



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
دانشکده مهندسی کامپیوتر

پروژه درس شبکه‌های عصبی  
گزارش عملکرد شبکه توابع پایه شعاعی  
دانشجو:  
سید احمد نقوی نوزاد

استاد:  
دکتر صفا بخش

پاییز ۹۴

# ۱. بررسی تأثیر نرمال سازی داده ها

## آزمایش اول

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 01	[-.5, .5]	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	342	618	35.62 .48

## آزمایش دوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 02	[-5, 5]	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	369	591	38.43 .50

آزمایش سوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 03	[-10, 10]	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	360	600	37.50 .47

آزمایش چهارم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 04	[-100, 100]	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	408	552	42.50 .52

## نتیجه گیری:

با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که نرمال‌سازی داده‌ها چندان تأثیر مشخصی در بهبود نتایج نداشته و حتی در برخی موارد افزایش بازه‌ی نرمال‌سازی سبب افزایش نرخ خطا می‌شود و شاید بتوان نتیجه را در افزایش مقیاس داده‌ها و به دنبال آن نابسامان‌شدن مقادیر وزن‌های حاصله جستجو کرد. لذا ما ازین پس در این آزمایش از نرمال‌سازی داده‌ها خودداری می‌نمائیم.

## ۲. بررسی تأثیر تعداد مراکز یا همان خوشه‌ها

### آزمایش اول

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 05	-	K-Means	10	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	601	359	62.60 .79

### آزمایش دوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 06	-	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	386	574	40.21 .51

آزمایش سوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 07	-	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	262	698	27.29 7.59

آزمایش چهارم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 08	-	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	243	717	25.31 20.04

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 09	-	K-Means	100	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	212	748	22.08 .34

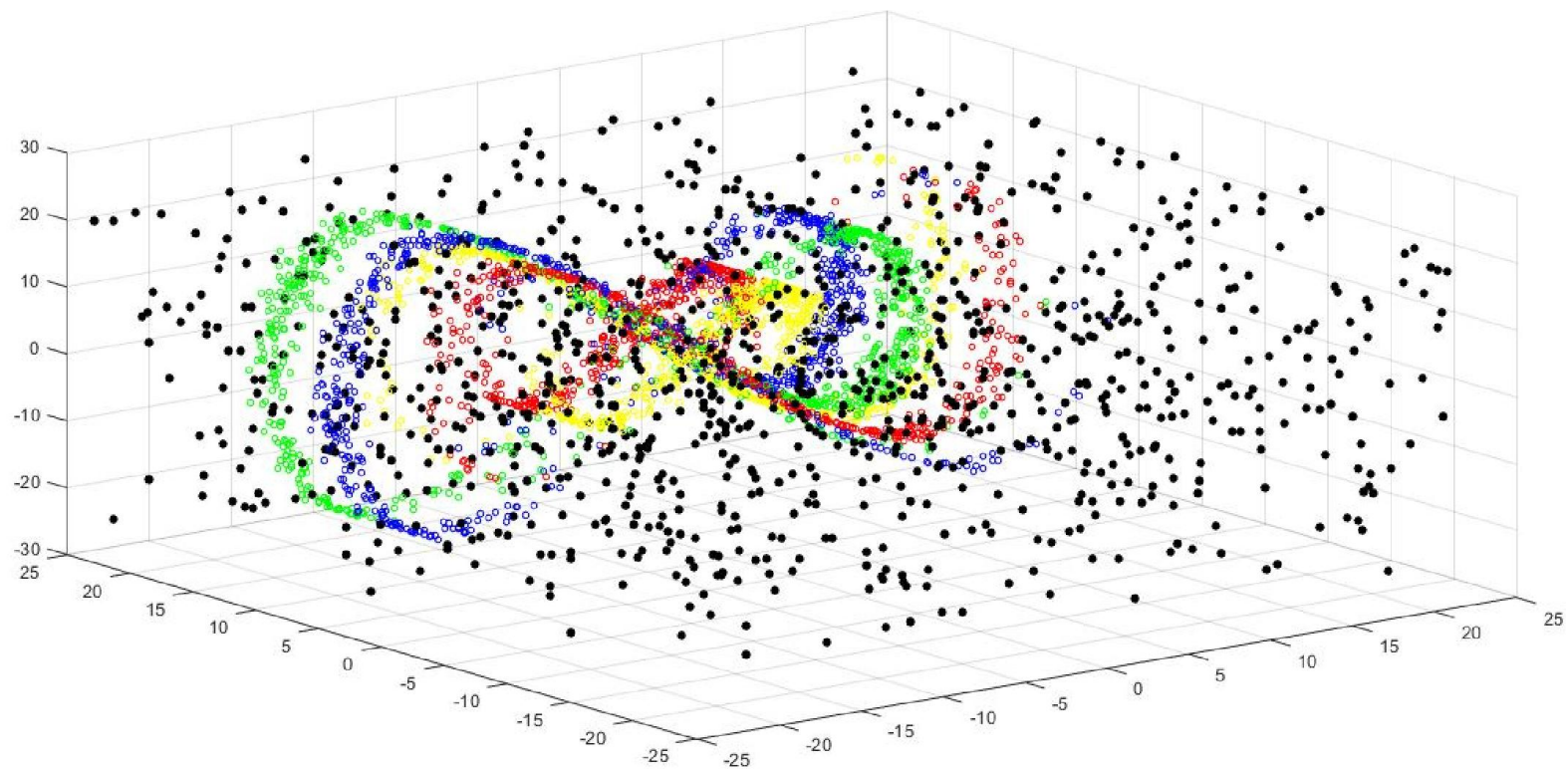
## نتیجه گیری:

در این آزمایش‌ها مشخص می‌گردد که اعمال تعداد مراکز بیشتر یا همان خوشه‌بندی بالا سبب بهبود نتایج شده و این بهبود را می‌توان در همان رویکرد اصلی توابع پایه شعاعی یعنی افزایش ابعاد داده‌های ورودی جهت تسهیل دسته‌بندی جستجو کرد. لذا ازین پس در این آزمایش ما نیز تعداد مراکز را همان ۱۰۰۰ تا می‌گیریم.

### ۳. بررسی تأثیر روش‌های مختلف تعیین مراکز توابع

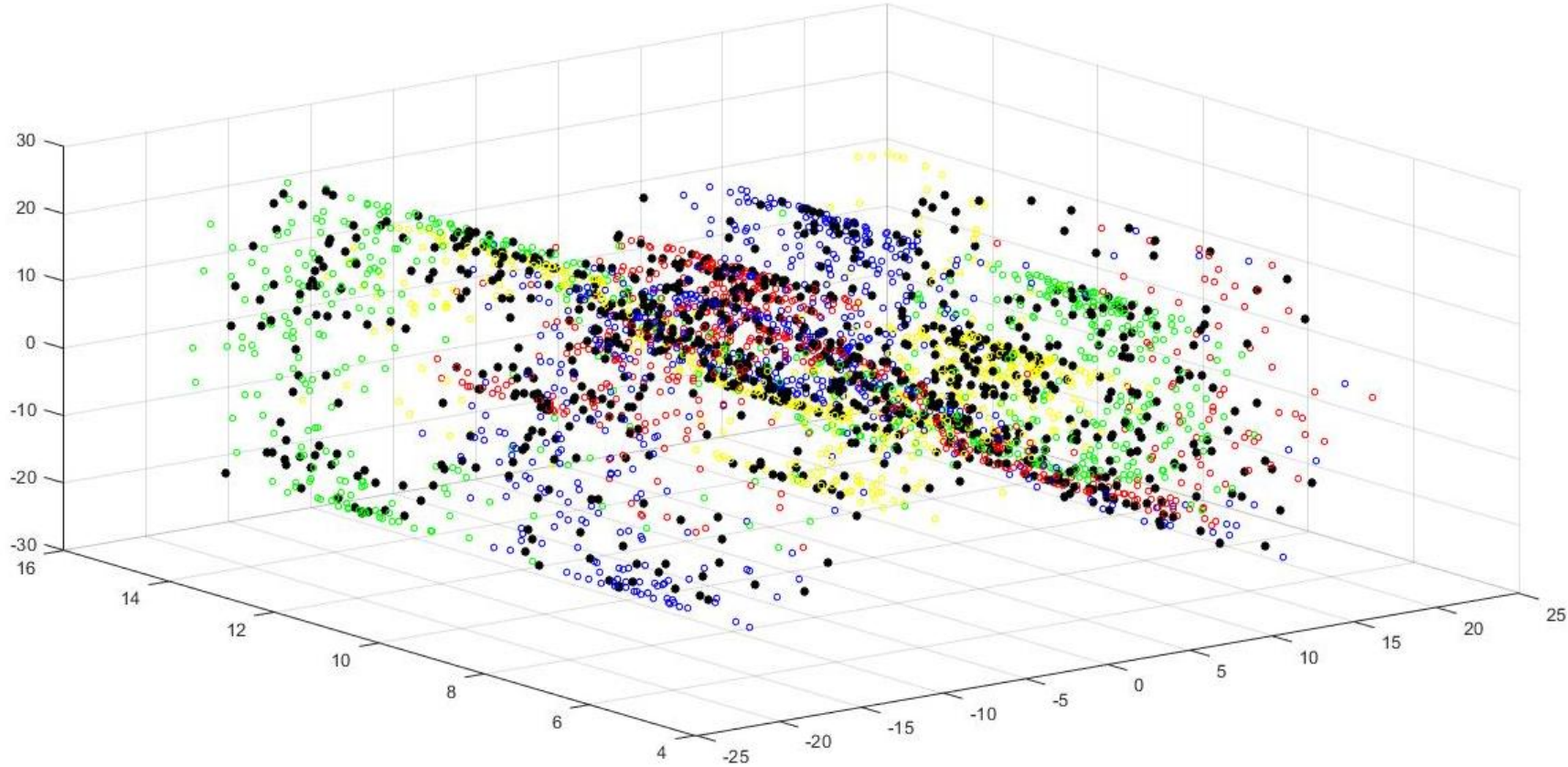
#### آزمایش اول

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 10	-	Random	1000	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	339	621	35.31 2229579.95

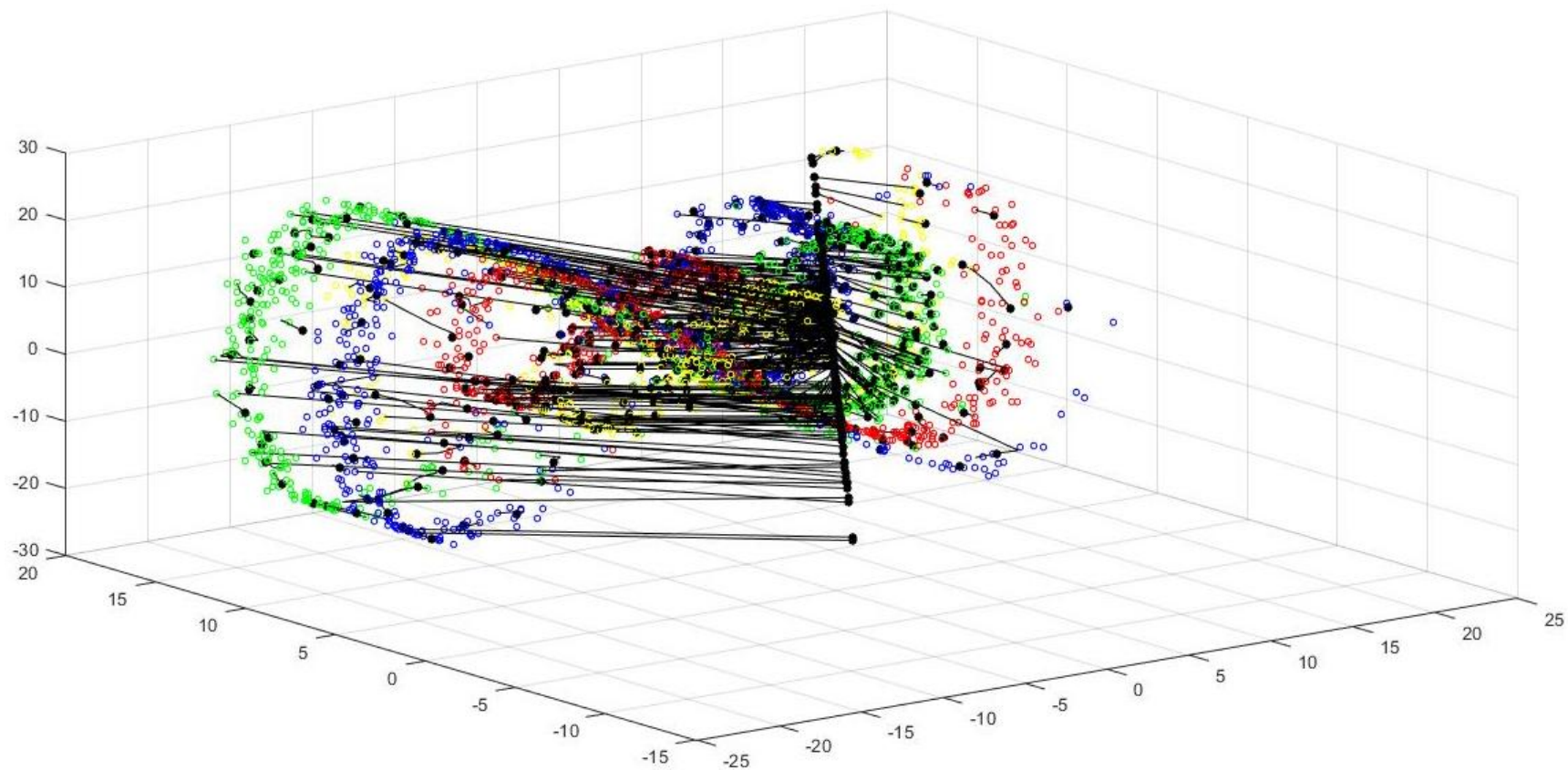




Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 11	-	DataSample	1000	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	232	728	24.17 1.35



Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 12	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	214	746	22.29 .33



## نتیجه گیری:

در این آزمایش‌ها نیز متوجه می‌شویم که استفاده از الگوریتم K-Means در یافتن مراکز بهینه، در بهبود نتایج تأثیر بسزائی داشته و علت آن را نیز می‌توان در کمینه‌بودن فاصله هر کدام از داده‌های ورودی از مرکز مربوطه‌اش دانست که همان نتیجه‌ی خوشه‌بندی توسط الگوریتم K-Means می‌باشد و این امر سبب می‌شود که عمل افزایش ابعاد در شبکه توابع پایه شعاعی با دقت بیشتری انجام شده و نتایج مطلوب‌تری حاصل گردد. در مورد انتخاب تصادفی مراکز باید گفت که مسئله‌ی کمینه‌بودن فاصله‌ی نقاط در این حالت قطعاً رعایت نشده و در حالت انتخاب مراکز از میان خود نقاط نیز می‌توان همین مسئله را بیان نمود. لذا ازین پس در این آزمایش از روش K-Means جهت تعیین مراکز استفاده می‌نمائیم.

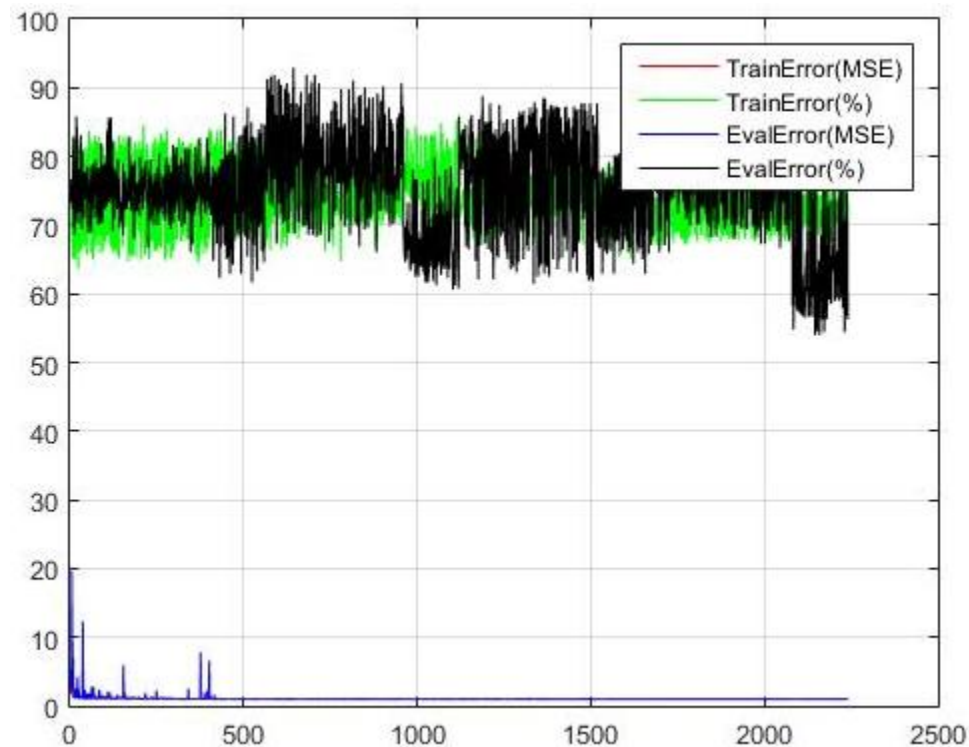
#### ۴. بررسی تأثیر روش‌های مختلف به‌روزرسانی وزن‌ها (BasicRBF Method – RLS Method)

##### آزمایش اول

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 13	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	129	831	13.44 9.09

##### آزمایش دوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 14	-	K-Means	1000	RLS Method	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	268	212	55.83 .99



## نتیجه گیری:

همانطور که از نمودارها قابل مشاهده است می توان استنتاج کرد که استفاده از روش RLS جهت به روزرسانی وزن ها طبق خطای تست حاصله از آزمایش نه تنها سبب بهبود نتایج نشده بلکه حتی چندبرابر آن را بدتر می نماید ولی استفاده از روش معمول شبکه های توابع پایه ی شعاعی یعنی استفاده از pseudoinverse به شدت در بهبود نتایج نهائی مؤثر بوده و علت این مسئله نیز را می توان در بهینه بودن و پایدارتر بودن وزن های حاصله از روش معمول شبکه های RBF جستجو کرده و ما نیز در ادامه از استفاده ی از روش RLS جهت حصول وزن های نهائی پرهیز می نمائیم.

## ۵. بررسی تأثیر تعمیم فرم تابع از تقارن شعاعی به تقارن بیضوی

### آزمایش اول

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 15	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	No	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	129	831	13.44 9.09

### آزمایش دوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 16	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	[5 20 13]	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	129	831	13.44 9.09

## آزمایش سوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% , MSE)	Final Evaluation Errors (% , MSE)	Test Results (% , MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% , MSE)
Train 17	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	[7 20 13]	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	140	820	14.58 1.06

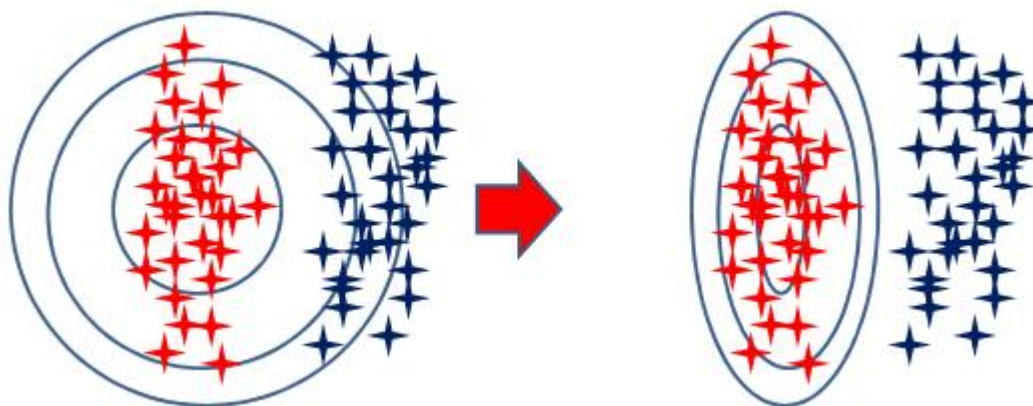
## آزمایش چهارم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% , MSE)	Final Evaluation Errors (% , MSE)	Test Results (% , MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% , MSE)
Train 18	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	[7 15 17]	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	159	801	16.56 .92



## نتیجه گیری:

از آزمایش‌های انجام‌شده پیداست که تعمیم فرم تابع از تقارن شعاعی به تقارن بیضوی اگر با پارامترهای مناسب صورت گیرد تأثیر مثبت و در غیر اینصورت تأثیر منفی خواهد داشت؛ بهترین پارامترهای یافت شده در این آزمایش‌ها مقادیر [5 20 13] می‌باشند که ما نیز در ادامه از این مقادیر استفاده خواهیم کرد. به طور کلی تعمیم از فرم شعاعی به بیضوی سبب بهبود عملکرد شبکه در شناسائی الگو و تقریب تابع شده و در نتیجه‌ی استفاده از آن فاصله‌ی اقلیدسی مورد استفاده در توابع پایه‌ی شعاعی مربوطه به فاصله‌ی مایه‌الانوبیس تبدیل می‌شود. شکل زیر گویای این مسئله می‌باشد:





## ۶. بررسی تأثیر توابع پایه‌ی شعاعی مختلف

### آزمایش اول

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 18	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	[5 20 13]	Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	129	831	16.56 .92

### آزمایش دوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 19	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	[5 20 13]	Inverse Multiquadratics	70-15-15	-	-	960	151	809	15.73 89.72

## آزمایش سوم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 20	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	[5 20 13]	Gaussian	70-15-15	-	-	960	174	786	18.13 5.08

## آزمایش چهارم

Exp. No.	Normalization Interval	Centroid Selection Method	Centroids No.	Weight Updating Method	Biased	Radial to Elliptical (Beta Params)	RBF Function Type	Training & Evaluation & Test Size (%)	Final Train Errors (% MSE)	Final Evaluation Errors (% MSE)	Test Results (% MSE)			
											Test Total No.	Wrongly Classified	Correctly Classified	Classification Errors (% MSE)
Train 21	-	K-Means	1000	BasicRBF	Yes	[5 20 13]	Logarithm	70-15-15	-	-	960	218	742	22.71 .37

## نتیجه گیری:

همانطور که از آزمایش‌های انجام‌شده پیداست می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که استفاده از توابع پایه‌ی شعاعی مختلف تأثیر چندانی در بهبود نتایج و یا حتی بدترکردن آن ندارد و از آنجا که تابع **Multiquadrics** در آزمایش‌های انجام‌شده به نسبت درصد خطای حاصله و خطای **MSE**، نتایج بهتری را حاصل نموده است ما نیز این تابع را به عنوان بهترین تابع، مورد استفاده قرار می‌دهیم.