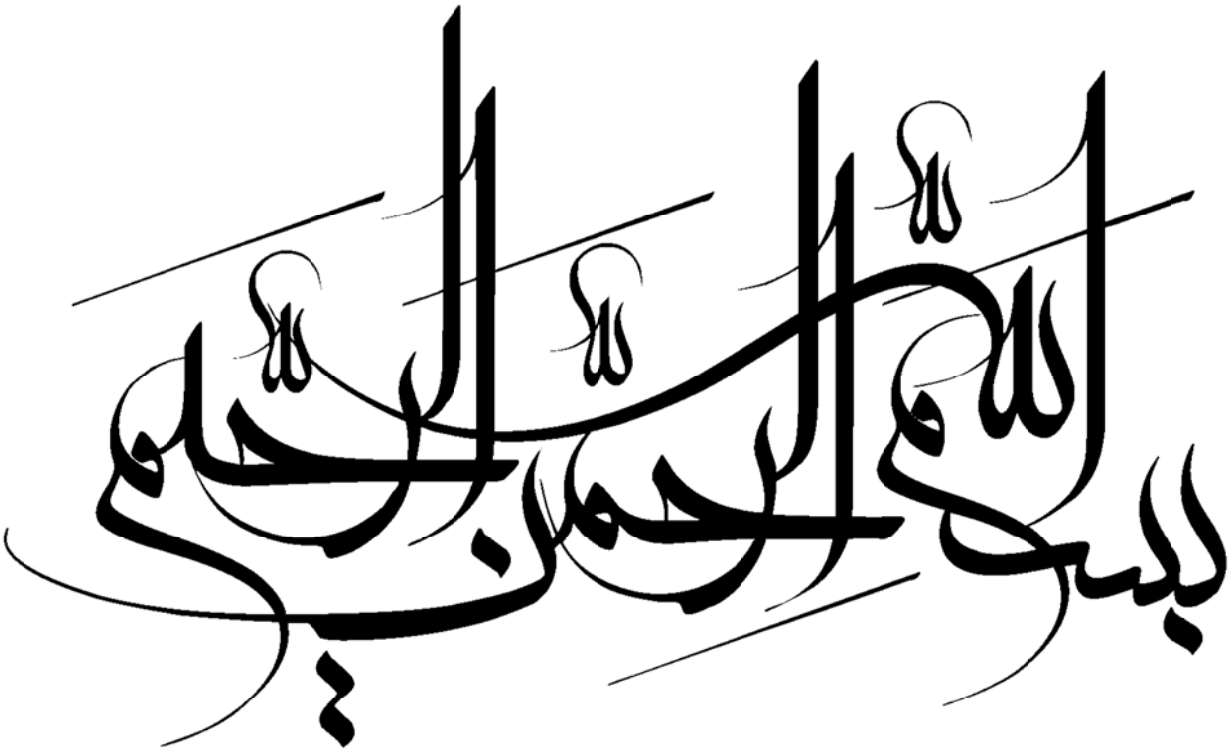
بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده: کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی خاکشناسی گرایش پیدایش و رده‌بندی خاک

تغییرات مکانی و زمانی برخی از عناصر سنگین در غبارات اتمسفری منطقه لنجانات اصفهان

استادان راهنما

دکتر محمدحسن صالحی

دکتر جهانگرد محمدی

پژوهشگر

نجمه نمازی ریزی

مهر ماه ۱۳۹۲

دانشکده: کشاورزی

گروه: خاکشناسی

پایان نامه خانم نجمه نمازی ریزی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی گرایش پیدایش و رده بندی با عنوان: تغییرات مکانی و زمانی برخی از عناصر سنگین در غبارات اتمسفری منطقه لنجانات اصفهان در تاریخ ۹۲/۷/۶ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۵۶ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. **استادان راهنمای پایان نامه**

دکتر محمدحسن صالحی (دانشیار) .....

دکتر جهانگرد محمدی (دانشیار) .....

۲. **استادان مشاور پایان نامه**

---

۳. **استادان داور پایان نامه**

دکتر مهدی نادری (استادیار) .....

دکتر عطا اله ابراهیمی (دانشیار) .....

دکتر سید حسن طباطبائی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده کشاورزی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت. هم اکنون که به لطف الهی به فرجام این پژوهش رسیده ام شایسته است از تمام بزرگوارانی که در محضرشان بهره ها آموختم صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. از پدر و مادر عزیزم . . . این دو معلم بزرگوارم . . . که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند با تمام وجود قدردانم . از برادرانم نیز که همواره مشوق من بوده اند، سپاسگزارم. از استادان بزرگوارم، جناب آقایان دکتر محمد حسن صالحی و دکتر جهانگرد محمدی که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند نهایت تشکر را دارم و کمک های ایشان را سپاس می دارم. همچنین از آقایان دکتر مهدی نادری و دکتر عطا اله ابراهیمی به دلیل قبول زحمت داوری پایان نامه و نیز از آقای دکتر علیرضا نعمتی نماینده تحصیلات تکمیلی سپاسگزارم. از سایر اساتید محترم گروه خاکشناسی، مسئولین آزمایشگاه خاکشناسی و کلیه دوستان عزیزم که هر کدام به نحوی در این راه یاری گرم بودند قدردانی نموده و موفقیتشان را در تمام لحظات زندگی آرزو می کنم. از اداره هواشناسی شهرستان لنجان و کلیه خانواده های محترمی که در انجام این پایان نامه با من همکاری نمودند سپاسگذارم.

تقدیم به خدایی که آفرید:

جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را، عشق را. . . . .

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم:

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی سخاوت، سکوت، مهربانی و. . . . .

تقدیم به مادر عزیزتر از جانم:

مادرم هستی من ز هستی توست تا هستم و هستی دارمت دوست. . . . .

تقدیم به برادرانم:

که وجودشان شادی بخش و مایه دلگرمی من است. . . . .

چکیده

امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی، آلوده‌شدن خاک‌های کشاورزی توسط عناصر سنگین ناشی از فعالیت-های انسان است. یکی از راه‌های اصلی ورود و تجمع فلزات سنگین در اراضی کشاورزی ناشی از فرونشست‌های اتمسفری حاصل از فعالیت‌های صنعتی، کودهای شیمیایی، کودهای حیوانی، لجن فاضلاب، کمپوست و آفت‌کش‌ها است. نقشه میزان عناصر سنگین در غبارات اتمسفری می‌تواند وضعیت آلودگی و شدت آن را در مناطق صنعتی نشان دهد و بدین طریق، گامی در جهت مدیریت صحیح و رفع آلودگی منطقه برداشته شود. این مطالعه به منظور بررسی مکانی و زمانی فلزات سنگین موجود در غبارات اتمسفری منطقه لنجانات اصفهان انجام شد. نمونه‌برداری از ۶۰ نقطه با ارتفاع تقریبا یکسان در منطقه با استفاده از تله‌های شیشه‌ای در طی چهار فصل سال، انجام و وزن کل آن‌ها و میزان عناصر سنگین کادمیم، سرب، روی، مس و نیکل در آن‌ها اندازه‌گیری گردید. سپس، محاسبات آماری و زمین‌آماری بر روی بر روی داده‌ها انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین فرونشست غبارات به جز فصل بهار با پاییز در تمام فصول، اختلاف بسیار معنی‌داری باهم دارند. میانگین غلظت عناصر روی، سرب و کادمیم در تمام فصول بالاتر از حد مجاز تعریف شده برای خاک بود. ورود مستقیم و یا غیرمستقیم این عناصر به زنجیره غذایی می‌تواند بیماری‌های مختلفی را برای انسان ایجاد نماید. میانگین عناصر مورد مطالعه در اکثر فصول با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشت. نتایج همچنین نشان داد در فصول مختلف، همبستگی معنی‌داری بین برخی از عناصر وجود دارد که می‌تواند نشان‌دهنده‌ی منشأ مشترک آن‌ها باشد. تجزیه و تحلیل نقشه‌های کریجینگ بیانگر این بود که آلودگی منطقه به فلزات روی، سرب و کادمیم بیش‌تر تحت کنترل معدن سرب و روی باما موجود در منطقه می‌باشد. مقایسه‌ی چشمی نقشه‌ها و میزان همخوانی محاسبه شده، نشان‌دهنده‌ی تفاوت قابل توجه نقشه‌های هر عنصر در فصول مختلف بود که این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در سرعت باد و تغییر جهت آن، میزان و نوع فعالیت معادن و صنایع و میزان رطوبت خاک و هوا در فصول مختلف باشد. بنابراین، بایستی توجه داشت که اگر مقادیر عناصر اهمیت دارد تفسیر وضعیت آلودگی با داده‌های یک فصل می‌تواند به‌شدت گمراه کننده باشد. مطالعه میزان و غلظت عناصر در جهات مختلف باد می‌تواند در تعیین منشأ آن‌ها مفید واقع گردد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، فصول سال، غبارات اتمسفری، جهت باد

فهرست مطالب

عنوان | شماره صفحه

فصل اول – مقدمه ۶

فصل دوم – پیشینه تحقیق و بررسی منابع ۹

۲-۱ فلزات سنگین ۱۰

۲-۱-۲ مس ۱۲

۲-۱-۳ نیکل ۱۲

۲-۱-۴ سرب ۱۳

۲-۱-۵ روی ۱۳

۲-۲ منشاء فلزات سنگین ۱۴

۲-۲-۱ منشاء طبیعی فلزات سنگین ۱۴

۲-۲-۲ منشاء انسانی فلزات سنگین ۱۴

۲-۳ تأثیرات فلزات سنگین بر موجودات زنده ۱۵

۲-۴ غبارات اتمسفری ۱۷

۲-۴-۱ غبارات اتمسفری و فلزات سنگین ۱۸

۲-۴-۲ اثرات غبارات اتمسفری بر روی موجودات زنده ۲۵

۲-۵ فلزات سنگین و خاک ۲۸

فصل سوم – مواد و روش‌ها ۳۴

۳-۱ منطقه‌ی مورد مطالعه ۳۴

۳-۲ مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری ۳۴

۳-۳ مطالعات آزمایشگاهی ۳۶

۳-۳-۱ نرخ فرونشست گرد و غبار ۳۶

۳-۳-۲ اندازه‌گیری عناصر سنگین ۳۶

۳-۴ بررسی وضعیت آماری و زمین‌آماری داده‌ها ۳۶

۳-۴-۱ بررسی وضعیت توزیع داده‌ها ۳۷

۳-۴-۲ تعیین همسانگردی و ناهمسانگردی ۳۷

۳-۴-۲ محاسبه و برازش مدل به تغییرنما ۳۷

۳-۴-۳ تعیین میزان وابستگی مکانی ۳۷

عنوان | شماره صفحه

۳-۵ بررسی میزان همخوانی نقشه‌ها ۳۸
فصل چهارم – نتایج و بحث ۳۹
۴-۱ الگوی جریان باد در طول دوره نمونه‌برداری ۳۹
۴-۲ نرخ فرونشست گرد و غبار ۴۲
۴-۳وضعیت توزیع داده‌ها ۴۳
۴-۴ غلظت فلزات سنگین در غبارات اتمسفری ۴۴
۴-۴-۱ روی ۴۴
۴-۴-۲ سرب ۴۵
۴-۴-۳ کادمیم ۴۶
۴-۴-۴ مس ۴۶
۴-۴-۵ نیکل ۴۷
۴-۴-۶ مقدار سالانه فلزات موجود در غبارات اتمسفری ۴۷
۴-۵ مقایسه میانگین و روند تغییرات فصلی فلزات سنگین ۴۷
۴-۶ ضریب همبستگی بین فلزات سنگین ۵۰
۴-۷ مقایسه غلظت عناصر سنگین در غبار با غلظت این عناصر در خاک ۵۱
۴-۸ تغییرات مکانی غلظت عناصر در غبارات اتمسفری ۵۲
۴-۸-۱ توصیف فضایی متغیرها ۵۲
۴-۸-۲ تعیین همسانگردی و ناهمسانگردی ۶۲
۴-۸-۳ محاسبه و برازش مدل به تغییرنما ۶۶
۴-۸-۴ نقشه‌های پیوسته ۷۱
۴-۹ بررسی میزان همخوانی نقشه‌ها ۸۴
۴-۱۰ مقایسه مقادیر فلزات سنگین در مطالعه حاضر با مقادیر جهانی ۸۵
۴-۱۱ نتیجه‌گیری ۸۷
۴- ۱۲ پیشنهادها ۸۸
منابع ۸۹

فهرست شکل‌ها

عنوان | شماره صفحه

شکل۳-۱: منطقه‌ی مورد مطالعه و موقعیت نمونه‌ها ۳۵
شکل۳-۲: تله نمونه‌برداری غبارات اتمسفری (سمت راست) و شیوه نمونه‌برداری (سمت چپ)..... ۳۵
شکل ۴-۱: تصاویر گلباد منطقه مورد مطالعه در ۱) پاییز ۱۳۹۰، ۲) زمستان ۱۳۹۰، ۳) بهار ۱۳۹۱، ۴) تابستان ۱۳۹۱ ..... ۴۰
ادامه شکل ۴-۱ ..... ۴۰
شکل ۴- ۲: نمودار نرخ فرونشست غبارات اتمسفری (DDR) در فصول سال ۴۲
شکل ۴-۳ : نمودارهای Normal probably plot فلزات سنگین در فصل پاییز، سمت چپ قبل از نرمال شدن، سمت راست پس از نرمال شدن..... ۴۳
ادامه‌ی شکل ۴-۳ ..... ۴۴
شکل ۴- ۴ : روند تغییرات میانگین فلزات سنگین در فصول سال ۴۹
شکل ۴-۵ : توزیع فضایی عنصر روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۵۲
ادامه شکل ۴-۵ ..... ۵۳
ادامه شکل ۴-۵ ..... ۵۴
شکل ۴- ۶: توزیع فضایی عنصر سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۵۴
ادامه شکل ۴- ۶..... ۵۵
ادامه شکل ۴- ۶: توزیع فضایی عنصر سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۵۶
شکل ۴-۷ : توزیع فضایی عنصر کادمیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۵۶
ادامه شکل ۴-۷ ..... ۵۷
ادامه شکل ۴-۷ ..... ۵۸
شکل ۴-۸ : توزیع فضایی عنصر مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۵۸
ادامه شکل ۴-۸ ..... ۵۹
ادامه شکل ۴-۸ ..... ۶۰
شکل ۴- ۹ : توزیع فضایی عنصر نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۶۰
ادامه شکل ۴- ۹ ..... ۶۱
ادامه شکل ۴- ۹ : توزیع فضایی عنصر نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۶۲
شکل ۴- ۱۰ : تصاویر همسان‌گردی و ناهمسان‌گردی عنصر روی در فصول سال ۶۲
ادامه شکل ۴- ۱۰ ..... ۶۳
شکل ۴- ۱۱ : تصاویر همسان‌گردی و ناهمسان‌گردی عنصر سرب در فصول سال ۶۳
شکل ۴- ۱۲ : تصاویر همسان‌گردی و ناهمسان‌گردی عنصر کادمیم در فصول سال ۶۴
شکل ۴- ۱۳ : تصاویر همسان‌گردی و ناهمسان‌گردی عنصر مس در فصول سال ۶۴
ادامه شکل ۴- ۱۳ ..... ۶۵
شکل ۴- ۱۴ : تصاویر همسان‌گردی و ناهمسان‌گردی عنصر نیکل در فصول سال ۶۵
شکل ۴- ۱۵ : تغییرنمای عنصر روی در فصول سال ۶۶
شکل ۴- ۱۶ : تغییرنمای عنصر سرب در فصول سال ۶۷

عنوان | شماره صفحه

شکل ۴- ۱۷ : تغییرنمای عنصر کادمیم در فصول سال ۶۸
شکل ۴- ۱۸ : تغییرنمای عنصر مس در فصول سال ۶۹
شکل ۴- ۱۹: تغییرنمای عنصر نیکل در فصول سال ۷۰
شکل ۴- ۲۱ : نقشه کریجینگ عنصر روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۷۲
ادامه‌ی شکل ۴- ۲۱ ..... ۷۳
شکل ۴- ۲۲ : نقشه کریجینگ عنصر سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۷۴
ادامه‌ی شکل ۴- ۲۲ ..... ۷۵
ادامه‌ی شکل ۴- ۲۲ ..... ۷۶
شکل ۴- ۲۳ : نقشه کریجینگ عنصر کادمیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۷۷
ادامه‌ی شکل ۴- ۲۳ ..... ۷۸
شکل ۴- ۲۴ : نقشه کریجینگ عنصر مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۷۹
ادامه‌ی شکل ۴- ۲۴ ..... ۸۰
ادامه‌ی شکل ۴- ۲۴ ..... ۸۱
شکل ۴- ۲۵ : نقشه کریجینگ عنصر نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول سال ۸۲
ادامه‌ی شکل ۴- ۲۵ ..... ۸۳

فهرست جدول‌ها

عنوان | شماره صفحه

جدول ۲-۱ دامنه غلظت زمینه و نرمال (میلی‌گرم بر کیلوگرم) برخی فلزات سنگین در خاک (الووی، ۱۹۹۰) ۱۱
جدول ۴-۱ : خلاصه آماری غلظت روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول مختلف سال ۴۵
جدول ۴-۲ : خلاصه آماری غلظت سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول مختلف سال ۴۵
جدول ۴-۳ : خلاصه آماری غلظت کادمیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول مختلف سال ۴۶
جدول ۴-۴ : خلاصه آماری غلظت مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول مختلف سال ۴۶
جدول ۴-۵ : خلاصه آماری غلظت نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در فصول مختلف سال ۴۷
جدول ۴-۶ : مقدار فلزات سنگین موجود در غبارات اتمسفری (کیلوگرم در سال) ۴۷
جدول ۴-۷ : مقایسه میانگین غلظت عناصر در چهار فصل ۴۸
جدول ۴-۸ : ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین در فصل پاییز ۵۰
جدول ۴- ۹ : ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین در فصل زمستان ۵۰
جدول ۴- ۱۰ : ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین در فصل بهار ۵۱
جدول ۴- ۱۱ : ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین در فصل تابستان ۵۱
جدول ۴- ۱۲: پارامترهای تغییرنمای همه جهته غلظت روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) و فاکتورهای تجمعی آن در فصول سال ۶۷
جدول ۴- ۱۳: پارامترهای تغییرنمای همه جهته غلظت سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) و فاکتورهای تجمعی آن در فصول سال ۶۸
جدول ۴- ۱۴: پارامترهای تغییرنمای همه جهته غلظت کادمیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) و فاکتورهای تجمعی آن در فصول سال ۶۹
جدول ۴- ۱۵: پارامترهای تغییرنمای همه جهته غلظت مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) و فاکتورهای تجمعی آن در فصول سال ۷۰
جدول ۴- ۱۶: پارامترهای تغییرنمای همه جهته غلظت نیکل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) و فاکتورهای تجمعی آن در فصول سال ۷۱
جدول ۴-۱۷: مقادیر همخوانی نقشه‌ها در فصل‌های مختلف ۸۵
جدول ۴-۱۸: مقایسه جهانی فلزات سنگین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در غبارات اتمسفری (فائیز و همکاران، ۲۰۰۹) ..۸۶

فصل اول

مقدمه

نوع خاک و ویژگی‌های آن، تحت تاثیر عوامل بیرونی و درونی خاکساز قرار می‌گیرد. فاکتورهای بیرونی خاکساز عبارتند از ۱- ماده مادری که شامل مواد مادری درجا و انتقالی هستند، ۲- توپوگرافی که از طریق جنبه‌های مختلف مانند ارتفاع، جهت شیب شکل، موقعیت شیب و درصد شیب تاثیر می‌گذارد، ۳- زمان که طول دوره‌ای است که خاک تحت تاثیر فرایندهای خاکسازی قرار می‌گیرد، ۴- اقلیم که شامل نزولات، تبخیر و تعرق و دما می‌باشد و ۵- موجودات زنده که شامل موجودات گیاهی و جانوری است. طبق نظریه سیمونسون (۱۹۵۹)، چهار فرایند افزایش به خاک (Addition)، انتقال از خاک (Removal)، جابه‌جایی درون خاک (Transfer) و تغییر و تبدیل در خاک (Transformation) در قالب فاکتورهای درونی، سبب خاکسازی می‌شوند. طبق این نظریه می‌توان گفت غبارات اتمسفری که در هوا معلق هستند و در بین مناطق مختلف جابه‌جا می‌شوند و هرکدام منشأ متفاوتی دارند زمانی که سرعت آن‌ها کاهش یابد بر روی سطح زمین فرود می‌آیند و با این فرایند، عناصر و کانی‌های موجود در غبارات، جزئی از خاک می‌شوند و در حقیقت نوعی فرآیند افزایش به خاک اتفاق می‌افتد. همچنین، هر گونه ماده‌ی آلاینده‌ای که درون غبارات باشد وارد خاک شده و سبب آلودگی خاک می‌شود و می‌تواند از طریق ورود به زنجیره غذایی، سلامت انسان‌ها را به خطر اندازد.

امروز با توجه به افزایش جمعیت و فعالیت‌های صنعتی، شاهد ساخت و توسعه کارخانجات در اطراف اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی هستیم که این فعالیت اشتباه، روزانه سلامت هـزاران انسان را به خطر می‌اندازد. تجمع فلزات سنگین جذب شده در اندام گیاه در غلظت‌های بیش از حد استاندارد، ضمن کاهش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی، آلوده شدن زنجیره غذایی و به خطر افتادن سلامت جوامع انسانی را به همراه دارد (کریمیان، ۱۳۷۱؛ بایبوردی، ۱۳۷۷؛ عباسپور، ۱۳۷۷؛ افیونی و عرفان‌منش، ۱۳۸۷).

در دهه‌های گذشته آلاینده‌هایی مانند فلزات سنگین، به مقدار زیادی وارد اکوسیستم شده و به عنوان یک خطر جدی برای حیات اکوسیستم زمین به‌شمار می‌آیند. فلزات سنگین از منابع طبیعی (مانند مواد مادری) و انسانی وارد محیط زیست می‌شوند (صالحی،۱۳۸۹). فلزات سنگین مانند سرب، کادمیم و جیوه از طریق

پسماندها و فاضلاب‌های حاوی آن‌ها در صنایع، مراکز خدماتی بهداشتی و درمانی، نساجی‌ها، کارخانه‌های رنگ‌سازی، صنایع فلزی آهن و فولاد و زباله‌ها و پسماندهای حاوی لامپ‌های سوخته و باطری‌های استفاده شده و به محیط زیست راه پیدا می‌کنند. جیوه، سرب و کادمیم از طریق مصرف سوخت‌های فسیلی ویا استفاده از زباله‌سوزهای شهری برای دفع زباله‌ها، هوا را آلوده می‌کنند. برخی از عناصر از طریق کودهای شیمیایی به خاک وارد می‌شوند (افیونی و عرفان‌منش، ۱۳۸۷). میزان فلزات سنگین خاک به دلیل ورود انواع پسمانده‌های صنعتی و ضایعات کارخانجات رو به افزایش است (چانی و همکاران، ۱۹۸۷).

امروزه یکی از مهم‌ترین بحث‌های زیست‌محیطی در سطح جهانی، آلوده‌شدن خاک‌های کشاورزی و تجمع عناصر سنگین ناشی از فعالیت‌های انسان است. یکی از راه‌های اصلی ورود و تجمع فلزات سنگین در اراضی کشاورزی ناشی از فرونشست‌های اتمسفری حاصل از فعالیت‌های صنعتی، کودهای شیمیایی، کودهای حیوانی، لجن فاضلاب، کمپوست و آفت‌کش‌ها است (تیلر و همکاران، ۱۹۹۹؛ تیک‌تاک و همکاران، ۱۹۹۹؛ کلر، ۲۰۰۰ و یانگ، ۲۰۰۱). در مقیاس جهانی و وسیع‌تر از بین منابع آلوده کننده، فرونشست‌های اتمسفری اهمیت بیش‌تری دارند در حالی که در مقیاس مزرعه، فعالیت‌های کشاورزی تاثیر بیش‌تری دارند (کلر،۲۰۰۰).

غبارات موجود در اتمسفر ترکیبی از سه نوع ذرات می‌باشند: ۱- غبارات طبیعی شامل خاکسترهای آتشفشانی و نمک دریا ۲- محصولات با منشاء شامل سولفات و نیترات و ۳- آلاینده‌های طبیعی تشدید شده توسط فعالیت بشر مانند دوده و گرد و غبار (فلورس، ۱۹۹۸). غبارات هم به طور مستقیم و هم غیر مستقیم روی اقلیم، شیمی اتمسفر، قابلیت دید، سلامتی و اکوسیستم‌هایی نظیر اقیانوس‌ها و گیاهان از طریق ته‌نشست آن‌ها در چرخه‌های بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارند (گالواردین و همکاران، ۲۰۰۸).

مطالعه ترکیب شیمیایی غبارات اتمسفری به خاطر تأثیر مستقیم آن روی اتمسفر مهم است. میزان فلزات سنگین در اتمسفر بر اثر فعالیت‌های طبیعی و انسانی افزایش می‌یابد. فعالیت‌های انسانی نسبت به فعالیت‌های طبیعی سهم بسیار زیادتری در افزایش میزان فلزات در ذرات اتمسفر دارند. فلزات سنگین در اتمسفر به صورت غبار می‌باشند و محصولات فرعی می‌توانند به صورت ته‌نشست خشک یا مرطوب فاصله‌ای را طی نموده و باعث مشکلات بسیاری در آب و موجودات زنده گردند. سوزاندن سوخت فسیلی، چوب و ضایعات و فرآیندهای صنعتی از جمله مهم‌ترین منابع انسانی برای چنین آلودگی‌هایی می‌باشند. در حقیقت سوزاندن سوخت فسیلی باعث افزایش میزان برلیم، کبالت، جیوه، مولیبدن، نیکل، آنتیموان، سلنیم، قلع، وانادیم، کرم، مس، منگنز و روی در ذرات اتمسفر می‌گردد (ودیان و همکاران، ۲۰۰۹)، در حالی که استهلاک برخی از قسمت‌های وسایل نقلیه می‌تواند میزان برخی دیگر از فلزات را افزایش دهد مثلا روی از تایر اتومبیل، مس از عایق ترمز اتومبیل و منگنز از بخش‌های فلزی متحرک آزاد می‌شود (پری‌سیادو و لی، ۲۰۰۶). همچنین فرآیند فلزکاری و ذوب فلزات می‌تواند باعث خروج مقدار زیادی از آرسنیک، کادمیم، مس، منگنز و روی شوند (سویان، ۲۰۰۰).

نقشه خاک، نقشه‌ای است که وسعت و توزیع جغرافیایی نوع خاک‌ها و یا خصوصیات آن‌ها را تا حدی که مقیاس نقشه اجازه دهد با علائمی نشان می‌دهد. در برخی موارد، نقشه‌های خاک برای اهداف خاص تهیه می‌شوند. متخصصین محیط زیست از جمله افرادی هستند که از نقشه‌های خاک به عنوان نقشه‌ی پایه برای شناخت و کنترل آلودگی‌ها استفاده می‌کنند. این دسته از کاربران به خاک به‌عنوان ماده‌ای برای تصفیه و

پالایش نگریسته و برای مسائلی مانند آلودگی آب‌ها و اتمسفر و نیز تعیین محل‌های مناسب برای دفن فاضلاب به اطلاعات خاک نیازمندند (صالحی و خادمی، ۱۳۸۷). نقشه میزان عناصر سنگین در غبارات اتمسفری از جمله نقشه‌های خاک با هدف خاص محسوب می‌شود که می‌تواند وضعیت آلودگی و شدت آن را در مناطق صنعتی نشان دهد و بدین طریق، گامی در جهت مدیریت صحیح و رفع آلودگی منطقه برداشته شود. یکی از ویژگی‌های کلیدی خاک تغییرپذیری زمانی و مکانی آن است (محمدی، ۱۳۸۵). علت تغییرپذیری زمانی و مکانی خاک این است که در تشکیل آن عوامل و فرآیندهای مختلف نقش دارند که در طول زمان و مکان تغییر می‌کند و خواص خاک تحت تأثیر آن‌ها قرار می‌گیرد (ویرا و پازگنزالز، ۲۰۰۳). تغییرات زمانی و مکانی در مقیاس‌های کوچک تا مقیاس های بزرگ تحت خصوصیات ذاتی (فاکتورهای تشکیل خاک) و خصوصیات غیرذاتی (عملیات مدیریتی خاک، کوددهی، تناوب زراعی و فرسایش) قرار می‌گیرد (یمیفک و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجا که آلودگی هوا و اتمسفر با تغییرات زمانی و مکانی همراه است و این منابع پس از فرونشست بر زمین، تاثیر خود را به عنوان منابع آلودگی خاک، آب و گیاهان می‌گذارند، بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی آلودگی‌ها (نقشه پیوسته غبارات اتمسفری در فصول مختلف سال) برای شناسایی منشاء آن‌ها و ارائه راه‌کارهای مناسب، ضروری به نظر می‌رسد (گاپتاو گاپتا، ۱۹۹۸؛ جاروپ، ۲۰۰۳).

بررسی توزیع مکانی فلزات سنگین خاک، به عنوان روش مناسبی برای درون‌یابی و تهیه‌ی نقشه‌های آلاینده‌ها پیشنهاد شده است (جانگ و همکاران، ۲۰۰۱؛ وب‌استر و بارگس، ۲۰۰۲).

اهداف اصلی طرح

۱- تهیه‌ی نقشه‌های پیوسته‌ی غلظت کل برخی از عناصر سنگین (نیکل، روی، سرب، کادمیم و مس) موجود در غبارات اتمسفری منطقه لنجانات اصفهان در فصول مختلف سال (تغییرات مکانی و زمانی عناصر سنگین).
۲- مقایسه مقدار غبارات اتمسفری در فصول مختلف سال.

فصل دوم

پیشینه تحقیق و بررسی منابع

انسان به دلیل سودجویی بی‌انتهای خود با اتکا به تکنولوژی پیشرفته به نابودی و تخریب طبیعت اطراف خود اقدام نموده است. آلاینده‌های کشاورزی و صنعتی ازعوامل مختل کننده محیط‌زیست هستند که ازمیان آن‌ها فلزات سنگین به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی آن‌ها بر موجودات زنده و انسان در غلظت‌های کم نیز مهم هستند. ازجمله این عناصر می‌توان به سرب، روی، مس، نیکل و کادمیوم اشاره کرد که بوسیله‌ی فعالیت‌های صنعتی به خاک اضافه می‌شوند (بوروکا و همکاران، ۲۰۰۵).

وجود آلاینده‌های مختلف ناشی از فعالیت‌های انسانی و صنعتی اثرات نامطلوبی را بر گونه‌های جانوری و گیاهی برجای می‌گذارند (سیلوا و همکاران، ۱۹۸۸). موجودات زنده به مقدار جزئی برخی فلزات سنگین از جمله کبالت، مس، آهن، منگنز، مولیبدن، وانادیم، استرانسیوم و روی نیاز دارند اما مقدار زیاد این عناصر می‌تواند برای حیات موجود زنده مخرب باشد، از بین فلزات سنگین غیر ضروری که برای موجودات زنده از لحاظ آلودگی مهم می‌باشند می‌توان به کادمیوم، کروم، جیوه، سرب، ارسنیک و آنتیموان اشاره نمود (گلچین و شفیعی، ۱۳۸۵). فلزات سنگین پس از ورود به بدن در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب کرده و انباشته می‌گردند که این امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شود (صالحی، ۱۳۸۹).

بررسی، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب به منظور جلوگیری از آلوده شدن خاک‌ها به ویژه اراضی کشاورزی توسط فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها از آنجایی که ممکن است این عناصر به وسیله چرخه غذایی وارد بدن انسان شود دارای اهمیت زیادی است. در این ارتباط، تهیه نقشه‌ها یا تعیین وضعیت پراکنش آلاینده‌ها می‌تواند اطلاعات مفیدی در اختیار متخصصین قرار دهد (اسنو، ۱۸۵۵ و فریچس، ۲۰۰۰).

۲-۱ فلزات سنگین

یون‌های فلزی سنگین در کشاورزی به عناصر کمیاب موسومند و همین نامگذاری روشنگر این واقعیت است که اولا به مقدار کم در خاک یافت شده و ثانیا برای رویش گیاه و باردهی آن ضروری می‌باشند. عناصر سنگین به ترتیب الفبایی عبارتند از: آرسنیک، کادمیم، کبالت، مس، جیوه، مولیبدن، نیکل، سرب، سلنیم، وانادیم، روی هستند، که در این میان مس، روی، منگنز، آهن، مولیبدن، بور برای رشد گیاهان ضروری هستند و به آن‌ها عناصر کم مصرف گفته می‌شود، همچنین عناصری مانند کبالت، سلنیم، برای رشد گیاه ضروری نیستند ولی مورد نیاز گیاهان و انسان‌ها می‌باشند و عناصر دیگر از قبیل کادمیم، سرب، کروم، نیکل، جیوه و آرسنیک بر روی زندگی موجودات اثرات سمی دارند و اغلب به عنوان آلودگی مطرح می‌شوند. متأسفانه با آنکه در کشورهای صنعتی برای این یون‌ها در خاک مرزی تعیین شده است، اما تعمیم پذیر نیست، زیرا اولا مرز غلظت مجاز این عناصر در کشورهای مختلف، متفاوت بوده و ثانیا دامنه تغییرات بین بیشترین و کمترین غلظت مجاز، گاهی به یک صد برابر بالغ می‌شود (بایبوردی، ۱۳۷۷؛ زنلی و همکاران، ۲۰۰۵). عناصر ردیابی که به طور ممتد در دهه‌های گذشته مورد مطالعه قرار گرفتند عبارتند از: مس، روی، آهن، منگنز، مولیبدن، بور، کبالت، نیکل، سرب، کادمیم، کروم، آرسنیک و سلنیم (وبر، ۱۹۸۱). بررسی عناصر کمیاب در خاک‌ها نشان داد که ترکیبات آن‌ها بشدت متنوع است (کاباتا- پندیس و پندیس، ۱۹۹۲).

این فلزات به طور طبیعی در غلظت‌های کم در خاک‌ها و سنگ‌ها یافت می‌شوند، اما فعالیت‌های انسانی باعث افزایش مقادیر رهاسازی و انتشار آنها در محیط زیست می‌شود (رومیک و همکاران، ۲۰۰۷). فلزات سنگین به طور طبیعی در محیط‌ها با غلظت‌های کم حضور دارند اما فعالیت‌های انسانی درون شهرها و فعالیت‌های صنعتی باعث افزایش غلظت‌های این عناصر در اکوسیستم‌های زمینی یا آبی می‌شود (چوودهاری و چاندرا، ۱۹۸۷؛ باب و لستر، ۱۹۹۴؛ مارکیچ و برون، ۱۹۹۸؛ زانگ و شان، ۲۰۰۸). یک گزارش از سازمان سلامتی جهانی، که بر اساس ذرات خروجی از خودروها در سه کشور اروپایی انجام شد، معلوم کرد که مرگ نابهنگام بیشتر مردم بوسیله‌ی اثرات این آلودگی‌ها وسپس بر اثر تصادف با ماشین‌ها بوده است (دبلیو اچ او، ۱۹۹۹). مطبوعات علم امراض مسری از سال ۱۹۹۰ معلوم کرد که به طور شگفت‌آوری سلامت عمومی به سطوح آلودگی در شهرهای اروپایی وابسته است (کویسا، ۲۰۰۲).

یکی از مشکلات عمده‌ی زیست محیطی آلودگی فلزات سنگین است که اغلب از فعالیت‌های صنعتی (بهره‌برداری از معادن، ذوب فلزات، فرایندهای تخلیه گاز، تولید انرژی و سوخت، کاربرد کود و آفت‌کش و فرآوری پسماندهای شهری) ناشی می‌شوند. این فرآیند با صنعتی و به روز شدن جوامع افزایش یافته است، که باعث ورود هرچه بیشتر عناصر سنگین به اتمسفر می‌شود (تنهان و همکاران، ۲۰۰۷).یکی از منابع اصلی تولید فلزات سنگین در شهرها صنایع کوچک و بزرگ و نیز وسایل حمل و نقل می‌باشند که با تولید آلاینده‌ها و وارد کردن آنها به هوا، اولین حلقه آلودگی را ایجاد می‌نمایند، سپس این مواد از طریق فرونشست جوی وارد خاک‌ها شده و در آنها تجمع می‌یابند. عناصر سنگینی چون سرب، روی و کادمیم به دلیل توانایی بالقوه در آسیب‌رسانی به سلامت انسان‌ها و حیوانات در چند دهه اخیر از نظر مسائل زیست‌محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند و سعی شده که از ورود آن‌ها به چرخه‌ی محیط زیست تا حد امکان جلوگیری شود (صاحبقدم لطفی، ۱۳۶۷؛ زیمادهی و اسکوگربو، ۱۹۹۷).

عناصر سنگین از مسیرهای مختلف مانند ریزش‌های جوی، استفاده از کودهای شیمیایی و حیوانی، کمپوست، لجن فاضلاب و آفت‌کش‌ها به خاک وارد می‌شوند. ورود عناصر سنگین به خصوص کادمیوم و سرب به زنجیره غذایی منجر به بروز مشکلات جدی برای سلامت انسان می‌شود. مناسب‌ترین روش برای جلوگیری از انباشت عناصر سنگین در زمین‌های کشاورزی کاهش میزان ورود آن‌ها به خاک می‌باشد (چامبرز و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین به دلیل طولانی بودن نیمه عمر، این عناصر در بافت‌های زنده برای مدت طولانی باقی می‌مانند (کابالا و سینگ، ۲۰۰۱).

گرد و غبار اتمسفری حاوی ذرات جامدی است که می‌تواند آلی، غیرآلی و یا ترکیبی از هر دو باشند. از میان عناصر غیرآلی موجود در گرد و غبار فلزات سنگین و سایر عناصر سمی که از منابع مختلف محیطی سرچشمه می‌گیرند مانند کروم، مس، نیکل، روی، جیوه، کادمیم، سرب و آرسنیک برای بررسی مهم‌تر می‌باشند، درحالی که عناصری مانند منگنز، باریم، کلسیم و آهن اساسا به میزان زیاد در پوسته زمین و خاک موجود می‌باشند (راشد، ۲۰۰۸). آلاینده‌ها از راه‌های مختلفی وارد طبیعت می‌شوند و در یک تقسیم‌بندی برای آلاینده‌ها دو مرجع اصلی انسان و طبیعت را در نظر می‌گیرند. در تقسیم‌بندی دیگر منابع آلاینده را به دو دسته نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای تقسیم‌بندی می‌کنند که تفاوت این دو تنها از لحاظ گسترش مکانی آن‌ها و نیز منشأ اولیه آن‌ها می‌باشد (زانگ و همکاران، ۱۹۹۸). امروزه منابع آلاینده‌های غیر نقطه‌ای به عنوان مهمترین عوامل آلوده کننده منابع آب و خاک در مقیاس جهانی به شمار می‌روند. ارزیابی دقیق اثرات این آلودگی‌ها روی هر اکوسیستم در مقیاس جهانی با توجه به میزان و گسترش آن‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد. آلودگی‌های غیر نقطه‌ای بیشتر ناشی از موقعیت، مقیاس، پیچیدگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی ناهگمونی مکانی محیط مورد مطالعه می‌باشد (لی و همکاران، ۲۰۰۱ و مارکوس و همکاران، ۲۰۰۴).

در ادامه توضیحاتی در ارتباط با برخی از این عناصر آورده شده است. جدول ۲-۱ دامنه غلظت زمینه و نرمال (میلی‌گرم بر کیلوگرم) برخی از فلزات سنگین در خاک را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱ دامنه غلظت زمینه و نرمال (میلی‌گرم بر کیلوگرم) برخی فلزات سنگین در خاک (الووی، ۱۹۹۰)

عنصر	غلظت زمینه (mg/kg)	غلظت نرمال (mg/kg)
کادمیم	۰/۰۱ – ۰/۲	۰/۰۱ – ۲/۴
مس	۶ – ۶۰	۲ – ۲۵۰
نیکل	۱ -۱۰۰	۲ – ۱۰۰۰
سرب	۱۰ – ۲۰	۲ - ۳۰۰
روی	۱۷ - ۱۲۵	۱۰ - ۳۰۰

۲-۱-۱ کادمیم

کادمیم یکی از عناصر سنگینی است که به علت سمیتی که برای انسان و حیوان دارد، دارای اهمیت زیادی از دیدگاه محیط زیست است. سمیت و تجمع کادمیم در اندام‌ها از طریق خوردن غذای آلوده برای

سلامتی انسان خطرناک است. این عنصر بر اثر آلودگی صنعتی، محصولات غذایی آلوده و دود سیگار وارد محیط زیست می‌شود (مورسلت، ۱۹۹۱). عنصر کادمیم در صنایع رنگ‌سازی و پلاستیک‌سازی مصرف داشته و در سموم و قارچ‌کشی، باطری‌سازی و عکاسی نیز بکار می‌رود. این عنصر با روی یافت می‌شود و در کارخانه ذوب فلز بصورت اکسیدهای کادمیم و روی وجود دارد. مقدار نسبی کادمیم در کارخانه‌ها همواره بیشتر از روی است. مصرف فراوان کادمیوم در انسان باعث بالارفتن فشارخون و امراض قلبی می‌شود و چون این عنصر به سهولت جذب گیاه می‌شود لذا غلظت‌های غیر مجاز آن، عوارض نامطلوبی پیش می‌آورد (بایبوردی، ۱۳۷۷). کادمیوم در تایر خودروها نیز وجود دارد و به وسیله‌ی استهلاک خودروها و انتشار ترافیکی به محیط شهری وارد می‌شود (افیونی ۱۳۸۱، سرکار ۲۰۰۲، امینی ۱۳۸۳). در منابع مختلف تأثیرات زیان‌بار کادمیوم از قبیل سرطان ریه و پروستات، صدمه به کلیه‌ها، آمفیزم و استئوپروزیس آورده شده است. التهاب بینی، تضعیف سیستم ایمنی، مشکلات حاد تنفسی مثل خس خس سینه و سرفه در اثر تنفس هوای آلوده به کروم گزارش شده است (احمدیزاده، ۱۳۷۶).

۲-۱-۲ مس

کاربرد مس به صورت مفتول و آمیزه‌هایی با فلزات مختلف بوده و بصورت سولفات مس در قارچ‌کش‌ها و تغذیه خوک‌ها و ماکیان مصرف می‌شود. وجود فراوان مس در خاک سبب بروز نشانه‌های کمبود جذب آهن در گیاه گردیده. سمیت فلزهای مختلفی که در فاضلاب و پساب کارخانه‌ها یافت می‌شود یکسان نیست و به طور کلی می‌توان گفت که سمیت مس برای گیاهان دو برابر روی است. از نظر تولید محصول، عوارض نامطلوب مس در خاک هنگامی بروز می‌کند که غلظت آن در محلول خاک از ۰/۱ تجاوز نماید (بایبوردی، ۱۳۷۷). عنصر مس یکی از فلزات سنگین می‌باشد و مقدار آن درخاک حداکثربین ۵-۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است و منحصرا به شکل دو ظرفیتی می‌باشد (مارسچنر، ۱۹۹۵). مس به عنوان یکی از اجزای مهم آلاینده‌های فلزی سنگین در خاک‌های کشاورزی جهان محسوب می‌گردد. استفاده از کودهای لجنی و قارچ‌کش‌ها و نیز بکاربردن فاضلاب‌های شهری برای آبیاری زمین‌های کشاورزی از عوامل مهم ایجاد آلودگی با مس در خاک‌های کشاورزی است. همچنین درطی استخراج و فرآوری این عنصر در محل معادن در کلیه نقاط دنیا، زمین‌های وسیعی تحت تأثیر غلظت‌های مسموم‌کننده این عنصر قرار می‌گیرند (تیلر و مری، ۱۹۸۱).

۲-۱-۳ نیکل

نیکل از عناصری است که در صنایع فولاد و فلزی، رنگ‌سازی لوازم آرایشی و ادوات برقی مورد مصرف قرار می‌گیرد. ولی نقش آن در رویش و رشد گیاه هنوز مشخص نشده است. چون عنصر نیکل به آسانی جذب گیاه می‌شود و مسمومیت حادی نیز ایجاد می‌کند، لذا در تخلیه پساب و فاضلاب کارخانه‌ها بر روی خاک باید محتاط بود. نیکل مانند هر فلز دو ظرفیتی دیگر جذب سطحی کانی‌های رس می‌گردد ولی کمیت آن قابل توجه نیست، زیرا غلظت آن در محلول خاک بسیار ناچیز می‌باشد. نیکل مانند مس و کادمیم می‌تواند بصورت

ترکیبات کلاتی درآمده و در خاک جابه‌جا شود. سمیت فلزهای مختلفی که در فاضلاب و پساب کارخانه‌ها یافت می‌شود یکسان نیست و به طور کلی می‌توان گفت که سمیت نیکل هشت بار بیش از روی است (بایبوردی، ۱۳۷۷). در طول چند دهه نیکل به عنوان عنصری سمی به حساب می‌آمد و به تازگی به عنوان یک عنصر احتمالا ضروری برای گیاه مورد توجه قرار گرفته است. ولی غلظت‌های بالای نیکل می‌تواند سمی و مشکل‌ساز باشد (اپیستین، ۱۹۶۵ و پیس و بنتن جونز، ۱۹۹۷). نیکل همچنین یک عنصرکم مصرف ضروری است که در مقادیر بسیار کم مورد نیاز می‌باشد (وود و همکاران ۲۰۰۴).

۲-۱-۴ سرب

سرب در صنایع اتومبیل‌سازی و باطری‌سازی مصرف می‌شود و برای بالابردن کارایی، به بنزین نیز اضافه می‌گردد. برخی از سموم دفع آفات گیاهی نیز محتوی سرب می‌باشند (بایبوردی، ۱۳۷۷). سرب یکی از چهار فلزی است که بیش‌ترین عوارض را بر روی سلامتی انسان دارد، اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، افزایش فشار خون، آسیب به کلیه، سقط جنین و نارسی نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان از عوارض منفی افزایش سرب در بدن است. سرب به دو طریق، یکی ورود به زنجیره‌ی غذایی و دیگری از طریق تنفس هوا وارد بدن حیوانات و انسان می‌شود و در آن ایجاد مسمومیت می‌کند (صالحی، ۱۳۸۹). شای (۱۹۹۰)، بیان کرد غلظت سرب در بنزین ۸۰۰- ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که بیش از سطح مجاز برخی از کشورهاست و دود اتومبیل بیش از ۸۰ درصد آلودگی هوا را در برخی از مراکز نیجریه ایجاد کرده است.

۲-۱-۵ روی

مهمترین کاربرد عنصر روی در پوشش آمیزه‌های فلزی و به‌ویژه لوله‌های آبرسانی است و در صنایع جوهرسازی، لوازم آرایشی، رنگ‌سازی، لاستیک و لینئوم یا کف‌پوش‌ها نیز مصرف می‌شود (بایبوردی، ۱۳۷۷). آلودگی روی در خاک‌ها باعث صدمه به میکروارگانیسم‌ها و کاهش محصولات می‌شود که از اینرو برای زنجیره غذایی خطرناک به حساب می‌آید (آیودت و چارست، ۲۰۰۶).

تحولات ایجاد شده در بخش‌های صنعتی و کشاورزی، ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه‌های اخیر، باعث کاربرد فلزات سنگین در زمینه‌های مختلف شده‌است. فلزات سنگین که به روش‌های مختلف نظیر استخراج، فرایند ذوب، احتراق مواد سوختی و صنعتی شدن به محیط‌زیست راه یافته‌اند، از مسیرهای گوناگون مانند نزولات جوی، تخلیه مواد زائد، نشت اتفاقی، تخلیه آب توازن کشتی، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی و فرسایش خاک به محیط‌های آبی منتقل می‌شوند (ال- یوسف و همکاران، ۲۰۰۰؛ فیلازی و همکاران، ۲۰۰۳ و کارادیده و همکاران، ۲۰۰۴).