بررسی آلودگی خاک اطراف نیروگاه شهید منتظری اصفهان جهت کاربری آن در کشاورزی

حمیدرضا رحمانی
استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان،

موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران

چکیده
تحقیق حاضر در اراضی اطراف نیروگاه شهید محمد منتظری در سال ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. تعداد ۶۷ نمونه خاک از محدوده مورد مطالعه با مشخصات جغرافیایی مشخص از منطقه یا محدوده مورد بررسی برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. نتایج نشان داد میانگین غلظت قابل جذب عناصر غذایی مس، روی، منگنز و آهن نسبت به حد بحرانی (به استثنای روی) کمتر است و تا حد بحرانی، اضافه شدن این عناصر به خاک جهت کاربرد کشاورزی محدودیتی ندارد.غلظت کل عناصر سنگین مس، روی، منگنز، نیکل، کبالت، کروم و سرب زیر حدود بحرانی این عناصر در خاک بود و محدودیتی نداشت اما غلظت کل عنصر کادمیم فراتر از حد بحرانی آن بود و غلظت آن در خاک های مورد بررسی آلوده کننده بود.

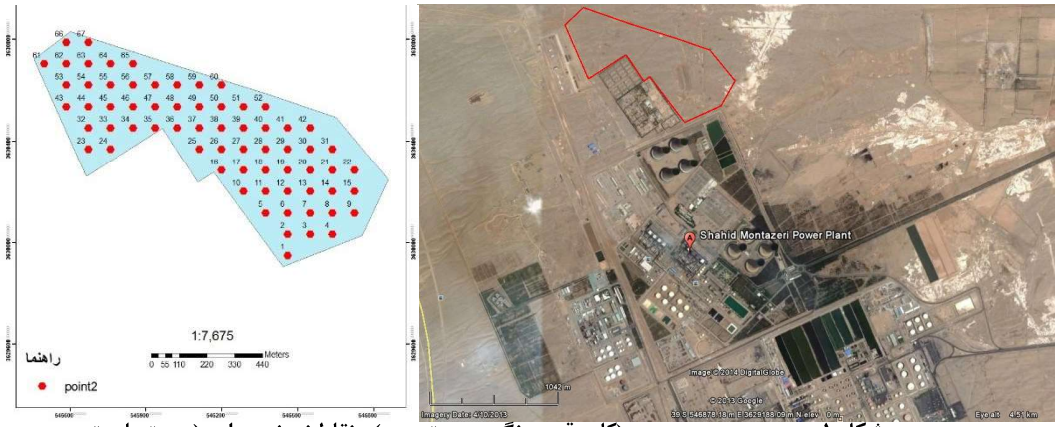
کلمات کلیدی: آلودگی خاک، حد بحرانی، غلظت قابل جذب، غلظت کل و عناصر سنگین.

مقدمه
تخلیه مواد زائد در خاك و استفاده از آب و فاضلاب تصفیه نشده سطحی، از منابع اصلی آلودگی خاك به شمار می آیند. علاوه بر آن زباله های صنعتی نیزکه اغلب بصورت مایع و جامد بوده و دارای خواص اکسید کننده، انفجاری، قابل اشتعال،محرك کننده، سمی ، سر طانزا، خورنده و عفونت زا می باشند سبب آلودگی خاکی میگردند(حسینیان، ۱۳۷۵ و دبیری، ۱۳۷۵).
آلودگی حاصل از فعالیت مراکز صنعتی ومعدنی می تواند بسیار گسترده و خطرناك باشد. این مراکز در آلودگی محیط زیست توسط مواد زائد جامد مؤثرند. پخش آلودگی توسط این صنایع به فاکتورهای توپوگرافی و اقلیم بستگی دارد و معمولاً در یك تا دو کیلومتری از منبع شدید و با فاصله حدود ۲۰ کیلومتری از آن به غلظت زمینه (غلظتی از عنصر که مربوط به مواد مادری بوده و آلاینده ها در آن نقشی ندارند) می‌رسد(رحمانی، ۱۳۷۴).
میزان فلزات سنگین خاك بدلیل ورود انواع پس مانده‌های صنعتی و ضایعات کارخانجات رو به افزایش است(دیوور، ۱۹۹۰ و چنی و همکاران، ۱۹۸۷). سالیانه حدود ۳۸۰۰۰ تن کادمیم و تقریباً یك میلیون تن سرب به خاکهای جهان اضافه می شودکه مقادیر زیادی از آنها مربوط به غبارهای جوی، پراکنش خاکسترها و ضایعات شهری است و غلظتهای کم آن مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب است (نری آگو و پسینا، ۱۹۸۷). آلاینده‌های اصلی حاصل از خروجی صنایع، SO_2 برابر ۱۳۷۷ تن در سال ، فلزات (مجموع ذرات) ۴۱۹۰۰ کیلوگرم در سال بوده که سهم عنصر سرب برابر ۱۳۰۰۰ کیلوگرم در سال بوده است (ولف گنگ، ۱۹۹۵).
در روسیه طی بیش از ۵۵ سال گذشته مقادیر عظیمی از سولفور دی اکسید و عناصر سنگین حاصل از ذوب کننده‌ها سبب اثرات مخربی هم بر خاك وهم بر گیاهان شده است. این خسارت بزرگ در طولی بیش از ۱۰ کیلومتر از ذوب کننده اتفاق افتاده و کل سطح مؤثر بوسیله آلودگی حاصل از فرونشست ذرات و گازها در حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع برآورده شده است(کریوچکو، ۱۹۹۳). اثرات قابل مشاهده این آلودگی بر گیاهان تا فاصله ۸۰ کیلومترثبت شده و ردیابی آن تا فاصله ۲۰۰ کیلومتری از ذوب کننده انجام شده است (دروم، ۱۹۸۳). در این منطقه غلظتهای عناصر سنگین در برگ گیاهان صنوبر، انواع کاج، درختچه‌ها و درخت غان گزارش شده است(کوزلاو و همکاران، ۱۹۹۴).
آلودگی گیاهان طبیعی، سبزیجات و خاکهای اطراف معادن، ذوب کننده‌های معدنی ودیگر صنایع به عناصر سنگین بویژه در کشورهای توسعه یافته توسط محققین بسیاری گزارش شده است. اگرچه گزارشات شبیه از مناطق حاره‌ای و برخی کشورها از جمله نیجریه کم است (کوزلاو و همکاران، ۱۹۹۴). در تحقیقی که در اطراف صنایع در کشور نیجریه انجام شد مشخص گردید غلظت عناصر سنگین با فاصله از منبع آلاینده کاهش یافته و مقادیر قابل توجه از این عناصر در محصولات و گیاهان در اثر فرونشست ذرات معلق تجمع پیدا کرده است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی غلظت عناصر سنگین در خاک محدوده اطراف نیروگاه شهید منتظری اصفهان در اثر فرو نشست ذرات آلاینده در خاک اطراف و مقایسه غلظت عناصر سنگین در خاك با حدود مجاز و بررسی وضعیت از نظر خطر آلودگی بوده است.

موادوروش‌ها

تحقیق حاضر در اراضی اطراف نیروگاه شهید محمد منتظری در سال ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. ابتدا بازدیدهای میدانی از اطراف نیروگاه شهید محمد منتظری انجام و جهت بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و غلظت عناصر غذایی و عناصر سنگین در عمق سطحی خاک محدوده مشخص مطالعه (شکل ۱، سمت چپ) که در جهت باد غالب و در شمال شرق صنعت مورد بررسی قرار دارد، انتخاب گردید. سپس بر اساس روش شبکه بندی، منطقه به شبکه های منظم (۶۷ شبکه) تقسیم شد(شکل ۱، سمت راست) و نمونه گیری خاک در داخل هر شبکه صورت گرفت. بدین ترتیب تعداد ۶۷ نمونه خاک از محدوده مورد مطالعه با مشخصات جغرافیایی مشخص از منطقه یا محدوده مورد بررسی برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید.



شکل ۱- محدوده مورد بررسی(کادر قرمز رنگ- سمت چپ) و نقاط نمونه برداری(سمت راست

در نمونه‌های خاك درصد اندازه ذارت، کاتیونها، آنیونها، فسفرکل، پتاسیم کل، ازت نیتراتی، ازت آمونیمی، ازت کل، درصد ماده آلی، درصد کربن آلی، درصد کربنات کلسیم، EC، pH و غلظت قابل جذب و کل عناصر سنگین Ni، Cr، Co، Pb، Mn، Fe، Cu و Cd خاک مورد اندازه گیری قرار گرفتند. غلظت قابل جذب عناصر سنگین به روش DTPA(علی احیایی، ۱۳۷۶) و (پیج و همکاران، ۱۹۸۲) و غلظت کل عناصر سنگین با استفاده از اسید نیتریك غلیظ و روش تبخیر و سپس استفاده از اسید کلریدریك یك نرمال (پیج و همکاران، ۱۹۸۲) عصاره‌گیری و اندازه‌گیری و قرائت غلظت عناصر در عصاره‌ها به روش افزایش استاندارد و با استفاده از دستگاه جذب اتمی انجام شد. بعد از بدست آمدن نتایج آزمایشگاهی تجزیه وتحلیل کلی داده ها انجام و گزارش نهایی پروژه تهیه شد.

نتایجوبحث

۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و عناصر غذایی

جدول ۱ مقادیر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد بررسی را در محدوده مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول ۱- دامنه مقادیر و میانگین برخی خصوصیات شیمیایی خاک های مورد بررسی

	pH	EC (dS.m)	$CaCO_3$ (%)	OC (%)	OM (%)	درصد اندازه ذرات		
						رس	سیلت	شن
کمینه	۲۱/۷	۶۳/۰	۳۰	۱۹/۰	۳۲/۰	۹	۵	۱۷
بیشینه	۸۸/۷	۲۵/۱۱	۵/۴۲	۹۷/۰	۶۴/۱	۲۱	۴۷	۸۶
میانگین	۶۸/۷	۱۳/۲	۳۵	۴۲/۰	۷۱/۰	۳/۱۴	۳/۲۸	۴/۵۷

طبق جدول ۱، در نمونه های خاک، pH مقادیر ۲۱/۷ تا ۸۸/۷ میانگین ۲۸/۷، هدایت الکتریکی مقادیر ۶۳/۰ تا ۲۵/۱۱ میانگین ۱۳/۲ دسی زیمنس بر متر، کربنات کلسیم مقادیر ۳۰ تا ۵/۴۲ میانگین ۳۵ درصد، کربن آلی مقادیر ۱۹/۰ تا ۹۷/۰ میانگین ۴۲/۰ درصد، مواد آلی مقادیر ۳۲/۰ تا ۶۴/۰ میانگین ۷۱/۰ درصد، رس مقادیر ۹ تا ۲۱ میانگین ۳/۱۴ درصد، سیلت مقادیر ۵ تا ۴۵ میانگین ۳/۲۸ درصد، شن مقادیر ۱۷ تا ۸۶ میانگین ۴/۵۷ درصد و بافت خاک سبک تا متوسط Sandy Loam تا Loam می باشد.

هدایت الکتریکی خاکها با توجه به میزان متوسط آن که برابر ۱۳/۲ دسی زیمنس بر متر است از نظر کاربرد در کشاورزی از نظر آیرز و وستکات(۱۹۸۵) دارای محدودیت کم تا متوسط است و نیاز به مدیریت زراعی جهت کشت و کار دارد. از نظر pH خاک ها در حد معمول بوده و محدودیتی برای کشت و کار ندارند. همچنین از نظر مواد آلی خاک ها دارای میانگین ماده آلی زیر ۱ درصد بوده که به این ترتیب میزان آن کم بوده و از این نظر فقیر می باشند. لذا برای کشت و کار با این خاک ها نیاز به تامین مواد آلی و عناصر غذایی دارند.

بافت خاک ها از سبک تا متوسط بوده و برای محصولات کشاورزی که بافت سبک تا متوسط را می پسندند مناسب است. اگر چه برای حفظ نگهداری آب و مواد غذایی نیازمند مدیریت زراعی است.

۲- غلظت عناصر سنگین خاک محدوده مورد بررسی

۲-۱- غلظت قابل جذب عناصر سنگین خاک

جدول ۲- دامنه مقادیر و میانگین غلظت قابل جذب عناصر سنگین در خاک های مورد بررسی

	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	آهن قابل جذب	کادمیم قابل جذب	سرب قابل جذب	نیکل قابل جذب	کروم قابل جذب	کبالت قابل جذب
کمینه	۵۴/۰	۴۰/۰	۸۲/۰	۶۴/۱	۰۲/۰	۷۲/۰	۲۰/۰	۰۲/۰	۰۲/۰
بیشینه	۹۶/۱	۳۴/۴	۷۶/۱۰	۵۴/۷	۲۰/۰	۲۶/۲	۳۸/۱	۷۴/۰	۸۰/۱
میانگین	۸۴/۰	۴۱/۱	۵۲/۲	۴۵/۴	۰۷۵/۰	۴۹/۱	۵۸/۰	۰۹۴/۰	۲۶۸/۰
حد بحرانی	۱	۱	۵	۶/۴	-	-	-	-	-

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۲ می توان گفت میانگین غلظت قابل جذب عناصر غذایی مس، روی، منگنز و آهن نسبت به حد بحرانی باستثنای روی کمتر است و تا حد بحرانی اضافه شدن این عناصر به خاک جهت کاربرد کشاورزی محدودیتی ندارد. اما میانگین غلظت قابل جذب عنصر غذایی روی از حد بحرانی آن در خاک بالاتر است و برای استفاده از این محدوده برای کشاورزی نیازی به اضافه سازی عنصر روی نیست.

۲-۲- غلظت کل عناصر سنگین خاک

جدول ۳ دامنه مقادیر و میانگین غلظت کل عناصر سنگین خاک های مورد بررسی را نشان می دهد. طبق جدول ۳ میانگین غلظت کل عناصر سنگین مس، روی، منگنز، نیکل و کبالت در دامنه غلظت معمول قرار دارد و میانگین غلظت کل عناصر سنگین کادمیم و سرب فراتر از حد معمول بوده و فقط غلظت عنصر کادمیم خاک در دامنه بحرانی قرار دارد. همچنین میانگین غلظت کل عنصر کروم کمتر از حد بحرانی آن است.

در مجموع غلظت کل عناصر مس، روی، منگنز، نیکل، کبالت، کروم و سرب زیر حدود بحرانی این عناصر بوده و محدودیتی ندارند اما غلظت کل عنصر کادمیم فراتر از حد بحرانی آن است و غلظت آن در خاک های مورد بررسی آلوده کننده است.

جدول ۳ - دامنه مقادیر و میانگین غلظت کل عناصر سنگین (میکروگرم در گرم) خاک های مورد بررسی

	مس کل	روی کل	منگنز کل	آهن کل	کادمیم کل	سرب کل	نیکل کل	کروم کل	کبالت کل
کمینه	۵/۸	۵/۴۱	۲۹۱	۹۳۰۰	۵/۳	۵/۲۶	۳۸	۱۲	۱۰
بیشینه	۵/۳۸	۵/۳۴۹	۴۰۲	۲۲۸۰۰	۵/۶	۵/۶۱	۵/۷۵	۵/۳۲	۱۸
میانگین	۶۷/۱۴	۷۶/۹۵	۸۴/۳۳۶	۱۶۰۰۵	۷۶/۴	۸۷/۴۲	۵۱/۵۴	۷۹/۲۰	۸۷/۱۲
حد معمول*	۲۵ - ۲	۱۰۰-۱۰	۴۰۰-۱۰۰	-	۲-۰۱/۰	۲۰-۲	۷۵۰-۲	-	۴۰-۱
حد بحرانی*	۱۲۵-۶۰	۴۰۰-۷۰	-	-	۸-۳	۴۰۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰-۷۵	-

نتیجه گیری

۱ -میانگین غلظت قابل جذب عناصر غذایی مس، روی، منگنز و آهن نسبت به حد بحرانی (باستثنای روی) کمتر است و تا حد بحرانی، اضافه شدن این عناصر به خاک جهت کاربرد کشاورزی محدودیتی ندارد. اما میانگین غلظت قابل جذب عنصر غذایی روی از حد بحرانی آن در خاک بالاتر است و برای استفاده از این خاک ها برای کشاورزی نیازی به اضافه سازی عنصر روی نیست.

۲- غلظت کل عناصر مس، روی، منگنز، نیکل، کبالت، کروم و سرب زیر حدود بحرانی این عناصر در خاک بوده و محدودیتی ندارند اما غلظت کل عنصر کادمیم فراتر از حد بحرانی آن است و غلظت آن در خاک های مورد بررسی آلوده کننده است.

منابع

- حسینیان . م، ۱۳۷۵، اصول طراحی تصفیه خانه های فاضلاب شهری و پساب صنعتی شهر یزد .
- دبیری . م ، ۱۳۷۵ ، آلودگی محیط زیست ، نشر اتحاد .
- رحمانی . ح. ر ، ۱۳۷۴ ، آلودگی خاك توسط عنصر سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراههای ایران ، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان .
- Allaway .B.J.۱۹۹۰. Heavy metals in soils: Lead ,Blackie and sonltd,Glassgow, London , pp .۱۷۷-۱۹۶.
-Ayers, R. S and D. W. Westcont. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture, Rev. ۱. FAO, Rome, pp. ۱۷۴.
- Chaney. R.L.,JF.Bruins, D.E.Baker, J.E.Smith and D.Col..۱۹۸۷. Transfer of Sludge-applied Trace Elements to the food Chain.PP.۶۷-۹۳.In: AL.Page,T. Logan and J.Ryan. Land Application of Sludge.۹ th ed.,Lewis publishers ,Chelsea ,MI.
- De Temmerman , L.O.,H.Hoeing and P.O.Scokart .۱۹۸۴. Determination of normal levels and upper limit values of trace elements in soils. Z.Pflanzen.Bodenk.۱۴۷:۶۸۷-۶۹۴.
-Guidance manual G . Stuart Pettygrove - Tarahi ASA No , Irrigation with reclaimed municipal waste water , Prepared by : Department of Land Air and Water Resources University of California Davis .
-Kozlov, M.V, E.Haukioja, A.V.Bakhtiarov and D.N. Stroganov.۱۹۹۵. Heavy metals in birch leaves around a Nichel - Copper Smelter at Monchegorsk, Northwestern. Russia, Environmental Pollution, Vol. ۹۰, No.۳, PP.۲۹۱-۲۹۹.
- Kryuchkov, V.V. ۱۹۹۳. Degradation of ecosystems around the Severonikel smelter complex. In Aerial Pollution in Kola Peninsula, ed. M.V. Kozlov ,E.Haukioja & V.T. Yarmishko, Proc Int . Wkshop, ۱۴-۱۶ April ۱۹۹۲, St petersburg, PP.۳۵-۴۶,Apatity.
- Nriagu, J.O.and J.M. Pacyna. ۱۹۸۸. Quantitative assessment of world -wide contamination of air, water and soils by trace metals Nature. ۳۳۳:۱۳۴-۱۳۹.
- Pendias . A. K , and H. Pendias .۱۹۹۲ . Trace elements in soils and plants : V. Lead , ۲nd ed . Boca Raton Arbor , London , p . ۱۸۷-۱۹۸.
- Wolfgang . B.R. ۱۹۹۵ . Metal accumulation in arthropods near a Lead.Zinc smelter in arnoldstein, Austria, Environmental Pollution , Vol . ۹۰, No.۲, PP. ۲۲۱-۲۳۷.

Abstract

The current research in the area around the Shahid Mohammad Montazeri industry was conducted in ۱۳۹۳. ۶۷ soil samples from the study area was taken and transported to the laboratory. The results showed that the average concentration of availableconcentration of copper, zinc, manganese and iron was less than to the critical level (except zinc) and addition of these elements to the soil for agricultural use is not restricted. The total concentration of heavy metals copper, zinc, manganese, nickel, cobalt, chromium, and lead was less critical level and did not any limitation in the soil. But total concentration of cadmium was above the critical level and its concentration in the soil was contaminated.