

به نام خدا

گزارش پروژه اول درس یادگیری عمیق
دکتر سید ابوالقاسم میرروشندل

تاریخ تحویل: ۱۴۰۱/۰۱/۱۵

نام و نام خانوادگی	سید امیر کسائی
آدرس ایمیل	a.kasaei@me.com
شماره دانشجویی	980122680021

• نتایج به ازای مقداردهی اولیه رندوم

مقدار $\alpha = 0.1$ و برای ۲ لایه $k = 10000$ ، برای ۳ لایه $k = 20000$ ، برای ۵ لایه $k = 40000$				
تعداد لایه	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس کمترین Loss) - مجموعه آموزش	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس کمترین Loss) - مجموعه ارزیابی	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس بیشترین Accuracy) - مجموعه آموزش	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس بیشترین Accuracy) - مجموعه ارزیابی
۲	loss: 1.2243693103651239 accuracy: 91.66666666666666	loss: 1.2292664553569148 accuracy: 88.54166666666666	loss: 1.2243693103651239 accuracy: 91.66666666666666	loss: 1.3089804895916692 accuracy: 90.625
۳	loss: 0.13016606596889882 accuracy: 96.35416666666666	loss: 0.2856292418620258 accuracy: 92.70833333333334	loss: 0.13016606596889882 accuracy: 96.35416666666666	loss: 0.2856292418620258 accuracy: 92.70833333333334
۵	loss: 0.09925620967671112 accuracy: 97.65625	loss: 0.27095178464555175 accuracy: 93.75	loss: 0.09925620967671112 accuracy: 97.65625	loss: 0.27095178464555175 accuracy: 93.75

○ تعداد لایه=۲:

▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه آموزش

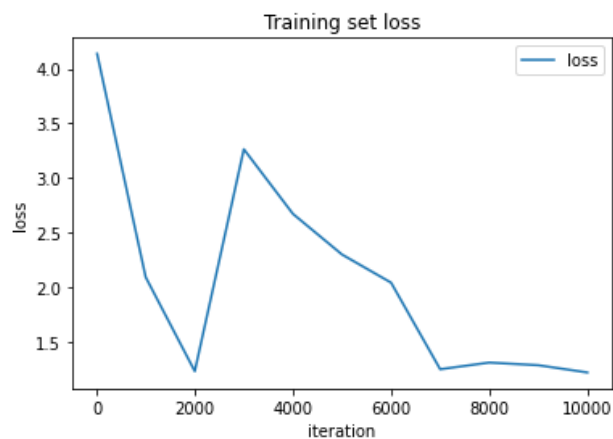
```

Training Set:
10 ) loss = 4.136606920337442 ***** accuracy = 82.29166666666666
1000 ) loss = 2.095318711007083 ***** accuracy = 84.11458333333334
2000 ) loss = 1.2357122421338251 ***** accuracy = 91.14583333333334
3000 ) loss = 3.26436111195372 ***** accuracy = 83.59375
4000 ) loss = 2.6736562896726213 ***** accuracy = 84.89583333333334
5000 ) loss = 2.302211629208544 ***** accuracy = 85.67708333333334
6000 ) loss = 2.0449614041925934 ***** accuracy = 86.19791666666666
7000 ) loss = 1.2538566291845126 ***** accuracy = 90.36458333333334
8000 ) loss = 1.3148261268772126 ***** accuracy = 90.88541666666666
9000 ) loss = 1.2905291453528207 ***** accuracy = 91.14583333333334
10000 ) loss = 1.2243693103651239 ***** accuracy = 91.66666666666666
  
```

▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه ارزیابی

```
Validation Set:
10 ) loss = 3.6901690667099465 ***** accuracy = 83.33333333333334
1000 ) loss = 3.3968450123808136 ***** accuracy = 85.41666666666666
2000 ) loss = 1.8186815948905963 ***** accuracy = 84.375
3000 ) loss = 2.42114882812528 ***** accuracy = 78.125
4000 ) loss = 2.210021768838246 ***** accuracy = 77.08333333333334
5000 ) loss = 1.9336092127214426 ***** accuracy = 80.20833333333334
6000 ) loss = 1.8501176788139826 ***** accuracy = 82.29166666666666
7000 ) loss = 1.2292664553569148 ***** accuracy = 88.54166666666666
8000 ) loss = 1.2564529774170756 ***** accuracy = 88.54166666666666
9000 ) loss = 1.2810318331279256 ***** accuracy = 89.58333333333334
10000 ) loss = 1.3089804895916692 ***** accuracy = 90.625
```

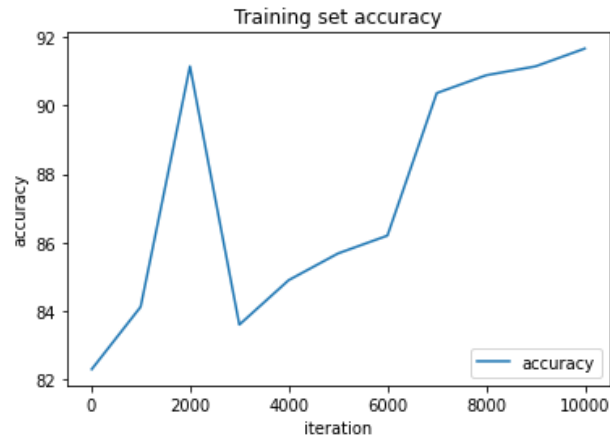
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه آموزش



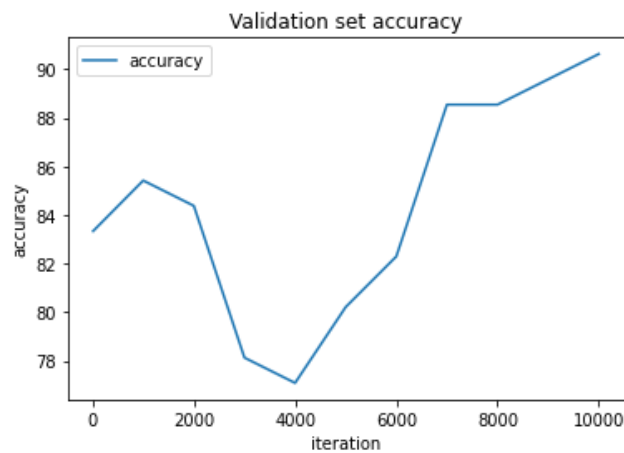
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه ارزیابی



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه آموزش



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه ارزیابی



○ تعداد لایه=۳:

▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه آموزش

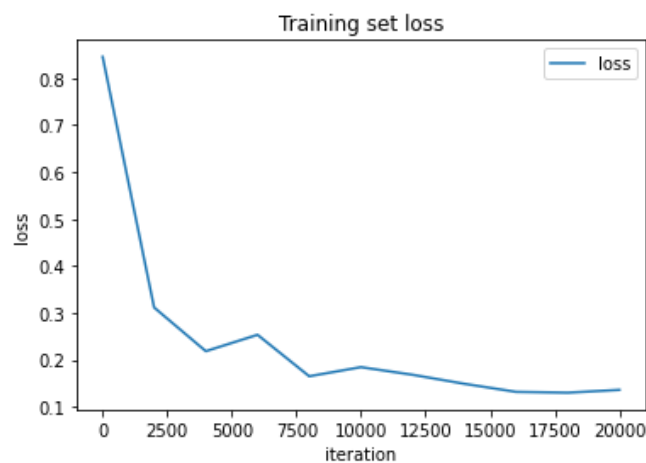
```

Training Set:
10 ) loss = 0.8454626155597887 ***** accuracy = 26.302083333333332
2000 ) loss = 0.3116205551855003 ***** accuracy = 84.635416666666666
4000 ) loss = 0.21852473824287363 ***** accuracy = 91.927083333333334
6000 ) loss = 0.25346171546902013 ***** accuracy = 89.84375
8000 ) loss = 0.16514796388271372 ***** accuracy = 94.53125
10000 ) loss = 0.18454572908279168 ***** accuracy = 93.75
12000 ) loss = 0.1682852085685483 ***** accuracy = 94.270833333333334
14000 ) loss = 0.1491102787808334 ***** accuracy = 95.052083333333334
16000 ) loss = 0.13191287856810116 ***** accuracy = 96.09375
18000 ) loss = 0.13016606596889882 ***** accuracy = 96.354166666666666
20000 ) loss = 0.1361564640011538 ***** accuracy = 96.354166666666666
    
```

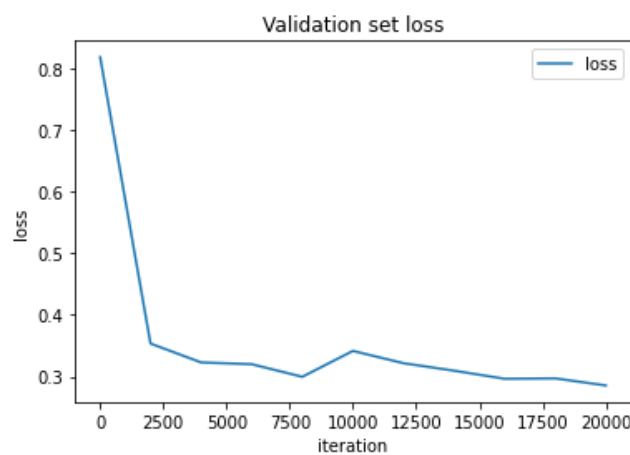
▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه ارزیابی

```
Validation Set:
10 ) loss = 0.8180472525443441 ***** accuracy = 18.75
2000 ) loss = 0.3535948984003012 ***** accuracy = 87.5
4000 ) loss = 0.32295538216053743 ***** accuracy = 85.41666666666666
6000 ) loss = 0.32011916182181815 ***** accuracy = 84.375
8000 ) loss = 0.29967539720416664 ***** accuracy = 89.58333333333334
10000 ) loss = 0.34164554215929005 ***** accuracy = 87.5
12000 ) loss = 0.32172396050917923 ***** accuracy = 90.625
14000 ) loss = 0.3095845968388912 ***** accuracy = 91.66666666666666
16000 ) loss = 0.2964692173184799 ***** accuracy = 92.70833333333334
18000 ) loss = 0.29711956792044725 ***** accuracy = 92.70833333333334
20000 ) loss = 0.2856292418620258 ***** accuracy = 92.70833333333334
```

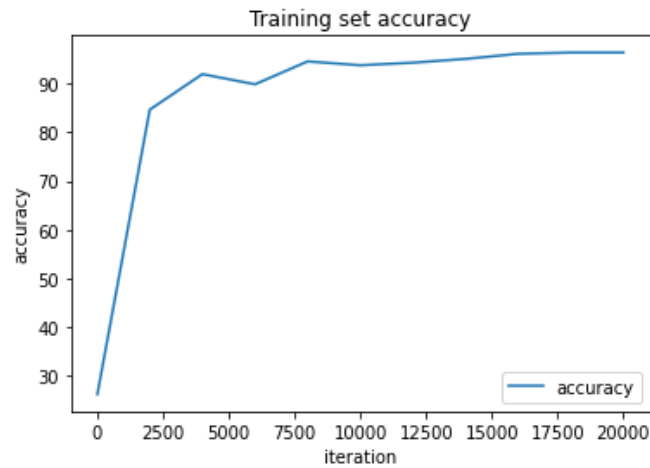
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه آموزش



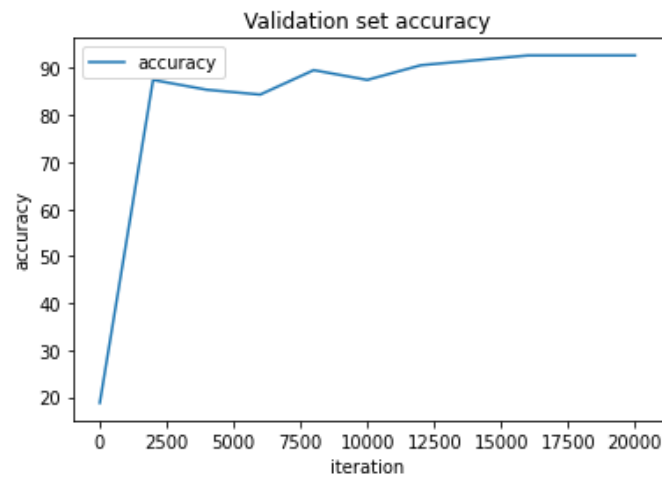
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه ارزیابی



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه آموزش



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه ارزیابی



○ تعداد لایه=5:

▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه آموزش

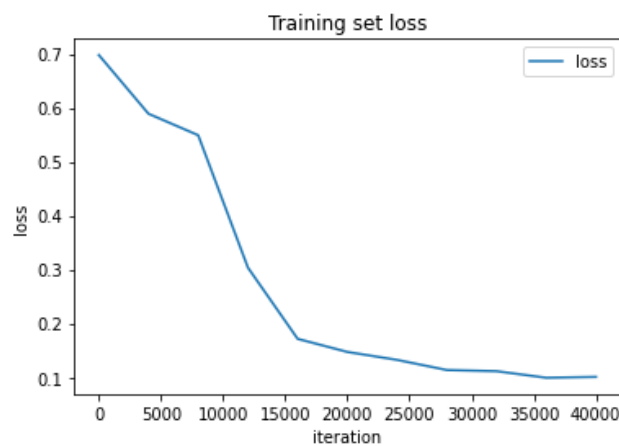
```

Training Set:
10 ) loss = 0.6978502138164444 ***** accuracy = 27.604166666666668
4000 ) loss = 0.5889424349003048 ***** accuracy = 72.395833333333334
8000 ) loss = 0.5490949762484939 ***** accuracy = 72.395833333333334
12000 ) loss = 0.30358530048014304 ***** accuracy = 86.979166666666666
16000 ) loss = 0.1714183706501288 ***** accuracy = 93.489583333333334
20000 ) loss = 0.1471277358708973 ***** accuracy = 95.052083333333334
24000 ) loss = 0.1324018280944245 ***** accuracy = 95.3125
28000 ) loss = 0.11358096730514451 ***** accuracy = 96.875
32000 ) loss = 0.11140661276318377 ***** accuracy = 96.354166666666666
36000 ) loss = 0.09925620967671112 ***** accuracy = 97.65625
40000 ) loss = 0.10087207442376896 ***** accuracy = 97.135416666666666
    
```

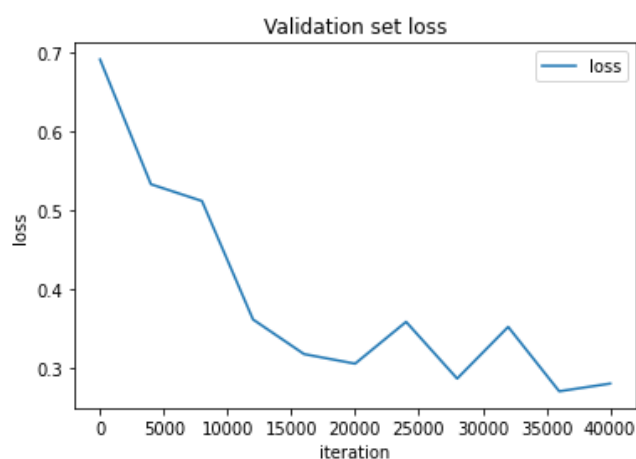
▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه ارزیابی

```
Validation Set:
10 ) loss = 0.691925250726153 ***** accuracy = 71.875
4000 ) loss = 0.5336414582051384 ***** accuracy = 78.125
8000 ) loss = 0.5123547865358932 ***** accuracy = 78.125
12000 ) loss = 0.36207892273376396 ***** accuracy = 85.41666666666666
16000 ) loss = 0.3181475274713337 ***** accuracy = 91.66666666666666
20000 ) loss = 0.30597569418862974 ***** accuracy = 89.58333333333334
24000 ) loss = 0.35905276515194573 ***** accuracy = 88.54166666666666
28000 ) loss = 0.2870578743106113 ***** accuracy = 92.70833333333334
32000 ) loss = 0.3526915697498489 ***** accuracy = 91.66666666666666
36000 ) loss = 0.27095178464555175 ***** accuracy = 93.75
40000 ) loss = 0.2807431931698672 ***** accuracy = 92.70833333333334
```

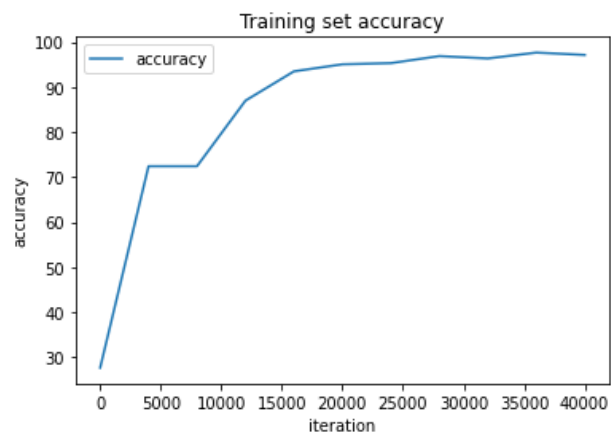
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه آموزش



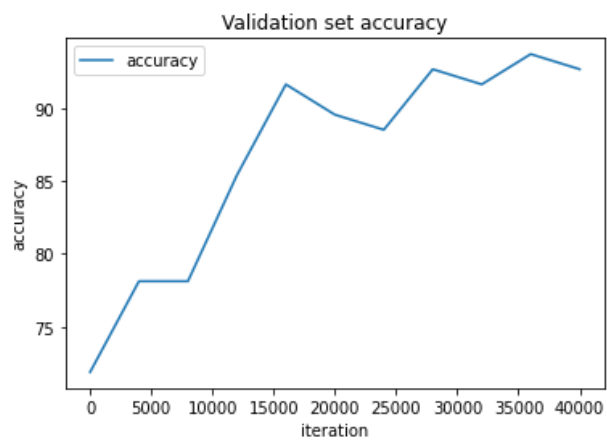
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه ارزیابی



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه آموزش



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه ارزیابی



• نتایج به ازای مقداردهی اولیه صفر

مقدار $\alpha = 0.1$ و برای ۲ لایه $k = 10000$ ، برای ۳ لایه $k = 20000$ ، برای ۵ لایه $k = 40000$				
تعداد لایه	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس کمترین Loss) - مجموعه آموزش	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس کمترین Loss) - مجموعه ارزیابی	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس بیشترین Accuracy) - مجموعه آموزش	Accuracy و Loss بهترین مدل (بر اساس بیشترین Accuracy) - مجموعه ارزیابی
۲	loss: 2.0492873103468003 accuracy: 89.84375	loss: 2.0492873103468003 accuracy: 87.5	loss: 1.3500249574853642 accuracy: 89.84375	loss: 2.0492873103468003 accuracy: 87.5
۳	loss: 0.32125104437809576 accuracy: 90.625	loss: 0.32125104437809576 accuracy: 90.625	loss: 0.18238339501774647 accuracy: 93.48958333333334	loss: 0.3262704378155557 accuracy: 91.66666666666666
۵	loss: 0.31188843888116863 accuracy: 89.58333333333334	loss: 0.31188843888116863 accuracy: 89.58333333333334	loss: 0.1967954326756256 accuracy: 93.22916666666666	loss: 0.3266290916391597 accuracy: 91.66666666666666

○ تعداد لایه=۲:

▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه آموزش

```

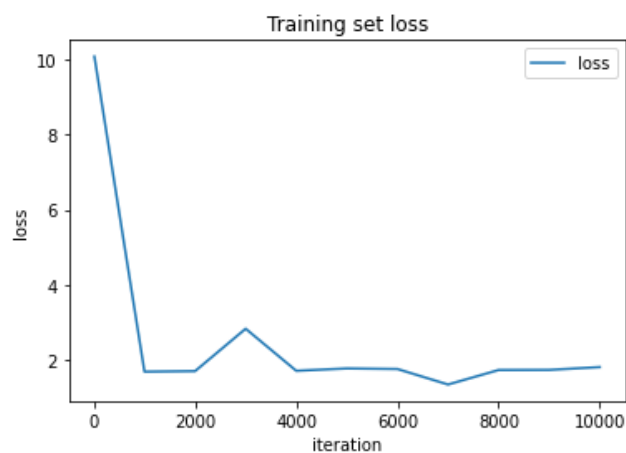
Training Set:
10 ) loss = 10.071331929990118 ***** accuracy = 72.39583333333334
1000 ) loss = 1.6917023946416625 ***** accuracy = 87.23958333333334
2000 ) loss = 1.7059707641406527 ***** accuracy = 89.32291666666666
3000 ) loss = 2.8340665727560523 ***** accuracy = 84.63541666666666
4000 ) loss = 1.7151845540410526 ***** accuracy = 87.76041666666666
5000 ) loss = 1.7777506073800649 ***** accuracy = 86.71875
6000 ) loss = 1.7626979735967696 ***** accuracy = 87.23958333333334
7000 ) loss = 1.3500249574853642 ***** accuracy = 89.84375
8000 ) loss = 1.736164957827339 ***** accuracy = 86.45833333333334
9000 ) loss = 1.7392746788643356 ***** accuracy = 86.19791666666666
10000 ) loss = 1.813448006766541 ***** accuracy = 84.63541666666666

```

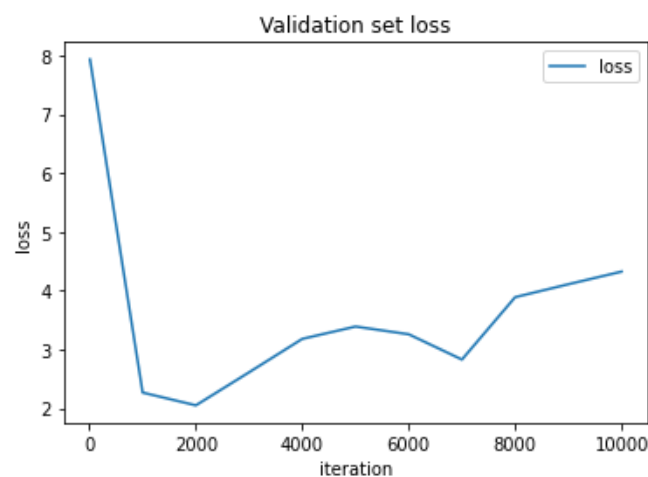
▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه ارزیابی

```
Validation Set:
10 ) loss = 7.931959609689312 ***** accuracy = 78.125
1000 ) loss = 2.266557341485426 ***** accuracy = 85.41666666666666
2000 ) loss = 2.0492873103468003 ***** accuracy = 87.5
3000 ) loss = 2.61153109123753 ***** accuracy = 77.08333333333334
4000 ) loss = 3.17985521662142 ***** accuracy = 87.5
5000 ) loss = 3.389383804796888 ***** accuracy = 86.45833333333334
6000 ) loss = 3.2580420805686443 ***** accuracy = 85.41666666666666
7000 ) loss = 2.8280691677611767 ***** accuracy = 87.5
8000 ) loss = 3.8890834685760383 ***** accuracy = 85.41666666666666
9000 ) loss = 4.108792115234553 ***** accuracy = 83.33333333333334
10000 ) loss = 4.323825548094811 ***** accuracy = 82.29166666666666
```

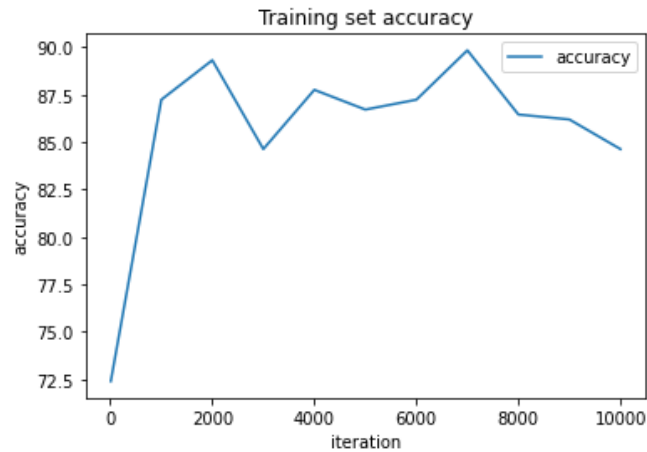
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه آموزش



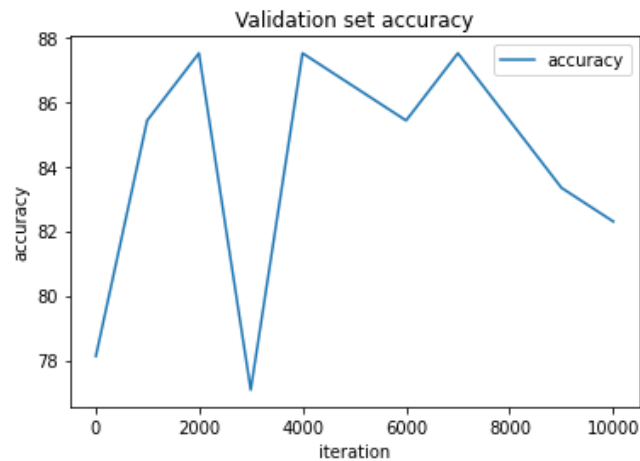
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه ارزیابی



■ نمودار تغییر Accuracy مجموعه آموزش



■ نمودار تغییر Accuracy مجموعه ارزیابی



○ تعداد لایه=۳:

■ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه آموزش

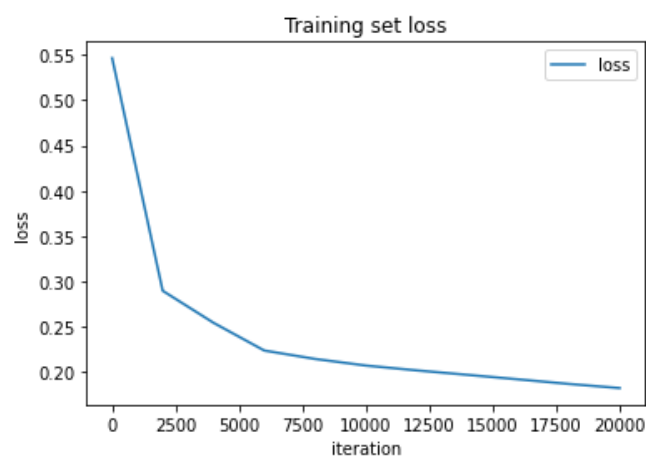
```

Training Set:
10 ) loss = 0.5462041394465452 ***** accuracy = 72.39583333333334
2000 ) loss = 0.289684675032116 ***** accuracy = 87.5
4000 ) loss = 0.2544057967675282 ***** accuracy = 89.0625
6000 ) loss = 0.22378869589551006 ***** accuracy = 91.92708333333334
8000 ) loss = 0.2145098102548573 ***** accuracy = 91.66666666666666
10000 ) loss = 0.20722676763002434 ***** accuracy = 91.66666666666666
12000 ) loss = 0.20189017269316104 ***** accuracy = 92.1875
14000 ) loss = 0.19699537478763415 ***** accuracy = 92.70833333333334
16000 ) loss = 0.19201374898646165 ***** accuracy = 92.70833333333334
18000 ) loss = 0.18695408289329443 ***** accuracy = 92.96875
20000 ) loss = 0.18238339501774647 ***** accuracy = 93.48958333333334
    
```

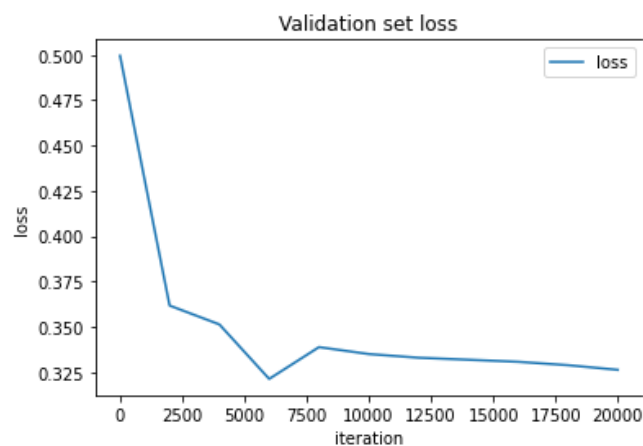
▪ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه ارزیابی

```
Validation Set:
10 ) loss = 0.4995329728112598 ***** accuracy = 78.125
2000 ) loss = 0.36172449888267316 ***** accuracy = 88.54166666666666
4000 ) loss = 0.35131308678364287 ***** accuracy = 89.58333333333334
6000 ) loss = 0.32125104437809576 ***** accuracy = 90.625
8000 ) loss = 0.3387955539410595 ***** accuracy = 90.625
10000 ) loss = 0.3349750687014789 ***** accuracy = 90.625
12000 ) loss = 0.3329377166364437 ***** accuracy = 91.66666666666666
14000 ) loss = 0.3318307179156108 ***** accuracy = 91.66666666666666
16000 ) loss = 0.3306895862429002 ***** accuracy = 91.66666666666666
18000 ) loss = 0.32882766009263475 ***** accuracy = 91.66666666666666
20000 ) loss = 0.3262704378155557 ***** accuracy = 91.66666666666666
```

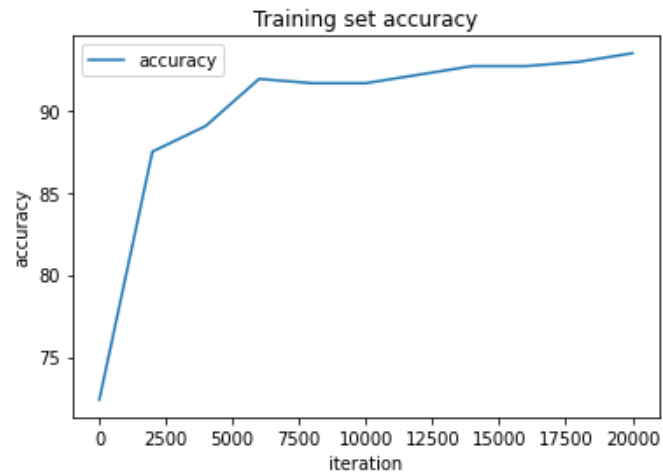
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه آموزش



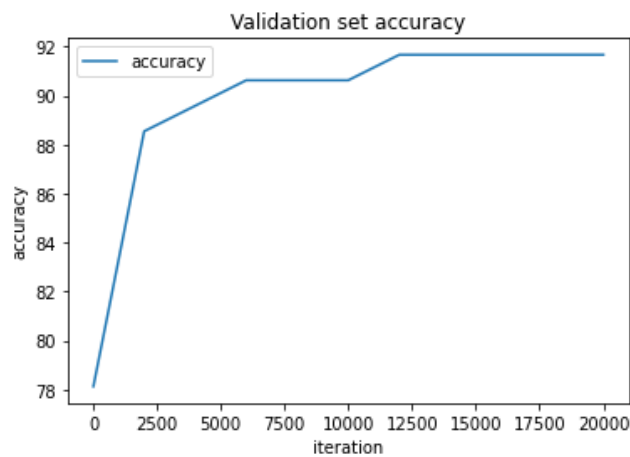
▪ نمودار تغییر Loss مجموعه ارزیابی



■ نمودار تغییر Accuracy مجموعه آموزش



■ نمودار تغییر Accuracy مجموعه ارزیابی



○ تعداد لایه=5:

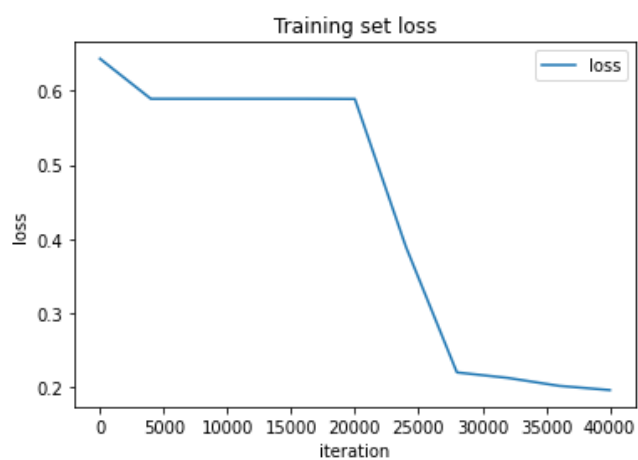
■ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه آموزش

```
Training Set:
10 ) loss = 0.6431814931367267 ***** accuracy = 72.39583333333334
4000 ) loss = 0.5891758497659386 ***** accuracy = 72.39583333333334
8000 ) loss = 0.5891758354387927 ***** accuracy = 72.39583333333334
12000 ) loss = 0.5891755584838713 ***** accuracy = 72.39583333333334
16000 ) loss = 0.5891697234762628 ***** accuracy = 72.39583333333334
20000 ) loss = 0.5889432871318082 ***** accuracy = 72.39583333333334
24000 ) loss = 0.3899155088201967 ***** accuracy = 81.77083333333334
28000 ) loss = 0.22061543681682796 ***** accuracy = 91.40625
32000 ) loss = 0.21318088899415769 ***** accuracy = 91.92708333333334
36000 ) loss = 0.20253460112517482 ***** accuracy = 92.70833333333334
40000 ) loss = 0.1967954326756256 ***** accuracy = 93.22916666666666
```

■ شکل خروجی کد (Accuracy و Loss) مجموعه ارزیابی

```
Validation Set:
10 ) loss = 0.6231218844838128 ***** accuracy = 78.125
4000 ) loss = 0.5339362539484623 ***** accuracy = 78.125
8000 ) loss = 0.5339362284400057 ***** accuracy = 78.125
12000 ) loss = 0.533935762216907 ***** accuracy = 78.125
16000 ) loss = 0.5339271327355936 ***** accuracy = 78.125
20000 ) loss = 0.5336523608859072 ***** accuracy = 78.125
24000 ) loss = 0.3817635296203603 ***** accuracy = 83.33333333333334
28000 ) loss = 0.31188843888116863 ***** accuracy = 89.58333333333334
32000 ) loss = 0.33581978099695403 ***** accuracy = 89.58333333333334
36000 ) loss = 0.3266290916391597 ***** accuracy = 91.66666666666666
40000 ) loss = 0.32794794306848174 ***** accuracy = 91.66666666666666
```

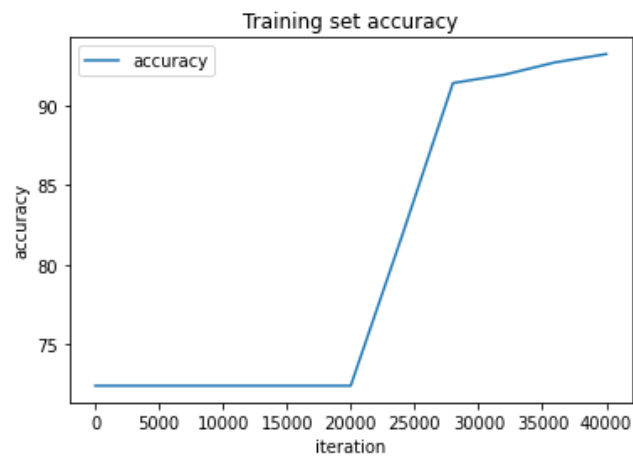
■ نمودار تغییر Loss مجموعه آموزش



■ نمودار تغییر Loss مجموعه ارزیابی



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه آموزش



▪ نمودار تغییر Accuracy مجموعه ارزیابی



• توضیحات تکمیلی:

- خروجی Y ، بر اساس خواسته پروژه در قسمت Preprocessing، تنظیم شده تا در صورت mid یا high بودن قبول شود و در صورت low بودن رد شود.
- ورودی X به ازای هر دو مجموعه آموزش و ارزیابی در قسمت Preprocessing، transpose شده اند تا هر data های هر نمونه در یک ستون باشند.
- در قسمت implementation از یک تابع initialize استفاده شده که پارامترهای W ، b و α (learning rate) را مقداردهی میکند (صفر یا رندم).
- Activation function برای همه لایه های تابع sigmoid است.
- در محاسبه cost، مقدار \hat{Y} یا A^L ، محدود شده تا در هنگام استفاده از تابع لگاریتم به مشکل $\log(0)$ بر نخورد.
- برای محاسبه accuracy از تابع $\text{isclose}()$ با دقت 10^{-16} استفاده شده است. به طوریکه اگر مقدار پیشبینی شده (A^L یا \hat{Y}) بزرگتر از 0.5 باشد 1، و اگر کوچک تر باشد 0 در نظر گرفته میشود.
- تعداد iteration برای شبکه عصبی ۲ لایه 10000، برای شبکه عصبی ۳ لایه 20000 و برای شبکه عصبی ۵ لایه 40000 در نظر گرفته شده است.
- در شبکه عصبی ۳ لایه تعداد نورون های لایه نهان، ۸ در نظر گرفته شده است.
- در شبکه عصبی ۵ لایه تعداد نورون های لایه نهان اول ۸، لایه نهان دوم ۴ و لایه نهان سوم ۲ در نظر گرفته شده است.

• نتایج بهبود مدل (نمره مثبت):

- برای بهبود عملکرد شبکه عصبی، مقدار iteration، افزایش یافته است به طوری که به جا مقدار پیشنهادی 1000، برای شبکه عصبی ۲ لایه 10000، برای شبکه عصبی ۳ لایه 20000 و برای شبکه عصبی ۵ لایه 40000 در نظر گرفته شده است. این تغییر سبب کاهش مقدار loss و افزایش accuracy شده است.