

## بررسی غلظت فلزات سنگین در لجن حاصل از واحد تصفیه‌خانه آب پتروشیمی فجر

\*مینا غالبی<sup>۱</sup>، مهدی احمدی مقدم<sup>۲</sup>، نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد<sup>۳</sup>، علی عسکری مجد آباد<sup>۴</sup>

۱- شرکت ملی صنایع پتروشیمی، پتروشیمی شهید تندگویان، آزمایشگاه PTA، بندر امام خمینی، خوزستان.

۲- دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط.

۳- دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط.

۴- شرکت ملی صنایع پتروشیمی، پتروشیمی فجر، واحد فرایند، بندر امام خمینی، خوزستان.

### چکیده:

در این مقاله غلظت فلزات سنگین در کیک لجن فرایند تصفیه‌خانه آب پتروشیمی فجر مورد بررسی قرار گرفته شده است. بدین منظور جمعا ۲۴ بار نمونه‌برداری در دوره تر و خشک سال صورت گرفت و میزان فلزات سنگین آرسنیک، مس، کادمیوم، کبالت و کروم توسط دستگاه طیف‌سنج نشری با پلاسمای جفت شده القائی اندازه‌گیری شد. آماده سازی نمونه و اندازه‌گیری فلزات بر اساس روش استاندارد انجام گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که غلظت آرسنیک، مس، کادمیوم و کبالت در دوره تر و خشک اختلاف معنی‌داری نداشتند ( $\alpha > 0.05$ ) و تنها از نظر کروم در دوره تر و خشک اختلاف معنی‌داری با سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ مشاهده گردید ( $\alpha < 0.05$ ). همچنین میانگین غلظت فلزات سنگین با استانداردهای جهانی خاک مقایسه گردید و مشخص شد که از نظر آرسنیک و کادمیوم بالاتر از حد مجاز استانداردها می‌باشد. در مقایسه بین دوره تر با دوره خشک نیز، بین توان آلودگی به فلزات سنگین دوره تر نسبت به دوره خشک قاعده منظمی مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، کیک لجن، واحد تصفیه‌خانه آب، استاندارد خاک.

× نویسنده مسئول: ghalebi.m@stpc.ir

Ghalebi310@gmail.com

## ۱- مقدمه

لجن ماده ای است نیمه مایع و مخلوطی از آب و مواد جامد که به نسبت های ۶۵ تا ۹۵ درصد حاوی رطوبت بوده و غلظت مواد خشک آن حدود ۱ تا ۱۰ درصد است و ویسکوزیته ویژه آن برابر ویسکوزیته ویژه آب است [۱۶]. لجن تصفیه‌خانه آب مانند لجن‌های فاضلاب به طور گوناگون شامل کمیتهای قابل اندازه‌گیری از فلزات سنگین می‌باشد. تاکنون مروری از نتایج مطالعات انجام شده، اطلاعات خیلی محدود و ناقصی مربوط به غلظت کل فلزات سمی در لجن تصفیه‌خانه آب بوده که هیچ‌گونه اطلاعاتی درخصوص انواع فلزات در این‌گونه لجن‌ها نمی‌دهد [۱]. از طرفی اطلاعات محدود و ناقص موجود درخصوص پتانسیل سمیت لجن تصفیه‌خانه آب و آلودگی فلزات آن ضد و نقیض بوده و نوعی تناقض‌گوئی را نشان می‌دهد [۱۷]. بنابراین بررسی جدی برای شناسائی ویژگیها و خصوصیات جامع‌تری از فلزات در لجن تصفیه‌خانه آب مورد نیاز بوده، زیرا مقدار آنها بسته به کیفیت آب خام، طبیعت و منبع منعقدکننده و افزودنی‌های شیمیائی تغییر می‌کند [۱]. شرکت پتروشیمی فجر در سایت ۴ منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی واقع در شمال غربی خلیج فارس، مجاورت خور موسی و به فاصله ۵ کیلومتری از بندر امام خمینی قرار گرفته است. تصفیه‌خانه آب پتروشیمی فجر از هفت بخش تشکیل شده است که شامل واحد پیش تصفیه، اسمز معکوس، واحد آب بدون املاح، واحد تصفیه آب کندانس، واحد تهیه آب آشامیدنی، واحد آب آتش‌نشانی، برج خنک‌کننده و سیستم بلودان. در اولین مرحله از پیش تصفیه منعقدکننده کلرید فریک با غلظت ۲۵ppm اضافه نموده تا فرایند انعقادسازی ذرات معلق موجود در آب صورت بگیرد، سپس در مرحله بعد، در مخزن لخته‌سازی (که خود از دو قسمت تشکیل شده)، در قسمت اول سود ۲۰ درصد و در قسمت دوم یک ترکیب پلیمری (پلی الکترولیت) تزریق می‌گردد. پس از آن آب وارد حوضچه‌های زلال‌ساز شده که در آنجا لجن به مرکز حوضچه منتقل شده و در نهایت لجن جهت تغلیظ در فیلترهای آبگیری تا غلظت ۷۰ درصد آبگیری می‌شود، با آبگیری از آن ماده‌ای تقریباً جدید بنام کیک لجن در خروجی فیلترهای آبگیر لجن بدست می‌آید. آلودگی‌های ناشی از دفع لجن تصفیه‌خانه‌ها، یکی از اصلی‌ترین موارد مسئله دفع لجن است. ضمن اینکه این مسئله بخش زیادی از مخارج تصفیه‌خانه را به خود اختصاص می‌دهد، گاهی اهمیت آن به حدی است که انتخاب روش تصفیه و انتخاب محل را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد [۱۷]. وجود مشکلات ذکر شده، ضرورت شناسائی آلاینده‌های موجود در لجن و مقایسه آنها با معیارها و استانداردهای بین‌المللی زیست محیطی به منظور تصمیم‌گیری نهائی درخصوص مدیریت و بررسی راهکارهای دفع لجن را می‌طلبد. ضمن اینکه در حفظ محیط زیست و کاهش جرائم زیست محیطی کمک شایانی از نظر صرفه اقتصادی به صنعت مربوطه می‌نماید. Elliott و همکاران در سال ۱۹۹۰، مقدار و انواع فلزات سنگین در لجن تصفیه‌خانه آب را بررسی نموده‌اند. در این تحقیق میزان ترکیبات شیمیائی کادمیوم، مس، کروم، نیکل، سرب و روی در لجن حاصل از تصفیه‌خانه آب اندازه‌گیری شده است [۱]. Townsend و همکاران در سال ۲۰۰۱، خواص لجن تصفیه‌خانه آب، استفاده مجدد مفید و دفع آن را بررسی نموده است [۲]. Sotero-Santos و همکاران در سال ۲۰۰۵، سمیت لجن تصفیه‌خانه آب با کاربرد دافنیا به عنوان شاخص سمیت سنجی را مورد ارزیابی قرار داده همچنین، خواص فیزیکی و شیمیائی (دما،

pH، هدایت سنجی، COD، کدورت، کل جامدات، جامدات معلق، جامدات فرار و ثابت، فلزات سنگین از قبیل Cu, Mn, Zn, Cd, Ni, Pb, Fe, Cr, Al میزان سختی حاصل از انعقاد با آلوم و کلرید فریک) در طول دو فصل خشک و تر با هم مقایسه شده است [۳]. Zhao و Babatunde در سال ۲۰۰۷، مطالعه ای در بررسی مقاله‌های مروری با عنوان مشی مفید به سمت مدیریت لجن تصفیه خانه آب انجام دادند. در قسمتی از این تحقیق خصوصیات و ویژگیهای لجن تصفیه خانه آب مورد مطالعه قرار گرفته است [۴]. در تحقیق حاضر با توجه به ضرورت شناسائی آلاینده‌های موجود در لجن تصفیه‌خانه آب و مقایسه آنها با معیارها و استانداردهای بین‌المللی زیست محیطی، غلظت فلزات سنگین آرسنیک، مس، کادمیوم، کبالت و کروم موجود در تصفیه‌خانه آب پتروشیمی فجر تعیین و با میزان استانداردهای بین‌المللی خاک (برای مقایسه مجاز فلزات سنگین در خاک) تایوان [۵]، هلند [۶ و ۷]، انگلستان [۸] و نیوجرسی [۹] مقایسه گردیده است. مقادیر مجاز فلزات سنگین برای استانداردهای تایوان، هلند، انگلستان و نیوجرسی در جدول (۱) ارائه شده است.

## ۲- روش تحقیق

این بررسی در دو دوره تر و خشک سال انجام گرفت. نمونه‌گیری از شهریور ۱۳۸۸ آغاز و تا اواسط تیرماه ۱۳۸۹ ادامه یافت. طبق بررسی شرایط آب و هوایی و با در نظر گرفتن میزان بارندگی‌های سال گذشته (۱۳۸۸) و نیز نیمه اول سال جاری (۱۳۸۹)، از آبان‌ماه ۱۳۸۸ تا اواخر فروردین‌ماه ۱۳۸۹، دوره تر، نیمه شهریور تا اواخر مهرماه ۱۳۸۸، بعلاوه اوائل اردیبهشت‌ماه تا اواخر نیمه اول تیرماه ۱۳۸۹ به عنوان دوره خشک در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری به صورت لحظه‌ای ساده بوده و شیوه انتقال و نگهداری نمونه‌ها بر اساس دستورالعمل موجود در کتاب "اصول نمونه‌برداری و اندازه‌گیری نمونه‌های زیست محیطی" انجام شده است [۱۰]. تعداد کل نمونه‌های کیک لجن مورد بررسی ۲۴ عدد بوده که ۱۲ نمونه در دوره تر و ۱۲ نمونه در دوره خشک مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری فلزات سنگین از دستورالعمل موجود در کتاب "روشهای استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب" و نیز روشهای استاندارد آمریکا استفاده گردید [۱۱ و ۱۲].

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- بررسی میزان فلزات سنگین در کیک لجن

میانگین غلظت فلزات سنگین مورد بررسی (آرسنیک، مس، کادمیوم، کبالت و کروم) در نمونه کیک لجن تصفیه‌خانه آب مورد مطالعه در جدول (۱) آورده شده است.

### ۳-۱-۱- آرسنیک

همانطوری که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، میانگین آرسنیک بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در دوره تر ۸۹/۵ و دوره خشک ۸۷/۹۲ بوده، همچنین در دوره تر و خشک نسبت به هم تغییرات

معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در مقایسه با استانداردهای جهانی نیز میانگین آرسنیک در دوره تر و خشک بالاتر از حد مجاز استانداردهای تایوان ۱۶، هلند ۲۰، انگلستان ۲۰، نیوجرسی (مسکونی و غیر مسکونی) ۲۰ بدست آمد. در مقایسه با نتایج بدست آمده از تحقیق سایر پژوهشگران عدم همخوانی در میزان آرسنیک مشاهده می‌شود که Elliott و همکاران در سال ۱۹۹۰، Sotero-Santos و همکاران در سال ۲۰۰۵، تفاوت کیفیت آب خام ورودی مورد استفاده جهت تصفیه، درجه خلوص منعقدکننده مورد استفاده در فرایند را دلیل عدم همخوانی نتایج باقیمانده های تصفیه خانه های آب عنوان نموده اند [۳۱]. در نمودار (۱) میانگین غلظت آرسنیک نسبت به استانداردهای جهانی خاک مقایسه شده است.

۳-۱-۲- مس

با توجه به جدول (۱) میانگین مس بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک در دوره تر ۱۵/۲۳ و دوره خشک ۱۱/۷۳ می‌باشد. همچنین میانگین غلظت مس در دوره تر و خشک نسبت به هم تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. در مقایسه میانگین مس با استانداردهای جهانی مقادیر در هر دو دوره خشک و تر زیر حد مجاز استانداردهای تایوان ۴۵، هلند ۵۰، انگلستان ۱۰۰، نیوجرسی (مسکونی و غیر مسکونی) ۶۰۰ بدست آمد. نتایج بدست آمده برای مس در این تحقیق با نتایج دیگر محققان همخوانی ندارد که بر اساس مطالعاتی که Elliott و همکاران در سال ۱۹۹۰، Sotero-Santos و همکاران در سال ۲۰۰۵ انجام دادند، تفاوت کیفیت آب خام ورودی مورد استفاده جهت تصفیه، درجه خلوص منعقدکننده و افزودنی‌های شیمیایی مورد استفاده در فرایند را دلیل عدم همخوانی نتایج لجن تصفیه خانه های آب ذکر کرده‌اند [۳۱]. نمودار (۲-۱ و ۲-۲) مقایسه میانگین غلظت مس در دوره‌های تر و خشک نسبت به استانداردهای تایوان، هلند، انگلستان و نیوجرسی را نشان می‌دهد.

۳-۱-۳- کادمیوم

همانطوری که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود میانگین کادمیوم بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک در دوره تر ۸/۰۲ و دوره خشک ۶/۸۲ بوده، همچنین تفاوت معنی‌داری در نتایج دوره تر و خشک نسبت به هم مشاهده نگردید. میانگین کادمیوم در هر دو دوره نسبت به استانداردهای جهانی مقایسه گردید و مشخص شد که میانگین کادمیوم در دوره تر و خشک، بالاتر از حد مجاز استانداردهای هلند ۱، نیوجرسی (اهداف مسکونی) ۱، تایوان ۲، انگلستان ۳، بوده و تنها نسبت به استاندارد اداره پایش خاک نیوجرسی برای اهداف غیر مسکونی ۱۰۰، پائین تر از حد مجاز بدست آمد. علاوه بر آن نتایج بدست آمده برای کادمیوم با مقادیر بدست آمده سایر محققان عدم همخوانی را نشان می‌دهد. عدم همخوانی نتایج بر اساس آنچه Elliott و همکاران در سال ۱۹۹۰، Sotero-Santos و همکاران در سال ۲۰۰۵ به آن اشاره نموده‌اند ناشی از تفاوت کیفیت آب خام ورودی، میزان خلوص منعقدکننده و نوع فرایند مورد استفاده می‌باشد [۳۱]. در نمودار (۲-۳ و ۱-۳) میانگین کادمیوم در دوره تر و خشک با استانداردهای جهانی مقایسه شده است.

## ۳-۱-۴- کبالت

بر اساس آنچه در جدول (۱) مشاهده می‌شود، میانگین کبالت بر حسب واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در دوره تر ۱۹/۷۹ و دوره خشک ۱۵/۲۱ بوده و بین دوره تر و خشک نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. علاوه بر آن میانگین کبالت در دوره تر و خشک نسبت به استاندارد جهانی مقایسه گردید و نتایج نشان داد که میانگین کبالت، در دوره تر در محدوده مجاز استاندارد هلند ۲۰ و در دوره خشک پائین تر از حد مجاز استاندارد هلند ۲۰ می‌باشد. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج دیگر پژوهشگران همخوانی ندارد که دلیل عدم همخوانی به کیفیت آب خام ورودی، نوع فرایند و درجه خلوص مواد منعقدکننده و افزودنی‌های شیمیایی مربوط می‌گردد که Elliott و همکاران در سال ۱۹۹۰، Sotero-Santos و همکاران در سال ۲۰۰۵ در مطالعات خود گزارش نموده‌اند [۳۱]. در نمودار (۴) میانگین کبالت در دوره تر و خشک با استاندارد جهانی مقایسه شده است.

## ۳-۱-۵- کروم

همانطوری که در جدول (۱) مشاهده می‌شود میانگین کروم بر حسب واحد میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در دوره تر ۲۵/۳۳ و دوره خشک ۱۱/۴۷ بوده و تفاوت معنی‌داری با سطح کمتر از ۰/۰۵ بدست آمد. Ekpo و Ibok در سال ۱۹۹۸؛ Panutrakul و همکاران در سال ۲۰۰۳؛ Jiao و Chen در سال ۲۰۰۶، عامل شوری که اغلب در دوره خشک اتفاق می‌افتد را سبب تغییر کمپلکس فلزی و آزاد شدن یون‌های فلزی در سطح بالای آب گزارش نموده‌اند، بنابراین غلظت کروم در نمونه کیک لجن در دوره خشک کاهش پیدا کرده است و در نتایج دوره تر و خشک تفاوت معنی‌داری مشاهده شده است [۱۳ و ۱۴ و ۱۵]. نتایج بدست آمده با استانداردهای جهانی مقایسه گردید و مشخص شد که میانگین کروم در دوره تر و خشک زیر حد مجاز استانداردهای هلند ۱۰۰، انگلستان ۱۰۰ و تایوان ۱۰۰ می‌باشد. نمودار (۵) میانگین کروم در دوره تر و خشک و مقایسه آن با استاندارد جهانی را نشان می‌دهد.

## ۴- نتیجه‌گیری

مطالعه بالا نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین در کیک لجن فرایند تصفیه‌خانه آب از نظر آرسنیک و کادمیوم بالاتر از حد مجاز استانداردهای جهانی بدست آمد (کادمیوم تنها نسبت به استاندارد پایش خاک نیوجرسی برای اهداف غیرمسکونی پائین‌تر از حد مجاز بدست آمد) بنابراین خطرات ناشی از آرسنیک و کادمیوم را نمی‌توان نادیده گرفت ولی از نظر مس و کروم نسبت به استانداردهای جهانی پائین تر از حدود مجاز در خاک و از نظر کبالت در محدوده مجاز بدست آمد، بنابراین از نظر مس، کروم و کبالت، خطرساز نمی‌باشند. برای تعیین تأثیر کیفیت آب خام ورودی و منعقدکننده مورد استفاده بر میزان فلزات سنگین موجود در کیک لجن مورد اندازه‌گیری باید، نمونه برداری و بررسی همزمان کیفیت آب روخانه مورد استفاده (رودخانه کارون)، آب خام ورودی به تصفیه‌خانه در محل ورود به تصفیه‌خانه و منعقدکننده مورد استفاده در فرایند، از نظر آلودگی به فلزات سنگین انجام شود. و اگر میزان فلزات سنگین کلرید فریک استفاده

شده در تصفیه خانه از مقادیر مجاز (بر اساس منابع علمی موجود) بالاتر باشد، باید با در نظر گرفتن شرایط فرایند تصفیه، محاسبه حجم لجن تولیدی و صرفه اقتصادی، در صورت امکان منعقدکننده دیگری جایگزین گردد. همچنین ضرورت بررسی میزان فلزات سنگین در لجن حاصل از تصفیه خانه آب، همزمان با بررسی استفاده مجدد مفید و کاربردی لجن، در پروژه های آتی دیگر پژوهشگران پیشنهاد می گردد.

#### ۵- تقدیر و تشکر

از مدیریت محترم واحد پژوهش و توسعه پتروشیمی فجر که حمایت مالی این تحقیق را عهده دار شدند، همچنین و نیز مدیریت آزمایشگاه مرکزی پتروشیمی شهید تندگویان کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

#### ۶- مراجع

- 1- Elliott, H. A., B. A. Dempsey, and P. J. Maille., 1990, Content and fractionation of heavy metals in water treatment sludges. *J. Environ. Qual.* 19:330-334
- 2-Townsend, Timothy G., Jang, Yong-Chul, Jain, Pradeep & Tolaymat, Thabet, 2001, Characterization of Drinking Water Sludges for Beneficial Reuse & Disposal, Florida Center for Solid and Hazardous Waste Management, p.1-89.
- 3- Sotero-Santos, Rosana B., Odete Rocha, Jurandy Povinelli., 2005, Evaluation of water treatment sludges toxicity using *Daphnia* bioassay, *Water Research* 39, p. 3909-3917.
- 4- Babatunde, A. O. & Zhao, Y. Q., 2007, Constructive Approaches Toward Water Treatment Works Sludge Management: An International Review of Beneficial Reuses', *Critical Reviews in Environmental Science & Technology*, 37:2,129-164
- 5- Chen, Z.-S., 2000, Relationship between heavy metal concentration in soils of Taiwan and uptake by crops. Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, ROC, <http://www.agnet.org/library/tb/149>
- 6-Cariny, T., 1995, The reuse of contaminated land. John Wiley & Sons Ltd publishers. 219.
- 7-VROM, 1983, Leidrand Bodemsanering, Guidelines for Soil Clean Up, Netherlands Ministry of Housing, Planning and Environment, Soil, Water and Chemical Substances Department, The Hague, Netherlands.
- 8- Alloway, B. J., 1990. Heavy metals in soils, New York: John Wiley and Sons.
- 9-NJEDP, 1996, Soil cleans up criteria, New Jersey: Department of environmental protection proposed clean up standards for contaminated sites, NJAC. 7:26D.
- 10- Zhang, Chunlong(Carl), 2007, "Fundamentals Of Environmental Sampling and Analysis", Jonwiley, pp.436
- 11-APHA, AWWA, WEF, 2002, "Standard Methods for the examination of water and wastewater" 22<sup>th</sup> Eddition, Washington D.C.
- 12-ASTM, Annual Book of ASTM Standards 2002, Water & Environmental Tecnology, Section Eleven, Volume 11.02 and 11.04.
- 13- Ekpo, B. O. and Ibok, U. J., 1998, " Seasonal Variation and Partition of Trace Matals(Fe, Zn, Cu, Mn, Cr and Pb) in Surface Sediments: Relationship with physic-chemical Variables of Water from the Calabar River, South Eastern Nigeria", pp. 113-121.



14- Panutrakul, Suwanna, Musica, Chalouy, Mokkongpai, Phaithoon, 2003," Behaviour of Some Heavy Metals in the Bangpakong River Estuary", pp.1-8.

15- Chen, Kouping, Jiao, Jiu J., 2006, "Metal Concentrations and Mobility in Marine Sediment and Groundwater in Coastal reclamation Areas: A Case Study in Shenzhen, China", pp.576-584.

۱۶- شکوهی، رضا، رحیمی، فاطمه و ملکی فرد، عفت، ۱۳۸۶، " بررسی شاخص های کمی و کیفی لجن در سیستم بیولوژیکی صافی زیستی و لجن فعال (BF/AS)، دهمین همایش ملی بهداشت محیط، ۷ صفحه.

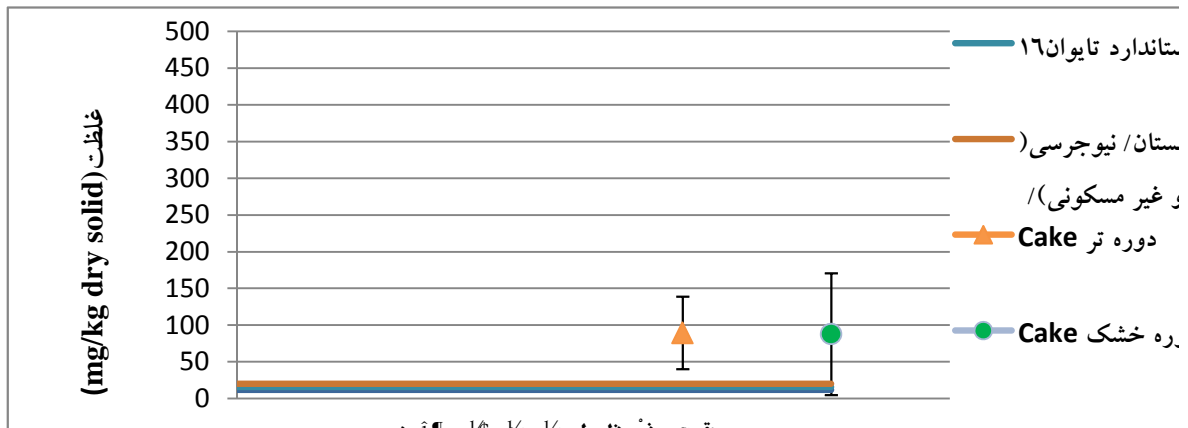
۱۷- باطبی، فرجاد، ۱۳۷۸، " استفاده از لجن تصفیه خانه شماره یک تهران در تصفیه فاضلاب صنعت نساجی"، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.



جدول (۱) نتایج آزمون کبک لجن در هر دو دوره خشک و تر سال در مقایسه با استانداردهای جهانی برای مقادیر مجاز فلزات سنگین در خاک

اداره پایش خاک نیوجرسی [۱۱] mg/kg dry	انگلستان [۱۰] mg/kg dry solid	هلند [۹ و ۸] mg/kg dry solid			تایوان [۷] mg/kg dry solid			سطح معنی داری	انحراف استاندارد	میانگین mg/kg dry solid	حداکثر mg/kg dry solid	حداقل mg/kg dry solid	دوره	داده متغیر
		C	B	A	C	B	A							
اهداف غیر مسکونی ۲۰	اهداف مسکونی ۲۰	۲۰	۵۰	۳۰	۲۰	۴۰	۳۰	۱۶	۰/۹۵۷	۴۹/۵۲۹۲۸	۸۹/۵	۱۸۹	۱۶/۵	آرسنیک (As) تر خشک
										۸۲/۹۱۵۵۷	۸۷/۹۱۶۷	۲۳۲	۸	
۱۰۰	۱	۳	۲۰	۵	۱	۵	۴	۲	۰/۳۲	۲/۹۰۴۷۱	۸/۰۲	۱۲	۴	کادمیوم (Cd) تر خشک
										۲/۴۹۲۷۲	۶/۸۱۸۲	۱۱	۲/۵	
-	-	-	۳۰۰	۵۰	۲۰	-	-	-	۰/۳۰۶	۱۳/۱۹۶۸۶	۱۹/۷۹۱۷	۴۷	۵/۵	کبالت (Co) تر خشک
										۷/۴۱۴۵۴	۱۵/۲۰۸۳	۲۶	۲	
-	-	۱۰۰	۸۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۰/۰۰۹	۱۴/۶۴۹۴۴	۲۵/۳۳۳	۵۳	۶	کروم (Cr) تر خشک
										۸/۰۲۶۳۶	۱۱/۴۶۶۷	۲۸	۲/۵	
۶۰۰	۶۰۰	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۰۰	۱۲۰	۴۵	۰/۳۸۲	۹/۲۹۳۴۵	۱۵/۲۲۷۳	۳۴	۳/۵	مس (Cu) تر خشک
										۹/۰۷۵۶۹	۱۱/۷۲۷۳	۳۳	۱	

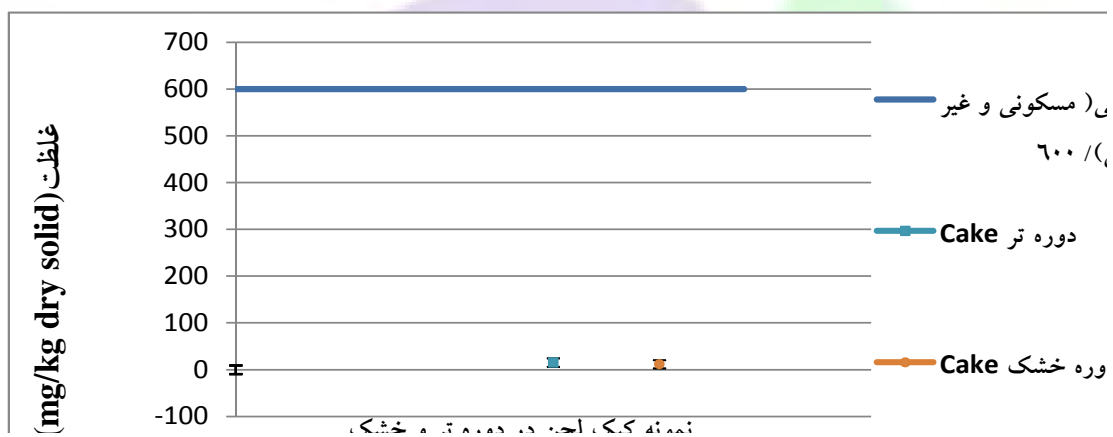




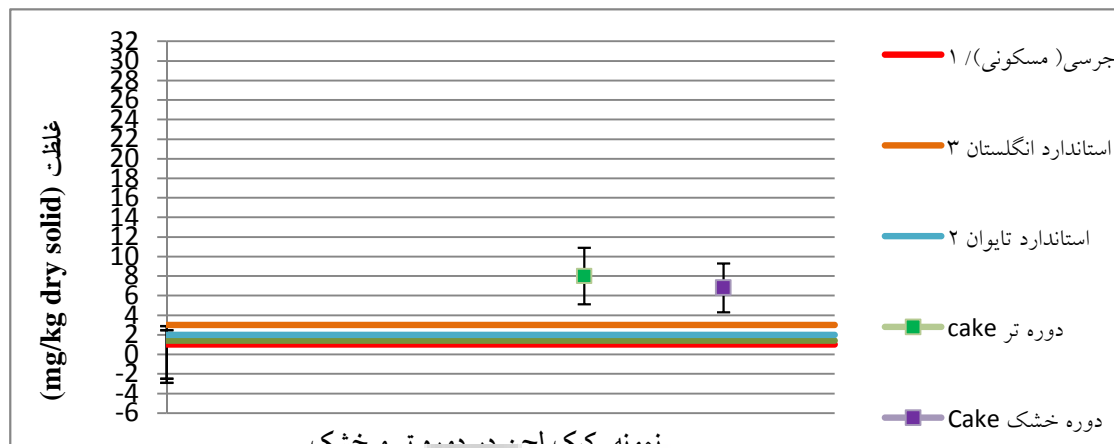
نمودار (۱) مقایسه میزان آرسنیک در دوره خشک و تر نمونه کیک لجن با استانداردهای هلند، انگلستان، تایوان، اداره پایش خاک نیوجرسی



نمودار (۲-۱) مقایسه میزان مس در دوره خشک و تر نمونه کیک لجن با استانداردهای هلند، انگلستان، تایوان



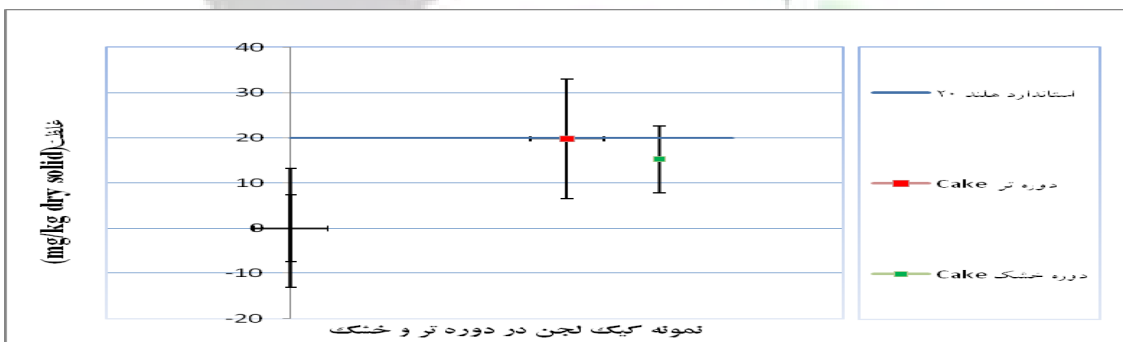
نمودار (۲-۲) مقایسه میزان مس در دوره خشک و تر نمونه کیک لجن با استاندارد اداره پایش خاک نیوجرسی



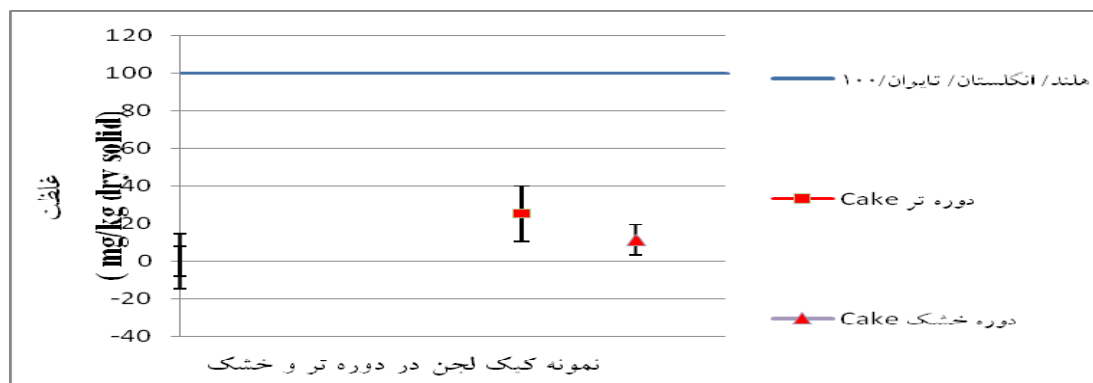
نمودار (۱-۳) مقایسه میزان کادمیوم در دوره خشک و تر نمونه کیک لجن با استاندارد های هلند، انگلستان، تایوان، دپارتمان پایش خاک نیوجرسی



نمودار (۲-۳) مقایسه میزان کادمیوم در دوره خشک و تر نمونه کیک لجن با استاندارد اداره پایش خاک نیوجرسی



نمودار (۴) مقایسه میزان کبالت در دوره خشک و تر نمونه کیک لجن با استاندارد



نمودار (۵) مقایسه میزان کروم در دوره خشک و تر نمونه کبک لجن با استانداردهای هند، انگلستان و تایوان



## Investigation of heavy metals in sludge of Fajr Petrochemical Company water treatment plant

\*Mina Ghalebi<sup>1</sup>, Mehdi Ahmadi Moghaddam<sup>2</sup>, Nematollah Jaafarzadeh Haghighi Fard<sup>3</sup>, Ali Askari Majdabad<sup>4</sup>

- 1- National Petrochemical Company(NPC), Shahid Tondgooyan Petrochemical Company(STPC), PTA LAB, Bandar Imam Khomeini, Khouzeestan, Iran.
- 2- Mehdi Ahmadi, Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jondishapur University of Medical Sciences, Iran.
- 3- Nematollah Jaafarzadeh, Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jondishapur University of Medical Sciences, Iran.
- 4- National Petrochemical Company(NPC), Fajr Petrochemical Company(FPC), Water treatment Plant, Bandar Imam Khomeini, Khouzeestan, Iran

### Abstract

The purpose of this research was to investigate heavy metals in sludge cake of FPC water treatment plant. Experiments were carried out with 24 samples of cake sludge in the dry and wet season. The heavy metals (As, Cu, Cd, Co and Cr ) were investigated with ICP instrument. Preparation and analysis of sample was according standard method. The result showed, in wet and dry season just for Cr was significant less than 0.05 ( $\alpha < 0.05$ ) and for As, Cu, Cd and Co were not significant ( $\alpha > 0.05$ ). In addition mean concentration of heavy metals compared with soil worldwide standards. The result showed contamination potential with As and Cd in both dry and wet season, but Cu, Co and Cr were in normal levels. In addition no relationship was observed between dry and wet season for contamination potential with heavy metals .

**Keywords: Heavy Metals, Cake Sludge, Water treatment Plant, Soil Standard.**

---

\*Corresponding Author : [ghalebi.m@stpc.ir](mailto:ghalebi.m@stpc.ir)  
[Ghalebi310@gmail.com](mailto:Ghalebi310@gmail.com)

