

## طراحی شبکه اکتشاف نیمه تفصیلی سرب و روی سه منطقه اکتشافی اراک، شازند و

کمیجان

رضا احمدی

چکیده

یکی از نیازهای اساسی در تمامی مراحل عملیات اکتشافی، تعیین موقعیت دقیق و بهینه کارهای اکتشافی است. بطور کلی نحوه قرار گرفتن کارهای اکتشافی را شبکه اکتشاف می‌گویند. شبکه های اکتشافی انواعی دارند که انتخاب نوع شبکه به شرایط و خصوصیات زمین شناسی کانسار بستگی دارد. در مطالعه حاضر طراحی نوع و ابعاد شبکه اکتشاف نیمه تفصیلی سرب و روی، برای سه محدوده اکتشافی اراک، شازند و کمیجان صورت گرفته است.

با توجه به مطالعات زمین شناسی، اکتشافات مرحله مقدماتی، نوع و میزان اطلاعات اکتشافی موجود (داده های عیارسنجی نمونه های لیتوژئوشیمیایی و نمونه های کانیهای سنگین از آبراهه ها) طراحی شبکه اکتشاف با استفاده از دو روش تحلیلی و زمین آماری انجام شده است.

با استفاده از روش تحلیلی که یک روش مبتنی بر آمار کلاسیک است شبکه اکتشافی مستطیلی به ابعاد  $643 \times 711$  متر برای محدوده اراک، شبکه مستطیلی به ابعاد  $141 \times 182$  متر برای محدوده شازند و شبکه مستطیلی به ابعاد  $728 \times 902$  متر برای محدوده کمیجان طراحی گردید.

در مطالعه حاضر از روش زمین آماری و ترسیم واریوگرامهای امتدادی نیز برای طراحی شبکه اکتشافی محدوده های مورد مطالعه استفاده شد اما به علت کم بودن تعداد داده های اکتشافی و پراکندگی آنها ارتباط فاصله ای چندانی مشاهده نشد و اغلب واریوگرامهای امتدادی از نوع خطی و نمایی می باشند که نشان دهنده وجود روند در داده های منطقه بوده و در نتیجه این روش برای طراحی نوع و ابعاد شبکه نهایی در این مورد از کارایی خوبی برخوردار نمی باشد لذا به نتایج روش کلاسیک بسنده می گردد.

کلمات کلیدی: شبکه اکتشاف، محدوده اکتشافی، نمونه گیری، روش تحلیلی، زمین آمار، واریوگرام.

## Design Of Semidetailed Exploration Grid For Arak, Shazand And Komijan Zones.

In all stages of exploration operation, determining the accurate and optimum position of explorational activities is necessary. The exploratory activities configuration and arrangement is named as exploration grid. There are several kinds of exploration grids, so selection of the correct exploration grid is related to geological condition and characteristics of deposit. In this study, the designing type and dimensions of exploration grid for ARAK, SHAZAND and KOMIJAN zones have been carried out.

Regarding geological studies, preliminary exploration stage, type and amount of available exploration data (lithochemical and watercourse heavy minerals samples data), the design of exploration grids design have been carried out using both analytical and geostatistical methods.

Using the analytical method which is based on classic statistics, three different grids with dimensions  $643 \times 711$  meter for ARAK zone,  $141 \times 182$  meter for SHAZAND zone and  $728 \times 902$  meter for KOMIJAN zone have been designed.

In this study, geostatistical method and directional variograms drawings have been used for the design process but due to the limited amount of available exploratory data and the diversity of the data, a significant spatial correlation was not observed and the majority of the directional variograms are the linear and exponential types. This reflected the existence of trends in the regional data, then as a result, this method is not sufficient for this case study regarding the designing the type and dimensions of the exploration grid. To conclude, we have sufficed ourselves to the results obtained via analytical method.

**Keywords:** Exploration grid, Exploration zone, Sampling, Analytical method, Geostatistics, Variogram

## ۱- مقدمه

یکی از نیازهای اساسی در تمامی مراحل عملیات اکتشافی که به منظور مشخص کردن محل توده کانسار صورت می‌پذیرد، تعیین شبکه اکتشاف می‌باشد. بطور کلی نحوه قرار گرفتن کارهای اکتشافی را شبکه اکتشاف می‌گویند. انواع شبکه اکتشافی وجود دارد که انتخاب نوع شبکه به شرایط و خصوصیات زمین شناسی کانسار بستگی دارد. مهمترین عامل موثر در انتخاب چگالی شبکه نیز، تغییرات خواص کانسار است و بدین ترتیب هر چقدر شکل و خواص کیفی کانسار متغیرتر باشد به شبکه انبوهتری احتیاج خواهد بود [۱].

در مطالعه حاضر به عنوان یک مورد عملی طراحی نوع و ابعاد شبکه اکتشاف در مرحله اکتشافات نیمه تفصیلی احتمالی برای نشانه های سرب و روی سه منطقه اراک، شازند و کمیجان انجام می شود.

## ۲- موقعیت جغرافیایی محدوده های مورد مطالعه

محدوده اکتشافی سرب و روی اراک از لحاظ تقسیمات کشوری در استان مرکزی، شهرستان اراک قرار گرفته و در فاصله ۱۴ کیلومتری جنوب شرقی اراک و جنوب روستای سوارآباد واقع شده است. محدوده اکتشافی شهرستان شازند در فاصله تقریبی ۳۰ کیلومتری جنوب غرب اراک و ۶ کیلومتری شمال شرق شازند، در شرق روستای باغ برآفتاب قرار دارد و محدوده اکتشافی سرب و روی شهرستان کمیجان در فاصله تقریبی ۶۰ کیلومتری شمال غرب اراک و ۴۰ کیلومتری جنوب شهرستان کمیجان و در جنوب روستای جیریا می باشد.

## ۳- لیتولوژی و کانی سازی در منطقه و محدوده های مورد مطالعه

محدوده های مورد مطالعه در ناحیه معدنی و کمر بند فلزایی اصفهان - ملایر واقع شده که جزئی از زون سنندج - سیرجان محسوب می شود [۲]. کانی سازی کانسارها و نشانه های معدنی سرب و روی، اغلب چینه کران هستند و بطور عمده به سنگ های آهکی، آهکی - دولومیتی - شیلی و گاه ماسه سنگی کرتاسه محدود می شوند، اگرچه اندکی از کانسارها و نشانه های معدنی سرب و روی، دارای سنگ میزبان قدیمی تر از کرتاسه نیز می باشد. کانی سازی سرب و روی به صورت لایه ای، رگه ای و عدسی شکل دیده می شود.

بطور کلی در محدوده اکتشافی اراک تنوع لیتولوژی زیادی مشاهده نمی شود و محدوده تقریباً از دو واحد سنگ شناسی تشکیل یافته است که شامل شیل های آهکی و توده نفوذی آذرین می باشد.

واحد های سنگ شناسی که در محدوده های اکتشافی شازند و کمیجان رخمون دارند نیز از قدیم به جدید شامل شیل و ماسه سنگ، ماسه سنگ و کنگلومرا و سنگ آهک پلیتی و مارن می باشند.

## ۴- بررسی منابع

سازمان صنایع و معادن استان مرکزی از طریق شرکت مهندسین مشاور پارس پی آزما در سال ۱۳۸۵ اقدام به انجام اکتشافات مقدماتی در این مناطق نموده که در این اکتشافات به منظور شناسایی نقاط کانی سازی طلا، سرب و روی در محدوده های اکتشافی، دو روش نمونه برداری انجام گرفته است. در روش اول ۸۱ نمونه کانی سنگین از آبراهه های محدوده اکتشافی برداشت شده (۲۹ عدد در محدوده اراک، ۲۸ عدد در محدوده شازند و ۲۴ عدد در محدوده کمیجان) و در روش دوم ۱۵۰ نمونه لیتوژئوشیمیایی (به دو شیوه متفاوت Channel-Chip sampling و Chip sampling) از واحدهای مختلف سنگ شناسی محدوده ها، نقاط دارای آلتراسیون و کانی سازی برداشت گردیده است که از این ۱۵۰ نمونه، ۱۰۰ نمونه جهت طلا و ۷۰ نمونه برای سرب و روی، تجزیه شیمیایی گردیده است (در محدوده اراک ۳۳ نمونه برای آنالیز طلا و ۲۴ نمونه برای سرب و روی، در محدوده مطالعاتی شازند ۳۳ نمونه جهت آنالیز طلا و ۲۳ نمونه برای سرب و روی و در محدوده مطالعاتی کمیجان ۳۴ نمونه جهت آنالیز طلا و ۲۳ نمونه برای سرب و روی) [۲]، [۷].

## ۵- روشها

برای تعیین نوع، ابعاد و چگالی شبکه اکتشاف نیمه تفصیلی محدوده های مورد مطالعه می توان از دو روش آمار کلاسیک و زمین آمار استفاده نمود.

## ۶- تعیین ابعاد شبکه با روش کلاسیک

برای دستیابی به یک ایده کلی و تعیین شبکه برداشت اولیه از روش مبتنی بر آمار کلاسیک استفاده می شود [۳]. برای این منظور از داده ها و نتایج اکتشافات مرحله مقدماتی یعنی نتایج تجزیه شیمیایی تعداد ۷۴ نمونه (۲۴ نمونه لیتوژئوشیمیایی و ۵ نمونه کانی سنگین در محدوده اراک، ۲۳ نمونه لیتوژئوشیمیایی در محدوده شازند، ۲۲ نمونه لیتوژئوشیمیایی در محدوده کمیجان و بقیه نمونه های تجزیه شده فاقد سرب و روی بوده اند) استفاده می شود.

برای محاسبه ابعاد شبکه اکتشاف، ابتدا باید چگالی شبکه اکتشاف را تعیین نمود. طبق تعریف و مطابق رابطه ۱ مساحت کانسار به ازای واحد کار اکتشافی که کانه را قطع کرده باشد به نام چگالی شبکه اکتشاف خوانده می شود.

$$= \frac{S}{n} \text{ چگالی} \quad (1)$$

که در این رابطه S، سطح کانسار است که در صفحه افقی، قائم و یا مایل اندازه گیری می شود و n تعداد کار اکتشافی است که ماده معدنی را قطع کرده باشد.

نتایج محاسبات مربوط به تعیین چگالی شبکه اکتشافی به روش تحلیلی در جدول ۱ خلاصه شده است.

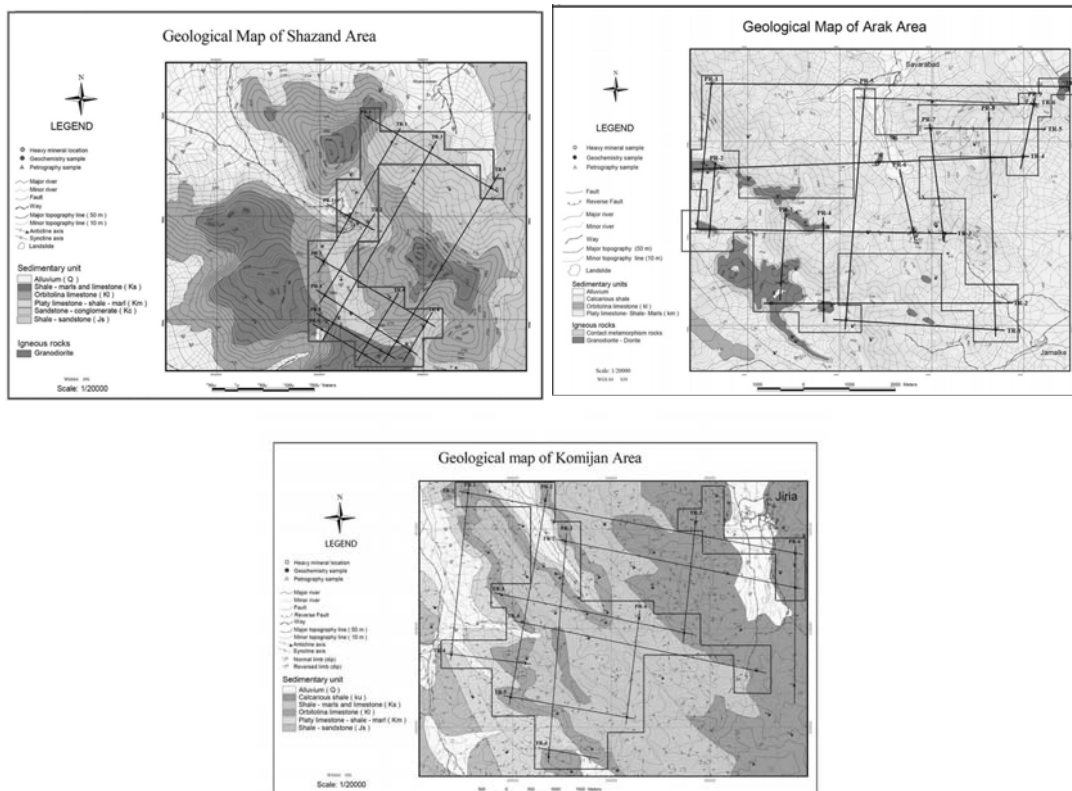
از میان روشهای کلاسیک تعیین چگالی شبکه، با توجه به شرایط موجود محدوده های مورد مطالعه، مناسب ترین روش، روش تحلیلی می باشد. این روش در حقیقت بیان ریاضی درجه تغییرات خواص کانسار است که طی آن حجم کارهای اکتشافی لازم جهت اکتشاف کانسار مشخص می گردد.

برای این منظور بایستی موقعیت یک سری پروفیل (راستا) را بر روی محدوده های مورد مطالعه انتخاب نمود. موقعیت پروفیلها بر این اساس صورت می گیرد که تا حد ممکن پروفیلها با یکدیگر موازی بوده و بر روی هر پروفیل بیشترین تعداد نمونه واقع شود. به منظور استفاده از کلیه اطلاعات موجود، داده های مربوط به نمونه های اکتشافی غیر واقع بر روی پروفیلها، بر روی نزدیکترین پروفیل به آن نمونه، تصویر می شود. شکل ۱ نقشه زمین شناسی، موقعیت پراکندگی نمونه های برداشت شده، محدوده منطقه اکتشافی و پروفیلهای تعیین شده جهت محاسبه ضریب تغییرات را در محدوده های مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول ۱- نتایج محاسبات مربوط به تعیین چگالی شبکه اکتشاف به روش تحلیلی.

پارامتر اندازه گیری	محدوده اراک	محدوده شازند	محدوده کمیجان
مساحت محدوده اکتشافی (مترمربع)	۱۳۲۵۸۸۰۰	۵۸۹۶۰۰۰	۱۴۴۴۹۸۰۰
تعداد نمونه (عدد)	۲۹	۲۳	۲۲
چگالی (متر مربع بر واحد نمونه)	۴۵۷۲۰۰	۲۵۶۳۵	۶۵۶۸۰۹

ضریب تغییرات برای داده های هر پروفیل (راستا) به صورت جداگانه تعیین شده و سپس میانگین ریاضی ضریب تغییرات تمام پروفیلهای موازی هم (هم راستا)، محاسبه می گردد تا ضریب تغییرات کل توده در آن راستا بدست آید. همین عمل برای داده های پروفیلهای جدید، عمود بر راستای پروفیلهای اولیه انجام می گیرد. با استفاده از ضریب تغییرات که در دو راستای مختلف بدست آمده است می توان ابعاد شبکه را محاسبه نمود که نتایج محاسبات مربوطه در جدول ۲ خلاصه شده است. ابعاد شبکه اکتشافی به روش آمار کلاسیک با استفاده از داده های جدول ۲ برای محدوده اکتشافی اراک، ۶۴۳×۷۱۱ متر، محدوده اکتشافی شازند، ۱۴۱×۱۸۲ متر و برای محدوده اکتشافی کمیجان، ۷۲۸×۹۰۲ متر بدست می آید (شکل ۲).



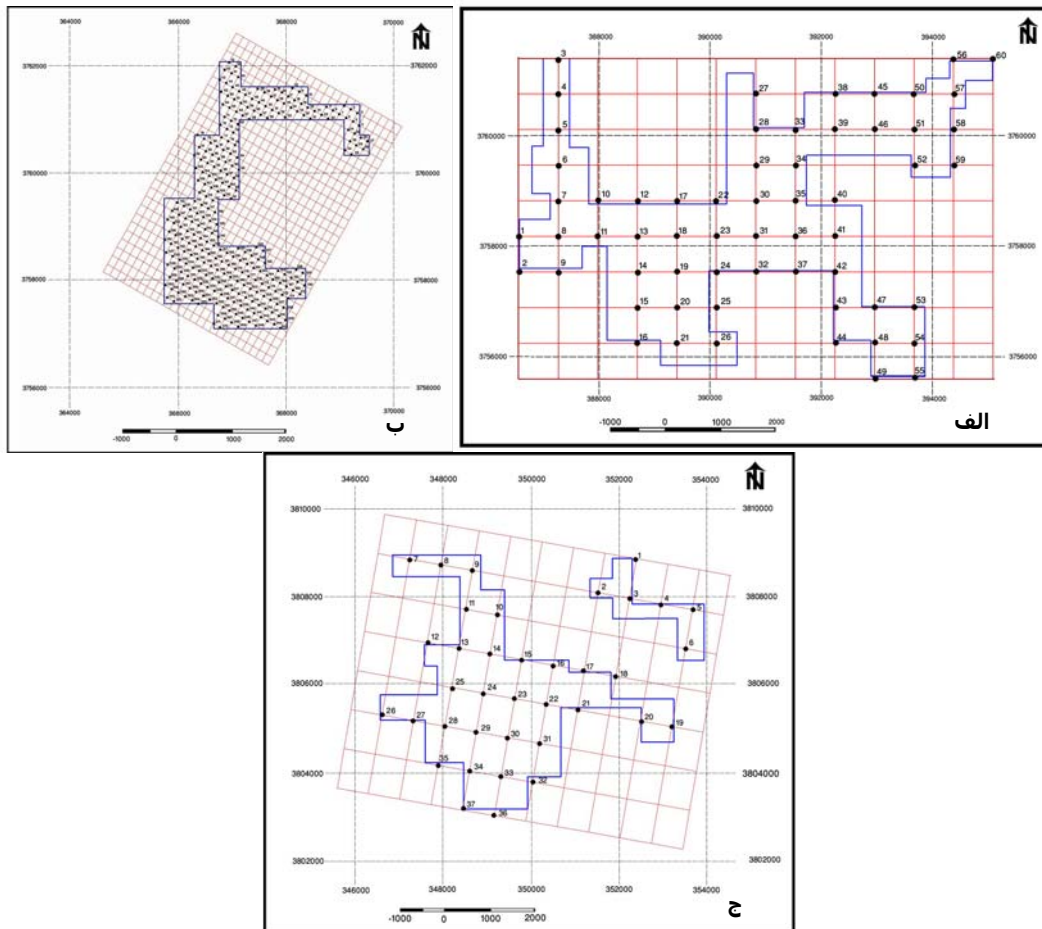
شکل ۱- موقعیت پراکندگی نمونه های برداشت شده، محدوده منطقه اکتشافی و خطوط در روی نقشه های زمین شناسی محدوده های مورد مطالعه، برای محاسبه ضریب تغییرات.

جدول ۲- محاسبات مربوط به تعیین ابعاد شبکه اکتشاف به روش تحلیلی برای محدوده های مورد مطالعه.

محدوده کمیجان	محدوده شازند	محدوده اراک	پارامتر اندازه گیری
۷۰/۶۶	۱۰۰/۶۷	۶۴/۸۲	درصد ضریب تغییرات در راستای شمال - جنوب ( $CV_1$ )
۸۷/۵۸	۷۷/۹۵	۵۸/۶۵	درصد ضریب تغییرات در راستای شرقی - غربی ( $CV_2$ )
۱/۲۳۹	۰/۷۷۴	۰/۹۰۴	نسبت ( $CV_2$ )/( $CV_1$ )
۶۵۶۸۰۹	۲۵۶۳۵	۴۵۷۲۰۰	چگالی شبکه
۹۰۲	۱۴۱	۶۴۳	عرض شبکه بر حسب متر (در راستای شمال - جنوب)
۷۲۸	۱۸۲	۷۱۱	طول شبکه بر حسب متر (در راستای شرقی - غربی)

### ۷- روش زمین آماری

در آمار کلاسیک توزیع فضایی داده‌ها مد نظر قرار نمی‌گیرد و تحلیلها مستقل از مکان و توزیع فضایی نمونه‌ها صورت می‌پذیرد [۴]. زمین‌آمار به بررسی آن دسته از متغیرها می‌پردازد که ساختار فضایی از خود بروز می‌دهند یعنی ابتدا وجود یا عدم وجود ساختار فضایی بین داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته و در صورت وجود ساختار فضایی (همبستگی فاصله‌ای و جهتی) تحلیل داده‌ها انجام می‌گیرد.



شکل ۲- شبکه اکتشاف طراحی شده به روش آماری (تحلیلی) برای محدوده های اکتشافی الف- اراک، ب- شازند و ج- کمیجان (نقاط توپر موقعیت و محل پیشنهادی برای کارهای اکتشافی نیمه تفصیلی می باشند).

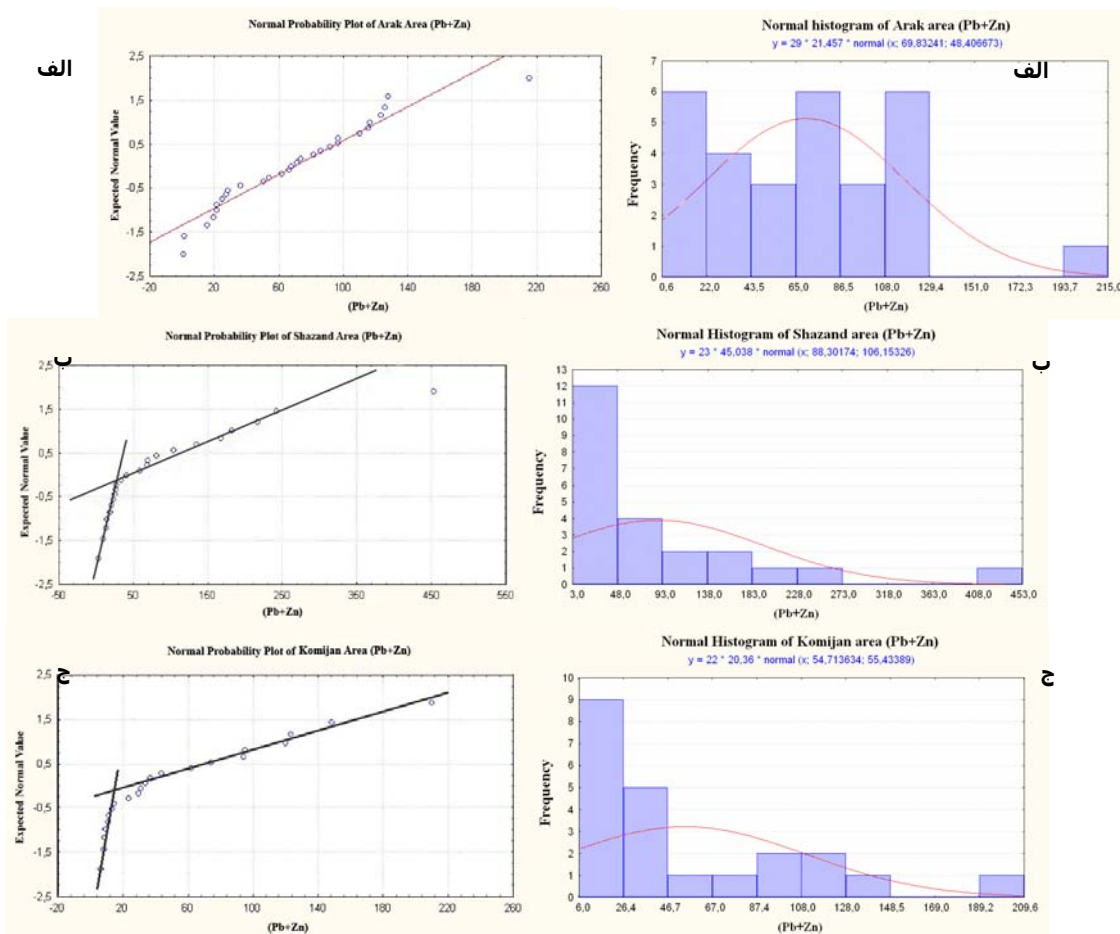
#### ۸- پردازش اولیه داده ها

برای آگاهی از نحوه توزیع داده ها (نرمال بودن یا نبودن تابع توزیع)، قبل از انجام هرگونه عملیات مدلسازی، لازم است که روی آنها مطالعات آماری صورت گیرد. آماره های توصیفی مختصر برای داده های عیار مجموع سرب و روی در محدوده های مورد مطالعه در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳- آماره های توصیفی مختصر برای داده های عیار مجموع سرب و روی محدوده های مورد مطالعه.

پارامتر آماری محدوده	تعداد نمونه	میانگین	میانه	انحراف معیار	واریانس	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی	حداقل	حداکثر
اراک	۲۹	۶۹/۸۳	۶۷/۶	۴۸/۴	۲۳۴۳/۲	۶۹/۳۱	۰/۸۲	۱/۲۵	۰/۶۳	۲۱۵/۲
شازند	۲۳	۸۸/۳	۴۰/۲	۱۰۶/۱۵	۱۱۲۶۸/۵۱	۱۲۰/۲۱	۲/۱۶	۵/۴۹	۳/۱۲	۴۵۳/۵
کمیجان	۲۲	۵۴/۷۱	۲۳/۳	۵۵/۴۳	۳۰۷۲/۹۱	۱۰۱/۳۱	۱/۳۷	۱/۴۵	۶/۲	۲۰۹/۸

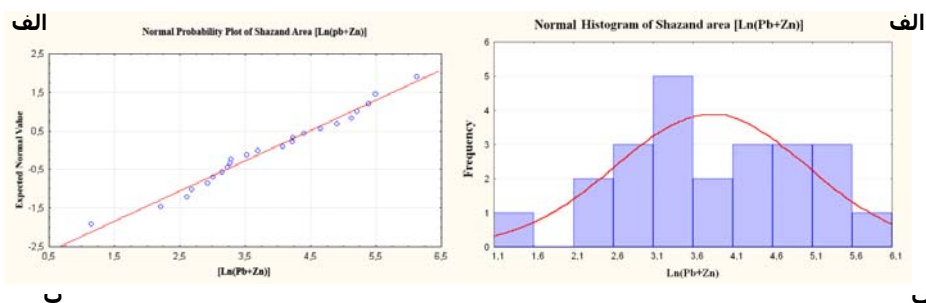
در شکل ۳- نیز هیستوگرام و نمودار تابع توزیع احتمال تجمعی داده های عیار مجموع سرب و روی سه محدوده مورد مطالعه، نشان داده شده است.

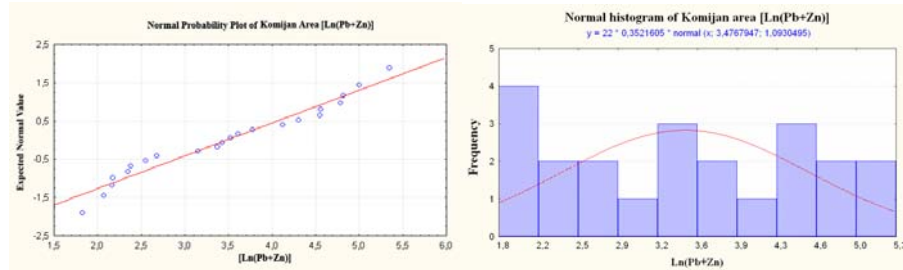


شکل ۳- هیستوگرام و نمودار تابع توزیع احتمال تجمعی عیار مجموع سرب و روی در محدوده های اکتشافی الف- اراک، ب- شازند و ج- کمیجان. با توجه به داده های جدول ۳ و ملاحظه شکل ۳ درمی یابید که توزیع داده های عیار مجموع سرب و روی محدوده اراک از نوع نرمال است زیرا هیستوگرام آن متقارن، تابع توزیع آن به صورت زنگوله ای شکل بوده و نمودار توزیع احتمال تجمعی آن نیز بصورت یک خط راست است ضمن آنکه داده های محدوده های شازند و کمیجان از نوع لاگ نرمال بوده و در حقیقت دو جامعه آماری نرمال مجزا را نشان می دهند که مربوط به بخشهای کم عیار و پرعیار می باشند. توزیع داده های این دو محدوده با یک تبدیل لگاریتمی به حالت نرمال تبدیل می گردند. هیستوگرام و نمودار توزیع احتمال تجمعی داده های لگاریتم مجموع سرب و روی دو محدوده شازند و کمیجان نیز در شکل ۴ نشان داده شده است.

### ۹- واریوگرافی (تجزیه و تحلیل ساختار فضایی)

برای دستیابی به نحوه توزیع ساختار فضایی منطقه، آگاهی از میزان تداوم کانی سازی و همسانگرد یا ناهمسانگرد بودن منطقه، ترسیم واریوگرامهای جهتی ضروری است که برای این منظور از نرم افزارهای زمین آماری GEOEAS و GS+ استفاده شده است.





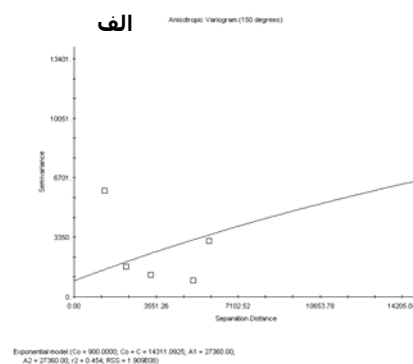
شکل ۴- هیستوگرام و نمودار تابع توزیع احتمال تجمعی داده های لگاریتم عیار مجموع سرب و روی در محدوده های اکتشافی الف- شازند و ب- کمیجان.

### ۱۰- مدل سازی

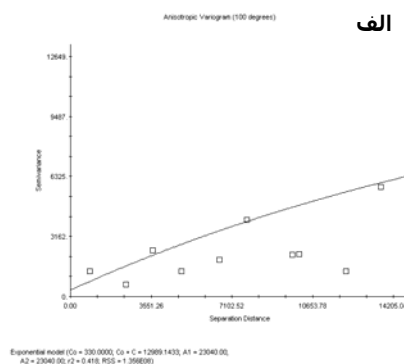
شکل ۵ واریوگرامهای امتدادی برای داده های عیار مجموع سرب و روی محدوده های مورد مطالعه را نشان می دهد. ویژگیهای واریوگرامهای تئوری منطبق بر واریوگرامهای تجربی نیز در جدول ۴ خلاصه شده است. داده های جدول ۴ و شکل ۵ نشان می دهند که محدوده های مورد مطالعه ناهمسانگرد بوده و با توجه به اینکه واریوگرامهای تجربی اکثراً با مدل های تئوریک خطی و نمایی، انطباق یافته اند این موضوع دلیل بر وجود روند در داده های محدوده های مورد مطالعه می باشد.

### ۱۱- صحت سنجی واریوگرام

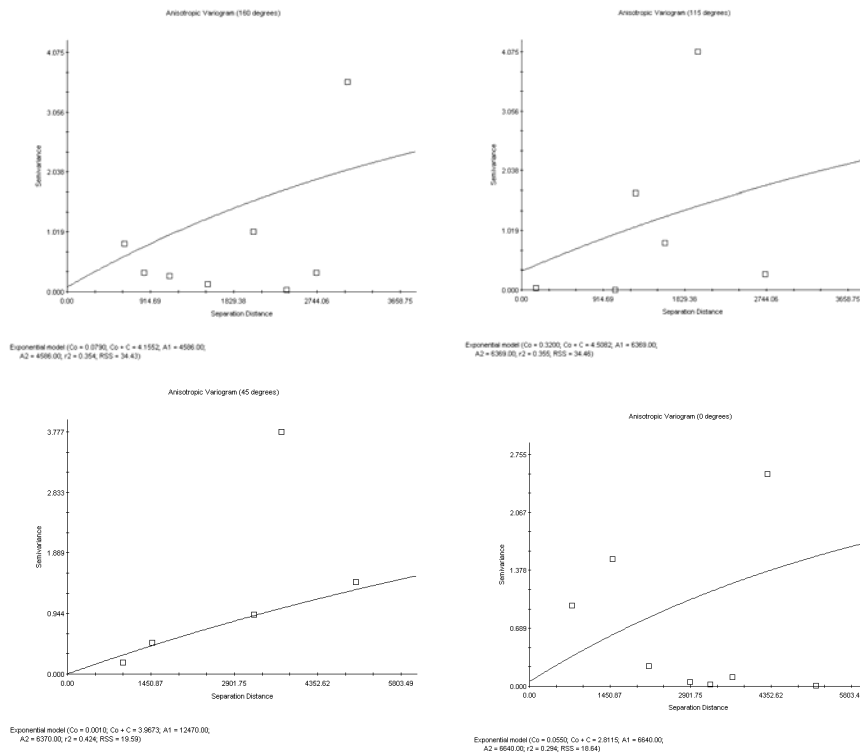
در مطالعات زمین آماری بایستی صحت تمام فرضیات از جمله مدل های واریوگرام به گونه ای کنترل گردد. به منظور آگاهی از اینکه آیا مدل واریوگرام فرضی و پارامترهای تجسس همسایگی در تخمین کریجینگ، به درستی تغییرات فاصله ای مقادیر اندازه گیری شده نمونه ها را لحاظ می کنند، مقادیر تخمینی با مقادیر واقعی مقایسه می شوند. در این روش تخمین کریجینگ که به نام کریجینگ جک-نایف نامیده می شود هر نقطه معلوم با استفاده از نمونه های همسایگی اطراف آن نمونه، تخمین زده می شود به عبارت دیگر هر مقدار معلومی را با فرض اینکه مقدار آن مجهول است تخمین می زنیم سپس برای مجموعه ای از  $n$  نقطه  $\{Z(x_i), i=1,2,\dots,n\}$  می توان مجموعه ای از نقاط تخمینی  $\{Z^*(x_i), i=1,2,\dots,n\}$  را همراه با واریانس تخمین مربوطه  $\{\sigma_k^2(x_i), i=1,2,\dots,n\}$  بدست آورد. خطای تخمین های کریجینگ باید میانگین صفر داشته و با خطاهای تخمینی تئوریک برابر باشد. خطای جک-نایف که اختلاف بین مقادیر اندازه گیری شده (تجربی) و مقادیر تخمینی به روش کریجینگ در همان نقاط می باشد با رابطه ۲ تعریف می شود.



ب



ب



شکل ۵- واریوگرام های امتدادی ترسیم شده برای داده های الف- محدوده اکتشافی اراک در جهت های ۱۰۰ و ۱۵۰ درجه، ب- محدوده اکتشافی شازند در جهت های ۱۱۵ و ۱۶۰ درجه و ج- محدوده اکتشافی کمیجان در جهت های ۰ و ۴۵ درجه. جدول ۴- ویژگیهای واریوگرامهای امتدادی ترسیم شده در جهات مختلف برای محدوده های مورد مطالعه.

ویژگی محدوده	جهت	مدل	اثر قطعه ای	سقف	شعاع تاثیر (متر)
اراک	۱۰۰°	نمایی	۳۳۰	۱۲۹۸۹	۲۳۰۴۰
	۱۵۰°	نمایی	۹۰۰	۱۴۳۱۱	۲۷۳۶۰
شازند	۱۱۵°	نمایی	۱/۳۷۷	۹۰/۷۵	۶۳۶۹
	۱۶۰°	نمایی	۱/۰۸	۶۳/۷۶	۴۵۸۶
کمیجان	۰°	نمایی	۱/۰۵	۱۶/۶	۶۶۴۰
	۴۵°	نمایی	۱	۵۲/۸۲	۱۲۴۷۰

(۲)

که در این رابطه مقدار تخمینی  $Z^*(x_i)$  و مقدار اندازه گیری شده برای یک نقطه معین است. واریانس خطای جک نایف با رابطه ۳ محاسبه می شود [۵].

(۳)

واریانس خطای جک نایف دقت تخمین به روش کریجینگ را منعکس می کند این مقدار باید حتماً کمتر از واریانس بین داده های اصلی بوده و تا حد ممکن کوچک باشد (حداقل باشد). اگر خطای جک نایف در نقطه  $A$  با خطای کریجینگ در همان نقطه، هم خوانی نزدیکی داشته باشد در این حالت پارامترهای واریوگرام با دقت کافی تخمین زده شده است [۶]. با انجام چنین محاسباتی، میانگین خطای کاهش یافته که بصورت رابطه ۴ تعریف می شود باید نزدیک به صفر باشد.



(۴)

پارامتر عددی دیگری که در کنترل اعتبار واریوگرام مورد استفاده قرار می‌گیرد مجموع مربعات خطا (RSS: Reduced Sums of Squares) می‌باشد. مزیت پارامتر RSS این است که در RSS مقدار عددی و ساختار همبستگی در محاسبه دخالت ندارند. مقدار RSS با رابطه ۵ محاسبه می‌شود [۸]، [۹].

$$RSS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [Z(x_i) - Z^*(x_i)]^2 \quad (5)$$

در جدول ۵ واریوگرامهای امتدادی مختلف، اعتبارسنجی شده است. در این جدول  $r^2$  ضریب رگرسیون می باشد. داده های جدول ۵ نشان می دهند که میزان خطای بعضی از واریوگرامهای امتدادی محدوده های مورد مطالعه نسبتاً زیاد است.

جدول ۵- اعتبارسنجی واریوگرامهای امتدادی داده های عیار مجموع سرب و روی محدوده های مورد مطالعه.

پارامتر محدوده	جهت	مدل	RSS	$r^2$
اراک	۱۰۰°	نمایی	۱۳۵۶	۰/۴۱۸
	۱۵۰°	نمایی	۱۹۰۹	۰/۴۵۴
شازند	۱۱۵°	نمایی	۳۴/۴۴	۰/۳۵۵
	۱۶۰°	نمایی	۳۴/۴۳	۰/۳۵۴
کمیجان	۰°	نمایی	۱۸/۶۴	۰/۲۹۴
	۴۵°	نمایی	۱۹/۵۹	۰/۴۲۴

### ۱۲- تعیین ابعاد شبکه با روش زمین آماری و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر به علت کم بودن تعداد داده های اکتشافی و پراکندگی آنها، ارتباط فاصله ای چندانی مشاهده نشد و اغلب واریوگرامهای امتدادی از نوع خطی و نمایی می باشند که نشان دهنده وجود روند در داده های منطقه بوده و در نتیجه این روش برای طراحی نوع و ابعاد شبکه نهایی در مطالعه حاضر از کارآیی خوبی برخوردار نمی باشد لذا به نتایج روش کلاسیک بسنده می گردد.

### ۱۳- پیشنهادات

براساس مطالعات قبلی و نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر پیشنهادات زیر جهت ادامه مطالعات ارائه می گردد. با توجه به شبکه اکتشاف بدست آمده از روش تحلیلی، کارهای اکتشافی سطحی و نیمه عمیق (مانند چالهای دریل واگن) در نقاط مشخص شده انجام شود و نتایج حاصله از آن مورد مطالعه قرار گیرد تا در صورت امیدبخش بودن، مراحل بعدی اکتشاف (اکتشافات عمیق) انجام شود.

تجزیه شیمیایی نمونه های بدست آمده از اکتشافات نیمه عمیق علاوه بر عناصر سرب و روی برای عنصر نقره نیز در محدوده های اکتشافی به عمل آید.

## ۱۴- مراجع

- [۱] مدنی، ح، (۱۳۷۶)، *اصول پی جوئی، اکتشاف و ارزیابی ذخایر معدنی*، انتشارات خانه فرهنگ.
- [۲] سازمان صنایع و معادن استان مرکزی، مهندسین مشاور پارس پی آزما، (۱۳۸۵)، گزارش اکتشاف مقدماتی محدوده‌های مطالعاتی اراک، شازند و کمیجان.
- [۳] احمدی، ر، (۱۳۸۶)، *درسنامه دیجیتال (الکترونیکی) ارزیابی ذخایر معدنی*، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- [۴] احمدی، ر، (۱۳۷۹)، *ارزیابی کانسار تپه سرخ با استفاده از تلفیق داده‌های اکتشافی به روش همبستگی زمین‌آماری داده‌ها*، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- [۵] محلوجی، ه، (۱۳۷۶)، *شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته - پیشامد*، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.
- [۶] حسنی‌پاک، ع ا، (۱۳۷۷)، *زمین‌آمار (ژئواستاتیک)*، انتشارات دانشگاه تهران.
- [7] Kuzvart, M. and Bohmer, M., (1986), *Prospecting and exploration of mineral Deposits*. ] Academia praha. pp.147-186.
- [8] Yates, S.R. and Warrick, A.W, (1987), *Estimating Soil Water Content Using Co-Kriging*, ] Soil Science Society of America Journal , Vol.51 , PP. 23 – 30
- [9] Yates, S.R. and Warrick, A.W, (1986), *Disjunctive Kriging , 2 Examples*, Water Resources Research , Vol.22 , No.5 , PP. 623 – 630.