

تمرین سری **شش**

درس شبکه‌های عصبی

فرهاد دلیرانی

۹۶۱۳۱۱۲۵

dalirani@aut.ac.ir

dalirani.1373@gmail.com

فهرست

۱	ابزارهای استفاده شده
۲	معماری‌های مختلف برای تخمین سری در قدم بعدی
۲	شرایط آزمایش
۴	نتیجه انجام آزمایش
۲۸	نتیجه‌گیری
۳۱	بررسی معماری ۱+۲-۲-۱ برای تخمین سری در دو قدم بعد
۳۱	شرایط آزمایش
۳۱	نتیجه انجام آزمایش
۳۷	نتیجه‌گیری
۳۹	نرخ تاثیر سیگنال بازگشتی و نرخ یادگیری
۳۹	شرایط آزمایش
۴۲	نتیجه انجام آزمایش
۷۸	نتیجه‌گیری
۸۲	بررسی تابع فعال سازی خطی و غیر خطی در پیشینی یک گام و دو گام
۸۲	شرایط آزمایش
۸۴	نتیجه انجام آزمایش
۱۰۹	نتیجه‌گیری

ابزارهای استفاده شده

زبان برنامه نویسی: پایتون ۳.۶

محیط توسعه: Pycharm

سیستم عامل: Windows 10

معماری‌های مختلف برای تخمین سری در قدم بعدی

در این قسمت باید معماری‌های مختلف زیر را برای بررسی عملکرد شبکه‌ی جردن مورد بررسی قرار دهیم.

$$(1+4-4-1), (1+3-3-1), (1+2-2-1), (1+1-1-1)$$

شرایط آزمایش

در شبکه‌های زیر، پارامترها را با آزمون و خطأ و تست حالت‌های مختلف به دست آوردم.

شبکه‌ی ۱:

	تعداد فیچرهای هر Observation
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۱	ضریب یادگیری
۱۰۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
۱۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ داده‌های	داده‌های ارزیابی
۲۳۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰ داده‌های	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

شبکه‌ی ۲:

	تعداد فیچرهای هر Observation
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی

۱	feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

شبکه‌ی ۳:

۱	Observation
۳	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۸۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

شبکه‌ی ۴:

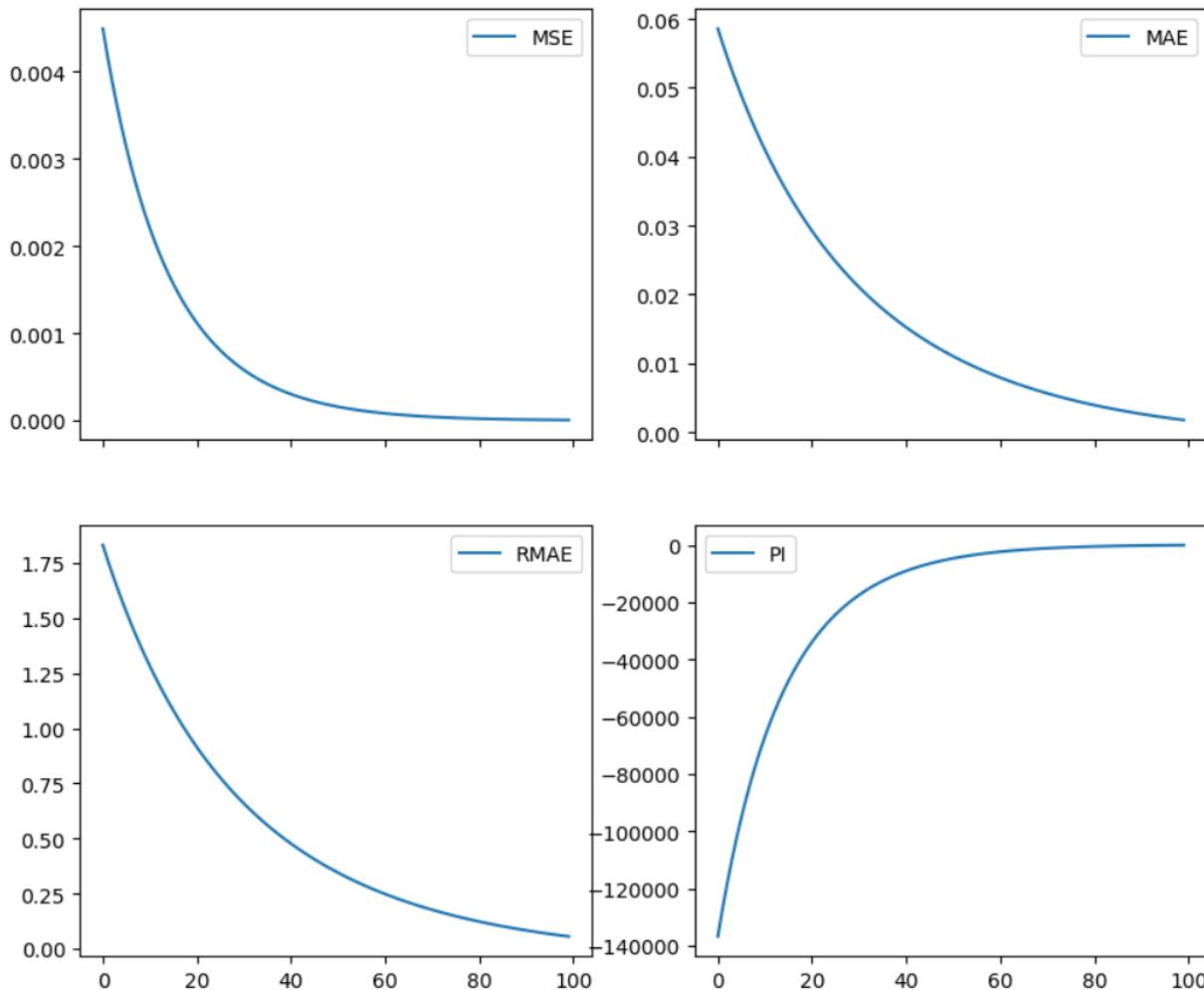
۱	Observation
۴	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان

۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۸۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۲۳۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

نتیجه انجام آزمایش

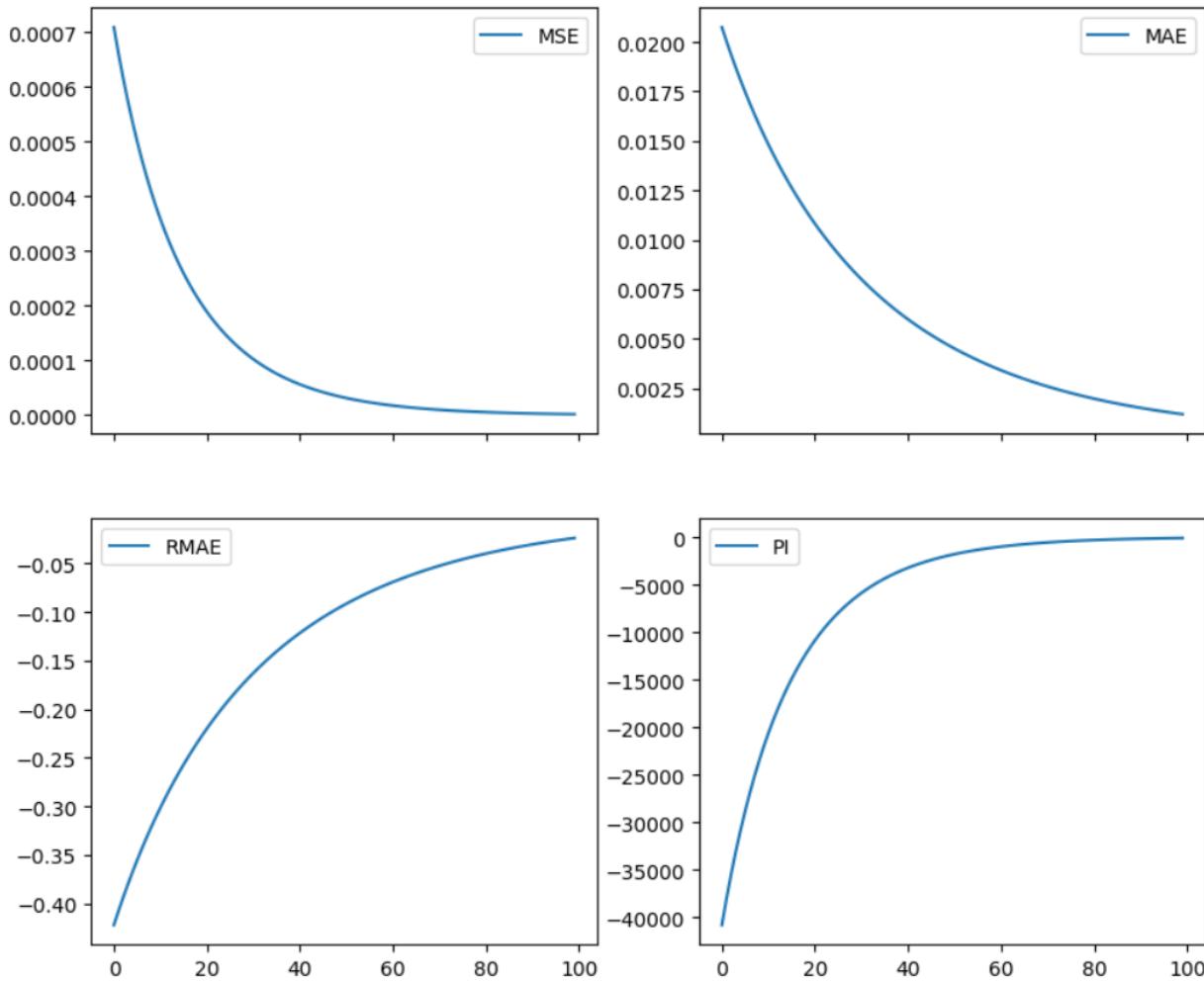
شبکه‌ی یک:

Costs During Training - Training Set

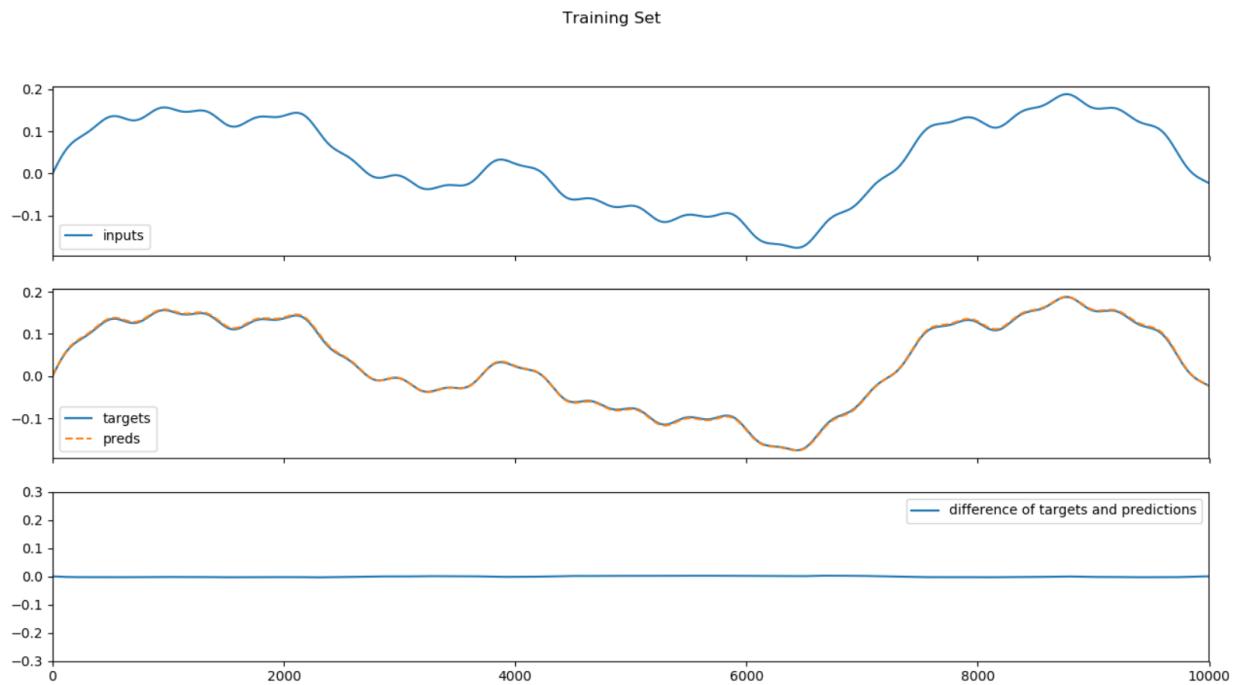


در شکل بالا، معیارهای **مجموعه‌ی آموزشی** در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار **MAE** و **MSE** هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین **PI** هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار **PI** به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار **RMAE** از آنجایی که میانگین **target**ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

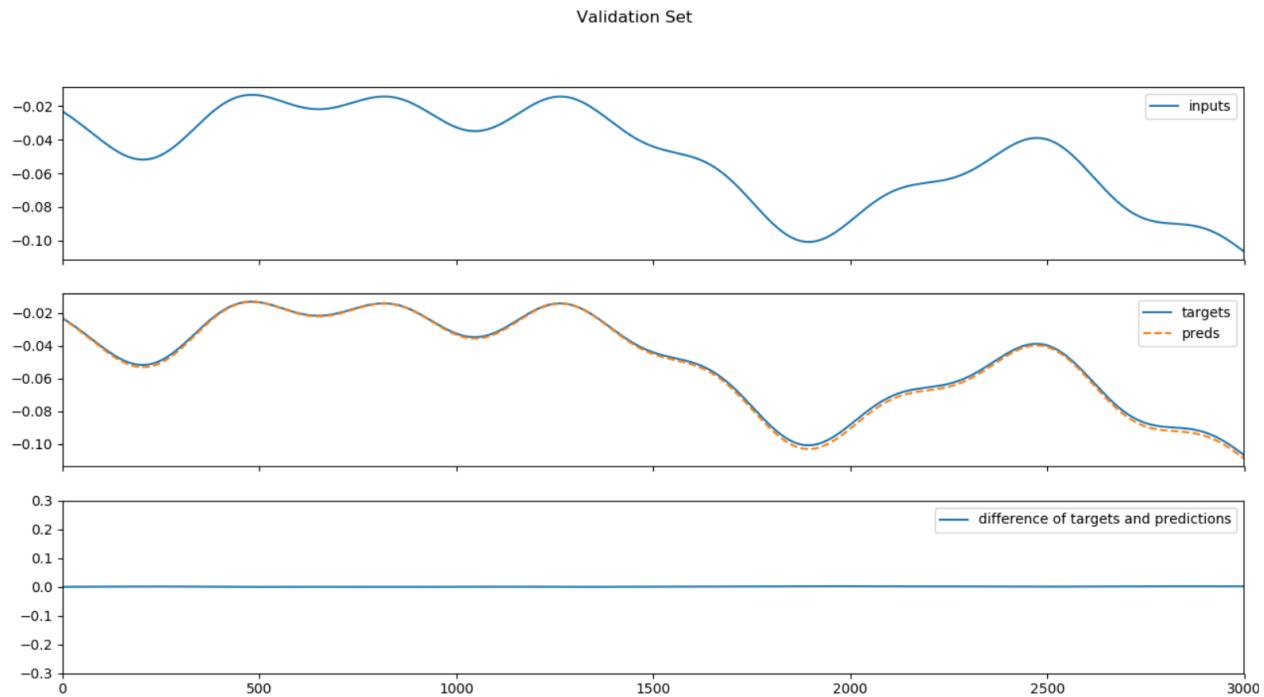
Costs During Training - Validation Set



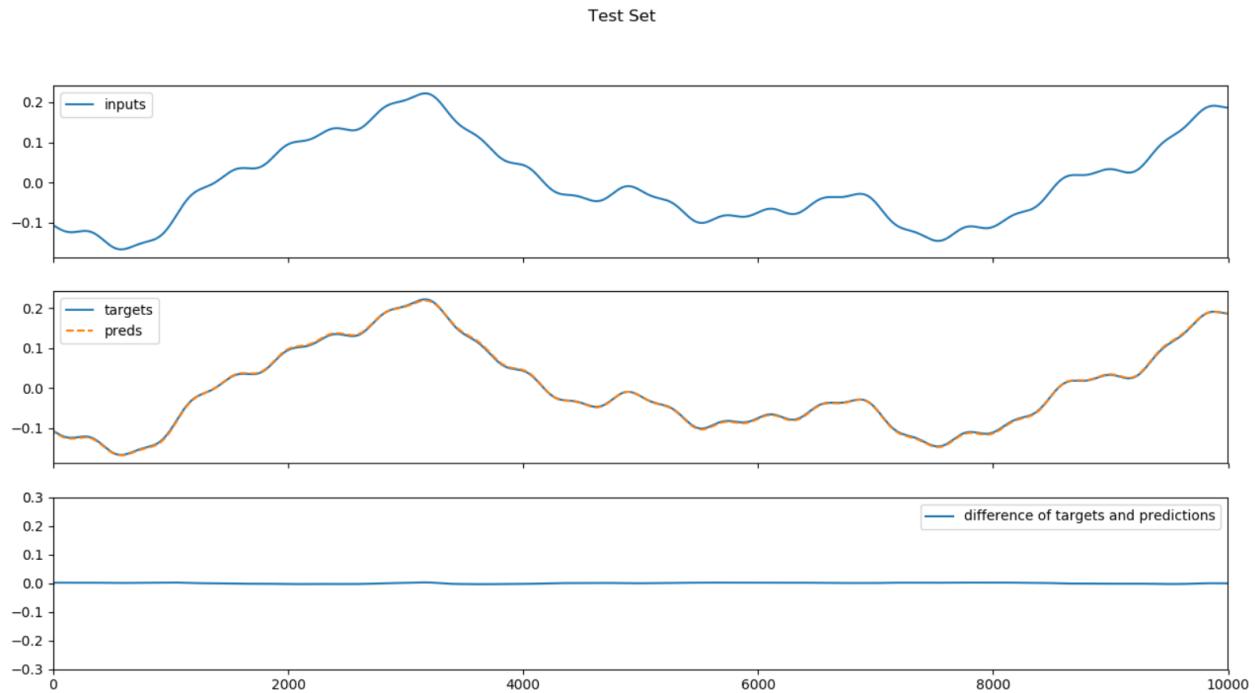
در شکل بالا، معیارهای MSE، MAE، RMAE و PI برای مجموعه ارزیابی در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MSE و MAE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی مجموعه‌ی ارزیابی را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی مجموعه‌ی تست را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیرشکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیرشکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Cost After Training

=====

```
> Training Set :
MSE cost: 3.862250407474581e-06 MAE cost: 0.0017719825174865502
RMAE cost: 0.055357192257618024 PI cost: -116.56806095174353
> Validation Set :
MSE cost: 1.8995625957508421e-06      MAE cost: 0.0011804504302967433
RMAE cost: -0.024012636126278235     PI cost: -108.23153076507226
> Test Set :
MSE cost: 3.3073293346114934e-06      MAE cost: 0.0016435997316911568
RMAE cost: -0.7315661774251417    PI cost: -101.92901984269339
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

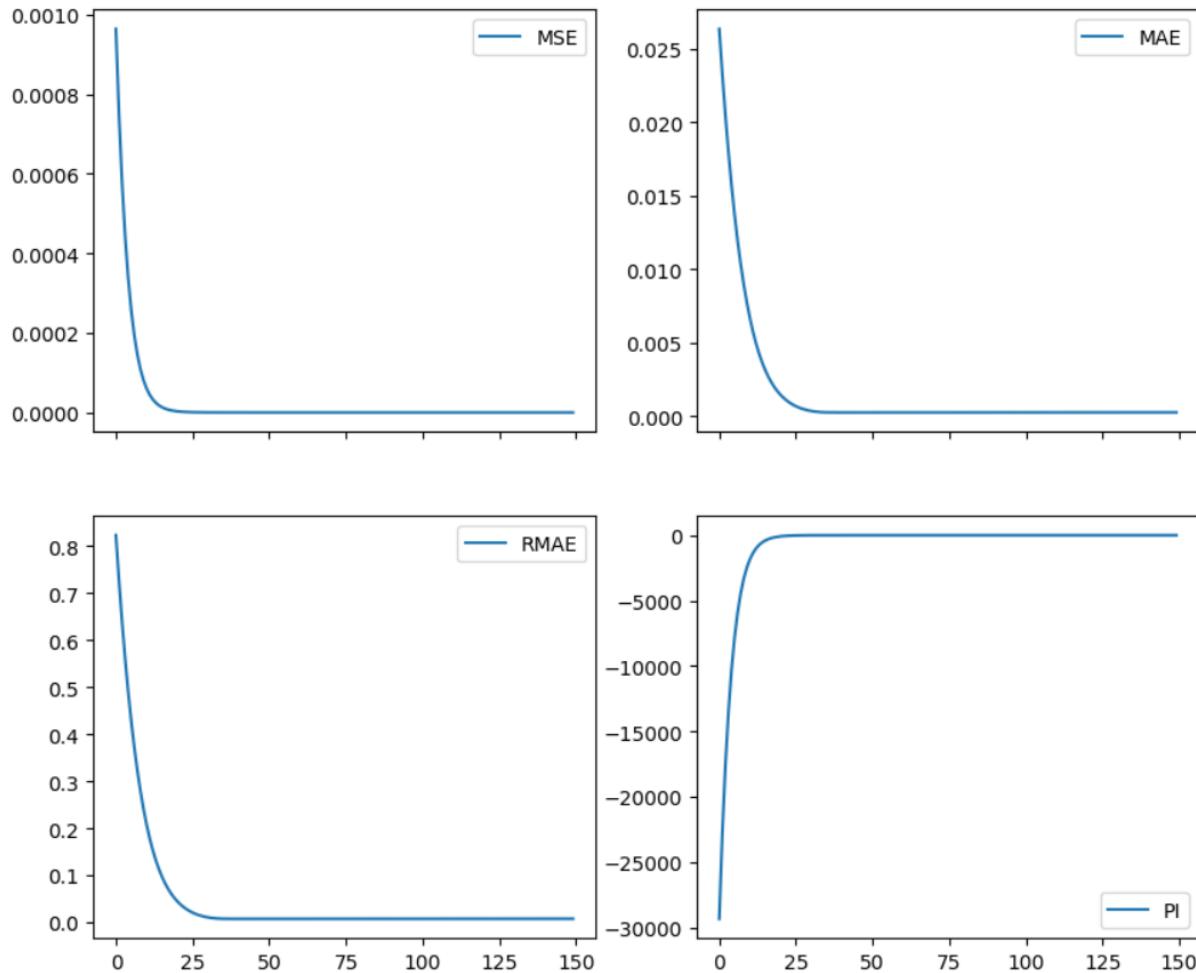
این شبکه در دو فایل

 1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
 activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
 errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
 extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
 extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
 jordan.py	7/16/2018 11:25 A	Python File	1 KB

ذخیره شده است.

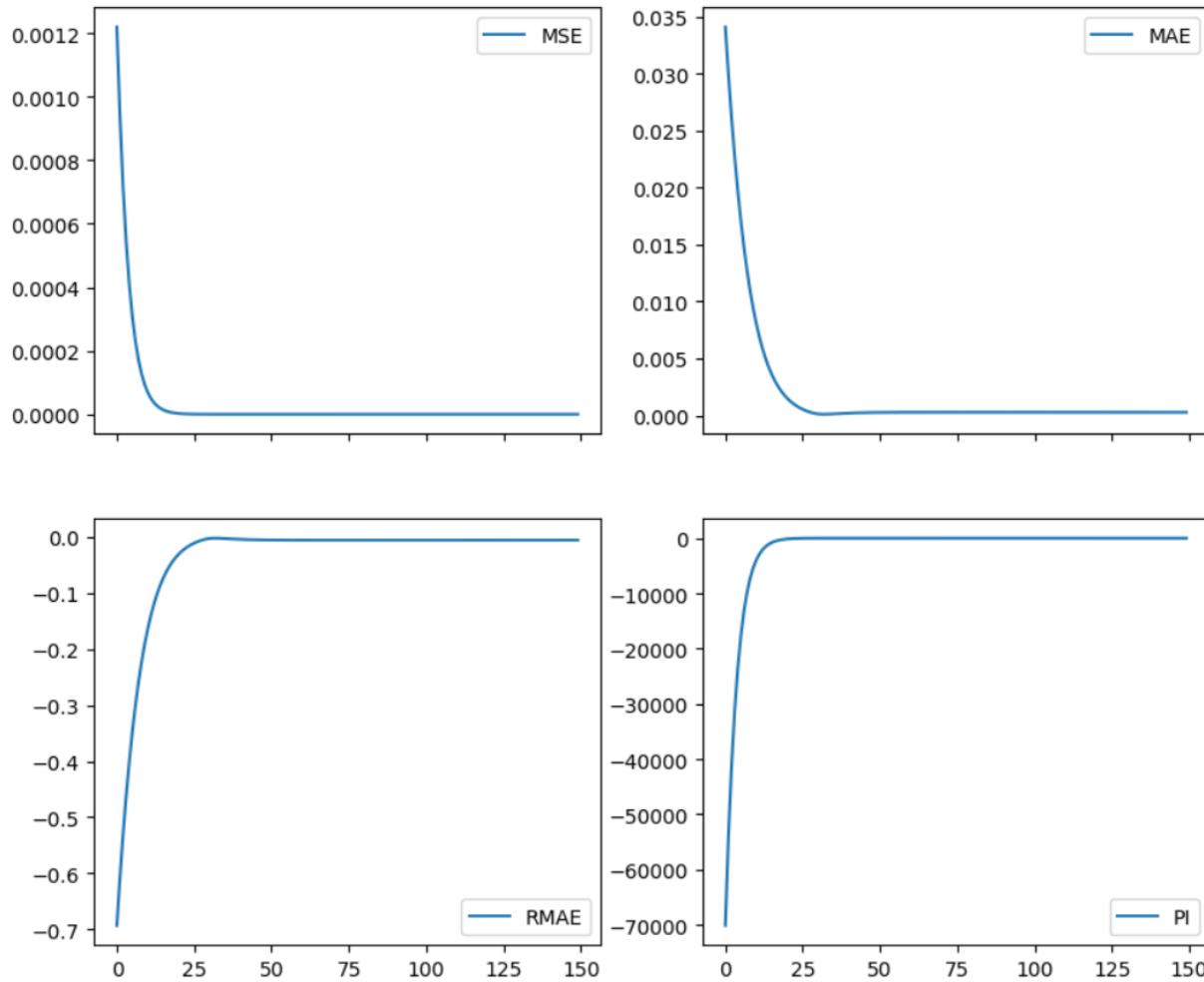
شبکه‌ی دو:

Costs During Training - Training Set

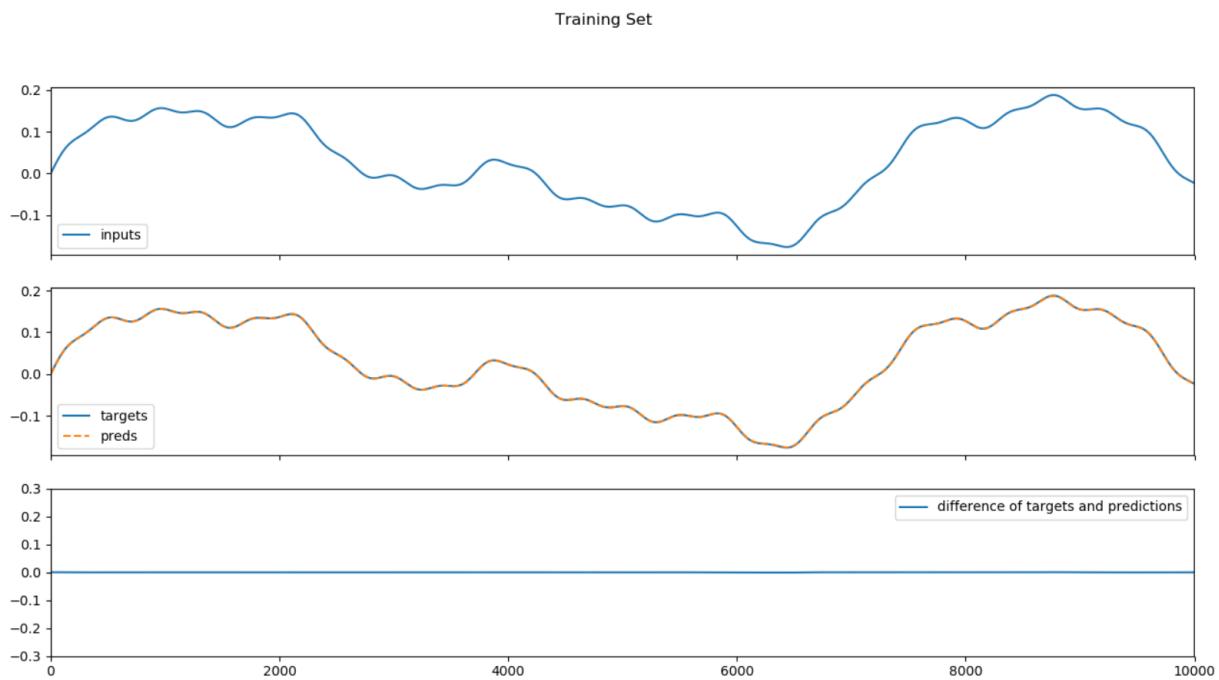


در شکل بالا، معیارهای **MSE, MAE, RMAE** و **PI** برای **مجموعه‌ی آموزشی** در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار **MAE** و **MSE** هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین **PI** هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار **PI** به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار **RMAE** از آنجایی که میانگین **target**ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

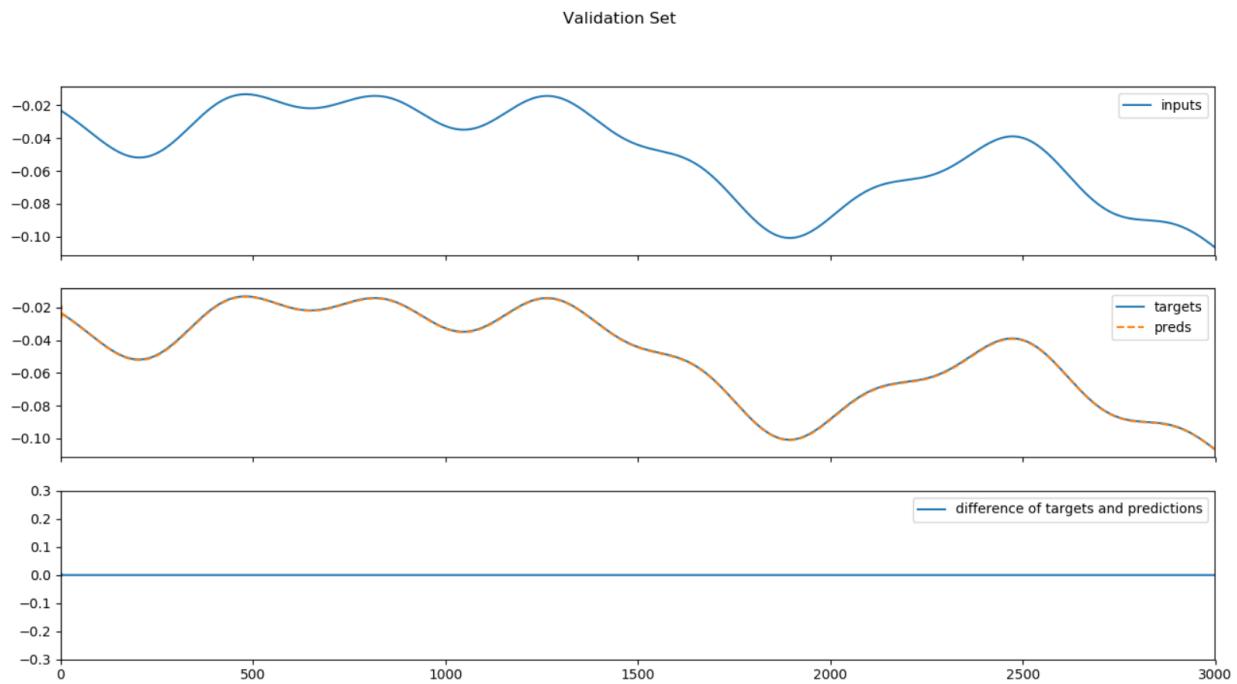
Costs During Training - Validation Set



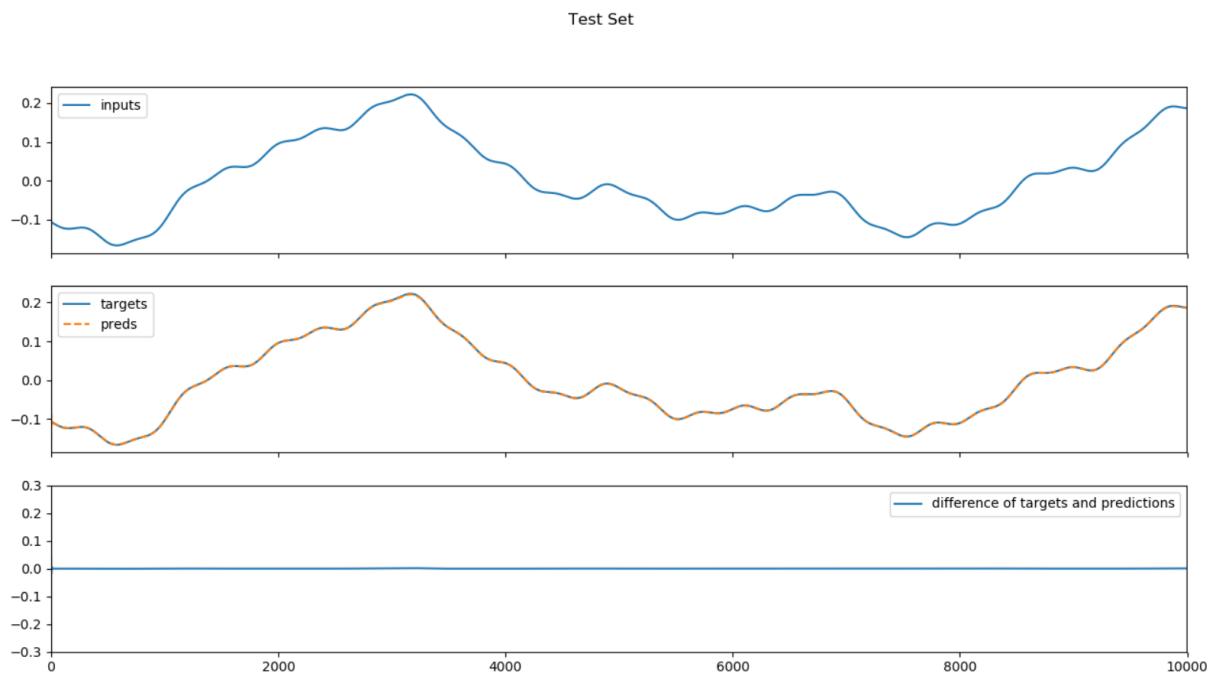
در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی ارزیابی برای MSE, MAE, RMAE و PI در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقات کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

> Training Set :

MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468

RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827

> Validation Set :

MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632

RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889

> Test Set :

MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034

RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

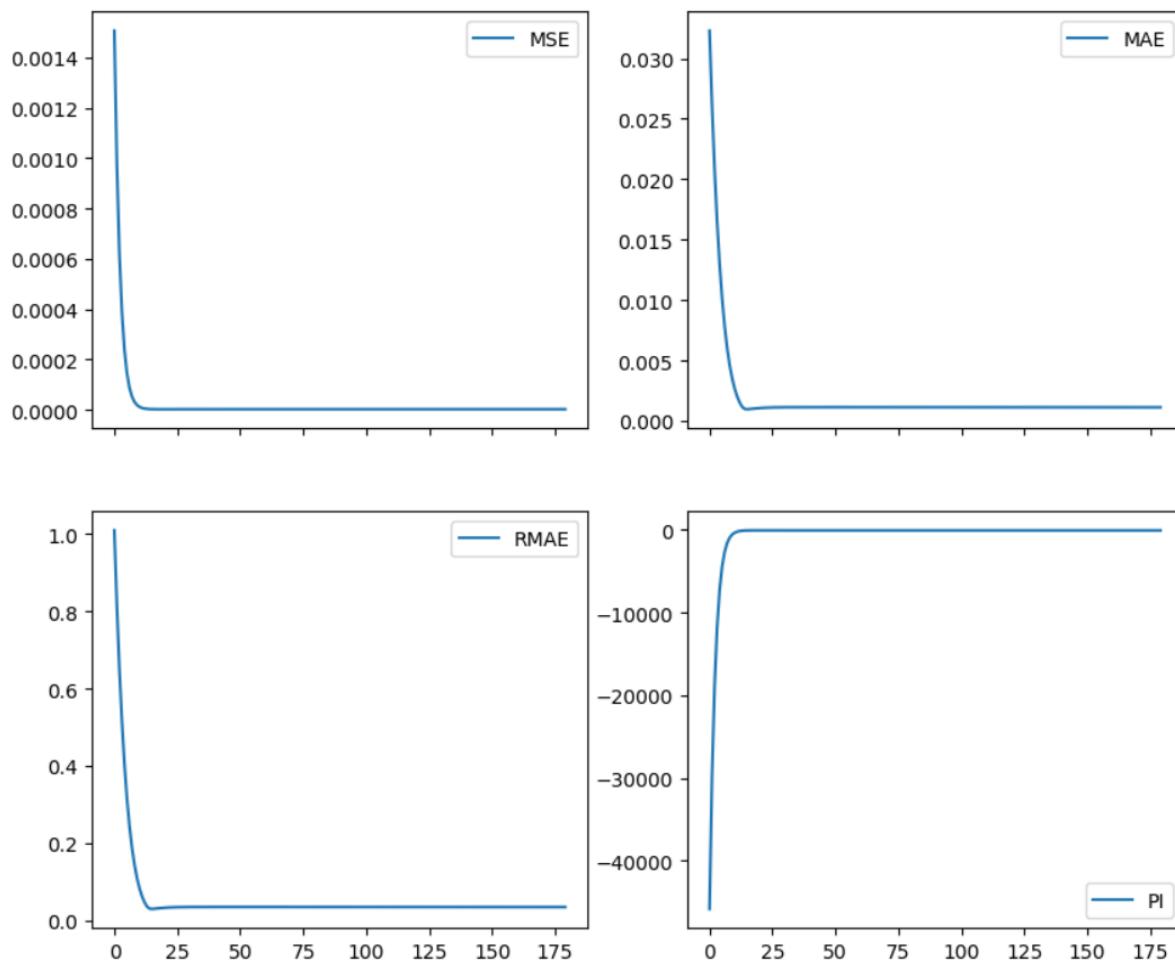
این شبکه در دو فایل

1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB

ذخیره شده است.

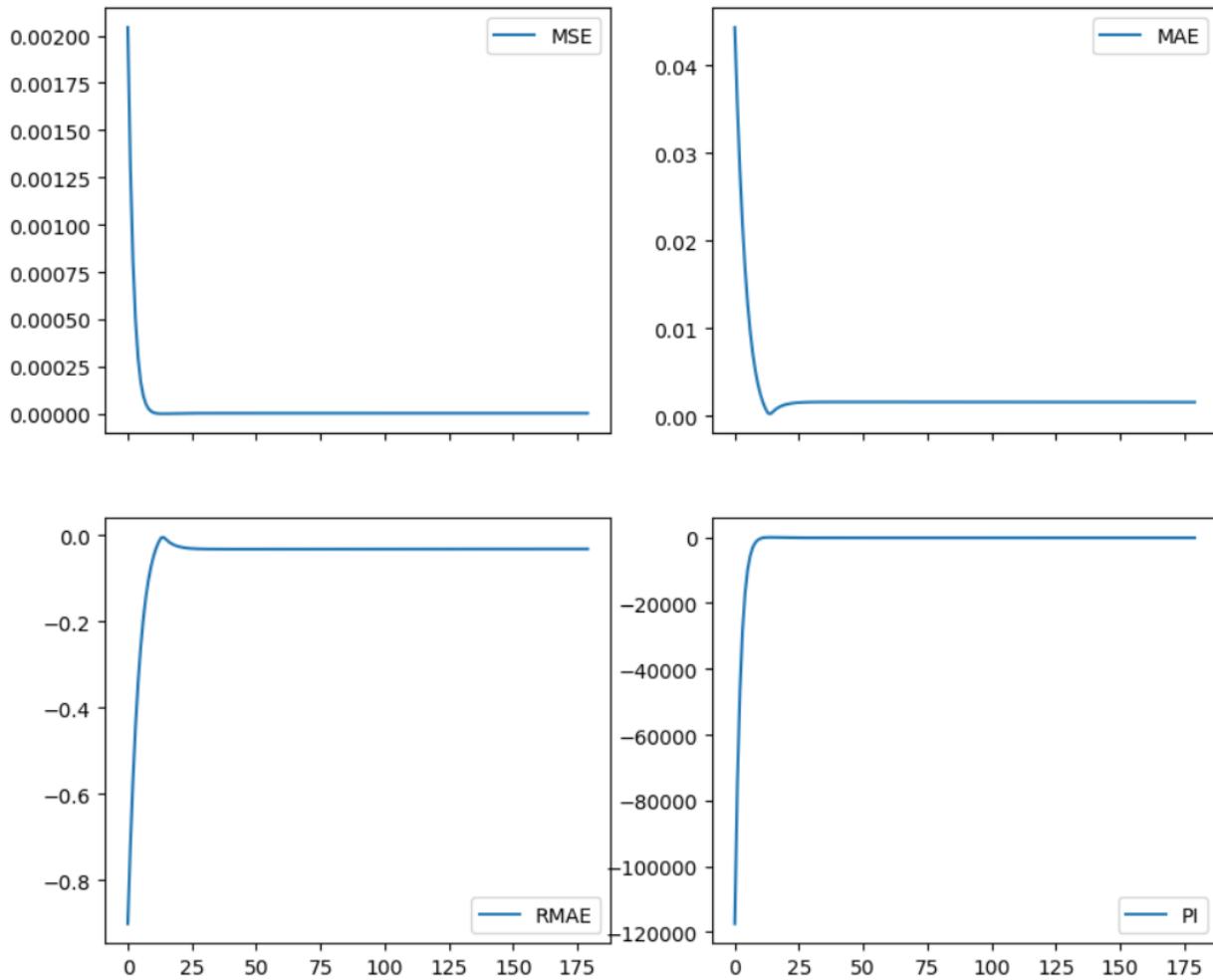
شبکه‌ی سه:

Costs During Training - Training Set

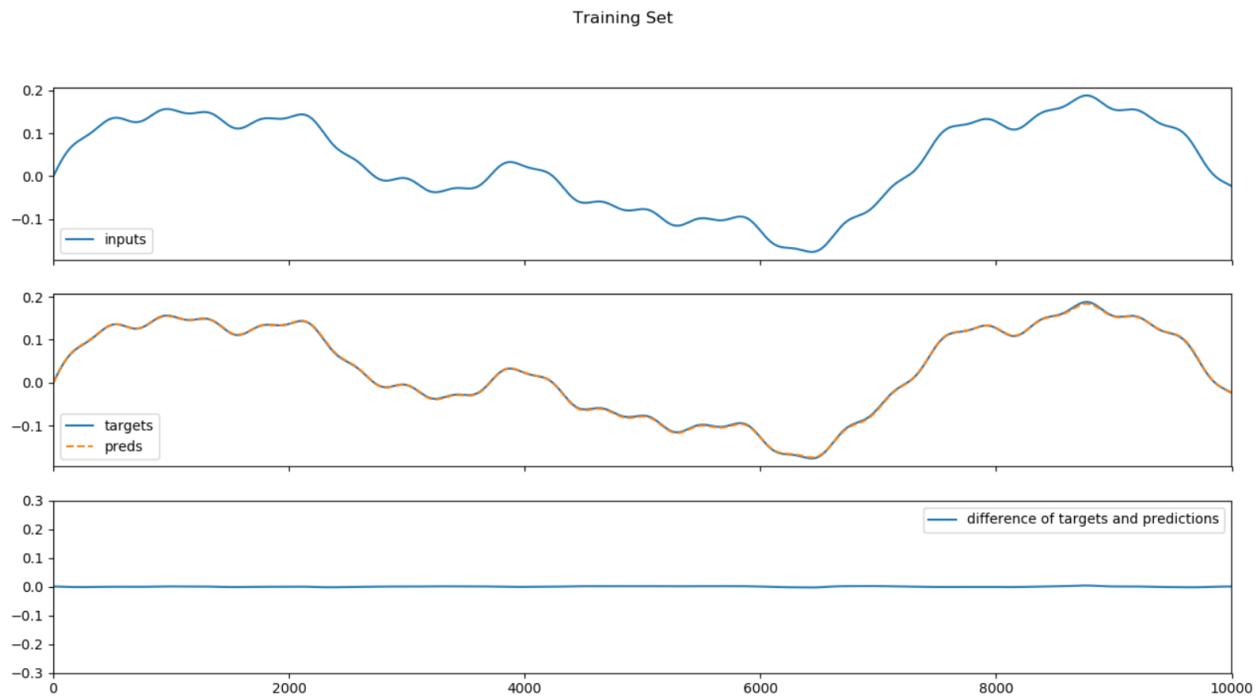


در شکل بالا، معیارهای MSE، MAE، RMAE و PI برای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین targetها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقش کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

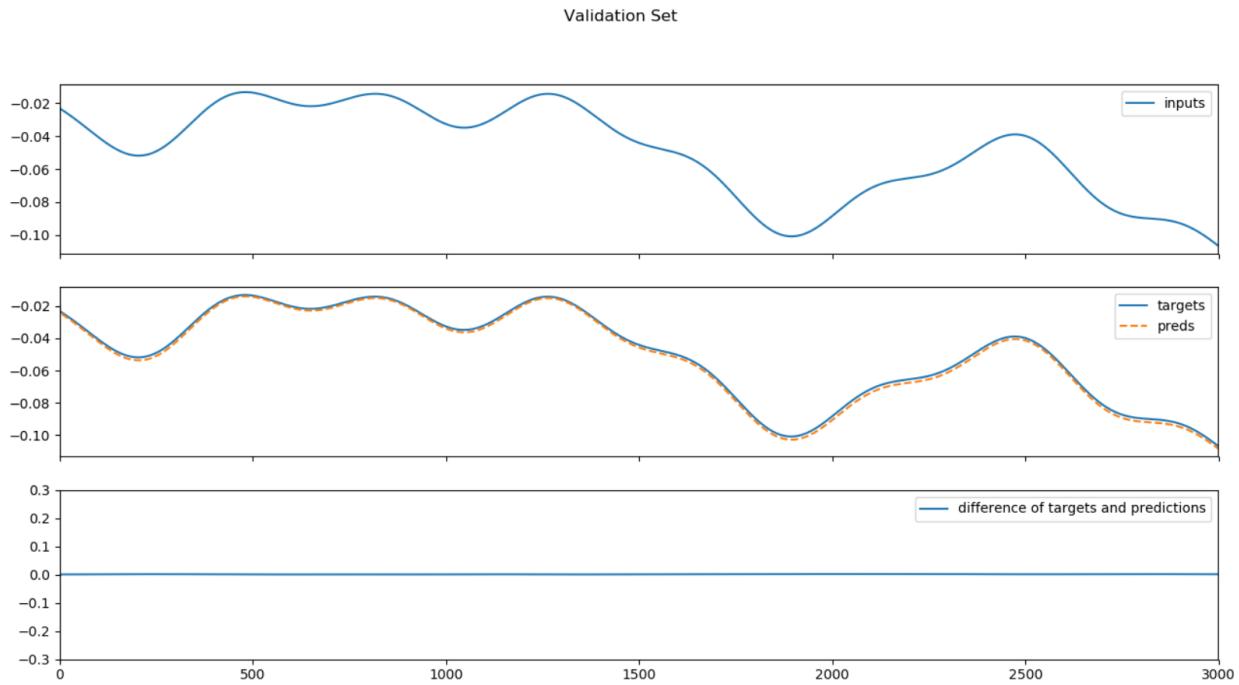
Costs During Training - Validation Set



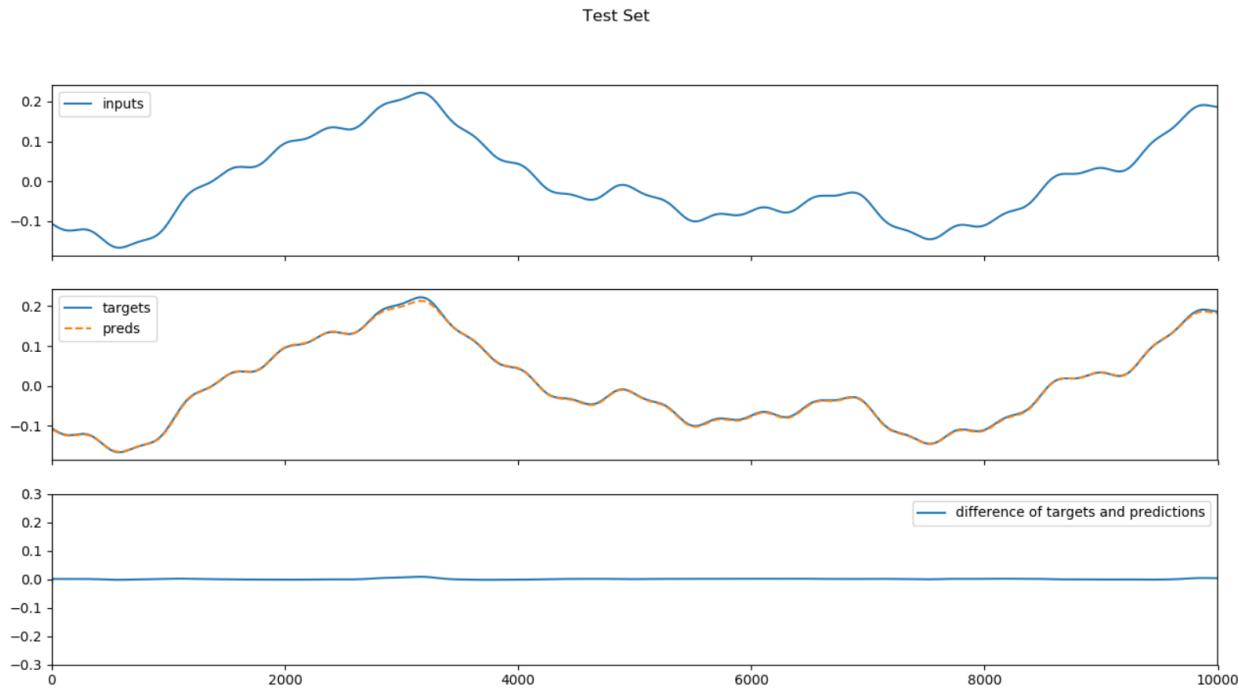
در شکل بالا، معیارهای MSE، MAE، RMAE و PI برای مجموعه ارزیابی در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقش کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشنبنی سری زمانی مجموعه‌ی آموزش را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشنبینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشنبینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیش‌بینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیش‌بینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیش‌بینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

```
> Training Set :  
MSE cost: 1.8560650013578535e-06      MAE cost: 0.0011108934806854218  
RMAE cost: 0.03470459972441807    PI cost: -55.499175399847296  
> Validation Set :  
MSE cost: 2.6471490929500248e-06      MAE cost: 0.0015657249530287422  
RMAE cost: -0.0318498622271348    PI cost: -151.22038391001814  
> Test Set :  
MSE cost: 4.981267426579794e-06 MAE cost: 0.0015996910861927863  
RMAE cost: -0.7120224410008804   PI cost: -154.02446896550808
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

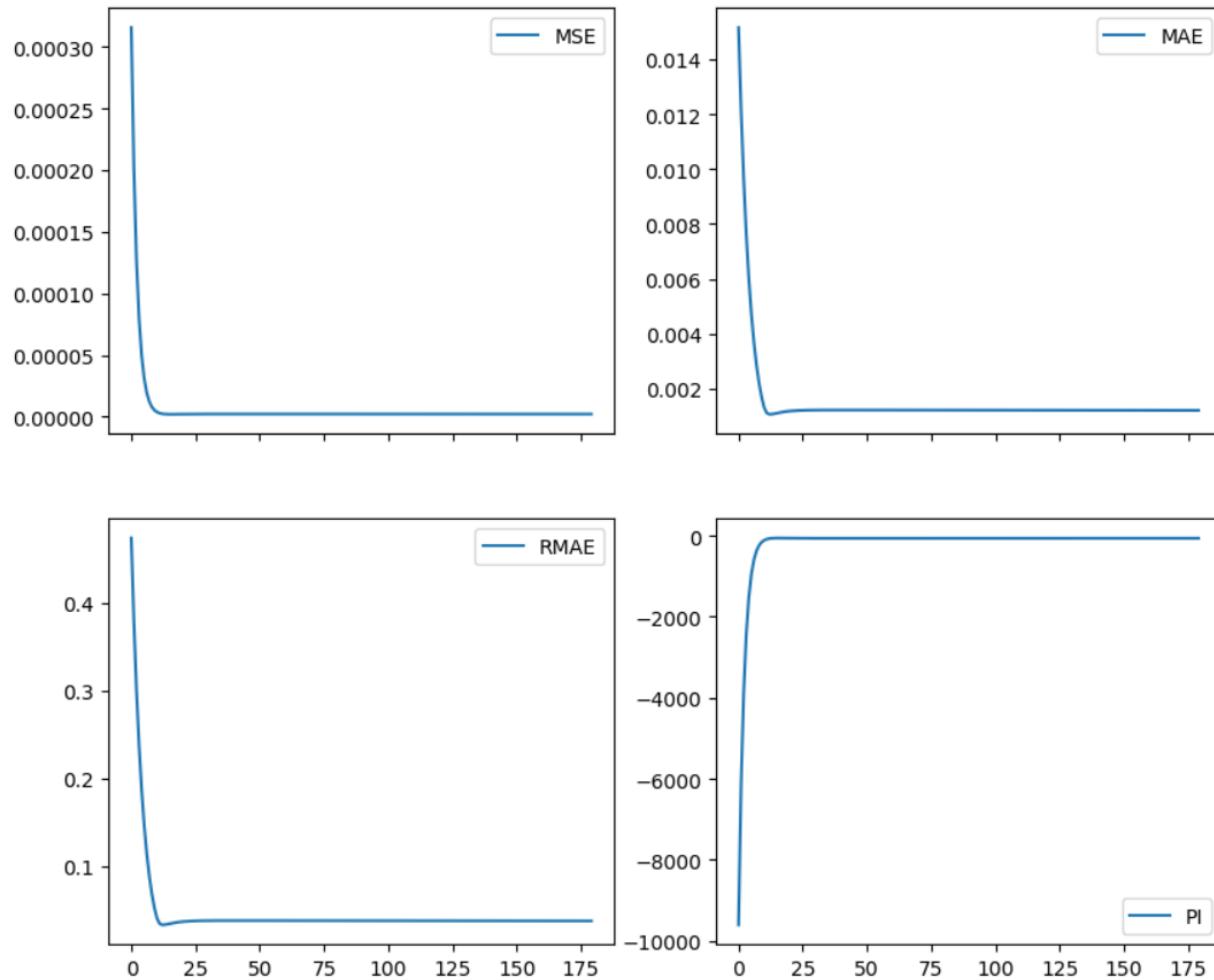
این شبکه در دو فایل

2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
extra-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB

ذخیره شده است.

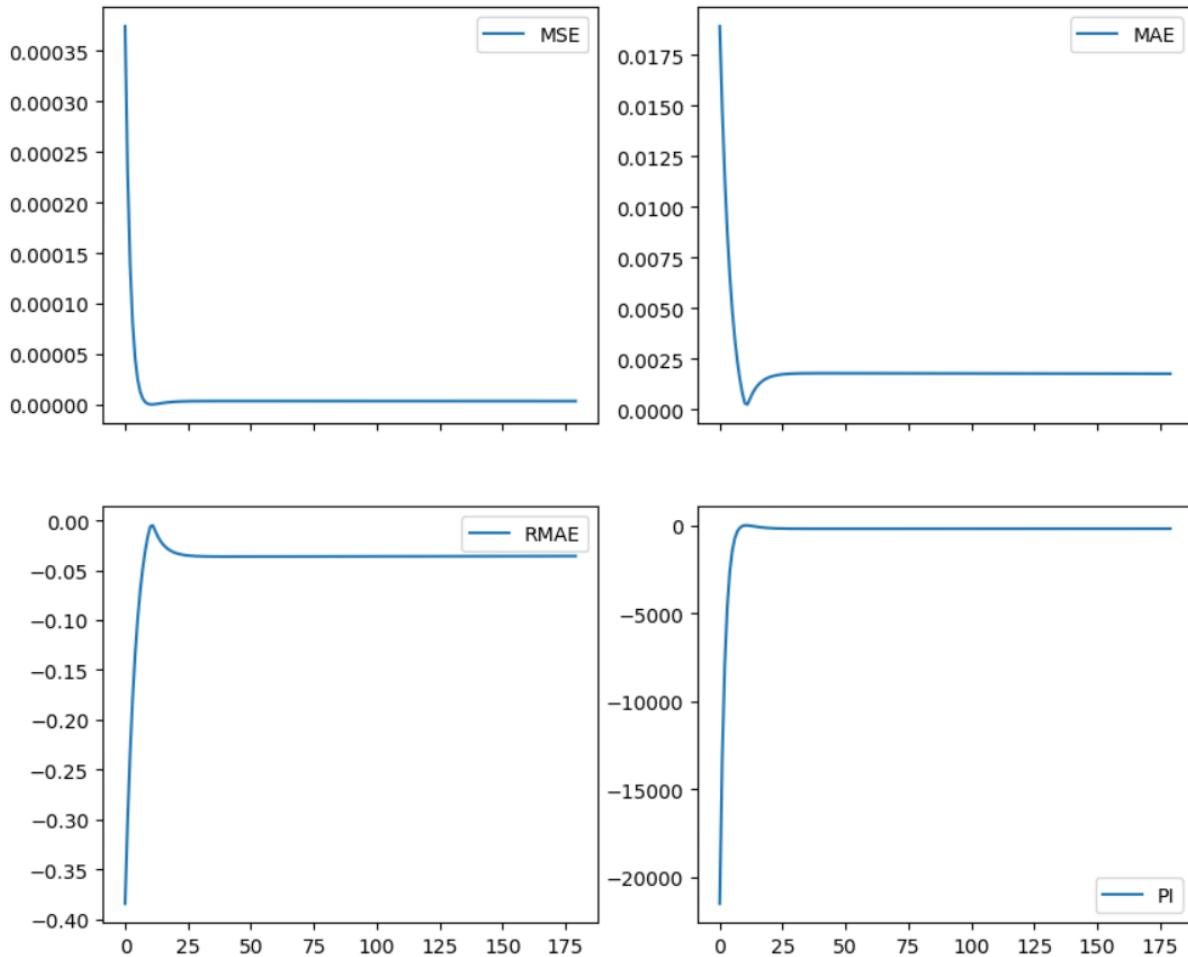
شبکه‌ی چهار:

Costs During Training - Training Set

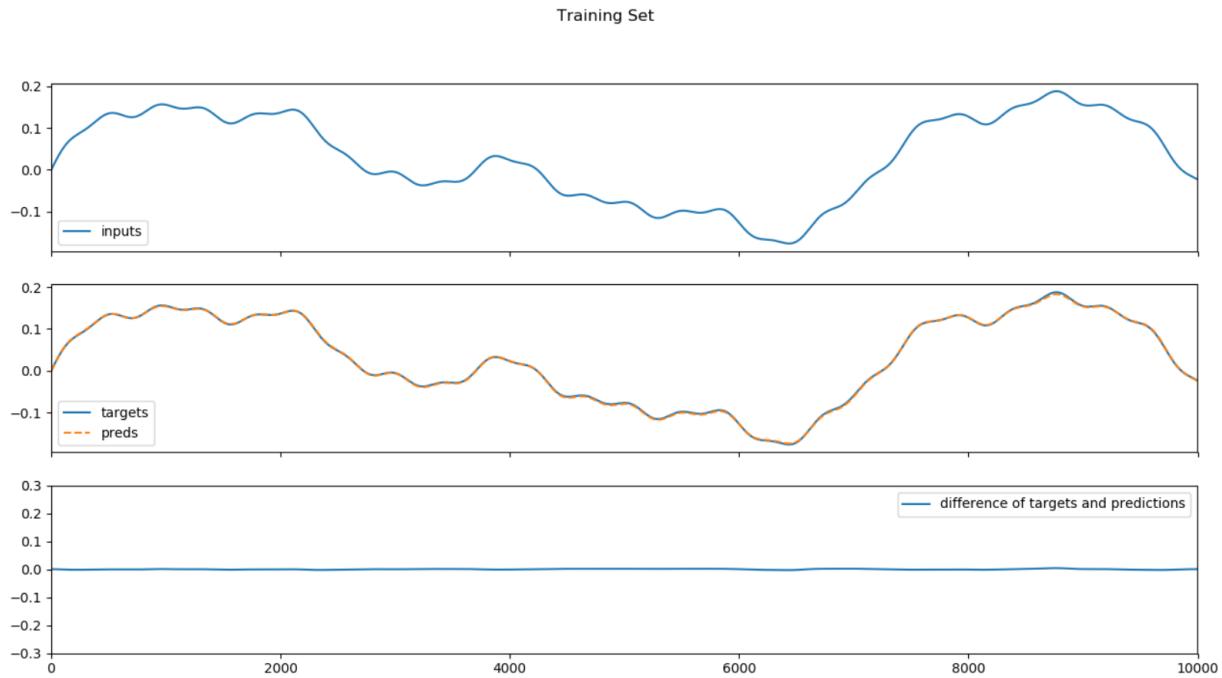


در شکل بالا، معیارهای MSE، MAE، RMAE و PI برای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین targetها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

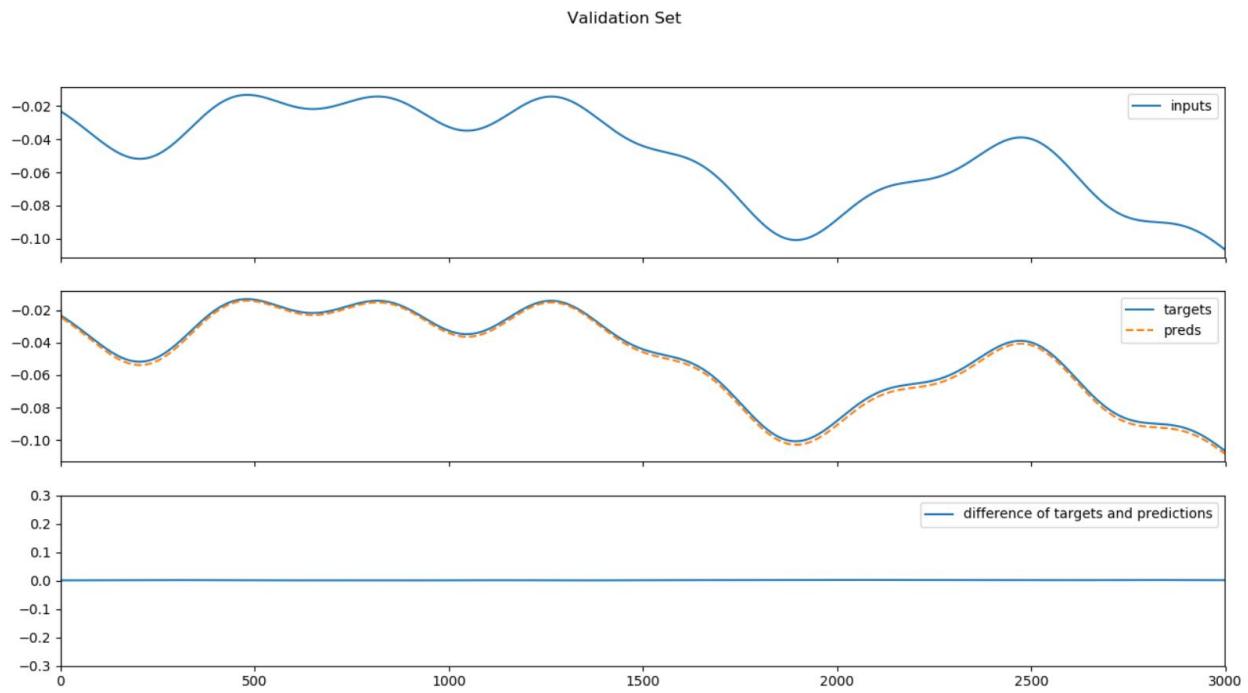
Costs During Training - Validation Set



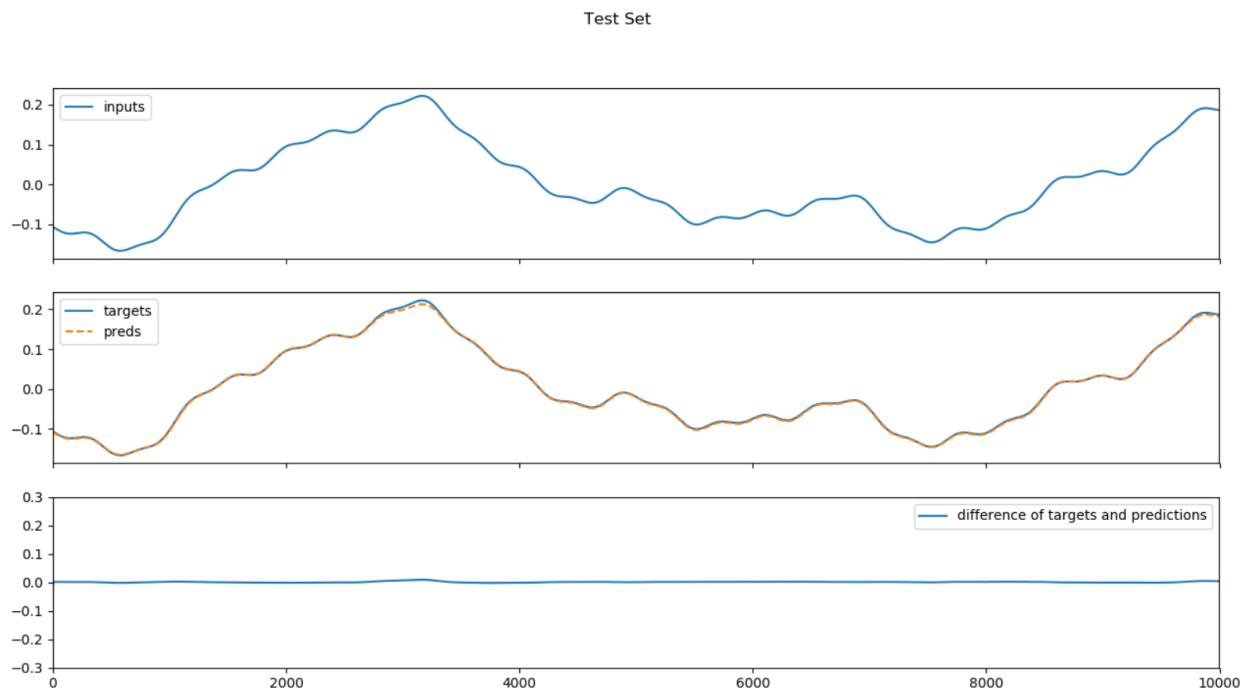
در شکل بالا، معیارهای MSE , MAE , $RMAE$ و PI برای مجموعه‌ی ارزیابی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MSE و MAE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار $RMAE$ از آنجایی که میانگین $target$ ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیرشکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیرشکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی مجموعه‌ی تست را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

> Training Set :

MSE cost: 2.231268190686595e-06 MAE cost: 0.0012130820826045964

RMAE cost: 0.03789699808453331 PI cost: -66.92047303164263

> Validation Set :

MSE cost: 3.338323631037199e-06 MAE cost: 0.0017614804917710056

RMAE cost: -0.03583190704738184 PI cost: -190.96535098295715

> Test Set :

MSE cost: 5.770927405840318e-06 MAE cost: 0.001746905869937514

RMAE cost: -0.7775477355893541 PI cost: -178.59986483664076

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

این شبکه در دو فایل

3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB
load_jordan.py	7/16/2018 10:09 A	Python File	2 KB

ذخیره شده است.

نتیجه‌گیری

برای ۴ شبکه‌ی یک، دو، سه و چهار، معیارهای آموزش، ارزیابی و تست به این صورت شد:



```

=====
Different Cost After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 3.862250407474581e-06 MAE cost: 0.0017719825174865502
RMAE cost: 0.055357192257618024 PI cost: -116.56806095174353
> Validation Set :
MSE cost: 1.8995625957508421e-06 MAE cost: 0.0011804504302967433
RMAE cost: -0.024012636126278235 PI cost: -108.23153076507226
> Test Set :
MSE cost: 3.3073293346114934e-06 MAE cost: 0.0016435997316911568
RMAE cost: -0.7315661774251417 PI cost: -101.92901984269339

=====
Different Costs After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468
RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827
> Validation Set :
MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632
RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889
> Test Set :
MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034
RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598

=====
Different Costs After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 1.8560650013578535e-06 MAE cost: 0.0011108934806854218
RMAE cost: 0.03470459972441807 PI cost: -55.499175399847296
> Validation Set :
MSE cost: 2.6471490929500248e-06 MAE cost: 0.0015657249530287422
RMAE cost: -0.0318498622271348 PI cost: -151.22038391001814
> Test Set :
MSE cost: 4.981267426579794e-06 MAE cost: 0.0015996910861927863
RMAE cost: -0.7120224410008804 PI cost: -154.02446896550808

=====
Different Costs After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 2.231268190686595e-06 MAE cost: 0.0012130820826045964
RMAE cost: 0.03789699808453331 PI cost: -66.92047303164263
> Validation Set :
MSE cost: 3.338323631037199e-06 MAE cost: 0.0017614804917710056
RMAE cost: -0.03583190704738184 PI cost: -190.96535098295715
> Test Set :
MSE cost: 5.770927405840318e-06 MAE cost: 0.001746905869937514
RMAE cost: -0.7775477355893541 PI cost: -178.59986483664076

```

شبکه‌ی یک

شبکه‌ی دو

شبکه‌ی سه

شبکه‌ی چهار

همین طور که در جدول بالا دیده می‌شود، بهترین عملکرد را شبکه با دو نرون در لایه‌ی نهان دارد، با کم کردن تعداد نرون‌های نهان و استفاده از یک نرون، عملکرد شبکه در تمام معیارها بدتر شده است. همچنین با زیاد کردن تعداد نرون‌ها و استفاده از سه و چهار نرون در لایه‌ی نهان، باز هم عملکرد شبکه در تمام معیارها افت کرده است.

البته تفاوت معیارها در تعداد نرون‌های مختلف کم است و بسیار به هم نزدیک اند. دلیلش می‌تواند سادگی سیگنال و زیاد بودن داده‌های آموزش است. نتیجه می‌گیریم تعداد مشخصی نرون در لایه‌ی نهان موجب بهترین عملکرد می‌شود و با کم کردن و زیاد کردن آن تعداد عملکرد افت می‌کند.

بررسی معماری ۱+۲-۲-۱ برای تخمین سری در دو قدم بعد

شرایط آزمایش

پارامترهایی که برای این شبکه در نظر گرفته‌ایم، کاملاً با پارامترهای شبکه‌ی دو یکسان است، تنها تفاوتشان در تعداد قدم‌هایی است که پیش‌بینی می‌کنند. جهت امکان مقایسه این تصمیم گرفته شده است.

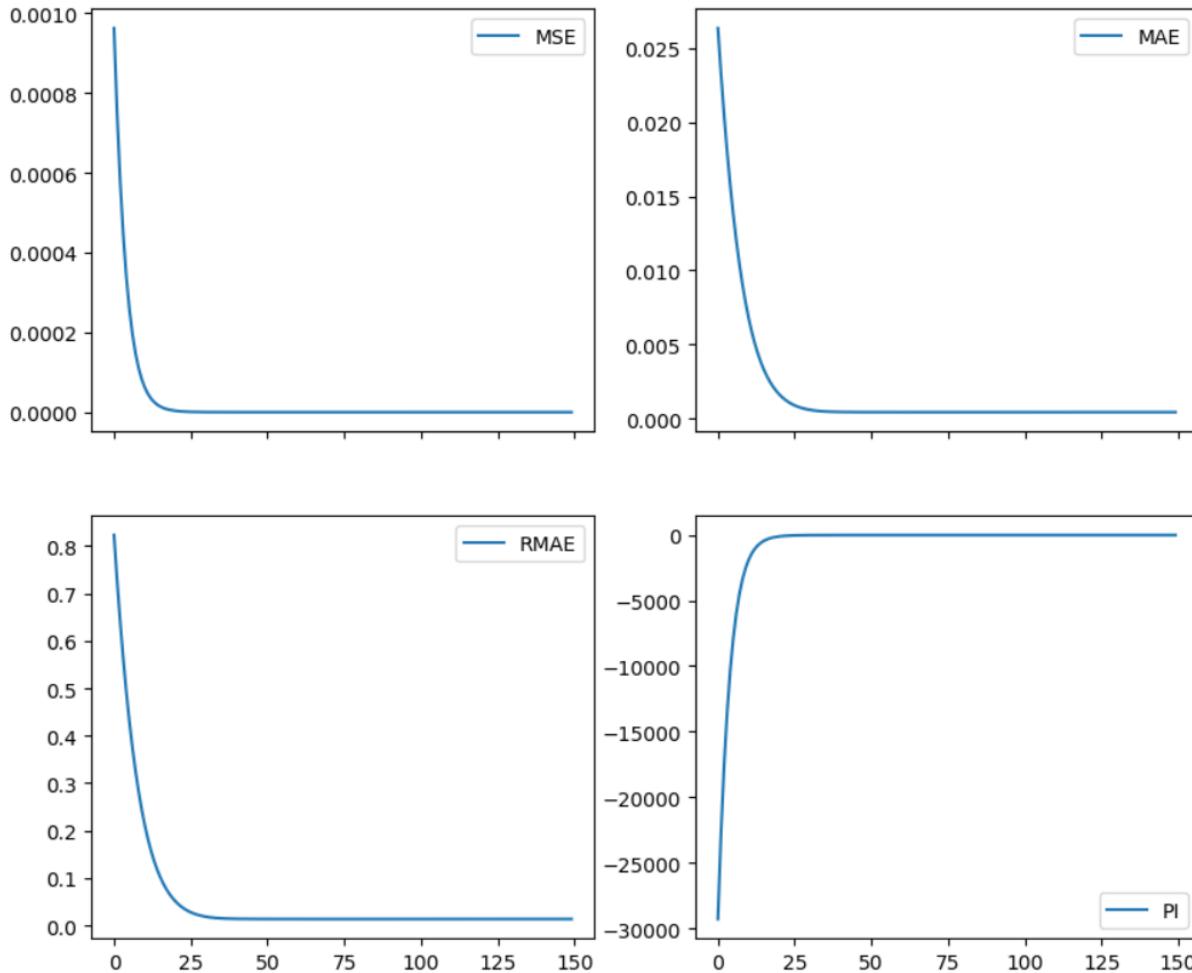
شبکه‌ی ۵:

	تعداد فیچرهای هر Observation
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
.	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۲ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

نتیجه انجام آزمایش

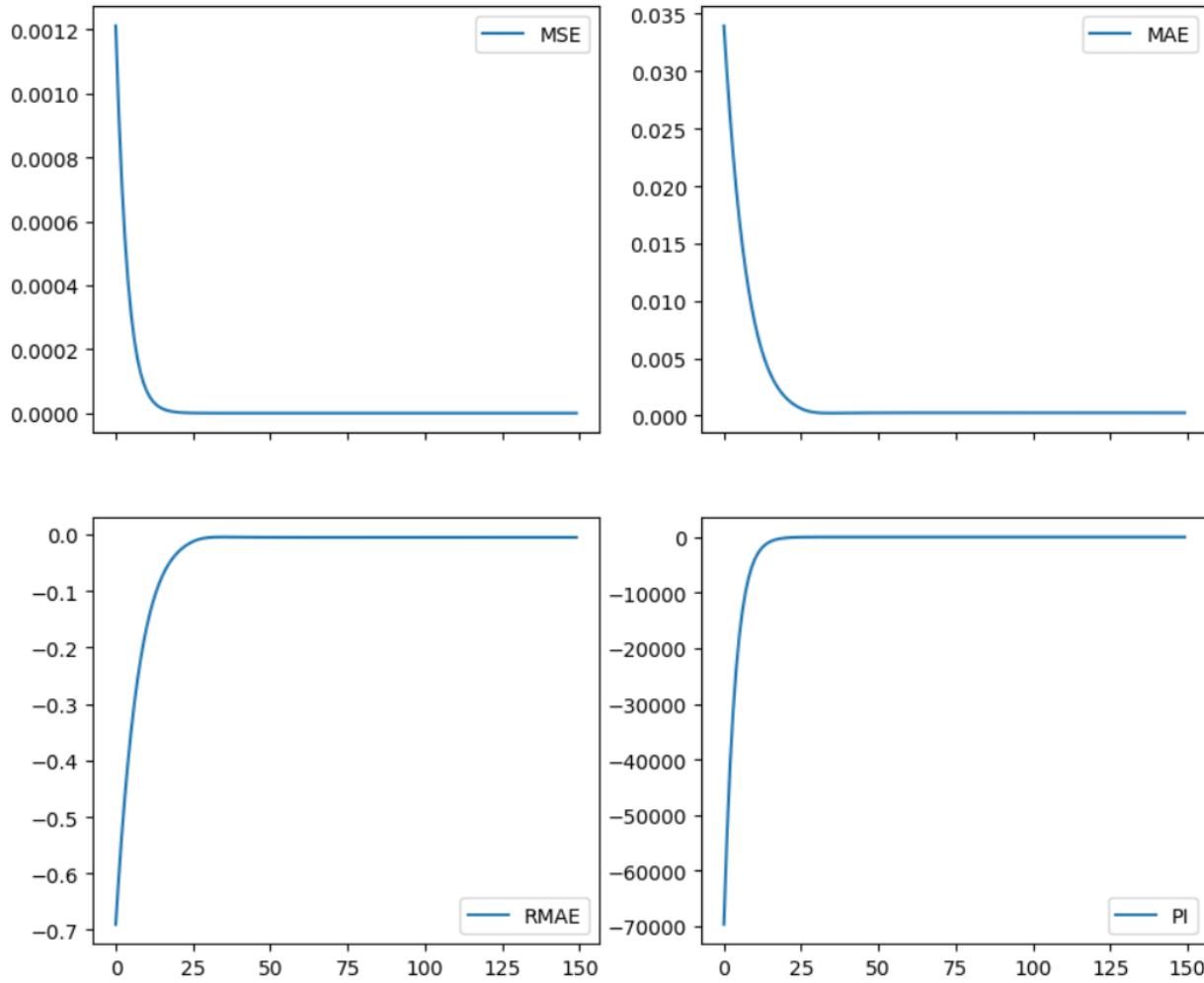
شبکه‌ی پنجم:

Costs During Training - Training Set

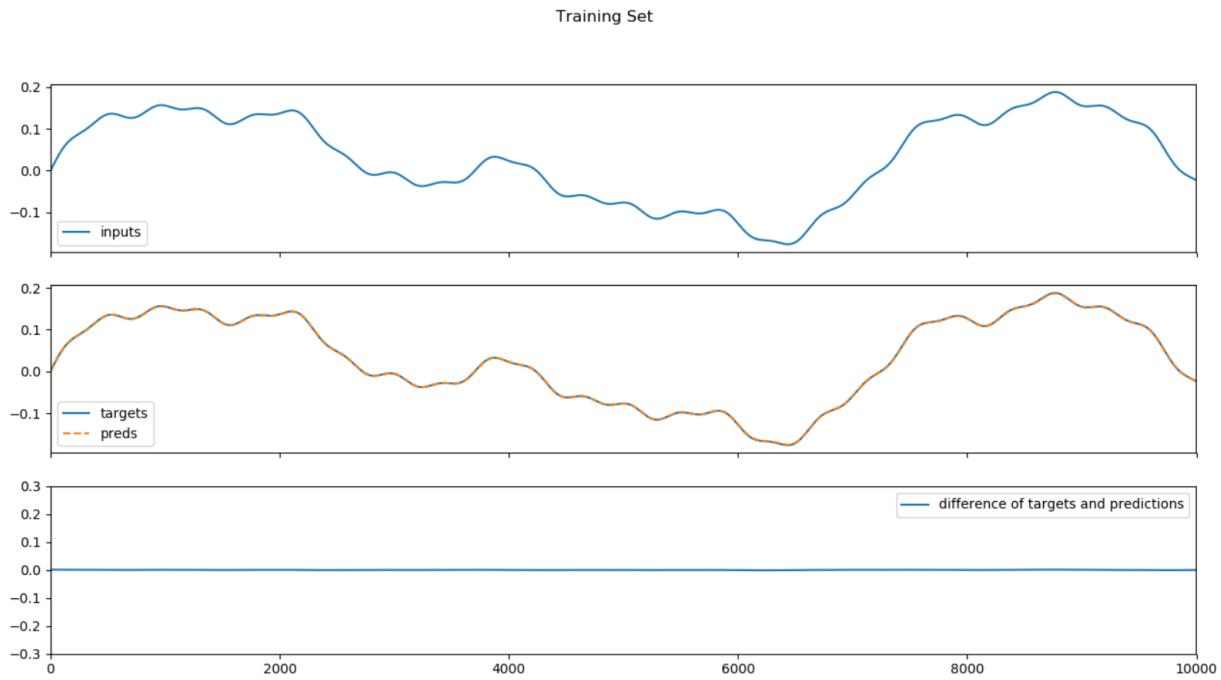


در شکل بالا، معیارهای **MSE, MAE, RMAE** و **PI** برای **مجموعه‌ی آموزشی** در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار **MAE** و **MSE** هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین **PI** هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار **PI** به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار **RMAE** از آنجایی که میانگین **target**ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

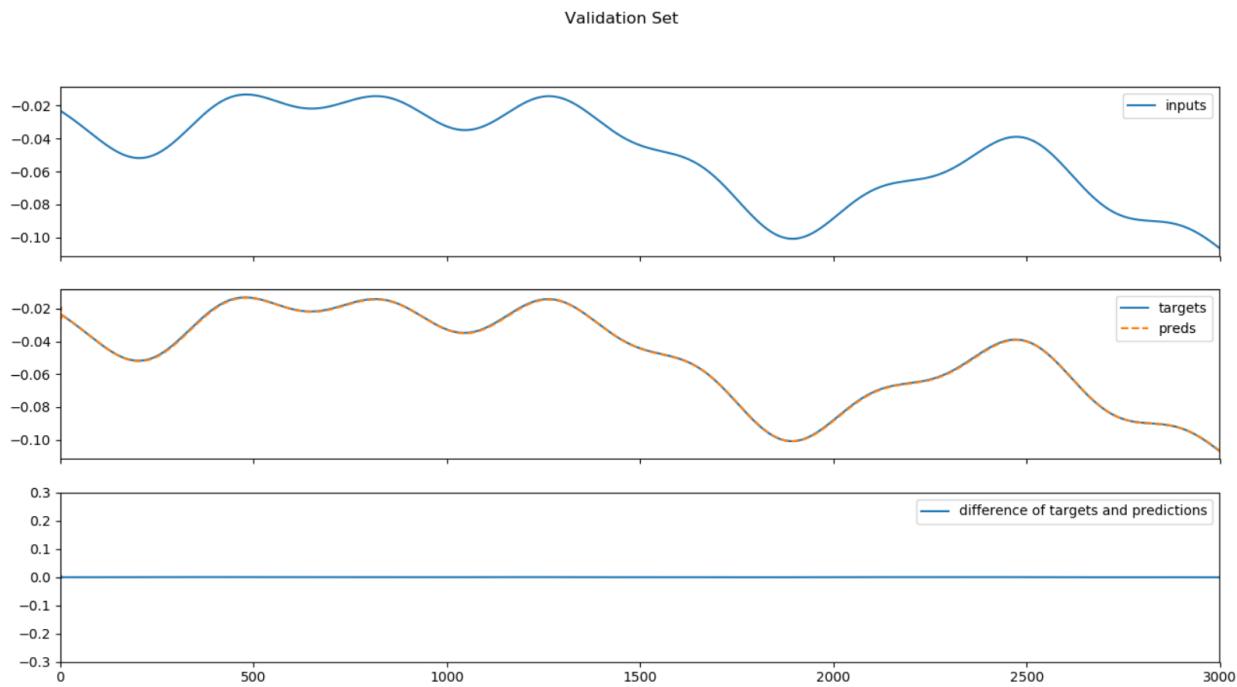
Costs During Training - Validation Set



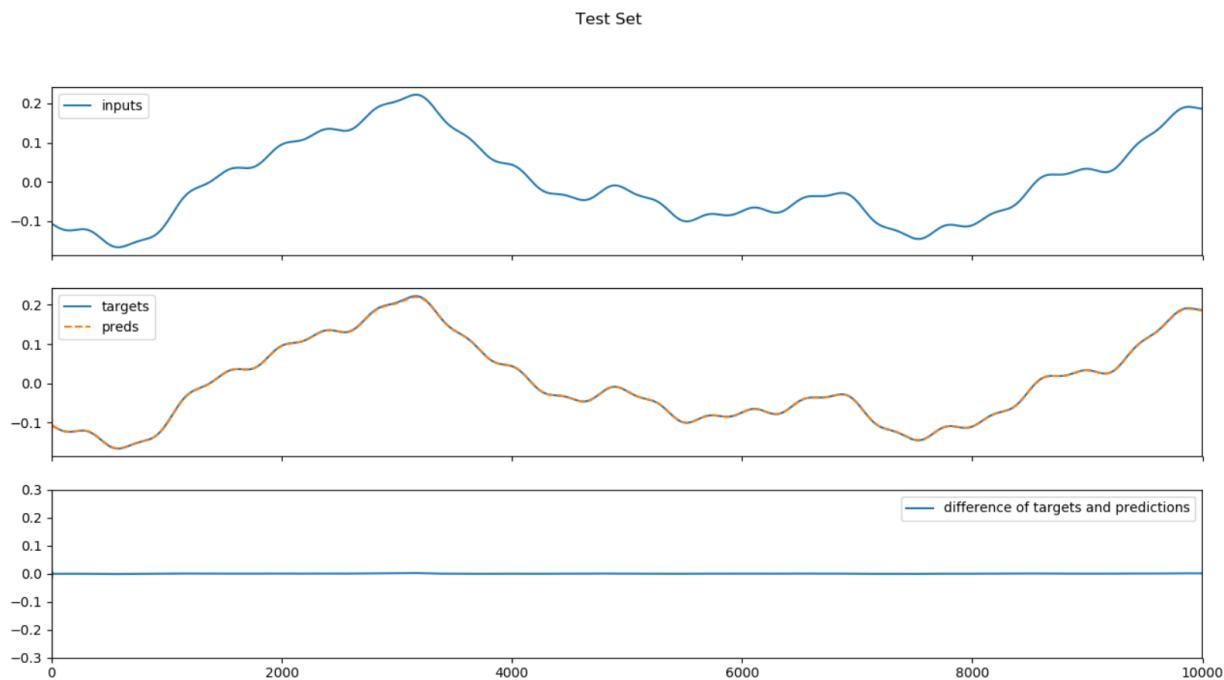
در شکل بالا، معیارهای MSE , MAE , $RMAE$ و PI برای مجموعه‌ی ارزیابی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار $RMAE$ از آنجایی که میانگین $target$ ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیش‌بینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیش‌بینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیش‌بینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود. این ناهمواری‌ها در نمودار اختلاف بیشتر در درجه‌ها و قله‌ها رخ داده‌اند.

=====

Different Costs After Training

=====

```
> Training Set :
MSE cost: 2.8587695096875583e-07      MAE cost: 0.0004316219692249986
RMAE cost: 0.013484985563988477 PI cost: -7.709634620386225
> Validation Set :
MSE cost: 1.3455436482009944e-07      MAE cost: 0.0002482134956112599
RMAE cost: -0.005046279448570619 PI cost: -6.73601381835298
> Test Set :
MSE cost: 7.144298926909352e-07 MAE cost: 0.0005009307955700274
RMAE cost: -0.22591625718639202 PI cost: -21.236360729742845
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

این شبکه در دو فایل

4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 AM	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
extra-5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
iordan.py	7/16/2018 11:22 AM	Python File	14 KB

ذخیره شده است.

نتیجه‌گیری

خطاهای مختلف این شبکه و شبکه‌ی شماره‌ی دو که تنها تفاوتش با این شبکه در تعداد قدم‌ها است را مشاهده می‌کنید:

شبکه‌ی دو(یک قدم)	
<pre>===== Different Costs After Training ===== > Training Set : MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468 RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827 > Validation Set : MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632 RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889 > Test set : MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034 RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598</pre>	

شبکه‌ی پنج(دو قدم)

```
=====
Different Costs After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 2.8587695096875583e-07    MAE cost: 0.0004316219692249986
RMAE cost: 0.013484985563988477 PI cost: -7.709634620386225
> Validation Set :
MSE cost: 1.3455436482009944e-07    MAE cost: 0.0002482134956112599
RMAE cost: -0.005046279448570619 PI cost: -6.73601381835298
> Test Set :
MSE cost: 7.144298926909352e-07 MAE cost: 0.0005009307955700274
RMAE cost: -0.22591625718639202 PI cost: -21.236360729742845
```

همین‌طور که در جدول بالا مشاهده می‌شود، تمام خطاهای شبکه با پیش‌بینی دو قدم نسبت به شبکه در حالت پیش‌بینی یک قدم، بدتر شده است. البته این میزان بدتر شدن، بسیار نسبت به scale هر کدام از خطاهای ناچیز است. در پیش‌بینی دو قدم جلوتر، فاصله زمانی t که در حال حاضر قرار داریم نسبت به $t+2$ که می‌خواهیم پیش‌بینی کنیم، یک واحد نسبت به پیش‌بینی یک قدم بیشتر است، در نتیجه فاصله عوامل بیشتری در ساخت نمونه‌ی $t+2$ از روی $t+1$ نسبت به t وجود دارد به همین دلیل کارای شبکه مقداری افت کرده است.

نرخ تاثیر سیگنال بازگشتی و نرخ یادگیری

شرایط آزمایش

در شبکه‌ی دو، در قسمت‌های قبل شبکه‌ی جردن با ۲ نرون در لایه‌ی نهان با مشخصات زیر را بررسی کردیم. اکنون برای بررسی اثر تغییر نرخ یادگیری و ضریب سیگنال بازگشتی، این دو پارامتر را در شبکه‌ی دو تغییر می‌دهیم.

شبکه‌ی دو:

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

شبکه‌ی شش:

ضریب سیگنال بازگشتی نسبت به شبکه‌ی دو کاهش پیدا کرده است.

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی

۰,۰۱	feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

شبکه‌ی هفت:

ضریب سیگنال بازگشتی نسبت به شبکه‌ی دو کاهش پیدا کرده است.

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۰,۰۰۰۱	feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

شبکه‌ی هشت:

ضریب سیگنال بازگشتی نسبت به شبکه‌ی دو افزایش پیدا کرده است.

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱۰	ضریب feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
۱۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ داده‌های	داده‌های ارزیابی
۲۳۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰ داده‌های	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

شبکه‌ی نه:

ضریب یادگیری نسبت به شبکه‌ی دو افزایش پیدا کرده است.

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
۱۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ داده‌های	داده‌های ارزیابی
۲۳۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰ داده‌های	داده‌های تست

تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

۱ قدم بعد

شبکه‌ی ده:

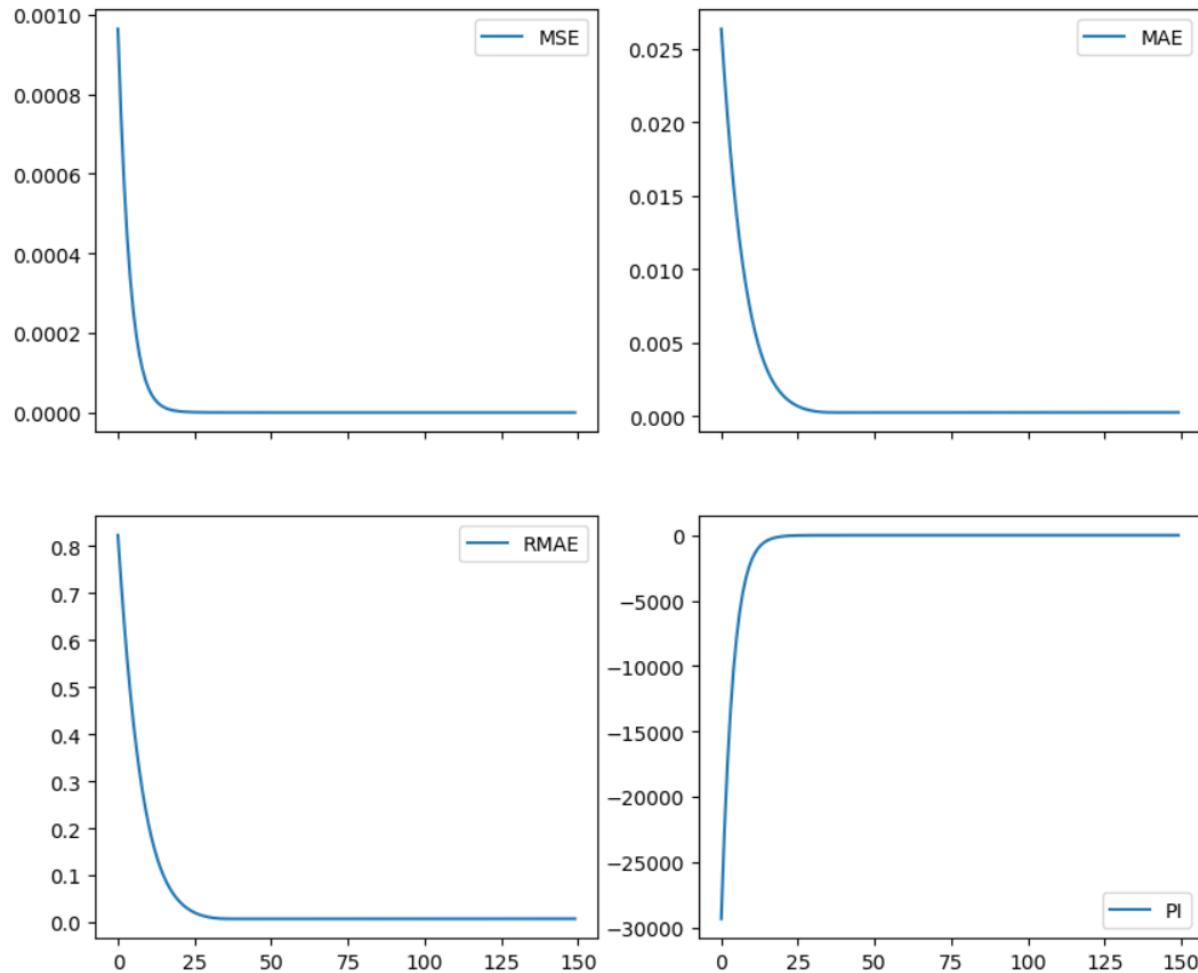
ضریب یادگیری نسبت به شبکه‌ی دو کاهش پیدا کرده است.

	تعداد فیچرهای هر Observation
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۰۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود

نتیجه انجام آزمایش

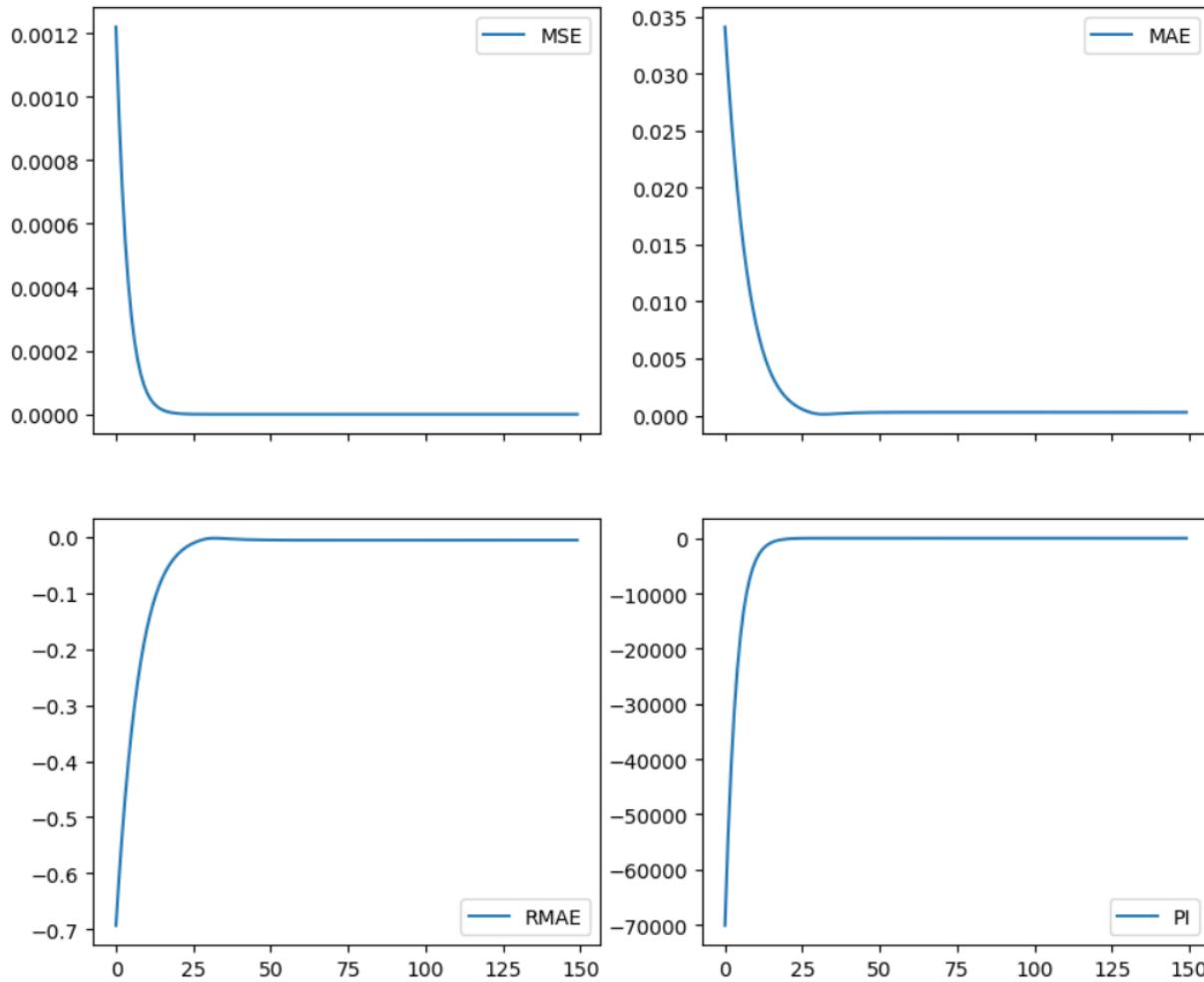
شبکه‌ی دو:

Costs During Training - Training Set

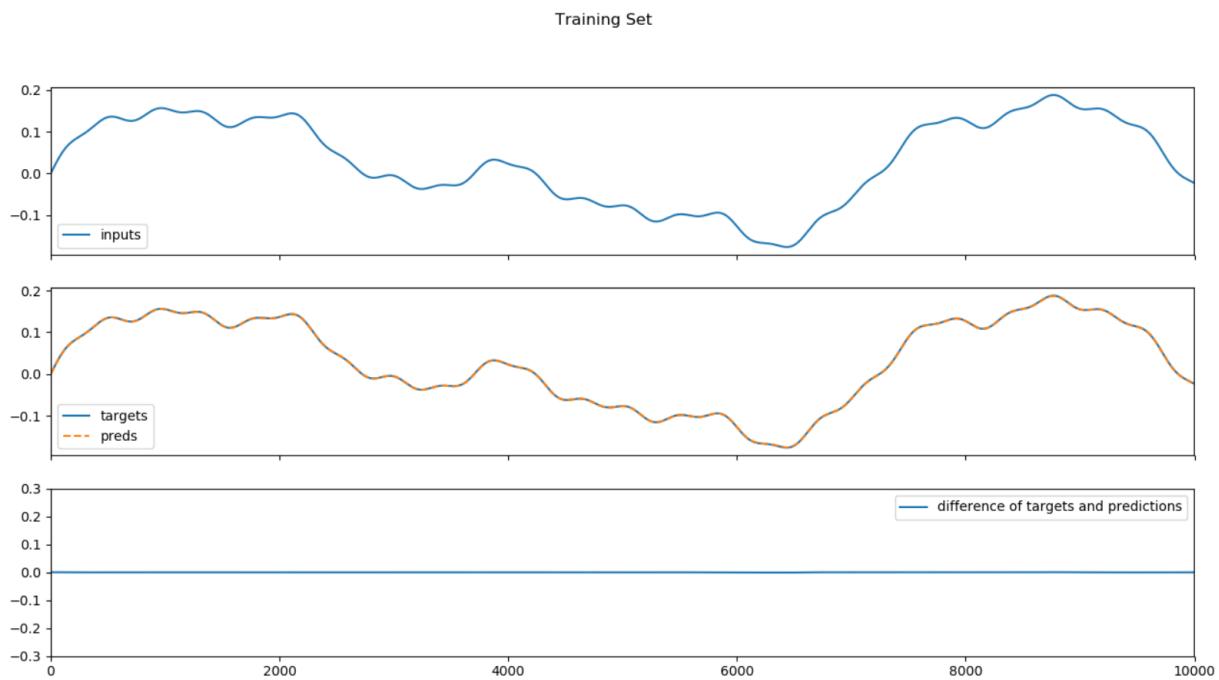


در شکل بالا، معیارهای **MSE, MAE, RMAE** و **PI** برای **مجموعه‌ی آموزشی** در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار **MAE** و **MSE** هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین **PI** هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار **PI** به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار **RMAE** از آنجایی که میانگین **target**ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

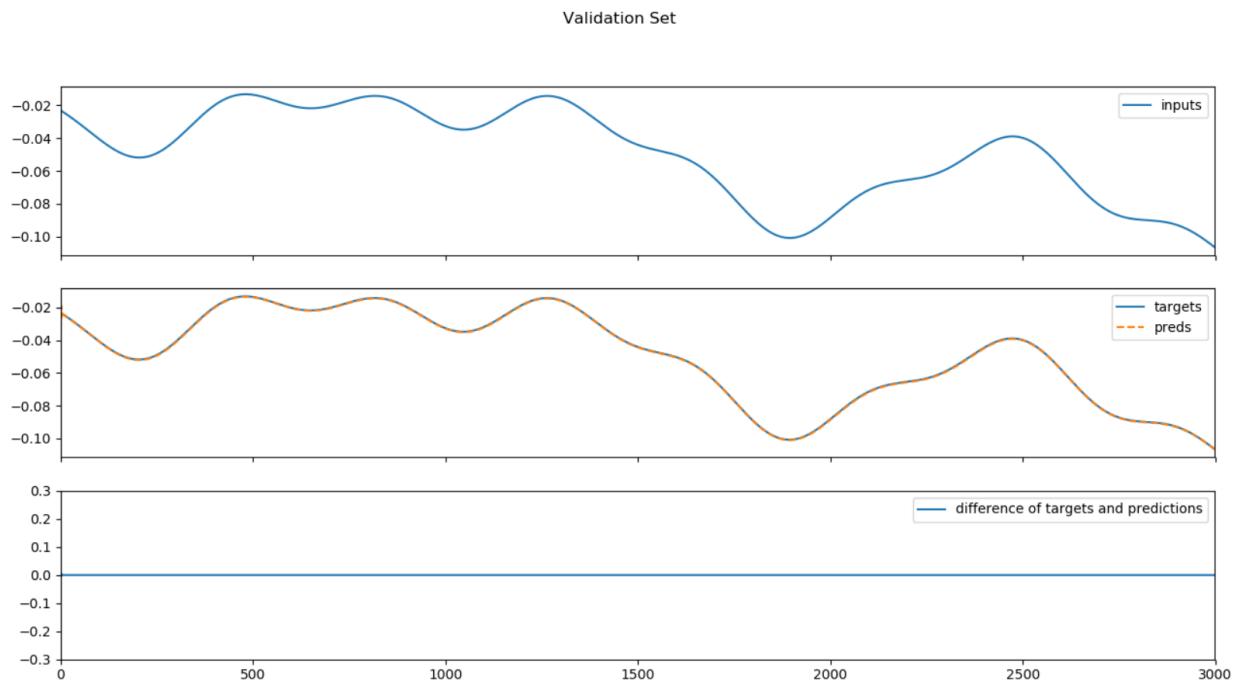
Costs During Training - Validation Set



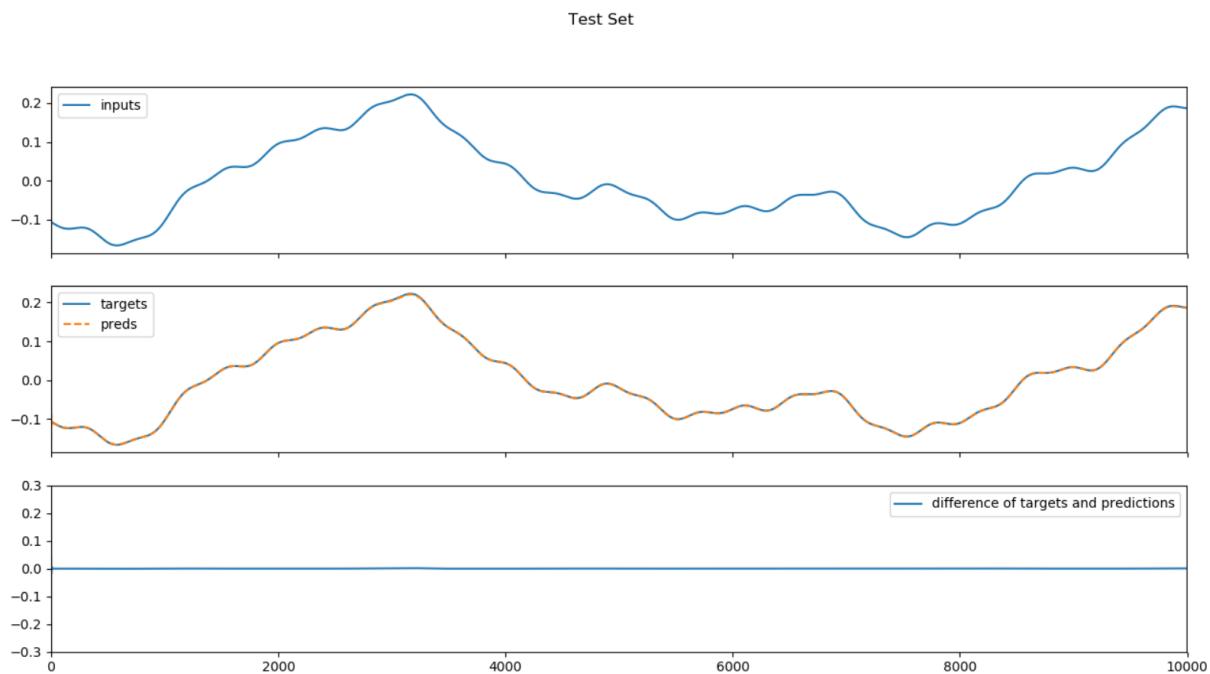
در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی ارزیابی برای MSE, MAE, RMAE و PI در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقات کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

> Training Set :

MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468

RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827

> Validation Set :

MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632

RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889

> Test Set :

MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034

RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

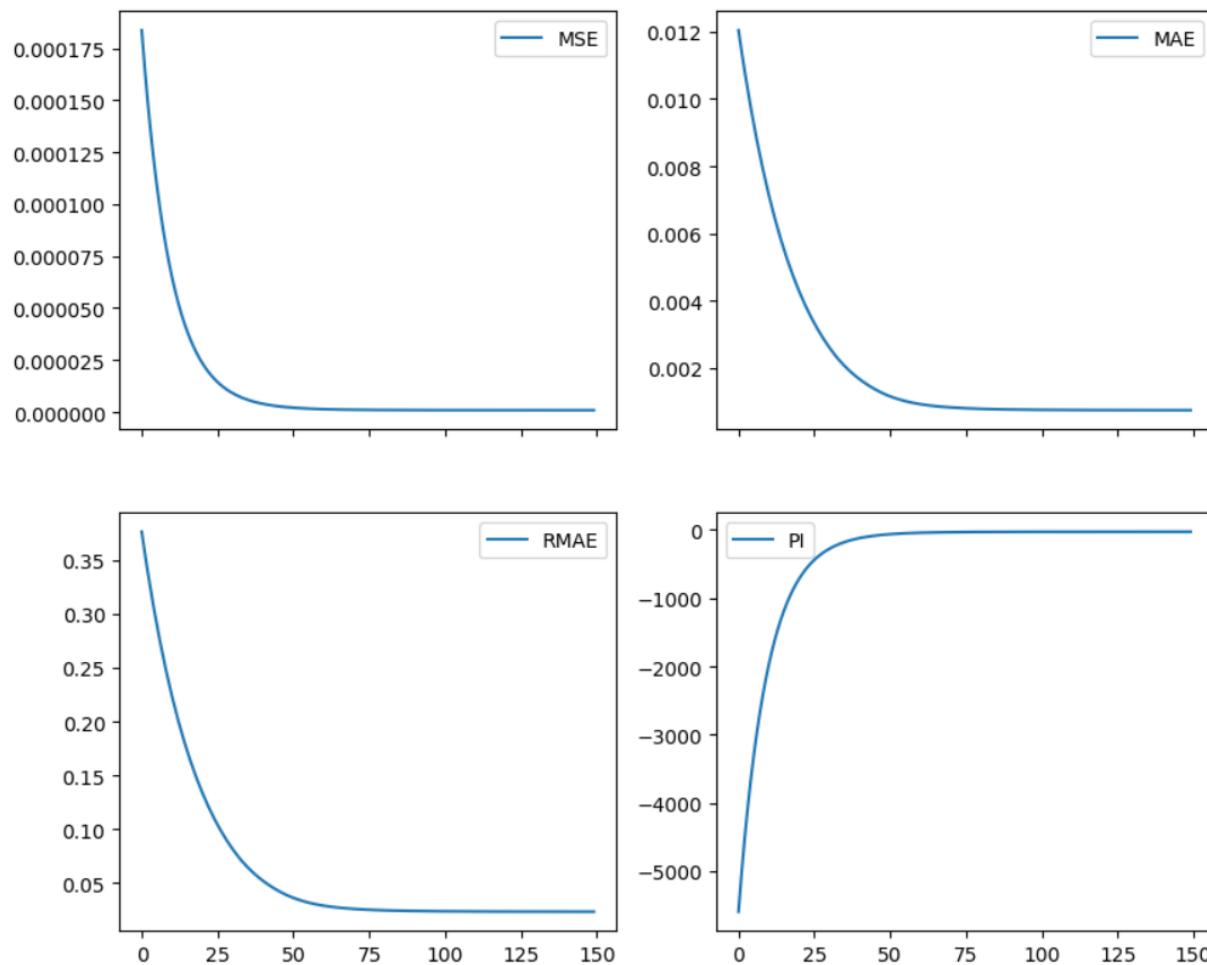
این شبکه در دو فایل

1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB

ذخیره شده است.

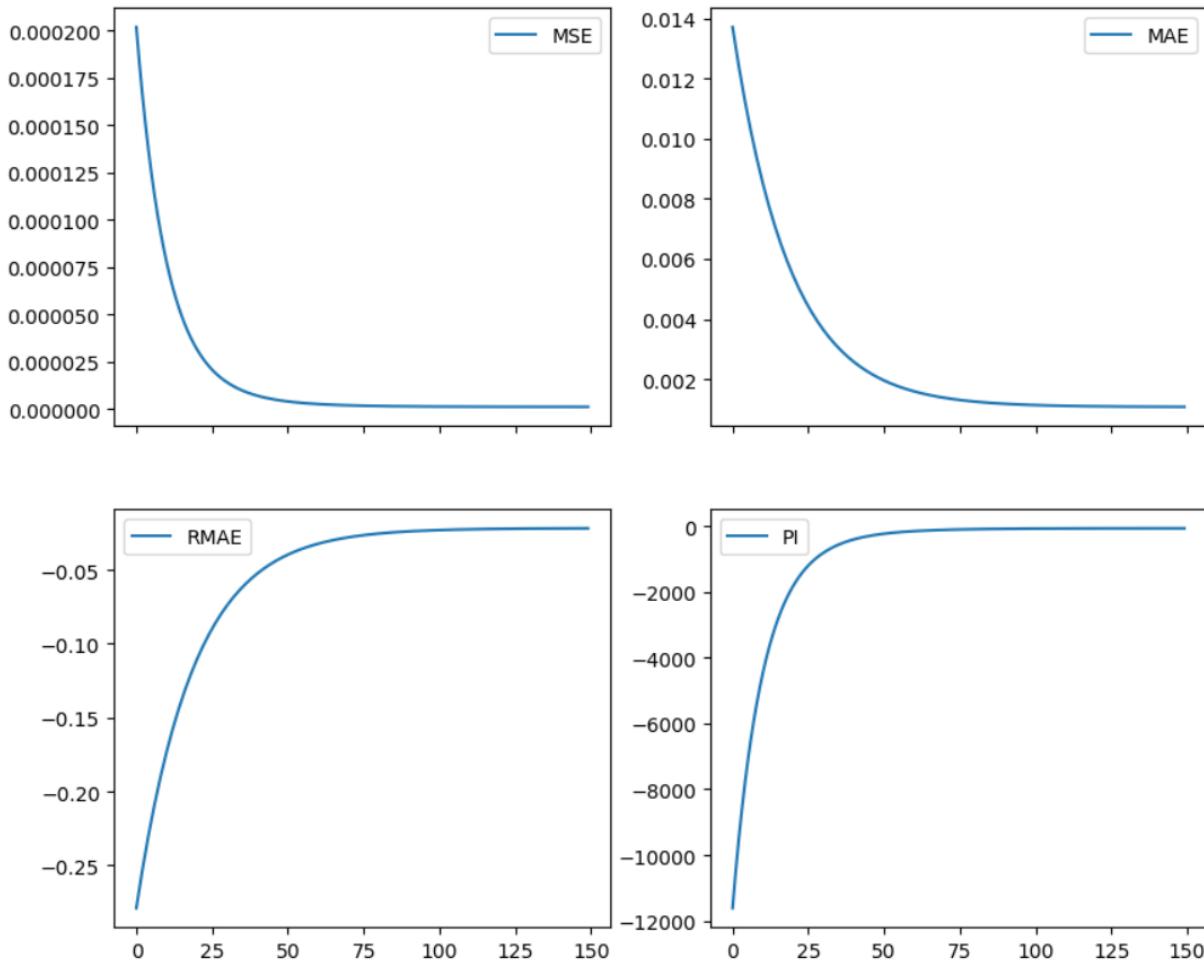
شبکه‌ی شش:

Costs During Training - Training Set

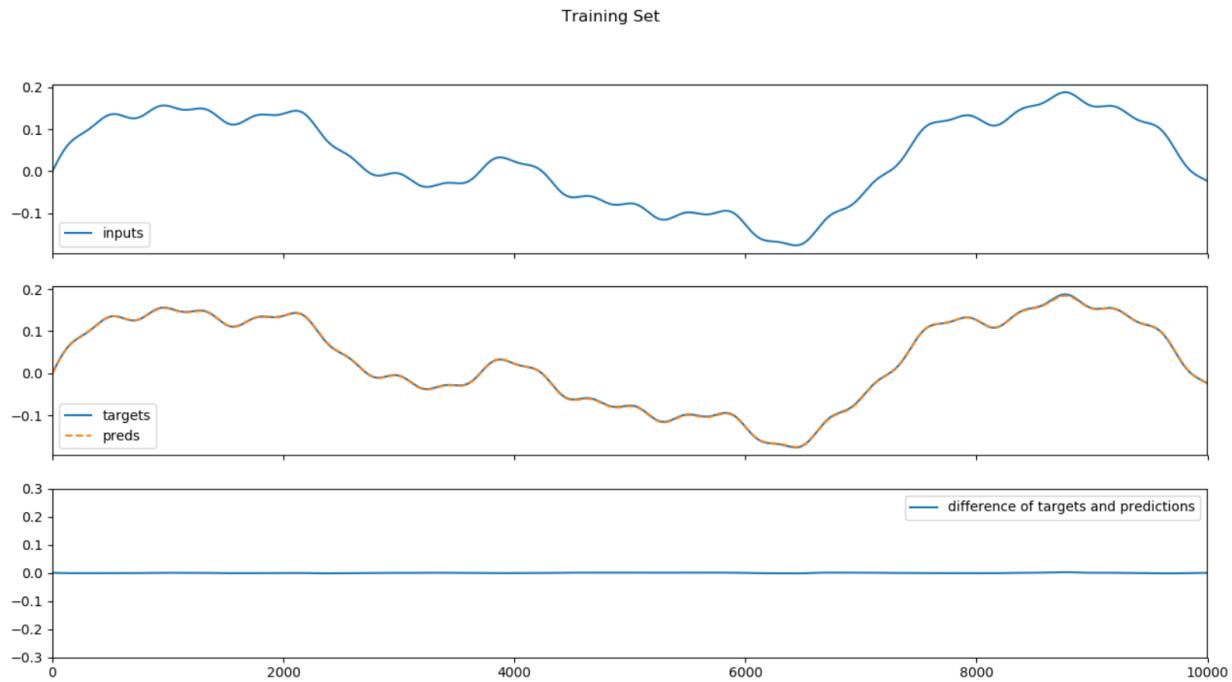


در شکل بالا، معیارهای آموزشی MSE , MAE , RMAE و PI برای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقات کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

Costs During Training - Validation Set

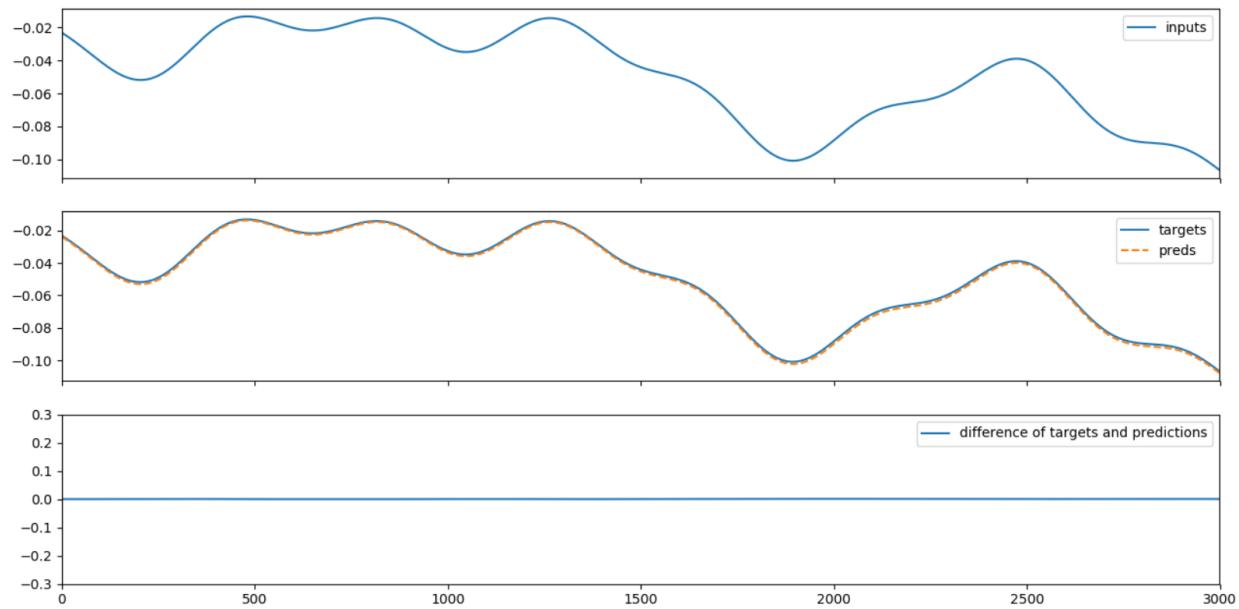


در شکل بالا، معیارهای ارزیابی آموزشی زمانی برای مجموعه‌ی ارزیابی در هر یک ایپاک‌های زمانی MSE، MAE، RMAE و PI می‌باشد. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

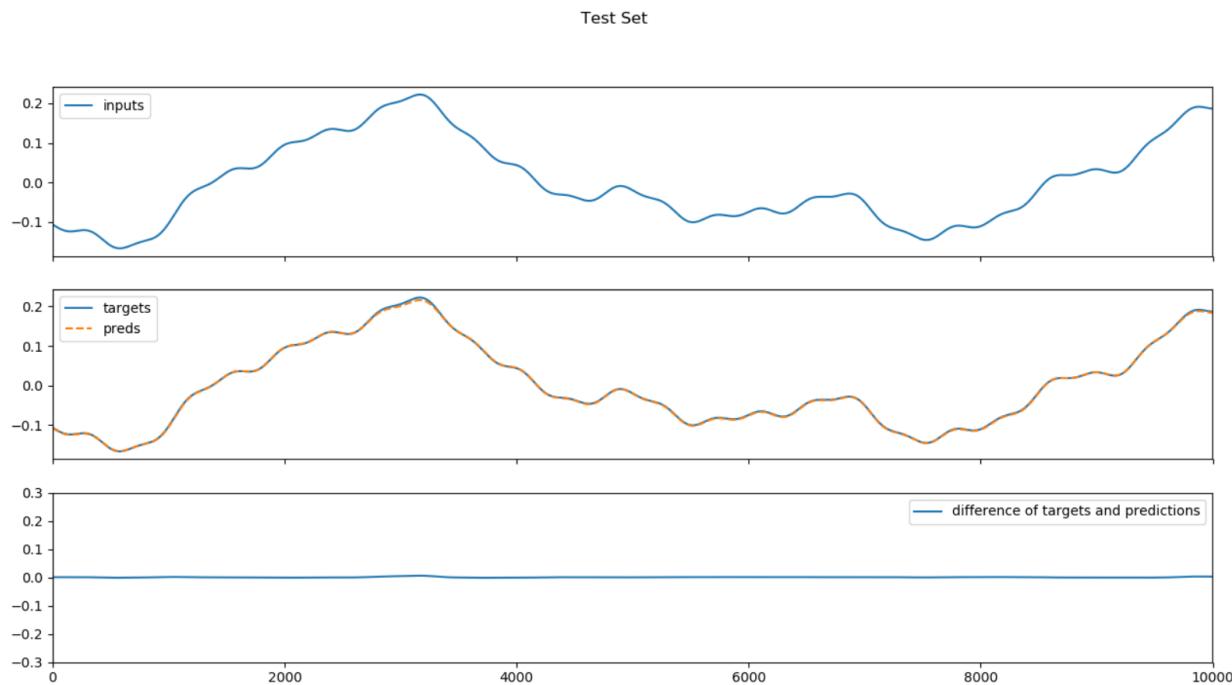


در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

Validation Set



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیش‌بینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیش‌بینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیش‌بینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاصل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصری دیده می‌شود.

```
> Training Set :
MSE cost: 8.84466768465896e-07 MAE cost: 0.000748544597754715
RMAE cost: 0.023384726882117013 PI cost: -25.9234337430708
> Validation Set :
MSE cost: 1.2536599373712272e-06 MAE cost: 0.001080569523976899
RMAE cost: -0.021980866051173605 PI cost: -71.0898560143398
> Test Set :
MSE cost: 2.449405632400144e-06 MAE cost: 0.001094790411237501
RMAE cost: -0.48729116997763916 PI cost: -75.22915513786745
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

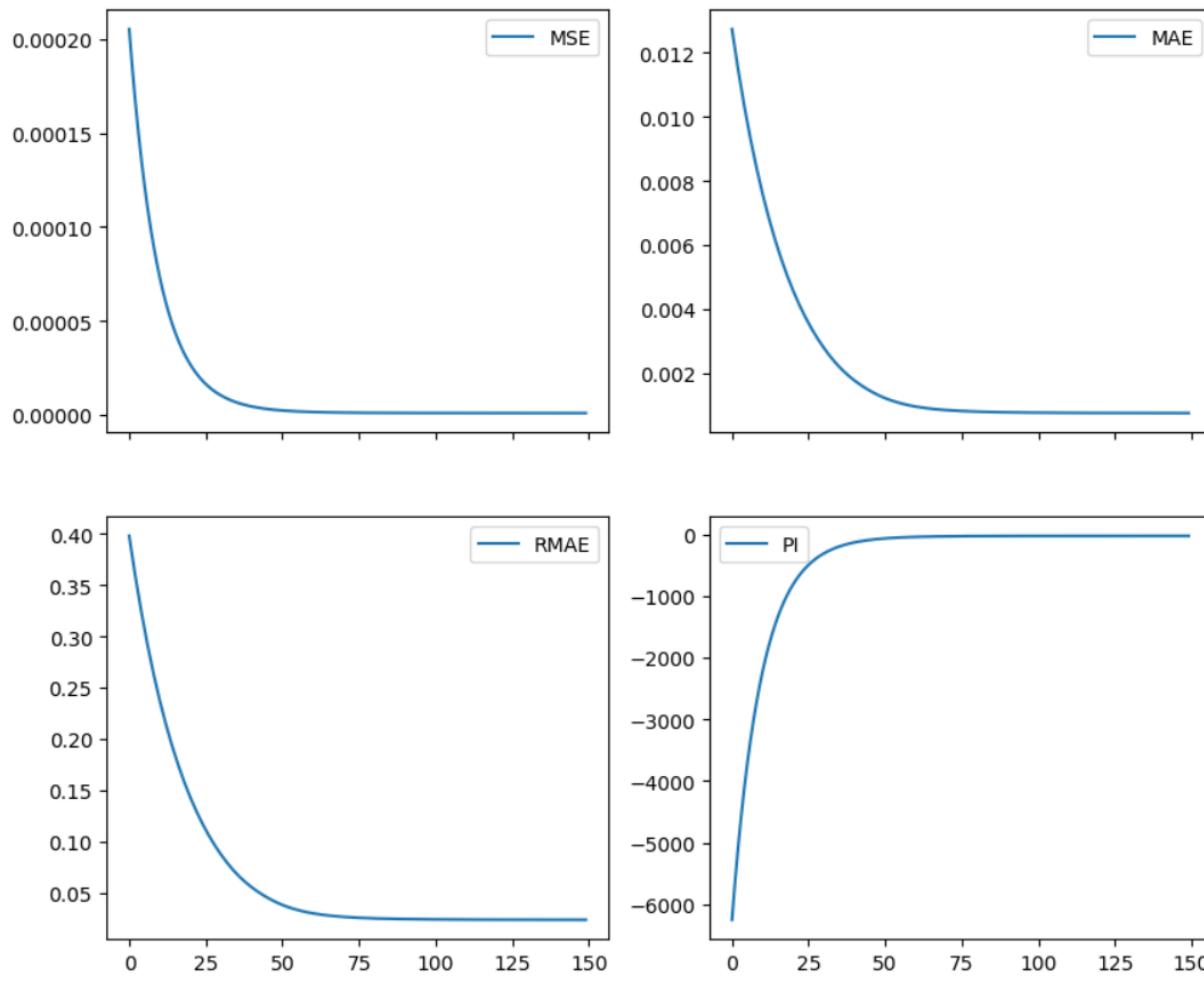
این شبکه در دو فایل

 5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
 6-MLP-output.json	7/16/2018 2:42 PM	JSON File	1 KB
 7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB
 activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
 errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
 extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
 extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
 extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
 extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
 extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
 extra-5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
 extra-6-MLP-output.json	7/16/2018 2:42 PM	JSON File	1 KB
 extra-7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB

ذخیره شده است.

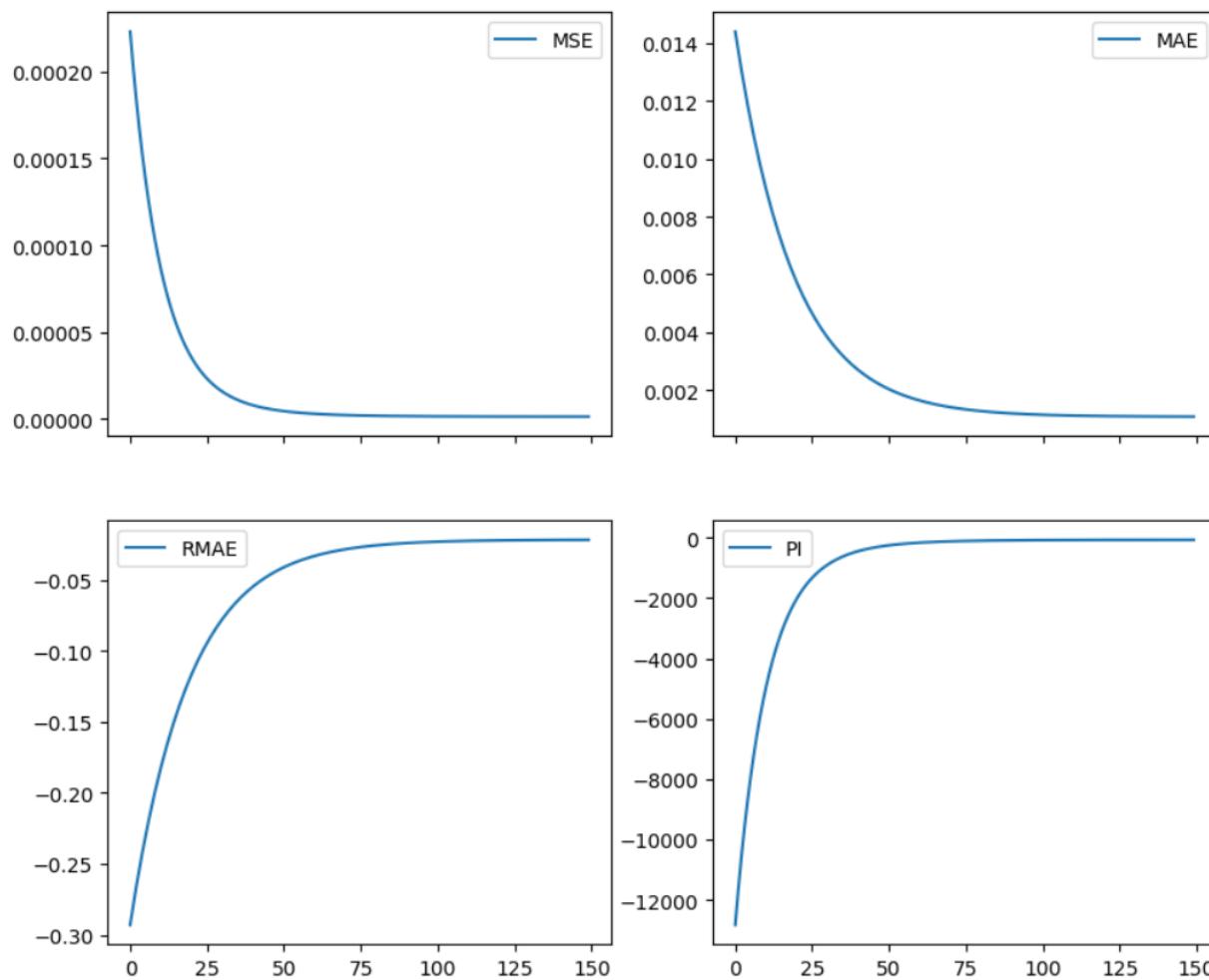
شبکه‌ی هفت:

Costs During Training - Training Set

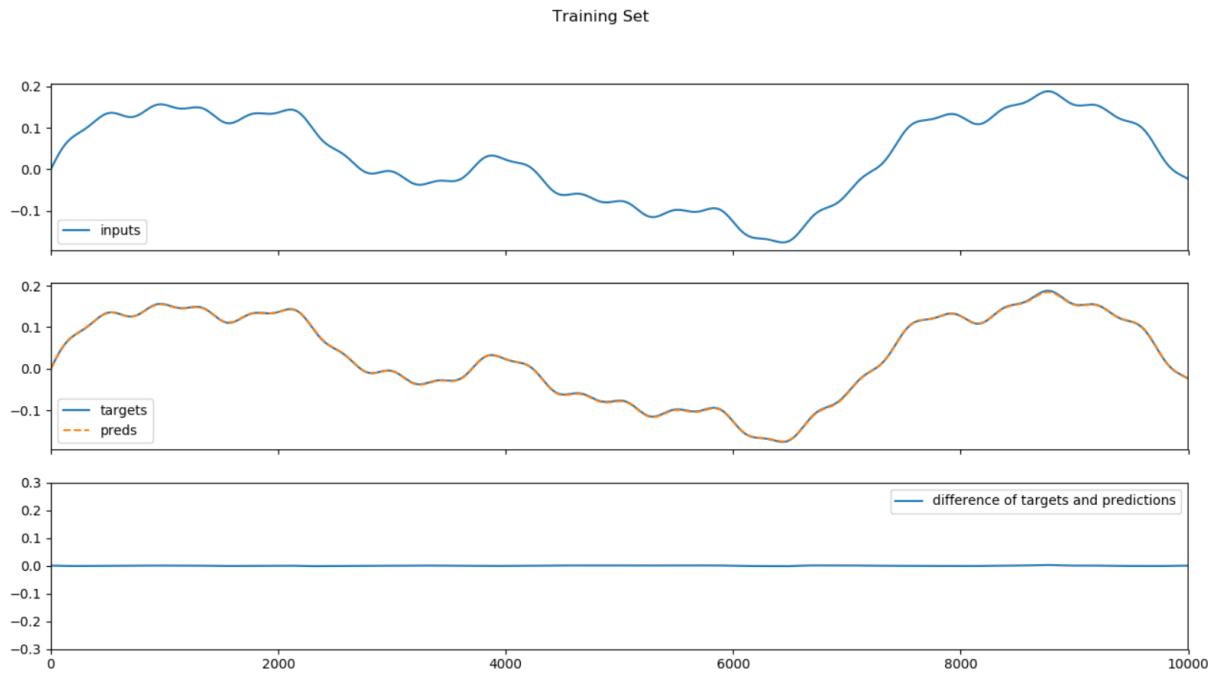


در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین targetها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقش کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

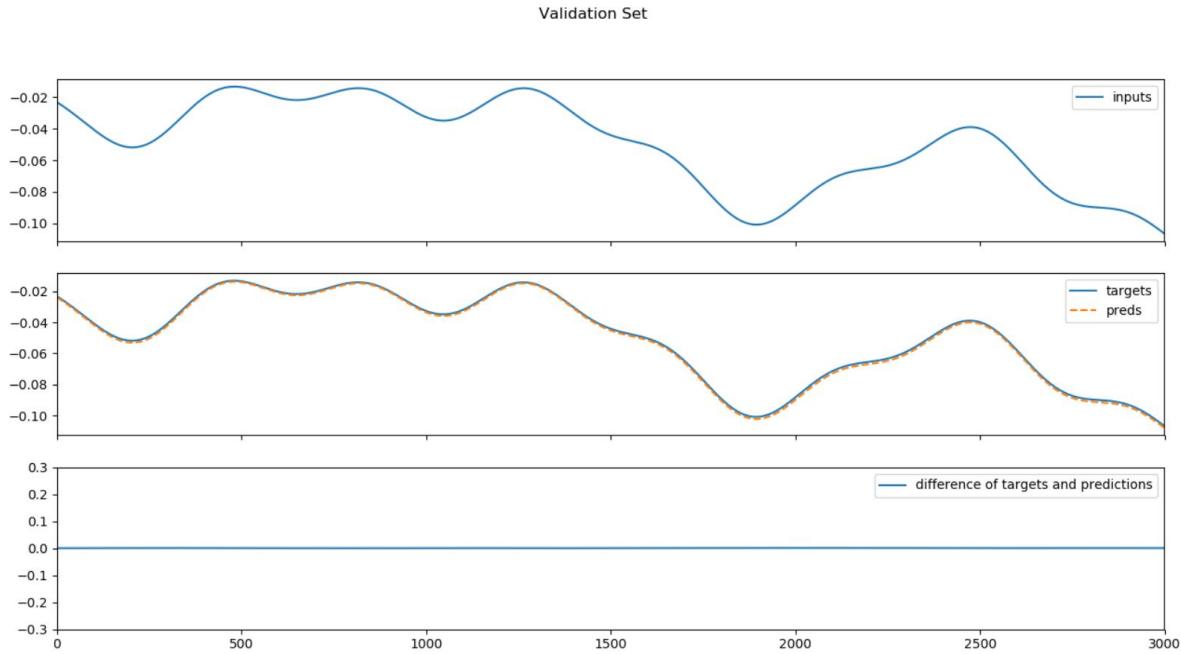
Costs During Training - Validation Set



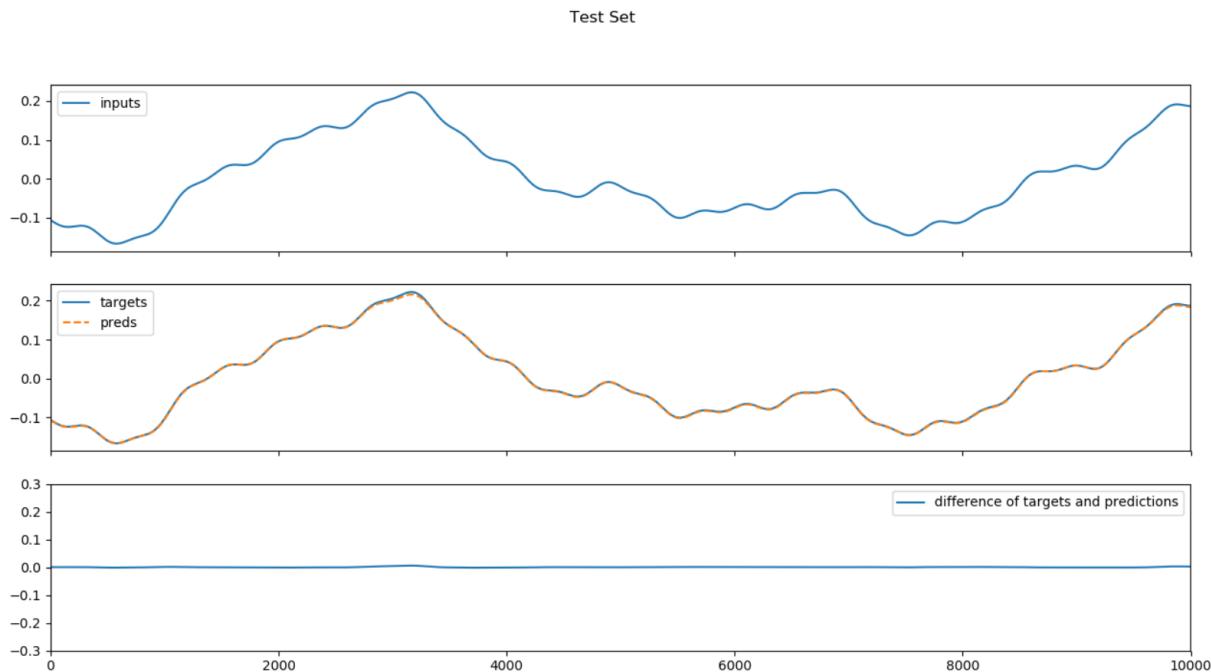
در شکل بالا، معیارهای MSE، MAE، RMAE و PI برای مجموعه ارزیابی در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه ارزیابی** را مشاهده می کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شدهی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می دهد. همین طور که مشاهده می شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریبا مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری های مختصرا دیده می شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشنبنی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشنبینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشنبینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

```
> Training Set :
MSE cost: 8.894698522638895e-07 MAE cost: 0.0007504575849824437
RMAE cost: 0.02344448909800047 PI cost: -26.07572911464247
> Validation Set :
MSE cost: 1.25649202005235e-06 MAE cost: 0.0010817276130145818
RMAE cost: -0.022004423813490416 PI cost: -71.25271073005398
> Test Set :
MSE cost: 2.463793733120266e-06 MAE cost: 0.0010970647589992988
RMAE cost: -0.48830348207903 PI cost: -75.67693428372444
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

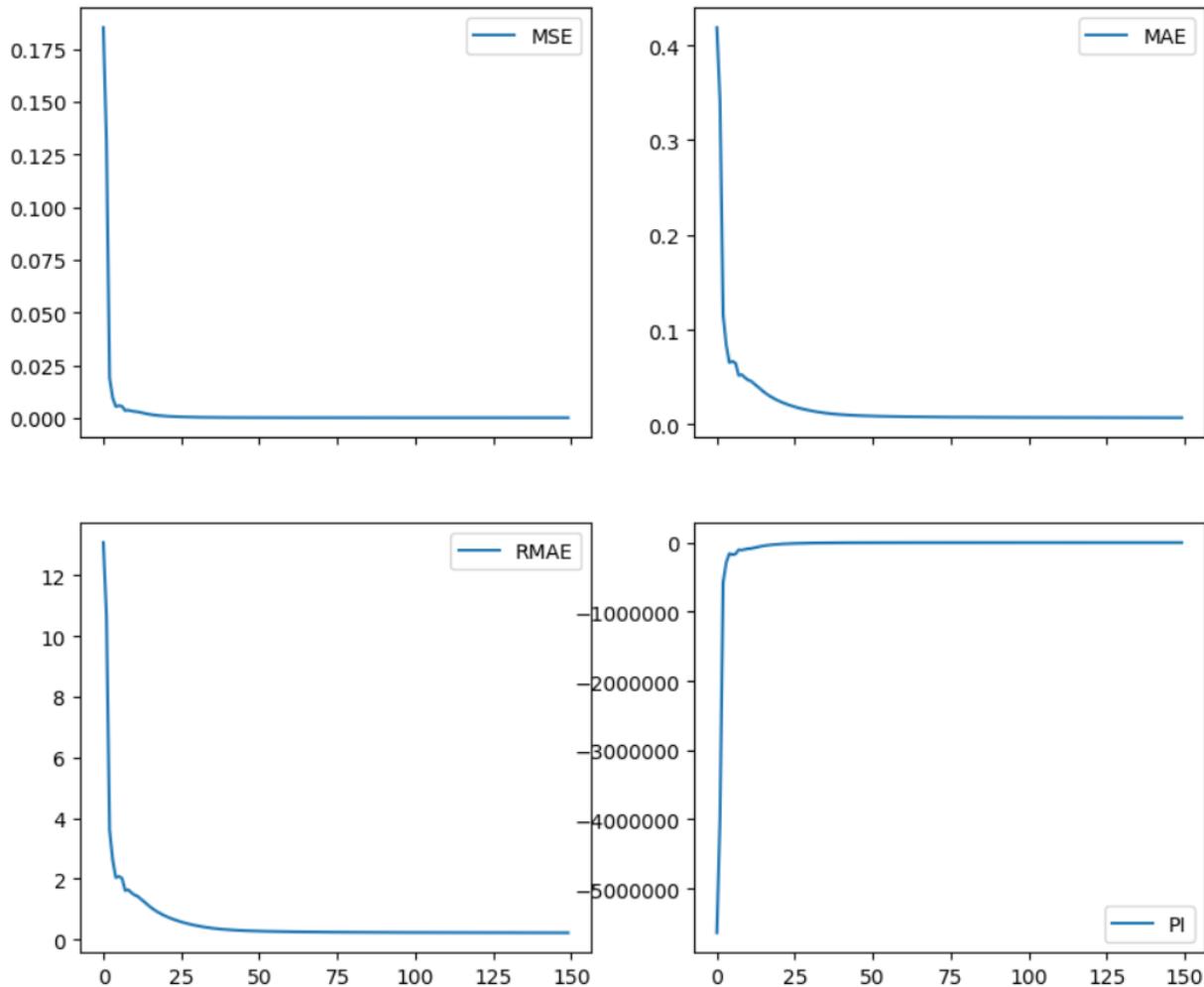
این شبکه در دو فایل

5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
6-MLP-output.json	7/16/2018 2:42 PM	JSON File	1 KB
7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
extra-5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
extra-6-MLP-output.json	7/16/2018 2:42 PM	JSON File	1 KB
extra-7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB
jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB
...			

ذخیره شده است.

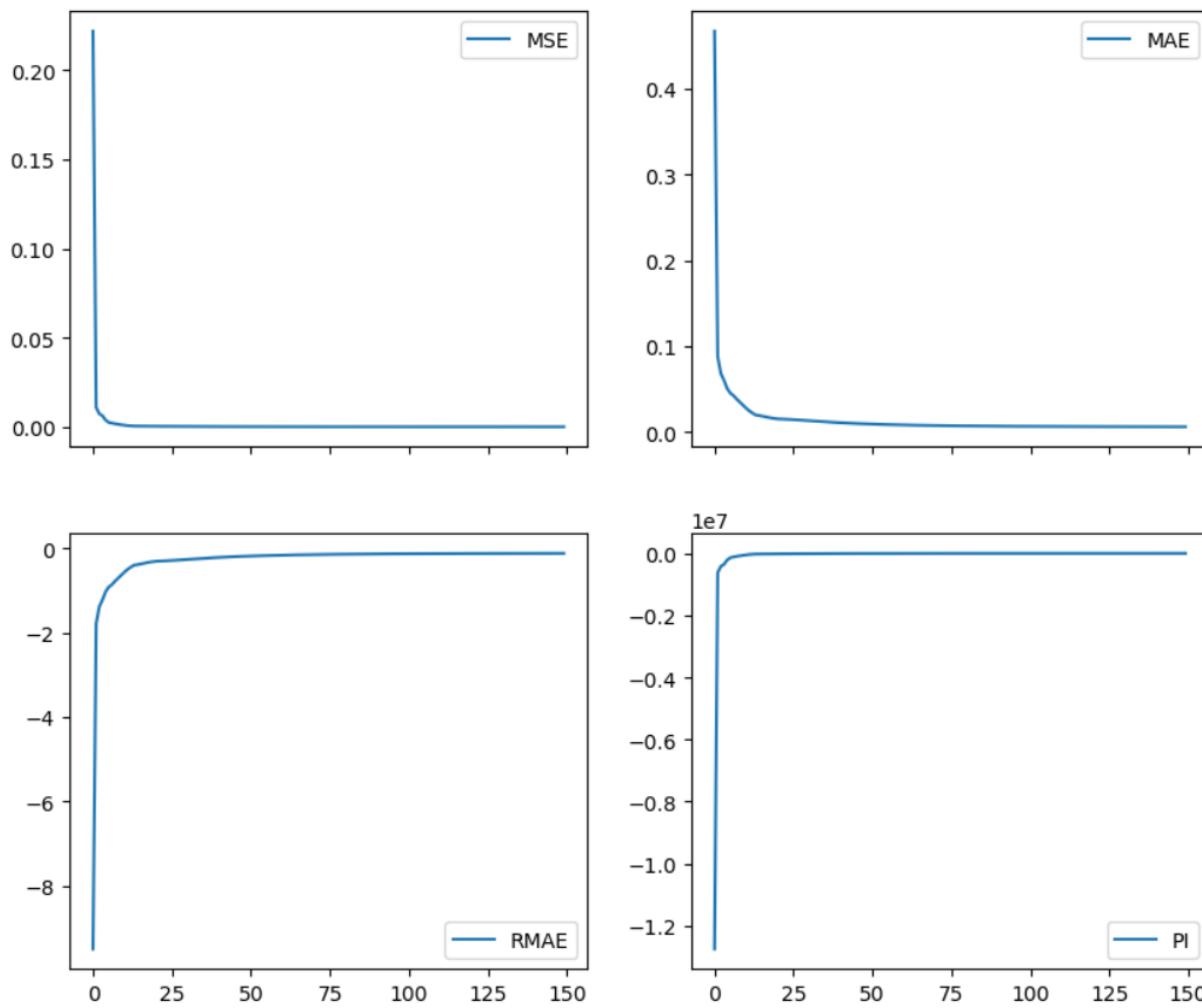
شبکه‌ی هشت:

Costs During Training - Training Set

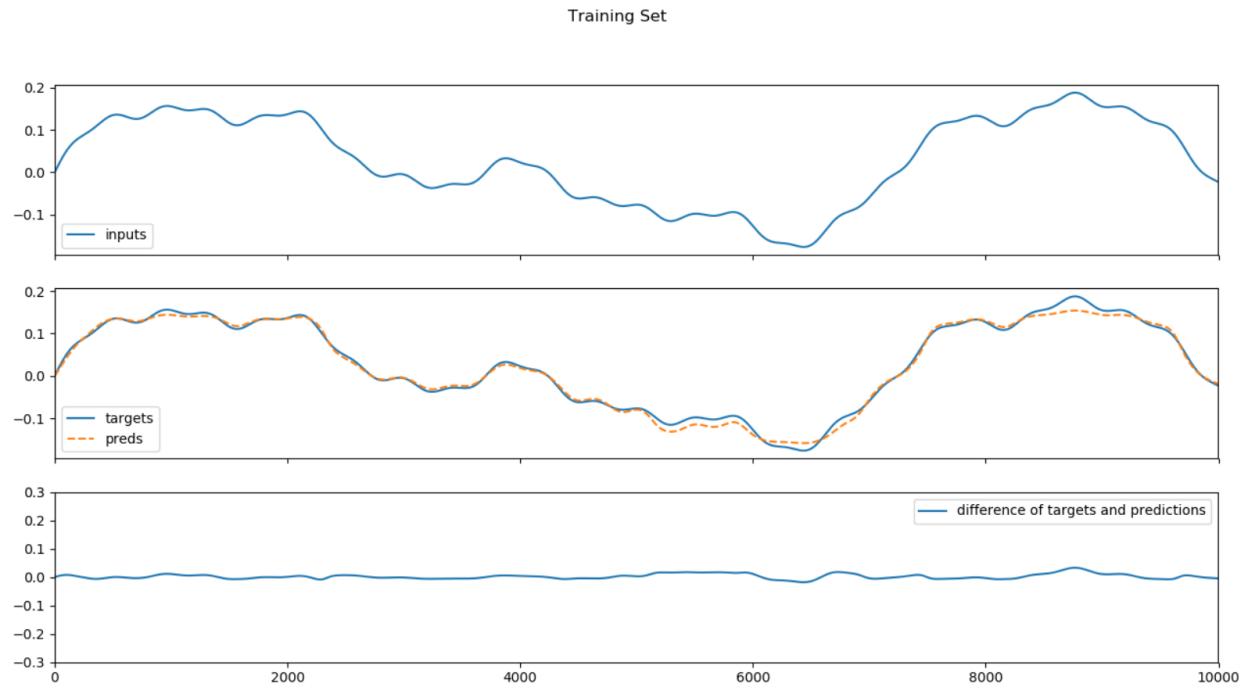


در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین targetها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقات کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

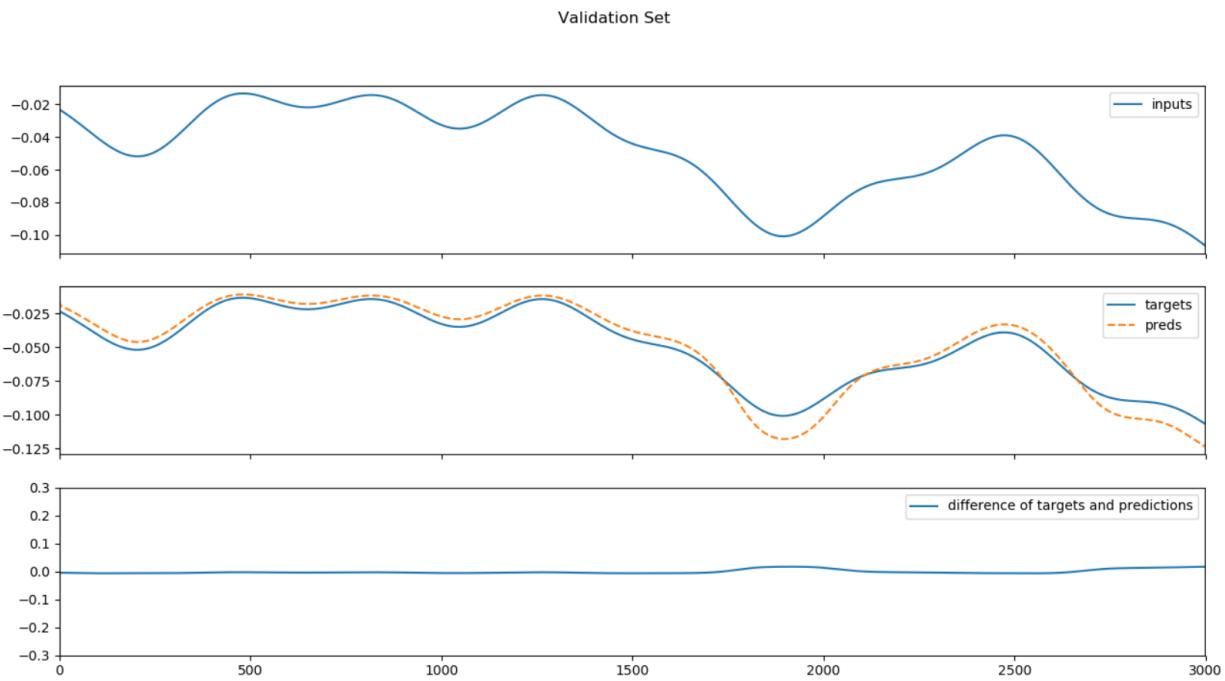
Costs During Training - Validation Set



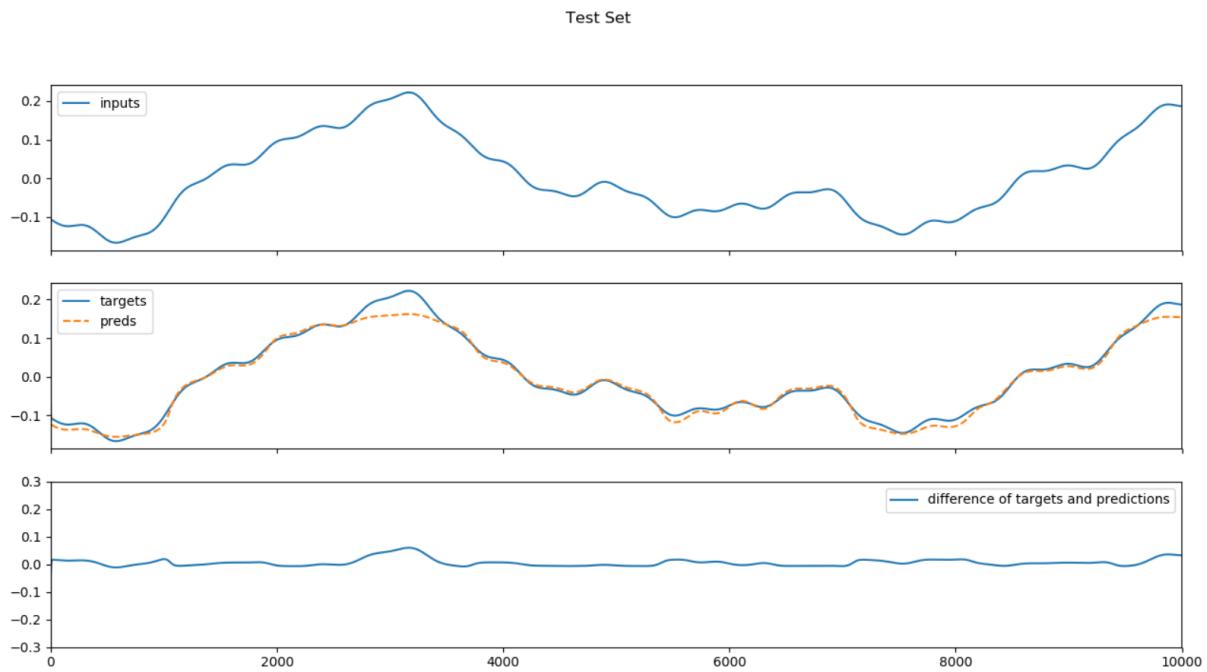
در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی ارزیابی برای MSE، MAE، RMAE و PI در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیرشکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیرشکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشنبنی سری زمانی **مجموعه ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شدهی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشنبینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشنبینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشنبنی سری زمانی مجموعه‌ی تست را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشنبینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشنبینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشنبینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دققت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

> Training Set :

MSE cost: 8.790244435037838e-05 MAE cost: 0.007064774060381366

RMAE cost: 0.220705369301214 PI cost: -2674.7767738705434

> Validation Set :

MSE cost: 5.393506704196909e-05 MAE cost: 0.0061115436761569565

RMAE cost: -0.12432057348526064 PI cost: -3100.456065775173

> Test Set :

MSE cost: 0.00022246773653120867 MAE cost: 0.00975917756255683

RMAE cost: -4.3438095581257175 PI cost: -6922.527641516142

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

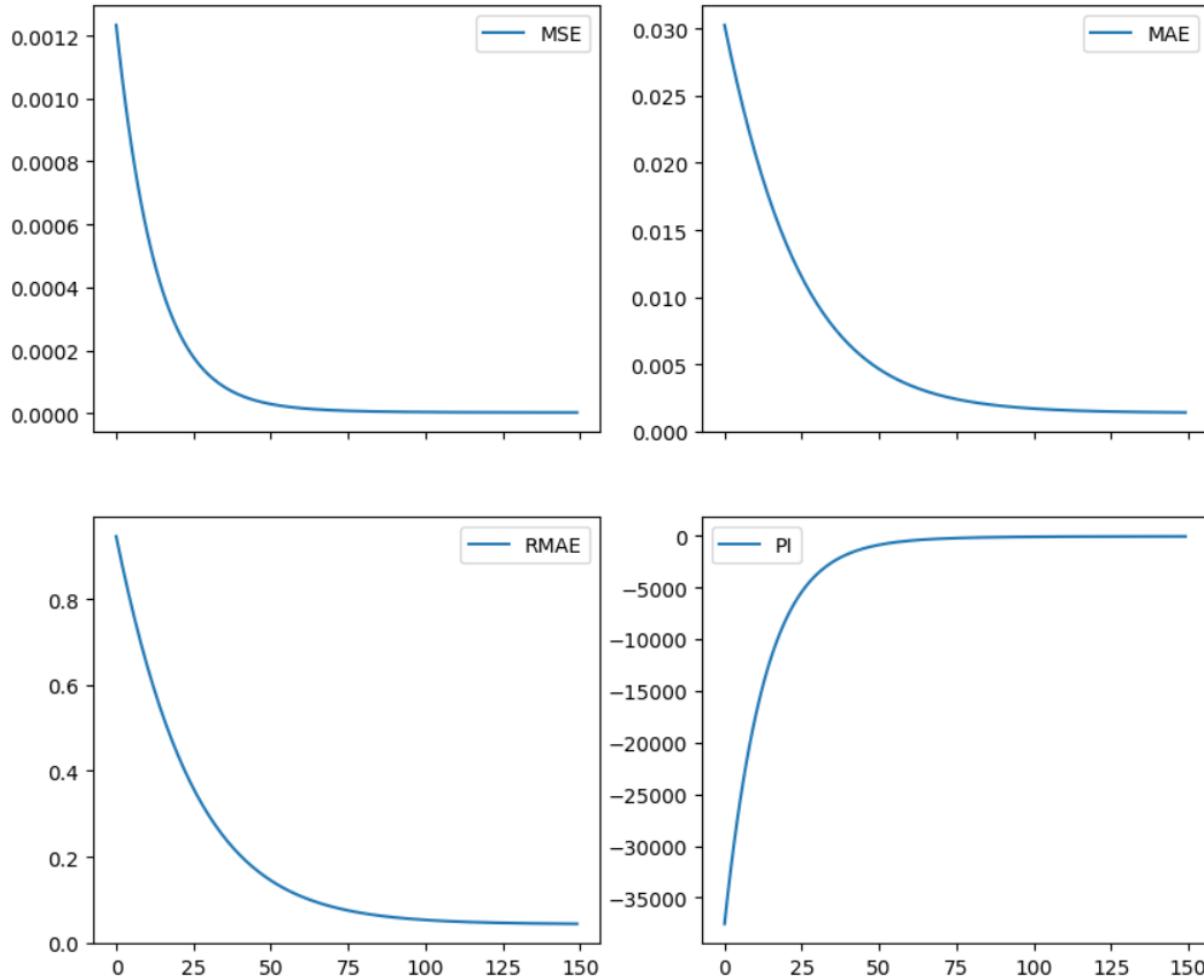
این شبکه در دو فایل

7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB
8-MLP-output.json	7/16/2018 3:02 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
extra-5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
extra-6-MLP-output.json	7/16/2018 2:42 PM	JSON File	1 KB
extra-7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB
extra-8-MLP-output.json	7/16/2018 3:02 PM	JSON File	1 KB
jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB
load_jordan.py	7/16/2018 10:08 A	Python File	3 KB

ذخیره شده است.

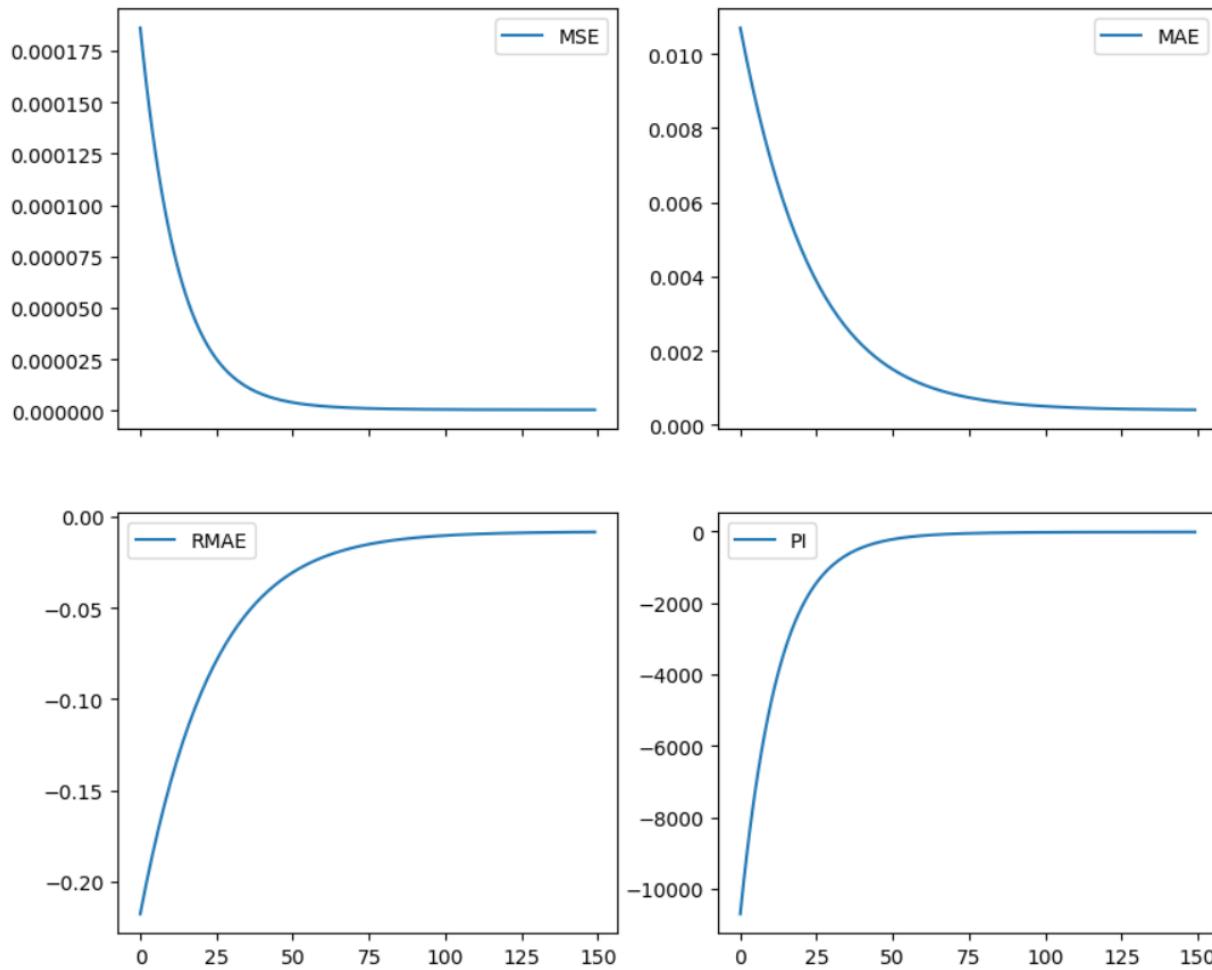
شبکه‌ی نه:

Costs During Training - Training Set

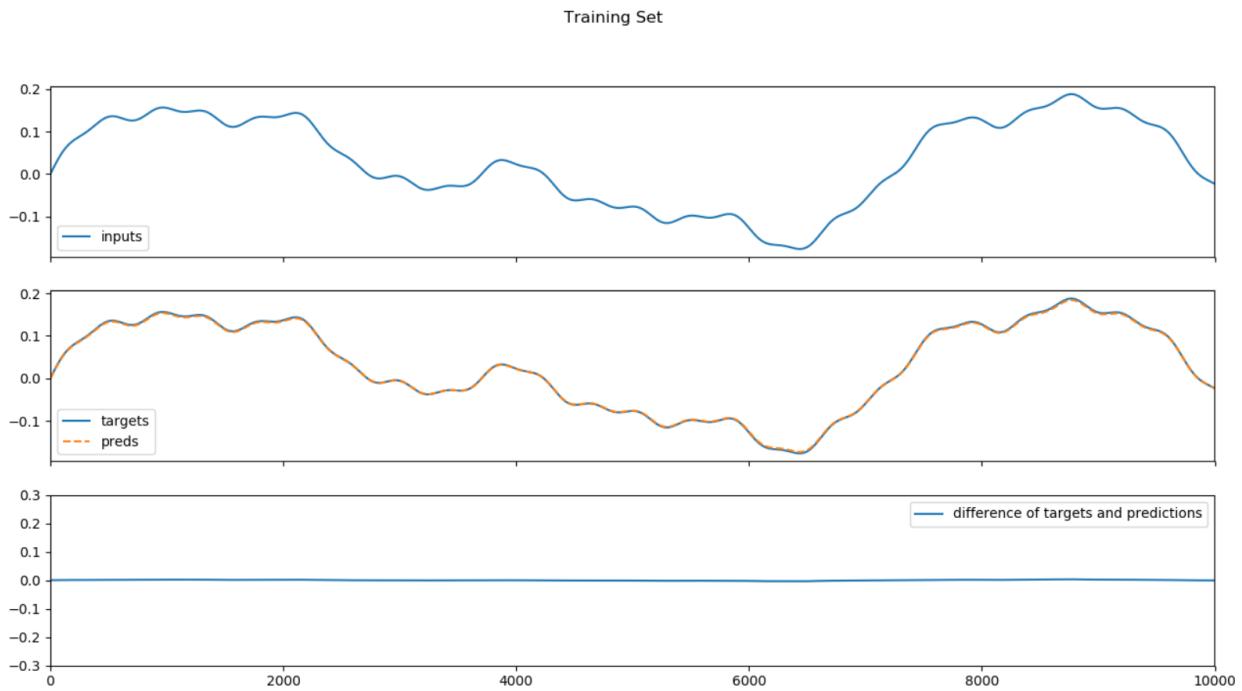


در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MSE و MAE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

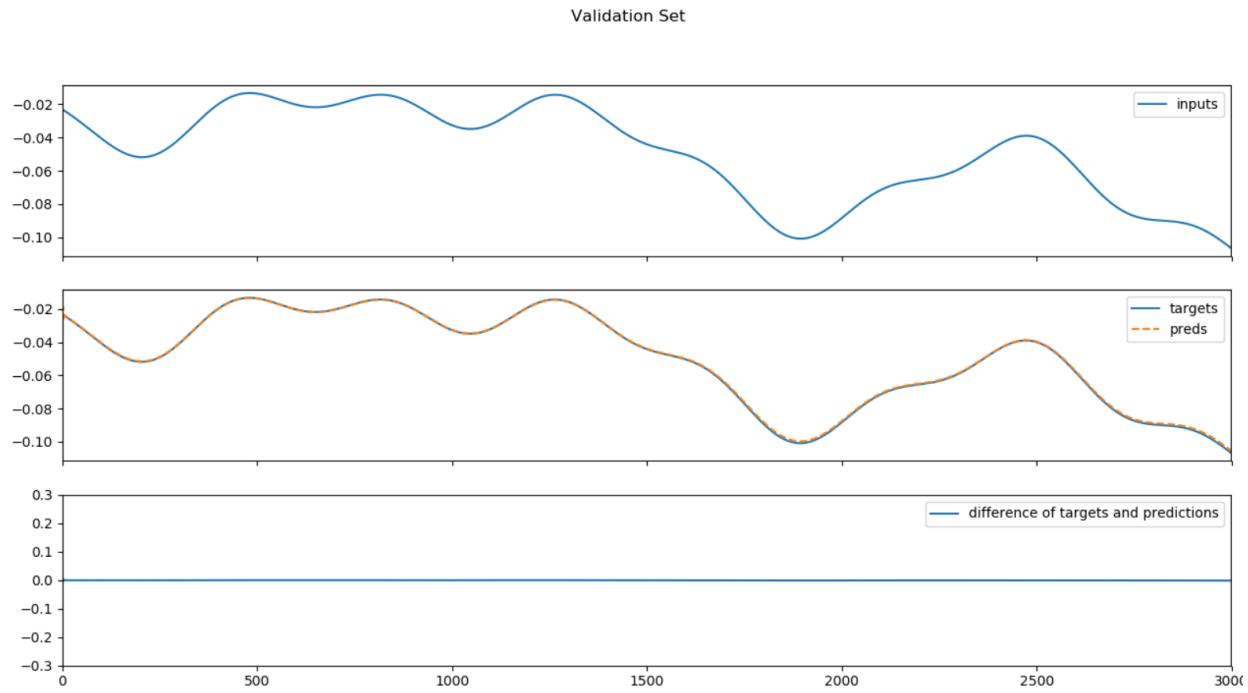
Costs During Training - Validation Set



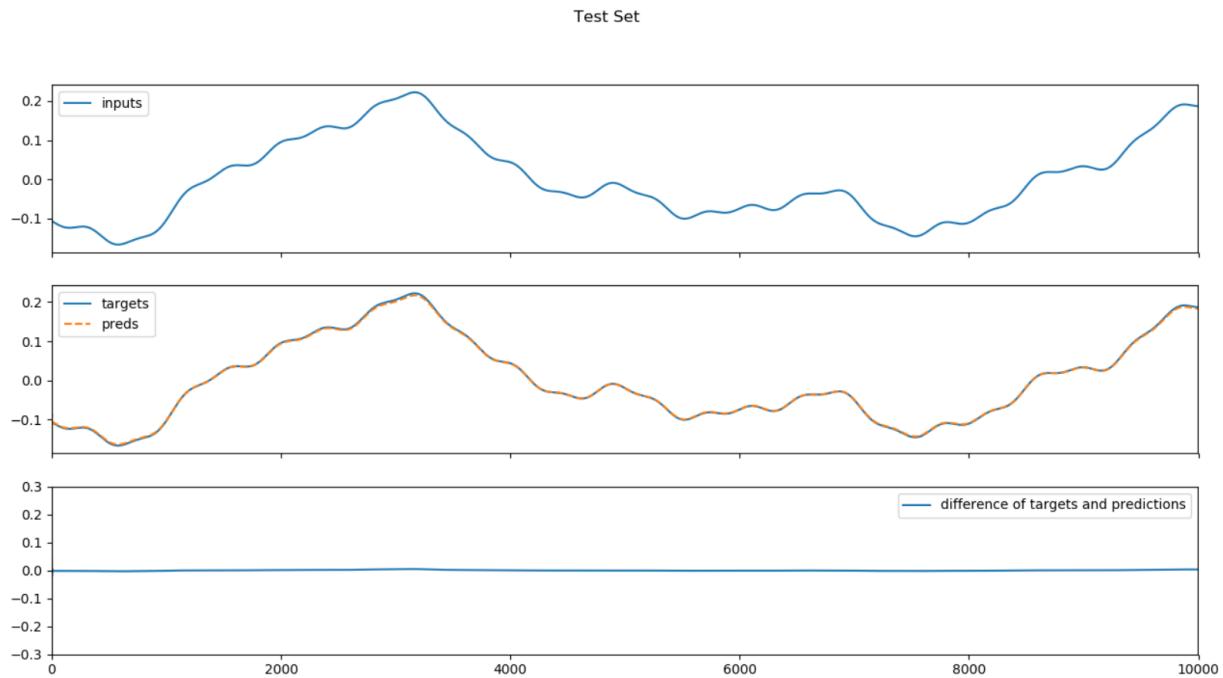
در شکل بالا، معیارهای مجموعه ارزیابی در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MSE و MAE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهندهی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهندهی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

```
> Training Set :
MSE cost: 2.9031860920628146e-06      MAE cost: 0.0014179252614407432
RMAE cost: 0.04429635198424259    PI cost: -87.37385550282744
> Validation Set :
MSE cost: 3.4128474784800265e-07      MAE cost: 0.0004127341276121756
RMAE cost: -0.008395807370544699    PI cost: -18.6250734340627
> Test Set :
MSE cost: 3.2859491880145015e-06      MAE cost: 0.0013147363417293197
RMAE cost: -0.5851890951887578    PI cost: -101.2636378045965
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

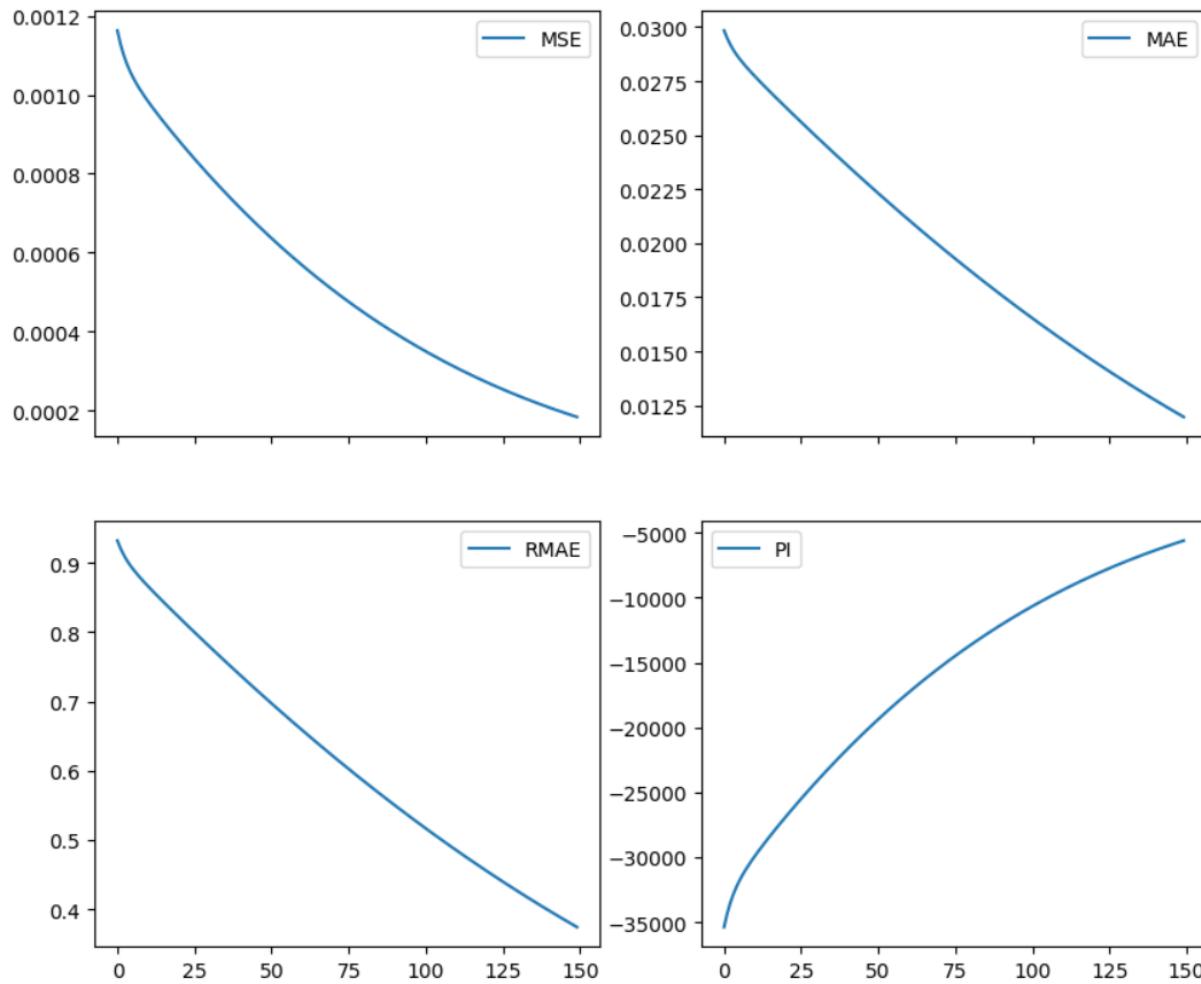
این شبکه در دو فایل

 8-MLP-output.json	7/16/2018 3:02 PM	JSON File	1 KB
 9-MLP-output.json	7/16/2018 3:27 PM	JSON File	1 KB
 activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
 errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
 extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
 extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
 extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
 extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
 extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
 extra-5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
 extra-6-MLP-output.json	7/16/2018 2:42 PM	JSON File	1 KB
 extra-7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB
 extra-8-MLP-output.json	7/16/2018 3:02 PM	JSON File	1 KB
 extra-9-MLP-output.json	7/16/2018 3:27 PM	JSON File	1 KB
 extra-MLP-output.json	7/16/2018 3:44 PM	JSON File	1 KB

ذخیره شده است.

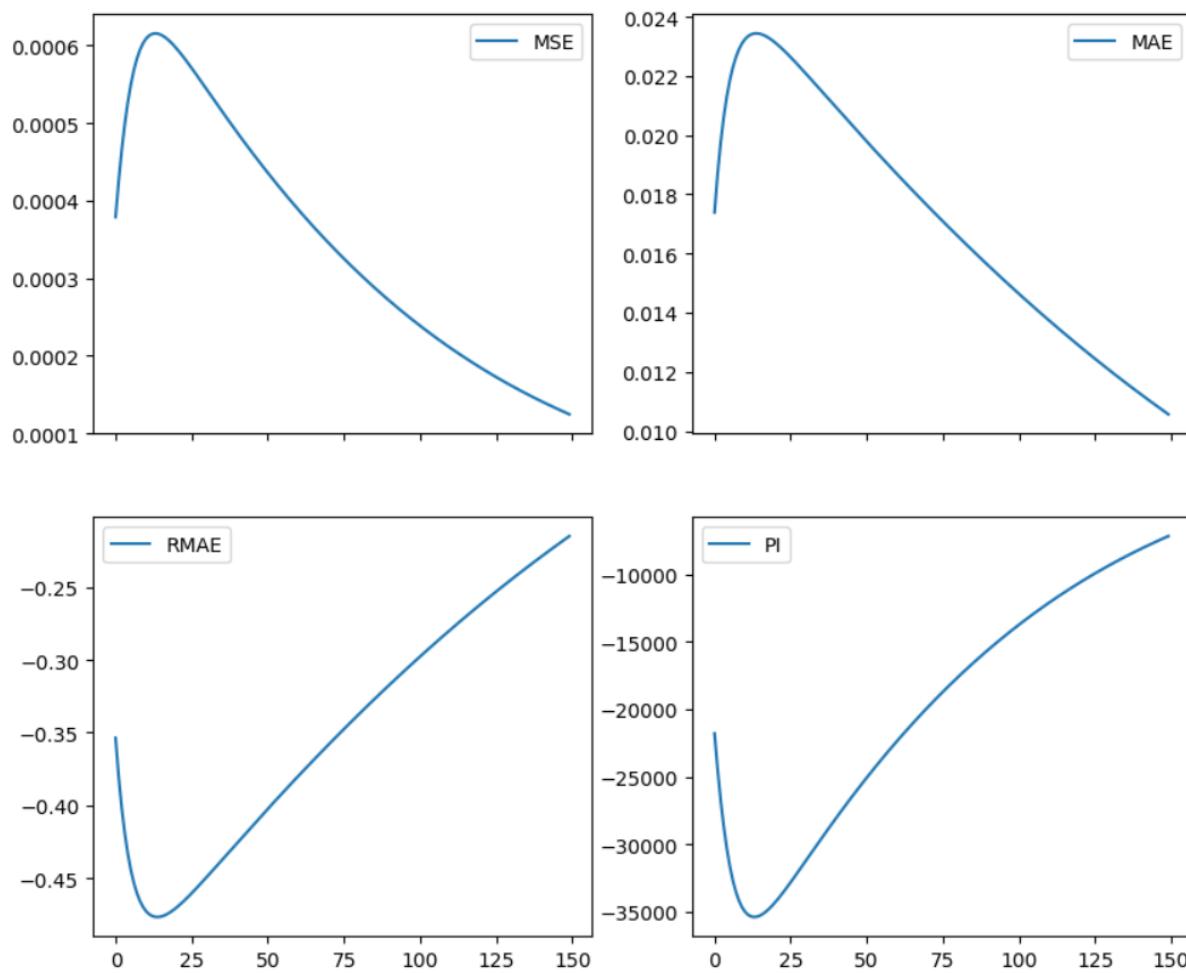
شبکه‌ی ۵:

Costs During Training - Training Set

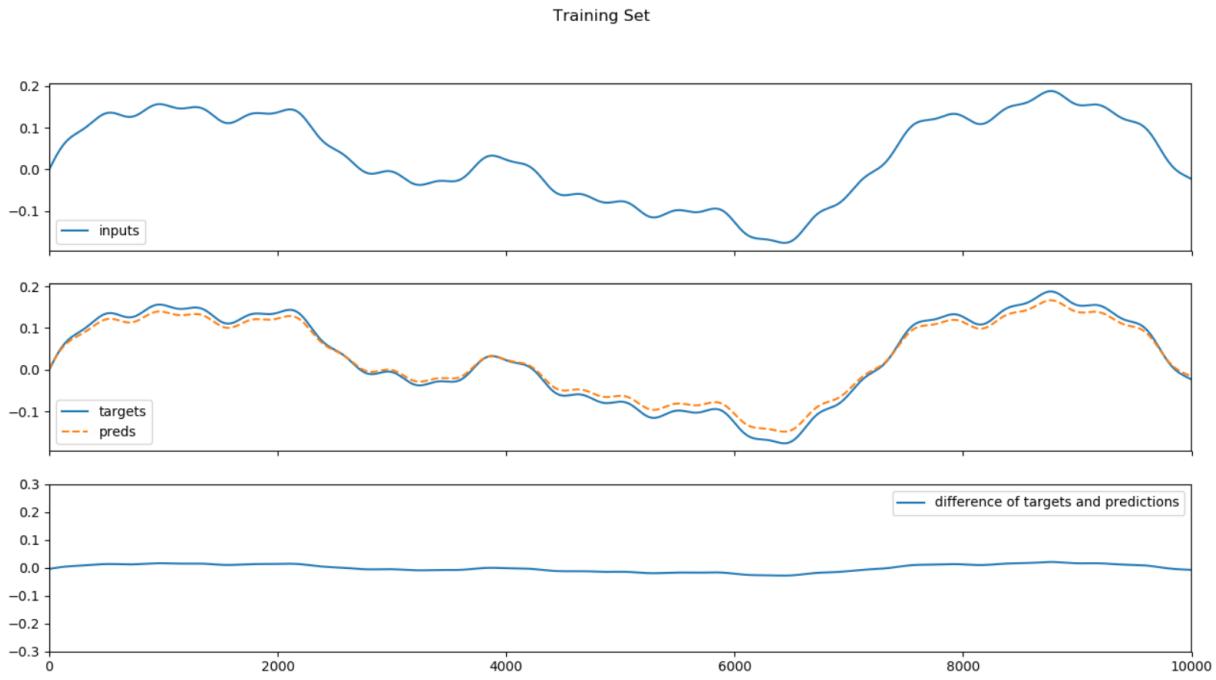


در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MSE و MAE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقات کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

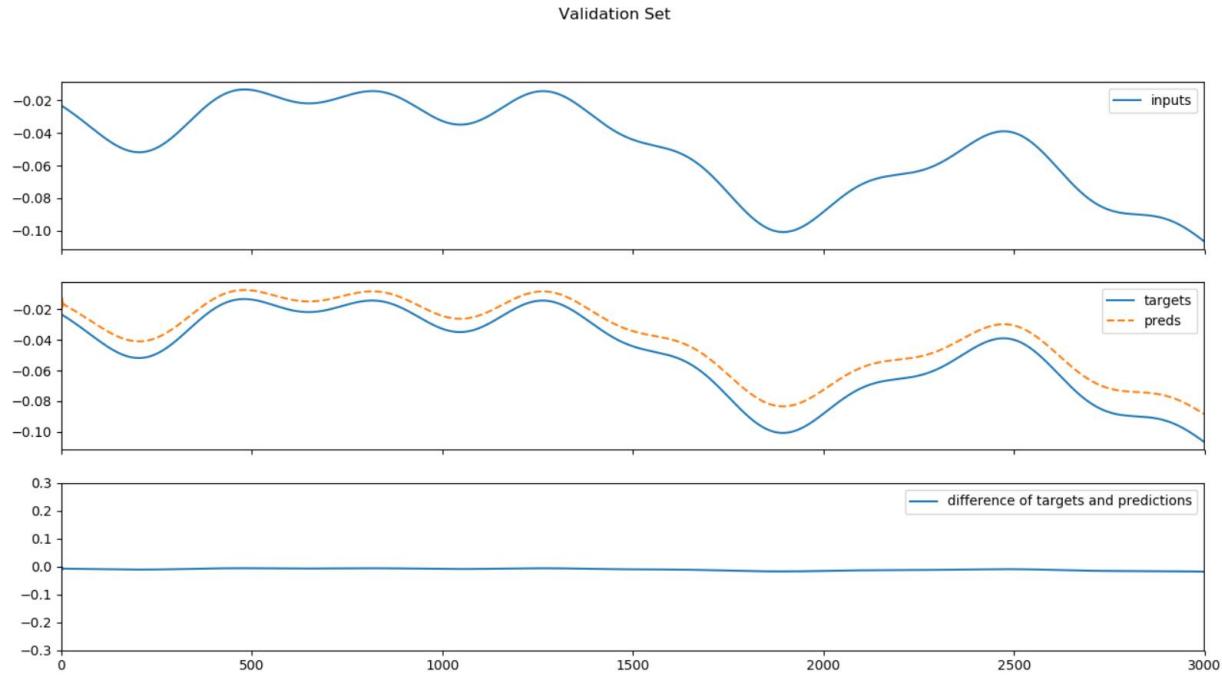
Costs During Training - Validation Set



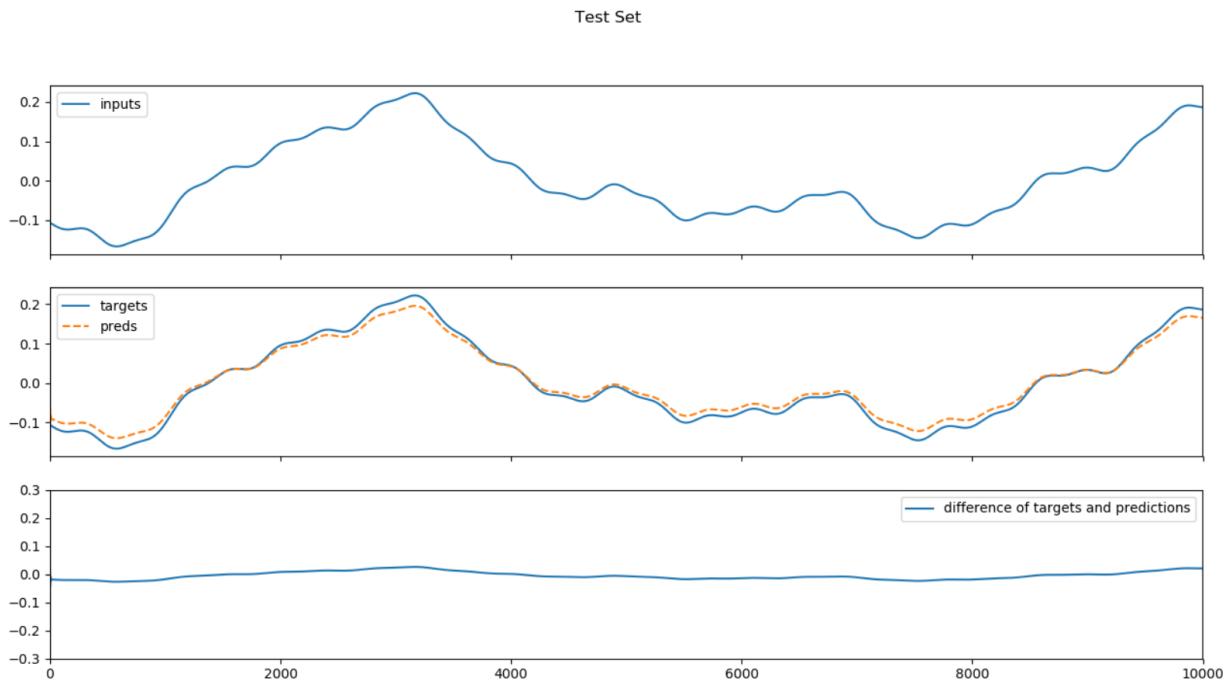
در شکل بالا، معیارهای مجموعه ارزیابی برای MSE , MAE , $RMAE$ و PI در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهندهی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار $RMAE$ از آنجایی که میانگین $target$ ‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهندهی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا زوم کنیم ناهمواری‌های مختصری دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

```
> Training Set :
MSE cost: 0.00018389279747834118      MAE cost: 0.011968156262393512
RMAE cost: 0.3738882977955574      PI cost: -5596.75191703764
> Validation Set :
MSE cost: 0.00012453305380332117      MAE cost: 0.010566320086218077
RMAE cost: -0.2149393086843619      PI cost: -7160.088625462764
> Test Set :
MSE cost: 0.00021033050016712568      MAE cost: 0.012491785910326436
RMAE cost: -5.560093428725353      PI cost: -6544.798750268332
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

این شبکه در دو فایل

 8-MLP-output.json	7/16/2018 3:02 PM	JSON File	1 KB
 9-MLP-output.json	7/16/2018 3:27 PM	JSON File	1 KB
 10-MLP-output.json	7/16/2018 3:44 PM	JSON File	1 KB
 activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
 errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
 extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
 extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
 extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
 extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
 extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
 extra-5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
 extra-6-MLP-output.json	7/16/2018 2:42 PM	JSON File	1 KB
 extra-7-MLP-output.json	7/16/2018 2:51 PM	JSON File	1 KB
 extra-8-MLP-output.json	7/16/2018 3:02 PM	JSON File	1 KB
 extra-9-MLP-output.json	7/16/2018 3:27 PM	JSON File	1 KB
 extra-10-MLP-output.json	7/16/2018 3:44 PM	JSON File	1 KB
 jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB
 load_jordan.py	7/16/2018 10:08 A	Python File	3 KB

ذخیره شده است.

نتیجه‌گیری

<pre>===== Different Costs After Training ===== > Training Set : MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468 RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827 > Validation Set : MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632 RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889 > Test Set : MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034 RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598</pre>	شبکه‌ی دو، ضریب سیگنال بازگشته = ۱
<pre>> Training Set : MSE cost: 8.84466768465896e-07 MAE cost: 0.000748544597754715 RMAE cost: 0.023384726882117013 PI cost: -25.9234337430708 > Validation Set : MSE cost: 1.2536599373712272e-06 MAE cost: 0.001080569523976899 RMAE cost: -0.021980866051173605 PI cost: -71.0898560143398 > Test Set : MSE cost: 2.449405632400144e-06 MAE cost: 0.001094790411237501 RMAE cost: -0.48729116997763916 PI cost: -75.22915513786745</pre>	شبکه‌ی شش، ضریب سیگنال بازگشته = ۰,۱
<pre>===== Different Costs After Training ===== > Training Set : MSE cost: 8.894698522638895e-07 MAE cost: 0.0007504575849824437 RMAE cost: 0.02344448909800047 PI cost: -26.07572911464247 > Validation Set : MSE cost: 1.25649202005235e-06 MAE cost: 0.0010817276130145818 RMAE cost: -0.022004423813490416 PI cost: -71.25271073005398 > Test Set : MSE cost: 2.463793733120266e-06 MAE cost: 0.0010970647589992988 RMAE cost: -0.48830348207903 PI cost: -75.67693428372444</pre>	شبکه‌ی هفت، ضریب سیگنال بازگشته = ۰,۰۰۱
<pre>===== Different Costs After Training ===== > Training Set : MSE cost: 8.790244435037838e-05 MAE cost: 0.007064774060381366 RMAE cost: 0.220705369301214 PI cost: -2674.7767738705434 > Validation Set : MSE cost: 5.393506704196909e-05 MAE cost: 0.0061115436761569565 RMAE cost: -0.12432057348526064 PI cost: -3100.456065775173 > Test Set : MSE cost: 0.00022246773653120867 MAE cost: 0.00975917756255683 RMAE cost: -4.3438095581257175 PI cost: -6922.527641516142</pre>	شبکه‌ی هشت، ضریب سیگنال بازگشته = ۱۰

همین طور که در جدول بالا دیده می‌شود شبکه‌های یکسانی را با ضریب سیگنال بازگشته متفاوت تست کرده‌ایم.

ضریب سیگنال بازگشتی میزان تاثیر خروجی مرحله‌ی قبل را نشان می‌دهد.

بهترین عملکرد را ضریب سیگنال بازگشتی ۱ داشته است، با کم کردن ضریب سیگنال بازگشتی و استفاده از ۰,۰۰۱ و ۰,۰۰۰۱ نتیجه بدتر شده است. با افزایش ضریب سیگنال بازگشتی و استفاده از ۰,۰۱ نتایج نسبت به حالت ۱ (مقدارهای مختلف MSE, MAE و ...) بدتر شده اند.

نتیجه می‌گیریم یک مقدار مناسب برای ضریب سیگنال بازگشتی وجود دارد و با زیاد کردن و یا کم کردن آن (دور شدن از آن در جهت مثبت و منفی) نتایج بدتر می‌شود.

<pre>===== Different Costs After Training ===== > Training Set : MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468 RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827 > Validation Set : MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632 RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889 > Test Set : MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034 RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598</pre>	شبکه‌ی دو، ضریب یادگیری = ۰,۰۰۱
<pre>===== Different Costs After Training ===== > Training Set : MSE cost: 2.9031860920628146e-06 MAE cost: 0.0014179252614407432 RMAE cost: 0.04429635198424259 PI cost: -87.37385550282744 > Validation Set : MSE cost: 3.4128474784800265e-07 MAE cost: 0.0004127341276121756 RMAE cost: -0.008395807370544699 PI cost: -18.6250734340627 > Test Set : MSE cost: 3.2859491880145015e-06 MAE cost: 0.0013147363417293197 RMAE cost: -0.5851890951887578 PI cost: -101.2636378045965</pre>	شبکه‌ی نه، ضریب یادگیری = ۰,۰۱
<pre>===== Different Costs After Training ===== > Training Set : MSE cost: 0.00018389279747834118 MAE cost: 0.011968156262393512 RMAE cost: 0.3738882977955574 PI cost: -5596.75191703764 > Validation Set : MSE cost: 0.00012453305380332117 MAE cost: 0.010566320086218077 RMAE cost: -0.2149393086843619 PI cost: -7160.088625462764 > Test Set : MSE cost: 0.00021033050016712568 MAE cost: 0.012491785910326436 RMAE cost: -5.560093428725353 PI cost: -6544.798750268332</pre>	شبکه‌ی ۵، ضریب یادگیری = ۰,۰۰۰۰۱

همین طور که در جدول بالا مشاهده می‌کنید ۳ شبکه‌ی دو، نه و ده فقط در ضریب یادگیری باهم تفاوت دارند. بهترین نتیجه توسط ضریب یادگیری ۱،۰۰۰ به دست آمده است، با افزایش ضریب یادگیری به ۱،۰۰۰ و کاهش آن به ۱،۰۰۰۰،۰ تمام معیارهای ارزیابی به شدت بدتر شده‌اند.

نتیجه می‌گیریم که یک ضریب یادگیری مناسب وجود دارد که با افزایش و یا کاهش آن (دور شدن از آن در جهت مثبت و منفی) عملکرد شبکه افت می‌کند.

بررسی تابع فعال سازی خطی و غیر خطی در پیشビینی یک گام و دو گام

شرایط آزمایش

می‌دهیم.

شبکه‌ی دو:

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
.	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود
tanh	تابع فعال‌سازی

شبکه‌ی یازده:

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر

۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۰۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰	داده‌های آموزش
۱۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	داده‌های ارزیابی
۲۳۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های تست
۱ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود
خطی	تابع فعالسازی

شبکه‌ی ۵:

۱	تعداد فیچرهای هر Observation
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	ضریب feedback
۰,۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
۰	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰	داده‌های آموزش
۱۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	داده‌های ارزیابی
۲۳۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های تست
۲ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود
tanh، غیرخطی،	تابع فعالسازی

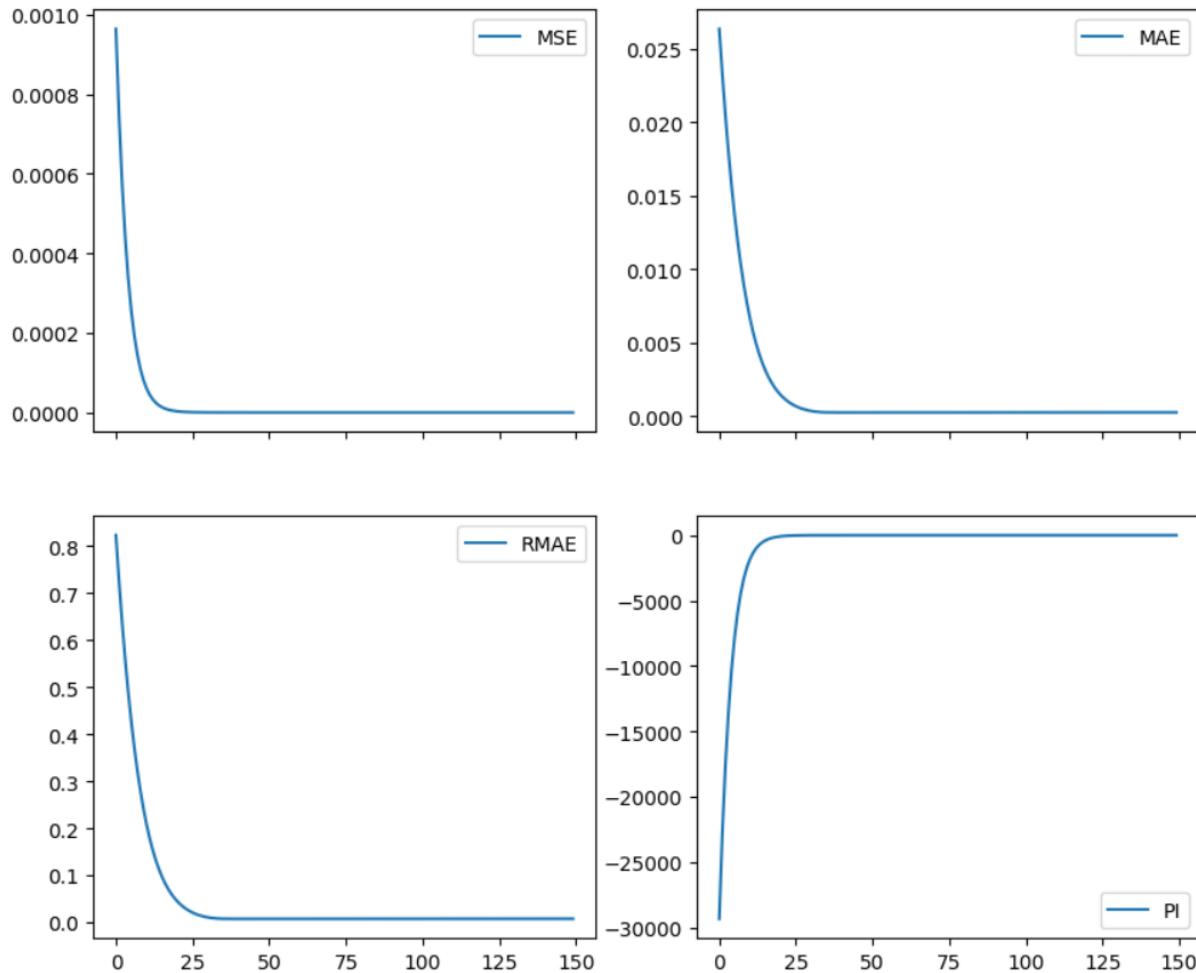
شبکه دوازده:

	Observation
۱	تعداد فیچرهای هر
۲	تعداد نرون‌های لایه‌ی نهان
۱	تعداد نرون‌های لایه‌ی خروجی
۱	feedback
۰,۰۰۰۰۱	ضریب یادگیری
۱۵۰	حداکثر تعداد ایپاک
.	ستون استفاده شده از دیتاست
۱۰۰۰۰ داده‌ی اول	داده‌های آموزش
داده‌های ۱۰۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰	داده‌های ارزیابی
داده‌های ۱۳۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰	داده‌های تست
۲ قدم بعد	تعداد گام‌های بعدی که پیش‌بینی می‌شود
خطی	تابع فعالسازی

نتیجه انجام آزمایش

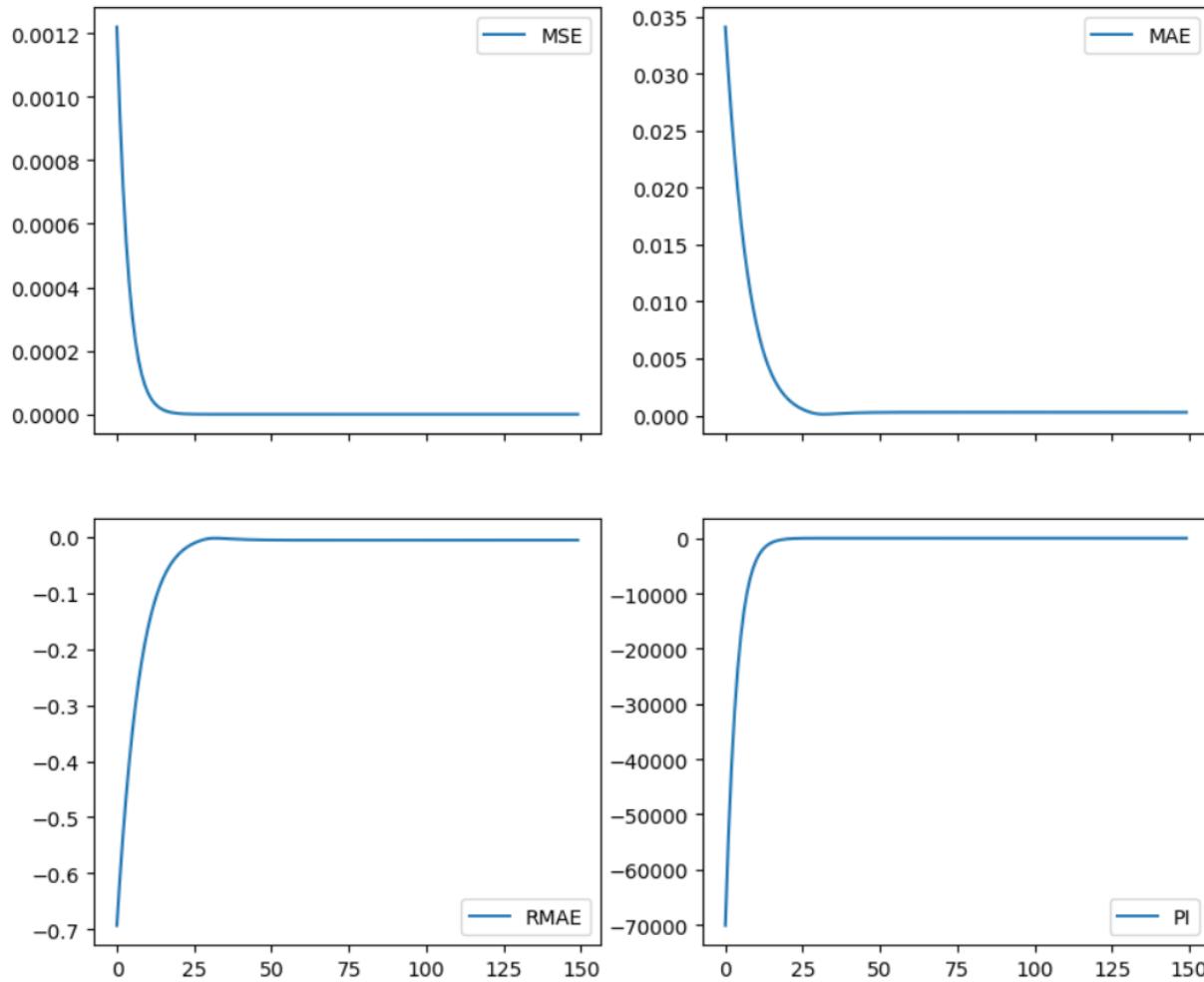
شبکه‌ی دو:

Costs During Training - Training Set

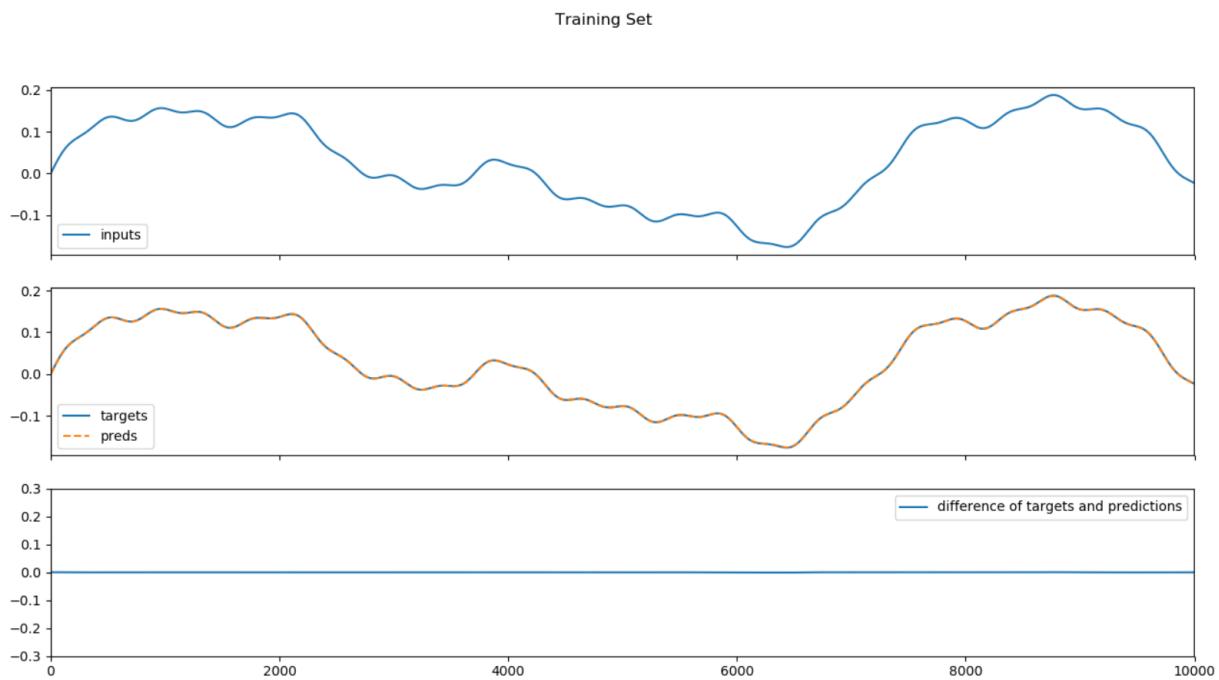


در شکل بالا، معیارهای **MSE, MAE, RMAE** و **PI** برای **مجموعه‌ی آموزشی** در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار **MAE** و **MSE** هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین **PI** هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار **PI** به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار **RMAE** از آنجایی که میانگین **target**ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

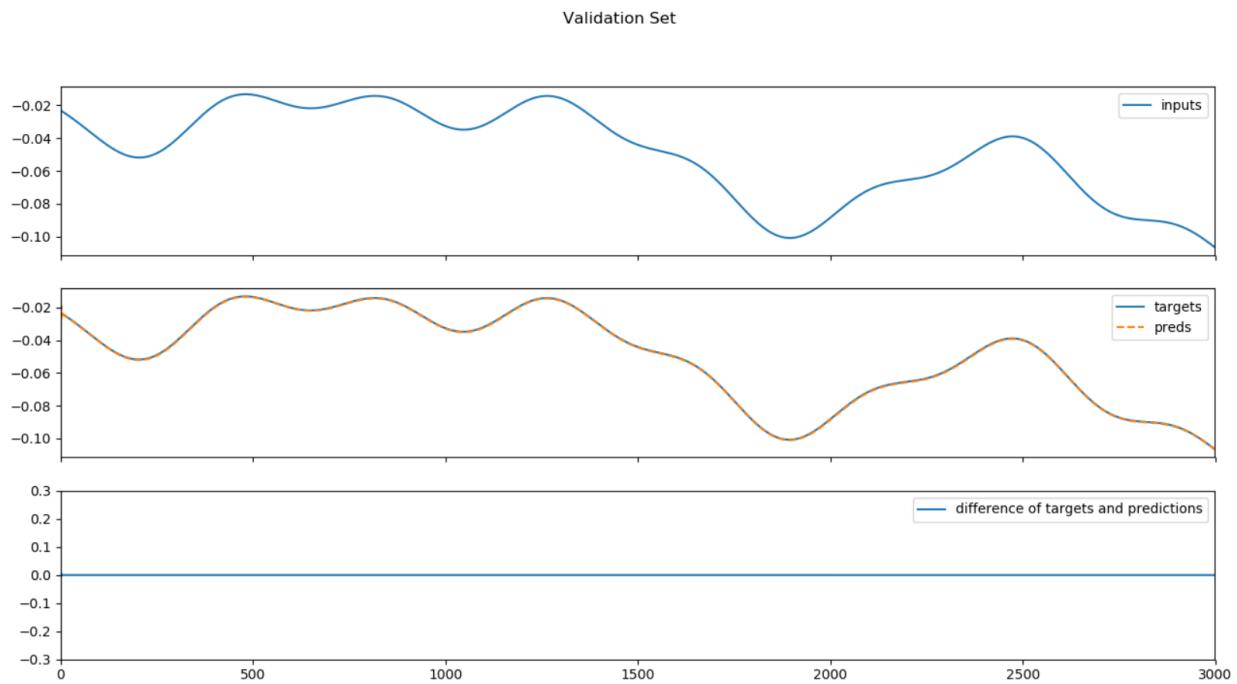
Costs During Training - Validation Set



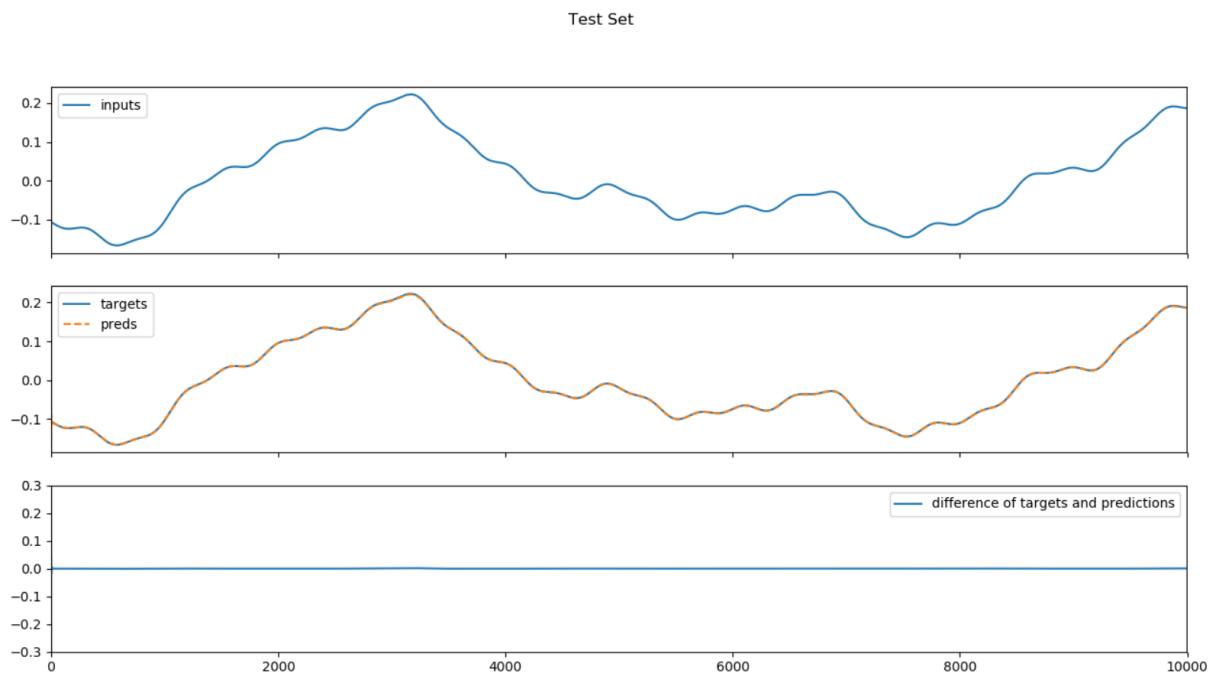
در شکل بالا، معیارهای مجموعه ارزیابی برای MSE, MAE, RMAE و PI در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهندهی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهندهی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

> Training Set :

MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468

RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827

> Validation Set :

MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632

RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889

> Test Set :

MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034

RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

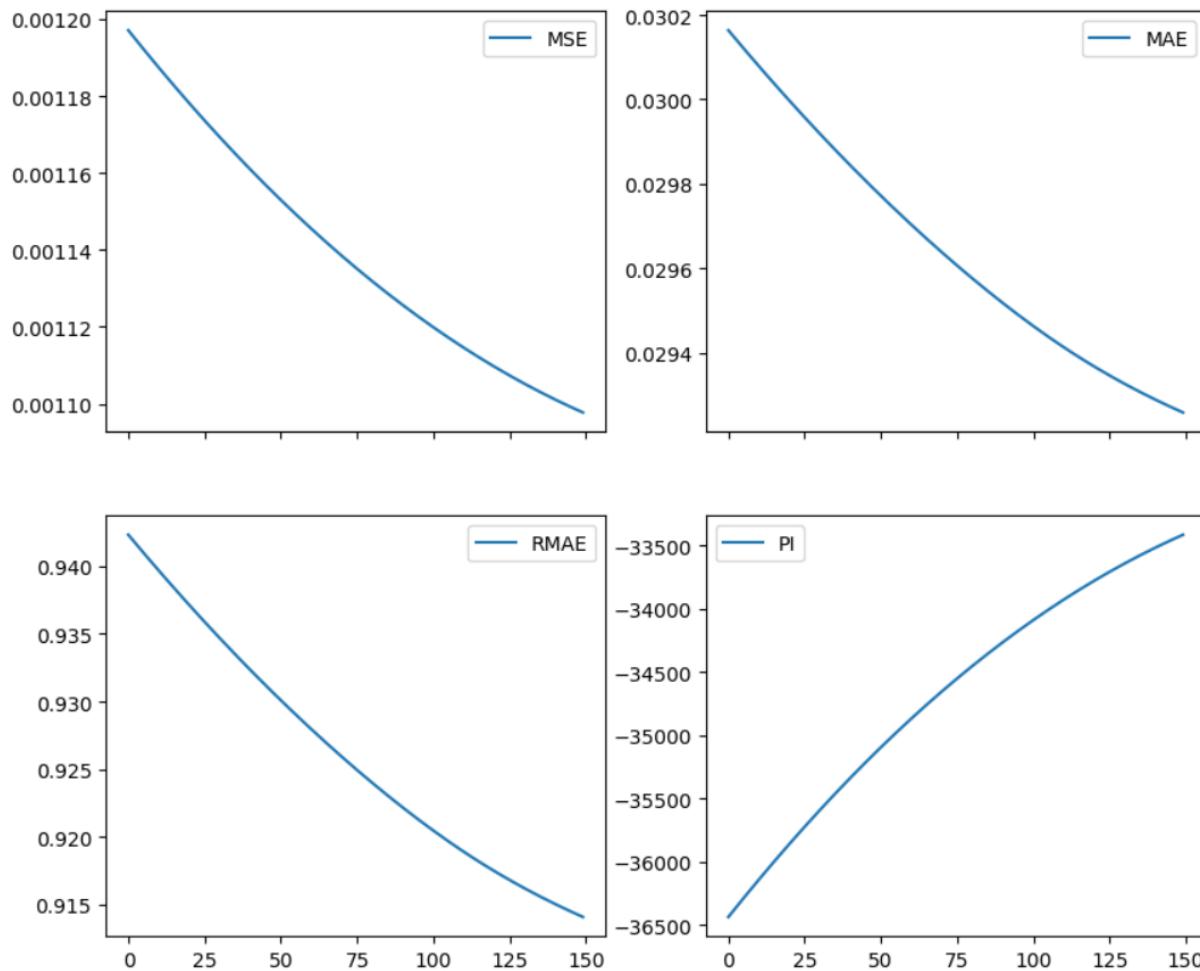
این شبکه در دو فایل

1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB

ذخیره شده است.

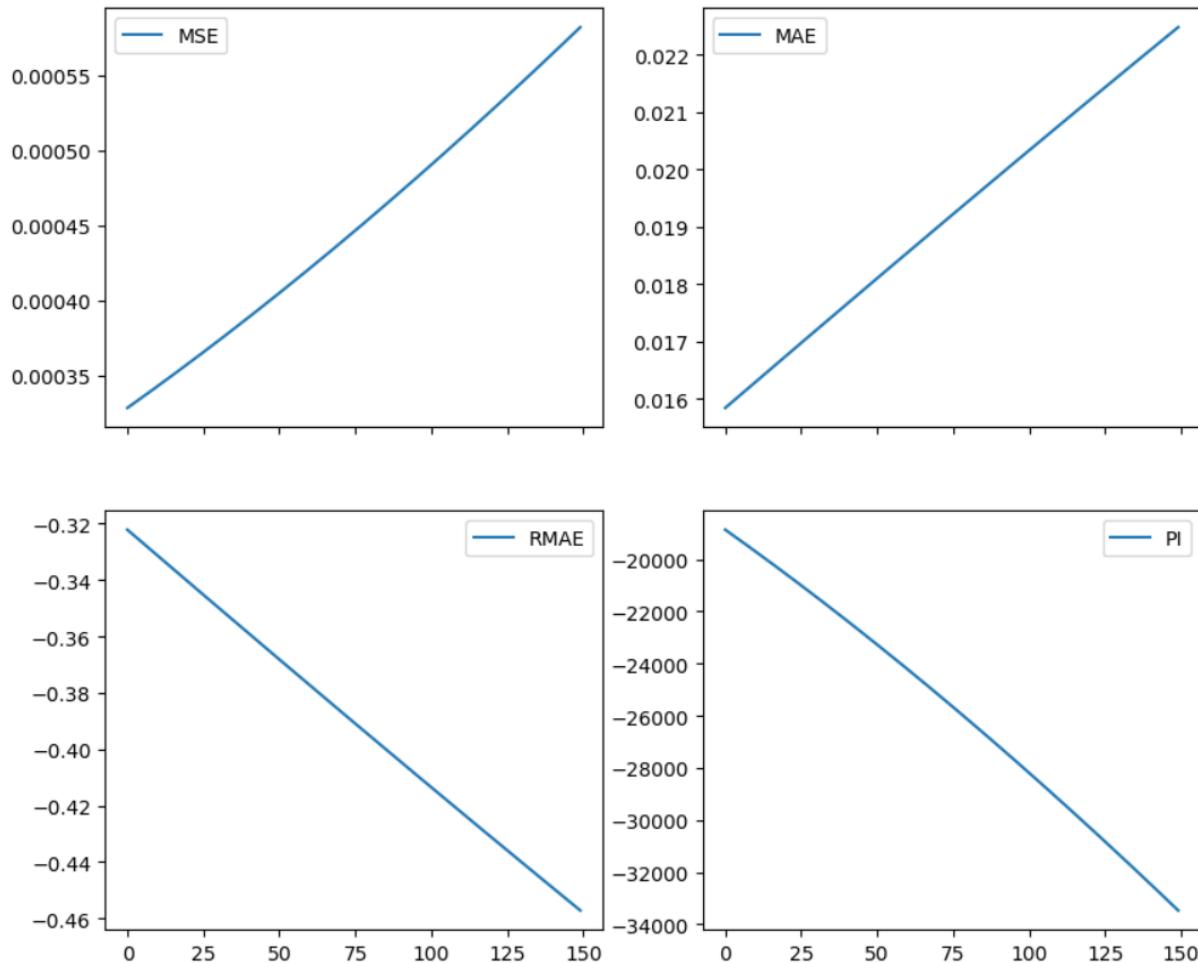
شبکه‌ی یازده:

Costs During Training - Training Set

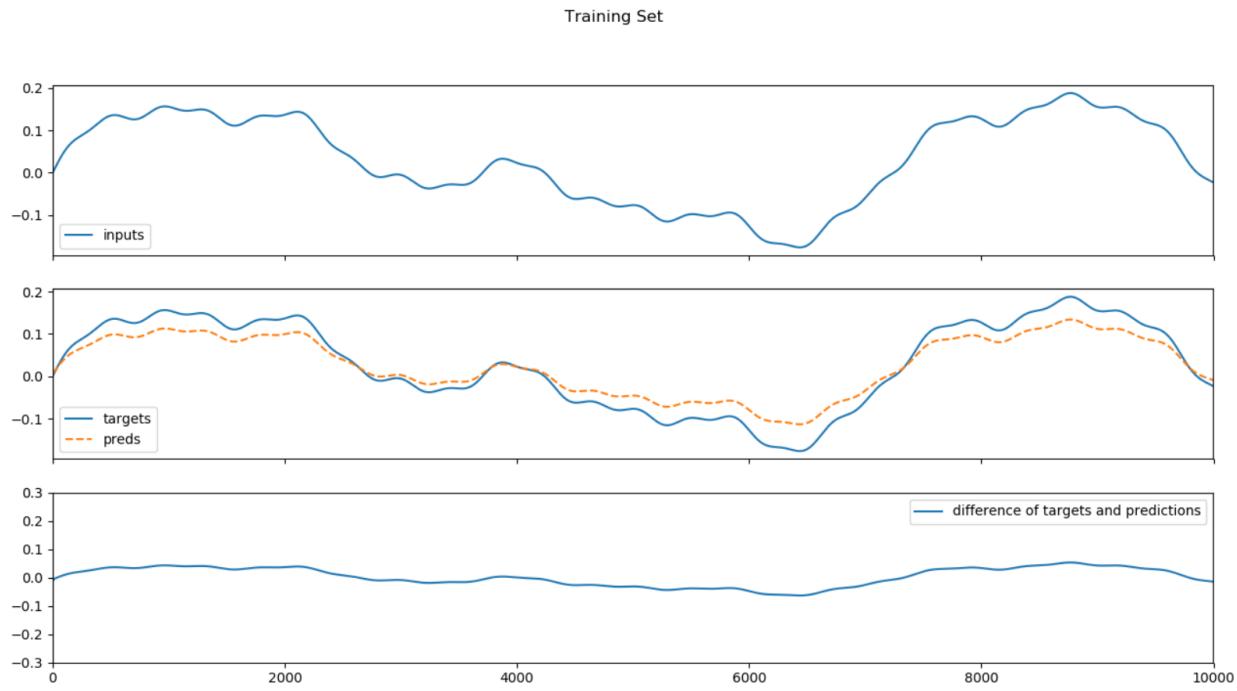


در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین targetها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

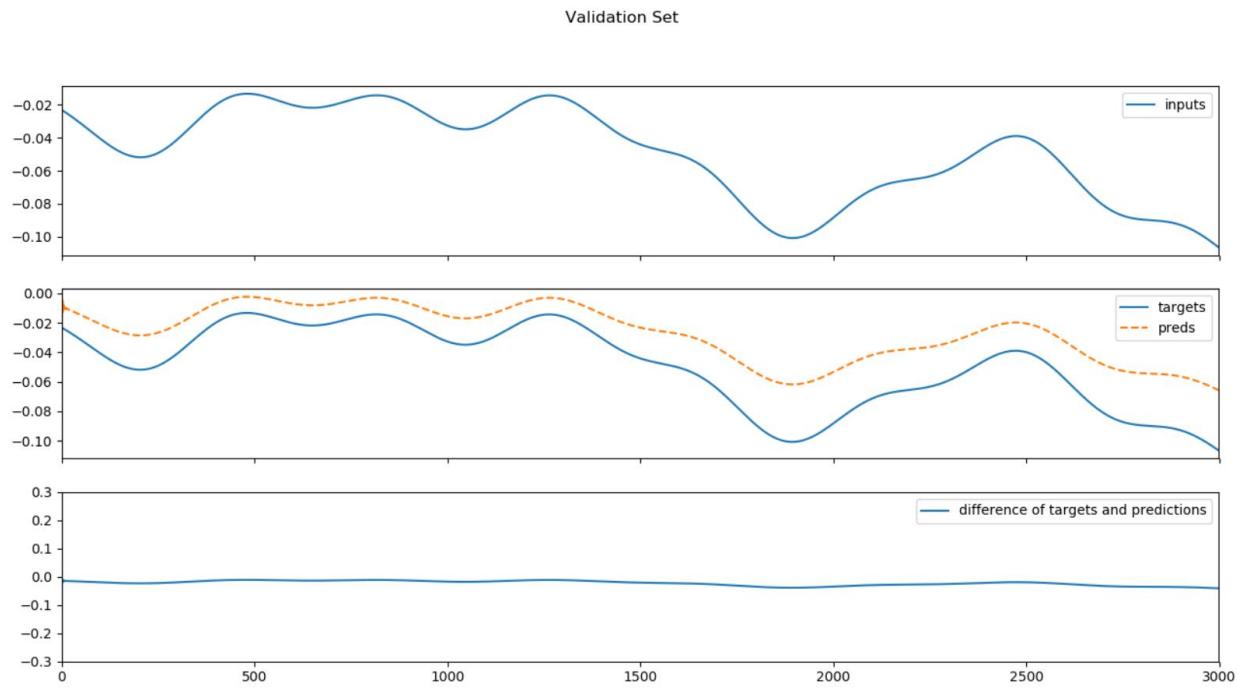
Costs During Training - Validation Set



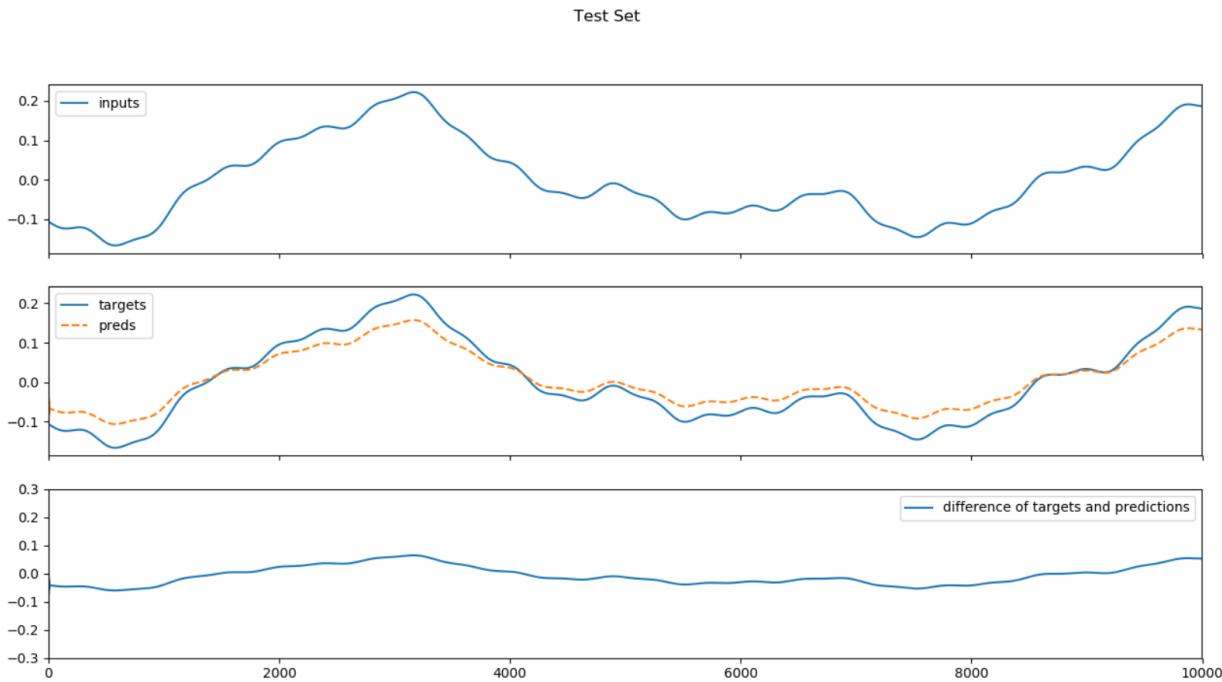
در شکل بالا، معیارهای MSE، MAE، RMAE و PI برای مجموعه ارزیابی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیرشکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیرشکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی مجموعه‌ی ارزیابی را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.

=====

Different Costs After Training

=====

> Training Set :

MSE cost: 0.0010977076421877768 MAE cost: 0.029259454982746996
RMAE cost: 0.9140729430731187 PI cost: -33413.54990442034

> Validation Set :

MSE cost: 0.0005819795486270195 MAE cost: 0.02247620026806181
RMAE cost: -0.45720921835121175 PI cost: -33464.87109721834

> Test Set :

MSE cost: 0.001167981457614892 MAE cost: 0.02939163808359385
RMAE cost: -13.082216981718469 PI cost: -36348.324322992805

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

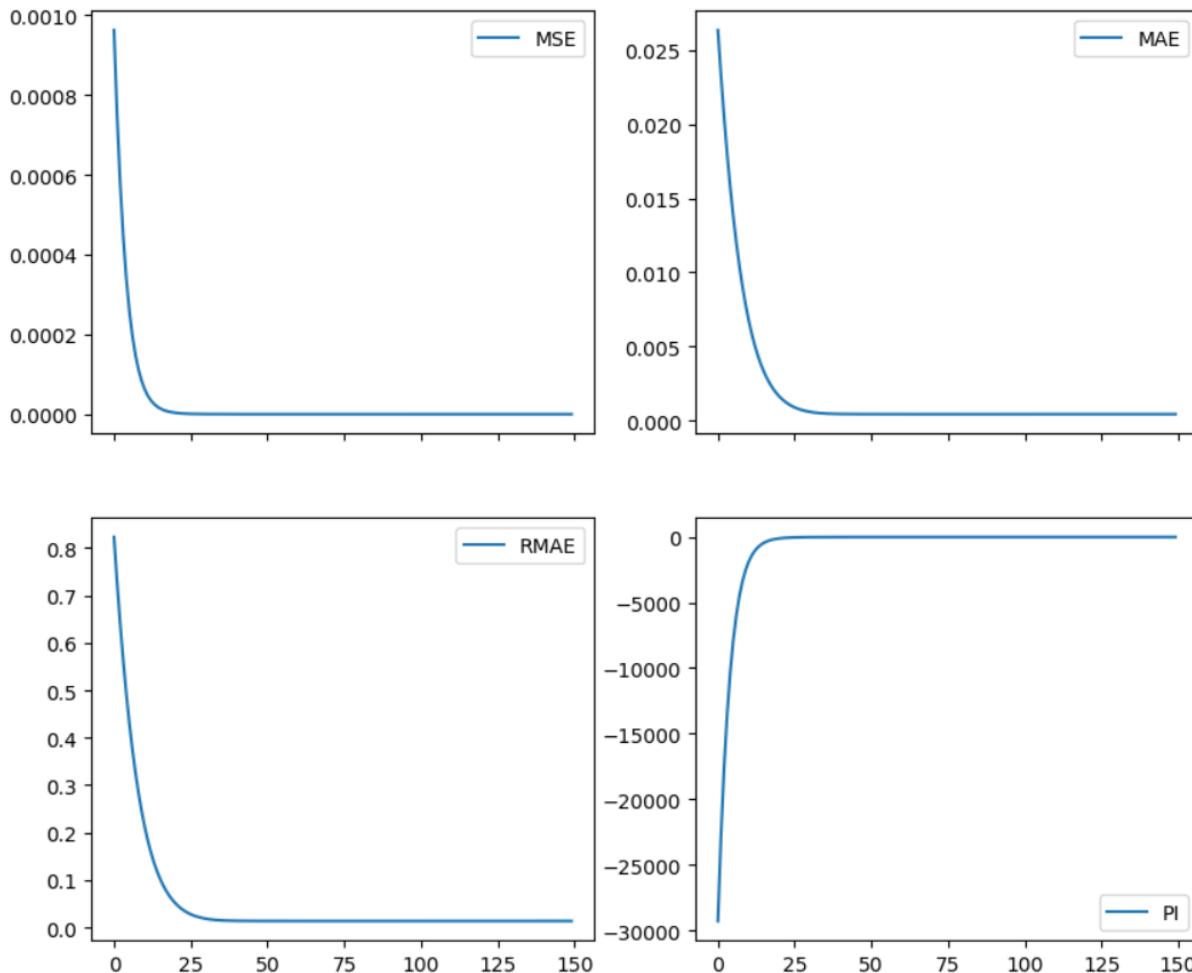
این شبکه در دو فایل

10-MLP-output.json	7/17/2018 3:36 AM	JSON File	1 KB
11-MLP-output.json	7/17/2018 3:52 AM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/17/2018 3:46 AM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/17/2018 12:21 A	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/17/2018 12:28 A	JSON File	1 KB
extra-4-MLP-output.json	7/17/2018 12:39 A	JSON File	1 KB
extra-5-MLP-output.json	7/17/2018 12:52 A	JSON File	1 KB
extra-6-MLP-output.json	7/17/2018 3:03 AM	JSON File	1 KB
extra-7-MLP-output.json	7/17/2018 3:12 AM	JSON File	1 KB
extra-8-MLP-output.json	7/17/2018 3:20 AM	JSON File	1 KB
extra-9-MLP-output.json	7/17/2018 3:31 AM	JSON File	1 KB
extra-10-MLP-output.json	7/17/2018 3:36 AM	JSON File	1 KB
extra-11-MLP-output.json	7/17/2018 3:52 AM	JSON File	1 KB
jordan.py	7/16/2018 11:23 A	Python File	14 KB

ذخیره شده است.

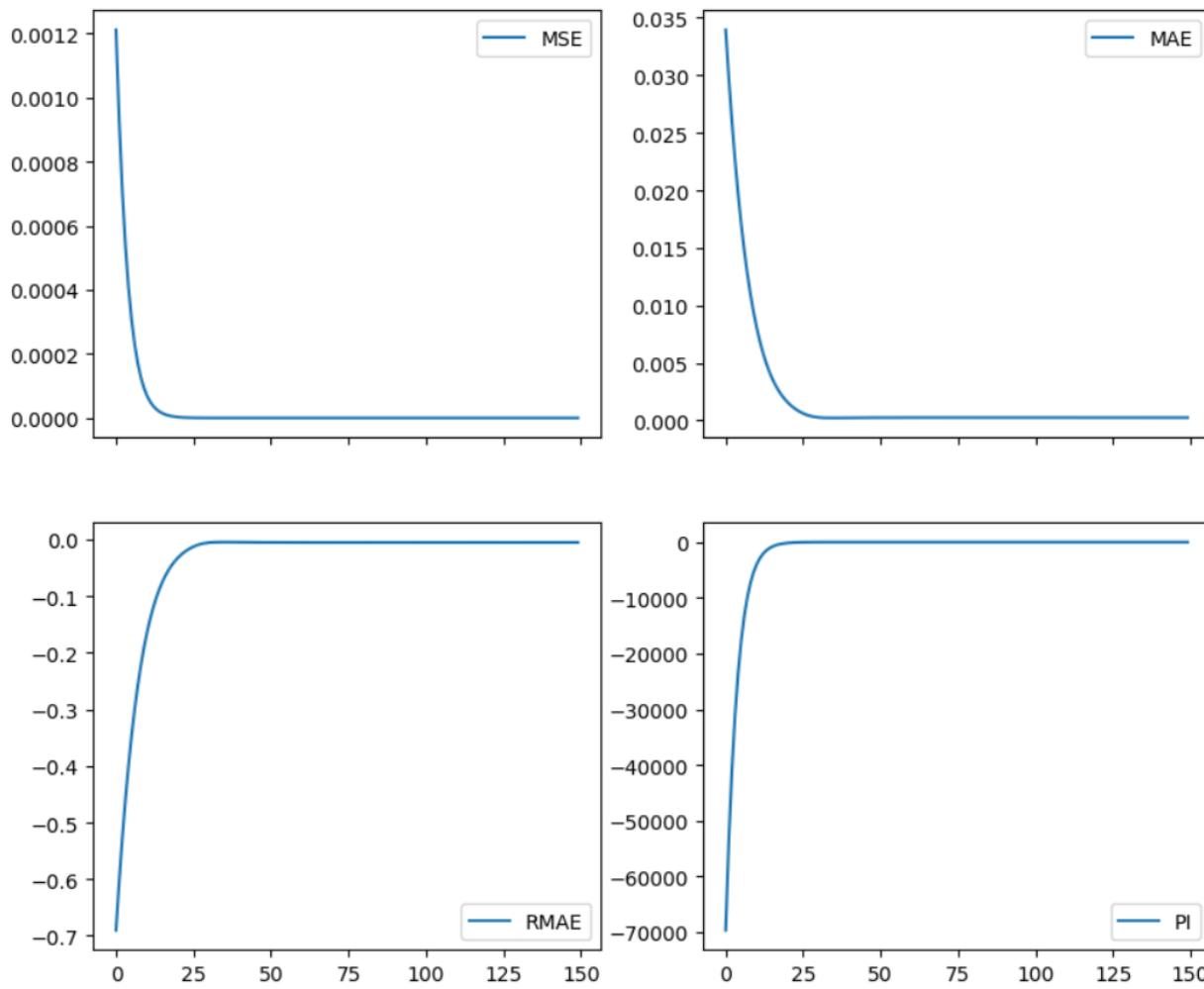
شبکه‌ی پنج:

Costs During Training - Training Set

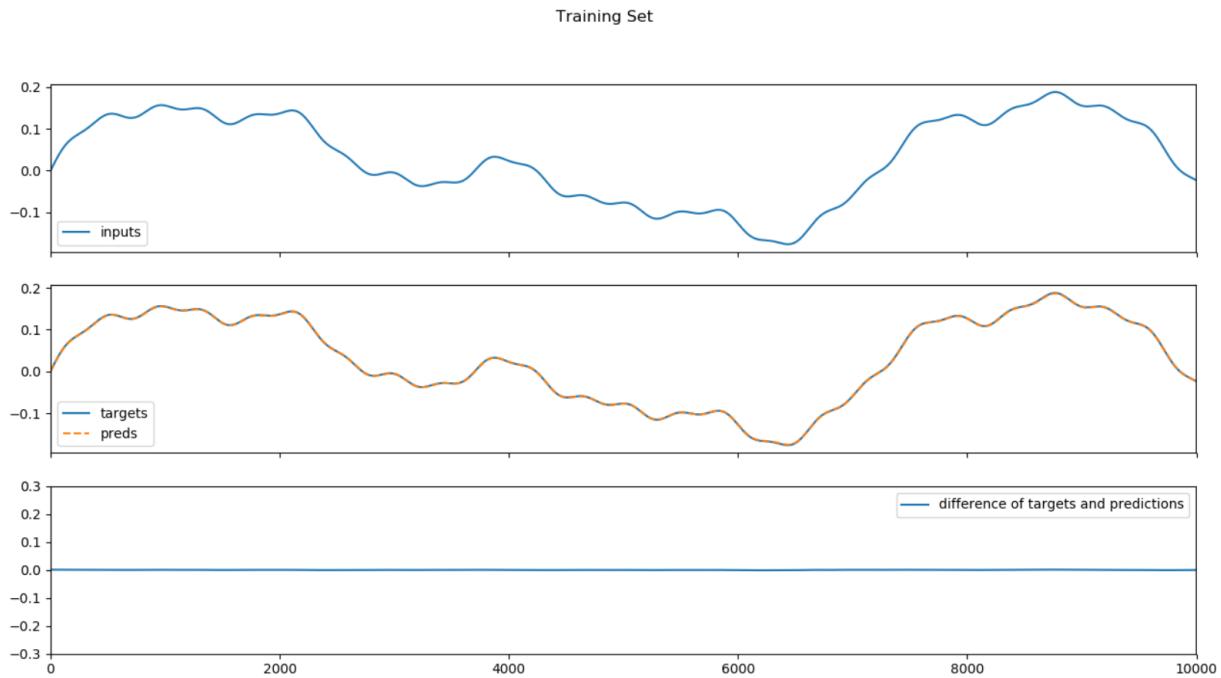


در شکل بالا، معیارهای **آموزشی** برای **MSE**, **MAE**, **RMAE** و **PI** در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار **MAE** و **MSE** هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین **PI** هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار **PI** به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار **RMAE** از آنجایی که میانگین **target**ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

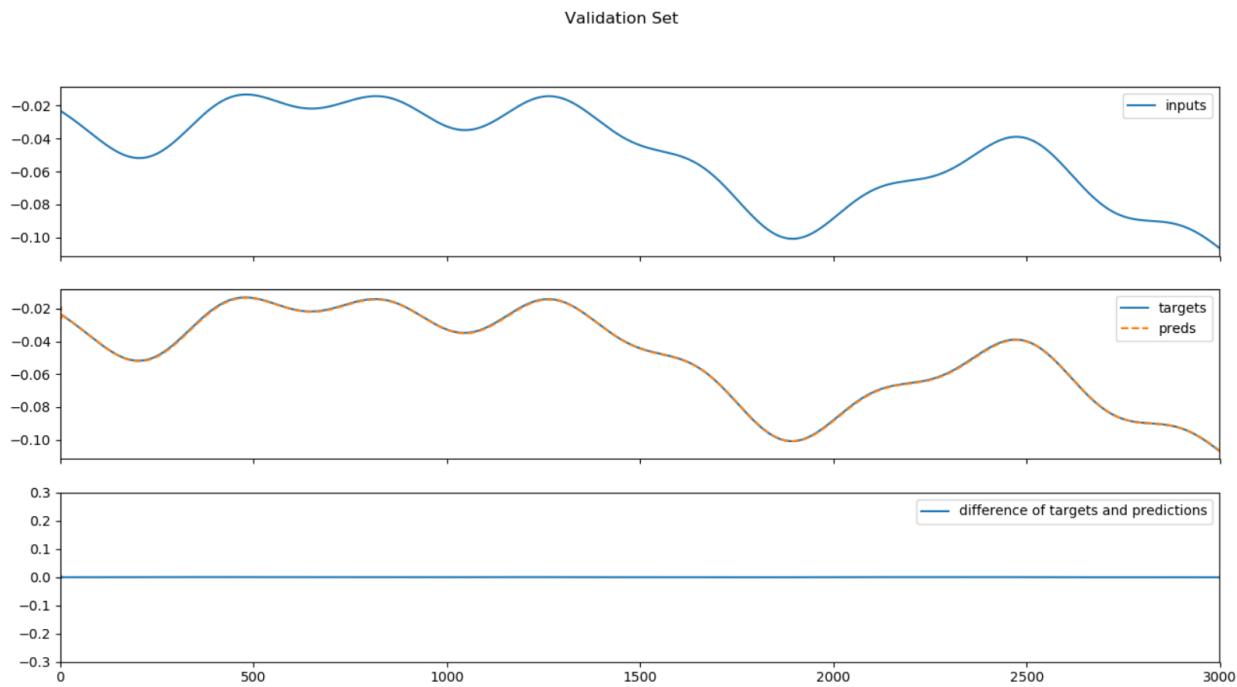
Costs During Training - Validation Set



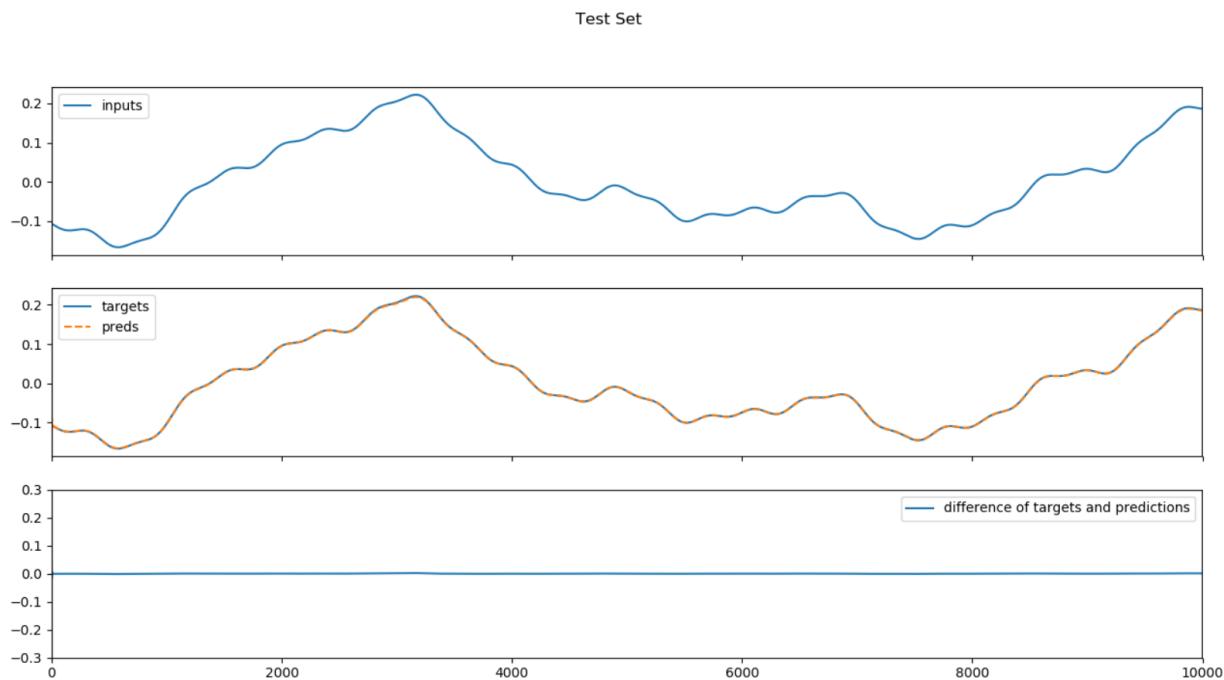
در شکل بالا، معیارهای MSE , MAE , $RMAE$ و PI برای مجموعه‌ی ارزیابی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MAE و MSE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار $RMAE$ از آنجایی که میانگین $target$ ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیش‌بینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیش‌بینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیش‌بینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود. این ناهمواری‌ها در نمودار اختلاف بیشتر در درجه‌ها و قله‌ها رخ داده‌اند.

=====

Different Costs After Training

=====

```
> Training Set :
MSE cost: 2.8587695096875583e-07      MAE cost: 0.0004316219692249986
RMAE cost: 0.013484985563988477 PI cost: -7.709634620386225
> Validation Set :
MSE cost: 1.3455436482009944e-07      MAE cost: 0.0002482134956112599
RMAE cost: -0.005046279448570619 PI cost: -6.73601381835298
> Test Set :
MSE cost: 7.144298926909352e-07 MAE cost: 0.0005009307955700274
RMAE cost: -0.22591625718639202 PI cost: -21.236360729742845
```

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

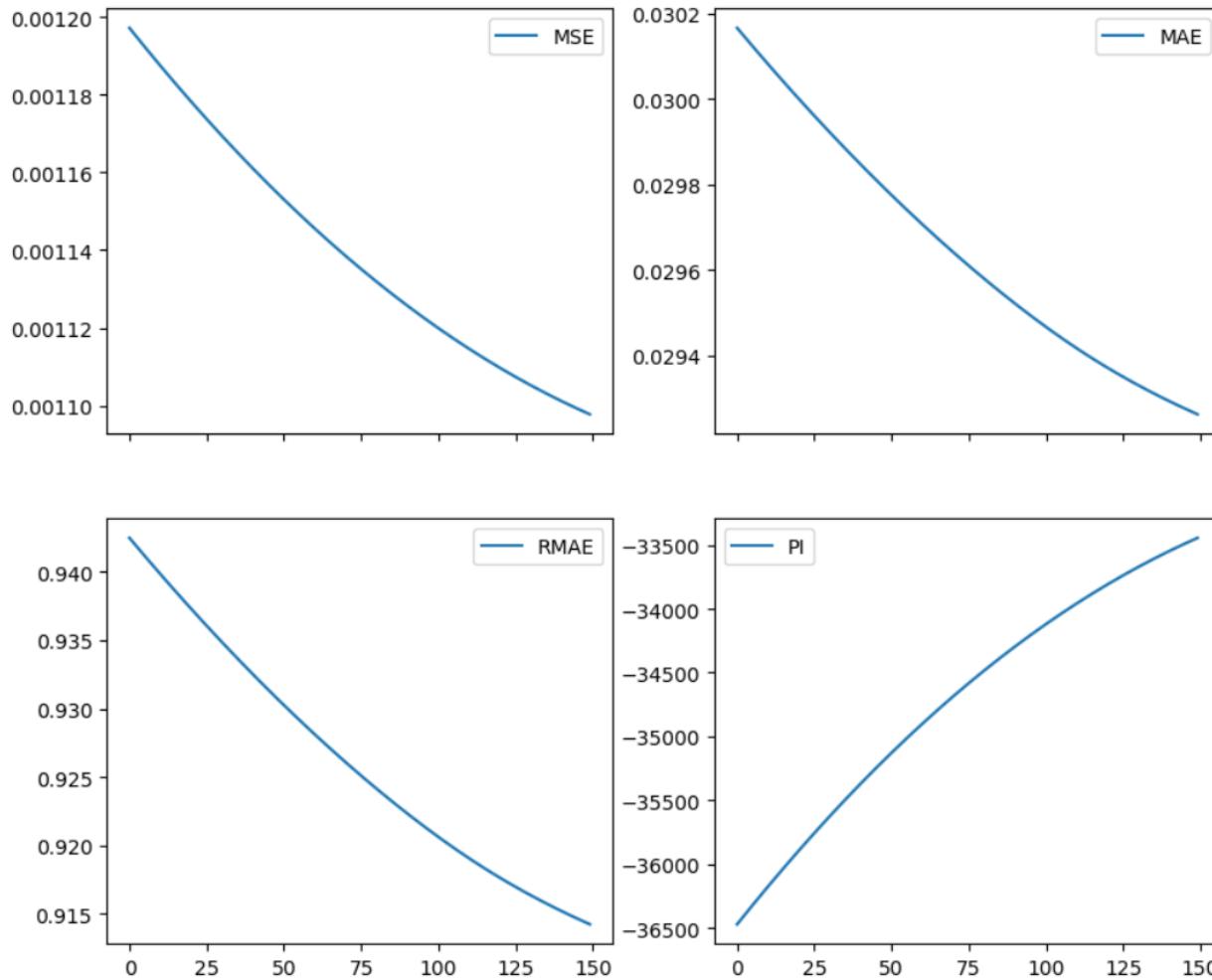
این شبکه در دو فایل

4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/15/2018 12:34 PM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 AM	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/16/2018 12:30 PM	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/16/2018 12:45 PM	JSON File	1 KB
extra-4-MLP-output.json	7/16/2018 1:01 PM	JSON File	1 KB
extra-5-MLP-output.json	7/16/2018 1:56 PM	JSON File	1 KB
iordan.py	7/16/2018 11:22 AM	Python File	11 KB

ذخیره شده است.

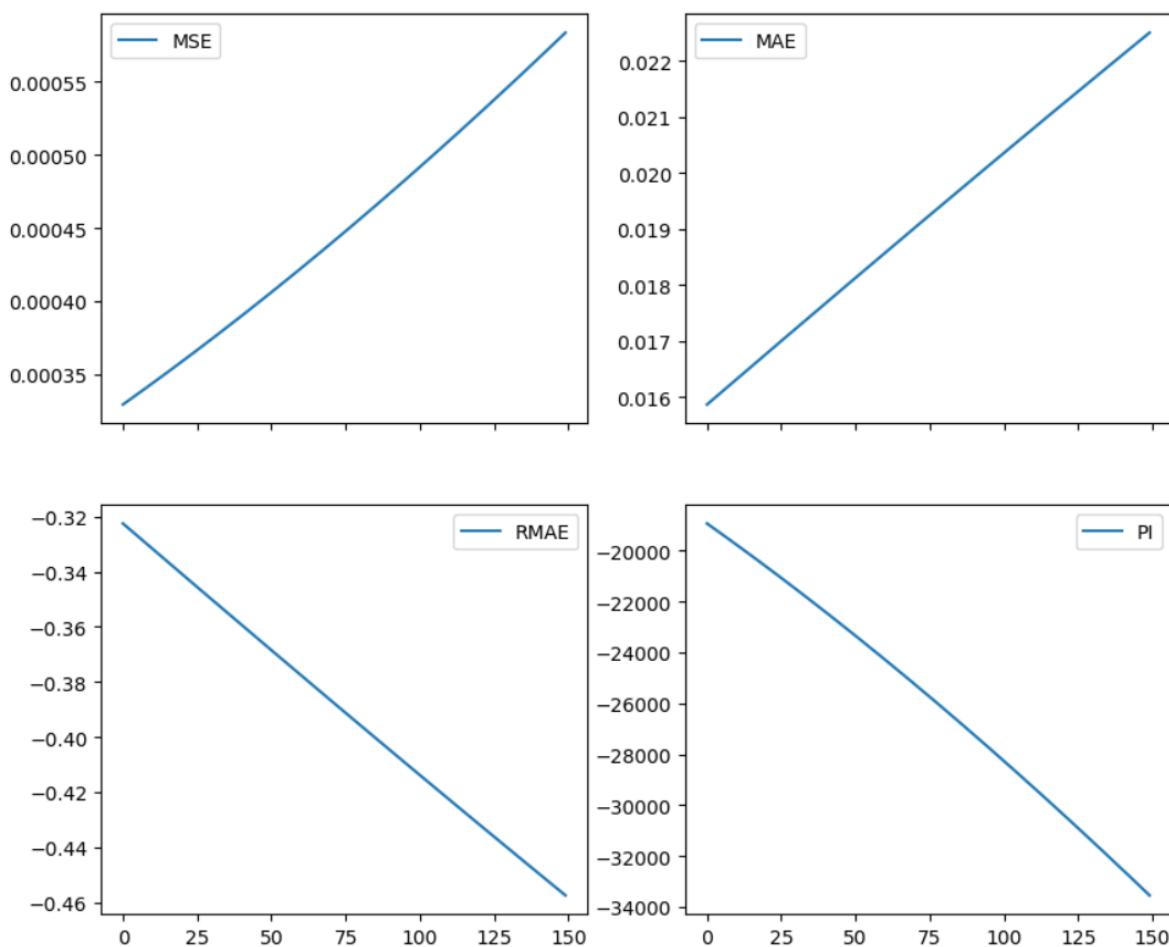
شبکه‌ی دوازده:

Costs During Training - Training Set

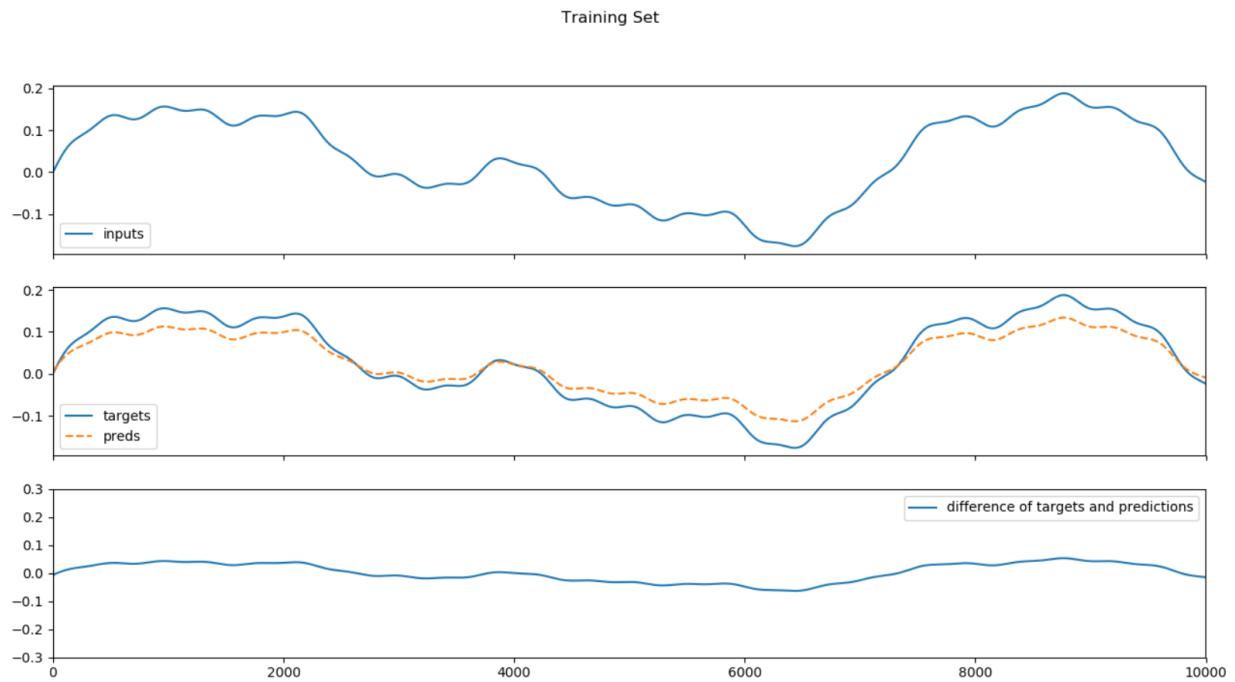


در شکل بالا، معیارهای مجموعه‌ی آموزشی در هر یک ایپاک‌های زمان آموزش را مشاهده می‌کنید. دو معیار MSE و MAE هر چه مقدارشان کم شود و به صفر نزدیک شوند نشان دهنده‌ی کم شدن فاصله‌ی خروجی‌های پیش‌بینی‌ها با مقدار واقعی است و بهبود عملکرد شبکه را نشان می‌دهند. در تصویر بالا به صورت نمایی مقدار آن دو کم می‌شود که با توجه به نحوه‌ی عملکرد گرادیان نزولی این عملکرد قابل پیش‌بینی بود. همچنین PI هر چه به مقدارش افزایش می‌یابد و به صفر نزدیک می‌شود نشان می‌دهد شبکه بهتر عمل می‌کند، مقدار PI به صورت نمایی زیاده شده است و به نزدیک صفر رسیده است. معیار RMAE از آنجایی که میانگین target‌ها می‌تواند مثبت یا منفی باشد می‌تواند مقداری غیر مثبت و یا غیر منفی داشته باشد، هر چه این معیار از قدر مطلقت کاسته شود و به صفر نزدیک شود نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد شبکه است، که همین اتفاق هم رخ داده است.

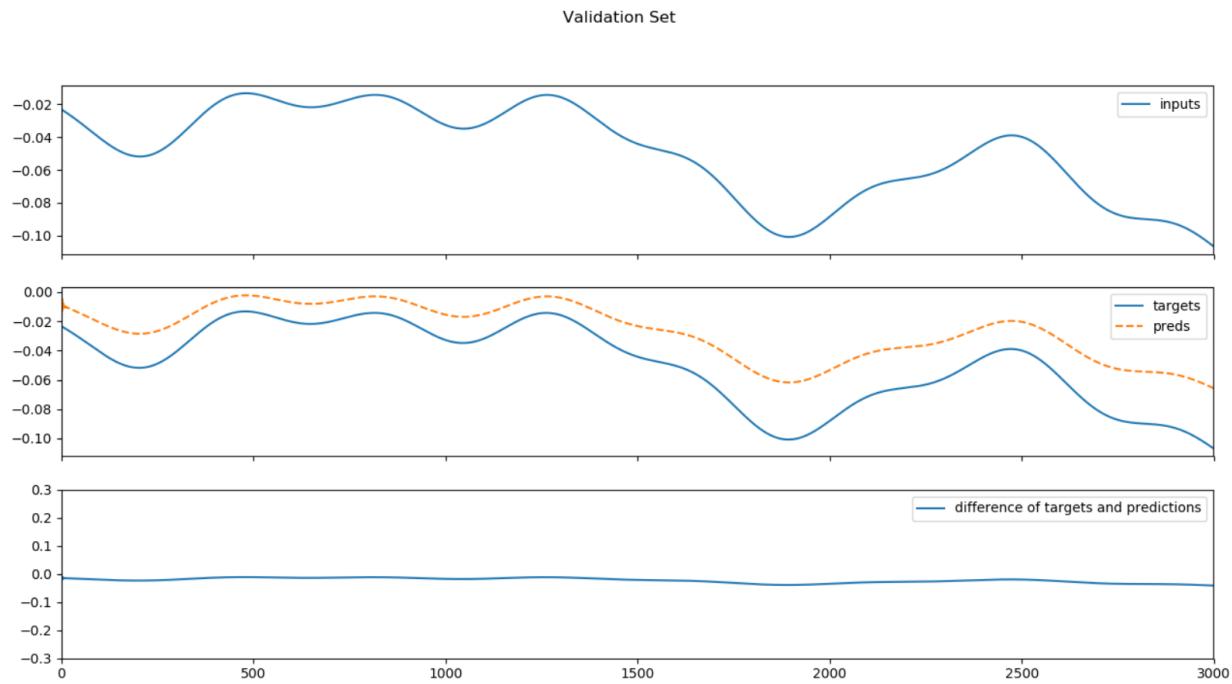
Costs During Training - Validation Set



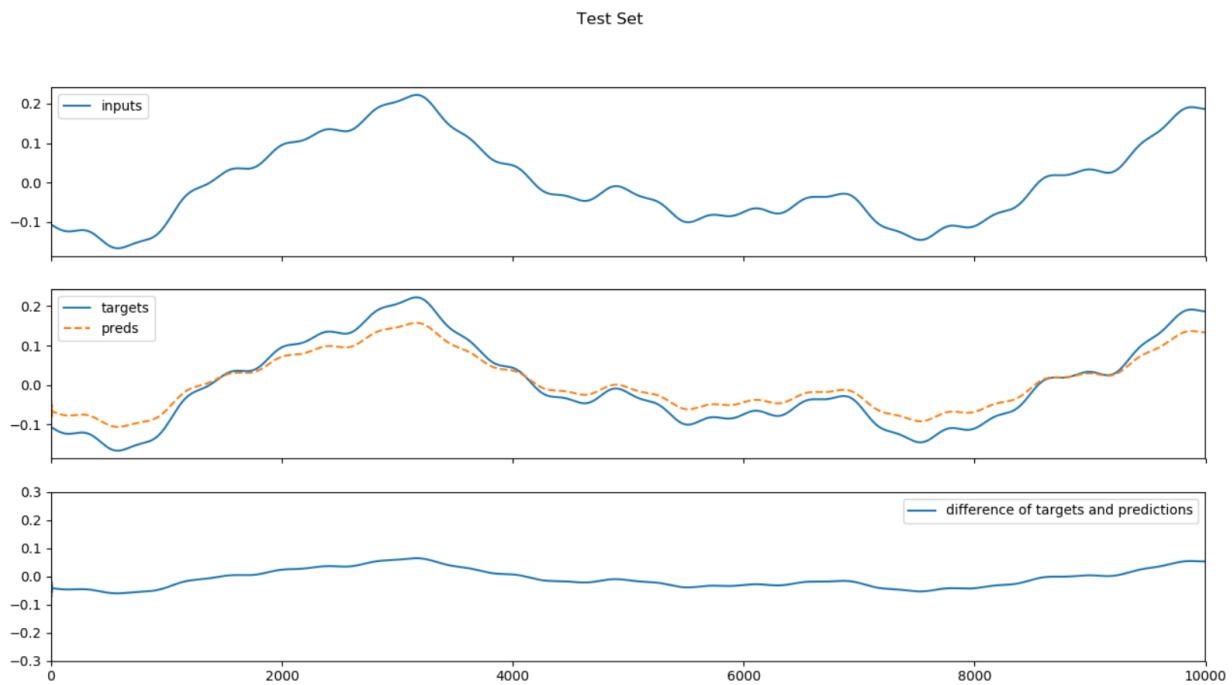
در شکل بالا، معیارهای MSE، MAE، RMAE و PI برای مجموعه ارزیابی در هر یک ایپاکهای زمان آموزش را مشاهده می‌کنید.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی آموزش** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه ارزیابی** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شدهی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاضل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود.



در شکل بالا عملکرد شبکه عصبی جردن در پیشینی سری زمانی **مجموعه‌ی تست** را مشاهده می‌کنید، زیرشکل اول ورودی است، زیر شکل دوم شامل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده‌ی خروجی است، زیر شکل سوم اختلاف پیشینی و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. همین طور که مشاهده می‌شود خروجی پیشینی شده (خط چین نارنجی) بسیار نزدیک به مقدار واقعی است به همین دلیل نمودار تفاصل مقدار واقعی و مقدار پیشینی شده تقریباً مانند یک خط شده است ولی اگر با دقت به آن نگاه کنیم یا نمودار را زوم کنیم ناهمواری‌های مختصراً دیده می‌شود. این ناهمواری‌ها در نمودار اختلاف بیشتر در دره‌ها و قله‌ها رخ داده‌اند.

=====

Different Costs After Training

=====

> Training Set :

MSE cost: 0.0010978057008562457 MAE cost: 0.02926267664795206
RMAE cost: 0.9142416287795425 PI cost: -33445.161036186226

> Validation Set :

MSE cost: 0.000583539785603518 MAE cost: 0.022504038537032513
RMAE cost: -0.4575160867043395 PI cost: -33548.79863360938

> Test Set :

MSE cost: 0.0011683830559231702 MAE cost: 0.029395626550350603
RMAE cost: -13.257220331896667 PI cost: -36364.48157884292

در تصویر بالا مقدار چهار معیار ارزیابی مختلف را برای مجموعه‌ی آموزش، ارزیابی و تست، بعد از آموزش شبکه را مشاهده می‌کنید. معیارهای مختلف برای مجموعه‌ی مختلف داده نزدیک به هم است که نشان می‌دهد شبکه بر روی سه مجموعه داده به خوبی عمل می‌کند.

این شبکه در دو فایل

11-MLP-output.json	7/17/2018 3:52 AM	JSON File	1 KB
12-MLP-output.json	7/17/2018 4:31 AM	JSON File	1 KB
activation_functions.py	7/17/2018 3:46 AM	Python File	2 KB
errors.py	7/15/2018 12:16 PM	Python File	1 KB
extra-0-MLP-output.json	7/16/2018 9:48 AM	JSON File	1 KB
extra-1-MLP-output.json	7/16/2018 11:24 A	JSON File	1 KB
extra-2-MLP-output.json	7/17/2018 12:21 A	JSON File	1 KB
extra-3-MLP-output.json	7/17/2018 12:28 A	JSON File	1 KB
extra-4-MLP-output.json	7/17/2018 12:39 A	JSON File	1 KB
extra-5-MLP-output.json	7/17/2018 12:52 A	JSON File	1 KB
extra-6-MLP-output.json	7/17/2018 3:03 AM	JSON File	1 KB
extra-7-MLP-output.json	7/17/2018 3:12 AM	JSON File	1 KB
extra-8-MLP-output.json	7/17/2018 3:20 AM	JSON File	1 KB
extra-9-MLP-output.json	7/17/2018 3:31 AM	JSON File	1 KB
extra-10-MLP-output.json	7/17/2018 3:36 AM	JSON File	1 KB
extra-11-MLP-output.json	7/17/2018 3:52 AM	JSON File	1 KB
extra-12-MLP-output.json	7/17/2018 4:31 AM	JSON File	1 KB
iordan.py	7/16/2018 11:23 A	Pvthon File	14 KB

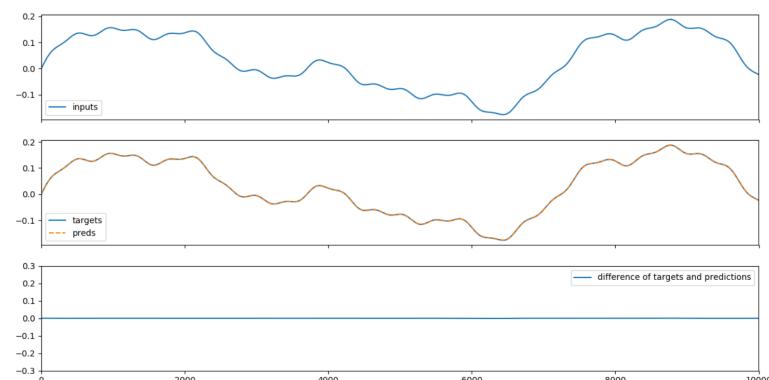
ذخیره شده است.

شبکه‌ی دو،
تابع فعال‌سازی
tanh
غیرخطی، یک قدم به جلو

```
=====
Different Costs After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 8.581395520466234e-08 MAE cost: 0.00023221148757784468
RMAE cost: 0.00725434694497306 PI cost: -1.612202537796827
> Validation Set :
MSE cost: 1.2538695508993278e-07 MAE cost: 0.0002726736028783632
RMAE cost: -0.0055467064428224066 PI cost: -6.210190952949889
> Test Set :
MSE cost: 4.542377300677613e-07 MAE cost: 0.00031781970125349034
RMAE cost: -0.1414615368166207 PI cost: -13.136555389920598
```

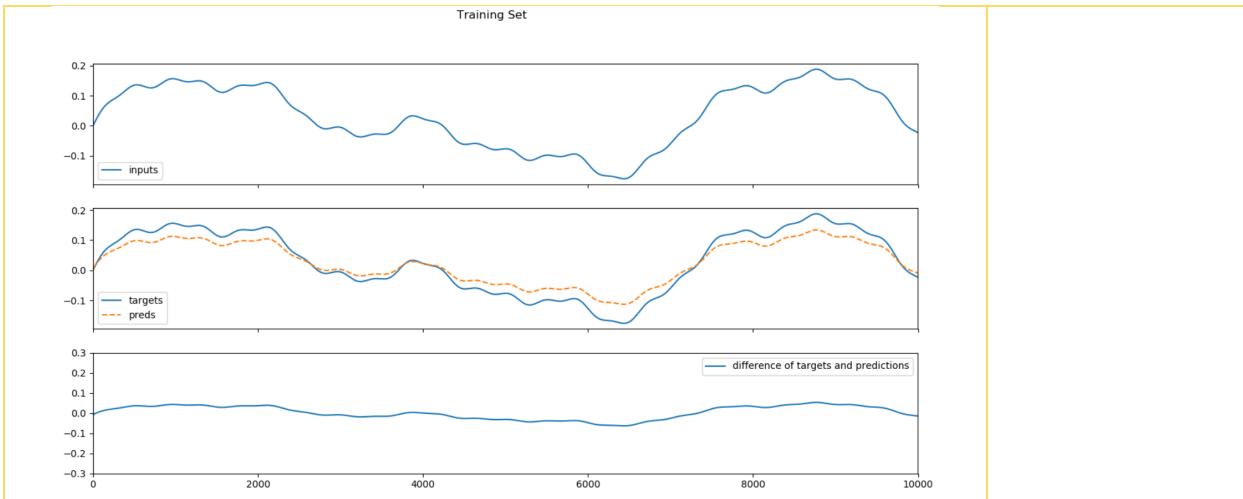
Training Set



شبکه‌ی یازده،
تابع فعال‌سازی
خطی، یک قدم به
جلو

```
=====
Different Costs After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 0.0010977076421877768 MAE cost: 0.029259454982746996
RMAE cost: 0.9140729430731187 PI cost: -33413.54990442034
> Validation Set :
MSE cost: 0.0005819795486270195 MAE cost: 0.02247620026806181
RMAE cost: -0.45720921835121175 PI cost: -33464.87109721834
> Test Set :
MSE cost: 0.001167981457614892 MAE cost: 0.02939163808359385
RMAE cost: -13.082216981718469 PI cost: -36348.324322992805
```

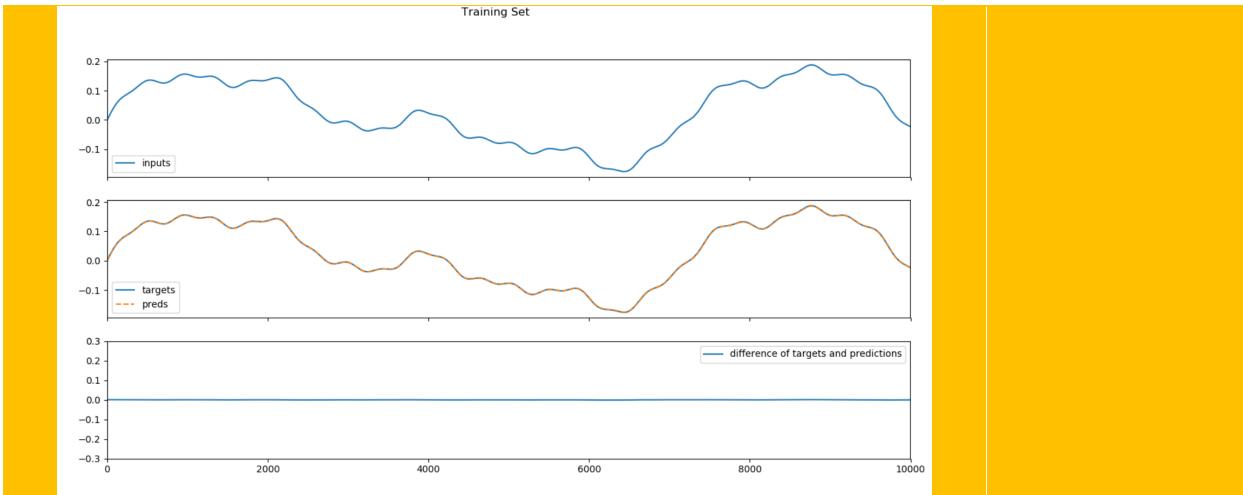


همین طور که در جدول بالا مشاهده می‌شود، در پیش‌بینی یک قدم، شبکه با تابع فعال‌سازی غیر خطی \tanh بسیار بهتر از شبکه با تابع خطی عمل کرده است. از آنجایی که در سری عدددهای منفی داریم، امکان استفاده از سیگموید و رلو نیست و باید از \tanh برای تابع غیرخطی استفاده کنیم. تابع غیر خطی باعث قدرت بیشتر شبکه و افزایش سرعت همگرا شدن می‌شود.

```
=====
Different Costs After Training
=====

> Training Set :
MSE cost: 2.8587695096875583e-07    MAE cost: 0.0004316219692249986
RMAE cost: 0.013484985563988477 PI cost: -7.709634620386225
> Validation Set :
MSE cost: 1.3455436482009944e-07    MAE cost: 0.0002482134956112599
RMAE cost: -0.005046279448570619 PI cost: -6.73601381835298
> Test Set :
MSE cost: 7.144298926909352e-07 MAE cost: 0.0005009307955700274
RMAE cost: -0.22591625718639202 PI cost: -21.236360729742845
```

شبکه‌ی پنج،
تابع فعال‌سازی
 \tanh ،
غیرخطی،
دو قدم به جلو



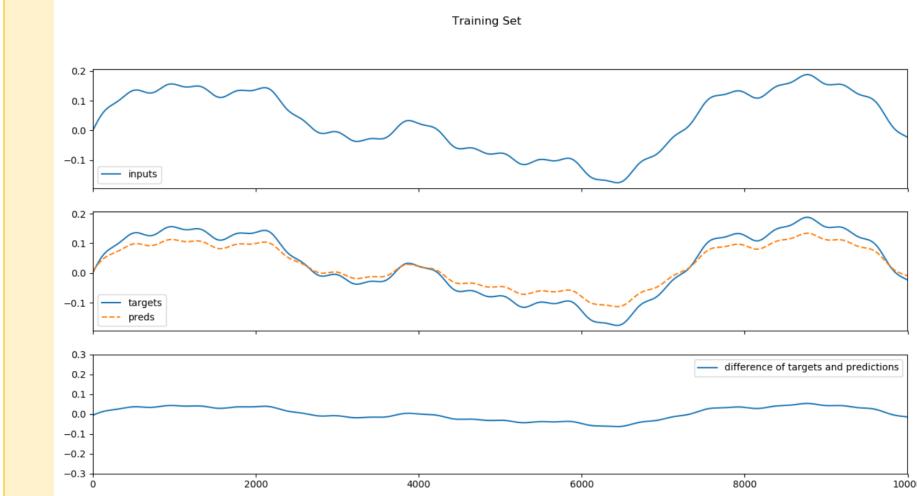
شبکه‌ی دوازده،
تابع فعال‌سازی
خطی، دو قدم به
جلو

=====

Different Costs After Training

=====

```
> Training Set :
MSE cost: 0.0010978057008562457 MAE cost: 0.02926267664795206
RMAE cost: 0.9142416287795425 PI cost: -33445.161036186226
> Validation Set :
MSE cost: 0.000583539785603518 MAE cost: 0.022504038537032513
RMAE cost: -0.4575160867043395 PI cost: -33548.79863360938
> Test Set :
MSE cost: 0.0011683830559231702 MAE cost: 0.029395626550350603
RMAE cost: -13.257220331896667 PI cost: -36364.48157884292
```



همین‌طور که در جدول بالا مشاهده می‌شود، در پیش‌بینی دو گام، شبکه با تابع فعال‌سازی غیر خطی \tanh بسیار بهتر از شبکه با تابع خطی عمل کرده است. از آنجایی که در سری عدددهای منفی داریم، امکان استفاده از سیگموید و رلو نیست و باید از \tanh برای تابع غیر خطی استفاده کنیم. تابع غیر خطی باعث قدرت بیشتر شبکه و افزایش سرعت همگرا شدن می‌شود.