BRIEF REPORT

# *Feasibility of Total Petroleum Hydrocarbon Removal from Drill Cutting with Digested Sludge Using Earth Worm*

Elham Hosseini Panah[1],
AfshinTakdastan[2]

[1] MSc Student in Environmental Pollution, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
[2] Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Environmental Technologies Research Center, Ahvaz JundiShapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

(Received June 30, 2015 Accepted October 28, 2015)

## *Abstract*

**Background and purpose:** Toxicity, high levels and complex nature of petroleum hydrocarbons in drill cutting can endanger human health since many of these compounds are among carcinogenic hazardous waste components. This study aimed at comparing the effect of compost and vermincompost processes in removing petroleum hydrocarbons from drill cutting located in Ahvaz oil field with sewage sludge.

**Materials and methods:** An experimental study was performed in which the effect of a 1:1 mixture of biological sludge with drill cutting contaminated with TPH, along with sawdust and horticultural waste was examined for composting and vermicomposting. The degradation time was about 60 days in pilot chamber. The TPH, carbon to nitrogen ratio, pH, EC, volatile solids, and temperature levels were measured. To ensure the integrity and accuracy of measurements testing was done in 3 iterations.

**Results:** The mean TPH level in the drill cutting in Ahvaz oil field was 42.004 g/kg that reduced to 11.31 and 18.77 g/kg during two months treatment by vermicomposting and composting with biological sludge, respectively. The removal efficiency of TPH in drill cutting in vermicompost pilot was 73.06% while it was 55.30%. in compost pilot.

**Conclusion:** In this study, vermicompost process to be highly capable of removing TPH from oil-based drill cutting.

***Keywords:*** drill cutting, petroleum hydrocarbon, sewage sludge, vermicompost, compost

**J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 26(133): 319-324 (Persian).**

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-10 ]

گزارش کوتاه

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و پنجم شماره ۱۳۳ بهمن سال ۱۳۹۴ (۳۲۴-۳۱۹)

# امکان سنجی حذف کل هیدروکربن نفتی از کنده حفاری به همراه لجن هضم شده با استفاده از کرم خاکی

الهام حسینی پناه[۱]
افشین تکدستان[۲]

## چکیده

**سابقه و هدف:** سمی بودن، مقادیر بالا و ماهیت پیچیده هیدروکربن نفتی موجود در کنده حفاری، سلامت انسان را به مخاطره می اندازند و بسیاری از این ترکیبات جزء زائدات خطرناک سرطان زا محسوب می‌شوند. این مطالعه با هدف مقایسه فرآیند کمپوست و ورمی کمپوست در حذف هیدروکربن‌های نفتی از کنده حفاری واقع در میدان نفتی اهواز به همراه لجن فاضلاب بوده است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی تأثیر نسبت ۱به ۱ اختلاط لجن بیولوژیکی با کنده حفاری آلوده به TPH به همراه خاک اره و زائدات باغبانی به منظور انجام فرآیند ورمی کمپوست و کمپوست بررسی گردید. زمان تجزیه حدود ۶۰ روز در محفظه پایلوت بوده و علاوه بر TPH، نسبت کربن به ازت، pH، EC ، جامدات فرار و دما اندازه‌گیری گردید و جهت صحت و دقت آزمایش این پارامترها با ۳ بار تکرار انجام شد.

**یافته‌ها:** میانگین میزان TPH موجود در کنده حفاری واقع در میدان نفتی اهواز ۴۲/۰۰۴ گرم بر کیلوگرم بود که در طول ۲ ماه فرآیند زیستی ورمی کمپوست و کمپوست به همراه لجن بیولوژیکی در نسبت اختلاط ۱ به۱ به ۱۱/۳۱ و ۱۸/۷۷ گرم بر کیلوگرم رسیده است. در خصوص مقایسه دو پایلوت ورمی کمپوست و کمپوست بهترین راندمان حذف پارامتر TPH موجود در کنده حفاری مربوط به پایلوت ورمی کمپوست با ۷۳/۰۶ درصد در مقایسه با پایلوت کمپوست برابر با ۵۵/۳۰ درصد بوده است.

**استنتاج:** نتایج نشان داد که فرآیند ورمی کمپوست توانایی بالاتری را در حذف هیدروکربن نفتی موجود در کنده حفاری پایه روغنی نسبت به فرآیند کمپوست داراست.

**واژه های کلیدی:** کنده حفاری، هیدروکربن نفتی، لجن فاضلاب، ورمی کمپوست، کمپوست

## مقدمه

در میدان نفتی اهواز ۴۶۴ حلقه چاه نفت وجود دارد که به ازای هر حلقه چاه یک عدد پیت طراحی شده است که تمامی پسماند حفاری در آن بدون هیچ تصفیه‌ای تخلیه می‌شود. هیدروکربن‌های نفتی یکی از متداول‌ترین گروه‌های آلاینده‌های آلی پایدار در محیط می‌باشند. سمی بودن، مقدار زیاد و ماهیت پیچیده این نوع آلودگی، عوامل اصلی این نگرانی هستند و بسیاری از این ترکیبات جزء زائدات خطرناک سرطان‌زا

**مولف مسئول: افشین تکدستان**– اهواز: دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، گروه مهندسی بهداشت محیط E-mail: afshin_ir@yahoo.com
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی های محیط زیست، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی ، اهواز، ایران
۲. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز،اهواز،ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۴/۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۴/۴/۱۴ تاریخ تصویب : ۱۳۹۴/۸/۳



[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-10 ]

محسوب می‌شوند(۲،۱). به طور کلی ضایعاتی که در عملیات حفاری تولید می‌شوند شامل کنده‌های حفاری وگل وسیالات حفاری می‌باشند که کنده‌های آغشته به سیالات حفاری به طور معمول شامل فلزات سنگین، نمک‌ها و هیدروکربن‌های نفتی[1] می‌باشند(۶-۳). فرآیند کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی به عنوان یک فن‌آوری آسان و یک فرآیند طبیعت دوست برای به دست آوردن کود آلی از مواد زائد و تثبیت مواد زائد به ویژه لجن فاضلاب خانگی، شهری و صنایع و بی خطرسازی زائدات خطرناک مورد توجه قرار گرفته است(۱۰-۷). لجن فاضلاب شهری حاوی مقادیر زیادی مواد آلی و مغذی است که می‌توان آن را به عنوان یک ماده غذایی مناسب برای تغذیه کرم‌های خاکی در فرآیند تولید کمپوست کرمی مصرف نمود(۱۳-۱۱). بنابراین در این مطالعه کاربردی میزان حذف کل هیدروکربن‌های نفتی موجود در کنده حفاری با کمک فرآیند ورمی کمپوست در طی ۲ ماه در مقایسه با فرآیند کمپوست مورد بررسی قرار گرفت. کنده حفاری پایه روغنی از چاه شماره ۴۰۲ واقع در میدان نفتی اهواز جمع‌آوری و سپس با نسبت ۱ به ۱ با لجن خروجی از هاضم تصفیه خانه فاضلاب غرب اهواز مخلوط شده و پارامترهای TPH، نسبت کربن به ازت(C/N)[2]، pH، هدایت الکتریکی (EC)[3]، جامدات آلی و دما مورد آنالیز قرار گرفتند.

## مواد و روش ها

در این مطالعه تجربی کنده حفاری پایه روغنی پس از انتقال از چاه شماره ۴۰۲ واقع در میدان نفتی اهواز به آزمایشگاه شرکت ملی حفاری جهت خالص‌سازی بر روی دستگاه شیکر قرار داده شد و سپس با لجن فاضلاب خروجی از هاضم به نسبت‌های ۱ به ۱ (جهت فرآیند ورمی کمپوست (A) و یک نسبت ۱ به ۱ (جهت فرآیند کمپوست (B) همراه با مقدار مشخصی از خاک اره و زائدات باغبانی جهت تعدیل نسبت‌کربن به ازت مخلوط شد. ترکیب حاصله در پایلوت‌هایی به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متری جهت عملیات کمپوست و ورمی کمپوست کنده حفاری مورد استفاده قرار گرفته است. پایلوت A و B به ترتیب شامل ۳ کیلو کنده حفاری پایه روغنی به همراه ۳ کیلو لجن بیولوژیکی فاضلاب جهت انجام فرآیند ورمی کمپوست وکمپوست استفاده شد و عملیات تثبیت به مدت ۲ ماه با کنترل رطوبت و دما و اختلاط همگن به صورت روزانه صورت گرفت و نمونه‌برداری مرکب مکانی از توده در روزهای ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ جهت آنالیز TPH، C/N، جامدات فرار، pH، EC و دما در پایلوت A و B انجام شد. در ضمن جهت صحت و دقت آنالیز، آزمایش‌ها در هر دو پایلوت سه بار تکرار صورت گرفت.

*روش های آزمایشگاهی*

پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه مطابق با جدول شماره ۱ پارامترهای کیفی توده ورمی کمپوست و کمپوست نمونه برداری وآنالیز شدند(۱۴).

برای برآورد حجم نمونه از روش full factorial و جهت بررسی اختلاف میانگین‌ها در تیمارهای مختلف از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ و آزمون آماری ANOVA استفاده گردید.

## یافته ها و بحث

جدول شماره۲ نتایج اندازه گیری پارامترها در نمونه کنده حفاری پایه روغنی مخلوط با لجن بیولوژیکی فاضلاب در پایلوت A و B در مدت زمان دو ماه را نشان می‌دهد.

1. Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)
2. Carbon to Nitrogen ratio (C/N)
3. Electrical Conductivity (EC)

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-10 ]

**جدول شماره۱:** پارامترهای کیفی و نوع آنالیز توده کمپوست و ورمی کمپوست(۱۴)

| پارامتر کیفی | غلظتTPH کنده های حفاری | جامدات آلی | pH | EC | کربن | ازت | دما |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نحوه اندازه گیری | روش GC FID | وزن سنجی طبق Standard Method | روش الکترودی طبق Standard Method | روش الکترودی طبق Standard Method | روش والکی-بلک | روش کجلدال | دماسنج |

**جدول شماره۲:** نتایج پارامترها در نمونه کنده حفاری پایه روغنی مخلوط با لجن بیولوژیکی فاضلاب در پایلوت A و B

| پارامترها | زمان / تیمارها | روز ۱ | روز ۱۵ | روز ۳۰ | روز ۴۵ | روز ۶۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (g/kg) TPH | پایلوت A | ۴۲/۰۰۴ | ۳۵/۵۶۵ | ۲۵/۵۷۳ | ۱۷/۸۵۲ | ۱۱/۳۱ |
| | پایلوت B | ۴۲/۰۰۴ | ۳۵/۳۶۷ | ۲۶/۶۷۳ | ۲۴/۰۶۸ | ۱۸/۷۷ |
| نسبت C/N | پایلوت A | ۲۱/۹ | ۱۷/۳ | ۱۶/۰۸ | ۱۴/۳ | ۱۴/۰۲ |
| | پایلوت B | ۲۱/۹ | ۱۹/۰۲ | ۱۸/۳ | ۱۵/۹ | ۱۳/۲۸ |
| pH | پایلوت A | ۸/۵۲ | ۷/۸۷ | ۷/۹۴ | ۸/۲۲ | ۸/۲ |
| | پایلوت B | ۸/۵ | ۷/۶۸ | ۷/۸۴ | ۸ | ۸/۲۵ |
| (µs/cm) EC | پایلوت A | ۱۴/۶ | ۱۴/۷۹ | ۱۵/۴۵ | ۱۵/۸۷ | ۱۶/۰۲ |
| | پایلوت B | ۱۴/۶ | ۱۴/۹۳ | ۱۵/۶ | ۱۵/۸۸ | ۱۵/۹۸ |
| جامدات فرار(آلی)(درصد) | پایلوت A | ۳۱/۳ | ۲۸/۶۹ | ۲۶/۴ | ۲۶/۲ | ۲۵/۷ |
| | پایلوت B | ۳۱/۳ | ۲۶/۹۸ | ۲۶/۳ | ۲۵/۹۹ | ۲۵/۹ |
| دما ($^0$c) | پایلوت A | ۲۱/۵ | ۳۱/۵ | ۲۷ | ۲۳/۵ | ۲۴/۰۷ |
| | پایلوت B | ۲۱/۵ | ۳۳ | ۲۹ | ۲۳/۱ | ۲۴/۰۱ |
| میزان بقای کرم ها | پایلوت A | ۵۰ | ۳۲ | ۲۵ | _ | ۲۳ |

همان‌طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌گردد طی فرآیند کمپوست و ورمی کمپوست با ادامه تثبیت مواد در طول ۲ ماه علاوه بر کاهش جامدات فرار موجود در توده، مقدار TPH موجود در کنده حفاری به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است که این موضوع با نتایج سایر تحقیقات انجام شده در این خصوص مبنی بر کاهش TPH هم‌خوانی دارد(۱۵). Maike و همکاران نشان دادند که علی رغم مرگ و میر بالای کرم خاکی در حضور ترکیبات نفتی، کرم خاکی می‌تواند فرآیند تجزیه را فعال کرده و بنابراین در پالایش خاک آلوده به نفت با میانگین غلظت کل هیدروکربن نفتی (TPH) (۴۰۰۰ mg/kg) به کار برده شود(۱۶). مطالعه فوق با نتایج حاصل از مطالعه حاضر تا حدودی مغایرت دارد به طوری که در پایلوت A (مخلوط کنده حفاری پایه روغنی با لجن فاضلاب) که حاوی TPH اولیه ۴۲/۰۰۴ گرم بر کیلوگرم بود، کرم‌های خاکی تا حدودی در توده باقی ماند و TPH باقیمانده پس از دو ماه تجزیه به ۱۱/۳۱۶ گرم بر کیلوگرم (راندمان حذف ۷۳/۰۶ درصد) رسید. تحقیقات پرچمی و همکاران نشان داد که فرآیند کمپوست حاصل از کنده حفاری به همراه لجن در طول زمان دو ماه تجزیه قادر است جامدات فرار و TPH را به ترتیب به ۴۰/۹۷درصد و ۱۳۸ میلی‌گرم برکیلوگرم برساند(۱۷)، که با مطالعه حاضر مغایرت دارد. در خصوص دو پایلوت A و B روند تجزیه و حذف در پایلوت A در مورد پارامترهای جامدات فرار و TPH در طی ۶۰ روز، بهتر از پایلوت B بوده است که نشان‌دهنده حضور فعال کرم‌ها درکنار باکتری‌های هتروتروف و میکروارگانیسم‌های موجود در لجن بیولوژیکی است که باعث رشد بیش‌تر و فعالیت بالای میکروارگانیسم‌ها از جمله باکتری‌ها شده است. به‌طوری که مقادیر جامدات فرار و TPH در پایلوت A در پایان زمان تجزیه به ترتیب به ۲۵/۷درصد و ۱۱/۳۱گرم بر کیلوگرم رسید. بنابراین در پایان دو ماه تجزیه راندمان حذف جامدات فرار و TPH در پایلوت A به ترتیب به ۱۷/۸۹درصد و ۷۳/۰۶ درصد کاهش یافته است. در صورتی که پایلوت B که از نوع کمپوست (بدون کرم) بود، راندمان حذف پایین‌تری داشته است.از طرفی آنالیز آماری نشان داد که بین روندکاهش جامدات فرار و TPH موجود در کنده حفاری مخلوط با لجن بیولوژیکی در دو پایلوت A و B در زمان تجزیه همبستگی بالایی وجود دارد($p<۰/۰۵$). مطابق با جدول شماره ۲ میزان نسبت کربن به ازت در پسماند حفاری مخلوط با لجن بیولوژیکی در حدود ۲۲ بود که در خلال فرآیند ورمی کمپوست (پایلوت A) و کمپوست(پایلوت B) پس از مدت ۶۰ روز نسبت کربن به ازت به ترتیب به ۱۴/۰۲ و ۱۳/۲۸ رسیدکه نشان‌دهنده تجزیه بیولوژیکی توسط

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-10 ]

میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. در پایان می‌توان نتیجه‌گیری کردکه فرآیند ورمی کمپوست توانایی بالاتری در حذف هیدروکربن نفتی موجود در کنده حفاری پایه روغنی را نسبت به فرآیند کمپوست داراست.

## سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از شرکت ملی حفاری ایران به دلیل حمایت مالی این‌تحقیق مراتب تشکروقدردانی را دارند.

## References

1. Takdastan A, Mehrdadi N, Torabian A, Azimi AA, Bidhendi GN. Investigation of Excess Biological Sludge Reduction in Sequencing Bach Reactor. Asian Journal of Chemistry 2009; 21(3): 2419-2427 (Persian).
2. Zohrehvand F, Takdastan A, Jafarzadeh N, Ramezani Z, Ahmadi angali K, Gharibi H, et al. Assessment of Lead Contamination in Vegetables, Irrigation Water and Soil in Farmlands Irrigated by Surface Water in Ahvaz. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(118): 225-230 (Persian).
3. Schaefer M, Juliane F. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil. Soil Ecology 2007; 36: 53-62.
4. Yousefi Z, Amouei A, Asgharnia H, Nemati A, Vaezzadeh M. Paper: Compost production from household solid wastes by earthworms. J Babol Univ Med Sci (JBUMS) 2012; 14(suppl 1): 30-35 (Persian).
5. Hosseini Panah E, Takdastan A, Hosseini Alhashemi A. Check stabilization of sewage sludge by vermicompost with earthworms, especially Eisenia Foetida. the first Conference of the new electronic environment and ecosystems, agriculture, electronic, Renewable Energy and Environmental Research Institute of Tehran University, Tehran, Iran; 2014 (Persian).
6. Takdastan A, Azimi A.A, Jaafarzadeh N. Biological excess sludge reduction in municipal wastewater treatment by chlorine. Asian Journal of Chemistry 2010; 22(3): 1665-1674 (Persian).
7. Takdastan A, Jafarzadeh Haghighifard NA, Alavi NA. Physical, Chemical and Biological Regulations and standards of compost. Eighth National Conference of Environmental Health, Tehran; 2005 (Persian).
8. Fazelipour M, Takdastan A, Jou MSS. Survey on chlorine application in sequencing batch reactor waste sludge in order to sludge minimization. Asian Journal of Chemistry 2011; 23(7): 2994-2998 (Persian).
9. Rouyanian Firouz Z, Takdastan A, Jaafarzadeh Haghighifard NA, Sayyad GA. Feasibility of Land Treatment that Removal of Nitrogen and Phosphor of Chonaibeh Waste Water Treatment Plant (Ahwaz). Asian Journal of Research in Chemistry 2011; 4(4): 597-601.
10. Zazouli MA, Asgharnia H, Yazdani Cherati J, Ziaee Hezarjeribi H, Ahmadnezhad A. Evaluation of Cow Manure Effect as Bulking Agent on Concentration of Heavy Metals in Municipal Sewage Sludge Vermicomposting. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(124): 152-169 (Persian).
11. Malakootian M, Mobini M, Nekoonam GA. Evaluation of the Compost Produced from Mixed Sludge of Municipal Wastewater Treatment Plant and Pistachio Hull Waste. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(116): 172-183 (Persian).

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-10 ]

12. Amouei A, Asgharnia HA, Khodadi A. Study of compost quality from rural solid wastes (Babol, Iran). J Mazandaran Univ Med Sci 2010; 19(74): 55-61 (Persian).
13. Yousefi Z, Zazouli M, Asgharnia H, Azizi M, Hedayati S. Survey of compost production from domestic solid wastes by aerobic method and earthworm and effect of loading alternation. 6th national congress of environmental health, Mazandaran, Iran; 2003 (Persian).
14. EPA. Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) as Gasoline and Diesel SW-846 Method 8015B. Revision 2, December, 1996.
15. Zazouli MA, Asgharnia HA, Yazdani Cherati J, Ziaee Hezarjeribi H, Ahmadnezhad A. Evaluation of Cow Manure Effect as Bulking Agent on Concentration of Heavy Metals in Municipal Sewage Sludge Vermicomposting. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(124): 152-169 (Persian).
16. Maike S, Filser J. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil. Applied Soil Ecology 2007; 36: 53-62.
17. Parchami P, MafiGholami R, Takdastan A. Environmental Management of drill cuttingsfor removing TPH using wastewater treatment'sbiological sludge. Second National Specialized Conference on Environmental Researches, Hamadan, Iran; 2014 (Persian).

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-10 ]