه ای تحت عنوان بررسی توزیع و پهنه بندی کل هیدروکربن های نفتی (TPHS) و هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) در خاک منطقه صنعتی ۳ نفت و گاز اهواز توسط حربه و همکاران (سال ۱۳۹۳) صورت پذیرفت. یافته ها نشان داد که محدوده نزدیک به تاسیسات از لحاظ PAHs آلوده هستند (۱۰). آیتوربه و همکاران^۱ در سال ۲۰۰۵ مقاله ای با عنوان سطوح کل هیدروکربن های نفتی و سایر آلودگی های نفتی موجود در لایه های زیرین خاک در یک ایستگاه نگه داری و پخش نفت در شمال مرکزی مکزیک ارائه کردند (۱۱). در سال ۲۰۰۸ مطالعه ای تحت عنوان بررسی هیدروکربن های آروماتیک در رسوب، هوا و خاک یک منطقه صنعتی در ترکیه توسط مصطفی^۲ و همکاران صورت گرفت (۱۲). ایمه^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۲ یک بررسی تحت عنوان تعیین میزان کل هیدروکربن های نفتی در خاک پس از نشت نفت انجام دادند که تجزیه و تحلیل داده ها، غلظت های متفاوتی از هیدروکربن های نفتی در اعماق مختلف را نشان داد (۱۳).

روش بررسی

تعداد و موقعیت نقاط نمونه برداری در کارخانه ی بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان شامل چند نقطه جداگانه است. تعداد نقاط پس از بازدید میدانی با توجه به میزان نشت مواد نفتی و منابع آلاینده صورت پذیرفت. در نهایت ۷ نقطه در منطقه انتخاب و نسبت به نمونه برداری از آن ها اقدام شد. ۶ نقطه از این نقاط در محدوده تأسیسات و در نزدیکی منابع آلاینده قرار دارند و هم چنین ۱ نقطه (نمونه شاهد) در محدوده ۲ کیلومتری از کارخانه ی مورد مطالعه که فاقد آلودگی بود، انجام پذیرفت. به منظور دقت بیش تر در انتخاب نقطه، پس از تعیین آن ها، مختصات جغرافیایی هر نقطه توسط دستگاه GPS تعیین شد که در جدول (۱) ارائه گردیده است. کلیه نمونه های خاک از عمق ۰-۵ سانتی متری (خاک سطحی به علت این که PAHs با وزن مولکولی بالا که اغلب از منابع انسانی

1- Iturbe et al

2- Mustafa

3- Imeh

4- Gas chromatography-mass spectrometry

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مکان های نمونه برداری در مورد مطالعه

Table 1. The geographical specifications of studied sampling points

مشخصات نقطه	عرض جغرافیایی UTM	طول جغرافیایی UTM	نقطه
در محدوده گوشه ی پایین سمت چپ کارخانه (اطراف تأسیسات)	۳۵۶۰۳۴۸/۴۲	۳۱۷۶۳۵/۸۷	۱
در محدوده گوشه ی بالا سمت چپ کارخانه (اطراف تأسیسات)	۳۵۶۰۱۱۶/۴۸	۳۱۷۵۱۳/۷۷	۲
در محدوده فلر کارخانه	۳۵۵۹۸۹۳/۴۶	۳۱۷۵۸۰/۵۲	۳
در محدوده گودال سوخت	۳۵۵۹۹۸۳/۶۶	۳۱۷۸۷۵/۶۵	۴
در محدوده گوشه ی پایین سمت راست کارخانه (اطراف تأسیسات)	۳۵۶۰۴۳۵/۵۴	۳۱۷۴۱۷/۳۱	۵
در محدوده گوشه ی بالا سمت راست کارخانه (اطراف تأسیسات)	۳۵۶۰۲۲۴/۹۶	۳۱۷۳۰۶/۰۷۴	۶
نمونه ی شاهد، در محدوده ی ۲ کیلومتری کارخانه	۳۵۵۴۹۹۰/۰۷	۳۱۸۲۰۰/۳۳	۷

سپس ۲۰۰ میکرولیتر ایزواکتان به منظور نگه داری از نمونه ها تزریق گردید. نمونه ها این بار به لوله های داخل ظروف و به تیوب های داخل ویال انتقال پیدا کردند. از جمله مزیت استفاده از این لوله ها می توان به قرارگیری راحت و مستقیم سرنگ مخصوص تزریق به دستگاه GC-MS به داخل نمونه ها اشاره کرد. ظروف شیشه ای ۲ میلی لیتری در دمای پایین و دور از نور نگه داری شدند (۱۵). مأخذ مورد استفاده برای آزمایش ها در جدول (۲) ارایه شده است.

نمونه های کاهش حجم یافته به ستون یک کروماتوگرافی اضافه شدند تا ترکیبات آب دوست نمونه حذف شوند. سپس با اضافه شدن نمونه به ستون دو، ترکیبات آلی (حلقوی) نمونه جداسازی شدند. نمونه PAH به دست آمده از ستون دو کروماتوگرافی، تحت دمش جریان ملایم گاز نیتروژن خالص تا حد ۲-۱ میلی لیتر کاهش حجم یافته و به ظروف شیشه ای ۲ میلی لیتری انتقال یافتند. در این مرحله نمونه ها مجدداً تا نزدیک به خشک شدن تحت دمش جریان ملایم گاز نیتروژن خالص قرار گرفته،

جدول ۲- متغیرهای آزمایش شده و مأخذ مورد استفاده

Table 2. Studied variables based on used resources

منبع	نام روش	توضیح متغیر
(وزارت کشاورزی، ۱۳۷۲) و (ISO, 1994)	تهیه گل اشباع و استفاده از pH متر	pH
	تهیه گل اشباع و عصاره گیری و استفاده از EC متر	EC
	روش هیدرومتری	بافت خاک
	روش اکسیداسیون مرطوب	درصد مواد آلی
(MOOPAM, 1999)	کروماتوگرافی گازی / GC-MS	PAH _s

-تجزیه آماری و مقایسه داده ها

سطح ۰/۰۵، آزمون T و آزمون تکمیلی دانکن برای مقایسه میانگین ترکیبات PAHs بود. هم چنین با استفاده از آزمون

برای انجام عملیات آماری از نرم افزار SPSS استفاده شد. روش آماری مورد استفاده آزمون آنالیز واریانس یک طرفه در

مربوط به ایستگاه (۱) می باشد. هم چنین بیش ترین مقدار EC در هر دو فصل زمستان و بهار مربوط به ایستگاه (۴) و کم ترین مقدار EC مربوط به ایستگاه (۱) می باشد. بیش ترین مقدار مواد آلی در هر دو فصل زمستان و بهار مربوط به ایستگاه (۶) و کم ترین مقدار مواد آلی مربوط به ایستگاه (۷) می باشد. هم چنین با استفاده از نرم افزار TAL، بافت خاک برای هر ایستگاه در دو فصل مشخص گردید که نشان می دهد بافت خاک، برای ایستگاه های (۱، ۳، ۴، ۵، ۷).

همبستگی پیرسون، بررسی همبستگی بین PAHs با پارامترهای TOM, EC, pH انجام شد.

نتایج تحقیق

نتایج مربوط به اندازه گیری پارامترهای فیزیکی شیمیایی خاک (EC, pH, TOM) در کارخانه ی بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان در جدول (۳) ارایه شده است. طبق نتایج به دست آمده بیش ترین مقدار pH در فصل زمستان و بهار مربوط به ایستگاه (۷) می باشد، در حالی که کم ترین مقدار

جدول ۳- نتایج مربوط به اندازه گیری پارامترهای فیزیکی خاک مورد مطالعه

Table 3. Results of physical characteristics in studied soil

ایستگاه	pH		EC (میلی زیمنس بر سانتی متر)		TOM (درصد)	
	بهار	زمستان	بهار	زمستان	بهار	زمستان
ایستگاه ۱	۷/۹۲	۷/۶۴	۱۹۰/۴	۱۸۶/۸	۱۱/۵۵	۱۳/۷۷
ایستگاه ۲	۸/۰۸	۷/۸۰	۲۳۳/۹	۲۲۳/۸	۵/۳۰	۶/۲۹
ایستگاه ۳	۸/۱۲	۷/۹۱	۲۳۸/۱	۲۲۶/۴	۱/۴۸	۱/۵۸
ایستگاه ۴	۸/۰۸	۷/۸۰	۲۶۲/۴	۲۵۶/۲	۴/۰۹۷	۵/۳۰
ایستگاه ۵	۸/۱۰	۷/۹۹	۲۳۱/۱	۲۲۸/۷	۸/۳۰	۹/۲۶
ایستگاه ۶	۸/۲۴	۷/۹۶	۲۳۱/۵	۲۲۵/۱	۱۲/۵۵	۱۴/۶۱
ایستگاه ۷	۸/۴۲	۸/۳۳	۲۲۳/۲	۲۰۹/۲	۰/۵۳۲۱	۰/۸۰۲
حداقل	۷/۹۲	۷/۶۴	۱۹۰/۴	۱۸۶/۸	۰/۵۳۲۱	۰/۸۰۲
حداکثر	۸/۴۲	۸/۳۳	۲۶۲/۴	۲۵۶/۲	۱۲/۵۵	۱۴/۶۱
میانگین	۸/۱۳	۷/۹۱	۲۳۰/۰۸	۲۲۲/۳۱	۶/۲۵	۷/۳۷

فصل بهار بین ۱۵۷۵/۲ تا ۰/۰۰۶ میلی گرم بر کیلو گرم بود. نتایج حاصل از اندازه گیری ها نشان داد که ایستگاه شماره (۱) در هر دو فصل زمستان و بهار بیش ترین و شماره (۳) کم ترین غلظت از PAHs را دارا هستند.

همان طور که در نمودار (۱) مشاهده می شود، در هر دو فصل بیش ترین مقدار مربوط به پیرن و بنزو بی فلورانتن می باشد و کم ترین آن مربوط به بنزو آ آنتراسن، بنزو (ghi) پیریلین و ایندینو پیرن می باشد.

دارای بافت silt loam، ایستگاه (۲) دارای بافت silty clay loam و ایستگاه (۶) دارای بافت sandy loam می باشد. نتایج اندازه گیری هیدروکربن های آروماتیک چندحلقه های (PAH) در دو فصل زمستان و بهار در جداول (۴ و ۵) ارایه شده است.

غلظت ترکیبات PAHs

دامنه غلظت مجموع ۱۶ ترکیب PAHs در خاک ایستگاه های مورد مطالعه در فصل زمستان بین ۱۳۲۴/۴ تا ۰/۰۰۶ و در

جدول ۴- غلظت ۱۶ ترکیب PAHs در فصل زمستان بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

Table 4. Concentration of 16 PAH_s Compounds in the winter (mg/kg)

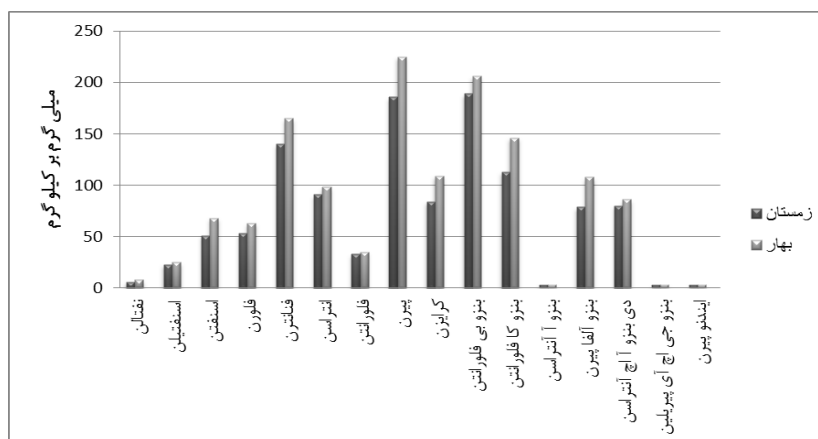
ترکیبات PAHs	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶	ایستگاه ۷	حداقل	حداکثر	میانگین
نفتالین	۲۴/۰۱	۸/۱	<۰/۰۱	۳/۴۸	۲/۷۱	۶/۹۴	ND ^۱	<۰/۰۱	۲۴/۰۱	۶/۴۶
اسنفتیلین	۹۱/۴۷	۱۸/۵۳	<۰/۰۱	۱۱/۲	۲۲/۶	۱۹/۱	ND	<۰/۰۱	۹۱/۴۷	۲۳/۲۷
اسنفتن	۲۰۹/۱	۴۸/۸۸	۰/۷۵	۲۱/۸	۳۵/۱۱	۴۲/۵۸	ND	۰/۷۵	۲۰۹/۱	۵۱/۱۷
فلورن	۲۴۴/۲۸	۴۲/۱	<۰/۰۱	۱۵/۵۸	۴۱/۸۵	۳۲/۲۴	ND	<۰/۰۱	۲۴۴/۲۸	۵۳/۷۲
فنانترن	۵۸۰/۴۸	۸۵/۵۵	۰/۸۲	۴۷/۹۷	۱۸۰/۸۸	۸۶/۱	ND	۰/۸۲	۵۸۰/۴۸	۱۴۰/۲۵
انتراسن	۴۵۵/۰۱	۶۶/۱۲	<۰/۰۱	۲۶/۳۸	۵۱/۷۲	۳۸/۰۶	ND	<۰/۰۱	۴۵۵/۰۱	۹۱/۰۴
فلورانتن	۱۳۳/۱	۱۷/۲۴	<۰/۰۱	۴/۲۷	۱۸/۹۹	۶۲/۸	ND	<۰/۰۱	۱۳۳/۱	۳۳/۷۷
پیرن	۹۵۵/۲۱	۱۲۶/۸۸	۱۸/۹۴	۵۸/۵۸	۱۳۱/۲۲	۱۲/۲۵	ND	۱۲/۲۵	۹۵۵/۲۱	۱۸۶/۱۵
کرایزن	۲۲۲/۵۴	۸۹/۶۸	۸۴/۰۷	۱۰۲/۲۴	۹۲/۰۱	۱/۵۵	ND	۱/۵۵	۲۲۲/۵۴	۸۴/۵۸
بنزو (b) فلورانتن	۶۷۱/۹۸	۱۳۵/۰۶	۱۲۰/۳۸	۱۴۶/۱	۱۴۸/۹۶	۱۰۵/۹۲	ND	۱۰۵/۹۲	۶۷۱/۹۸	۱۸۹/۷۷
بنزو (k) فلورانتن	۲۵۳/۸۲	۹۷/۱۲	۱۱۷/۱۲	۱۳۷/۸۲	۱۳۱/۸۱	۵۴/۸۴	ND	۵۴/۸۴	۲۵۳/۸۲	۱۱۳/۲۱
بنزو (a) انتراسن	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	ND	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۰۰۸
بنزو الفا پیرن	۲۱۰/۴۵	۸۲/۲۶	۶۸/۸۲	۷۳/۴۴	۷۵/۸	۴۴/۰۵	ND	۴۴/۰۵	۲۱۰/۴۵	۷۹/۲۶
دی بنزو (ah) انتراسن	۲۰۱/۶	۷۵/۰۱	۸۵/۶۸	۹۲/۵۴	۶۸/۲۲	۳۲/۸۵	ND	۳۲/۸۵	۲۰۱/۶	۷۹/۴۱
بنزو (ghi) پیریلین	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	ND	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۰۰۸
ایندنو پیرن	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	ND	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۰۰۸

جدول ۵- غلظت ۱۶ ترکیب PAHs در فصل بهار بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

Table 4. Concentration of 16 PAH_s compounds in the spring (mg/kg)

ترکیبات PAHs	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶	ایستگاه ۷	حداقل	حداکثر	میانگین
نفتالین	۳۲/۰۶	۷/۹۴	<۰/۰۱	۵/۱۸	۳/۸۱	۸/۸۲	ND	<۰/۰۱	۳۲/۰۶	۸/۲۶
اسنفتیلین	۹۸/۴۴	۲۰/۸۳	<۰/۰۱	۹/۱۴	۲۸/۷	۲۱/۱	ND	<۰/۰۱	۹۸/۴۴	۲۵/۴۶
اسنفتن	۲۸۹/۴۷	۵۲/۸۶	۰/۹۹	۲۶/۵	۵۲/۰۸	۵۸/۶۴	ND	۰/۹۹	۲۸۹/۴۷	۶۸/۶۴
فلورن	۲۸۳/۹۷	۴۲/۷	<۰/۰۱	۲۲/۰۹	۴۵/۷۴	۴۷/۲۵	ND	<۰/۰۱	۲۸۳/۹۷	۶۳/۱۰
فنانترن	۶۲۱/۲۸	۹۸/۰۱	۰/۸۴	۵۸/۸۴	۲۹۰/۲۲	۹۱/۸۴	ND	۰/۸۴	۶۲۱/۲۸	۱۶۵/۸۶
انتراسن	۴۸۵/۰۱	۵۷/۱۹	<۰/۰۱	۲۷/۵۸	۵۵/۷۵	۶۴/۰۵	ND	<۰/۰۱	۴۸۵/۰۱	۹۸/۵۱
فلورانتن	۱۳۲/۱	۱۸/۳۳	<۰/۰۱	۶/۳۷	۲۸/۹۶	۶۴	ND	<۰/۰۱	۱۳۲/۱	۳۵/۶۸
پیرن	۱۰۹۲/۴۲	۱۸۷/۶۱	۲۳/۹۱	۸۴/۶	۱۷۱/۷۴	۱۴/۹۲	ND	۱۴/۹۲	۱۰۹۲/۴۲	۲۲۵/۰۲
کرایزن	۳۲۴/۳۵	۹۳/۵۹	۱۲۷/۰۸	۱۲۱/۰۶	۱۰۲/۱۱	۱/۳۳	ND	۱/۳۳	۳۲۴/۳۵	۱۰۹/۹۳
بنزو (b) فلورانتن	۷۰۸/۹۴	۱۵۳/۰۸	۱۳۳/۹۲	۱۶۳/۹۲	۱۵۳/۲۵	۱۳۱/۶۸	ND	۱۳۱/۶۸	۷۰۸/۹۴	۲۰۶/۳۹
بنزو (k) فلورانتن	۳۸۵/۸۴	۱۲۳/۱۳	۱۳۶/۴۲	۱۵۷/۷۲	۱۳۳/۹۹	۸۹/۲۹	ND	۸۹/۲۹	۳۸۵/۸۴	۱۴۶/۶۲
بنزو (a) انتراسن	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	ND	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۰۰۸
بنزو الفا پیرن	۳۰۹/۵۵	۸۳/۰۱	۹۰/۶۸	۱۰۷/۳۴	۹۶/۸	۶۹/۲۵	ND	۶۹/۲۵	۳۰۹/۵۵	۱۰۸/۰۹
دی بنزو (ah) انتراسن	۲۰۹/۷	۸۰/۸۰	۹۶/۰۷	۹۵/۴۵	۷۱/۱۹	۵۱/۷۵	ND	۵۱/۷۵	۲۰۹/۷	۸۶/۴۲
بنزو (ghi) پیریلین	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	ND	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۰۰۸
ایندنو پیرن	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱	ND	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۰۰۸

1-ND: not detected



نمودار ۱- مقایسه میانگین ترکیبات PAHs در دو فصل زمستان و بهار

Diagram 1. Comparison of PAH concentration in winter and spring

مقایسه میانگین ترکیبات PAHs در دو فصل زمستان و بهار (۶) نشان می دهد در زمستان، بین ایستگاه (۱) با سایر ایستگاه ها تفاوت معنی دار وجود دارد ($p < 0.05$). ایستگاه های (۲ و ۵) با یک دیگر تفاوت معنی دار ندارند ($p > 0.05$) ولی با سایر ایستگاه ها تفاوت معنی دار دارند ($p < 0.05$). ایستگاه های (۳، ۴ و ۶) با هم تفاوت معنی دار ندارند ($p > 0.05$) ولی با سایر ایستگاه ها تفاوت معنی دار دارند ($p < 0.05$). در بهار، بین ایستگاه (۱) با سایر ایستگاه ها تفاوت معنی دار وجود دارد ($p < 0.05$). بین ایستگاه (۶) با ایستگاه های (۳ و ۴) تفاوت معنی دار وجود ندارد ($p > 0.05$) ولی دو ایستگاه (۳ و ۴) با یک دیگر تفاوت معنی دار دارند ($p < 0.05$). ایستگاه های (۲ و ۵) با یک دیگر تفاوت معنی دار ندارند

نتایج حاصل از محاسبه برخی نسبت های PAHs جهت تعیین منشاء PAHs موجود در خاک ایستگاه های مورد مطالعه، پاره ای از نسبت های مولکولی PAHs مورد بررسی قرار گرفتند. نسبت $Phe/ant > 10$ حضور منابع پیرولیتیک را تأیید می کند و این در حالی است که نسبت $Phe/ant < 15$ نشان دهنده وجود منابع پتروژنیک برای تأمین این ترکیبات است (۱۶).

نتایج حاصل از محاسبه برخی نسبت های PAHs جهت تعیین منشاء PAHs موجود در خاک ایستگاه های مورد مطالعه، پاره ای از نسبت های مولکولی PAHs مورد بررسی قرار گرفتند.

نسبت $Phe/ant > 10$ حضور منابع پیرولیتیک را تأیید می کند و این در حالی است که نسبت $Phe/ant < 15$ نشان دهنده وجود منابع پتروژنیک برای تأمین این ترکیبات است (۱۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین پارامتر PAHs در ایستگاه های مختلف در دو فصل زمستان و بهار

Table 6. Comparison of average concentration of PAH compounds at studied station

ایستگاه	فصل زمستان	فصل بهار
ایستگاه ۱	۲۶۵/۸۱±۱۰/۳۰ Ca	۳۱۰/۸۲±۱۰/۱۶ Db
ایستگاه ۲	۵۵/۷۸±۸/۲۲ Ba	۶۳/۶۹±۹/۰۸ Ca
ایستگاه ۳	۳۱/۰۴±۹/۴۱ Aa	۳۸/۱۲±۸/۳۶ Aa
ایستگاه ۴	۴۶/۳۳±۸/۶۹ Aa	۵۵/۳۶±۵/۰۱ Ba
ایستگاه ۵	۶۲/۶۱±۸/۴۱ Ba	۷۷/۱۴±۸/۹۳ Ca
ایستگاه ۶	۳۳/۷۰±۵/۹۸ Aa	۴۴/۶۲±۶/۳۰ ABa
ایستگاه ۷	-	-

حروف غیر مشابه به معنی اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

حروف بزرگ به معنی اختلاف معنی دار در سطح ایستگاه ها و حروف کوچک به معنی اختلاف معنی دار در فصل است.

ترکیبات PAHs با منشاء پتروژنیک می باشند (۱۶)، طبق محاسبات خاک ایستگاه های (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶) در فصل زمستان و در فصل بهار از منابع پتروژنیک ترکیبات PAHs خود را دریافت می نمایند.

بررسی همبستگی بین پارامتر PAHs با پارامترهای TOM، EC، pH

با توجه به نتایج جدول (۷) بین PAHs با پارامتر pH و EC همبستگی منفی در سطح ۰/۰۱ وجود دارد و هم چنین بین پارامتر PAHs و مواد آلی همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۱ وجود دارد.

طبق محاسبات خاک ایستگاه های (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶) در فصل زمستان و در فصل بهار از منابع پیرولیتیک ترکیبات PAHs خود را دریافت می کنند. نسبت $\text{Flt}/\text{Pyr} < ۱$ حضور منابع پیرولیتیک را تأیید می کند و این در حالی است که نسبت $\text{Flt}/\text{Pyr} > ۱$ نشان دهنده وجود منابع پتروژنیک برای تأمین این ترکیبات است (۱۶)، طبق محاسبات خاک ایستگاه های (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶) در فصل زمستان و در فصل بهار از منابع پتروژنیک ترکیبات PAHs خود را دریافت می کنند. نسبت $\text{Flt}/\text{Flt}+\text{Pyr} < ۰/۵$ نشان دهنده ترکیبات PAHs با منشاء پیرولیتیک و نسبت $\text{Flt}/\text{Flt}+\text{Pyr} > ۰/۵$ نشان دهنده حضور

جدول ۷- بررسی همبستگی بین PAH و پارامترهای فیزیکی خاک

Table 7. Correlation coefficient between PAH and physical characteristics of soil

کل		بهار		زمستان		
ضریب همبستگی	سطح معنی داری	ضریب همبستگی	سطح معنی داری	ضریب همبستگی	سطح معنی داری	
۰/۵۸۴**	۰/۰۰۱	۰/۵۹۱**	۰/۰۰۵	۰/۶۶۰**	۰/۰۰۱	pH & PAH
۰/۶۲۳**	۰/۰۰۱	۰/۷۰۰**	۰/۰۰	۰/۵۸۷**	۰/۰۰۵	EC & PAH
۰/۵۹۴**	۰/۰۰۲	۰/۶۰۵**	۰/۰۰۴	۰/۵۷۱**	۰/۰۰۷	PAH & مقدار مواد آلی

یافته ها

همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان داد اختلافات قابل توجهی میان انواع کاربری های زمین وجود دارد. از طرفی این مطالعه نشان داد که انفجارات تصادفی یا حوادث آتش سوزی عمدتاً منشأ آلودگی بوده اند (۱۷). آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا بیش از ۶۷۰۰ مورد آلودگی خاکی و آبی را بر اثر گودال های سوخت نفت و گاز در ایالت مکزیکوسیتی ثبت کرده است که در ۵۷۷ مورد آلودگی آب های زیرزمینی رخ داده است (۱۸). نتایج مطالعه مکرر و همکاران نشان داد که رسوبات و خاک منطقه دیلم دارای سطح آلودگی زیاد تا خیلی زیاد بوده و هم چنین منشاء ورودی ترکیبات PAH از هردو منشاء نفتی (پتروژنیک) و پیرولیتیک می باشد (۱۹). که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. نتایج مطالعه شاکری و همکاران نشان می دهد که غلظت PAHs در خاک مناطق نفتی استان بوشهر دارای سطح آلودگی کم تا متوسط است (۲۰). در سال ۱۳۸۰ طهماسبی

نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر بر روی خاک، با نتایج به دست آمده از مطالعات ترکیبات PAHs در خاک سایر نقاط جهان در جدول (۸) مقایسه شده است. همان گونه که نتایج جدول (۸) نشان می دهد، در خاک منطقه صنعتی ۳ نفت و گاز اهواز در محدوده ۱۹۲۸۵ (mg/kg)، تا ۰ می باشد (۱۰). همچنین محدوده نزدیک به تاسیسات آلوده هستند و حداکثر تمرکز آلودگی در اطراف تاسیسات و در محدوده نزدیک به مشعل ها و گودال های سوخت می باشد. در مطالعه حاضر نیز تمرکز آلودگی این چنین بود. مطالعه آیتوربه و همکاران در سال ۲۰۰۵ در خاک آلوده به هیدروکربن های نفتی پالایش گاه مکزیک (۱۱) نشان داد که منبع اصلی آلودگی تاسیسات قدیمی به علاوه دفع زمینی رسوبات هیدروکربنی ناشی از تمیز کردن تانک های ذخیره می باشند که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. مطالعه لی و

خوزستان، مقدار کل مواد نفتی در خاک بیش تر از آب است که این امر آسیب پذیری اکوسیستم های خاکی را نشان می-دهد (۸).

مطالعه ای تحت عنوان بررسی و اندازه گیری هیدروکربن های نفتی ناشی از آتش سوزی چاه های نفت کویت در اکوسیستم آبی و خاکی استان خوزستان انجام داد. با توجه به تشابهات و فراوانی هیدروکربن های نفتی نمونه های خاک و آب استان

جدول ۸- مقایسه مقادیر PAHs خاک ایستگاه های مورد مطالعه با مقادیر PAHs سایر نقاط جهان

Table 8. Comparison of PAH amounts in studied soil and other parts of the world

منبع	سطح آلودگی	واحد اندازه گیری	∑ PAHs	منطقه مورد مطالعه
حزبه، ۱۳۹۳	کم-خیلی زیاد	mg/kg	۰-۱۹۲۸۵	منطقه صنعتی ۳ نفت و گاز اهواز
آیتوربه و همکاران، ۲۰۰۵	متوسط تا خیلی زیاد	mg/kg	۴۷-۲۱۰۹۳	پالایشگاه شمال مرکزی مکزیک
مکرم و همکاران، ۱۳۹۱	زیاد تا خیلی زیاد	ng/g	۳۰۷۷/۶۸-۱۱۸۳۴/۲۳	خاک سواحل شهرستان دیلم
شاگری و همکاران، ۱۳۹۰	کم تا متوسط	mg/kg	۲/۴۸-۶۶/۷۲	مناطق نفتی استان بوشهر
طهماسبی، ۱۳۸۰	زیاد تا خیلی زیاد	mg/kg	۱۱۸/۴۳-۲۷۸/۱۸	اکوسیستم آبی و خاکی استان خوزستان
جان، ۲۰۱۳	کم تا متوسط	μg/kg	۲-۲۳۱/۴۲	شمال شرقی چین
دیلمی، ۱۳۹۲	کم تا متوسط	ng/g	۴۴۵۳۰-۱۲۰۴۸۰	بزرگ راه اهواز
مطالعه حاضر	کم تا خیلی زیاد	mg/kg	۰/۰۰۶-۱۵۷۵/۲	کارخانه ی بهره برداری و نمک زدایی، مسجدسلیمان

بحث و نتیجه گیری

هیدروکربنی موجود در خاک های سطحی ناشی از منابع آلاینده مذکور می باشد. علت وجود مقادیر بیش تر ترکیبات PAHs در ایستگاه شماره (۱) به علت مجاورت این ایستگاه با مخازن تفکیک و جداسازی نفت و گاز و نشت و نفت ریزی از این مخازن باعث بالا آمدن غلظت این ترکیبات شده است. ایستگاه شماره (۳)، در فاصله ۱۰۰ متری از مشعل در نظر گرفته شد که کم ترین میزان آلودگی ترکیبات ناشی از سوختن مایعات نفتی، در این ایستگاه مشاهده شده است. غالبیت ترکیبات پیرن، بنزو بی فلورانتن و بنزو کا فلورانتن در ایستگاه ها در دو فصل زمستان و بهار به علت سنگین وزن بودن آن هاست، زیرا غلظت ترکیبات سنگین وزن در خاک سطحی نسبت به ترکیبات سبک وزن بیش تر است. نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت PAHs در مطالعه حاضر با استاندارد کیفی خاک کانادا^۱ مقایسه شده است. طبق نتایج

نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر در خاک کارخانه ی بهره برداری و نمک زدایی هفت شهیدان، حاکی از آن است که بیش ترین غلظت ترکیبات PAHs در خاک در هر دو فصل زمستان و بهار مربوط به ایستگاه شماره (۱) و کم ترین غلظت این ترکیبات در ایستگاه شماره (۳) وجود دارد. هم چنین ایستگاه شماره (۷) در مکانی دورتر از کارخانه در فاصله ای ۲ کیلومتری، در نظر گرفته شد که فاقد آلودگی و عاری از ترکیبات آروماتیک چند حلقه ای بود. در مقایسه بین دو فصل، مقدار PAHs در ایستگاه (۱) بین زمستان و بهار تفاوت معنی دار دارد ($p < 0/05$) که به علت افزایش نشت و نفت ریزی از مخازن نفتی در فصل بهار می باشد و مقدار PAHs سایر ایستگاه ها بین دو فصل تفاوت معنی دار ندارد ($p > 0/05$). هم چنین در فصل زمستان و بهار، بین ایستگاه (۱) با سایر ایستگاه ها تفاوت معنی دار دارد ($p < 0/05$). حداکثر تمرکز آلودگی در اطراف تأسیسات به علت نشت مخازن نفتی و در محدوده مشعل و گودال سوخت می باشد که به نظر می رسد آلودگی

1-Canadian soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health

5. Saravi,H., Pourgholam,R., Unesi-Pour,H., Makhloogh,A. 2012. Polyaromatic Hydrocarbons (16PAHs) at the Sediments and Edible Tissue of Liza Saliens and Rutilus Frisii Kutum in Caspian Sea. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 22 (94), 79-90 (In Persian).
6. Ebrahimi, S., Shayegan, J., Malakouti, M., Akbari, A. 2011. Environmental Evaluation and Assessment of Some Important Factors of Oil Contamination in Soil around Sarkhoun Gas Refinery of Bandar Abbas. Journal of Environmental Studies. 37 (57), 9-26 (In Persian).
7. Habibnia, B., Dinarvand, J. 1997. Discharge of salted oil wastes from exploring units and environmental effects. 3rd National Iranian Chemical Engineering, Ahvaz Oil University, 730-736 (In Persian).
8. Nahal Tahmasbi,M. 2001. Investigation and measurement of oil hydrocarbons from oil well fires in aquatic and terrestrial ecosystems. 1st National Conference on Environmental Crisis and its rehabilitation Methods (In Persian).
9. Charkhabi,A., Bostani, A. 2011. Environmental impact assessment of polyaromatic hydrocarbons in some sediment soils, South-West oil fields, 5th National Conference on Geology and Environment (In Persian).
10. Hazbeh,M. 2014. Investigation and spatioal distribution of total hydrocabons (TPH) and polyaromatic hydrocarbons in district 3 industrial soil, Ahvaz City. MSc Thesis, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University (In Persian).

حاصل در تمامی ایستگاه ها ترکیبات بنزو بی فلورانتین ۲۰/۶ برابر، بنزو کافلورانتین ۱۴/۶ برابر، دی بنزو (ah) آنتراسن ۸/۶ برابر و فنانترن ۳/۳ برابر بالاتر از استاندارد کیفی خاک کانادا می باشند. در خاک تمامی ایستگاه های مورد مطالعه با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی نسبت های مولکولی PAHs، منشأ ترکیبات PAHs در همه ایستگاه ها از پایرولیتیک و پتروژنیک می باشد. نتایج حاصل از بررسی همبستگی حاکی از آن است که بین میزان PAHs موجود در خاک و مقادیر پارامترهای EC و pH همبستگی منفی در سطح ۰/۰۱ وجود دارد و هم چنین بین پارامتر PAHs و مواد آلی همبستگی مثبت در سطح ۰/۰۱ وجود دارد.

Reference

1. Moslemi,M., Vosoughi,M., Paak,A., Jafarzadeh,M. 2005. Study on environmental effects on the biological removal of oil pollutants from soil and determination of optimal factors. Water and Wastewater Journal. Engineering Consultants on Water and Wastewater Researches,55, 15-23 (In Persian).
2. Samimi,V., Akbari-Rad,R. 2008. Investigation on polyaromatic hydrocarbons (PAHs) from vehicles in water, soil and particle matters in west Tehran Highways. Oil, Gas and Environment Booklet Congress (In Persian).
3. Bumpus,J.A.,Tien,M.,Wright,D.,Aust, S.D. 1989.Oxidation of persistent environmental pollutants by a white rot fungus.Science 228, 1434-1436.
4. Derakshan-Nejad,A., Sekhavatjou,M. 2011.Quantitative and qualitative assessment of debenzo(ah) anthracen in ambient air of Ahvaz City. 5th National Congress of Environmental Engineering (In Persian).

- Branch, Islamic Azad University, 48-49 (In Persian).
16. Baumard, P., Budzinski, H., Garrigues, P. 1998. Polycyclic aromatic hydrocarbon in sediments and mussels of the western Mediterranean sea. *Environmental Toxicological chemistry* 17:765-776.
 17. Li, J., Chen, Y., Dong, S., Shim, H. 2011. Determination of total petroleum hydrocarbons in agricultural soils near a petrochemical complex in Guangzhou, China. *Environmental Monitoring and Assessment* 184:281-287 DOI:10.1007
 18. EPA. 2005. Pits pollution. ADC, USA.
 19. Mokarram, M., Karimi, M., Mohammadi, M. 2012. Identification of polyaromatic hydrocarbons in sediments and soils of Deylam City. 6th National conference of Geology, Payam-Noor University (In Persian).
 20. Shakeri, A., Razi Kord Mahaleh, L., Esmaili, A. 2011. Study on total hydrocarbon, hydroaromatics and aliphatics in oil field soils of Boushehr City. 15th National Conference on Geology Institute (In Persian).
 11. Iturbe, R., Flores, R.M., Flores, C.R., Torres, L.G. 2005. Subsoil TPH and other petroleum fractions-contamination levels in an oil storage and distribution station in north central Mexico. *Journal of Chemosphere*, 61: 1618-1631.
 12. Mustafa, O., Aysen, M., Ayse, B. 30 May 2008. Atmospheric concentrations, dry deposition and air-soil exchange of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in an industrial region in Turkey. *Journal of Hazardous Materials*- Volume 153. Pages 1093-1102.
 13. Imeh, J., Okop, C. 2012. Determination of Total Hydrocarbon Content in Soil after petroleum Spillage. *Proceedings of the World Congress on Engineering*. Vol 3. London, UK.
 14. ISO 11464:1994(E), Soil quality- Pretreatment of Samples for Physico-Chemical Analysis.
 15. Boazar, C. 2014. Measurement of polyaromatic hydrocarbons in surface sediments of North Azadegan Area, Hor-Al-Azim Wetland. MSc Thesis, Khuzestan Science and Research