فعالیت های صنعتی و آلودگی خاکهای کشاورزی به فلزات سنگین

احمد گلچین
دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

مقدمه

فلزات سنگین عناصری هستند که وزن اتمی آنها بین ۶۳/۵۴ و ۲۰۰/۵۹ و دارای وزن مخصوصی بیشتر از ۴ می باشند. این عناصر اجزاء طبیعی تشکیل دهندهٔ پوسته زمین هستند و فرایندهای طبیعی و همچنین فعالیت های انسان باعث آزادسازی آنها در محیط زیست می شود. فعالیت های آتشفشانی، آتش سوزی جنگلها، هوازدگی سنگها و کانیها از جمله عوامل طبیعی هستند که باعث آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین می شوند(۶). فعالیتهای حفاری و معدنی، کارخانجات ذوب فلز، سوزانیدن زباله و مواد زائد، ترافیک، مصرف سوختهای فسیلی در کارخانجات و مصرف حشره کش ها، کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب در کشاورزی از جمله منابع انسانی آلاینده محیط زیست به فلزات سنگین به حساب می آیند. در حال حاضر مقدار فلزات سنگین آزاد شده در محیط زیست از منشاء انسانی بمراتب بیشتر از منشاء طبیعی می باشد (۲).

توده های عظیم مواد زائد و کنسانتره های معدنی در مجاورت کارخانجات سرب و روی که اکثراً فاصله کمی با زمینهای کشاورزی دارند، میتواند باعث آلودگی گسترده زمینهای کشاورزی از طریق باد و یا سیلابهای فصلی شوند. آلودگی زمینهای کشاورزی و مراتع با فلزات سنگین و انتقال این عناصر از خاک به محصولات کشاورزی و دامی میتواند باعث ورود فلزات سنگین به چرخه غذایی انسان از طریق مصرف فرآورده های کشاورزی و دامی گردد. از آنجا که مسمومیت ناشی از بعضی فلزات سنگین مثل کادمیوم، سرب، کروم و جیوه میتواند باعث آسیب جدی به سیستم مغز و اعصاب، کلیه، سیستم تولید مثل و گردش خون گردد؛ لذا اطلاع از میزان فلزات سنگین در خاکهای استان و مقایسه آن با استانداردهای جهانی جهت تعیین میزان آلودگی آنها و اقدام در جهت رفع آن لازم و ضروری به نظر میرسد.

اهداف این تحقیق عبارت بودند از :

اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین زمینهای کشاورزی مجاور کارخانجات صنعتی و مقایسه آنها با استانداردهای جهانی برای تعیین میزان و نوع آلودگی خاکها.

بررسی امکان آلودگی محصولات زراعی و باغی استان به فلزات سنگین.

مواد و روشها

بمنظور بررسی تأثیر صنایع تولید کننده سرب و روی بر میزان آلودگی خاکهای کشاورزی، مناطقی از استان که محل استقرار این کارخانجات بودند انتخاب و تا شعاع ۵ کیلومتری از کارخانجات اقدام به نمونه برداری از زمین های کشاورزی گردید. نمونه ها از دو عمق ۰-۱۵ و ۳۰-۱۵ سانتیمتری تهیه و موقعیت جغرافیایی محل های نمونه برداری بوسیله دستگاه مکان یاب (GPS) تعیین و آدرس دقیق آنها ثبت گردید. نمونه های گیاهی نیز از محصولات زراعی و باغی کاشت شده در همین اراضی تهیه گردیدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک شامل بافت، pH ، C.E.C ، EC ، OC و میزان عناصر غذایی و فلزات سنگین شامل N ، P ، K ، Ca ، Mg ، Fe ،Mn ، Cu ، Zn ، Pb و Cd در نمونه های خاک و گیاه توسط روشهای آزمایشگاهی معمول در مؤسسه تحقیقات خاک و آب اندازه گیری گردیدند (۱). علاوه بر فرم قابل جذب عناصر غذایی و فلزات سنگین، مقادیر کل آنها نیز در خاک اندازه گیری گردید که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

نتایج و بحث

همانطوریکه نتایج تجزیه خاک نشان می دهد میزان کادمیوم قابل جذب برای گیاه درلایه سطحی خاک در تمامی نمونه‌ها بیشتر از ۳ میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشد(جدول۱). با توجه به اینکه حداکثر میزان مجاز کادمیوم توسط بسیاری از

کشورها و محققان ۳ میلی گرم در کیلوگرم خاک تعیین شده است (جدول ۳) نتایج تجزیه خاک حاکی از آلودگی شدید نمونه‌های برداشت شده به عنصر کادمیوم می باشد (۷). از آنجا که مقدار کل عناصر سنگین خاک برای سنجش میزان آلودگی مورد استفاده قرار می گیرد بنابر این می توان گفت که مقدار کادمیوم این نمونه ها چندین برابر مقدار مجاز است (جدول۱) .کادمیوم در پروفیل خاک نسبتاً متحرک بوده و بتدریج به لایه های عمقی خاک نفوذ می کند بطوریکه مقدار آن در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری خاکهای مورد مطالعه نیز قابل توجه می باشد (نتایج نشان داده نشده است). گیاهان قادرند بسهولت کادمیوم موجود در خاک را جذب نموده و مقادیر قابل توجهی از آن را در بافتهای خود نگه دارند بدون آنکه هیچگونه علائم ظاهری مسمومیت از خود نشان دهند (۳). مصرف گیاهان آلوده به کادمیوم توسط انسان و یا حیوانات باعث ورود این عنصر به چرخه غذایی انسان بطور مستقیم یا غیر مستقیم خواهد شد. کادمیوم از جمله فلزات بسیار خطرناک برای سلامتی انسان بوده و ماکزیمم مقدار قابل مصرف آن برای انسان از طریق تغذیه ۷۰ میکروگرم در روز ویا کمتر از ۰/۵ میلی گرم در هر هفته می باشد. مسمومیت با کادمیوم باعث آسیب جدی بهکلیه ها، استخوانها و سلسله اعصاب خواهد شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه نمونه های خاک جمع آوری شده از زمین های کشاورزی در مجاورت کارخانجات

شماره نمونه	عمق cm	EC ds/m	pH گل اشباع	مواد خنثی شونده T.N.V ٪	کربن آلی OC ٪	فسفر P	پتاسیم K	آهن Fe	منگنز Mn ppm	روی Zn	مس Cu	سرب Pb	کادمیم Cd
۱	۱۵-۰	۲/۶	۶/۷	۷/۲	۱/۶	۷۸	۶۶۰	۰/۴*	۰/۹	۶۲۲/۰	۳/۰	۰/۵	۳۰/۰
								۳۰۶۱۷**	۷۳۶	۴۹۸۳	۴۷/۳	۱۱۰	۶۲/۶
۲	۱۵-۰	۱/۱	۷/۶	۸/۹	۱/۷	۳۹/۵	۴۴۴	۰/۷	۴/۶	۵۸۶/۰	۲/۹	۲/۸	۸/۶
								۲۸۷۰۰	۶۴۹	۱۹۱۷	۲۷/۰	۵۹	۱۶/۱
۳	۱۵-۰	۴/۳	۷/۱	۷/۷	۱/۵	۷۰	۴۱۴	۰/۵	۰/۷	۷۶۰/۰	۳/۵	۲/۹	۲۷/۴
								۳۲۱۵۰	۸۲۳	۷۶۶۷	۷۱/۶	۵۶۷	۱۳۵/۰
۴	۱۵-۰	۲۱/۴	۷/۱	۱۱/۴	۰/۷	۱۷/۲	۱۱۶۰	۱۰/۷	۹/۰	۴۶۴/۰	۲/۳	۴۵/۴	۸/۰
								۳۳۳۸۳	۹۰۲	۱۰۴۷	۲۴/۶	۱۳۷	۱۰/۶
۵	۱۵-۰	۱/۴	۷/۷	۱۷/۸	۰/۷	۳۳/۵	۴۵۴	۳/۹	۶/۵	۴۳۵/۰	۱/۶	۱۷/۰	۳/۰
								۳۴۹۶۷	۷۰۳	۱۸۵۰	۳۲/۳	۲۰۷	۱۲/۴
۶	۱۵-۰	۰/۸	۷/۸	۱۶/۱	۰/۵	۱۷	۴۸۴	۰/۱	۰/۱	۶۱۹/۰	۰/۶	۱/۱	۳/۸
								۲۸۳۸۳	۷۲۶	۱۱۵۰۰	۳۴/۶	۵۴۳	۳۶/۷
۷	۱۵-۰	۲/۳	۷/۹	۱۶/۴	۰/۵	۶/۸	۲۸۴	۰/۲	۰/۲	۶۱۲/۰	۰/۴	۱/۱	۶/۰
								۳۲۱۰۰	۶۶۶	۳۴۳۳	۳۳/۳	۴۰۰	۲۵/۰
۸	۱۵-۰	۲۲/۳	۷/۲	۱۵/۶	۰/۳	۶۴/۵	۲۸۴	۰/۲	۷/۴	۵۲۰/۰	۰/۸	۹۸/۲	۵/۴۰
								۲۳۳۵۰	۶۷۶	۱۰۹۸۳	۲۲/۰	۱۸۰۰	۹۹/۷
۹	۱۵-۰	۱/۸	۷/۴	۸/۷	۳/۷	۴۵/۴	۹۲۰	۰/۲	۴/۰	۵۸۴/۰	۰/۲	۱۶/۶	۷/۲۰
								۲۲۵۶۷	۴۴۳	۲۲۸۳۳	۱۷۲/۲	۱۵۸۵۰	۳۲۳۳/۰
۱۰	۱۵-۰	۱۵/۸	۴/۵	۰	۰/۶	۱۳/۴	۱۱۲۰	۰/۱	۲۹/۶	۹۵۶/۰	۲/۲	۳۲/۴	۴۷/۳۰
								۳۳۱۳۲	۷۸۶	۱۱۸۳۳	۱۸۰/۰	۵۸۶۷	۲۷۲/۰

*مقدار قابل جذب عناصر در خاک

** مقدار کل عناصر در خاک

جدول شماره ۲- محدوده نرمال و مقدار ماکزیمم مجاز فلزات سنگین در خاکها *(Kloke 1980)*

عنصر شیمیایی	محدوده مقدار نرمال برحسب ppm	مقدار ماکزیمم مجاز برحسب ppm
کادمیوم	۰/۱-۱	۳
کبالت	۱-۱۰	۵۰
کرم	۲-۵۰	۱۰۰
مس	۱-۲۰	۱۰۰
نیکل	۲-۵	۵۰
سرب	۰/۱-۲۰	۱۰۰
روی	۳-۵۰	۳۰۰

میزان سرب قابل جذب در گیاه در خاکهای مورد مطالعه اگر چه کمتر از ۱۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم خاک می باشد ولی میزان سرب کل بسیار زیاد ودر کلیه نمونه ها بجز نمونه شماره ۲ از ۱۰۰ میلی در هر کیلوگرم خاک تجاوز می نماید (جدول ۱). حداکثر مقدار مجاز سرب در خاک توسط بسیاری از کشورهای ۱۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم خاک تعیین شده و معدودی از کشورهامثل ژاپن و آلمان آنرا تا حد ۵۰۰ میلی گرم درهر کیلوگرم خاک پذیرفته اند (۵). بنابراین براساس استاندارد بسیاری از کشورها و همانطور که کلوک (۷) پیشنهاد نموده است (جدول ۲) کلیه نمونه ها موردمطالعه بجز نمونه شماره ۲ را می توان آلوده به سرب در نظر گرفت. برخلاف کادمیوم تحرک سرب در خاک بسیار کم بوده و لذا بیشتر در لایه سطحی خاک تجمع می نماید. انتقال سرب از طریق ریشه و خاک به قسمتهای هوایی گیاه بسیار کم و سرب موجود در قسمتهای هوایی گیاه بیشتر از طریق هوا و بوسیله شاخه و برگ جذب می شود. خاک و گردوغبار از جمله منابع سرب در بدن کودکان بوده و میزان سرب در خون می تواند رابطه نزدیکی با میزان سرب در خاک داشته باشد. سرب برای مغز،کلیه، سیستم تولیدمثل وگردش‌خون مضربوده ومسمومیت با سرب باعث کاهش هوش، ناباروری، آسیب کلیه و ایجاد تنش در انسان می‌شود.

میزان روی قابل جذب در لایه سطحی خاکهای مورد مطالعه بسیار زیاد و از سایر فلزات اندازه گیری شده بیشتری می باشد (جدول ۱). با توجه به اینکه میزان روی قابل جذب گیاه در خاکها بطور طبیعی بسیار کم و در محدوده چند میلی گرم در هر کیلوگرم خاک می باشد وجود بیش از چند صد میلی گرم روی قابل جذب در هر کیلوگرم خاک حاکی از آلودگی بسیار شدید خاکهای مورد مطالعه به این عنصر می باشد. منابع مختلف نشان می دهد که وجود یک میلی گرم روی قابل جذب در هر کیلوگرم خاک برای رشد اکثر گیاهان کافی بوده و مقدار زیاد روی قابل جذب نظیر آنچه در خاکهای مورد مطالعه مشاهده شد باعث مسمومیت گیاهان و ظهور کمبود عناصری مثل آهن ،مس، منگنز و فسفر خواهد شد (۸). میزان روی کل در این خاکها چند برابر میزان روی قابل جذب و در محدوده چند هزار میلی گرم در هر کیلوگرم خاک است (جدول ۱). با عنایت به اینکه میزان ماکزیمم روی مجاز در خاک ۳۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم خاک تعیین شده است(جدول ۲) خاکهای مورد مطالعه حاوی بیش از ۱۰ تا ۷۰ برابر مقدار مجاز، روی می باشند.

نتایج تجزیه نمونه های گیاهی نیز حاکی از آلودگی گیاهان و محصولات زراعی منطقه به فلزات سنگین می باشد (نتایج نشان داده نشده است).

منابع مورد استفاده

۱- علی احیایی، مریم. ۱۳۷۳. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳ ، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
2- Alloway, B.J. (1995). Heavy metals in soils, Blackie Academic and Profesional.
3- Balsberg Pahlsson, A.-M. (1989). Toxiacity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants. A Literature review. Water, Air, and Soil Pollution. 47, 287 319.

4- Jung, M.C., and Thornton, I. (1996). Heavy metals contamination of soils and plants in the vicinity of lead zinc mine, Korea. Applied Geochemistry 11, 53-59.
5- Kabata - Pendias, A. (1995). Agricultural problem related to excessive trace metal

Forstner and P. Mader), Springer Verlag, Berlin, New York, Tokyo, 3-18.
6- Kennish, M.J. (1992). Ecology of Estuaries : Anthropogenic Effects. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida, USA.
7- Kloke, A. (1980). Richwerte 80, Orientierungsdaten fur tolerierbare gesamtgehalte eingen elemente in kulturboden, Mitt. VDLUFA, H.2, 9-11.
8- Mengel, K. and Kirkby, E.(1982). Principles of Plant Nutrition (3rd Edition). Internattional Potash Institute, Bern, Switzerland.