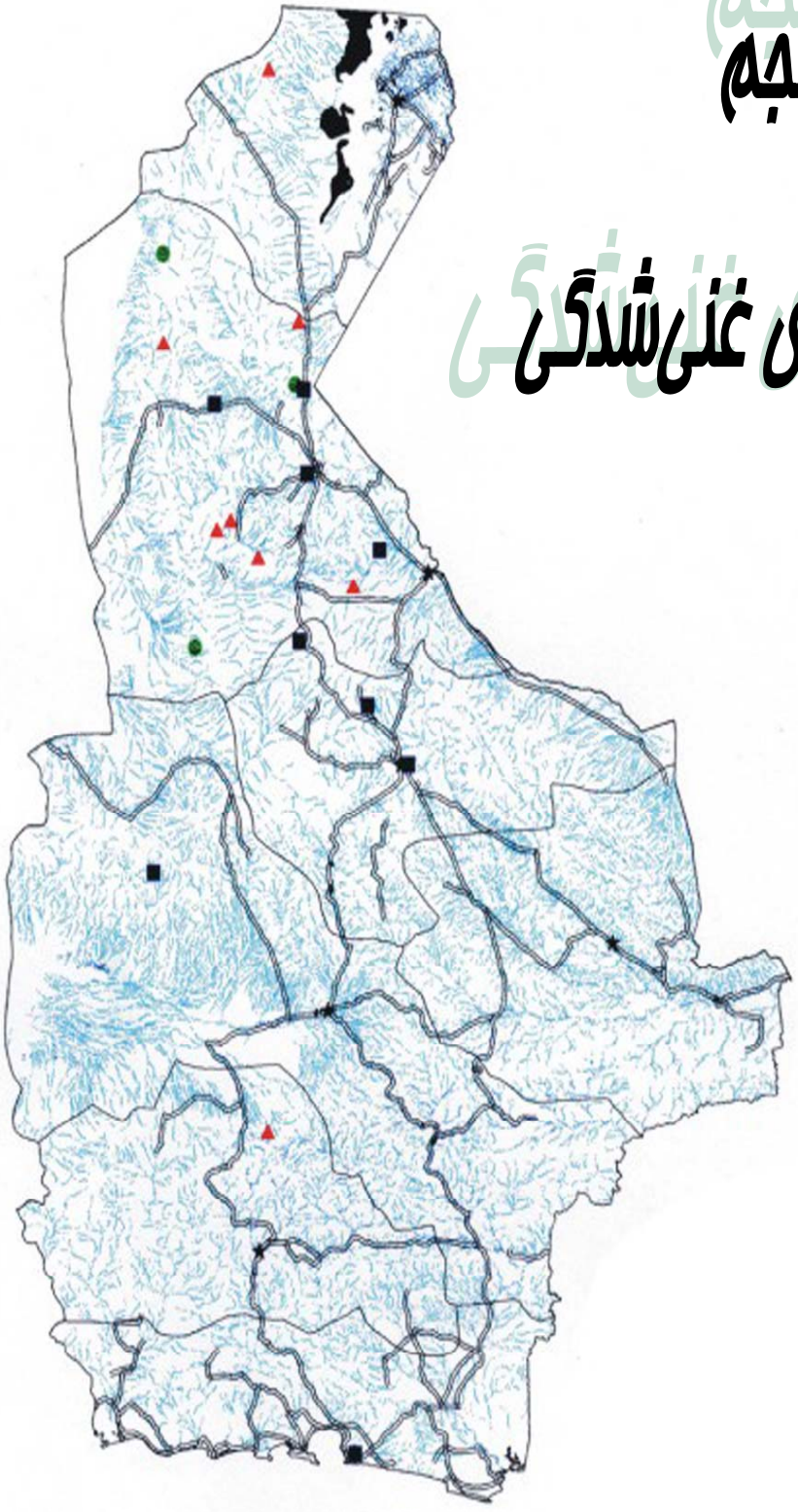
فصل پنجم



پردازش داده‌های غنی‌شدگی

محاسبه شاخص غنی‌شدگی و همگن‌سازی جوامع:

پس از دسته‌بندی جوامع سنگی به منظور همگن‌سازی جوامع مختلف، مقدار زمینه محلی عناصر را در هر یک از جوامع سنگی محاسبه می‌گردد. بدین منظور از میانگین و یا میانه استفاده می‌شود. بدلیل اینکه میانگین خود متأثر از مقادیر حدی در تابع احتمال است و از طرفی توزیع اکثر عناصر، چولگی مثبت نشان می‌دهد، از مقوله میانه که مستقل از مقادیر می‌باشد استفاده شده است.

بنا به تعریف شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین عبارت است از نسبت غلظت‌آن عنصر در آن نمونه به غلظت میانگین یا میانه همان عنصر در جامعه‌ای که نمونه مربوطه متعلق به آن است.

شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین به مقدار غلظت آن عنصر در نمونه مربوطه و فراوانی همان عنصر در کل جامعه نمونه‌برداری بستگی دارد. بنابراین اگر فراوانی نقطه‌ای و منطقه‌ای یک عنصر هر دو با شیب ثابتی افزایش یا کاهش یابند آنچه که ثابت باقی خواهد ماند، شاخص غنی‌شدگی است. زیرا صورت و مخرج این کسر به یک نسبت افزایش ویا کاهش می‌یابند. بدین ترتیب شاخص غنی‌شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی و یا مولفه سن‌ژنتیک فراوانی یک عنصر در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد. بطور خلاصه می‌توان گفت شاخص غنی‌شدگی نشان دهنده نسبت غنی‌شدگی یا تهی‌شدگی یک عنصر در هر نمونه است. بدیهی است عناصری که مقدار شاخص غنی‌شدگی‌شان بیشتر از واحد باشد غنی شدگی و آنهایی که کمتر از واحد باشد تهی‌شدگی تلقی می‌شود.

شاخص غنی‌شدگی از رابطــه زیـر بدسـت می‌آیـد:

$$EI = \frac{Cj}{(Cmed)j}$$

در ایـن رابطـه **EI** شـاخص غنی‌شـدگـی ، C_j مقـدار فراوانـی عنصـر **j** در نمونـه معیـن و **(cmed)j** میانـه مقـادیر عنصـر **j** درجامعـه مربـوط بـه آن نمونـه می‌باشـد. پـس از جـایگزینی مقادیر شاخص غنی‌شدگـی بـه جـای داده‌هـای خـام یـک جامعـه کلـی حـاصل می‌شـود کـه آن را جامعه شاخص غنی‌شـدگـی می‌نـامند.

محاسبه پارامترهای آماری شاخص غنی‌شدگی:

حـال بـا تشـکیل جامعـه شـاخص غنی‌شـدگـی و محاسـبه پارامترهـای آمـاری ورسـم هیستوگرام تجمعی فراوانی ایـن داده‌هـا ومقایسـه آنـها بـا محاسـبات وهیسـتوگرامـهای خـام بـه نظر می‌رسد کـه اثـرات نـاهمگنی کـه بـه صـورت جوامـع آمـاری مختلـف در هیسـتوگـرام بـروز کرده بـود تـا انـدازه‌ای از بیـن رفتـه و شـکل تـابع توزیـع همگن‌تـر شـده اسـت، ولـی همچنـان حالت لاگ نرمال در شـکل تـابع توزیـع مقـادیر مشـاهده می‌شـود.

بررسی مقادیر خارج از رده : (Outliers)

هنگـام بررسـی مقـادیر شـاخص غنی‌شـدگـی بـه نمونـه‌هایی برخـورد می‌شـود کـه در آسـتانه‌های بـالا و پـایین جامعـه داده‌هـا قـرار گرفتـه واز جامعـه اصلـی جـدا افتـاده‌اند. اگـر نمـودار جعبـه‌ای (**Boxplot**) آنـها ترسـیم شـود ایـن نمونـه‌ها بـه نحـو بـارزی خودشـان را از بقیه جدا می‌کنند. مقادیر خارج از رده به سـه حـالت مختلـف زیـر ممکـن اسـت بوجـود آینـد:

حالت اول) از یک خطای سیستماتیک به هنگام نمونه‌برداری، آماده‌سازی یا تجزیه شیمیایی نمونه‌ها ناشی شده باشند که باید از مرحله پردازش حذف یا اصلاح شوند.

حالت دوم) مشاهداتی که به صورت یک پدیده فوق‌العاده نمود پیدا می‌کنند که باید پس از بررسی اعتبار آنها در مورد حفظ یا حذف آنها تصمیم گرفت.

حالت سوم) مشاهدات فوق‌العاده‌ای که هیچگونه توضیح مناسبی برای آنها وجود ندارد و کارشناس اگر احساس کند که آنها به عنوان گوشه‌ای از جامعه مورد بررسی هستند می‌تواند آنها را حفظ کند.

وجود مقادیر خارج از رده در جامعه نمونه‌ها موجب افزایش واریانس جامعه و نیز همبستگی بین متغیرها وهمچنین افزایش چولگی در نمودار توزیع عناصر می‌شود. برای کاهش این تاثیر راههای مختلفی نظیر محاسبه ضریب همبستگی با استفاده از روشهای ناپارامتری مانند روش اسپیرمن **(Spearman)** ، حذف و یا جایگزین نمودن مقادیر استفاده می‌شود دراین گزارش از روش جایگزین نمودن مقادیر خارج از رده استفاده شده است. جدول (۵-۱) نمونه‌های دارای مقادیر خارج از رده را نشان می‌دهد.

نرمال سازی شاخص‌های غنی‌شدگی :

استفاده از برخی روشهای آماری منوط به نرمال بودن تابع توزیع متغیرهای مورد مطالعه است در حالیکه توابع توزیع از نوع لاگ نرمال است ، به همین علت قبل از استفاده از این روشها شاخصهای غنی‌شدگی باید نرمال شوند. دراین بخش از نوعی تبدیلات جهت نرمال کردن تابع توزیع مقادیر شاخص غنی‌شدگی استفاده شده است .

Table(5-1) : Outlier Samples For Normal Enrichment Data

	Sample Number	
Elements	Outlier (+)	Outlier (-)
Au	*HZ-438 , HZ-435*	
W		
Mo		
Se	*HM-253*	
B		
Cr		
Co		
Ni	*HM-084*	
Cu		
Zn	*HM-268*	
As	*HM-231 , HZ-333*	
Sr		
Ag	*HM206 , HM-459 , HM-255*	
Sn	*HM-245*	
Sb		
Ba	*HM-268 , HM-262 , HM-249 , HM-250*	
Pb	*HM-058*	
Bi		
Be	*HM-089*	
Hg		
Ti		
Mn		

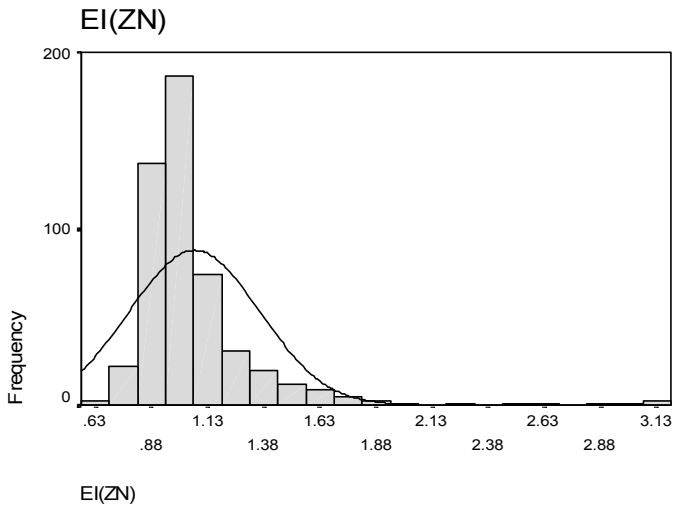
این کار شرط لازم کاربرد برخی روشهای آماری مانند تعیین نمونه‌های آنومالی با استفاده از اضافه کردن ضرایبی از انحراف معیار به حد آستانه‌ای و یا محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون می‌باشد. روش لاگ نرمال به صورت یک روش توصیفی برای نرمال کردن تابع توزیع جوامعی که دارای چولگی در نمودار خود هستند به کار می رود. در اینجا از لگاریتم طبیعی مقادیر شاخص غنی‌شدگی به اضافه یا منهای یک مقدار ثابت استفاده شده است.

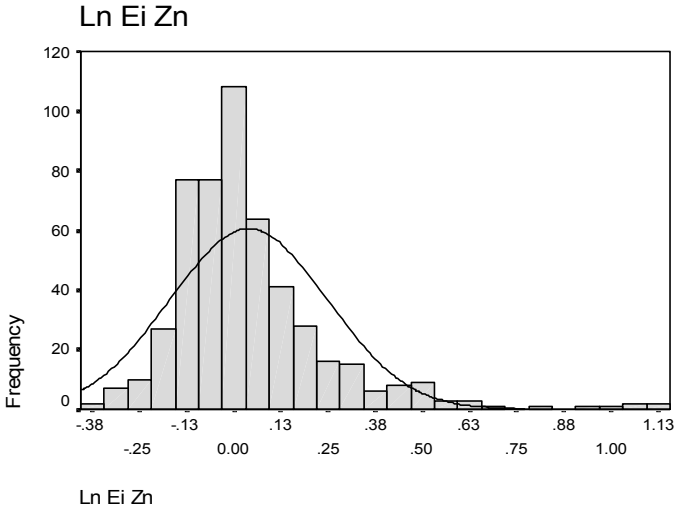
پارامترهای آماری و هیستوگرام‌های ترسیم شده برای داده‌های نرمال در شکل (۵-۱) تا (۵-۷) آورده شده است. (سایر اشکال در **CD** آورده شده است.) با توجه به این پارامترهای آماری می‌توان دریافت که مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقادیر متناظر مربوط به شاخصهای غنی‌شدگی نرمال نشده تا چه اندازه کاهش یافته ومنحنی توزیع تجمعی آنها به صورت یک خط راست که بیانگر توزیع نرمال می‌باشد، ظاهر شده است . هیستوگرام مقادیر نرمال شده نسبت به هیستوگرام مقادیر نرمال نشده نیز بیانگر مطلب فوق می‌باشد.

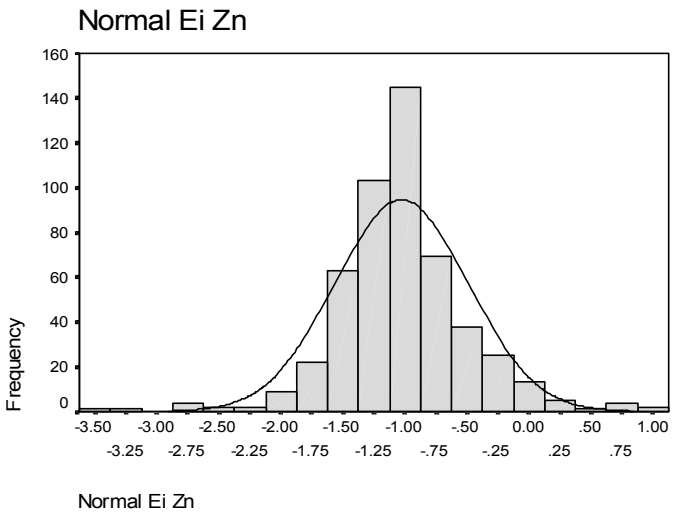
Fig(5-1):Statistical Parameters For Normal Data In Hodiyan

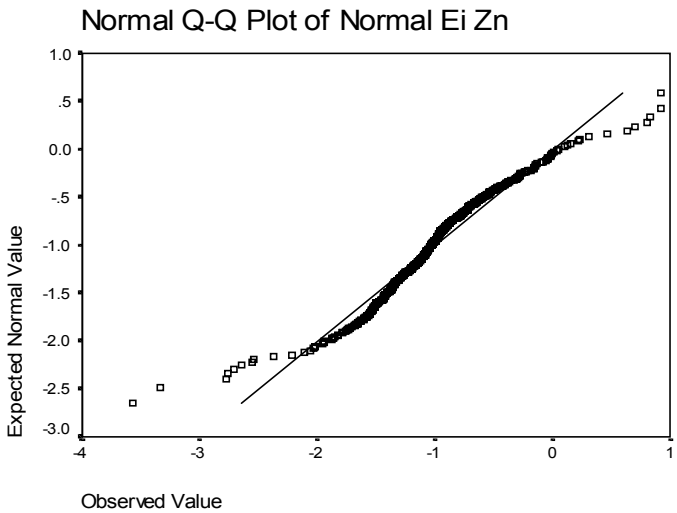
Statistics

		EI(ZN)	Ln Ei Zn	Normal Ei Zn
N	Valid	509	509	509
	Missing	0	0	0
Mean		1.066	3.872E-02	-1.0290
Median		1.000	.0000	-1.0500
Std. Deviation		.288	.2091	.5357
Skewness		3.732	1.939	.000
Std. Error of Skewness		.108	.108	.108
Kurtosis		20.019	6.395	3.026
Std. Error of Kurtosis		.216	.216	.216
Minimum		.7	-.39	-3.57
Maximum		3.2	1.15	.92





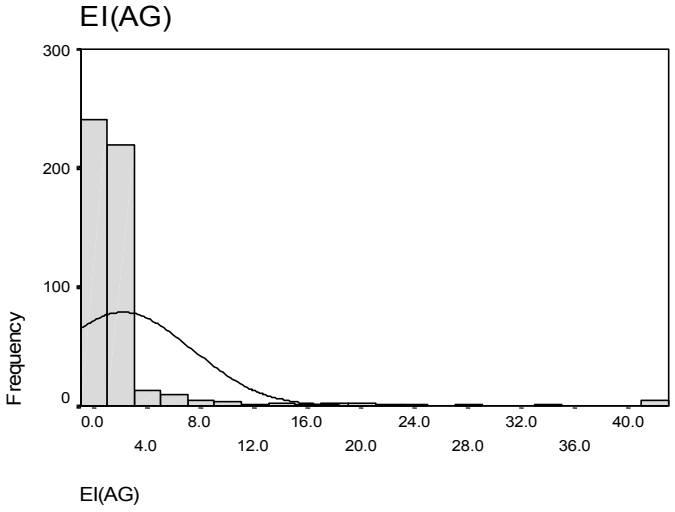


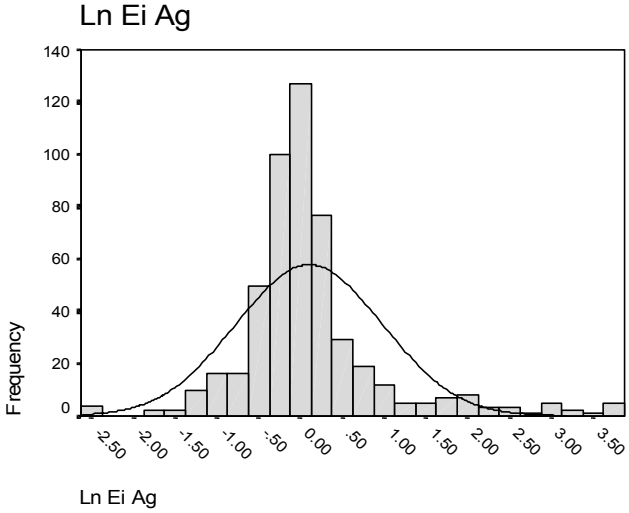


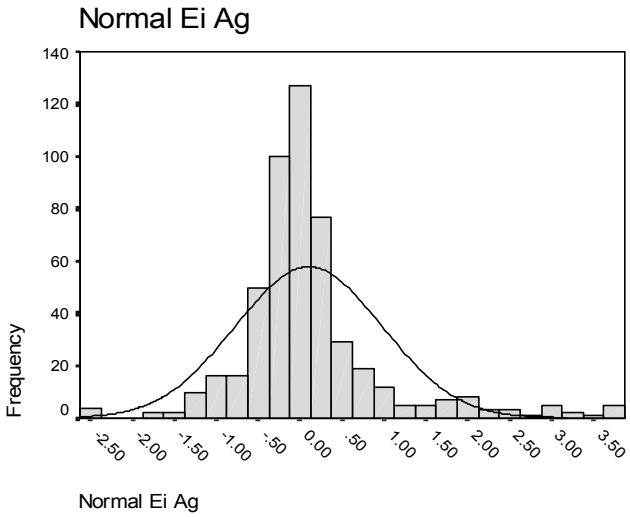
Fig(5-2):Statistical Parameters For Normal Data In Hodiyan

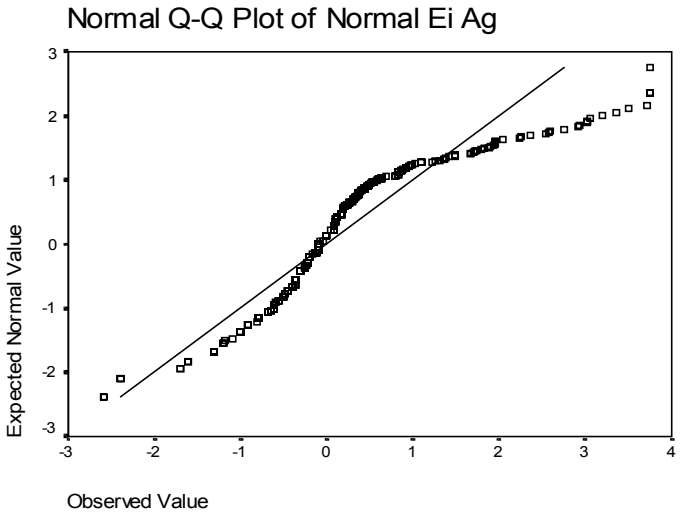
Statistics

		EI(AG)	Ln Ei Ag	Normal Ei Ag
N	Valid	509	509	509
	Missing	0	0	0
Mean		2.133	.1021	.1021
Median		1.000	.0000	.0000
Std. Deviation		5.138	.8765	.8765
Skewness		6.011	1.496	1.496
Std. Error of Skewness		.108	.108	.108
Kurtosis		39.567	4.629	4.629
Std. Error of Kurtosis		.216	.216	.216
Minimum		.1	-2.59	-2.59
Maximum		42.2	3.74	3.74





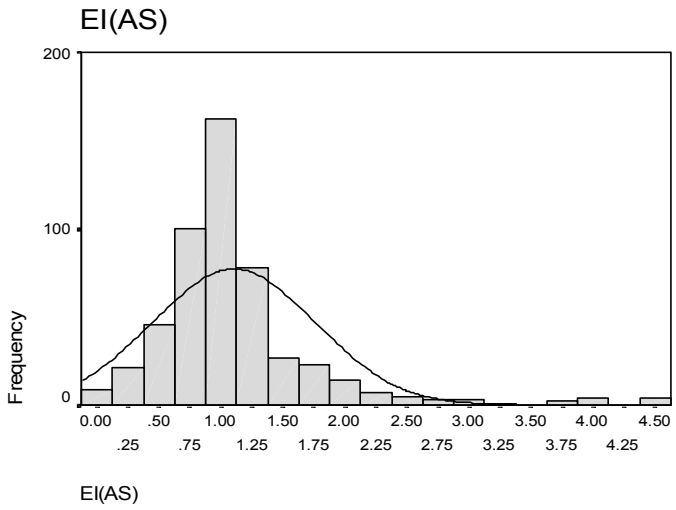


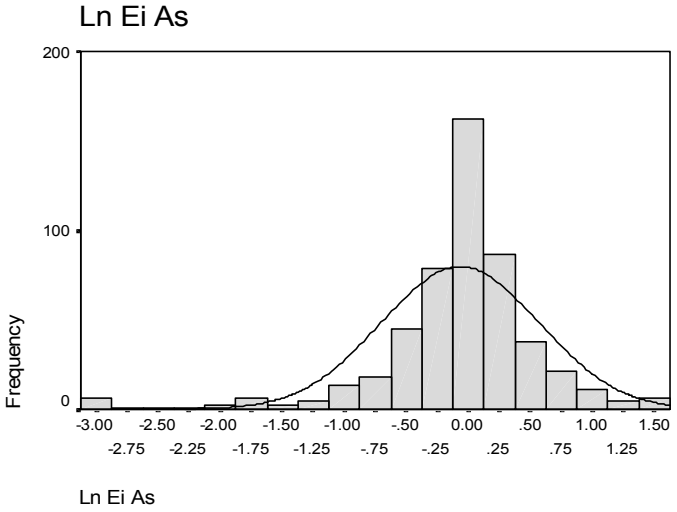


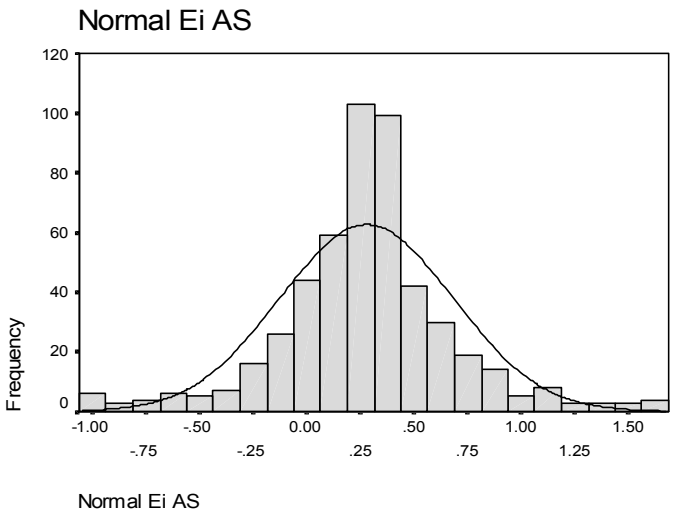
Fig(5-3):Statistical Parameters For Normal Data In Hodiyan

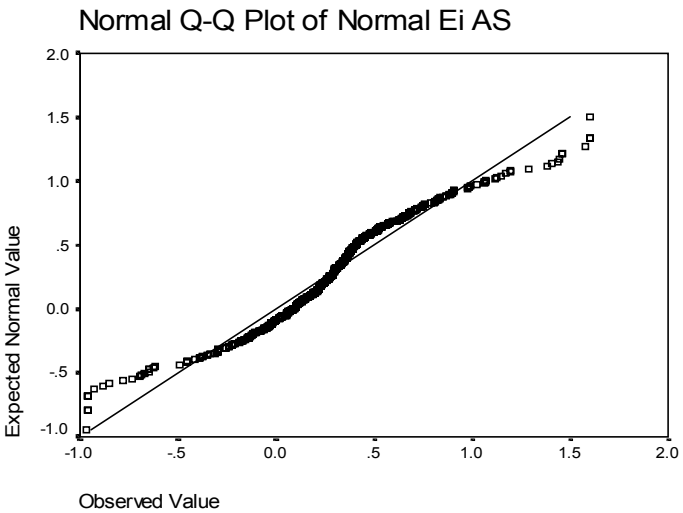
Statistics

		EI(AS)	Ln Ei As	Normal Ei AS
N	Valid	509	509	509
	Missing	0	0	0
Mean		1.103	-6.67E-02	.2774
Median		1.000	.0000	.2865
Std. Deviation		.657	.6348	.4042
Skewness		2.394	-1.534	.000
Std. Error of Skewness		.108	.108	.108
Kurtosis		8.683	5.954	1.952
Std. Error of Kurtosis		.216	.216	.216
Minimum		.0	-3.05	-.97
Maximum		4.6	1.53	1.60





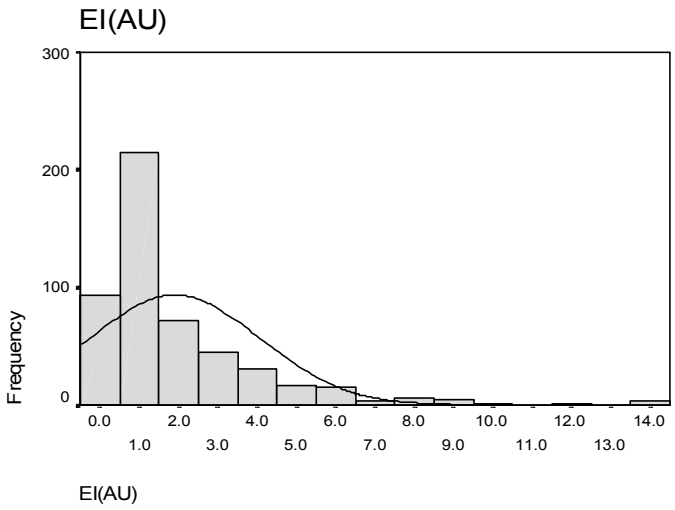


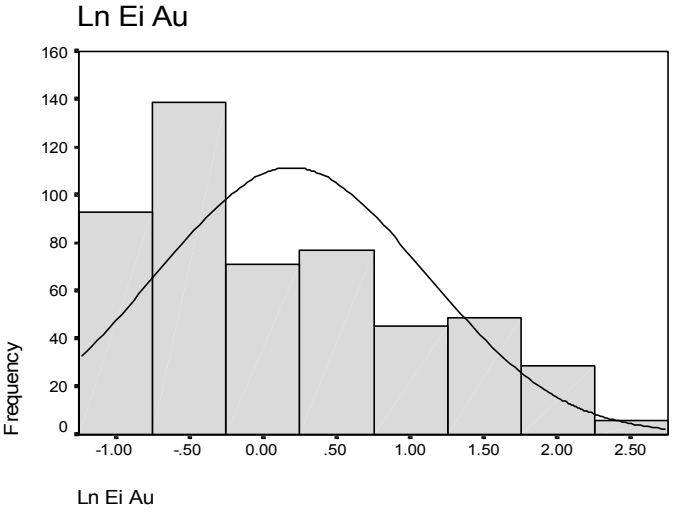


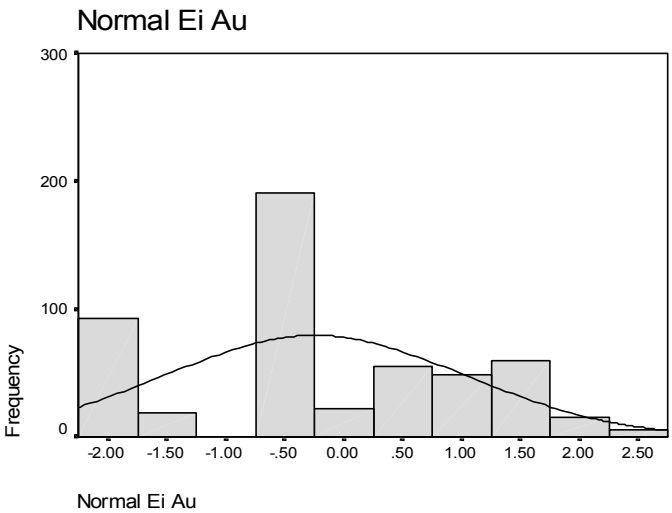
Fig(5-4):Statistical Parameters For Normal Data In Hodiyan

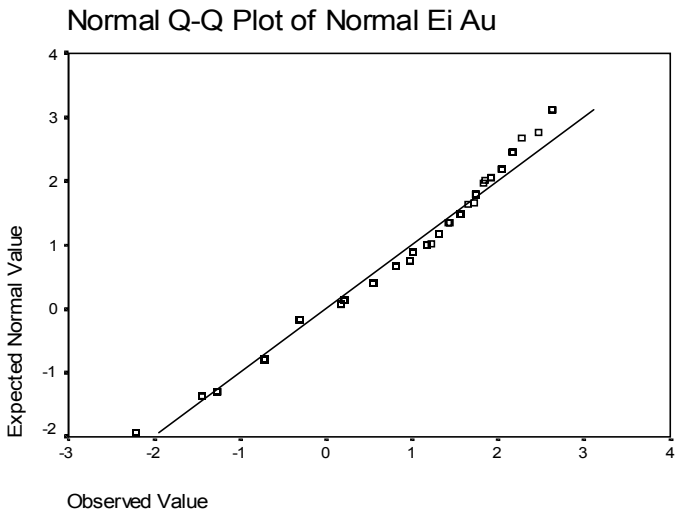
Statistics

		EI(AU)	Ln Ei Au	Normal Ei Au
N	Valid	509	509	509
	Missing	0	0	0
Mean		1.904	.1931	-.2452
Median		1.000	.0000	-.3086
Std. Deviation		2.162	.9090	1.2741
Skewness		2.626	.524	.000
Std. Error of Skewness		.108	.108	.108
Kurtosis		8.883	-.610	-.823
Std. Error of Kurtosis		.216	.216	.216
Minimum		.4	-.98	-2.21
Maximum		14.0	2.64	2.62





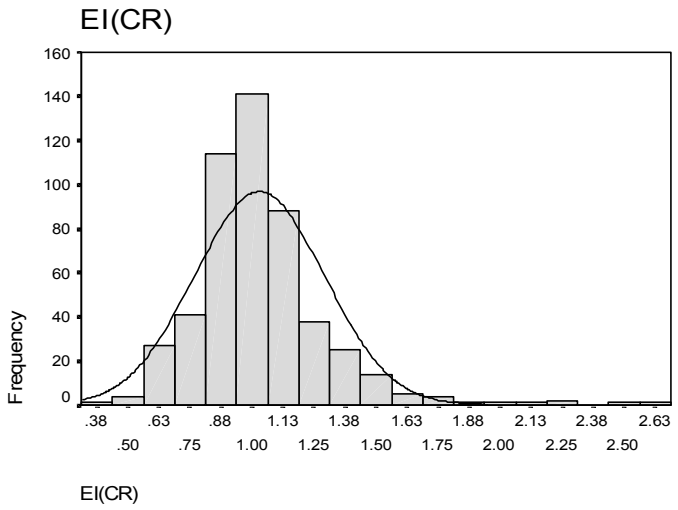


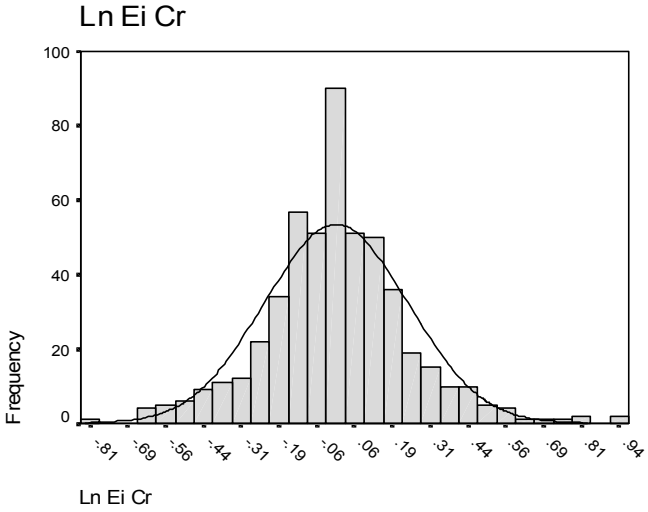


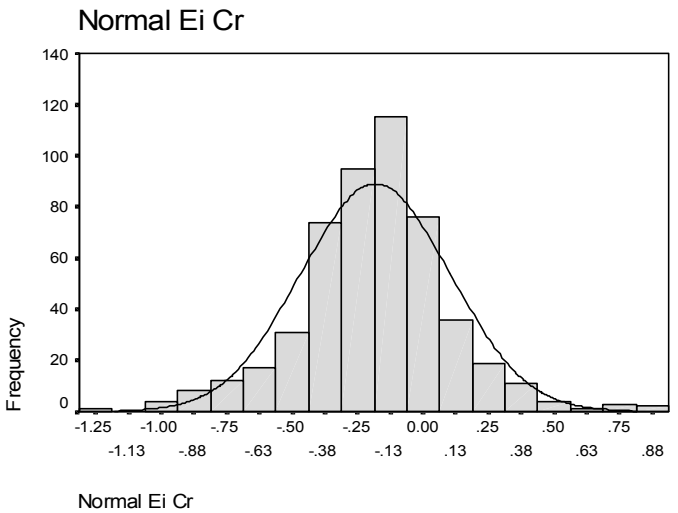
Fig(5-5):Statistical Parameters For Normal Data In Hodiyan

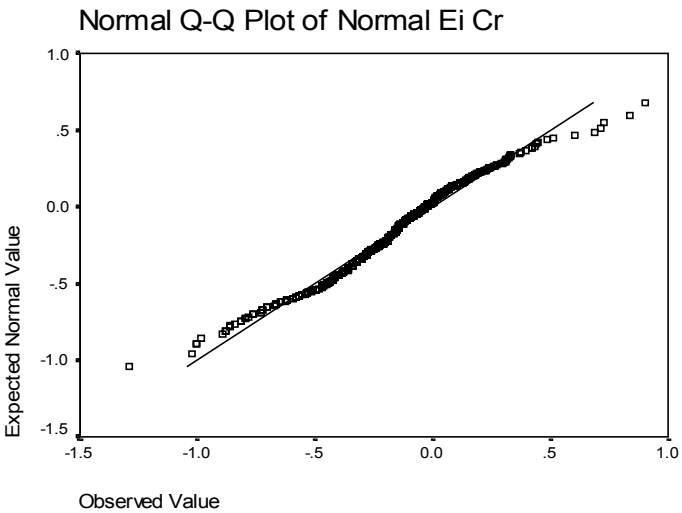
Statistics

		EI(CR)	Ln Ei Cr	Normal Ei Cr
N	Valid	509	509	509
	Missing	0	0	0
Mean		1.030	9.835E-04	-.1824
Median		1.000	.0000	-.1770
Std. Deviation		.262	.2368	.2845
Skewness		1.677	.244	.000
Std. Error of Skewness		.108	.108	.108
Kurtosis		6.393	1.605	1.551
Std. Error of Kurtosis		.216	.216	.216
Minimum		.4	-.83	-1.29
Maximum		2.6	.97	.90





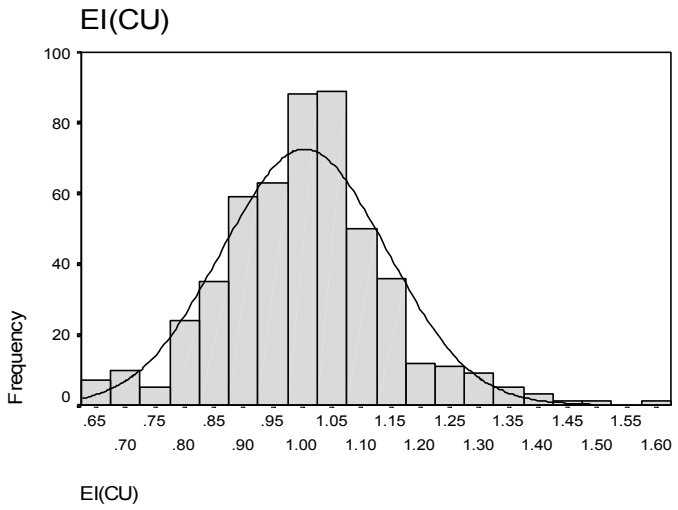


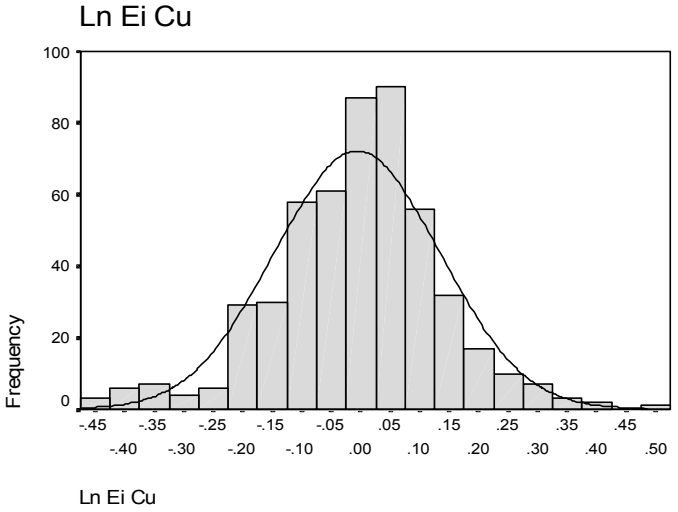


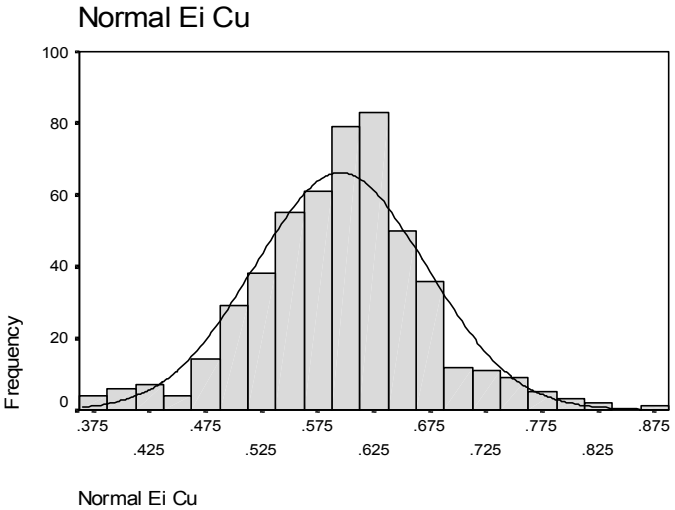
Fig(5-6):Statistical Parameters For Normal Data In Hodiyan

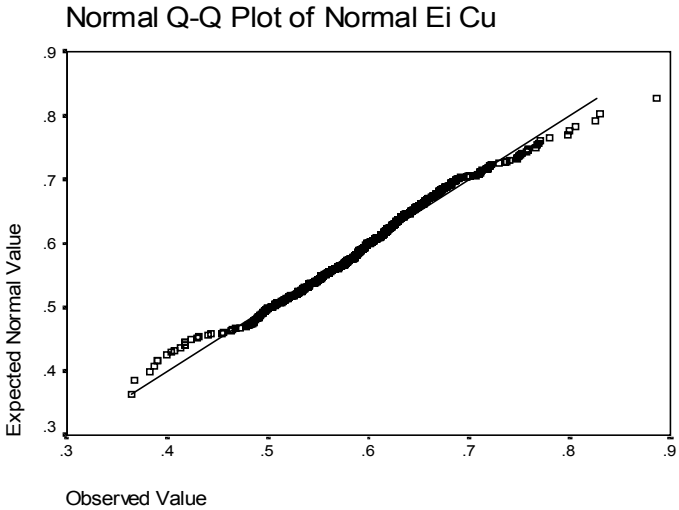
Statistics

		EI(CU)	Ln Ei Cu	Normal Ei Cu
N	Valid	509	509	509
	Missing	0	0	0
Mean		1.004	-6.14E-03	.5951
Median		1.000	.0000	.5961
Std. Deviation		.140	.1403	7.650E-02
Skewness		.344	-.278	.000
Std. Error of Skewness		.108	.108	.108
Kurtosis		1.266	1.018	.951
Std. Error of Kurtosis		.216	.216	.216
Minimum		.6	-.47	.36
Maximum		1.6	.48	.89





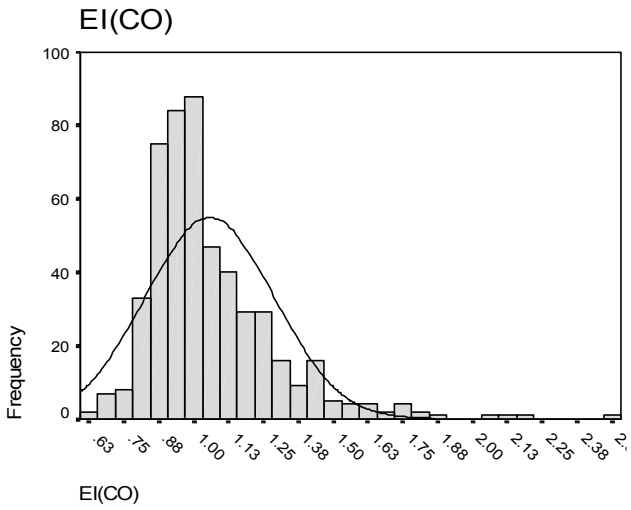


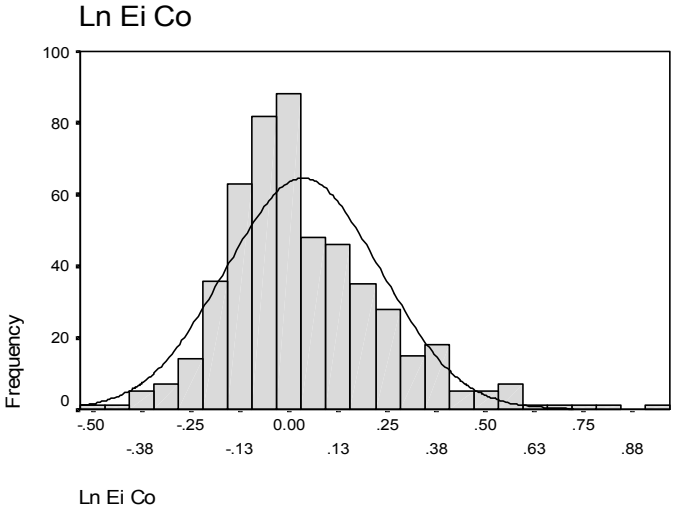


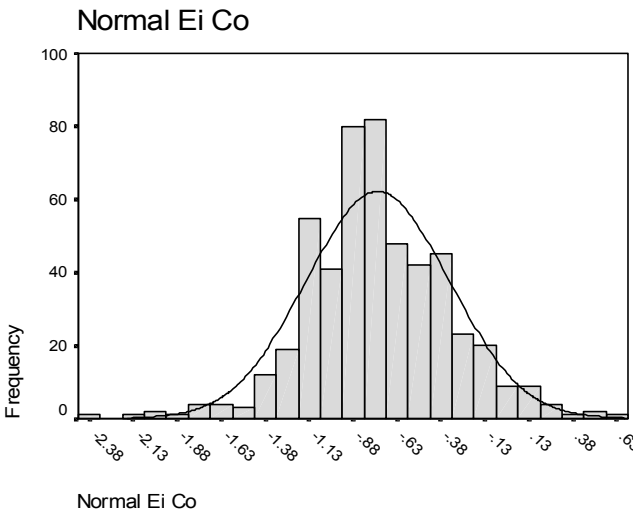
Fig(5-7):Statistical Parameters For Normal Data In Hodiyan

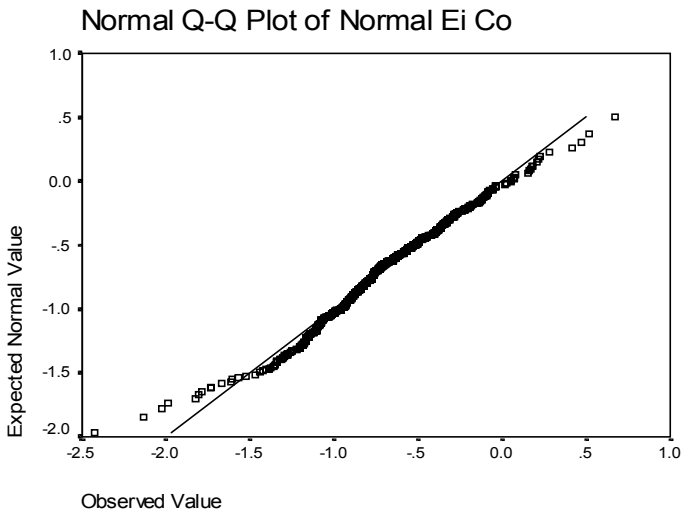
Statistics

		EI(CO)	Ln Ei Co	Normal Ei Co
N	Valid	509	509	509
	Missing	0	0	0
Mean		1.057	3.532E-02	-.7352
Median		1.000	.0000	-.7677
Std. Deviation		.231	.1962	.4074
Skewness		1.819	.876	.000
Std. Error of Skewness		.108	.108	.108
Kurtosis		5.717	1.525	1.161
Std. Error of Kurtosis		.216	.216	.216
Minimum		.6	-.47	-2.42
Maximum		2.5	.92	.68









تعیین ضریب همبستگی :

برای تعیین اینکه آیا ارتباط معنی‌داری میان تغییرات متغیرهای آماری وجود دارد، ضرایب همبستگی میان آنها محاسبه می‌شود. این عمل به دو منظور کشف همبستگی بین متغیرها و تخمین مقدار یک یا چند متغیر دیگر صورت می‌گیرد. برای بررسی، دو نوع ضریب همبستگی اسپیرمن و پیرسون به صورت ماتریس ضرایب همبستگی محاسبه شده‌اند که در جداول (۵-۲) و (۵-۳) آمده است. شرط محاسبه ضریب همبستگی پیرسون، نرمال بودن تابع توزیع متغیرها می‌باشد. دراین جداول، **Sig(2-Tailed)** میزان معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی طبق آزمون فرض مساوی صفر بودن ضریب همبستگی می‌باشد.

برای محاسبه ضریب همبستگی پیرسون به علت تاثیرپذیری این پارامتر از آستانه‌های بالا وپایین حتماً باید داده‌های شاخص غنی‌شدگی نرمال شوند تا ضریب همبستگی محاسبه شوند. جدول (۵-۲) مقادیر این ضرایب را نشان می‌دهد.

بر پایه جدول ضریب همبستگی پیرسون بین جفت متغیرهای **Be,Pb(0.768)** و **Zn,Co(0.793)** و **Ti,Zn(0.833)** و **Ti,Mn(0.802)** و **Mn,Zn(0.86)** و **Mn,Co(0.768)** و **Ti,Co(0.798)** در سطح اعتماد مطلوب ۹۹٪ می‌باشد که بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر **Zn,Mn(0.86)** وجود دارد. این ضرایب بیانگر ارتباط پاراژنزی بین عناصر می‌باشند.

برای محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن از داده‌های شاخص غنی‌شدگی استفاده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود، در بعضی مواقع وضعیت متفاوتی نسبت به ضریب همبستگی پیرسون دارد. این اختلاف بیشتر زمانی بروز می‌کند که مقدار داده‌های خارج از رده زیاد باشد. اما

مقایسه دقیق آنها، این نکته را بیان می‌کند که اختلاف این دو ضریب همبستگی خیلی زیاد نیست، این امر نشان دهنده تاثیرپذیری کم داده‌ها از مقادیر خارج از رده است. جدول (۵-۳) مقادیر این ضرایب را نشان می‌دهد.

بر پایه این جدول ضریب همبستگی مشاهده شده بین عناصر **Zn,Mn(0.873)** و **Be,Pb(0.752)** و **Zn,Co(0.791)** و **Pb,Ba(0.723)** و **Ti,Zn(0.85)** و **Ti,Mn(0.823)** و **Mn,Co(0.816)** و **Co,Ti(0.786)** در سطح اعتماد ۹۹٪ می‌باشد که بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر **Zn,Mn(0.873)** وجود دارد. ضریب همبستگی بین جفت متغیرها به روش پیرسون و اسپیرمن بیانگر اختلاف تقریبا کم بین ضرایب همبستگی عناصر متناظر می‌باشد که حکایت از توزیع نسبتا نرمال عناصر و همین طور عدم تأثیر نمونه‌های دور افتاده دارد.

یکی دیگر از راه‌های بررسی ارتباط تغییرات عناصر با یکدیگر، رسم نمودار پراکنش **(Scatter Plot)** می‌باشد. زوج مرتب‌هایی از مقادیر دو متغیر که دارای توزیع دو متغیره یکسان باشند بر روی نمودار دو بعدی ترسیم می‌گردند. هر چه پراکندگی نقاط در نمودارهای پراکنش بیشتر باشد پیوند بین متغیرها ضعیف‌تر است. شکل (۵-۸) پراکنش مقادیر داده‌های شاخص غنی‌شدگی نرمال شده برای چند زوج عنصری است که بیشترین ارتباط را نشان می‌دهد. دراین نمودارها زوج عنصر **Zn , Mn** بیشترین همبستگی را با یکدیگر نشان می‌دهد.

Table (5-2) :Pearson Correlation for Normal Enrichment Data in Hodiyan 1:100000 Sheet

		Normal Ei Au	Normal Ei Hg	Normal Ei AS	Normal Ei Co	Normal Ei Cr	Normal Ei Cu	Normal Ei Mn	Normal Ei Ni	Normal Ei Pb	Normal Ei Sr	Normal Ei Zn	Normal Ei Ba	Normal Ei Be	Normal Ei Ti	Normal Ei Ag	Normal Ei B	Normal Ei Bi	Normal Ei Mo	Normal Ei Sb	Normal Ei Se	Normal Ei Sn	Normal Ei W
Normal Ei Au	Pearson Correlation	1	0.165	0.031	-0.003	0.007	0.012	-0.068	-0.051	-0.062	0.005	-0.024	0.011	-0.068	-0.012	0.012	0.103	-0.085	-0.026	-0.005	-0.137	-0.042	-0.059
	Sig. (2-tailed)	.	0	0.486	0.943	0.871	0.796	0.126	0.252	0.163	0.917	0.594	0.805	0.128	0.784	0.779	0.02	0.056	0.554	0.91	0.002	0.341	0.186
Normal Ei Hg	Pearson Correlation	0.165	1	0.014	-0.037	-0.007	0.086	-0.073	0.016	-0.069	0.074	-0.037	-0.081	-0.128	-0.098	0.006	0.015	-0.104	-0.047	-0.05	-0.078	-0.03	-0.04
	Sig. (2-tailed)	0	.	0.76	0.4	0.875	0.053	0.102	0.725	0.123	0.093	0.402	0.068	0.004	0.027	0.891	0.735	0.019	0.289	0.264	0.077	0.494	0.363
Normal Ei AS	Pearson Correlation	0.031	0.014	1	-0.269	-0.388	-0.29	-0.065	-0.403	0.501	-0.407	0.004	0.425	0.527	0.107	-0.034	-0.304	0.328	0.353	0.697	0.413	0.422	0.55
	Sig. (2-tailed)	0.486	0.76	.	0	0	0	0.143	0	0	0	0.926	0	0	0.016	0.438	0	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Co	Pearson Correlation	-0.003	-0.037	-0.269	1	0.52	0.503	0.798	0.112	-0.246	0.223	0.793	-0.023	-0.219	0.789	0.138	0.117	-0.014	0.115	-0.261	-0.01	-0.021	-0.151
	Sig. (2-tailed)	0.943	0.4	0	.	0	0	0	0.012	0	0	0	0.612	0	0	0.002	0.008	0.75	0.009	0	0.816	0.634	0.001
Normal Ei Cr	Pearson Correlation	0.007	-0.007	-0.388	0.52	1	0.32	0.218	0.678	-0.359	0.32	0.187	-0.239	-0.394	0.243	0.067	0.091	-0.196	-0.193	-0.303	-0.172	-0.231	-0.284
	Sig. (2-tailed)	0.871	0.875	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.131	0.04	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Cu	Pearson Correlation	0.012	0.086	-0.29	0.503	0.32	1	0.336	0.27	-0.531	0.492	0.255	-0.462	-0.381	0.139	0.109	0.167	-0.357	-0.203	-0.354	-0.181	-0.358	-0.312
	Sig. (2-tailed)	0.796	0.053	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0.014	0	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Mn	Pearson Correlation	-0.068	-0.073	-0.065	0.798	0.218	0.336	1	-0.249	0.035	0.018	0.86	0.217	0.055	0.802	0.14	0.1	0.169	0.289	-0.117	0.173	0.163	0.022
	Sig. (2-tailed)	0.126	0.102	0.143	0	0	0	.	0	0.427	0.688	0	0	0.217	0	0.002	0.024	0	0	0.008	0	0	0.618
Normal Ei Ni	Pearson Correlation	-0.051	0.016	-0.403	0.112	0.678	0.27	-0.249	1	-0.351	0.344	-0.227	-0.371	-0.334	-0.248	0.003	0.099	-0.338	-0.426	-0.328	-0.341	-0.372	-0.373
	Sig. (2-tailed)	0.252	0.725	0	0.012	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0.951	0.026	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Pb	Pearson Correlation	-0.062	-0.069	0.501	-0.246	-0.359	-0.531	0.035	-0.351	1	-0.673	0.213	0.733	0.786	0.145	-0.075	-0.238	0.511	0.365	0.567	0.294	0.481	0.529
	Sig. (2-tailed)	0.163	0.123	0	0	0	0	0.427	0	.	0	0	0	0	0.001	0.09	0	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Sr	Pearson Correlation	0.005	0.074	-0.407	0.223	0.32	0.492	0.018	0.344	-0.673	1	-0.186	-0.525	-0.599	-0.153	0.152	0.365	-0.478	-0.276	-0.552	-0.328	-0.414	-0.531
	Sig. (2-tailed)	0.917	0.093	0	0	0	0	0.688	0	0	.	0	0	0	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Zn	Pearson Correlation	-0.024	-0.037	0.004	0.793	0.187	0.255	0.86	-0.227	0.213	-0.186	1	0.319	0.219	0.833	0.074	-0.026	0.28	0.307	0.014	0.193	0.274	0.124
	Sig. (2-tailed)	0.594	0.402	0.926	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0.093	0.564	0	0	0.752	0	0	0.005
Normal Ei Ba	Pearson Correlation	0.011	-0.081	0.425	-0.023	-0.239	-0.462	0.217	-0.371	0.733	-0.525	0.319	1	0.647	0.345	0.002	-0.125	0.446	0.421	0.494	0.301	0.518	0.484
	Sig. (2-tailed)	0.805	0.068	0	0.612	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0.965	0.005	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Be	Pearson Correlation	-0.068	-0.128	0.527	-0.219	-0.394	-0.381	0.055	-0.334	0.786	-0.599	0.219	0.647	1	0.174	-0.036	-0.194	0.434	0.321	0.537	0.347	0.471	0.541
	Sig. (2-tailed)	0.128	0.004	0	0	0	0	0.217	0	0	0	0	0	.	0	0.421	0	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Ti	Pearson Correlation	-0.012	-0.098	0.107	0.789	0.243	0.139	0.802	-0.248	0.145	-0.153	0.833	0.345	0.174	1	0.072	-0.095	0.263	0.425	0.143	0.282	0.353	0.264
	Sig. (2-tailed)	0.784	0.027	0.016	0	0	0.002	0	0	0.001	0.001	0	0	0	.	0.105	0.033	0	0	0.001	0	0	0
Normal Ei Ag	Pearson Correlation	0.012	0.006	-0.034	0.138	0.067	0.109	0.14	0.003	-0.075	0.152	0.074	0.002	-0.036	0.072	1	0.312	0.006	0.167	-0.006	0.147	0.097	0.015
	Sig. (2-tailed)	0.779	0.891	0.438	0.002	0.131	0.014	0.002	0.951	0.09	0.001	0.093	0.965	0.421	0.105	.	0	0.885	0	0.889	0.001	0.028	0.734
Normal Ei B	Pearson Correlation	0.103	0.015	-0.304	0.117	0.091	0.167	0.1	0.099	-0.238	0.365	-0.026	-0.125	-0.194	-0.095	0.312	1	-0.322	-0.195	-0.356	-0.269	-0.159	-0.225
	Sig. (2-tailed)	0.02	0.735	0	0.008	0.04	0	0.024	0.026	0	0	0.564	0.005	0	0.033	0	.	0	0	0	0	0	0
Normal Ei Bi	Pearson Correlation	-0.085	-0.104	0.328	-0.014	-0.196	-0.357	0.169	-0.338	0.511	-0.478	0.28	0.446	0.434	0.263	0.006	-0.322	1	0.45	0.395	0.472	0.562	0.388
	Sig. (2-tailed)	0.056	0.019	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.885	0	.	0	0	0	0	0
Normal Ei Mo	Pearson Correlation	-0.026	-0.047	0.353	0.115	-0.193	-0.203	0.289	-0.426	0.365	-0.276	0.307	0.421	0.321	0.425	0.167	-0.195	0.45	1	0.512	0.521	0.597	0.522
	Sig. (2-tailed)	0.554	0.289	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0
Normal Ei Sb	Pearson Correlation	-0.005	-0.05	0.697	-0.261	-0.303	-0.354	-0.117	-0.328	0.567	-0.552	0.014	0.494	0.537	0.143	-0.006	-0.356	0.395	0.512	1	0.449	0.565	0.71
	Sig. (2-tailed)	0.91	0.264	0	0	0	0	0.008	0	0	0	0.752	0	0	0.001	0.889	0	0	0	.	0	0	0
Normal Ei Se	Pearson Correlation	-0.137	-0.078	0.413	-0.01	-0.172	-0.181	0.173	-0.341	0.294	-0.328	0.193	0.301	0.347	0.282	0.147	-0.269	0.472	0.521	0.449	1	0.658	0.542
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.077	0	0.816	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	.	0	0
Normal Ei Sn	Pearson Correlation	-0.042	-0.03	0.422	-0.021	-0.231	-0.358	0.163	-0.372	0.481	-0.414	0.274	0.518	0.471	0.353	0.097	-0.159	0.562	0.597	0.565	0.658	1	0.684
	Sig. (2-tailed)	0.341	0.494	0	0.634	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0	.	0
Normal Ei W	Pearson Correlation	-0.059	-0.04	0.55	-0.151	-0.284	-0.312	0.022	-0.373	0.529	-0.531	0.124	0.484	0.541	0.264	0.015	-0.225	0.388	0.522	0.71	0.542	0.684	1
	Sig. (2-tailed)	0.186	0.363	0	0.001	0	0	0.618	0	0	0	0.005	0	0	0	0.734	0	0	0	0	0	0	.

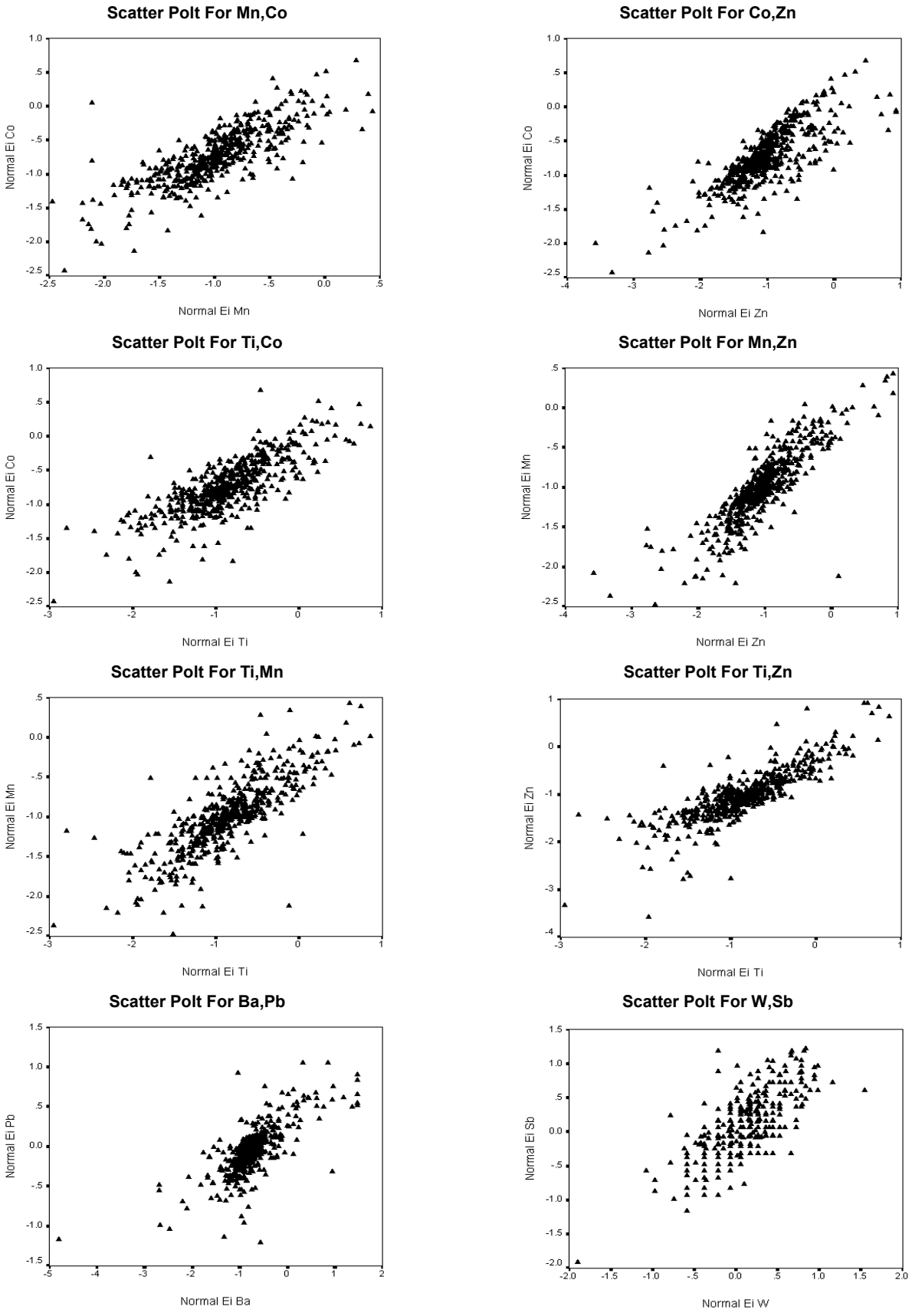
a Listwise N=509

Table (5-3) :Spearman Correlation for Normal Enrichment Data in Hodiyan 1:100000 Sheet

		EI(AU)	EI(HG)	EI(AS)	EI(CO)	EI(CR)	EI(CU)	EI(MN)	EI(NI)	EI(PB)	EI(SR)	EI(ZN)	EI(BA)	EI(BE)	EI(TI)	EI(AG)	EI(B)	EI(BI)	EI(MO)	EI(SB)	EI(SE)	EI(SN)	EI(W)
EI(AU)	Correlation Coefficient	1	0.141	0.01	0.003	0.019	0.025	-0.037	-0.014	-0.04	0.035	-0.018	0.003	-0.07	-0.005	-0.014	0.083	-0.086	-0.037	-0.038	-0.126	-0.065	-0.092
	Sig. (2-tailed)	.	0.001	0.819	0.949	0.662	0.567	0.402	0.745	0.362	0.436	0.685	0.941	0.115	0.905	0.748	0.062	0.053	0.407	0.391	0.004	0.144	0.039
EI(HG)	Correlation Coefficient	0.141	1	0.016	-0.059	-0.015	0.093	-0.097	0.036	-0.054	0.051	-0.072	-0.08	-0.115	-0.115	-0.031	0.063	-0.112	-0.062	-0.066	-0.124	-0.063	-0.08
	Sig. (2-tailed)	0.001	.	0.711	0.181	0.728	0.035	0.029	0.42	0.221	0.248	0.107	0.072	0.009	0.01	0.481	0.159	0.011	0.164	0.139	0.005	0.157	0.072
EI(AS)	Correlation Coefficient	0.01	0.016	1	-0.268	-0.376	-0.357	-0.062	-0.322	0.548	-0.453	-0.002	0.52	0.549	0.104	-0.005	-0.306	0.358	0.377	0.65	0.416	0.445	0.541
	Sig. (2-tailed)	0.819	0.711	.	0	0	0	0.165	0	0	0	0.958	0	0	0.019	0.909	0	0	0	0	0	0	0
EI(CO)	Correlation Coefficient	0.003	-0.059	-0.268	1	0.48	0.538	0.816	0.076	-0.337	0.301	0.791	-0.19	-0.229	0.786	0.103	0.168	-0.069	0.112	-0.271	-0.031	-0.054	-0.12
	Sig. (2-tailed)	0.949	0.181	0	.	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0.121	0.012	0	0.489	0.225	0.007
EI(CR)	Correlation Coefficient	0.019	-0.015	-0.376	0.48	1	0.286	0.239	0.557	-0.358	0.31	0.245	-0.264	-0.363	0.271	0.035	0.098	-0.179	-0.163	-0.267	-0.151	-0.211	-0.208
	Sig. (2-tailed)	0.662	0.728	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.424	0.027	0	0	0	0.001	0	0
EI(CU)	Correlation Coefficient	0.025	0.093	-0.357	0.538	0.286	1	0.361	0.273	-0.514	0.525	0.296	-0.539	-0.367	0.192	0.105	0.232	-0.359	-0.197	-0.378	-0.231	-0.379	-0.322
	Sig. (2-tailed)	0.567	0.035	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0.018	0	0	0	0	0	0	0
EI(MN)	Correlation Coefficient	-0.037	-0.097	-0.062	0.816	0.239	0.361	1	-0.206	-0.055	0.108	0.873	0.075	0.032	0.823	0.132	0.14	0.12	0.294	-0.119	0.146	0.164	0.054
	Sig. (2-tailed)	0.402	0.029	0.165	0	0	0	.	0	0.219	0.015	0	0.091	0.467	0	0.003	0.002	0.007	0	0.007	0.001	0	0.227
EI(NI)	Correlation Coefficient	-0.014	0.036	-0.322	0.076	0.557	0.273	-0.206	1	-0.264	0.257	-0.156	-0.318	-0.245	-0.216	-0.019	0.053	-0.302	-0.417	-0.274	-0.302	-0.302	-0.301
	Sig. (2-tailed)	0.745	0.42	0	0.086	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0.669	0.23	0	0	0	0	0	0
EI(PB)	Correlation Coefficient	-0.04	-0.054	0.548	-0.337	-0.358	-0.514	-0.055	-0.264	1	-0.628	0.084	0.723	0.752	0.038	-0.072	-0.324	0.477	0.34	0.544	0.311	0.511	0.505
	Sig. (2-tailed)	0.362	0.221	0	0	0	0	0.219	0	.	0	0.059	0	0	0.388	0.104	0	0	0	0	0	0	0
EI(SR)	Correlation Coefficient	0.035	0.051	-0.453	0.301	0.31	0.525	0.108	0.257	-0.628	1	-0.058	-0.449	-0.51	-0.042	0.117	0.412	-0.459	-0.252	-0.536	-0.292	-0.389	-0.485
	Sig. (2-tailed)	0.436	0.248	0	0	0	0	0.015	0	0	.	0.192	0	0	0.35	0.008	0	0	0	0	0	0	0
EI(ZN)	Correlation Coefficient	-0.018	-0.072	-0.002	0.791	0.245	0.296	0.873	-0.156	0.084	-0.058	1	0.149	0.141	0.85	0.08	0.009	0.219	0.314	-0.001	0.175	0.257	0.157
	Sig. (2-tailed)	0.685	0.107	0.958	0	0	0	0	0	0.059	0.192	.	0.001	0.001	0	0.07	0.843	0	0	0.976	0	0	0
EI(BA)	Correlation Coefficient	0.003	-0.08	0.52	-0.19	-0.264	-0.539	0.075	-0.318	0.723	-0.449	0.149	1	0.671	0.211	-0.052	-0.215	0.47	0.427	0.488	0.358	0.617	0.515
	Sig. (2-tailed)	0.941	0.072	0	0	0	0	0.091	0	0	0	0.001	.	0	0	0.237	0	0	0	0	0	0	0
EI(BE)	Correlation Coefficient	-0.07	-0.115	0.549	-0.229	-0.363	-0.367	0.032	-0.245	0.752	-0.51	0.141	0.671	1	0.14	-0.015	-0.287	0.422	0.313	0.5	0.35	0.472	0.499
	Sig. (2-tailed)	0.115	0.009	0	0	0	0	0.467	0	0	0	0.001	0	.	0.002	0.729	0	0	0	0	0	0	0
EI(TI)	Correlation Coefficient	-0.005	-0.115	0.104	0.786	0.271	0.192	0.823	-0.216	0.038	-0.042	0.85	0.211	0.14	1	0.054	-0.066	0.235	0.413	0.096	0.252	0.309	0.243
	Sig. (2-tailed)	0.905	0.01	0.019	0	0	0	0	0	0.388	0.35	0	0	0.002	.	0.222	0.136	0	0	0.031	0	0	0
EI(AG)	Correlation Coefficient	-0.014	-0.031	-0.005	0.103	0.035	0.105	0.132	-0.019	-0.072	0.117	0.08	-0.052	-0.015	0.054	1	0.271	0.073	0.192	0.061	0.12	0.071	0.042
	Sig. (2-tailed)	0.748	0.481	0.909	0.02	0.424	0.018	0.003	0.669	0.104	0.008	0.07	0.237	0.729	0.222	.	0	0.101	0	0.171	0.007	0.111	0.349
EI(B)	Correlation Coefficient	0.083	0.063	-0.306	0.168	0.098	0.232	0.14	0.053	-0.324	0.412	0.009	-0.215	-0.287	-0.066	0.271	1	-0.367	-0.224	-0.414	-0.301	-0.24	-0.315
	Sig. (2-tailed)	0.062	0.159	0	0	0.027	0	0.002	0.23	0	0	0.843	0	0	0.136	0	.	0	0	0	0	0	0
EI(BI)	Correlation Coefficient	-0.086	-0.112	0.358	-0.069	-0.179	-0.359	0.12	-0.302	0.477	-0.459	0.219	0.47	0.422	0.235	0.073	-0.367	1	0.492	0.418	0.464	0.571	0.414
	Sig. (2-tailed)	0.053	0.011	0	0.121	0	0	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0.101	0	.	0	0	0	0	0
EI(MO)	Correlation Coefficient	-0.037	-0.062	0.377	0.112	-0.163	-0.197	0.294	-0.417	0.34	-0.252	0.314	0.427	0.313	0.413	0.192	-0.224	0.492	1	0.53	0.566	0.663	0.555
	Sig. (2-tailed)	0.407	0.164	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0
EI(SB)	Correlation Coefficient	-0.038	-0.066	0.65	-0.271	-0.267	-0.378	-0.119	-0.274	0.544	-0.536	-0.001	0.488	0.5	0.096	0.061	-0.414	0.418	0.53	1	0.477	0.545	0.654
	Sig. (2-tailed)	0.391	0.139	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0.976	0	0	0.031	0.171	0	0	0	.	0	0	0
EI(SE)	Correlation Coefficient	-0.126	-0.124	0.416	-0.031	-0.151	-0.231	0.146	-0.302	0.311	-0.292	0.175	0.358	0.35	0.252	0.12	-0.301	0.464	0.566	0.477	1	0.679	0.584
	Sig. (2-tailed)	0.004	0.005	0	0.489	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0	.	0	0
EI(SN)	Correlation Coefficient	-0.065	-0.063	0.445	-0.054	-0.211	-0.379	0.164	-0.302	0.511	-0.389	0.257	0.617	0.472	0.309	0.071	-0.24	0.571	0.663	0.545	0.679	1	0.687
	Sig. (2-tailed)	0.144	0.157	0	0.225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.111	0	0	0	0	0	.	0
EI(W)	Correlation Coefficient	-0.092	-0.08	0.541	-0.12	-0.208	-0.322	0.054	-0.301	0.505	-0.485	0.157	0.515	0.499	0.243	0.042	-0.315	0.414	0.555	0.654	0.584	0.687	1
	Sig. (2-tailed)	0.039	0.072	0	0.007	0	0	0.227	0	0	0	0	0	0	0	0.349	0	0	0	0	0	0	.

stwise N = 509

Fig (5-8) : Scatter Plot for differnet Elements of Hodiyan 1:100000 Sheet (Enrichment Raw Data)



بررسی‌های آماری چند متغیره:

هر تجزیه و تحلیل چند متغیره که بر روی بیش از دو متغیر انجام گیرد، می‌تواند در قالب آنالیزهای چند متغیره بیان شود. غالب تکنیک‌های چند متغیره در اصل بسط و توسعه آنالیزهای تک متغیره می‌باشند و البته بعضی از روشهای چند متغیره تنها برای پاسخگویی به مقاصد چند متغیره طراحی شده‌اند که از جمله این روشها می‌توان به آنالیز فاکتوری اشاره کرد.تجربه نشان داده است که چنانچه ترکیبی از متغیرها به جای یک متغیر به کار گرفته شوند و از نتایج ترکیبی آنها استفاده شود امکان تشخیص هاله‌های مرکب ژئوشیمیایی در اطراف توده‌های کانساری به مراتب افزایش می‌یابد. واز طرفی اثرات خطاهای تصادفی در بکارگیری ترکیبی متغیرها نسبتاً کاهش می‌یابد. از دیگر مزایای استفاده از روشهای چند متغیره، کاهش تعداد متغیرها در مباحث داده‌پردازی و درنتیجه کاستن از تعداد نقشه‌هاست. با استفاده از این روشها امکان مقایسه متغیرها و کسب نتایج راحت‌تر خواهد بود. البته استفاده بهینه از روشهای چند متغیره در حالتی صادق خواهد بود که در پردازش داده‌ها با تعداد زیادی متغیر روبرو باشیم و تا حدودی امکان اخذ نتیجه از متغیرها به گونه منفرد غیر ممکن و یا توام با خطای زیاد باشد. دراین گزارش از روشهای چند متغیره مانند روشهای آنالیز خوشه‌ای و آنالیز فاکتوری و ... استفاده شده است.

آنالیز خوشه‌ای و تفسیر آن:

به دلیل اینکه هر گروه از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی کم و بیش به طور مشابه حساسیت نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیطهای ژئوشیمیایی به کار گرفته شود. ضمناً تجمع

ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است به عنوان راهنمای مستقیم در تفسیر نوع نهشته‌ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد، به کار رود. در کل شناخت همبستگی ژنتیکی که در بین عناصر وجود دارد اطلاعات لازم را برای تفسیر هر چه صحیح‌تر داده‌های ژئوشیمیایی در اختیار می‌گذارد.

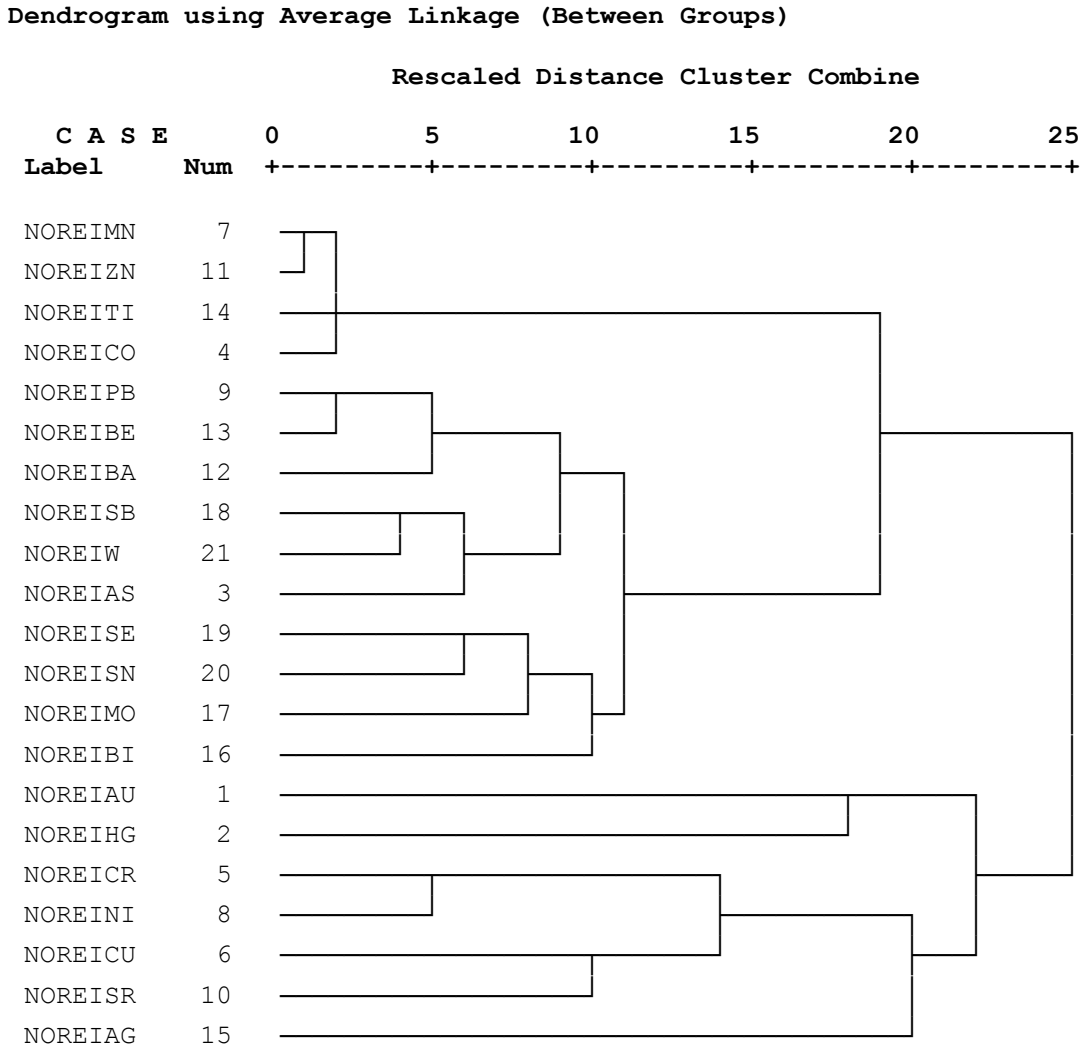
آنالیز خوشه‌ای یک روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها یا گروههایی طبقه‌بندی می‌کند. دلایل زیادی برای ارزشمند بودن آنالیز خوشه‌ای وجود دارد، از جمله اینکه آنالیز خوشه‌ای می‌تواند در یافتن گروههای واقعی کمک کند و همچنین باعث کاهش تراکم داده‌ها شود. البته باید توجه داشت که آنالیز خوشه‌ای می‌تواند گروههای غیر قابل انتظاری را نیز ایجاد نماید که بیانگر روابط جدیدی خواهند بود و بایدمورد بررسی قرار گیرند. در روش آنالیز خوشه‌ای از داده‌های شاخص غنی شدگی نرمال شده استفاده شده است تا اثر مقادیر غیر همساز از جامعه اصلی و نیز اثر تغییر مقیاس داده‌ها از میان برود .نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای عناصر مورد مطالعه در شکل (۵-۹) آورده شده است. با توجه به شکل می‌توان سه گروه اصلی را جدا نمود که بیانگر ارتباط پاراژنزی بین متغیرها باشد.

گروه اول: شامل عناصر **Mn,Zn,Ti,Co** می‌باشد.

گروه دوم: شامل عناصر **Pb,Be,Ba,Sb,W,As,Se,Sn,Mo,Bi** می‌باشد.

گروه سوم: شامل عناصر **Au,Hg,Cr,Ni,Cu,Sr,Ag** می‌باشد.

Fig (5-9) : Cluster Analyse for Hodiyan Sheet (Normal Enrichment Data)



آنالیز فاکتوری:

آنالیز آماری نیز یک روش دیگر برای بررسی و مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی در یک نقطه و انعکاس نحوه تغییرات آنها و در نتیجه روشی برای کاهش تعداد متغیرهای مورد بررسی است. به این ترتیب که بر اساس مدل خاصی بنام فاکتور ارتباط پیچیده بین متغیرها تعیین می‌گردد. آنالیز فاکتوری شامل محاسبه ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها، تعیین متغیرهایی که به نظر می‌رسد وابستگی ضعیفی باسایر متغیرها دارند (با استخراج فاکتورها)، تعیین تعداد فاکتورها و روش محاسبه آنها و بالاخره دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی فاکتورها می‌باشد. مهمترین مساله در آنالیز فاکتوری اصل بیان همبستگی بین مقادیر غلظت عناصر به منظور نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در یک مکان است. بدین منظور در جهت کاستن از تعداد داده‌ها از آنالیز فاکتوری استفاده گردیده است. هدف از به کار گیری آنالیز فاکتوری عبارت است از :

۱) تشخیص و تعیین فاکتورها (تجزیه)

۲) تعیین سهم نسبتی هر یک از فاکتورها در بوجود آمدن تغییرات توزیع عناصر در واقع هدف از تجزیه و تحلیل فاکتوری تشخیص اصلی‌ترین متغیرهای کنترل شده از متغیرهایی با نقش کمتر است. در این صورت می‌توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری ، حداکثر تغییرپذیری بین داده‌ها را توجیه کرد و سهم نسبی هر یک از متغیرهای فاکتوری را در توجیه تغییرپذیری مشخص نمود.

به تجربه ثابت شده است که آنالیز فاکتوری تفکیک مناسبی برای کاهش داده‌ها در اکتشافات ژئوشیمیایی است به طوری که با استفاده از امتیازات فاکتوری به جای متغیرهای اولیه می‌توان مشاهدات صحرائی و کل تمرکز آنومالیها را تغییر داد.

بدین منظور ابتدا باید میزان اعتبار آنالیز فاکتوری بر روی مقادیر شاخص غنی‌شدگی نرمال بررسی شود. در این راه از آزمونهای **Bartlett , KMO** بهره‌گرفته می‌شود. هر چه مقدار **KMO** به عدد یک نزدیکتر باشد، دلالت بر تایید بیشتر آنالیز فاکتوری دارد (به طور استاندارد **KMO** باید از (۰/۶ بیشتر باشد) که با توجه به جدول (۵-۴) مقدار **KMO** معادل ۰/۸۴۵ حد مناسبی می‌باشد که آنجام آنالیز فاکتوری را تایید می‌نماید.

همچنین عدم رد آزمون کرویت که به آزمون فرض ماتریس واحد بودن ماتریس ضرایب همبستگی اشاره می‌کند. به این معنی است که کلیه متغیرها مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند. با توجه به جدول (۵-۴) عناصر **Sn, Ag,Co, Mn, Zn, Ti, Pb, Sb, Cr ،Se** از بیشترین ضرایب برخوردار بوده و بیشترین مشارکت را در این روش دارا می‌باشند.

در آنالیز فاکتوری به روش مولفه‌های اصلی **(PCA)** ، برآورد ماتریس ضرایب همبستگی بدست می‌آید. با محاسبه مقادیر ویژه این ماتریس مقادیر بزرگتر از یک جدا شده و برای آنها بردارهای ویژه محاسبه می‌گردد. در جدولی که تحت عنوان **Total Variance Explained** آمده است. مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل ، محاسبه شده و سپس مقادیر بزرگتر از یک استخراج و دوران داده شده‌اند،که با توجه به جدول (۵-۵) بیشترین تغییرپذیری محیط(واریا نس) مربوط به مولفه‌های اول و دوم به ترتیب۳۲/۲۲ و ۱۸/۰۶ می‌باشد. نمودار مقادیر ویژه که بر حسب اهمیت از بزرگترین تا کوچکترین مقادیر ردیف شده‌اند. **(Scree Plot)** درشکل(۵-۱۰) آورده شده است.

Table(5-4): Results of Factor Analyse in Hodiyan 1:100000 Sheet

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		**.845**
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	**8230.403**
	df	**231**
	Sig.	**.000**

Communalities

	Initial	Extraction
Normal Ei Au	**1.000**	**.613**
Normal Ei Hg	**1.000**	**.532**
Normal Ei AS	**1.000**	**.584**
Normal Ei Co	**1.000**	**.941**
Normal Ei Cr	**1.000**	**.892**
Normal Ei Cu	**1.000**	**.595**
Normal Ei Mn	**1.000**	**.904**
Normal Ei Ni	**1.000**	**.896**
Normal Ei Pb	**1.000**	**.839**
Normal Ei Sr	**1.000**	**.677**
Normal Ei Zn	**1.000**	**.916**
Normal Ei Ba	**1.000**	**.760**
Normal Ei Be	**1.000**	**.716**
Normal Ei Ti	**1.000**	**.879**
Normal Ei Ag	**1.000**	**.701**
Normal Ei B	**1.000**	**.754**
Normal Ei Bi	**1.000**	**.501**
Normal Ei Mo	**1.000**	**.637**
Normal Ei Sb	**1.000**	**.737**
Normal Ei Se	**1.000**	**.709**
Normal Ei Sn	**1.000**	**.724**
Normal Ei W	**1.000**	**.692**

Extraction Method: Principal Component Analysis.

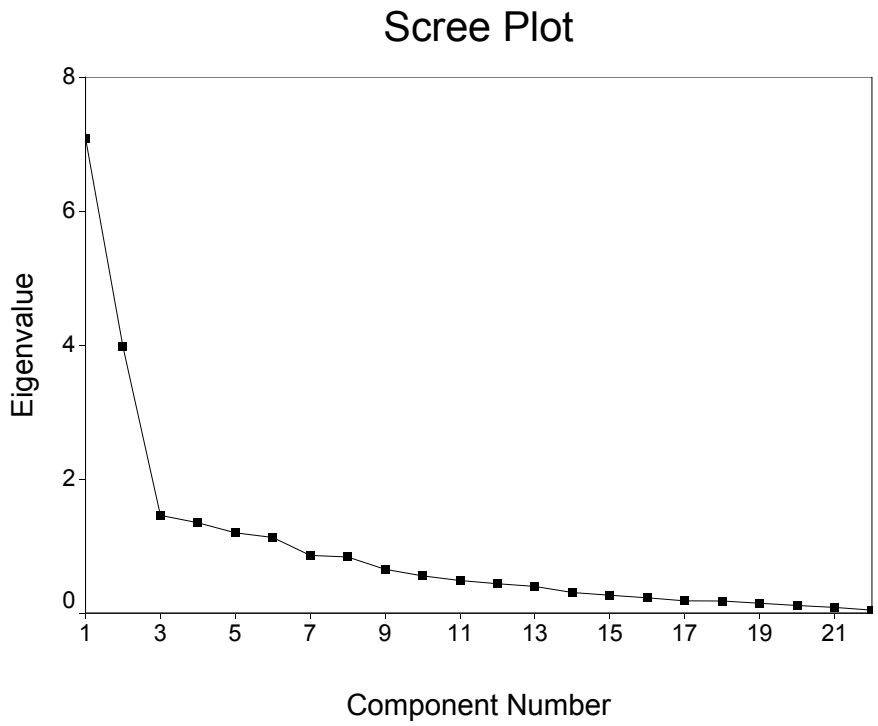
Table(5-5): Factor Analysis for Hodiyan 1:100000 Sheet

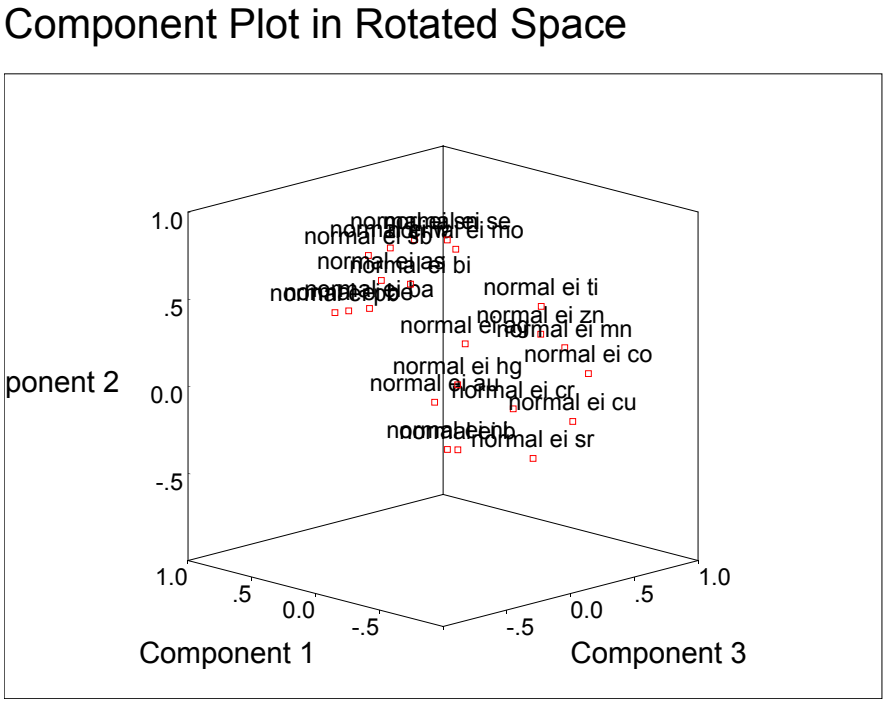
Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.089	32.221	32.221	7.089	32.221	32.221	3.996	18.166	18.166
2	3.973	18.060	50.281	3.973	18.060	50.281	3.940	17.908	36.074
3	1.460	6.637	56.918	1.460	6.637	56.918	3.854	17.519	53.593
4	1.348	6.129	63.047	1.348	6.129	63.047	1.734	7.881	61.474
5	1.199	5.451	68.499	1.199	5.451	68.499	1.448	6.581	68.054
6	1.129	5.130	73.629	1.129	5.130	73.629	1.226	5.575	73.629
7	.863	3.921	77.550						
8	.839	3.815	81.365						
9	.655	2.975	84.340						
10	.557	2.530	86.870						
11	.488	2.217	89.087						
12	.440	2.000	91.087						
13	.398	1.809	92.897						
14	.308	1.402	94.299						
15	.268	1.218	95.517						
16	.228	1.038	96.554						
17	.183	.832	97.387						
18	.180	.820	98.207						
19	.148	.673	98.879						
20	.114	.518	99.397						
21	.087	.395	99.792						
22	*4.570E-02*	*.208*	*100.000*						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fig (5-10): Results of Factor Analyse in Hodiyan 1:100000 Sheet





از آنجا که اغلب یک یا چند عامل ویژه چند متغیره را کنترل می‌کنند، روشهایی بوجود آمده‌اند که بدون تغییر میزان اشتراک تفسیر عوامل را ساده‌تر می‌سازند. این روشها همان دوران عوامل هستند که به دو روش عمود و مایل صورت می‌گیرند. دورانهای عمود استقلال میان عاملها را حفظ کرده اما دورانهای مایل عاملها را به هم وابسته می‌نمایند. در این فصل با استفاده از روش **Varimax** که دوران متعامد است بر روی ضرایب عاملی دوران صورت می‌گیرد. مقادیری با قدر مطلق نسبتاً بزرگ و یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص یافتند. در نتیجه عواملی ایجاد شده‌اند که یا شدیداً به متغیرها وابسته‌اند یا مستقل از آنها هستند و سبب ساده شدن تفسیر عاملها می‌گردند.

با استفاده از این روش می‌توان عناصری را که در هر عامل از اهمیت بیشتری برخوردارند تعیین کرد. با توجه به جدول (۵-۶) ۶ فاکتور جدا شده است.

فاکتور اول: این فاکتور بیشتر تحت تاثیر عناصر **Pb,Be, Ba** می‌باشد.

فاکتور دوم: این فاکتور تحت تاثیر عناصر **Se,Sn,W,Mo** می‌باشد.

فاکتور سوم: این فاکتور تحت تاثیر عنصر **Zn,Mn,Co,Ti** می‌باشد.

فاکتور چهارم: این فاکتور تحت تاثیر عنصر **Ni,Cr** می‌باشد.

فاکتور پنجم: این فاکتور تحت تاثیر عنصر **Ag,B** می‌باشد.

فاکتور ششم: این فاکتور تحت تاثیر عنصرِ **Au,Hg** می‌باشد.

اشکال (۶-۲۲) الی (۶-۲۹) نقشه‌های **حاصل** از آنالیز فاکتوری داده‌های غنی‌شدگی می‌باشد.

Table(5-6): Results of Factor Analyse in Hodiyan 1:100000 Sheet

Component Matrix

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Normal Ei Pb	.801	-.129	-.276	-.222	-.166	.168
Normal Ei W	.779	-.034	.163	.203	.047	.120
Normal Ei Sb	.774	-.183	.082	.223	.135	.170
Normal Ei Sn	.769	.137	.245	.204	-.058	.098
Normal Ei Be	.765	-.094	-.197	-.201	-.178	.103
Normal Ei Ba	.747	.096	-.173	-.274	-.184	.232
Normal Ei Sr	-.727	.144	.335	.085	-.024	-.083
Normal Ei AS	.685	-.198	.120	.052	.240	.038
Normal Ei Bi	.671	.109	-.099	.133	-.077	-.070
Normal Ei Mo	.652	.270	.327	.168	.043	-.039
Normal Ei Se	.632	.144	.311	.419	.000	-.127
Normal Ei Ni	-.589	-.032	-.289	.435	-.184	.492
Normal Ei Cu	-.523	.468	.155	.105	.236	-.109
Normal Ei Co	-.162	.949	-.086	.016	.058	.045
Normal Ei Mn	.145	.909	-.022	-.186	.000	-.145
Normal Ei Zn	.289	.876	-.169	-.181	.055	-.021
Normal Ei Ti	.353	.859	-.091	-.011	.091	.012
Normal Ei Ag	-.015	.210	.644	.013	-.429	.241
Normal Ei Hg	-.101	-.065	.231	-.138	.580	.329
Normal Ei B	-.368	.117	.409	-.445	-.448	.196
Normal Ei Au	-.061	-.037	.175	-.395	.428	.489
Normal Ei Cr	-.456	.449	-.253	.422	-.091	.481

Rotated Component Matrix

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Normal Ei Pb	.866	.255	1.883E-02	-.130	-.078	-.032
Normal Ei Ba	.795	.255	.219	-.099	7.072E-02	2.590E-02
Normal Ei Be	.776	.279	3.670E-02	-.171	-.035	-.067
Normal Ei Sr	-.709	-.279	-.004	.108	.289	9.750E-03
Normal Ei Cu	-.639	-.153	.379	.102	2.032E-02	9.809E-02
Normal Ei Se	6.897E-02	.807	.102	-.102	-.004	-.178
Normal Ei Sn	.363	.746	.139	-.077	9.720E-02	-.034
Normal Ei W	.410	.717	-.004	-.082	-.038	4.077E-02
Normal Ei Mo	.166	.705	.265	-.183	8.951E-02	-.014
Normal Ei Sb	.449	.691	-.136	-.047	-.156	.111
Normal Ei AS	.364	.561	-.120	-.241	-.179	.180
Normal Ei Bi	.426	.473	.170	-.095	-.138	-.198
Normal Ei Zn	.170	8.839E-02	.937	-.027	-.014	-.008
Normal Ei Mn	-.019	4.750E-02	.935	-.106	.102	-.076
Normal Ei Co	-.233	-.055	.907	.235	6.609E-02	-.002
Normal Ei Ti	.119	.267	.889	4.006E-02	-.032	-.006
Normal Ei Ni	-.210	-.290	-.176	.857	1.382E-02	-.037
Normal Ei Cr	-.241	-.142	.309	.847	3.162E-02	4.182E-03
Normal Ei Ag	-.120	.256	5.413E-02	7.737E-02	.782	-.015
Normal Ei B	-.080	-.356	3.690E-02	-.050	.782	6.908E-02
Normal Ei Au	7.592E-02	-.108	9.820E-03	-.012	.107	.764
Normal Ei Hg	-.165	4.870E-02	-.050	-.015	-.068	.704

آنالیز ویژگی فاکتورها:

همان گونه که در مبحث آنالیز فاکتوری بیان شد. برای بررسی و مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی در یک نقطه و انعکاس نحوهٔ تغییرات آنها بایستی از تعداد داده‌ها کاسته شود. در آنالیز فاکتوری از ۲۲ متغیر (عنصر) اندازه‌گیری شده، ۶ متغیر فاکتوری بدست آمده که می‌توان این متغیرها را مهمترین متغیرهای کنترل‌کننده در نظر گرفت. برای انعکاس بهینهٔ اطلاعات و داده‌ها و نیز تحلیل و تفسیر داده‌ها می‌توان این متغیرهای فاکتوری را به حداقل رساند تا حداکثر تغییرپذیری بین داده‌ها را توجیه نمود.

آنالیز ویژگی روش دیگری برای کاهش این متغیرها است و در واقع هدف از آنالیز ویژگی کاهش متغیرها و داده‌ها به‌نحوی که انعکاس دهنده اکثر تغییرات باشد. این متغیر می‌تواند به عنوان برآیند تمام متغیرهای اولیه محسوب گردد. شکل (۶-۲۹) نقشهٔ آنالیز ویژگی این فاکتورها می‌باشد.

جداسازی آنومالی‌ها از جامعه زمینه به روش P . N

در برداشتهای اکتشافی توزیع فراوانی داده‌ها به علت چولگی زیاد اغلب لاگ نرمال می‌باشد. در این برداشتها مقادیر بزرگ تابع توزیع آنومالی‌ها را تشکیل می‌دهند. این مقادیر که از بقیه داده‌ها (زمینه) قابل تفکیک هستند می‌توانند معرف مناطق امیدبخش برای پیدایش کانی‌سازی اقتصادی باشند.

روش **P.N** یکی از روشهای آماری مختلفی است که جدایش و تشخیص مناطق آنومالی از زمینه ارائه شده است. در این روش فقط مقدار اندازه‌گیری شده برای نمونه مورد توجه قرار می‌گیرد و موقعیت فضایی نقاط نمونه‌برداری درنظر گرفته نمی‌شود. پایه و اساس این روش، حساب احتمالات است. منطق روش **P.N** در جدایش مقادیر آنومالی بر دو اصل بنا شده است: یکی افزایش مقدار متغیر و دیگری افزایش فراوانی نسبی آن. بنابراین شدت هر آنومالی تابع دو عامل است.

۱- احتمال پیدایش نمونه‌ای با مقادیر مطلوب مورد نظر **(P)**، که هر چه این احتمال کوچکتر باشد شدت آنومالی در نمونه معرف آن بیشتر خواهد بود.

۲- تعداد نمونه‌های برداشت شده **(N)**، که هر چه این مقدار کوچکتر باشد شدت آنومالی قوی‌تر است.

بنابراین حاصل‌ضرب دو عامل فوق یعنی **P.N** می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب آنومالی‌ها محسوب گردد، بدیهی است هر چه این مقدار کوچکتر از واحد باشد آنومالی‌ها دارای شدت بیشتری می‌باشند. مقدار **P** برای هر عنصر در هر نمونه برابر احتمال رخداد عیارهای بزرگتر یا مساوی مقدار متغیر مورد بررسی در نمونه مورد نظر است.

معمولاً برای آنکه با مقادیر عددی خیلی کوچک برخورد نشود به جای **P. N** می‌توان از مقدار **1/P.N** استفاده کرد. در این صورت هر چه مقدار **1/P.N** بزرگتر از واحد باشد آنومالی مورد نظر با اهمیت‌تر است. نکته مهمی که در روش **P.N** باید به آن توجه نمود این است که این روش نسبت به تابع توزیع بسیار حساس می‌باشد، زیرا مقادیر احتمال پیدایش براساس تابع توزیع نرمال محاسبه می‌شود لذا لازم است که یا داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند و یا با استفاده از روشهای

تبدیل، به توزیع نرمال تبدیل شوند. نتایج حاصل از روش **P.N** در جـــدول (۵-۷) و شـکل (۶-۲۸) آمده است.

Table (5-7) : Anomaly Samples by 1/(P.N) Method

S.N	Hg	As	Cr	Cu	Mn	Ag	Sb	W	Pb	Sr	Zn	Ba	Ti	Mo	Sn
37	1.27														
58								2.37	18.77						
84			26.51										1.46		
89															1.12
98									18.84			1.49			
105	11.92														
112												2.49			
118												2.67			
125											2.36		3.27		
126							1.02								
139	11.92														
144											3.62				
158	11.92														
166	1.27														
173	1.27														
174						1.27									
177														2.33	
178	1.27														
179						2.28									
182	1.27														
183	1.27														
185						14.95									
192						29.67									
196						1.05									
200						59.26									
206						200.31									
229				1.81											
231	11579.90	3.39													
232	11.92	1.06													
238	1.27							181.52							
240		2.73													
245															1.11
249									2.93			108.94			
250									1.34			108.94			
252	11.92														
253					2.27						8.96		1.56		
255						200.31									
260						200.33									
262												108.94			
264						4.54									
264												109.07			
266		1.06													
267											16.89	11.84			
268					2.95						16.86	108.94			
269					1.51						7.08	50.29			
271										9.79					
280	1.27														
291		3.39													
300			11.23												
301						181.28									
333		3.39										2.61			
351	1.27														
372									3.48						
376	11.92														
409			2.32												
416	117.74														
421	117.74		1.71												
423	1.27														
424	1.27									77.68					
428										1.21					
430	1.27														
431	1.27														
432				1.45											
434	1.27														
437										6.36					
439			2.61	26.07											
440	117.74														
443										1.04					
447	11.92														
449										21.39					
456						1.21									
457	1175.06														
459						200.31									
461	1.27														
468						6.77									
469						4.61									
471	1.27														
476						7.93									
483	11.92					7.10									
491	1.27														
498	1.27														
501	11.92														
503	11.92														
510	11.92														
512	11.92														