

- پردازش داده‌ها

- تغییر اندازه عکس‌ها به 224×224 ، نرمال‌سازی با مقادیر ImageNet و اعمال تغییرات تصادفی (چرخش و آینه کردن افقی عکس).
- مجموعه داده‌ی آموزشی به نسبت 80 و 20 به مجموعه‌های **train** و **validation** تقسیم شده است.
- داده‌ها در بچ‌های 32 تایی پردازش شده‌اند.

- استفاده از مدل **ResNet50**: (برای پیاده‌سازی مدل خود از transfer learning استفاده کردیم)

- مدل از معماری ResNet50 استفاده کرده که به‌صورت از پیش آموزش‌دیده روی ImageNet تنظیم شده است
- نگه داشتن تمامی وزن‌های شبکه resnet50 به طور ثابت به جز لایه نهایی
- لایه‌ی Fully Connected نهایی را بر اساس تعداد کلاس‌های کفش تنظیم کردیم .

- معیارها:

- تابع هزینه: CrossEntropyLoss
- بهینه‌ساز: Adam، با نرخ یادگیری 0.001.

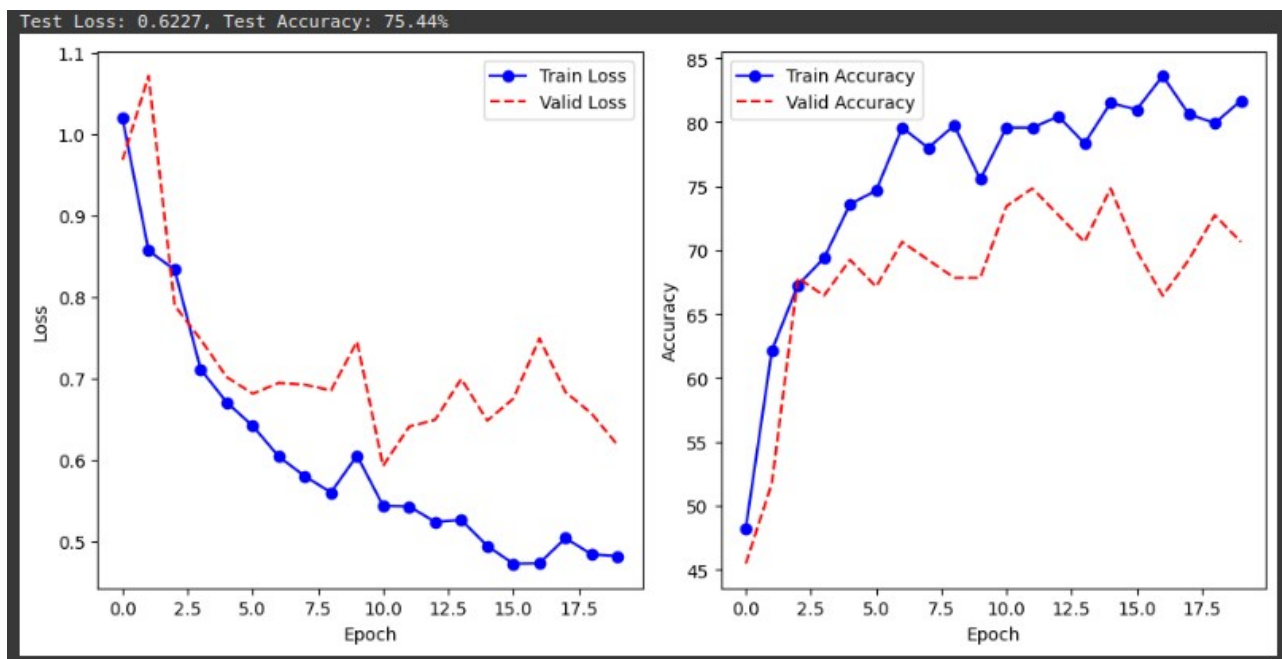
- آموزش :

- مدل برای 20 دوره آموزش داده شد.

- نمایش نتایج آموزش و اعتبار سنجی :

- نمودارهای تغییرات **خطا** و **دقت** برای مراحل آموزش و اعتبارسنجی ترسیم شده‌اند.
- رسیدن به دقت 75.44% ، همچنین نمودار در حالت **train** و **validation** مطابق انتظار عمل کرده ، به مرور زمان **loss** کم شده ، به مرور زمان **accuracy** افزایش یافته .

خروجی :



(ب)

در این بخش، از مدل ذخیره شده برای ارزیابی روی داده های تست استفاده شده است.

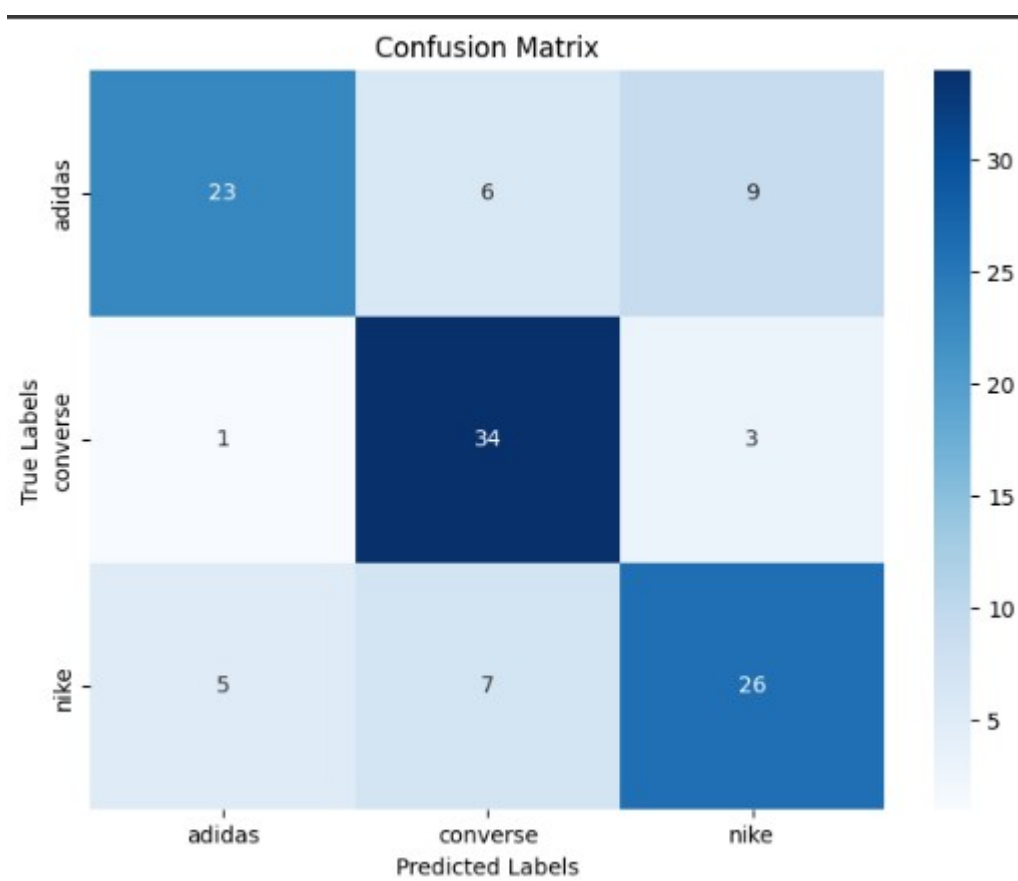
دقت کلی (Test Accuracy) و خطای تست (Test Loss) محاسبه شده اند.

```
100%|██████████| 4/4 [00:00<00:00, 4.81it/s]
Test Loss: 0.6598, Test Accuracy: 72.81%
```

که به دقت 72.81 درصد رسیدیم .

برای تحلیل دقیق تر، از گزارش دسته بندی (Classification Report) استفاده شد. این گزارش شامل دقت (Precision)، فراخوانی (Recall) و میانگین هارمونیک آن ها (F1-score) برای هر کلاس بود. ماتریس درهم ریختگی (Confusion Matrix) نیز برای تحلیل بهتر رسم شده است.

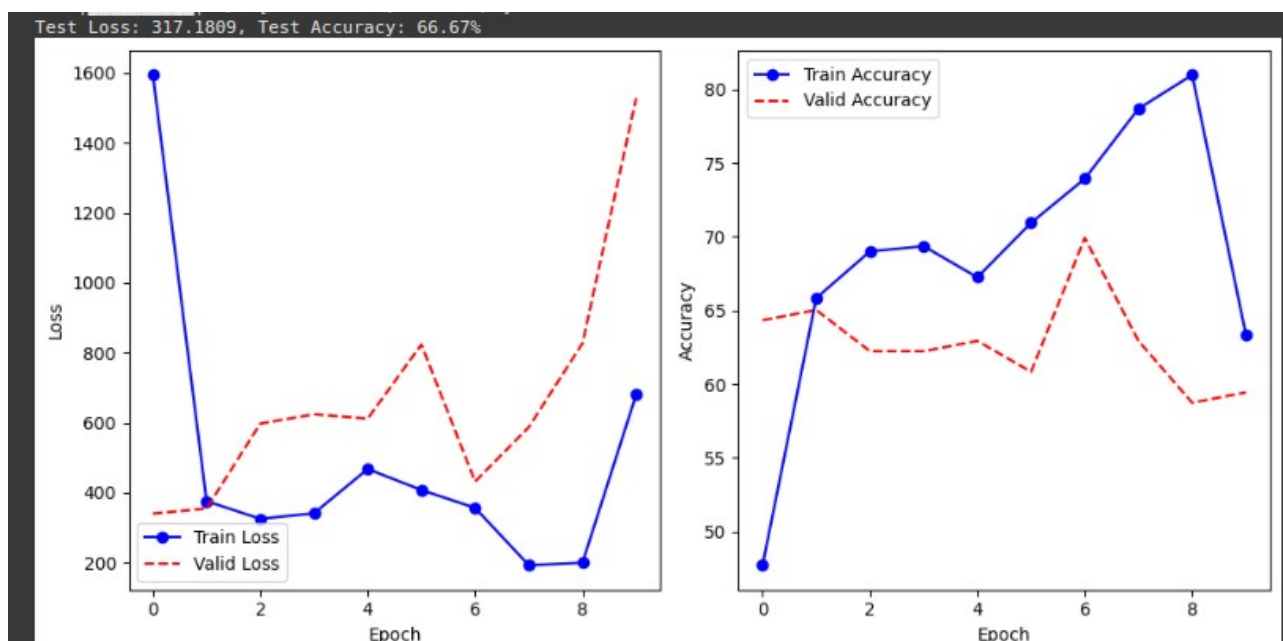
Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
adidas	0.79	0.61	0.69	38
converse	0.72	0.89	0.80	38
nike	0.68	0.68	0.68	38
accuracy			0.73	114
macro avg	0.73	0.73	0.72	114
weighted avg	0.73	0.73	0.72	114



کلاس **converse** با F1-Score برابر 0.80 بهترین عملکرد را دارد، در حالی که کلاس **nike** با F1-Score برابر 0.68 ضعیف‌ترین عملکرد را دارد . ماتریس درهم‌ریختگی نشان می‌دهد که بیشترین اشتباهات مدل، مربوط به اشتباه گرفتن کلاس‌های **nike** و **adidas** است.

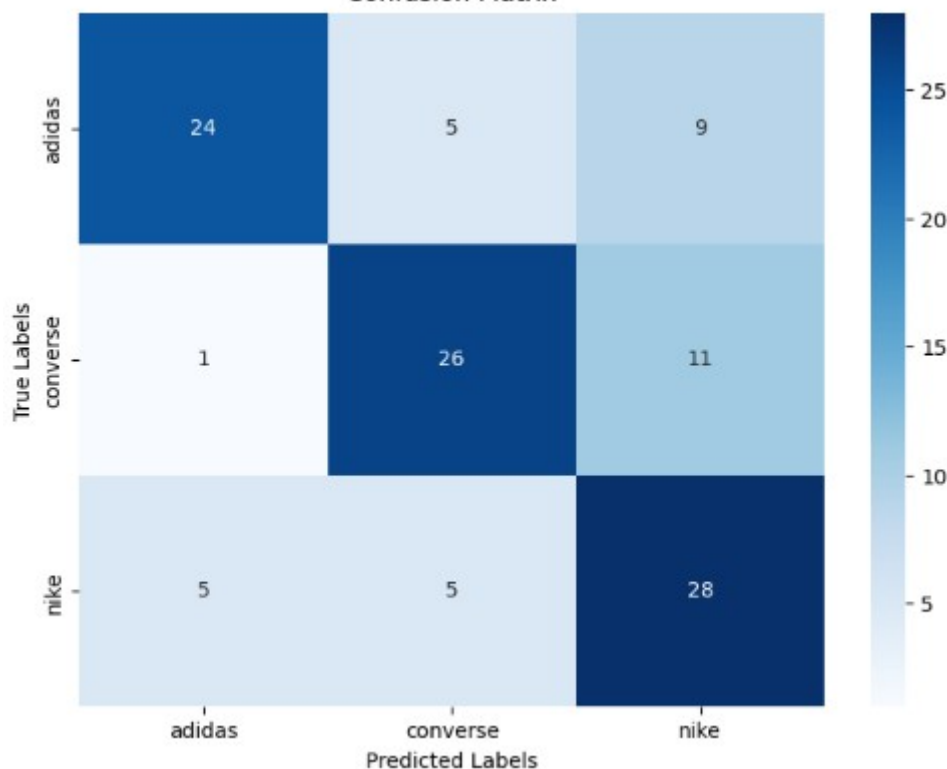
ج) برای اینکه تفاوت بهتر حس شود ، نرخ یادگیری را 10000 برابر کردیم و تعداد دوره آموزش را نیز به 10 دوره کاهش دادیم .

در نتیجه اعمال این تغییرات ، دقت مدل کاهش یافته است که مورد انتظار بود زیرا به دفعات کمتری تمام داده‌ها را به مدل نشان دادیم و گام‌های بلندی برای کاهش تابع خطا برداشتیم .
 معیارهای ارزیابی نیز دوباره محاسبه شدند و در پایین آمده است .



Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
adidas	0.80	0.63	0.71	38
converse	0.72	0.68	0.70	38
nike	0.58	0.74	0.65	38
accuracy			0.68	114
macro avg	0.70	0.68	0.69	114
weighted avg	0.70	0.68	0.69	114

Confusion Matrix



- تغییرات

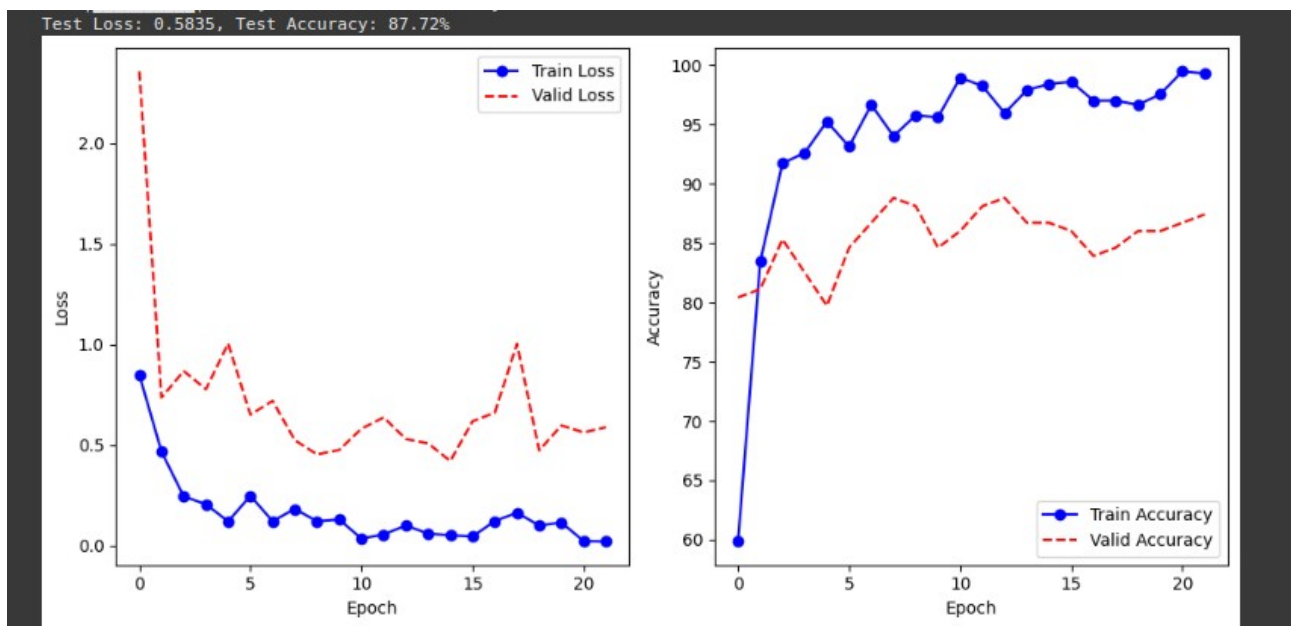
- برخلاف مدل اولیه که تنها لایه Fully Connected نهایی تغییر داده شده بود، این مدل از یک لایه **Conv2D**، نرمال سازی دسته ای (BatchNorm) و لایه های Fully Connected عمیق تر استفاده می کند. این تغییرات توانایی مدل را در یادگیری ویژگی های پیچیده افزایش داده است.

- بهینه سازی و تنظیم یادگیری:

- تنها لایه های عمیق تر ResNet (لایه 4 و Fully Connected) برای یادگیری مجدد فعال شده اند، در حالی که بقیه لایه ها ثابت شده اند. این کار باعث حفظ ویژگی های قبلی شده و مدل را قادر می سازد تا روی بخش های خاص داده تمرکز کند.
- یک **تنظیم کننده نرخ یادگیری (LR Scheduler)** اضافه شده که به صورت دینامیک نرخ یادگیری را با کاهش خطا در اعتبارسنجی تنظیم می کند.

- Early Stopping:

- مکانیزم Early Stopping به مدل اضافه شده تا در صورت عدم بهبود در خطای اعتبارسنجی برای چندین دوره متوالی (patience=7)، آموزش متوقف شود. این امر از آموزش بیش از حد جلوگیری کرده و به صرفه جویی در زمان کمک می کند.



که در نتیجه دقت تست را توانستیم به 87.47 درصد برسانیم .

```
model.load_state_dict(torch.load('custom_resnet50_sho
100%|██████████| 4/4 [00:00<00:00, 5.46it/s]
Test Loss: 0.4939, Test Accuracy: 89.47%

Classification Report:
```

معیار های ارزیابی :

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
adidas	0.85	0.89	0.87	38
converse	0.92	0.92	0.92	38
nike	0.92	0.87	0.89	38
accuracy			0.89	114
macro avg	0.90	0.89	0.89	114
weighted avg	0.90	0.89	0.89	114

