



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه آب و خاک

بررسی تأثیر آلودگی‌های خاک بر سرطان‌های مری و معده در استان گلستان با

استفاده از روش زمین‌آمار

پژوهش و نگارش:

علی آقابابایی زیارتی

اساتید راهنما:

دکتر هادی قربانی

دکتر سروش مدبری

استاد مشاور:

مهندس محسن حسینعلی زاده

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc) رشته مهندسی علوم خاک

تیرماه ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به:

پدر سختکوش

و

مادر مهربانم

* به پاس زحمات بی دریغشان *

و تقدیم به

عزیزانی که با بیماری مهلک،

سرطان مری

دست و پنجه نرم نموده

و

مقاومتشان در برابر بیماری،

استقامتی است

برای محققین، در به نتیجه رساندن این گونه پژوهشها.

تشکر و قدردانی

سپاس خدایی را که به من فرصت اندوختن دانش را عنایت فرمود، که اکنون این احساس را بر خود غالب نمایم که با کمک و راهنمایی‌های استادان بزرگم بتوانم برای جامعه بزرگوار ایرانی خدمت نمایم. رسیدن به این رده را مدیون زحمات بی‌شائبه و بی‌دریغ پدر و مادرم که عمری با دلسوزی‌هایشان مرا با انرژی و حرکت در مسیر علم و دانش همراه با تلاش و کوشش قرار دادند می‌دانم؛ که امیدوارم دسترنج تلاش‌شان، مرا در راه خدمت خالصانه قرار دهد. این تحقیق میسر نمی‌شد مگر با اتکاء به قدرت و توکل به خداوند و همراهی اساتید و دوستانی که مدتی مرا یاری نمودند تا آن به انجام رسد.

دوران کارشناسی ارشد در شهرستان شاهرود، دارای آموختن ویژه در همه‌ی ابعاد زندگی‌ام بوده است، که در این راه از استادی مهربان، دلسوز، علمی و متواضع جناب آقای دکتر هادی قربانی که زحمت تقبل راهنمایی این پایان‌نامه را پذیرفتند و مرا در زندگی علمی‌ام یاری فراوان نمودند بهره بردم؛ که بر خود لازم می‌دانم از ایشان تشکر و قدردانی ویژه نمایم. از اینکه ایشان زمینه‌های پژوهش و تحقیق را در من زنده نموده‌اند و مرا با گذشت زمان، با صبر و حوصله خویش به تحقیقات علمی انس داده‌اند، کمال سپاس را دارم. انشاءالله خداوند به ایشان و خانواده محترمشان سلامتی و موفقیت روزافزون عنایت فرماید.

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر سروش مدبری که راهنمای دوم تز را بر عهده داشتند که کمک ایشان در تحقق این تز مؤثر بود، تشکر می‌نمایم. از آقای مهندس محسن حسینعلی‌زاده که مشاوره تز را بر عهده داشتند، هر چند تشکر از زحمات ایشان و خانواده محترمشان در این نوشتار نمی‌گنجد، کمال سپاس‌گزاری را دارم. همچنین از زحمات بی‌شائبه اساتیدی محترم و بزرگوار جناب آقای دکتر حافظی که نقش پربراری در به نتیجه رساندن تحقیق داشته‌اند و آقای دکتر روشندل از مرکز تحقیقات ثبت سرطان استان در دانشگاه علوم پزشکی گلستان، که با مشاوره‌های فراوان خود در این تحقیق گامی مؤثر و مثبت را به سمت به تحقق رساندن داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از اساتید بزرگوار دانشکده کشاورزی به‌ویژه آقایان دکتر عباسپور، دکتر نادری، دکتر عباس‌دخت، دکتر شاهسونی، دکتر اژدری کمال تشکر را دارم.

از کارشناسان آزمایشگاه و آموزش دانشگاه و دانشکده نظیر آقایان شاکری، حسین‌پور، بیاری، و خانم‌ها نوری و احمدی کمال امتنان را دارم.

از اهالی روستاهای استان بویژه شرق استان که نگاه‌های عمیق و مهربانشان گویای چشم‌انتظاری خاص از ناجیان این بیماری خانمانسوز و ریشه‌کن شدن آن از بدن، روح و روان، خانواده، شهر و دیار استان سرسبزشان بوده است؛ لذا این حقیر دستان پر رنج و محنت آن‌ها را خالصانه بوسیده و از زحماتی که بر آن‌ها در طی تحقیق داده‌ام کمال تشکر را دارم.

از دوستان عزیزم مخصوصاً آقای ابوطالب خان احمدی، علی چمنی که در عملیات میدانی بنده را همراهی نمودند تشکر می‌نمایم. از تمام عزیزانی که به‌نوعی مرا در مراحل گوناگون این تحقیق یاری نموده‌اند، کمال تشکر و سپاس‌گزاری دارم.

چکیده

نسبت بالایی از بیماری‌های انسانی از جمله سرطان به‌طور مستقیم با عوامل زیست‌محیطی ارتباط دارد و لازم به‌نظر می‌رسد که عوامل مؤثر در این رابطه تعیین و مشخص گردند؛ ولی هنوز به‌طور مشخص و معین، تناسبی بین عوامل محیط زیست و سرطان در انسان‌ها یافت نشده است. سرطان، یکی از شایع‌ترین علل مرگ و میر در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. هنوز هم سرطان‌های دستگاه گوارش در شمال کشور، از مهم‌ترین علت‌های مرگ‌ومیر ناشی از سرطان است. استان گلستان یکی از مناطق دارای نسبت بالای سرطان در کشور و حتی جهان می‌باشد. این منطقه دارای کشاورزی، صنعت، دریا و چشم اندازهای زیبا می‌باشد که علاوه بر تراکم بالای جمعیت ساکن در منطقه، همه ساله و در فصول مختلف پذیرای خیل کثیری از گردشگران و مسافران از اقصای نقاط کشور می‌باشد؛ لذا مطالعه عوامل مختلف محیطی و ایجاد ارتباط بین بیماری‌های شایع در منطقه و آلودگی زیست محیطی، یک ضرورت مسلم در این منطقه مهم از کشور است. استفاده از زمین‌آمار برای پردازش داده‌های مرتبط با سلامت انسان و خاک و استفاده از GIS برای ایجاد نقشه‌های مختلف بیماری و آلودگی یکی از ضروریات به‌نظر می‌رسد. فلزات سنگین به طرق مختلف از جمله صنایع، کشاورزی، مواد و کالاهای دارای مصارف خانگی و نظایر آنها در محیط زیست یافت می‌شوند. نگرانی‌های ناشی از وجود این عناصر زیانبار شامل اثر مستقیم در بهداشت و سلامت انسان، انباشتگی آن‌ها در خاک و آثار بلندمدت آن در کمیت و کیفیت زراعت و جذب آن‌ها توسط گیاه و تأثیر سوء آن در خوراک دام و زنجیره غذایی انسان بسیار قابل توجه می‌باشد. لذا با فرض اینکه سرطان مری در منطقه مورد مطالعه ممکن است با برخی آلودگی‌های محیطی نظیر خاک یا گیاه مرتبط باشد اقدام به مطالعه و نمونه برداری خاک و جمع‌آوری داده‌های میزان بروز سرطان گردید. به تعداد ۲۲۷ نمونه خاک از شهرستان‌های مختلف استان برداشت و به آزمایشگاه معتبر Lab West استرالیا، جهت آنالیز فلزات سنگین و عناصر کمیاب ارسال شد. در تجزیه و تحلیل داده‌های خاک و سرطان از آمار کلاسیک و زمین‌آمار استفاده شد. در روش آمار کلاسیک از نرم‌افزار SPSS ۱۴،۰ و زمین‌آمار از نرم‌افزار ArcGIS ۹،۳ استفاده شد. در انتخاب روش زمین‌آمار از روش کریجینگ جهانی استفاده و از واریوگرام به عنوان ابزار اساسی زمین‌آمار در انتخاب مدل بهینه استفاده گردید که به عنوان نمونه برای سرطان مری و معده، به ترتیب مدل‌های نمایی و گوسی مناسب‌ترین مدل انتخاب شدند و با ارزیابی مدل اقدام به ترسیم نقشه برای سرطان‌ها و فلزات سنگین مورد مطالعه گردید. نتایج حاصل حاکی از آن است که سرطان مری در شرق استان دارای بالاترین میزان بروز و در شهرستان کلالة دارای بالاترین میزان بوده است، و یک سیر افزایشی از سمت غرب به شرق استان دارد. نتایج فلزات سنگین بیانگر آن است که عناصر روی و آهن در شرق استان دارای مقادیر کمتری نسبت به غرب استان بوده است. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت زمین‌آمار به عنوان ابزاری مفید و بهینه در ارزیابی و تخمین وضعیت سرطان و عناصر مورد مطالعه خاک در منطقه بوده است. همچنین نتایج حاصل نشان می‌دهد که شهرستان کلالة در وضعیت فقر عنصری در خاک نسبت به شهرستان‌های دیگر استان بوده و از سوی دیگر گسترش خاکهای لسی در استان نیز دارای بیشترین وسعت و گسترش در منطقه مذکور بوده و عوامل فوق بنظر می‌رسد تا حدود زیادی با نقشه‌های پراکنش سرطان در منطقه منطبق بوده و از جمله عوامل و فاکتورهای قابل توجه در بروز برخی سرطانها در منطقه باشد.

واژه‌های کلیدی: سرطان مری، گلستان، عناصر سنگین، زمین‌آمار، کریجینگ.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	فصل اول - کلیات.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۴	۲-۱- آمار مکانی.....
۵	۳-۱- سرطان.....
۶	۴-۱- فرضیات تحقیق.....
۶	۵-۱- اهداف تحقیق.....
۸	فصل دوم- بررسی منابع.....
۸	۱-۲- آلودگی.....
۹	۲-۱-۱- آلودگی خاک.....
۹	۲-۱-۲- منابع آلودگی.....
۹	۲-۱-۲-۱- منابع اولیه.....
۹	۲-۲-۱-۲- منابع ثانویه.....
۱۰	۳-۱-۲- فلزات سنگین.....
۱۲	۴-۱-۲- عوامل مؤثر احتمالی در آلودگی خاک استان گلستان.....
۱۲	۱-۴-۱-۲- آلودگی مناطق کشاورزی.....
۱۳	۲-۴-۱-۲- آلودگی مناطق طبیعی.....
۱۴	۳-۴-۱-۲- آلودگی مناطق شهری، صنعتی و معدنی.....
۱۴	۴-۴-۱-۲- معادن.....
۱۵	۵-۴-۱-۲- مناطق شهری.....
۱۵	۵-۱-۲- استانداردهای آلودگی خاک.....
۱۵	۱-۵-۱-۲- استانداردهای عمومی خاک در کشورهای اروپایی.....
۱۷	۲-۵-۱-۲- استاندارد فلزات سنگین و کمیاب در خاکهای کشاورزی.....
۱۸	۶-۱-۲- نقش فلزات سنگین در سلامتی انسان.....
۱۸	۲-۲- سرطان.....
۱۸	۱-۲-۲- تعریف.....
۱۸	۲-۲-۲- سرطان در استان گلستان.....
۲۱	۳-۲-۲- سرطان مری.....
۲۲	۱-۳-۲-۲- سرطان مری نوع سنگفرشی (SCC).....
۲۲	۲-۳-۲-۲- سرطان مری نوع آدنوکارسینوما.....
۲۳	۴-۲-۲- عوامل اثر گذار در شکل گیری سرطان.....

۲۴	 ۲-۴-۱- استعمال مواد مخدر
۲۴	 ۲-۴-۲- نوشیدنی‌های داغ
۲۴	 ۲-۴-۳- سوء تغذیه
۲۵	 ۲-۴-۴- کمبود سلنیوم
۲۵	 ۲-۴-۵- هیدروکربن‌های آروماتیک پلی‌سیکلیک (PAH)
۲۵	 ۲-۴-۶- ترکیبات نیتروز آمین‌ها و نیتروز آمیدها
۲۶	 ۲-۴-۷- پارامترهای ژنتیکی
۲۶	 ۲-۳- زمین‌آمار
۲۶	 ۲-۳-۱- تعریف
۲۶	 ۲-۳-۲- تاریخچه
۲۷	 ۲-۳-۳- مزیت‌های زمین‌آمار
۲۸	 ۲-۳-۴- مهم‌ترین مفاهیم زمین‌آمار
۲۸	 ۲-۳-۱- تئوری متغیر ناحیه‌ای
۳۰	 ۲-۳-۲- فرضیات ایستایی
۳۰	 ۲-۳-۱-۲- فرضیات ایستایی مؤکد یا قوی
۳۰	 ۲-۳-۲-۲- فرضیه ایستایی مرتبه دوم
۳۱	 ۲-۳-۳-۲- فرضیه ذاتی (ایستایی مرتبه دوم ضعیف)
۳۲	 ۲-۳-۵- آنالیز همبستگی مکانی
۳۳	 ۲-۳-۶- نمودار پراکنش بردار تفکیک (H - S)
۳۴	 ۲-۳-۷- واریوگرام (تغییر نما)
۳۵	 ۲-۳-۱-۷- محاسبه واریوگرام
۳۶	 ۲-۳-۲-۷- ویژگی‌های واریوگرام
۳۶	 ۲-۳-۱-۲-۷- اثر قطعه‌ای
۳۷	 ۲-۳-۲-۷-۲- دامنه تأثیر
۳۸	 ۲-۳-۲-۷-۳- آستانه (سقف واریوگرام)
۳۹	 ۲-۳-۳-۷- مدل‌های تئوری تغییر نما
۴۰	 ۲-۳-۱-۳-۷- مدل‌های حاوی آستانه
۴۰	 ۲-۳-۱-۳-۷-۱- مدل اثر قطعه‌ای محض
۴۱	 ۲-۳-۲-۳-۷-۱-۲- مدل کروی
۴۲	 ۲-۳-۳-۳-۷-۱-۳- مدل نمایی
۴۳	 ۲-۳-۳-۳-۷-۱-۴- مدل گوسی
۴۴	 ۲-۳-۳-۳-۷-۱-۵- مدل مدور
۴۴	 ۲-۳-۳-۳-۷-۱-۶- مدل خطی حاوی آستانه

۴۵	 ۲-۳-۸- هم تغییرنما.
۴۶	 ۲-۳-۹- همسان گردی و ناهمسان گردی.
۴۷	 ۲-۳-۹-۱- انواع ناهمسان گردی.
۴۷	 ۲-۳-۹-۱-۱- ناهمسان گردی هندسی.
۴۷	 ۲-۳-۹-۱-۲- ناهمسان گردی ناحیه‌ای.
۴۸	 ۲-۳-۱۰- کریجینگ.
۴۹	 ۲-۳-۱۰-۱- انواع کریجینگ.
۴۹	 ۲-۳-۱۰-۱-۱- کریجینگ بر حسب حجم پایه.
۴۹	 الف- کریجینگ نقطه‌ای.
۴۹	 ب- کریجینگ بلوکی.
۴۹	 ۲-۳-۱۰-۱-۲- کریجینگ بر اساس مشخصات ساختارفضایی.
۴۹	 الف- کریجینگ به فرض معلوم بودن میانگین (کریجینگ ساده).
۵۰	 ب- کریجینگ به فرض نامعلوم بودن میانگین (کریجینگ معمولی).
۵۰	 ۲-۳-۱۱- روش‌های ارزیابی تخمین گره‌های زمین‌آماري.
۵۱	 ۲-۳-۱۲- معیارهای ارزیابی.
۵۲	 ۲-۴- سیستم اطلاعات جغرافیایی.
۵۳	 ۲-۵- خاک‌های لسی.
۵۵	 ۲-۶- مطالعات انجام شده.
۷۴	 فصل سوم- مواد و روش‌ها.
۷۴	 ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.
۷۵	 ۳-۲- آب و هوای منطقه مورد مطالعه.
۷۶	 ۳-۳- تعیین نقاط نمونه‌برداری.
۷۷	 ۳-۴- نمونه‌برداری.
۷۹	 ۳-۵- روش‌های آنالیز داده‌ها.
۸۰	 ۳-۵-۱- پلات QQ نرمال.
۸۰	 ۳-۵-۲- تجزیه و تحلیل روند.
۸۱	 ۳-۶- آمار کلاسیک.
۸۱	 ۳-۷- تجزیه و تحلیل زمین‌آماري.
۸۱	 ۳-۷-۱- انتخاب روش زمین‌آماري.
۸۲	 ۳-۷-۲- حذف روند.
۸۲	 ۳-۷-۳- مدل‌سازی نیم‌تغییرنما.
۸۲	 ۳-۷-۴- همسایگی جستجو.

۸۲	۳-۷-۵- ارزیابی متقاطع.....
۸۳	۳-۷-۶- نقشه‌های کریجینگ و خطای استاندارد پیش‌بینی.....
۸۳	۳-۸-۸- مطالعه توزیع سرطان مرتبط با عوامل محیطی.....
۸۳	۳-۸-۱- بروز.....
۸۳	الف) بروز تجمعی.....
۸۳	ب) میزان بروز.....
۸۴	۳-۸-۲- نحوه محاسبه میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان‌ها.....
۸۶	فصل چهارم- نتایج و بحث.....
۸۶	۴-۱- توصیف متغیرها.....
۸۷	۴-۲- آمار کلاسیک.....
۸۸	۴-۲-۱- آلومینیم.....
۸۹	۴-۲-۲- آهن.....
۹۰	۴-۲-۳- سلنیم.....
۹۲	۴-۲-۴- روی.....
۹۴	۴-۲-۵- مولیبدن.....
۹۵	۴-۲-۶- اورانیم.....
۹۷	۴-۲-۷- باریم.....
۹۸	۴-۲-۸- سزیم.....
۱۰۰	۴-۲-۹- نیکل.....
۱۰۱	۴-۲-۱۰- سرب.....
۱۰۳	۴-۲-۱۱- سرطان مری.....
۱۰۴	۴-۲-۱۲- سرطان معده.....
۱۰۶	۴-۳- زمین‌آمار.....
۱۰۶	۴-۳-۱- پلات QQ نرمال.....
۱۰۸	۴-۳-۲- روند.....
۱۱۰	۴-۳-۳- ارزیابی مدل.....
۱۱۵	۴-۳-۴- ترسیم نقشه‌ها.....
۱۱۵	۴-۳-۵- آلومینیوم.....
۱۱۶	۴-۳-۶- آهن.....
۱۱۷	۴-۳-۷- سلنیم.....
۱۱۸	۴-۳-۸- روی.....
۱۱۹	۴-۳-۹- مولیبدن.....

۱۲۰	۴-۳-۱۰- اورانیوم
۱۲۰	۴-۳-۱۱- باریم
۱۲۱	۴-۳-۱۲- سزیم
۱۲۲	۴-۳-۱۳- نیکل
۱۲۳	۴-۳-۱۴- سرب
۱۲۳	۴-۳-۱۵- سرطان مری
۱۲۵	۴-۳-۱۶- سرطان معده
۱۲۶	۴-۳-۱۷- مجموع سرطان مری و معده
۱۲۷	۴-۴- خاک‌های لسی و سرطان در استان
۱۲۸	۴-۵- بحث
۱۲۸	۴-۵-۱- سرطان
۱۲۹	۴-۵-۲- آلومینیم
۱۳۰	۴-۵-۳- آهن
۱۳۱	۴-۵-۴- سلنیم
۱۳۲	۴-۵-۵- روی
۱۳۳	۴-۵-۶- مولیبدن
۱۳۴	۴-۵-۷- اورانیوم
۱۳۴	۴-۵-۸- باریم
۱۳۵	۴-۵-۹- سزیم
۱۳۵	۴-۵-۱۰- نیکل
۱۳۶	۴-۵-۱۱- سرب
۱۳۶	۴-۵-۱۲- خاک‌های لسی
۱۳۹	 فصل پنجم- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۳۹	۵-۱- نتیجه‌گیری
۱۴۳	۵-۲- پیشنهادها
۱۴۵	 منابع مورد استفاده

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۰	جدول ۱-۲- منابع آلودگی خاکها.....
۱۲	جدول ۲-۲- مقدار انواع کود شیمیایی توزیع شده (برحسب تن) در استان.....
۱۳	جدول ۳-۲- مقدار انواع سموم توزیع شده (برحسب تن) در استان.....
۱۶	جدول ۲-۴- محدوده نرمال و حداکثر حد مجاز فلزات سنگین معرفی شده توسط کلوک.....
۱۶	جدول ۲-۵- حدود مجاز فلزات سنگین (برحسب mg/kg) در کشورهای اتحادیه اروپا.....
۱۷	جدول ۲-۶- حداکثر مقدار مجاز عناصر کمیاب در خاکهای کشاورزی کشورهای مختلف.....
۷۶	جدول ۳-۱- تعداد نمونه‌های خاک و سرطان به تفکیک شهرستان‌های استان گلستان.....
	جدول ۴-۱- خلاصه آماری داده‌های سرطان (نسبت بروز سرطان ASR) و غلظت فلزات نمونه‌های
۸۷	خاک (میلی گرم بر کیلوگرم).....
۸۸	جدول ۴-۲- تجزیه واریانس عنصر Al در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....
	جدول ۴-۳- مقایسه میانگین عنصر Al در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح
۸۸	احتمال پنج درصد.....
	جدول ۴-۴- مقایسه میانگین عنصر Al در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در
۸۹	سطح احتمال پنج درصد.....
۸۹	جدول ۴-۵- تجزیه واریانس عنصر Fe در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....
	جدول ۴-۶- مقایسه میانگین عنصر Fe در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح
۹۰	احتمال پنج درصد.....
	جدول ۴-۷- مقایسه میانگین عنصر Fe در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در
۹۰	سطح احتمال پنج درصد.....
۹۱	جدول ۴-۸- تجزیه واریانس عنصر Se در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....
	جدول ۴-۹- مقایسه میانگین عنصر Se در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح
۹۱	احتمال پنج درصد.....
	جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین عنصر Se در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در
۹۲	سطح احتمال پنج درصد.....
۹۲	جدول ۴-۱۱- تجزیه واریانس عنصر Zn در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....
	جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین عنصر Zn در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح
۹۳	احتمال پنج درصد.....
	جدول ۴-۱۳- مقایسه میانگین عنصر Zn در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در
۹۳	سطح احتمال پنج درصد.....
۹۴	جدول ۴-۱۴- تجزیه واریانس عنصر Mo در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....
	جدول ۴-۱۵- مقایسه میانگین عنصر Mo در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در
۹۴	سطح احتمال پنج درصد.....

جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین عنصر Mo در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۹۵
جدول ۴-۱۷- تجزیه واریانس عنصر اورانیوم، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....	۹۵
جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین عنصر اورانیوم در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۹۶
جدول ۴-۱۹- مقایسه میانگین عنصر اورانیوم در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۹۶
جدول ۴-۲۰- تجزیه واریانس عنصر باریم، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....	۹۷
جدول ۴-۲۱- مقایسه میانگین عنصر باریم در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۹۷
جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین عنصر باریم در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۹۸
جدول ۴-۲۳- تجزیه واریانس عنصر سزیم، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....	۹۸
جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین عنصر سزیم در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۹۹
جدول ۴-۲۵- مقایسه میانگین عنصر سزیم در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۹۹
جدول ۴-۲۶- تجزیه واریانس عنصر نیکل، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....	۱۰۰
جدول ۴-۲۷- مقایسه میانگین عنصر نیکل در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۰
جدول ۴-۲۸- مقایسه میانگین عنصر نیکل در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۱
جدول ۴-۲۹- تجزیه واریانس عنصر سرب، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.....	۱۰۱
جدول ۴-۳۰- مقایسه میانگین عنصر سرب در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۲
جدول ۴-۳۱- مقایسه میانگین عنصر سرب در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۲
جدول ۴-۳۲- تجزیه واریانس سرطان مری، در شهرستان‌های مختلف استان.....	۱۰۳
جدول ۴-۳۳- مقایسه میانگین سرطان مری در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۳
جدول ۴-۳۴- تجزیه واریانس سرطان مری، در کاربری‌های مختلف استان.....	۱۰۴
جدول ۴-۳۵- مقایسه میانگین سرطان مری در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۴
جدول ۴-۳۶- تجزیه واریانس سرطان معده، در شهرستان‌های مختلف استان.....	۱۰۵

جدول ۴-۳۷	مقایسه میانگین سرطان معده در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۵
جدول ۴-۳۸	تجزیه واریانس سرطان معده، در کاربری‌های مختلف استان.....	۱۰۶
جدول ۴-۳۹	مقایسه میانگین سرطان معده در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.....	۱۰۶
جدول ۴-۴۰	پارامترهای روند به تفکیک سرطان و نمونه‌های خاک.....	۱۰۸
جدول ۴-۴۱	پارامترهای مدل‌های بهینه واریوگرام به تفکیک نوع سرطان و عناصر مورد مطالعه.....	۱۱۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲- کمر بند سرطان مری در آسیای مرکزی از ایران به چین.....	۲۳
شکل ۲-۲- نمایش برداری تفکیک نقاط i و j.....	۳۳
شکل ۲-۳- نمونه‌ای از واریوگرام.....	۳۵
شکل ۲-۴- نمونه‌ای از واریوگرام مدل کروی.....	۴۲
شکل ۲-۵- نمونه‌ای از واریوگرام مدل نمایی.....	۴۳
شکل ۲-۶- نمونه‌ای از واریوگرام مدل گوسی.....	۴۴
شکل ۲-۷- رابطه بین واریوگرام و کوواریوگرام.....	۴۶
شکل ۲-۸- ناهمسان گردی هندسی.....	۴۷
شکل ۲-۹- ناهمسان گردی ناحیه‌ای.....	۴۸
شکل ۲-۱۰- موقعیت خاک‌های لسی در استان گلستان.....	۵۴
شکل ۲-۱۱- متابولیسم DDT.....	۶۴
شکل ۳-۱- موقعیت منطقه مطالعاتی.....	۷۵
شکل ۳-۲- موقعیت نقاط نمونه برداری خاک.....	۷۷
شکل ۳-۳- موقعیت نقاط سرطان مری در استان گلستان.....	۷۸
شکل ۳-۴- موقعیت نقاط سرطان معده در استان گلستان.....	۷۹
شکل ۴-۱- پلات QQ نرمال متغیر مورد مطالعه (قبل از تبدیل داده‌ها).....	۱۰۷
شکل ۴-۲- پلات QQ نرمال متغیر مورد مطالعه (بعد از تبدیل داده‌ها).....	۱۰۷
شکل ۴-۳- پلات QQ نرمال سرطان مری (قبل از تبدیل داده‌ها).....	۱۰۷
شکل ۴-۴- پلات QQ نرمال سرطان مری (بعد از تبدیل داده‌ها).....	۱۰۸
شکل ۴-۵- روند مدلسازی شده سرطان مری.....	۱۰۹
شکل ۴-۶- روند مدلسازی شده عنصر سرب.....	۱۰۹
شکل ۴-۷- نمودار ارزیابی مدل نیم‌تغییرنمای عنصر روی.....	۱۱۰
شکل ۴-۸- نمودار ارزیابی مدل نیم‌تغییرنمای عنصر آهن.....	۱۱۰
شکل ۴-۹- نمودار ارزیابی مدل نیم‌تغییرنمای عنصر اورانیوم.....	۱۱۱
شکل ۴-۱۰- نمودار ارزیابی مدل نیم‌تغییرنمای عنصر نیکل.....	۱۱۱
شکل ۴-۱۱- نمودار ارزیابی مدل نیم‌تغییرنمای سرطان مری.....	۱۱۱
شکل ۴-۱۲- مدل نیم‌تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم‌تغییرنما (راست)؛ عنصر آهن.....	۱۱۳
شکل ۴-۱۳- مدل نیم‌تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم‌تغییرنما (راست)؛ عنصر روی.....	۱۱۳
شکل ۴-۱۴- مدل نیم‌تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم‌تغییرنما (راست)؛ عنصر روی.....	۱۱۴

شکل ۴-۱۵- مدل نیم‌تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم‌تغییرنما (راست)؛	۱۱۴
عنصر نیکل.....	
شکل ۴-۱۶- مدل نیم‌تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم‌تغییرنما (راست)؛	
سرطان معده.....	۱۱۴
شکل ۴-۱۷- نقشه توزیع غلظت آلومینیم در استان گلستان.....	۱۱۵
شکل ۴-۱۸- نقشه توزیع غلظت آهن در استان گلستان.....	۱۱۶
شکل ۴-۱۹- نقشه توزیع غلظت سلنیم در استان گلستان.....	۱۱۷
شکل ۴-۲۰- نقشه توزیع غلظت روی در استان گلستان.....	۱۱۸
شکل ۴-۲۱- نقشه توزیع غلظت مولیبدن در استان گلستان.....	۱۱۹
شکل ۴-۲۲- نقشه توزیع غلظت اورانیوم در استان گلستان.....	۱۲۰
شکل ۴-۲۳- نقشه توزیع غلظت باریم در استان گلستان.....	۱۲۱
شکل ۴-۲۴- نقشه توزیع غلظت سزیم در استان گلستان.....	۱۲۲
شکل ۴-۲۵- نقشه توزیع غلظت نیکل در استان گلستان.....	۱۲۳
شکل ۴-۲۶- نقشه توزیع غلظت سرب در استان گلستان.....	۱۲۴
شکل ۴-۲۷- نقشه کریجینگ جهانی سرطان مری در استان گلستان.....	۱۲۴
شکل ۴-۲۸- نقشه کریجینگ جهانی سرطان معده در استان گلستان.....	۱۲۵
شکل ۴-۲۹- نقشه کریجینگ جهانی مجموع سرطان مری و معده در استان گلستان.....	۱۲۶
شکل ۴-۳۰- نقشه خاک‌های لسی و توزیع سرطان مری در استان گلستان.....	۱۲۷

فصل اول

کلیات

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

خاک، آب و هوا از پارامترهای اساسی زندگی بر روی کره زمین به شمار می‌رود و بدون هر یک از آن‌ها زندگی برای موجودات زنده امکان‌پذیر نخواهد بود. از قرن نوزدهم و شروع انقلاب صنعتی به تدریج محیط زیست دچار آلودگی گردید؛ به‌طوری که امروزه آلودگی محیط زیست برای سلامت انسان و سایر موجودات تهدید جدی محسوب می‌شود (۲).

نسبت بالایی از بیماری‌های انسانی من جمله سرطان به‌طور مستقیم با عوامل زیست محیطی ارتباط دارد و لازم به نظر می‌رسد که عوامل مؤثر در این رابطه تعیین و مشخص گردند؛ ولی هنوز به‌طور مشخص و معین، تناسبی بین عوامل محیط زیست و سرطان در انسان‌ها یافت نشده است (۲).

نگاهی به گذشته خاک‌شناسی حاکی از آن است که این علم نقش ارزنده‌ای در دستیابی به هدف اصلی، یعنی افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و تولید غذا که به اصطلاح انقلاب سبز نامیده می‌شود نقش‌آفرینی نموده است؛ اما با توسعه شدید تکنولوژی و صنعت، توجه این رشته را به عرصه‌های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست انسان‌ها جلب کرده است.

با این حال تلاش جدی در جهت پایش خطراتی که در برگیرنده دوره‌های پنهان بدون نشانه و طولانی مدت هستند، صورت نگرفته است. اطلاعات و آگاهی‌های علمی قابل دسترس از علوم خاک^۱ که شامل مواد و فرایندهای خاکی می‌باشد، می‌توانند در دستیابی به محیط زیست سالم و ایجاد جامعه‌ای سرشار از سلامتی و تندرستی کمک جدی نماید و شروع آن ملزم به ارتباط رشته‌های علمی دخیل در این قضیه می‌باشند. نقطه تلاقی علوم خاک و سلامت انسان، باعث توسعه سلامت و تندرستی بشر و ایجاد یک محیط پاک می‌گردد؛ که می‌توان نام خاک‌پزشکی^۲ را به‌عنوان رابط و رشته‌ای علوم خاک و پزشکی نهاد. توجه و ارتباط بین آلودگی‌های موجود در خاک و سلامت و تندرستی انسان‌ها یک ضرورت جدی به نظر می‌رسد. انواع و اقسام آلودگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی در خاک، سلامت انسان‌ها را به شدت تهدید می‌نماید که می‌بایست مورد توجه و تحقیقات متعددی قرار گیرد.

آسیب‌ها، صدمات و ناهنجاری‌هایی که آدمی در سیستم‌های طبیعی و خاکی به‌وجود می‌آورد، مانند فعالیت‌های معدن‌کاوی، دفن ضایعات و زباله‌های مختلف، مصارف بیش از حد کودهای شیمیایی، سموم و آفت‌کشها، ایجاد فرسایش خاک، جنگل‌تراشی، تغییر کاربری‌های اراضی و نظایر آن موجب به‌وجود آوردن خطرات جدی برای سلامت و تندرستی خود و محیطی که در آن در حال زندگی کردن است، می‌گردد. بنابراین افزایش سطح آگاهی و شناخت از چنین خطراتی که ناشی از برهم خوردگی سیستم‌های زمینی و خاکی است، به منظور کاهش آثار مخرب و تهدید سلامت انسانی ضروری به نظر می‌رسد (۲۴). لذا تحقیق و پژوهش در زمینه شناخت آلودگی خاک و وجود آلاینده‌ها در محیط و مطالعه در زمینه وجود بیماری‌های شایع در آن منطقه و بیان آن به‌صورتی که قابل فهم و درک باشد، نظیر ترسیم نقشه و یا استفاده از تکنیک‌های زمین‌آماری، برای اثبات ارتباط بین موارد فوق، یا صورت نگرفته و یا به‌صورت پراکنده، ارتباط وجود آلودگی در محیط زیست و بیماری استفاده شده است و اقدام به استفاده از روش‌های زمین‌آماری نگردیده است. اهمیت استفاده از سیستم اطلاعات

۱- Soil science

۲- Pedo health

جغرافیایی^۱ و زمین‌آمار^۲ در مطالعات خاک‌شناسی در زمینه‌های مختلف آن مشهود است. معمولاً برای ارزیابی وضعیت آلودگی مناطق، نقاطی وجود دارند که امکان نمونه‌برداری وجود ندارد، یا به عبارتی امکان نمونه‌برداری از تمام نقاط مدنظر وجود نخواهد داشت؛ بنابراین تکنیک زمین‌آمار برای میان‌یابی از نقاط اندازه‌گیری شده و تعمیم به سایر نقاط توصیه می‌گردد. یکی از هدف‌های استفاده از آنالیزهای مکانی^۳ بر روی اطلاعات و داده‌های خاک، استفاده از روش تخمین و میان‌یابی برای ترسیم و تهیه نقشه‌های مورد نیاز می‌باشد (۱۴۶).

۱-۲- آمار مکانی

آمار مکانی بخشی از علم آمار است که با جنبه‌های کاربردی بسیار مهم در تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی می‌باشد. امروز شاهد توسعه و کاربرد چشم‌گیر متخصصان علوم مختلف از جمله محیط زیست و علوم مربوط به سلامت انسانی در تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به بیماری‌ها و چگونگی در معرض قرارگرفتن انسان‌ها به عوامل بیماری‌زا به طریقه‌های مختلف می‌توان بود (۲۴). بنابراین استفاده از زمین‌آمار برای پردازش داده‌های مرتبط با سلامت انسان و خاک و استفاده از GIS برای ایجاد نقشه‌های مختلف بیماری و آلودگی یکی از ضروریات به نظر می‌رسد. فلزات سنگین به‌صورت‌های مختلف در محیط زیست یافت می‌شوند، از طریق صنایع، کشاورزی، کالاهای مصارف خانگی و نظایر آن نگرانی‌های ناشی از وجود این عناصر زیانبار شامل اثر مستقیم در بهداشت و سلامت انسان، انباشتگی آن‌ها در خاک و آثار بلندمدت آن در کمیت و کیفیت زراعت و جذب آن‌ها توسط گیاه و تأثیر سوء آن در خوراک دام و جیره غذایی انسان می‌باشد (۲۰).

در مورد تأثیر فلزات سنگین و سلامت انسان، نمونه مثالی که می‌توان ذکر کرد، مطالعاتی که در کالیفرنیا توسط وزارت غذا و کشاورزی در سال ۱۹۹۸ صورت گرفته، حاکی از آن بود، خانواده‌هایی که در مزارع زندگی می‌کردند و در معرض تماس این عناصر و کودها هستند، غلظت بحرانی به مراتب

۱- GIS

۲- Geostatistic

۳- Spatial Analyses

بیشتر از آن بوده و نگرانی که بر روی منابع سنگ فسفات وجود دارد، به علت غلظت بیشتر کادمیوم و عناصر رادیواکتیو سنگ فسفات، نسبت به میانگین مقادیر این عناصر در خاک است (۲۰).

تهیه نقشه‌های بیماری به عنوان ابزاری مفید در انعکاس مکان بیماری که به عنوان اپیدمیولوژی مکانی^۱ نام برده می‌شود، مربوط به سال ۱۸۵۴ می‌باشد که بر انتقال بیماری وبا از طریق آب تأکید داشت (۲۴). از جمله مشکلات زیست محیطی عمده‌ی ناشی از کشاورزی می‌توان جنگل‌زدایی، فرسایش خاک، چرای بی‌رویه، تباهی منابع آب، شور شدن، تجمع عناصر فلزی سمی، ترکیبات آلی سمی و آلودگی خاک را نام برد (۷).

زمین‌آمار به کاربرد تمامی روش‌های آماری که در علوم زمین مورد استفاده هستند من جمله آمار کلاسیک و آمار فضایی اطلاق می‌شود (۲۹). در آمار کلاسیک فرض بر این است که تغییر پذیری یک متغیر تصادفی است، در صورتی که در زمین‌آمار، بخشی از آن تصادفی و بخش دیگر آن دارای ساختار و تابع فاصله و جهت می‌باشد. زمین‌آمار به عنوان یکی از شاخه‌های آمار، امکان بررسی همزمان مقدار متغیر و آرایش زمانی و مکانی مشاهدات را در تحلیل داده‌ها فراهم می‌نماید (۶۸). در زمین‌آمار به بررسی آن دسته از متغیرها پرداخته می‌شود که ساختار فضایی از خود بروز می‌دهند. ابتدا به بررسی وجود یا عدم وجود ساختار فضایی بین داده‌ها پرداخته، سپس در صورت وجود ساختار فضایی، تحلیل داده‌ها انجام می‌گیرد (۱۰).

۱-۳- سرطان

سرطان^۲، یکی از شایع‌ترین علل مرگ و میر در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. هنوز هم سرطان‌های دستگاه گوارش در شمال کشور، از مهم‌ترین علت‌های مرگ‌ومیر ناشی از سرطان است (۳۳). یکی از مناطق شایع سرطان مری در جهان، شمال ایران است که بر روی کمربند آسیایی سرطان مری واقع شده که شامل بخشی از آسیای مرکزی، شوروی و مغولستان می‌شود (۱۵۸). شمال

۱- Spatial Epidemiology

۲- Cancer

ایران علاوه بر اینکه از نقاط منطبق یافته کمربند سرطان مری است، یکی از کانون‌های سرطان مری در جهان هم می‌باشد که در شمال شرق ایران که شامل ترکمن صحرا می‌باشد، به حداکثر مقدار می‌رسد (۱۸). بنابراین استان گلستان یکی از مناطق دارای نسبت بالای سرطان در کشور و جهان می‌باشد. این منطقه دارای کشاورزی، صنعت، دریا و نظایر آن می‌باشد؛ لذا مطالعه عوامل مختلف محیطی و ایجاد ارتباط بین بیماری‌های شایع در منطقه و آلودگی زیست‌محیطی، ضرورت تحقیق را امری مسلم می‌رساند.

۴-۱- فرضیات تحقیق

- خاک منطقه مورد مطالعه دارای آلودگی به فلزات سنگین است؛
- آلودگی اراضی کشاورزی و باغات منطقه به فلزات سنگین بیشتر از اراضی غیر زراعی است؛
- تغییرپذیری فلزات سنگین، وابستگی مکانی بوده و از ساختار فضایی آن‌ها می‌توان در میان‌یابی نقاط نمونه‌برداری نشده استفاده کرد؛
- سرطان مری در منطقه مورد مطالعه ممکن است با برخی آلودگی‌های محیطی نظیر خاک و یا گیاه مرتبط باشد؛

۵-۱- اهداف تحقیق

- برآورد مقادیر متغیرها با استفاده از روش‌های مختلف میان‌یابی و انتخاب بهترین روش میان‌یابی در نقاطی که اندازه‌گیری صورت نگرفته است؛
- مشخص نمودن نقاط بحرانی و آلوده به برخی از عناصر فلزی سنگین در خاک با توجه به کاربری‌ها؛
- مشخص نمودن مناطق شیوع سرطان مری؛
- تحقیق و مطالعه بین پراکنش آلودگی و پراکنش سرطان مری در منطقه؛
- بررسی منشأ آلاینده‌گی در صورت وجود آلودگی؛
- تهیه نقشه آلودگی خاک با سرطان در صورت وجود ارتباط؛

فصل دوم

بررسی متون

فصل دوم

تئوری تحقیق و بررسی منابع

۲-۱- آلودگی

آلودگی به اثرات نامطلوب زیست محیطی تولید و دفع مواد زاید گازی، مایع و جامد گفته می‌شود. براساس تعریف قانونی، آلودگی، وارد کردن انرژی یا مواد به وسیله انسان در طبیعت است که توانمند ایجاد خطرهایی برای انسان، زیان به منابع زنده و اکوسیستم‌ها، تخریب و تداخل در استفاده‌های مجاز از محیط زیست می‌باشند. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که آلودگی، اغلب نتیجه فشار بیش از حد به سیستم‌های طبیعی است که در مدت زمان عادی رخدادها ممکن است توانایی بازیافت پساب‌ها را داشته باشند. آلودگی به‌طور معمول، مواد زاید اداره نشده‌ای همراه است که برای تصفیه مؤثر و یا دفع آن‌ها هیچ رویه مناسبی وجود ندارد، هرچند که مواد زاید اداره شده نیز می‌توانند در نتیجه اعمال مدیریت ناقص یا نامناسب، موجب پدید آمدن آلاینده‌ها شوند. کاربرد کلمه انرژی در تعریف، نشان‌دهنده آن است که ایجاد صدای ناخواسته، گرمای محیط یا تجاوز قابل دید در محیط زیست طبیعی یا انسانی می‌تواند فعالانه در ایجاد آلودگی سهیم باشد (۶).

۲-۱-۱- آلودگی خاک

بسیاری از مواد سمی و آلاینده‌ها که به خاک اضافه می‌شوند، ممکن است از نظر تمرکز افزایش یابند و در نهایت به‌صورت تهدیدی جدی برای محیط زیست در آیند؛ برخی از مواد سمی به‌صورت باقیمانده، قرن‌ها در خاک می‌مانند. حتی مواد آلی مضر که در خاک تجزیه می‌شوند و در نهایت به‌صورت عناصر بازیافته نظیر کربن، اکسیژن، هیدروژن، فسفر، نیتروژن و گوگرد در می‌آیند؛ تا زمانی که در حال تجزیه‌اند، از نظر محیط زیستی خطرناک محسوب می‌شوند.

شاید تمام فعالیت‌ها دارای پتانسیل آلوده کردن محیط باشند و آلودگی همواره واقعیتی است که در استفاده از منابع مطرح بوده است. اما حقیقت امر این است که طبیعت قادر به پذیرش میزان معین و متعارفی از آلودگی است. انسان با گذشت زمان مصرفی‌تر شده و جمعیت نیز در حال افزایش است، که هر یک از این موضوع‌ها در آلودگی محیط زیست نقش مؤثری داشته‌اند. بشر توانسته است وسایل و مواردی را تولید نماید که تجزیه و تخریب آن‌ها مشکل‌تر می‌باشد و همچنین قادر به کشف مواد سمی^۱ گردیده که کنترل آن‌ها بسیار سخت‌تر شده است (۱۹).

۲-۱-۲- منابع آلودگی

دو منبع آلودگی خاک از نظر انسانی وجود دارد:

۲-۱-۲-۱- منابع اولیه: نظیر افزودن کود به خاک در حین بهره‌برداری از آن‌ها.

۲-۱-۲-۲- منابع ثانویه: نظیر آلاینده‌هایی که در اثر فعالیت‌هایی که در مجاورت خاک‌ها صورت می‌گیرد به آن‌ها اضافه می‌شود؛ مانند کارخانه‌ها و رسوب‌گذاری آلاینده‌ها از طریق هوا. اکثریت مقدار مصرف آفت‌کشها در کشورهای صنعتی استفاده می‌شود. اما هنوز مسائل مربوط به سموم دفع آفت‌ها در جهان سوم سیزده مرتبه بیش از کشورهای صنعتی است (۱۹). این مسأله به‌دلیل فقدان کنترل

^۱ - Toxic

مناسب در تولید، کاربرد و ذخیره سازی آن‌هاست. در جدول (۱-۲) برخی از منابع آلودگی خاک‌ها ذکر شده است.

جدول ۱-۲- منابع آلودگی خاک‌ها (۱۹)

منابع	عناصر آلاینده موجود
منابع اولیه	As, Pb, Cd
	کودهای شیمیایی
	آفت‌کشها
	Hg, As, Pb
منابع ثانویه	Se, Cd, As, Pb
	غبارهای هوا
	دریایی
	Se

۳-۱-۲- فلزات سنگین

فلزات سنگین عناصری هستند که در خاک بسیار ساکن بوده و تحرک ناچیزی دارند و احتمال دارد سالیان سال در خاک بمانند. این گونه آلودگی‌ها در خاک از افزودن کودهای شیمیایی مانند فسفات، نزولات جوی، لجن و فاضلاب^۱، زغال سنگ و غیره حاصل می‌گردد. عناصر سنگین تماماً توسط خاک به دلیل مکانیسم تبادل کاتیونی جذب می‌شوند. این عناصر ممکن است در نهایت هیدروکسیدها، کربنات‌ها و شکل‌های مختلف غیر محلول را تشکیل دهند (۱۹).

این عناصر معمولاً از طریق غذا، آب آشامیدنی آلوده و هوای آلوده در بدن تجمع می‌نماید (۱۲۴). میزان ورودی این عناصر به بدن انسان متفاوت است، به عنوان مثال کادمیم در حدود ۱۰ تا ۴۰ میکرو گرم در روز، از طریق غذا به بدن انسان منتقل می‌گردد (۱۲۶). بدیهی است در خاک‌های آلوده، محتوای عناصر از حد مجاز فراتر رفته و در مناطق اطراف صنعتی آلوده‌تر است (۲۰). مصرف فعلی کودشیمیایی، شاید در سطح کنونی خطر فوری ندارد، اما عناصر موجود در آن به مرور زمان نامطلوب

^۱- Sludge

است (۱۱۲). در کشور بنگلادش و بخشی از هندوستان آب آشامیدنی و آب آبیاری از چاه دارای عناصری نظیر آرسنیک در حد سمی است که به علت طبیعت کانی‌های موجود در اعماق خاک بوده و سبب مسائل عمده بهداشتی می‌گردد (۱۲۳). عناصر رادیواکتیو یک خطر آرام است که به عنوان یک خطر جدی برای سلامت انسان در محیط محسوب می‌شود (۶).

آلودگی فلزات سنگین در خاک و آب‌های زیرزمینی از جمله بزرگ‌ترین تهدید برای محیط زیست و سلامت انسان است که دستاورد صنعتی شدن و گسترش جمعیت در قرن بیستم بوده است (۹۱). نمک‌های حلال فلزات سنگین و متالوئیدها (Ni, Pb, Ch, Cd و نظایر آن) به واسطه فعالیت‌هایی مثل آب‌کاری فلزات و اندودکاری، چرم‌سازی، رنگ‌رزی، به کار بردن آفت‌کش‌ها و به واسطه احتراق سوخت‌های فسیلی وارد خاک و آب زیرزمینی می‌شوند (۱۱۶).

طبق مطالعات انجام شده توسط میلز (۱۹۹۶)، دو گروه اصلی از عناصر اهمیت ویژه‌ای برای سلامتی و بهداشت انسان دارند؛ گروه اول عناصری هستند که برای جانداران حیاتی به شمار می‌روند. این عناصر شامل آهن، منگنز، نیکل، کبالت، کروم، مس، روی، وانادیم، مولیبدن، سلنیوم، ید و فلورین می‌باشند. گروه دوم، عناصری هستند که حتی مقادیر بسیار کم آن‌ها نیز اثرات فیزیولوژیکی زیان‌آوری دارند، این گروه شامل آرسنیک، کادمیوم، سرب، جیوه و بعضی محصولات گروه اورانیوم می‌باشد (۱۹).

الکساندر کرنیه و دینا سولودوخینا (۲۰۰۸)، گزارش دادند بین آلاینده‌های خاک ناشی از کشاورزی مثل آفت‌کش‌ها، صنعتی و سلامتی انسان ارتباط وجود دارد، که سهم آلاینده‌ها در توسعه بیماری در این مناطق بیشتر است (۵۵).

لی و همکاران (۲۰۰۶)، با مطالعه آلودگی کادمیوم بر روی خاک‌های باغات و درختان میوه در Guangzhou چین، به این نتیجه رسیدند که درخت Carambola، ظرفیت تجمع کادمیوم زیادی دارد، که در داشتن توان بالای خطرات بهداشتی برای ساکنان محلی مطرح است (۱۰۵).

۴-۱-۲- عوامل مؤثر احتمالی در آلودگی خاک استان گلستان

۴-۱-۲-۱- آلودگی مناطق کشاورزی

در استان مساحت زیادی جهت کشت محصولات مختلف نظیر باغ، زراعت و غیره در حال استفاده و بهره‌برداری است. فعالیت‌های شدید کشاورزی و بهره‌برداری بیش از حد از خاک، سبب ضعیف شدن خاک می‌گردد؛ که برای رشد محصولات و برداشت محصول از دیدگاه کشاورز، موجب مصرف کود و سموم قابل توجهی در استان می‌گردد. نتیجه مصرف سموم و کود در مراحل مختلف، آلودگی شدیدی

جدول ۲-۲- مقدار انواع کود شیمیایی توزیع شده (برحسب تن) در استان (مرکز آمار ایران-۱۳۸۲) (۱).

سال و شهرستان	جمع	اوره	فسفات آمونیوم	نیتрат آمونیوم	سولفات آمونیوم	سوپر فسفات تریپل	سولفات پتاسیم	کلرور پتاسیم	کود ماکرو کامل	کود میکرو و سایر
۱۳۷۰	۱۲۹۲۸۲	۶۲۴۳۸	۶۵۹۱۸	۶۶۱	۱۶۵	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۳۷۵	۷۹۳۸۸	۴۴۶۶۰	۳۰۵۶۲	۳۸۰	۰	۳۷۸۶	۰	۰	۰	۰
۱۳۸۰	۱۴۸۶۷۳	۸۴۶۶۰	۱۸۴۰۲	۲۱۴۶	۲۰۲۷	۲۱۱۳۶	۱۰۹۸۳	۷۷۸	۸۵۴۱	۰
۱۳۸۱	۱۷۶۴۸۴	۸۸۰۴۶	۳۴۳۹۷	۱۲۸۰	۱۳۹۴	۳۰۸۷۴	۱۲۵۱۶	۹۵	۷۸۸۲	۰
۱۳۸۲	۱۶۵۸۸۳	۷۵۷۴۹	۲۸۵۱۰	۲۰۰۸	۴۰۶۹	۱۹۴۱۴	۱۳۵۲۰	۲۴۸۱	۲۰۱۳۲	۰
۱۳۸۳	۱۷۵۳۰۶	۹۱۲۲۸	۲۴۷۲۷	۱۵۱۷	۷۹۶۳	۱۵۸۹۵	۵۵۱۷	۲۷۵۵	۲۵۷۰۴	۰
۱۳۸۴	۱۸۹۴۰۳	۹۲۴۹۷	۲۰۵۸۰	۰	۸۰۷۸	۲۶۷۰۶	۹۸۰۹	۱۹۶۹	۲۶۷۷۸	۲۹۸۵
۱۳۸۵	۲۲۴۹۵۸	۱۱۷۹۱۴	۲۳۰۹۳	۴۹۷۵	۴۷۰۱	۲۶۲۲۲	۹۶۴۴	۴۷۹۸	۳۳۳۴۴	۲۶۷
آزادشهر	۷۹۷۸	۳۷۷۴	۱۱۱۷	۲۹۱	۹۵	۵۹۳	۳۳۶	۳۷۲	۱۴۳۹	۱۵
آق‌قلا	۲۵۷۴۵	۱۴۵۲۵	۲۶۱۵	۹۵	۶۷۶	۲۷۸۲	۱۲۴۹	۳۰۰	۳۴۸۳	۲۰
بندرگز	۶۱۴۳	۲۲۹۵	۷۴۲	۱۸۸	۱۴۳	۶۲۱	۸۸۹	۲۰۰	۱۰۵۰	۱۵
ترکمن	۱۵۱۴۸	۹۶۹۷	۱۷۲۸	۰	۲۹۴	۲۲۸۳	۴۲۴	۹۸	۶۰۰	۲۴
رامیان	۱۰۰۲۵	۴۴۹۲	۱۳۴۴	۳۹۰	۹۱	۷۶۹	۵۲۴	۴۵۰	۱۹۵۰	۱۵
علی‌آباد	۲۱۴۸۵	۹۶۳۵	۲۴۱۹	۱۰۷۵	۵۸۸	۲۲۳۰	۱۰۷۶	۹۹۱	۳۴۴۹	۲۲
کردکوی	۱۱۸۴۵	۵۴۴۸	۱۰۲۸	۳۸۵	۲۳۹	۱۴۷۱	۸۸۵	۳۶۶	۱۹۹۸	۲۵
کلاله	۳۲۰۳۵	۱۸۸۲۶	۲۶۱۰	۵۳۰	۵۷۵	۳۸۴۳	۶۰۹	۱۹۶	۴۸۴۶	۰
گرگان	۲۶۳۷۴	۱۱۵۲۴	۳۷۹۶	۱۱۱۲	۴۹۵	۲۸۷۹	۱۵۷۷	۷۳۰	۴۱۵۰	۱۱۱
گنبد کاووس	۵۱۱۴۴	۲۸۳۱۰	۳۹۱۳	۲۸۶	۱۱۷۴	۷۳۲۹	۱۵۳۵	۹۴۸	۷۶۲۹	۲۰
مینودشت	۱۷۰۳۶	۹۳۸۸	۱۷۸۱	۶۲۳	۳۳۱	۱۴۷۶	۵۴۰	۱۴۷	۲۷۵۰	۰

را در خاک منطقه به وجود می آورد. کودها و سموم، دارای مواد شیمیایی آلی و فلزات سنگین هستند که مصارف بیش از حد آنها باعث تجمع این موارد در خاک می گردد. مواد شیمیایی آلی موجود در سموم مختلف به مدت طولانی در خاک باقی می ماند؛ و هم چنین فلزات سنگین خطرناک که باعث بوجود آمدن مشکلات فراوان زیست محیطی برای انسان و موجودات زنده می گردد.

جدول ۲-۳- مقدار انواع سموم توزیع شده (برحسب تن) در استان (مرکز آمار ایران-۱۳۸۲)(۱).

سال	جمع	حشره کش	علف کش	قارچ کش	کنه کش	موش کش	سایر
۱۳۷۰	۲۳۸۱/۰	۱۲۲۸/۰	۸۶۳/۰	۲۲۷/۰	۵۸/۰	-	۵/۰
۱۳۷۵	۲۱۶۵/۰	۷۱۶/۰	۲۰۰/۰	۱۰۴/۰	۸۲/۰	-	۱۰۶۳/۰
۱۳۸۰	۲۱۴۶/۰	۶۰۶/۰	۳۵۲/۰	۱۵۶/۰	۱۷۰/۰	۲/۰	۸۶۰/۰
۱۳۸۱	۱۲۷۴/۰	۵۹۹/۰	۴۲۹/۰	۲۰۹/۰	۳۷/۰	۰/۰	۰/۰
۱۳۸۲	۳۰۴/۰	۳۵۶/۰	۵۳۹/۰	۲۶۲/۰	۴۰/۰	۰/۰	۱۱۰۷/۰
۱۳۸۳	۲۴۴۶/۰	۱۴۹۲/۰	۵۶۷/۰	۴۹/۰	۳۳/۰	۰/۰	۵/۰
۱۳۸۴	۱۲۴۸/۶	۲۱۳/۵	۶۹۲/۹	۳۱۰/۴	۲۹/۳	۰/۷	۱/۲
۱۳۸۵	۱۷۹۴/۶	۱۳۲/۷	۶۵۸/۸	۳۱۹/۴	۴۲/۱	۰/۰	۶۴۱/۶

جدول ۲-۲- مقادیر کودهای شیمیایی توزیع شده در استان و جدول ۳-۲- مقادیر توزیع سموم مختلف را در سطح استان نشان می دهد.

۲-۴-۱-۲- آلودگی مناطق طبیعی

خاک ها و رسوبات حاصل از هوازدگی و فرسایش سنگ های دارای عناصر کمیاب با غلظت های بسیار زیادی از این فلزات سنگین هستند. عوامل مختلفی باعث توزیع و پخش فلزات سنگین موجود در سنگ در افق های مختلف خاک می گردند، که می توان به pH، بافت خاک، میگروارگانیزم ها، مواد آلی، اکسیدها و هیدروکسیدها اشاره نمود. در دید کلی زمین شناختی استان، قسمت عمده را رسوبات آبرفتی و سپس لس ها که به ترتیب حدود ۴۰ درصد و ۲۴ درصد فراوانی سنگ های استان را تشکیل می دهند. سنگ های مافیک در تشکیل حدود ۲ درصد واحدهای سنگی استان نقش دارد، ولی حاوی

عناصر سنگین زیادی در خود بوده که امکان برجای گذاشتن مقادیر قابل توجه از این فلزات را در خاک‌های حاصله از هوازدگی و فرسایش این قبیل سنگ‌ها وجود دارد. سنگ‌های مافیک در جنوب غرب استان به‌صورت پراکنده وجود دارد، که به‌دلیل وجود داشتن آن‌ها در ارتفاعات و شیب‌های تند به سمت شمال استان احتمال حمل و نشست در پایین وجود دارد؛ و فعالیت‌های کشاورزی بر روی این مناطق زیاد است. در بخش‌های شمال شرق استان کانی‌های شیل وجود دارد، که به‌دلیل ریزدانه بودن این کانی‌ها می‌تواند احتمالی برای جذب فلزات سنگین فراهم آورد. تحقیقات متعدد صورت گرفته در امریکا توسط محققین و پژوهشگران بر روی شیب‌ها نشان‌دهنده آن بوده که مسایل آلودگی مرتبط با این سنگ‌ها دارای غلظت‌های زیاد فلزاتی نظیر V, Cr, Mn, Ca, Zn, Pb, Ni, Cd, As بالاتر از حد استاندارد بوده است.

۲-۱-۴-۳- آلودگی مناطق شهری، صنعتی و معدنی

اکثر فعالیت‌های صنعتی در بخش‌های مرکزی و غرب استان متمرکز است. و جمعیت هم در این مناطق بالا بوده و فعالیت‌های کشاورزی هم زیاد است. شهرک‌های صنعتی در حاشیه شهرهای بزرگ مخصوصاً گرگان، بندر ترکمن و علی‌آباد وجود دارد. صنایع غذایی و مواد شیمیایی در بخش‌های غربی استان و مرغداری‌ها و کارخانه‌های شن و ماسه در شرق استان غالب است. در کل صنایع آلوده‌کننده به‌طور حاد در منطقه وجود ندارد. با توجه به نوپا بودن استان و شکل‌گیری عمده شهرک‌های جدید در چند سال اخیر، تولیدات و محصولات آن‌ها عمده نبوده و خروجی‌های فاضلابی خیلی زیاد در بر ندارد و نسبت به مناطق صنعتی مختلف می‌توان بیان کرد، این منطقه از لحاظ صنعتی آلودگی خاصی ندارد؛ و یا از آلودگی کمی برخوردار است.

۲-۱-۴-۴- معادن

معادن مختلفی از جمله زغال‌سنگ، بوکسیت در استان وجود دارد که معادن زغال‌سنگ توانایی ایجاد آلودگی زیادی را خواهند داشت؛ استخراج و فرآوری زغال‌سنگ، مواد سمی و فلزات خطرناکی را در

محیط پخش می‌نماید. معادن زغال‌سنگ دارای فاضلاب خروجی حاوی فلزات سمی خطرناک هستند. این معادن در جنوب استان واقع شدند.

۲-۱-۴-۵- مناطق شهری

در کل مساحت استان، مساحت شهری کم بود، ولی به‌عنوان نقطه‌های آلودگی مطرح است. تراکم جمعیت در این نواحی، ترافیک، تردد خودروها که عامل انتشار مواد و فلزات‌سنگین خواهد بود. عمده‌ترین فلزات موجود در نقاط شهری سرب، روی، مس و به مقدار قابل ملاحظه کادمیم و باریم وجود دارد.

۲-۱-۵- استانداردهای آلودگی خاک

۲-۱-۵-۱- استانداردهای عمومی خاک در کشورهای اروپائی

مقدار غلظت عناصر در خاک‌های دست نخورده و یا آلوده شده و یا عوامل انسانی اندازه‌گیری می‌شود. سپس حداکثر این مقادیر با استانداردها حداکثر حدمجاز فلزات^۱ یا MAL تهیه شده مقایسه می‌شود. اولین MAL توسط کلوک در آلمان تهیه شد. جدول ۲-۴ حدود مجاز این استاندارد را بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایشگاه، گلخانه و آزمایشات صحرایی نشان می‌دهد. در سال‌های بعد از آن بعضی از این حدود آستانه کم و زیاد شد (۹۸). حداکثر حد مجاز تعیین شده کلوک هنوز در بسیاری از کشورها کاربرد دارد. حدود مجاز در کشورهای دیگر نیز بر همین اساس و قواعد نیز تهیه شد (نظیر بریتانیا، اتریش، لهستان، کانادا، ژاپن، سوئیس).

۱- Maximum Allowable Limits

جدول ۲-۴- محدوده نرمال و حداکثر حد مجاز فلزات سنگین معرفی شده توسط کلوک (۱۹۸۰) در خاک.

عناصر شیمیایی	محدوده نرمال (mg/kg)	حداکثر حد مجاز (MAL) (mg/kg)
Cd	۰/۱-۱/۰	۳
Co	۱-۱۰	۵۰
Cr	۲-۵۰	۱۰۰
Cu	۱-۲۰	۱۰۰
Ni	۲-۵	۵۰
Pb	۰/۱-۲۰	۱۰۰
Zn	۳-۵۰	۳۰۰

در جدول ۲-۵ حدود مجاز فلزات سنگین (برحسب mg/kg) در کشورهای اتحادیه اروپا قابل مشاهده است. تشابهات و تفاوت‌های مختلفی میان اعداد و ارقام آن‌ها وجود دارد. تفاوت‌ها بیشتر در عناصر سمی‌تر و خطرناک‌تر دیده می‌شود. به‌طور کلی کشورهای که با آلودگی شدیدتری (مانند بریتانیا و آلمان) روبرو هستند، مقادیر کمتری را در MAL خود قرار داده‌اند تا کشورهای که کمتر در معرض آلودگی‌های شدید قرار دارند (۹۸).

جدول ۲-۵- حدود مجاز فلزات سنگین (برحسب mg/kg) در کشورهای اتحادیه اروپا (۵۸).

As	Hg	Ni	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	
---	۱	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۱/۵	۱۰۰	۶۰	اتریش
۲۲	۱/۳	۱۸	۵۶	۱۷۰	۰/۹	۴۶	۴۹	بلژیک
---	۱	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۲	۱۰۰	۵۰	بلژیک
---	۰/۵	۱۵	۴۰	۱۰۰	۰/۵	۳۰	۴۰	دانمارک
---	۰/۲	۶۰	۶۰	۱۵۰	۰/۵	۲۰۰	۱۰۰	فنلاند
---	۱	۵۰	۱۰۰	۳۰۰	۲	۱۵۰	۱۰۰	فرانسه
---	۱	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۱/۵	۱۰۰	۶۰	آلمان
---	۱-۱/۵	۳۵-۷۵	۵۰-۳۰۰	۱۵۰-۳۰۰	۱-۳	---	۵۰-۱۴۰	یونان
---	۳	۳۰	۵۰	۱۵۰	۱	---	۵۰	ایرلند
---	۱	۷۵	۱۰۰	۳۰۰	۱/۵	---	۱۰۰	ایتالیا
---	۰/۳	۳۵	۸۵	۱۴۰	۰/۸	۱۰۰	۳۶	هلند
---	۰/۸-۱/۵	۲۰-۵۰	۴۰-۸۰	۸۰-۱۸۰	۱-۳	۵۰-۱۰۰	۲۵-۷۵	لهستان

۲-۵-۱- استاندارد فلزات سنگین و کمیاب در خاک‌های کشاورزی

حدود مجاز فلزات سنگین و کمیاب موجود در خاک‌های مناطق حاصلخیز را می‌توان بر پایه عوامل متعددی محاسبه نمود؛ بنابراین حدود مجاز در خاک‌های سطحی بسته به شرایط محلی می‌توانند کاملاً متفاوت باشند. جدول ۲-۶ میزان حدود مجاز فلزات سنگین را در کشورهای گوناگون نشان می‌دهد.

جدول ۲-۶- حداکثر مقدار مجاز عناصر کمیاب در خاک‌های کشاورزی کشورهای مختلف (mg/kg)

(۲۰۰۱) (Kabata-Pendias & Pendias) (۸۴).

عناصر	اتریش (۱۹۷۷)	لهستان (۱۹۷۷ و ۱۹۹۳ ^b)	روسیه (۱۹۸۶)	بریتانیا (۱۹۸۷)	آمریکا (۱۹۸۸)	آلمان (۱۹۹۳ ^a)	اتحادیه اروپا (۱۹۸۶)
As	۵۰	۳۰	۲	۱۰	۱۴	-	-
B	۱۰۰	-	-	-	-	-	-
Be	۱۰	۱۰	-	-	-	-	-
Cd	۵	۱-۳	-	۱۵-۳	۱/۶	۱/۵	۲۰
Co	۵۰	۵۰	-	-	۲۰	-	-
Cr	۱۰۰	۵۰-۸۰	۰/۰۵ ^c	-	۱۲۰	۱۰۰	۱۵۰۰
Cu	۱۰۰	۳۰-۷۰	۲۳ ^d	۵۰	۱۰۰	۶۰	۷۵۰
F	۵۰۰	-	-	-	-	-	-
Hg	۵	۵	۲/۱	-	۰/۵	۱	۸
Mo	۱۰	۱۰	-	-	۴	-	-
Ni	۱۰۰	۳۰-۷۵	۳۵	۲۰	۳۲	۵۰	۲۱۰
Pb	۱۰۰	۷۰-۱۵۰	۲۰	۲۰۰-۵۰۰	۶۰	۱۰۰	۱۵۰
Sb	-	۱۰	-	-	-	-	-
Se	۱۰	۱۰	-	-	۱/۶	-	-
V	-	۱۵۰	۱۵۰	-	-	-	-
Zn	۳۰۰	۱۰-۳۰۰	۱۱۰	۱۳۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۴۰۰

a) برای $pH < 6$

b) برای خاک‌های اسیدی خیلی سبک و خاک‌های سنگین خنثی

c) مقادیر کروم شش ظرفیتی

d) بخش فلزات محلول

با توجه به استانداردهای مختلف، این مطلب را می‌توان ذکر کرد که تمامی استانداردها، حفاظت از سلامتی انسان را به‌عنوان هدف اولیه خود دارند. بعضی کشورها عملکرد اکولوژیکی خاک را نیز مدنظر قرار داده‌اند. تفاوت در مدل‌های نرم افزاری به‌کار گرفته شده، مقادیر استاندارد و پارامترها و معیارهای پزشکی و سم‌شناختی انسان از جمله دلایل تغییرات بین مقدار استاندارد فلزات کمیاب و سنگین می‌باشند (۱۳۰).

۲-۱-۶- نقش فلزات سنگین در سلامتی انسان

منبع اصلی فلزات سنگین موجود در بدن، از خاک است و تمامی این عناصر به‌طور طبیعی در سنگ‌ها وجود داشته و یا به‌طور مصنوعی وارد خاک می‌شوند. خاک و آب به‌عنوان منابع اصلی، از هر جهتی در معرض آلودگی هستند. آلودگی خاک و آب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی انسان تأثیر منفی و مضر خواهد گذاشت. کودهای شیمیایی و سایر آلاینده‌ها نیز موجب افزایش ترکیبات و عناصر موجود در خاک می‌شوند. محصولات کشاورزی نیز در انتقال فلزات سنگین از خاک نقش دارند و حیوانات هم با مصرف این گیاهان به مسأله شدت بیشتر بخشیده و انسان هم با مصرف گوشت حیوان و نظایر آن باعث ایجاد بیماری شده که مسیر نامطلوبی طی شده است.

۲-۲- سرطان

۲-۲-۱- تعریف

سرطان به گروهی از بیماری‌ها اطلاق می‌شود که با رشد کنترل نشده و گسترش سلول‌های غیرطبیعی مشخص می‌گردد. چنان‌چه این ریشه غیر طبیعی مهار نشود، به مرگ منتهی می‌گردد.

۲-۲-۲- سرطان در استان گلستان

استان گلستان از یک طرف بر روی کمر بند سرطان‌های دستگاه گوارش فوقانی قرار داشته و از طرف دیگر بیماری‌های گوارشی به خصوص سرطان‌ها و هپاتیت در این استان، شیوع بالایی دارد. بنابراین

سرطان‌ها به‌عنوان یکی از علل اصلی مرگ در استان گلستان شناخته شده‌اند (۲۷). در سطح جهان مناطقی که میزان بروز سرطان مری در آن‌ها بسیار زیاد گزارش شده است شامل جمهوری خلق چین، حاشیه دریای خزر در ایران، جنوب آفریقا و فرانسه می‌باشد (۴۱). لذا شمال ایران علاوه بر اینکه از نقاط منطبق یافته کمربند سرطان مری است، یکی از کانون‌های سرطان مری در جهان هم می‌باشد که در شمال شرق ایران که شامل ترکمن‌صحرا می‌باشد، به حداکثر مقدار می‌رسد (۱۸). تحقیقات متنوعی در سطح جهان حاکی از این است که خطر ابتلا به سرطان مری در طبقات پایین اجتماعی، فقیر بودن از لحاظ مواد غذایی، عادات‌های خاص مصارف غذایی و مصرف نمودن دخانیات و الکل افزایش می‌یابد (۵، ۱۴۲). سرطان مری معمولاً در مراحل پیشرفته ظاهر می‌شود به‌طوری که در نیمی از بیماران هنگام تشخیص بیماری موضعی پیشرفته بود.

سرطان مری ششمین بیماری سرطان شایع در کل جهان می‌باشد (۵۴). و بر اساس آمار جدید، سرطان مری در بین مردان، رتبه پنجم و در زنان رتبه هفتم را داراست (۳۲). در هر سال حدود یازده هزار آمریکایی متوجه می‌شوند که دچار سرطان مری شده‌اند (۱۳). بنا به گزارش سازمان بهداشت جهانی، در حال حاضر حدود ۲۰ میلیون بیمار سرطانی در جهان وجود دارد که در سال ۲۰۲۰ به بیش از ۳۰ میلیون می‌رسد و ۶۰ درصد از این موارد در کشورهای در حال توسعه رخ خواهد داد. بنا به همان گزارش در یک دوره زمانی بیست ساله، مرگ‌ومیر ناشی از سرطان از حدود شش میلیون به ده میلیون در سال افزایش خواهد یافت، که عامل اصلی آن افزایش نسبی افراد سالخورده و همچنین کاهش مرگ‌ومیر در اثر بیماری‌های واگیر است. در ایران سرطان، جایگاه سوم عامل مرگ‌ومیر را دارد، که میزان بروز آن تقریباً هفتاد هزار مورد در طول سال است؛ و طبق آمارهای ذکر شده، تا سال ۲۰۲۰ از رشد بسیار بالاتری برخوردار خواهد بود (۱۴).

۳۰ درصد سرطان‌ها قابل پیشگیری‌اند، لذا بررسی عوامل مؤثر در ایجاد این بیماری از قبیل دخانیات (مصرف تنباکو و سیگار)، مصارف الکل، نوع تغذیه و نظایر آن می‌تواند راهکاری برای کاهش این بیماری خانمان‌سوز باشد. به‌عنوان مثال طبق تحقیقاتی که در انیستیتو کانسر درمورد تغذیه صورت

گرفت، مشاهده شد که تعداد زیادی از خانم‌ها که مراجعه کننده بودند و دچار سرطان شده‌اند، میزان سلیوم خون افراد مبتلا به سرطان پستان، که بالای پنجاه سال سن داشتند کمتر است و پایین بودن سلیوم در این افراد نسبت به افرادی که فاقد سرطان پستان هستند معنی‌دار بوده است (۳۱). شناخت دقیق بیماری و عوامل موثر بر آن از راه‌های پی بردن به چگونگی پیشگیری از آن است. یکی از زمینه‌های تحقیق در خصوص شناسایی علت سرطان‌ها، بررسی تأثیر عوامل محیطی از قبیل آب، خاک و فاکتورهای تغذیه‌ای در بروز سرطان‌هاست.

تفاوت موجود در بروز بیماری حتی در دو نقطه جغرافیایی به فاصله چند صد کیلومتری نیز می‌تواند صدق کند. به‌طور مثال، بر اساس آخرین محاسبات به‌عمل آمده بر روی سرطان‌های مری ثبت شده (بر اساس تشخیص پاتولوژی) در واحد ثبت سرطان دانشگاه علوم پزشکی گلستان، بروز بیماری در شرق استان گلستان ۴۰ نفر در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر و در غرب استان ۶ نفر در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر در طی یک‌سال تخمین زده شد؛ با توجه به ارقام به‌دست آمده از بروز سرطان مری در جهان و مقایسه آن‌ها با یکدیگر، از شمال ایران (گنبد) به‌عنوان قسمتی از «کمر بند سرطان مری» نام برده می‌شود که تا شرق چین امتداد دارد (۱۲۲). کمپ و محبوبی در سال ۱۹۷۲ با مطالعه و تحقیق مختلف در منطقه و با تطبیق و تلفیق نقشه‌های مختلف منطقه از جمله نوع خاک، پوشش گیاهی، میزان بارندگی و نوع جنگل‌ها به نتایجی دست پیدا کردند نظیر اینکه در ایجاد سرطان مری عوامل مهمی من‌جمله اتمسفر، خاک و جغرافیای منطقه دخیل هستند و دیگر اینکه، الکل یکی از پارامترهای اساسی در ایجاد سرطان مری بوده و اثرپذیری آن در استان مازندران بیشتر از گیلان است (۱۹).

با توجه به اینکه نواحی شمال ایران از لحاظ شیوع سرطان مری در جهان به‌عنوان بالاترین است ولی داده‌های اپیدمیولوژیکی جدید در مورد سرطان مری در خطوط شمالی ایران وجود ندارد، در حالی که سرطان مری یکی از مشکلات مهم و اساسی منطقه به شمار می‌رود بسته به معضل، مطالعات کم و ناچیزی صورت گرفته است (۱۱۰). بررسی عوامل مؤثر در بروز سرطان مری در شمال ایران به‌طور جدی از سال ۱۹۷۷ شروع گردید و از چند سال قبل مرکز تحقیقات گوارش و کبد دانشگاه علوم

پزشکی تهران^۱، با مشارکت دانشگاه علوم پزشکی گلستان و نظارت IARC^۲، مطالعه جامعی را در خصوص این بیماری با انجام یک مطالعه کوهورت در گنبد آغاز نمود. علی‌رغم مطالعات متعدد ژنتیکی و اپیدمیولوژیک انجام شده در منطقه، مطالعات کامل و جامعی در جهت بررسی عوامل اکولوژیک از قبیل خاک و نقش آن‌ها در بروز سرطان مری صورت نگرفته است. لذا تحقیق و مطالعه در مورد این نوع بیماری‌ها در منطقه امری ضروری به نظر می‌رسد.

۲-۲-۳- سرطان مری

وضع ساختمانی و طرز قرار گرفتن این عضو طوری است که تشخیص زودرس سرطان بسیار مشکل و گاهی غیر ممکن است؛ بنابراین یکی از کشنده‌ترین سرطان‌هاست. از اولین علائم آن در بلع است. ابتدا خیلی مختصر بوده و به‌نظر می‌رسد که غذا در حین عبور برای لحظه‌ای گیر می‌کند. این عیب در ابتدا برای غذاهای پرچرب و خشک مانند گوشت و نان است و کم‌کم اغذیه سفت و حین عبور مایعات دچار اشکال می‌شود. جراحی در مراحل اولیه و درمان با اشعه ایکس در مراحل پیشرفته این سرطان تا حدی امیدبخش است.

سرطان مری^۳ شامل دو گروه اولیه سلولی سرطان سلول سنگفرشی (SCC) و آدنوکارسینوما^۴ (ADC) است که هر دو گروه از کشنده‌ترین سرطان‌ها با بقای عمر پنج ساله کمتر از ده درصد محسوب می‌شوند (۱۳۸). تقریباً تا سی سال پیش سرطان مری نوع سنگفرشی (SCC) در سطح جهان، از جمله کشورهای غربی شایع‌ترین نوع و نزدیک به نود درصد سرطان‌های مری را تشکیل می‌داد. همزمان با کاهش سرطان نوع SCC، سرطان نوع آدنوکارسینوما (ADC) رو به افزایش می‌باشد. به‌طوری که ۶۰ درصد از انواع سرطان مری در آمریکای شمالی و اروپای غربی را تشکیل می‌دهد (۸۸،۸۶،۴۸). در

^۱ - DDRC , Digestive Disease Research Center

^۲ - International Agency for Research on Cancer

^۳ - Esophageal Cancer-EC

^۴ - Adenocarcinoma

کشورهایی از جمله ایران و چین سرطان مری نوع SCC در حال حاضر همچنان شایع‌ترین نوع سرطان مری است و حدود نود درصد سرطان‌های مری را تشکیل می‌دهد (۸۵).

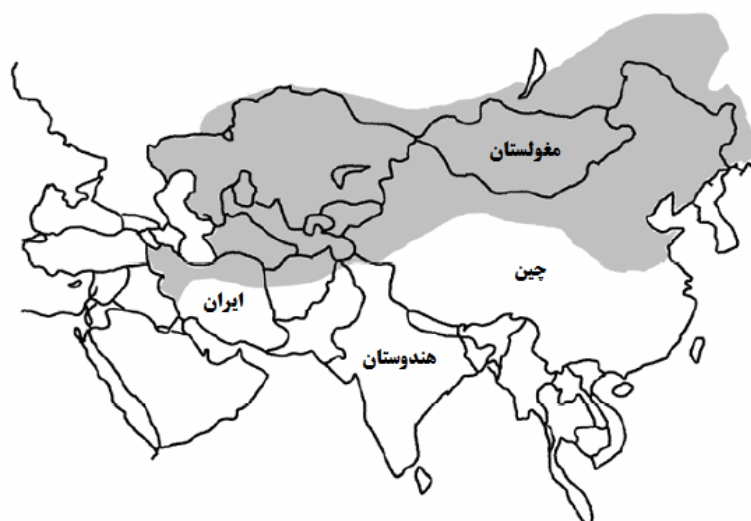
۲-۳-۱- سرطان مری نوع سنگفرشی (SCC)

علت‌های اصلی سرطان مری نوع SCC در کشورهایی نظیر آمریکا مصرف تنباکو، نوشیدن زیاد الکل، کمبود مصرف سبزیجات تازه و میوه، وضعیت اقتصادی و اجتماعی پایین گزارش گردیده است (۴۹، ۶۴). تحقیقات صورت گرفته در ایران و چین حاکی از آن است که علت‌های اصلی سرطان نوع SCC سیگار و الکل نبود، بلکه عواملی نظیر رژیم غذایی، چای داغ، مصرف تریاک، فقر، عدم بهداشت کافی در مورد دهان و دندان در صدر عوامل قرار دارند (۳۵، ۱۴۸). میزان بروز (ASR) سرطان مری در ایران در بین مردان تقریباً بیشتر از زنان می‌باشد؛ ولی در مجموع نسبت به سرطان نوع ADC که در بین مردان شیوع خیلی زیادی دارد آن را تقریباً برابر می‌دانند (۶۱). و در بین آستانهای با شایعه بیشتر سرطان مری، استان گلستان با میزان بروز ۴۳/۳ در هر صد هزار نفر در مردان و ۳۶/۳ در هر صد هزار نفر در زنان بالاترین میزان را دارد؛ سپس استان اردبیل، سمنان و کرمان در رده‌های بعدی قرار دارند. مطالعاتی که در نواحی گنبد در استان گلستان در مورد سرطان مری از نوع سنگفرشی صورت گرفت، عوامل مؤثر در بروز سرطان مری (SCC) را به ترتیب اهمیت چای داغ، مصرف آب آشامیدنی غیر بهداشتی (آب انبار و چشمه)، استعمال گوشت کباب‌شده و سرخ شده، ژنتیک، استعمال تریاک، عفونت هلیکوباکتری پیلوری در معده، مصرف ناس و استعمال دخانیات مطرح گردید (۶۱).

۲-۳-۲- سرطان مری نوع آدنوکارسینوما

این سرطان در حال افزایش است، در حال حاضر در ایران کمتر از ۵ درصد سرطان‌های مری را شامل می‌شود؛ ولی میزان شیوع آن در حال افزایش است (۷۵). احتمال ابتلای بسیار زیاد و میزان بروز غیر عادی از نظر جنس، وجود عاملی به عنوان خطر جدی و بسیار قوی را در هر دو جنس بیان می‌کند. سرطان مری علاوه بر شمال ایران، در بسیاری از مناطق شرقی و مرکزی آسیا مثل ترکمنستان،

ازبکستان، قزاقستان و برخی از مناطق چین (۹۲، ۱۴۰، ۱۴۸) گزارش گردیده است. این مناطق با احتمال ریسک بالا از شمال تا چین، در مسیر جاده ابریشم گسترش یافته که به عنوان کمربند آسیای مرکزی سرطان مری بیان می شود (شکل ۱-۲). وجود چنین کمربندی، عوامل خطر محیطی در طول مسیرهایی که افراد ساکن بودند و یا وجود عوامل سرطان زای محیطی مثل گیاهان، شرایط آب و هوایی و مواد آلوده کننده را مطرح می سازد (۸۵).



شکل ۱-۲- کمربند سرطان مری در آسیای مرکزی از ایران به چین.

تحقیقات اخیر که در استان گلستان صورت گرفته است، نشان دهنده نسبت یک در مرد به زن است و سرطان سنگفرشی در این استان غالب است (۸۱). با وجود سرطان بالا ولی کاهش میزان سرطان در طول ۳۰ سال اخیر مشاهده شده است که می تواند بالا رفتن وضعیت فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی مردم ساکن در آن مناطق را لحاظ کرد.

۲-۲-۴- عوامل اثر گذار در شکل گیری سرطان

یکسری از عوامل، مهم ترین پارامترهای بروز سرطان نوع SCC در استان گلستان مطرح شده اند؛ اگر چه هنوز عوامل بسیار ناشناخته ای وجود دارند که فضای مطالعاتی و تحقیقاتی را مساعد می نماید که

راجع به آن پارامترها و عوامل اثرگذار دیگر در بروز سرطان در شمال شرق ایران بررسی گردد. برخی از عوامل عبارتند از:

۲-۴-۱- استعمال مواد مخدر

مصرف تریاک در استان گلستان در میان مردان روستایی شایع‌تر است (۸۱) و احتمال دارد در بروز بالای سرطان مری در این ناحیه مؤثر باشد. وجود متابولیت‌های مورفین در ادرار افرادی که تحت تحقیق بودند با احتمال میزان بروز بالای سرطان در آنها، احتمال وجود ارتباط سرطان و مصرف مواد مخدر را بیان می‌نماید (۶۷). مطالعات اخیری که در گلستان انجام شد وجود ۳۳٪ ارتباط بین سرطان و مصرف مواد مخدر بود (۱۱۹، ۸۱، ۳۵). این پارامتر را به‌عنوان یک عامل اصلی نمی‌توان در نظر گرفت ولی پارامتری که اثرگذار در بروز سرطان مری هست را می‌توان مدنظر داشت (۸۵).

۲-۴-۲- نوشیدنی‌های داغ

در مناطقی از آمریکای جنوبی به‌دلیل نوشیدنی و چای داغ، بروز سرطان مری از نوع سنگفرشی مطرح است. با انجام تحقیقاتی در سنگاپور (۶۶) چای و نوشیدنی‌های داغ، بروز سرطان مری را افزایش می‌دهد. همچنین با انجام مطالعاتی در ایران، مصرف چای داغ ابتلای سرطان را بالا می‌برد (۵۹). همچنین گزارش گردید با مصرف چای خیلی داغ بروز سرطان تا ده برابر افزایش می‌یابد (۸۲).

۲-۴-۳- سوء تغذیه

مصرف کم، ناچیز و یا عدم استفاده از میوه و سبزیجات تازه، به‌طور واضح میزان احتمال ابتلا به سرطان مری از نوع سنگفرشی را می‌افزاید (۸۳، ۴۶). تحقیقات صورت گرفته در شمال شرق ایران حاکی از آن است که میزان بروز سرطان مری در خانواده‌ها و اهالی که مقدار مصرف سبزیجات و میوه‌های آنها کم بوده، در مقایسه با خانواده‌های دیگر بیشتر است (۸۰، ۸۳).

۲-۲-۴-۴-کمبود سلیوم

تحقیقات انجام شده در چین حاکی از آن است، سلیوم سرم افراد منطقه، یک چهارم میزان سلیوم سرم افراد مورد مطالعه در آمریکا است. و این احتمال می‌رود که کمبود سلیوم نقش اثر گذاری در بروز سرطان مری در منطقه مورد مطالعه داشته است (۱۵۵). اما این نتیجه در ایران صدق نکرده و در یک تحقیقی، میزان سلیوم سرم در شمال شرق ایران از سلیوم سرم مردم امریکا بیشتر است.

۲-۲-۴-۵-هیدروکربن‌های آروماتیک پلی‌سیکلیک (PAH)

PAH ها مواد سرطان‌زایی هستند که زمان سوختن ناقص چوب و یا زغال، زغال‌سنگ و تنباکو به‌وجود می‌آید. در شمال شرق ایران مطالعاتی راجع به نقش احتمالی PAH به‌عنوان یک عامل مهم در ایجاد سرطان مری نوع SCC انجام و گزارش گردیده است (۸۷، ۸۵).

۲-۲-۴-۶-ترکیبات نیتروز آمین‌ها و نیتروز آمیدها

این دو ترکیب توسط واکنش نیترات‌ها با آمین‌ها و آمیدها ایجاد می‌شود. این ترکیبات باعث افزایش بروز سرطان مری و کبد می‌گردد. انسان به واسطه غذا، استعمال تنباکو، تماس‌های شغلی و آب آشامیدنی در معرض این ترکیبات شیمیایی قرار می‌گیرد (۱۴۹). در سبزیجات می‌تواند نیتريت وجود داشته باشد و به‌عنوان یک منبع نیتريتی تلقی گردد. ولی سطوح بالای نیتريت‌های محیطی در آب وجود دارد (۱۴۹، ۴۲). در تحقیقی که در شمال شرق ایران انجام شد، غلظت نیترات‌ها در آب انبار که آب اصلی آشامیدنی منطقه در گذشته محسوب می‌شد و هم‌اکنون در برخی روستاها همچنان ادامه دارد، بالاتر از حد مجاز گزارش گردیده است (۸۵). بنابراین مصرف آب از آب‌انبار ها یک عامل خطر ساز برای ایجاد سرطان مری نوع سنفرشی محسوب می‌گردد.

۲-۴-۷- پارامترهای ژنتیکی

گسترش مناطق با ریسک بالای سرطان سلول سنگفرشی مری، از چین تا آسیای مرکزی به طرف روسیه و شمال شرق ایران و میزان بروز بالا در بین مردمی که فنوتیپ مغولی دارند، این احتمال وجود دارد که موضوع عوامل ژنتیکی در بروز این بیماری مطرح باشد. تحقیقات انجام شده در چین و ایران حاکی از آن است که بروز سرطان مری SCC در فامیل‌های درجه اول افراد مبتلا به سرطان مری بالاتر از دو برابر افرادی است که سابقه سرطان مری در فامیل ندارند (۸۱). عوامل محیطی نظیر فقر، سوءتغذیه، مصرف نوشیدنی‌های داغ با وجود عوامل نیترا ته بودن منابع و PAH به‌طور مشترک باعث ایجاد سرطان مری نوع SCC می‌شوند.

۲-۳- زمین‌آمار

۲-۳-۱- تعریف

زمین‌آمار شاخه‌ای از علم آمار است که تغییرات متغیر در محیط را به دو مؤلفه سیستماتیک و تصادفی تقسیم‌بندی می‌نماید. اصول زمین‌آمار براساس نظریه متغیرهای ناحیه‌ای استوار بوده که هم تغییرات ساختاری و هم تغییرات تصادفی متغیرهای مکانی را مورد توجه قرار می‌دهد (۱۰). با زمین‌آمار که در آن تغییرات متغیر به کمک تغییرنما^۱ مشخص می‌گردد، واریانس تخمین را می‌توان به‌دست آورد و با کمک آن به این نتیجه پی برد که روش تخمین کارا بوده و یا کارایی نداشته است. (۲۶).

۲-۳-۲- تاریخچه

اولین تجربیات به کارگیری روش‌های زمین‌آمار به مفهوم امروزی آن از حدود ۵۰ سال پیش بر اساس نظریات D.G.Krige که اهل آفریقای جنوبی و مهندس معدن بود، مبنی بر وجود نوعی رابطه

۱- Variogram

همبستگی بین بخش‌های کم‌عیار و پرعیار در یک قطعه‌ی معدنی آغاز شد. تلاش‌های اولیه جهت یافتن ارتباط و همبستگی بین نمونه‌ها منجر به روش‌های آماری همچون تجزیه و تحلیل سطوح روند درون‌یابی با استفاده از میانگین متحرک و سطوح روند چندجمله‌ای گردید. در نهایت پژوهشگران مدرسه‌ی معدن پاریس با سرپرستی جورج ماترون اقدام به تکمیل و تدوین مجموعه روش‌های آمار مکانی تحت عنوان نظریه‌ی متغیرهای ناحیه‌ای نمودند و آن را زمین‌آمار نامیدند (۲۳).

زمین‌آمار در خاک‌شناسی از اواخر ۱۹۷۰ میلادی توسط وبستر، حاج رسولیها شروع شد و همچنان ادامه دارد. در سال‌های اخیر، به کار بردن این علوم توسط پژوهشگران علوم خاک کشور افزایش یافته است که می‌توان مطالعات محمدی (۱۳۷۷)، مومنی (۱۳۷۴)، امینی (۱۳۷۸)، حسینعلی‌زاده (۱۳۸۴) و نظایر آن اشاره نمود (۳۰، ۲۲، ۱۱، ۴). اما قابل ذکر است استفاده از زمین‌آمار در علوم خاک‌پزشکی در کشور رؤیت نشده است که اولین بار در این تحقیق به کار رفته است.

علم زمین‌آمار به دلیل جوانی خود هنوز نادانسته‌ها و ناگفته‌های فراوانی دارد. به‌خصوص روش‌های تخمین هنوز تکمیل نگردیده است و تحقیقات بسیاری به‌منظور تکمیل این روش‌ها صورت می‌پذیرد (۲۶).

۳-۳-۲- مزیت‌های زمین‌آمار

تفاوت اصلی آمار کلاسیک و زمین‌آمار آن است که در آمار کلاسیک نمونه‌هایی که از جامعه گرفته می‌شود، عموماً به حالت تصادفی در نظر گرفته می‌شوند و فاقد اطلاعات مکانی در فضا خواهد بود، به بیان دیگر فرض بر آن است که نمونه‌ها مستقل از یکدیگرند، و بنابراین اطلاعات یک نمونه، هیچ آگاهی درباره نمونه بعدی به دست نمی‌دهد. اما در زمین‌آمار نمونه‌ها به حالت مستقل از یکدیگر در نظر گرفته نمی‌شوند؛ و بر این اساس نمونه‌های مجاور تا فاصله معینی به‌طور فضایی و از لحاظ فاصله نمونه و جهت قرارگیری آن‌ها نسبت به هم وابستگی دارند. این ارتباط مکانی (از لحاظ فاصله‌ای و جهت) بین مقدار یک کمیت در جامعه نمونه‌های برداشت شده، احتمال دارد به‌صورت مدل‌های

ریاضی قابل بیان باشد (۲۶). به این قالب‌های ریاضی ساختار فضایی گفته می‌شود. بنابراین در زمین‌آمار به بررسی متغیرهایی پرداخته می‌شود که ساختار فضایی از خود بروز می‌دهند. به بیان دیگر ابتدا وجود یا عدم وجود ساختار فضایی بین داده‌های بررسی شده، سپس در صورت وجود ساختار فضایی، تحلیل داده‌ها انجام می‌گیرد. این امکان وجود خواهد داشت که نمونه‌های مجاور تا فاصله معین در قالب ساختار فضایی به هم وابسته باشند، در این حالت واضح است که میزان تشابه بین مقادیر مربوط به نمونه‌های نزدیک‌تر بیشتر است، چون در صورت وجود ساختار فضایی، تغییرات ایجاد شده در یک فضای معین برای تأثیرگذاری روی فضاهای نزدیک به خود نسبت به فضاهای دورتر شانس بیشتری دارند. بنابراین از دیدگاه زمین‌آمار، هر نمونه بانمونه‌های دیگر حداکثر یک فاصله معینی ارتباط فضایی دارد؛ این حداکثر فاصله‌ای را دامنه تأثیر می‌نامند و دارای اهمیت فراوانی است، دامنه تأثیر نشان‌دهنده فاصله‌ای است که در آن می‌توان از تخمین روش‌های مختلف در زمین‌آمار استفاده کرد. بنابر توضیحات داده شده مشخص گردید که در زمین‌آمار می‌توان با به کار بردن داده‌های یک کمیت در مختصات معلوم، مقدار همان کمیت را در نقطه‌ای با مختصات معلوم دیگر که داخل دامنه‌ای با ساختار فضایی حاکم بوده تخمین زد (۱۰).

۲-۳-۴- مهم‌ترین مفاهیم زمین‌آمار

۲-۳-۴-۱- تئوری متغیر ناحیه‌ای

به طور کلی ژئواستاتستیک را می‌توان رویکرد آماری جهت مدل‌سازی متغیرهای ناحیه‌ای در قالب نظریه احتمال و با استفاده از مفهوم تابع تصادفی تعریف کرد. یک متغیر ناحیه‌ای، عبارت است از هر خصوصیت محیطی که مقادیر آن در فضای یک، دو و یا سه بعدی توزیع یافته‌اند. از دیدگاه ریاضی، یک متغیر ناحیه‌ای می‌تواند تابع تصادفی مانند $Z(X)$ باشد که برای هر نقطه مانند X ، دارای مقدار عددی مشخص است. غالباً تغییرات این تابع در فضای نمونه‌برداری از نقطه‌ای به نقطه دیگر پیوسته است.

تغییرات مکانی یک متغیر ناحیه‌ای، در برگیرنده دو مؤلفه ساختاری و تصادفی است. مؤلفه اول، بیان‌گر روند^۱ بوده و در برگیرنده مقدار ثابتی از مقادیر متغیر مورد نظر است. مؤلفه دوم، نشان‌گر تغییرات تصادفی مقادیر متغیر ناحیه‌ای از نقطه‌ای به نقطه دیگر است.

تغییرات تصادفی متغیر ناحیه‌ای، دارای همبستگی با مختصات مکانی نقاط نمونه‌برداری است. علاوه بر دو مؤلفه اصلی فوق‌الذکر، مقادیر متغیر ناحیه‌ای، دارای نوسانات و نوفه^۲ نیز می‌باشند. نوفه‌ها که پس از مدل‌سازی مؤلفه‌های اصلی، در مقادیر متغیر تصادفی باقی می‌مانند، بدون ساختار و الگوی مکانی مشخص می‌باشند. از دید ریاضی، تغییرات مکانی یک متغیر ناحیه‌ای، مانند $Z(X)$ را می‌توان به صورت رابطه زیر بیان کرد:

$$Z(X) = m(x) + \varepsilon(x) + \acute{\varepsilon}(x) \quad \text{معادله (۱-۲)}$$

که در آن:

$Z(X)$: متغیر ناحیه‌ای

$m(x)$: معرف روند یا مؤلفه ساختاری

$\varepsilon(x)$: مؤلفه تصادفی (تغییرات مکانی تصادفی با ماهیت پیوستگی مکانی)

$\acute{\varepsilon}(x)$: نوسانات و یانوفه (ماهیتی غیر پیوسته و مستقل از مکان دارد). (۲۳).

علاوه بر متغیرهای ناحیه‌ای و توابع تصادفی، فرضیات دیگری نیز بایستی مدنظر قرار گیرند، که فرضیات ایستایی فرایند، از جمله آن‌هاست. بر اساس این فرضیه مجموعه توابع توزیع یاد شده از نقطه نظر ویژگی‌های آماری از مکانی به مکان دیگر تغییر نمی‌کنند و ثابت باقی می‌مانند و به بیان دیگر همه آن‌ها به گروه واحدی از توابع توزیع تعلق دارد.

۱- Trend

۲- Noise

۲-۳-۴-۲- فرضیات ایستایی^۱

فرضیات ایستایی (یا فرضیات پایایی) که در مدل سازی زمین آماری کاربرد دارند به شرح ذیل می باشند:

۲-۳-۴-۱- فرضیات ایستایی مؤکد یا قوی^۲

یک تابع تصادفی را زمانی ایستا می گویند که توزیع یا قانون احتمال^۳ آن، یعنی خصوصیات توزیع آماری مشتمل بر نقاط عطفی مرتبه ی n ام، در فضای نمونه f برداری پایا و ایستا باشد. اگر قانون توزیع تصادفی متغیر ناحیه ای (به عنوان یک تابع تصادفی) تحت هر فاصله ای ثابت بماند، آن متغیر ناحیه ای را «ایستایی مؤکد» می نامند. فرضیات ایستایی مؤکد، بسیار قوی بوده و در عمل خیلی کم و به ندرت به وقوع می پیوندد و یا مورد استفاده قرار می گیرند، زیرا اثبات آن ها بسیار مشکل و یا غیر ممکن است.

۲-۳-۴-۲- فرضیه ایستایی مرتبه دوم^۴

در ساده ترین وضعیت هنگامی که در الگوی تغییرپذیری مقادیر متغیر ناحیه ای، روند مشخصی وجود ندارد، تابع تصادفی را «پایایی مرتبه دوم» می گویند.

بنابراین یک تابع تصادفی هنگامی ایستای مرتبه دوم هست که:

(۱) خصوصیت نقطه عطفی مرتبه اول وجود داشته باشد، و وابسته به موقعیت X نباشد، میانگین $Z(X)$ برای همه نقاط ثابت باشد.

$$E[Z(X)] = \tilde{m}, \forall X; \quad \text{معادله (۲-۲)}$$

۱- Stationary Assumptions

۲- Strict Stationary

۳- Probability Low

۴- Second – order stationary

(۲) برای هر جفت متغیر تصادفی $(Z(X), Z(X+h))$ ، کوواریانس (به عنوان دومین خصوصیت عطفی توزیع) وجود داشته باشد، و تنها وابسته به مسافت و فاصله جدا کننده دو نقطه‌ی نمونه برداری باشد. این فاصله را «گام» می نامند و به صورت آرایه h نشان می دهند:

$$\tilde{C}(h) = E[Z(x).Z(X+h)] - \tilde{m}^2, \forall x \quad \text{معادله (۳-۲)}$$

ایستایی کوواریانس، متضمن ایستایی و پایایی واریانس است. در این شرایط، واریانس را گاهی اوقات، «واریانس پیشین»^۱ می نامند و به صورت زیر تعریف می شود:

$$\text{معادله (۴-۲)}$$

$$Var[z(x)] = E[\{z(x) + \tilde{m}(x)\}^2] = \tilde{\sigma}^2$$

با در نظر گرفتن فرض اول رابطه زیر بدست می آید:

$$\tilde{\sigma}^2 = E[\{z(x) - \tilde{m}\}^2] = \tilde{C}(0) \quad \text{معادله (۵-۲)}$$

این بدان معنی است که تحت فرضیات در نظر گرفته شده، کوواریانس در گام صفر، برابر واریانس است (۲۳).

۲-۳-۴-۳-۲- فرضیه ذاتی (ایستایی مرتبه دوم ضعیف)

یک تابع تصادفی را در صورتی ایستایی ذاتی می گویند، که امید ریاضی متغیر ناحیه‌ای $Z(X)$ به مختصات بستگی نداشته باشد و یا غیر وابسته به موقعیت مکانی باشد. در این صورت:

$$E[Z(X)] = \tilde{m}, \forall x; \quad \text{معادله (۶-۲)}$$

(۲) برای تمامی گام‌های فاصله‌های موجود در آرایه h ، فواصل بین دو نمونه $(Z(X+h), Z(X))$ دارای واریانس معینی بوده که وابسته به موقعیت X نباشد، بلکه تابعی از h باشد:

^۱- Priori Variance

$$Var[z(x+h) - z(x)] = E[(z(x+h) - z(x))^2] = 2\tilde{r}(h) \quad \text{معادله (۷-۲)}$$

$\tilde{r}(h)$ ، واریوگرام تابع تصادفی است که اصطلاحاً «نیمه واریانس»^۱ نامیده می‌شود.

اگر تابع تصادفی، پایای مرتبه دوم باشد، آن‌گاه تابع مزبور قطعاً ایستای ذاتی نیز خواهد بود. لیکن، عکس آن لزوماً صادق نیست (۲۳). در محاسبه کوواریانس مقدار m مورد نیاز است ولی در اینجا نیازی به m نیست. از این رو فرضیه ذاتی این اجازه را می‌دهد که ساختار فضایی مورد نظر بدون نیاز به تخمین اولیه‌ای از مقدار میانگین برآورد شود (۱۰).

۲-۳-۵- آنالیز همبستگی مکانی

تغییرات خصوصیات زمین‌شناسی، دارای همبستگی مکانی بوده و اختلاف تغییرات بیشتر از جنبه واریانس قابل بررسی است (۵۰). به‌طور معمول واریانس متغیر بین نقاطی به فاصله h از یکدیگر می‌تواند همبستگی متقابل مقدار متغیرها را در دو نقطه به فاصله مشخص بیان نماید.

در صورت وجود ساختار فضایی، طبیعی است که وابستگی متغیر در نقاط نزدیک به هم بیشتر از وابستگی نقاط دور می‌باشد. چنین واریانسی می‌تواند معیاری برای نمایش تأثیرگذاری و یا تأثیرپذیری مقدار متغیر روی نقاط مجاور در محیط باشد. این خاصیت را که در اکثر متغیرهای علوم‌زمینی و خاصه در علوم‌خاک می‌توان استفاده کرد پیوستگی می‌نامند (۱۳۶). البته پیوستگی همیشه نسبت به فضای معینی تعریف می‌شود و تحت عنوان مقیاس همبستگی^۲ نامیده می‌شود. این مقیاس ابزار مهمی برای تخمین تغییرات مکانی خصوصیات خاک به وسیله مشاهدات نقطه‌ای می‌باشد. جهت آزمون وجود همبستگی و روابط بین متغیر می‌توان از ابزارهای آماری نظیر نمودار پراکنش^۳ بردار تفکیک و نیمه واریوگرام (نیم تغییرنما) یا تغییرنما استفاده نمود.

۱- Semi - Variance

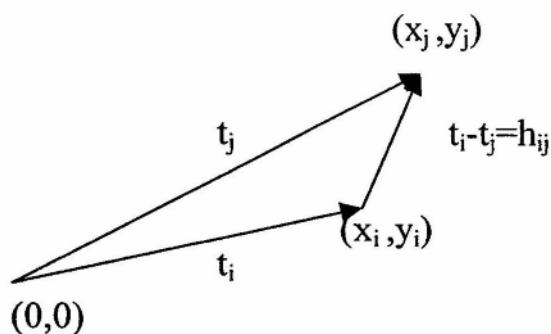
۲- Correlation Scale

۳- H - Scatterplot

۲-۳-۶- نمودار پراکنش بردار تفکیک (H-S)

نمودار پراکنش H-S نشانگر تمامی جفت زوج‌هایی است که با یک فاصله و جهت مشخص از یکدیگر قرار دارند. معمولاً اگر زوج نمونه‌هایی که با فاصله و جهت مشخص از همدیگر تفکیک شده‌اند قصد بررسی باشد، از عبارت برداری استفاده می‌شود. به عنوان نمونه نقاطی با مختصات i و j در نظر گرفته شود. موقعیت این نقاط را نسبت به مبدأ مختصات به کمک بردارهای t_i و t_j بیان می‌دارد. در این صورت فاصله تفکیک بین دو نقطه i, j برابر t_i و t_j خواهد بود که به صورت h_{ij} نمایش داده می‌شود. در شکل ۲-۲ نمایش برداری تفکیک نقاط i و j نشان داده شده است.

در نمودار پراکنش، محور طول‌ها را با $V(t)$ ، $V(t+h)$ نشان می‌دهند. محور طول‌ها بیانگر مقدار V در فاصله h از نقطه t در یک جهت معین می‌باشد. وضعیت پراکندگی نقاط در نمودار پراکنش بیانگر میزان همبستگی زوج نمونه‌ها در جهت و فاصله تفکیک مشخص می‌باشد. تراکم زیاد داده‌ها در اطراف خط $Y=X$ در این نمودارها نشان‌دهنده همبستگی بالای مکانی می‌باشد و هر چقدر این تراکم کمتر شود، از همبستگی کاسته می‌شود. رابطه بین ضریب همبستگی $h-s$ و فاصله تفکیک h تابع همبستگی، تغییرنمانامیده می‌شود (۲۱).



شکل ۲-۲- نمایش برداری تفکیک نقاط i و j .

۲-۳-۷- واریوگرام (تغییر نما)^۱

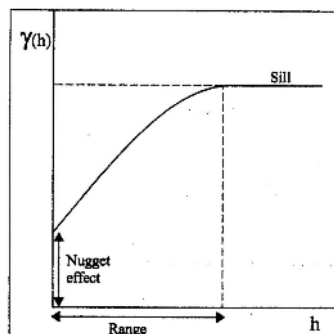
تابع واریوگرام، ابزار کلیدی در نظریه متغیرهای ناحیه‌ای است. منحنی تغییرنما نشان‌دهنده همبستگی مکانی نقاط اندازه‌گیری شده بر حسب مربع تفاضل دو نقطه با در نظر گرفتن جهت و فاصله بین آن‌ها بوده و یک کمیت برداری است که درجه همبستگی و تفاوت داشتن تغییرات را بیان می‌نماید و با $\gamma(h)$ نشان داده می‌شود. تغییرنمایی که از نمونه‌های برداشت شده و اندازه‌گیری شده حاصل می‌شود، را تغییرنمای تجربی می‌نامند. در ترسیم واریوگرام، فاصله نقاط در محور طول‌ها و مجذور اختلاف متغیرها در محور عرض‌ها در نظر گرفته می‌شود. با تغییر فاصله و جهت، اندازه واریوگرام تغییر خواهد کرد که درجه همسان‌گردی و ناهمسان‌گردی را معلوم می‌کند. در شکل ۲-۳ یک واریوگرام ایده‌آل به همراه پارامترهای مهم آن نشان داده می‌شود. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با افزایش فاصله، مقدار واریوگرام نیز به تدریج تا فاصله معینی افزایش می‌یابد و تا رسیدن به حد ثابتی ادامه دارد، که این حد را «حد آستانه»^۲ می‌نامند.

حد آستانه، مقدار عددی واریوگرام در حالتی است که تابع موردنظر، فاقد هرگونه صعود و یا نزول مشخصی باشد. در چنین فاصله‌ای، مقدار واریوگرام به مقدار واریانس داده‌ها نزدیک شده و معادل کوواریانس در گام صفر است. فاصله‌ای که در طی آن، واریوگرام به حد ثابت و مشخص خود می‌رسد «دامنه یا شعاع تأثیر»^۳ نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، «دامنه» فاصله‌ای است که فراتر از آن فاصله، نمونه‌ها بر هم تأثیر ندارند و مقادیر مورد مشاهده و یا نمونه‌برداری شده مستقل از یکدیگر در نظر گرفته می‌شود و دارای عدم همبستگی مکانی است. در حقیقت دامنه تأثیر، اطلاعاتی در رابطه با فاصله مجاز نمونه‌برداری ارائه می‌نماید که به‌همین دلیل این فاصله را «دامنه مؤثر» هم می‌نامند.

۱- Variogram

۲- Sill

۳- Range



شکل ۲-۳- نمونه‌ای از واریوگرام.

مقدار واریوگرام در گام صفر را « اثر قطعه ای »^۱ و نسبت بین اثر قطعه‌ای و حد آستانه را « اثر قطعه‌ای نسبی »^۲ می‌گویند.

عوامل متعددی مانند خطاهای نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها در آزمایشگاه و به‌واسطه آن خطاهای آزمایشگاهی، دلایلی است که باعث می‌شود اثر قطعه‌ای صفر نباشد؛ در صورتی‌که اثر قطعه‌ای در حالت ایده‌آل باید صفر باشد.

۲-۳-۷-۱- محاسبه واریوگرام

محاسبه تغییرنما توسط ماترون در سال ۱۹۷۱ ارائه گردید (۱۰). واریوگرام تجربی که برای محاسبه رابطه بین نمونه‌هایی که به اندازه h از یکدیگر فاصله دارند؛ عبارت است از متوسط مجذور اختلافات بین دو مشاهده ($z(x)$, $z(x+h)$) در دو موقعیت مکانی واقع در فضای نمونه‌برداری با فاصله h از همدیگر.

$$\tilde{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum (z(x_i) - z(x_i + h))^2 \quad \text{معادله (۲-۸)}$$

که در آن :

$N(h)$: تعداد جفت نمونه‌های تفکیک شده توسط h است.

۱- Nugget Effect

۲- Relative Nugget Effect

$Z(x_i)$: متغیر ناحیه‌ای مشاهده شده.

$Z(x_i+h)$: متغیر ناحیه‌ای مشاهده شده که به فاصله h از $z(x)$ قرار دارند.

$\gamma(h)$: نیم تغییر نما^۱

واریوگرام در حقیقت اندازه‌گیر میانگین عدم شباهت داده‌ها در دو موقعیت مکانی x و $x+h$ به‌عنوان تابعی از فاصله h بین آن‌هاست.

۲-۳-۷-۲- ویژگی‌های واریوگرام

۲-۳-۷-۳-۱- اثر قطعه‌ای^۲

در اکثر موارد، هنگامی که h به سمت صفر میل می‌کند، مقدار واریوگرام صفر نمی‌شود. این بدان معناست که اگر از یک محل دوبار متفاوت، نمونه‌های جدید برداشت شود، نتایج تا حدودی متفاوت خواهد بود. دلایل مختلفی در پیدایش اثر قطعه‌ای تأثیر دارند که می‌توان موارد زیر را نام برد:

الف) وجود مؤلفه‌های تصادفی در توزیع متغیر که در واقع به تصادفی بودن فرآیند بستگی دارد.

ب) خطاهای نمونه‌برداری، آماده‌سازی و آنالیز.

بنابراین به عرض از مبدأ منحنی واریوگرام «اثر قطعه‌ای» می‌گویند و معمولاً مؤلفه بی‌نظمی بیان می‌شود. اثر قطعه‌ای با حجم نمونه‌ها به‌طور عکس متناسب است؛ لذا در مقایسه اثر قطعه‌ای دو متغیر و در تحلیل آن باید به تعداد نمونه‌هایی که در ترسیم واریوگرام استفاده شده است توجه داشت. اثر قطعه‌ای در واقع بیان‌گر قسمت بی‌ساختار واریوگرام است.

در این صورت مدل واریوگرام به حالت یک خط افقی موازی محور h در می‌آید. تعداد نمونه‌هایی (N) که برای محاسبه واریوگرام به کار می‌رود، در بزرگی اثر قطعه‌ای مؤثر است (به ویژه به ازای N های کم

^۱- Semi Variogram

^۲- Nugget Effect

تا متوسط). در این حالت اگر C اثر قطعه ای بدست آمده از تعداد N نمونه باشد، اثر قطعه‌ای که ممکن است از N نمونه حاصل شود از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$C'_0 = C_0 \frac{N}{N'} \quad \text{معادله (۹-۲)}$$

همان‌طور که ذکر شد، از عوامل مؤثر دیگر در اثر قطعه‌ای، خطاهای نمونه‌برداری، آماده‌سازی و اندازه‌گیری نمونه‌هاست. سهم مؤلفه خطاهای تجربی را می‌توان با تکرار هر یک از مراحل بدست آورد. با استفاده از رابطه زیر می‌توان با برداشت نمونه‌های تکراری و تکرار اندازه‌گیری، خطاهای هر مرحله را تخمین زد و سهم مؤلفه خطاهای تجربی را در اثر قطعه برآورد کرد.

معادله (۱۰-۲)

$$Var = \frac{\pi}{4} \left[\frac{\sum (X_1 - X_2)}{n} \right]^2$$

که در این رابطه :

X_1 و X_2 : نتایج حاصل از اندازه‌گیری روی جفت نمونه‌های تکراری است.

n : تعداد جفت نمونه‌های تکراری می‌باشد (۱۰).

۲-۳-۷-۲-۲- دامنۀ تأثیر^۱

افزایش تغییرنما با افزایش فاصله، نشان‌دهنده آن است که همبستگی نمونه‌ها با فاصله تغییر می‌نماید. لذا با افزایش فاصله زمانی و یا مکانی بین نمونه‌ها به حدی می‌رسد که بیشتر از آن مقدار، متغیر ناحیه‌ای در نقاط اطراف یکدیگر برهم تأثیر چندانی نداشته و با افزایش فاصله، مقدار واریوگرام تغییر معنی‌داری نخواهد داشت، به این فاصله دامنۀ تأثیر می‌گویند.

^۱- Rang of Influence

مبرهن است که دامنه تأثیر بزرگ‌تر، دلالتی بر ساختار فضایی گسترده‌تر دارد. این افزایش وسعت، موجب افزایش محدوده مجازی می‌گردد که می‌توان از داده‌های موجود در آن برای تخمین مقدار متغیر ناحیه‌ای در نقطه یا بلوک مجهول استفاده نمود. دامنه تأثیر تغییرنا در طراحی فاصله شبکه بهینه نمونه‌برداری‌ها و نیز در تحلیل ناهمسانگردی‌های ساختاری کاربرد وافری دارد (۱۰).

۲-۳-۷-۲- آستانه (سقف واریوگرام)

با افزایش تدریجی فاصله h مقدار هر واریوگرام از مقادیر پایین شروع شده و پس از طی فراز و نشیب‌هایی، ممکن است به سمت حد ثابتی میل نماید. بنابراین بعضی از واریوگرام‌ها به مقدار نسبتاً ثابت خواهند رسید که پس از آن با افزایش هر چه بیشتر فاصله h ، تغییر معنی‌داری در مقدار واریوگرام نخواهد بود. به این مقدار ثابت که تغییرات آن تصادفی است، آستانه یا سقف گفته می‌شود. بعضی از واریوگرام‌ها در محدوده فواصل نمونه‌برداری شده تمایلی به رسیدن به حد ثابت ندارند و یا نشان نمی‌دهند و با افزایش فاصله در محدوده مورد مطالعه همواره افزایش می‌یابند. این‌گونه واریوگرام‌ها می‌توانند دلالت بر وجود روند در منطقه مورد مطالعه باشد و از این رو ممکن است برای تخمین زمین‌آماري مناسب نباشند. لذا در زمین‌آمار واریوگرام‌هایی که دارای آستانه مشخص هستند، دارای اهمیت بیشتری می‌باشند. لازم به ذکر است در برخی نرم‌افزارهای زمین‌آماري به مقدار σ^2 منهای اثر قطعه ای، «آستانه» اطلاق می‌شود. در مورد اثر وجود روند باید بیان کرد که این اثر امکان دارد آن‌قدر قوی باشد که حتی در فاصله دامنه تأثیر، اثر گذاشته باشد؛ ولی ممکن است نقش آن طوری باشد که بتوان از اثرات آن در فاصله دامنه تأثیر صرف‌نظر کرد. تشخیص این امر در انتخاب نوع کریجینگ به کار گرفته شده برای تخمین، نقش اساسی دارد. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده می‌توان گفت همه روندها به یک اندازه در تخمین، ایجاد خطا نمی‌کنند (۱۰).

۲-۳-۷-۳- مدل‌های تئوری تغییر نما

یکی از روش‌های مطمئن جهت تعیین پیروی از شرط مثبت قطعی در برازش واریوگرام‌های تجربی، استفاده از توابع و مدل‌هایی است که به مثبت قطعی بودن آن‌ها اطمینان وجود دارد. این توابع را مدل‌های نظری معتبر می‌نامند (۲۳).

واریوگرام تجربی علاوه بر آنکه به بررسی و شناخت ویژگی‌های ساختاری متغیر ناحیه‌ای می‌پردازد و چگونگی تغییرات آن را بیان می‌نماید، نوعی نقش تخلیص کننده داده‌ها^۱ رانیز دارد. قبل از کاربرد واریوگرام‌های تجربی در تخمین لازم است مناسب‌ترین مدل تئوری را روی آن‌ها برازش نمود (۱۱۸، ۱۰).

طرز کار مشابه برازش تابع توزیع احتمال به داده‌هایی است که هیستوگرامی را شکل می‌دهند. اگر توزیع یک دسته داده از توزیع‌های شناخته شده‌ای مثل توزیع نرمال یا لاگ نرمال پیروی نماید، انجام بررسی‌های آماری این داده‌ها آسان‌تر است؛ چون برای آن‌ها جداولی وجود دارد که محاسبات را ساده‌تر می‌کنند؛ و همچنین اگر از داده‌های مربوط به تغییر پذیری γ نسبت به فاصله h که در آن جا صادق است استفاده شود، ابتدا لازم است مدلی تئوریک به داده‌های تجربی برازش نموده و سپس مدل را در فرآیند تخمین به کار برد.

همان‌گونه که تعداد مدل‌های توزیع احتمال در آمار کلاسیک محدود است، برای واریوگرام نیز تعداد محدودی مدل شناخته شده و به‌طور معمول به کار می‌رود. این مدل‌های نظری معتبر را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود: مدل‌های فاقد حد آستانه؛ که شامل واریوگرام‌هایی است که در آن‌ها با افزایش فاصله h مقدار $\gamma(h)$ مرتباً افزایش می‌یابد و تمایلی به نزدیک شدن به یک سقف ثابتی از خود نشان نمی‌دهد (۹۷، ۱۰). و مدل‌های دارای حد آستانه؛ که شامل واریوگرام‌هایی است که ابتدا با افزایش فاصله h ، مقدار $\gamma(h)$ افزایش می‌یابد و سپس به حد ثابتی که همان حد آستانه یا سقف است نزدیک می‌گردد.

۱- Data

۲-۳-۷-۳-۱ مدل‌های حاوی آستانه

تجارب حاصل از مساحی خاک‌ها، حاکی از رایج بودن تغییرپذیری محدود بسیاری از خصوصیات خاک می‌باشند. در این شرایط، برازش واریوگرام‌های تجربی بایستی با استفاده از مدل‌های معتبر دارای سقف و حد آستانه صورت پذیرد. در غالب این مدل‌ها، واریوگرام‌ها دارای یک حداکثر مقداری می‌باشند که بسیار نزدیک به واریانس داده‌هاست. گاهی اوقات، واریوگرام به مقدار عددی حداکثر خود می‌رسد. لذا در این حد عددی، مجانب نمی‌گردد، بلکه به گونه‌ای تناوبی حول واریانس پیشین نوسان می‌نماید. به‌طور کلی واریوگرام‌هایی که توسط مدل‌های دارای آستانه مورد برازش قرار می‌گیرند، بیان‌گر فرآیندهای ایستایی مرتبه دوم می‌باشند. لذا توابع کوواریانس معادل آن‌ها را نیز می‌توان محاسبه نمود و براساس آن برازش داد (۲۳).

در ذیل به شرح مختصری از مدل‌های اثر قطعه‌ای محض^۱، مدل کروی^۲، مدل نمایی^۳ و مدل گوسی^۴ که دارای حد آستانه می‌باشند، پرداخته می‌شود.

۲-۳-۷-۳-۱-۱ مدل اثر قطعه‌ای محض

بسیاری از واریوگرام‌های تجربی دارای ناپیوستگی مشخصی در مبدأ می‌باشند، به گونه‌ای که در گام $h=0$ کاملاً برابر صفر هستند؛ سپس در فواصل بسیار کوچک به‌طور معنی‌داری از صفر بزرگ‌تر می‌شوند و باعث ایجاد ناپیوستگی شدید در مبدأ می‌گردند. گسستگی مزبور را می‌توان توسط یک مدل ناپیوسته مثبت قطعی توصیف کرد، به‌طوری که در شرایط $h=0$ ، مقدار واریوگرام برابر صفر و در غیر این‌صورت مساوی واحد می‌گردد؛ این مدل را «اثر قطعه‌ای محض یا خالص» می‌نامند.

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0 & \text{if } h = 0 \\ 1 & \text{if } h = \text{other } h \neq 0 \text{ wise} \end{cases} \quad \text{معادله (۱۱-۲)}$$

۱- Pure Nugget Effect Model

۲- Spherical Model

۳- Exponential Model

۴- Gaussian Model

در ژئواستاتستیک بیان اثر قطعه‌ای به‌عنوان یک مدل پایه، به‌ندرت معمول است بلکه عموماً به‌صورت یک مقدار ثابت در مدل‌های مختلف واریوگرام درج می‌گردد؛ بعضی مواقع مدل اثر قطعه‌ای تام به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\gamma(h) = C_0 \{1 - \delta(h)\} \quad \text{معادله (۲-۱۲)}$$

که در این رابطه:

C: واریانس فرایند مورد مطالعه

$\delta(h)$: کمیت کرونگر^۱ که در شرایط $h=0$ برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر است (۲۳).

مدل اثر قطعه‌ای خالص، بیان‌گر فقدان همبستگی مکانی بین مقادیر متغیر مورد مطالعه در مقیاس مطالعاتی است؛ به بیان دیگر اگر فواصل نمونه‌برداری بزرگ‌تر از مقیاس تغییرپذیری مکانی متغیر مورد مطالعه باشند، آن‌گاه واریوگرام مربوطه به‌صورت شکلی کاملاً مسطح و مجانب شده از مبدأ تا گام‌های بزرگ‌تر مشاهده خواهد شد.

۲-۳-۷-۳-۱-۲- مدل کروی

مدل کروی از مبدأ مختصات شروع و در نزدیکی مبدأ، رفتار خطی دارد. با افزایش فاصله h منحنی با سرعت به سمت مقادیر بیشتر $\gamma(h)$ صعود می‌کند؛ سپس به‌تدریج از شیب آن کم شده در فاصله معینی که دامنه تأثیر نامیده می‌شود به حد آستانه می‌رسد و در همین مقدار باقی می‌ماند این فاصله که معمولاً با حرف a نشان داده می‌شود، فاصله‌ای است که در محدوده آن مقدار متغیر ناحیه‌ای به‌طور آزاد تغییر نمی‌کند بلکه با توجه به مقادیر آن در سایر نقاط این محدوده مقداری برمی‌گزیند که ساختار فضایی نقض نگردد ولی در فاصله‌های بیشتر از a ارتباط و وابستگی کمتر شده و مقدار آن در یک نقطه از فضا تا حدود زیادی مستقل از مقدار آن در سایر نقاط است (۹۷، ۱۰). معادله کلی واریوگرام مدل کروی به‌صورت ذیل می‌باشد:

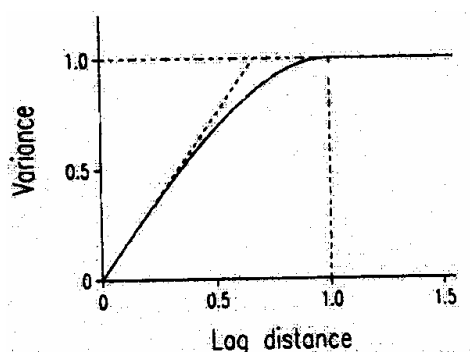
^۱ - Kronecker

$$\begin{cases} \gamma(h) = C\left(\frac{h}{a} - 0.5\frac{h^3}{a^3}\right) \\ \gamma(h) = C \end{cases} \quad \text{معادله (۲-۱۳)}$$

که در این رابطه:

C: حد آستانه‌ای و a: دامنه تأثیر می‌باشد.

در عمل دامنه تأثیر برای مدل کروی را $2/3a$ فرض می‌کنند شکل ۲-۴ نمونه‌ای از مدل کروی را نمایش می‌دهد.



شکل ۲-۴- نمونه‌ای از واریوگرام مدل کروی.

۲-۳-۷-۳-۱-۳- مدل نمایی

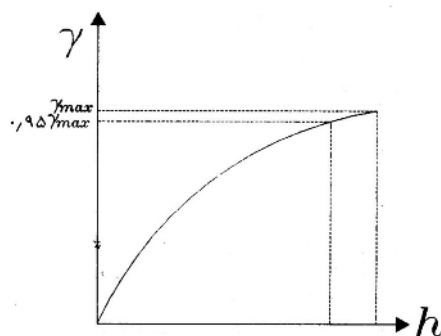
مدل نمایی همانند مدل کروی از مبدأ مختصات شروع و در نزدیکی مبدأ رفتار خطی دارد، ولی میزان صعود آن آرام‌تر از مدل کروی است و در عمل هیچ‌گاه به حد آستانه معینی نمی‌رسد، لذا دامنه تأثیر آن نامعلوم است؛ از علل به وجود آمدن داده‌هایی با چنین مدلی می‌توان وجود روند در محدوده مورد بررسی و بزرگی قابل ملاحظه دامنه تأثیر نسبت به ابعاد محدوده تحت پوشش نمونه‌برداری نام برد (۱۰).

معادله واریوگرام مدل نمایی به صورت ذیل می‌باشد:

$$\gamma(h) = C\left(1 - e^{-\frac{h}{a}}\right) \quad \text{معادله (۲-۱۴)}$$

که در این رابطه:

C: سقف واریوگرام و a: دامنه تأثیر می‌باشد. در این مدل ۰/۹۵ حداکثر مقدار واریوگرام تجربی به دست آمده از محدوده تحت پوشش را به عنوان سقف واریوگرام فرض نموده و فاصله متناظر آن h به عنوان دامنه تأثیر در نظر گرفته می‌شود (۱۰). شکل ۲-۵ نمونه‌ای از واریوگرام مدل نمایی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵- نمونه‌ای از واریوگرام مدل نمایی.

۲-۳-۷-۳-۱-۴- مدل گوسی

یکی دیگر از توابع با انحنای معکوس در مبدأ مدل گوسی است. این مدل بر خلاف مدل‌های کروی و نمایی به جای رفتار خطی در نزدیکی مبدأ، رفتار سهمی گونه دارد. معادله این مدل به صورت ذیل می‌باشد.

معادله (۲-۱۵)

$$\gamma(h) = C \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{h^2}{r^2} \right) \right\}$$

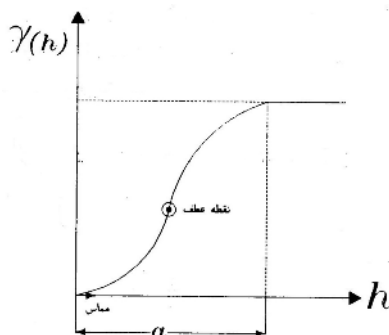
که در این رابطه:

C: حد آستانه و r: فاکتور فاصله است.

در مدل گوسی، دامنه مؤثر برابر $\sqrt{3}r$ در نظر گرفته می‌شود. یکی از معایب جدی مدل گوسی صفر بودن شیب در مبدأ است (۲۳). می‌توان در ترسیم واریوگرام‌های تجربی که دارای توابع انحنای معکوس در مبدأ هستند، از مدل پایدار استفاده کرد. این مدل به جای توان ۲ در مدل گوسی با

پارامتری مانند α جایگزین گردید و مقدار عددی کوچکتر از ۲ به کار می‌رود (۲۳). شکل ۲-۶ نمونه‌ای از واریوگرام مدل گوسی را نشان می‌دهد.

$$\gamma(h) = C \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{h^\alpha}{r^\alpha}\right) \right\} \quad \text{معادله (۲-۱۶)}$$



شکل ۲-۶- نمونه‌ای از واریوگرام مدل گوسی.

۲-۳-۷-۳-۱-۵- مدل مدور^۱

معادله کلی یک واریوگرام مدور به صورت ذیل می‌باشد:

$$\gamma(h) = \begin{cases} C \left\{ 1 - \frac{2}{\pi} \cos^{-1}\left(\frac{h}{a}\right) + \frac{2h}{\pi a} \sqrt{1 - \frac{h^2}{a^2}} \right\} & \text{برای } h < a \\ C & \text{برای } h > a \end{cases} \quad \text{معادله (۲-۱۷)}$$

که در این رابطه:

C: حد آستانه و a: دامنه بوده و شیب در مبدأ برابر $4C/\pi a$ می‌باشد.

۲-۳-۷-۳-۱-۶- مدل خطی حاوی آستانه

ساده‌ترین تابع توصیف کننده تغییرپذیری دارای حد آستانه، شامل دو خط مستقیم می‌باشد؛ خط مستقیم اول رفتاری افزایشی دارد و خط دیگر دارای واریانس ثابت است. معادله این مدل به صورت ذیل است:

^۱- Circular Model

$$\gamma(h) = \begin{cases} c (h/a) & h \leq a \\ c & h > a \end{cases} \quad \text{معادله (۱۸-۲)}$$

که در این رابطه:

c: حد آستانه و a: دامنه می‌باشد. شیب در مبدأ برابر c/a است.

۲-۳-۸- هم تغییرنما^۱

کوواریانس بر خلاف واریانس، میزان شباهت دو متغیر را نشان می‌دهد. مجموع تشابه و اختلاف، آستانه ثابتی دارد. لذا می‌توان به جای معیار واریوگرام که در آن میانگین اختلاف نقاط نمونه‌برداری شده به فاصله h از یکدیگر استفاده می‌گردد، از کوواریوگرام که میزان تشابه متوسط دو متغیر را معرفی می‌نماید استفاده کرد. در کوواریوگرام (هم تغییرنما) به جای واریانس، از کوواریانس نقاطی به فاصله h از یکدیگر استفاده می‌شود. طبق تعریف، کوواریانس دو متغیر $z(x+h), z(x)$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C(h) = E\{z(x) - E[z(x)]\}[z(x+h) - E[z(x+h)]] \quad \text{معادله (۱۹-۲)}$$

نظریه فرضیه پایایی دوم، میانگین باید مستقل از مختصات باشد، لذا:

$$E[z(x)] = E[z(x+h)] = m \quad \text{معادله (۲۰-۲)}$$

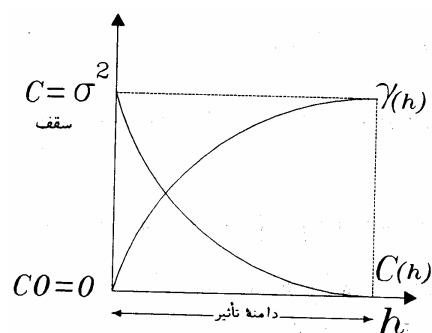
و سپس رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$C(h) = E[z(x).z(x+h)] - m^2 \quad \text{معادله (۲۱-۲)}$$

با در نظر گرفتن روابط میان واریوگرام و کوواریوگرام می‌توان نوشت:

$$\gamma(h) + C(h) = \gamma^2 \quad \text{معادله (۲۲-۲)}$$

شکل ۷-۲ رابطه بین کواریوگرام و واریوگرام را به طور مشخص نشان می دهد. همان طور که در شکل قابل مشاهده است، تغییرات این دو به گونه ای است که در هر نقطه مجموع واریوگرام و کواریوگرام برابر آستانه یا سقف می باشد.



شکل ۷-۲- رابطه بین واریوگرام و کواریوگرام.

۲-۳-۹- همسان گردی و ناهمسان گردی^۱

ساختار تغییرپذیری مکانی یک مشخصه خاک می تواند مستقل از جهت های جغرافیایی باشد و یا شدت و چگونگی تغییرپذیری مقادیر یک متغیر در جهات مختلف جغرافیایی متفاوت باشد. اگر تغییرپذیری مکانی، به جهت جغرافیایی وابستگی نداشته باشد «همسان گرد» و در غیر این صورت «ناهمسان-گرد» گویند در شرایط همسان گرد یا ایزوتروپیک، واریوگرام تجربی با در نظر گرفتن تمامی داده ها صرف نظر از قرارگیری آن ها در جهات جغرافیایی خاص، بایستی محاسبه گردد. تغییرنمای حاصله را «واریوگرام همه جهته»^۲ می نامند. در مطالعات آلودگی ناشی از منابع نقطه ای ساختار تغییرات مکانی آلاینده به طور معمول ناهمسان گرد است؛ در این صورت اقدام به محاسبه واریوگرام های جهت دار^۳ و در امتداد حداکثر و حداقل پیوستگی مکانی می گردد.

۱- Isotropy and Anisotropy

۲- Omni-directional variogram

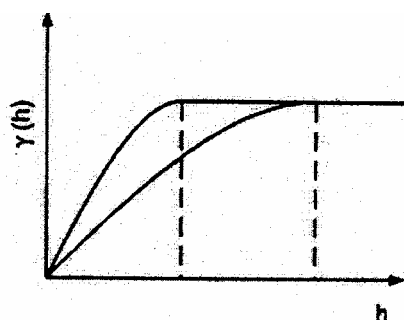
۳- Directional

۲-۳-۹-۱- انواع ناهمسان گردی

به طور کلی دو نوع ناهمسان گردی و یا وابستگی درجه پیوستگی مکانی به جهت وجود دارد:

۲-۳-۹-۱-۱- ناهمسان گردی هندسی^۱

در این نوع ناهمسان گردی حد آستانه واریوگرام‌های به دست آمده در جهات مختلف تقریباً یکسان است؛ لذا دامنه آن‌ها متفاوت خواهد بود. گاهی اوقات به این نوع ناهمسان گردی، «ناهمسانگردی بیضوی» هم گفته می‌شود؛ شکل ۲-۸ نمونه‌ای از ناهمسان گردی هندسی را نشان می‌دهد.



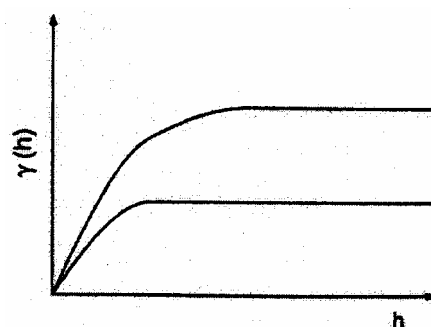
شکل ۲-۸- ناهمسان گردی هندسی.

۲-۳-۹-۲- ناهمسان گردی ناحیه‌ای^۲

بعضی مواقع به آن ناهمسان گردی چینه‌بندی شده هم گفته می‌شود. در این نوع ناهمسان گردی حد آستانه واریوگرام‌های جهت‌دار، متفاوت ولی دامنه تقریباً مشابهی دارند. این نوع ناهمسان گرد در صورتی که نمونه‌برداری سه بعدی از خاک صورت پذیرد، بسیار زیاد مشاهده می‌شود. وجود لایه‌های متفاوت در عمق نمونه‌برداری باعث افزایش اختلاف و تغییرپذیری بین لایه‌ها در مقایسه با تغییرات درون لایه‌ها می‌شوند. در این شرایط ساختار تغییرپذیری شامل دو مؤلفه عمودی توسط واریوگرام همسان گرد دیگری نشان داده می‌شود. شکل ۲-۹ نمونه‌ای از ناهمسان گردی ناحیه‌ای را نشان می‌دهد (۲۳).

^۱- Geometric Anisotropy

^۲- Zonal Anisotropy



شکل ۲-۹- ناهمسان گردی ناحیه‌ای.

۲-۳-۱۰- کریجینگ

به طور کلی کریجینگ نامی تعمیم یافته است، که به کلیه روش‌های آماری تخمین و برآورد متغیرهای ناحیه‌ای اطلاق می‌گردد. هدف اصلی کریجینگ، یافتن اوزان آماری مشاهدات و نمونه‌هاست؛ به گونه‌ای که علاوه بر اریب بودن تخمین، واریانس تخمین نیز حداقل گردد. به همین دلیل بعضی مواقع کریجینگ را تخمین گر آبی، به معنای بهترین (در مفهوم حداقل پراکندگی واریانس) تخمین گر خطی نأریب می‌گویند. مهم‌ترین ویژگی کریجینگ که آن را از دیگر تخمین‌گرها متمایز می‌سازد، ویژگی حداقل سازی^۱ و واریانس تخمین (واریانس خطا) است. کریجینگ بر پایه مدل مبتنی بر نظریه احتمال استوار است با استفاده از رویکرد مدل‌سازی و تبیین مدل مورد نظر هر دو ویژگی اریب و واریانس خطا محاسبه می‌شوند و سپس اقدام به تعیین وزن‌های آماری مربوط به نمونه‌های واقع در همسایگی محل تخمین می‌گردد. عملیات تخمین به گونه‌ای صورت می‌گیرد که میانگین خطای مدل، برابر صفر و واریانس خطای آن نیز حداقل گردد (۲۳). در واقع کریجینگ هر دو ویژگی بهترین تخمین گر خطی نأریب در یک نقطه و بهترین میانگین متحرک وزن دار خطی یک قطعه را به دست می‌دهد. نام کریجینگ در حدود سال ۱۹۶۰ به منظور ارائه تکنیکی که در فرانسه توسط ماترون به کار رفت، ارائه شد و از نام د. جی کریک^۲ گرفته شد، که احتمالاً ایشان اولین کسی بود که ارتباط فضایی را به کار برد و بهترین تخمین زننده خطی نأریب را در ارزیابی ذخایر معدنی به کار برد (۲۶).

۱- Minimization

۲- D.G.krige

۲-۳-۱۰-۱- انواع کریجینگ

۲-۳-۱۰-۱-۱- کریجینگ بر حسب حجم پایه

الف- کریجینگ نقطه‌ای^۱

اگر مقادیر اندازه‌گیری شده و مقادیر تخمینی به روش کریجینگ به نقطه نسبت داده شوند، کریجینگ رانقطه‌ای گویند. در حالت کلی برداشت نمونه به صورت نقطه امکان‌پذیر نبوده و نمونه‌های کوچک هم دارای حجم هستند. در صورتی که ابعاد نمونه در مقابل دامنه تأثیر تغییرنا کوچک باشد می‌توان آن را با تقریب نقطه‌ای فرض کرد که در این نوع کریجینگ، از کریجینگ نقطه‌ای استفاده می‌شود.

ب- کریجینگ بلوکی^۲

در این روش منطقه به بلوک‌هایی که مختصات مرکز آن‌ها معلوم است تقسیم شده و مقدار متوسط متغیر، به روش کریجینگ بلوکی تخمین زده می‌شود. (۱۰).

۲-۳-۱۰-۲- کریجینگ بر اساس مشخصات ساختار فضایی

الف- کریجینگ به فرض معلوم بودن میانگین (کریجینگ ساده)

در این روش علاوه بر فرض مستقل بودن میانگین از مختصات (فرضیه پایایی) و عدم وجود روند، فرض دیگر این است که مقدار میانگین متغیر، معلوم باشد. در این حالت، منطقه مورد تخمین باید محدود به بخشی باشد که میانگین فرض شده در آن صادق است (۲۶). تخمین‌گر کریجینگ ساده به شکل ترکیب خطی وزن دار است. لذا میانگین که می‌بایست حتماً دارای ویژگی ایستایی مرتبه دوم باشد، در فرایند تخمین مورد توجه و استفاده قرار می‌گیرد، در صورتی که فرض ایستایی ذاتی برقرار است، نمی‌

^۱- Point Kriging^۲- Block Kriging

توان از تخمین گر کریجینگ ساده استفاده نمود. به عبارت دیگر جهت استفاده از تخمین گر کریجینگ ساده تغییرنماهایی که دارای حدآستانه هستند، مورد نیاز می باشند (۲۳).
به طور کلی واریانس کریجینگ ساده کوچک تر از واریانس کریجینگ معمولی است. واریانس کریجینگ معمولی را می توان مجموع واریانس کریجینگ ساده و واریانس ناشی از تخمین میانگین دانست.

ب- کریجینگ به فرض نامعلوم بودن میانگین (کریجینگ معمولی)

در این روش مقدار میانگین مجهول است ولی فرض می شود که مقدار آن مستقل از مختصات است (شرط پایایی). بنابراین برای یافتن میانگین، شرط نااریب بودن و یا عاری بودن از خطای سیستماتیک طوری اعمال می شود که میانگین، بخشی از جواب مسئله باشد. قابل ذکر است که واریانس کریجینگ ساده، کمتر از واریانس کریجینگ معمولی است.

۲-۳-۱۱- روش های ارزیابی تخمین گره های زمین آماری

جهت ارزیابی نتایج حاصل از تخمین دو روش را می توان انتخاب نمود: ارزیابی دو جانبه و ارزیابی جک نایف^۱. هرگاه تعداد داده ها زیاد باشند می توان داده ها را قبل از تجزیه و تحلیل های آماری به دو دسته داده های کاری و داده های آزمون و ارزیابی تقسیم بندی نمود. داده های آزمون و ارزیابی فقط به منظور ارزیابی نتایج تخمین مورد استفاده قرار می گیرند. معمولاً ۲۰ درصد کل داده ها به شیوه تصادفی انتخاب می گردند، بدین ترتیب ارزیابی دو جانبه، با استفاده از داده های آزمون و محاسبه شاخص های مختلف آماری صورت می پذیرد. ارزیابی جک نایف در شرایط محدود بودن تعداد داده ها مورد استفاده قرار می گیرد. اساس این شیوه بر حذف موقت یک نمونه و تخمین آن و سپس برگرداندن نمونه مورد نظر به مجموعه داده ها و تکرار این عمل برای تمام نمونه های موجود تأکید دارد نتیجه نهایی ارزیابی جک نایف دو دسته مقادیر عددی است که شامل مقادیر واقعی (مشاهدات) و مقادیر تخمین است.

۱- Jack knifing (Crossvalidation)

با استفاده از شیوه‌های متفاوت ارزیابی می‌توان اقدام به مقایسه روش‌های مختلف وزن‌دهی، روش‌های جستجو و یا مدل‌های مختلف واریوگرام نمود. حاصل هر دو روش ارزیابی فوق الذکر، دوسری داده است که شامل مقادیر تخمینی و مقادیر مشاهده شده اولیه می‌باشند، که می‌توان از طریق محاسبه شاخص‌های مختلف آماری، اقدام به ارزیابی نتایج حاصل از تخمین و بهینه‌سازی ویژگی‌های مختلف تخمین‌گر مورد نظر نمود.

۲-۳-۱۲- معیارهای ارزیابی

جهت ارزیابی میزان دقت و خطا و انتخاب بهترین روش، پارامترهای مختلفی مانند محاسبه مجموع مربعات باقیمانده (RSS)، میانگین مربعات باقیمانده (MSE) و به کار بردن روش‌های مقایسه آماری نظیر آنالیز واریانس، کای اسکور و غیره وجود دارد. به عنوان نمونه روش محاسبه MSE به شرح ذیل می باشد:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z^*(x_i)]^2 \quad \text{معادله (۲-۲۳)}$$

که در این رابطه:

$z(x_i)$: مقدار مشاهده شده متغیر x_i

$z^*(x_i)$: مقدار برآورد شده متغیر x_i

n : تعداد متغیر مشاهده شده.

MSE: میانگین مربعات باقیمانده.

بهترین روش دارای کمترین مقدار میانگین مربعات باقیمانده است، در صورتی که میزان MSE برابر صفر شود، یعنی مدل، متغیر مورد نظر را همان‌طوری که هست تخمین می‌زند؛ پس از محاسبه این مقدار، هر چه این معیار به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده اختلاف کمتر مقادیر مشاهده شده و یا میانگین اختلاف مقادیر تخمینی و مشاهدات واقعی به صفر نزدیک‌تر خواهد بود.

۲-۴- سیستم اطلاعات جغرافیایی

GIS اولین بار یک ابزار قدرتمند برای جمع‌آوری، ذخیره، بازیابی، تبدیل کردن و نشان دادن اطلاعات مکانی از جهان طبیعی^۱ برای یک سری اهداف خاص مطرح شد (۵۱). این اطلاعات ممکن است تغییر شکل یافته و تبدیل شده در دسترس باشد؛ و به‌طور محاوره‌ای در یک سیستم فضایی با مهارت خاص انجام شده باشد و می‌تواند به‌عنوان یک میز آزمایش برای مطالعه فرایندهای محیطی مختلف به کار رود. GIS مبدأ لزوم تلفیق اطلاعات از منابع نقشه‌کشی، نقشه‌برداری خاک و سنجش از دور است. مکان‌یابی روی سطح معین شده توسط سیستم مختصات، حرکت مهم در ایجاد GIS بود. نخستین بار به کمک کامپیوتر، ترسیم نقشه و تجزیه و تحلیل نقشه در سال ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ برای ارزیابی منابع اراضی مورد استفاده قرار گرفت (۱۳۴). همچنین GIS برای آنالیز آلودگی‌ها و آسیب‌های زیست‌محیطی به علت فعالیت‌های انسانی و مثل یک دستیار در محاسبه نتایج ممکن و تهیه نقشه در سطوح مختلف استفاده شد. کاربردهای فراوان GIS شامل تجزیه و تحلیل توزیع و دوام آفت‌کش‌ها در محیط‌زیست و همچنین نرم‌افزاری در بهداشت عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (۴۷، ۶۰، ۱۱۱، ۱۴۷، ۱۵۳).

GIS خیلی سریع یک ابزار ضروری مهم در نشان دادن ارتباط بین علائم محیطی مواد خطرناک و صدمات آن‌ها به سلامت انسان تبدیل شد. کاربرد پایگاه داده‌ای فعال ایجاد شده توسط GIS می‌تواند مدیریت اطلاعات از منابع مختلف و ایجاد همبستگی فضایی با داده‌های اپیدمیولوژیکی راجع به توزیع زمانی بیماری‌های خاص باشد؛ به‌عنوان مثال ممکن است در همبستگی داده‌ها راجع به کاربرد آفت‌کش، مجاورت زمین‌های کشاورزی، ناخالصی خاک، آب، آفت‌کش شناسایی شده با برخی سرطان‌ها یا تولدهای ناقص به کار رود. با وجود آشکار بودن مزایای تکنولوژی GIS، تحقیقات کمی از به‌کارگیری این روش برای مقیاس وسیع مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام شد (۶۰).

فرضیات و اهداف نقشه‌های بیماری شامل موارد زیر است:

۱- Real world

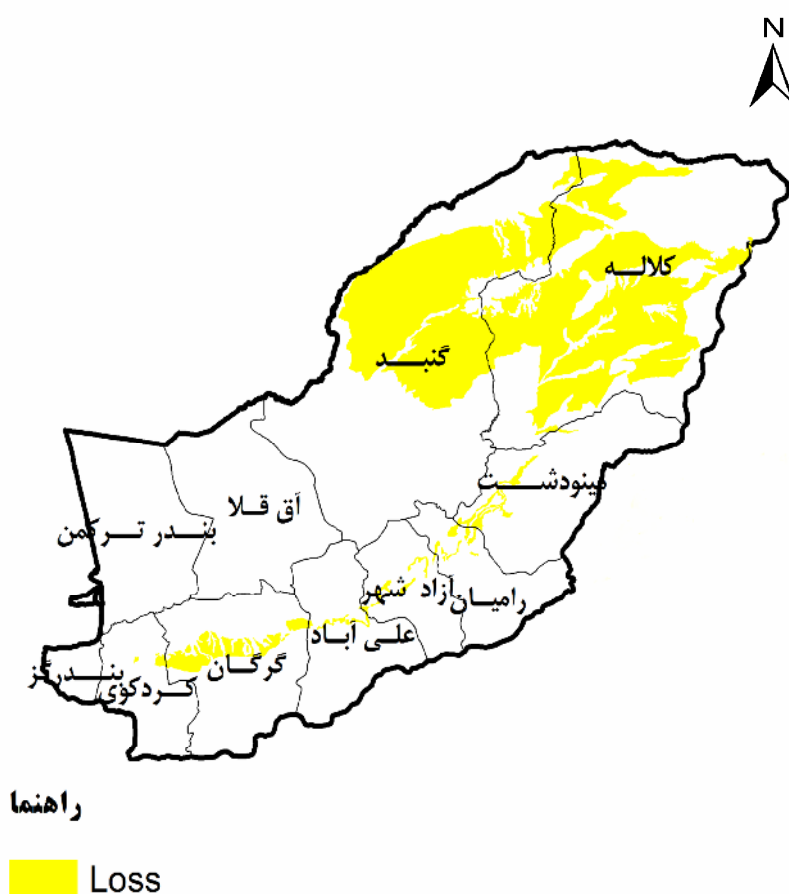
۱- توصیف تغییرات مکانی در میزان بروز بیماری برای تعیین علت فرضیه‌ها ۲- شناسایی مناطق به‌طور فوق‌العاده خطرناک در اتخاذ اقدامات حفاظتی ۳- تهیه نقشه‌های معتبر خطر بیماری در مناطق با گرفتن تخصیص منابع بهتر و ارزیابی خطر (۱۰۳، ۱۰۴).

۲-۵- خاک‌های لسی

رسوبات لسی در دوره‌های یخچالی پلیستوسن در شرایط محیطی سرد و خشک رسوب کرده و با آغاز دوره‌های بین یخبندان با مساعد شدن شرایط محیطی خاک‌های تا حدودی تکامل یافته بر روی این رسوبات تشکیل شد (۱۶). نهشته‌های قابل ملاحظه‌ای از لس طی دوران چهارم و در مراحل خشکی بین یخبندان‌ها در اثر فعالیت فرسایش بادی در قسمت‌های مختلف کره زمین بوجود آمده است. مناطق اصلی نهشته‌های لسی در سطح کره زمین تقریباً در همان محدوده تپه‌های ماسه‌ای بین عرض‌های ۳۵ تا ۴۰ درجه شمالی جنوبی واقع هستند که ضخامت آن‌ها از کمتر از ۱ متر تا بیش از ۳۰۰ متر متغیر است (۱۷).

رسوبات عمیق لسی به‌طور گسترده‌ای در چین، روسیه، آسیای مرکزی، اوکراین، اروپای مرکزی و غربی، آرژانتین و دشت‌های وسیع ایالات متحده آمریکا (۱۷) و ترکمنستان (۱۶) وجود دارد. در چین، لس سطح بسیار وسیعی را مخصوصاً در حوزه رودخانه زرد می‌پوشاند که ضخامت آن از ۲۰۰ متر تجاوز می‌کند (۲۸). لس در ایران در استانهای مازندران، گیلان، گلستان، قمستی از دامنه کوه‌های هزار مسجد، حاشیه بیابانی کاشان و جنوب ارتفاعات مکران گسترش دارد. در گرگان ضخامت لایه‌های لس کواترنر گاهی تا ۵۰ متر هم می‌رسد (۱۵).

به‌طور کلی خاستگاه رسوبات لسی در منطقه گرگان و دشت، دشت‌های سیلابی و تپه‌های ساحلی دریای مازندران (به عبارتی فرورفتگی کویری دریای مازندران و نیز بخش‌هایی از جنوب شرق اروپا و روسیه) می‌باشد که بادهای سرد و خشک شمالی و شمال غربی مواد را از مناطق مذکور منتقل نموده و در دامنه‌های غربی رشته کوه‌های کپه داغ و دامنه‌های شمال شرقی البرز رسوب داده‌اند. وجود افق‌های قهوه‌ای رنگ در



شکل ۲-۱۰- موقعیت خاک‌های لسی در استان گلستان.

عمق‌های گوناگون رسوبات لسی در منطقه گرگان و دشت بیان‌گر این است که شرایط جوی در این گستره همواره یکنواخت نبوده، به‌طوری‌که در زمان رسوب‌گذاری رسوبات بادی، این گستره سرزمین استپی و خالی از پوشش جنگلی بوده است و تشکیل این افق‌های قهوه‌ای در شرایط مرطوب همانند شرایط فعلی و یا مرطوب‌تر و همراه با پوشش جنگلی صورت گرفته است (۸). شکل ۲-۱۰ موقعیت خاک‌های لسی را در استان نشان می‌دهد.

پاشایی (۱۳۷۶)، اظهار می‌دارد به‌طور کلی ۷۰ تا ۹۰ درصد مواد تشکیل‌دهنده رسوبات لسی را مواد سیلتی با قطر متوسط (۱۵/۶ تا ۱۲۵ میکرون) یعنی سیلت متوسط تا ماسه خیلی ریز تشکیل می‌دهد؛ ولی در اثر هوازدگی و تجزیه و تخریب شیمیایی می‌تواند درصد مواد رسی آن به کمتر از ۱۰ درصد در لس‌های جوان و حتی ۲۰ تا ۲۵ درصد در لس‌های قدیمی‌تر برسد. وی معتقد است تخلخل زیاد، چگالی ظاهری ۱/۲۵ تا

۱/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب و نداشتن هرگونه اثر لایه بندی از دیگر ویژگی آن هاست. لس های جوان و تازه به رنگ زرد کهربایی می باشند و خاک های تشکیل شده بر روی آن ها کم عمق و بیشتر هوموسی است، در حالی که لس های کهن به رنگ زرد مایل به قهوه ای یا قرمز و معمولاً متراکم تر می باشند؛ این حالت بر اثر هوازدگی دراز مدتی که بر روی آن ها صورت گرفته حاصل شده است.

میزان مواد غذایی و کلسیم این رسوبات فراوان است (۲۵)، مقدار آهک در آن گاهی ممکن است به ۵۰ درصد هم برسد، هوا و آب در آن نفوذ کرده (۲۸) و وضعیت فیزیکی مناسبی برای رشد گیاه دارند (۱۲). با وجودی که لس یکی از انواع مواد مادری نسبتاً همگن است، مع هذا اختلافات بافت و مینرالوژی در آن قابل توجه می باشد (۲۵)؛ رس های غالب در آن مونتموریلونیت همراه با گونه های ایلیت و ورمی کولیت است (۱۲).

لس ها و رسوبات وابسته غنی از فونای گاستروپود هستند که خاص شرایط سرد می باشند (۲۸). امینی (۱۳۷۴)، در بررسی لس های حوزه قره تیکان، نوعی حلزون به نام هلیکس یافت کرد. وجود صدف های شکم پایان زمینی (حلزون، سوکسینیا، پوبا) و استخوان های چونندگان و یا ماموت ها و گوزن ها معلوم می سازد که لس منشاء خشکی دارد (۲۸).

۲-۶- مطالعات انجام شده

Goovaerts (۲۰۰۹)، از شیوه های زمین آماری جهت تلفیق داده های فردی (نظیر میزان بروز بیماری) و داده های مناطق مسکونی مورد نظر (مانند نسبت های ثبت شده در کتاب های سرشماری)، نسبت به نقشه های مرحله اخیر، میزان بروز سرطان با به کار بردن سرطان پستان در سه نقطه میشیگان استفاده نمود. روندهای مکانی میزان بروز سرطان را در سطح داده های سرشماری شده با روش کریجینگ دو جمله ای نقطه ای^۱ انجام داد. این تحقیق روی زنان سفیدپوست در ۸۳ منبع سرشماری، سه نقطه در جنوب غربی میشیگان Buren Van, Cass, Berrien صورت گرفت. در این مطالعه ۲۱۱۸

^۱ - Point binomial

زن در طول آن دوره زمانی با سرطان پستان تشخیص داده شدند که ۱۸ درصد موارد در مراحل بعدی، مطابق با سیستم کلاس بندی SEER تعریف شد. همبستگی مکانی برای همه گروه های سنی وجود نداشت. بزرگ ترین دامنه خودهمبستگی^۱ در ۴۶۰ متر برای گروه سنی ۶۴-۷۵ سال یافت شد؛ در حالی که نیم تغییرنما^۲ برای سنین ۶۴ سال و پایین تر ترسیم گردید، تقریباً همبستگی وجود نداشت. تفسیر در این چنین وضعیتی برای سرطان در گروه های سنی کمتر از ۶۴ سال، احتمالاً کنترل با خصوصیات فردی و انتخاب شرایط وضعیت زندگی می باشد (ژنتیک، رژیم غذایی و نظایر آن)، که این هم ممکن نیست خود همبستگی مکانی باشد. در صورتی که در گروه های سنی بالای ۶۴ سال در مرحله آخر تشخیص معلوم شد، تأثیر فاکتور محیطی در طول دوره زندگی و پارامترهای محیطی هم ممکن است خودهمبسته باشد (۷۳).

Nuvolone و همکاران (۱)، از روش های زمین آماری برای به دست آوردن نقشه های احتمال خطر سلامت تنفسی از طریق مطالعه ارتباط بین ترافیک موجود و وجود علائم یا بیماری تنفسی در منطقه Pisa- Cascina کشور ایتالیا و متغیر وضعیت سلامت دستگاه تنفسی استفاده نموده و با به کار بردن داده هایی شامل وجود و یا عدم وجود علائم و یا بیماری تنفسی موجود در پرسشنامه اپیدمیولوژیکی به دست آمد. در این تحقیق از تکنیک درون یابی معکوس وزنی فاصله، جهت ایجاد سطوح پیوسته از نقاط نمونه استفاده شد. ارزیابی نتایج نقشه جمعیت، مطابق با آن دسته بندی صورت گرفته است. نتایج در این تحقیق بیان گر آن بوده که تکنیک درون یابی، بیان کننده ارائه یک توزیع مناسب علائم و یا بیماری در سطوح بالا می باشد. در این مطالعه، فاصله از جاده ها را شاخصی برای در معرض آلودگی ترافیکی جاده ها در نظر گرفته و جمعیت هم طبقه بندی شده بود؛ و طبق فاصله منازل از جاده ها و سپس ارتباط بین نزدیکی با جاده ها و شیوع علائم و یا بیماری تنفسی آنالیز گردید. از ابزار زمین آمار

۱ - Auto Correlation

۲ - Semi Varogram

به عنوان مجموعه داده^۱ اپیدمیولوژیکی در دست یابی به خصوصیات ساختاری مکانی، در صورتی که تابع نیم تغییرنا کاربرد داشته باشد، مورد استفاده قرار می گیرد. نقشه های احتمال خطر یا توزیع مکانی علایم و یا بیماری تنفسی از طریق تکنیک درونیابی ترسیم گردید. مشکل تحقیق آن بود که در ارتباط و اتصال سرشت دو دویی به نتیجه نمی رسید، که با ساختن متغیرهای پیوسته سودمند و مفید برای کاربردهای زمین آماری حل گردید؛ در این تحقیق برای ترسیم نقشه احتمال خطر از روش های زمین آماری برای پیش بینی مقادیر مکان هایی که مجهول است به کار برده شد؛ در آن تحقیق از روش کریجینگ به دلیل وجود خودهمبستگی بین نمونه ها استفاده نشد و از دو روش فاصله وزنی معکوس و اسپالین استفاده گردید (۱۲۵).

Goovaerts (۲۰۰۵، ۲۰۰۶) روش های زمین آماری را با سه کارایی معرفی نموده و کارایی هر یک از آن ها با روش های عملی و پایه ای مقایسه گردید، به طوری که با به کار بردن در علوم سلامت تطابق داشت (۷۱، ۷۰).

Lai (۲۰۰۴)، مرگومیر سرطان در چین را با استفاده از پارامترهای کریجینگ آنالیز واریوگرام زمین آماری مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق از ابزار زمین آمار، نسبت های مرگومیر سرطان در چین مورد آنالیز مکانی قرار گرفت. در مرحله اول، متغیرهای مکانی تعیین کمیت شد؛ نظریه کاربرد واریوگرام و مدل های پارامتریک نمایی و کروی بانمونه واریوگرام ها متناسب شده و سپس بهترین تابع واریوگرام استفاده شد. در این تحقیق از تکنیک کریجینگ معمولی روی نسبت های مرگومیر سرطان در چین روی هر دو مدل به کار برده شد و با استفاده از آن ها نقشه های کنترولی به دست آمد. برای آنالیز از کل نسبت مرگومیر سرطان در گروه های سنی ۰-۶۴ سال و موقعیت های جغرافیایی (طول و عرض)، شمارش روستایی از منابع انتشار به کار برده شد. برای مردان میانگین نسبت مرگ و میر سرطان ۰/۱۱۲ درصد با انحراف معیار ۰/۰۵۹ و مینیم ۰/۰۱۲۳ و ماکزیمم ۰/۰۲۵۳ و برای زنان

^۱ - Dataset

میانگین نسبت مرگومیر سرطان $0/067$ درصد با انحراف معیار $0/033$ ، مینیمم $0/0124$ و ماکزیمم $0/171$ بوده است. از مدل‌های مختلف نظیر مدل خطی، نمایی، منطقی کسری درجه دوم، موجی^۱ و مدل کروی برای پیش‌بینی بهترین خط کریجینگ استفاده گردید؛ مدل کروی و نمایی بهترین مدل بودند. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده وجود همبستگی مکانی در نسبت مرگومیر سرطان است. برآورد نسبت مرگومیر سرطان با استفاده از مدل کروی در گروه‌های سنی $0-64$ سال برای کل جمعیت زن و مرد به ترتیب $0/06943$ ، $0/0876$ و $0/0502$ درصد بود، و با استفاده از مدل نمایی به ترتیب $0/0665$ ، $0/0832$ و $0/0502$ درصد بدست آمد، که کمی از مدل کروی کمتر است. با استفاده از نتایج کریجینگ، نقشه‌های کنتور برای منطقه مورد مطالعه ترسیم شد. بالاترین مقدار سرطان در مرکز چین (اطراف استانهای Henan, Shanxi) و کمتر از آن در جنوب غربی چین (اطراف استانهای Guizhou, Yunnan) بوده است. نسبت مرگ و میر سرطان در شرق چین نیز در این تحقیق، بالاتر از مکان‌های دیگر در چین بوده است (اطراف استانهای Zejinang, Jiangsu, Shanghai) در این تحقیق از هر دو مدل نمایی و کروی نتایج مشابهی حاصل شده است. بنابراین هدف از این تحقیق، بیان اینکه روش‌های زمین‌آماري در ایجاد نتایج آماری برای بررسی وضعیت سلامت همبسته به‌طور فاصله‌ای (فضایی) مفید و سودمند است (۹۹).

GoovaeRts (۲۰۰۵)، روش‌های زمین‌آماري را برای متغیرهای مکانی مقادیر جمعیت و خصوصیات مکانی در آنالیز داده‌های مرگومیر سرطان به کار برد. از روش کریجینگ پواسون^۲ برای ارزیابی زیر خط مرگومیر از فرکانس تجربی و مقادیر جمعیت استفاده نمود. در این تحقیق تفاوت مرگومیر ناشی از سرطان پروستات در مردان سیاه و سفید قاره آمریکا در دوره‌های پنج ساله مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه مشاهدات نسبت‌های داخل منطقه و اجزاء ناحیه‌ای به‌طور مستقیم هویت افراد خارج از منطقه و روندهای مقیاس وسیع را حمایت می‌کند. خطر زیاد میان سفیدها در میان اهالی روستایی

۱- Wave

۲- Poisson

در شمال مرکزی و ایالت‌های غربی و برای روستایی‌های سیاه، در ایالت‌های جنوبی به‌طور کلی بیان شده است که سرطان پروستات در سراسر ایالات متحده در طی زمان افزایش داشته است؛ و نسبت مرگ و میر برای مردان سیاه در واقع زیادتر از مردان سفید بوده است (دو برابر زیادتر از میانگین)، و این اختلاف در طی زمان توزیع شده است (۷۲).

مطالعات متعددی در زمینه نقش عناصر سرطان‌زا (مانند سرب، آهن، مس و نیکل) و عوامل ضد سرطان (مانند روی، منگنز، منیزیم و سلنیوم) در ابتلا به سرطان صورت گرفته است (۷۶ و ۹۳ و ۱۵۶). به‌عنوان مثال، در مطالعه‌ای که در چین (در منطقه‌ای به نام Transkei) انجام گرفته است؛ غلظت مس، نیکل، منگنز، منیزیم، روی و مولیبدن موجود در خاک مناطق پرخطر^۱ از نظر سرطان مری نسبت به مناطق کم‌خطر^۲ به‌طور معنی‌داری پائین‌تر بوده است (۹۰ و ۱۴۴). همچنین در مطالعه‌ای در همین منطقه بر روی محتویات گندم و ذرت که جزء اساسی‌ترین منابع غذایی ساکنین منطقه شناخته شده انجام گردیده است، میزان مس، روی، آهن و کلسیم در گندم و ذرت مناطق، با بروز بالا به‌طور معنی‌داری پائین‌تر از مناطق با بروز پائین سرطان بوده است (۱۰۸).

Song (۱۹۹۲)، با انجام تحقیقی در چین بر روی عناصر موجود در خاک و گیاهان و مقایسه آن با بروز سرطان مری در مناطق مختلف ایران، بیان نمودند که روی، مس، کروم از عناصر خطرناک سرطان مطرح شدند (۱۴۴).

Rheeder و همکاران (۱۹۹۴)، با مطالعه‌ای در منطقه Transkei جنوب آفریقا، نمونه‌های جمع‌آوری شده از خاک مناطق پرخطر و کم‌خطر سرطان مری را در سال‌های ۱۹۸۹-۱۹۸۲ مورد بررسی قرار دادند. این نمونه‌ها از اراضی کشاورزی که زیر کشت ذرت بودند؛ یا از اراضی غیرکشاورزی جمع‌آوری شدند. همچنین نمونه‌های تهیه شده از خاک و برگ‌های ذرت در مناطق پرخطر و کم‌خطر سرطان مری آنالیز شدند. نتایج حاصل از این مطالعه بر خلاف گزارشات قبلی به دست آمده از این منطقه بوده

۱- High risk

۲- Low risk

است. میزان عناصر Fe, Al, Ca, K, Mg, Ni, Mn, pH خاک به طور چشم گیری بیشتر و با مقادیر کمتر در خاک مناطق پرخطر از نظر ابتلا به سرطان مری نسبت به مناطق کم خطر مشاهده شد. همچنین آنالیز به دست آمده از برگ های ذرت نشان داد که Fe, Ca, K, Mn به مقدار بیشتر و فسفر به مقدار کمتر در مناطق پرخطر سرطان مری مشاهده گردید (۱۳۲).

Appleton و همکاران (۲۰۰۶)، در منطقه Cixian چین مطالعه ای به منظور تعیین ارتباط سرطان مری و سلیوم موجود در خاک، غلات، مو، آب آشامیدنی انجام دادند. به نظر می رسد کمبود سلیوم، یکی از فاکتورهای مهم ایجاد سرطان در منطقه Cixian چین باشد. مصرف بتاکارون، Se, VITE، میزان مرگومیر را در این منطقه کاهش می دهد. توزیع سلیوم موجود در خاک، غلات، موی انسان، آب آشامیدنی پانزده روستا در منطقه Cixian چین طی سال های ۱۹۹۰-۱۹۸۰ به عنوان یکی از علل مرگومیر سرطان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که کمبود Se نمی تواند نقش مهمی در اتیولوژی سرطان مری داشته باشد. همچنین نیترات موجود در آب آشامیدنی مناطقی که خطر ابتلا به سرطان مری در آنها بالاست نسبت به مناطق کم خطر به مقدار بیشتری گزارش شد (۳۹).

Kursad Turkdogan و همکاران (۲۰۰۳)، با انجام تحقیقی در مناطقی از شرق ترکیه که سرطان های دستگاه گوارش فوقانی شایع می باشد. شش مورد از عناصر سنگین مس، کبالت، منگنز، روی، سرب و کادمیم موجود در خاک، سبزیجات و میوه جات مورد بررسی قرار گرفتند؛ در این مطالعه از روش اسپکتوفتومتر استفاده شد. نمونه های تهیه شده از خاک رس، میوه، سبزیجات دلالت بر وجود عناصر سنگین کارسینوژنیک داشت. ۴ عنصر Cd, Pb, Cu, Co ۵۰ برابر در خاک این منطقه بیشتر دیده شدند، در حالی که روی، ۴۰ برابر کمتر در خاک این منطقه دیده شد. ۶ عنصر مورد بررسی در میوه و سبزیجات، ۳۴۰-۳/۵ برابر بیشتر دیده شدند (۱۵۰).

Sardesai (۱۹۹۳)، با انجام مطالعات بالینی نشان داد که کمبود مولیبدنیوم یکی از فاکتورهای افزایش بروز سرطان مری در مصرف کنندگان محصولات به دست آمده از خاک مناطقی که میزان مولیبدنیوم آن ناچیز است می باشد. مولیبدنیوم^۱، برای ایجاد سه تا از آنزیم های پستانداران XO (زانیتن اکسیداز)، Ao (آلدین اکسیداز)، So (سولفید اکسیداز) مورد نیاز است. کمبود مولیبدنیوم در بیمارانی که مجبورند به صورت طولانی مدت از تغذیه وریدی استفاده کنند به صورت علائم بالینی از قبیل، تاکی کاردی، سردرد، اختلال در شعور، کوما ظهور می کند و اختلالات شیمیایی ایجاد شده در این بیماران به صورت تغییر در اوریک اسید و ادرار بیماران مشاهده می شود (۱۳۹).

Yang (۱۹۸۰)، عوامل مؤثر در ایجاد سرطان را در کشور چین بررسی نمود؛ فاکتورهای محیطی مختلف در مناطق پرخطر و کم خطر با هم مقایسه شدند. هیچ ارتباطی بین میزان مرگ و میر ناشی از سرطان مری و متوسط درجه حرارت، ارتفاع از سطح زمین، نوع خاک و نوع غلات منطقه پیدا نشد. اما ارتباط معنی داری با برخی از عناصر موجود در آب آشامیدنی، غذاهای منطقه از جمله نیتروزامین موجود در آب و مصرف کنندگان قارچ دیده شد. نتایج نشان داد که ارتباط معکوسی بین مرگ و میر ناشی از سرطان مری و برخی عناصر مثل مولیبدنیوم، منیزیم، روی، منگنز، سیلیکون، نیکل، آهن، برم، ید، کلر، پتاسیم، سدیم، فسفر و بی کربنات وجود دارد. در بین این عناصر مولیبدنیوم مورد توجه بیشتری قرار گرفت. کمبود مولیبدنیوم موجود در خاک و غذا منجر به ایجاد سرطان در منطقه می شود. علاوه بر آن کمبود روی هم موجب افزایش نیتروزامین در مدل های حیوانی می شود (۱۵۹).

کمانگر و همکاران (۲۰۰۷)، در انستیتو کانسر ایران، مطالعات مختلف صورت گرفته بر روی سرطان مری در شمال ایران را مورد بررسی قرار دادند. در مطالعات اکولوژیک، تفاوت زیادی در مناطق پرخطر و کم خطر از نظر آب و هوا، گیاهان منطقه، نژاد و قومیت، مصرف غذاها، جویدن ناس، مصرف چای وجود دارد. بر اساس نتایج این مطالعه، کمبود سلنیوم به عنوان یک فاکتور خطر برای سرطان های

۱- Molybdenum

دستگاه گوارش فوقانی شناخته شد. همچنین مقادیر فراوان سلیوم می‌تواند خطر سرطان مری و معده را کاهش دهد. این بررسی نشان داد که در استان گلستان، کمبود سلیوم، یک فاکتور خطر مهم برای ایجاد سرطان مری می‌باشد (۸۵).

Bech و همکاران (۲۰۰۷)، غلظت برخی از عناصر موجود در خاک را در اسپانیا بررسی نمودند؛ ۵۴ نمونه از ۲۷ نقطه در منطقه Manresa در شمال اسپانیا بررسی شد. غلظت متوسط Cd (۰/۲۸)، Cu (۲۰/۳)، Pb (۱۸/۶)، Zn (۶۷/۴)، Al (۲۲/۵۷۲)، Fe (۲۱/۵۵۱) به دست آمد. غلظت عناصر به دست آمده در خاک این مناطق کمتر از مقدار مورد نظر به دست آمد. نتایج نشان داد که جذب سطحی و نگهداری عناصر سنگین موجود در خاک تحت تأثیر میزان خاک رس منطقه و سختی خاک، PH و کربنات می‌باشد. ارتباط مثبتی بین عناصر و میزان رس موجود در خاک وجود داشت؛ ولی میزان فسفر و روی ارتباط معکوسی با PH و کربنات خاک داشت (۴۳).

مطابق با نمایندگی‌های بین‌المللی به منظور تحقیق روی سرطان^۱، استات سرب $Pb(CH_3COO)_2$ و فسفات سرب $Pb_3(P_4O_{10})_2$ از ترکیبات اثرگذار بر روی سرطان شناخته شدند. با انجام آزمایشات حیوانی و توزیع برنامه غذایی موش‌های صحرایی، استات سرب در کلیه افزایش یافت و به عنوان مواد سرطان‌زای انسان مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت (۱۵۲). اولین قسمت بدن که تحت تأثیر سرب قرار می‌گیرد، سیستم دستگاه عصبی مرکزی است. Pb می‌تواند به مغز و سیستم عصبی صدماتی وارد کند. نتیجه این چنین مشکلات، عقب ماندگی ذهنی، کم هوشی و تغییرات رفتاری است. در حال حاضر بیشترین ضرورت شناخت آسیب‌های وارده ظهور رفتاری در کودکان و نوجوانان هست. مرکز کنترل و پیشگیری بیماری در آمریکا^۲ حد بالای سطح Pb خون را در بچه‌های زیر ۶ سال از ۲۵ به ۱۰ میکروگرم Pb در dl کاهش داد؛ اگر چه بیشتر از ۲/۲ درصد از بچه‌های دارای سن ۱ تا ۵ سال ساکن

۱- IARC

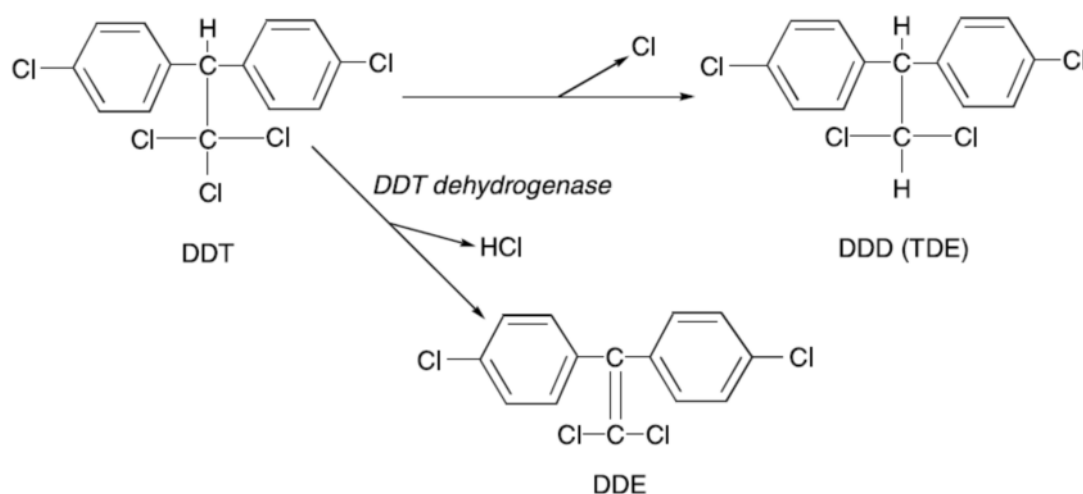
۲- CDC:US. Center for Disease control and prevention

غلظت سرب خون آن‌ها بالای $\mu g / dl$ بوده هست. آمارها همچنین نشان می‌دهد که ۱۷٪ بچه‌ها در آمریکا در معرض مسمومیت Pb هستند (۱۳۷).

Pi و همکاران (۲۰۰۲)، با مطالعات اپیدمیولوژیکی و بیوشیمیایی روی ساکنین دو روستا در داخل مغولستان به این نتیجه رسیدند که در انسان‌های مورد مطالعه، علائم مزمن سطوح بالای As از آب آشامیدنی، پر اکسید چربی سرم خون را بالا برده و سطوح سولفیدریل غیرپروتئینی پائین آمده بود، ساکنین گروه اول تحقیق، به‌طور مزمن در معرض 0.42 ppm آرسنیک غیر آلی (iAs) در آب آشامیدنی قرار داشتند (گروه در معرض آرسنیک بالا)، در حالی که گروه دوم به 0.02 ppm (iAs) آرسنیک غیر آلی در آب مصرفی آن‌ها کاهش یافته بود (گروه در معرض As پایین). نتیجه تحقیق این بود که ساکنین گروه در معرض آرسنیک بالا، به‌طور معنی‌داری در مقایسه با افرادی که در معرض آرسنیک پایین بودند، غلظت سطوح سرم خون (Lpo) افزایش یافت، و سطوح سولفیدریل غیرپروتئینی (NPSH) کاهش داده شد، همان‌طوری که مورد انتظار بود، سطوح iAs سرم گروه در معرض آرسنیک بالا بسیار زیادتر از گروه در معرض آرسنیک پایین بوده است (۱۲۹).

تحقیقات صورت گرفته توسط Red etsyke and Applesate (۱۹۹۳)، کمک زیادی در نشان دادن پایداری و Biomagnification هیدروکربن‌های کلره نمود. این پژوهشگران بقایای آفت‌کش ارگانوکلرین^۱ در بافت چربی نمونه‌های ۲۵ نفر (۱۹ مرد و ۶ زن) از ساکنین شهر El Paso تگزاس را مطالعه کردند. بافت‌های چربی افرادی گرفته شد که شغل و حرفه‌شان نمایان‌گر آن بود که در معرض آفت‌کش‌ها هستند. هشت ارگانو کلرین ترکیب شده در بافت نمونه‌ها مشاهده شد. سطوح بقایای آفت‌کش‌ها به میزان متوسط بود. DDE در همه نمونه‌های مورد آزمایش در سطح متوسط $4/96$ میلی‌گرم بر کیلوگرم وجود داشت؛ در صورتی که سطح متوسط DDT، $1/50 \text{ ppm}$ بود. DDE فراورده تفکیک شده پایدار DDT هست.

۱- Organochlorine



شکل ۲-۱۱- متابولیسم DDT

DDE در بافت‌هایی که بیشتر با وارد شدن مواد خارجی از طریق بلعیدن و نظایر آن بودند وجود داشت. همچنین سطح پایینی که در معرض غیر مستقیم غذا و آب مناطقی را که در گذشته DDT استفاده می‌نمودند و در محیط زیست پایدار بودند DDE را نشان داد (۱۳۱).

Hileman (۱۹۹۹)، بیان نمود که Louis Guillet یک جانورشناس، با بررسی روی نهنگ‌ها به نتیجه رسید که آن‌ها در معرض ناهنجاری دستگاه تناسلی و هورمونهای جنسی نازا وجود داشتند، که علت این مشکل را احتمال بر وجود آفت‌کش‌ها دانست (۷۹).

Wiesmuller و همکاران (۲۰۰۲)، غلظت آفت‌کش‌های PCBs, PCDEs, PCDDs را در ۳ نوع پرنده شکاری که تخم‌مرغ آن‌ها به‌طور موفقیت‌آمیز جوجه‌دار نشدند. این غلظت‌ها در پرندگان Sparrowhawks, Hobbies جمع‌آوری شده در منطقه براند نبرگ - برلین آلمان اندازه‌گیری شد. با استفاده از ضریب تعادل سمیت (TEQ) برای پرندگان، پژوهشگران دریافتند که تخم‌مرغ‌های Hobbies دارای غلظت میانگین 475 pg TEQ/g چربی در صورت وجود PCDD/PCDES و 551 pg TEQ/g چربی با وجود PCBS بودند (۱۵۷). همچنین مطالعه مشابهی در تمرکز PCDDs و PCDFS و نظایر آن و مونوآرتوکلراین، در کبدهای ۱۷ نوع پرنده در ژاپن انجام شد و محققین به این

نتیجه رسیدند که Granivores ها کمترین تمرکز این مواد را در کبد خود دارند و Predatores ها بیشترین تمرکز چربی را در کبد خود داشتند (۱۴۱).

Nawrot و همکاران (۲۰۰۶)، اثرات آلودگی خاک به کادمیوم را اطراف قالب‌گیر شابلون‌های حرارتی کارخانجات روی مطالعه نموده و یک افزایش همبستگی معنی‌داری در خطر سرطان ریه با ظهور کادمیوم (Cd) وجود داشت. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که این برحسب در معرض قرار گرفتن بافت‌های ریه در حضور کادمیوم در فروبرون ذرات خاک و گردوغبار به ریه بوده است (۱۲۰). ذرات گرد و غبار خانگی در بچه‌ها اهمیتی به اندازه آفت‌کش‌ها در محیط‌های کشاورزی داشت (۱۴۳).

مطالعات Laidlaw و همکاران (۲۰۰۶)، اشاره دارد به اینکه استنشاق ذرات خاک شامل سرب، اهمیت بسیاری در تعیین میزان سرب بدن در شهرهای آمریکا دارد (۱۰۰، ۱۰۱). افزایش وزن سرب بدن ساکنین شهر حاکی از آن است که با توسعه سمیت‌ها رابطه دارد (۱۳۵).

Akesson و همکاران (۲۰۰۵)، اثرات کادمیوم موجود در محیط را در یک مطالعه اپیدمیولوژیکی زنان سوئدی در منطقه لاند Lund، اشخاص بالینی ۶۴-۵۳ سال از مناطق با خاک‌های به‌شدت آلوده شده از کادمیوم تجزیه و تحلیل نمودند. و با توجه به داده‌ها به نتیجه رسیدند که زنان پیر در جمعیت کلی، امکان در معرض خطر بودن برای اثرات مضر کادمیوم بیشتر بوده است (۳۷، ۱۵۱).

Nawrot و همکاران (۲۰۰۸)، ارتباط بین مرگومیر و وزن کادمیوم بدن در بلژیک تحقیقی را انجام داده و آن‌ها به شواهد و دلایلی دست یافتند که مرگومیر کل و مرگ‌های غیرقلبی و عروقی که امکان بالا بردن وزن کادمیوم در بدن وجود داشت، می‌توان در میان جمعیت غیرزنده روی خاک‌ها یافت، یک خطر رایج سلامت است. به‌طور مشابه اکنون نشانه‌های محکم و قوی وجود دارد که اثرات منفی سرب روی اعضاء ساختمان عصب و تکامل جنسی ممکن است به خوبی در سطح ارائه سابقه مشترک و مشابه در اروپای شرقی و شهرهای آمریکا یافت شود (۱۰۲، ۱۱۴، ۱۲۱).

Ward و همکاران (۲۰۰۰)، با انجام تحقیقی، امکان شناسایی افراد در معرض آفت‌کش‌ها، آنالیز نقشه‌های محصولات از کاربرد فناوری GIS و سنجش از دور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ترکیب شده با داده‌های موجود گذشته که از مؤسسات کشاورزی گرفته شده بود ارزیابی شد. محققین نقشه‌های جدید در بخش‌هایی از ایالت Nebraska ایالات متحده آمریکا ترسیم نمودند؛ سپس متوسط میزان کاربرد آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌های مخصوص برای این محصولات برآورد شده بود. در نهایت آدرس‌های مسکونی تهیه و از افراد مورد مطالعه اپیدمیولوژیکی بیماری هاچکین لنفاوی، با نرم‌افزار GIS و با استفاده از نقشه‌های حاصل شده قبلی آفت‌کش ترسیم و مقایسه شد. تجزیه و تحلیل GIS در داده‌های تلفیقی نشان داد که ۲۲ درصد خانواده‌هایی که در مطالعه بیماری هاچکین لنفاوی دخیل بودند، لااقل در خانه‌های ۵۰۰ متری مسکونی زندگی می‌کردند. ساکنین این خانوارها احتمالاً در معرض آفت‌کش‌ها بودند، از آنجایی که خروج آفت‌کش از دستگاه‌ها می‌تواند در حدود ۱۰۰۰ متر برود (۵۲،۵۶،۶۵)؛ که در افزایش میزان بروز غده‌های لنفاوی در منطقه مؤثر به‌شمار می‌رود. علاوه بر این به‌کار بردن آفت‌کش‌ها در نزدیک مناطق مسکونی احتمال افزایش امراض پوستی و همچنین آلودگی آب آشامیدنی وجود دارد. ثابت شد که هر دو حالت در معرض آفت‌کش بسته به سمیت‌های آن‌هاست (۱۵۳). این تحقیق بیان می‌دارد که فناوری GIS و سنجش از دور، شناسایی افراد با پتانسیل بالای در معرض محصولات آفت‌کش‌ها را فراهم می‌نماید. دستاورد این فناوری می‌تواند ابزار مناسبی برای مطالعات ارزیابی اثرات بهداشتی در معرض قرار گرفتن آفت‌کش‌های کشاورزی باشد؛ در حقیقت مباحث مشابهی در گزارش‌های اخیر توسط Brody و یک‌سری پژوهشگران ارائه شد (۴۷)؛ توسط این محققین، داده‌های موجود راجع به کاربرد آفت‌کش‌ها در Capecode ماساچوست در فاصله تقریباً ۵۰ سال جمع‌آوری و بررسی شد (۴۰). این داده‌ها که عمدتاً نقلی بودند، داخل GIS با مجموعه ۴۰۰۰ آدرس مسکونی بدست آمده از منطقه تلفیق شد، که مجاز به شناسایی مناطق با احتمال زیاد در معرض آفت‌کش بود (۴۷). سپس این منطقه توسط گروه تحقیقاتی مشابه در مقیاس وسیع مطالعه اپیدمیولوژیکی سرطان پستان موردهدف قرارگرفت (۱۱۱)؛ نتایج تحقیق نشان داد که افزایش میزان

بروز سرطان پستان بیشتر در بین زنانی است که در منطقه تحت تأثیر برای ۵ سال یا بیشتر زندگی می‌کردند (۱۱). مطالعات فوق الذکر به‌طور واضح اهمیت زیاد GIS را در مدیریت مطالعات بهداشت عمومی در مقیاس وسیع بیان می‌دارند.

حاجیان و همکاران (۱۳۸۲)، با بررسی اپیدولوژیویژیک بیماران مبتلا به سرطان مری در بابلسر به این نتایج رسیدند که در حدود ۷۰ درصد مبتلایان دارای سنین بالای ۶۰ سال هستند و شغل ۶۲ درصد مراجعین مرد کشاورز بوده است. بنابراین ارتباط معنی‌داری بین شغل و سرطان وجود داشته است (۹).

Lobert و همکاران (۱۹۹۷)، در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند، افرادی که در معرض روغن‌های معدنی به‌طور پوستی و تنفسی بوده‌اند، با سرطان‌ها از جمله سرطان مری ارتباط داشته است (۱۰۹).

نقشه‌های رقومی برای توصیف و برآورد توزیع سرطان، ایجاد توزیع مکانی اثر عارضه، در صورتی‌که مدارک و نشانه‌های زیادی برای مطالعه اپیدمیولوژیکی سرطان آماده باشد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. Speer و همکاران (۲۰۰۲)، تحلیل مکانی مستقر روی نقشه‌های رقومی به‌وسیله محیطی را انجام دادند. نقشه پلی‌گونی رقومی پراکنش میزان مرگ و میر EC (سرطان مری) با نرم افزار Arcinfo ۹.۰ ترسیم شد. همچنین Speer و همکاران (۲۰۰۵)، نشان دادند که شش کمر بند در معرض خطر EC در چین وجود دارد که با گزارشات دیگر انطباق داشت (۹۶)، در نتیجه توانسته شد به‌طور واضح بالاترین و پایین‌ترین منطقه خطر EC در چین تشخیص داده شود.

Peng و همکاران (۲۰۰۳)، گزارش دادند که ارتباط معنی‌داری بین میانگین دما، بارندگی و سرطان مری (EC) در استان فوجیان Fujian در چین وجود دارد (۱۲۸).

مطالعات انجام شده توسط Li و همکاران (۲۰۰۵)، نشان داد که روابط مثبت بین تشعشعات فرابنفش، دما و سرطان ریه وجود داشت، در صورتی‌که روابط منفی بین دما، فشار هوا و سرطان کبد وجود داشت (۱۰۶).

مطالعات محققین نشان داد که سرطان مری، تحت تأثیر اقلیم و فاکتورهای محیطی دیگر بود؛ مناطق در معرض خطر سرطان مری اساساً مناطقی با بارندگی کم، تبخیر زیاد، شاخص خشکسالی بالا، شاخص ایجاد جزر و مد و سرعت زیاد باد بود (۹۵). فرایندهای که توسط آب و هوا تحت تأثیر سرطان واقع شد ممکن است جنبه های مختلفی داشته باشد. در شرایط اقلیمی مختلف محیطی، مردم توانایی متفاوتی در مصارف نوشیدنی و استعمال دخانیات با تکرار و مقدار متفاوت دارند. آن ها همچنین توانایی مختلف مصرف سبزیجات خوراکی تازه و میوه ها، اسیدهای چرب دارای حلقه های اشباع نشده، میکروالمنت ها و عناصر غذایی کم مصرف که شناخته شده اند، مانند فاکتورهای حفاظتی برای سرطان مری هستند (۱۳۳).

Lin و همکاران (۲۰۰۲)، با تحقیقاتی بیان نمودند، پوشش جنگلی در چین کم بوده و منابع آبی آن مشکلاتی دارد. بسیاری از مناطق در چین در حال پیشرفت شدید کمبود آب هست. در این مناطق موقعی که خشکسالی هست، آب آشامیدنی برای حیوانات و رشد گیاه وجود ندارد. بازی شدن و کویرزایی، خصوصیت مشترک قسمت های زیادی از این مناطق هست؛ به علت بارندگی کم، میزان شوری بالای خاک و آب زیرزمینی می تواند در توسعه و ایجاد شکل نیتروزآمین که یک ماده سرطان زای مهم سرطان مری هست نقش داشته باشد. گیاهان و غذا در این مناطق همچنین محتوی نیتروزآمین زیاد نسبت به مناطق دیگر به علت جذب آن به واسطه آب و خاک هست. نیتروزآمین در نهایت می تواند از طریق زنجیره غذایی وارد بدن انسان شود. به علاوه امرار معاش مردم روستایی به طور غالب وابسته به کشاورزی و پرورش دام هست. اما در مناطق خشک، کشاورزی اساساً وابسته به باران است و محصول گرفته شده توسط کشاورزان تنها با باران های موسمی بوده است، مناطق خشک به نسبت، مناطق نیازمند به شمار می رود. در مناطق روستایی خشک، محصولات عمدتاً ذرت، گندم هست؛ بنابراین مردم روستایی فاقد سبزیجات و میوه های تازه هستند که عوامل نگهدارنده در برابر سرطان مری می باشد (۱۰۷).

Bernard (۲۰۰۱)، در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که سرعت بالای باد می‌تواند انتشار ناخالصی‌ها را افزایش دهد. سرعت بالای باد، احتمال تأثیر روی فاکتورهای دیگر محیطی مثل بارندگی، تبخیر، پوشش گیاهی، هدر روی خاک و آب و نظایر آن در بسیاری از روش‌ها دارد (۴۴).

محققینی مانند Moehrle (۱۹۹۹)، Krain (۱۹۹۱) و Bidoli (۱۹۹۳)، میزان ارتفاع را در میزان بروز سرطان مؤثر دانستند؛ آن‌ها در مطالعات به این نتیجه رسیدند که در ارتفاع بالاتر میزان سرطان بیشتر بوده است (۱۱۵،۹۴،۴۵). درحالی‌که در تحقیقات (۱۹۸۳) Akhtiamov و Ku-shengwu به این نتیجه رسیدند که ارتباط منفی بین ارتفاع و میزان بروز سرطان وجود دارد. فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی در ارتباط با EC^۱ (سرطان مری) در بسیاری از مطالعات اشاره دارد (۳۸).

Brown و همکاران (۲۰۰۱)، برآورد خطر سرطان مری در سیاهان و سفیدها را با شاخص‌های طبقات پایین اجتماعی، به‌ویژه درآمد سالانه که ارتباط داشتند بررسی نمود. ارتباط طبقات اجتماع تأثیر گذار در پدیدآمدن میزان بروز با فاکتورهای دیگر خطر مستقل بود (۴۹).

در مطالعات Ku-Shengwu میزان مرگ‌ومیر سرطان با تراکم جمعیت مرتبط بود. در تحقیق به نتیجه رسیدند، مناطقی که دارای تمرکز جمعیت بیشتری وجود دارد، احتمال وجود سرطان بالاتری خواهد بود (۳۸).

APpleton (۲۰۰۶)، وضعیت سلیوم در خاک، دانه، موی سر انسان و آب آشامیدنی و ارتباط آن‌ها با سرطان مری در منطقه Cixian استان Hebei جمهوری خلق چین را بررسی نموده و هدف در این تحقیق، شناسایی ارتباط مرگ‌ومیر و سرطان مری نسبت به وضعیت سلیوم جمعیت محلی و همچنین ارتباط بین وضعیت سلیوم انسان و میزان se در مواد غذایی قابل رشد در منطقه (ذرت و گندم)، آب آشامیدنی و خاک بود (۳۹). نتایج این محقق حاکی از آن است که میزان که سلیوم کل در ۱۵ نمونه آب آشامیدنی برداشت شده، از ۱/۱ تا ۲/۴۳ میکروگرم در لیتر متغیر بود. دلیل بالا بودن میزان سلیوم

۱- Esophageal Cancer

مشخص نیست؛ ولی احتمالاً با ته نشست‌های شیمیایی یا سنگ‌بستر مخصوصاً چاه‌های عمیق (۳۰۰ متر) مرتبط است. میزان سلیوم کل در خاک بین ۰/۱ تا ۰/۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بالاترین میزان سلیوم با بالاترین نسبت مرگ‌ومیر سرطان مری مرتبط بوده است (۳۹). منطقه مورد مطالعه به روستاهایی بانسبت مرگ‌ومیر سرطان مری کم، متوسط و زیاد در نظر گرفته شد. میانگین هندسی سلیوم کل در دانه از ۰/۰۲ در مناطق بانسبت سرطان مری پایین تا ۰/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در مناطق با سرطان مری بالا افزایش داشت (۳۹).

He و همکاران (۲۰۰۳)، میزان بروز سرطان مری در شهرستان Cixian از سال‌های ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۶ را بررسی و مورد تحلیل قرار دادند. نتیجه تحقیق نشان داد که نسبت بروز (در ۱۰۰/۰۰۰ نفر) برای مردان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۱۵۸-۲۸۲ نفر). در حالی‌که نسبت برای زنان تقریباً به همان صورت باقی ماند (۱۳۳-۱۵۸ نفر). میانگین نسبت میزان بروز مردان به زنان یک ونیم به یک بود و میزان بروز با بالا رفتن سن، افزایش می‌یافت. نسبت میزان بروز در مناطق تپه‌ای و کوهستانی به‌طور معنی‌داری از سال ۱۹۷۶-۱۹۹۶ روند کاهشی رانشان داد؛ در حالی‌که میزان بروز در مناطق دشت و جلگه‌ای در شرق Cixian افزایش یافته بود (۷۸).

Guo و همکاران در سال (۱۹۹۴)، یک مطالعه موردی آشیان‌های سرطان‌های معده و مری در Linxian را با آزمایش تأثیر تغذیه انجام داده و نتیجه نشان داد که استعمال دخانیات به‌طور معنی‌داری با خطر سرطان مری ارتباط داشت در صورتی‌که ارتباط بین مصرف الکل و خطر سرطان وجود نداشت. مصرف زیاد تخم مرغ و سبزیجات تازه با ۲۰٪ کاهش در خطر مرتبط بود. عدم افزایش در خطر با مقدار مصرف سبزیجات و یا غذاهای فاسد و کپک زده مرتبط بود. خطرات مازاد ۸۰-۴۰ درصدی هم در بیمارنامه سرطان مری به‌طور منحصر به فرد یافت می‌شود (۷۴).

Dousova و Martaus همکاران (۲۰۰۸)، در چک‌اسلواکی پایداری انواع آرسنیک در خاک‌های به‌طور طبیعی آلوده شده و در یک وضعیت ناشی از فعالیت‌های انسانی را مطالعه نمودند. جهت نمونه‌برداری

از هر مکان، دو نمونه برداشت شد، یکی از مناطقی با پروفیل‌های دارای آلودگی‌های آرسنیک بالا و دیگری از مناطقی که از منابع آلودگی آرسنیک فاصله دارند و آلاینده‌های آرسنیک پائینی داشتند؛ در مجموع ۲۳ نمونه برداشت گردید. این محققین اشاره بر آن داشتند که غلظت آرسنیک در بیشتر مکان‌های آلوده از ۶۰ تا ۱۸۰۰۰ پی‌پی‌ام متغیر بود. پروفیل‌های با آلودگی کمتر تا ۱۰ برابر مقدار آرسنیک پایین‌تری داشتند. در همه پروفیل‌ها غلظت آرسنیک در حدود ۷۰-۲۰ سانتی‌متر تحت‌الارضی نمایان شدند، که انتظار می‌رفت سطوح به خوبی نفوذپذیر باشند. در تحقیق بیان شد که مقادیر Fe, Al, Mn در پروفیل‌ها با مقدار کل As نمی‌تواند مرتبط باشد و مقادیر آن‌ها در کل به خواص خاک و مکان وابسته است. یک همبستگی بین مقادیر As و Al در پروفیل‌ها به‌طور ضعیف تفسیر شد که به علت وجود قسمتی از Al در ساختمان آلومینوسیلیکات‌ها غالب بود. به‌طور مشابه سطوح شیب‌دار آرسنیک، آهن و منگنز ثابت شد که حداقل غلظت‌ها روی سطوح بانفوذ پذیری خوب است (۶۳).

غلظت‌های بالای AS در خاک‌ها می‌تواند به واسطه فعالیت‌های انسانی یا به دلیل فراوانی طبیعی موادمادری باشد. هوازگی کانی‌های سولفیدی رخ داده در رسوبات معدنی مختلف نشان‌دهنده یکی از بالاترین منابع As غنی در خاک‌هاست. در نتیجه تشکیل دهنده فعالیت‌های معدنی، این فرایندها در سایه شرایط سنگ‌شکنی سنگ‌های معدن و دمپ‌های باطله شتاب گرفت (۱۱۳).

انسان‌ها می‌توانند در معرض فلزات سنگین در گرد و خاک که از طریق چندین روش که شامل بلعیدن، تنفس (استنشاق) و جذب پوست است قرار گیرند. در گرد و خاک محیط برآورد شده است که بزرگسالان می‌توانند تا ۱۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک را در روز ببلعند (۵۳). بچه‌ها معمولاً در معرض مقادیر بیشتری از گرد و خاک نسبت به بزرگسالان قرار دارند (۱۱۷). در همین رابطه Annao و همکاران (۲۰۰۸)، با هدف تعیین غلظت فلزات سنگین و توزیع مکانی آن‌ها در گرد و خاک سطحی در کارگاه‌ها، نزدیکی مکان‌هایی مثل جاده‌ها، میادین و بازار مواد غذایی صحرایی و برآورد پتانسیل خطرات بهداشتی در بزرگسالان و کودکان از طریق فروبردن گرد و خاک در استان Guangdong چین

به این نتایج دست یافتند که غلظت فلزات سنگین در کارگاه‌ها نسبت به مکان‌های عمومی و جاده‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر است. میانگین غلظت سرب در کف کارگاه تقریباً ۵ برابر بیشتر از نمونه‌های انتخابی جاده‌ها است (۳۴).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان گلستان با مساحت $20437/74$ کیلومتر مربع، $1/3$ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان بین $2^{\circ} 30' 36''$ تا $38^{\circ} 07' 06''$ عرض شمالی و $51^{\circ} 53'$ تا $56^{\circ} 21' 04''$ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و در بخش شمالی کشور واقع شده است. استان از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان شمالی و از غرب به دریای خزر و استان مازندران محدود می‌شود. عوامل تشکیل دهنده اقلیم استان شامل عوامل محلی نظیر عرض جغرافیایی، ناهمواری و منابع آبی است و همچنین شامل عوامل بیرونی نظیر فرا باریبری، کم فشار مدیترانه و بادهای موسمی است. استان گلستان در محدوده منطقه معتدله شمالی قرار دارد که این عامل، نقش مؤثری را در اقلیم استان بر عهده دارد. قسمت جنوب و شرق استان را کوهستان تشکیل داده که این کوهها موازی هم و جهت آنها تقریباً شرقی-غربی بوده و دنباله سلسله جبال البرز است. این کوهها از منطقه هزارجریب (استان مازندران) شروع و به صورت نواری هلالی شکل امتداد یافته و در شرق و شمال شرق به کوههای آلاداغ، بینالود و هزار مسجد در استان خراسان شمالی می‌پیوندند. کوه

The map displays the administrative divisions of Iran. The province of Chaharmahal and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad is highlighted in a darker shade of gray. The inset map shows Iran's location relative to its neighbors: Turkey, Iraq, Saudi Arabia, Afghanistan, and Pakistan. Arrows indicate the province's location on the southwestern coast of Iran.

۳-۲- آب و هوای منطقه مورد مطالعه

70

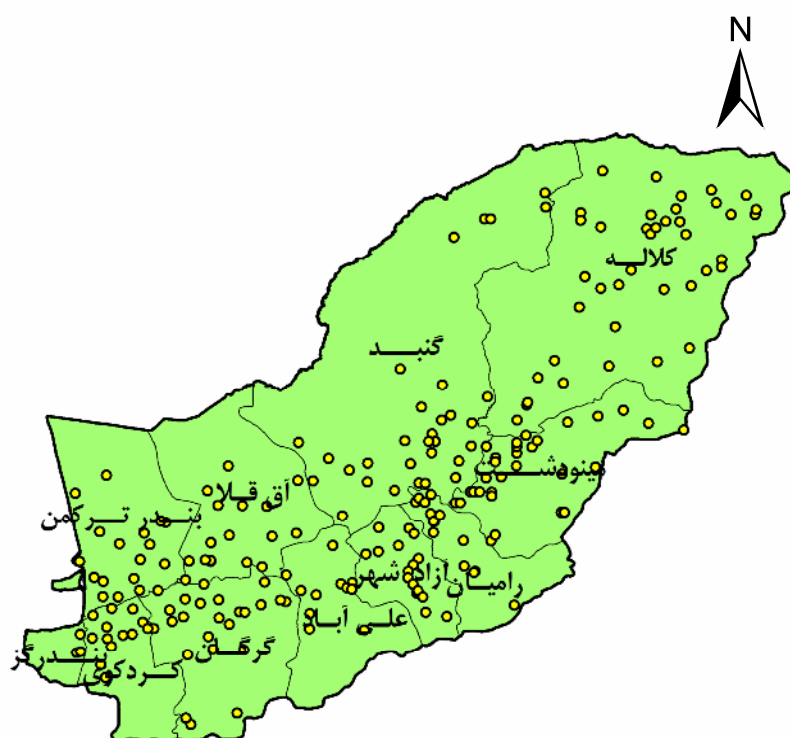
۳-۳- تعیین نقاط نمونه‌برداری

با توجه به احتمال وجود آلودگی‌های کشاورزی، طبیعی و صنعتی در هر منطقه و وجود استعداد هریک از عوامل نمونه خاک در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به صورت سطحی از عمق ۳۰ cm برداشت شد. در جدول ۱-۳ تعداد نقاط نمونه برداری خاک و مکان‌های بروز سرطان‌ها به تفکیک شهرستان قابل مشاهده است. و در شکل ۲-۳ موقعیت نقاط نمونه برداری شده خاک و در شکل‌های ۳-۳ و ۴-۳ به ترتیب موقعیت نقاط سرطان‌های مری و معده نشان داده شده است.

جدول ۱-۳- تعداد نمونه‌های خاک و سرطان به تفکیک شهرستان‌های استان گلستان.

شهرستان	تعداد مکان‌های بروز سرطان مری	تعداد مکان‌های بروز سرطان معده	تعداد مکان‌های بروز سرطان مری و معده	تعداد نمونه‌های خاک
آق‌قلا	۱۰	۸	۱۸	۱۶
علی‌آباد	۷	۱۰	۱۷	۱۱
آزادشهر	۴	۲	۶	۱۶
بندرگز	۳	۳	۶	۳
گنبد	۱۳	۱۵	۲۸	۳۱
گرگان	۱۰	۱۷	۲۷	۲۳
کلاله	۲۵	۱۹	۴۴	۴۱
کردکوی	۳	۴	۷	۱۳
مینودشت	۱۸	۱۸	۳۶	۲۸
رامیان	۵	۶	۱۱	۱۳
بندر ترکمن	۹	۶	۱۵	۱۸

در مناطقی که امکان آلودگی کشاورزی زیاد بود و مزارعی که چند نوع کشت انجام می‌دادند، برداشت نمونه‌های بیشتری صورت گرفت. جهت نمونه‌برداری از استان گلستان، ابتدا نقشه استان به شبکه‌های ۱۰×۱۰ کیلومتری تقسیم گردید. و احتمال نوع آلودگی در هر شبکه تعیین شد و بر اساس آن تعداد نمونه، تراکم نمونه و اولویت‌های نمونه‌برداری صورت گرفت؛ مناطقی که احتمال آلودگی بالایی داشتند تعداد نمونه‌های بیشتری مورد برداشت قرار گرفت. بنابراین در شبکه‌هایی که احتمال هر سه نوع آلودگی وجود داشت تراکم نمونه و فشردگی بیشتری داشت.



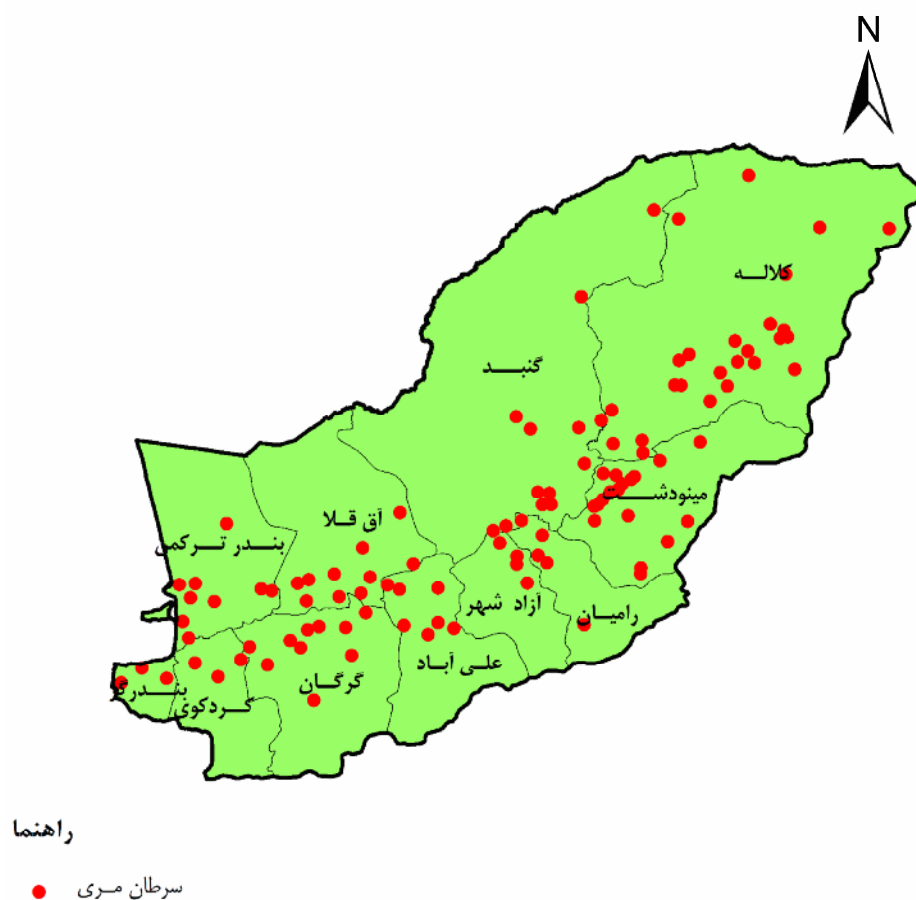
راهنما

- نقاط نمونه برداری

شکل ۳-۲- موقعیت نقاط نمونه برداری خاک.

۳-۴- نمونه برداری

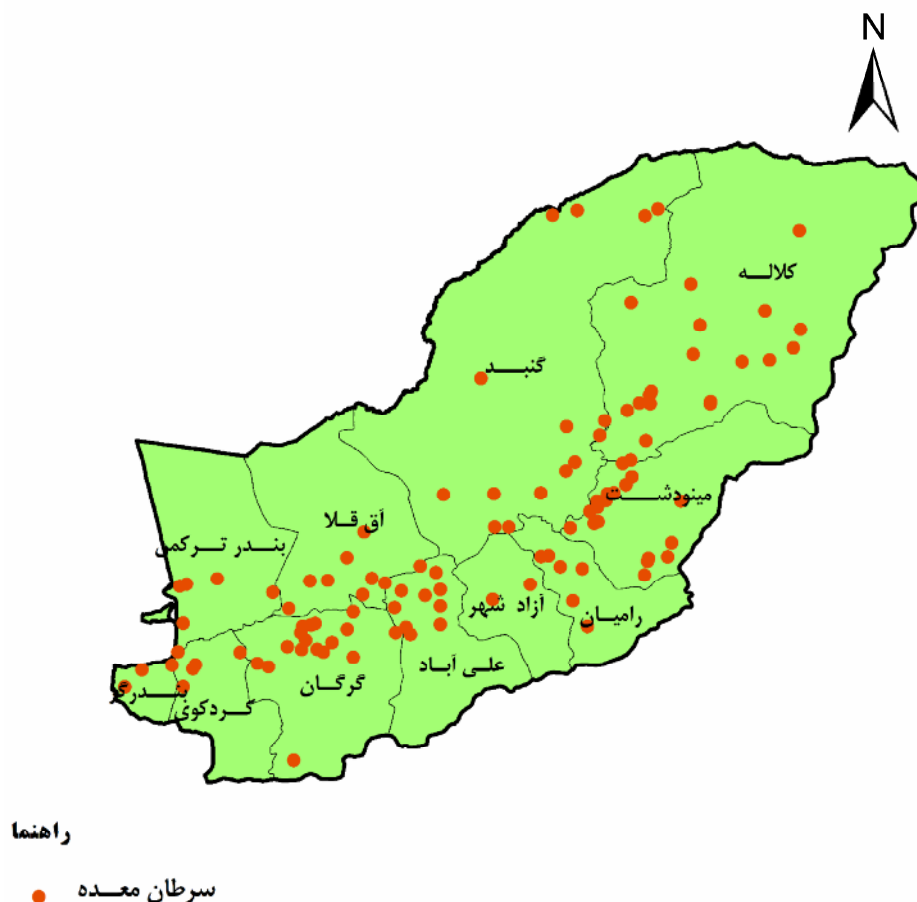
نمونه برداری از منطقه در عمق ۳۰ cm با وسایل نمونه برداری صورت گرفت. وسایل و ابزار نمونه برداری قبل از برداشت خاک توسط همان خاک چندین بار تماس داده شده و سپس اقدام به نمونه برداری گردید و نمونه‌ها در ظرف‌های مخصوص نمونه برداری ریخته شد. منطقه مورد مطالعه به لحاظ طبیعی محدودیت‌هایی جهت برداشت کامل نمونه‌ها داشته است؛ لذا برای بررسی آلودگی طبیعی و صنعتی نمونه‌گیری از نزدیک منشأ احتمالی آلودگی و فاصله‌ایی از آن صورت گرفت و نمونه برداری نمونه‌های کشاورزی به‌طور منظم و دقیق انجام شد. به مقدار ۲ کیلوگرم از هر نمونه خاک جهت آزمایشات آلودگی عناصر سنگین، برداشت شد.



شکل ۳-۳- موقعیت نقاط سرطان مری در استان گلستان

نمونه‌برداری از مراره تپه واقع در شرق استان شروع شده بود و به سمت غرب استان ادامه و پایان یافت. نمونه‌های انتخاب شده پس از آماده‌سازی، جهت آنالیز فلزات سنگین و عناصر کمیاب با روش ICP^۱ به آزمایشگاه معتبر Lab West استرالیا ارسال شد.

۱- Inductively Coupled Plasma.



شکل ۳-۴- موقعیت نقاط سرطان معده در استان گلستان

۳-۵- روش‌های آنالیز داده‌ها

داده‌های مربوط به بیماران مبتلا به سرطان مری و معده در استان گلستان از واحد ثبت سرطان مبتنی بر جمعیت استان گلستان تهیه شد (۱۵۰). بعد از جمع‌آوری جدیدترین داده‌های موجود سرطان، داده‌های سال ۱۳۸۵ به صورت تفکیک سرطان مری و معده، به همراه مجموع دو سرطان، مورد بررسی قرار گرفتند که بررسی داده‌ها به فهم دقیق‌تر رفتار متغیر و همچنین انتخاب مدل بهینه به منظور درون‌یابی کمک می‌نماید. سپس داده‌های نمونه‌های خاک و داده‌های سرطان مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی داده‌ها در این تحقیق، شامل مراحل زیر می‌شود:

۳-۵-۱- پلات QQ^۱ نرمال

با استفاده از این نمودار، نرمال بودن مجموعه داده‌ها بررسی می‌شود. در بسیاری از محاسبات و تخمین‌های زمین‌آماري، داده‌ها باید از توزیع نرمال تبعیت کنند و شرط نرمال بودن داده‌ها اساس کار را تشکیل می‌دهد (۵). از طرفی فرض نرمال بودن فقط برای نقشه‌های چهارک و احتمالاتی برای انواع کریجینگ اعم از جهانی، ساده و معمولی ضروری است و برای انواع نقشه‌های دیگر نظیر نقشه پیش‌بینی و خطای استاندارد پیش‌بینی ضروری نمی‌باشد. در بین پیش‌بینی کننده‌های شکل گرفته از میانگین‌های وزن‌دار، کریجینگ به‌عنوان بهترین پیش‌بینی کننده نأریب در هر دو حالت توزیع نرمال و غیر نرمال می‌باشد (۸۹). با توجه به نرمال نبودن داده‌ها در مورد سرطان‌های مری و معده، تبدیل لگاریتمی^۲ برای آن‌ها صورت گرفت.

۳-۵-۲- تجزیه و تحلیل روند^۳

در زمین‌آمار تغییرات مکانی به‌صورت دو مؤلفه مجزا، اعم از مؤلفه قطعی (روند) و تصادفی مدل‌سازی می‌شوند (۵۷). روند یکی از مؤلفه‌های جهت دار موثر در تخمین می‌باشد. وجود روند به علت یک عامل فیزیکی بوده و تغییرات آن به‌صورت یک تابع ریاضی قابل مدل کردن است. دلیل عمده حذف روند، فهم عمیق‌تر موضوع و همچنین رسیدن به فرضیه‌ایستایی (زوج داده‌های با فاصله و جهت یکسان دارای مجذور اختلاف یکسانی می‌باشند) است که پس از حذف روند، تغییرات در دامنه کوتاه و تدریجی قابل مدل کردن بوده و تغییرات جزئی با تمرکز بیشتر و صحت و دقت بالاتری مدل‌سازی می‌شوند (۱۲۷، ۷۲)؛ زیرا روند جهانی در آنالیز مکانی تأثیر ندارد. بنابراین سرطان‌های مورد مطالعه و نمونه‌های خاک، از لحاظ روند مورد بررسی قرار گرفت. تشخیص روند با استفاده از برنامه جانبی

۱- Quartile- Quartile

۲- Log

۳- Trend Analysis

زمین‌آمار^۱ و مرحله بررسی داده‌ها^۲ و حذف آن با استفاده از معجزه‌گر زمین‌آمار^۳ و مرحله حذف روند^۴ صورت گرفت.

۳-۶- آمار کلاسیک

در این تحقیق برخی خصوصیات آمار کلاسیک از جمله میانگین، چولگی، کشیدگی و نظایر آن با استفاده از نرم افزار Spss ۱۴,۰ برای سرطان مری، معده و مجموع این دو سرطان و همچنین نمونه‌های خاک به تفکیک بررسی شد.

۳-۷- تجزیه و تحلیل زمین‌آمار

تجزیه و تحلیل زمین‌آمار شامل ۵ مرحله به شرح زیر می‌باشد:

۳-۷-۱- انتخاب روش زمین‌آمار

در این تحقیق از بین شش روش کریجینگ (ساده^۵، معمولی^۶، جهانی^۷، شاخص^۸، احتمالاتی^۹ و عطف^{۱۰}) به انتخاب روش کریجینگ جهانی (به علت وجود روند و پایه قویتر نسبت به کریجینگ معمولی) پرداخته شد (۱۲۷). در نظر گرفتن روند نیز منجر به کاهش خطای مربوط به پیش‌بینی می‌شود (۶۹، ۶۲). نوع تبدیل به منظور نرمال کردن و درجه روند در این مرحله در نظر گرفته شد.

۱- Geostatistical Analyst Extention

۲- Data Explore

۳- Geostatistical Wizard

۴ - Detrending

۵ - Simple

۶ - Ordinary

۷ - Universal

۸ - Indicator

۹ - Probability

۱۰ - Disjunctive

۳-۷-۲- حذف روند

در تجزیه و تحلیل زمین‌آماري، ابتدا روند از داده‌ها حذف شده و این روند پس از پیش‌بینی دوباره به پیش‌بینی اضافه می‌شود (۱۲۷). در تحقیق حاضر حذف روند برای تمامی سرطان‌ها صورت گرفت. حضور روند و تابع آن نیز در قسمت بررسی داده‌ها مشخص شده و در این قسمت از داده‌ها کم شده و مدل‌سازی بر روی باقیمانده‌ها^۱ صورت گرفت.

۳-۷-۳- مدل‌سازی نیم‌تغییرنما^۲

برازش مدل‌های مختلف نیم‌تغییرنما، با در نظر گرفتن روند، ناهمسان‌گردی، پارامترهای مدل نیم‌تغییرنما (اثر قطعه‌ای^۳، دامنه تاثیر^۴ و سقف^۵)، تعداد و طول گام‌های مختلف با توجه به شاخص‌های ارزیابی مدل در این مرحله انجام شد.

۳-۷-۴- همسایگی جستجو

به علت وجود ناهمسان‌گردی (تغییر نیم‌تغییرنما در جهت‌های مختلف) در کل سرطان‌ها، دایره جستجو به بیضوی جستجو با ۴ قطاع و وجود حداقل ۲ نمونه در هر قطاع (نا‌اریب بودن تخمین) جهت تخمین، مورد استفاده قرار گرفت.

۳-۷-۵- ارزیابی متقاطع^۶

با توجه به شاخص‌های ارزیابی مدل شامل (میانگین خطای پیش‌بینی، میانگین جذر خطای پیش‌بینی و نظایر آن) به انتخاب بهترین مدل نیم‌تغییرنما پرداخته شد. مراحل ۳-۷-۳ تا ۳-۷-۵ برای هر

۱- Residual

۲- Variography

۳- Nugget Effect

۴ - Range

۵ - Sill

۶ - Cross Validation

سرطان، چندین مرتبه انجام گرفت و نهایتاً با مقایسه شاخص‌های ارزیابی مدل و ارزیابی متقاطع، بهترین مدل مشخص شد.

۳-۷-۶- نقشه‌های کریجینگ و خطای استاندارد پیش‌بینی

بعد از به‌دست آوردن مدل بهینه نیم‌تغییرنما به همراه پارامترهای آن، نوبت به تهیه نقشه‌ها اعم از نقشه‌های کریجینگ جهانی، خطا و احتمال با استفاده از همان پارامترهای مدل می‌رسد (۳۶). بعد از اتمام مراحل بالا، نقشه‌های کریجینگ جهانی، خطای استاندارد پیش‌بینی و حدود اطمینان پیش‌بینی برای هر سرطان، به‌طور جداگانه تهیه گردید.

۳-۸-۸- مطالعه توزیع سرطان مرتبط با عوامل محیطی

۳-۸-۱- بروز: میزان بروز، شفاف‌ترین اندازه توزیع بیماری سرطان است. دو نوع اندازه بروز، قابل محاسبه و استفاده است:

الف) بروز تجمعی^۱: در این اندازه کل مبتلایان جدید بیماری در یک دوره زمانی معمولاً یک‌ساله، به جمعیت‌های معرفی خطر در ابتدای دوره زمانی مطالعه تقسیم می‌شوند.

ب) میزان بروز^۲: در این اندازه کل مبتلایان جدید در یک دوره زمانی به کل واحدهای شخصی زمان در معرض خطر بودن تقسیم می‌گردد.

۱- Cumulative Incidence

۲- Incidence Rate

۳-۸-۲- نحوه محاسبه میزان بروز استاندارد شده سنی^۱ (ASR) سرطان‌ها

جهت محاسبه میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$ASR = \sum I_i d_i w_i / y_i \quad \text{معادله (۱-۳)}$$

که در این رابطه:

I: گروه‌های سنی

d_i: تعداد بیماران سرطان در گروه سنی

w_i: تعداد افراد در گروه‌های سنی جمعیت استاندارد

Y_i: تعداد افراد در گروه‌های سنی جمعیت مورد مطالعه.

معمولاً عدد ASR به‌دست آمده برای مقایسه سرطان‌های مختلف در سطح جهان با یکدیگر در صد

هزار نفر برآورد می‌شود (۲۷).

^۱- Age Standardized Incidence Rate

فصل چهارم

نتایج و بحث

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- توصیف متغیرها

جهت هرگونه مطالعه یا محاسبات آماری لازم است که داده‌های تحت مطالعه و آزمایش که معمولاً به صورت توده‌ای از اعداد خام هستند به شکل خاصی منظم گردند. داده‌ها معمولاً به صورتی که مشاهده یا اندازه‌گیری شده‌اند ثبت خواهند شد. تنظیم داده‌های عددی در جداول و ترسیم نمودارها از اولین مراحل تجزیه آماری بوده و این داده‌ها زمانی که مرتب شوند حاوی اطلاعات مهم و مفیدی می‌باشند. شاخص‌های آماری علیرغم اینکه دارای اطلاعات مفیدی هستند، در مورد متغیرهای پیوسته‌ای مانند خصوصیات خاک نمی‌توانند به طور کامل مفید واقع شوند. لذا استفاده از پارامترهایی مانند وضعیت توزیع داده‌ها دارای اهمیت بیشتری است. وضعیت توزیع داده‌ها برای کارهای آماری و بیشتر زمین‌آماري دارای اهمیت خاصی است. وضعیت یک توزیع شامل میانگین، میانه، مد، حداکثر، حداقل، انحراف استاندارد، چولگی و کشیدگی می‌باشند که این ویژگی‌ها موقعیت، پراکندگی و شکل توزیع را بیان می‌نماید. در این بین بررسی وضعیت نرمال بودن توزیع داده‌ها دارای اهمیت خاصی است. اصولاً توزیع نرمال مهمترین الگوی آماری است و اکثر نظریه‌ها، محاسبات و استدلال‌های آماری

بر مبنای آن بنا نهاده شدند. اهمیت دیگر توزیع نرمال در این است که توزیع فراوانی پدیده‌های طبیعی، که با رعایت اصول صحیح آماری مورد تحقیق قرار می‌گیرند، غالباً به صورت نرمال است. از طرفی چون هر متغیر به هر شکلی که مورد مطالعه قرار گیرد، دارای توزیع فراوانی خاص خود را دارا می‌باشد، می‌توان با استفاده از اصول آمار و ریاضی، آن متغیرها یا توزیع آن‌ها را به نرمال تبدیل کرد. در این تحقیق داده‌ها با دو روش آمار کلاسیک و زمین‌آمار مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج به دست آمده در این فصل برای سرطان‌های مری و معده و ده عنصر مورد مطالعه نمونه‌های خاک در منطقه تحقیق شده ذکر می‌شود.

۴-۲- آمار کلاسیک

در جدول ۴-۱ خلاصه آماری متغیرهای مورد مطالعه اعم از سرطان و فلزات مورد بررسی در نمونه‌های خاک نشان داد شده است.

جدول ۴-۱- خلاصه آماری داده‌های سرطان (نسبت بروز سرطان ASR) و غلظت فلزات نمونه‌های خاک (mg/kg)

متغیر	تعداد	میانگین	میان	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	مینیم	ماکزیم
سرطان مری	۱۰۷	۱۲۹,۱۳	۹۲,۵	۱۲۹,۸۳	۱,۹۱	۴,۲۸	۵,۵۸	۶۸۰,۲۷
سرطان معده	۱۰۸	۱۶۵,۵۱	۸۶,۲	۳۱۴,۲۰	۵,۳۶	۳۳,۹۵	۳,۶۵	۲۴۶۹,۱۴
سرطان مری و معده	۲۱۵	۱۴۷,۱۸	۸۶,۲	۲۴۰,۹۷	۶,۲۰	۵۱,۱۱	۳,۶۵	۲۴۶۹,۱۴
آلومینیوم	۲۲۷	۴۱۱۷۸,۰۸	۳۹۸۹۷,۰	۱۰۹۱۱,۵۹	۰,۵۰	۰,۷۷	۱۵۲۳۲,۰۰	۸۰۴۱۱,۰۰
آهن	۲۲۷	۳۵۲۸۸,۵۵	۳۲۹۸۳,۰	۱۰۵۴۰,۵۸	۱,۸۵	۶,۰۰	۱۱۶۵۱,۰۰	۹۱۰۴۵,۰۰
سلنیم	۲۲۷	۰,۵۰	۰,۴	۰,۲۴	۲,۵۷	۱۱,۵۱	۰,۱۷	۲,۰۴
روی	۲۲۷	۸۱,۲۶	۷۵,۸	۳۵,۹۳	۴,۹۷	۳۹,۰۴	۲۵,۱۰	۴۱۷,۴۰
مولیبدن	۲۲۷	۰,۸۵	۰,۸	۰,۳۱	۳,۰۵	۱۹,۲۷	۰,۳۰	۳,۳۰
اورانیم	۲۲۷	۱,۰۶	۱,۰	۰,۴۲	۴,۹۵	۴۱,۹۵	۰,۲۶	۵,۰۷
باریم	۲۲۷	۲۱۹,۳۱	۲۱۴,۳	۸۸,۵۸	۶,۹۶	۷۲,۹۵	۸۶,۹۰	۱۲۱۸,۳۰
سزیم	۲۲۷	۴,۷۹	۴,۹	۱,۳۸	۰,۱۴	۱,۱۷	۱,۳۰	۹,۹۰
نیکل	۲۲۷	۳۹,۶۷	۳۷,۴	۱۰,۹۳	۱,۰۷	۲,۷۴	۹,۵۰	۹۳,۲۰
سرب	۲۲۷	۱۵,۴۵	۱۳,۶	۵,۷۹	۱,۵۰	۳,۴۵	۶,۸۰	۴۴,۰۰

۴-۲-۱- آلومینیم

در جدول ۴-۲، تجزیه واریانس بر اساس آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نامتعادل نشان داده شده است. نتایج در جدول این‌گونه است که در بین شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان، در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ در صورتی‌که مابین اثرات متقابل کاربری‌ها و شهرستان‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید؛ بر این اساس در جدول ۴-۳، مقایسه میانگین برای فاکتور شهرستان به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد قابل مشاهده است.

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس عنصر Al (mg/kg) در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۸۹۱۹۸۹۳۹/۷۶	۰/۹۴۱
شهرستان	۱۰	۲۵۸۶۹۵۶۳/۴۴	۲/۷۳**
کاربری	۳	۴۵۱۲۹۷۴۱۰/۳۹	۴/۷۶**
اثر متقابل (کاربری × شهرستان)	۲۴	۱۲۵۳۴۲۸۷۵/۵۰	۱/۳۲ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۴۸	۹۴۸۲۰۹۲۴/۲۵	
کل	۲۲۶		

در این جدول، شهرستان کلاله با کمترین میزان آلومینیم و شهرستان بندرگز با بیشترین مقدار فلز آلومینیم در سطوحی متفاوت از سایر شهرستان‌ها قرار دارند.

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین عنصر Al در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح			
	۱	۲	۳	۴
کلاله	۳۵۸۷۳/۴۰			
مینودشت	۳۸۴۶۳/۴۶	۳۸۴۶۳/۴۶		
بندر ترکمن	۳۸۸۷۶/۱۰	۳۸۸۷۶/۱۰	۳۸۸۷۶/۱۰	
گنبد	۳۹۵۴۰/۰۰	۳۹۵۴۰/۰۰	۳۹۵۴۰/۰۰	
گرگان	۴۱۸۶۳/۷۱	۴۱۸۶۳/۷۱	۴۱۸۶۳/۷۱	
رامیان	۴۳۹۷۸/۴۳	۴۳۹۷۸/۴۳	۴۳۹۷۸/۴۳	۴۳۹۷۸/۴۳
آق‌قلا	۴۴۸۲۷/۷۸	۴۴۸۲۷/۷۸	۴۴۸۲۷/۷۸	۴۴۸۲۷/۷۸
علی‌آباد	۴۵۹۶۳/۲۳	۴۵۹۶۳/۲۳	۴۵۹۶۳/۲۳	۴۵۹۶۳/۲۳
آزادشهر	۴۶۵۷۶/۲۹	۴۶۵۷۶/۲۹	۴۶۵۷۶/۲۹	۴۶۵۷۶/۲۹
کردکوی			۴۷۱۱۶/۹۳	۴۷۱۱۶/۹۳
بندرگز				۵۱۲۸۴/۷۵

در جدول ۴-۴، مقایسه میانگین کاربری‌های متفاوت نشان داده شده است. در این جدول کاربری‌های طبیعی، صنعتی و کشاورزی در یک سطح از عنصر Al قرار داشتند.

جدول ۴-۴ - مقایسه میانگین عنصر Al در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های کنار جاده	۳۳۰۱۰/۷۸	
نمونه‌های طبیعی		۴۱۱۳۵/۳۷
نمونه‌های صنعتی		۴۲۰۲۰/۶۶
نمونه‌های کشاورزی		۴۲۱۵۰/۶۰

۴-۲-۲- آهن

آزمون تجزیه واریانس برای عنصر آهن در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان در قالب آزمایشات فاکتوریل برپایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نامتعادل صورت گرفته است که در جدول ۴-۵ قابل مشاهده است.

جدول ۴-۵ - تجزیه واریانس عنصر Fe (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۵۸۶۸۴۸۸۷/۳۶	۰/۸۷
شهرستان	۱۰	۵۷۵۴۶۷۸۸۱/۹۴	۸/۵۰**
کاربری	۳	۸۴۰۶۸۵۶۱/۵۲	۱/۲۴ ^{ns}
اثر متقابل (کاربری × شهرستان)	۲۴	۷۷۱۴۰۹۲۱/۷۱	۱/۱۴ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۴۸	۶۷۶۷۴۰۵۳/۰۲	
کل	۲۲۶		

نتیجه بیان گر آن است که بین شهرستان‌های استان از لحاظ عنصر آهن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد در صورتی‌که بین کاربری‌ها و اثر متقابل کاربری و شهرستان‌های مختلف در استان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است. بر طبق همین نتیجه، در جدول ۴-۶ مقایسه میانگین برای عنصر آهن در شهرستان‌های مختلف انجام شده است.

جدول ۴-۶- مقایسه میانگین عنصر Fe در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
کلالة	۲۹۱۸۵/۵۷					
گنبد	۳۰۹۴۲/۹۵					
بندر ترکمن	۳۱۵۷۷/۹۷	۳۱۵۷۷/۹۷				
مینودشت	۳۲۵۳۷/۲۱	۳۲۵۳۷/۲۱				
آق‌قلا	۳۳۲۶۴/۶۷	۳۳۲۶۴/۶۷				
رامیان	۳۵۹۰۵/۵۷	۳۵۹۰۵/۵۷	۳۵۹۰۵/۵۷			
گران	۳۸۲۴۵/۷۹	۳۸۲۴۵/۷۹	۳۸۲۴۵/۷۹			
علی‌آباد			۴۱۴۱۰/۰۸	۴۱۴۱۰/۰۸		
آزادشهر				۴۲۷۹۰/۵۹	۴۲۷۹۰/۵۹	
کردکوی					۴۸۷۲۳/۲۱	
بندرگز						۶۱۳۷۴/۰۰

شهرستان کلالة دارای پایین‌ترین سطح عنصر آهن و شهرستان بندرگز دارای بیشترین سطح از این عنصر بوده است؛ از لحاظ کاربری و عنصر آهن مقایسه میانگین طبق جدول ۴-۷ انجام شد، در این جدول کاربری کشاورزی در سطح پایین عنصر آهن قرار داشته است.

جدول ۴-۷- مقایسه میانگین عنصر Fe در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های کنارجاده	۳۲۳۲۲/۱۶	
نمونه‌های کشاورزی	۳۴۲۶۲/۰۸	
نمونه‌های طبیعی	۳۵۴۷۵/۸۳	۳۵۴۷۵/۸۳
نمونه‌های صنعتی		۳۸۶۸۸/۴۲

۴-۲-۳- سلنیم

تجزیه واریانس عنصر سلنیم بر اساس آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نامتعادل در بین کاربری‌ها و شهرستان‌های متفاوت استان انجام گردید که در جدول ۴-۸ آمده است.

جدول ۴-۸- تجزیه واریانس عنصر Se (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۰/۰۳۱	۰/۷۲۳
شهرستان	۱۰	۰/۰۶۸	۱/۵۸ ^{ns}
کاربری	۳	۰/۵۴۰	۱۲/۵۹ ^{**}
اثر متقابل (کاربری × شهرستان)	۲۴	۰/۰۴۵	۱/۰۴ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۴۸	۰/۰۴۳	
کل	۲۲۶		

جدول نشان‌گر آن است که عنصر سلنیم در بین شهرستان‌های استان تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ولی در بین کاربری‌ها مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. اثر متقابل بین کاربری‌ها و شهرستان‌های استان هم، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است. بر این اساس در جدول ۴-۹ مقایسه میانگین بین شهرستان‌ها برای عنصر سلنیم قابل مشاهده است. در این جدول شهرستان گرگان در بالاترین سطح عنصر سلنیم نسبت به سایر شهرستان‌های استان قرار دارد.

جدول ۴-۹- مقایسه میانگین عنصر Se در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح		
	۱	۲	۳
آزادشهر	۰/۳۵۶		
کلالة	۰/۴۰۶	۰/۴۰۶	
بندرگز	۰/۴۱۳	۰/۴۱۳	
بندر ترکمن	۰/۴۲۲	۰/۴۲۲	
مینودشت	۰/۴۶۹	۰/۴۶۹	۰/۴۶۹
کردکوی	۰/۴۹۹	۰/۴۹۹	۰/۴۹۹
گنبد		۰/۵۴۰	۰/۵۴۰
رامیان		۰/۵۴۹	۰/۵۴۹
آق‌قلا			۰/۵۹۶
علی‌آباد			۰/۶۰۵
گرگان			۰/۶۲۴

جدول ۴-۱۰ مقایسه میانگین کاربری‌های مختلف برای عنصر سلنیم صورت گرفت که کاربری کشاورزی در سطوح بالاتری نسبت به کاربری‌های دیگر بوده است.

جدول ۴-۱۰ - مقایسه میانگین عنصر Se در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های صنعتی	۰/۳۷	
نمونه‌های طبیعی	۰/۴۰	
نمونه‌های کنارجاده		۰/۵۴
نمونه‌های کشاورزی		۰/۵۸

۴-۲-۴- روی

نتایج آزمون تجزیه واریانس برای عنصر روی در جدول ۴-۱۱ نشان داده شده است، این آزمون بر اساس آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نامتعادل صورت گرفته است. نتیجه تجزیه بیان‌گران است که عنصر روی در بین شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان و همچنین اثر متقابل مابین کاربری‌ها و شهرستان‌ها، تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد.

جدول ۴-۱۱ - تجزیه واریانس عنصر Zn (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۱۲۶۲/۷۵	۱/۴۴
شهرستان	۱۰	۴۷۵۸/۷۴	۵/۴۵**
کاربری	۳	۵۵۲۶/۱۶	۶/۲۹**
اثر متقابل	۲۴	۲۳۴۴/۷۳	۲/۶۷**
(کاربری × شهرستان)			
خطای آزمایشی	۱۴۸	۸۷۸/۶۶	
کل	۲۲۶		

بر پایه این نتایج مقایسه میانگین برای عنصر روی در شهرستان‌های استان انجام شد که در جدول ۴-۱۲ آورده شده است. در این مقایسه شهرستان کلالة دارای کمترین سطح میزان عنصر روی را دارد و شهرستان گرگان در بالاترین میزان سطح روی بین شهرستان‌های استان قرار دارد.

جدول ۴-۱۲ - مقایسه میانگین عنصر Zn در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح		
	۱	۲	۳
کلالة	۶۰/۴۵		
مینودشت	۷۵/۳۹	۷۵/۳۹	
آق‌قلا	۷۷/۴۲	۷۷/۴۲	۷۷/۴۲
بندر ترکمن	۸۰/۴۶	۸۰/۴۶	۸۰/۴۶
گنبد		۸۶/۰۳	۸۶/۰۳
رامیان		۸۷/۶۹	۸۷/۶۹
آزادشهر		۸۷/۹۸	۸۷/۹۸
کردکوی		۸۹/۱۹	۸۹/۱۹
علی‌آباد		۹۰/۳۹	۹۰/۳۹
بندرگز		۹۳/۵۳	۹۳/۵۳
گرگان			۱۰۱/۴۴

در مقایسه میانگین بین کاربری‌های مختلف، کاربری کشاورزی در سطوح پایینی از عنصر روی در استان قرار گرفته است، که نتیجه قابل تأمل و ملاحظه ای است؛ و در جدول ۴-۱۳ نشان داده شده است.

جدول ۴-۱۳ - مقایسه میانگین عنصر Zn در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های کشاورزی	۷۰/۵۲	
نمونه‌های کنار جاده		۸۸/۵۱
نمونه‌های طبیعی		۹۱/۶۳
نمونه‌های صنعتی		۹۵/۵۷

۴-۲-۵- مولیبدن

در جدول ۴-۱۴ تجزیه واریانس عنصر مولیبدن براساس آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نامتعادل صورت گرفته است.

جدول ۴-۱۴ - تجزیه واریانس عنصر Mo (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۰/۰۸	۱/۰۹
شهرستان	۱۰	۰/۲۵	۳/۳۷**
کاربری	۳	۰/۱۴	۱/۸۶ ^{ns}
اثر متقابل	۲۴	۰/۱۶	۲/۱۱**
(کاربری × شهرستان)			
خطای آزمایشی	۱۴۸	۰/۰۸	
کل	۲۲۶		

نتایج حاکی از آن است که عنصر مولیبدن در بین شهرستان‌های استان دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد است ولی در بین کاربری‌های مختلف استان تفاوت معنی‌داری برای این عنصر مشاهده نشده است و اثر متقابل بین شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف در استان دارای تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد.

جدول ۴-۱۵ - مقایسه میانگین عنصر Mo در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح		
	۱	۲	۳
کلالة	۰/۷۳		
گران	۰/۷۷	۰/۷۷	
مینودشت	۰/۷۹	۰/۷۹	
کردکوی	۰/۸۲	۰/۸۲	
بندر ترکمن	۰/۸۷	۰/۸۷	
رامیان	۰/۸۷	۰/۸۷	
علی‌آباد	۰/۸۸	۰/۸۸	
آزادشهر	۰/۸۹	۰/۸۹	
آق‌قلا	۰/۸۹	۰/۸۹	
گنبد		۰/۹۸	
بندرگز			۱/۳۸

بر این اساس مقایسه میانگین عنصر مولیبدن در بین شهرستان‌ها صورت گرفت که شهرستان کلالة دارای پایین‌ترین سطح مولیبدن و شهرستان بندرگز دارای بالاترین سطح مولیبدن بوده است. جدول

۱۵-۴ این مقایسه رانشان می‌دهد. در جدول ۴-۱۶ مقایسه میانگین بین کاربری‌های مختلف برای عنصر مولیبدن در استان گلستان قابل مشاهده است.

جدول ۴-۱۶ - مقایسه میانگین عنصر Mo در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های کنارجاده	۰/۷۳	
نمونه‌های طبیعی	۰/۸۱	۰/۸۱
نمونه‌های صنعتی		۰/۸۷
نمونه‌های کشاورزی		۰/۸۷

۴-۲-۶- اورانیوم

طبق جدول ۴-۱۷ تجزیه واریانس عنصر اورانیوم بین شهرستان‌ها و کاربری‌های متفاوت بر اساس آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد. نتیجه نشان داد که بین شهرستان‌های استان و همچنین اثر متقابل بین شهرستان‌ها و کاربری‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ عنصر اورانیوم در سطح یک درصد وجود دارد.

جدول ۴-۱۷ - تجزیه واریانس عنصر اورانیوم (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۰/۲۵	۲/۱۲
شهرستان	۱۰	۰/۵۹	۵/۰۱**
کاربری	۳	۰/۱۶	۱/۳۶ ^{ns}
اثر متقابل	۲۴	۰/۲۳	۱/۹۶**
(کاربری × شهرستان)			
خطای آزمایشی	۱۴۸	۰/۱۲	
کل	۲۲۶		

بر این اساس مقایسه میانگین بین شهرستان‌ها برای عناصر اورانیوم به روش دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت که در جدول ۴-۱۸ قابل مشاهده است. در این مقایسه شهرستان‌های گنبد،

بندر ترکمن، مینودشت و آق‌قلا در سطوح بالاتری از اورانیوم نسبت به شهرستان‌های دیگر قرار داشتند و شهرستان آزادشهر پایین‌ترین سطح از این عنصر را دارا بود.

جدول ۴-۱۸ - مقایسه میانگین عنصر اورانیوم در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح			
	۱	۲	۳	۴
آزادشهر	۰/۷۸			
گرگان	۰/۹۲	۰/۹۲		
بندرگز	۰/۹۲	۰/۹۲		
کردکوی	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	
کلاله	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	
رامیان	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	
علی‌آباد	۱/۰۱	۱/۰۱	۱/۰۱	
آق‌قلا	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳
مینودشت	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۱۳
بندر ترکمن		۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳
گنبد				۱/۳۳

جدول ۴-۱۹ مقایسه میانگین بین کاربری‌های مختلف استان از لحاظ اورانیوم رانشان می‌دهد، که تفاوتی بین کاربری‌های مختلف صنعتی، طبیعی و کشاورزی وجود نداشت و در یک سطح وجود داشتند.

جدول ۴-۱۹ - مقایسه میانگین عنصر اورانیوم در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های کنارجاده	۰/۸۳	
نمونه‌های طبیعی	۰/۹۸	۰/۹۸
نمونه‌های کشاورزی		۱/۱۱
نمونه‌های صنعتی		۱/۱۱

۴-۲-۷- باریم

تجزیه واریانس عنصر باریم در بین شهرستان‌ها و کاربری‌های متفاوت استان انجام گرفت. جدول ۴-۲۰ این تجزیه را نشان می‌دهد. در این جدول بین شهرستان‌ها، کاربری‌ها و اثر متقابل بین آن دو در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۴-۲۰- تجزیه واریانس عنصر باریم (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۳۸۷۸,۹۷	۱,۷۲
شهرستان	۱۰	۸۱۲۷۵,۱۶	۳۶,۰۰
کاربری	۳	۷۴۷۵۰,۰۸	۳۳,۱۱
اثر متقابل (کاربری × شهرستان)	۲۴	۳۶۰۴۷,۸۵	۱۵,۹۷
خطای آزمایشی	۱۴۸	۲۲۵۷,۷۷	
کل	۲۲۶		

بر طبق آن، مقایسه میانگین بین شهرستان‌ها برای عنصر باریم انجام شد که جدول ۴-۲۱ نشان‌دهنده این مقایسه است. شهرستان بندرگز، آق‌قلا و کردکوی در سطوح بالای باریم و شهرستان‌های دیگر در سطح پایین باریم هستند که شهرستان گرگان کمترین میزان باریم را دارد.

جدول ۴-۲۱- مقایسه میانگین عنصر باریم در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح		
	۱	۲	۳
گرگان	۱۹۱,۵۸		
علی‌آباد	۱۹۵,۳۸		
مینودشت	۲۰۶,۳۴		
رامیان	۲۰۶,۴۲		
بندر ترکمن	۲۰۸,۷۸		
آزادشهر	۲۱۲,۱۵		
گنبد	۲۱۲,۲۳		
کلالة	۲۱۵,۳۵		
کردکوی		۲۷۰,۹۱	
آق‌قلا		۲۷۸,۱۶	
بندرگز			۳۳۷,۰۵

در جدول ۴-۲۲ که مقایسه میانگین کاربری‌های مختلف در استان را برای عنصر باریم نشان می‌دهد حاکی از آن است که میزان عنصر باریم در کاربری طبیعی بالاتر از سایر کاربری‌هاست و کاربری کشاورزی و صنعتی در سطوح پایین‌تری از طبیعی قرار دارند.

جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین عنصر باریم در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های کنارجاده	۱۷۸,۲۸	
نمونه‌های صنعتی		۲۱۲,۸۳
نمونه‌های کشاورزی		۲۱۸,۶۸
نمونه‌های طبیعی		۲۴۸,۷۷

۴-۲-۸- سزیم

جدول ۴-۲۳ تجزیه واریانس عنصر سزیم را در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد. این تجزیه بر اساس آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نامتعادل بوده است. نتایج در این جدول نشان‌دهنده آن است که در بین شهرستان‌های استان برای عنصر سزیم تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود دارد. و در بین کاربری‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. و تفاوت معنی‌داری در اثر متقابل مابین کاربری‌های مختلف و شهرستان‌ها برای عنصر سزیم مشاهده نمی‌شود.

جدول ۴-۲۳- تجزیه واریانس عنصر سزیم (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۰,۹۹	۰,۵۶
شهرستان	۱۰	۳,۹۱	۲,۲۳*
کاربری	۳	۸,۹۴	۵,۱۱**
اثر متقابل (کاربری × شهرستان)	۲۴	۲,۳۱	۱,۳۲ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۴۸	۱,۷۵	
کل	۲۲۶		

بر این اساس مقایسه میانگین بین شهرستان‌ها برای عنصر سزیم صورت گرفت که در جدول ۴-۲۴ قابل مشاهده است. شهرستان آق‌قلا در این مقایسه دارای بالاترین سطح سزیم را در سطح استان دارد و شهرستان بندرگز پایین‌ترین سطح سزیم را دارا بوده است.

جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین عنصر سزیم در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح		
	۱	۲	۳
بندرگز	۳,۷۰		
کردکوی	۴,۰۹	۴,۰۹	
گرگان	۴,۲۳	۴,۲۳	
علی‌آباد	۴,۵۵	۴,۵۵	۴,۵۵
مینودشت		۴,۸۲	۴,۸۲
کلاله		۴,۸۶	۴,۸۶
بندر ترکمن		۴,۸۸	۴,۸۸
گنبد		۴,۹۸	۴,۹۸
رامیان		۵,۰۴	۵,۰۴
آزادشهر		۵,۰۵	۵,۰۵
آق‌قلا			۵,۴۴

در جدول ۴-۲۵، مقایسه میانگین کاربری‌های متفاوت برای سزیم هست که تفاوت خاصی بین کاربری‌های صنعتی، کشاورزی و طبیعی مشاهده نمی‌شود.

جدول ۴-۲۵- مقایسه میانگین عنصر سزیم در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
نمونه‌های کنار جاده	۳,۴۴	
نمونه‌های صنعتی		۴,۷۳
نمونه‌های طبیعی		۴,۷۸
نمونه‌های کشاورزی		۵,۰۴

۴-۲-۹- نیکل

تجزیه واریانس عنصر نیکل براساس آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی نامتعادل در جدول ۴-۲۶ نشان داده شده است.

جدول ۴-۲۶- تجزیه واریانس عنصر نیکل (میلی گرم بر کیلوگرم)، در شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۱	۸۴,۷۹	۱,۳۲
شهرستان	۱۰	۴۳۵,۹۷	۶,۸۰ ^{**}
کاربری	۳	۲۵۶,۴۵	۴,۰۰ ^{**}
اثر متقابل (کاربری × شهرستان)	۲۴	۹۱,۰۴	۱,۴۲ ^{ns}
خطای آزمایشی	۱۴۸	۶۴,۱۲	
کل	۲۲۶		

این جدول بیان می‌دارد که عنصر نیکل در بین شهرستان‌ها و کاربری‌های مختلف استان دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشد. در صورتی که تفاوت معنی‌داری در اثر متقابل مابین کاربری‌ها و شهرستان‌ها مشاهده نشده است. بر این اساس مقایسه میانگین بین شهرستان‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت که در جدول ۴-۲۷ قابل مشاهده است.

جدول ۴-۲۷- مقایسه میانگین عنصر نیکل در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح				
	۱	۲	۳	۴	۵
کلاله	۳۱,۹۲				
بندر ترکمن	۳۵,۱۶	۳۵,۱۶			
گرگان	۳۶,۷۸	۳۶,۷۸			
مینودشت		۳۸,۴۹	۳۸,۴۹		
آق‌قلا		۳۹,۵۸	۳۹,۵۸		
گنبد		۳۹,۸۵	۳۹,۸۵		
علی‌آباد			۴۴,۰۳	۴۴,۰۳	
آزادشهر			۴۴,۳۴	۴۴,۳۴	
رامیان				۴۷,۶۶	
کردکوی				۵۰,۳۸	
بندرگز					۶۸,۵۳

شهرستان کلالة با كمتري ميزان عنصر نيكل و شهرستان بندرگز در سطح بيشتري ميزان نيكل قرار گرفته است. در جدول ۴-۲۸ مقايسه ميانگين بين کاربري هاي مختلف استان براي عنصر نيكل را نشان مي دهد كه کاربري صنعتي در سطوح بالاتري نسبت به ساير کاربري ها از نيكل قرار دارد.

جدول ۴-۲۸- مقايسه ميانگين عنصر نيكل در کاربري هاي مختلف استان، بر اساس آزمون دانكن در سطح احتمال پنج درصد.

كاربري	سطوح	
	۱	۲
نمونه هاي كشاورزي	۳۶,۸۵	
نمونه هاي كنار جاده	۳۸,۴۰	
نمونه هاي طبيعي	۳۹,۵۷	
نمونه هاي صنعتي		۴۶,۸۸

۴-۲-۱۰- سرب

جدول ۴-۲۹ تجزيه واريانس عنصر سرب براساس آزمايشات فاكتريل بر پايه طرح بلوك هاي كاملاً تصادفي نامتعادل رانشان مي دهد. نتايج در اين جدول تفاوت معني داري بين شهرستان ها و کاربري هاي مختلف استان در سطح يك درصد رانشان مي دهد در صورتي كه ما بين اثر متقابل شهرستان ها و کاربري ها تفاوت معني داري در سطح پنج درصد بوده است.

جدول ۴-۲۹- تجزيه واريانس عنصر سرب (ميلي گرم بر كيلوگرم)، در شهرستان ها و کاربري هاي مختلف استان.

منابع تغيير	درجه آزادي	ميانگين مربعات	آماره F
تكرار	۴۱	۱۳,۰۳	۰,۷۰
شهرستان	۱۰	۷۹,۷۷	۴,۲۸**
كاربري	۳	۱۹۳,۸۸	۱۰,۴۱**
اثر متقابل	۲۴	۳۱,۴۳	۱,۶۹*
(كاربري × شهرستان)			
خطاي آزمائشي	۱۴۸	۱۸,۶۲	
كل	۲۲۶		

بر اين اساس در جدول ۴-۳۰ مقايسه ميانگين براي عنصر سرب به روش دانكن در سطح احتمال پنج درصد بين شهرستان ها انجام شد كه نتايج حاكي از آن است، شهرستان هاي كلالة و بندرگز در سطوح

پایینی از عنصر سرب و شهرستان‌های آزادشهر، رامیان و علی‌آباد در سطوح بالاتری نسبت به دیگر شهرستان‌ها قرار داشته‌اند.

جدول ۴-۳۰- مقایسه میانگین عنصر سرب در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطوح					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
بندرگز	۱۱,۳۵					
کلالة	۱۲,۰۰	۱۲,۰۰				
بندرترکمن	۱۲,۹۷	۱۲,۹۷	۱۲,۹۷			
آق‌قلا	۱۳,۰۶	۱۳,۰۶	۱۳,۰۶			
کردکوی	۱۴,۴۴	۱۴,۴۴	۱۴,۴۴			
گنبد		۱۵,۰۹	۱۵,۰۹			
گرگان			۱۵,۹۶	۱۵,۹۶		
مینودشت			۱۶,۴۲	۱۶,۴۲		
علی‌آباد				۱۸,۵۷	۱۸,۵۷	
رامیان					۲۰,۸۵	۲۰,۸۵
آزادشهر						۲۲,۶۹

جدول ۴-۳۱- مقایسه میانگین بین کاربری‌ها برای عنصر سرب را نشان می‌دهد و نمونه‌هایی که از کاربری کنار جاده‌ها برداشت شده بودند و نمونه‌های صنعتی دارای سطوح بالاتری از عنصر سرب نسبت به کاربری‌های طبیعی و کشاورزی واقع شدند.

جدول ۴-۳۱- مقایسه میانگین عنصر سرب در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح		
	۱	۲	۳
نمونه‌های کشاورزی	۱۳,۰۵		
نمونه‌های طبیعی		۱۵,۲۴	
نمونه‌های صنعتی			۱۹,۴۲
نمونه‌های کنار جاده			۲۰,۲۷

۴-۲-۱۱- سرطان مری

در جدول ۴-۳۲ تجزیه واریانس سرطان مری در بین شهرستان‌های مختلف بر اساس آزمایشات فاکتوریل برپایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی متعادل محاسبه گردید؛ نتیجه بیان‌گر آن است که سرطان مری در بین شهرستان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد می‌باشد.

جدول ۴-۳۲- تجزیه واریانس سرطان مری (ASR، میزان بروز در ۱۰۰ هزار نفر)، در شهرستان‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۲۵	۱۹۱۷۹,۱۱	۱,۸۳
شهرستان	۱۰	۲۳۳۷۴,۷۳	۲,۲۳*
خطای آزمایشی	۷۲	۱۰۴۸۹,۵۷	
کل	۱۰۷		

بر این اساس مقایسه میانگین بین شهرستان‌ها برای سرطان مری به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت که در جدول ۴-۳۳ قابل مشاهده است. نتیجه نشان می‌دهد که شهرستان گرگان و علی‌آباد در سطوح پایین‌تری از میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان مری در مقایسه با سایر شهرستان‌ها قرار دارند و شهرستان‌های کلاله و رامیان در سطوح بالاتری از نسبت ASR سرطان مری در بین شهرستان‌های مختلف استان قرار داشته‌اند.

جدول ۴-۳۳- مقایسه میانگین سرطان مری در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	۱	۲	۳
گرگان	۴۷,۴۸		
علی‌آباد	۴۸,۸۶		
بندرگز	۶۴,۵۵	۶۴,۵۵	
آق‌قلا	۷۲,۹۰	۷۲,۹۰	
کردکوی	۸۲,۵۵	۸۲,۵۵	
بندر ترکمن	۸۶,۱۱	۸۶,۱۱	
گنبد	۱۰۵,۹۷	۱۰۵,۹۷	
آزادشهر	۱۰۶,۴۵	۱۰۶,۴۵	
مینودشت	۱۱۲,۷۶	۱۱۲,۷۶	
رامیان		۱۸۴,۹۲	۱۸۴,۹۲
کلاله			۲۴۴,۷۵

در جدول ۴-۳۴ تجزیه واریانس سرطان مری بین کاربری‌های مختلف اراضی استان را نشان می‌دهد که بین کاربری‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد و بر همین اساس جدول مقایسه میانگین در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن انجام شد که در جدول ۴-۳۵ قابل مشاهده است.

جدول ۴-۳۴ - تجزیه واریانس سرطان مری (ASR)، میزان بروز در ۱۰۰ هزار نفر، در کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۴۴	۱۸۰۸۴,۳۰	۱,۲۸
کاربری	۲	۱۱۵۱۰۲,۵۷	۸,۱۳*
خطای آزمایشی	۶۱	۱۴۱۶۵,۸۵	
کل	۱۰۷		

نتیجه نشان می‌دهد که اراضی جنگلی و مرتعی در سطوح بالاتری در مقایسه با سایر کاربری‌ها از میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR)، از سرطان مری وجود داشتند. و همین‌طور اراضی دیم نسبت به اراضی آبی در سطوح بالاتری از سرطان مری را شامل می‌شد.

جدول ۴-۳۵ - مقایسه میانگین سرطان مری در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
زراعت آبی	۹۴,۴۹	
زراعت دیم	۱۳۶,۰۳	۱۳۶,۰۳
جنگل و مرتع		۱۹۱,۹۰

۴-۲-۱۲ - سرطان معده

تجزیه واریانس میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR)، سرطان معده در بین شهرستان‌ها براساس آزمایشات فاکتوریل برپایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی متعادل انجام پذیرفت که جدول ۴-۳۶ نشان‌دهنده آن است.

جدول ۴-۳۶- تجزیه واریانس سرطان معده (ASR)، میزان بروز در ۱۰۰ هزار نفر)، در شهرستان‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۱۸	۹۳۲۸۰,۸۹	۰,۹۵
شهرستان	۱۰	۸۴۸۹۷,۸۲	۰,۸۶ ^{ns}
خطای آزمایشی	۷۹	۹۸۲۲۷,۴۲	
کل	۱۰۷		

نتایج بیان می‌دارد که بین شهرستان‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR)، سرطان معده وجود ندارد. لذا برهمان اساس در جدول مقایسه میانگین سرطان معده ۴-۳۷، همه شهرستان‌ها در یک سطح از میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) قرار گرفتند.

جدول ۴-۳۷- مقایسه میانگین سرطان معده در شهرستان‌های استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

شهرستان	سطح
	۱
کردکوی	۲۸/۰۱
بندرگز	۴۷/۱۵
گرگان	۶۹/۲۱
آزادشهر	۷۲/۵۶
آق‌قلا	۸۰/۷۸
علی‌آباد	۸۱/۱۱
رامیان	۹۸/۵۴
بندر ترکمن	۱۳۴/۷۳
گنبد	۱۶۷/۹۴
مینودشت	۲۵۸/۵۴
کلالة	۳۳۰/۰۲

در جدول ۴-۳۸ تجزیه واریانس میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان در بین کاربری‌های مختلف رانشان می‌دهد. نتیجه جدول بیان می‌دارد که تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بین کاربری‌های مختلف از لحاظ میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان معده وجود دارد.

جدول ۴-۳۸- تجزیه واریانس سرطان معده (ASR، میزان بروز در ۱۰۰ هزار نفر)، در کاربری‌های مختلف استان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تکرار	۵۲	۷۳۲۴۸,۸۹	۰,۶۹
کاربری	۲	۴۲۲۳۰۹,۷۵	۳,۹۸**
خطای آزمایشی	۵۳	۱۰۶۲۳۹,۰۵	
کل	۱۰۷		

بر همین اساس در جدول ۴-۳۹، مقایسه میانگین بین کاربری‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت و اراضی جنگلی و مرتعی در سطوح بالاتری از نسبت سرطان معده در مقایسه با اراضی دیم و آبی قرار داشت.

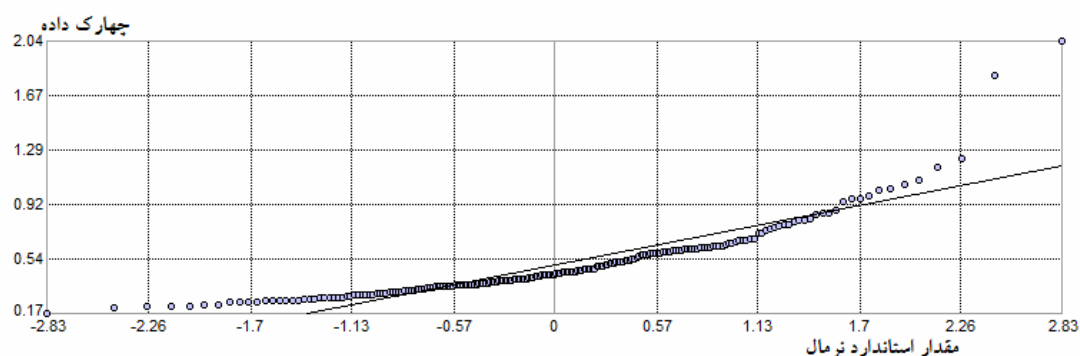
جدول ۴-۳۹- مقایسه میانگین سرطان معده در کاربری‌های مختلف استان، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد.

کاربری	سطوح	
	۱	۲
زراعت آبی	۸۳,۰۳	
زراعت دیم	۱۸۱,۸۷	
جنگل و مرتع		۳۶۴,۶۰

۴-۳- زمین آمار

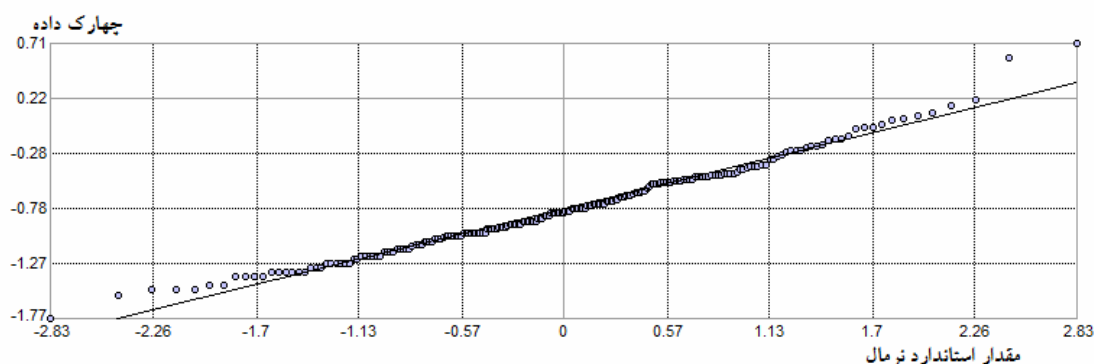
۴-۳-۱- پلات QQ نرمال

به منظور نرمال و یا عدم نرمال بودن داده‌ها از پلات QQ نرمال استفاده گردید. که از بین عناصر مورد مطالعه، دو عنصر سزیم و آلومینیوم از حالت نرمال تبعیت نموده و بقیه عناصر مورد تحقیق نرمال نبوده که از تبدیل لگاریتمی استفاده شد؛ و سپس به حالت نرمال تبدیل گردید. به عنوان نمونه به دلیل حجم زیاد اشکال برای همه عناصر پلات QQ نرمال، متغیر سلنیم قبل از تبدیل داده و همچنین بعد از تبدیل داده‌ها نشان داده می‌شود که در شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲ قابل مشاهده است.

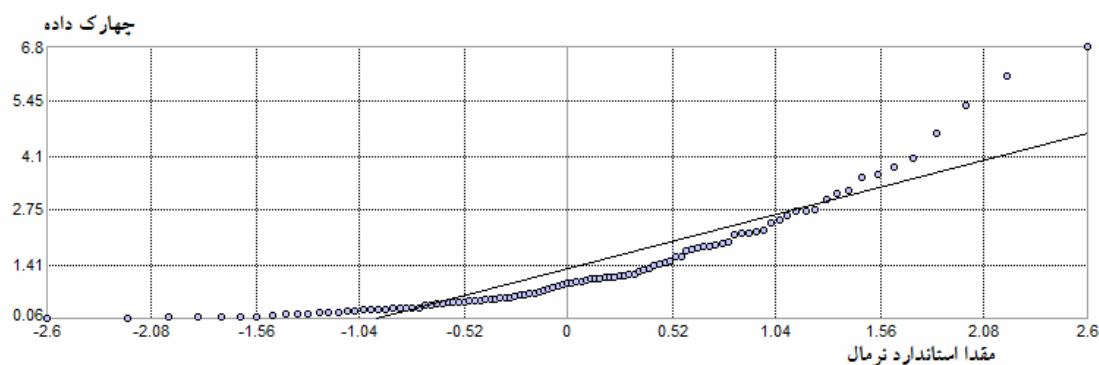


شکل ۴-۱- پلات QQ نرمال متغیر (سلنیم) مورد مطالعه (قبل از تبدیل داده‌ها).

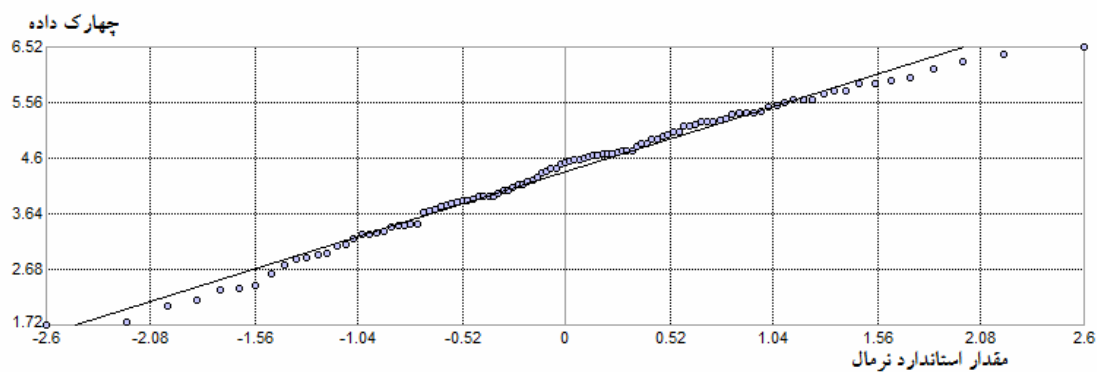
همچنین برای داده‌های سرطان‌های مری و معده جهت نرمال بودن یا عدم نرمال آن‌ها از پلات QQ نرمال استفاده شد که نرمال نبوده و از تبدیل لگاریتمی برای آن‌ها استفاده گردید. که به‌عنوان نمونه پلات QQ نرمال قبل و بعد از تبدیل داده‌های سرطان مری در شکل‌های ۴-۳ و ۴-۴ نشان داده شده است.



شکل ۴-۲- پلات QQ نرمال متغیر (سلنیم) مورد مطالعه (بعد از تبدیل داده‌ها).



شکل ۴-۳- پلات QQ نرمال سرطان مری (قبل از تبدیل داده‌ها).



شکل ۴-۴- پلات QQ نرمال سرطان مری (بعد از تبدیل داده‌ها).

۴-۳-۲- روند

جهت بررسی وجود یا عدم وجود روند به بررسی داده‌های سرطان و داده‌های نمونه‌های خاک پرداخته شد که به وجود روند در آن‌ها نتیجه‌گیری شد.

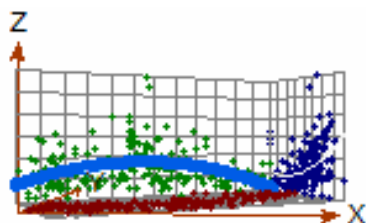
نتیجه بررسی در جدول ۴-۴۰ قابل مشاهده است که جهت و درجه روند در این جدول نشان داده شده است.

جدول ۴-۴۰- پارامترهای روند به تفکیک سرطان و نمونه‌های خاک.

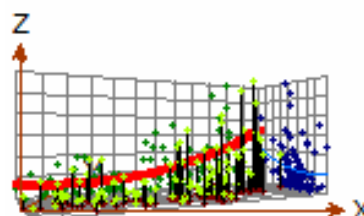
درجه روند	جهت روند در صفحه (درجه)	پارامتر متغیر
۲۲	شمال شرقی - جنوب غربی	سرطان مری
		سرطان معده
		سرطان مری و معده
۱۲۵	شمال شرقی - جنوب غربی	Al
۱۳۰	شمال شرقی - جنوب غربی	Fe
۱۲۰	شمال شرقی - جنوب غربی	Se
۱۴۰	شمال شرقی - جنوب غربی	Zn
۱۲۰	شمال شرقی - جنوب غربی	Mo
۱۶۰	شمال شرقی - جنوب غربی	U
۱۳۰	شمال شرقی - جنوب غربی	Ba

پس از نتیجه‌گیری وجود روند، حذف روند انجام داده می‌شود که با استفاده از معجزه‌گر زمین‌آماري و مرحله حذف روند صورت می‌گیرد. در این تحقیق روند سرطان‌ها در جهت شمال شرقی - جنوب غربی بوده است که هر چه تغییرات خط شدیدتر باشد، نشان‌دهنده وجود روند در آن جهت هست؛ و روند نمونه‌های خاک هم در جهت شمال شرقی - جنوب غربی بوده است که به دلیل یکسان بودن روند به عنوان نمونه یکی از سرطان مری و دیگری از متغیر سرب در شکل های ۴-۵ و ۴-۶ نشان داده می‌شود.

برای انتخاب بهترین مدل و ارزیابی آن‌ها از روش کریجینگ استفاده شد؛ به دلیل وجود روند در داده‌های سرطان و نمونه‌های خاک از مدل نیم تغییرنمای جهانی (پیش‌بینی) و انتخاب نوع تبدیل (در



شکل ۴-۶- روند مدلسازی شده عنصر سرب.

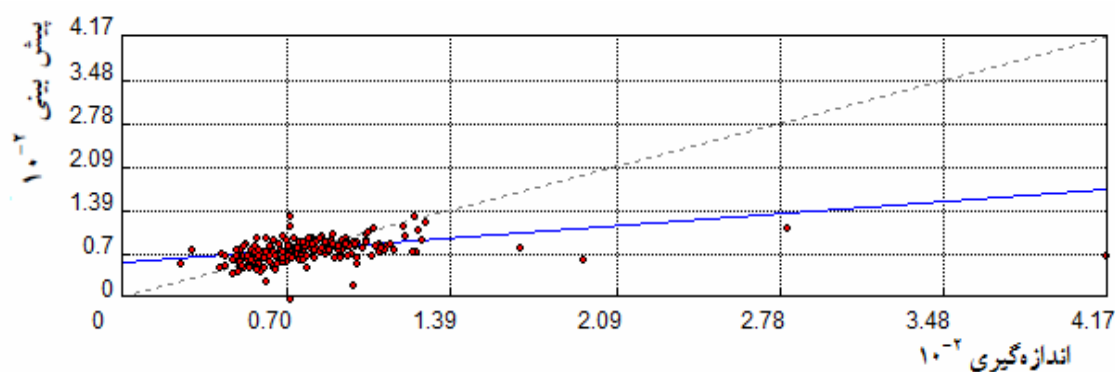


شکل ۴-۵- روند مدلسازی شده سرطان مری.

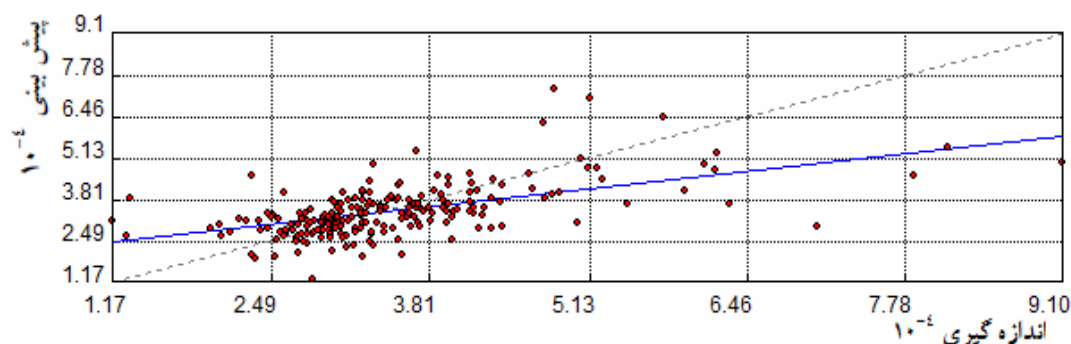
صورت انجام تبدیل) لگاریتمی و انتخاب درجه روند که در این تحقیق درجه دوم بوده است و تبدیل همه عناصر و سرطان‌ها به غیر از عناصر آلومینیوم و سزیم تبدیل لگاریتمی بوده است و در مورد آن دو عنصر، تبدیلی صورت نگرفته است و داده‌ها نرمال بوده‌اند؛ ولی بقیه عناصر به دلیل عدم تبعیت از نرمال بودن، لگاریتم صورت گرفته است. از بین انواع مدل‌ها، پنج مدل دایره‌ای، حلقوی، نمایی، گوسی و حفره‌ای در این تحقیق بر روی داده‌های سرطان و نمونه‌های خاک انجام شد. برای هر متغیر با توجه به وجود ناهمسان‌گردی مدل‌های فوق به تفکیک هر مدل و هر متغیر در تعداد گام و طول گام‌های مختلف محاسبه شد. که نتایج در بخش هر عنصر توضیح داده خواهد شد.

۴-۳-۳- ارزیابی مدل

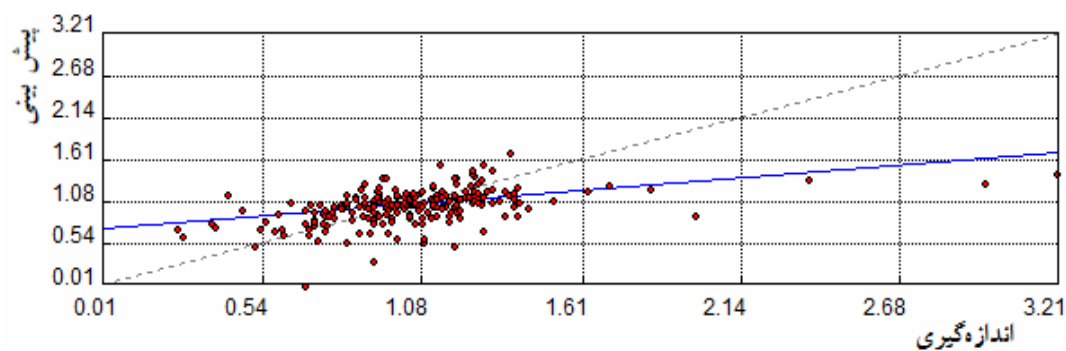
نمودار ارزیابی مدل‌های واریوگرام از ترسیم مقادیر پیش‌بینی شده در مقابل مقادیر اندازه‌گیری شده حاصل می‌شود. با توجه به شاخص‌های این ارزیابی نظیر میانگین خطای پیش‌بینی، میانگین جذرخطای پیش‌بینی و نظایر آن به انتخاب بهترین مدل نیم تغییرنا مبادرت گردید. که این مرحله برای تمام عناصر مورد مطالعه و سرطان‌های مری و معده انجام شد که نمودارهای ارزیابی آن به‌دلیل زیاد بودن آن‌ها، به‌عنوان نمونه از بین عناصر ضروری، نمودارهای آهن و روی که در شکل‌های ۴-۷ و ۴-۸ قابل مشاهده است و از بین عناصر رادیواکتیو مورد مطالعه در این تحقیق، نمودار ارزیابی عنصر اورانیوم در شکل ۴-۹ قابل مشاهده است و از بین فلزات سمی، نمودار ارزیابی عنصر نیکل در شکل ۴-۱۰ و برای سرطان هم، به‌عنوان نمونه سرطان مری در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است.



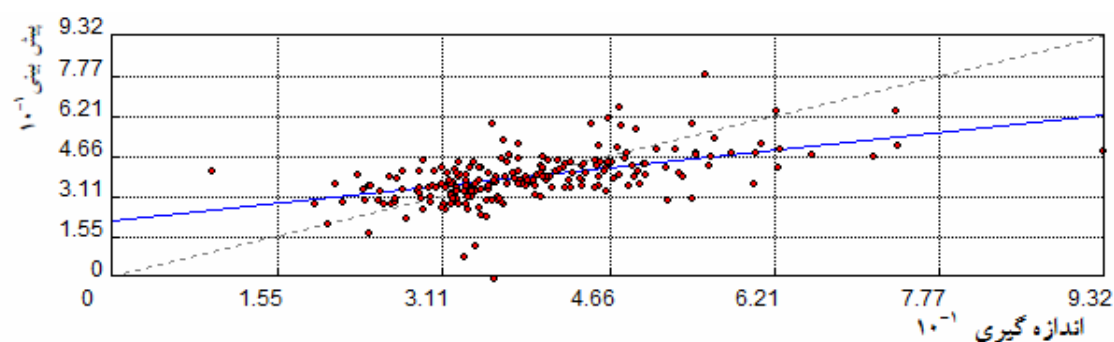
شکل ۴-۷- نمودار ارزیابی مدل نیم تغییرنمای عنصر روی.



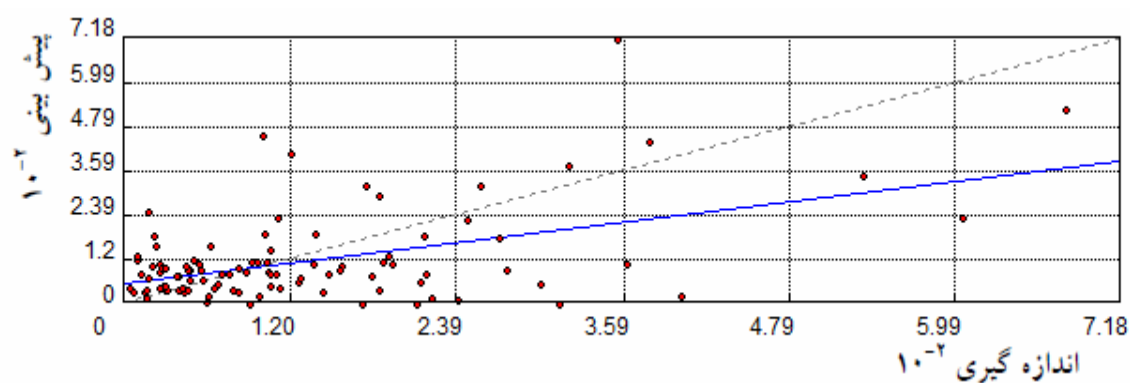
شکل ۴-۸- نمودار ارزیابی مدل نیم تغییرنمای عنصر آهن.



شکل ۴-۹- نمودار ارزیابی مدل نیم تغییرنمای عنصر اورانیوم.



شکل ۴-۱۰- نمودار ارزیابی مدل نیم تغییرنمای عنصر نیکل.



شکل ۴-۱۱- نمودار ارزیابی مدل نیم تغییرنمای سرطان مری.

بهترین مدل نیم تغییرنما با پارامترهای بهینه آن مشخص شد. پارامترهای مدل به همراه شاخص‌های ارزیابی آن به‌طور جداگانه برای سرطان‌های مری و معده و عناصر مورد مطالعه خاک در جدول ۴-۴۱ نشان داده شده است.

جدول ۴-۴- پارامترهای مدل‌های بهینه واریوگرام به تفکیک نوع سرطان و عناصر مورد مطالعه.

متغیر	مدل	شعاع (m)		نیمه-فاصله گزردی	سیل جزئی ^۲	اثر قطعه‌ای	جهت ناهمسانگردی ^۴	پارامترهای ارزیابی مدل		
		اصلی ^۱	فرعی ^۲					M*	M-S**	R-M-S***
سرطان مری	نمایی	۷۶۴۳۸	۱۳۷۰۱	۵/۵۸	۰/۰۸۷	۰/۷۸۸	شمال شرقی - جنوب غربی	-۹/۱۶۲	-۰/۲۲	۱۲۳/۷
سرطان معده	گوسی	۷۶۴۵۶	۳۰۱۸۲	۲/۵۳	۰/۳۱۸	۰/۷۰۷		-۲۶/۱۲	-۰/۲۱	۳۱۰/۷
سرطان مری و معده	کروی	۸۴۹۴۲	۳۳۵۴۵	۲/۵۳	۰/۱۸۲	۰/۴۹۱		-۱۷/۶۶	-۰/۲۵	۲۵۰/۹
آلومینیوم	نمایی	۱۰۹۹۴۳	۳۰۰۷۹	۳/۶۶	۲/۹۴۶۳۵۷	۷/۵۱۱۳۵۷		-۳۶۲/۶	۱۸۵۲۰	۰/۹۹۱۱
آهن	گوسی	۱۱۲۹۷۶	۶۴۱۳۴	۱/۷۶	۰/۰۲۰۴۰۲	۰/۰۳۹۴۵۱		-۱۰۷/۳	۸۸۳۴	۱/۰۲۲
سلنیم	دایره‌ای	۱۰۹۹۴۶	۳۰۰۶۳	۳/۶۶	۰/۰۱۴۱۱	۰/۱۲۳۹۸		-۰/۰۵۱۱۱	۰/۲۲۸	۱/۰۰۶
روی	حفره‌ای	۱۱۰۸۸۱	۵۴۷۸۷	۲/۰۲	۰/۰۱۶۵۸۴	۰/۰۶۶۶۶۵		-۲/۳۹۱	۳۴/۳۱	۱/۵۷۶
مولیبدن	حفره‌ای	۱۱۷۵۲۰	۲۷۱۳۶	۴/۳۳	۰/۰۱۱۴۹۶	۰/۰۸۰۰۷۶		-۰/۰۰۶۰۸۸	۰/۲۸۶۵	۰/۹۹۰۶
اورانیم	حفره‌ای	۱۰۹۳۷۸	۵۱۶۷۱	۲/۱۲	۰/۰۱۷۵۷۵	۰/۰۵۵۴۲		-۰/۰۱۶۵۴	۰/۳۰۲۵	۱/۱۲۳
باریم	کروی	۱۰۷۸۵۵	۵۵۳۹۹	۱/۹۵	۰/۰۳۲۹۳	۰/۰۴۳۲۹۹		-۱/۱۰۴	۹۴/۲۶	۱/۲۹۹
سزیم	حفره‌ای	۱۱۴۵۶۴	۴۶۹۸۰	۲/۴۴	۰/۰۲۲۰۰۶	۱/۵۷۵۶		۰/۰۰۰۱۴۶	۱/۴۴۴	۰/۹۸۹۳
نیکل	دایره‌ای	۱۰۹۳۶۸	۴۲۵۵۸	۲/۵۷	۰/۰۲۳۸۳۵	۰/۰۴۸		-۰/۳۰۰۳	۹/۵۷۴	۰/۹۳۱۵
سرب	کروی	۱۱۷۲۰۹	۴۱۲۴۷	۲/۸۴	۰/۰۳۳۱۵۸	۰/۰۶۰		-۰/۰۲۸۳۷	۴/۸۰۵	۰/۹۹۹۵

*: میانگین خطای پیش‌بینی

**: میانگین استاندارد شده خطای پیش‌بینی

***: ریشه دوم میانگین خطای پیش‌بینی

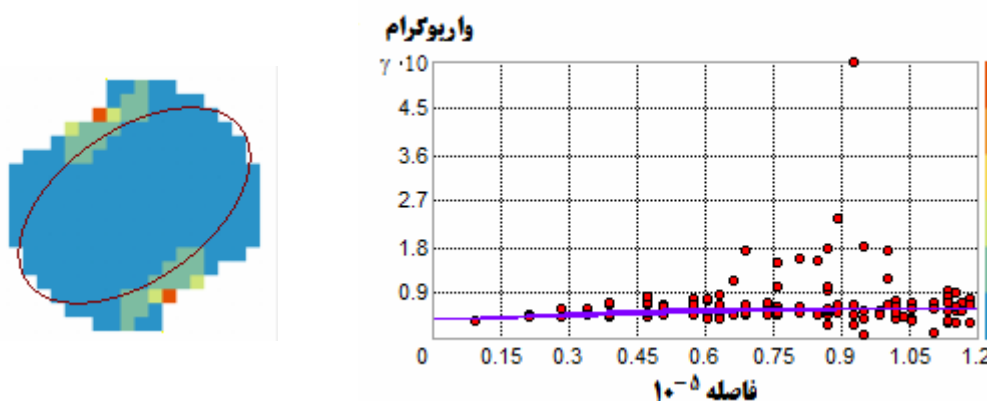
۱- Major Range

۲- Minor Range

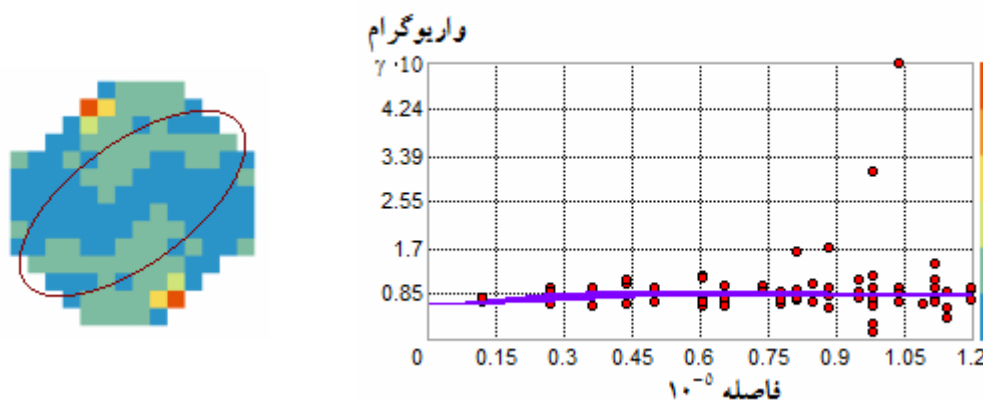
۳- PartiAl Sill = Sill - Nugget

۴- Anisotropy

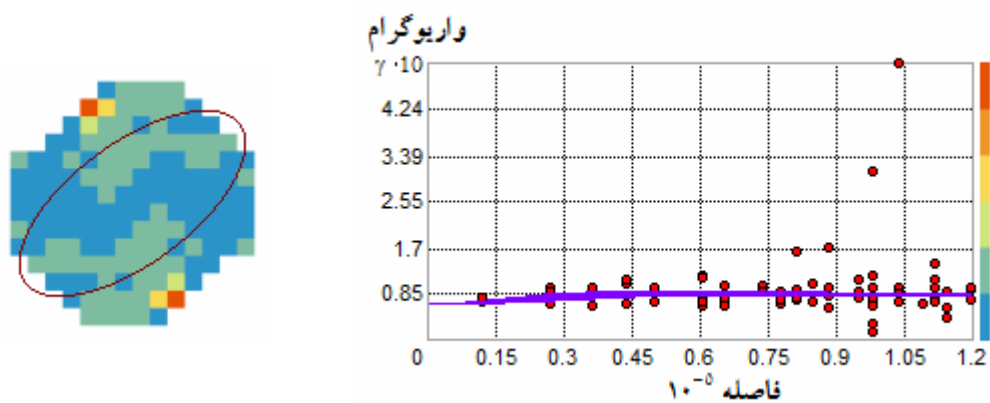
بهترین مدل انتخاب شده برای هر متغیر مورد مطالعه در تحقیق دارای مدل نیم تغییرنا و ناهمسانگردی بوده است که به دلیل زیاد بودن اشکال، به عنوان نمونه عناصر آهن، روی، اورانیوم و نیکل انتخاب شد که در شکل‌های ۴-۱۲ تا ۴-۱۵ قابل مشاهده است و از بین دو سرطان، سرطان معده در شکل ۴-۱۶ نشان داده شده است.



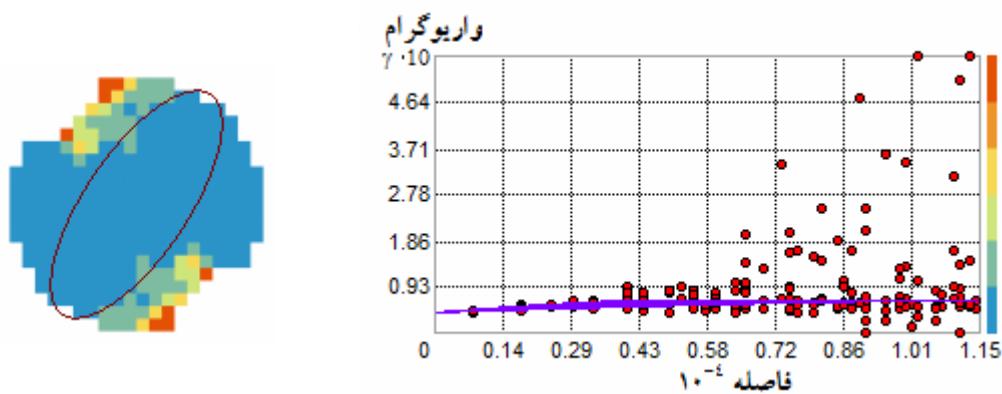
شکل ۴-۱۲- مدل نیم تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم تغییرنا (راست): عنصر آهن.



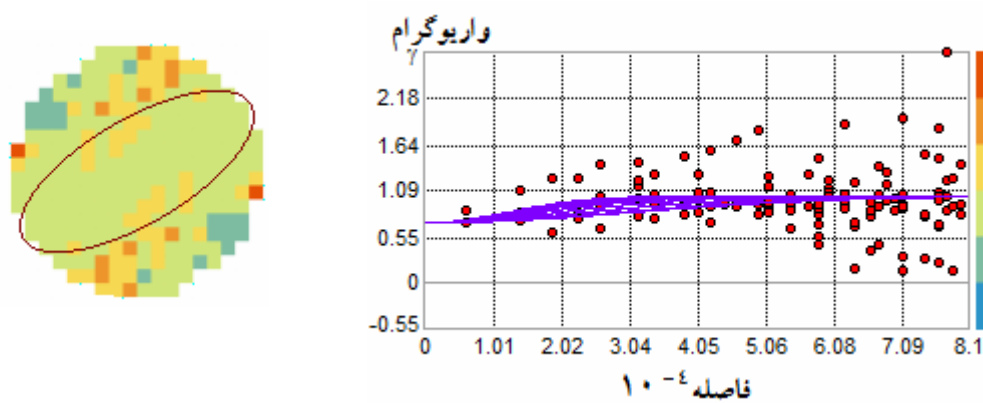
شکل ۴-۱۳- مدل نیم تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم تغییرنا (راست): عنصر روی.



شکل ۴-۱۴- مدل نیم تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم تغییرنما (راست)؛ عنصرروی.



شکل ۴-۱۵- مدل نیم تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم تغییرنما (راست)؛ عنصرنیکل.



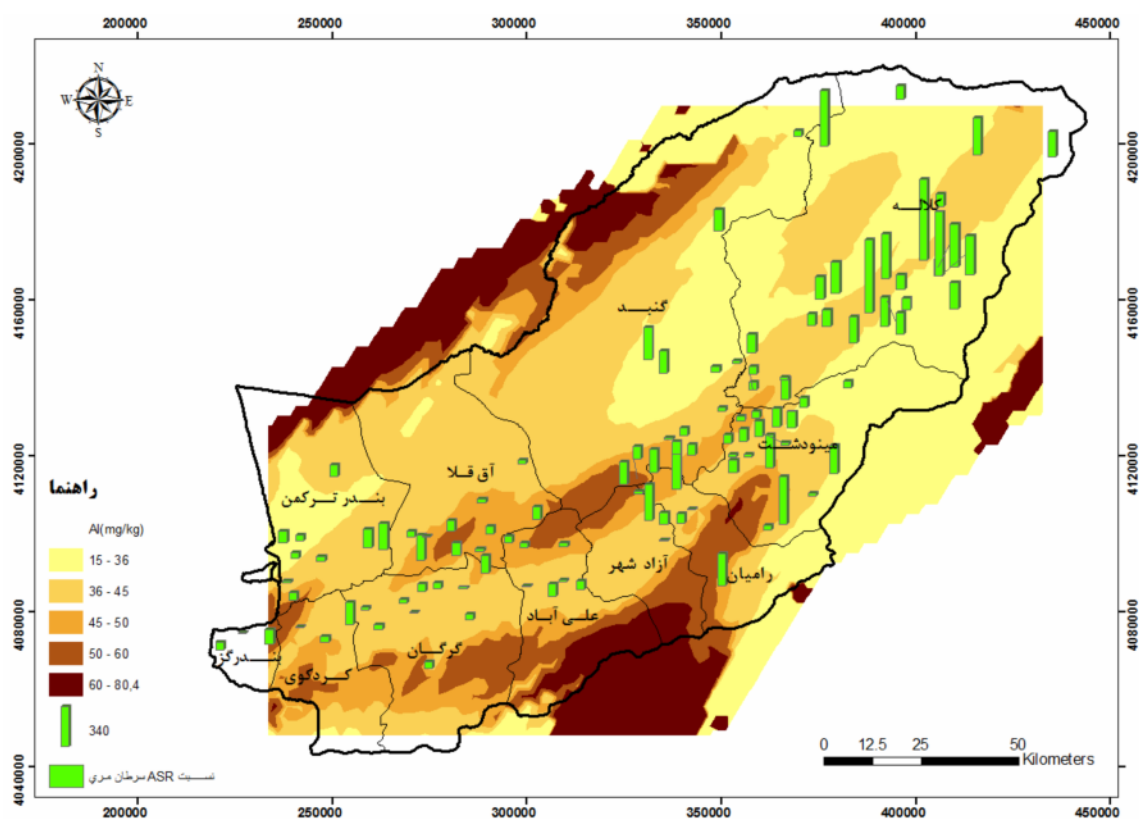
شکل ۴-۱۶- مدل نیم تغییرنمای سطحی و ناهمسانگردی (چپ) و تئوری نیم تغییرنما (راست)؛ سرطان معده.

۴-۳-۴- ترسیم نقشه‌ها

با استفاده از کریجینگ جهانی و انجام انواع مدل‌ها و سپس انتخاب مدل بهینه و به کار بردن نتایج ارزیابی مدل، نقشه‌ی هر متغیر به‌طور جداگانه در استان گلستان ترسیم گردید که به‌طور مجزا هر یک از آن‌ها در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۴-۳-۵- آلومینیوم

داده‌های آلومینیوم از خاصیت نرمال تبعیت داشتند و براساس محاسبات انجام شده و انتخاب روش کریجینگ جهانی و داشتن درجه دوم روند و از بین ۱۰۶ مدل برآورده شده برای این عنصر در تعداد گام‌ها و طول گام‌های مختلف، مدل نمایی به‌عنوان بهترین مدل انتخاب گردید و با ارزیابی مدل بهینه، نقشه حاصل از آن در شکل ۴-۱۷ قابل مشاهده است.

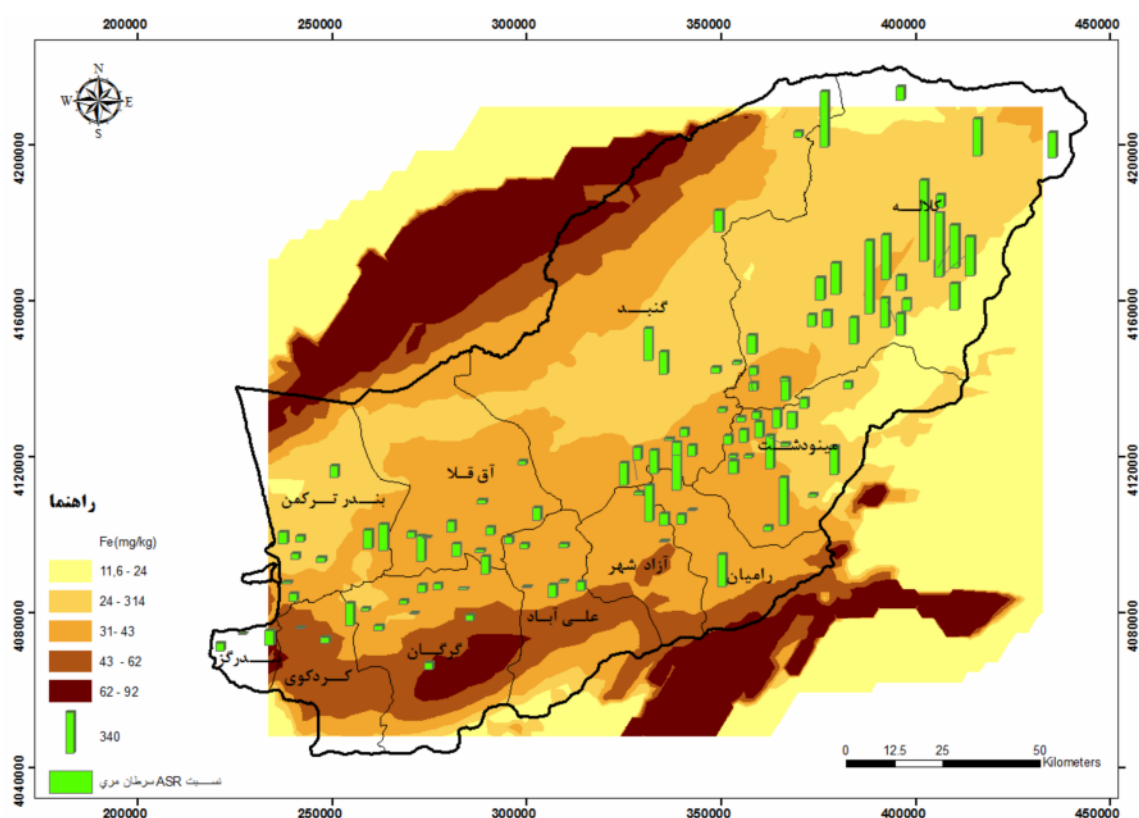


شکل ۴-۱۷- نقشه توزیع غلظت آلومینیوم در استان گلستان.

در این نقشه سطوح بالاتر آلومینیوم در غرب استان و کمترین مقدار آلومینیوم در شرق و شمال شرق استان دیده می‌شود. شهرستان کلاله دارای پایین‌ترین مقدار از این عنصر نسبت به سایر شهرستان‌هاست. نمودار ستونی میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان مری هم روی نقشه به نمایش در آمده است. و میزان آن در هر شهرستان با اندازه نمودار قابل مشاهده است و شدت عنصر در سطوح استان به میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان مری قابل مشاهده و بیان است.

۴-۳-۶- آهن

داده‌های آهن در استان نرمال نبوده و تبدیل لگاریتمی بر روی داده‌ها انجام شد. دارای روند درجه دوم بوده است؛ در تعداد گام و طول گام‌های مختلف به تعداد ۱۰۶ مدل برای انتخاب بهترین مدل این عنصر انجام شد و مدل گوسی به عنوان بهترین مدل انتخاب گردید. و با ارزیابی مدل بهینه و مقایسه میانگین پیش‌بینی و شاخص‌های دیگر نقشه عنصر آهن بدست آمد که در شکل ۴-۱۸ نشان داده شده است.

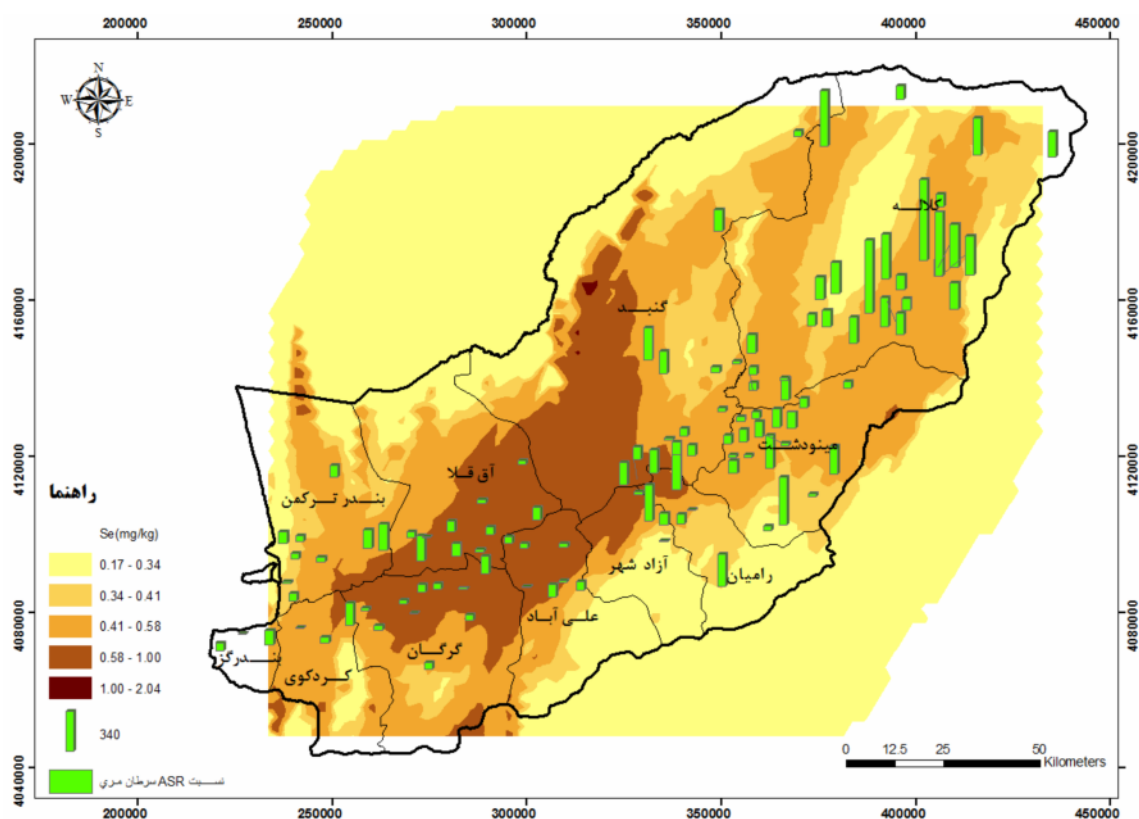


شکل ۴-۱۸- نقشه توزیع غلظت آهن در استان گلستان.

در این نقشه سطوح بالای آهن در غرب استان به وضوح قابل نمایش است و در شهرستان گرگان که بالاترین میزان آهن در آن قابل مشاهده است و کمترین نمودار ستونی میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان دیده می‌شود و شهرستان کلالة در سطح پایینی از این عنصر در نقشه دیده می‌شود.

۴-۳-۷- سلنیم

داده‌های این عنصر در سطح استان نرمال نبوده و تبدیل به صورت لگاریتمی انجام شد. دارای روند و از نوع درجه دوم بوده است. در تعداد گام و طول گام‌های متفاوت به تعداد ۱۰۶ مدل برای انتخاب بهترین مدل محاسبه شد که مدل دایره‌ای به عنوان بهترین مدل این عنصر انتخاب گردید. و با ارزیابی بهینه مدل، نقشه عنصر سلنیم برای استان گلستان ترسیم شد که در شکل ۴-۱۹ قابل مشاهده است.

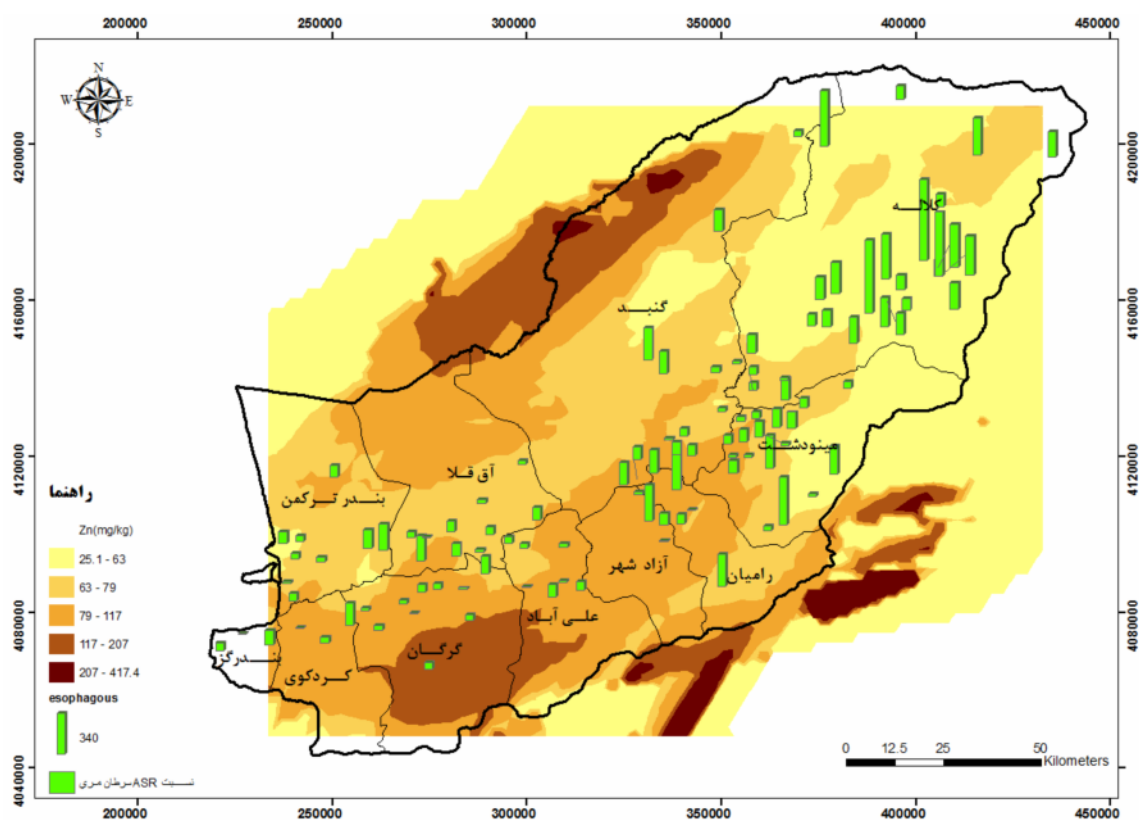


شکل ۴-۱۹- نقشه توزیع غلظت سلنیم در استان گلستان.

این عنصر در سطح استان همان‌طور که در نقشه قابل ملاحظه است، در سطوح خیلی بالا دیده نمی‌شود و در شهرستان‌های مرکزی و غربی در سطح بالاتری از این عنصر نسبت به شرق استان بوده است.

۴-۳-۸- روی

عنصر روی از خاصیت نرمال تبعیت نداشت و با تبدیل لگاریتمی روی داده‌ها نرمال شد. دارای خاصیت روند و دارای درجه دوم بوده است. در ۱۰۶ مدل انتخابی در تعداد گام‌ها و طول گام‌های مختلف برای انتخاب بهترین مدل محاسبه شد.



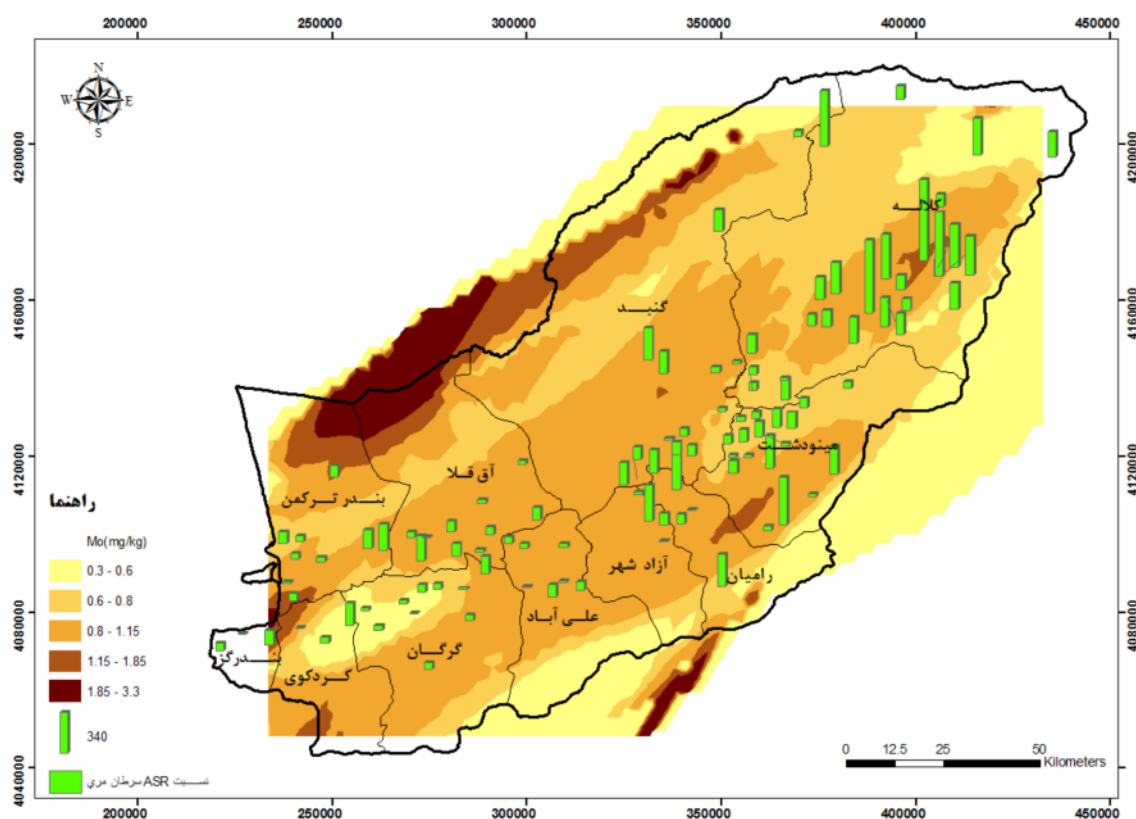
شکل ۴-۲۰- نقشه توزیع غلظت روی در استان گلستان.

از بین مدل‌ها با ارزیابی مدل، بهترین آن انتخاب شد که برای عنصر روی، مدل حفره‌ای بهترین مدل بود. با توجه به این نتایج ترسیم نقشه برای این عنصر انجام شد که در شکل ۴-۲۰ نشان داده شده

است. شرق استان در وضعیت فقری از این عنصر در نقشه هویدا است. در شهرستان گرگان دارای سطح بالاتری از این عنصر هست و نسبت میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) سرطان مری در مکان‌هایی که میزان این عنصر پایین‌تر است در سطح بالاتری دیده شده است.

۴-۳-۹- مولیبدن

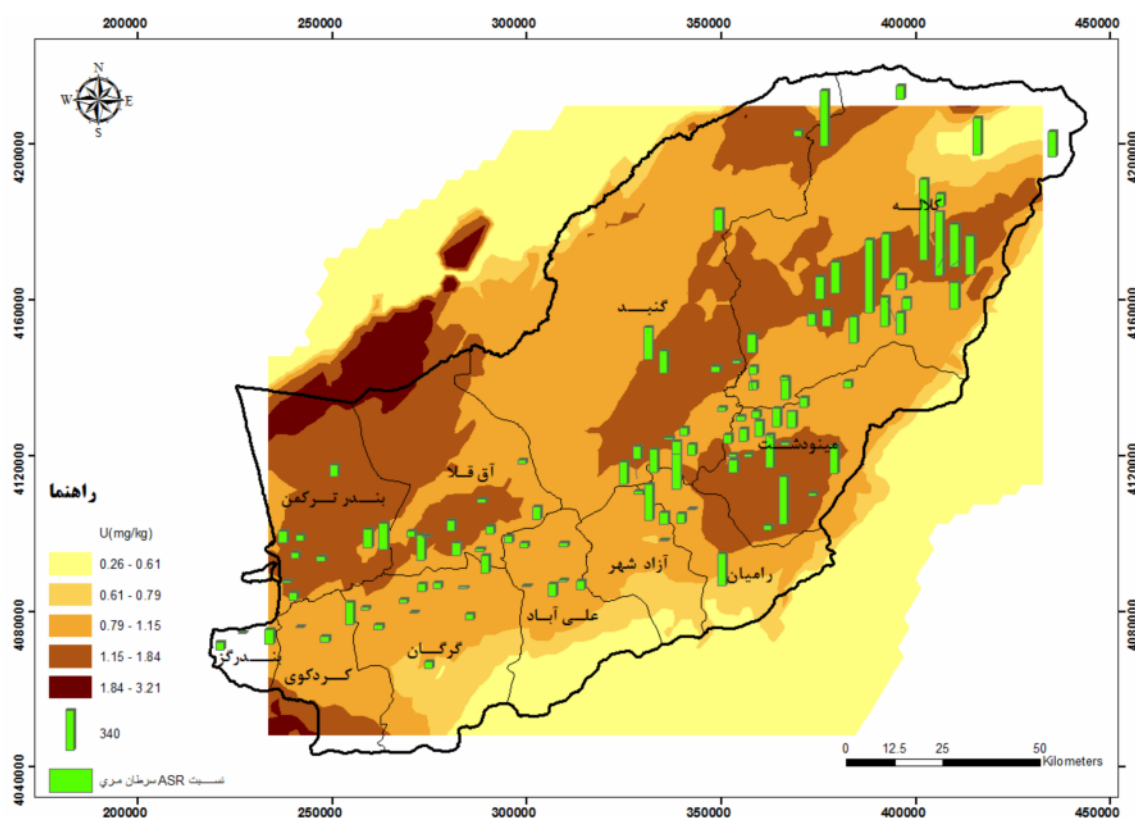
داده‌های مولیبدن به دلیل عدم تبعیت از نرمال بودن، تبدیل لگاریتمی صورت گرفت؛ دارای روند درجه دوم بوده است. از بین ۱۰۶ مدل بهترین مدل در تعداد گام و طول گام‌های مختلف برای ارزیابی و تهیه نقشه انتخاب شد. مدل بهینه برای عنصر مولیبدن در نمونه‌های استان گلستان، مدل حفره‌ای بوده است. با ارزیابی مدل، نقشه عنصر ترسیم شد که در شکل ۴-۲۱ نشان داده شده است. این عنصر همان‌طوری که در نقشه قابل مشاهده است تقریباً در سطح استان دارای سطح متوسط و در شهرستان‌های مختلف دارای یکنواختی است.



شکل ۴-۲۱- نقشه توزیع غلظت مولیبدن در استان گلستان.

۴-۳-۱۰- اورانیوم

داده‌های اورانیوم نرمال نبوده و تبدیل لگاریتمی برای داده‌ها صورت گرفت، این داده‌ها دارای روند درجه دوم بوده‌اند. جهت انتخاب بهترین مدل از بین ۱۰۶ مدل در تعداد گام و طول گام‌های مختلف محاسبه انجام شد. بهترین مدل انتخابی، مدل حفره‌ای بود. با ارزیابی مدل، نقشه حاصل از عنصر اورانیوم در استان در شکل ۴-۲۲ نشان داده شده است. در این نقشه غلظت بالاتر اورانیوم در شمال شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن دیده شده است. در یک دید کلی از نقشه، عنصر اورانیوم در سطح استان، در بین داده‌های موجود از مقادیر متوسط به بالا توزیع شده است.

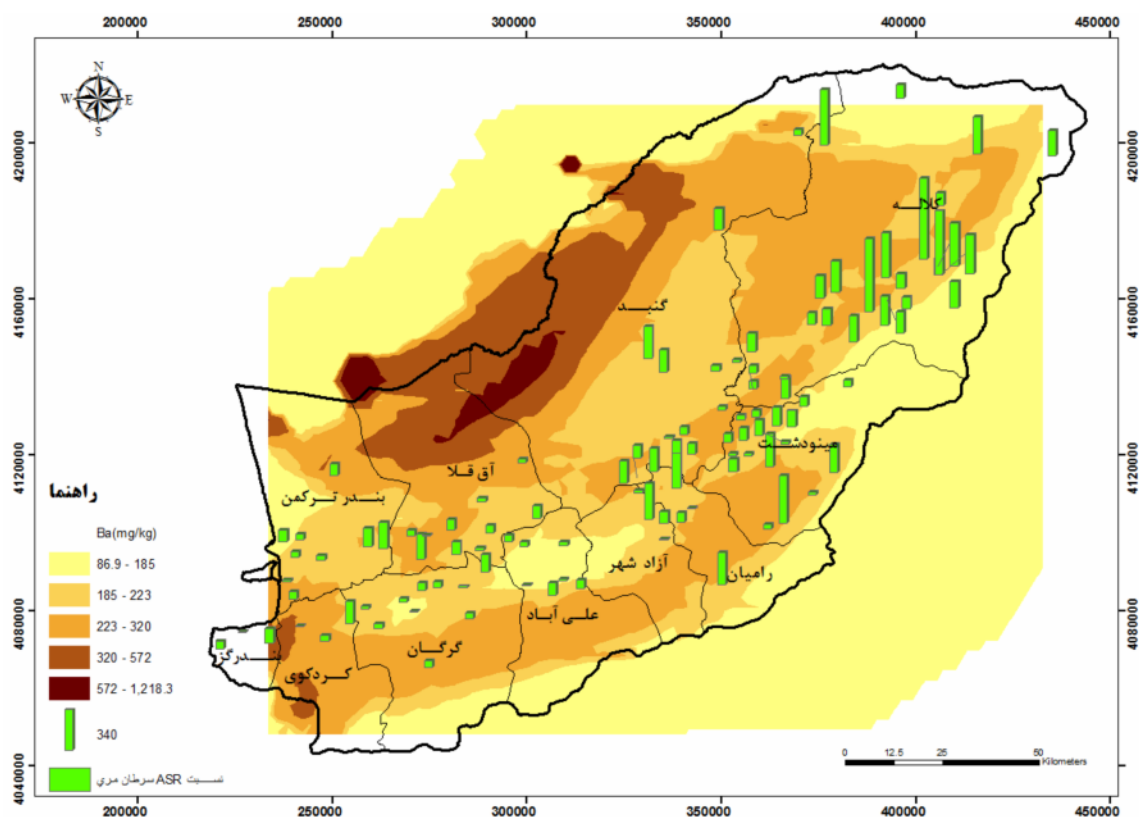


شکل ۴-۲۲- نقشه توزیع غلظت اورانیوم در استان گلستان.

۴-۳-۱۱- باریم

عنصر باریم به دلیل عدم تبعیت از نرمال بودن، تبدیل لگاریتمی روی داده‌ها صورت گرفت. داده‌ها دارای روند درجه دوم بوده است. برای انتخاب بهترین مدل از بین ۱۰۶ مدل که در تعداد گام و طول

گام‌های مختلف انجام شد، مدل حلقوی به‌عنوان مدل بهینه عنصر باریم انتخاب شد. با ارزیابی انتخاب مدل بهینه، نقشه عنصر باریم در سطح استان ترسیم شد که در شکل ۴-۲۳ قابل مشاهده است. شواهد نقشه حاکی از آن است که در شمال استان در شهرستان‌های آق‌قلا و گنبد بیشترین مقدار عنصر باریم نسبت به شهرستان‌های دیگر وجود دارد.

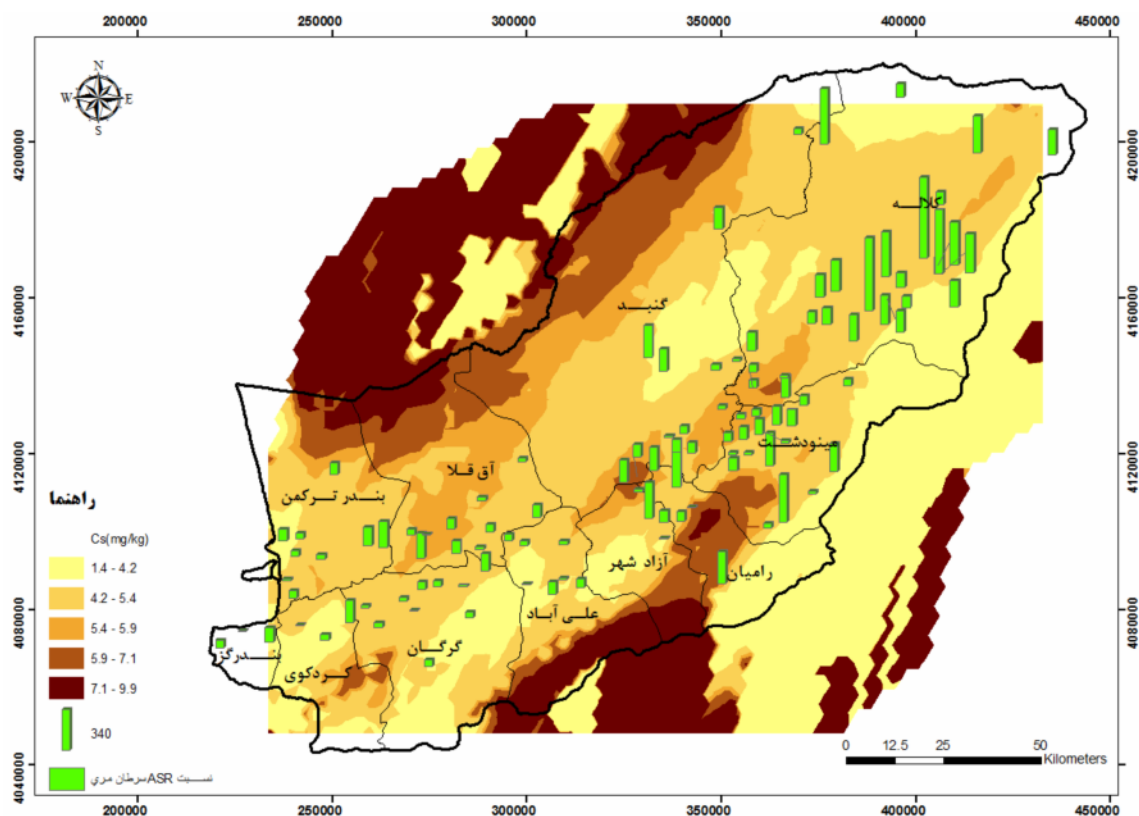


شکل ۴-۲۳- نقشه توزیع غلظت باریم در استان گلستان.

۴-۳-۱۲- سزیم

داده‌های عنصر سزیم از خاصیت نرمال تبعیت نموده و تبدیلی روی آن‌ها صورت نگرفته است. دارای روند درجه دوم بوده است، از بین ۱۰۶ مدل که برای انتخاب مدل بهینه در تعداد گام و طول گام‌های متفاوت محاسبه شد، مدل حفره‌ای به‌عنوان بهترین مدل انتخاب گردید. با ارزیابی و انتخاب مدل، نقشه حاصله عنصر سزیم در استان گلستان ترسیم شد که در شکل ۴-۲۴ نشان داده شده است.

نقشه حاصله جنوب شهرستان علی‌آباد و آزادشهر و شمال شهرستان آق‌قلا را در وضعیت میزان بیشتری از این عنصر قرار می‌دهد.

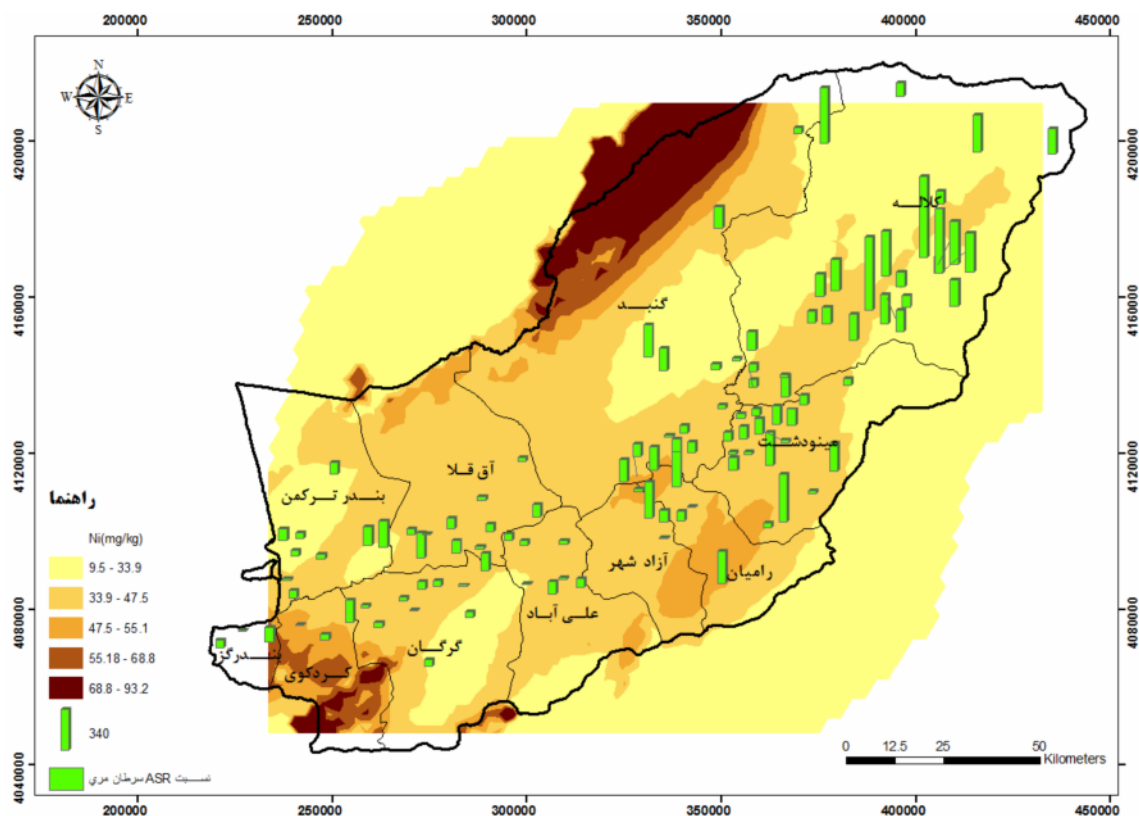


شکل ۴-۲۴- نقشه توزیع غلظت سزیم در استان گلستان.

۴-۳-۱۳- نیکل

داده‌های نیکل به دلیل عدم تبعیت از نرمال‌پذیری، تبدیل لگاریتمی روی آن‌ها انجام شد. دارای روند درجه دوم بوده است. برای انتخاب مدل بهینه از بین ۱۰۶ مدل و محاسبه در تعداد گام و طول گام‌های مختلف، مدل دایره‌ای به عنوان مدل بهینه انتخاب شد. با ارزیابی و انتخاب مدل، نقشه عنصر نیکل در سطح استان گلستان ترسیم شد که در شکل ۴-۲۵ نشان داده شده است.

در این نقشه شواهد حاکی از آن است که شهرستان بندرگز و کردکوی و شمال شهرستان گنبد در سطوح بالاتری از میزان عنصر نیکل قرار داشته‌اند و شرق استان در سطوح پایین‌تری از این عنصر را داشتند.



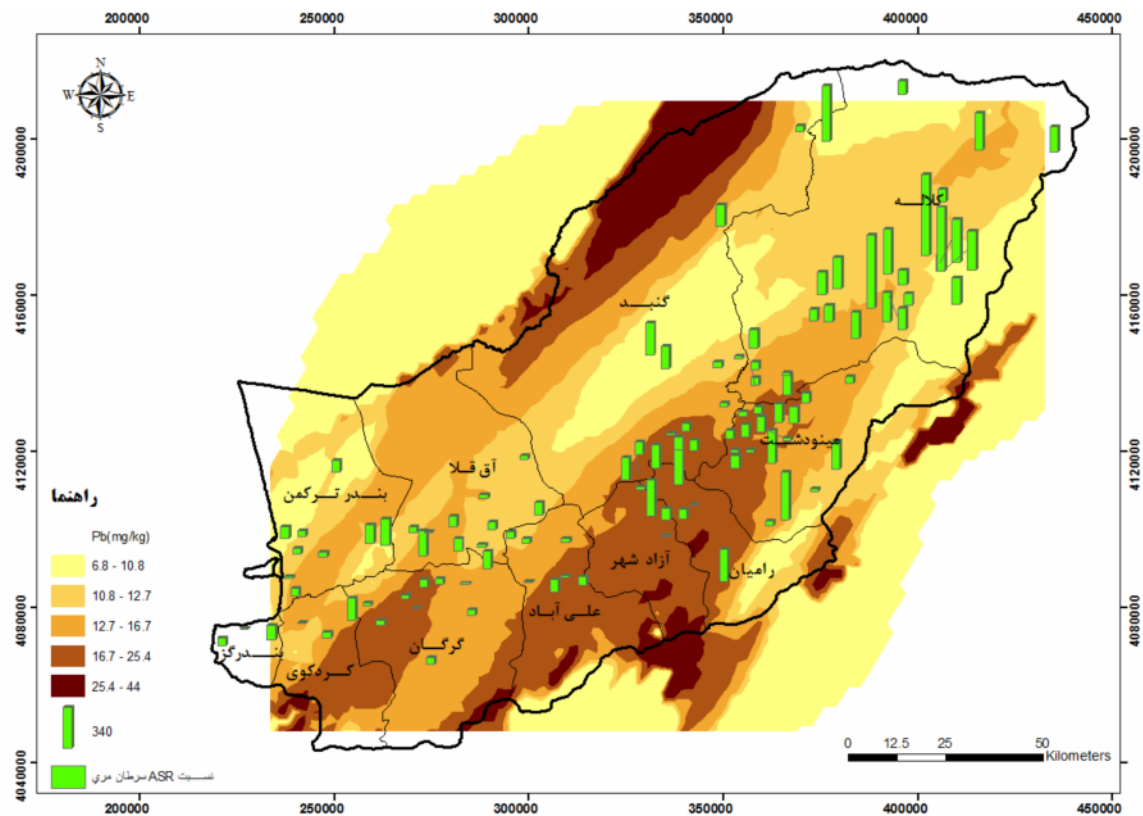
شکل ۴-۲۵- نقشه توزیع غلظت نیکل در استان گلستان.

۴-۳-۱۴- سرب

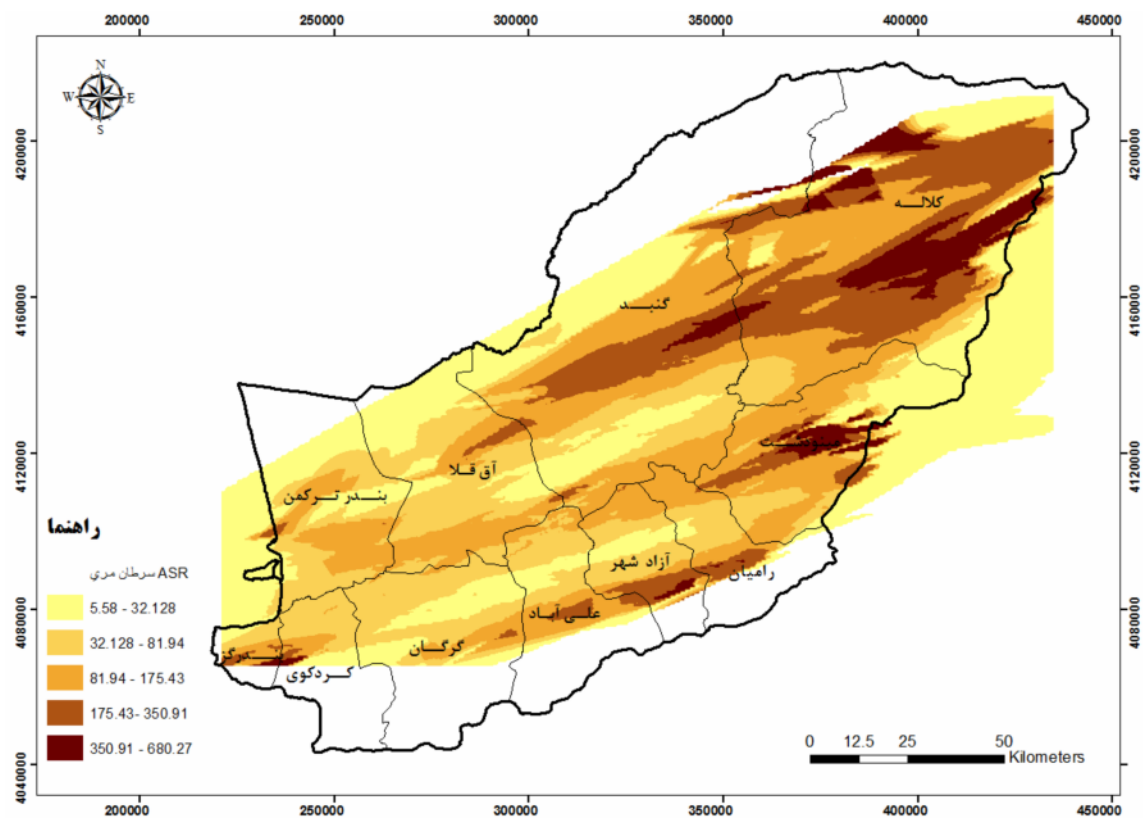
داده‌های عنصر سرب دارای عدم نرمال‌پذیری بوده و تبدیل لگاریتمی روی داده‌ها صورت گرفت. دارای روند درجه دوم بوده است. از بین ۱۰۶ مدل، مدل حلقوی دارای بهترین مدل این عنصر در سطح استان انتخاب شد. با ارزیابی مدل، نقشه سرب استان ترسیم گردید که در شکل ۴-۲۶ قابل مشاهده است. در نقشه نشان داده می‌شود که شهرستان جنوبی استان مثل علی‌آباد و آزادشهر و رامیان دارای میزان بیشتری از عنصر سرب هستند.

۴-۳-۱۵- سرطان مری

داده‌های میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR)، سرطان مری به دلیل نرمال نبودن، تبدیل لگاریتمی روی آن‌ها انجام شد. دارای روند درجه دوم بوده است. جهت انتخاب مدل بهینه برای ارزیابی و تهیه نقشه اقدام به محاسبه در تعداد گام و طول گام‌های متفاوت به تعداد ۵۲۶ مدل گردید که از بین



شکل ۴-۲۶- نقشه توزیع غلظت سرب در استان گلستان.

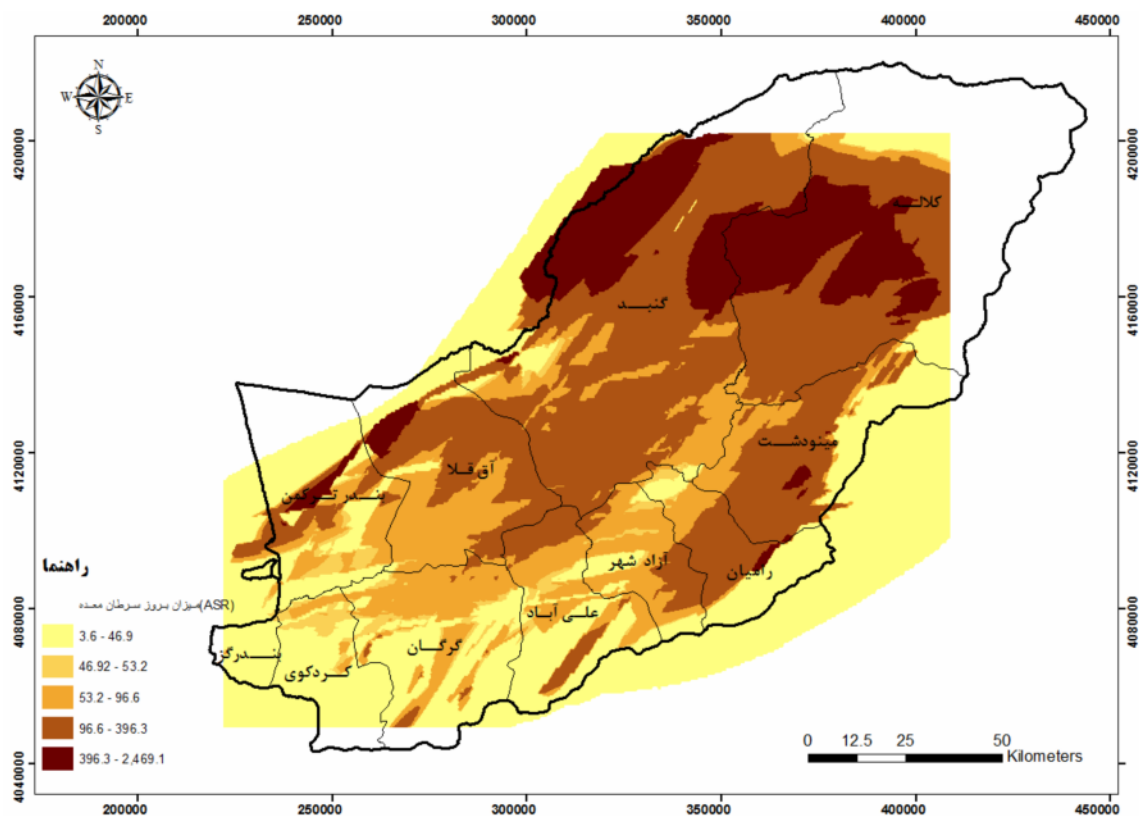


شکل ۴-۲۷- نقشه کریجینگ جهانی سرطان مری در استان گلستان.

آن‌ها مدل نمایی، به‌عنوان بهترین مدل سرطان مری استان انتخاب شد، با ارزیابی مدل، نقشه سرطان مری استان گلستان ترسیم گردید که در شکل ۴-۲۷ نشان داده شده است. همان‌طوری که در نقشه قابل مشاهده است شرق استان گلستان دارای بالاترین میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR)، سرطان مری است که شهرستان کلالة را بیشتر شامل می‌شود و هرچه به غرب استان پیموده می‌شود این نسبت کاهش می‌یابد.

۴-۳-۱۶- سرطان معده

داده‌های نسبت بروز استاندارد شده سنی (ASR)، سرطان معده نرمال نبوده و روی آن‌ها تبدیل لگاریتمی انجام شد. داده‌ها دارای روند درجه دوم بوده‌اند. برای انتخاب بهترین مدل از بین ۵۲۶ مدل محاسبه شده، مدل گوسی به‌عنوان مدل بهینه انتخاب گردید. با ارزیابی مدل و شاخص‌های مدنظر ارزیابی نظیر میانگین خطای پیش‌بینی، ریشه دوم میانگین خطای پیش‌بینی و نظایر آن، بهترین

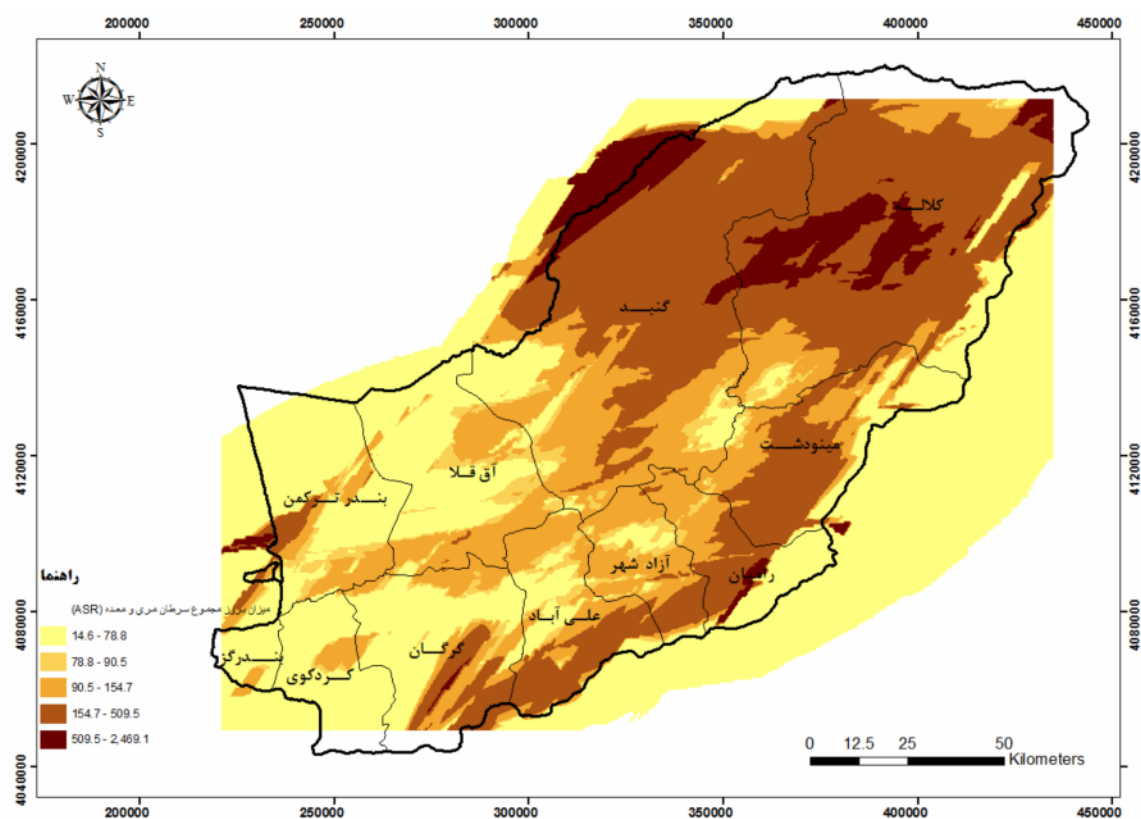


شکل ۴-۲۸- نقشه کریجینگ جهانی سرطان معده در استان گلستان.

مدل انتخاب شد و سپس اقدام به ترسیم نقشه سرطان معده در سطح استان گردید که در شکل ۴-۲۸ نشان داده شده است. این نقشه هرچند شدت سرطان مری را در استان ندارد ولی هرچه از شرق استان به سمت غرب پیموده می‌شود شدت میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR)، سرطان معده کاهش می‌یابد.

۴-۳-۱۷- مجموع سرطان مری و معده

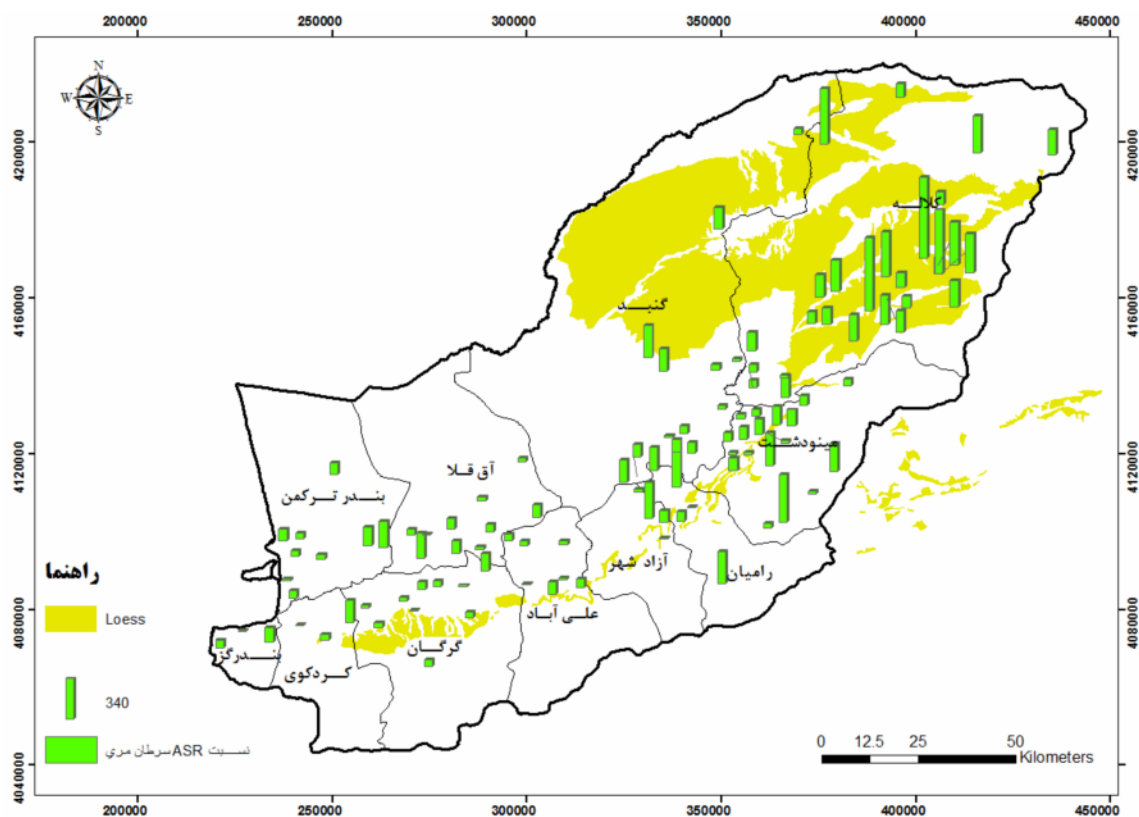
داده‌های میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR)، سرطان مری و سرطان معده، به‌طور میانگین ASR محاسبه گردید. و به‌دلیل نرمال نبودن، تبدیل لگاریتمی روی داده‌ها صورت گرفت و برای انتخاب بهترین مدل اقدام به محاسبه ۵۲۶ مدل در تعداد گام و طول گام‌های متفاوت گردید. که از بین آن‌ها مدل حلقوی به‌عنوان مدل بهینه انتخاب گردید. با ارزیابی شاخص‌های مدنظر انتخاب مدل بهینه، نقشه حاصله مجموع سرطان و معده استان ترسیم گردید که در شکل ۴-۲۹ قابل مشاهده است.



شکل ۴-۲۹- نقشه کریجینگ جهانی مجموع سرطان مری و معده در استان گلستان.

۴-۴- خاک‌های لسی و سرطان در استان

خاک‌های لسی در استان در شکل ۴-۳۰ قابل مشاهده است، و توزیع سرطان مری به صورت نمودار ستونی در آن نقشه نشان داده شده است. همان‌طور که در نقشه قابل مشاهده است، خاک‌های لسی در شرق استان دارای گستردگی خیلی زیادی هستند و هرچه به سمت غرب استان پیموده می‌شود، از توزیع آن کاسته می‌شود. همچنین سرطان مری در منطقه شرق بر روی خاک‌های لسی در شهرستان کاله دارای مقدار حداکثری در سطح استان می‌باشد و همراه با نوار خاک‌های لسی، کمربند سرطان مری با آن منطبق است که در نقشه قابل مشاهده است.



شکل ۴-۳۰- نقشه خاک‌های لسی و توزیع سرطان مری در استان گلستان.

۴-۵- بحث

۴-۵-۱- سرطان

در این تحقیق با بررسی‌های زمین‌آماري روی داده‌های نسبت بروز سرطان‌های مری، معده و مجموع این دو سرطان در استان گلستان و با استفاده از روش کریجینگ جهانی مورد بررسی قرار گرفتند که مدل نمایی برای سرطان مری و مدل کروی برای سرطان‌های مری و معده استان و مدل گوسی برای سرطان معده به کار برده شد که بهترین مدل‌های محاسبه شده بودند.

این با مطالعه Lai (۲۰۰۴) که بررسی زمین‌آماري در نسبت مرگ و میر سرطان در چین انجام و مدل‌های نمایی و کروی به‌عنوان بهترین تابع واریوگرام تحقیق مورد نظر به کار رفته بود، مطابقت دارد.

در مدل نمایی نیم تغییرنا به‌صورت خط راست حرکت نموده و به‌تدریج تا رسیدن به حد آستانه تغییرنا حالت منحنی پیدا می‌کند و این به‌دلیل بزرگی دامنه تأثیر هم می‌تواند باشد، ولی در مدل کروی نیم تغییرنا حالت خط راست داشته و در موقع رسیدن به حد آستانه حالت منحنی پیدا می‌کند؛ که در مورد سرطان مری با داشتن مدل بهینه نمایی می‌توان اذعان نمود، داده‌های نسبت بروز سرطان مری (ASR) در استان دارای همبستگی مکانی قویتری نسبت به سرطان معده بوده است. در بین شهرستان‌های استان از لحاظ میزان بروز سرطان مری، تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود دارد درحالی‌که برای سرطان معده بین شهرستان‌ها تفاوتی معنی‌دار وجود ندارد که این می‌تواند بیان‌گر آن باشد که عواملی بر روی میزان بروز سرطان مری وجود دارد. در بررسی کاربری‌ها بروز سرطان مری و معده در اراضی جنگلی و مرتعی تفاوت معنی‌داری با اراضی زراعی دیم و آبی داشته است.

Lai (۲۰۰۴)، با بررسی مرگ و میر سرطان در چین، بالاترین مقدار سرطان را در مرکز چین و کمتر از آن را در جنوب‌غربی چین در اطراف استان Yunnan بیان نمود که نشان‌دهنده تفاوتی خاص از لحاظ سرطان بین آستانهای مختلف چین بوده است. سرطان مری در منطقه گلستان، در شهرستان

کلالة دارای بالاترین میزان بروز و شهرستان گرگان دارای پایینترین میزان بروز سرطان مری (ASR) بوده است.

در این تحقیق با انجام مراحل زمین‌آماري و روش کریجینگ جهانی و بدست آوردن نقشه پیش‌بینی آلودگی برای فلزات مورد مطالعه در خاک استان و پیش‌بینی میزان بروز سرطان مری و معده و مجموع سرطان‌ها به این نتیجه رسیده شد که زمین‌آمار می‌تواند ابزاری مفید برای پیش‌بینی و تخمین باشد. مخصوصاً زمین‌آمار در منطقه برای مکان‌هایی که مجهول بوده است و به دلایل مختلف نمونه برداری خاک صورت نگرفته است و یا با داده‌های موجود بروز سرطان، پیش‌بینی بروز سرطان در مکان‌های فاقد آمار امکان‌پذیر بود که این تکنیک از لحاظ صرفه جویی هزینه برای نمونه‌برداری‌های خاک، آنالیز و مراحل دیگر مؤثر بوده است.

در همین راستا Nuvolone و همکاران با روش‌های زمین‌آماري برای به دست آوردن نقشه‌های پیش‌بینی و احتمال نقشه خطر بیماری‌های تنفسی و ارتباط آن با ترافیک در منطقه Pisa-Casscina ایتالیا روش‌های زمین‌آماري را روشی مفید برای ارزیابی و تخمین دانست و پیش‌بینی مقادیر مکان‌هایی که مجهول بود را مفید و بهینه بیان نمود.

۴-۵-۲- آلومینیم

در این تحقیق عنصر آلومینیوم در شرق استان پایینترین مقدار را نسبت به شهرستان‌های غربی و مرکز استان داشت؛ شهرستان کلالة با میانگین ۳۵۸۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمترین میزان آلومینیوم را دارا بود و شهرهای غربی مانند بندرگز و کردکوی به ترتیب با میانگین ۵۱۲۸۴ و ۴۷۱۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم، بالاترین مقدار این عنصر را داشتند؛ با توجه به بررسی سرطان مری در استان، میزان بروز سرطان مری به‌طور معنی‌دار در شرق استان نسبت به غرب استان بالاتر است که با نتیجه عنصر آلومینیوم رابطه معکوس دارد.

در مطالعه ای که Rheeder و همکاران (۱۹۹۴)، در آفریقا انجام دادند عناصری از جمله آلومینیوم در منطقه پرخطر سرطان به میزان کمتری مشاهده شده است که با این تحقیق مطابقت داشته است. در نقشه عنصر آلومینیوم در شکل ۴-۱۷ که با روش میان‌یابی کریجینگ به‌دست آمد کاملاً موارد ذکر شده فوق در نقشه مشهود و مطابقت دارد که هر چه از سمت غرب به شرق استان پیموده می‌شود، میزان عنصر آلومینیوم کمتر شد و میزان بروز سرطان مری افزایش می‌یابد.

۴-۵-۳- آهن

در این تحقیق میزان عنصر آهن بدست آمده در شهرستان‌های استان به‌طور معنی‌داری در شهرستان شرقی کلاله دارای پایین‌ترین مقدار به میزان ۲۹۱۸۵ و در شهرستان غربی استان (بندرگز)، به مقدار ۶۱۳۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، دارای بالاترین میزان بوده است. شهرستان‌های شرقی استان به ترتیب کلاله، گنبد، مینودشت به میزان کم‌ترین و شهرستان‌های غربی استان به ترتیب بندرگز و کردکوی بیشترین میزان عنصر را دارا بودند. لذا یک میزان کاهشی از عنصر آهن را از غرب استان به شرق در این مطالعه به نتیجه رسیده شد و با توجه به نتیجه میزان بروز سرطان مری در استان که یک میزان افزایشی از غرب به شرق استان دارد، رابطه معکوسی وجود دارد.

Liw و همکاران (۱۹۹۸) با تحقیقی در منطقه Transkei چین بر روی گندم و ذرت به نتیجه رسیدند، میزان عنصر آهن و عناصر دیگر در گیاهان مورد مطالعه در مناطقی که میزان بروز سرطان مری بالاتر بوده است به میزان کمتری وجود داشته است.

Kibble White (۱۹۸۴) و Song (۱۹۹۲) با تحقیقی در همان منطقه بر روی خاک‌ها به نتیجه رسیدند که میزان عناصری نظیر روی، مولیبدن و آهن در خاک‌های مناطق پرخطر سرطان مری به میزان کمتری وجود داشته است.

Rheeder و همکاران (۱۹۹۴)، با مطالعه ای در آفریقا به نتیجه رسیدند که با آنالیز نمونه‌های اراضی کشاورزی و غیرکشاورزی و مناطق پرخطر و کم‌خطر سرطان مری، مناطقی که دارای میزان کمتری از

عنصر Mg, Al, Fe و نظایر آن بودند میزان بروز سرطان مری در آن مناطق بالاتر بوده است. با توجه به مطابقت این تحقیق با تحقیقات انجام شده در سایر نقاط جهان، با انجام تکنیک زمین‌آماري بر روی داده‌ها و تخمین و رابطه بین سرطان مری و عنصر آهن در استان نقشه حاصله از این عنصر که در شکل ۴-۱۸ قابل مشاهده است، بیان‌گر تأیید موارد مذکور بوده است. در این نقشه شهرهای غربی استان نسبت به شرق استان نشان‌دهنده غلظت بیشتری از این عنصر هست. در شهرستان گرگان که میزان بروز پایین سرطان در استان هست، غلظت بالاتری که با رنگ تیره تر قابل مشاهده است و در شهرستان کلالة رنگ غلظت آهن روشن تر شده است که کاهش می‌یابد و نمودار ستونی سرطان افزایش می‌یابد، که با مطالعات مذکور مطابقت دارد.

۴-۵-۴- سلنیم

در بررسی عنصر سلنیم در خاک‌های استان به این نتیجه رسیده شد که تفاوت معنی‌داری بین شهرستان‌های استان مشاهده نشده است. اما در عین حال با مقایسه میانگین شهرستان‌ها، شهرستان گرگان با مقدار $0/62$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین میزان و شهرستان‌های آزادشهر و کلالة به ترتیب با مقادیر $0/35$ و $0/4$ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمترین میزان را داشتند. که شهرهای شرقی به نسبت مقدار کمتری داشتند. در نقشه‌ایی که با روش زمین‌آماري و انجام مراحل مختلف ایجاد نقشه و با روش کریجینگ پیش‌بینی مقدار سلنیم انجام شد که در شکل ۴-۱۹ دیده می‌شود. شمال شهرستان‌های گرگان، علی‌آباد، آزادشهر و جنوب شهرستان‌های گنبد و آق‌قلا دارای غلظت بالاتری از عنصر سلنیم بوده‌اند که با رنگ تیره‌تر مشخص شده است؛ و پراکنش و میزان بروز سرطان مری کمتری را نسبت به مکان‌های دیگری از استان دارا بوده است؛ و شهرستان کلالة هم در سطح متوسط از سلنیم در نمونه‌های با مقادیر بدست آمده مشاهده گردید. اما یک معیار قاطع و محکمی نمی‌تواند در این تحقیق بیان شود که کمبود سلنیم، با بروز سرطان رابطه دارد، اما شواهدی در مطالعه مبنی بر مقادیر کمتر در مناطق پرخطر و بالعکس هست.

Appleton و همکاران (۲۰۰۶) در منطقه Cixian چین ارتباط سرطان مری و سلنیم را در خاک مطالعه نمودند که کمبود سلنیم را یکی از فاکتورهای مهم ایجاد سرطان مری بیان نمود (۳۹). تحقیقی که کمانگر و همکاران (۲۰۰۷) در انستیتو کانسر ایران انجام دادند عنصر سلنیم را یک فاکتور خطر برای سرطان‌های دستگاه گوارش فوقانی بیان داشته اند (۸۵). در عین حال در نتیجه تحقیقات ده ساله در مورد توزیع سلنیم و ارتباط آن با سرطان مری در منطقه cixian چین بیان شد که کمبود سلنیم نمی‌تواند نقش مهمی در اتیولوژی سرطان مری داشته باشد.

۴-۵-۵- روی

در این تحقیق عنصر روی در شهرستان‌های شرقی به‌طور معنی‌داری نسبت به شهرستان‌های غربی پایین‌تر بود. شهرستان کلاله با مقدار تقریباً ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و شهرستان گرگان دارای مقدار ۱۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب کمترین و بیشترین میزان عنصر Zn را در نمونه‌های خاک شهرستان‌های استان داشتند و با ارزیابی میزان سرطان مری، میزان بروز سرطان مری در شهرستان کلاله دارای بیشترین میزان و در شهرستان گرگان دارای کمترین میزان بروز (ASR) می‌باشد که رابطه معکوس بین میزان عنصر Zn در سطح استان و میزان بروز سرطان مری وجود دارد. در این تحقیق عنصر روی هر چه از غرب به سمت شرق استان پیموده می‌شود، فقر روی در خاک‌ها شدیدتر می‌شود. با بررسی‌های زمین‌آماري و نتایج حاصل از تخمین کریجینگ جهانی در نقشه روی استان که در شکل ۴-۲۰ قابل مشاهده است، به وضوح نشان‌دهنده آن است که شهرستان کلاله در یک کمبود شدید روی نسبت به شهرستان‌های دیگر استان بوده است و در نقشه با رنگ روشن نشان داده شده است که نمودار ستونی بروز سرطان مری در بالاترین مقدار خود در نقشه مشهود هست و شهرستان گرگان با بالاترین میزان عنصر روی نسبت به شهرستان‌های دیگر که نمودار بروز سرطان مری در کمترین میزان مشاهده شده است. نقشه حاصله از عنصر روی با روش پیش‌بینی کریجینگ

جهانی در مقایسه با نقشه های دیگر عناصر ارتباط قویتری را بین کمبود عنصر روی و میزان بروز سرطان مری بیان می نماید.

تحقیقی که Yang (۱۹۸۰) در چین بر روی فاکتورهای مؤثر در بروز سرطان مری انجام داد به نتیجه رسید که ارتباط بین عناصر روی، مولیبدن، منیزیم و نظایر آن با میزان سرطان مری به طور عکس بوده است (۱۵۹).

Li (۱۹۹۸)، با بررسی بر روی محتویات گندم و ذرت، میزان عناصر روی، مس، آهن و کلسیم را در این گیاهان در مناطق با بروز بالای سرطان به مقدار کمتری مشاهده نموده است (۱۰۸).

Song (۱۹۹۲) و kibble white (۱۹۸۲)، با مطالعه ای در منطقه Transkei چین به نتیجه رسیدند که میزان عناصر روی، منگنز، مولیبدن و نظایر آن در مناطق پرخطر سرطان مری دارای مقادیر کمتری نسبت به مناطق کم خطر سرطان بوده است (۹۰، ۱۴۴).

۴-۵-۶- مولیبدن

در این تحقیق با بررسی آماری روی داده های مولیبدن تفاوت معنی داری در سطح یک درصد بین شهرستان ها نتیجه شد که شهرستان کلاله با مقدار $0/73$ میلی گرم بر کیلوگرم و شهرستان بندرگز با مقدار $1/38$ میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب کمترین و بیشترین میزان عنصر مولیبدن را دارا بودند؛ اما در توزیع این عنصر با بررسی زمین آماری و تخمین کریجینگ در سطح شهرستان های استان تقریباً یکنواخت بوده است، هرچند از غرب استان به سمت شرق که در نقشه عنصر مولیبدن در شکل ۴-۲۱ قابل مشاهده است، میزان این عنصر کاهش می یابد اما در مجموع دارای سطح پخش و توزیع یکنواختی به میزان متوسط در مجموع داده های موجود پراکنش داده شده است. که در این تحقیق به عنوان معیار قاطع و دلیل مستحکمی نمی توان بیان کرد که عنصر مولیبدن در میزان بروز سرطان مری در استان موثر است؛ هر چند Song (۱۹۹۲)، کمبود عناصری نظیر مولیبدن را در مناطق پرخطر سرطان مشاهده نموده است (۱۴۴). Sardesai در سال (۱۹۹۳)، با انجام مطالعات بالینی مشاهده نمود

که کمبود عنصر مولیبدن یک فاکتور خطرساز در ایجاد سرطان مری در مصرف کنندگان محصولات حاصل شده از خاک‌هایی که از لحاظ مولیبدن فقیر بوده‌اند می‌باشد.

۴-۵-۷- اورانیوم

در این تحقیق میزان اورانیوم در خاک شهرستان آزادشهر با $0/78$ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در شهرستان گنبد با مقدار $1/33$ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین مقدار بوده است. بررسی این عنصر در مقایسه با عناصری مانند روی، آهن و نظایر آن نبوده که از غرب به شرق استان کاهش قابل ملاحظه ای نشان دهد، این عنصر در شهرستان‌های شمالی استان گنبد، بندرترکمن و آق‌قلا بیشترین مقدار را داشته و با بررسی زمین‌آماري و تخمین گر کریجینگ و تهیه نقشه شکل ۴-۲۲ نشان‌دهنده رگه‌های پر رنگ اورانیوم در جاهای مختلف استان به ویژه شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن، گنبد، مینودشت و کلالة است؛ اما در مورد این عنصر نیازمند تحقیقات بیشتر و دقت بالاتری است. در نقشه در مکان‌های کم رنگ که غلظت پایین تر عنصر اورانیوم را نشان می‌دهند، میزان بروز ASR پایین و حتی ناچیز است.

۴-۵-۸- باریم

در این تحقیق عنصر باریم به‌طور معنی‌داری در شهرستان‌ها تفاوت وجود داشت. در خاک‌های شهرستان بندرگز با میزان میانگین 237 میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک‌های شهرستان گرگان 191 میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند. عنصر باریم در شهرستان‌های غربی و شمال غربی استان نظیر آق‌قلا، بندرگز و کردکوی دارای بیشترین میزان این عنصر بوده‌اند و بقیه شهرستان‌ها در یک سطح از این عنصر وجود داشته‌اند که در نقشه ۴-۲۳ نشان‌دهنده وضعیت عنصر باریم هست؛ لذا با توجه به پراکنش سرطان مری و توزیع عنصر باریم رابطه‌ای قوی بین این عنصر و سرطان مری در این تحقیق یافت نشده است.

۴-۵-۹- سزیم

عنصر سزیم در این تحقیق در شهرستان آق‌قلا با مقدار ۵/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین میزان و شهرستان بندرگز به مقدار ۳/۷۰ پی‌پی‌ام، کمترین میزان را دارا بوده است. وضعیت توزیع این عنصر از شمال شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن به جنوب شهرستان رامیان، آزادشهر و علی‌آباد در نقشه حاصل از تخمین کریجینگ جهانی نشان داده شده است (شکل ۴-۲۴). وضعیت توزیع این عنصر با توزیع سرطان در استان رابطه‌ای بین آن‌ها ایجاد نکرده است؛ لذا در این تحقیق به رابطه معنی‌داری پی برده نشد.

۴-۵-۱۰- نیکل

در این تحقیق غلظت عنصر نیکل در خاک‌های شهرستان کلالة با میزان تقریباً ۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در خاک‌های شهرستان بندرگز با غلظت ۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب کمترین و بیشترین میزان را داشته‌اند. وضعیت غلظت این عنصر در سطح استان همان‌طوری که در شکل ۴-۲۵ قابل مشاهده است، با توجه به نتایج داده‌های موجود در اکثر مکان‌ها از غلظت مجاز طبق جدول کلوک (۱۹۸۰) بیشتر است. البته از غرب به شرق استان سیر کاهشی رانشان می‌دهد. در اکثر مکان‌هایی که بروز سرطان مری در استان وجود دارد، میزان عنصر نیکل، با یک رنگ در نقشه نشان داده شده است که سطح بالاتر از حد مجاز ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم هست. با توجه به سرطان‌زا بودن این عنصر و نتیجه حاصله در این تحقیق ارتباط معنی‌داری که بین نیکل و سرطان مری ایجاد شد، آن است که در اکثر مکان‌هایی که غلظت نیکل از حد مجاز بالاتر بوده، شدت بروز سرطان بیشتر بوده است. و همان‌طوری هم که در شکل نشان داده می‌شود، اکثر استان از حد مجاز ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم طبق جدول کلوک بیشتر است. اما قابل ذکر است با مقایسه بیشتر شهرستان کلالة که دارای بیشترین میزان سرطان است، دارای مقدار نیکل کمتر از حد مجاز است. لذا در بیان نظر قطعی اثر عنصر می‌توان بیان نمود که نمی‌شود اثر هر عنصر را برای کل استان تعمیم داد.

Harshman و همکاران (۲۰۰۵)، مطالعاتی در زمینه سرطان‌زا بودن نیکل انجام داده‌اند. همچنین kibble white (۱۹۸۴) و Song (۱۹۹۲)، با مطالعه‌ای در چین به نتیجه رسیدند که عناصری نظیر نیکل، مس، منگنز و روی موجود در خاک در مناطق پرخطر سرطان مری به‌طور معنی‌داری، دارای مقادیر کمتری بودند که همین وضعیت در این تحقیق مشاهده گردید؛ شهرستان کلاله با میزان بروز بیشترین سرطان مری و میزان پایین نیکل نسبت به شهرستان‌های دیگر بوده است.

۴-۵-۱۱- سرب

در این تحقیق عنصر سرب در شهرستان بندرگز به مقدار ۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای کمترین میزان و آزادشهر دارای بیشترین میزان به مقدار ۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است که شهرستان‌های مرکزی استان دارای مقادیر بیشتری نسبت به شهرستان‌های شرقی و غربی بوده‌اند. با توجه به توزیع عنصر سرب و پراکنش سرطان در استان ارتباط قوی بین این عنصر و سرطان مری در این تحقیق یافت نشده است؛ و حتی ترسیم نقشه حاصله و توزیع سرطان به گونه‌ای است که می‌توان بیان نمود که مقدار سرب در استان هیچ تأثیری روی بروز سرطان ندارد.

۴-۵-۱۲- خاک‌های لسی

در این تحقیق با تلفیق داده‌های بروز سرطان مری و نقشه خاک‌های لسی استان به نتیجه رسیده شد که کمربند سرطان مری در استان مطابقت زیادی با نوار خاک‌های لسی دارد. بیشترین تراکم خاک‌های لسی در شرق استان، شهرستان کلاله است و بیشترین بروز سرطان هم در آن شهرستان است و حتی نمودار سرطان که در نقشه ۴-۳۰ قابل مشاهده است، بر روی مناطق دارای خاک‌های لسی است. هر چه به سمت غرب پیموده می‌شود، نوار خاک‌های لسی کاهش می‌یابد، ولی این دو نوار سرطان و لس با توجه به سیر کاهشی از شرق به غرب تطابق خاصی با هم دارند و هر دو تقریباً در یک خط حرکت می‌نمایند.

پاشایی (۱۳۷۶)، بیان داشته است که ۷۰ تا ۹۰ درصد مواد تشکیل دهنده خاک‌های لسی را مواد سیلتی تشکیل می‌دهند و در اثر هوازدگی درصد مواد رسی به کمتر از ۱۰ درصد هم خواهد رسید. Bech و همکاران (۲۰۰۷)، با مطالعه غلظت برخی از عناصر در خاک مناطق اسپانیا در نتایج تحقیق بیان داشته‌اند، جذب سطحی و نگهداری عناصر تحت تأثیر میزان خاک رس منطقه و سختی خاک می‌باشد، و در آن تحقیق به نتیجه رسیدند ارتباط مثبتی بین عناصر سنگین و میزان خاک رس وجود داشت.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادها

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه‌گیری

یکی از اهداف این تحقیق ارائه تکنیک زمین‌آمار به عنوان روشی مفید و نو برای بررسی ارتباط بین آلودگی‌های محیطی نظیر خاک و بیماری‌های شایع در استان گلستان مانند سرطان مری بوده است. روش‌های آماری برای مقایسات و علل مختلفی در تحقیقات متعدد از جمله علوم خاک کاربرد دارد یکی از این روش‌های آماری، زمین‌آمار می‌باشد. بررسی همبستگی مکانی، وضعیت ناهمسان‌گردی، میان‌یابی متغیرهای خاک، تعیین فاصله‌های نمونه‌برداری و ترسیم نقشه با کمک مدل‌های مختلف از جمله کاربردهای زمین‌آمار است. اولین قدم در مطالعات زمین‌آمار محاسبه و ترسیم واریوگرام است. واریوگرام به منظور تشریح پیوستگی مکانی یک متغیر کاربرد دارد. در پیوستگی مکانی هر دو نقطه‌ای که از لحاظ فاصله به هم نزدیک باشند مقادیر نزدیک‌تری را خواهند داشت. از بین عمده‌ترین الگوهای تغییرنا بهترین مدل‌های آن در این تحقیق برای داده‌های سرطان‌های مری، معده و مجموع این دو سرطان و داده‌های فلزات سنگین مورد مطالعه در خاک به کار برده شد. در بین سرطان‌ها مدل گوسی و نمایی بهترین الگوها بوده‌اند و در بین فلزات سنگین خاک بهترین مدل‌ها بیشتر حفره‌ای بود و مدل نمایی، حلقوی و گوسی هم بودند. متغیرهای مورد مطالعه تحقیق دارای تغییرات فاصله‌ای

بوده‌اند. تغییرنماهای محاسبه شده در تحقیق از مدل‌های حلقوی، کروی، نمایی، حفره‌ای و گوسی بوده‌اند که از بین آن‌ها بهترین الگوی واریوگرام جهت به کار بردن آن در روش کریجینگ جهانی انتخاب و انجام شد. به منظور بررسی الگوی برازش یافته از معیارهای آماری میانگین حداکثر خطا (ME) و میانگین مجذورات خطای کاهش یافته (MSE) استفاده گردید. اکثر متغیرهای مورد مطالعه در تحقیق دارای ساختار مکانی بوده‌اند که صحت کاربرد مفید زمین‌آمار را جهت بررسی ارتباط بین سرطان و متغیرهای محیطی نظیر غلظت فلزات سنگین می‌سازند. در مطالعه حاضر از روش کریجینگ جهانی با توجه به کاربرد آن روش در مطالعات مختلف و از جمله خاصیت پیرایش دادن داده‌ها و کاهش انحراف استاندارد به کار برده شد، نقشه‌های حاصل از کریجینگ جهانی به طور قابل لمس و خیلی خوب وضعیت متغیرهای مورد مطالعه را نشان می‌دهد. برای عناصر مورد مطالعه نظیر روی، مولیبدن، اورانیوم و سزیم مدل‌های حفره‌ای، عنصر آلومینیوم مدل نمایی و عنصر آهن مدل گوسی و عناصر سلنیم و نیکل مدل دایره‌ای و عناصر باریم و سرب مدل کروی به عنوان بهترین مدل بوده‌اند.

در نتایج حاصل از غلظت فلزات سنگین نشان می‌دهد که غلظت‌های موجود از غلظت‌های حد مجاز بالاتر نبوده‌اند، به جز عنصر نیکل که طبق جدول کلوک مقایسه و از حد مجاز ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم بیشتر بوده است. اما برخی از عناصر ضروری مورد مطالعه در تحقیق حالت کمبود آن‌ها مطرح است. در تحقیق حاضر به طور انتخابی عناصر ضروری، رادیواکتیو و فلزاتی که سمیت آن‌ها مطرح و دچار بیماری می‌نماید مطالعه و به عنوان تحقیق برگزیده شد که:

عنصر آلومینیوم در این تحقیق در شرق استان پایین‌ترین مقدار را نسبت به شهرستان‌های غربی و مرکز استان داشت؛ شهرستان کلاله کمترین میزان آلومینیوم را دارا بود و شهرهای غربی مانند بندرگز و کردکوی بالاترین مقدار این عنصر را داشتند، و این با میزان بروز سرطان مری که به‌طور معنی‌دار در شرق استان نسبت به غرب استان بالاتر است رابطه معکوس دارد.

میزان عنصر آهن بدست آمده در شهرستان‌های استان به‌طور معنی‌داری در شهرستان شرقی کلالة دارای کمترین مقدار و شهرستان بندرگز دارای بیشترین میزان بوده است. این عنصر در نمونه خاک‌های شهرستان‌های شرقی استان کمترین مقدار و شهرستان‌های غربی استان بیشترین میزان عنصر را دارا بودند. هر چه از غرب استان به شرق پیموده می‌شود این عنصر کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه میزان بروز سرطان مری در استان از غرب به شرق استان یک میزان افزایشی دارد، رابطه عکس وجود دارد.

وضعیت عنصر سلنیم در خاک‌های استان به این نتیجه رسیده شد که تفاوت معنی‌داری بین شهرستان‌های استان مشاهده نشده است. ولی با مقایسه میانگین شهرستان‌ها، شهرستان گرگان بیشترین میزان و شهرستان‌های کلالة و آزادشهر کمترین میزان را داشتند. در نتیجه تحقیق عنصر سلنیم تقریباً شهرستان‌های شرقی نسبت به شهرستان‌های غربی مقدار کمتری داشته‌اند.

عنصر روی در شهرستان‌های شرقی به‌طور معنی‌داری نسبت به شهرستان‌های غربی پایین‌تر بود. شهرستان‌های کلالة و گرگان به ترتیب کمترین و بیشترین میزان عنصر روی را داشتند و با توجه به اینکه میزان بروز سرطان مری در شهرستان کلالة دارای بیشترین میزان و در شهرستان گرگان دارای کمترین میزان بروز سرطان می‌باشد، رابطه معکوس بین میزان عنصر روی و میزان بروز سرطان مری وجود دارد. در این تحقیق عنصر روی هر چه از غرب به سمت شرق استان پیموده می‌شود، فقر روی در خاک‌ها شدیدتر می‌شود. با بررسی‌های زمین‌آماري و نتایج حاصل از تخمین کریجینگ جهانی در تحقیق به وضوح نشان‌دهنده آن است که شهرستان کلالة در یک کمبود شدید روی نسبت به شهرستان‌های دیگر استان به سر می‌برد.

اورانیوم در خاک شهرستان‌های آزادشهر و گنبد به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین مقدار بوده است. این عنصر در شهرستان‌های شمالی استان در آق‌قلا، گنبد، بندرترکمن بیشترین مقدار را داشته و با بررسی زمین‌آماري و تخمین گر کریجینگ، اورانیوم در جاهای مختلف استان به ویژه شهرستان‌های

آق‌قلا و بندرترکمن، گنبد، مینودشت و کلالة هست، که قابل ذکر است این مقدار عنصر موجود در خاک است و دلیل بر فعال بودن آن عنصر نیست.

عنصر باریم با تفاوت معنی‌داری در خاک‌های شهرستان‌های استان در بندرگز و گرگان بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند. عنصر باریم در شهرستان‌های شمال غربی و غربی استان نظیر آق‌قلا، بندرگز و کردکوی دارای بیشترین میزان این عنصر بوده‌اند و مابقی شهرستان‌ها در یک سطح از این عنصر قرار داشته‌اند و با توجه به میزان سرطان مری و وضعیت عنصر باریم رابطه‌ای بین این عنصر و سرطان مری در این تحقیق یافت نشده است.

عنصر سزیم در شهرستان آق‌قلا بیشترین میزان و شهرستان بندرگز کمترین میزان را دارا بوده است. پراکنش سزیم از شمال شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن به جنوب شهرستان رامیان، آزادشهر و علی‌آباد هست. وضعیت توزیع این عنصر با پراکنش سرطان در استان به رابطه معنی‌داری پی برده نشد.

غلظت عنصر نیکل در خاک‌های شهرستان‌های کلالة و بندرگز به ترتیب کمترین و بیشترین میزان را داشته‌اند. این عنصر از غرب به شرق استان تقریباً کاهش یافت. در اکثر مکان‌هایی که بروز سرطان مری در استان وجود دارد، میزان عنصر نیکل، با یک رنگ در نقشه نشان داده شده است که سطح بالاتر از حد مجاز ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم طبق جدول کلوک هست.

عنصر سرب در شهرستان بندرگز کمترین میزان و آزادشهر بیشترین میزان بوده است که شهرستان‌های مرکزی استان دارای مقادیر بیشتری نسبت به شهرستان‌های شرقی و غربی بوده‌اند. با توجه به توزیع عنصر سرب و پراکنش سرطان در استان ارتباط قوی بین این عنصر و سرطان مری در این تحقیق یافت نشده است؛ و می‌توان بیان نمود که مقدار سرب در استان تأثیری روی بروز سرطان نداشته است.

با توجه به گستردگی خاک‌های لسی در شرق استان، مخصوصاً شهرستان کلالة و ترکیب موادی آن و طبق نتایج بدست آمده از عناصر مورد مطالعه در این تحقیق، پایین بودن میزان عناصر در شرق

استان به‌ویژه کلالة، احتمال را می‌توان بر آن داشت که ترکیب خاک‌های لسی توان نگهداری و اجازه ماندگاری عناصر را در آن مناطق نمی‌دهند. احتمالاً تمرکز این گونه خاک‌ها مقدمه‌ایی بر کاهش عناصر در خاک آن مناطق گردید و باعث بروز بیماری‌هایی نظیر سرطان را سبب شده است. هر چند نمی‌توان تمام استان را در مورد بروز سرطان مری با یک نگاه ارزیابی نمود و یقیناً عوامل متعددی تأثیر گذارند؛ اما شناسایی عوامل عمده و اصلاح موانع موجود کارگشا خواهد بود.

شهرستان کلالة از لحاظ تمام عناصر مورد مطالعه چه ضروری و چه سمی دارای مقادیر کاهشی است. شهرستان بندرگز از لحاظ عناصری که عمدتاً بواسطه صنعت ایجاد می‌شوند نظیر نیکل و نظایر آن بیشتر مشاهده گردید.

عنصر روی و آهن به‌عنوان یک متغیر مطرح و اثر گذار بر روی بروز سرطان مری در این تحقیق مطرح بوده است.

عناصر رادیواکتیو مورد مطالعه تحقیق نظیر اورانیوم، باریوم و سزیم در شهرستان آق‌قلا بیشتر مطرح بوده است.

۵-۲- پیشنهادها

- پیشنهاد می‌گردد با مطالعه و بررسی میزان عناصر در بدن انسان‌ها در منطقه مورد مطالعه و این که آیا شهرستان‌های مورد مطالعه که از لحاظ عناصری که دارای کمبود بوده‌اند در بدن هم تأثیر گذار بوده است؟

- پیشنهاد می‌شود در شهرستان‌هایی که وضعیت سرطان بالا و کمبود عناصر نظیر روی و آهن و نظایر آن پایین است، با مصرف سبزیجات تازه و اصلاح وضعیت تغذیه آن‌ها به علت آن که اکثر این مناطق پرخطر مخصوصاً روستاهای شهرستان کلالة و گنبد از خوردن سبزیجات و میوه‌های تازه محروم بوده‌اند.

- پیشنهاد می‌شود آب و گیاهان مصرفی مناطق پرخطر سرطان مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد.

- پیشنهاد می‌شود مراکز آموزشی درمانی از نقشه‌های حاصله پیش‌بینی آلودگی و تطبیق آن‌ها با بیماری سرطان در مطالعات خود لحاظ نموده و با تلفیق مطالعات مختلف در جهت شناسایی عامل و یا عوامل اصلی این بیماری غم‌انگیز و خانمان‌سوز و رفع آن گامی برداشته شود.
- با توجه به گستردگی بیماری و صحیح نبودن قضاوت سریع در بیان علت و یا عواملی در تأثیر بروز سرطان پیشنهاد می‌شود مطالعاتی در مورد گیاهان و آب منطقه صورت پذیرد.
- پیشنهاد می‌گردد اهالی مناطق شرق استان از بهداشت قوی‌تری حمایت شوند و از مصرف آب انبارها جلوگیری به عمل آید. چرا که ماندگاری آب و حتی نحوه جمع‌آوری آب‌ها در آن مناطق و ذخیره آن در مخازن آب دارای آلودگی‌هایی می‌باشد.
- پیشنهاد می‌گردد مطالعه قوی‌تر و منسجمی در زمینه تأثیر خاک‌های لسی بر روی بیماری سرطان صورت پذیرد.
- پیشنهاد می‌شود مطالعات اپیدمیولوژیکی در زمینه محیط زندگی افراد دچار سرطان بسته به محیط‌های خاص نظیر ارتفاع محل زندگی، شرایط رطوبت و خشکی، درجه حرارت صورت پذیرد.
- راهکارهایی جهت افزایش عناصر دارای فقر و یا کمبود مناطق مدنظر باید تدبیر گردد و همچنین با اصول صحیح عنصردهی به خاک و یا حتی در صورت ضرورت به‌عنوان نسخه ضروری مصرف عناصر دارای کمبود نظیر روی و آهن در مواد غذایی مصرفی آن‌ها برای جلوگیری از بروز بیشتر سرطان مدنظر قرار گیرد.
- پیشنهاد می‌شود در صورت صلاحدید، مناطقی که در این تحقیق پی برده شد که از لحاظ عناصر ضروری نظیر روی و آهن و نظایر آن فقیرند، به طور آزمایشی با حمایت دولت این عناصر به ساکنان آن مناطق از لحاظ تغذیه‌ای، کشاورزی و طریقه‌های دیگر تحت پوشش قرار گیرد.

فهرست منابع

* منابع فارسی

- ۱- استانداری گلستان، اداره کل آمار و اطلاعات، (۱۳۸۶)، سالنامه آماری استان گلستان، انتشارات معاونت برنامه‌ریزی استانداری، ۷۷۸ صفحه.
- ۲- اسماعیلی ساری ع، (۱۳۸۱)، آلاینده‌ها بهداشت و استاندارد در محیط زیست، چاپ اول، انتشارات نقش مهر، تهران، ۷۶۷ صفحه.
- ۳- امینی آ، (۱۳۷۴)، مطالعه برخاستگاه و مکانیزم رسوب زایی لس‌ها در حوزه آبخیز قره تیکان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۷۵ صفحه.
- ۴- امینی م، (۱۳۷۸)، بررسی زمین‌آماري شوري و قلیائیت در برخی از خاک‌های منطقه مرودشت اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۰ صفحه.

- ۵- ایوبی، ش.ا و حسینعلی‌زاده، م. بررسی تغییرپذیری مکانی فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از تکنیک زمین‌آمار و GIS. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۶۰، شماره ۲، ۳۸۱-۳۶۹.
- ۶- بنت م، دوپل پ، (۱۳۸۰)، زمین‌شناسی زیست‌محیطی (زمین‌شناسی و محیط زیست انسان)، ترجمه هرمزی ا، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- ۷- بوتکین د، کلر ا، (۱۳۸۷)، شناخت محیط زیست: زمین سیاره زنده، ترجمه وهاب زاده ع، چاپ پنجم، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد، ۶۹۴ صفحه.
- ۸- پاشایی ع، (۱۳۷۶)، بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و چگونگی خاستگاه رسوبهای لسی در منطقه گرگان و دشت، مجله علوم زمین، سال ششم، صفحات ۷۸-۶۷.
- ۹- حاجیان ک، کاش یفرد م، داودی ح، عابدی م، (۱۳۸۲)، بررسی اپیدمیولوژیک بیماران مبتلا به سرطان مری در مراجعه کنندگان به مرکز پرتودرمانی شهید رجایی بابلسر، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، سال پنجم، شماره ۱۱.
- ۱۰- حسنی‌پاک ع، (۱۳۷۷)، زمین‌آمار: ژئواستاتستیک، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۴ صفحه.
- ۱۱- حسینعلی‌زاده م، (۱۳۸۴)، ارزیابی کارایی مدل ارزشیابی مورگان. فینی با استفاده از زمین‌آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۱۴ صفحه.
- ۱۲- حق نیا ح، و لکزیان ا، (۱۳۷۵)، پیدایش و طبقه بندی خاک، ترجمه، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۶۱۶ صفحه.
- ۱۳- خوشنویس ر، (۱۳۸۸)، سرطان مری: دلایل پیدایش شیوهی تشخیص و راه‌های درمان. مجله پژوهشی دانستنی‌های سرطان، ۲۴.
- ۱۴- دارآفرین ح، دونلو م، (۱۳۸۸)، ضرورت تدوین برنامه جامع ملی کنترل سرطان، مجله پژوهشی- دانستنی‌های سرطان، ۲۴.
- ۱۵- درویش زاده ع، (۱۳۷۰)، زمین‌شناسی ایران، انتشارات دانش امروز، ۹۰۱ صفحه.
- ۱۶- رامشت م. ح. و سیف ع، (۱۳۷۹)، جغرافیای خاک‌ها، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- ۱۷- رفاهی ح (۱۳۸۰)، فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۰ صفحه.
- ۱۸- عزیزی ف، خاتمی ح، جانقربانی م، (۱۳۸۰)، اپیدمیولوژی و کنترل بیماری‌های شایع در ایران، چاپ دوم، تهران، مرکز تحقیقات غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی.
- ۱۹- غضبان ف، (۱۳۸۱)، زمین‌شناسی زیست‌محیطی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ایران. ۴۱۶ صفحه.

- ۲۰- لاگرید م، بوکمن، کرسناد، (۱۳۸۴)، کشاورزی، کودها و محیط زیست، ترجمه بای بوردی م، چاپ اول، انتشارات نزهت، تهران، ۳۱۸ صفحه.
- ۲۱- محمدزمانی س، (۱۳۸۴)، بررسی تغییرات مکانی تولید گندم و خصوصیات خاک در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته استان گلستان، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۲۰ صفحه.
- ۲۲- محمدی ج، (۱۳۷۷)، مطالعه تغییرات مکانی شوری خاک در منطقه رامهرمز (خوزستان) با استفاده از نظریه ژئواستاتستیک- کریجینک، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دوم، شماره چهارم، صفحه ۶۴-۴۹.
- ۲۳- محمدی ج، (۱۳۸۵)، پدومتری: آمار مکانی، جلد دوم، انتشارات پلک، تهران، ۴۵۳ صفحه.
- ۲۴- محمدی ج، بویراحمدی م، (۱۳۸۷)، خاک پزشکی، چاپ اول، انتشارات پلک، تهران، ۲۸۸ صفحه.
- ۲۵- محمودی ش، و حکیمیان م، (۱۳۷۷)، مبانی خاکشناسی، ترجمه، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۰۱ صفحه.
- ۲۶- مدنی م، (۱۳۷۳)، مبانی زمین آمار، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۵۹ صفحه.
- ۲۷- مرکز تحقیقات گوارش و کبد گلستان، (۱۳۸۵)، گزارش سالانه ثبت سرطان مبتنی بر جمعیت در استان گلستان، چاپ اول، شماره سوم نشر پیک ریحان.
- ۲۸- معتمد ا، (۱۳۷۶)، کواترنر، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۰ صفحه.
- ۲۹- مهدوی م، (۱۳۷۳)، هیدرولوژی کاربردی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
- ۳۰- مؤمنی ع، (۱۳۷۴)، مدل سازی ساختار مکانی متغیرهای حاصلخیزی و مواد آلی خاک به عنوان مبنایی برای اعمال کشاورزی دقیق در دشت مروودشت، مجله علوم و آب، ویژه نامه خاک و ارزیابی اراضی، صفحه ۱۲-۱.
- ۳۱- میر م، (۱۳۸۸)، سرطان سالی سی هزار ایرانی را می کشد، مجله پژوهشی دانستنی های سرطان، ۲۴.
- ۳۲- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت سلامت، اداره سرطان مرکز مدیریت بیماریها، گزارش سالانه ثبت موارد سرطان در ایران - سال ۱۳۸۴.
- ۳۳- یزدانبد ع، (۱۳۸۴)، میزان بقای چهار ساله بیماران مبتلا به سرطان های دستگاه گوارش فوقانی در استان اردبیل، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، شماره دوم، دوره پنجم، صفحات ۱۸۰ تا ۱۸۴.

* منابع لاتین

- ۳۴- A nnao W. Leung N. Duzgoren A. Cheung KC. Wong A. (۲۰۰۸). *Heavy Metals Concentrations of Surface Dust from e-Waste Recycling and Its Human Health Implications in Southeast China. Environ. Sci. Technol.* ۴۲, ۲۶۷۴-۲۶۸۰.
- ۳۵- Abnet CC. Saadatian- Elahi M. PourshamsA. Boffetta P, FeizzadehA. Brennan P. et Al. (۲۰۰۴). *Reliability and validity of opiate use self-report in a population at high risk for esophageal cancer in Golestan Iran. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*; ۱۳: ۱۰۶۸-۷۰.
- ۳۶- Akbari MR. Malekzadeh R. Nasrollahzadeh D. Amanian D. Islami F. Li S. et Al. (۲۰۰۸). *Germline BRCA۲ mutations and the risk of esophageal squamous cell carcinoma. Oncogene*, ۲۷:۱۲۹۰-۶.
- ۳۷- Akesson A. Lundh T. Vahter M. et Al.(۲۰۰۵). *Tubular and glomerular kidney effects in Swedish women with low environmental cadmium exposure. Environmental Health Perspectives*, vol. ۱۱۳, no. ۱۱, pp. ۱۶۲۷-۱۶۳۱.
- ۳۸- Akhtiamov MG. Kairakbaev MK. (۱۹۸۳). *Incidence of esophageal cancer on the plains and in the mountainous regions of the Kazakh SSR. Vopr Onkol.* ۲۹:۴۹-۵۳.
- ۳۹- Appleton JD. Qiling Z. Green KA. Zhang G. Xiaoli Ge. xing ping L. et Al. (۲۰۰۶). *selenium in soil , grain, human hair & drinking water in relation to esophageal cancer in the cixian area, Hebei province , people's Republic of china . Applied Geochemistry.* ۲۱(۴) : ۶۸۴ -۷۰۰.
- ۴۰- Badach H. Nazimek T. Kaminski R.Turski W. (۲۰۰۰). *Organochlorine Pesticides concentration in the drinking water from regions of extensive agriculture in poland. Ann Agric Environ Med.* ۷, ۲۵-۲۸.
- ۴۱- Badar F. Anwar N. Mahmood S. *Geographical Variation in the Epidemiology of Esophageal canaer in Pakistan . Asian pacific J cancer prev.* ۲۰۰۵; ۶:۱۳۹-۱۴۲.
- ۴۲- Bartsch H. SpiegelhAlder B. (۱۹۹۶). *Enviromental exposure to N-nitroso compound (NNOC) and precursors: an overview. Eur Prev*; ۵ suppl ۱:۱۱-۷.

- ٤٣- Bech JA. Tume P. Longan L. Reverter F. Bech JO, Tume L. Tempio M. (٢٠٠٧). Concentration of cd, cu ,pb,zn, Al, and Fe in soils of Manresa , NE spain. *Environ Monit Assess*.
- ٤٤- Bernard SM. Samet JM. Grambsch A. Ebi KL. Romieu I. (٢٠٠١). The potentiAl impacts of climate variability and change on air pollution-related heAlth effects in the United States. *Environ HeAlth Perspect*. ١٠٩(Suppl ٢): ١٩٩-٢٠٩.
- ٤٥- Bidoli E. Franceschi S. Dal Maso L. Guarneri S. Barbone F. (١٩٩٣). Cancer mortAlity by urbanization and Altitude in a limited area in Northeastern ItAly. *Rev Epidemiol Sante Publique*. ٤١:٣٧٤-٨٢.
- ٤٦- Blot WJ. Li JY. Taylor PR. Guo W. Dawsey S. Wang GQ. et Al. (١٩٩٣). Nutrition intervention triAls in Linxian, China: Supplementation with specific vitamin/ minerAl combinations, cancer incidence, and disease-specific mortAlity in the generAl population. *J Natl Cancer Inst*; ٨٥: ١٤٨٣-٩٢.
- ٤٧- Brody JG. Vorhees DJ. Melly SJ. Swedis SR. Drivas PJ. Rudel RA. (٢٠٠٢). Using GIS and historicAl records to reconstruct residentiAl exposure to large-sCAle pesticide application. *J Expo AnAl Environ Epidemiol*, ١٢, ٦٤-٨٠.
- ٤٨- Brown LM. Devesa SS.(٢٠٠٢). Epidemiologic trends in esophageAl and gastric cancer in the United States. *Surg Oncol Clin N Am*; ١١: ٢٣٥-٥٦.
- ٤٩- Brown LM. Hoover R. Silverman D. Baris D. Hayes R. Swanson GM. et Al. (٢٠٠١). Excess incidence of squamous cell esophageAl cancer among U.S. Black men: role of sociAl class and other risk factors. *Am J Epidemiol*; ١٥٣: ١١٤-٢٢.
- ٥٠- Burrough P.A. (١٩٩١). Sampling designs for quantifying map unit composition. In: Mausbach. M.J. and Wilding. L.P.(eds), *Spatial variability of soil and landforms*. SSSA.SPEC.Public. No.٢٨,SSSA. Madison. WI.
- ٥١- Burrough PA. McDonnell RA. (١٩٩٨). *Principles of GeographicAl Information Systems*. Oxford University Press, Oxford.

- ٥٢- Byass JB. Lake JR .(١٩٧٧). *Spray drift from tractor powered field sprayer*. *Pestic Sci.* ٨. ١١٧-١٢٦.
- ٥٣- Calabrese EJ. Kostecki PT. Gilbert CE. (١٩٨٧). *How much dirt do children et Al. An emerging environmentAl heAlth question Comment*. *Toxicol.* ١. ٢٢٩-٢٤١.
- ٥٤- CANCERMonDiAl. Globocan .(٢٠٠٢). [http: //www.dep.iarc.fr/](http://www.dep.iarc.fr/).
- ٥٥- Chernih A. and Solodokhina D. (٢٠٠٨). *The Problem Of Soil Pollution In Russia And Associated HeAlth Problems*. *Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security*.
- ٥٦- Chester G. Ward RJ. (١٩٨٤). *OccupationAl exposure and drift hazard during aeriAl application of paraquat to cotton*. *Environ ContaminToxicol.* ١٣. ٥٥١-٥٦٣.
- ٥٧- Christopher D. Lloyd. (٢٠٠٧). *LocAl Models for SpatiAl AnAllysis*. *Queen's University Belfast . CRC Press. Taylor and Francis Group*.
- ٥٨- Commission of the European Communities. (٢٠٠١). *Commission Regulation (EC) no. ٤٦٦/٢٠٠١ of ٨ March ٢٠٠١ setting maximum level for certain contaminants in foodstuffs*. *Off. J. Eur. Communities Legis.* ٧٧: ١- ١٣.
- ٥٩- Cook- Mozaffari PJ. Azordegan F. Day NE. Ressicaud A. Sabai C. Aramesh B. (١٩٧٩). *Cancer Studies in the Caspian littorAl of Iran: results of a case- control study*. *Br J Cancer*; ٣٩: ٢٩٣-٣٠٩.
- ٦٠- Dabrowski JM. PeAll SK. Van Niekerk A. Reinecke AJ. Day JA. Schulz R. (٢٠٠٢). *Predicting runoff-induced pesticide input in agriculturAl subcatchment surface waters: linking catchment variables and contamination*. *Water Res*, ٣٦, ٤٩٧٥-٤٩٨٤.
- ٦١- Derakhshan M.H, MAlekzadeh R, Watabe H, YazdanbodA, Fyfe V, KazemiA, et Al. (٢٠٠٨). *Combination of gastric atrophy, reflux symptoms and histologicAl subtype indicates two distinct aetiologies of gastric cardia cancer*. ٥٧: ٢٩٨-٣٠٥.
- ٦٢- Deutsch C.V, A. G. Journal. (١٩٩٨), *GSLIB: GeostatisticAl Software Library and User's Guide*. *Oxford University Press, New York, . Second Edition*.

- ۶۳- Dousovs B. Martaus A. (۲۰۰۸). *Stability of Arsenic Species in Soils Contaminated Naturally and in an Anthropogenic Manner. Water Air Soil Pollut.* ۱۸۷: ۲۳۳-۲۴۱.
- ۶۴- Engel LS, Chow WH, Vaughan TL, et Al. (۲۰۰۳). *Population attributable risks of esophageal and gastric cancers. J Natl Cancer Inst;* ۹۵: ۱۴۰۴- ۱۳.
- ۶۵- Frost KR. Ware RJ. (۱۹۷۰). *Pesticide drift from aerial and ground applications. Agric Eng.* ۵۱. ۴۶۰-۴۶۷.
- ۶۶- Gammon MD, Schoenberg JB, Ahsan H, Risch HA, Vaughan TL, Chow WH, et Al. (۱۹۹۷). *tobacco, Alcohol, and socioeconomic status and adenocarcinomas of the esophagus and gastric cardia. J Natl Cancer Inst;* ۸۹: ۱۲۷۷- ۸۴.
- ۶۷- Ghadirian P, Stein GF, Gorodetzky C, Roberfroid MB, Mahon GA, Bartsch H, et Al. (۱۹۸۵). *Esophageal Cancer Studies in the Caspian littoral of Iran: some residual results, including opium use as a risk factor. Int J Cancer;* ۳۵: ۵۹۳-۷.
- ۶۸- Goovaert P, (۱۹۹۹), *Geostatistic in soil science: State of the art and perspective, Geoderma, Vol. ۳۸, pp. ۴۵-۹۳.*
- ۶۹- Goovaerts P, (۱۹۹۷), *Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford University Press, New York.*
- ۷۰- Goovaerts P .(۲۰۰۵b). *Geostatistical analysis of disease data: estimation of cancer mortality risk from empirical frequencies using Poisson kriging. Int J Health Geogr* ۴(۳). doi: ۱۰.۱۱۸۶/۱۴۷۶-۰۷۲۸-۴-۳۱.
- ۷۱- Goovaerts P .(۲۰۰۶b). *Geostatistical analysis of disease data: accounting for spatial support and population density in the isopleth mapping of cancer mortality risk using area-to-point Poisson kriging. Int J Health Geogr* ۵(۵۲). doi: ۱۰.۱۱۸۶/۱۴۷۶-۰۷۲۸-۵-۵۲.
- ۷۲- Goovaerts P. (۲۰۰۵). *Detection of spatial clusters and outliers in cancer rates using geostatistical filters and spatial neutral models.*
- ۷۳- Goovaerts P. (۲۰۰۹). *Combining area-based and individual-level data in the geostatistical mapping of late-stage cancer incidence. Spatial and Spatio-temporal Epidemiology.*

- ۷۴- Guo W. Blot WJ. Li JY. Taylor PR. Liu BQ. Wang W. Wu YP. Zheng W. Dawsey SM. Li B. (۱۹۹۴). A nested case-control study of oesophageal and stomach cancers in the Linxian nutrition intervention trial. *Int. J. Epidemiol.* ۲۳, ۴۴۴-۴۵۰.
- ۷۵- Haghdoost A.K, Hosseini H, Chamani G, Zarei M.R, Rad M, Hashemipour M, et Al. (۲۰۰۸). Rising Incidence of Adenocarcinoma of the Esophagus in Kerman. *Iran.*
- ۷۶- Harshman MR , Aldoori W. (۲۰۰۵). The Relevance of selenium to Immunity cancer & infectious Diseases. *Canadian J of Dietetic practice and Research.* ۶۶(۲): ۹۸-۱۰۲
- ۷۷- Hawley JK. (۱۹۸۵). Assessment of health risk from exposure to contaminated soil. *Risk Anal.* ۵, ۲۸۹-۳۰۲.
- ۷۸- He Y. Hou J. Qiao CY. Chen ZF. Song GH. Li SS. Meng FS. Jin HX. Chen C. (۲۰۰۳). An analysis of esophageal cancer incidence in Cixian county from ۱۹۷۴ to ۱۹۹۶. *World J. Gastroent.* ۹, ۲۰۹-۲۱۳.
- ۷۹- Hileman B. (۱۹۹۹). Paring of persistent pollutants progresses, *C&EN*, Sept. ۲۰, p. ۹.
- ۸۰- Hormozdiari H, Day NE, Aramesh B, Mahboubi E. (۱۹۷۵). Dietary factors and esophageal cancer in the Caspian littoral of Iran. *Cancer Res*; ۳۵: ۳۴۹۳-۸.
- ۸۱- Islami F, Kamangar F, Aghcheli K, Fahimi S, Semnani S, Taghavi N, et Al. (۲۰۰۴). Epidemiologic features of upper gastrointestinal tract cancer in northeastern Iran. *Br J Cancer*; ۹۰: ۱۴۰۲-۶.
- ۸۲- Islami F, Nasrollahzadeh D, Kamangar F, Pourshams A, Merat S, Nasser-Moghaddam S, et Al. (۲۰۰۸). Tea drinking habits and risk of esophageal cancer in northern Iran.
- ۸۳- Joint Iran- International Agency for Research on Cancer Study Group. Esophageal Cancer Studies in the Caspian littoral of Iran: results of population studies- a prodrome. *J Natl Cancer Inst* ۱۹۹۷; ۵۹: ۱۱۲۷-۳۸.
- ۸۴- Kabata PA. Pendias H. (۲۰۰۱). Trace elements in soils and plants. ۳rd edition. CRC Press. Boca Raton. Florida. ۴۱۳ pp

- ۸۵- Kamangar F , mAlehzadeh R , Dawsey SM , saidi F . (۲۰۰۷). *EsophageAl cancer in Northeastern Iran . Archives of Iranian Medicine.* ۱۰(۱): ۷۰-۸۲.
- ۸۶- Kamangar F, Does GM, Anderson WF.(۲۰۰۶). *Patterns of cancer incidence, mortAlity, and prevAlence across five continents: defining priorities to reduce cancer disparities in different geographic regions of the world. J Clin Oncol;* ۲۴: ۲۱۳۷- ۵۰.
- ۸۷- Kamangar F, Strickland PT, PourshamsA,MAlekzadeh R, Boffetta P, Roth MJ, et Al. (۲۰۰۵). *High exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons may contribute to high risk of esophageAl cancer in northeastern Iran. Anticancer Res;* ۲۵: ۴۲۵-۸.
- ۸۸- Ke L. (۲۰۰۲). *MortAlity and incidence trends from esophagus cancer in selected geographic areas of China circa ۱۹۷۰- ۱۹۹۰. Int J Cancer;* ۱۰۲: ۲۷۱-۴.
- ۸۹- Kevin, J., and Konstantin, K. (۲۰۰۱). *Using GIS by ESRI (Using ARC GIS, GeostatisticAl AnAlyst)* ۱-۳۰۶.
- ۹۰- Kibble white MG, Van Rens burg SJ, Laker MC, Rose EF. (۱۹۸۴). *Evidence for an intimate geochemicAl Factor in the etiology of esophageAl cancer . JournAl Article.* ۳۷۰-۳۷۸.
- ۹۱- Kimbrough DE. Cohen Y. Winer AM. Creelman L. Mabuni C. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* ۱۹۹۹, ۲۹(۱), ۱.
- ۹۲- kirakbaev MK. (۱۹۷۸). *MAlignant neoplasms among ethnic groups in the Kazakh SSR. Vopr ONKOL;* ۲۴: ۱۰۰-۴.
- ۹۳- Klein E. (۲۰۰۴). *selenium : Epidemiology and Basic science . urology J.* ۱۷۱(۲): ۵۰-۵۳.
- ۹۴- Krain LS. (۱۹۹۱). *Aviation, high Altitude, cumulative radiation exposure and their associations with cancer. Med Hypotheses.* ۳۴:۳۳- ۴۰.
- ۹۵- Ku-Sheng Wu, Xia Huob, Guang-Hui Zhu. (۲۰۰۸). *Relationships between esophageAl cancer and spatiAl environment factors by using Geographic Information System Science of the totAl Environment* ۳۹۳. ۲۱۹ – ۲۲۵.

- ۹۶- Kuwano H. Kato H. Miyazaki T. Fukuchi M. Masuda N. Nakajima M. et Al. (۲۰۰۵). *Genetic Alterations in esophageal cancer*. ۳۵:۷- ۱۸.
- ۹۷- Kuzyakova L.F. (۲۰۰۱). *Geostatistics in soil agrochemical studies Agricultural Soil Fertility*. Vol. ۳۴, No, ۹, pp. ۱۱۳۲-۱۱۳۹.
- ۹۸- Lacatusu R. (۱۹۹۸). *Appraising levels of soil contamination and pollution with heavy metals, Developments for planning and sustainable use of land resources published by European Soil Bureau joint research center*. ۳۹۳-۴۰۲ (۱۰ pages).
- ۹۹- Lai D. (۲۰۰۴). *Geostatistical Analysis of Chinese Cancer Mortality: Variogram, Kriging and Beyond*. *Journal of Data Science* ۲, ۱۷۷-۱۹۳.
- ۱۰۰- Laidlaw M.A.S. Mielke H.W. Filippelli G.M. and Johnson D.L. (۲۰۰۶) *Blood lead in children: Laidlaw et Al. respond*. *Environmental Health Perspectives*. vol. ۱۱۴, no. ۱, p. A۱۹.
- ۱۰۱- Laidlaw M.A.S. Mielke HW. Filippelli GM. Johnson DL. and Gonzales CR. (۲۰۰۵). *Seasonality and children's blood lead levels: developing a predictive model using climatic variables and blood lead data from Indianapolis, Indiana, Syracuse, New York, and New Orleans, Louisiana (USA)*. *Environmental Health Perspectives*. vol. ۱۱۳, no. ۶, pp. ۷۹۳-۸۰۰.
- ۱۰۲- Lanphear B.P. Dietrich K. Auinger P. and Cox C. (۲۰۰۰). *Cognitive deficits associated with blood lead concentrations < ۱۰ microg/dL in US children and adolescents*. *Public Health Reports*, vol. ۱۱۵, no. ۶, pp. ۵۲۱-۵۲۹.
- ۱۰۳- Lawson AB. Biggeri AB. Boehning D. et Al. (۲۰۰۰). *Disease mapping models: an empirical evaluation*. *Disease Mapping Collaborative Group*. ۱۹: ۲۲۱۷-۲۲۴۱.
- ۱۰۴- Lawson AB. Böhning D. Biggeri A. Lesaffre E. Viel JF. (۱۹۹۹). *Disease mapping and its uses*. In Lawson A, Biggeri A, Böhning D, Lesaffre E, Viel JF and Bertollini R, Eds. *Disease mapping and risk assessment for public health*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. ۳-۱۳.

- ۱۰۵- Li J.T. (۲۰۰۶). *Cadmium contamination in orchard soils and fruit trees and its potential health risk in Guangzhou, China. Environmental Pollution*. ۱۰۹: ۱۶۵.
- ۱۰۶- Li X. Guo LF. Dong HQ. (۲۰۰۵). *Impacts of meteorological factors on cancer death rate. Meteorol Sci Technol*. ۳۳: ۵۷۷-۹.
- ۱۰۷- Lin K. Shen W. Shen Z. Wu Y. Lu S. (۲۰۰۲). *Dietary exposure and urinary excretion of total N-nitroso compounds, nitrosamino acids and volatile nitrosamine in inhabitants of high-and low-risk areas for esophageal cancer in southern China. Int J Cancer*. ۱۰۲: ۲۰۷-۱۱.
- ۱۰۸- Li W, IU W, Zhu M, Shi B. (۱۹۹۸). *Determination of copper, zinc, iron and calcium in wheat and maize and three nitrogen compounds in high and low risk areas of esophageal cancer. Wei Sheng Yan Jiu*. ۲۷(۱): ۶۹-۷۱.
- ۱۰۹- Lobert PE. (۱۹۹۷). *Oils and cancer. Cancer Cause Control*. ۸(۳): ۳۸۶-۴۹۵.
- ۱۱۰- Mahboubi E, Kmet J, Cook P.J, Day E, Ghadirian P, Salmasizadeh S.O. (۱۹۷۳). *Esophageal cancer studies in Caspian littoral of Iran: The Caspian Cancer Registry. Br J Cancer*. ۲۸: ۱۹۷-۲۱۴.
- ۱۱۱- McKelvey W, Brody JG, Aschengrau A, Swartz CH. (۲۰۰۴). *Association between residence on Cape Cod, Massachusetts, and breast cancer. Ann Epidemiol*, ۱۴, ۸۹-۹۴.
- ۱۱۲- McLaughlin M.F and Sing B.R. (۱۹۹۹). *Cadmium in Soils and Plants. Kluwer, Dordrecht*.
- ۱۱۳- Mihajevic M. Sisr L. Ettler V. Sebek O. Prusa J. (۲۰۰۴). *Oxidation of as-bearing gold ore – A comparison of batch and column experiments. Journal of Geochemical Exploration*, ۸۱(۱-۳), ۵۹-۷۰.
- ۱۱۴- Miranda M.L. Kim D. Overstreet Galeano M.A. Paul C.J. Hull A.P. and Morgan S.P. (۲۰۰۷). *The relationship between early childhood blood lead levels and performance on end-of-grade tests. Environmental Health Perspectives*, vol. ۱۱۵, no. ۸, pp. ۱۲۴۲-۱۲۴۷.

۱۱۵- Moehrle M. Garbe C. (۱۹۹۹). Does mountaineering increase the incidence of cutaneous melanoma? A hypothesis based on cancer registry data. *Dermatology*. ۱۹۹:۲۰۱-۳.

۱۱۶- Morel FMM. Hering JG. (۱۹۹۳). *Principles and Applications of Aquatic Chemistry*. Wiley and Sons Inc. New York.

۱۱۷- Murgueytio AM. Evans RG. Sterling DA. Serrano F. Roberts D. (۱۹۹۸). Behaviors and blood lead levels of children in a lead-mining area and a comparison community. *J. Environ.HeAlth*. ۶۰. ۱۴-۲۰.

۱۱۸- Nanos N. and Montero G.(۲۰۰۲). SpatiAl prediction of the diameter distribution models. *Forest Ecology and Management*. Vol. ۱۶۱. pp. ۱۴۷-۱۵۸.

۱۱۹- Nasrollahzadeh D, Kamangar F, Aghcheli K, Sotoudeh M, Islami F, Abnet C, et Al. (۲۰۰۸). Opium, tobacco, and Alcohol use in relation to oesophageAl squamous cell carcinoma in a high-risk area of Iran. *Br J Cancer*; ۹۸: ۱۸۵۷-۶۳.

۱۲۰- Nawrot T. Plusquin M. Hogervorst J. (۲۰۰۶). Environmental exposure to cadmium and risk of cancer: a prospective population-based study. *The Lancet Oncology*, vol. ۷, no. ۲, pp. ۱۱۹-۱۲۶.

۱۲۱- Nawrot T.S. Hecke E.van. Thijs L. et Al. (۲۰۰۸). Cadmiumrelated mortAlity and long-term secular trends in the cadmium body burden of an environmentally exposed population. *Environmental HeAlth Perspectives*. vol. ۱۱۶, no. ۱۲, pp. ۱۶۲۰- ۱۶۲۸.

۱۲۲- Newnham A, Quinn M.J, Babb P, kang J.Y, Majeed A. (۲۰۰۳). Trends in opsophageAl and gastric cancer incidence, mortAlity and survivAl in England and wAles ۱۹۷۱-۱۹۹۸/۱۹۹۹. *Aliment pharmacol Ther*. ۱۷(۵): ۶۵۵-۶۴.

۱۲۳- Nickson R. McArthur J. Burgess W. Ahmed K.M. Ravenscroft P. and Rahman M. (۱۹۹۸). Arsenic poisoning of Bangladesh groundwater. *Nature* ۳۹۵, ۳۳۸.

۱۲۴- Nordberg G. (۱۹۹۶). Human cadmium exposure in the generAl environment and related heAlth risks - a review. In: Organisation for

Economic Co-operation and Development (eds) Sources of Cadmium in the Environment. OECD, Paris, pp. ۹۵-۱۰۴.

۱۲۵- Nuvolone D, and et Al. (). *Application of Geostatistical Methods for Public Health Risk Mapping.*

۱۲۶- OECD. (۱۹۹۴). *Cadmium. Background and National Experience with Reducing Risk. Risk Reduction Monograph No. ۲. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.*

۱۲۷- Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P. *Global cancer statistics, ۲۰۰۵. CA: a cancer journal for clinicians. ۵۵(۲): ۷۴-۱۰۸.*

۱۲۸- Peng XE, Yang XH, Shi XX. (۲۰۰۳). *Study on geographic characteristics of esophageal cancer in Fujian Province. Chin J Prev Contr Chronic Non-Communic Dis. ۱۱. ۲۱۲-۳.*

۱۲۹- Pi J. et Al. (۲۰۰۲). *Evidence for induction of oxidative stress caused by chronic exposure of Chinese residents to arsenic contained in drinking water, Environ. Health Persp. ۱۱۰, ۳۳۱.*

۱۳۰- Provoost J. Cornelis C. Swartjes F. (۲۰۰۶). *Comparison of soil clean-up standards for trace elements between countries: why do they differ? J Soils Sediments. ۶(۳): ۱۷۳-۸۱.*

۱۳۱- Redetzke KA. and Applegate H.G. (۱۹۹۳). *Organochlorine pesticides in adipose tissue of persons from El Paso, Texas, J. Environ. Health, ۵۴, ۲۵.*

۱۳۲- Rheeder JP, Marasas WF, Farina MP, Thompson GR, Nelson PE. (۱۹۹۴). *Soil Fertility Factors in relation to esophageal cancer risk areas in Transkei, southern Africa. Eur J cancer. ۳(۱): ۴۹-۵۶.*

۱۳۳- Riboli E. Norat T. (۲۰۰۳). *Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. Am J Clin Nutr. ۷۸: ۵۵۹S- ۶۹S.*

۱۳۴- Ricketts TC. (۲۰۰۳). *Geographic information systems and public health. Annu Rev Public Health. ۲۴, ۱-۶.*

- ۱۳۵- Rothenberg S.J. and Rothenberg J.C. (۲۰۰۶). Testing the dose response specification in epidemiology: public health and policy consequences for lead. *Environmental Health Perspectives*, vol. ۱۱۳, no. ۹, pp. ۱۱۹۰-۱۱۹۵.
- ۱۳۶- Russo R. and W.A. Jury. (۱۹۸۷). A theoretical study of the estimation of the correlation scale in spatially variable field II non stationary field, *Water Res. Res. Vol.* ۲۳. ۱۲۶۹-۱۲۷۹.
- ۱۳۷- Ryan KA. et Al. (۲۰۰۴). Reducing children's risk from lead in soil, *Environ. Sci. Technol.* ۳۸, ۱۹۴.
- ۱۳۸- Samadi F, Babaei M, Yazdanboda, Fallah M, Nourai M, Nasrollahzadeh D, et Al. (۲۰۰۷). Survival rate of gastric and esophageal cancers in Ardabil province, North-West of Iran. *Arch Iran Med*; ۱۰: ۳۲-۷.
- ۱۳۹- sardesai VM. (۱۹۹۳). Molybdenum: an essential trace element. *Nutr clin pract.* ۸(۶): ۲۷۷-۸۱.
- ۱۴۰- Senko AI. (۱۹۷۶). The epidemiology of cancer in central of Asia. *Vopr ONKOL*; ۲۱: ۴۰-۴.
- ۱۴۱- Senthilbumar K. et Al. (۲۰۰۲). Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and dioxin-like polychlorinated biphenyls in livers of birds from Japan, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* ۴۲, ۲۴۴.
- ۱۴۲- Siassi F, Pourasari Z, Ghadirian P. Nutrient intake and esophageal cancer in the Caspian littoral of Iran: A case – control study. *Cancer Detection and Prevention.* ۲۰۰۰; ۲۴(۳): ۲۹۵-۳۰۳.
- ۱۴۳- Simcox NJ, Fenske RA, Wolz SA, Lee IC, and Kalman DA. (۱۹۹۵). Pesticides in household dust and soil: exposure pathways for children of agricultural families. *Environmental Health Perspectives.* vol. ۱۰۳, no. ۱۲, pp. ۱۱۲۶-۱۱۳۴.
- ۱۴۴- Song J. (۱۹۹۲). An epidemiologic analysis on the geographic Factors of esophageal cancer. *Zhon ghua liu xing Bing xue za zhi.* ۱۳(۶): ۳۲۹-۳۲.

- ۱۴۵- Speer SA, Semenza JC, Kurosaki T, Anton-Culver H. (۲۰۰۲). Risk factors for acute myeloid leukemia and multiple myeloma: a combination of GIS and case-control studies. *J Environ Health*. ۶۴: ۹-۱۶.
- ۱۴۶- Tao, S. ۱۹۹۵. Kriging and mapping of copper, lead and mercury contents in surface soil in the Shenzhen area, *Water, Air and Soil Pollution*, Vol. ۸۳, pp. ۱۶۱-۱۷۲.
- ۱۴۷- Thapinta A, Hudak PF. (۲۰۰۳). Use of geographic information systems for assessing groundwater pollution potential by pesticides in Central Thailand. *Environ Int*, ۲۹, ۸۷-۹۳.
- ۱۴۸- Tran G.D, Sun XD, Abnet C.C, Fan JH, Dawsey S, Dong ZW, et Al. (۲۰۰۵). Prospective study of risk factors for esophageal and gastric cancers in the Linxian general population trial cohort in China. *Int J Cancer*; ۱۱۳: ۴۵۶-۶۳.
- ۱۴۹- Tricker AR. (۱۹۹۷). N-nitroso compounds and man: source of exposure, endogenous formation and occurrence in body fluids. *Eur J Cancer Prev*; ۶: ۲۲۶-۸.
- ۱۵۰- Turkdogan M, Fevzi K, kara K, Tuncer L, Uygan I. (۲۰۰۳). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastro intestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and pharmacology*. ۱۳(۳): ۱۷۵-۱۷۹.
- ۱۵۱- Tusscher G.W. (۲۰۰۲). Later childhood effects of perinatal exposure to background levels of dioxins in the Netherlands, Ph.D. thesis, University of Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands.
- ۱۵۲- USDHHS/Public Health Service/National Toxicology Program, Carcinogen Profiles. (۲۰۰۲). Report on Carcinogens, ۱۰th ed., U.S. Department of Health and Human Services, Washington.
- ۱۵۳- Ward MH, Nuckols JR, Weigel SJ, Maxwell SK, Cantor KP, Miller RS. (۲۰۰۰). Identifying populations potentially exposed to agricultural pesticides using remote sensing and a Geographic Information System. *Environ Health Perspect*, ۱۰۸, ۵-۱۲.
- ۱۵۴- Webster R. and Oliver M.A. (۱۹۹۲). Sample adequately two estimate variograms of soil properties. *J. Soil Sci. Vol. ۴۳*. pp. ۱۷۷-۱۹۲.

۱۵۵- WeiWQ, Abnet CC, QiaoYL, Dawsey SM, Dong ZW, Sun XD, et Al. (۲۰۰۴). Prospective study of serum selenium concentration and esophageal and gastric cardia cancers, heart disease, stroke, and total death. *Am J Clin Nutr*; ۷۹: ۸۰-۵.

۱۵۶- whanger PD. (۲۰۰۴). Selenium and its relationship to cancer . *British Journal of Nutrition*. ۹۱(۱): ۱۱-۲۸.

۱۵۷- Wiesmuller T. et Al. (۲۰۰۲). PCDDs/PCDFs, PCBs, and organochlorine pesticides in eggs of Eurasian sparrowhawks (*Accipiter nisus*), hobbies (*Falco subbuteo*), and northern goshawks (*Accipiter gentilis*) collected in the area of Berlin- Brandenburg, Germany, *Arch. Environ. Contam. Toxicol*. ۴۲, ۴۹۰.

۱۵۸- Yamada T, Alpers DH, Owyang C. (۱۹۹۸), *Gastroenterology. First edition*. Lipincott Co. Philadelphia. ۲۳۹-۲۴۳.

۱۵۹- Yang CS. (۱۹۸۰). Research on Esophageal cancer in china: a Review. *Cancer Research J*. ۴۰:۲۶۳۳-۲۶۴۴.

Abstract:

There is a direct relation between some of human's diseases such as cancer with environmental factors, so influential factors must be determined. But, there has not been a definite relation between cancer and environmental factors yet. Cancer is one of the common causes of fatality in developing and developed countries. Digestion mechanism cancers in north of IRAN is one of the principals of cancer-induced. Golestan province is one of the highly cancer regions in IRAN and also around the world. This region in addition to high density of population and having many tourists through the year from different parts of the country has different land uses like agriculture, industry, sea, ethnic landscape. so study of environmentally different factors and their relation with common disease and environmental pollution is vital. It is essential to use geostatistical analysis and GIS for preparing of different maps of disease and pollution. Heavy metals in different manner such as industries, agriculture, housing goods and materials and like these are available in nature. Concerns from these risky elements, like direct effect in sanity and human's health, their concentration in soil and its long-time impacts in agricultural quantity and quality, their absorption through plants and its side-effect in human and animal feeds is highly considerable. So, by assuming that Esophagus cancer in interested region maybe connected with some environmental pollution (soil and plant), soil sampling and data collecting of cancer was done. ۲۲۷ soil samples from different cities, Golestan province, were collected and were sent to lab of West, Australia, for analyzing of heavy metal and rare elements. Classical statistic (SPSS ۱۴,۰) and geostatistic (ArcGIS ۹,۳) was done for data analyzing. Universal kriging was applied in this study and Gaussian and exponential semivariogram belongs to Stomach and Esophagus cancer, respectively. Preparing cancers and heavy metals maps were conducted following cross validation. Results illustrated Esophageal cancer was the highest in east of interested region (Kalaleh city) and there was increasingly trend from west to east. Heavy metals analyzing showed Zn and Fe rate were lower in east of study region than those in west of it. In general, geostatistic was useful and optimal tool in assessing end estimating of cancer and studied elements. Results also showed that Kalaleh city rather than other cities was in poor condition element and, on the other hand loess soil expansion in study region has the highest area and it seems mentioned factors matched with cancer maps.

Keywords: Esophagus cancer, Golestan, Heavy metals, Geostatistic, Kriging



Shahrood University of Technology
Faculty of Agricultural

Effect of Soil Pollution on Esophagus & Stomach Cancer using Geostatistic
in Golestan Province

By:
Ali Aghababaei Ziarati

Supervisors:
Dr.H. Ghorbani
Dr.S. Modabberi

Advisors:
M. Hosseinalizadeh

*A thesis submitted to the graduate studies office in Partial in fulfillment of
the requirements for the degree of Master of Science(M. Sc.) in soil
Science.*

July ۲۰۱۰