



۲- آموزش شبکه‌های عصبی عمیق (Training)



گام‌های اصلی فرآیند آموزش

(Data Preparation / Pre-processing)

آماده‌سازی داده‌های آموزش

(Model Architecture)

انتخاب / طراحی معماری مناسب شبکه

(Training)

تنظیم پارامترهای مدل و اجرای آموزش

(Refinement / Tuning)

اصلاح و بهبود آموزش

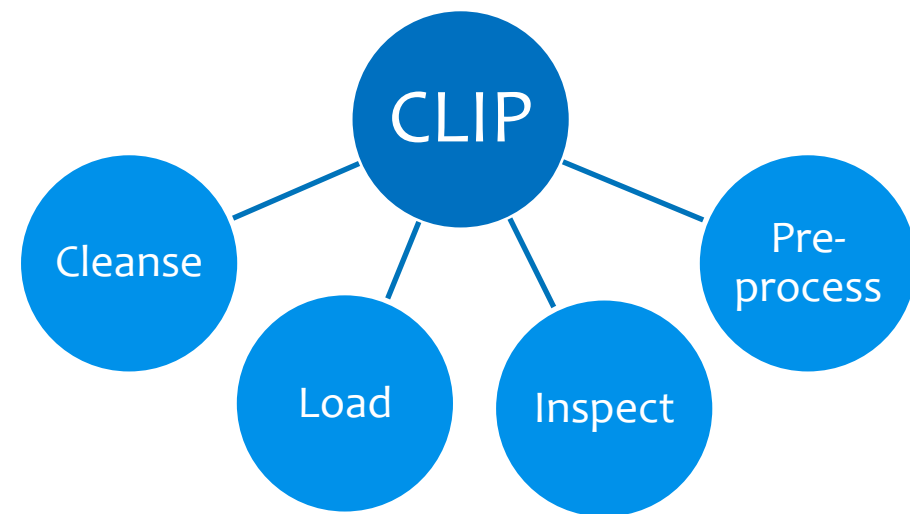
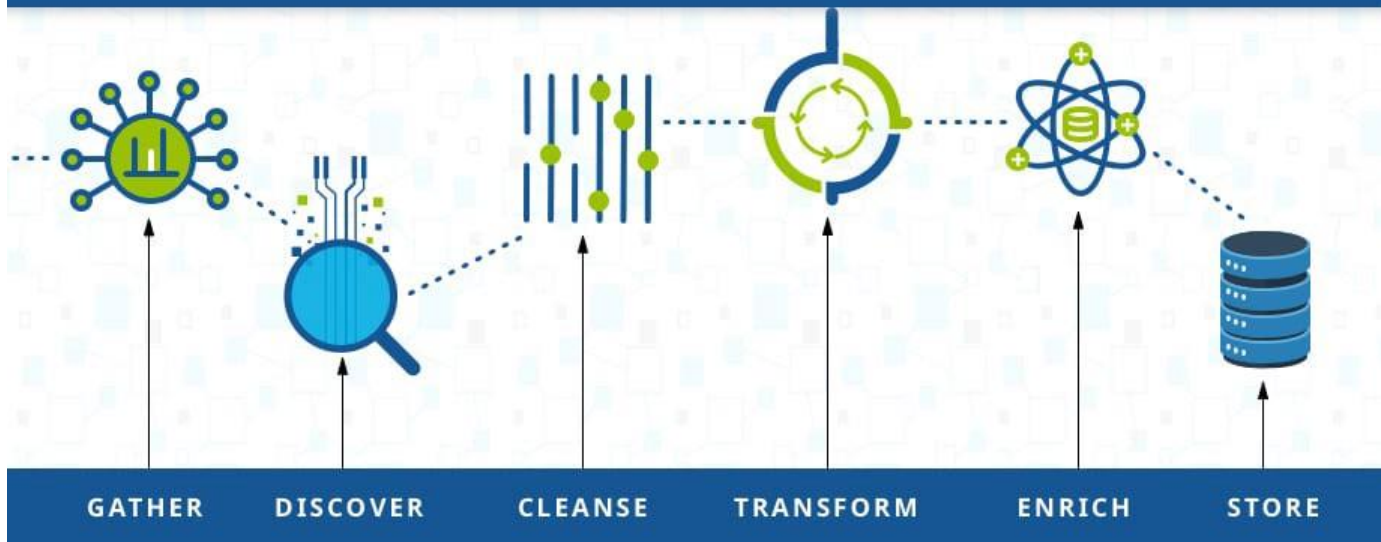
اصول آماده‌سازی داده‌ها

داده‌ها ← منبع تغذیه و سوخت مدل

داده خوب ← آموزش خوب

Data-Centric AI

DATA PREPARATION



پیش‌پردازش داده‌ها

نرمالیزه / استاندارد کردن داده‌ها ← حذف اطلاعات گمراه‌کننده

Feature Scaling

$$x_{min-max} = \frac{(x - \min(x))}{(\max(x) - \min(x))}$$

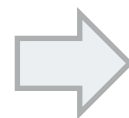
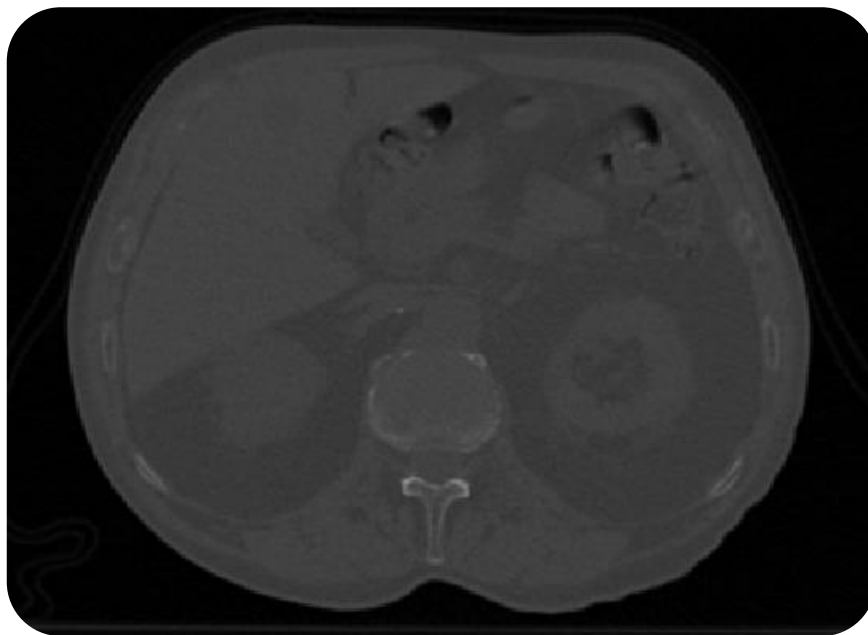
```
norm = (img - np.min(img)) / (np.max(img) - np.min(img))
```

$$x_{z-score} = \frac{(x - \text{mean}(x))}{\text{std}(x)}$$

```
norm = (img - np.mean(img)) / np.std(img)
```

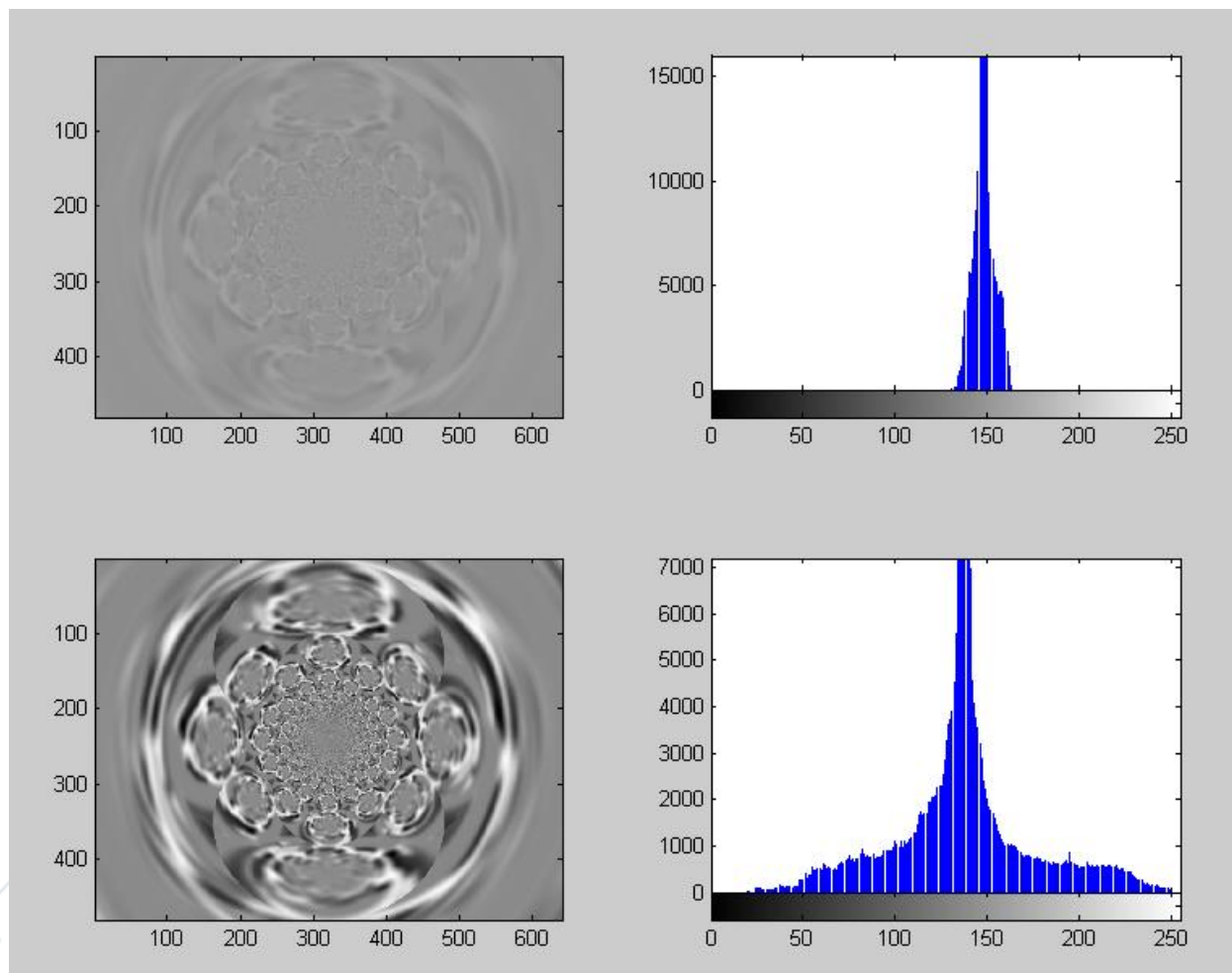
پیش پردازش داده ها

بهبود کیفیت تصاویر



Contrast adjustment

پیش‌پردازش داده‌ها



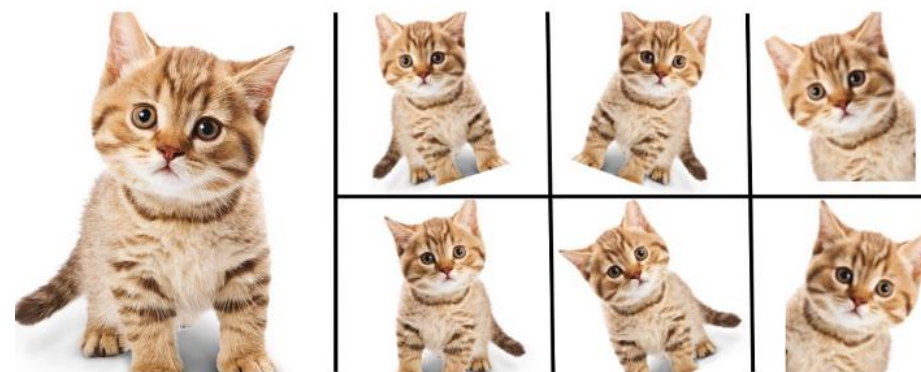
بهبود کیفیت تصاویر

Histogram adjustment

افزایش داده‌ها

Data Augmentation

ایجاد تغییرات بر روی داده‌های فعلی و ایجاد داده‌های جدید



Enlarge your Dataset

انتخاب / طراحی معماری مدل

نوع و معماری شبکه

- با توجه به نوع داده های آموزش
- استفاده از معماری مدل های آماده

مدل های آماده برای Keras: <https://keras.io/api/applications/>

تعداد لایه ها / تعداد پارامترها

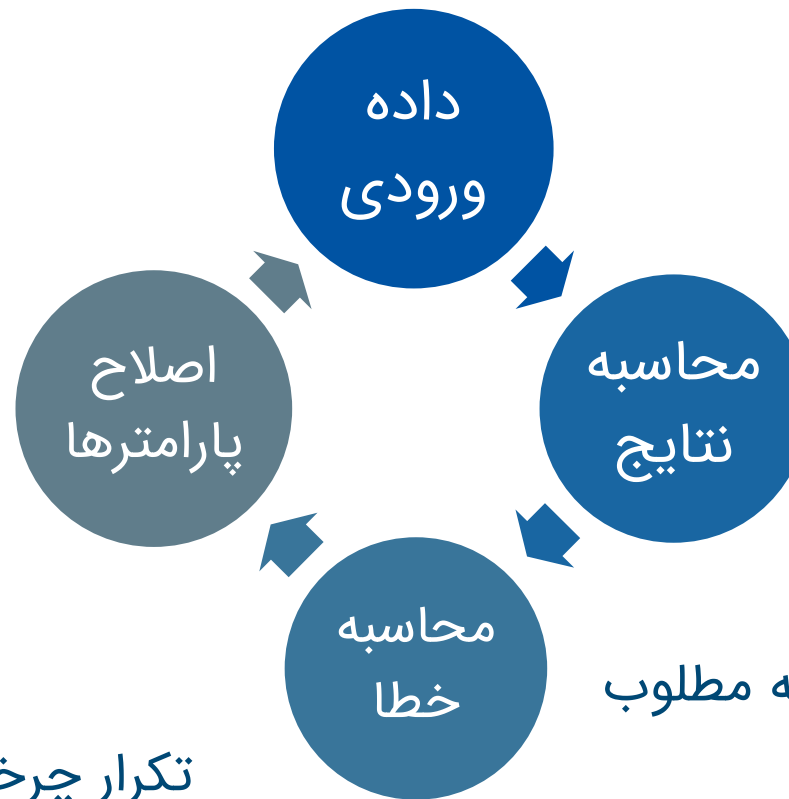
- با توجه به حجم داده های آموزش
- شروع با تعداد کم ← افزایش، تا جایی که نتیجه بهبود پیدا نکند. (یا برعکس!)

الگوریتم های جستجوی معماری (Neural Architecture Search)

- روش های AutoML (Auto-Keras، Auto-Sklearn، TPOT)

آموزش شبکه

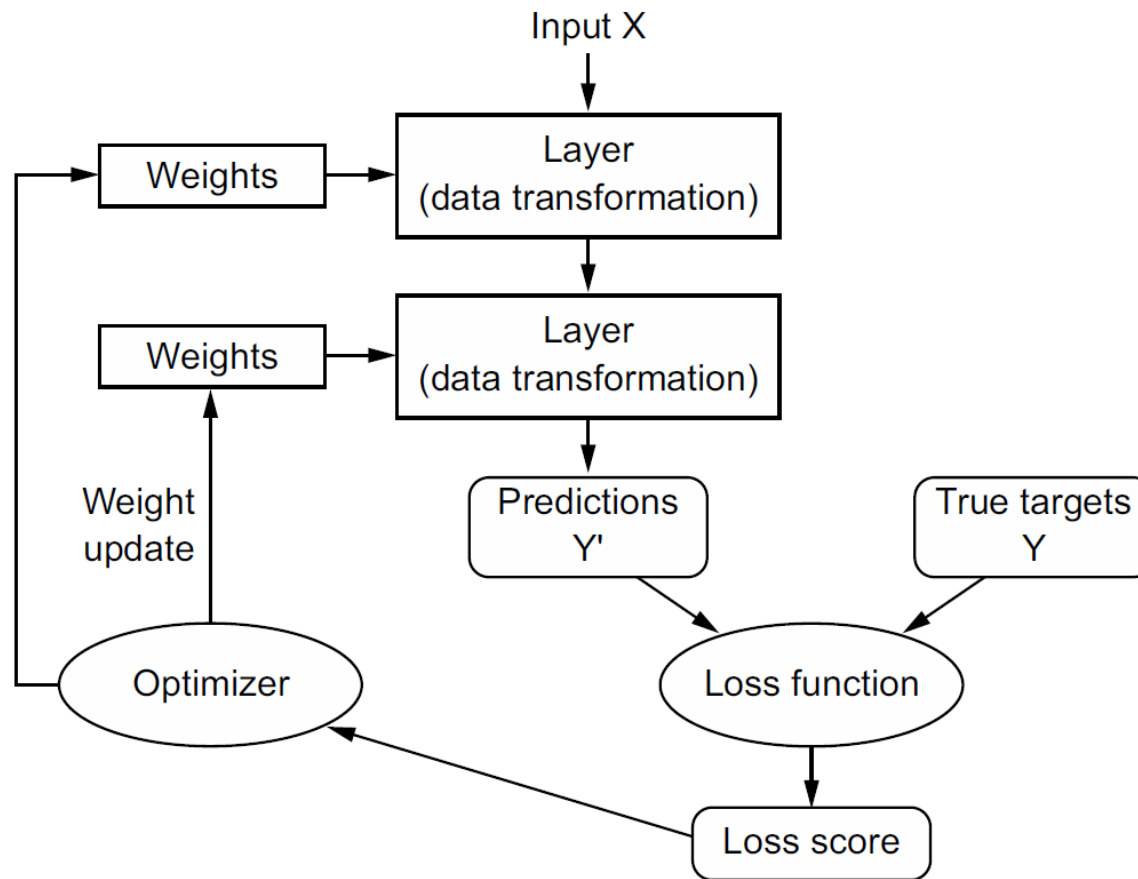
چرخه آموزش



اختلاف با نتیجه مطلوب

تکرار چرخه آموزش تا رسیدن به نتیجه مطلوب

آموزش شبکه

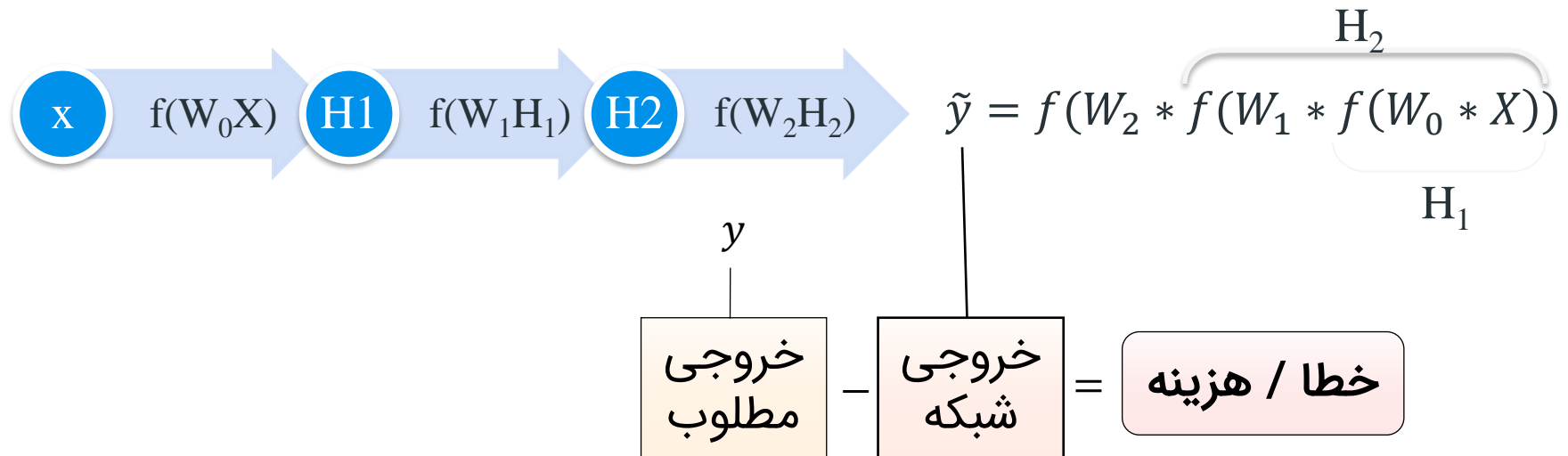


چرخه آموزش

- ورودی / خروجی
- لایه ها / مدل
- تابع هزینه
- الگوریتم بهینه سازی

آموزش شبکه

عبور داده‌ها از شبکه و محاسبه خطا (Forward Pass)



محاسبه خطا (Loss)

تابع هزینه ← نحوه محاسبه خطا

نمونه‌های تابع هزینه (Cost / Loss function)

Mean Squared Error (MSE)

$$L(y, \tilde{y}) = \frac{1}{N} \sum_i (y_i - \tilde{y}_i)^2$$

Binary Cross-Entropy (BCE)

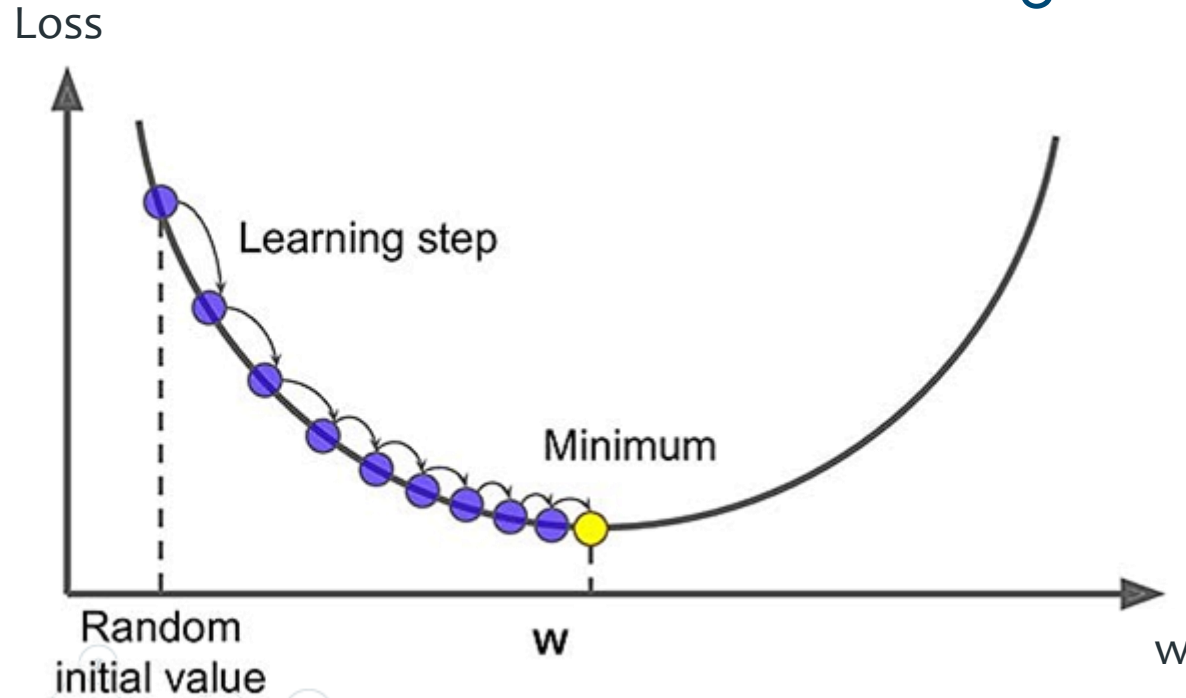
$$L(y, \tilde{y}) = \frac{1}{N} \sum_i y_i \cdot \log(\tilde{y}_i) + (1 - y_i) \cdot \log(1 - \tilde{y}_i)$$

Dice Similarity Coefficient (DSC)

$$L(y, \tilde{y}) = 1 - \frac{2(y \cap \tilde{y})}{y \cup \tilde{y}}$$

بهینه‌سازی (Optimization)

حرکت قدم به قدم به سمت کم‌ترین مقدار خطا
اصلاح و به‌روزرسانی وزن‌ها برای رسیدن به حداقل خطا

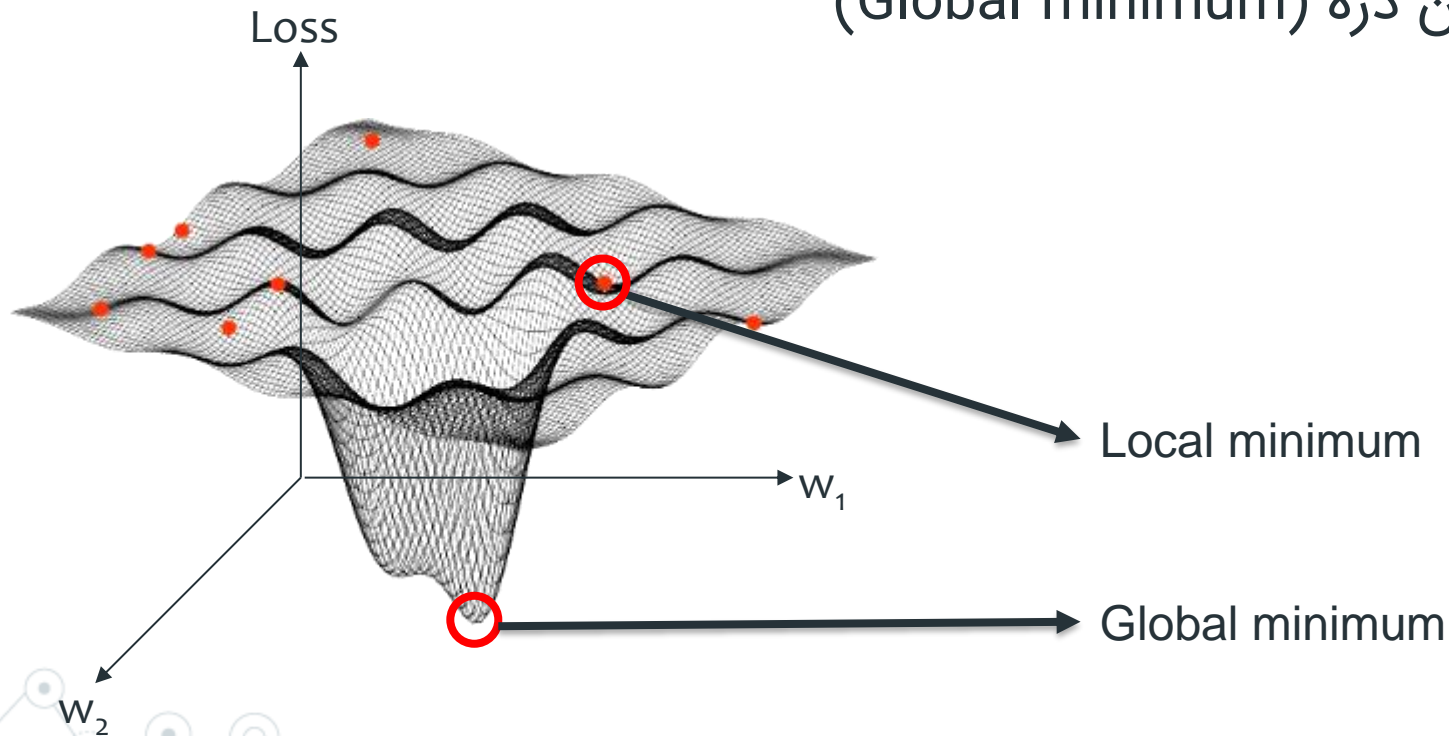


الگوریتم Gradient Descent

$$w_{i+1} = w_i - \alpha \frac{\partial Loss}{\partial w_i}$$

بهینه‌سازی (Optimization)

مقادیر مختلف Loss در وزن‌های مختلف \leftarrow تشکیل یک سطح ناهموار (Loss surface)
هدف \leftarrow رسیدن به عمیق‌ترین دره (Global minimum)



بهینه‌سازی (Optimization)

الگوریتم‌ها

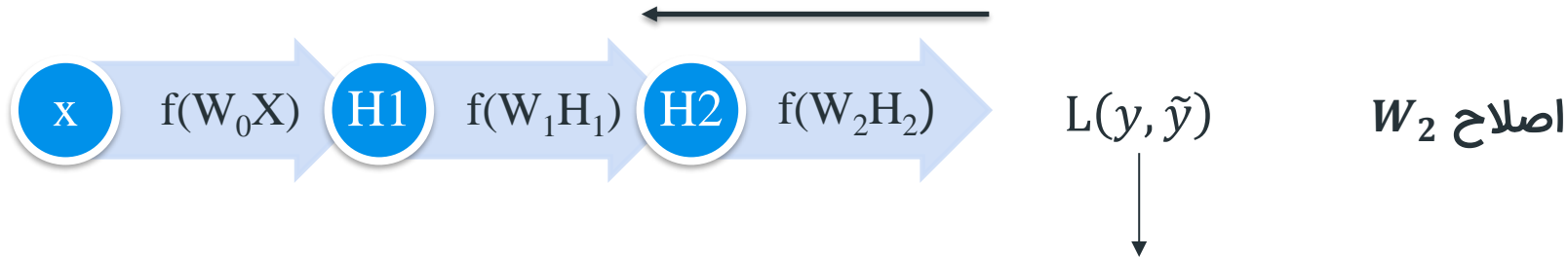
- SGD
- SGD + Momentum
- RMSprop
- Adagrad
- Adadelta
- Adam
- ...

• بررسی الگوریتم‌های بهینه‌سازی:

<https://emiliendupont.github.io/2018/01/24/optimization-visualization/>

اصلاح وزن‌ها

روش (Backward Pass) Back-propagation



$$\Delta W_2 = \frac{\partial L}{\partial W_2}$$

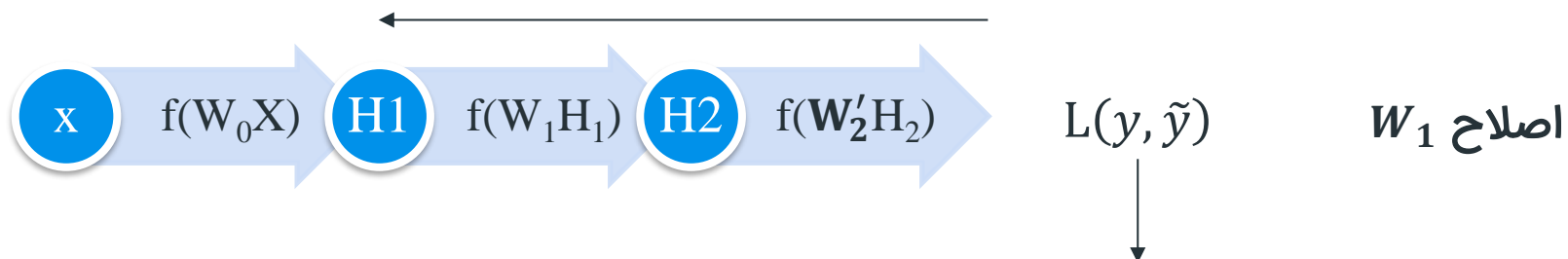
$$W'_2 = W_2 - \alpha(\Delta W_2)$$

Learning rate

- محاسبه گرادیان L نسبت به وزن W_2 :
- اصلاح W_2 در جهت کاهش گرادیان L (الگوریتم SGD):

اصلاح وزن‌ها

روش (Backward Pass) Back-propagation



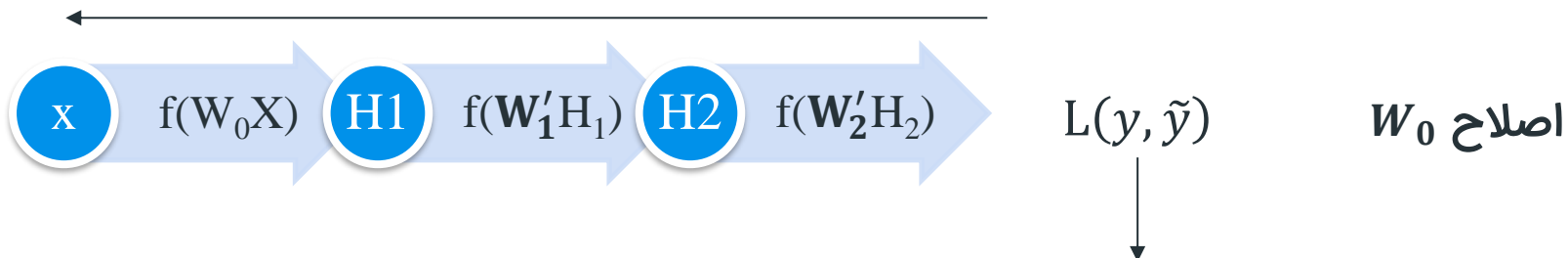
$$\Delta W_1 = \frac{\partial L}{\partial W_1}$$

$$W_1' = W_1 - \alpha(\Delta W_1)$$

- محاسبه گرادیان L نسبت به وزن W_1 :
- اصلاح W_1 در جهت کاهش گرادیان L :

اصلاح وزن‌ها

روش Back-propagation (Backward Pass)



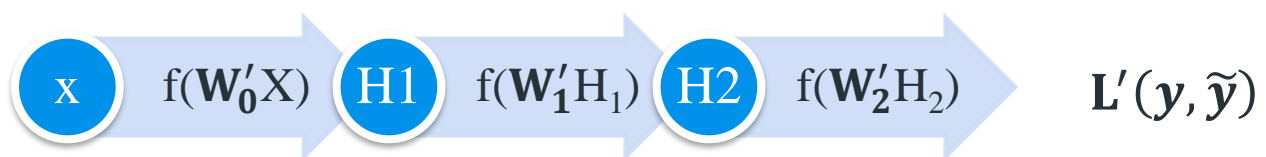
$$\Delta W_0 = \frac{\partial L}{\partial W_0}$$

$$W'_0 = W_0 - \alpha(\Delta W_0)$$

- محاسبه گرادیان L نسبت به وزن W_0 :
- اصلاح W_0 در جهت کاهش گرادیان L :

اصلاح وزن ها

روش Back-propagation

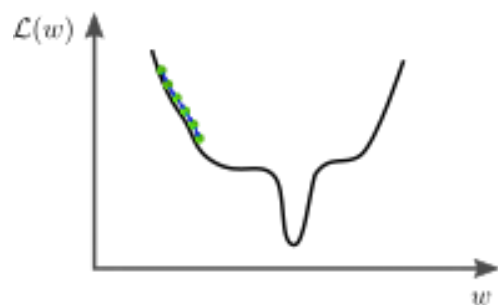


محاسبه مجدد خطا (Forward Pass)

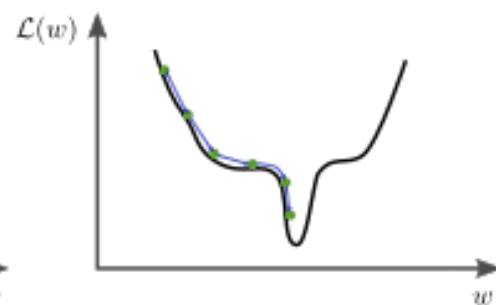
اصلاح وزن ها با خطای جدید (Backward Pass)

نرخ یادگیری

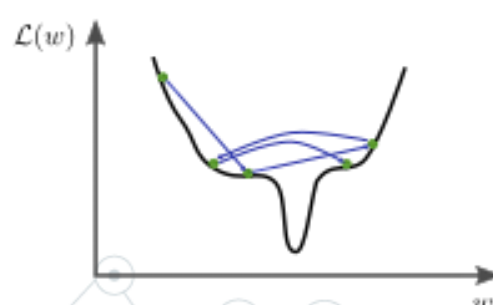
Learning Rate



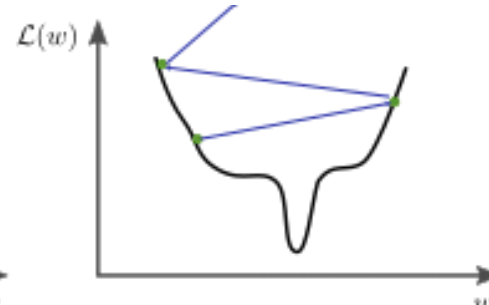
Learning rate too low



Good learning rate



High learning rate



Learning rate much too high

