



کلاس استادی زمین آمار

Arc GIS در نرم افزار

مدرس : کمال خسروی اقدم

Ph.D student of soil science

Email: K.Khosraviaqdam@gmail.com

www.pjmi.ir

✓ در آمار کلاسیک فرض می‌شود که تغییرپذیری 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.

✓ **لزوم کسب شناخت کلی از داده‌های متغیر مورد نظر**

۱- بررسی ویژگی‌های آماری داده‌ها

۲- بررسی ارتباط بین متغیر مورد نظر و سایر متغیرهای موجود احتمالی

❖ آماره ها مورد بررسی در آمار کلاسیک

✓ معیارهای موقعیت (معیارهای مرکزی)

✓ معیارهای پراکنش

✓ معیارهای شکل

✓ گشتاورها

(۱) معیارهای موقعیت (معیارهای مرکزی)

میانگین $m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$

میانه $M = \begin{cases} X_{\frac{n+1}{n}} \\ \left(X_{\frac{n}{2}} + X_{\frac{n}{2}+1} \right) \div 2 \end{cases}$

→ ✓ تعداد داده ها فرد باشد

→ ✓ تعداد داده ها زوج باشد

مد = Data with the most repeat

(۲) معیارهای پراکنش

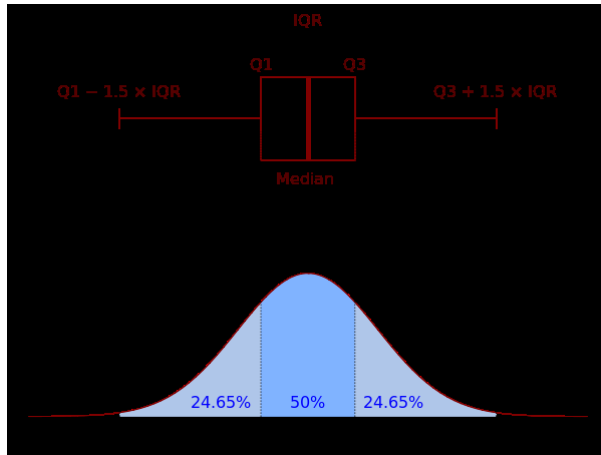
واریانس $\rightarrow \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2$

انحراف معیار $\rightarrow \sigma = \sqrt{\sigma^2}$

ضریب تغییرات $\rightarrow CV = \frac{\sigma}{m}$

فاصله چارکی (Inter Quartile Range=IQR)

✓ در صورت وجود داده‌های پرت در مجموعه داده‌ها یا به شدت چوله بودن داده‌ها از دامنه میان چارکی استفاده می‌شود که شامل ۵۰ درصد داده‌هاست.



$\rightarrow IQR = Q_3 - Q_1 \Rightarrow \begin{cases} Q_1 = \frac{n+1}{4} \\ Q_3 = \frac{3(n+1)}{4} \end{cases}$

✓ استفاده از کدام یک از معیارهای موقعیت مناسبتر است؟

در پاسخ به این سوال باید گفت که اگر داده ها اجازه دهند میانگین بهترین شاخص است ولی به

دلایل زیر ممکن است میانگین با محدودیت روبه رو شود:

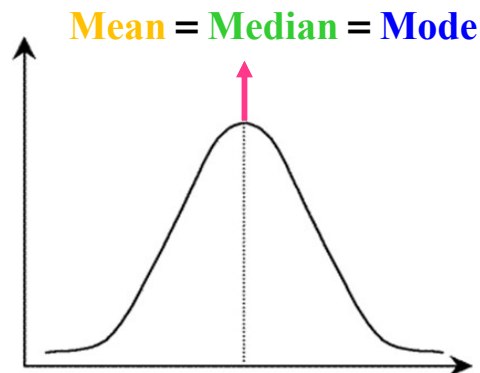
۱- اگر داده ها دارای چولگی زیادی باشند.

۲- اگر متغیر مورد مطالعه فاصله ای نباشد (مثلاً برای داده های اسمی و ترتیبی)

✓ ولی به تجربه ثابت شده است که میانگین شاخص بهتری برای برآورد واقعیت های محیطی

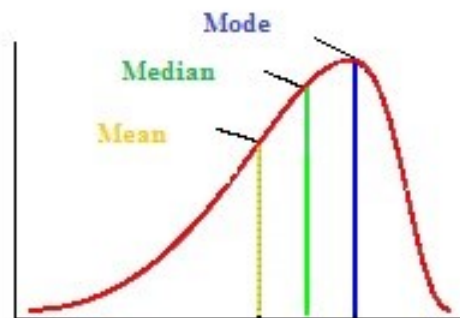
است.

چولگی یا کجی \longrightarrow S (Skewness) = $\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{\sigma^3}$



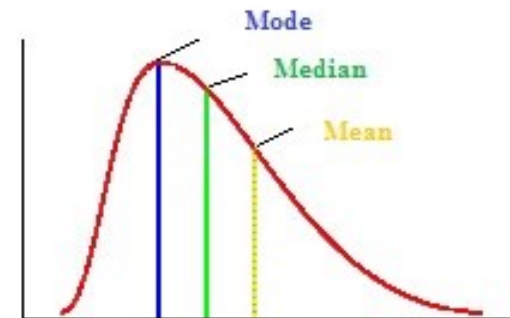
منحنی نرمال

مد = میانه = میانگین



چوله به چپ (چولگی منفی)

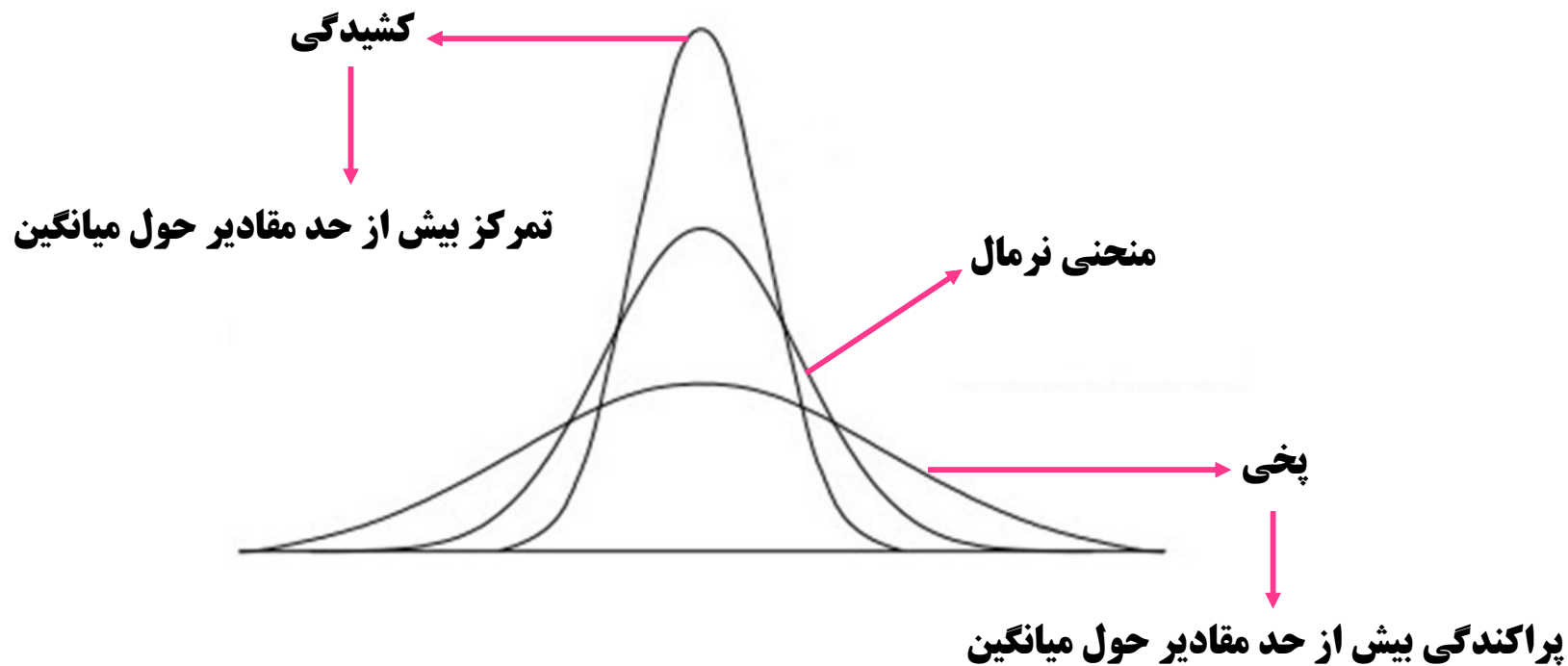
مد > میانه > میانگین



چوله به راست (چولگی مثبت)

مد < میانه < میانگین

کشیدگی یا برجستگی → $K \text{ (Kurtosis)} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^4}{\sigma^4} - 3$



(۴) گشتاور ها : میانگین توان های مختلف انحراف تک تک داده های یک مجموعه از یک نقطه

مشخص مورد نظر در مرکز آن داده ها هستند که توان به کار رفته را در اصطلاح مرتبه گشتاور

می نامند. سه گروه عمده گشتاور عبارت اند از:

(الف) گشتاور های اولیه : گشتاور های اولیه حول مبدا صفر

$$m_r = \frac{\sum f_i X_i^r}{N} \longrightarrow \text{مرتبه } r \text{ یا توان گشتاور است}$$

$$m_1 = \frac{\sum f_i X_i^1}{N} \longrightarrow \text{گشتاور اولیه مرتبه اول که همان میانگین حسابی است}$$

$$m_2 = \frac{\sum f_i X_i^2}{N} \longrightarrow \text{گشتاور اولیه مرتبه دوم}$$

آمار کلاسیک

$$m_3 = \frac{\sum f_i X_i^3}{N} \longrightarrow \text{گشتاور اولیه مرتبه سوم}$$

$$m_4 = \frac{\sum f_i X_i^4}{N} \longrightarrow \text{گشتاور اولیه مرتبه چهارم}$$

(ب) گشتاور های حول مبدا دلخواهی مانند (a Mr)

$$m_r = \frac{\sum f_i (X - a)^r}{N}$$

$$m_1 = \frac{\sum f_i (X - a)^1}{N} \longrightarrow \text{گشتاور مرتبه اول حول مبدا } a$$

$$m_2 = \frac{\sum f_i (X - a)^2}{N} \longrightarrow \text{گشتاور مرتبه دوم حول مبدا } a$$

$$m_3 = \frac{\sum f_i (X - a)^3}{N} \longrightarrow \text{گشتاور مرتبه سوم حول مبدا } a$$

$$m_4 = \frac{\sum f_i (X - a)^4}{N} \longrightarrow \text{گشتاور مرتبه چهارم حول مبدا } a$$

(ب) گشتاور های مرکزی یا حول میانگین : که اهمیت و کاربرد وسیعی در آمار دارند.

$$\mu_r = \frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^r}{N}$$

$$\mu_1 = \frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^1}{N} \longrightarrow \text{گشتاور مرکزی مرتبه اول که به دلیل صفر بودن کاربردی ندارد}$$

$\mu_2 = \frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^2}{N}$ → گشتاور مرکزی مرتبه دوم که واریانس معیار پراکندگی توزیع است

$\mu_3 = \frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^3}{N}$ → گشتاور مرکزی مرتبه سوم که واریانس معیار چولگی توزیع است

$\mu_4 = \frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^4}{N}$ → گشتاور مرکزی مرتبه چهارم که واریانس معیار کشیدگی توزیع است

مدل های توزیع احتمال : بسیاری از متغیرهای تصادفی دارای رفتار عمومی مشابهی هستند

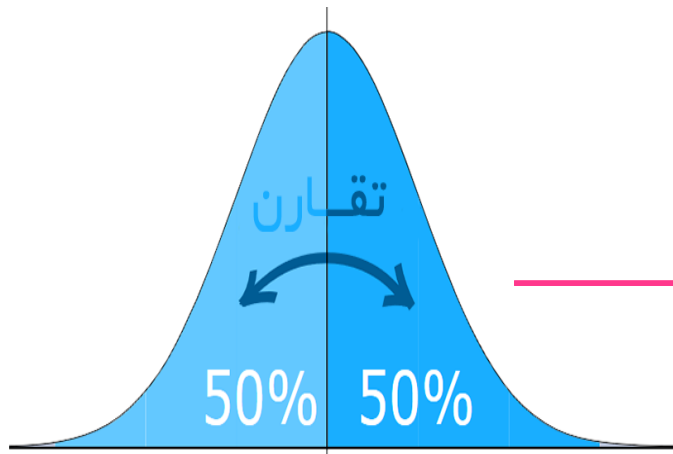
که آن ها را توسط تعدادی از مدل های توزیع احتمال گسسته و پیوسته می توان توضیح داد.

مدل های توزیع احتمال گسسته: توزیع دو جمله ای، چند جمله ای، پواسون و ..

مدل های توزیع احتمال پیوسته: توزیع نرمال یکی از آن ها می باشد در این مدل سطح کل

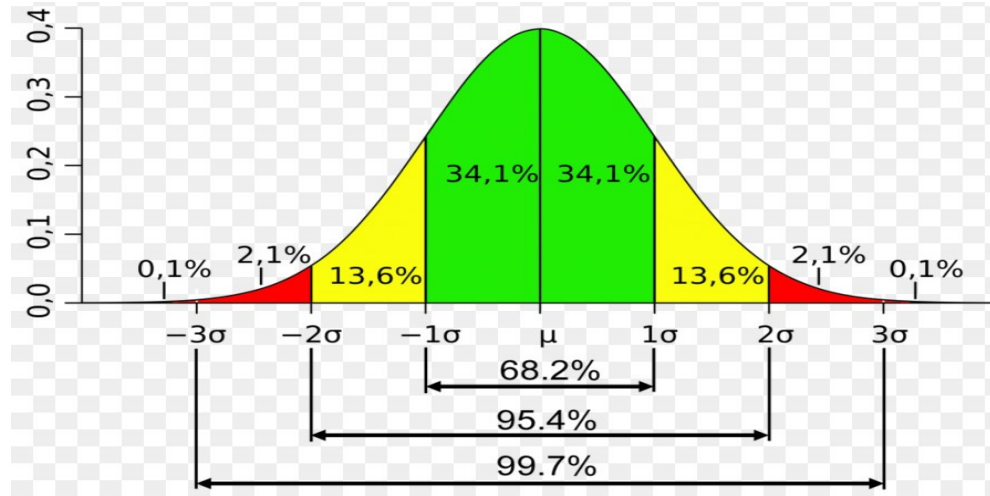
زیر توزیع، یک یا ۱۰۰ درصد داده ها می باشد که برای متغیر پیوسته مثل Z به صورت زیر تعریف

می شود:



$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left\{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\}}$$

آمار کلاسیک



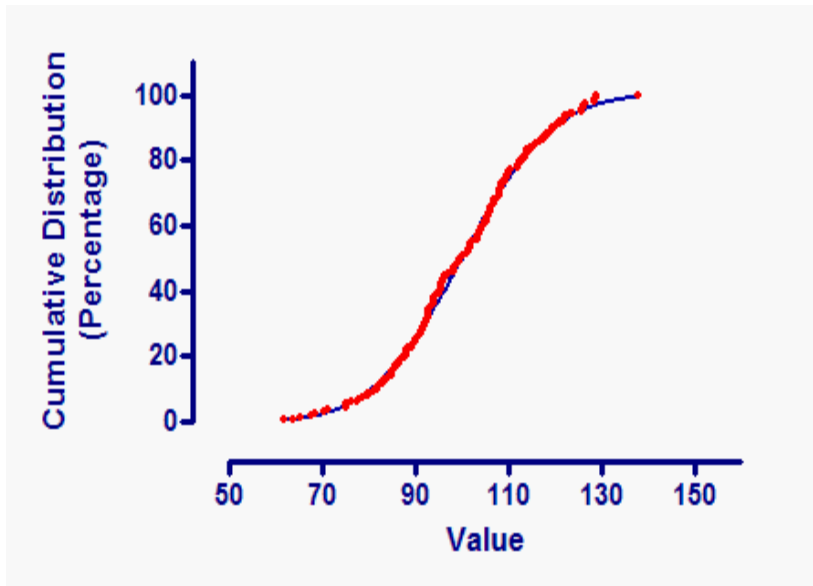
✓ در این توزیع ۶۸/۲ درصد مشاهدات کمتر از یک انحراف معیار از میانگین دور می شود به عبارتی

۶۸/۲٪ از کل نمرات استاندارد نرمال بین ۱- تا ۱+ قرار می گیرد. ۹۵/۴٪ مشاهدات بین ۲- تا ۲+

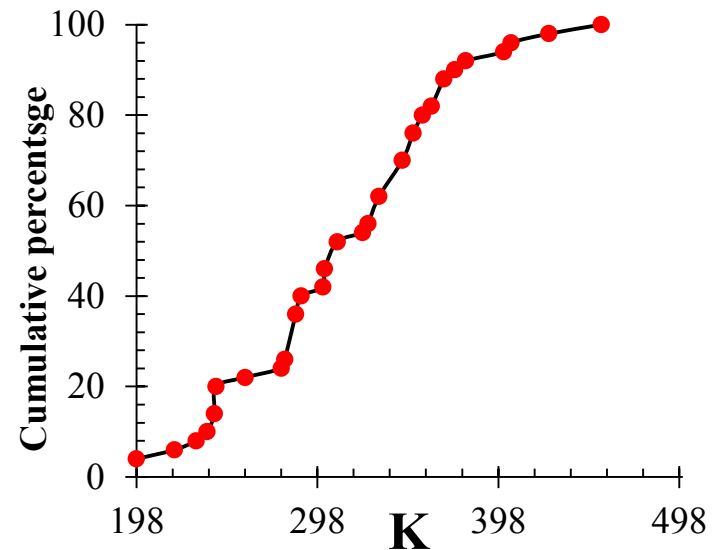
انحراف معیار قرار می گیرد و ۹۹/۷۳٪ در صد مشاهدات بین ۳- تا ۳+ انحراف معیار قرار می گیرد.

تابع توزیع تجمعی: تابع توزیع تجمعی تابعی است غیر صفر و صعودی که در بازه $[0,1]$ بوده و

احتمال آنکه متغیر تصادفی X دارای مقداری کوچکتر از x باشد را نشان می‌دهد.



شکل کلی نمودار توزیع نجمعی



مثالی برای محاسبه K در شالیزارهای برنج

✓ گاهی اوقات داده ها یا مشاهدات توزیع نرمال ندارند (انحراف از نرمال) و لازم است که داده ها یا مشاهدات را به مقیاس جدیدی که در آن توزیع تقریباً نرمال است تبدیل کرد برای این کار یک سری از تبدیلات روی داده ها انجام می شود انواع تبدیلات متداول نرمال سازی به شرح زیر می باشد:

۱- تبدیل لگاریتمی

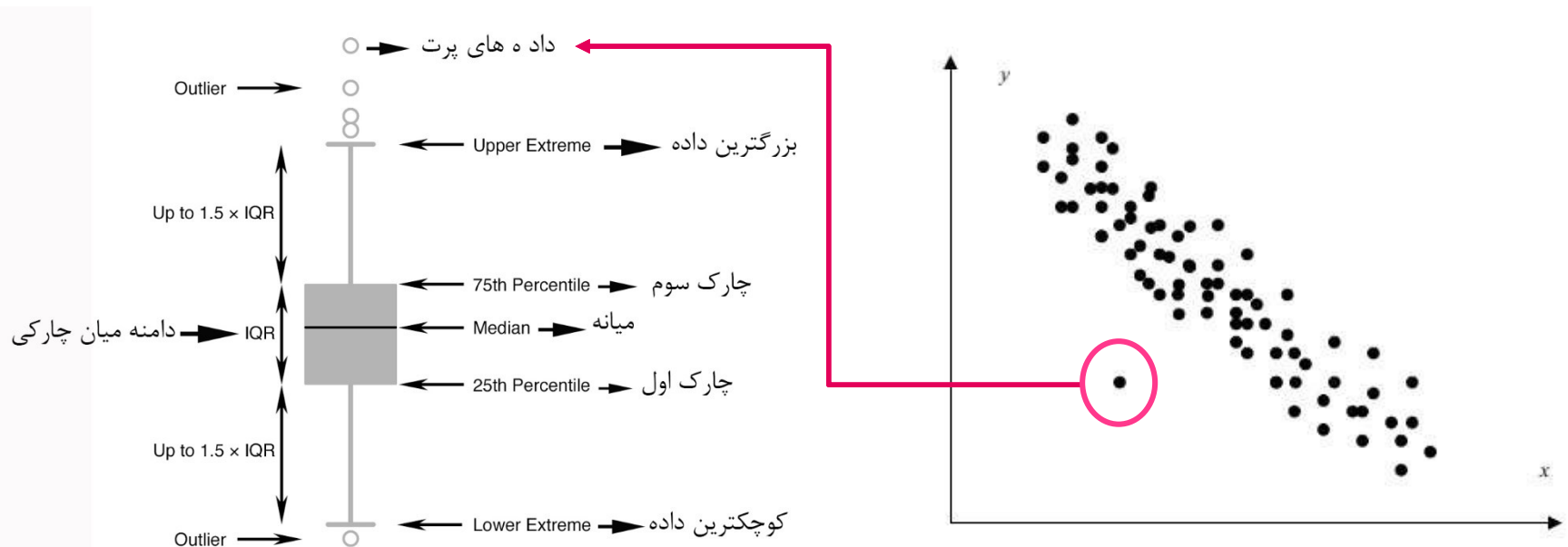
۲- تبدیل ریشه دوم یا جذر

۳- تبدیل باکس کاکس : تبدیلی است که داده ها را به توزیع نرمال نزدیک می کند و یا اگر داده ها را نرمال نکند، آن ها را منظم می کند که شکل کلی آن به صورت معادله زیر است که در آن X مقداری از داده هاست که باید نرمال شوند:

$$z = \begin{cases} \frac{X^\lambda - 1}{\lambda} & (\lambda \neq 0, X > 0) \\ \ln(x) & (\lambda = 0, X > 0) \end{cases}$$

تشخیص داده های پرت

داده های پرت: به داده هایی اطلاق می گردد که معمولاً در یک مجموعه داده نسبت به سایر مقادیر موجود، بزرگتر یا کوچکتر است. داده پرت مشاهده ای است که در فاصله دورتری از سایر داده ها قرار می گیرد و با مقدار مورد انتظاری که داریم متفاوت است.



دلایل ایجاد داده پرت

- ✓ غیر صحیح بودن اندازه گیری ها
- ✓ جمع آوری داده ها از جوامع مختلف
- ✓ اندازه گیری برای یک حادثه یا رویداد نادر
- ✓ چولگی بیشتر مجموعه داده ها در منحنی توزیع فراوانی نسبی

اهمیت تشخیص داده های پرت : در صورت حذف نشدن در تمامی مراحل آماری حضور داشته و باعث

نتایج نادرست و بعضاً غیر منطقی خواهند شد که تشخیص داده های پرت امری زمان بر است و این

موضوع علی الخصوص در مجموعه داده های بزرگ به خوبی خود را نشان خواهد داد.

✓ جهت بررسی آماری داده ها به طور متداول از دو آزمون زیر استفاده می شود:

۱- آزمون شاپیرو ویلکاکس (Shapiro-Wilk test): در صورتی که تعداد داده ها از ۳۰

جفت (۶۰ نمونه) کمتر باشد از این آزمون استفاده می شود.

۲- آزمون کلموگروف اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov test): در صورتی که

تعداد داده ها از ۳۰ جفت (۶۰ نمونه) بیشتر باشد از این آزمون استفاده می شود.

➤ این دو آزمون بیشتر برای کارهایی زمین آماری استفاده می شود.

✓ شاخه ای از علم آمار که شامل روش ها، الگوریتم های و ابزارهای مختلفی است که به

محقق این امکان را می دهد که با ترکیب و تلفیق اطلاعات عددی متغیرها با موقعیت

جغرافیایی داده ها از طریق الگوریتم های ریاضی و آماری به درک صحیحی از توزیع مکانی

داده ها دست پیدا کرد. که یکی از زیر مجموعه های آمار مکانی، زمین آمار می باشد که با

ایجاد سطوح تخمینی توزیع مکانی داده های مکان دار از حالت منفصل به شکل سطوح

تخمینی پیوسته تبدیل می کند.

زمین آمار (Geostatistic)

✚ زمین آمار شاخه ای از علم آمار می باشد که مبتنی بر تئوری متغیر های ناحیه ای است.

✚ هر متغیری که در فضای سه بعدی توزیع شده، و دارای وابستگی مکانی باشد؛ متغیر ناحیه ای

نامیده شده و می تواند در مطالعات زمین آماری مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

✚ در زمین آمار می توان بین مقادیر یک کمیت در جامعه نمونه ها و فاصله نمونه ها و جهت قرار

گرفتن آنها نسبت به هم، ارتباط برقرار کرد.

✓ زمین آمار علاوه بر **مقدار کمیت** در یک نمونه **موقعیت فضایی** آن را هم مورد مطالعه و ارزیابی

قرار می دهد.

✓ در واقع زمین آمار، مجموعه نقاط نمونه برداری مکان دار (دارای موقعیت مکانی) که به شکل

گسسته هستند با استفاده از توابع زمین آماری به شکل یک سطح یا نقشه پیوسته در می آورد که

این عمل، باعث تخمین پارامتر مورد مطالعه در نقاط نمونه برداری نشده می شود که در زمین آمار

این عمل به درون یابی مشهور است.

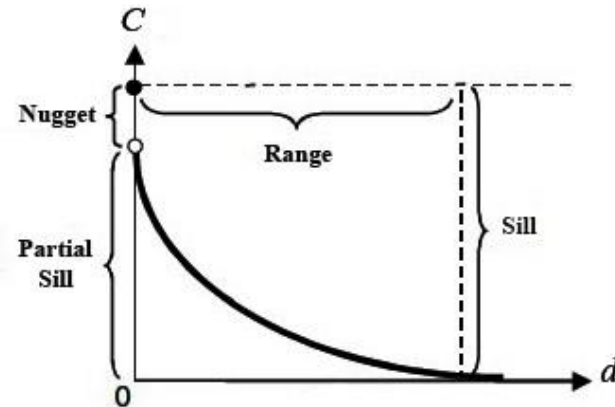
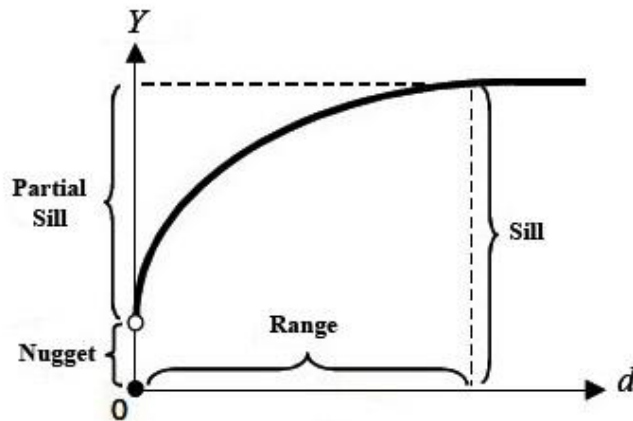
✓ شرط استفاده از روش‌های زمین‌آماري **ایستا بودن متغیر** می‌باشد. براساس فرضیات ایستایی، ساختار تغییرات مکانی یک متغیر ناحیه‌ای در یک منطقه، ثابت فرض می‌شود که در این صورت، موقعیت نسبی نقاط نمونه‌برداری نسبت به یکدیگر از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. ضمناً داده‌ها نیز بهتر است به **توزیع نرمال نزدیک** باشد. یکی از راه‌های بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده از **چولگی** می‌باشد. هنگامی که ضریب چولگی داده‌های استاندارد شده $0-0.5$ باشد، از ریشه دوم و هنگامی که بزرگ‌تر از یک باشد از تبدیل لگاریتمی جهت نرمال‌سازی داده‌ها استفاده می‌شود.

زمین آمار

✓ در زمین آمار به بررسی آن دسته از متغیرها پرداخته می شود که دارای ساختار فضایی

هستند که این ساختار فضایی ممکن است بر حسب فاصله، جهت و... باشد این ساختار فضایی

با استفاده از **واریوگرام** توصیف می شود.



$$\lambda(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

Sill: The semivariance value at which the variogram levels off. Also used to refer to the “amplitude” of a certain component of the semivariogram..

Range: The lag distance at which the semivariogram (or semivariogram component) reaches the sill value. Presumably, autocorrelation is essentially zero beyond the range.

Nugget: In theory the semivariogram value at the origin (0 lag) should be zero. If it is significantly different from zero for lags very close to zero, then this semivariogram value is referred to as the nugget. The nugget represents variability at distances smaller than the typical sample spacing, including measurement error.

همسانگردی و ناهمسانگردی

اگر نیم تغییرنما بسته به جهات جغرافیایی تغییر نکند، نیم تغییر نما همسانگرد است و اگر در جهات مختلف نیم تغییرنما متفاوتی داشته باشیم، ناهمسانگرد خواهد بود تغییر دامنه و یا آستانه‌ی نیم تغییرنما با تغییر جهت، ناهمسانگردی نام دارد.

اگر نیم تغییر نمای رسم شده در جهات مختلف، دارای آستانه یکسان و دامنه تأثیر متفاوت باشد، برای آن متغیر مکانی در محیط مورد نظر ناهمسانگردی هندسی وجود دارد. هرگاه کل تغییرپذیری یا آستانه نیم تغییر نما در جهات مختلف متفاوت، ولی دامنه تأثیر یکسان باشد، ناهمسانگردی از نوع ناحیه‌ی است.

مدل های نیم تغییر نما

❖ قبل از کاربرد نیم تغییر نما، لازم است مناسب ترین مدل تئوریکی بر آن برآزش داده شود.

فرآیند برآزش مدل تئوریکی مناسب، برای یک نیم تغییر نما تجربی از اهمیت زیادی برخوردار

است. انتخاب نوع مدل به فرضیات تئوریکی و عملی بستگی دارد. به طور کلی مدل های تئوریکی

قابل برآزش بر نیم تغییر نما دو دسته هستند:

- گروه های فاقد آستانه

- گروه های حاوی آستانه

• گروه‌های فاقد آستانه

❖ مدل خطی

❖ مدل دوسین

❖ مدل سهمی

• گروه‌های دارای آستانه

❖ مدل کروی

❖ مدل نمایی

❖ مدل گوسی

زمین آمار

در یک شبکه 1×1 کیلومتری، مقدار عنصر کادمیم در خاک بر حسب پی پی ام اندازه گرفته شده است. فرض کنید محل هایی که اعداد نوشته شده است، محل های نمونه برداری باشد، در نتیجه فاصله محل نمونه برداری از هر نقطه تا نقطه مجاور آن یک کیلومتر است. نیم تغییر نما را برای فواصل ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلومتری در حالات زیر به صورت دستی محاسبه و ترسیم نمایید.

0.64	0.78	0.60	0.69	0.49
0.58	0.14	0.65	0.65	0.67
0.72	0.66	0.72	0.67	0.61
0.61	0.77	0.65	0.66	0.62
0.62	0.64	0.63	0.67	0.67

الف - جهت شرقی - غربی
ب - جهت شمالی - جنوبی

زمین آمار

در گام اول مقادیر مربوط به نیم تغییرنما برای جفت نفاط با فواصل ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلومتری در جهات شرقی- غربی محاسبه می شود:

جهت شرقی-غربی

$$\gamma(1_{Km}) = \frac{1}{2 \times 20} \left[(0.69 - 0.49)^2 + (0.6 - 0.69)^2 + \dots + (0.64 - 0.63)^2 + (0.62 - 0.64)^2 \right] = 0.0152825$$

$$\gamma(2_{Km}) = \frac{1}{2 \times 15} \left[(0.6 - 0.49)^2 + (0.78 - 0.69)^2 + \dots + (0.64 - 0.67)^2 + (0.62 - 0.63)^2 \right] = 0.0105533$$

$$\gamma(3_{Km}) = \frac{1}{2 \times 10} \left[(0.78 - 0.49)^2 + (0.64 - 0.69)^2 + \dots + (0.64 - 0.67)^2 + (0.62 - 0.67)^2 \right] = 0.02029$$

$$\gamma(4_{Km}) = \frac{1}{2 \times 5} \left[(0.64 - 0.49)^2 + (0.58 - 0.67)^2 + (0.72 - 0.61)^2 + (0.61 - 0.62)^2 + (0.62 - 0.67)^2 \right] = 0.00453$$

زمین آمار

در مرحله بعد مقادیر مربوط به نیم تغییرنا برای جفت نفاط با فواصل ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلومتری شمالی - جنوبی محاسبه می شود:

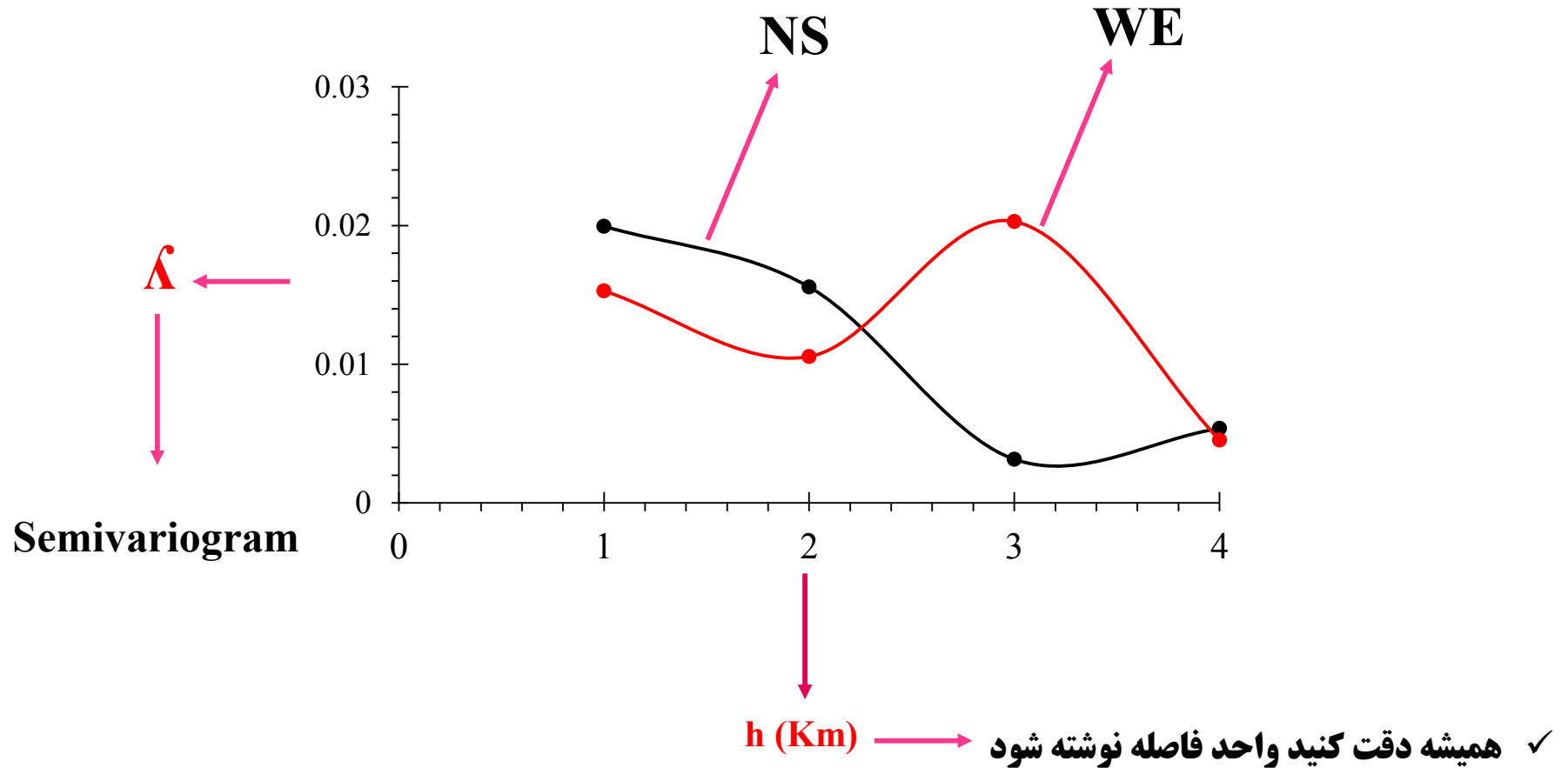
جهت شمالی - جنوبی

$$\gamma(1_{Km}) = \frac{1}{2 \times 20} [(0.67 - 0.49)^2 + (0.61 - 0.67)^2 + \dots + (0.61 - 0.72)^2 + (0.62 - 0.61)^2] = 0.0199475$$

$$\gamma(2_{Km}) = \frac{1}{2 \times 15} [(0.61 - 0.49)^2 + (0.62 - 0.67)^2 + \dots + (0.61 - 0.58)^2 + (0.62 - 0.72)^2] = 0.01557$$

$$\gamma(3_{Km}) = \frac{1}{2 \times 10} [(0.62 - 0.49)^2 + (0.67 - 0.67)^2 + \dots + (0.61 - 0.64)^2 + (0.62 - 0.58)^2] = 0.00315$$

$$\gamma(4_{Km}) = \frac{1}{2 \times 5} [(0.67 - 0.49)^2 + (0.67 - 0.69)^2 + (0.63 - 0.6)^2 + (0.64 - 0.78)^2 + (0.62 - 0.64)^2] = 0.00537$$



✓ **آمار کلاسیک:** در این آمار ارتباط فضایی بین نقاط نمونه برداری وجود ندارد و به صورت تک

بعدی به مطالعه نقاط نمونه برداری پرداخته می شود.

✓ **زمین آمار:** برخلاف آمار کلاسیک، بین نقاط نمونه برداری ارتباط فضایی برقرار است و **نمونه**

های مجاور تا حد معینی به طور مکانی با هم وابستگی دارند و این وابستگی مکانی به وسیله

واریوگرام بیان می شود در این حالت مطالعه از حالت تک بعدی خارج می شود.

✓ **درون یابی:** در واقع هدف از درون یابی به دست آوردن پارامتر مورد نظر در نقاط نمونه برداری

نشده است، اگر چه بین محققین توافقی برای انتخاب بهترین مدل زمین آماری وجود ندارد ولی

✓ همه آن ها بر این باور هستند که وضعیت مکانی و زمانی، موقعیت جغرافیایی، طبیعت داده ها و

همچنین دقت مورد نیاز پروژه ها در انتخاب بهترین روش زمین آماری نقش بسیار مهمی دارد بر

این اساس دو روش درون یابی وجود دارد:

1) Deterministic Include

- ✓ IDW (Inverse Distance Weighting)
- ✓ RBF (Radial Basis Function)

2) Geostatistic Include

- ✓ Kriging
-

✓ تقسیم بندی روش های Deterministic

❖ **محلی (Local)** : در این روش از تعدادی از نقاط برای درون یابی استفاده می شود.

❖ **جهانی (Global)** : در این روش از همه نقاط برای درون یابی استفاده می شود.

این روش ها خود به دو دسته چند جمله ای یا پلی نومیال محلی و جهانی تقسیم بندی می شوند:

- **Global polynomial**
- **Local polynomial**

✓ روش وزن دهی عکس فاصله یا IDW

در این روش نقاطی که به یکدیگر نزدیک هستند با یکدیگر شباهت بیشتری دارند. در واقع هر چه نقاط به نقطه مجهول نزدیکتر باشند در برآورد تاثیر بیشتری دارند.

$$Z(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

$Z(s_0)$: مقدار کمیت مورد نظر در نقطه S_0

N : تعدادی از نقاط با مقداری معلوم جهت پیش بینی نقاط مجهول

λ_i : وزن نسبت داده شده به هریک نقاط معلوم جهت محاسبه وزن نقاط مجهول

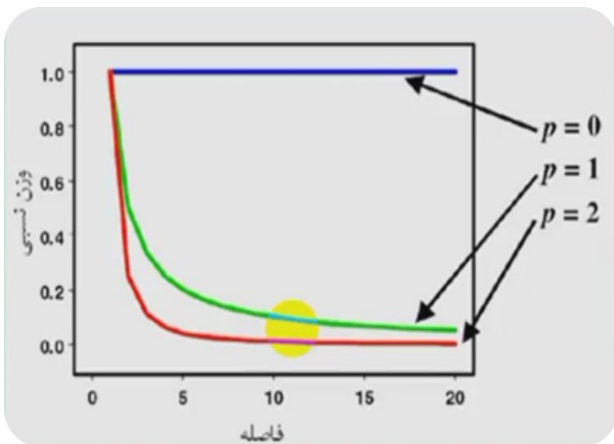
✓ رابطه بین توان و فاصله در روش IDW

در این روش، بحث توان مطرح است:

(۱) اگر توان صفر بدهیم اثر همه نقاط معلوم در برآورد یکسان است زیرا توانی برای آن معرفی نکردیم.

(۲) هر چه توان بالا رود به این معنی نمی باشد که تخمین دقیق تر است بلکه باید از روی مقدار خطا

بهترین توان را معرفی کرد



روش چند جمله ای جهانی (Global polynomial)

❖ (شرط استفاده از روش های پلی نومیال جهانی این است که تغییرات شدید نباشد بلکه به صورت تدریجی باشد)

در این روش سطحی با تغییرات خیلی کم با استفاده از درجات پایین ایجاد می شود که از آن می توان در بعضی از فرآیندهای فیزیکی مانند روندیابی جهت باد استفاده کرد.

ولی باید به این نکته توجه داشت که هر چه درجه یا توان این روش افزایش یابد نسبت دادن آن به پدیده های فیزیکی مشکل تر می شود. کاربرد اصلی این روش برای مواقعی است که تغییرات یک سطح به کندی از یک ناحیه به ناحیه دیگر تغییر کند

در این روش سطحی با **تغییرات ناگهانی** وجود ندارد و نتایج آن به صورت یک سطح ریاضی هموار است که روند های تدریجی در سطح را بر روی منطقه مورد مطالعه نشان می دهد.

روش چند جمله ای محلی (Local polynomial)

(شرط استفاده از روش های پلی نومیال محلی این است که تغییرات به صورت تدریجی باشد ولی یک سری از

داده ها تغییرات ناگهانی داشته باشند و این روش شرایطی را فراهم می کند که این تغییرات لحاظ شود)

از این روش در صورتی استفاده می شود که فاصله همسایگی حساس است و تغییرات شدید و

ناگهانی در داده ها وجود دارد.

روش تابع شعاعی (Radial Basis Function)

❖ این روش برای محاسبه سطوح هموار از تعداد نقاط بیشتری استفاده می شود و این تابع نتایج

بسیار خوبی را برای سطوحی که مدل ارتفاعی با ملامیت تغییر می کند تولید می کند.

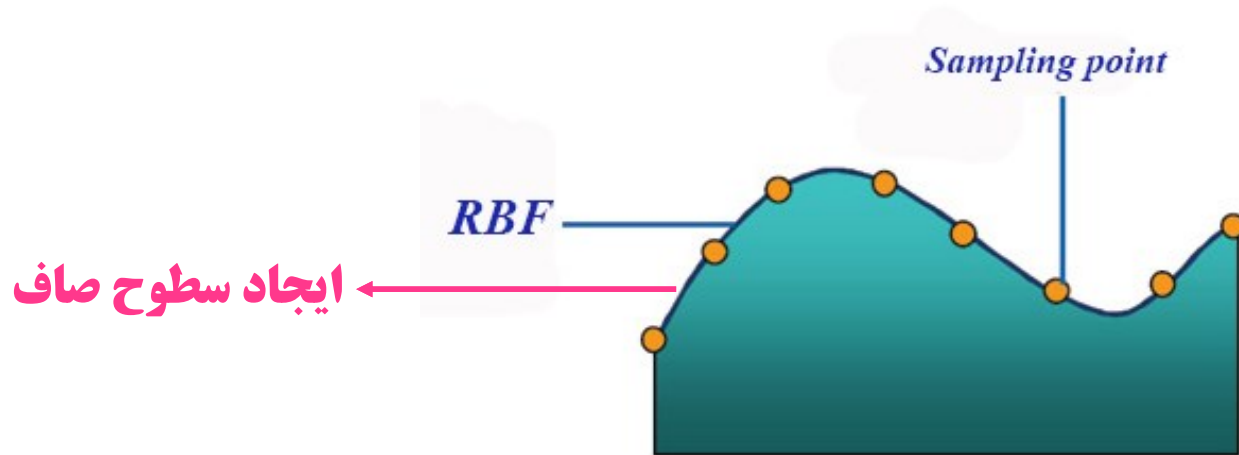
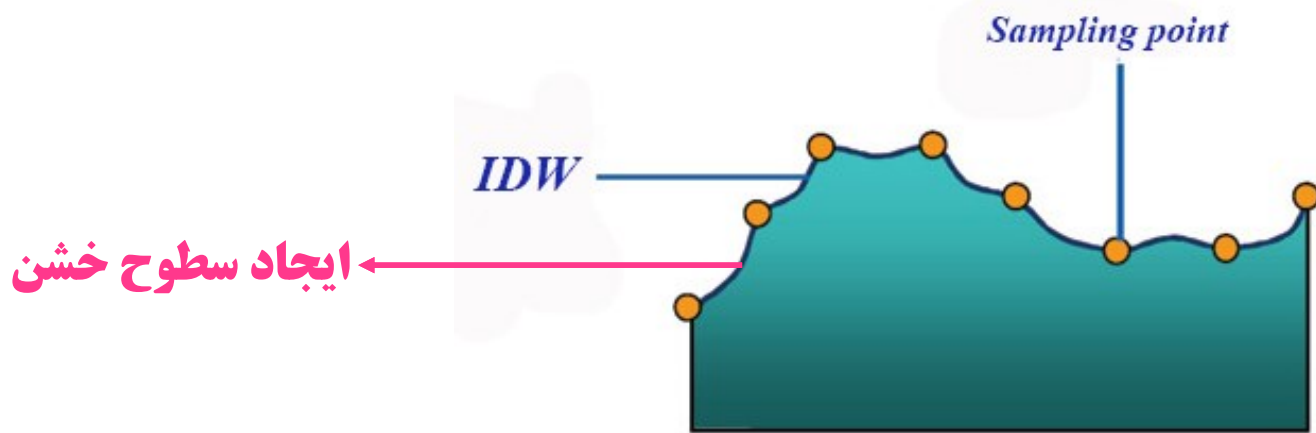
❖ زمانی که تغییرات بزرگی در فاصله کوتاهی رخ می دهد و یا زمانی که در مورد صحت داده های

نمونه برداری شده عدم قطعیت وجود دارد این روش درست نیست.

❖ زیر مجموعه این روش در نرم افزار Arc GIS به توابع اسپیلاین و ... مشهور است.

زمین آمار

مقایسه روش تابع شعاعی و روش وزن دهی عکس فاصله



روش های زمین آماری (Geostatistic)

❖ این روش که به طور کلی کریجینگ نام گرفته یک روش تخمین است که بر منطق روش میانگین

متحرک وزن دار استوار می باشد که بهترین تخمینگر خطی ناوریب می باشد.

❖ این روش یکی از روش های درون یابی با کمترین واریانس تخمین شناخته شده که میزان خطای

آن تابع مشخصات واریوگرام می باشد که اگر مطالعات واریوگرافی (چگونگی توزیع نقاط) و

تشخیص مدل واریوگرام با دقت کافی انجام شود درون یابی به کمک انواع روش های کریجینگ با

دقت بالایی همراه خواهد بود.

❖ کریجینگ مهم ترین و گسترده ترین مدل درون یابی زمین آماری است که برای داده هایی که

روند موضعی تعریف شده دارند مناسب است زیرا با کمترین خطای تخمین، درون یابی را انجام

می دهد که میزان این خطای تابع مشخصات واریوگرام است

در مباحث مربوط به کریجینگ خود همبستگی یا شباهت مطرح می شود (Auto correlation) :

دو نقطه نزدیک به هم شباهت بیشتر و دو نقطه دورتر شباهت کمتری نسبت به هم دارند پس می توان

نتیجه گرفت نقاطی که در فاصله نزدیک تر به هم قرار دارند می تواند از وزن بیشتری در تعیین مقدار

مجهول برخوردار باشند و به تبع آن نقاط دورتر از وزن کمتری برخوردار می باشند.

سمی واریوگرام (Semivariogram)

پارامتری که در تعیین ساختار فضایی (ساختار فضایی یعنی ارتباط و شباهتی که بین داده ها وجود

دارد) برای داده های مورد استفاده کاربرد دارد استفاده می شود. این پارامتر بیشتر برای اندازه

گیری ها استفاده می شود و دلالت بر عدم شباهت (Dissimilarity) دارد، عدم شباهت برای آن

دسته از نقاطی که بصورت کاملاً جدا از هم هستند که این جدا بودن باعث ایجاد تغییرات مکانی

(Spatial) می شود.

کارهایی که در گریجینگ انجام می شود در دو بخش قابل خلاصه کردن است:

۱- استفاده از واریوگرافی (چگونگی توزیع داده ها)

۲- پیش بینی مقادیر مجهول (Prediction)

➤ به طور کلی زمین آمار یک هدف دارد، آن هدف **درون یابی** است که این هدف با در نظر گرفتن

جهت و فاصله ای که نمونه ها از هم دارند به همراه **خود همبستگی مکانی** که دارند پیاده

سازی می شود.

✓ انواع روش های کرجینگ

۱- معمولی (Ordinary)

۲- ساده (Simple)

۳- فراگیر یا جهانی (Universal)

۴- نشانگر (Indicator)

۵- احتمالی (Probability)

۶- انفصالی (Disjunctive)

✓ روش های کوکریجینگ

- ✓ روش کوکریجینگ در واقع نوعی از کریجینگ است که در آن با استفاده از همبستگی بین متغیر اصلی و یک متغیر کمکی، اقدام به برآورد متغیر اصلی می شود. از این رو، روش کوکریجینگ را می توان با روش های چند متغیره در آمار کلاسیک، معادل دانست.
- ✓ متغیر کمکی معمولاً به گونه ای انتخاب می گردد که دارای حداکثر همبستگی آماری با متغیر اصلی باشد.
- ✓ برای کسب نتایج مطلوب در این روش، علاوه بر متغیر اصلی بایستی متغیر کمکی نیز دارای پیوستگی مکانی باشد.

نمونه برداری از خاک

نمونه برداری از خاک برای کارهای زمین آماری

✓ در اکثر منابع توصیه می شود که برای انجام کارهای زمین آماری تعداد نمونه ها ۳۰ جفت

نمونه (۶۰ نمونه) یا بیشتر باشد.

✓ نوع روش نمونه برداری تا حد ممکن سعی شود که روش نمونه برداری منظم یا سیستماتیک

انتخاب شود که در آن یه سری نقاط کنترلی نیز در صورت امکان وجود داشته باشد البته نبود

نقاط کنترلی اجباری نمی باشد.

نمونه برداری از خاک

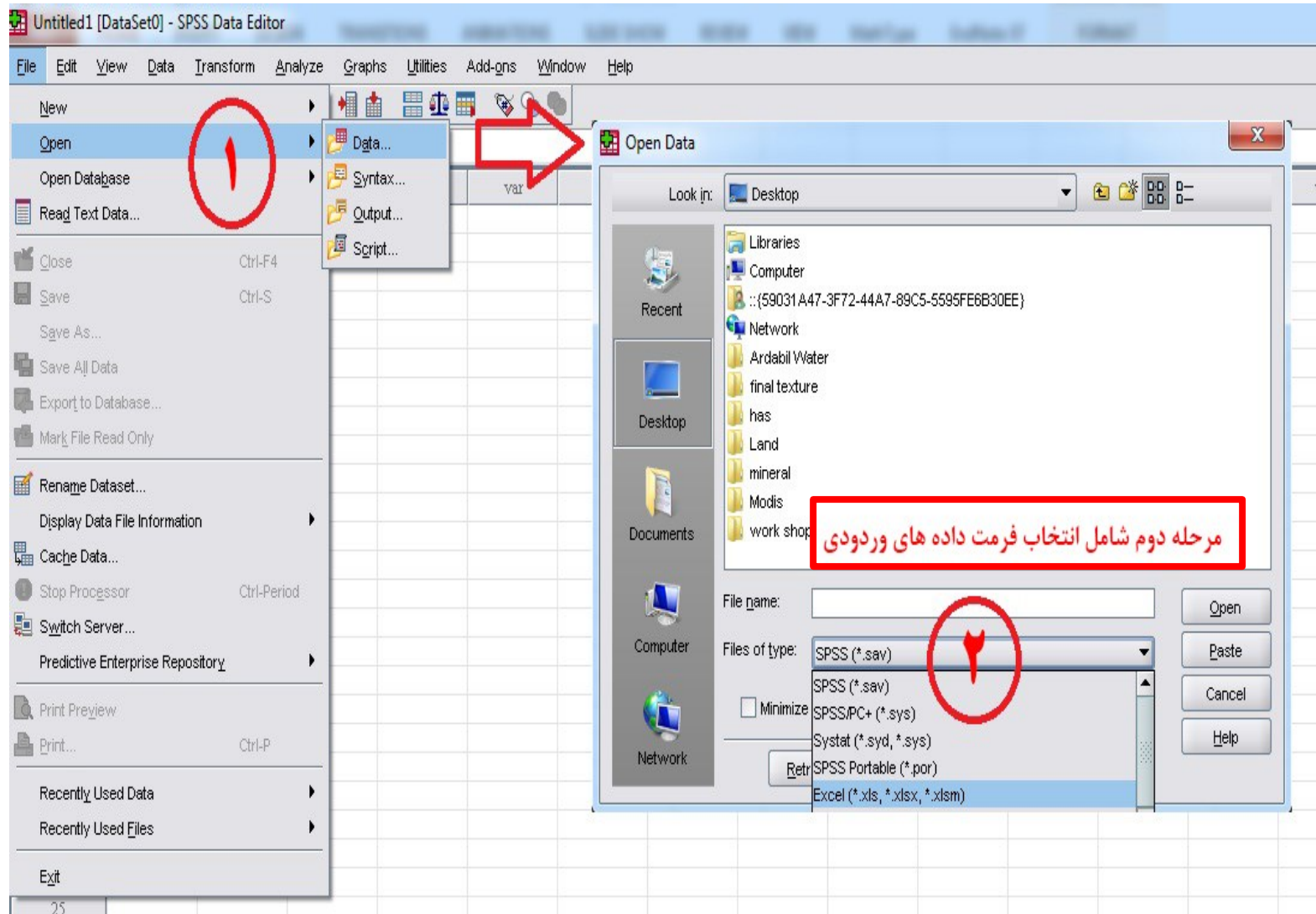
انواع متداول روش های نمونه برداری

- ✓ نمونه برداری تصادفی ساده
- ✓ نمونه برداری تصادفی سیستماتیک یا طبقه بندی شده
- ✓ نمونه برداری سیستماتیک یا طبقه بندی شده

نمونه برداری از خاک

نمونه بردای از خاک به عنوان یک محیط ناهمگن کمی دشوار است و نیازمند دقت است، در هنگام نمونه برداری باید دقت شود که نمونه از **کدام افق** برداشت می شود، یک راه ساده برای **تشخیص نوع افق رنگ** آن است. برای حمل سعی کنید از کیسه های **پلاستیکی زیپ دار** استفاده کنید و بعد از آن نمونه را **هوا خشک** کرده (دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتی گراد) و از **الک ۲ میلی متر** عبور دهید تا **نمونه خاک همگن** شود.

فراخوانی داده ها در نرم افزار SPSS



تبدیلات نرمال سازی در نرم افزار SPSS

SPSS Data Editor

Transform Analyze Graphs Utilities Add-ons Window Help

Compute Variable...

Count Values within Cases...

Recode into Same Variables...

Recode into Different Variables...

Automatic Recode...

Visual Binning...

Optimal Binning...

Rank Cases...

Date and Time Wizard...

Create Time Series...

Replace Missing Values...

Random Number Generators...

Run Pending Transforms Ctrl-G

veryfindsand

23.554

19.844

5.480

5.686

9.576

11.197

13.678

6.145

4.004

6.952

23.792

4.062

9.942

29.886

0.273

9.003

5.363

19.158

6.110

15.156

13.274

22.531

9.572

9.661

Compute Variable

Target Variable: Log very find sand

Numeric Expression: LG10(veryfindsand)

Type & Label...

point

X

Y

very finissand% [very ...

Function group: All

Arithmetic

CDF & Noncentral CDF

Conversion

Current Date/Time

Date Arithmetic

Functions and Special Variables: Idf.Uniform

Idf.Veibull

Lag(1)

Lag(2)

Length

Lg10

Ln

Lgamma

Lower

Ltrim(1)

Ltrim(2)

LG10(numexpr). Numeric. Returns the base-10 logarithm of numexpr, which must be numeric and greater than 0.

If... (optional case selection condition)

OK Paste Reset Cancel Help

به دست آوردن آماره های توصیفی و نمودار توزیع نرمال در SPSS

The screenshot illustrates the SPSS interface for generating descriptive statistics and normality tests. The 'Analyze' menu is open, and 'Explore...' is selected. The 'Explore' dialog box shows the 'Dependent List' containing 'point', 'X', and 'very finresand% [very ...]'. The 'Explore: Statistics' sub-dialog box has 'Descriptives' checked. The 'Explore: Plots' sub-dialog box has 'Factor levels together', 'Normality plots with tests', 'Stem-and-leaf', and 'Histogram' checked. Red arrows and circles highlight the sequence of steps.

Explore Dialog Box:

- Dependent List: point, X, very finresand% [very ...]
- Factor List: (empty)
- Label Cases: (empty)

Explore: Statistics Dialog Box:

- ☒ Descriptives
- Confidence interval for Mean: 95 %
- ☐ M-estimators
- ☐ Outliers
- ☐ Percentiles

Explore: Plots Dialog Box:

- ☒ Factor levels together
- ☐ Dependents together
- ☐ None
- ☒ Normality plots with tests
- ☒ Stem-and-leaf
- ☒ Histogram
- Spread vs Level with Levene Test:**
 - ☒ None
 - ☐ Power estimation
 - ☐ Transformed Power Natural log
 - ☐ Untransformed

آماره های توصیفی و تست های نرمالیت در نرم افزار SPSS

*Output2 [Document2] - SPSS Viewer

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Graphs Utilities Add-ons Window Help

[Dataset1]

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
very fine sand%	64	100.0%	0	.0%	64	100.0%

Descriptives

		Statistic	Std. Error
very fine sand%	Mean	1.4006E1	1.092182
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 1.1823E1 Upper Bound 1.6188E1	
	5% Trimmed Mean	1.3503E1	
	Median	1.1785E1	
	Variance	76.343	
	Std. Deviation	8.7374E0	
	Minimum	.273	
	Maximum	42.730	
	Range	42.458	
	Interquartile Range	13.909	
	Skewness	.892	.299
	Kurtosis	.514	.590

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
very fine sand%	.148	64	.001	.927	64	.001

a. Lilliefors Significance Correction

آماره های توصیفی و تست های نرمالیت SPSS

معنی دار بودن داده ها در تست های آماری کلوگروف اسمیرنوف و شاپیرو ویلکاکس

✓ در این آزمون ها نرمالینه داده ها در سطح ۰.۰۵٪ بررسی می شود، بنابراین داده ها به شرطی

نرمال هستند که مقدار **sig** در جدول **Test of normality** بزرگتر از ۰.۰۵٪ باشد.

بنابراین اگر آماره این آزمون ها، بزرگتر مساوی ۰.۰۵٪ درصد بدست آید، در این صورت دلیلی برای

رد فرض H_0 مبنی بر اینکه داده نرمال است، وجود نخواهد داشت. به عبارت دیگر توزیع داده ها

نرمال خواهد بود بنابراین فرض H_1 رد خواهد شد. برای آزمون نرمالیت فرض های آماری به صورت

زیر تنظیم می شود:

فرض H_0 : توزیع داده های مربوط به هر یک از متغیرها نرمال است.

فرض H_1 : توزیع داده های مربوط به هر یک از متغیرها نرمال نیست.

❖ نکات مهم در انجام تبدیلات نرمال سازی

✓ در مرحله اول باید تبدیلات نرمال سازی باید انجام شود.

✓ دقت کنید در صورتی که داده ها با استفاده از تبدیلات نرمال سازی، نرمال نشدند باید با همان

داده ها اولیه که نرمال نیستند کار را ادامه داد و در روش کار ذکر شود که داده ها با استفاده از

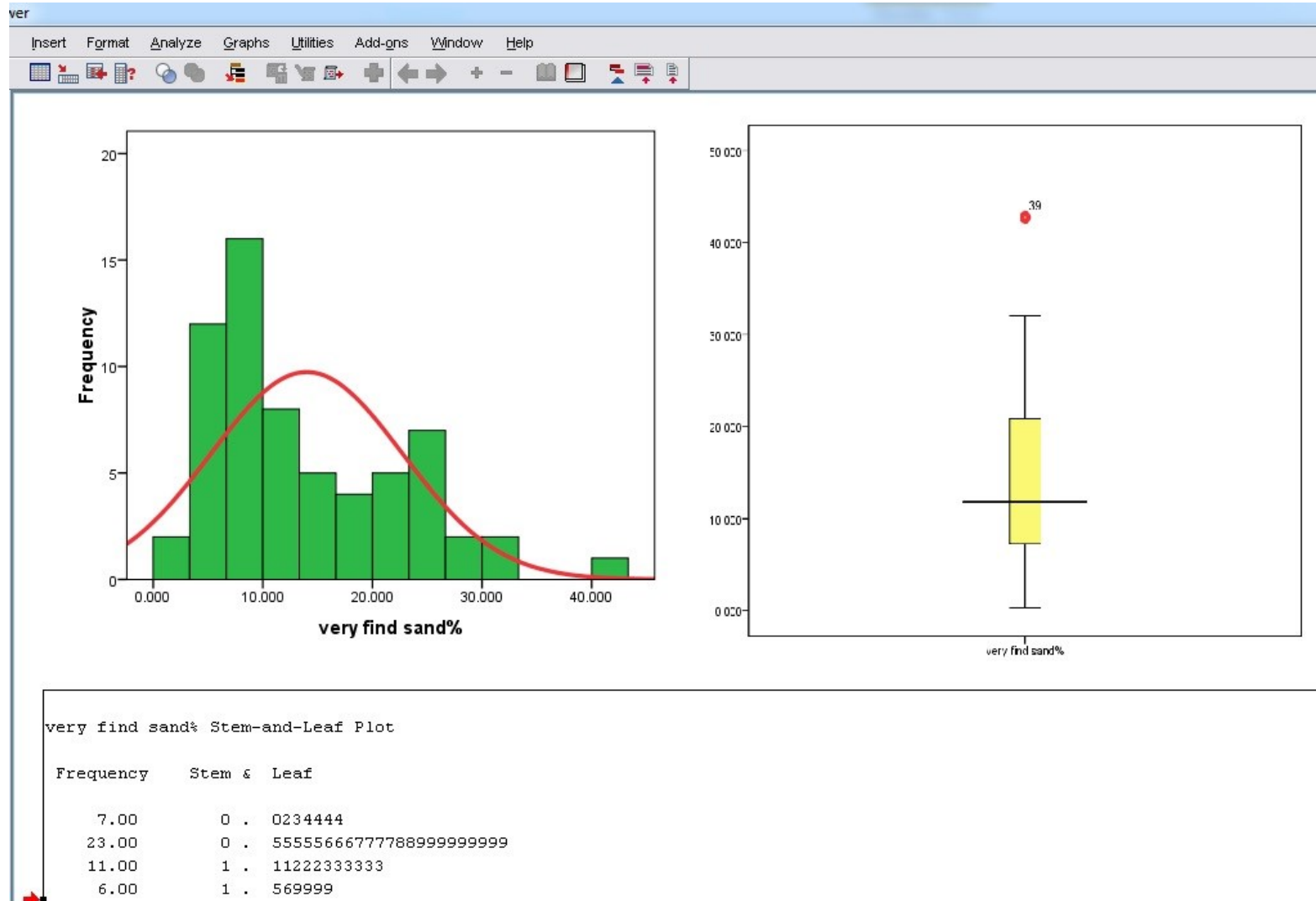
تبدیلات نرمال سازی، نرمال نشدند.

✓ حتماً توجه شود که بعد از نرمال سازی نمی توان از داده های نرمال شده استفاده کرد **بلکه**

باید از داده های اولیه استفاده شود و نوع روش نرمال سازی را به نرم افزار مربوطه معرفی

شود.

هیتسوگرام توزیع و تشخیص داده های پرت SPSS



فراخوانی داده ها در GS+

فراخوانی داده ها در نرم افزار GS+

فراخوانی داده ها در این نرم افزار به چند روش امکان پذیر است، سادترین و متداول ترین روش آن به صورت:

- ✓ ۱- برای ورود داده ها از گزینه ... Import fill استفاده می شود.
- ✓ ۲- در قسمت File name نوع و فرمت ورودی داده ها را انتخاب می شود.
- ✓ ۳- در صورتی که داده ها به صورت دستی وارد می شود از گزینه Rebuild برای خواندن داده ها استفاده شود، البته باید توجه کرد در صورت تغییرات دوباره از قبیل حذف داده ها پرت، باید از گزینه Rebuild استفاده کرد تا تغییرات اعمال شده به نرم افزار معرفی شود.

((همیشه دقت شود که داده های ورودی به این نرم افزار باید دارای مختصات مکانی UTM باشند))

Universal Transverse Mercator

فراخوانی داده ها در GS+

The screenshot shows the GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences software interface. The 'Data Worksheet' tab is active, displaying a 'Base Input File' field and a 'Data Title / Description' field. Below these is a 'Data Records' table with columns for Name, X-Coor, Y-Coor, and Z. A 'Select File' dialog box is open, showing the 'Data' file (Microsoft Excel 97-2003) selected. The file type dropdown is set to 'Excel Files (*.xls)'. The 'Import file...' button in the top right corner of the software window is circled in red. The 'Data' file in the dialog box contains the following data:

point	X	Y
1	488000	4166000
2	489000	4167000
3	488000	4167000
4	487000	4167000
5	486000	4167000
6	485000	4167000
7	484000	4167000
8	489000	4168000
9	488000	4168000
10	487000	4168000

تعیین مشخصات و عنوان هر ستون در GS+

تغییر عنوان ستون

- ✓ ۱- جهت تغییر عنوان هر ستون روی آن دوبار کلیک چپ کرده و عنوان یا Name را تغییر دهید (قسمت ۲) .

تعیین مشخصات هر ستون [Field (Column) Assignment]

- ✓ ۲- با کلیک چپ کردن روی شماره هر ستون (قسمت ۲) می توانید مشخصات هر ستون را می توان مشخصات را به وسیله قسمت های زیر تغییر داد:

✓ Active Column : شماره ستون

✓ Assign Column as : تعیین مشخصه داده ها

✓ Column Format : تعداد اعداد اعشاری

در صورتی که بخواهید **روش کوکریچینگ** را اجرا کنید یک ستون دیگر به نام **Z2 بعد از وارد کردن Z1** به نرم افزار معرفی می شود که این ستون **Z2** همان **پارامتر کمکی با همبستگی بالا** برای اجرای **روش کوکریچینگ** می باشد.

تعیین مشخصات و عنوان هر ستون در GS+

GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences (Data.par)

File Edit Data Autocorrelation Interpolate Map Window Help

Base Input File
C:\Users\Kama\Desktop\Data.xls

Data Title / Description

Data Records

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		X Coord	Y Coord	Z							
Name:	point		Y	very fine sand%							
Rec 1:	1.00	488000.00	4166000.00	23.55							
2:	2.00	489000.00	4167000.00	19.84							
3:	3.00	488000.00	4167000.00	5.48							
4:	4.00	487000.00	4167000.00	5.69							
5:	5.00	486000.00	4167000.00	9.58							
6:	6.00	485000.00	4167000.00	11.20							
7:	7.00	484000.00	4167000.00	13.68							
8:	8.00	489000.00	4168000.00	6.15							
9:	9.00	488000.00	4168000.00	4.00							
10:	10.00	487000.00	4168000.00	6.95							
11:	11.00	486000.00	4168000.00	23.79							
12:	12.00	485000.00	4168000.00	4.06							
13:	13.00	484000.00	4168000.00	9.94							
14:	14.00	483000.00	4168000.00	29.89							
15:	15.00	489000.00	4169000.00	0.27							
16:	16.00	488000.00	4169000.00	9.00							
17:	17.00	487000.00	4169000.00	5.36							
18:	18.00	486000.00	4169000.00	19.16							
19:	19.00	485000.00	4169000.00	6.11							
20:	20.00	484000.00	4169000.00	15.16							
21:	21.00	483000.00	4169000.00	13.27							
22:	22.00	491000.00	4170000.00	22.53							
23:	23.00	490000.00	4170000.00	9.57							
24:	24.00	489000.00	4170000.00	9.66							
25:	25.00	488000.00	4170000.00	19.74							
26:	26.00	486000.00	4170000.00	23.81							

Field (Column) Assignment

Active Column
Column 2

Assign column as
☐ Sample ID
☒ X Coordinate
☐ Y Coordinate
☐ Z (Primary Variate)
☐ Z2 (Covariate)

Column Format
Decimal places 2
Column width 8

Enter or change data values or click top row to change column assignments

تبدیلات نرمال سازی در نرم افزار GS+

تبدیلات نرمال سازی

✓ ۱- برای انجام نرمال سازی از گزینه Summery Statistic انتخاب می شود.

✓ ۲- در این قسمت نوع تبدیل نرمال سازی را معرفی می شود.

✓ ۳- جهت بازگشت به تغییرات مرحله قبل از گزینه None و در صورت نرمال سازی از یکی از

روش های Standard یا Weighted می تواند استفاده می شود.

✓ ۴- در این قسمت می توان نمودارها اصلی و نرمال شده را مشاهده کرد.

✓ در صورتی که بین داده ها عدد یا اعداد منفی وجود داشته باشد با اضافه کردن عدد ۱ یا تعداد اعداد

منفی در گزینه **offset** می تواند از وارد کردن عدد یا اعداد منفی به مدل جلوگیری کرد و داده ها را

به حالت همگن یا هم علامت تبدیل کرد.

تبدیلات نرمال سازی در نرم افزار GS+

✓ در قسمت Summery Statistic اطلاعات آماری یا آماره های توصیفی نمایش داده می شود

که شامل میانگین، انحراف از معیار، چولگی، کشیدگی و توزیع فراوانی و احتمالاتی است. جهت

تعیین بهترین حالت، باید گزینه های مختلف را آزمون شوند و مقادیر اندازه گیری را از لحاظ

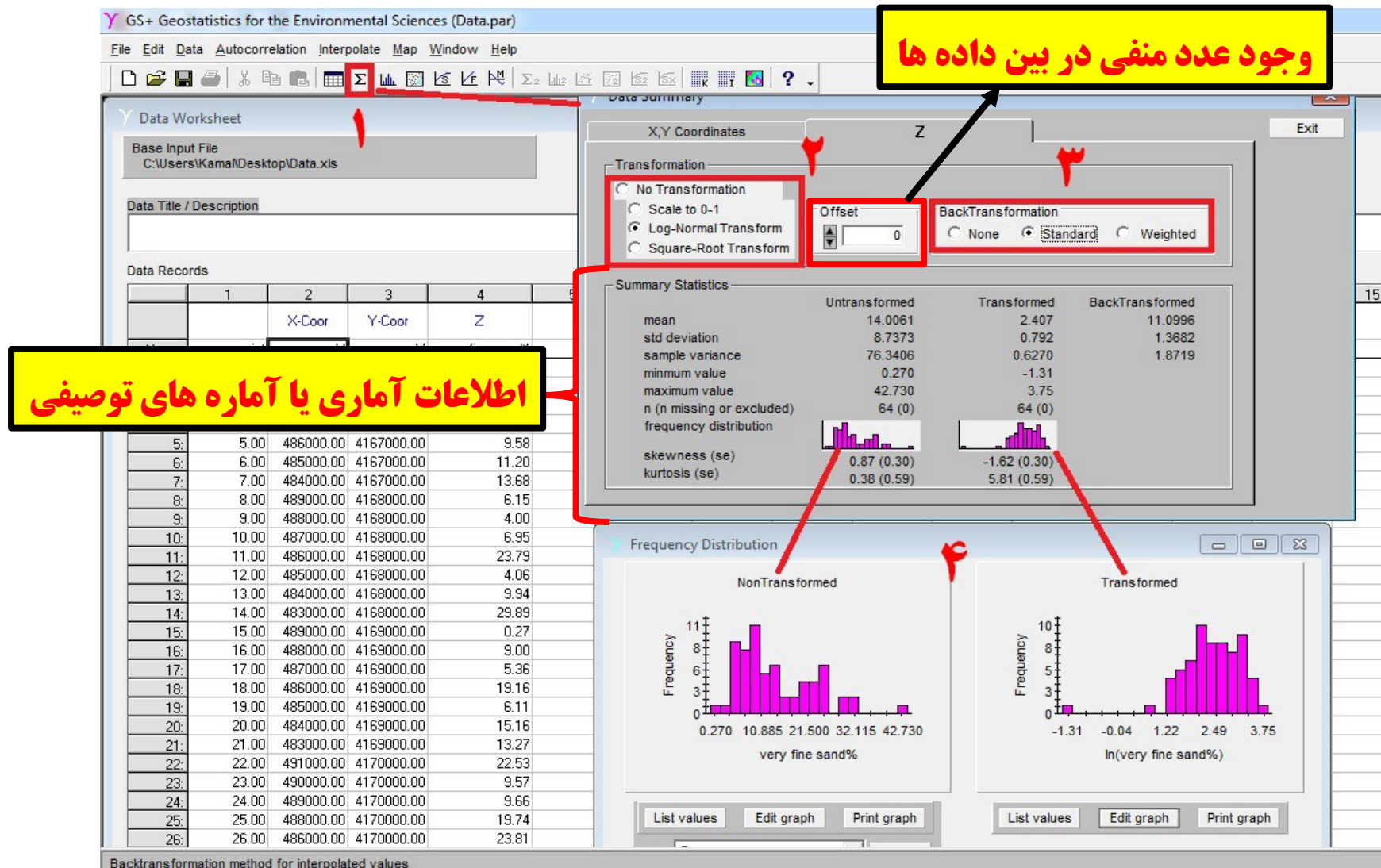
چولگی و کشیدگی بررسی کرد که توجه به نکته زیر بسیار حائز اهمیت است:

✓ در بهترین حالت باید مقادیر چولگی بین ۱+ تا ۱- باشد و مقادیر کشیدگی بین ۳+ تا ۳- باشد

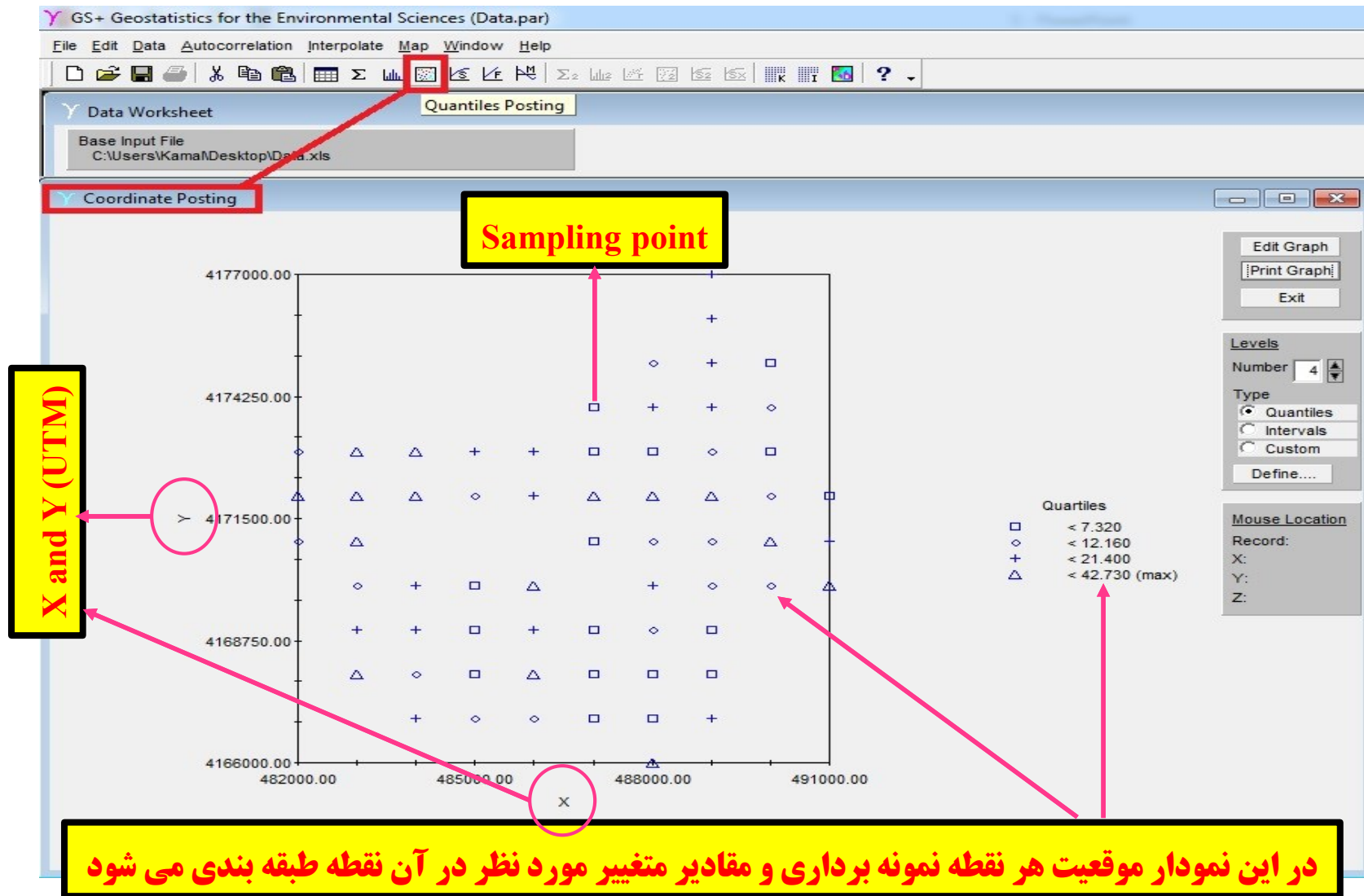
(البته این نکته حائز اهمیت است این مقادیر بعد از حذف داده های پرت می باشد که در ادامه

توضیح داده می شود).

تبدیلات نرمال سازی در نرم افزار GS+



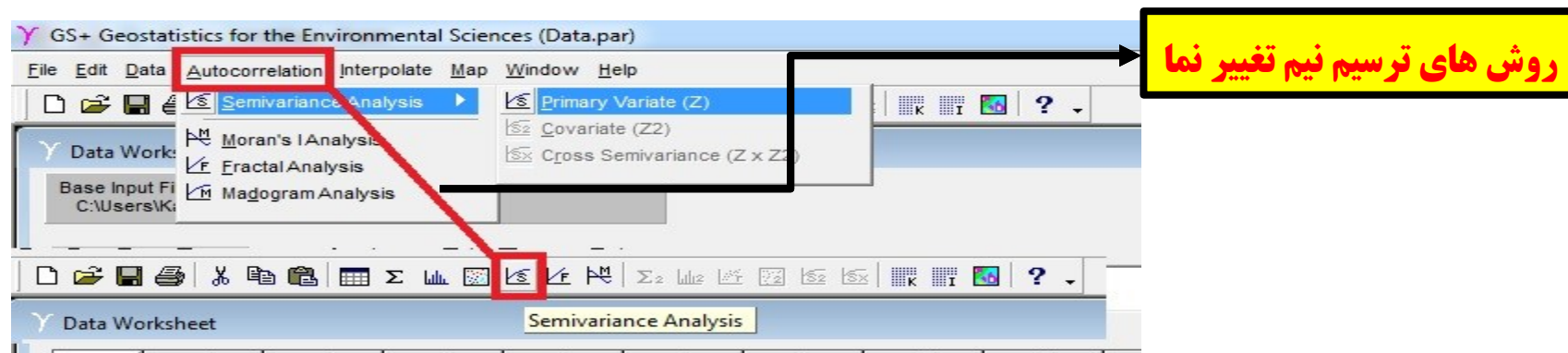
نمودار موقعیت چارک ها براساس ارزش نقاط نمونه برداری در نرم افزار GS+



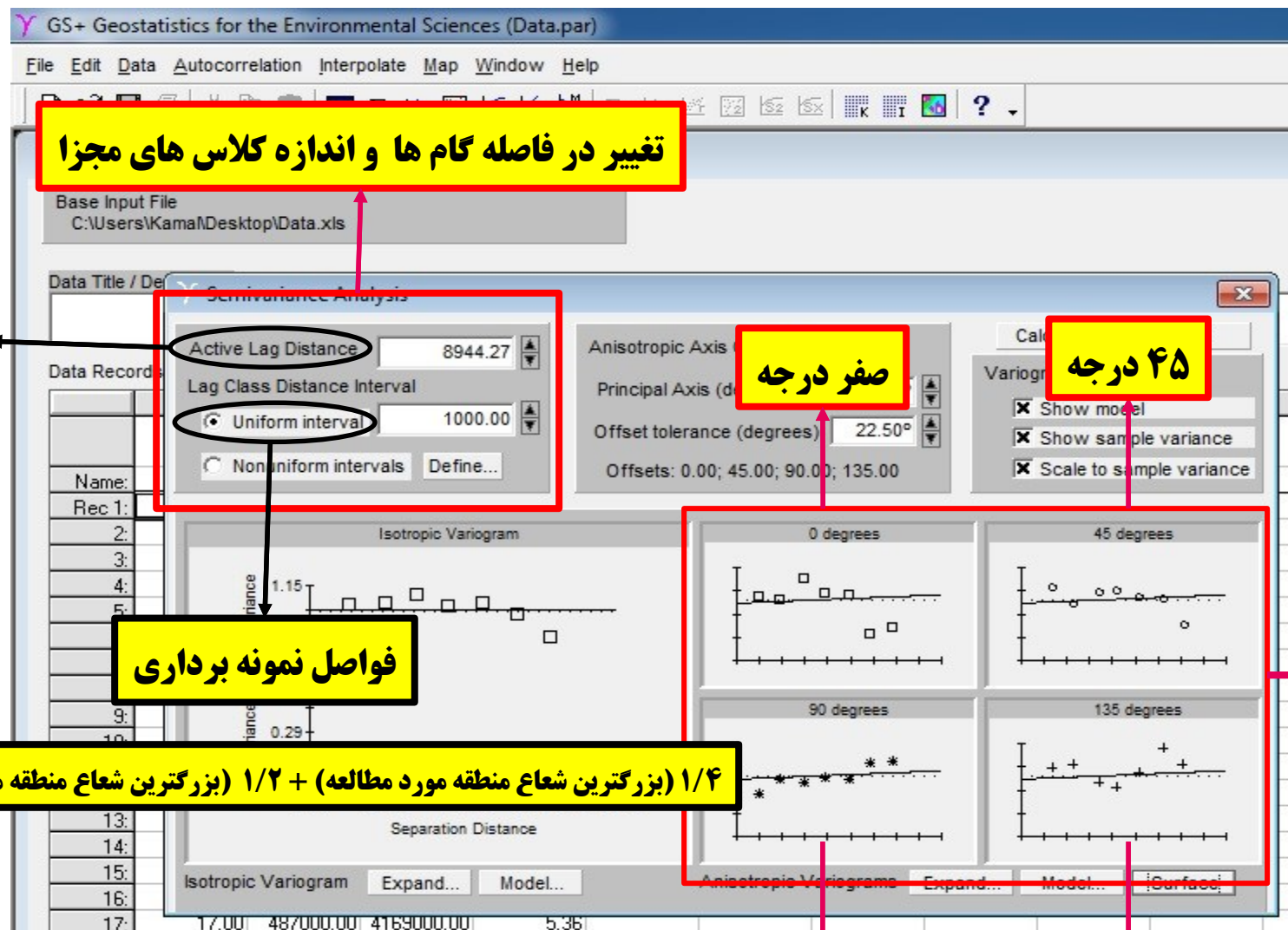
استخراج و آنالیز نیم تغییر نما در نرم افزار GS+

رسم نیم تغییر نما یا سمی واریوگرام (Semivariogram)

✓ در این مرحله تجزیه و تحلیل مکانی داده ها براساس سمی واریوگرام یا نیم تغییر نما انجام می شود. با استفاده از این آنالیز می توان همبستگی داده ها اندازه گیری شده را مورد بررسی، تجزیه و تحلیل قرار داد. در همبستگی مکانی فرض بر این است که نقاطی نزدیکتر به هم دارای مقادیر مشابهی هستند. که از دو روش در نرم افزار GS+ قابل ترسیم است:



استخراج و آنالیز نیم تغییر نما در نرم افزار GS+



نمایش چهار نیم تغییر نمای ناهمسازگرد بر اساس زوایای ۴۵ درجه ای

بزرگترین شعاع نمونه برداری منطقه مورد مطالعه

۱/۴ (بزرگترین شعاع منطقه مورد مطالعه) + ۱/۲ (بزرگترین شعاع منطقه مورد مطالعه)

فواصل نمونه برداری

تغییر در فاصله گام ها و اندازه کلاس های مجزا

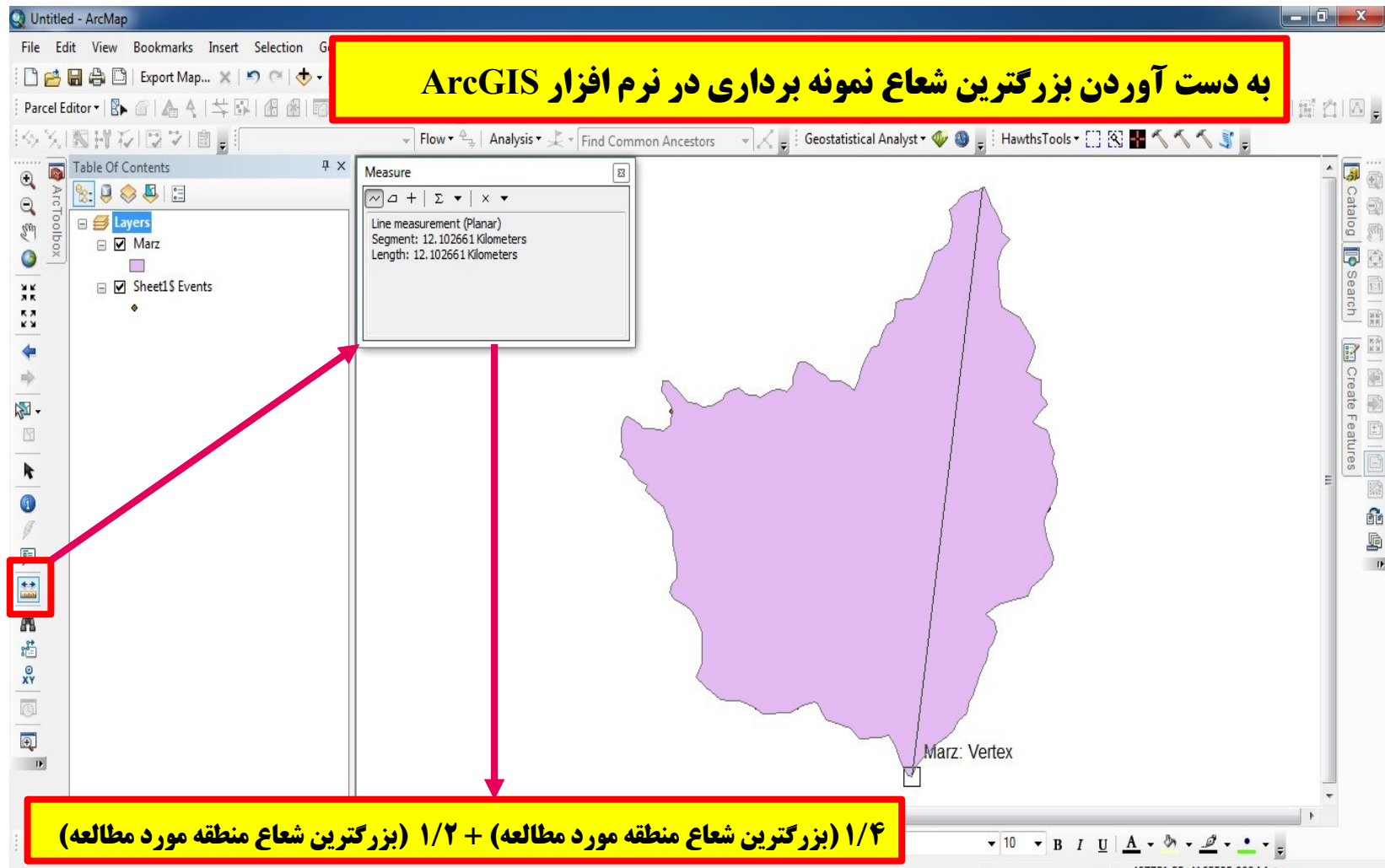
صفر درجه

۴۵ درجه

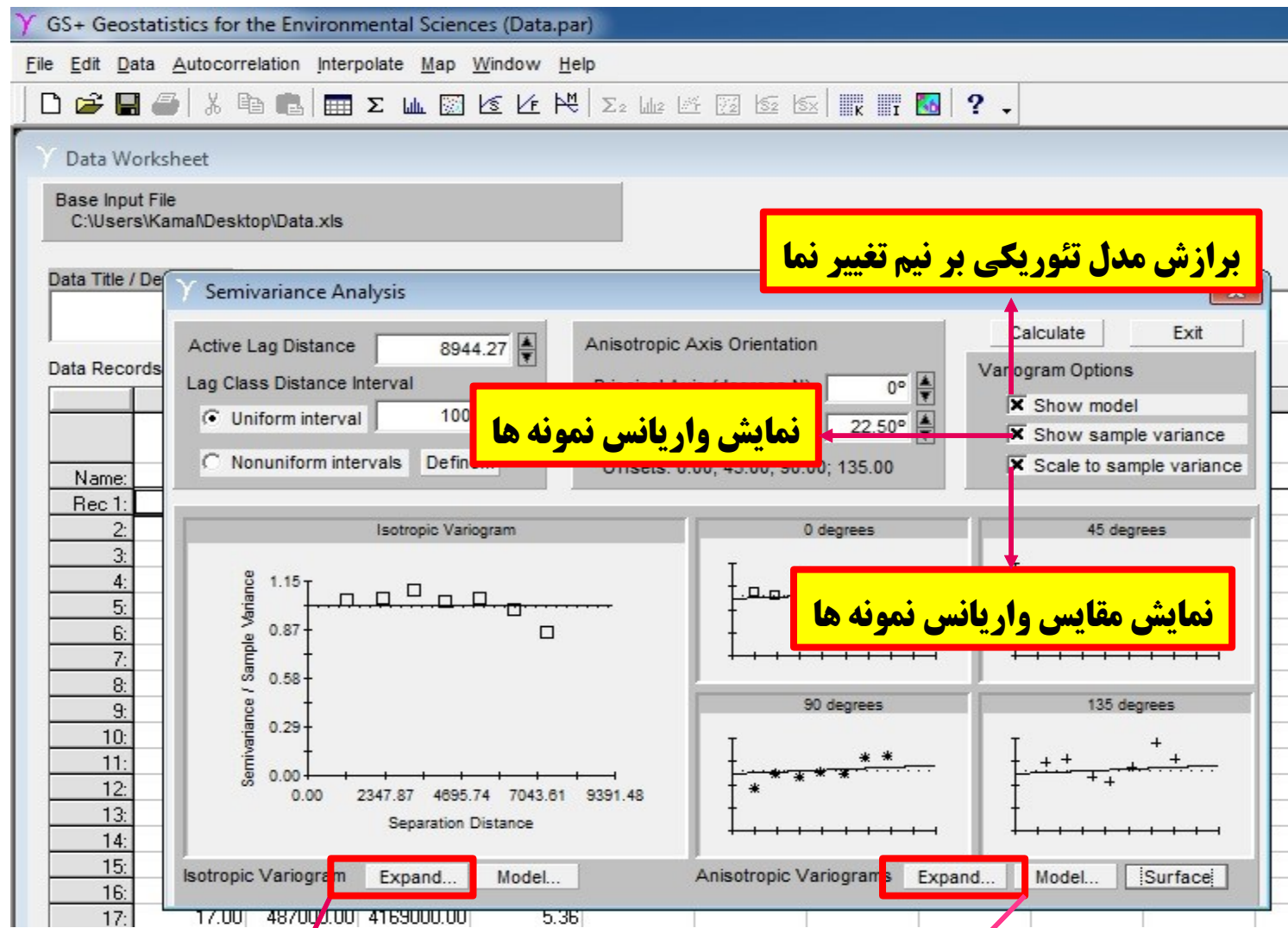
۹۰ درجه

۱۳۵ درجه

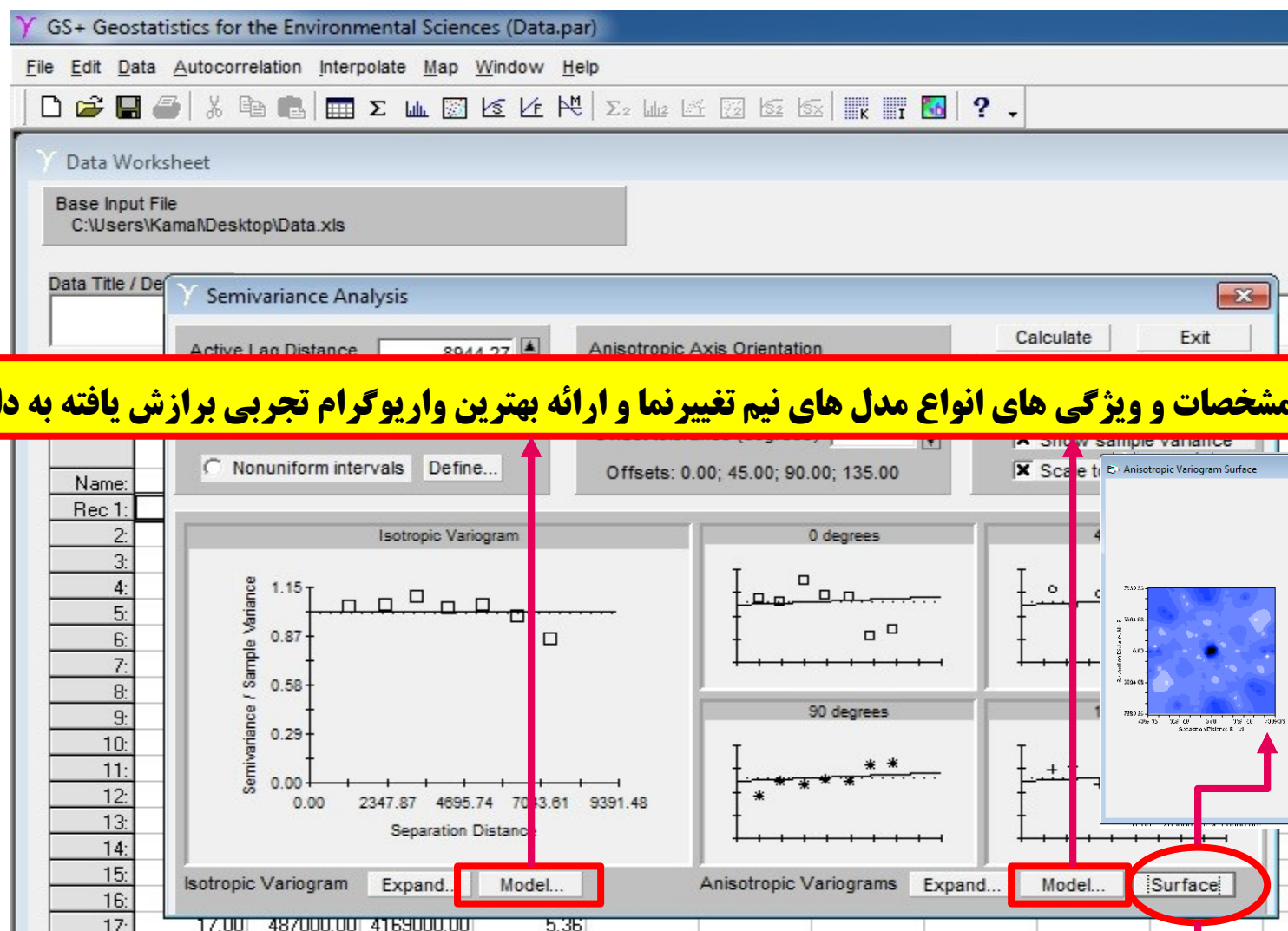
به دست آوردن بزرگترین شعاع نمونه برداری در نرم افزار Arc map



استخراج و آنالیز نیم تغییر نما در نرم افزار GS+



استخراج و آنالیز نیم تغییر نما در نرم افزار GS+



نمایش مشخصات و ویژگی های انواع مدل های نیم تغییر نما و ارائه بهترین واریوگرام تجربی برازش یافته به داده ها

ترسیم نیم تغییر نمای جهت دار برای نشان دادن ناهمسانگردی (نمایش ظاهری واریوگرام ناهمسانگرد)

• حذف داده های پرت

✓ یکی از روش های ساده حذف نقاط پرت، استفاده از نقاطی است که نسبت به نمودار ۹۰ درجه

پرت هستند و در مرحله بعد اگر نتایج قابل قبول نبود استفاده از نمودار های به ترتیب ۰-۴۵-

۱۳۵ است یا به عبارت ساده تر استفاده از گزینه Expand است (البته روش های دیگری مثل

استفاده از شاخص و کرولوگرام موران در حذف داده های پرت مکانی و ... نیز وجود دارد).

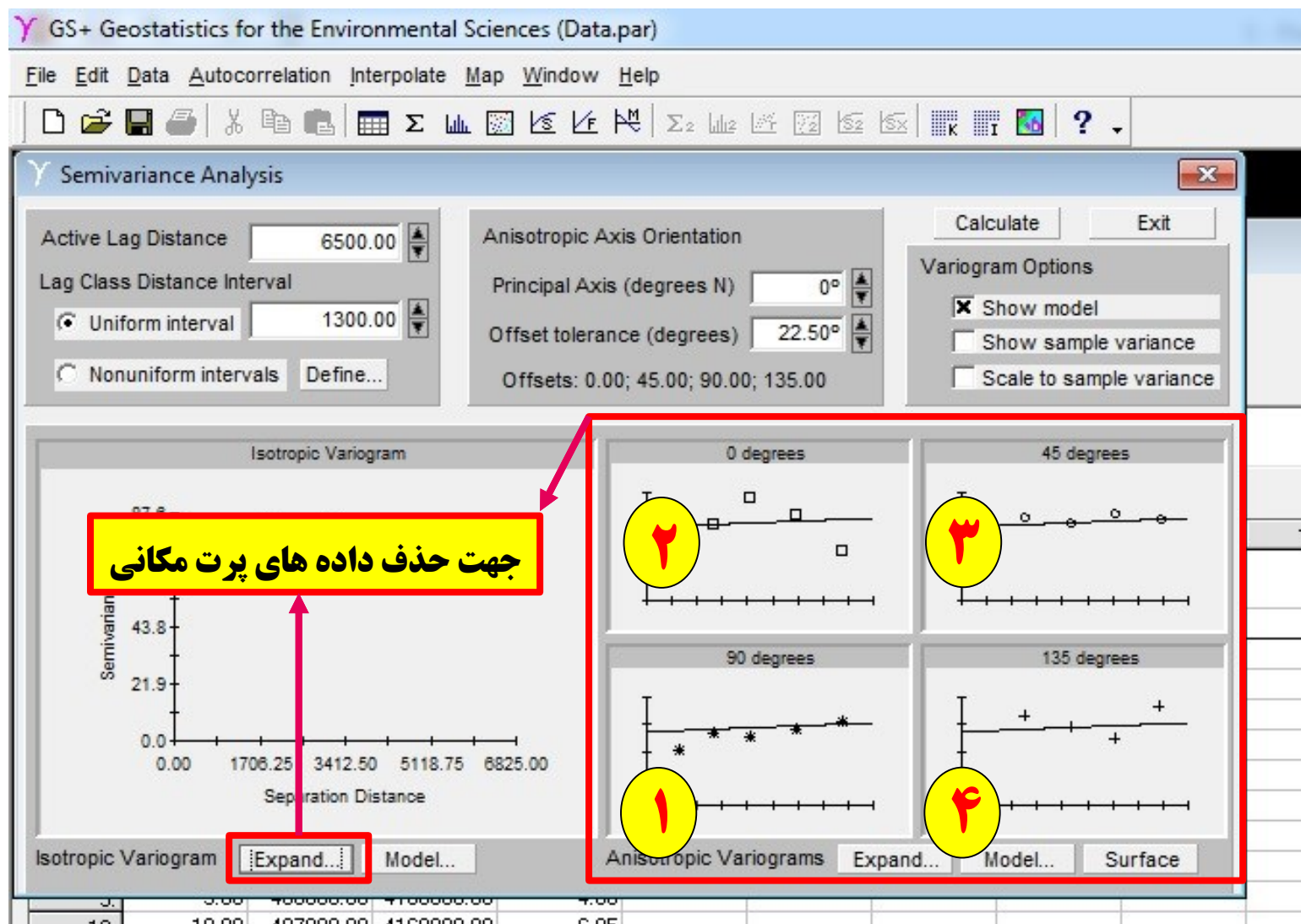
✓ برای حذف داده های پرت مکانی با کلیک راست کردن روی شماره داده مورد نظر است ردیف مورد

نظر قرمز رنگ شده، قرمز شدن داده به معنای حذف داده مورد نظر از برازش مدل می باشد، البته

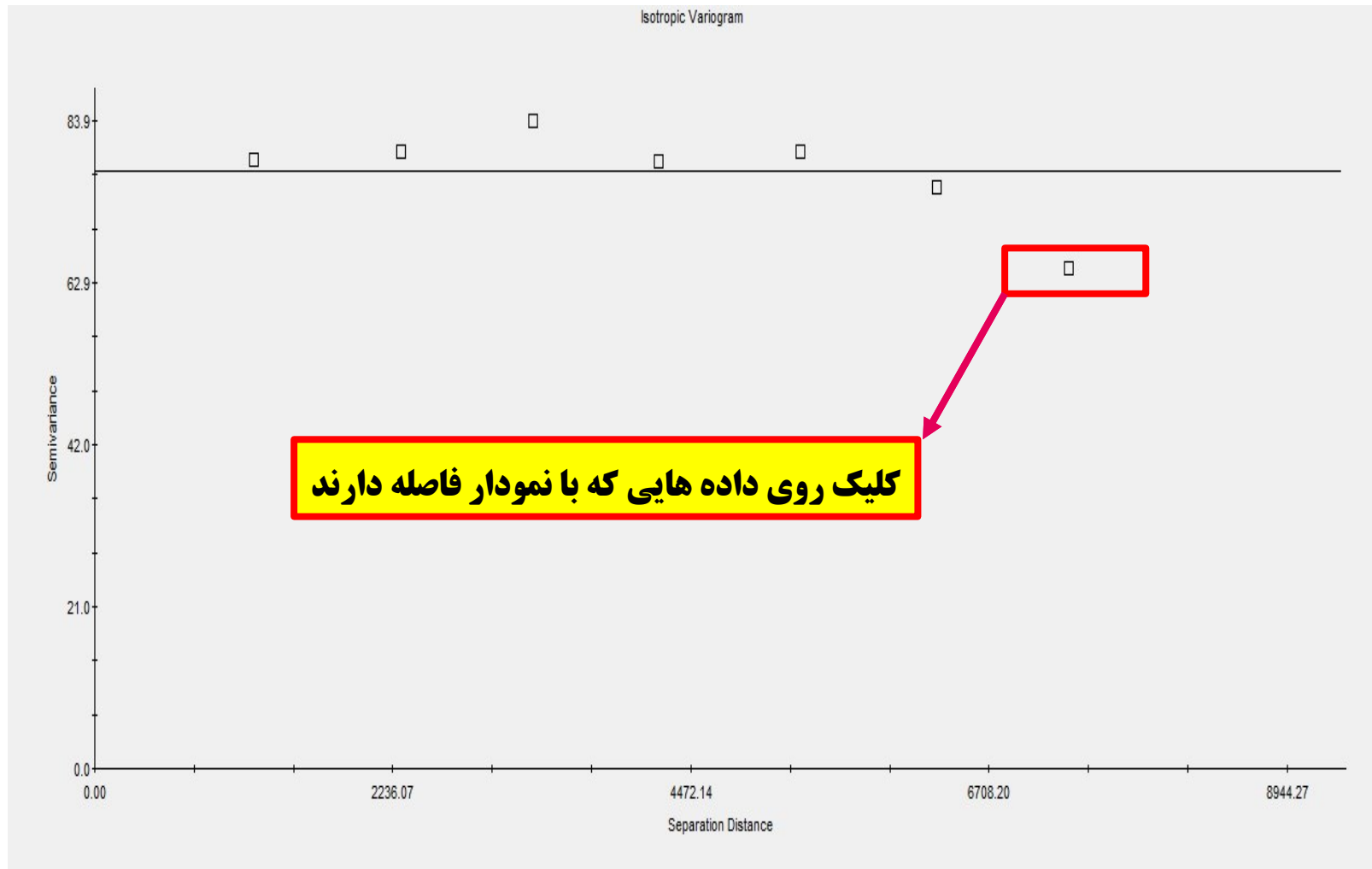
دقت شود که بعد از حذف داده حتماً روی گزینه Rebuild کلیک کرده تا داده حذف شود در غیر

این صورت داده ها در برازش مدل تئوریکي نیم تغییر نما شرکت داده می شوند.

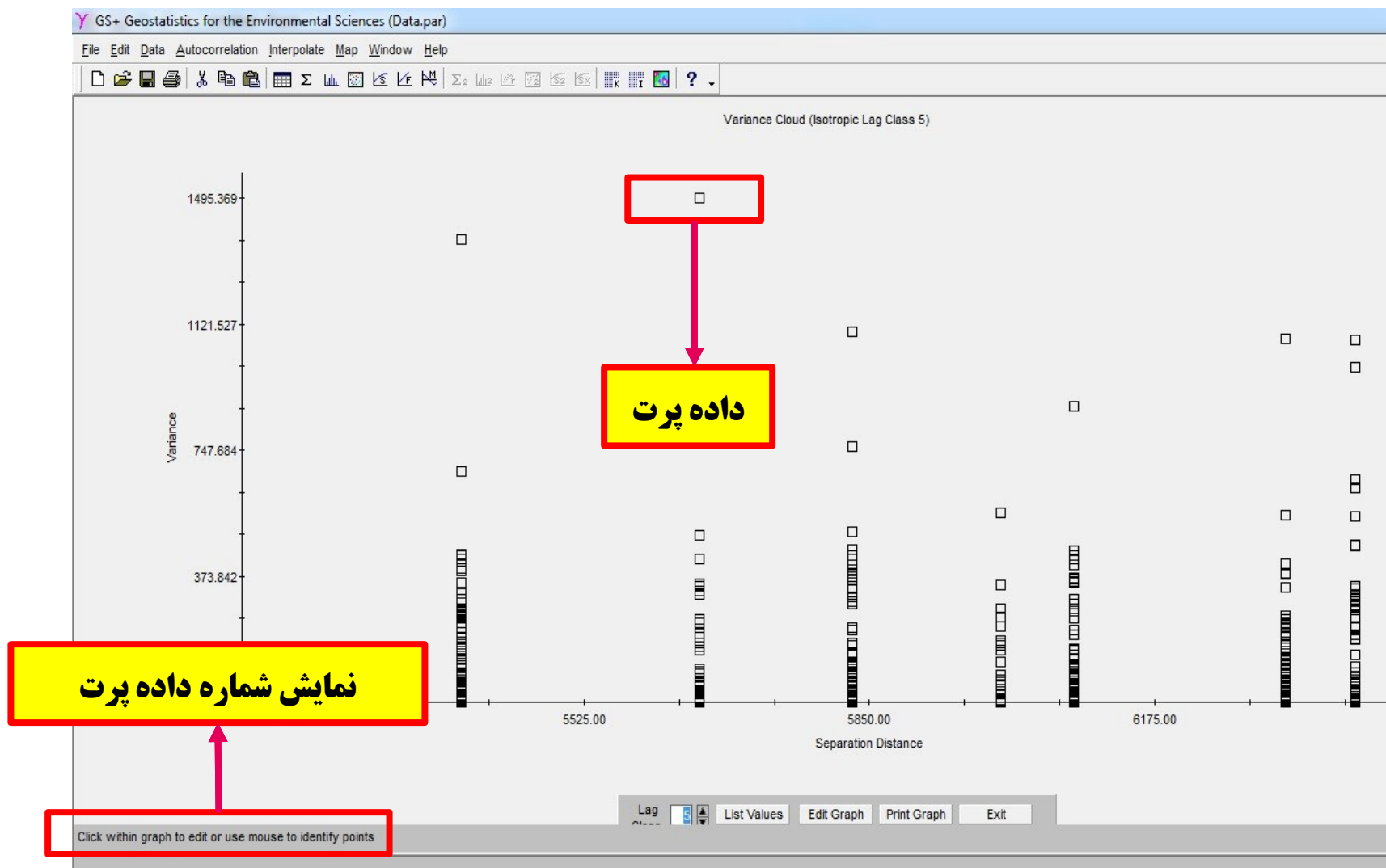
آنالیز و حذف داده های پرت نکانی در نرم افزار GS+



آنالیز و حذف داده های پرت نکانی در نرم افزار GS+



آنالیز و حذف داده های پرت نکانی در نرم افزار GS+



انتخاب بهترین مدل واریوگرام GS+

- **انتخاب بهترین مدل واریوگرام**

✓ بعد از حذف داده های پرت مکانی و ترسیم نیم تغییر نما با زدن گزینه Model بهترین مدل

برازش تئوریکی انتخاب می شود، بهترین مدل برازش یافته مدلی است که:

- کمترین مقدار RSS را داشته باشد (Residual Sums of Squares)

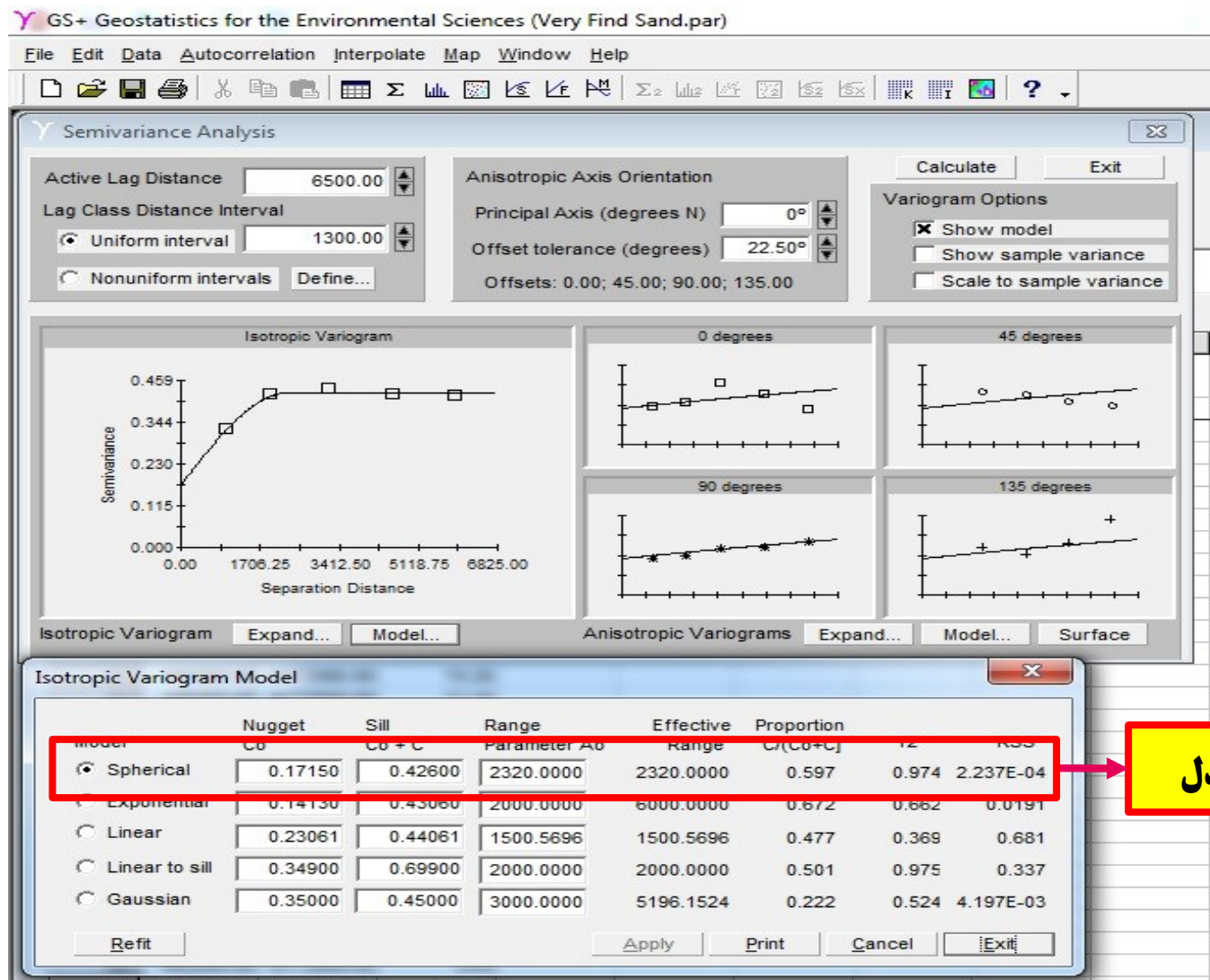
- بیشترین مقدار R2 را داشته باشد (R-squared)

- **اعداد RSS**

$$2.24E - 04 = 2.24 \times 10^{-4}$$

$$2.24E + 04 = 2.24 \times 10^{+4}$$

انتخاب بهترین مدل واریوگرام GS+



بهترین مدل

درون یابی ترسیم نقشه های زمین آماری در نرم افزار GS+

• درون یابی و ترسیم نقشه های کریجینگ و معکوس فاصله

✓ بعد از ترسیم نیم تغییر نما با استفاده از گزینه زیر می توان نقشه های زمین آماری را ترسیم کرد:

ترسیم نقشه

درون یابی با روش مورد نظر

Base Input File
C:\Users\Kama\Desktop\Data.xls

Data Title /

Data Records

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		X-Coord	Y-Coord	Z					
Name:	point	X	Y	Very fine sand%					
Rec 1:	1.00	488000.00	4166000.00	23.55					
2:	2.00	489000.00	4167000.00	19.84					

درون یابی ترسیم نقشه های زمین آماری در نرم افزار GS+

• درون یابی با روش کریجینگ

انجام عملیات درون یابی

بر آورد خطی روش درون یابی

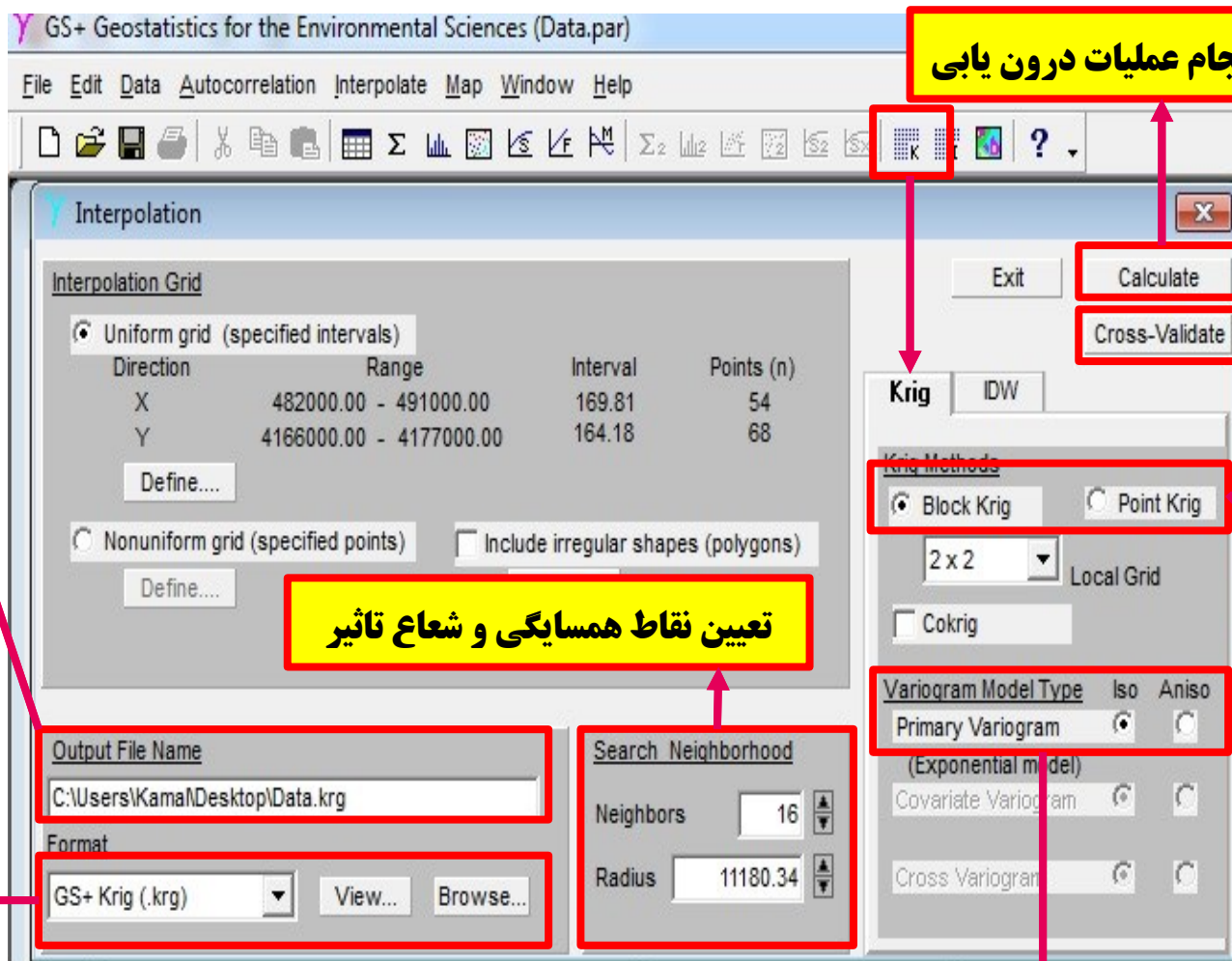
کریجیک بلوکی یا نقطه ای

تعیین نوع مدل از لحاظ همسانگردی و ناهمسانگردی

تعیین نقاط همسایگی و شعاع تاثیر

تعیین مسیر خروجی و نام فایل خروجی

تعیین فرمت خروجی



درون یابی ترسیم نقشه های زمین آماری در نرم افزار GS+

• درون یابی با روش معکوس فاصله

انجام عملیات درون یابی

برآورد خطی روش درون یابی

انتخاب روش وزن دهی

تعیین نقاط همسایگی و شعاع تاثیر

تعیین مسیر خروجی و نام فایل خروجی

تعیین فرمت خروجی

تعیین توان وزن دهی بین ۱۰۰-۰

GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences (Data.par)

File Edit Data Autocorrelation Interpolate Map Window Help

Interpolation

Interpolation Grid

☒ Uniform grid (specified intervals)

Direction	Range	Interval	Points (n)
X	482000.00 - 491000.00	169.81	54
Y	4166000.00 - 4177000.00	164.18	68

Define...

☐ Nonuniform grid (specified points) ☐ Include irregular shapes (polygons)

Define...

Output File Name

C:\Users\Kamal\Desktop\Data.idw

Format

GS+ IDW (.idw)

View... Browse...

Search Neighborhood

Neighbors 16

Radius 11180.34

Weighting Method

☒ Inverse Distance (IDW)

☐ Normal Distance (NDW)

Weighting Power

Value (0 - 100) 1

Smoothing Factor

Value (>0) 0

Reset

Calculate

Cross-Validate

Exit

درون یابی ترسیم نقشه های زمین آماری در نرم افزار GS+

• ترسیم نقشه

تعیین فرمت و خروجی نقشه

Map Input File: C:\Users\Kama\Desktop\Data.krg
File Format: GS+ Krig (.krg)

ترسیم نقشه

تعیین دو بعدی و سه بعدی نقشه

Map Type: ☐ 3-d ☒ 2-d ☐ 1-d

Map Surface: ☐ Contour lines ☐ Solid pedestal ☒ Color bands ☒ Wireframe ☒ Smoothing Weave: 2

Map Image: very fine sand%
Legend: 17.8, 17.2, 16.7, 16.1, 15.6, 15.1, 14.5, 14.0, 13.5, 12.9, 12.4, 11.9

• ارزیابی روش های درون یابی از طریق روش Cross Validate

✓ در این روش که به ارزیابی متقابل معروف است در هر مرحله یک نقطه مشاهده ای حذف می شود و با استفاده از بقیه نقاط مشاهده ای، این نقطه برآورد می شود. این کار برای کلیه نقاط مشاهده ای تکرار می شود به طوری که در آخر به تعداد نقاط مشاهده ای، برآورد وجود خواهد داشت البته معیارهای مختلفی نیز برای ارزیابی کارایی روش های درون یابی وجود دارد که از بین آن ها می توان به میانگین خطای مطلق (MAE)، میانگین خطای اُریب یا انحراف (MBE)، ریشه دوم مربع خطا (RMSE) و ضریب تعیین مقادیر مشاهده ای یا برآوردی (R^2) اشاره کرد.

- **Mean Absolute Error (MAE)**

$$\text{MAE} = \frac{\sum_{i=1}^n |Z^*(x_i) - Z(x_i)|}{n}$$

- **Mean Basic Error (MBE)**

$$\text{MBE} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z^*(x_i) - Z(x_i))}{n}$$

- **Root Mean Square Error (RMSE)**

$$\text{RMSE} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(Z^*(x_i) - Z(x_i))^2}}{n}$$

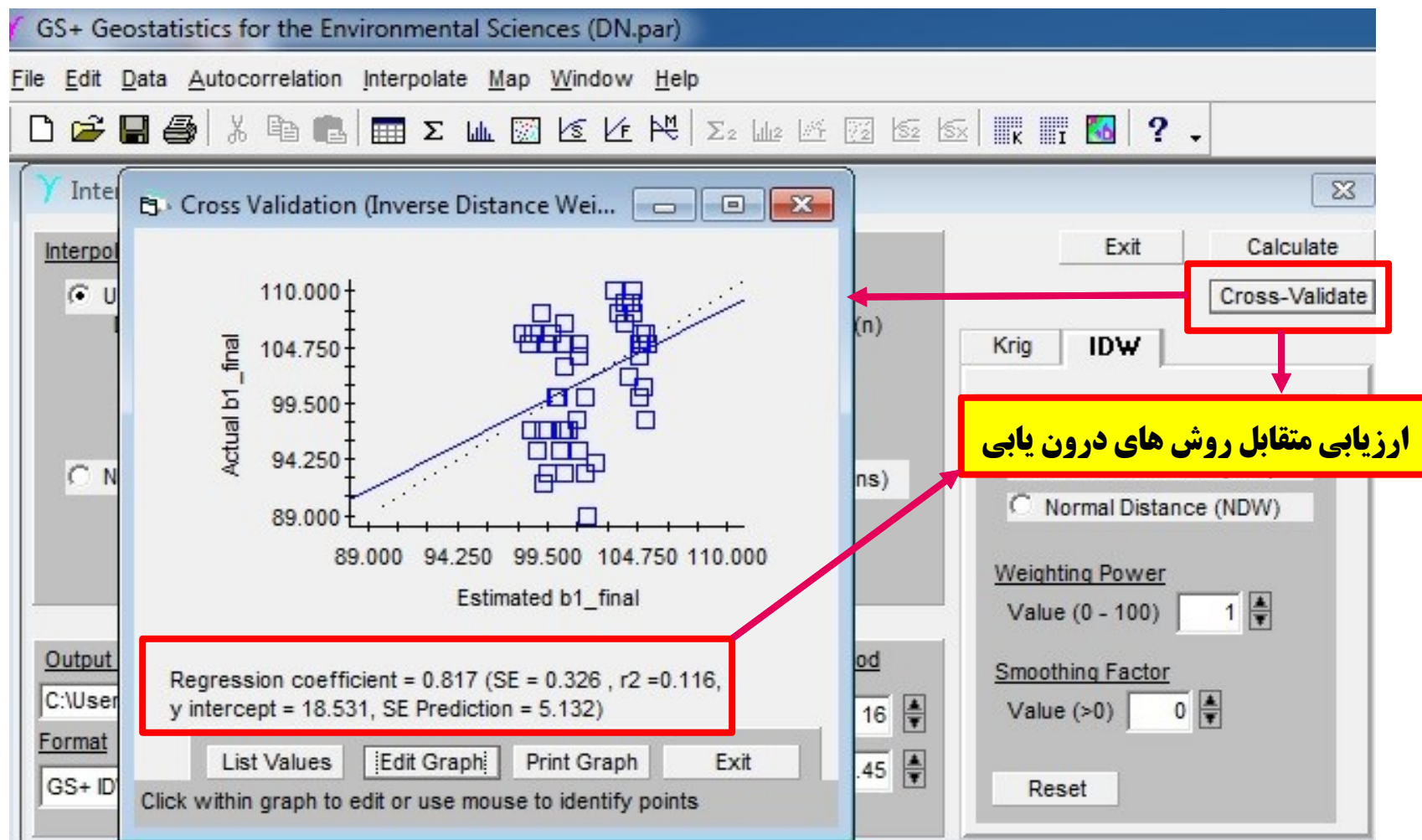
$Z^*(x_i)$ ← مقادیر برآورد شده در نقطه ی X_i

$Z(x_i)$ ← مقادیر اندازه گیری شده در نقطه ی X_i

n ← تعداد نقاط نمونه گیری شده

ارزیابی روش های درون یابی در نرم افزار GS+

• صحت سنجی روش های درون یابی



آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

• فعال کردن ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc map

The screenshot shows the ArcMap interface with the 'Customize' menu open. The 'Toolbars' option is selected, and the 'Geostatistical Analyst' toolbar is being added to the interface. A yellow box highlights the 'Geostatistical Analyst' toolbar in the list. A pink arrow points from this box to a yellow box containing the text 'ابزار اصلی تجزیه و تحلیل آماری و زمین آماری'. Another pink arrow points from this text box to a larger yellow box at the bottom containing a paragraph of text. The paragraph states that the Geostatistical Analyst tool is used for spatial analysis and that it is always used with a specific type of data.

ابزار اصلی تجزیه و تحلیل آماری و زمین آماری

همیشه دقت کنید که از این روش استفاده شود و از روش های دیگر استفاده نشود زیرا این روش به طور جامع اکثر روش های آماری و زمین آماری به همراه خطای روش ها را پوشش می دهد.

آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

• مشخصات داده های ورودی از Excel به Arc map

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet and the ArcGIS Data Properties dialog box. The Excel spreadsheet has a table with the following data:

point	X	Y	very fine sand%
1	488000	4166000	23.554
2	489000	4167000	19.844
3	488000	4167000	5.4805
4	487000	4167000	5.686
5	486000	4167000	9.5755
6	485000	4167000	11.1975
7	484000	4167000	13.678
8	489000	4168000	6.1455
9	488000	4168000	4.0035
10	487000	4168000	6.9525
11	486000	4168000	23.7925
12	485000	4168000	4.0625
13	484000	4168000	9.942

The ArcGIS Data Properties dialog box is open, showing the 'General' tab. The 'Type of file' is set to 'Microsoft Excel 97-2003 Worksheet (.xls)'. The 'Opens with' is set to 'Excel (desktop)'. The 'Location' is 'C:\Users\Kamal\Desktop'. The 'Size' is '32.5 KB (33,280 bytes)'. The 'Size on disk' is '36.0 KB (36,864 bytes)'. The 'Created' date is 'Friday, July 13, 2018, 10:50:30 PM'.

Annotations in the image:

- A yellow box with red text: **داده ها ورودی باید دارای مختصات مکانی (X and Y) باشند** (Input data must have spatial coordinates (X and Y)).
- A yellow box with red text: **فرمت اکسل باید xls باشد** (Excel format must be xls).

• معرفی مکان داده ها روی سطح زمین در نرم افزار Arc GIS

✓ دیتاهای که وارد برنامه Arc GIS می شوند به صورت لایه (Shape file) هستند که باید دارای مختصات مکانی باشند به همین دلیل، این لایه های دارای مشخصات فنی هستند که لایه ها را مکان دار کنند این مشخصات عبارتند از:

۱- سیستم مختصات : دو نوع سیستم مختصات وجود دارد که عبارتند از :

الف) قطبی یا جغرافیایی (دارای X and Y)

ب) سیستم مختصات قائم الزاویه ای (دارای X , Y and Z)

۲- سیستم تصویر : از آنجایی که سطح زمین به صورت کره است برای نمایش آن روی سطح کاغذ -

آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

- نیاز به سیستم تصویر است که سیستم های تصویر مختلفی مثل UTM، TM و ... وجود دارد

که از بین آن ها UTM از همه دقیق تر است (Universal Transverse Mercator).

همیشه سعی شود که از این سیستم استفاده شود. سیستم مختصات سازمان نقشه برداری ایران

لامبرت کانفورمال کونیک می باشد که به دلیل دقت کم در مقیاس های بزرگ استفاده نمی شود.

۳-بیضوی مرجع : سطح زمین یک سطح متقارن نمی باشد به همین دلیل به صورت بیضوی

فرضی در نظر گرفته می شود و محاسبات روی آن انجام می شود نمونه ای از این بیضوی مثل

بیضوی هارمفورد یا بیضوی WGS1984 و ... می باشند.

• معرفی ZONE های کره زمین

✓ سطح زمین به طور فرضی به صورت دایره در نظر گرفته می شود پس طبقه بندی دایره مثلثاتی

۳۶۰ درجه می باشد که آن را به قسمت های ۶ درجه ای تقسیم می کنند هر ۶ درجه از سطح

زمین را یک زون می نامند. طبق این طبقه بندی، کره زمین دارای ۶۰ زون می باشد که ایران

در چهار زون (از غرب به شرق) ۳۸-۳۹-۴۰-۴۱ می باشد. این زون ها با زون های زمین

شناسی فرق دارد (زون های زمین شناسی به صورت اسمی هستند مثل زون ایران مرکزی و...).

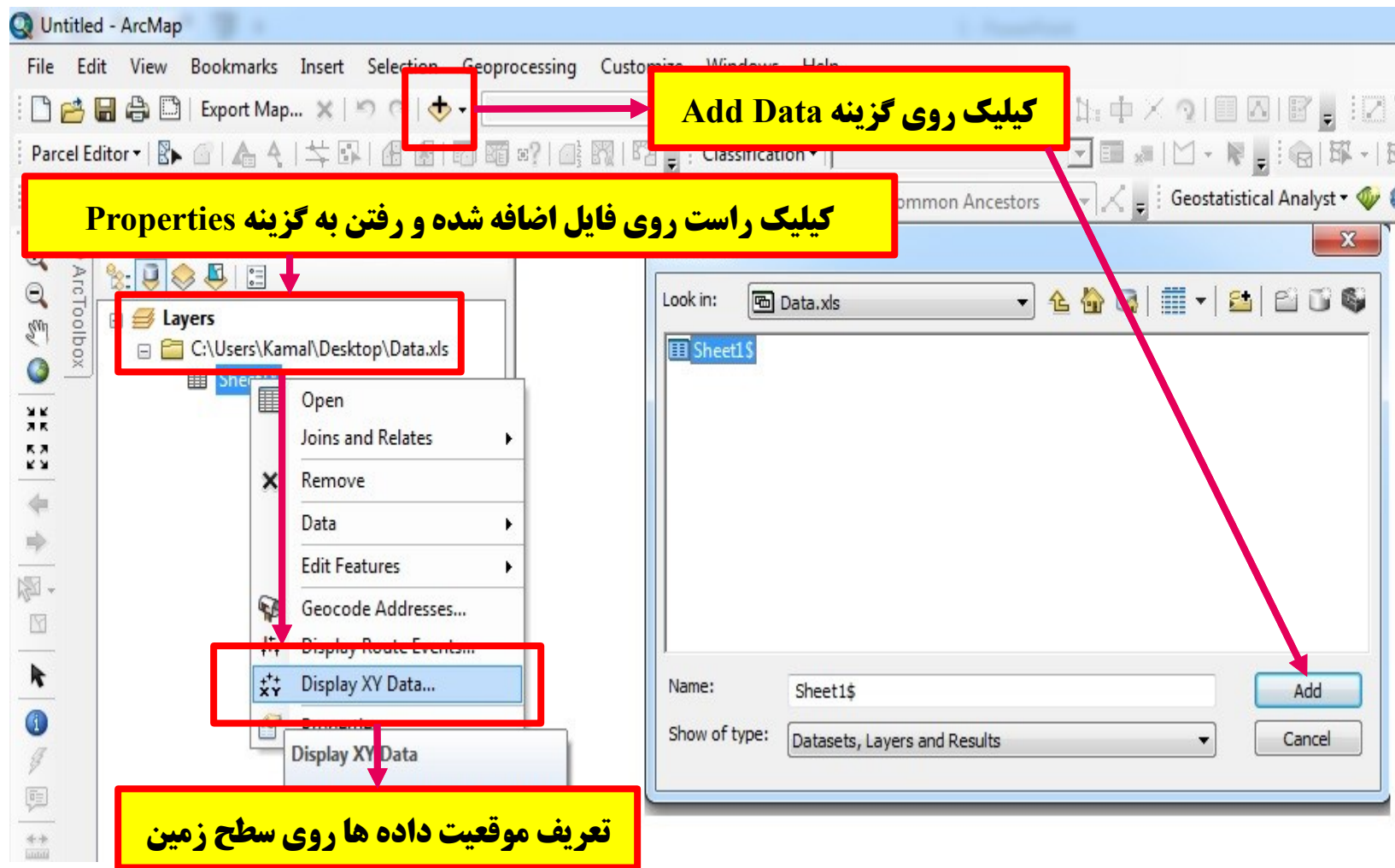
Arc GIS (Arc map) آمار در نرم افزار

• معرفی ZONE های ایران



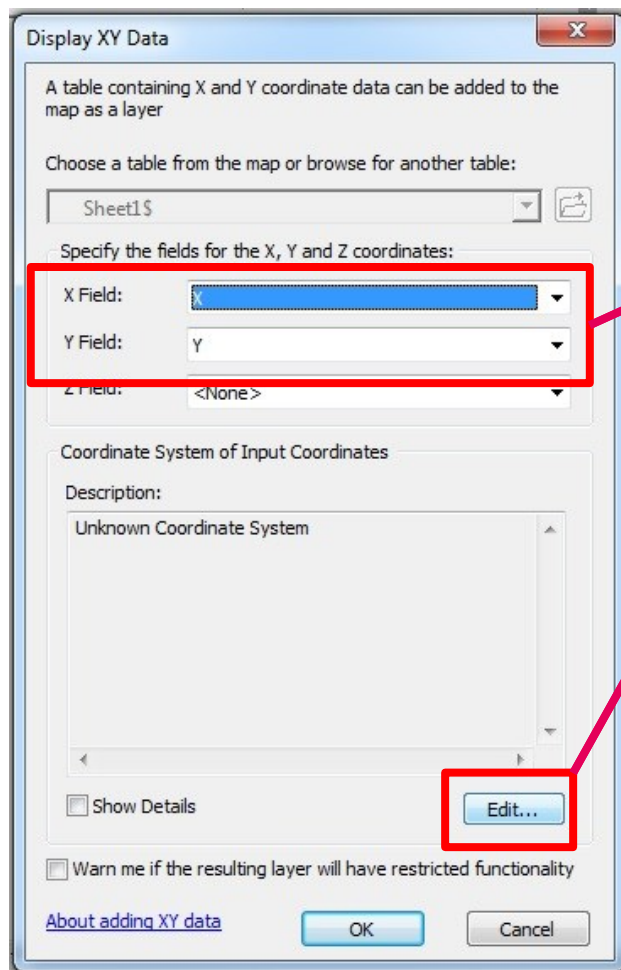
آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

• ورود داده ها از نرم افزار Excel به نرم افزار Arc map



Arc GIS (Arc map) آمار در نرم افزار

• تعریف سیستم مختصات در نرم افزار Arc map



تعریف ستون های x and y در فیلد های مربوطه

جهت تعریف سیستم مختصات مسیر زیر را دنبال کنید

Edit → project Coordinate systems → UTM → WGS1984
→ Northern Hemisphere → WGS1984 UTM ZONE (...)

ZONE مورد نظر

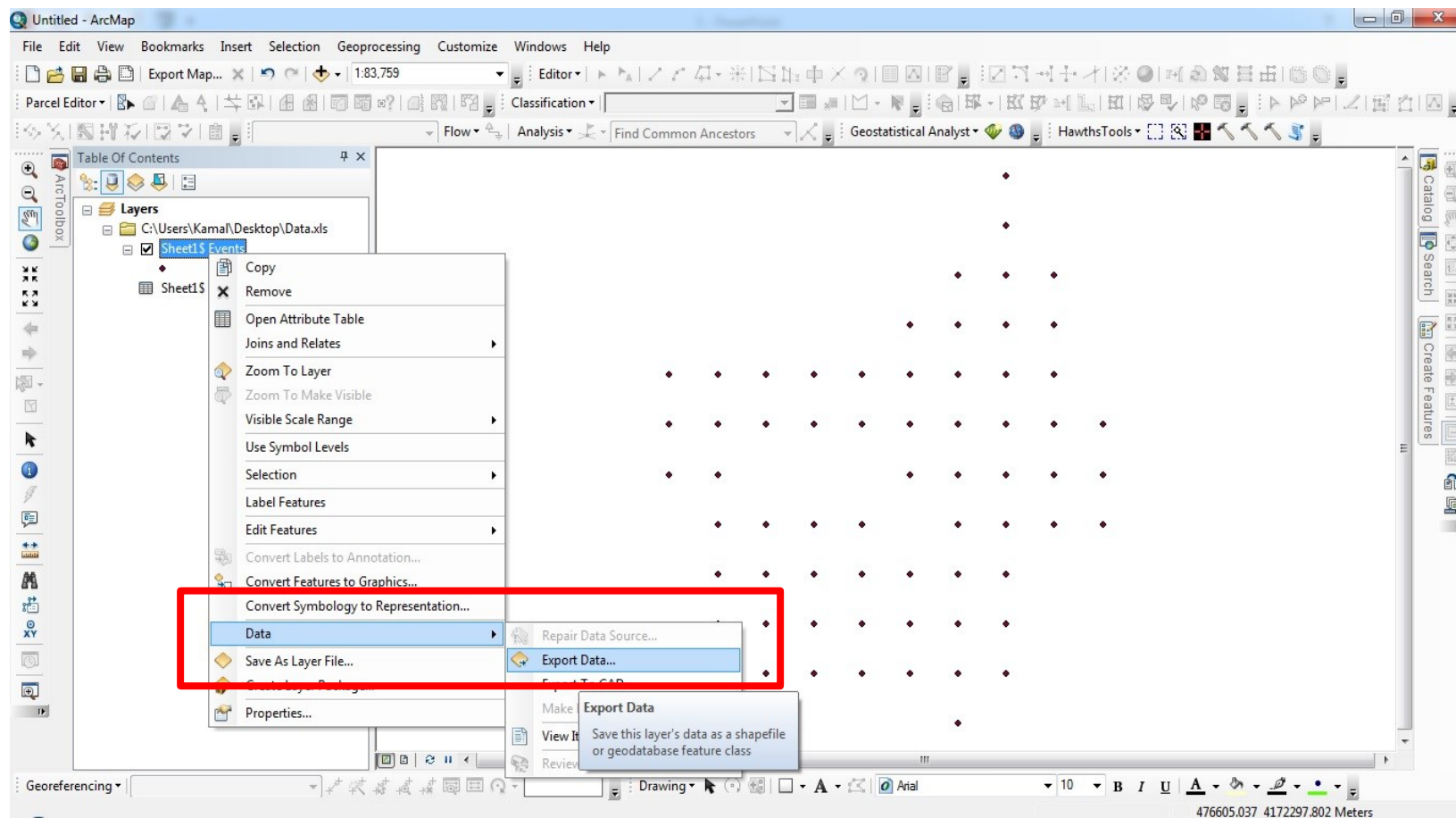
فایل داده ها در ZONE=38 قرار دارد

استان گیلان در ZONE=39 قرار دارد

آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

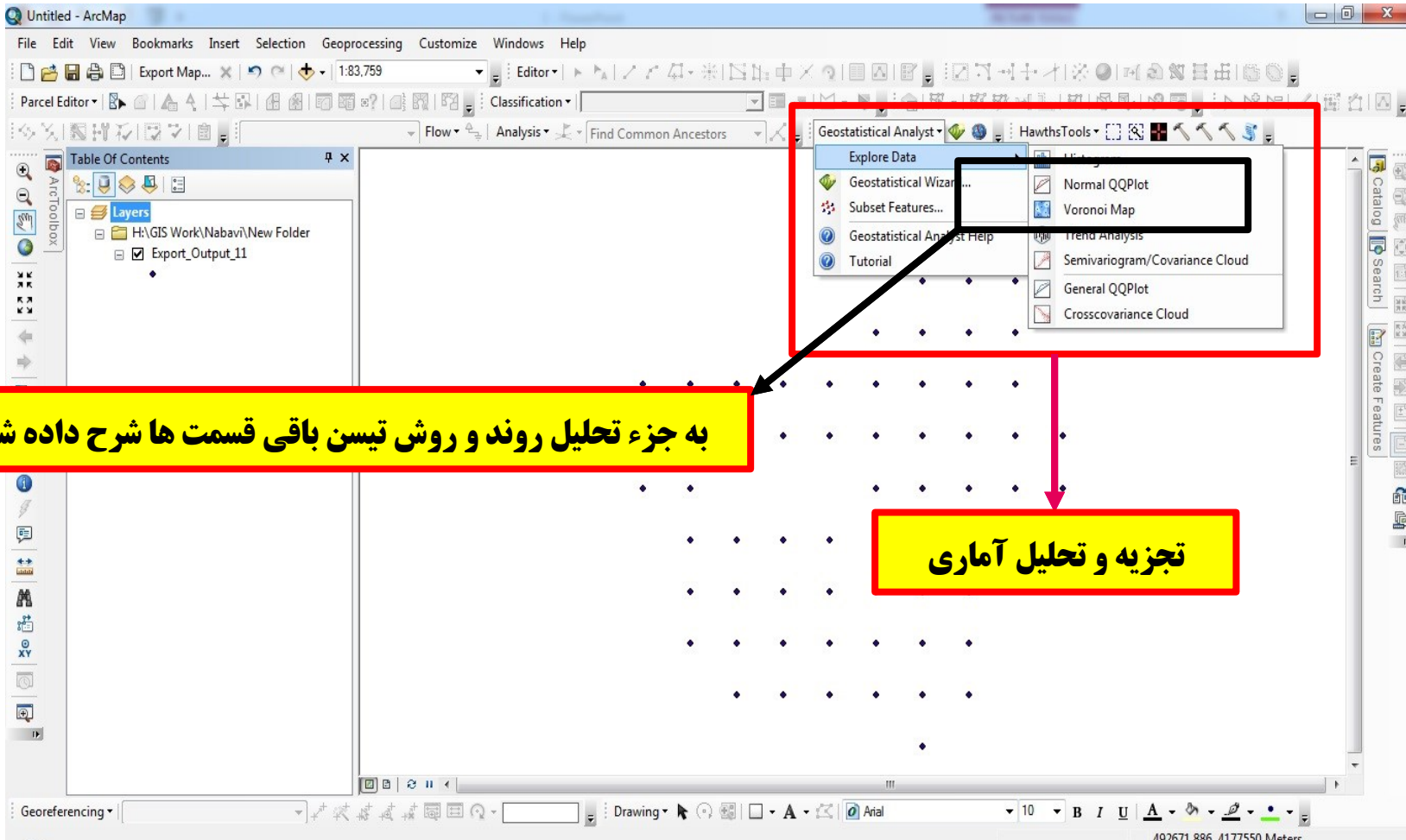
• جهت انجام تجزیه و تحلیل آماری و زمین آماری باید بعد از انجام مراحل قبل و تعریف سیستم

مختصات باید فایل اکسل مربوطه به شیپ فایل تبدیل شود:



آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

• تجزیه و تحلیل های آماری در بخش Geostatistical Analyst از نرم افزار Arc map



The screenshot shows the ArcMap interface with the Geostatistical Analyst menu open. The menu is divided into two main sections: 'Explore Data' and 'HawthsTools'. The 'Explore Data' section includes options like 'Geostatistical Wizard...', 'Subset Features...', 'Geostatistical Analyst Help', and 'Tutorial'. The 'HawthsTools' section includes 'Normal QQPLOT', 'Voronoi Map', 'Trend Analysis', 'Semivariogram/Covariance Cloud', 'General QQPLOT', and 'Crosscovariance Cloud'. A red box highlights the entire menu, and a black box highlights the 'HawthsTools' section. A yellow box with Persian text is overlaid on the map area, and a pink arrow points from the 'HawthsTools' section to it.

به جزء تحلیل روند و روش تیسن باقی قسمت ها شرح داده شد

تجزیه و تحلیل آماری

• تحلیل روند در ابزار Geostatistical Analyst در نرم افزار Arc map

- ✓ روند به عنوان یک جزء غیر تصادفی و قطعی در داده ها می تواند در تحلیل های مکانی مد نظر قرار گیرد، به طور کلی واریوگرام های که به سقف معینی نمی رسند می تواند دلیلی بر وجود روند در داده ها باشند که در صورت وجود روند شرایط پایایی برقرار نمی شود که لازم به یادآوری است که به طور کلی تحت دو حالت شرایط پایایی ممکن است برقرار نشود:

❖ ۱- میانگین تابعی از مختصات باشد

❖ ۲- واریانس تابعی از مختصات باشد (خیلی پیچیده است)

• روش های حذف روند در داده ها

✓ ۱- استفاده از پایه مناسب : گاهی می توان هندسه پایه را آنچنان انتخاب کرد که تغییرات

میانگین در مختصات مختلف معنی دار نباشد. بدین ترتیب روند نمی تواند تأثیری در تخمین

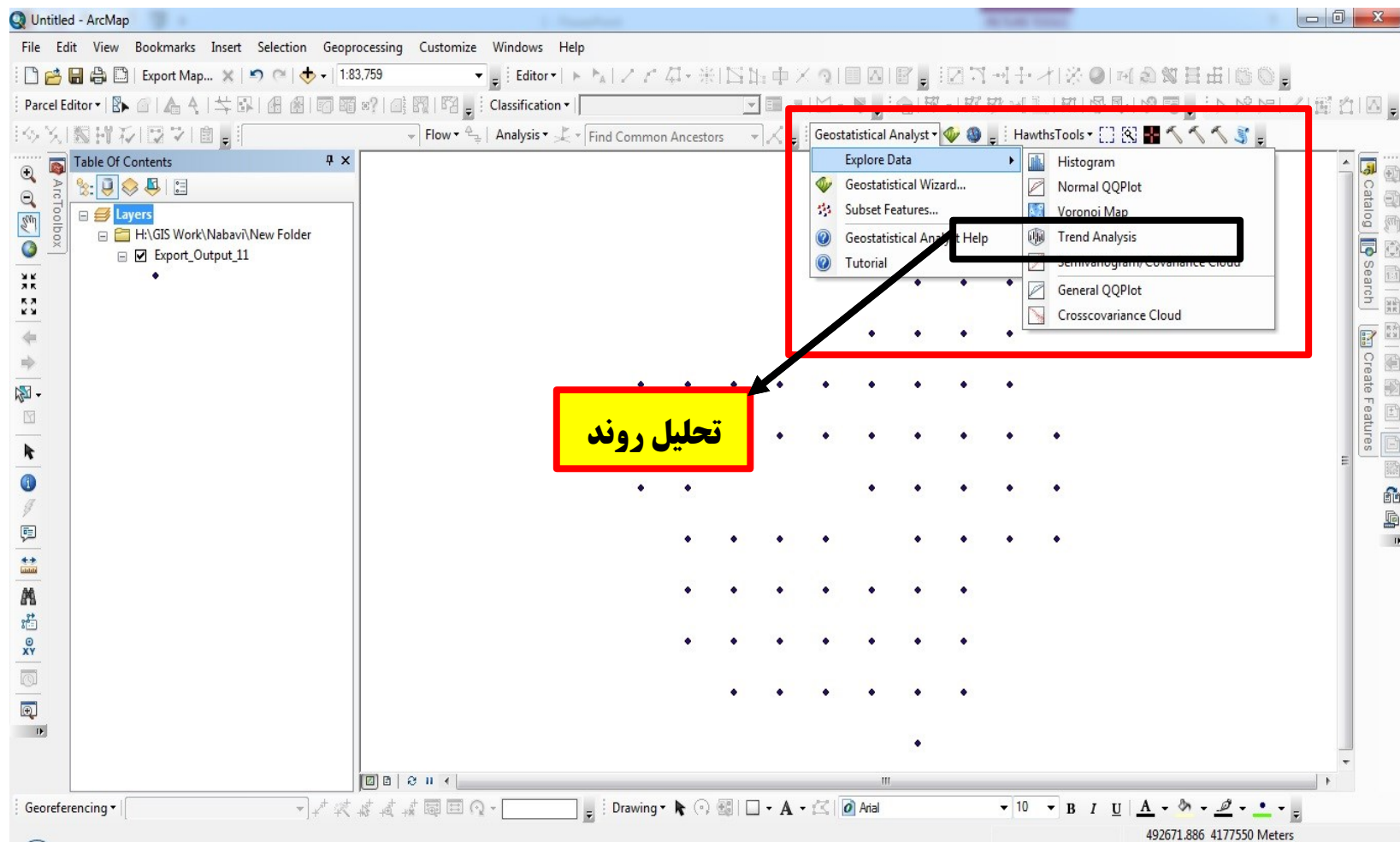
داشته بگذارد.

✓ ۲- رسم واریوگرام جهت دار: در این روش می توان واریوگرام را در جهات مختلف جغرافیایی

ترسیم کرد و در جهتی که دارای روند نمی باشد را به عنوان جهت تخمین انتخاب کرد.

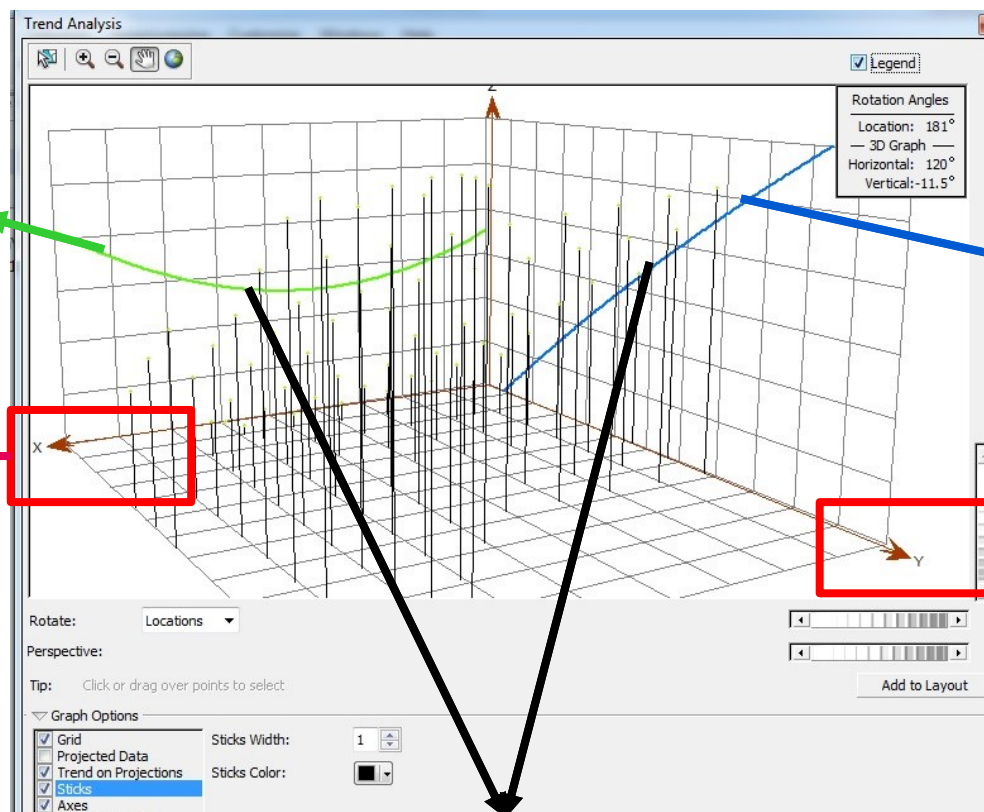
آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

• بررسی روند در ابزار Geostatistical Analyst از نرم افزار Arc map



آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

• بررسی روند در ابزار Geostatistical Analyst از نرم افزار Arc map



خط روند شرقی غربی

خط روند شمالی جنوبی

محور شرقی غربی

محور شمالی جنوبی

✓ در صورتی که خط روند به صورت منحنی باشد نشانگر روند در داده ها است

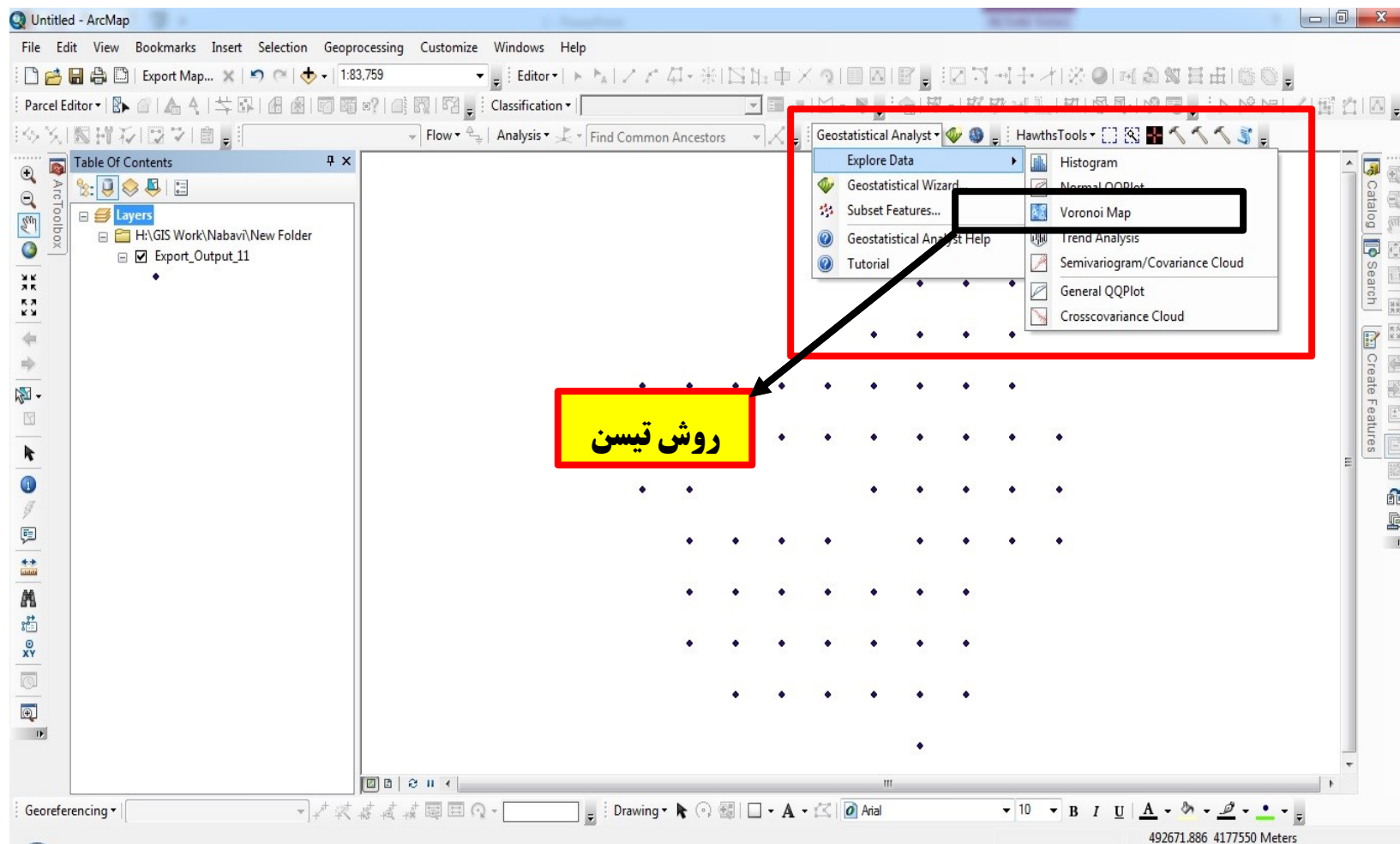
✓ در صورتی که خط روند به صورت خطی راست باشد نشانه عدم وجود روند در داده ها است

• پلی گون تیسن یا نقشه ورونویی

- ✓ در این روش ارزش نقاط نمونه برداری نشده با ارزش نزدیک ترین نقطه نمونه برداری شده برابر است. در این روش مرزهایی پلیگونی از نقاط فاصله یکسانی دارند و در داخل پلیگون به نقطه مرکزی آن پلیگون نسبت به هر نقطه دیگر نزدیکتر است. برای ترسیم پلیگون های تیسن ابتدا نقاط نمونه برداری به وسیله خطوط مثلی به نزدیکترین همسایگانشان متصل شده سپس عمود منصف های ترسیم شده برای هر ضلع با دو عمود منصف دیگر که آن را قطع می کنند پلیگون تیسن را می سازند.

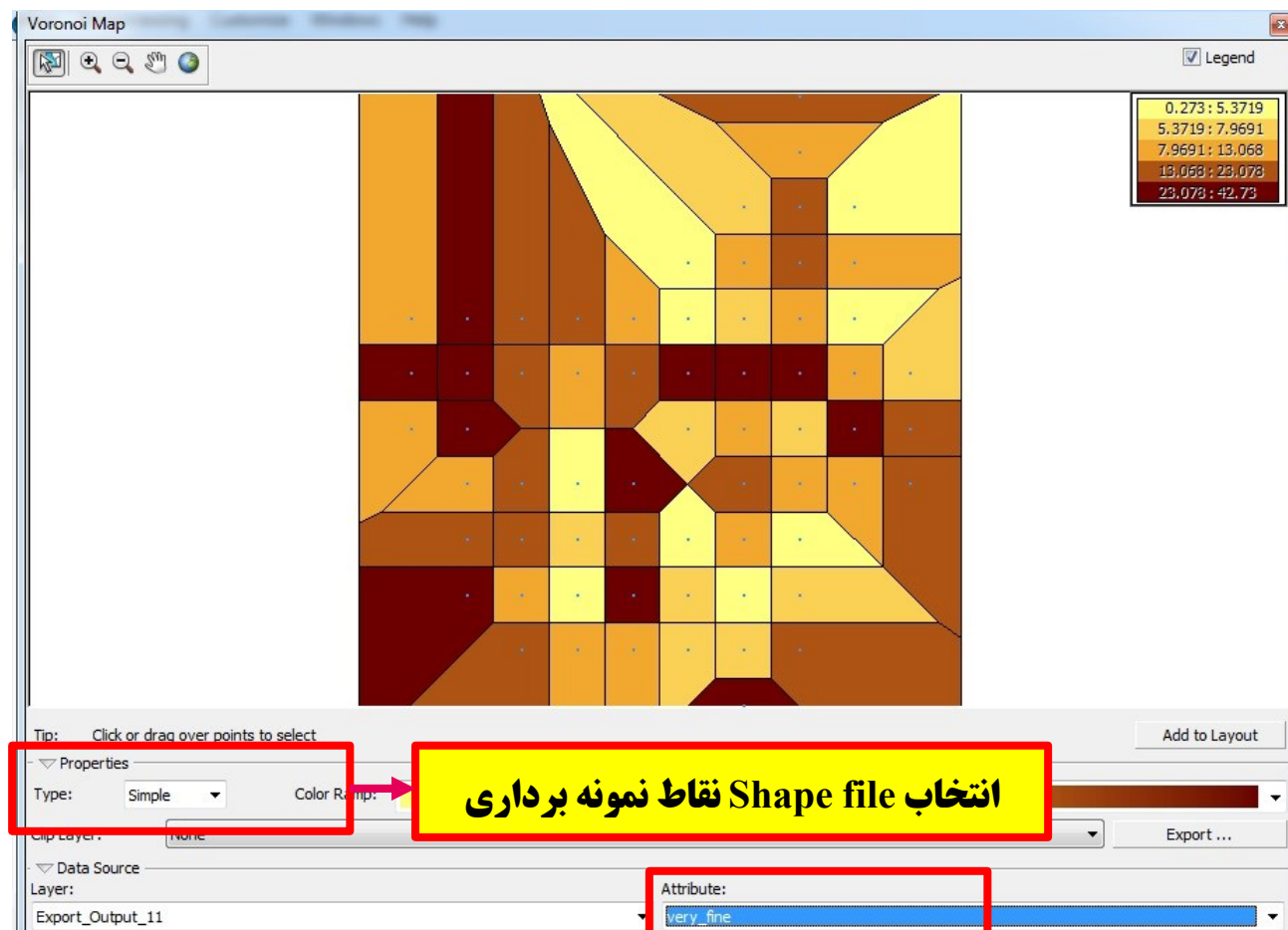
آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

• بررسی روش تیسن در ابزار Geostatistical Analyst از نرم افزار Arc map



آشنایی با ابزار زمین آمار در نرم افزار Arc GIS (Arc map)

- بررسی روش تیسن در ابزار Geostatistical Analyst از نرم افزار Arc map



انتخاب Shape file نقاط نمونه برداری

انتخاب پارامتر مورد نظر

Arc GIS (Arc map) آمار در نرم افزار

• بررسی روش درون یابی در ابزار Geostatistical Analyst از نرم افزار Arc map

The screenshot shows the 'Geostatistical Wizard: Inverse Distance Weighting' dialog box in ArcMap. The 'Methods' list on the left includes 'Deterministic methods' (Inverse Distance Weighting, Global Polynomial Interpolation, Radial Basis Functions, Local Polynomial Interpolation) and 'Geostatistical methods' (Kriging / CoKriging, Areal Interpolation, Empirical Bayesian Kriging). The 'Interpolation with barriers' section includes 'Kernel Smoothing' and 'Diffusion Kernel'. The 'Input Data' section on the right shows 'Dataset' with 'Source Dataset', 'Data Field', and 'Weight Field'. A red box highlights the 'Geostatistical Wizard...' button in the top right corner. A red box highlights the 'Methods' list. A red box highlights the 'Input Data' section. Three yellow boxes with red borders contain Persian text: 'روش های جبری' (Algebraic methods) with an arrow pointing to the 'Deterministic methods' list; 'روش های زمین آماری' (Geostatistical methods) with an arrow pointing to the 'Geostatistical methods' list; and 'ابزار درون یابی' (Interpolation tool) with an arrow pointing to the 'Geostatistical Wizard...' button. A fourth yellow box with a red border contains the text 'روش های درون یابی' (Interpolation methods) with an arrow pointing to the 'Interpolation with barriers' section.

روش های جبری

روش های زمین آماری

ابزار درون یابی

روش های درون یابی

درون یابی بار روش های جبری یا Deterministic

• درون یابی با روش IDW

The screenshot shows the 'Geostatistical Wizard: Inverse Distance Weighting' dialog box. The 'Methods' list on the left has 'Inverse Distance Weighting' selected under 'Deterministic methods'. The 'Input Data' section shows 'Source Dataset' as 'VFS' and 'Data Field' as 'very_fine'. The 'Weight Field' is empty. At the bottom, there is a text description of IDW and a 'Next >' button.

روش IDW (IDW method)

انتخاب شیب فایل مورد نظر (Select the slope file of interest)

انتخاب داده مورد نظر (Select the data of interest)

Inverse Distance Weighting

Inverse Distance Weighting (IDW) is a quick deterministic interpolator that is exact. There are very few decisions to make regarding model parameters. It can be a good way to take a first look at an interpolated surface. However, there is no assessment of prediction errors, and IDW can produce "bulls eyes" around data locations. There are no assumptions required of the data.

[About Inverse Distance Weighting](#)

< Back Next > Finish Cancel

درون یابی بار روش های جبری یا Deterministic

• درون یابی با روش IDW

انتخاب توان مورد نظر که هر چه توان افزایش یابد تخمین بهتر است که بین ۱۰۰-۰ است.

انجام درون یابی در جهات مختلف

نوع همسایگی

در حالت استاندارد = لبه های درون یابی تیز است.

در حالت نرم = لبه های درون یابی از حالت تیز خارج می شود.

انتخاب توان بهینه

General Properties
Power: 2

Search Neighborhood
Neighborhood type: Standard
Maximum neighbors: 15
Minimum neighbors: 10
Sector type: ☐ 1 Sector
Angle: 0
Major semiaxis: 3553.168
Minor semiaxis: 3553.168
Anisotropy factor: 1

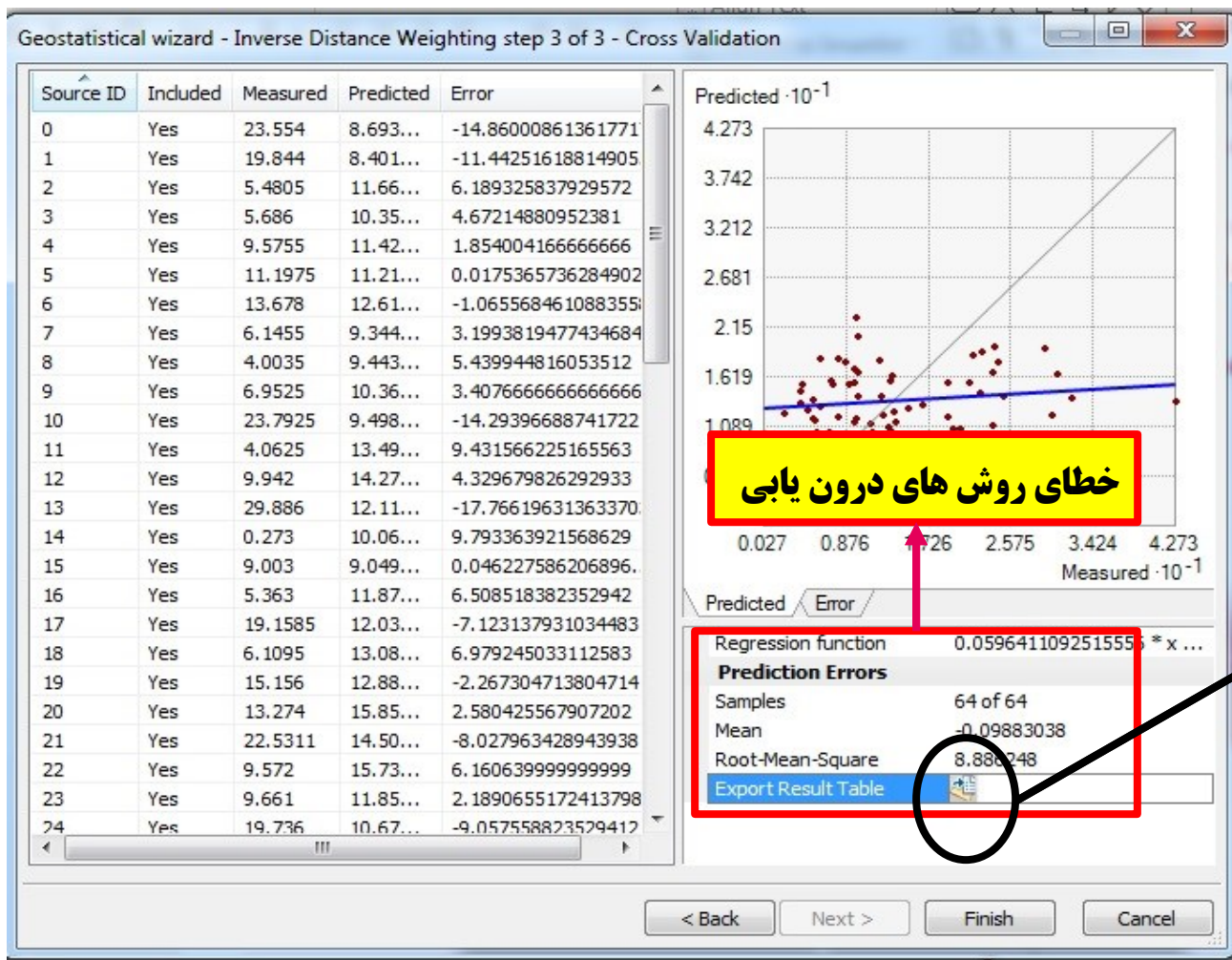
Predicted Value

Weights (15 neighbors)

General Properties
Inverse Distance Weighting (IDW) is a quick deterministic interpolator that is exact. There are very few decisions to ...

درون یابی بار روش های جبری یا Deterministic

• درون یابی با روش IDW



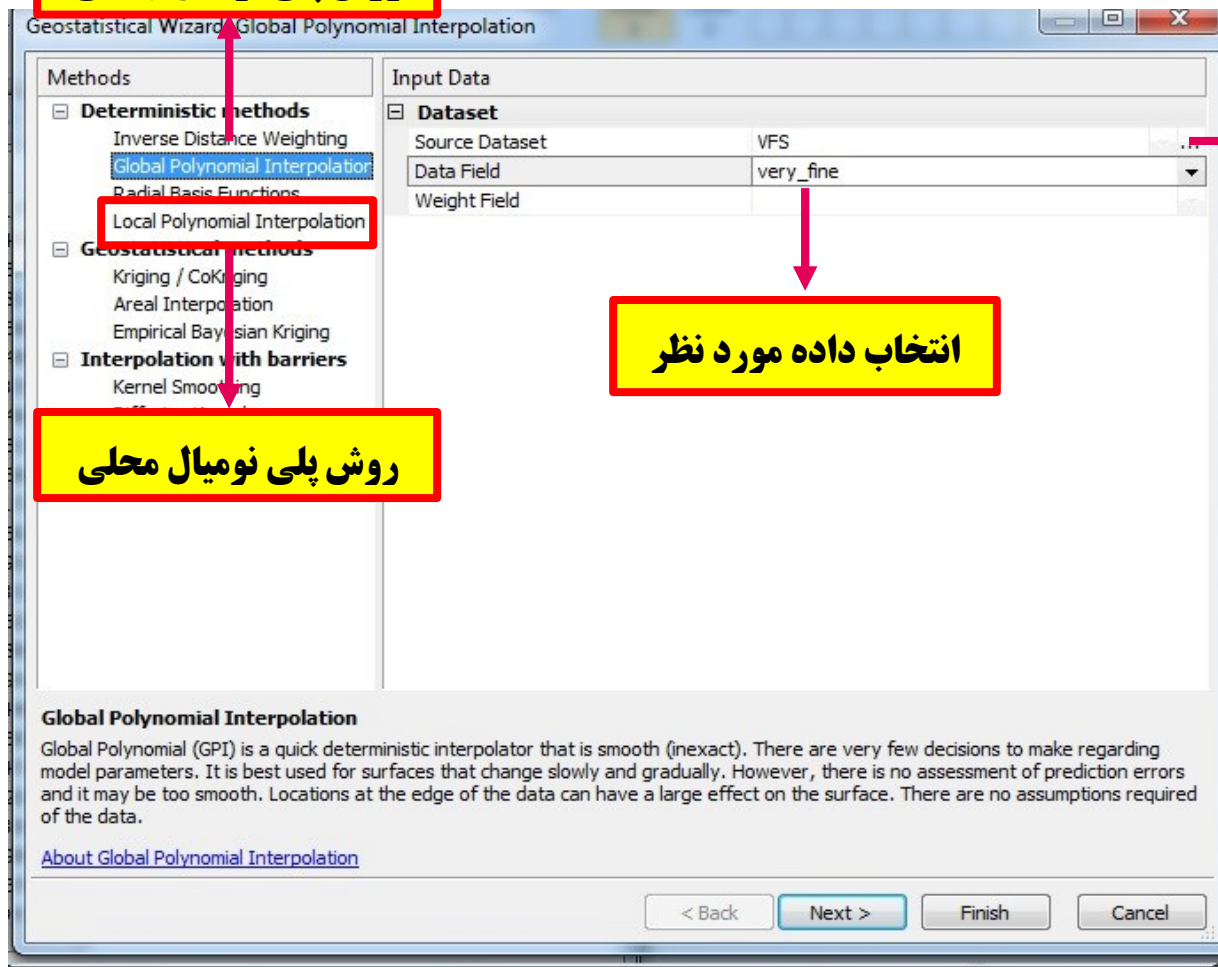
خطای روش های درون یابی

ذخیره روش
ارزیابی متقابل

درون یابی بار روش های جبری یا Deterministic

• درون یابی با روش پلی نومیال جهانی و محلی

روش پلی نومیال جهانی



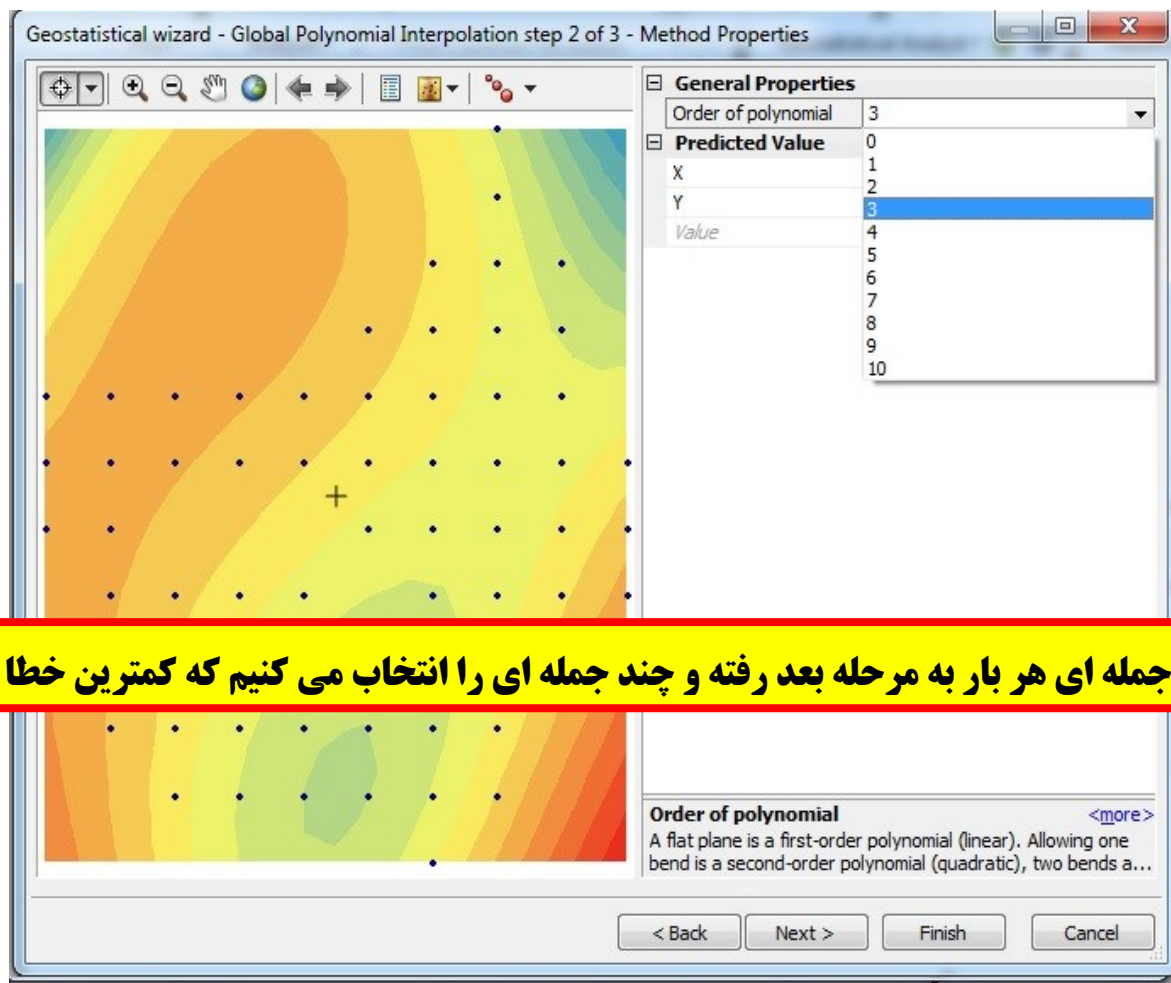
انتخاب شیب
فایل مورد نظر

انتخاب داده مورد نظر

روش پلی نومیال محلی

درون یابی با روش های جبری یا Deterministic

• درون یابی با روش پلی نومیال جهانی و محلی



چند جمله ای را
انتخاب می کنیم
که کمترین خطا
را داشته باشد.

بعد از انتخاب چند جمله ای هر بار به مرحله بعد رفته و چند جمله ای را انتخاب می کنیم که کمترین خطا را داشته باشد

درون یابی بار روش های جبری یا Deterministic

• درون یابی بار روش RBF

روش RBF

انتخاب داده مورد نظر

انتخاب شیب فایل مورد نظر

Geostatistical Wizard: Radial Basis Functions

Methods

- ☒ **Deterministic methods**
 - Inverse Distance Weighting
 - Global Polynomial Interpolation
 - Radial Basis Functions**
 - Local Polynomial Interpolation
- ☐ **Geostatistical methods**
 - Kriging / CoKriging
 - Areal Interpolation
 - Empirical Bayesian Kriging
- ☐ **Interpolation with barriers**
 - Kernel Smoothing
 - Diffusion Kernel

Input Data

Dataset	
Source Dataset	VFS
Data Field	point

Radial Basis Functions

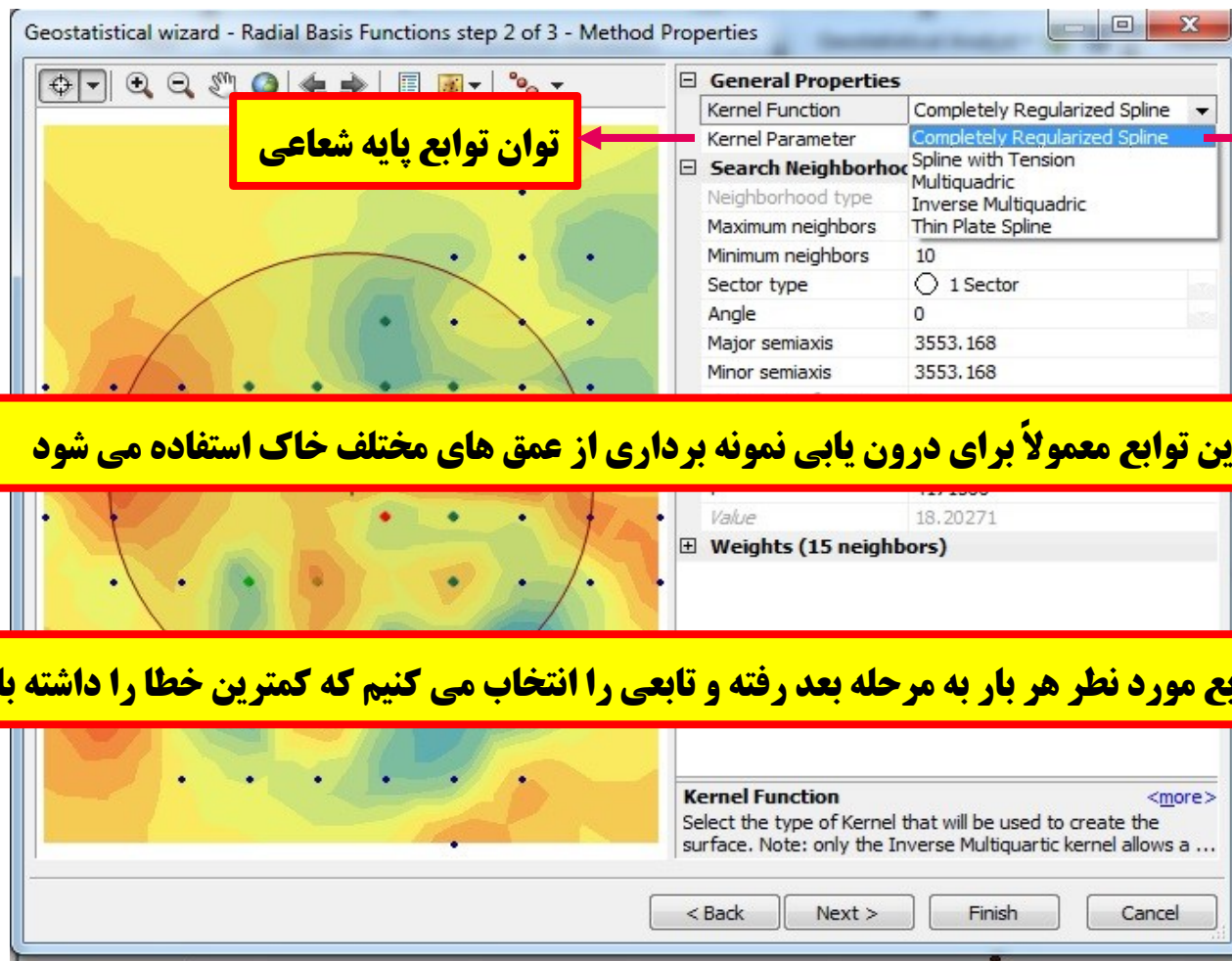
Radial Basis Functions (RBF) are moderately quick deterministic interpolators that are exact. They are much more flexible than IDW, but there are more parameter decisions. There is no assessment of prediction errors. The method provides prediction surfaces that are comparable to the exact form of kriging. Radial Basis Functions do not allow you to investigate the autocorrelation of the data, making it less flexible and more automatic than kriging. Radial Basis Functions make no assumptions about the data.

[About Radial Basis Functions](#)

< Back Next > Finish Cancel

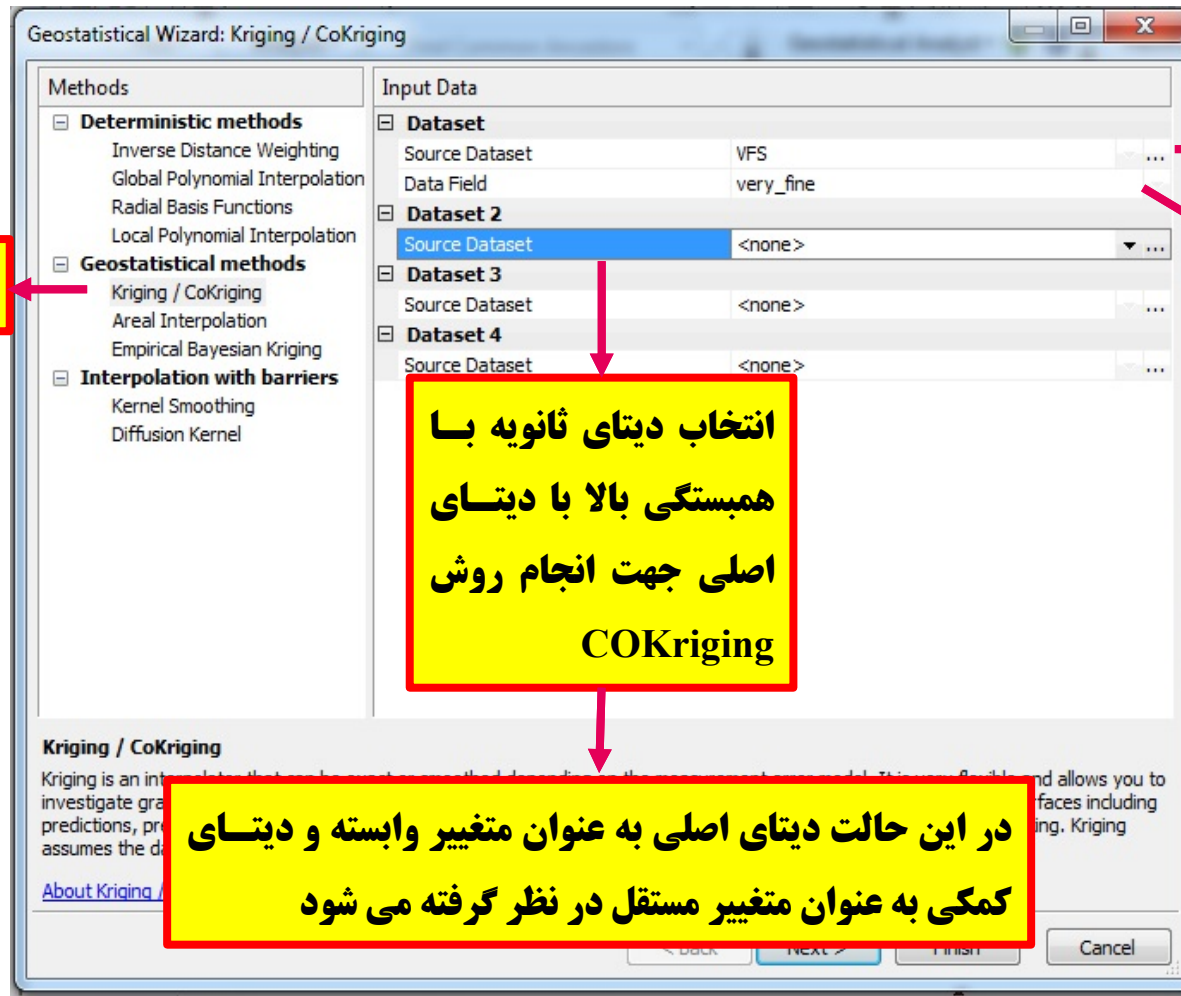
درون یابی بار روش های جبری یا Deterministic

• درون یابی با روش RBF



درون یابی با روش های زمین آماری یا Geostatistic

• درون یابی با روش Kriging and Co Kriging



انتخاب شیب فایل
مورد نظر

انتخاب داده مورد نظر

روش Kriging

انتخاب دیتای ثانویه با
همبستگی بالا با دیتای
اصلی جهت انجام روش
COKriging

در این حالت دیتای اصلی به عنوان متغیر وابسته و دیتای
کمکی به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می شود

درون یابی با روش های زمین آماری یا Geostatistic

• درون یابی با روش Kriging and Co Kriging

Geostatistical wizard - Kriging step 2 of 5

Kriging Type	Dataset #1
Ordinary	Transformation type: Log
Simple	Order of trend removal: None
Universal	None
Indicator	Constant
Probability	First
Disjunctive	Second
	Third

Output Surface Type

Prediction

Quantile

Probability

Prediction Standard Error

Order of trend removal

You may want to remove a surface trend from the detrended (residual) data.

<more>

Constant

Back Next > Finish Cancel

انواع روش های
کریجینگ و کو کریجینگ

نوع روش نرمال سازی

حذف روند داده ها در صورت وجود

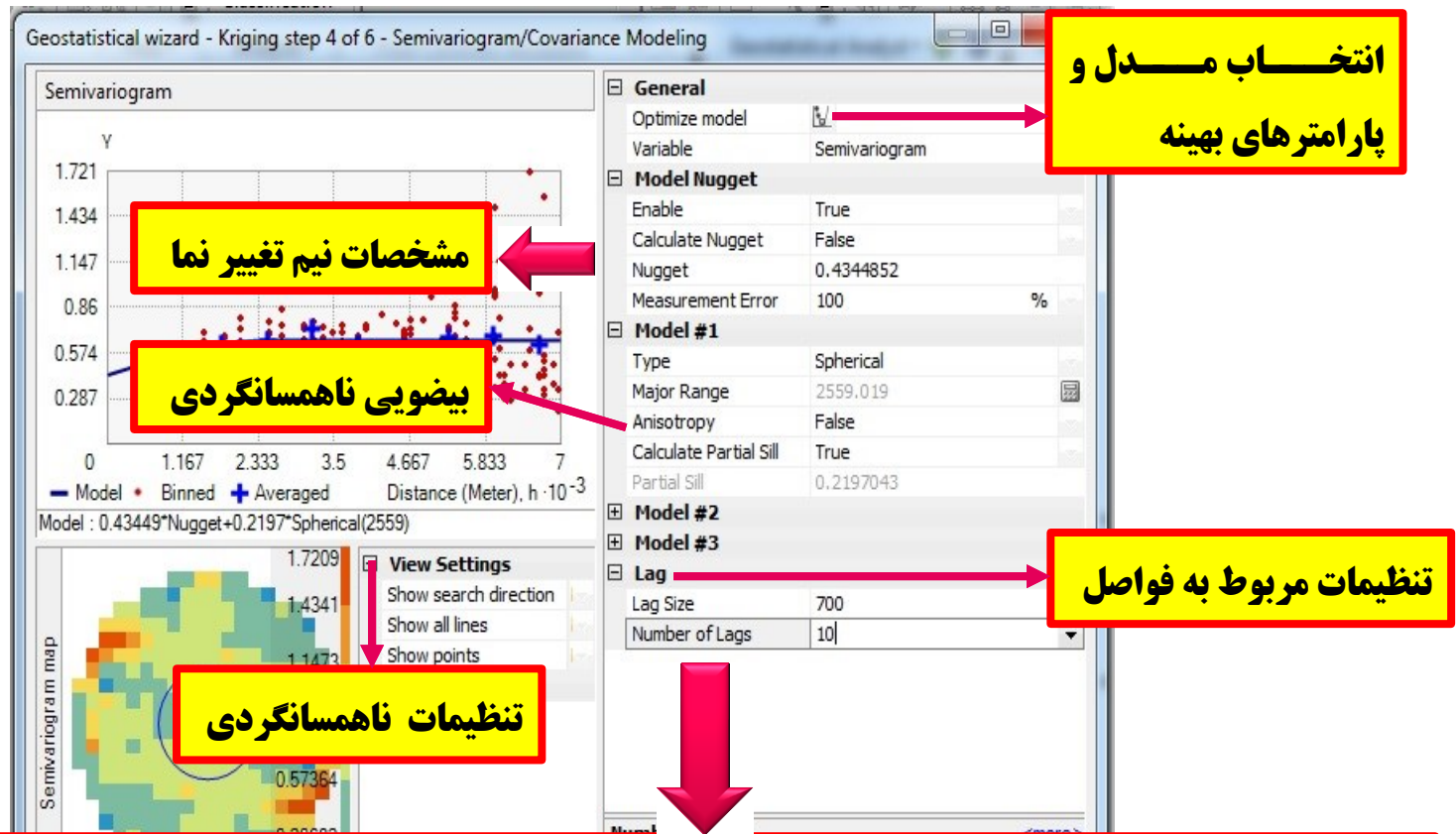
در تحلیل های زمین آماری فرض بر فراگیر بودن روند مجموعه داده ها است

نوع نقشه روش های
کریجینگ و کو کریجینگ

انتخاب Constant

درون یابی با روش های زمین آماری یا Geostatistic

• درون یابی با روش Kriging and Co Kriging



در صورتی که بخواهید مشخصات واریوگرام را از نرم افزار GS+ به نرم افزار Arc GIS منتقل کنید در این بخش باید تنظیمات را عوض کنید به عبارتی پارامترهای به دست آمده از اسلاید ۶۵ را به این قسمت منتقل کنید

درون یابی با روش های زمین آماری یا Geostatistic

• برای انتقال مشخصات نیم تغییر نما از نرم افزار GS+ به نرم افزار ArcGIS موارد زیر مهم اند:

✓ در قسمت Enable نرم افزار Arc map گزینه False را وارد می کنند و مشخصات واریوگرام

نرم افزار GS+ را به نرم افزار Arc map منتقل می کنند.

✓ در قسمت Type نرم افزار Arc map مدل نیم تغییرنمای به دست آمده از نرم افزار GS+ را

به نرم افزار Arc map منتقل می کنند.

✓ در قسمت Major Range نرم افزار Arc map مقدار محاسبه شده در قسمت Range

Parameter A0 به دست آمده از نرم افزار GS+ را وارد می کنند.

درون یابی با روش های زمین آماری یا Geostatistic

• برای انتقال مشخصات نیم تغییر نما از نرم افزار GS+ به نرم افزار ArcGIS موارد زیر مهم اند:

✓ در قسمت partial sill نرم افزار Arc map مقدار $[(C+C_0)-C_0]$ به دست آمده از نرم افزار

GS+ محاسبه کرده و به نرم افزار Arc map منتقل می کنند.

✓ در قسمت Log نرم افزار Arc map در زیر شاخه Log size فواصل نمونه برداری و در

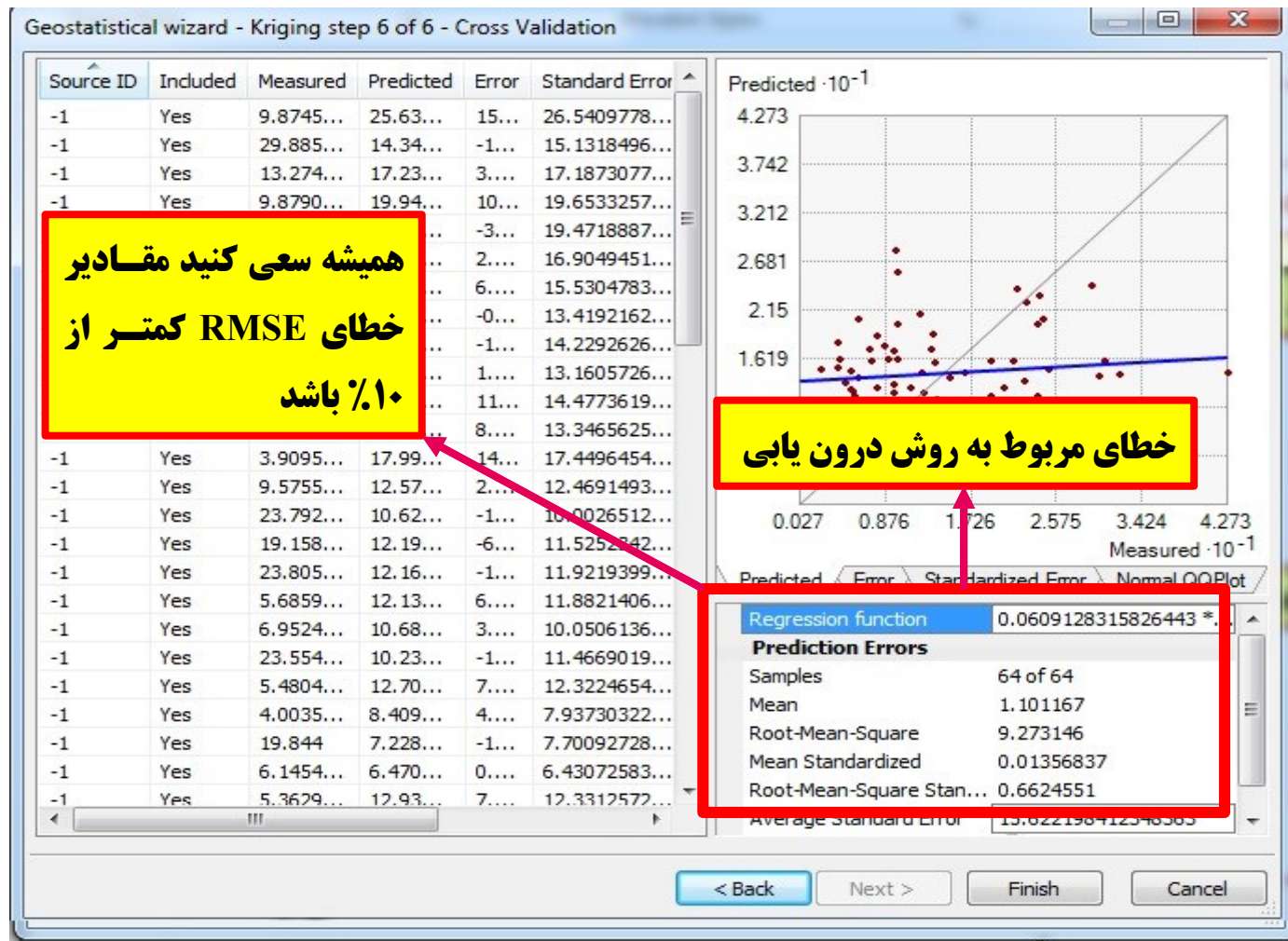
قسمت Number of Log باید عددی داده شود که با ضرب آن در فواصل نمونه برداری

بزرگترین شعاع نمونه برداری از فرمول زیر به دست آید:

$$1/4 \text{ (بزرگترین شعاع منطقه مورد مطالعه)} + 1/2 \text{ (بزرگترین شعاع منطقه مورد مطالعه)}$$

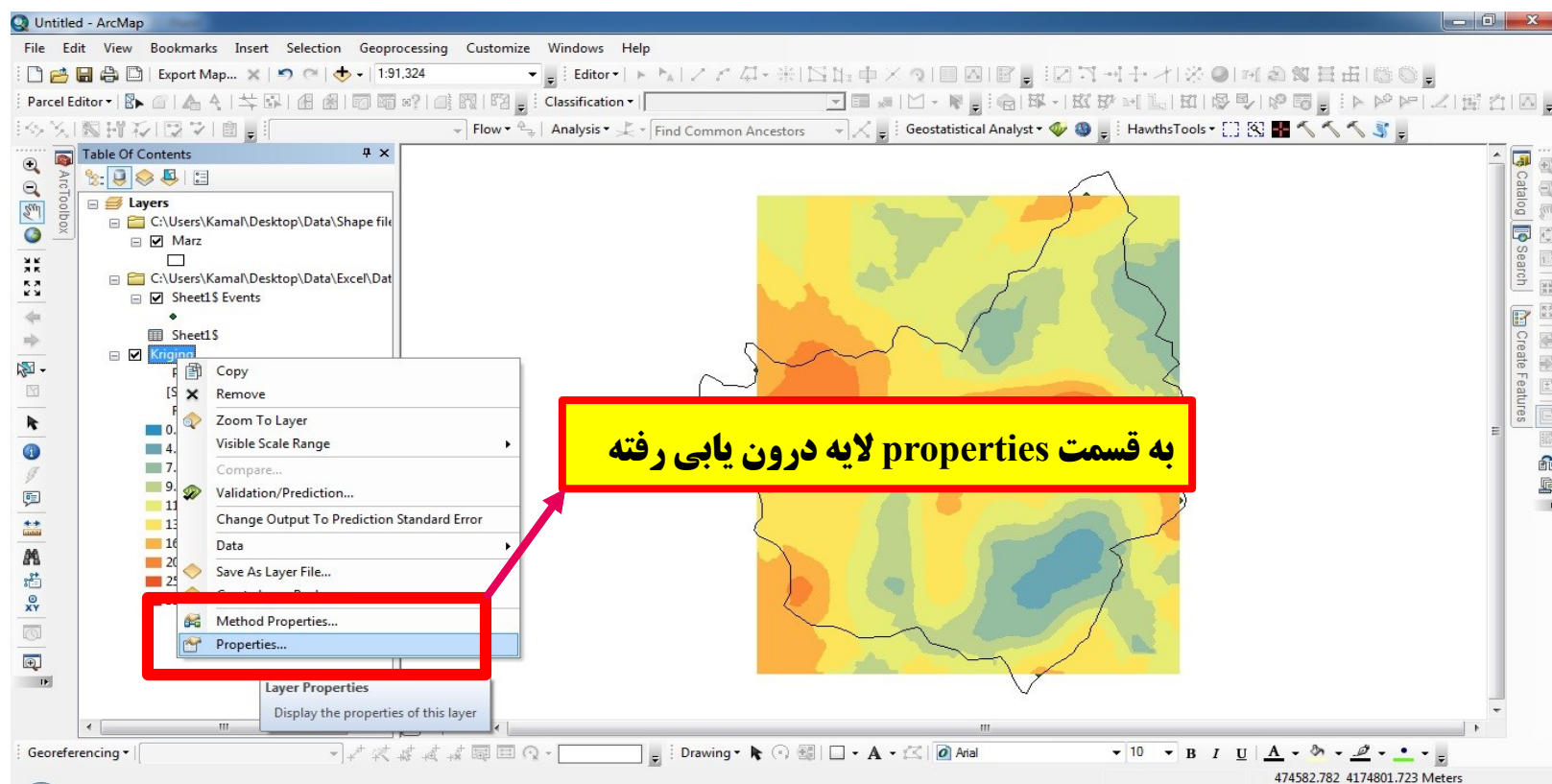
درون یابی با روش های زمین آماری یا Geostatistic

• درون یابی با روش Kriging and Co Kriging



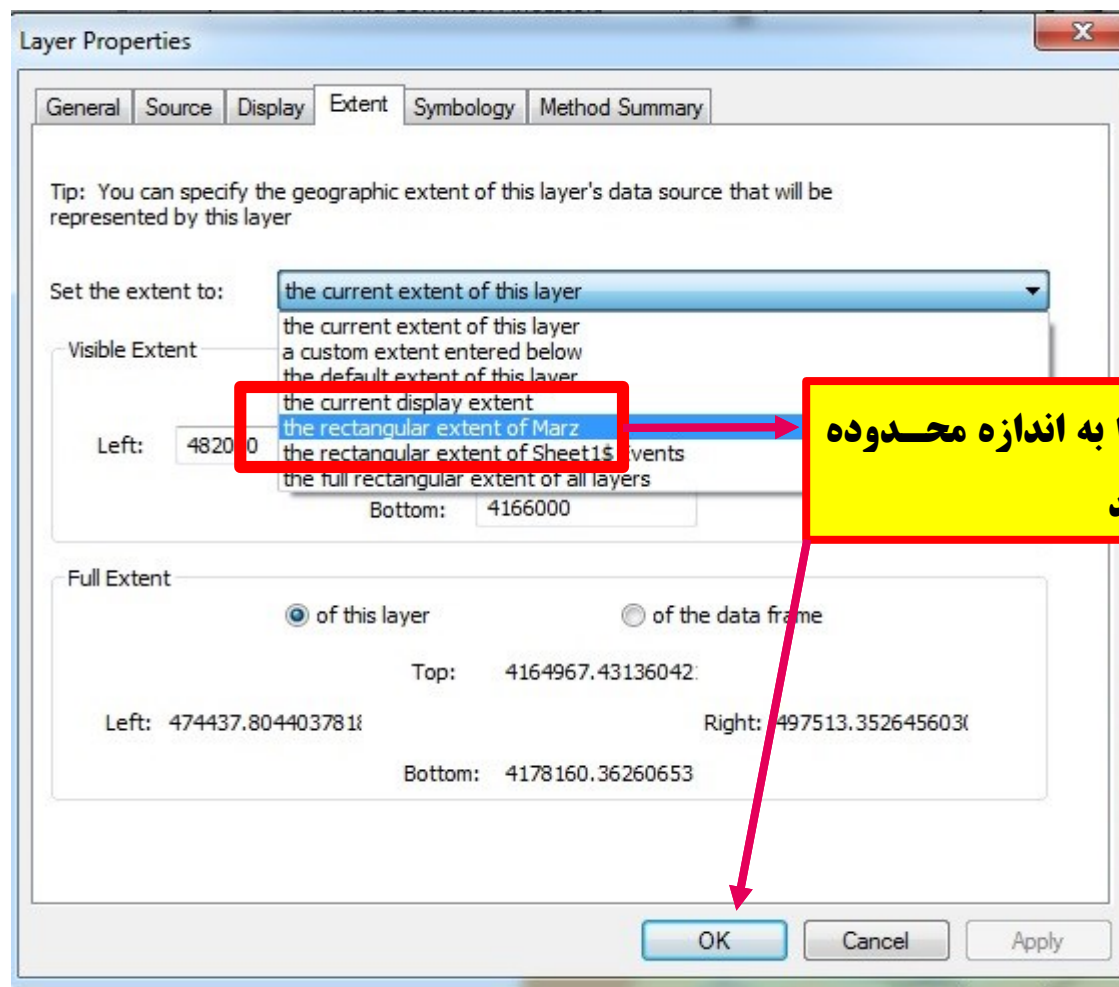
خروجی گرفتن و تنظیمات نقشه نهایی در نرم افزار Arc map

✓ بعد از انجام درون یابی باید نقشه نهایی را را تولید کرد برای این کار باید محدوده مورد مطالعه را Add کرده و نقشه را درون یابی را طبق مورد زیر به اندازه محدوده بزرگ کرده و برش دهیم برا این کار طبق روش زیر عمل می کنند:



خروجی گرفتن و تنظیمات نقشه نهایی در نرم افزار Arc map

✓ بزرگنمایی نقشه درون یابی به اندازه محدوده مورد مطالعه :



خروجی گرفتن و تنظیمات نقشه نهایی در نرم افزار Arc map

✓ برای انجام طبقه بندی نقشه درون یابی شده به قسمت symbology بروید:

طبقه بندی تعداد کلاس ها

تقسیم بندی دلخواه

تنظیم تعداد اعداد اعشار

Classification

Class	Min	Max
class #1	0.272375	4.272375
class #2	4.272375	7.235731
class #3	7.235731	9.431444
class #4	9.431444	11.05837
class #5	11.05837	13.25408
class #6	13.25408	16.21744
class #7	16.21744	20.21681
class #8	20.21681	25.61441
class #9	25.61441	32.89906
class #10	32.89906	42.7305

Number Format

Category: Numeric

Rounding: Number of decimal places: 9

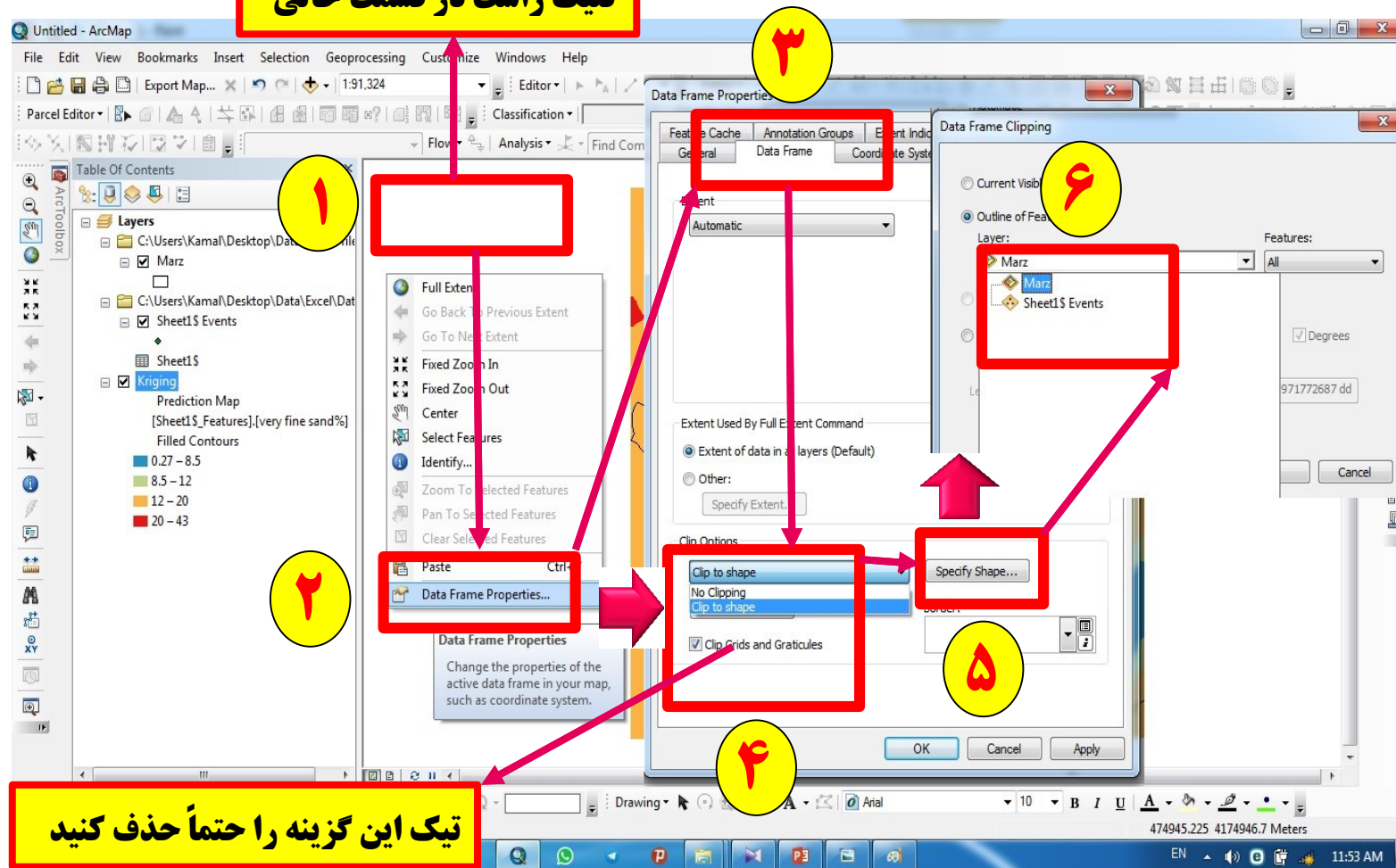
Alignment: Left

OK

خروجی گرفتن و تنظیمات نقشه نهایی در نرم افزار Arc map

✓ برش نقشه درون یابی به اندازه محدوده مورد مطالعه :

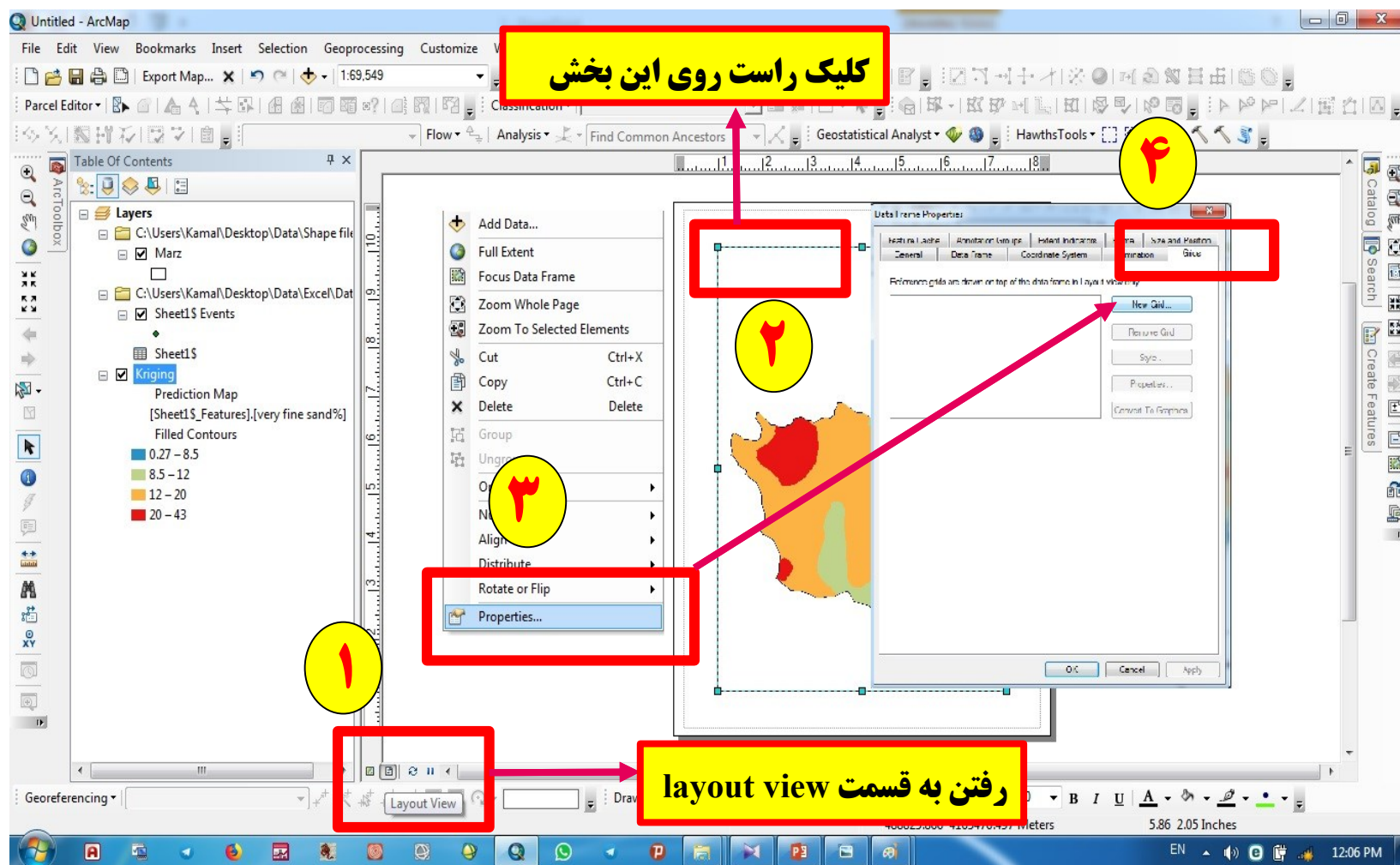
کلیک راست در قسمت خالی



تیک این گزینه را حتماً حذف کنید

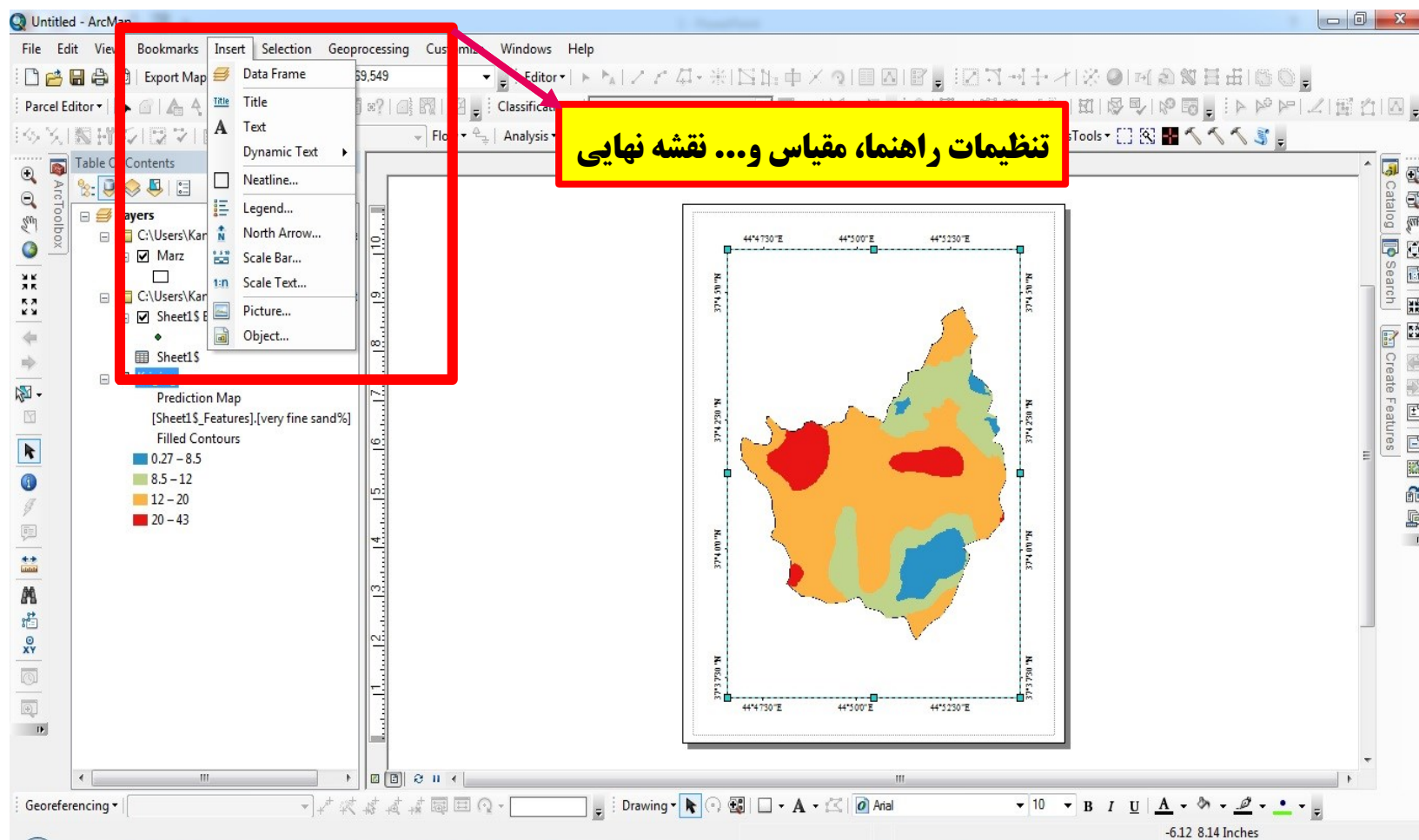
خروجی گرفتن و تنظیمات نقشه نهایی در نرم افزار Arc map

✓ گرید زدن به نقشه:



• خروجی گرفتن و تنظیمات نقشه نهایی در نرم افزار Arc map

✓ زدن علامت شمال، راهنما و مقیاس و ... به نقشه :



خروجی گرفتن و تنظیمات نقشه نهایی در نرم افزار Arc map

✓ تنظیمات نهایی و گرفتن خروجی از نقشه :

