



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

گروه هوش مصنوعی

گزارش پروژه درس شبکه‌های عصبی-۴

مینا ترقی

۹۳۱۳۱۰۷۲

تاریخ تحویل: ۱۳۹۴/۹/۷

نیم‌سال اول ۹۵-۱۳۹۴

سوال ۱

پیاده سازی یک شبکه توابع پایه شعاعی برای دسته بندی.

شرایط آزمایش:

پارامتر	مقدار
تعداد مراکز	۴:۴:۴۰۰
روش انتخاب مراکز	K-Means
درصد داده آموزشی	٪۷۰
درصد داده ارزیابی	٪۱۰
درصد داده آزمون	٪۲۰
تابع کرنل	گوسی
الگوریتم آموزش	LMS
تقارن بیضوی	خیر

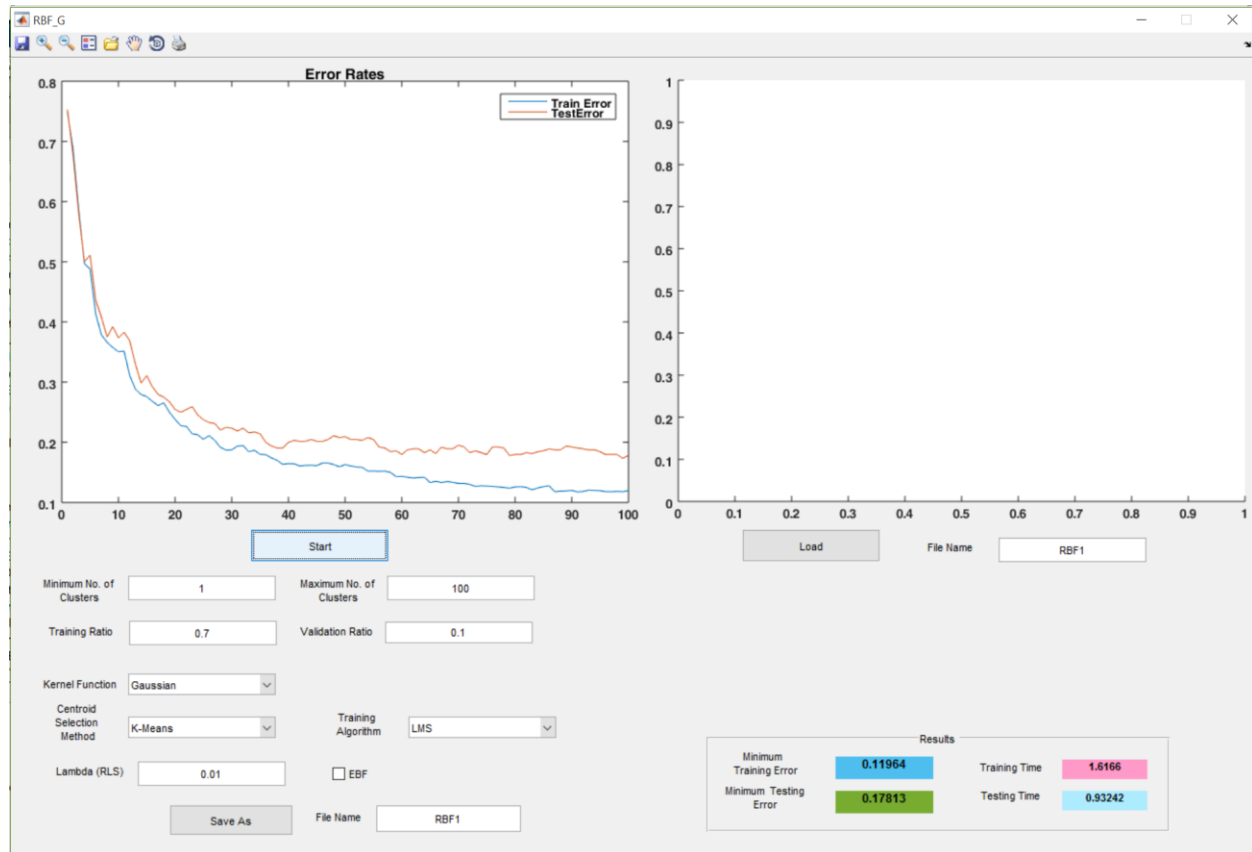
✓ برای این آزمایش و تمامی آزمایش‌های دیگر برای حفظ همگونی داده‌ها در تمامی مجموعه‌های آموزش و آزمون، ترتیب داده‌ها را به صورت تصادفی عوض کردیم. برای این کار از فایل Data_Shuffler.m استفاده کردیم.

✓ در این آزمایش و تمامی آزمایش‌های دیگر ابتدا تعداد کمینه و تعداد بیشینه مراکز دسته‌ها، درصد داده آموزشی و داده ارزیابی، تابع کرنل، روش انتخاب مراکز دسته‌ها، مقدار لاندا (برای الگوریتم RLS)، استفاده یا عدم استفاده از تقارن بیضوی را مشخص کرده و سپس با فشردن دکمه Start نتایج تغییرات میزان خطای دسته‌بندی بر روی دو مجموعه آموزش و آزمون، بر اساس تعداد مراکز در نمودار سمت چپ نمایش داده می‌شود. اگر برای تعیین وزن‌های لایه خروجی از الگوریتم RLS استفاده شده باشد، وزن‌ها به صورت Iterative و به ازای اعمال تک تک نمونه‌های آموزشی به دست می‌آید که در این صورت، میزان خطا برای دسته‌بندی نمونه‌های آزمایشی و آموزشی بر اساس تعداد داده آموزش داده‌شده در نمودار سمت راست نمودار می‌گردد.

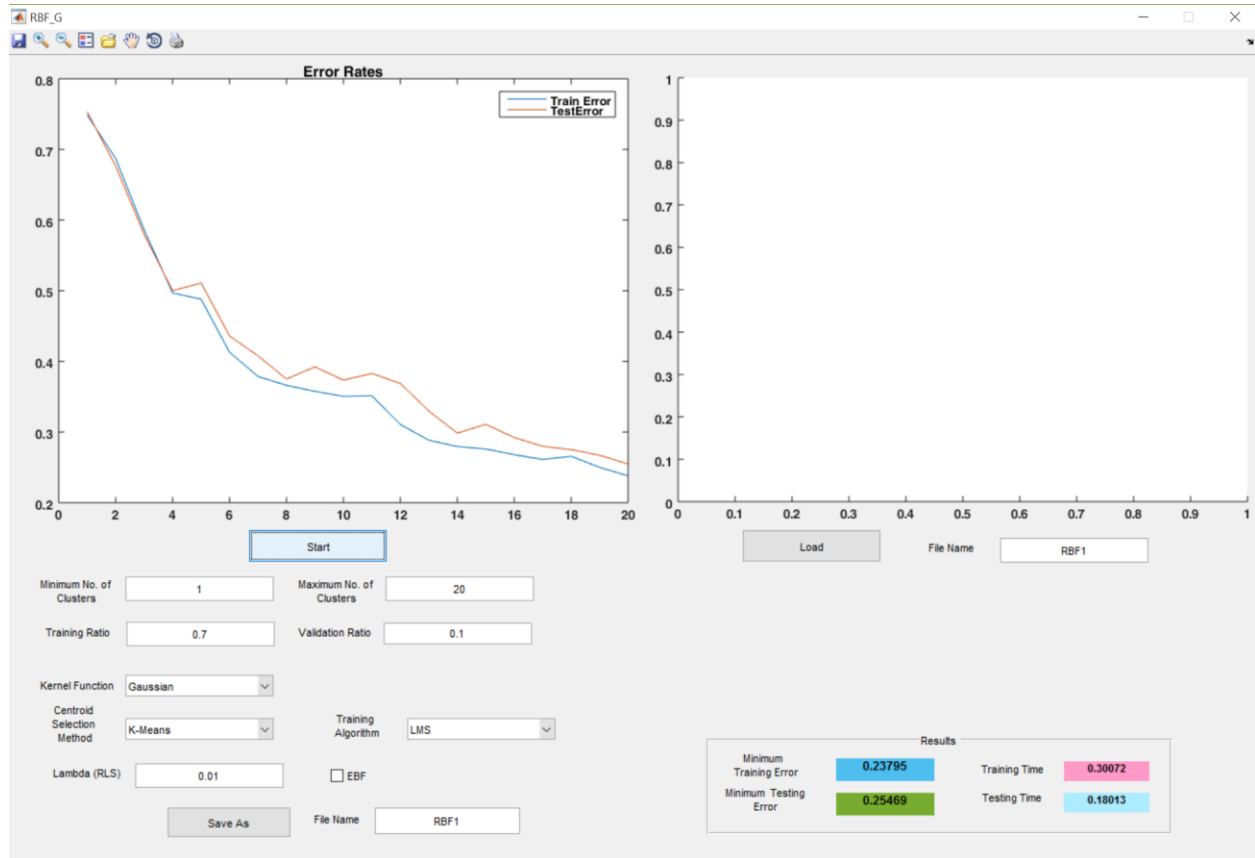
✓ تعداد مراکزی که در واسط کاربری مشخص می‌شوند، تعداد مراکز برای هر کلاس داده است؛ بدین معنا که با انتخاب i به عنوان تعداد مراکز آموزشی، برای هر ۴ کلاس i مرکز و در نتیجه برای کل داده‌ها $4 \times i$ انتخاب می‌شود.

نتیجه انجام آزمایش:

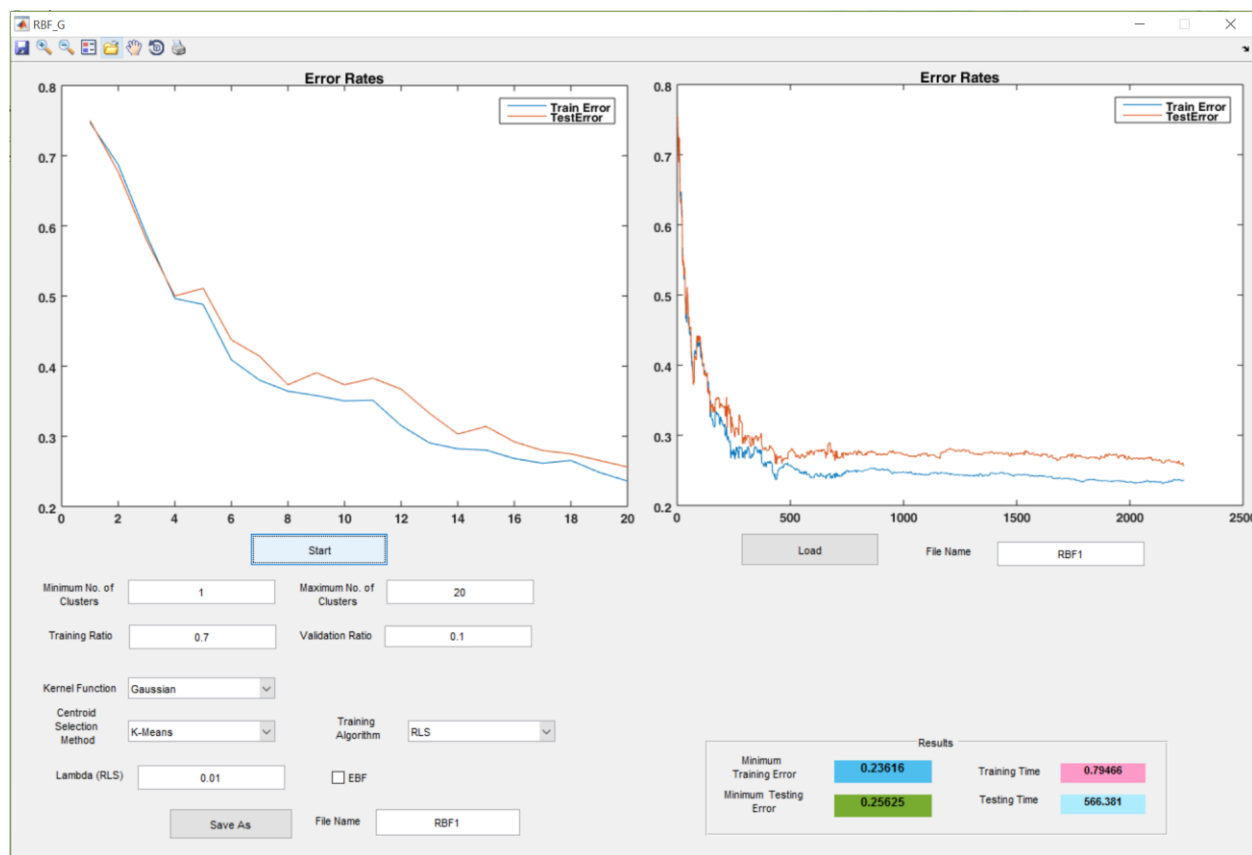
نتایج انجام آزمایش برای شرایط جدول بالا.



شکل ۱-۰ نتایج شبکه برای تعداد مراکز آموزشی ۴ تا ۴۰۰



شکل ۳-۰ نتایج شبکه برای تعداد مراکز ۴ تا ۱۰ و الگوریتم LMS



شکل ۳-۰ نتایج شبکه برای تعداد مراکز ۴ تا ۱۰ و الگوریتم RLS

نتیجه گیری:

با مشاهده نتایج به این نتیجه می‌رسیم که شبکه برای شرایط معمولی به خوبی عمل کرده و برای دو الگوریتم LMS و RLS نتایج تقریباً برابرند و تفاوت در نتایج بسیار ناچیز است.

زمان آموزش با الگوریتم LMS بسیار کمتر از آموزش با الگوریتم RLS است، که با توجه به این که الگوریتم LMS برخلاف الگوریتم RLS که یک الگوریتم بازگشتی است، تمامی محاسبات را با ضرب دو ماتریس انجام می‌دهد، چنین نتیجه‌ای طبیعی است.

همان‌طور که انتظار می‌رفت، با افزایش تعداد مراکز توابع پایه، و همچنین با افزایش تعداد نمونه‌های آموزشی برای الگوریتم RLS، دقت شبکه بالاتر می‌رود.

سوال ۲

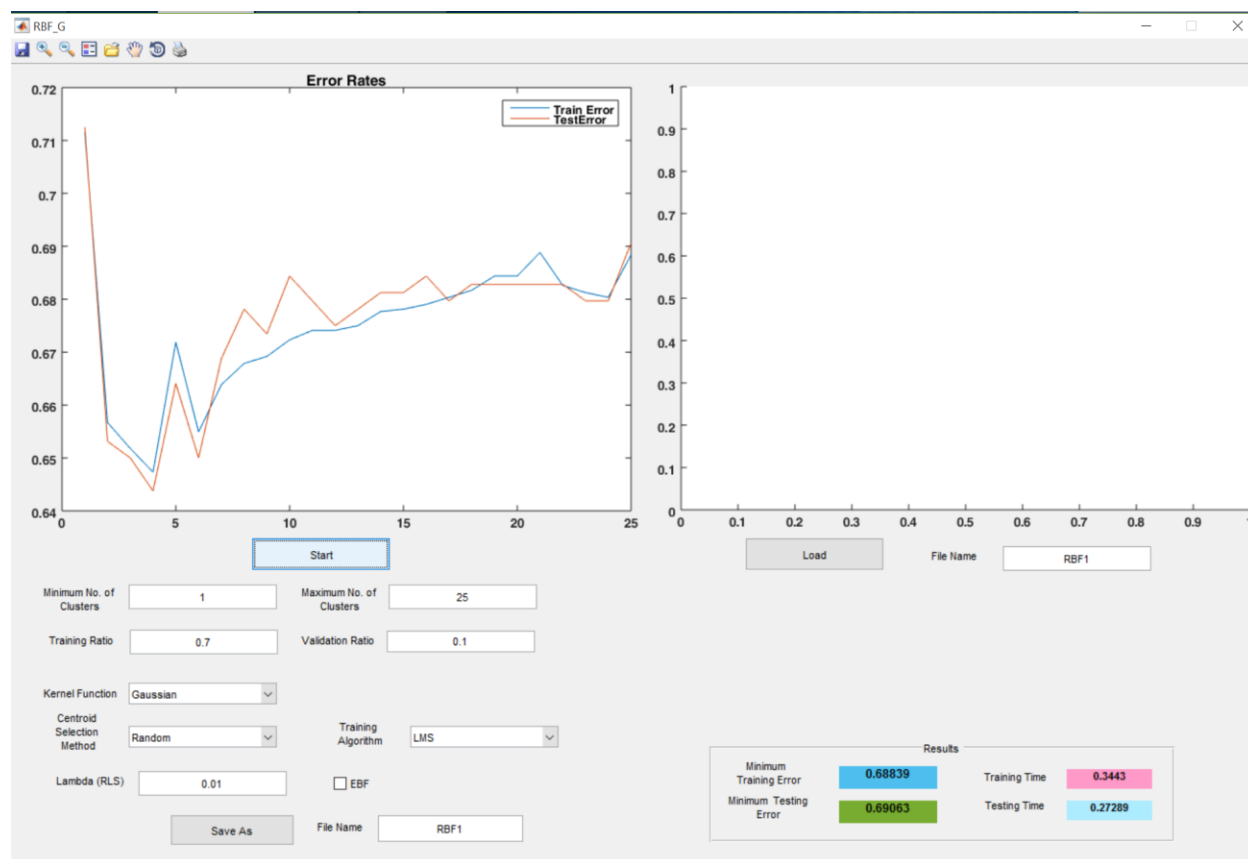
روش‌های مختلف تعیین مراکز توابع پایه.

شرایط آزمایش:

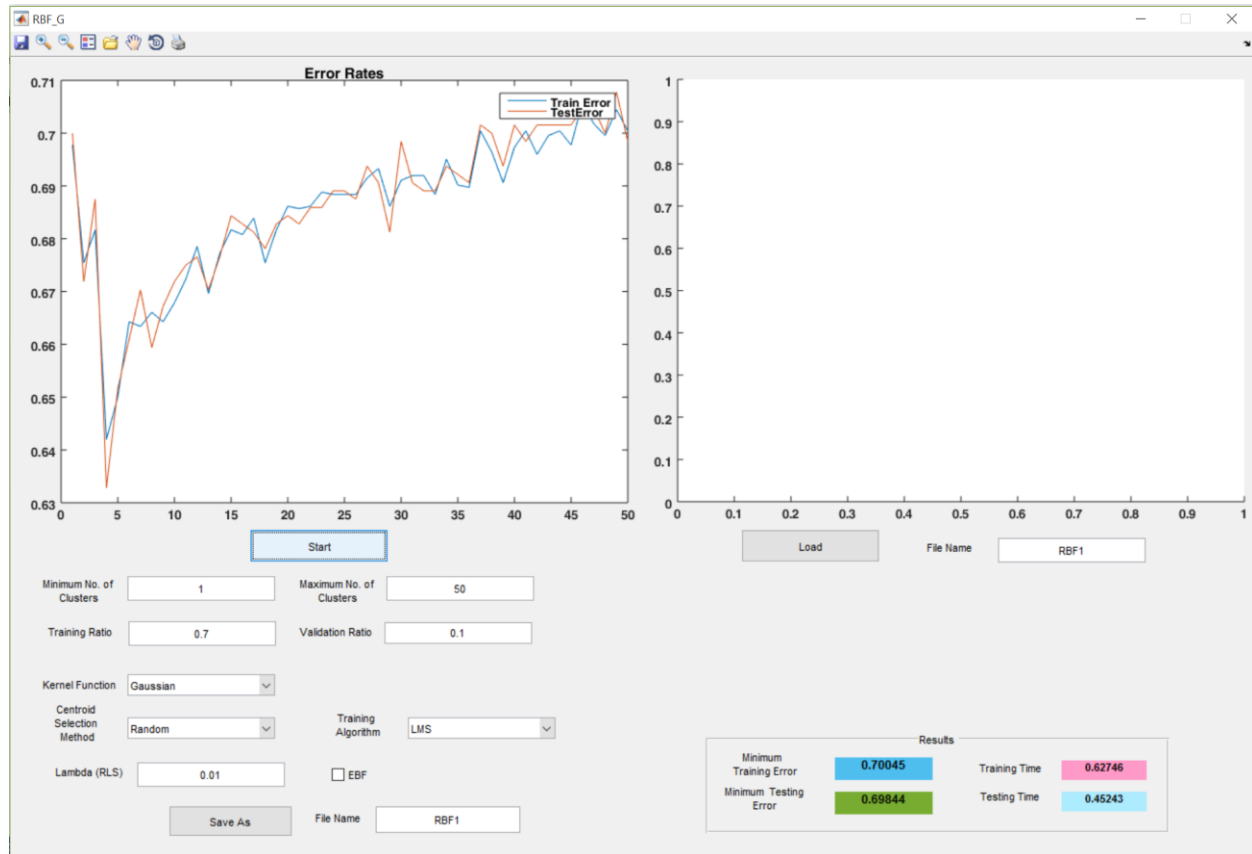
پارامتر	مقدار
تعداد مراکز	۴:۴:۴۰۰
روش انتخاب مراکز	K-Means, Random
درصد داده آموزشی	٪۷۰
درصد داده ارزیابی	٪۱۰
درصد داده آزمون	٪۲۰
تابع کرنل	گوسی
الگوریتم آموزش	LMS
تقارن بیضوی	خیر

✓ برای این آزمایش از دو روش برای تعیین مراکز توابع پایه استفاده کردیم. اولین روش روش K-Means است که یک روش خوشه‌بندی و در نتیجه بدون ناظر است. در روش دوم هم مراکز را به صورت تصادفی انتخاب کردیم.

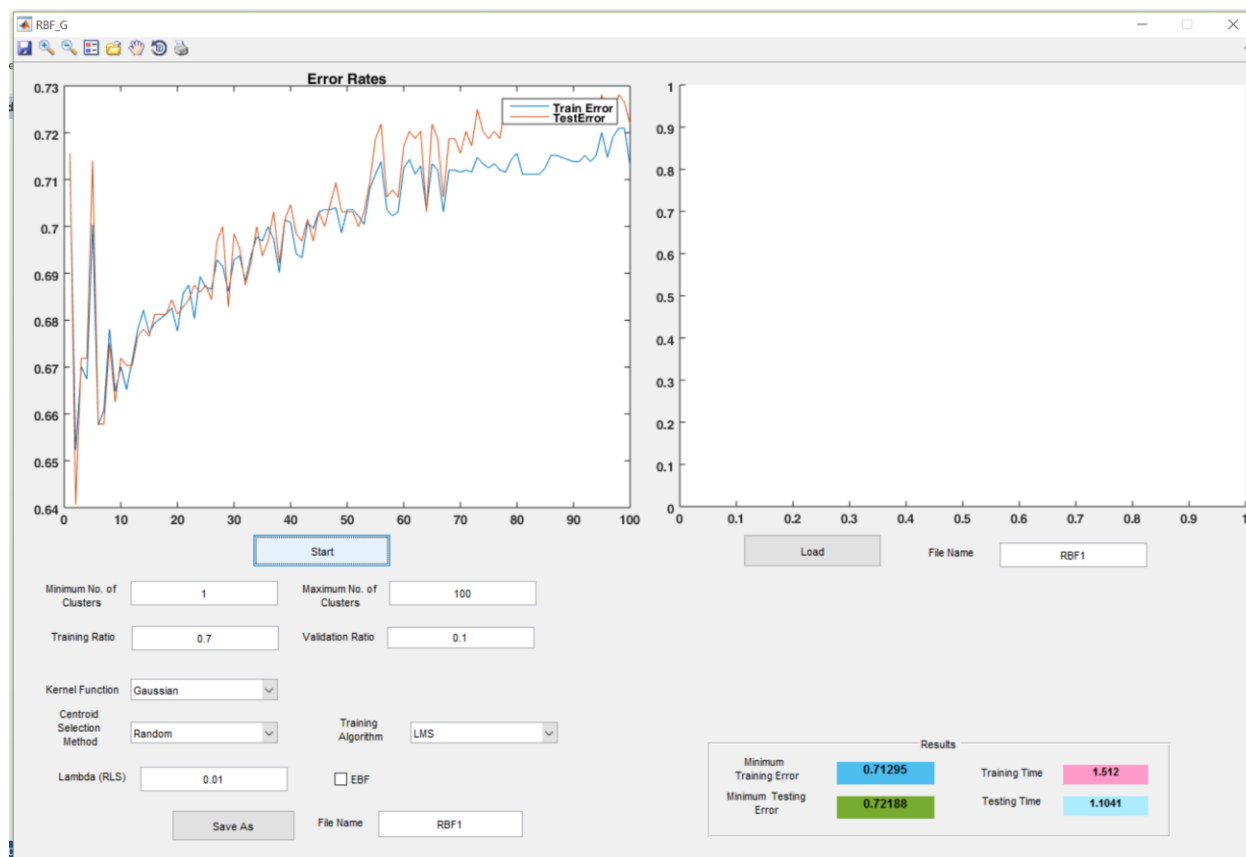
نتیجه آزمایش:



شکل ۱-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۱۰۰ مرکز تصادفی



شکل ۲-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۲۰۰ مرکز تصادفی



شکل ۳-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۴۰۰ مرکز تصادفی

نتیجه گیری:

آن طور که از نتایج پیداست، با استفاده از روش انتخاب تصادفی مراکز، با انتخاب بیش از ۵ مرکز به ازای هر دسته نتایج افول میکنند و انتخاب بیشتر از ۲۰ مرکز (در کل) منطقی به نظر نمی رسد.

یک دلیل این رویداد این است که با انتخاب مراکز زیاد به صورت تصادفی، اندازه خوشه ها بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک می شوند و مراکز نماینده های خوبی برای خوشه های خود نیستند.

نتیجه دیگر این که در مقایسه با انتخاب مراکز با روش K-Means، افت شدید دقت را شاهد هستیم، که با توجه به این که مراکز بدون استفاده از هیچ گونه خرد و کاملاً به صورت تصادفی انتخاب می شوند و نماینده های مناسبی برای داده آموزشی نیستند، این نتیجه کاملاً قابل توجیه است.

سوال ۳

تعمیم فرم تابع از تقارن شعاعی به تقارن بیضوی.

شرایط آزمایش:

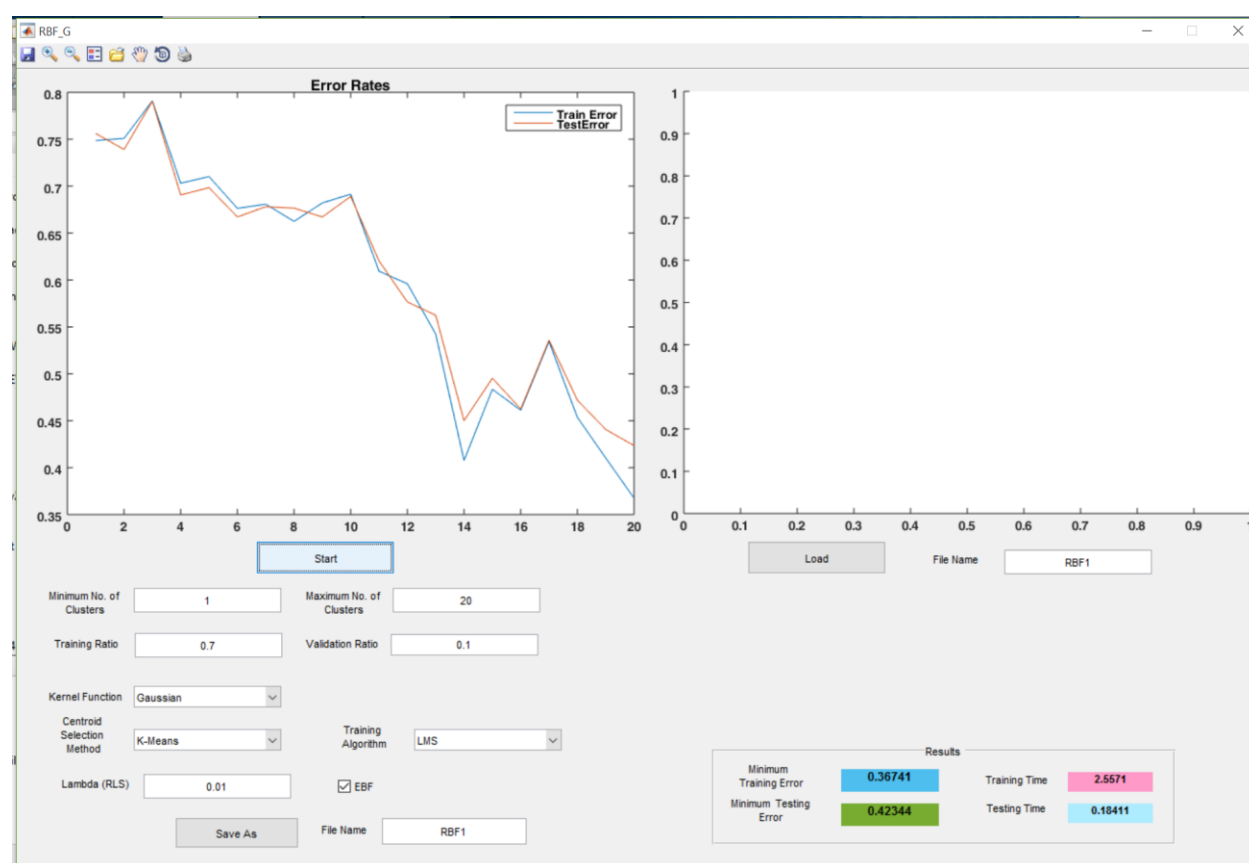
پارامتر	مقدار
تعداد مراکز	۴:۴:۴۰۰
روش انتخاب مراکز	K-Means
درصد داده آموزشی	٪۷۰
درصد داده ارزیابی	٪۱۰
درصد داده آزمون	٪۲۰
تابع کرنل	گوسی
الگوریتم آموزش	LMS
تقارن بیضوی	بله

برای این آزمایش، برای تغییر فرم تقارن تابع به تقارن بیضوی، برای محاسبه فاصله از مراکز، از فاصله Mahalanobis استفاده کردیم که فرمول آن به شکل زیر است.

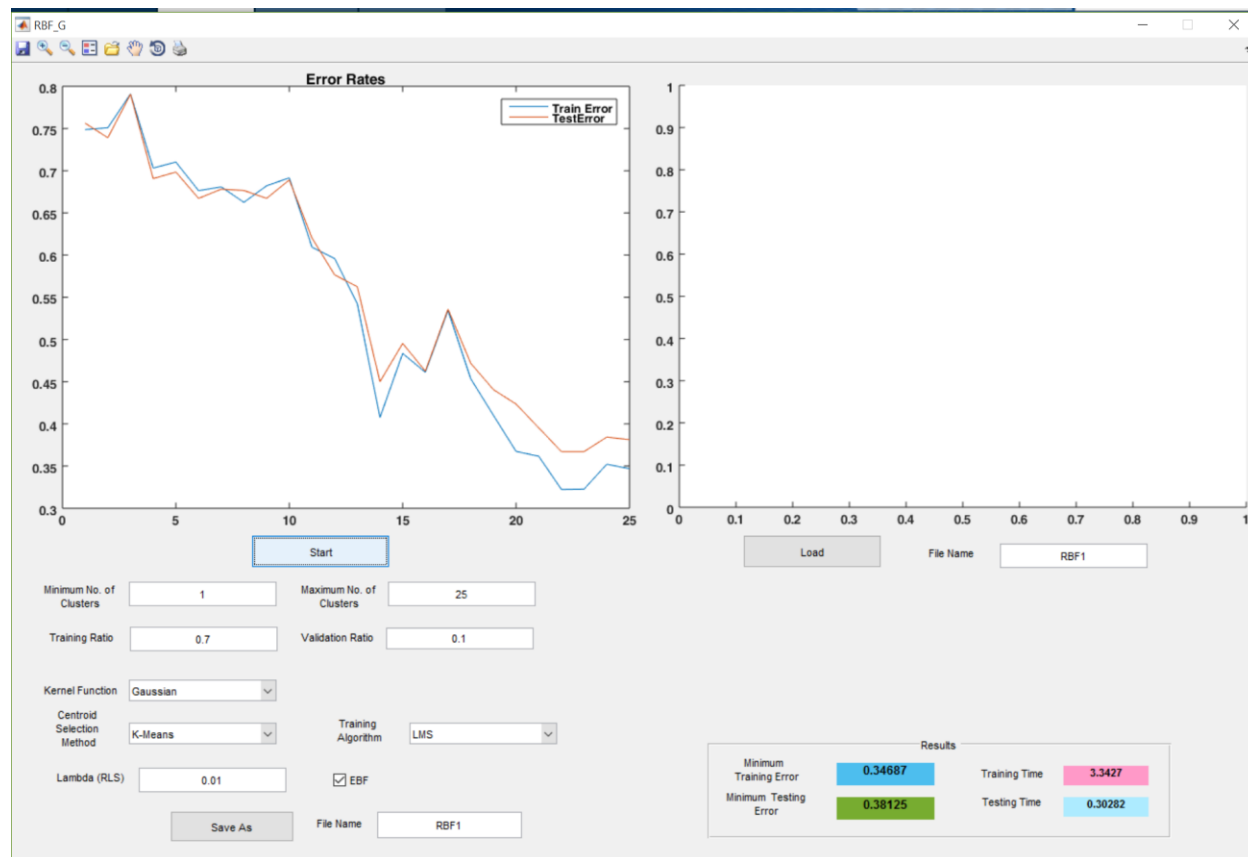
$$r_{Mahalanobis} = \sqrt{(x_p - \mu_j) \Sigma_j^{-1} (x_p - \mu_j)^T}$$

که در آن μ_j مرکز دسته زام و یا همان مرکز خوشه و Σ_j هم ماتریس کواریانس خوشه زام است که با استفاده از تمام داده‌های آن خوشه محاسبه کردیم.

نتیجه آزمایش:



شکل ۱-۰ - نتیجه شبکه برای ۴-۱۰ مرکز و تقارن بیضوی



شکل ۲-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۱۰۰ مرکز و تقارن بیضوی

نتیجه گیری:

آن طور که به نظر می رسد، استفاده از تقارن بیضوی، کمکی به بهبود نتایج در این شبکه نکرده است و مقدار خطای گزارش شده با استفاده از تقارن بیضوی، بیشتر از زمانی است که از تقارن شعاعی استفاده شد.

سوال ۴

توابع پایه مختلف.

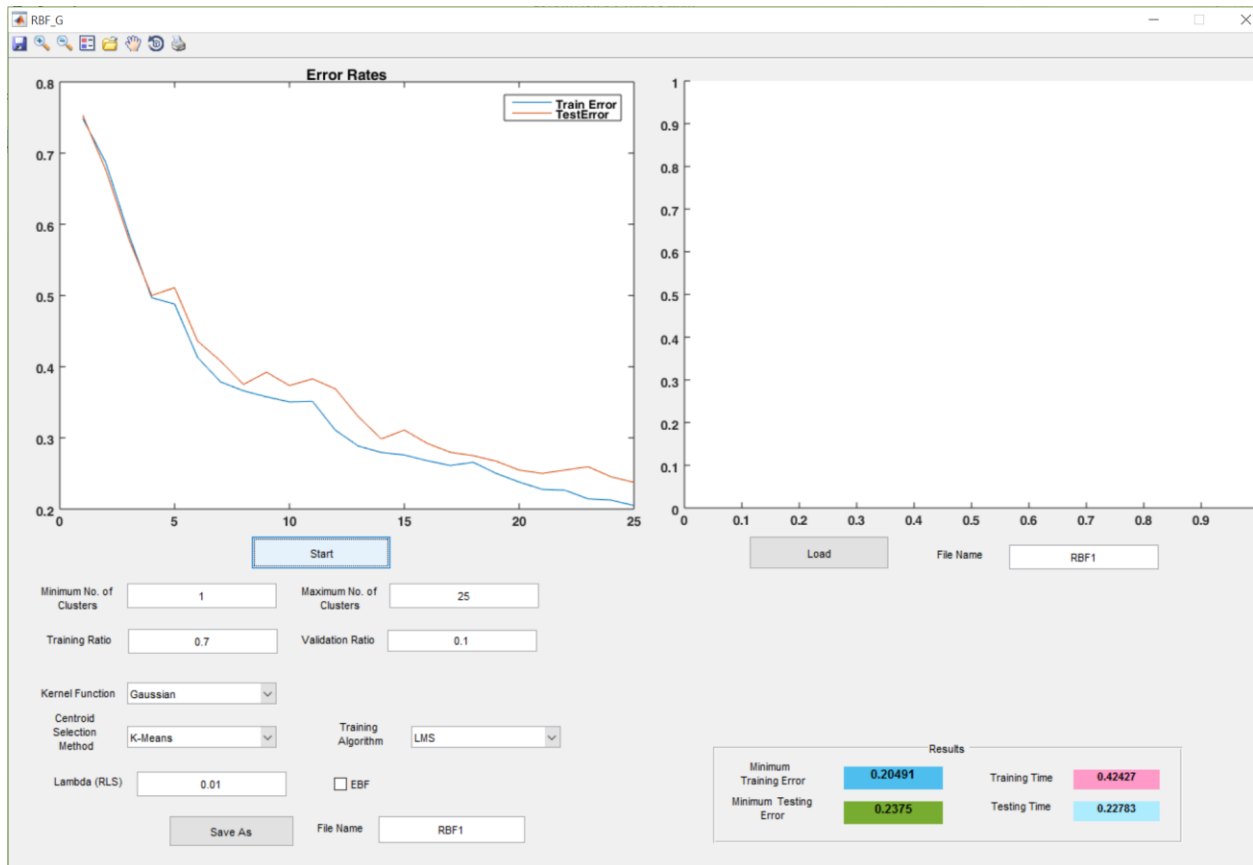
شرایط آزمایش:

پارامتر	مقدار
تعداد مراکز	۴:۴:۴۰۰
روش انتخاب مراکز	K-Means
درصد داده آموزشی	٪۷۰
درصد داده ارزیابی	٪۱۰
درصد داده آزمون	٪۲۰
تابع کرنل	-Gaussian -Multiquadratics -Inverse Multiquadratics -Logarithmic
الگوریتم آموزش	LMS
تقارن بیضوی	خیر

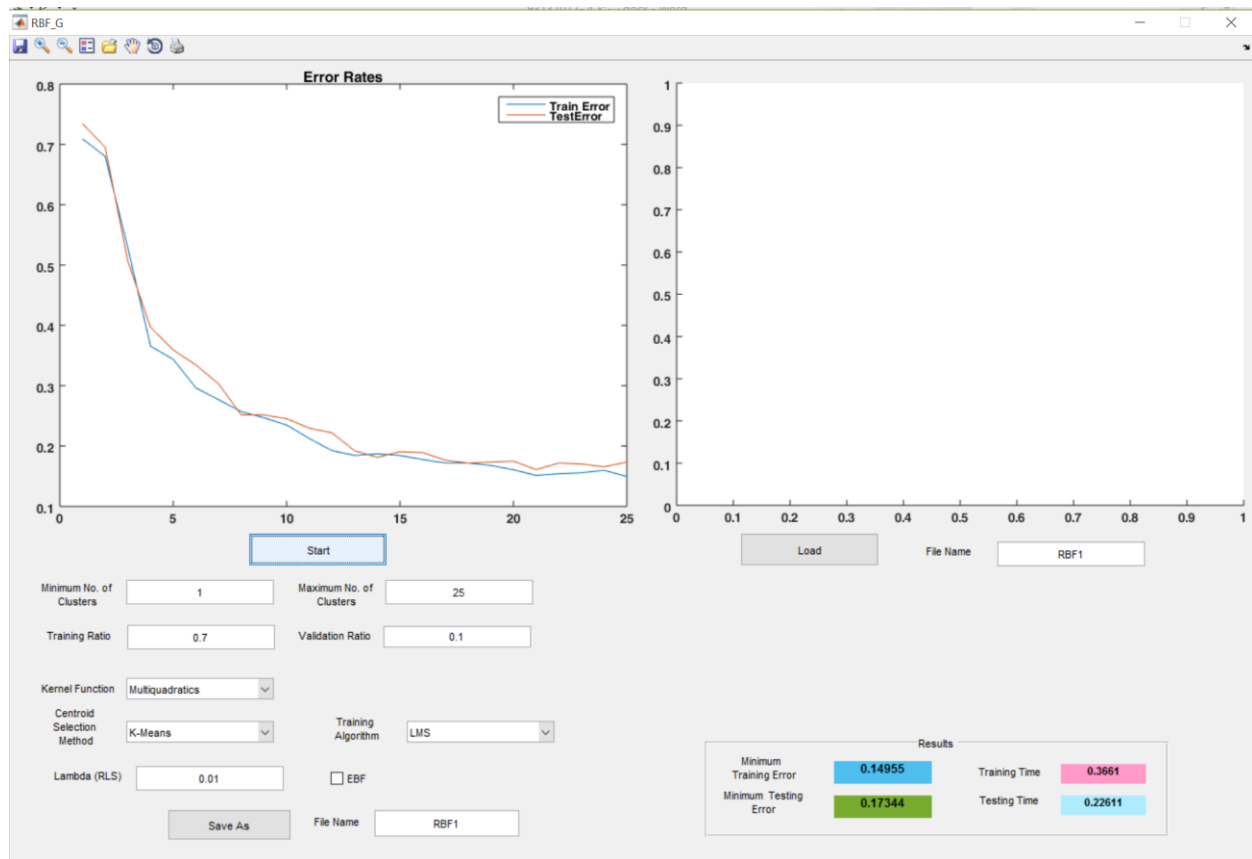
در این آزمایش از چهار تابع به عنوان تابع به عنوان توابع پایه شعاعی استفاده شد که به قرار زیر هستند.

- ✓ Gaussian با فرمول $\phi(r) = \exp(-\frac{r^2}{2\sigma^2})$
- ✓ Multiquadratics با فرمول $\phi(r) = \sqrt{r^2 + \sigma^2}$
- ✓ Inverse Multiquadratics با فرمول $\phi(r) = \frac{1}{\sqrt{r^2 + \sigma^2}}$
- ✓ Logarithmic با فرمول $\phi(r) = \frac{r}{\sigma^2} \log \frac{r}{\sigma}$

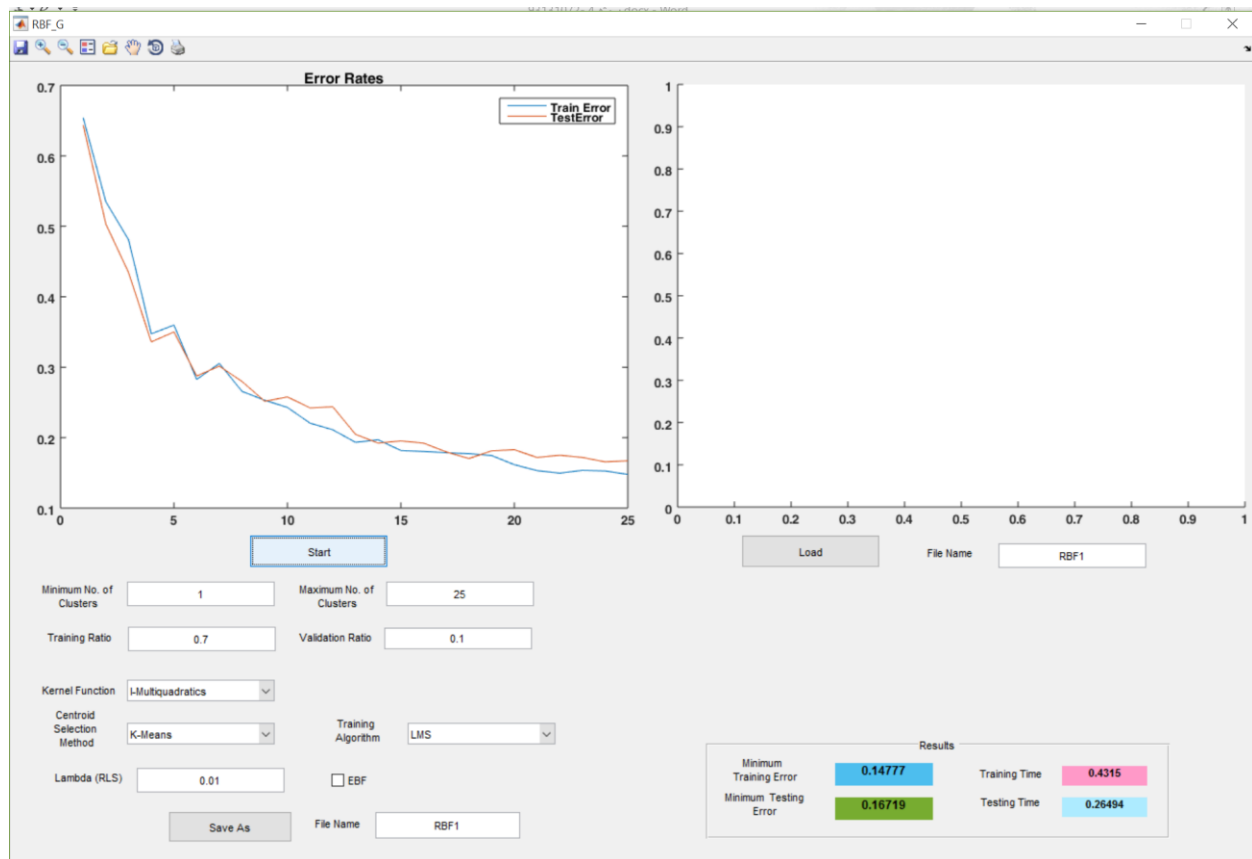
نتیجه آزمایش:



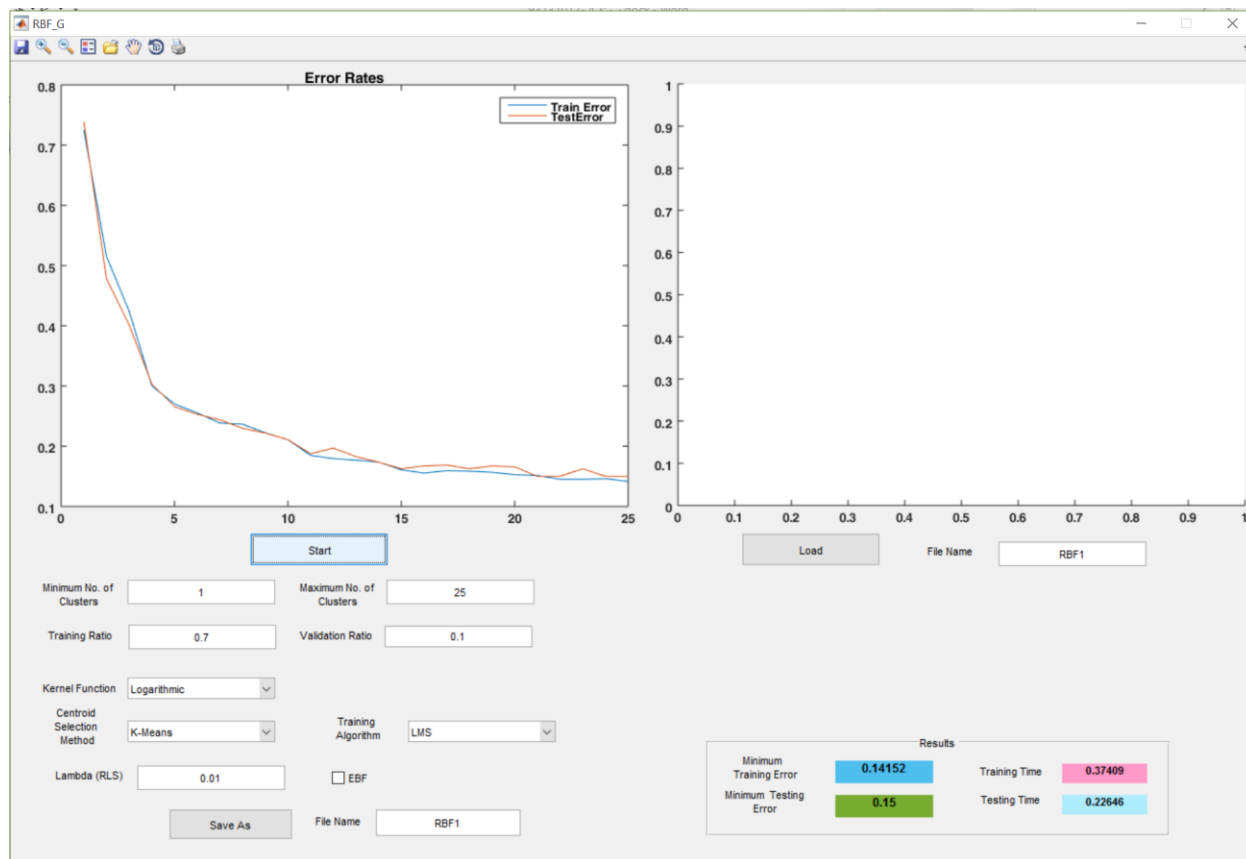
شکل ۱-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۱۰ مرکز و تابع کرنل Gaussian



شکل ۲-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۱۰۰ مرکز و تابع کرنل *Multiquadratics*



شکل ۳-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۱۰۰ تابع و تابع کرنل *Inverse Multiquadratics*



شکل ۴-۰ نتیجه شبکه برای ۴-۱۰۰ مرکز و تابع کرنل *Logarithmic*

جدول ۱-۰ مقایسه نتایج شبکه با چهار تابع کرنل مختلف

تابع کرنل	خطای آموزشی	خطای آزمون
<i>Gaussian</i>	۰,۲۰۴۹۱	۰,۲۳۷۵
<i>Multiquadratics</i>	۰,۱۴۹۵۵	۰,۱۷۳۴۴
<i>Inverse Multiquadratics</i>	۰,۱۴۷۷۷	۰,۱۶۷۱۹
<i>Logarithmic</i>	۰,۱۴۱۵۲	۰,۱۵

نتیجه گیری:

همان گونه مشاهده مشاهده می شود، چهار تابع کرنل مختلف به ترتیب معرفی نتایج بدتری کسب نمودند، به طوری که تابع گوسی بدترین نتیجه و تابع لگاریتمی مورد استفاده بهترین نتیجه را دارد. در نتیجه برای این مسئله، بهتر است از تابع لگاریتمی به عنوان تابع پایه شعاعی استفاده کنیم.
