



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
دانشکده مهندسی کامپیوتر

پروژه درس شبکه‌های عصبی  
گزارش عملکرد شبکه پرسپترون چندلایه

دانشجو:  
سید احمد نقوی نوزاد

استاد:  
دکتر صفابخش

## توجه:

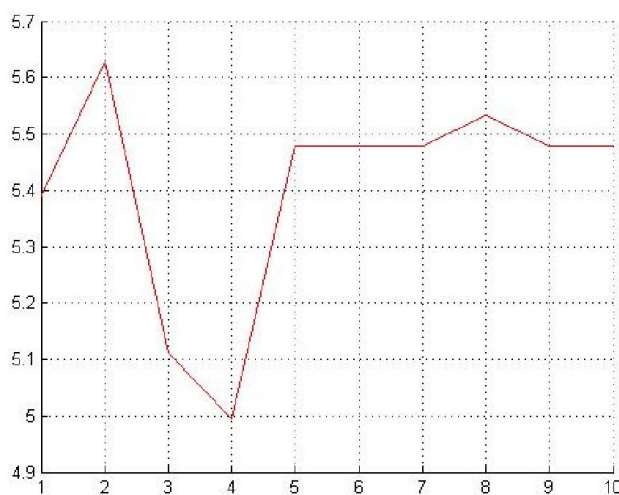
در این پروژه به جای اعمال فردبهفرد نمونه‌ها و انجام محاسبات مربوطه شامل محاسبه ورودی‌های شبکه به ازای هر لایه و به دنبال آن خروجی‌های مربوطه تا آخرین لایه و سپس محاسبه خطای لایه خروجی و انتشار آن به لایه‌های عقب و در نهایت به‌روزرسانی وزن‌های شبکه تا آخرین لایه، کلیه داده‌ها را دسته‌دسته کرده و همگی این رویه‌ها را در هر epoch به ازای هر دسته از نمونه‌ها انجام داده و از خطاهای حاصله به ازای هر دسته میانگین گرفته و در نمودار مربوطه رسم می‌نمائیم. سرعت انجام آزمایش در این روش با توجه به رویکرد یکپارچه برداری بسیار بیشتر از حالت معمول بوده ولی دقت دسته‌بندی داده‌های ارزیابی در این روش قابل نقد است.

(مطلب دیگر اینکه از آنجا که اینجانب در این پروژه موفق به طراحی ظاهر گرافیکی نگشتم، لذا امکان تنظیم پارامترهای مربوطه از قسمت Command Window میسر می‌باشد.)

## ۱. بررسی تأثیر نرخ یادگیری

### آزمایش اول

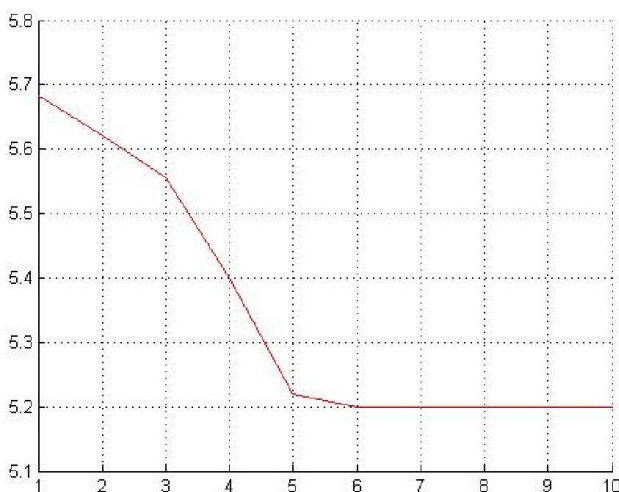
خطای ارزیابی	خطای آموزشی	نرخ یادگیری	چینش لایه‌های مخفی	تعداد اپک	batchSize	نام آزمایش
۸۹٪	۵,۴۹	۰,۱	۱۵ - ۱۵	۱۰	۱۰۰	Train 01



شکل ۱ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش با مکانیزم نرخ یادگیری پایین

### آزمایش دوم

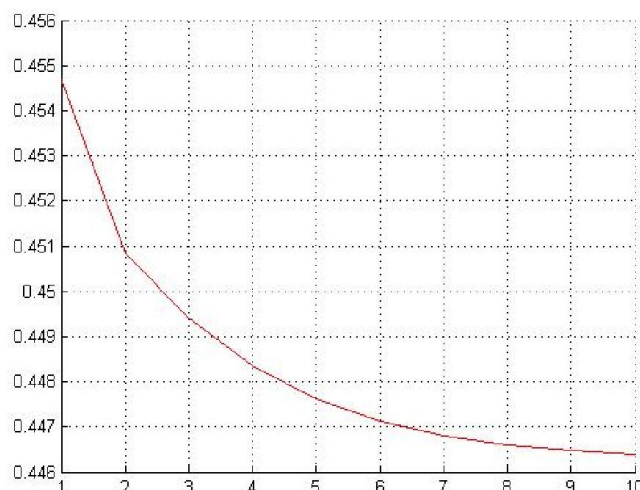
خطای ارزیابی	خطای آموزشی	نرخ یادگیری	چینش لایه‌های مخفی	تعداد اپک	batchSize	نام آزمایش
۹۰٪	۵,۲	۰,۲	۱۵ - ۱۵	۱۰	۱۰۰	Train 02



شکل ۲ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش با مکانیزم نرخ یادگیری بالا

## آزمایش سوم

نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 03	۱۰۰	۱۰	۱۵ - ۱۵	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۰,۴۴۶	%۸۸



شکل ۲ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش با مکانیزم نرخ یادگیری به روش ویدرو

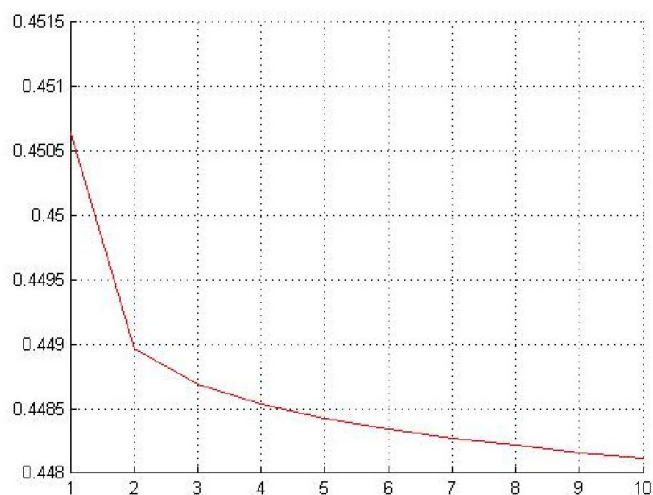
## نتیجه‌گیری:

با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که نرخ یادگیری نه باید مقادیر خیلی کوچک و نه مقادیر خیلی بزرگ باشد، چرا که در هر دو صورت نمودار خطای شبکه متزلزل شده و از حالت همگرایی خارج می‌شود. در اینجا در آزمایش سوم نرخ یادگیری را با توجه به روش ویدرو و هاف محاسبه کرده و مشاهده می‌کنیم که هم خطای آموزشی و هم خطای ارزیابی کاهش پیدا کرده و البته نمودار خطای شبکه نیز هموارتر شده است.

## ۲. بررسی تأثیر تعداد لایه‌های مخفی

### آزمایش اول

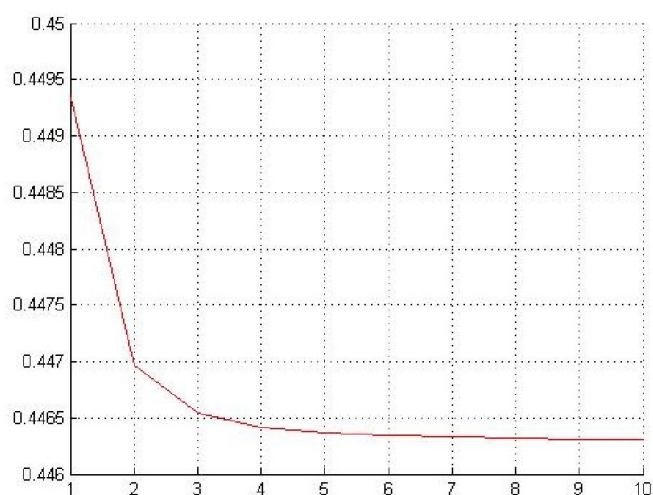
نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 04	۱۰۰	۱۰	۲۰	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۰,۴۴۸	%۸۹



شکل ۴ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش به ازای یک لایه مخفی

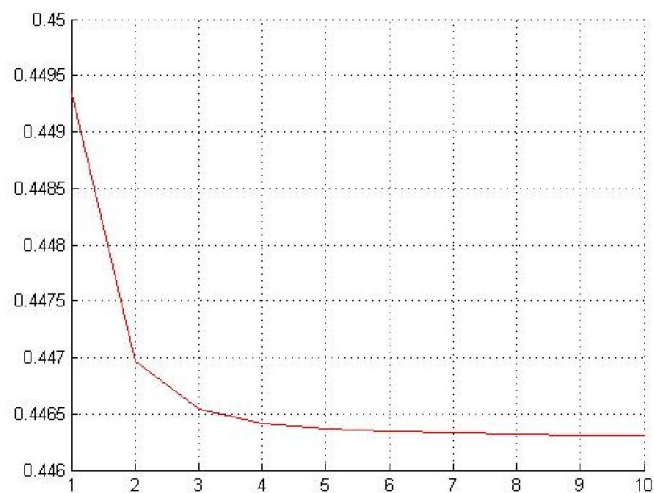
### آزمایش دوم

نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 05	۱۰۰	۱۰	۲۰ - ۲۰	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۰,۴۴۶	%۸۸



شکل ۵ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش به ازای دو لایه مخفی

نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 06	۱۰۰	۱۰	۲۰ - ۲۰ - ۲۰	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۰,۴۴۶	%۸۸



شکل ۶ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش به ازای سه لایه مخفی

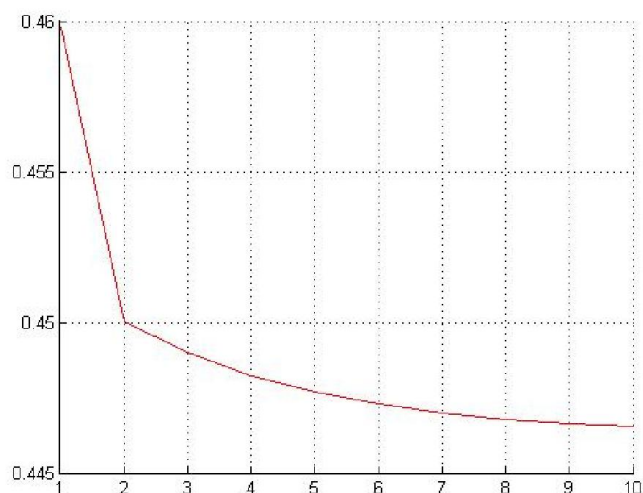
## نتیجه‌گیری:

در این آزمایش‌ها مشخص می‌گردد که افزایش تعداد لایه‌های مخفی تأثیر بسزایی در کاهش نرخ خطای شبکه نداشته و تنها می‌تواند در افزایش مدت زمان انجام محاسبات تأثیرگذار باشد.

### ۳. بررسی تأثیر تعداد نورون‌های لایه‌های مخفی

#### آزمایش اول

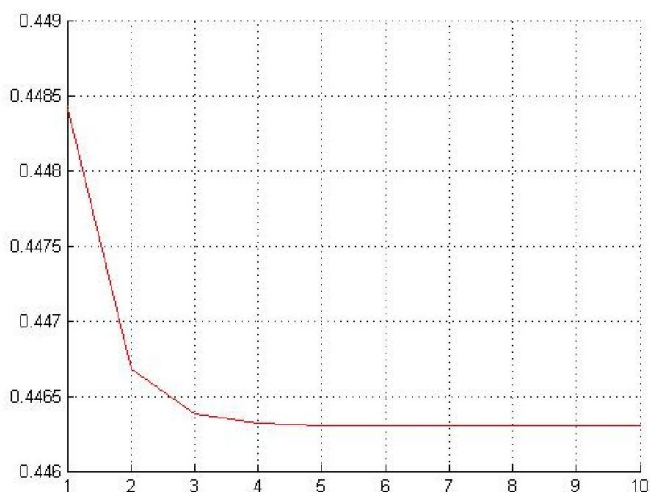
نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 07	۱۰۰	۱۰	۱۰ - ۱۰ - ۱۰ - ۱۰	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۰,۴۴۶	%۸۸



شکل ۷ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش به ازای تعداد نورون‌های کم لایه‌های مخفی

#### آزمایش دوم

نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 08	۱۰۰	۱۰	۵۰ - ۵۰ - ۵۰ - ۵۰	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۰,۴۴۶	%۸۸



شکل ۸ - نمودار خطای شبکه به ازای هر مرحله آموزش به ازای تعداد نورون‌های زیاد لایه‌های مخفی

## نتیجه گیری:

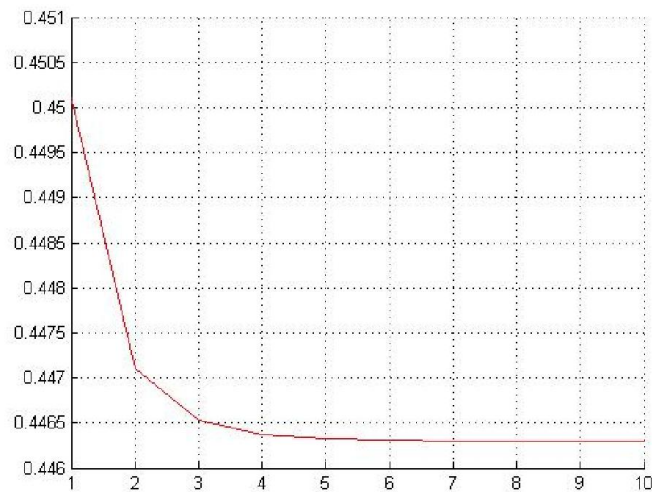
در این آزمایش ها نیز متوجه می شویم که افزایش تعداد نورون های لایه های مخفی نه در کاهش خطای آموزشی و نه خطای ارزیابی تأثیر قابل توجهی داشته و تنها می تواند زمان انجام محاسبات را افزایش دهد.



#### ۴. بررسی تأثیر تعداد اپک‌های آموزش بر یادگیری شبکه

##### آزمایش اول

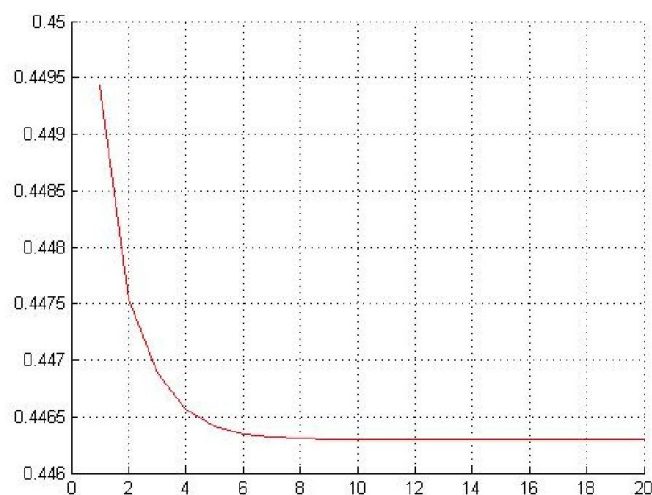
نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 09	۱۰۰	۱۰	۲۰ - ۳۰ - ۴۰	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۱۰,۶۷	%۸۸



شکل ۴ - نمودار خطای شبکه به ازای ۱۰ اپک آموزشی

##### آزمایش دوم

نام آزمایش	batchSize	تعداد اپک	چینش لایه‌های مخفی	نرخ یادگیری	خطای آموزشی	خطای ارزیابی
Train 10	۱۰۰	۲۰	۲۰ - ۳۰ - ۴۰	۰,۰۰۰۰۳۱۶۶۷	۱۰,۶۷	



شکل ۵ - نمودار خطای شبکه به ازای ۲۰ اپک آموزشی

## نتیجه گیری:

شاید اینگونه به نظر برسد که با افزایش تعداد epoch های آموزشی نتایج بهتری حاصل خواهد شد اما همانطور که از نتایج دو آزمایش بالا پیداست مشخص می گردد که در این شبکه چندلایه تنها زمان انجام محاسبات افزایش پیدا کرده و در نتیجه افزایش epoch ها تأثیری در کاهش نرخ خطای شبکه ندارد.