فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال هشتم، شماره ۲۶، بهار۱۳۹۳

بررسی میزان عناصر غیر ضروری در سبزیجات برگی زمین های زراعی آلوده به فلزات سنگین در حومه شهر قدس

بهزاد ثانی
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران dr.b.sani@gmail.com

چکیده

آلودگی خاک و محصولات کشاورزی پرمصرف از جمله سبزیجات برگی توسط فلزات سنگین بدلیل مدیریت ناصحیح در نظام های زراعی در دنیا موجبات نگرانی در جوامع بشری را فراهم کرده است. در این تحقیق نمونه برداری از ۱۰ مزرعه برای مطالعه فلزات سنگین (Pb, Ni, Hg, Cd) موجود در سبزیجات برگی شامل: کاهو (*Lactuca sativa*)، اسفناج (*Spinacia oleracea*) و جعفری (*Petroselinum crispum*) انجام گرفته است. به منظور انجام نمونه برداری از سبزیجات برگی، در پایان فصل رشد از هر مزرعه به طور تصادفی ۵ نمونه از ابتدا،انتها و وسط هر کرت برداشت شده و سپس میزان الودگی هر مزرعه به فلز ات سنگین مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصله از این آزمایش نشان داد که اثر تیمار فلزات سنگین تاثیر معنی داری بر سبزیجات برگی داشت. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین مقدار سرب (۰/۱۷ mg/kg)، جیوه (۰/۰۲ mg/kg) و کادمیوم (۰/۱۳ mg/kg) در اسفناج و بیشترین مقدار نیکل (۰/۱۰ mg/kg) در گیاه کاهو بدست آمد. همچنین کمترین مقدار سرب (۰/۱۱ mg/kg) و کادمیوم (۰/۱۰ mg/kg) در کاهو، نیکل (۰/۰۸ mg/kg) در جعفری و در نهایت فلز سنگین جیوه با (۰/۰۲ mg/kg) کمترین مقدار را در سبزیجات کاهو و جعفری داشت.

واژگان کلیدی: میزان آلودگی، سبزیجات برگی، فلزات سنگین، نظام های زراعی

مقدمه

سبزیجات برگی امروزه در دنیا به صورت گسترده ای کشت می شوند و به سبب ارزش غذایی فراوانی که دارند، جزو محصولات پر اهمیت به شمار می آیند. سبزیجاتی مانند: کاهو، اسفناج و جعفری به لحاظ دارا بودن انواع ویتامین ها، مواد معدنی، مواد پروتئینی و مواد سلولزی نقش بسیار مهمی در تغذیه و سلامتی انسان ایفا می کنند. سبزیها با دارا بودن میزان زیادی ویتامین و مواد معدنی به عنوان یکی از ارکان اصـــلی رفع احتیاجات غذایی انسان از اهمیت ویژه ای برخوردارند. بشر از ابتدا جهت تامین قسمتی از غذای مورد نیاز خود از این محصولات استفاده می کرده است. آلودگی سبزیجات به فلزات سنگین از نگرانی های بزرگ متخصصان علوم تغذیه می باشد. گزارش های بسیاری نشان می دهد که Cd، Zn، Cu و هومیک اسید باعث کاهش جذب فلزات سنگین چون از طریق باند کردن آنها می شود [7].

در مسائل زیست محیطی بررسی فلزات سنگین از اهمیت خاصی برخوردار است [۲]. مهم ترین آلاینده های خاک شامل: فلزات سنگین، بارش اسیدی و مواد آلی می باشند، از این بین، فلزات سنگین در سالیان اخیر به دلیل خصوصیات آلایندگی شان در خاک شدیداً مورد توجه قرار گرفته اند. تغییرات مکانی محتویات فلزات سنگین در خاک سطحی کشاورزی ممکن است تحت تأثیر مواد خاک مادری و منابع انسانی باشد به عبارت دیگر این فلزات به طور طبیعی در خاک وجود دارند. اما در اثر فعالیت های انسانی هم، به خاک افزوده می شوند. در حقیقت فعالیت های انسانی ممکن است منجر به تجمع بیشتر فلزات سنگین در خاک شود [10]. آلودگی فلزات سنگین نه تنها به طور مستقیم برخصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش فعالیت بیولوژیکی و کاهش دستیابی زیستی مواد مغذی خاک تأثیر می گذارند، بلکه خطر جدی برای سلامتی انسان و امنیت زیست محیطی از طریق ورود در زنجیره غذایی و نفوذ در آبهای زیرزمینی محسوب می شوند [4]. آلودگی خاکها و محیط های آبی با فلزات سنگین یک مشکل جدی و درحال گسترش است. ورود فلزات سمی از طریق فعالیتهای انسانی باعث آلودگی بسیاری از خاکها شده است به طوری که شدت آلودگی در این خاکها یا بیش از حد طبیعی است و یا به زودی به آن خواهد رسید [12]. همچنین آلودگی خاکها به فلزات سنگین با توجه به اثرات آن در به خطر افتادن سلامتی انسانها، سمیت گیاهان و اثرات طولانی مدت که بر حاصلخیزی خاک می گذارند، تبدیل به یک بحران جهانی شده است [5].

مواد و روشها

این تحقیق در زمینهای زراعی مختلف شهرستان قدس انجام شد. شهرستان قدس واقع در کیلومتر ۲۰ جاده مخصوص تهران - کرج واقع شده است. شهرستان قدس واقع در غرب تهران با طول جغرافیائی ۲۱ ٤۰ غربی و عرض جغرافیائی ۳۸ ۲۷ شمالی است. همچنین میانگین ارتفاع مزارع آزمایشی از سطح دریا ۱٤۱۷ متر می‌باشد.

جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع، نمونه هایی از خاک به صورت دست نخورده درون کیسه های پلاستیکی قرار داده شد و با برچسب مخصوص به آزمایشگاه مکانیک خاک ارسال شد و پس از بررسی و تحلیل نمونه، میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزارع به شرح جدول زیر ارائه گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزارع

پارامتر اندازه گیری شده	واحد	غلظت
شن	درصد	۵۸.۷۲
رس	درصد	۱۹.۹
سیلت	درصد	۲۲.۰۹
هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۰.۷۵
ph	-	۷.۹۰
فسفر	mg/kg	۳۸
پتاسیم	mg/kg	۲۱
ماده آلی	درصد	۰.۸۸

سبزیجات مورد آزمایش کاهو، اسفناج و جعفری بودند و فلزات سنگین اندازه گیری شده شامل: سرب، نیکل، جیوه و کادمیوم بود که اندازه گیری فلزات سنگین بوسیله دستگاه جذب اتمی انجام گرفت.جامعه آماری مورد بررسی برای هر سبزی شامل ۱۰ مزرعه بود که ۵ نمونه از هر مزرعه به طور تصادفی از ابتدا، انتها و وسط آن گرفته شد. و هر یک از نمونه ها در شرایط ٤ درجه سانتی گراد و در رطوبت اشباع به محل اندازه گیری فلزات سنگین منتقل شد تا وضعیت متوسط هر مزرعه از لحاظ آلودگی به فلزات سنگین مورد بررسی قرار گیرد. همچنین جهت انتقال نمونه ها به آزمایشگاه از کیسه های پلی اتیلنی استفاده شد. در نهایت تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده طبق مدل آماری و با استفاده از نرم افزار (Spss Version 16) انجام شد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده گردید. همچنین نمودارها توسط نرم افزار Excel ترسیم گردیدند.

بررسی میزان فلزات سنگین Pb, Ni, Hg, Cd در هر گیاه

در گیاه کاهو تیمارهای مختلف فلزات سنگین اثر معنی داری داشت (P≤ ۰.۰۱) و بیشترین مقدار فلز سنگین مربوط به سرب با ۰.۱۱ mg/kg و کمترین مقدار فلز سنگین نیز مربوط به جیوه با ۰.۰۱ mg/kg میباشد (جدول ۲، شکل ۱). نتایج نشان داد اثر تیمارهای مختلف فلزات سنگین در اسفناج معنی دار شد در سطح (P≤۰.۰۵). همچنین سرب با ۰.۱۷ mg/kg بیشترین و جیوه با ۰.۰۲ mg/kg کمترین مقدار فلز سنگین در گیاه اسفناج بود (جدول ۳، شکل ۲). در جعفری هم اثر تیمارهای مختلف فلزات سنگین در سطح (P≤۰.۰۵) معنی دار شد و بیشترین فلزات سنگین سرب و کادمیوم با ۰.۱۲ mg/kg و کمترین فلز جیوه با ۰.۰۱ mg/kg بود (جدول ٤، شکل ۳).

بررسی میزان هر فلز در بین گیاه های مختلف

نتایج نشان داد که اثر سرب بر گیاهان مختلف معنی دار شد در سطح (P≤۰.۰۵). همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین میزان غلظت سرب در گیاه اسفناج با ۰.۱۷ mg/kg و کمترین میزان غلظت سرب با ۰.۱۱ mg/kg در گیاه کاهو بدست آمد. همچنین در هر سه گیاه کاهو، اسفناج و جعفری بیشترین میزان غلظت سرب را در بین تکرار ها در مزرعه ۵ و کمترین میزان غلظت سرب در مزرعه ٦ بدست آمد (جدول ۵، شکل ٤). در بین سه گیاه اثر نیکل معنی دار نبود اما کاهو با ۰.۱۰ mg/kg بیشترین و جعفری با ۰.۰۸ mg/kg کمترین میزان غلظت نیکل را داشتند (جدول ٦، شکل ۵). اثر تیمار جیوه بر سه گیاه کاهو، اسفناج و جعفری تاثیر معنی دار در سطح (P≤۰.۰۱) داشت که میانگین بیشترین میزان غلظت جیوه در گیاه اسفناج با ۰.۰۲ mg/kg و کمترین میزان غلظت جیوه با ۰.۰۱ mg/kg در گیاههای کاهو و جعفری مشاهده شد (جدول ۷، شکل ٦). در نهایت مقدار کادمیوم هم مانند سرب در سطح (P≤۰.۰۵) بر گیاهان مختلف معنی دار شد. و **مقایسه** میانگین ها حاکی از آن بود که میانگین بیشترین میزان غلظت کادمیوم در گیاه اسفناج با ۰.۱۳ mg/kg و کمترین میزان غلظت کادمیوم با ۰.۱۰ mg/kg در گیاه کاهو بدست آمده بود. همچنین در هر سه گیاه کاهو، اسفناج و جعفری بیشترین میزان غلظت کادمیوم در مزرعه ٤ بدست آمد (جدول ۸، شکل ۷). آلودگی محیط زیست از

جمله آلودگی خاک یکی از عوارض مهم به هم خوردن تعادل و توازن طبعیت می باشد [8]. محدوده مقاومت و میزان سازگاری در گیاهان بسیار متغیر است، به طوری که راندمان و میزان مکانیسم های سم زدایی در گیاهان نقش مهمی در بین میزان مقاومت و سازگاری آنها بر عهده داشته است [9].

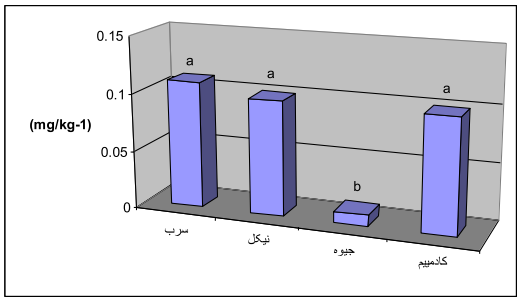
از طرف دیگر فلزات سنگین باقی مانده در رسوبات آلوده میتوانند در ریز اندامگان ها تجمع یافته و در نتیجه به زنجیره غذایی راه پیدا کرده و در نهایت ممکن است حیات موجودات زنده و بوم سامانه را به خطر بیندازند [13]. علی رغم تفاوت هایی که در رفتار عناصر سنگین از لحاظ تحرک و قابلیت جذب آنها در خاک وجود دارد، در اغلب موارد میزان خروج آنها از طریق آبشویی و یا جذب به وسیله گیاهان نسبت به میزان ورود آنها به خاک بسیار کمتر است. این امر موجب انباشته شدن تدریجی عناصر در خاک می شود. روند انباشت عناصر سنگین در خاک بسیار کند بوده و اثرات آن پس از ده ها سال قابل تشخیص است. به دلیل فرآیند انباشت عناصر تقریباً یک فرآیند برگشت ناپذیر است که در دراز مدت موجب کاهش کیفیت خاک و در نهایت تخریب اراضی کشاورزی می شود [۱]. همچنین مکانیزمهای جذب میتوانند برای یون های فلزی مختلف متفاوت باشند اما یون هایی که با مکانیسم های مشابه به داخل ریشه جذب میشوند احتمالاً با همدیگر رقابت می کنند. از سویی شواهد واضحی وجود دارد که شکلها و گونه های مختلف گیاهان در توانایی جذب، تجمع و تحمل فلزات سنگین تفاوت بسیار زیادی با هم دارند. بدین ترتیب مشخص میشود که در بررسی سمیت فلزات در سیستم های مختلف و پیچیده گیاه-خاک، عوامل زیادی وجود دارند که مرتبط با ویژگی های خاک، خصوصیات گیاه و دیگر عوامل زیست محیطی می باشند. ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی و رسیدن به غلظت های بحرانی، اثرات سوء متابولیکی و فیزیو لوژیکی در موجودات زنده به جای می گذارد [۳]. در نهایت دفع فلزات سنگین که با فعالیت های انسانی همراه باشد سبب آلودگی بسیاری از خاک ها در سراسر کره زمین شده است. بنابراین این شدت آلودگی در آینده ای نه چندان دور به حداکثر خود خواهدرسید [6,11].

نتیجه گیری

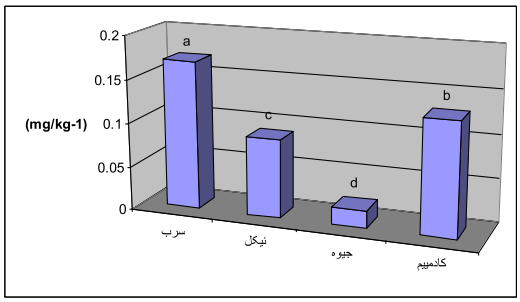
در بررسی میزان فلزات سنگین در هر گیاه نتایج نشان داد که در میان سه نوع سبزی مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد که نشانگر جذب متفاوت عناصر مختلف توسط هر گیاه می باشد. همچنین بررسی میزان هر فلز در بین گیاه های مختلف نشان داد که اسفناج به غیر از نیکل بالاترین میزان جذب عناصر سنگین را نسبت به دو گیاه دیگر داشته است که با توجه به آب، خاک و هوای آلوده شهر قدس که شهری صنعتی و در مجاورت پایتخت قرار دارد، کشت این گیاه در مقایسه با کاهو و جعفری کمتر توصیه می گردد.

سپاسگزاری

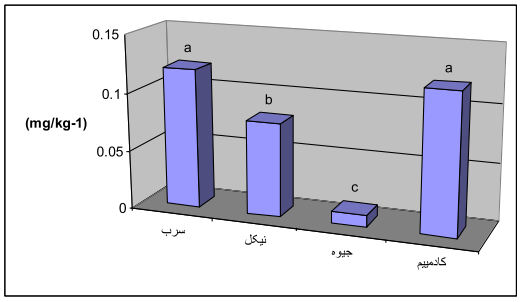
نگارنده از معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس که زمینه لازم جهت انجام این پژوهش را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می نماید.



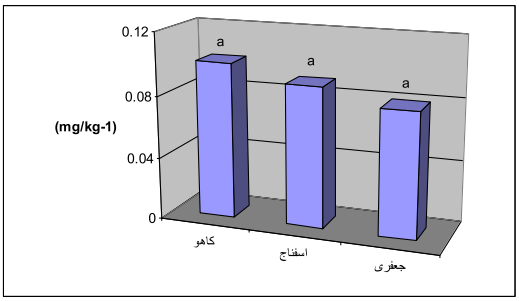
شکل ۱- مقدار فلزات سنگین مختلف در گیاه کاهو



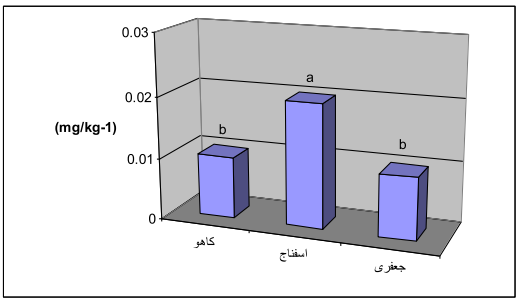
شکل ۲- مقدار فلزات سنگین مختلف در گیاه اسفناج



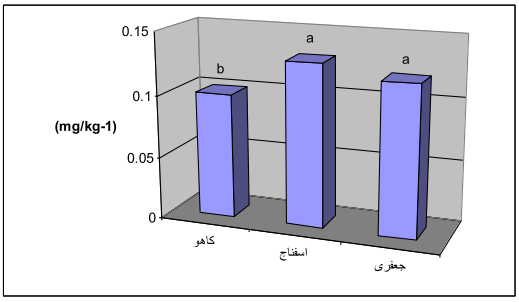
شکل ۳- مقدار فلزات سنگین مختلف در گیاه جعفری



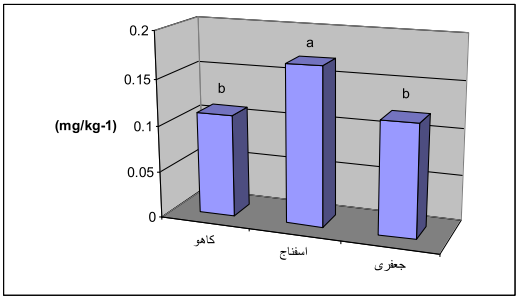
شکل ۵- مقدار نیکل در گیاه های مختلف



شکل ٦- مقدار جیوه در گیاه های مختلف



شکل ۷- مقدار کادمیوم در گیاه های مختلف



شکل ٤- مقدار سرب در گیاه های مختلف

جدول ۲- مقادیر فلزات سنگین مختلف در زمینهای زراعی کاهو (mg/kg^{-1})

فلز سنگین	مزرعه۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه٤	مزرعه٥	مزرعه٦	مزرعه۷	مزرعه۸	مزرعه۹	مزرعه۱۰	میانگین
سرب	0.13	0.11	0.10	0.13	0.15	0.09	0.11	0.11	0.13	0.12	0.11
نیکل	0.09	0.08	0.10	0.13	0.10	0.09	0.12	0.10	0.09	0.11	0.10
جیوه	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
کادمیوم	0.11	0.08	0.10	0.14	0.10	0.09	0.12	0.11	0.10	0.11	0.10

جدول ۳- مقادیر فلزات سنگین مختلف در زمینهای زراعی اسفناج (mg/kg^{-1})

فلز سنگین	مزرعه ۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه٤	مزرعه٥	مزرعه٦	مزرعه۷	مزرعه۸	مزرعه۹	مزرعه۱۰	میانگین
سرب	0.16	0.14	0.13	0.14	0.18	0.12	0.14	0.12	0.16	0.15	0.17
نیکل	0.08	0.08	0.11	0.10	0.09	0.08	0.11	0.09	0.08	0.11	0.09
جیوه	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
کادمیوم	0.14	0.12	0.14	0.16	0.13	0.08	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13

جدول ٤- مقادیر فلزات سنگین مختلف در زمینهای زراعی جعفری (mg/kg^{-1})

فلز سنگین	مزرعه ۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه٤	مزرعه٥	مزرعه٦	مزرعه۷	مزرعه۸	مزرعه۹	مزرعه ۱۰	میانگین
سرب	0.11	0.12	0.13	0.11	0.13	0.10	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12
نیکل	0.06	0.07	0.07	0.10	0.08	0.08	0.10	0.06	0.09	0.09	0.08
جیوه	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
کادمیوم	0.10	0.10	0.12	0.16	0.09	0.13	0.12	0.12	0.09	0.11	0.12

جدول ٥- مقادیر فلز سرب در کاهو، اسفناج و جعفری (mg/kg^{-1})

گیاه	مزرعه۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه٤	مزرعه٥	مزرعه٦	مزرعه۷	مزرعه۸	مزرعه۹	مزرعه۱۰	میانگین
کاهو	0.13	0.11	0.10	0.13	0.15	0.09	0.11	0.11	0.13	0.12	0.11
اسفناج	0.16	0.14	0.13	0.14	0.18	0.12	0.14	0.12	0.16	0.15	0.17
جعفری	0.11	0.12	0.13	0.11	0.13	0.10	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12

جدول ٦- مقادیر فلز نیکل در کاهو، اسفناج و جعفری (mg/kg^{-1})

گیاه	مزرعه۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه٤	مزرعه٥	مزرعه٦	مزرعه۷	مزرعه۸	مزرعه۹	مزرعه۱۰	میانگین
کاهو	0.09	0.08	0.10	0.13	0.10	0.09	0.12	0.10	0.09	0.11	0.10
اسفناج	0.08	0.08	0.11	0.10	0.09	0.08	0.11	0.09	0.08	0.11	0.09
جعفری	0.06	0.07	0.07	0.10	0.08	0.08	0.10	0.06	0.09	0.09	0.08

جدول ۷- مقادیر فلز جیوه در کاهو، اسفناج و جعفری (mg/kg^{-1})

گیاه	مزرعه۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه٤	مزرعه٥	مزرعه٦	مزرعه۷	مزرعه۸	مزرعه۹	مزرعه۱۰	میانگین
کاهو	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
اسفناج	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
جعفری	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01

جدول ۸- مقادیر فلز کادمیوم در کاهو، اسفناج و جعفری (mg/kg^{-1})

گیاه	مزرعه۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه٤	مزرعه٥	مزرعه٦	مزرعه۷	مزرعه۸	مزرعه۹	مزرعه۱۰	میانگین
کاهو	0.11	0.08	0.10	0.14	0.10	0.09	0.12	0.11	0.10	0.11	0.10
اسفناج	0.14	0.12	0.14	0.16	0.13	0.08	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13
جعفری	0.10	0.10	0.12	0.16	0.09	0.13	0.12	0.12	0.09	0.11	0.12

منابع

۱- امینی، م.، افیونی، م.، خادمی، ح.، (۱۳۸۵) مدل سازی توازن جرمی عناصر کادمیوم و سرب در زمین های زراعی منطقه اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ۱۰، شماره ٤، ص ۷۷ - ۸۹.

۲-حاج نجفی، غ.، جعفری، م.، الماسیان، م.، هوشیار، م.، (۱۳۸۹) بررسی اثرات زیست محیطی فلزات سنگین منطقه سیاه جنگل – سرکهنو. فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی و محیط زیست. دوره ٤، شماره ۱۱، ص ۱ - ۱۰.

۳-ناظمی، س.، خسروی، ا.، (۱۳۹۰) بررسی وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری. فصلنامه دانش و تندرستی. دوره ۵، شماره ٤، ص ۲۷ -۳۱.

4-Boisson, J., Ruttens, A., Mench, M., Vangronsveld, J., (1999). "Evaluation of hydroxyapatite as a metal immobilizing soil additive for the remediation of polluted soils. Part 1. Influence of hydroxyapatite on metal exchange ability in soil, plant growth and plant metal accumulation," Environ. Pollut, No.104, 225–233 pp.

5-Hammer, D., Keller, C., (2002). "Changes in rhizosphere of metal-accumulating plants evidenced by chemical extractants," J. Environ. Vol. 31, 1561-1569 pp.

6-Kabatta, A., Pendias, H., (2011). "Trace elements in soils and plants, 3rd Ed., CRC Press," Boca Raton FL.

7-Lguirati, A., Elmousadik, A., Hafidi, M., (2004). "Contribution alademarche dear habilitation des sites de charges au Maroc," Proceedings of the First International Symposium on the Management of Liquid and Solid Residues (Malisore), Mohammadia, Morocco, No.131, 26–27 pp.

8-Mashhadi Akbar Boojar, M., Goodarzi, F., (2007). "The Copper tolerance strategies and the role of antioxidative enzymes in three plant species grown on copper mine," Chemosphere, Vol. 67, 2138-2147 pp.

9-Mico, C., Recatala, L., Peris, M., Sanchez, J., (2006). "Assessing heavy metal sources in agricultural soils of an European Mediterranean area by multivariate analysis," Chemosphere, Vol. 65,. 863–872 pp.

10-Ratha, P., Pandab, D., Bhattac, K.C., Sahud., (2009). "Use of sequential leaching, mineralogy, morphology and multivariate statistical technique for quantifying metal pollution in highly polluted aquatic sediments-A case study: Brahmani and Nandira Rivers, India," Journal of Hazardous Materials, No. 163,. 632–644 pp.

11-Rossini Oliva, S. A., Fernandez, E., (2007). "Monitoring of heavy metals in topsoil, atmospheric particles and plant leaves to identify possible contamination sources." Microchemical Journal, Vol. 86, No. 3, 131-139 pp.

12-Wilson, T., Temple, N., (2001). "Nutritional health: strategies for disease prevention," Human Press,. 16-93 pp.

13-Yalcin, M. G., Battaloglu, R., Ilhan, S., (2007). "Heavy metal sources in Sultan Marsh and its neighborhood, Kayseri, Turkey," Environ Geol, Vol. 53, 399-415 pp.