بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

**کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.**


مقالات خارجی

……..……, **Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.**

مقالات داخلی

**.....، گروه .....، دانشکده .....، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.**

دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی- خاکشناسی

عنوان:

# بررسی پراکنش مکانی برخی از فلزات سنگین در خاک‌های سطحی دشت قروه, استان کردستان

استاد راهنما:
دکتر محسن شکل آبادی

استاد مشاور:
دکتر محسن نائل

نگارش:
ایمان کیمیایی خلیل‌آباد

۲۴اسفند ۱۳۹۰

فهرست مطالب .صفحه


مقدمه ..... ۱
۱-۱-بررسی منابع ..... ۵
۱-۱-فلزات سنگین ..... ۷
۱-۲-اشکال عناصر سنگین در خاک ..... ۸
۱-۳-فلزهای سنگین در گیاه ..... ۱۱
۱-٤-منگنز ..... ۱٤
۱-۵-آهن ..... ۱٦
۱-٦-نیکل ..... ۱۸
۱-۷-مس ..... ۲۰
۱-۸-روی ..... ۲۲
۱-۹-کادمیوم ..... ۲٤
۱-۱۰-سرب ..... ۲۷
۱-۱۱-زمین‌آمار ..... ۳۱
۱-۱-۱- مقایسه زمین‌آمار و آمار کلاسیک ..... ۳۲
۱-۱۱-۱-تحلیل همبستگی مکانی ..... ۳۳
۱-۱۱-۲-ویژگی‌های تغییرنما ..... ۳٤
۱-۱۱-۳- مدل‌های تئوری تغییرنما ..... ۳۵
۱-۱۱-۴-الف) مدل خطی دارای حد آستانه ..... ۳٦
۱-۱۱-۵-ب) مدل اثر قطعه‌ای محض ..... ۳٦
۱-۱۱-۶-ج) مدل مدور ..... ۳۷
۱-۱۱-۷-د) مدل کروی ..... ۳۷
۱-۱۱-۸-ه) مدل نمایی ..... ۳۷
۱-۱۱-۹-و) مدل گوسی ..... ۳۸
۱-۱۱-۱۰-کنترل اعتبار تغییرنما ..... ٤۰
۱-۱۱-۱۱-همسانگردی و ناهمسانگردی ..... ٤۱
۱-۱۱-۱۲-کریجینگ ..... ٤۲
۱-۱۱-۱۳-انواع کریجینگ ..... ٤۳
۱-۱۲-برخی پژوهش‌های انجام شده به وسیله زمین‌آمار در مطالعه مکانی عناصر سنگین ..... ٤٤
۲-فصل دوم مواد و روش‌ها ..... ۵۱
۲-۱-معرفی منطقه ..... ۵۱
۲-۲-نمونه‌برداری خاک ..... ۵۱
۲-۳-اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی ..... ۵٤
۲-۳-۱- تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ..... ۵٤
۲-۳-۲- تعیین غلظت کل عناصر سنگین ..... ۵٤

۲-۳-۳- اندازه‌گیری غلظت فراهم عناصر سنگین ..... ٥٤
۲-٤-روش‌های تحلیل آماری ..... ٥٥
۲-٥-تحلیل‌های زمین آماری ..... ٥٥
۳-نتایج و بحث ..... ٥٧
۳-۱-بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ..... ٥٧
۳-۲-تغییرات عناصر سنگین ..... ٥٩
۳-۳-همبستگی متغییرها ..... ٦٠
۳-٤-توصیف آماری داده ها ..... ٦٤
۳-۴-۱- غلظت منگنز کل ..... ٦٤
۳-۴-۲- غلظت منگنز فراهم ..... ٦٩
۳-۴-۳- غلظت آهن کل ..... ٧١
۳-۴-۴- غلظت آهن فراهم ..... ٧٤
۳-۴-٥- غلظت نیکل کل ..... ٧٦
۳-۴-۶- غلظت نیکل فراهم ..... ٨٠
۳-۴-۷- غلظت مس کل ..... ٨٢
۳-۴-۸- غلظت مس فراهم ..... ٨٦
۳-۴-۹- غلظت روی کل ..... ٨٨
۳-۴-۱۰-غلظت روی فراهم ..... ٩٣
۳-۴-۱۱-غلظت کادمیوم کل ..... ٩٥
۳-۴-۱۲-غلظت کادمیوم فراهم ..... ٩٩
۳-۴-۱۳-غلظت سرب کل ..... ١٠١
۳-۴-۱۴-غلظت سرب فراهم ..... ١٠٤
۳-٥-تحلیل همبستگی مکانی ..... ١٠٧
۳-۵-۱- بررسی همسانگردی و ناهمسانگردی توزیع متغیرها ..... ١٠٧
۳-۵-۲- محاسبه و تعیین مدل تغییر نما ..... ١٠٧
۳-۵-۳- کنترل اعتبار تغییرنما ..... ١١٥
۳-٦-پراکنش مکانی عناصر مورد مطالعه ..... ١١٥
۳-۶-۱- منگنز کل ..... ١١٦
۳-۶-۲- منگنز قابل جذب ..... ١١٨
۳-۶-۳- آهن کل ..... ١٢٠
۳-۶-۴- نیکل کل ..... ١٢٢
۳-۶-٥- مس کل ..... ١٢٤
۳-۶-۶- مس قابل جذب ..... ١٢٦
۳-۶-۷- روی کل ..... ١٢٨

۳-۶-۸- کادمیوم کل ..... ۱۳۰
۳-۶-۹- کادمیوم فراهم ..... ۱۳۲
۳-۶-۱۰-سرب کل ..... ۱۳٤
نتیجه گیری کلی ..... ۱۳٦
پیشنهادها ..... ۱۳۹
منابع ..... ۱٤۱

فهرست جداول صفحه

جدول ۱-۱- حداکثر مقدار غلظت مجاز فلزات سنگین در خاک، در کشورهای مختلف ..... ۱۳
جدول ۱-۲- اثرات آنتاگونیستی عناصر اصلی با عناصر میکرو ..... ۱٤
جدول ۳-۱- میانگین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در کاربریها مختلف ..... ۵۷
جدول ۳-۲: جدول تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در منطقه مورد مطالعه ..... ۵۸
جدول ۳-۳- میانگین مقدار برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در موقعیت و جهت‌های مختلف شیب ..... ۵۹
جدول ۳-۴ - جدول تجزیه واریانس عناصر سنگین کل ..... ٦۰
جدول ۳-۵- جدول تجزیه واریانس عناصر سنگین فراهم ..... ٦۰
جدول ۳-۶- مقایسه میانگین برای برخی فلزات فراهم برای موقعیت‌ها و جهت‌های شیب مختلف ..... ٦۲
جدول ۳-۷- ضریب همبستگی بین عناصر سنگین کل و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ..... ٦۳
جدول ۳-۸-ضریب همبستگی بین عناصر سنگین کل ..... ٦۳
جدول ۳-۹-بررسی آماری غلظت منگنز کل و فراهم به تفکیک کاربری ..... ٦٦
جدول ۳-۱۰- بررسی آماری آهن کل و فراهم در منطقه مورد مطالعه ..... ۷۲
جدول ۳-۱۱- بررسی آماری نیکل کل و فراهم در کاربری‌های متفاوت ..... ۷۸
جدول ۳-۱۲- بررسی آماری مس کل و فراهم در کاربری‌های متفاوت در منطقه مورد مطالعه ..... ۸٤
جدول ۳-۱۳- بررسی آماری روی کل و فراهم به تفکیک کاربری در منطقه مطالعاتی ..... ۹۰
۳-۱۴- بررسی آماری کادمیوم کل و فراهم به تفکیک کاربری ..... ۹۷
جدول ۳-۱۵- بررسی آماری سرب کل و فراهم به تفکیک کاربری در منطقه قروه ..... ۱۰۲
جدول ۳-۱۶- مشخصات مدل‌های تغییرنمای همه جهته برای عناصر سنگین مورد مطالعه ..... ۱۱۲
جدول ۳-۱۷- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ برای منگنز کل با داده‌های واقعی ..... ۱۱٦
جدول ۳-۱۸- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای منگنز فراهم با داده‌های واقعی ..... ۱۱۸
جدول ۳-۱۹- مقایسه آماره‌های بدست آمده از دونوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای آهن کل با داده‌های واقعی ..... ۱۲۰
جدول ۳-۲۰- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای نیکل کل با داده‌های واقعی ..... ۱۲۲
جدول ۳-۲۱- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای مس کل با داده‌های واقعی ..... ۱۲٤
جدول ۳-۲۲- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای مس فراهم با داده‌های واقعی ..... ۱۲٦
جدول ۳-۲۳- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای روی کل با داده‌های واقعی ..... ۱۲۸
جدول ۳-۲۴- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای کادمیوم کل با داده‌های واقعی ..... ۱۳۰
جدول ۳-۲۵- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای کادمیوم فراهم با داده‌های واقعی ..... ۱۳۲

جدول ۳-۲۶- مقایسه تخمین‌های بدست آمده از دو نوع کریجینگ معمولی و بلوکی برای سرب کل با داده‌های واقعی ..... ۱۳٤

شکل ۱-۱- غلظت سرب در قسمتهای مختلف گیاه ذرت در خاکی با غلظت mg/kg ۳۰۰ سرب ..... ۳۱
شکل ۱-۲- نمودار تغیرنما و پارامترهای آن ..... ۳۵
شکل ۱-۳- انواع مدلهای تغییر نما: مدل خطی (الف)، مدور (ب)، کروی (ج)، نمایی (د)، گوسی (ه)..... ٤٠
شکل ۲-۱- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۵۲
شکل ۲-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکندگی نقاط نمونه برداری به تفکیک کاربری..... ۵۳
شکل ۳-۱- مقدار منگنز کل در کاربریها(الف)، موقعیت‌های شیب(ب) و جهت‌های شیب مختلف(ج)..... ٦٧
شکل ۳-۲- نمودار توزیع فراوانی غلظت منگنز کل در منطقه مطالعاتی..... ٦٨
شکل ۳-۳- نمودار جعبه‌ای مربوط به منگنز فراهم در کاربری‌ها (الف)، موقعیت (ب) و جهت شیب (ج) مختلف ..... ۷۰
شکل ۳-۴- نمودار توزیع فراوانی غلظت منگنز فراهم در منطقه مطالعاتی..... ۷۱
شکل ۳-۵- نمودار جعبهای آهن کل در کاربری‌ها(الف)، موقعیت‌ها (ب)و جهت‌های شیب (ج) مختلف..... ۷۳
شکل ۳-۶-نمودار توزیع فراوانی غلظت آهن کل در منطقه مطالعاتی ..... ۷٤
شکل ۳-۷- نمودار جعبه‌ای آهن فراهم در کاربری(الف)، جهت(ب) و موقعیت شیب(ج) مختلف در منطقه ..... ۷۵
شکل ۳-۸- نمودار توزیع فراوانی غلظت آهن فراهم در منطقه مطالعاتی ..... ۷٦
۳-۹- نمودار جعبه ای نیکل کل در کاربری‌ها (الف)، موقعیت شیب (ب) و جهت‌های شیب(ج) متفاوت..... ۷۹
شکل ۳-۱۰- توزیع فراوانی غلظت نیکل کل در منطقه مطالعاتی ..... ۸۰
شکل ۳-۱۱- نمودار جعبه‌ای نیکل فراهم در کاربری‌ها(الف)، موقعیت (ب) و جهت های(ج) شیب متفاوت در منطقه... ۸۱
شکل ۳-۱۲- نمودار توزیع فراوانی غلظت نیکل فراهم در منطقه مطالعاتی..... ۸۲
شکل ۳-۱۳ – نمودار جعبه‌ای مس کل در کاربری‌ها (الف)، موقعیت (ب) و جهت شیب (ج) متفاوت در منطقه مطالعاتی
..... ۸۵
شکل ۳-۱۴- نمودار توزیع فراوانی غلظت مس کل در منطقه مطالعاتی..... ۸٦
شکل ۳-۱۵- نمودار جعبه‌ای مس فراهم در کاربری(الف)، موقعیت(ب) و جهت شیب(ج) متفاوت درمنطقه..... ۸۷
شکل ۳-۱۶- نمودار توزیع فراوانی غلظت مس فراهم در منطقه مطالعاتی ..... ۸۸
۳-۱۷- نمودارجعبه‌ای روی کل درکاربری‌ها(الف)،موقعیت(ب) وجهت شیب (ج)متفاوت در منطقه مورد مطالعه..... ۹۱
شکل ۳-۱۸- نمودار توزیع فراوانی غلظت روی کل در منطقه مطالعاتی..... ۹۲
شکل ۳-۱۹- نمودار جعبه‌ای روی فراهم درکاربری‌ها(الف)، موقعیت(ب) وجهت شیب(ج) متفاوت درمنطقه..... ۹٤
شکل ۳-۲۰- نمودار توزیع فراوانی غلظت روی فراهم در منطقه مطالعاتی..... ۹۵
شکل ۳-۲۱- مقدار کادمیوم کل در کاربری‌ها (الف)، موقعیت (ب) و جهت شیب (ج) متفاوت در منطقه مورد مطالعه ..۹۸
شکل ۳-۲۲- نمودار توزیع فراوانی غلظت کادمیوم کل در منطقه مطالعاتی..... ۹۹
شکل ۳-۲۳- نمودار جعبه‌ای کادمیوم فراهم در کاربری‌ها (الف)، موقعیت (ب) و جهت شیب (ج) متفاوت در منطقه ..۱۰۰
شکل ۳-۲۴- نمودار توزیع فراوانی غلظت کادمیوم فراهم در منطقه مطالعاتی ..... ۱۰۱

شکل ۳-۲۵- نمودار جعبه‌ای سرب کل در کاربری‌ها (الف)، موقعیت (ب) و جهت شیب (ج) متفاوت در منطقه.....۱۰۳
شکل ۳-۲۶- نمودار توزیع فراوانی غلظت سرب کل در منطقه مطالعاتی.....۱۰٤
شکل ۳-۲۷- نمودار توزیع فراوانی غلظت سرب فابل جذب در منطقه مطالعاتی .....۱۰۵
شکل ۳-۲۸- نمودار جعبه‌ای سرب فراهم در منطقه درکاربری‌ها (الف)،موقعیت(ب) و جهت شیب(ج) متفاوت .....۱۰٦
شکل۳-۲۹-تغییرنماهای امتدادی منگنز فراهم برای امتدادهای مختلف.....۱۰۸
شکل۳-۳۰- تغییرنماهای امتدادی آهن کل برای امتدادهای مختلف.....۱۰۹
شکل۳-۳۱- تغییرنماهای امتدادی مس فراهم برای امتدادهای مختلف .....۱۱۰
شکل۳-۳۲- تغییرنماهای امتدادی روی کل برای امتدادهای مختلف .....۱۱۱
شکل ۳-۳۳- تغییرنماهای امتدادی کادمیوم کل برای امتدادهای مختلف .....۱۱۱
شکل ۳-۳٤- تغییرنماهای امتدادی کادمیوم فراهم برای امتدادهای مختلف.....۱۱۲
شکل ۳-۳۵- تغییر نمای همه جهته منگنز کل (الف)، آهن فراهم(ب)، نیکل کل (ج) و نیکل فراهم(د).....۱۱٤
شکل ۳-۳۶- تغییرنماها ی همه جهته برای عناصر مس کل (الف)، سرب کل (ب) و سرب فراهم(ج) .....۱۱۵
شکل ۳-۳۷- پراکنش مکانی منگنز کل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۱۷
شکل ۳-۳۸- پراکنش مکانی منگنز فراهم در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۱۹
شکل ۳-۳۹- پراکنش مکانی آهن کل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۲۱
شکل ۳-۴۰- پراکنش مکانی نیکل کل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۲۳
شکل ۳-۴۱- پراکنش مکانی مس کل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۲۵
شکل ۳-۴۲- پراکنش مکانی مس فراهم در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۲۷
شکل ۳-۴۳- پراکنش مکانی روی کل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۲۹
شکل ۳-۴۴- پراکنش مکانی کادمیوم کل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۳۱
شکل ۳-۴۵- پراکنش مکانی کادمیوم فراهم در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب).....۱۳۳

شکل ۳-۴۶- پراکنش مکانی سرب کل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کریجینگ بلوکی (ب)..... ۱۳۵

# دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

**بررسی پراکنش مکانی برخی از فلزات سنگین در خاک¬های سطحی دشت قروه، استان کردستان**


نام نویسنده: ایمان کیمیائی خلیل آباد

نام استاد/اساتید راهنما: دکتر محسن شکل آبادی

نام استاد/اساتید مشاور: دکتر محسن نائل


| | | |
|---|---|---|
| دانشکده : کشاورزی | گروه آموزشی: خاکشناسی | |
| رشته تحصیلی: مهندسی کشاورزی | گرایش تحصیلی: پیدایش و رده بندی خاک | مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد |
| تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۸/۱۶ | تاریخ دفاع: ۱۳۹۰/۱۲/۲۴. | تعداد صفحات: ۱۴۸ |


چکیده:

آلودگی خاک توسط فلزات سنگین به یک مشکل جدی و گسترده در بسیاری از نقاط جهان تبدیل شده است. نقشه توزیع مکانی آلاینده‌ها در خاک می‌تواند اساس ارزیابی و کنترل خطر آلودگی باشد. به علت کمبود اطلاعات در مورد توزیع فلزات سنگین در خاک‌های منطقه قروه، هدف از این مطالعه تعیین مقدار و توزیع مکانی فلزات سنگین در خاک‌های روی‌ه‌ای قروه بود. تعداد ۱۵۰ نمونه مرکب خاک سطحی از عمق ۱۰- ۰ سانتی‌متری خاک برداشته شد و غلظت کل و فراهمعناصر آهن، منگنز، نیکل، مس، روی، کادمیوم و سرب تعیین شد. بعضی از ویژگی‌های خاک شامل کربن آلی، هدایت الکتریکی، pH، آهک و بافت خاک نیز جهت بررسی رابطه بین فلزات سنگین و خصوصیات خاک تعیین شد. تأثیر جهت و موقعیت شیب بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده مورد ارزیابی قرار گرفت. تغییرات مکانی متغییرها توسط وریوگرام و کریجینگ مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت و موقعیت شیب تأثیری بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و غلظت کل فلزات نداشت. غلظت فراهمعناصر منگنز، روی و مس کمتر از حد مورد نیاز گیاه بود. توزیع غلظت فلزات اندازه‌گیری شده نشان داد که بر اساس حد استاندارد آلودگی مجارستان، نیکل (حدود ۵۱٪) بیشترین آلودگی را در منطقه داراست. غلظت سایر فلزات کمتر از حد سمیت بود. نتایج تجزیه‌های زمین‌آماری نشان داد که مدل نمایی بهترین مدل برازش داده شده برای غلظت کل عناصر منگنز، آهن، روی، سرب و کادمیوم بود. عامل کنترل کننده غلظت کل منگنز، نیکل و مس در منطقه مواد مادری است. در حالی که غلظت سرب و روی کل توسط مواد مادری و عوامل مدیریتی کنترل می‌شود. به طور کلی کریجینگ بلوکی دارای تخمین‌های بهتری نسبت به کریجینگ معمولی است.



واژه‌های کلیدی: زمین‌آمار، عناصر سنگین، آلودگی، کریجینگ، واریوگرام

# مقدمہ

**مقدمه**

آلودگی خاک خطری جدی برای سلامتی انسان و محیط زیست است. ماده آلوده کننده ماده‌ای است که در جایی قرار گیرد که به طور طبیعی نباید در آنجا قرار می‌گرفت و یا دارای غلظتی بیش از غلظت طبیعی باشد، به نحوی که اثرات نامطلوبی بر روی جانداران داشته باشد. بر اساس نظر میلر[1](۱۹۹۱) هر گونه تغییر در ویژگی‌های آب و هوا، آب ، خاک و مواد غذایی که اثرات نامطلوبی بر سلامت محیط زیست، فعالیت‌های بشر و سایر جانداران داشته باشد آلودگی نامیده می‌شود(عرفان‌منش و افیونی،۱۳۸۱). فعالیت‌های روز افزون انسان بر روی کره زمین سبب شده است که کارکرد بخش خاک، که خود جزئی از بخش فراگیر پوسته زمین است، در مواردی دچار اختلال شود که این پدیده را می‌توان آلودگی نامید(بای بوردی،۱۳۷۲). اغلب مواد شیمیایی که آلوده کننده خاک می‌باشند منشا زراعی داشته و به دو دسته مواد محلول و جذب‌شده تقسیم می‌شوند. آلوده کننده‌های شیمیایی جذب شده، همراه با خاک حرکت کرده و شامل مواد غذایی مانند ازت، فسفر ومواد آلی، سموم گیاهی مانند حشره‌کش‌ها و فلزهای سنگین می باشند (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).

در میان آلوده کننده‌های محیط زیست، فلزات سنگین در دهه اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (فرانسن[2] و همکاران،۱۹۹۷). آلودگی فلزات سنگین ناشی از منابع متعدد آلوده کننده است. آلودگی‌ها بر اساس منبع آلوده‌کننده به دو گروه تقسیم می‌شوند: آلودگی با منبع مشخص، مانند تصفیه خانه فاضلاب، دودکش و غیره. گروه دوم منبع آلودگی، آلودگی با منبع نامشخص است، مثل رواناب سطحی یک چمنزار که در آن از علف‌کش‌ها استفاده شده است. به علت این تفاوت‌ها راه‌های کنترل و جلوگیری این دو نوع آلودگی نیز متفاوت است(عرفان منش و افیونی،۱۳۸۱).

ارزیابی کیفیت خاک راهی علمی برای استفاده مناسب از زمین و کنترل آلودگی خاک است. غلظت فلزات سنگین خاک نشانگر مناسبی برای کیفیت زیستگاه‌ها هستند و اطلاعات مربوط به پراکنش فلزات سنگین بدون شک برای تولید محصولات کشاورزی و غذایی سالم کاربرد ویژه‌ای دارد (دودکا[3] و همکاران،۱۹۹۴). به منظور مدیریت موثر در کنترل آلودگی فلزات سنگین، شناخت الگوی‌های مکانی آلودگی ضروری است.

1-Miller
2-Franssen
3-Dudka

بررسی پراکنش مکانی فلزات سنگین خاک بخشی مهم از ارزیابی اکوسیستم و زیستگاه‌ها است ودر این زمینه زمین‌آمار[1] کاربرد موفقیت‌آمیزی در بررسی و تهیه نقشه فلزات سنگین دارد (لیو[2] و همکاران،۲۰۰۶؛ ربکا و آنا[3]،۲۰۰۶). زمین‌آمار شاخه‌ای از علم آمار است که مبتنی بر متغیرهای ناحیه‌ای بوده و با متغیرهای مکانی سر و کار دارد. همچنین زمین آمار به کاربرد تمامی روش‌های آماری که در علوم زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند از جمله آمار مکانی اطلاق می‌شود. کاربرد اصلی روش‌های زمین آماری در علوم خاک برآورد و تهیه نقشه موضوعی خاک در نقاطی است که نمونه برداری انجام نشده است (ارسوی[4] و همکاران،۲۰۰۴).

روش‌های مختلفی برای برآورد متغیرهایی که تغییرات زمانی و مکانی دارند، وجود دارد. از جمله این روش‌ها کریجینگ[5] است. کریجینگ روشی رایج است که توزیع فلزات سنگین را در مناطق آلوده که نمونه برداری انجام نشده، برآورد می‌کند (لارک و فرگوسن[6]،۲۰۰۴؛ تقی‌پور و همکاران ۱۳۸۹).

سیاره و همکاران (۱۳۸۶) آلودگی آبهای زیرزمینی منطقه قروه- بیجار به برخی از عناصر آرسنیک، آنتیموان و سرب را بررسی نموده و مقادیر بالاتر از حد مجاز این عناصر را در آب‌های منطقه مشاهده نمودند.آنها همچنین شیوع وسیع برخی از بیماری‌ها مثل ابتلا به سرطان و وفور بیماری‌های کلیوی را در منطقه در اثر استفاده از آبهای آلوده توسط اهالی منطقه مشاهده کردند. بنابراین با توجه به پتانسیل آلودگی آب‌های زیر زمینی این منطقه و استفاده از آب چاه‌ها و چشمه‌های جاری در این منطقه جهت کشاورزی و باغداری، آلودگی خاک به عناصر سنگین در این منطقه محتمل می‌باشد. با این حال، مطالعات جامعی در زمینه پهنه بندی و تشخیص مقدار آلودگی خاکها در این منطقه انجام نشده است. بنابراین بررسی مقدار آلودگی خاک‌های منطقه به عناصر سنگین و نیز چگونگی پراکندگی این عناصر در دشت قروه ضروری به نظر می‌رسد.

اما به طور کلی اهدف این تحقیق عبارتند از:

تعیین الگوی توزیع مکانی فلزات سنگین.

1-Geostatistics
2-Liu
3-Rebecca and Anna
4-Ersoy
5-Kriging
6-Lark and Ferguson

تعیین مقدار و منبع آلودگی خاک‌های منطقه به فلزات سنگین مختلف.

بررسی امکان استفاده از زمین شناسی و از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) در پیش بینی توزیع مکانی فلزات سنگین

فرضیات:

غلظت فلزات سنگین در دشت قروه دارای پراکنش مکانی می‌باشد.

با بررسی الگوهای پراکنش مکانی غلظت فلزات سنگین مناطق دارای آلودگی شناسایی و پهنه‌بندی می گردند.

با بررسی الگوهای پراکنش مکانی غلظت فلزات سنگین منابع آلوده‌کننده خاک قابل پیش‌بینی می‌باشد.

# فصل اول

# بررسی منابع

# ۱- فصل اول

## ۱-۱- بررسی منابع

خاک تنها بخشی از زیست‌کره نیست، بلکه نقش اساسی در زندگی انسان دارد، زیرا بقا و زندگی انسان وابسته به بدست آمدهخیزی خاک است. خاک به عنوان یک سیستم فیلتر، ذخیره سازی و انتقال، از آلودگی در برابر انسان محافظت می کند. خاک تنها زمانی در این امر مؤثر عمل می کند که ظرفیت تبادل کاتیونی وفعالیت بیولوژیکی آن حفظ شود. تجمع پیوسته آلاینده‌ها سبب بغرنج شدن وضعیت این سیستم در محیط زیست می‌شود و بنابراین حفاظت از وظایف اکولوژیکی و کشاورزی خاک به عهده انسان است.(کاباتا-پندیاس[1]،۲۰۰۷). فعالیت‌های روز افزون انسان سبب شده است که کارکرد بخش خاک در مواردی دچار اختلال شده و زمینه آلودگی خاک فراهم آید (بای بوردی،۱۳۷۲). بنابراین، آلودگی خاک خطری جدی برای سلامتی انسان و محیط زیست است. ماده آلوده‌کننده ماده‌ای است که در جایی قرار گیرد که به طور طبیعی نباید در آنجا قرار می گرفت و یا دارای غلظتی بیش از غلظت طبیعی باشد، به نحوی که اثرات نامطلوبی بر روی جانداران داشته باشد. بر اساس نظر میلر (۱۹۹۱) هر گونه تغییر در ویژگی‌های آب و هوا، آب ، خاک و مواد غذایی که اثرات نامطلوبی بر سلامت محیط زیست، فعالیت‌های بشر و سایر جانداران داشته باشد آلودگی نامیده می‌شود(عرفان‌منش و افیونی،۱۳۸۱). پدیده آلودگی خاک، فرایند انتقال و انباشتگی مواد وترکیبات خطرناک در آن بوده، و این دو پدیده نیز به نوبه خود از بر هم‌کنش ترکیبات موجود در خاک ناشی می‌شوند. اغلب مواد شیمیایی که در خاک آلوده‌کننده هستند منشأ زراعی داشته و به دو دسته مواد محلول و جذب شده تقسیم می‌شوند. آلوده کننده‌های شیمیایی جذب شده، همراه با خاک حرکت کرده و شامل مواد غذایی مانند ازت، فسفر ومواد آلی، سموم دفع آفات گیاهی مانند حشره‌کش‌ها و فلزهای سنگین می‌باشند (ملکوتی و همایی، ۱۳۷۳).

بررسی آلودگی خاک در دهه‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هزینه رفع آلودگی در کشورهای آلمان، هلند و آمریکا میلیاردها دلار تخمین زده شده است (بلاستر[2] و همکاران، ۲۰۰۰ ؛ لند[3] و همکاران، ۲۰۰۲). در ایران نیز با توجه به وجود مناطق صنعتی فراوان که به قوانین حفاظت محیط زیست عمل نمی‌کنند، هزینه‌های هنگفتی برای پاکسازی لازم خواهد بود اما به

1-kabata-pendias
2-Blaster
3-Land

دلیل نبود آمار و اطلاعات کافی و عدم انجام تحقیقات دراین زمینه نمی‌توان مقدار آن را تخمین زد(تقی‌پور و همکاران،۱۳۸۸).

آلودگی خاک می‌تواند مشکلات زیادی را در پی داشته باشد. خطرات آلودگی خاک شامل جذب آلاینده‌ها توسط گیاهان از داخل خاک، آلوده شدن آب‌های زیر زمینی وسطحی و نهایتاً تجمع زیستی در بدن موجودات زنده و انسان، در اثر استفاده از گیاهانی که در مناطق آلوده رشد کرده‌اند می‌باشد(روزن[1]،۲۰۰۲). هنگام بررسی آلودگی خاک و نیز برای اتخاذ راه حل مناسب برای حذف آلودگی تعیین مقدار و غلظت آلودگی ضروری خواهد بود (تورنر[2]، ۲۰۰۹).

منابع مختلفی می‌توانند باعث آلودگی خاک شوند. در یک تقسیم‌بندی برای منابع آلاینده، آنها را به دو دسته نقطه‌ای وغیر نقطه‌ای تقسیم می‌کنند که تفاوت این دو تنها از لحاظ گسترش مکانی ومنشأ اولیه آن‌ها می‌باشد. امروزه منابع آلاینده غیر نقطه‌ای به عنوان مهمترین عوامل آلوده کننده خاک و آب به شمار می‌روند. در تقسیم‌بندی دیگر برای منابع آلوده کننده، دو منبع اصلی یعنی انسان و طبیعت را در نظر می‌گیرند (ژانگ[3]، ۱۹۹۸). بیشترین مقدار ورود آلاینده‌ها به خاک به علت فعالیت‌های انسان است. ویژگی‌های خاک تحت تأثیرکاربری زمین و نیز مجاورت با منابع آلاینده است. بیشتر مواد آلاینده مانند آفت‌کش‌ها و کودها به طور مستقیم وارد خاک می‌شوند ولی برخی از آلاینده‌ها مانند پسماندهای کارخانه‌های صنعتی توسط ته نشست‌های رودخانه‌ها وارد خاک می‌شوند. همچنین برخی آلودگی‌ها توسط گرد و غبار به خاک اضافه می‌شوند (تورنر، ۲۰۰۹).

در گروه آلاینده‌های غیر نقطه‌ای، فلزات سنگین قرار دارند که به برخی از آن‌ها عناصر غذایی کم مصرف نیز می‌گویند. خاک منبع اصلی فلزات کمیاب است که به عنوان عناصر غذایی میکرو و آلودگی برای گیاهان محسوب می‌شوند (کاباتا-پندیاس، ۲۰۰۷).

عناصر سنگین می‌توانند از دو منبع مواد مادری (سنگ بستر، رسوبات و غیره) و نیز فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و شهری وارد خاک شوند. معادن، کارخانه‌ها و استفاده از محصولات ترکیبی (مانند آفت‌کش‌ها، هرزآب‌های کارخانجات و استفاده از لجن فاضلاب‌ها)، از مواردی هستند که می‌توانند سبب ورود عناصر سنگین به خاک‌های کشاورزی شوند. تجمع فلزات سنگین به صورت

1-Rosen
2-Turner
3-Zhang

طبیعی نیز صورت می‌گیرد، اما به ندرت رخ می‌دهد. انباشت عناصر سنگین در اکوسیستم‌های زراعی فرایندی است تدریجی، که متناسب با فعالیت‌های انسان و معمولاً با سرعت کم ولی در مقیاس بسیار وسیع رخ می‌دهد. این امر در دراز مدت منجر به آلودگی خاک و کاهش کیفیت آن می‌شود. در حال حاضر میزان ورود عناصر سنگین به خاک به عنوان شاخصی از پایداری اکوسیستم زراعی در نظر گرفته می‌شود (آلووی[1]، ۱۹۹۰). موضوع آلودگی آب، خاک وگیاه توسط فلزات سنگین، بشر را بر آن داشته است که برای چاره‌اندیشی در زمینه حل این مشکل پژوهش‌های گسترده‌ای انجام دهد و در این راستا همه ساله هزینه بسیار زیادی صرف تحقیق و مطالعه آلودگی خاک و آب می‌شود.

**۱-۱- فلزهای سنگین**

در میان آلوده کننده‌های محیط زیست، فلزات سنگین در دهه اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (فرانسن[2] و همکاران،۱۹۹۷). از ۱۰۶ عنصر شناخته شده، ۸۲ عنصر متعلق به گروه فلزها هستند و فلزهای سنگین در گروه عناصر واسطه جدول تناوبی قرار می‌گیرند. فلزها یک رده بسیار مهم از موادی هستند که به عنوان سم معرفی می‌شوند، زیرا آنها نمی‌توانند به شکل غیر سمی تجزیه شوند. وقتی که اکوسیستم‌ها با فلزها آلوده می‌شوند، پتانسیل خطر آنها تا سال‌ها باقی می‌ماند. از بین فلزها، فلزهای سنگین یک خطر اصلی محسوب می‌شوند(سن گوپتا و آراپ[3]،۲۰۰۲). واژه فلزهای سنگین بر خلاف استفاده گسترده‌اش، پایه علمی محکم با تعریف شیمیایی روشن ندارد. این گروه به طور ترجیحی عناصر سمی نامیده می‌شوند. واژه عناصر سنگین به معانی زیر تعبیر می‌شود:

۱-عناصر با عدد اتمی ۲۳ تا بیشتر به جز Pb، Sr، Y، Cs، Ba، Fr (سن گوپتا و آراپ،۲۰۰۲)

۲-عناصری با چگالی بیش از $5\ gr/cm^3$ (عرفان منش و افیونی،۱۳۸۱).

۳-عناصری که در محیط زیست برای انسان و سایر موجودات زنده سمی هستند (سن‌گوپتا و آراپ،۲۰۰۲).

۴-عناصری که وزن مخصوص نسبتاً بالایی داشته و در غلظت‌های کم ایجاد سمیت می‌کنند

1-Alloway
2-Franssen
3-SenGupta and Arupk