



# Deep Learning

(جلسه اول)

**محمد خالوئی**

❖ دانشجوی دکتری هوش مصنوعی و رباتیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر

❖ عضو آزمایشگاه سیستم های هوشمند چند رسانه ای دانشگاه صنعتی امیرکبیر

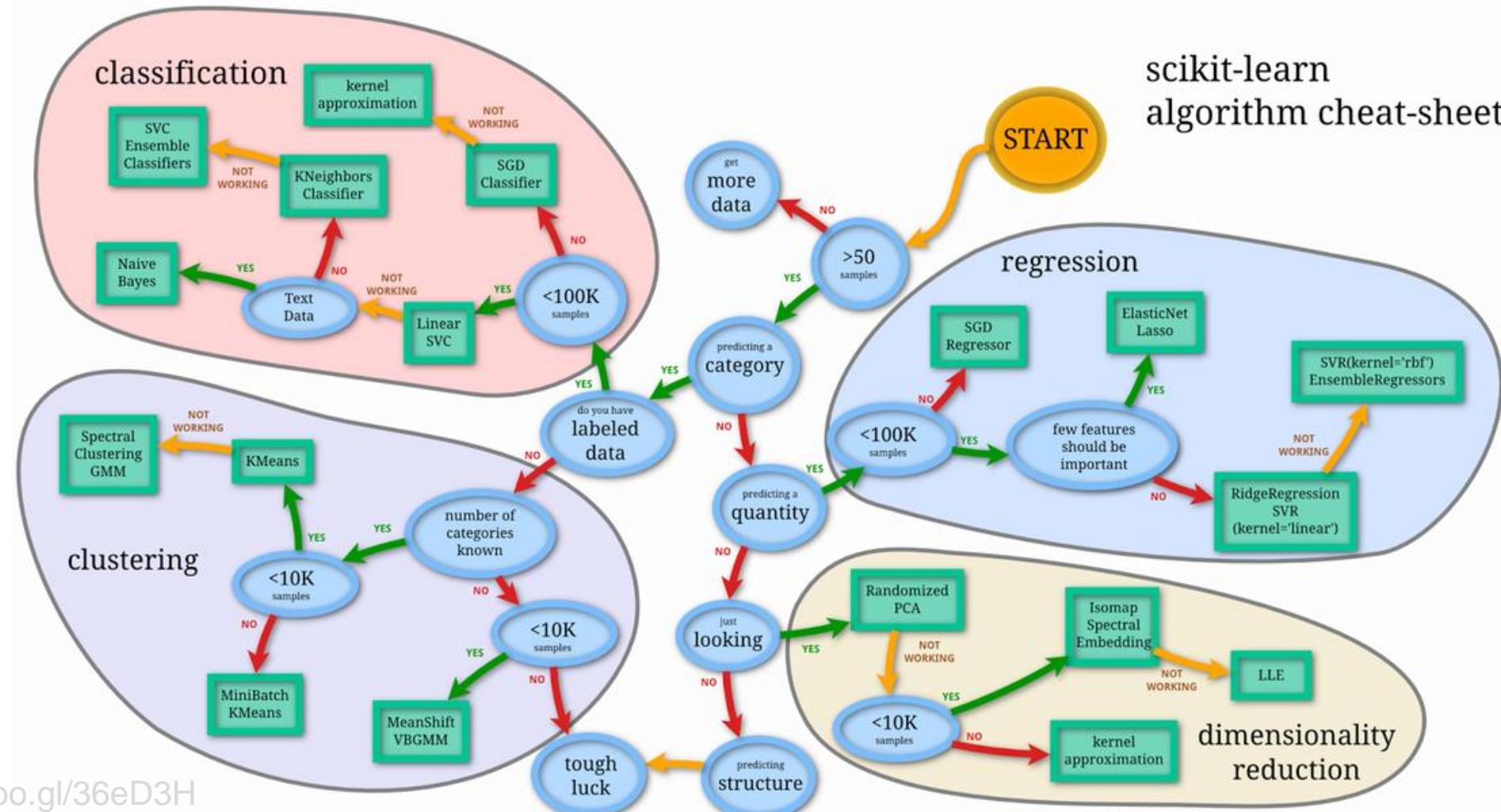
❖ مسئول واحد یادگیری ژرف کارگروه کلان داده دانشگاه صنعتی شریف

❖ دلان ارتباطی : khalooei@aut.ac.ir <http://ceit.aut.ac.ir/~khalooei>

مرداد ۱۳۹۷

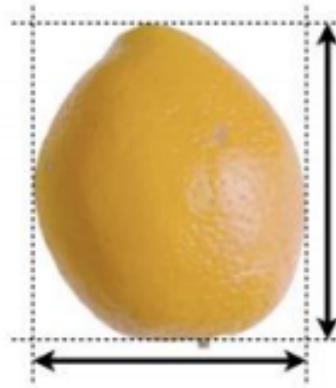
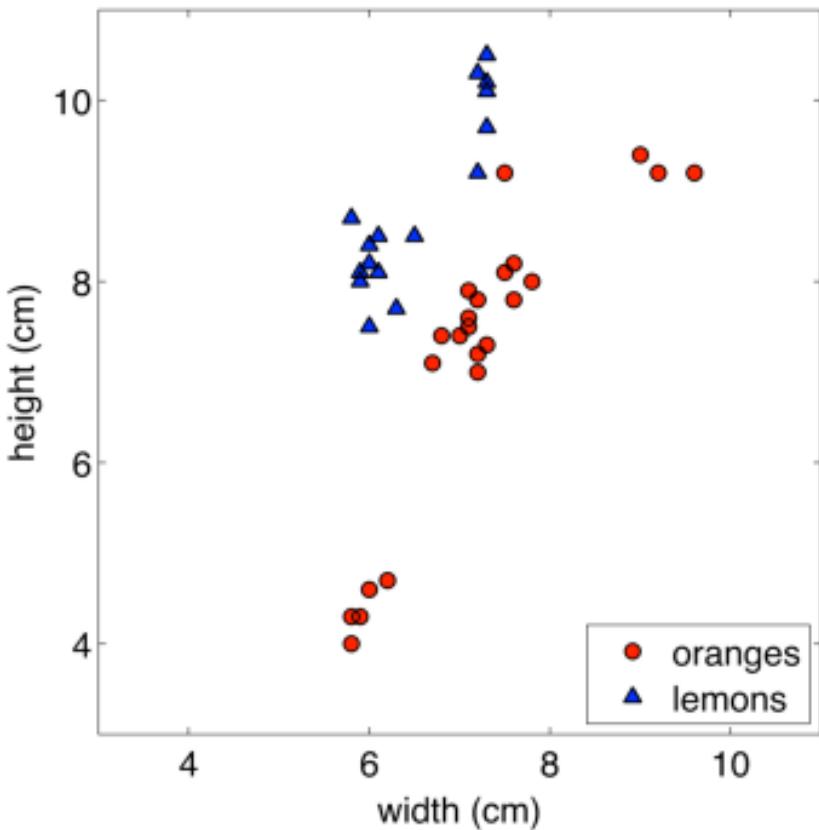
# فهرست مطالب

- بخش اول : مفاهیم و مقدمات پایه دوره
- مروری بر بخش‌بندی دوره
- مروری بر زبان پایتون و مفاهیم برنامه نویسی مهم آن
- مروری بر کتابخانه‌های مهم و پرکاربرد در پایتون
  
- بخش دوم
- بیان سریع تاریخچه وار سیر حرکتی به سمت رویکرد یادگیری ژرف
- ورودی کلی به بحث شبکه عصبی و یادگیری ژرف
- بیان زیرساخت های کلی در یادگیری ژرف بصورت مروری



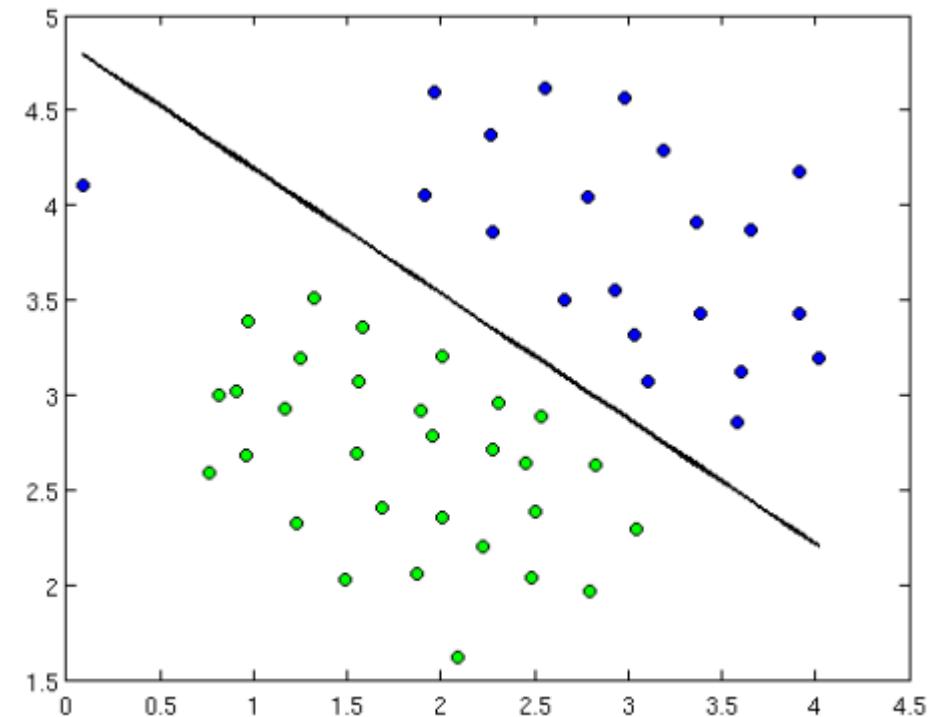
<https://goo.gl/36eD3H>

# مروری بر مفاهیم اولیه ...

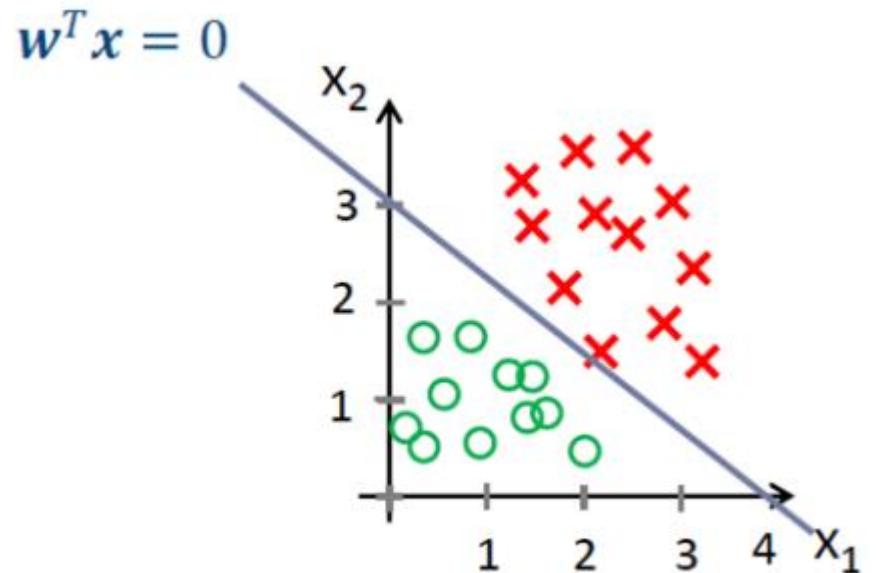


# مروری بر مفاهیم اولیه ...

- Given: Training set
  - labeled set of  $N$  input-output pairs
    - $D = \{(x^{(i)}, y^{(i)})\}_{i=1}^N$
    - $y = \{1, \dots, K\}$
- Goal: Given an input  $x$ , assign it to one of  $K$  classes
- Examples:
  - Spam filter
  - Handwritten digit recognition



# مروری بر مفاهیم اولیه ...

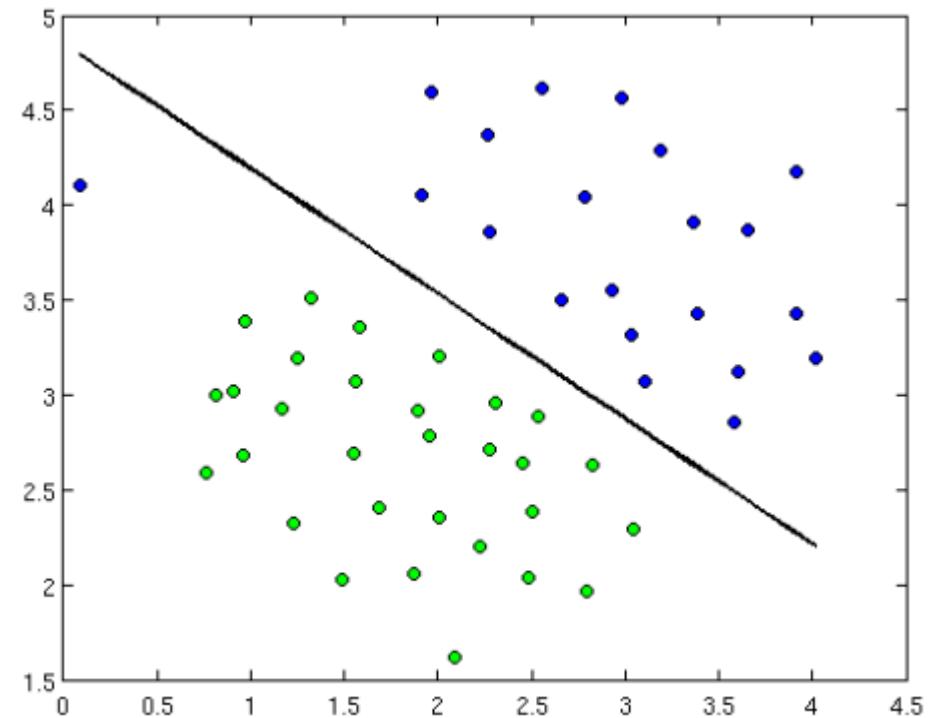


*if  $W^T x \geq 0$  then  $y = 1$*

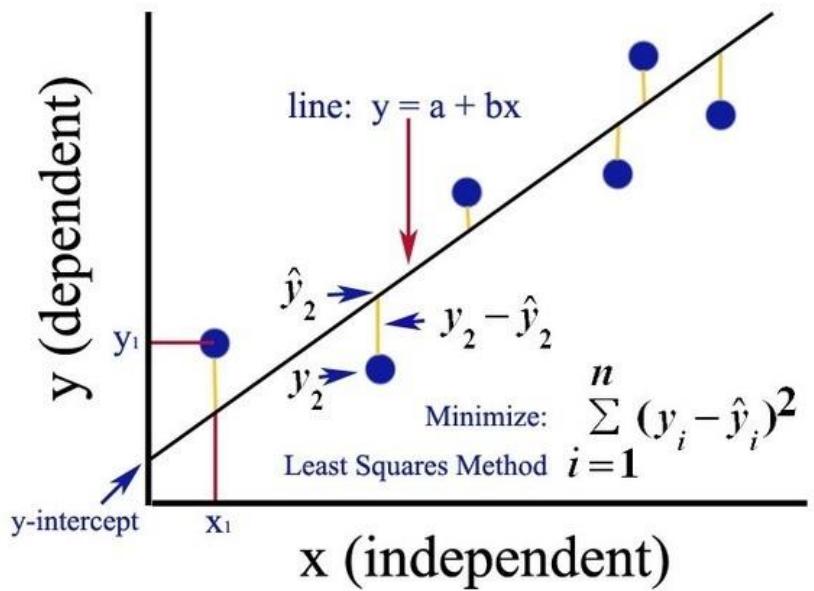
*Else  $y = -1$*

$$w = [-3, 0.75, 1]$$

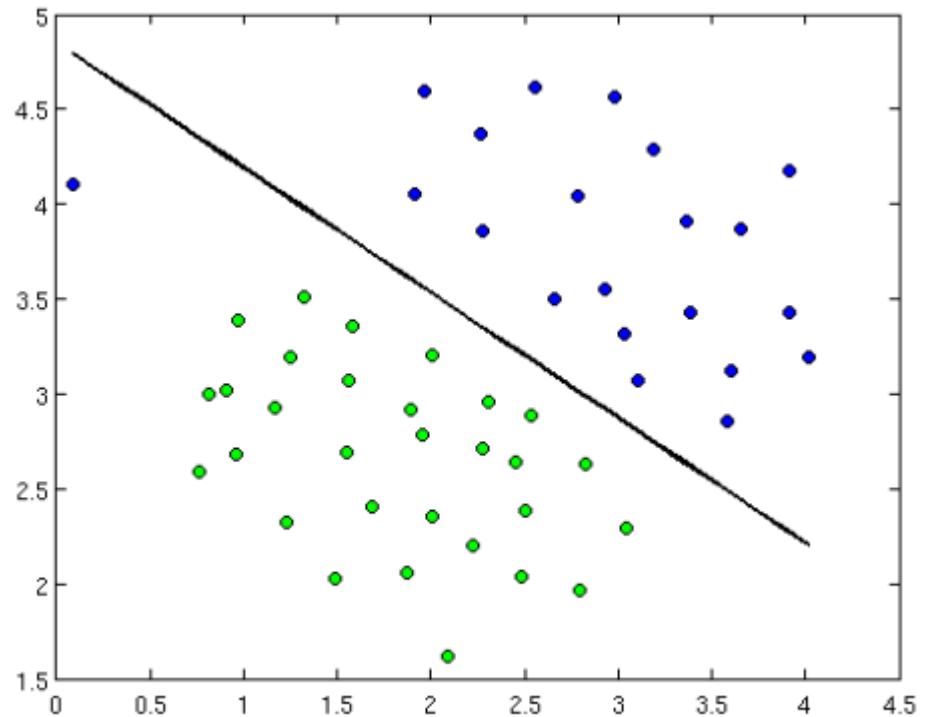
$$-3 + \frac{3}{4}x_1 + x_2 = 0$$



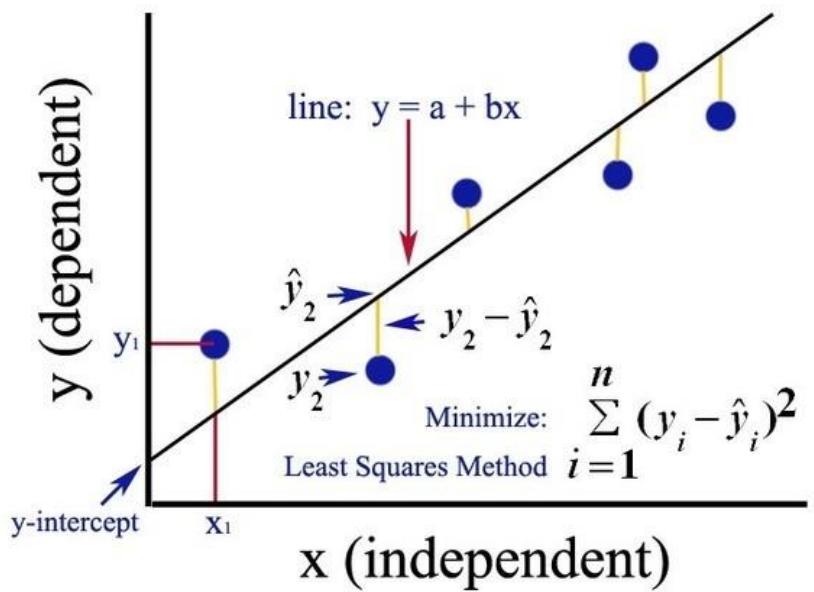
# مروری بر مفاهیم اولیه ...



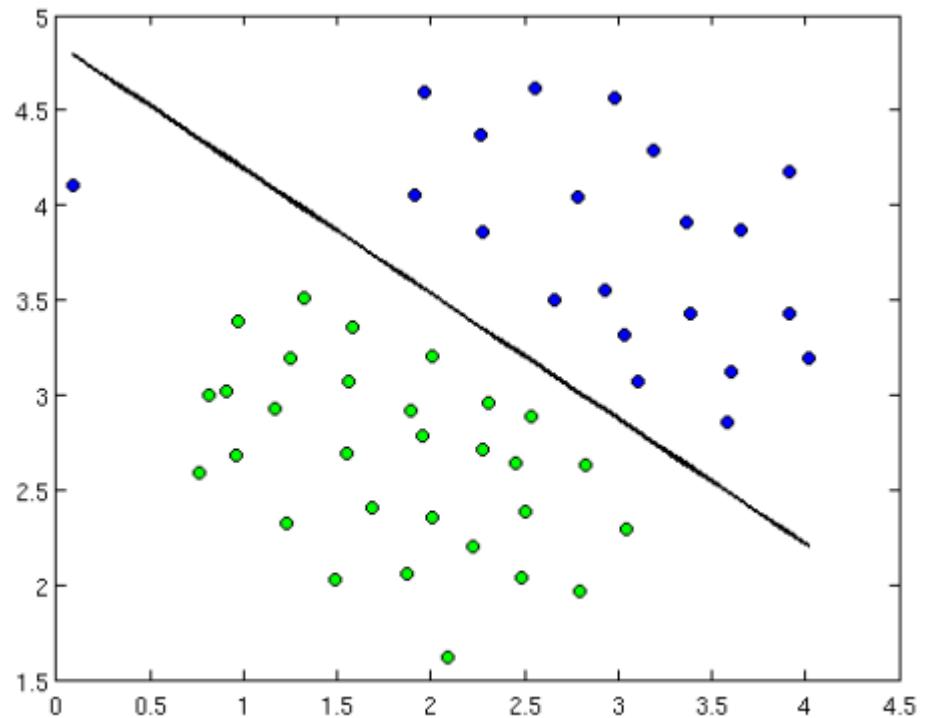
$$J(\mathbf{w}) = \sum_{i=1}^N (g(\mathbf{w}^T \mathbf{x}^{(i)}) - y^{(i)})^2$$



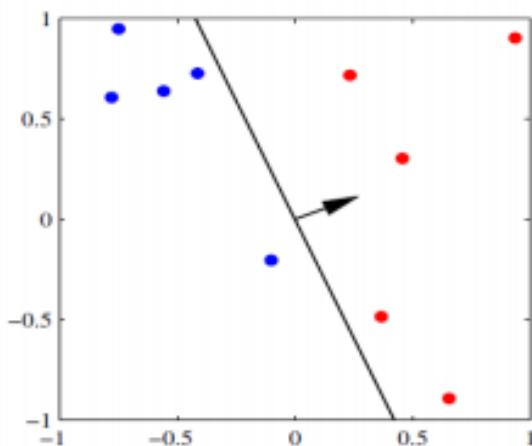
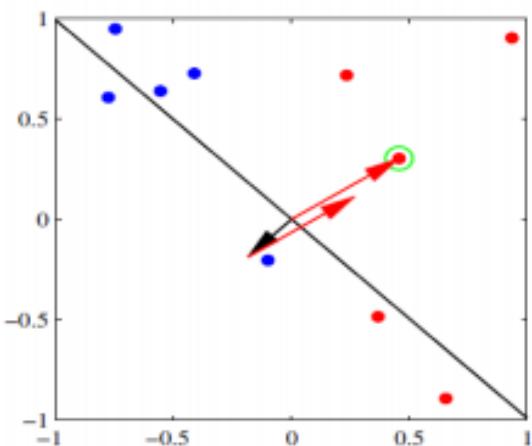
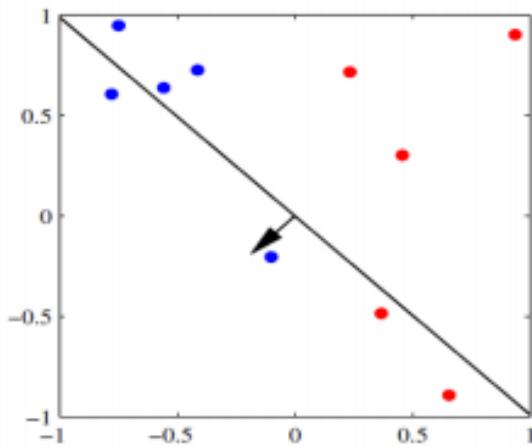
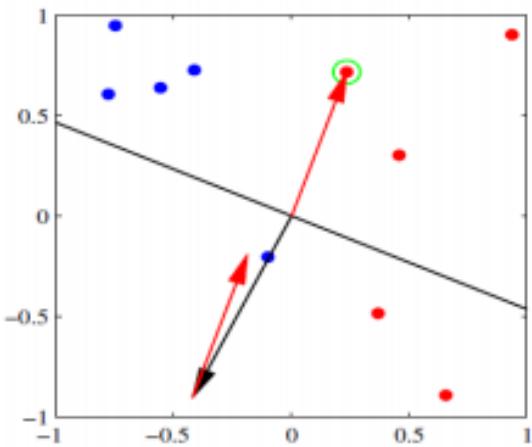
# مروری بر مفاهیم اولیه ...



$$J(\mathbf{w}) = \sum_{i=1}^N (g(\mathbf{w}^T \mathbf{x}^{(i)}) - y^{(i)})^2$$



# مروری بر مفاهیم اولیه ...



همگرایی •

# آماده سازی ذهنی...

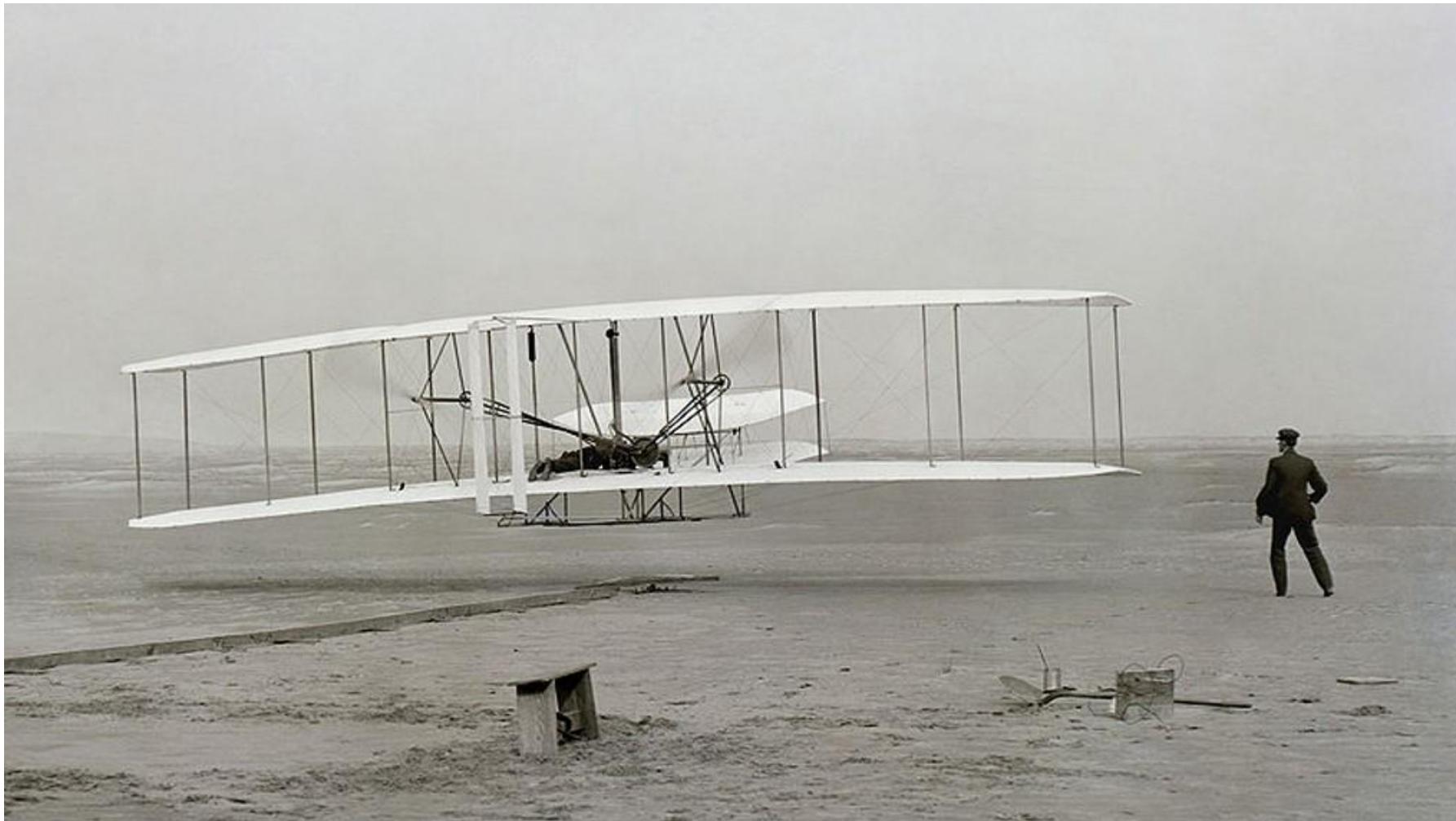


<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raptor-ElmendorfAFB-2009.JPG>



<http://weknowyourdreams.com/image.php?pic=/images/eagle/eagle-08.jpg>

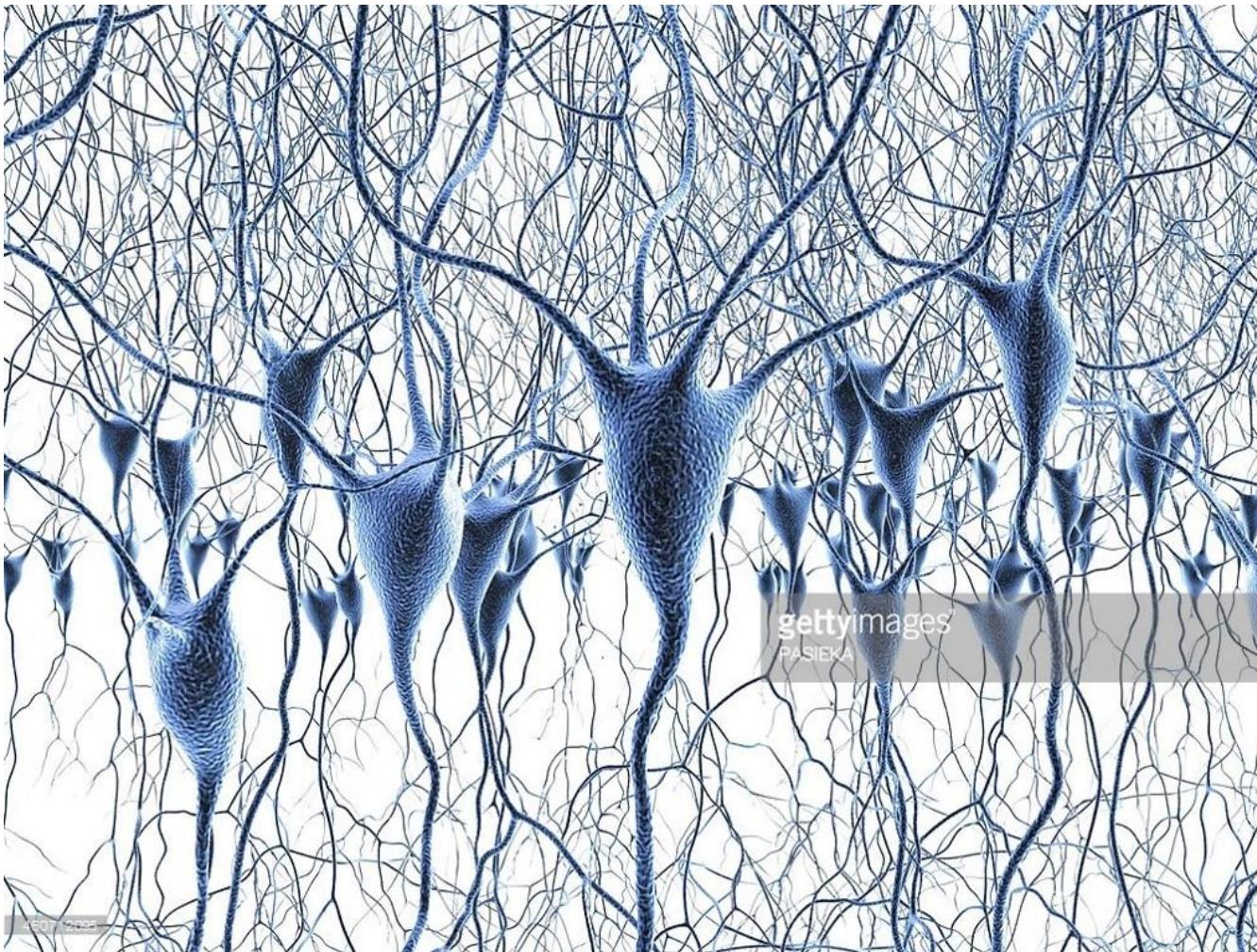
# آماده سازی ذهنی...



# نرون عصبی



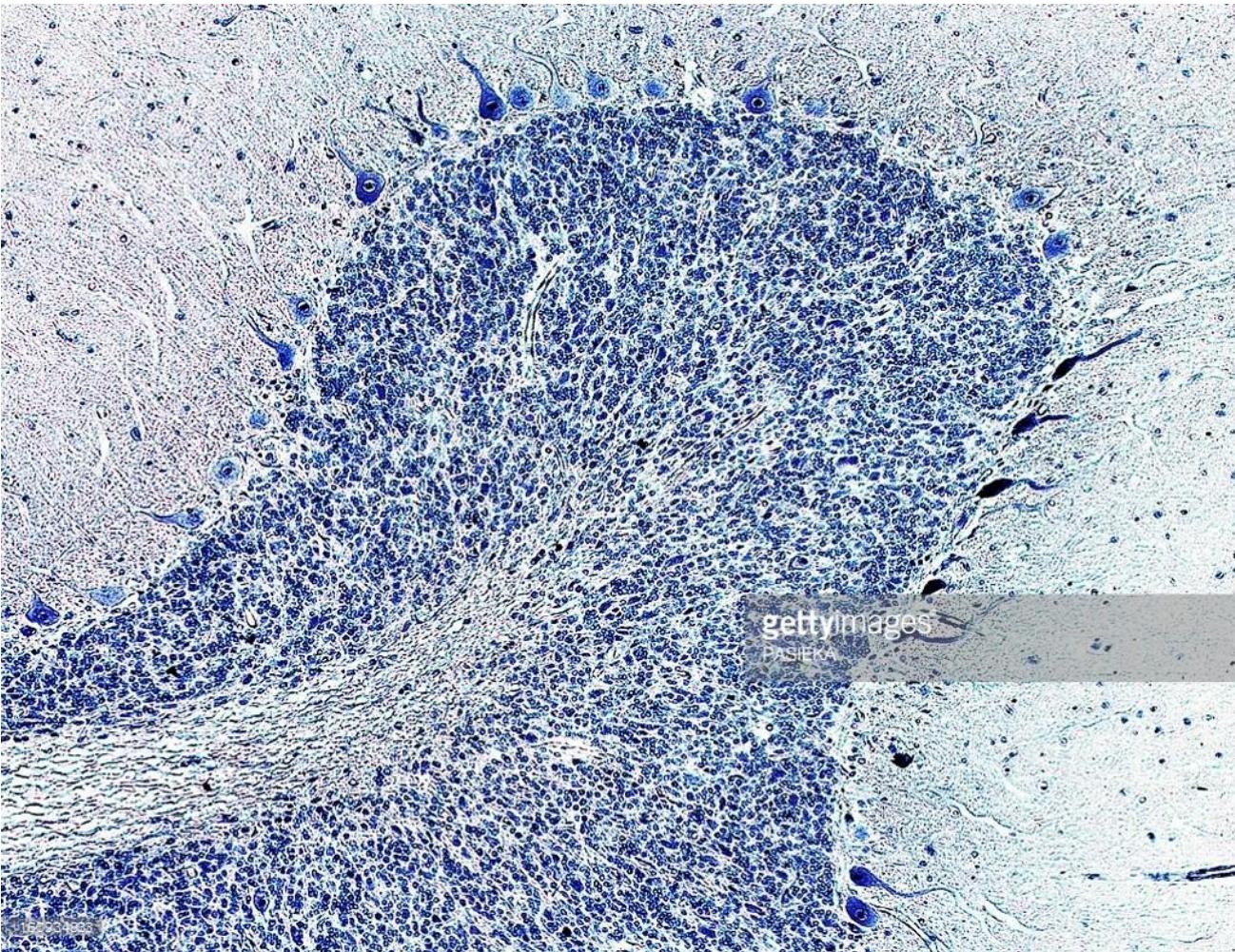
# شبکه‌ای از نرون‌های عصبی



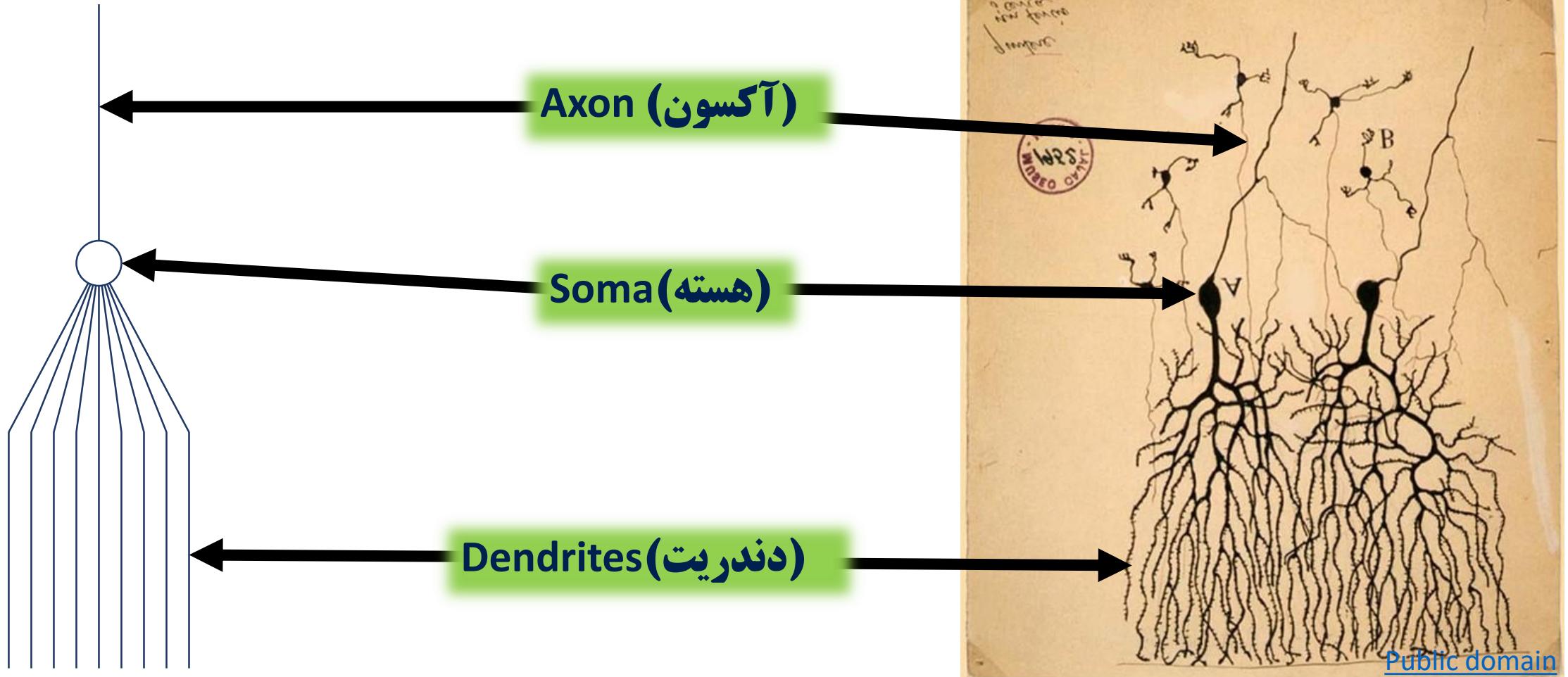
# شبکه‌ای از نرون‌های عصبی



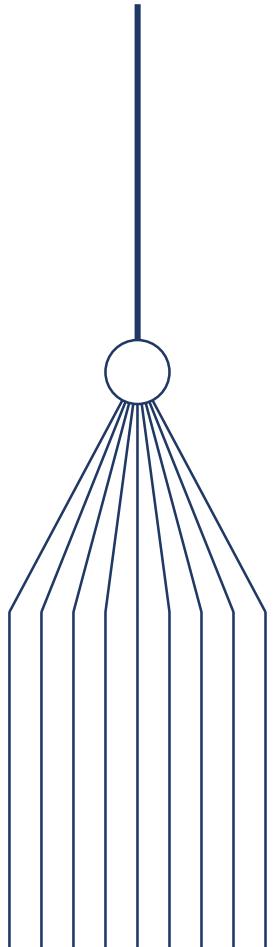
# شبکه‌ای از نرون‌های عصبی



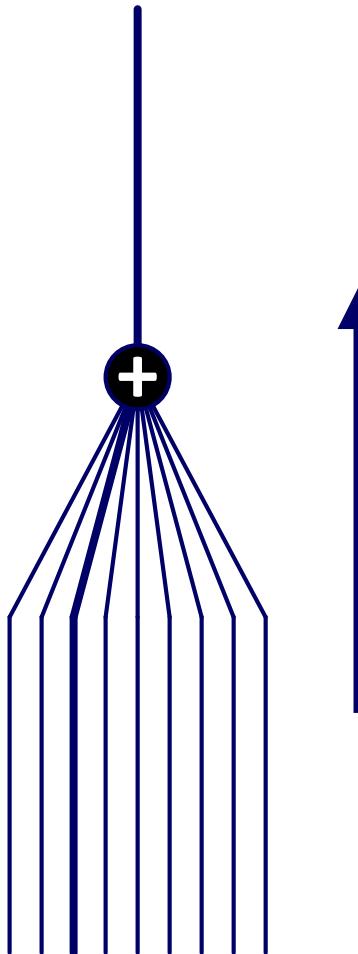
# اولین ترسیم‌هایی از نرون‌های عصبی



# مدل ساده شده نرون عصبی

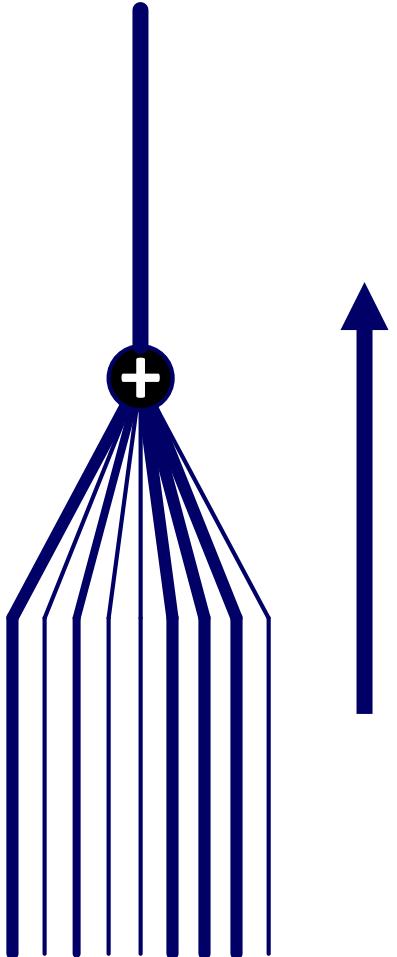


# مدل ساده شده نرون عصبی



- هسته مقادیر فعالیت‌های دندریت‌ها را به آکسون منتقل می‌کند

# مدل ساده شده نرون عصبی



- هسته مقادیر فعالیت‌های دندریت‌ها را به آکسون منتقل می‌کند
- هر چه دندریت‌های بیشتری مقدار فعالیت داشته باشند مقدار فعالیت آکسون هم بیشتر خواهد بود.

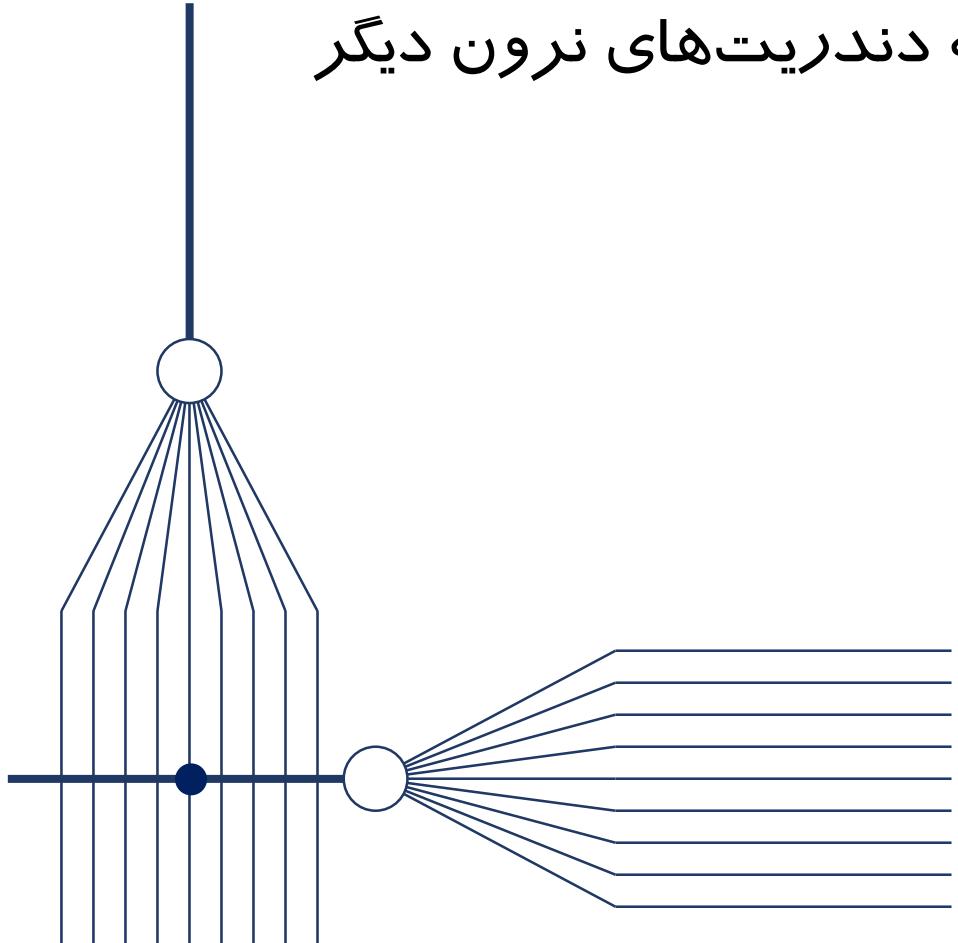
# سیناپس (Synapse)



- برای اتصال آکسون‌های یک نرون به دندانهای نرون دیگر

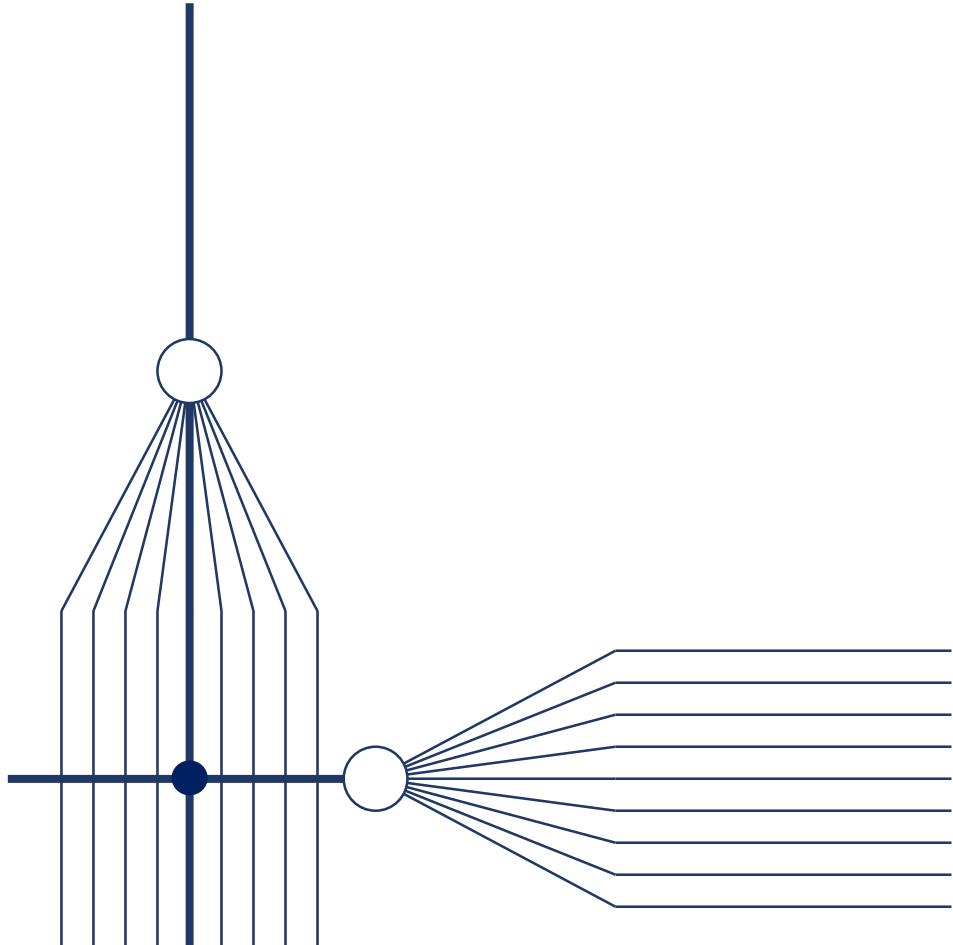
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- انواع مختلف اتصال آکسون‌های یک نرون به دندانهای نرون دیگر
  - قوی (Stronger)
  - ضعیف (Weaker)
  - متوسط (between of them)



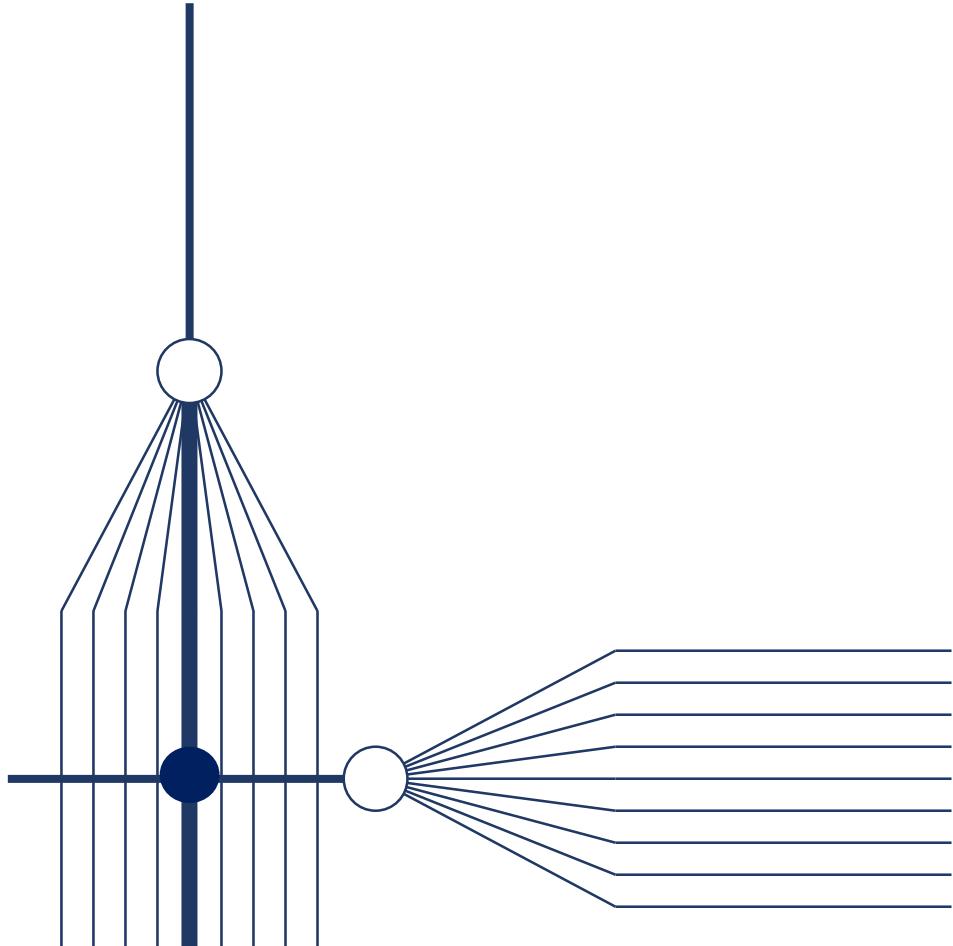
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- مثال اتصال متوسط (معادل مقدار ۰.۶)



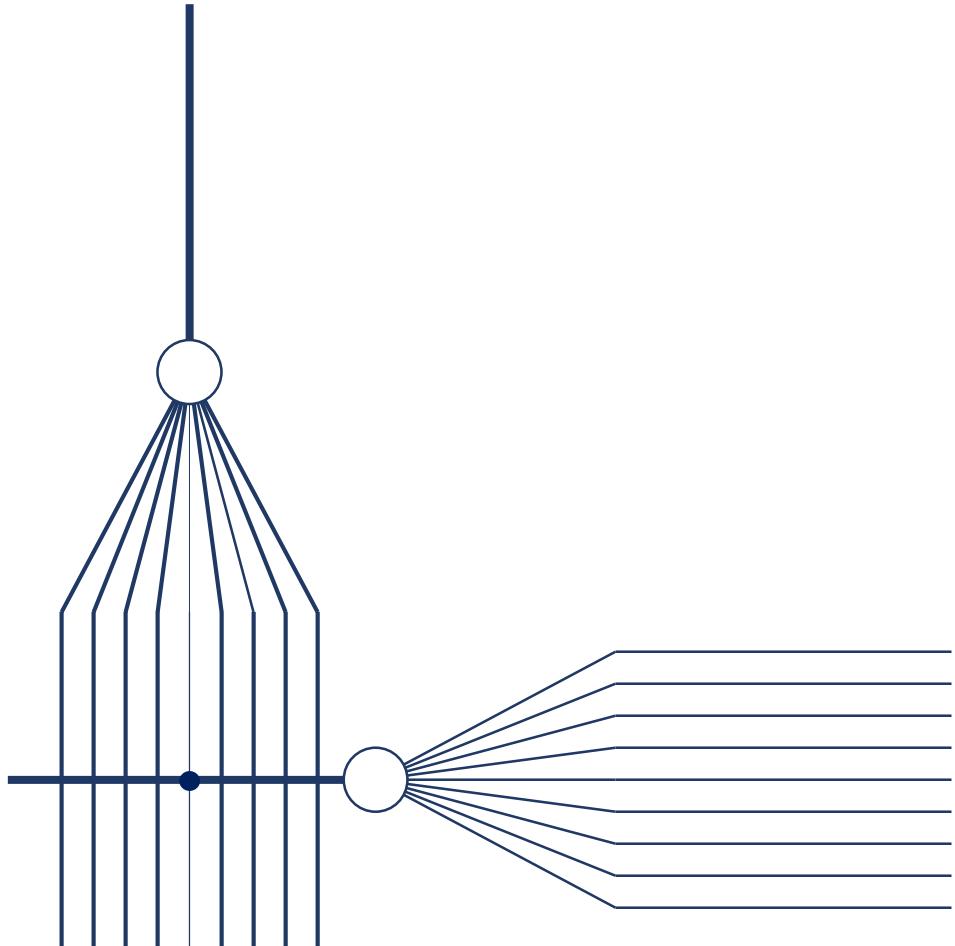
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- مثال اتصال قوی(معادل مقدار ۱)



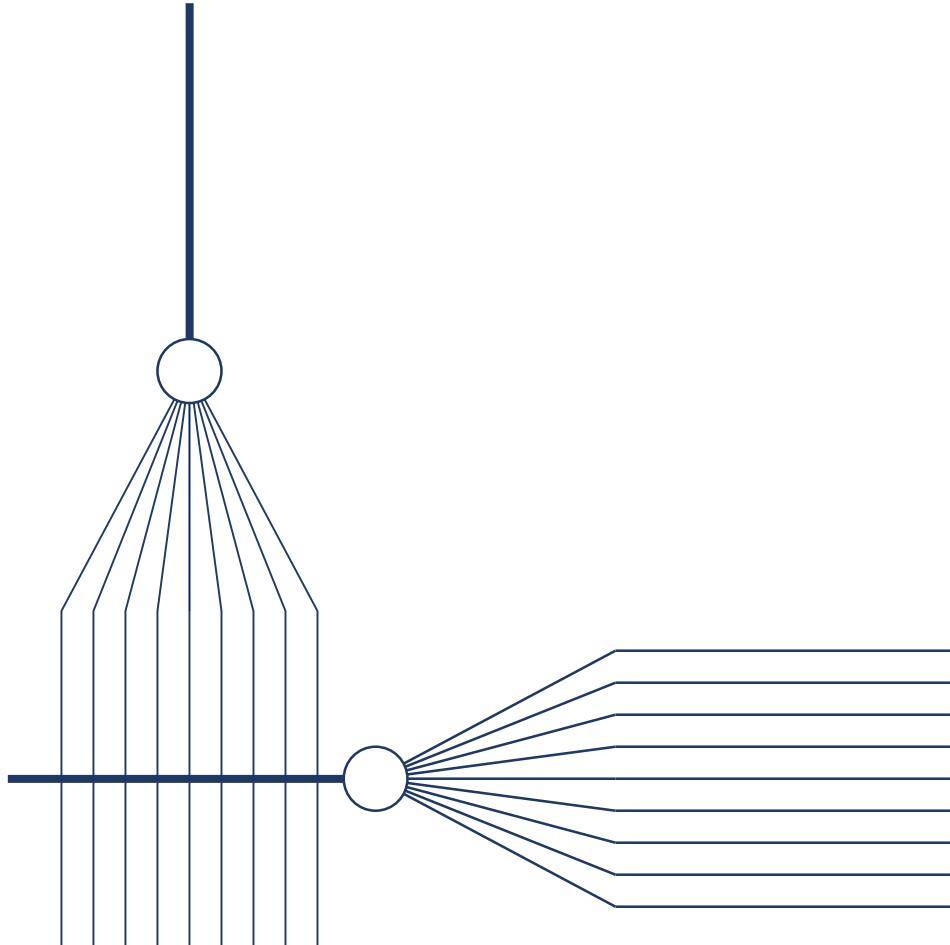
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- مثال اتصال ضعیف(معادل مقدار ۰.۲)



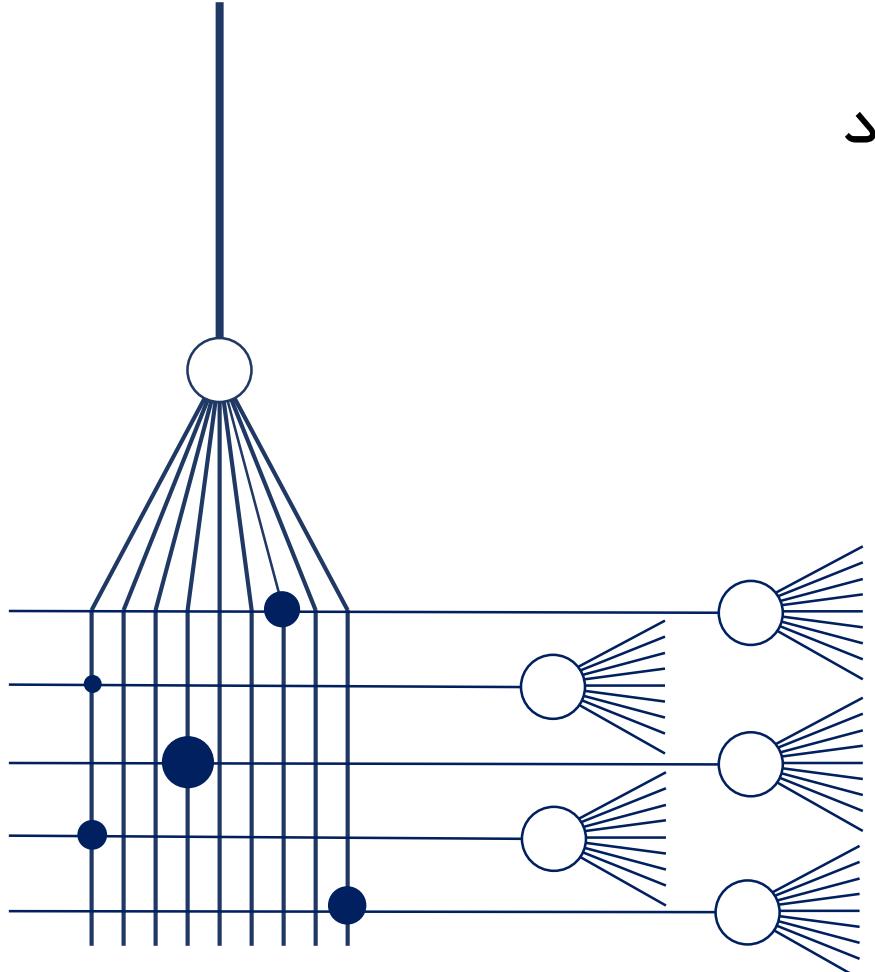
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- عدم وجود اتصال (معادل صفر)

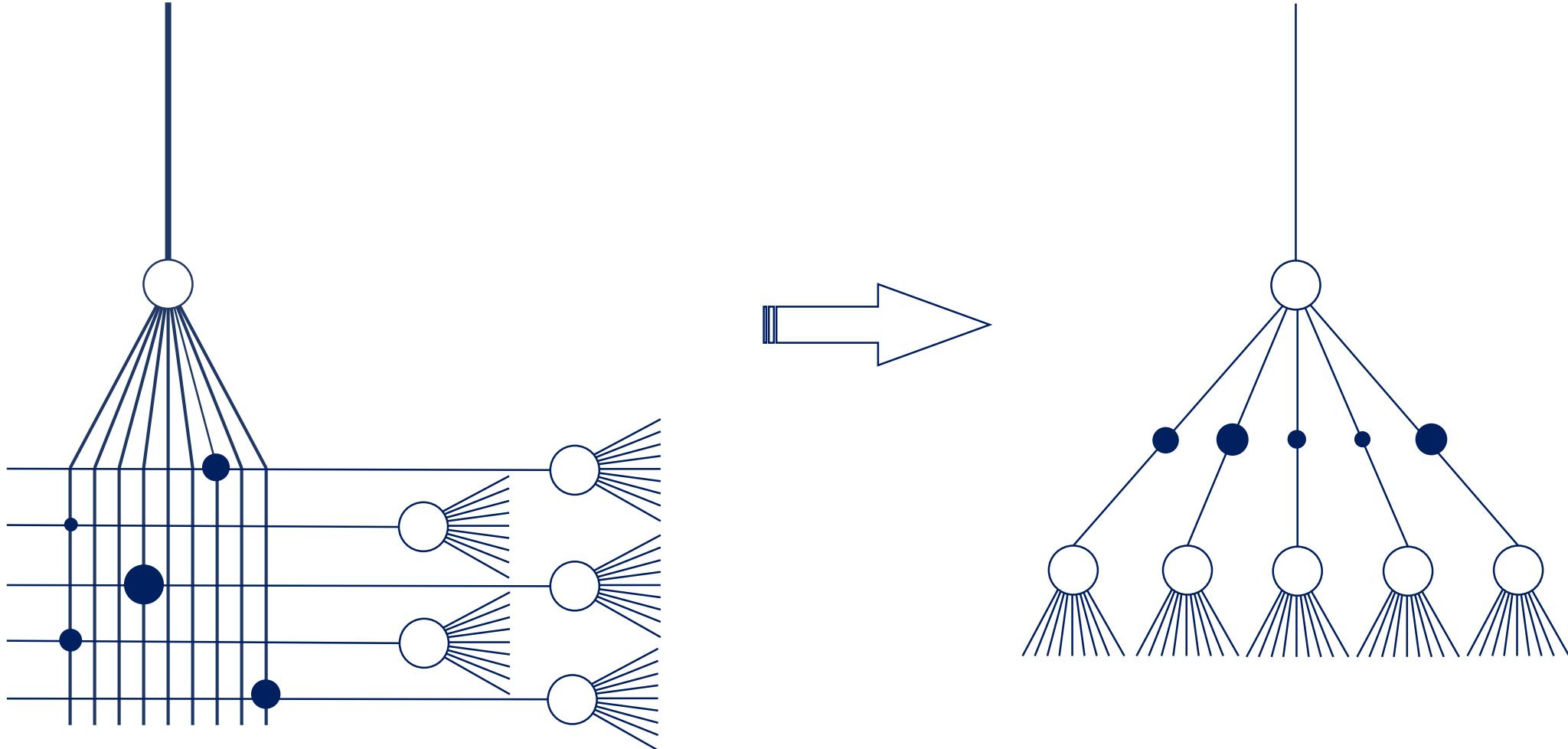


# مدل ساده شده شبکه عصبی

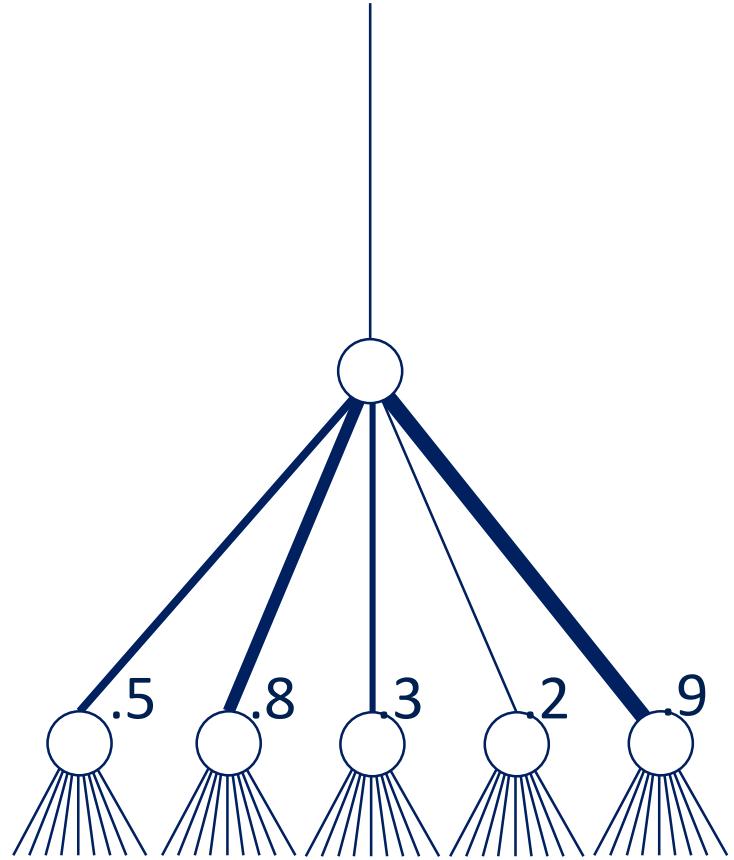
- هر تعداد آکسون نرون‌های دیگر به دندانیت‌های یک نرون می‌تواند متصل شود
- هر کدامی دارای میزان قوت اختصاصی دارد



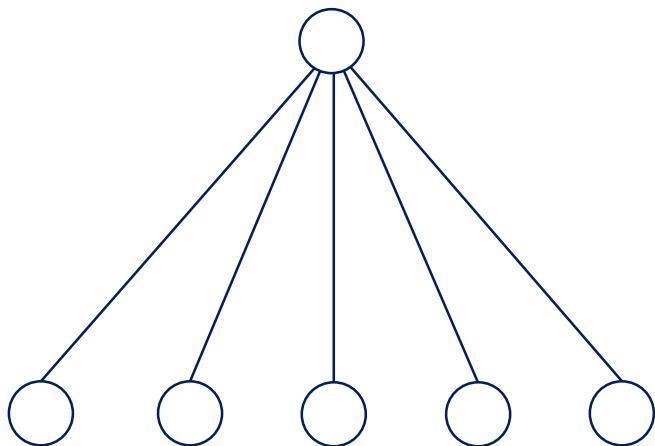
# مدل ساده شده شبکه عصبی



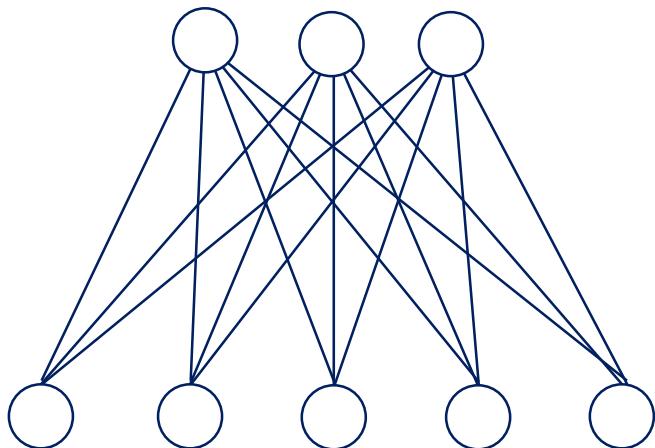
# مدل شبیه سازی شده شبکه عصبی



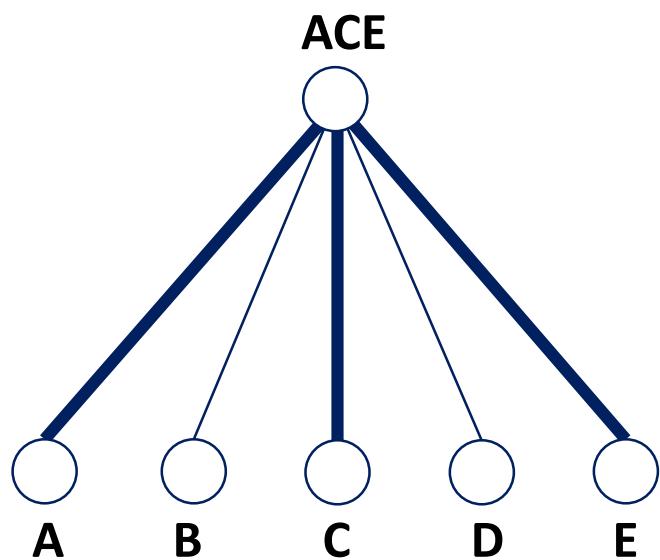
# مدل شبیه سازی شده شبکه عصبی



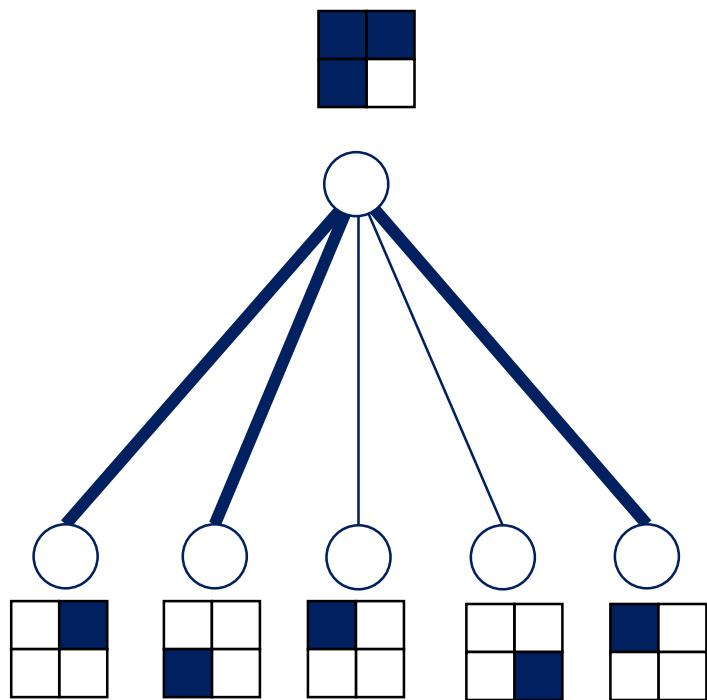
# مدل شبیه سازی شده شبکه عصبی



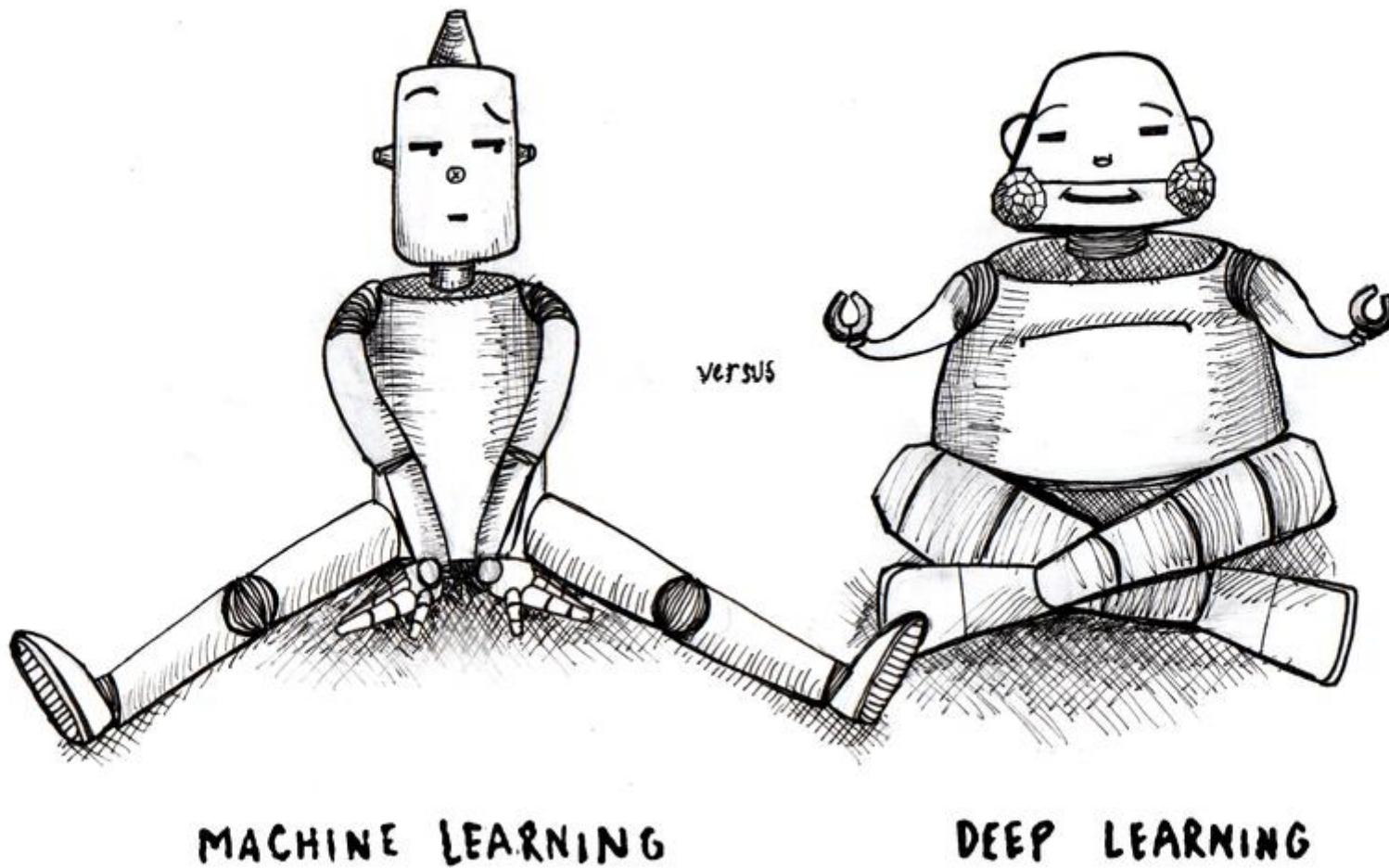
# مدل شبیه سازی شده شبکه عصبی



# مدل شبیه سازی شده شبکه عصبی



How can developments in deep learning make for a better approach to value investing?



EUCLEDIAN TECHNOLOGIES MANAGEMENT ©

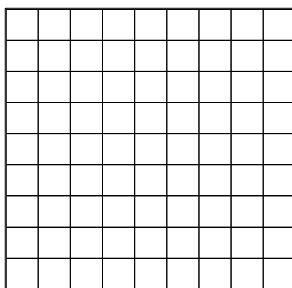
Deep learning courses - 2018

یادگیری ژرف

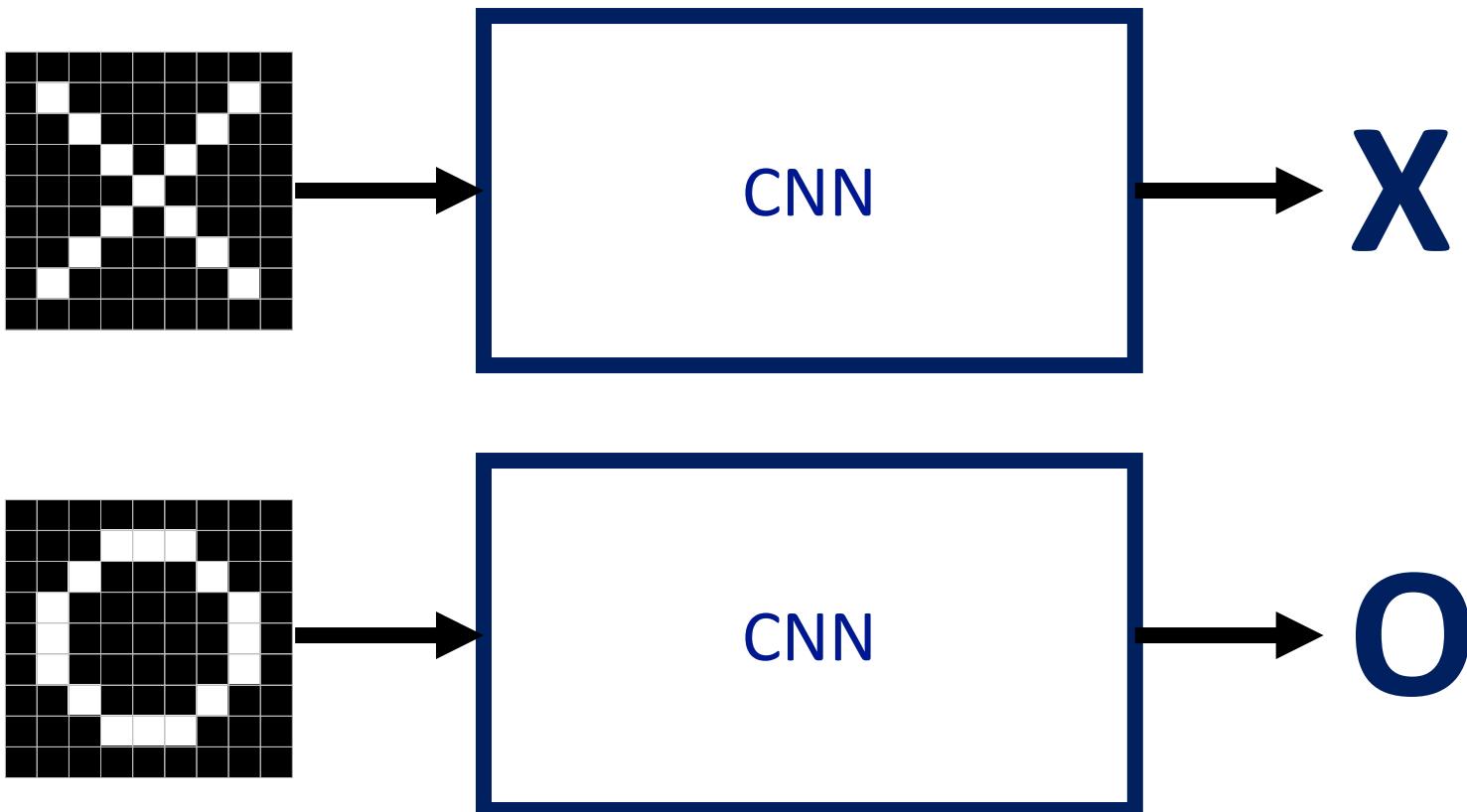
# آماده سازی ذهنی

- در واقع سیستم قرار است از روی عکس ورودی (آرایه‌ای از پیکسل‌ها)
- تشخیص دهد که عکس مربوطه  $X$  یا  $O$  است!

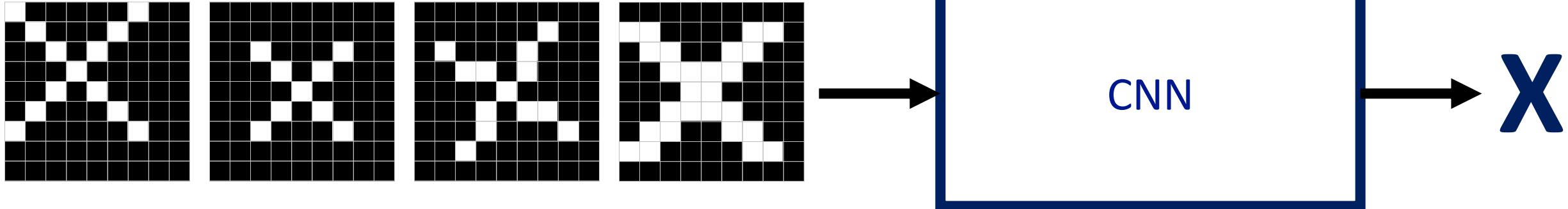
ماتریس دو بعدی  
از پیکسل‌ها



# مثال تشخیص X یا ۰ با CNN



# مثال تشخیص X یا 0 با CNN – با قابلیت تعمیم

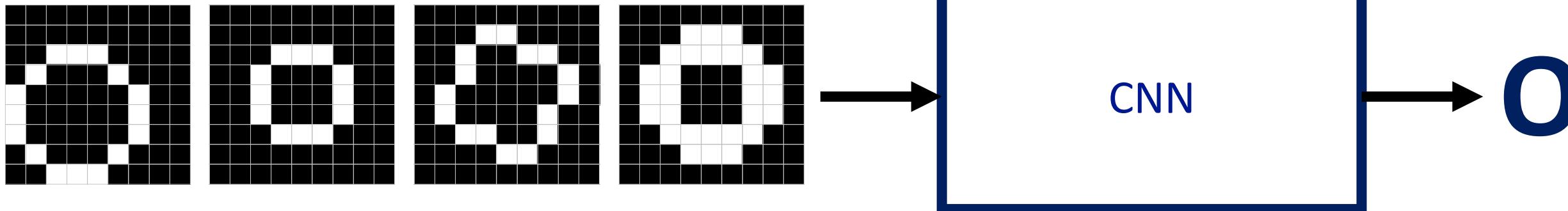


جابجایی  
translation

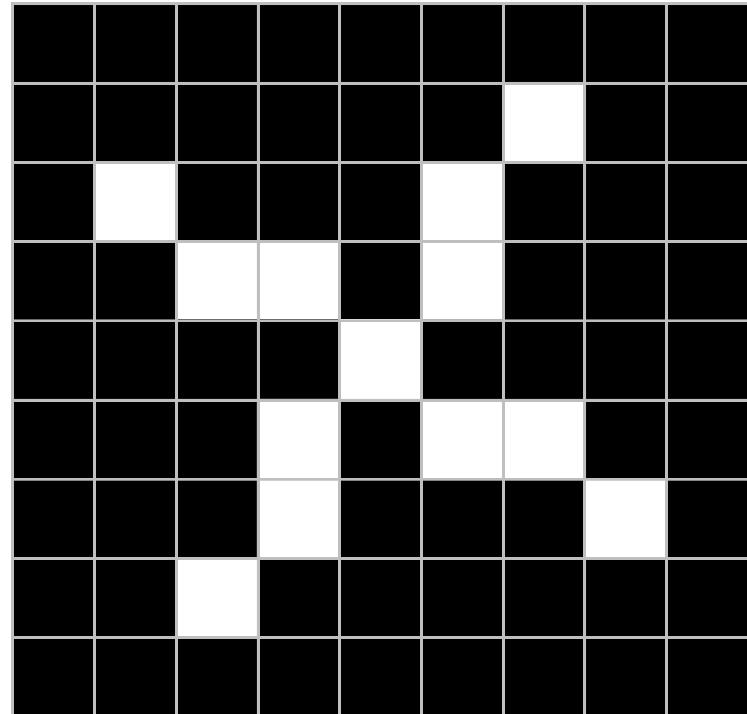
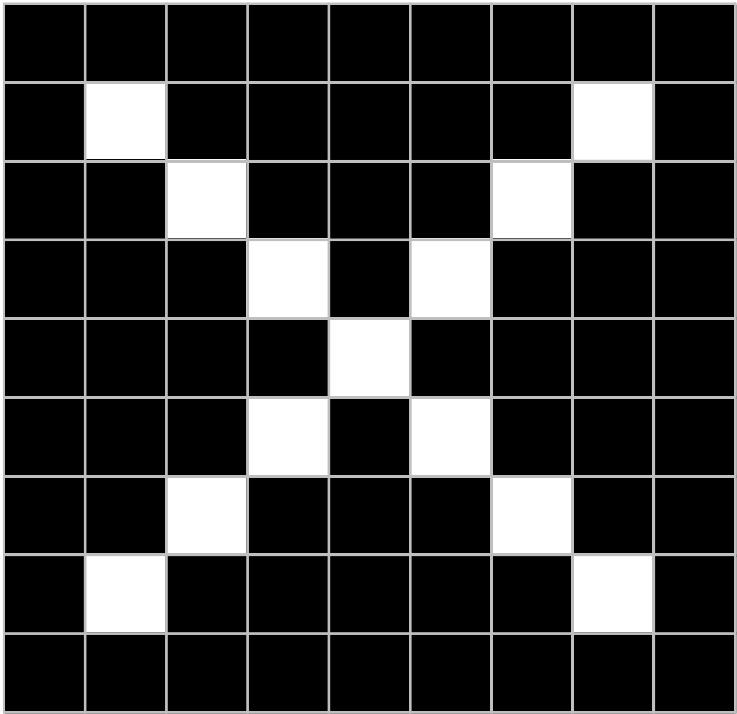
تغییر اندازه  
scaling

چرخش  
rotation

ضخامت (وزن)  
weight



# اما واقع راه تشخیص چیست؟!



# درواقع کامپیووتر چه میبیند؟!

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	



-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	X	-1	-1	-1	-1	X	X	-1	
-1	X	X	-1	-1	X	X	-1	-1	
-1	-1	X	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	X	-1	-1	
-1	-1	X	X	-1	-1	X	X	-1	
-1	X	X	-1	-1	-1	-1	X	-1	
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

# درواقع کامپیووتر چه میبیند؟!

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	X	-1	-1	-1	-1	X	X	-1
-1	X	X	-1	-1	X	X	-1	-1
-1	-1	X	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	X	-1	-1
-1	-1	X	X	-1	-1	X	X	-1
-1	X	X	-1	-1	-1	-1	X	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

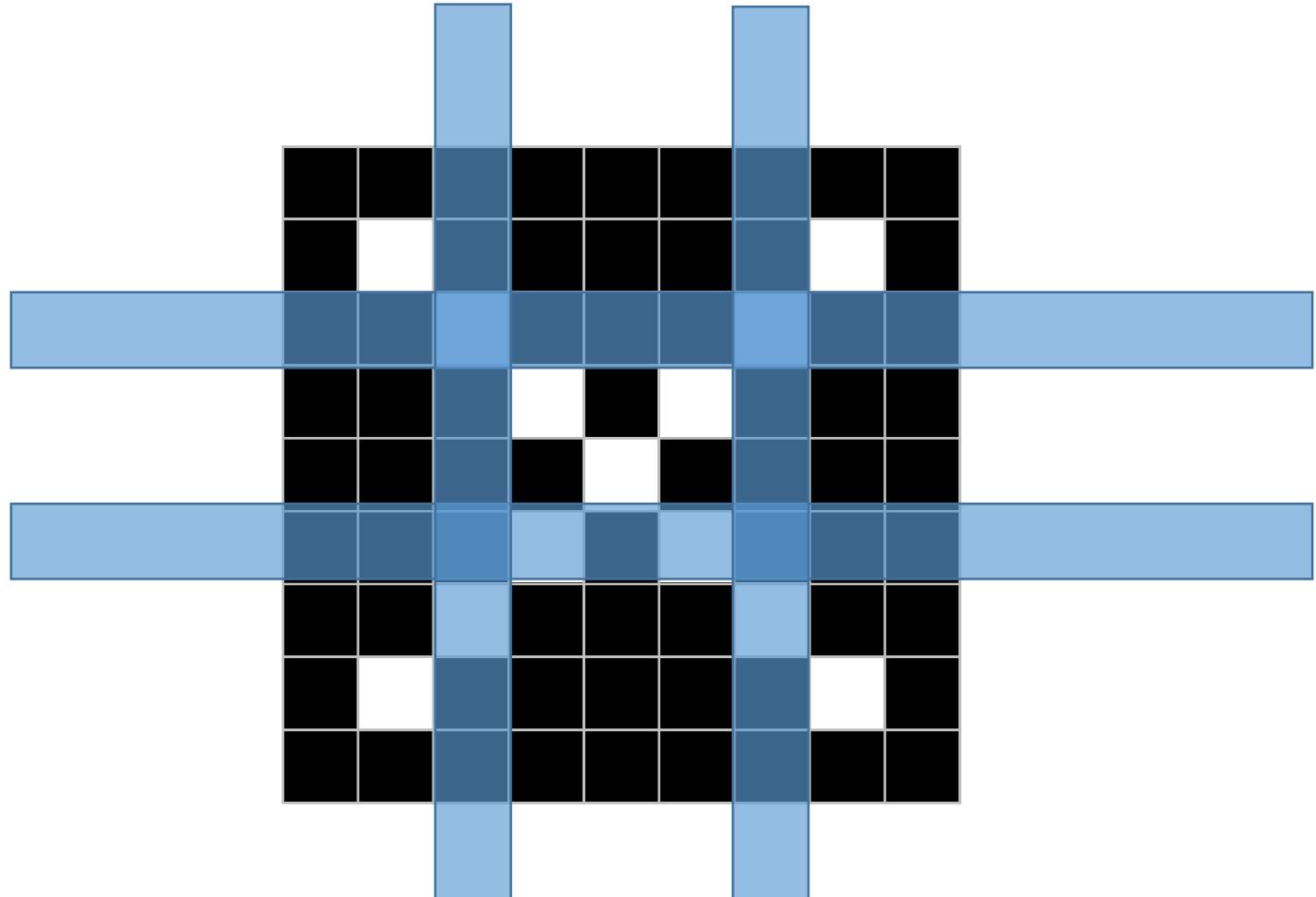
# درواقع کامپیوترها ریزبین هستند!!

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	



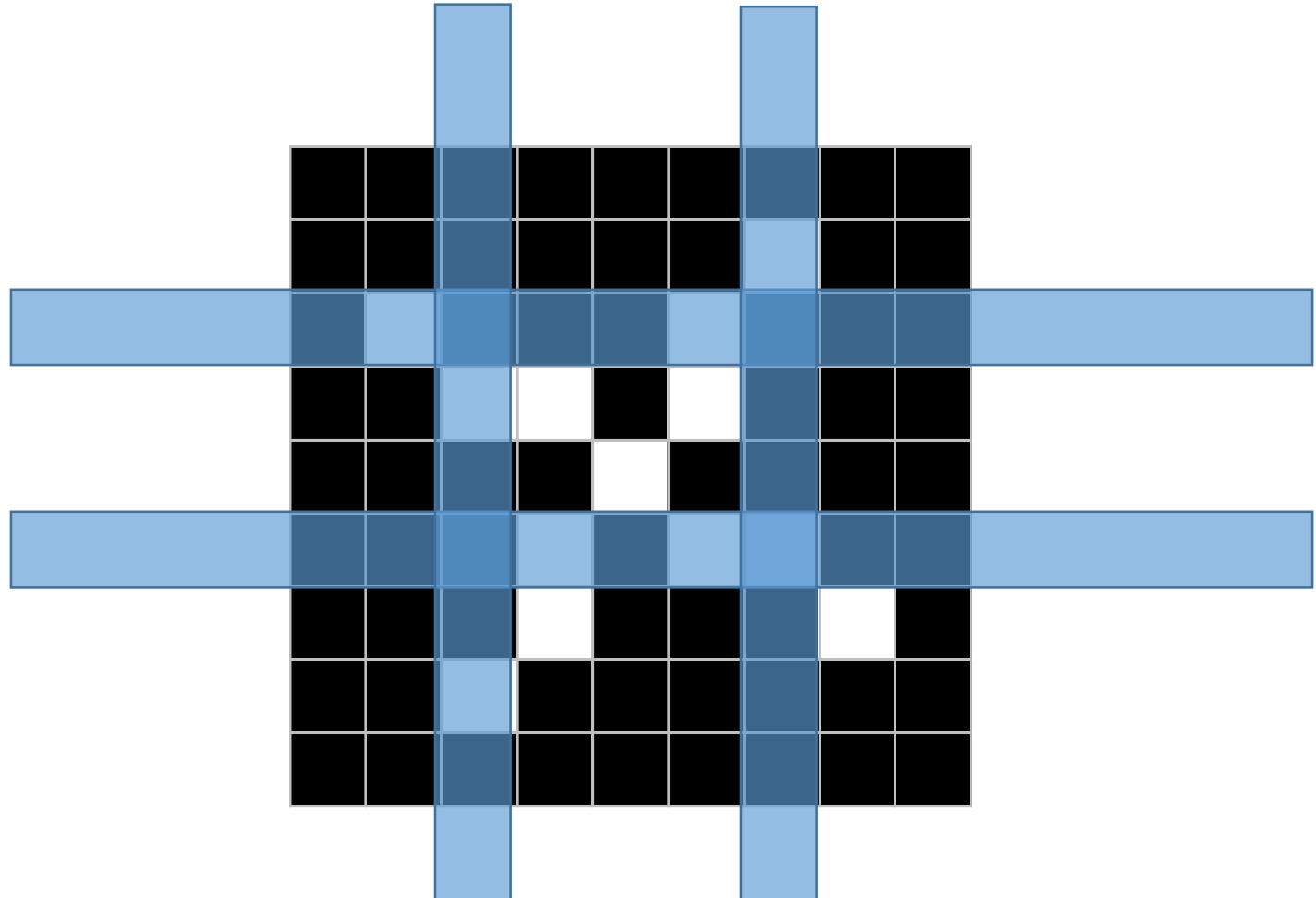
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

# اما واقع راه تشخیص چیست؟!



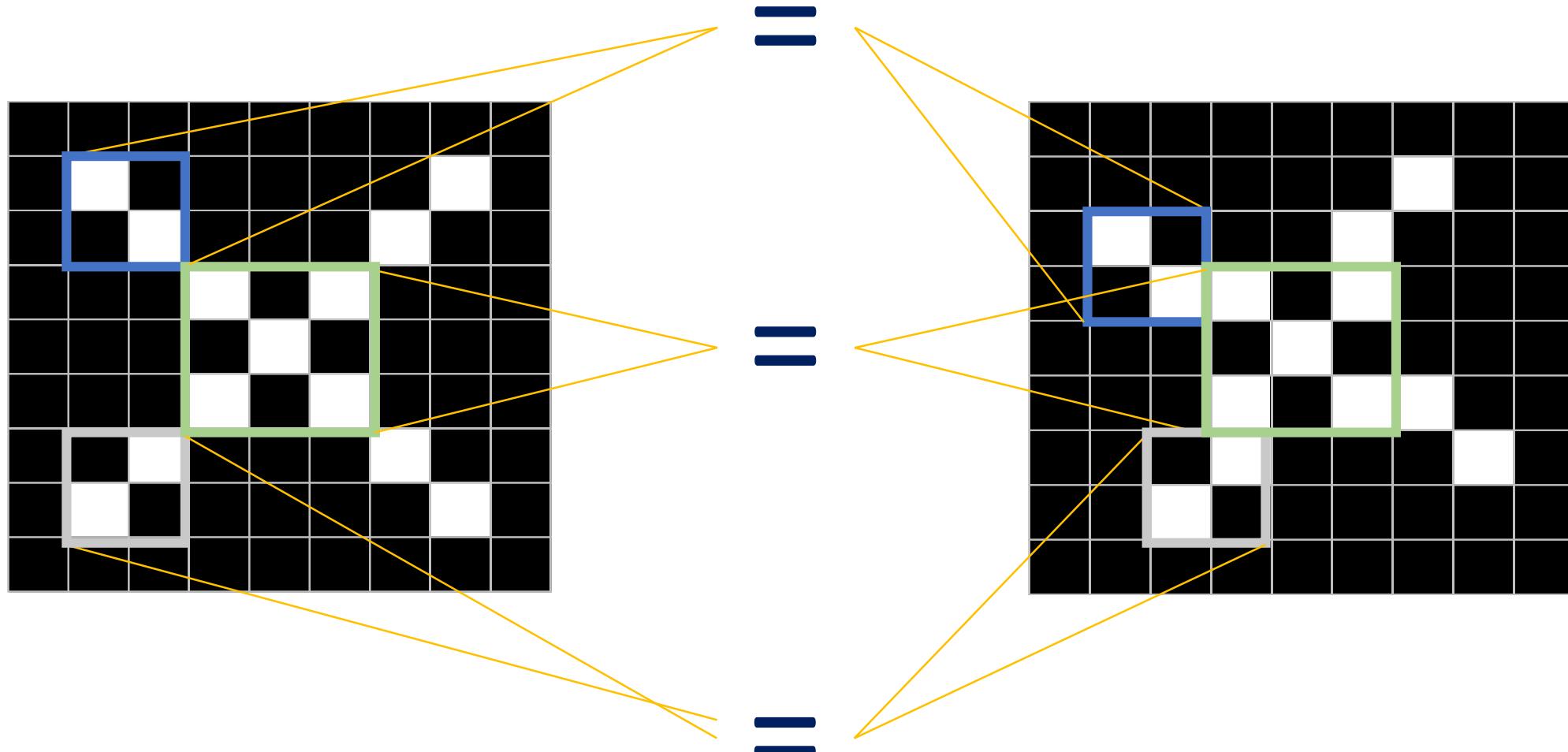
| | - -  
**(2,2,2,2)**

# اما واقعراه تشخیص چیست؟!



| | - -  
**(2,2,2,3)**

# پس ConvNet چه ایده‌ای دارد؟!



# ویژگی‌های مناسب بدست آمده...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

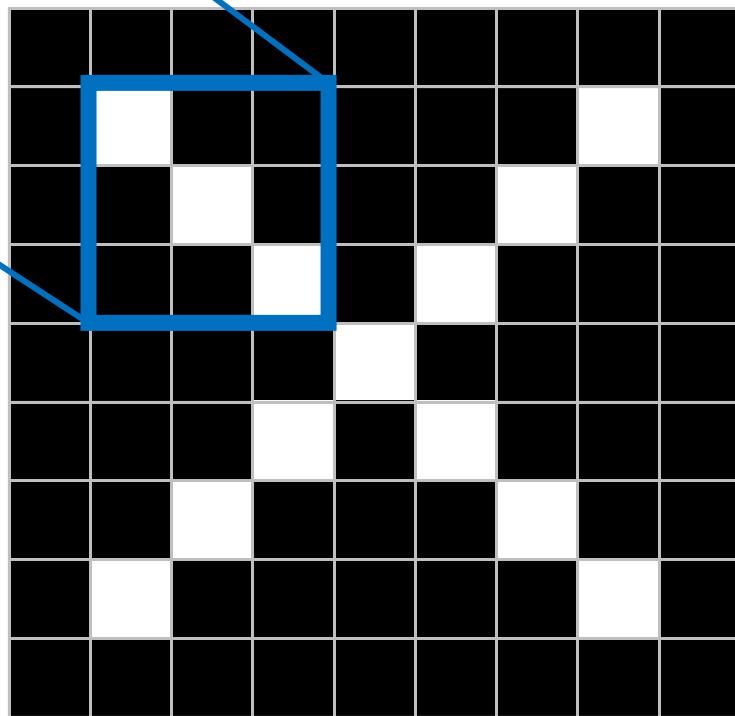
-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

# ایدهه ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

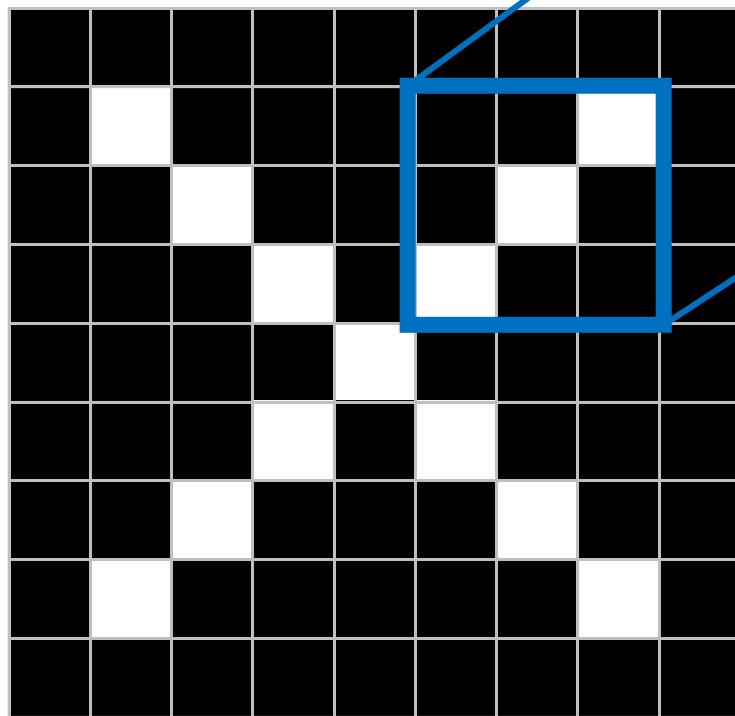


# ایدهه ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

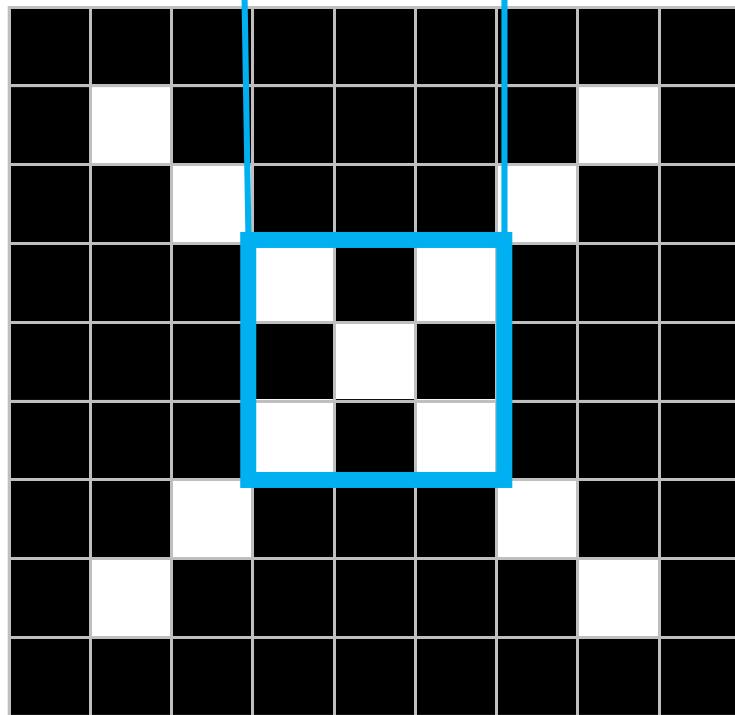


# ایدهه ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

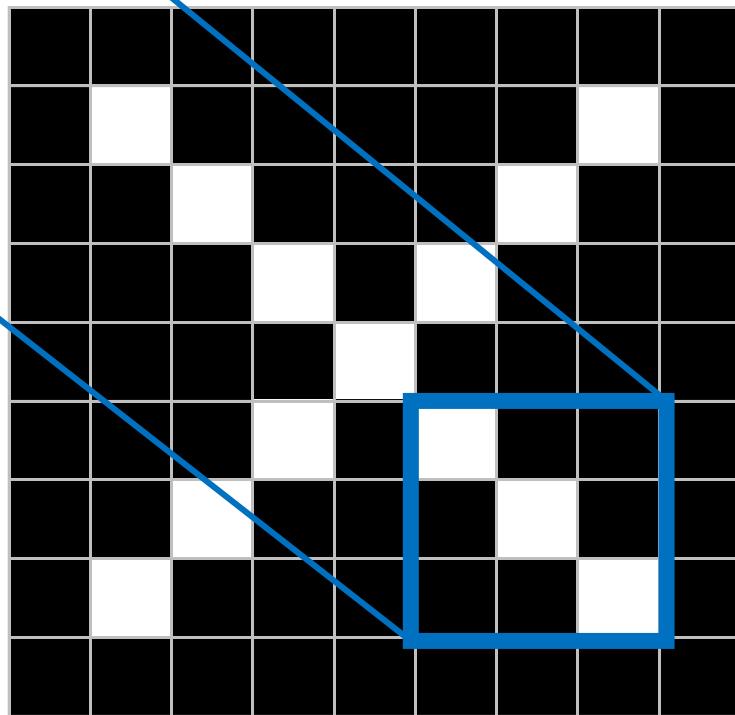


# ایدهه ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

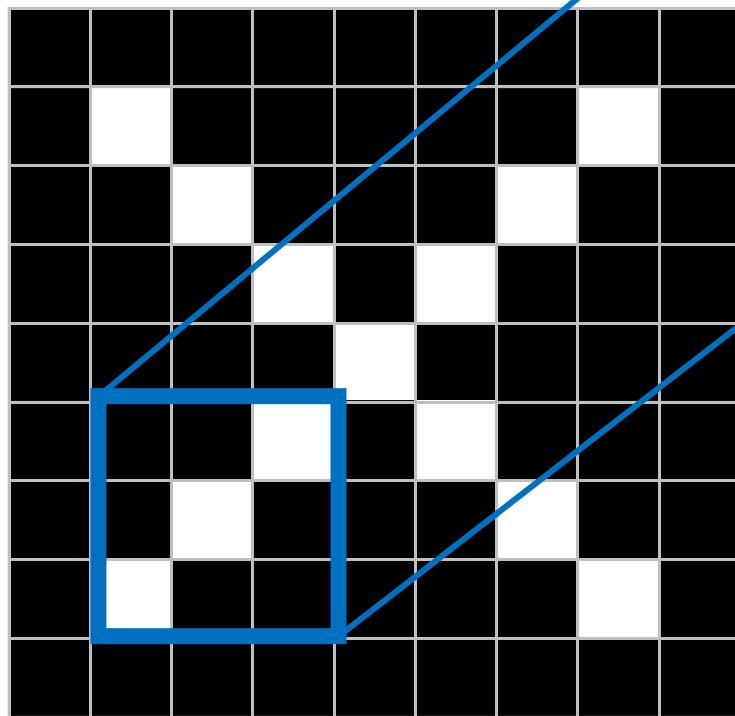


# ایدهه ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1



# فیلترینگ

یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

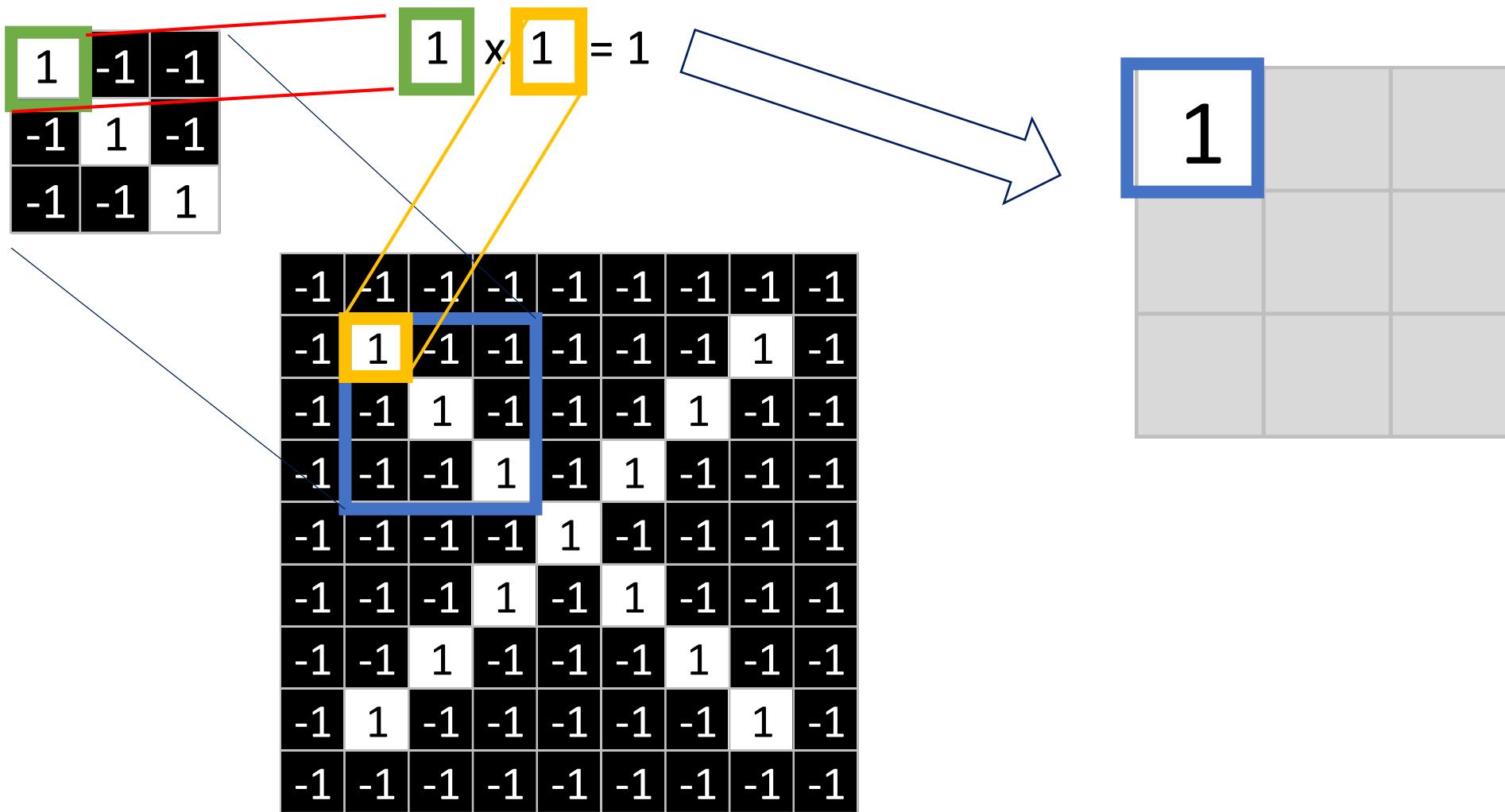
1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1. ماتریس ویژگی و تکه‌های تصویر(patch) را آماده کنیم
2. ضرب نقطه‌ای هر پیکسل **ماتریس ویژگی** در هر پیکسل از تکه عکس
3. جمع همه مقادیر ماتریس بدست آمده
4. جواب تقسیم بر تعداد پیکسل ماتریس و...

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

**فیلترینگ** : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

۱۰۰



# فیلترینگ

...

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

$$\begin{matrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{matrix}$$

$-1 \times -1 = 1$

$$\begin{matrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 1 \\ \quad & \quad \end{matrix}$$

# فیلترینگ

...

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & -1 & \boxed{-1} \\ \hline -1 & 1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & 1 \\ \hline \end{array} \quad \boxed{-1} \times \boxed{-1} = 1$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & \boxed{1} & -1 & \boxed{-1} & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & \boxed{1} & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & \boxed{1} \\ \hline \end{array}$$

# فیلترینگ

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

$$\begin{matrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{matrix} \quad -1 \times -1 = 1$$

$$\begin{matrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & & \\ & & \end{matrix}$$

# فیلترینگ

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & \textcolor{green}{1} & -1 \\ \hline -1 & -1 & 1 \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} = 1$$

$$\begin{array}{cccccccccc} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & \textcolor{white}{1} & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & \textcolor{yellow}{1} & -1 & -1 & -1 & \textcolor{white}{1} & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & \textcolor{white}{1} & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & \textcolor{white}{1} & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & \textcolor{white}{1} & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & \textcolor{blue}{1} & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

# فیلترینگ

...

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

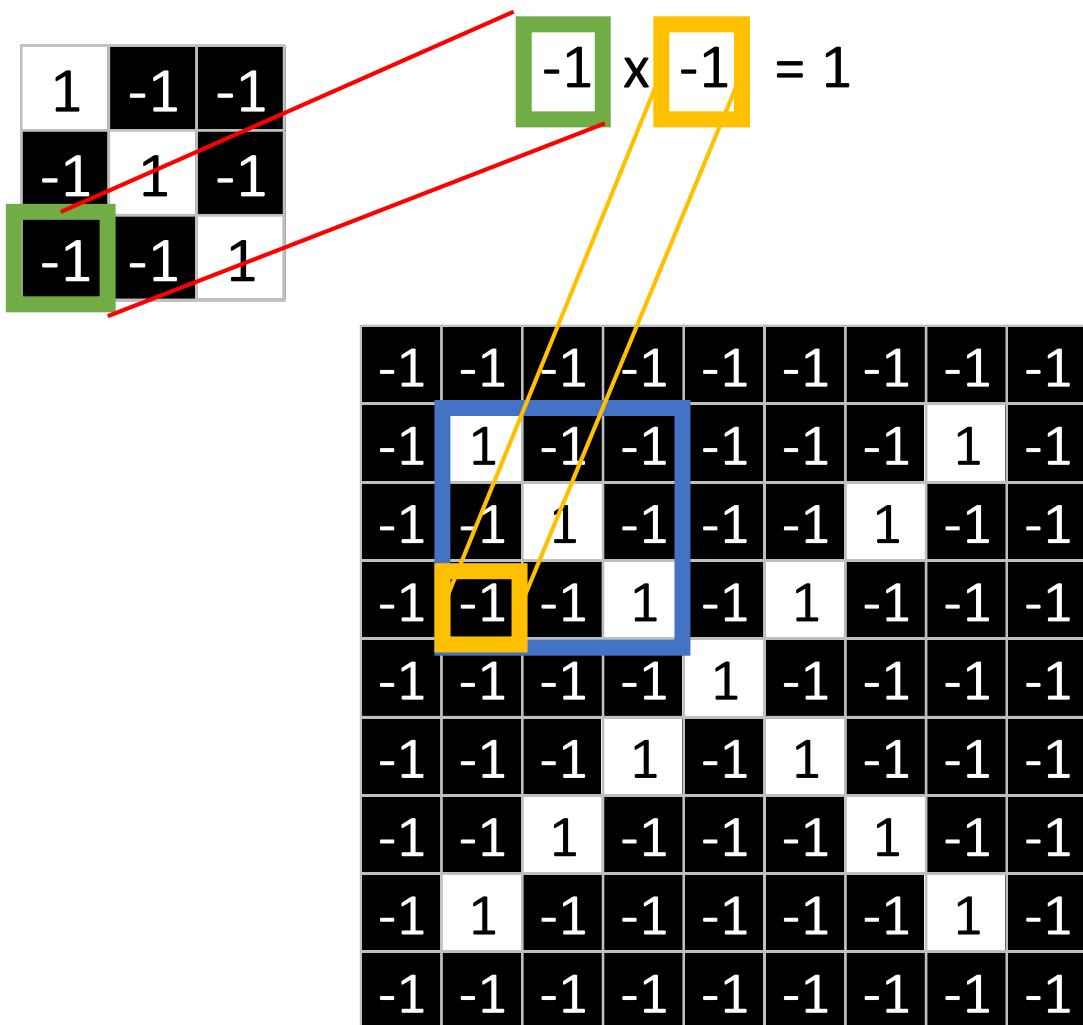
$-1 \times -1 = 1$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

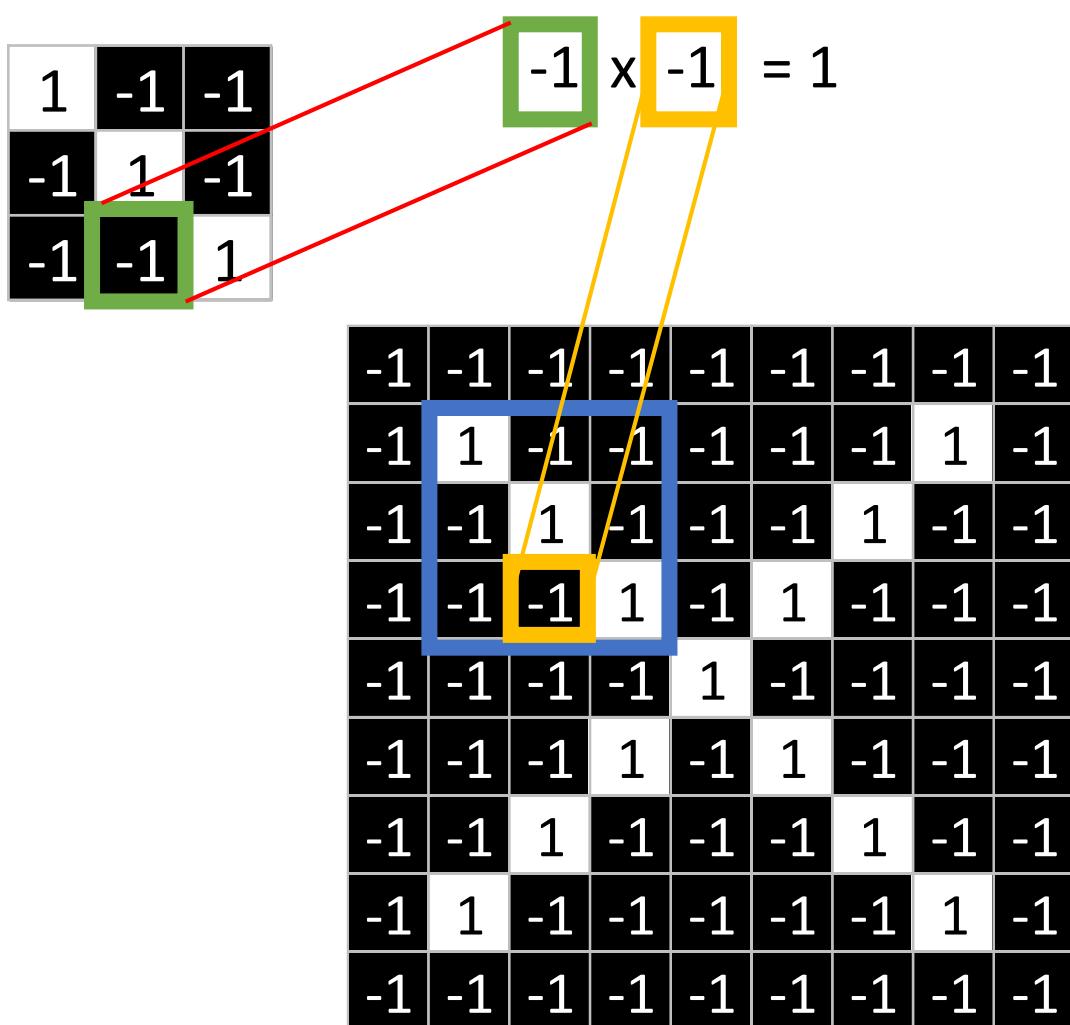
# فیلترینگ

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...



# فیلترینگ

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...



1	1	1
1	1	1
1	1	

# فیلترینگ

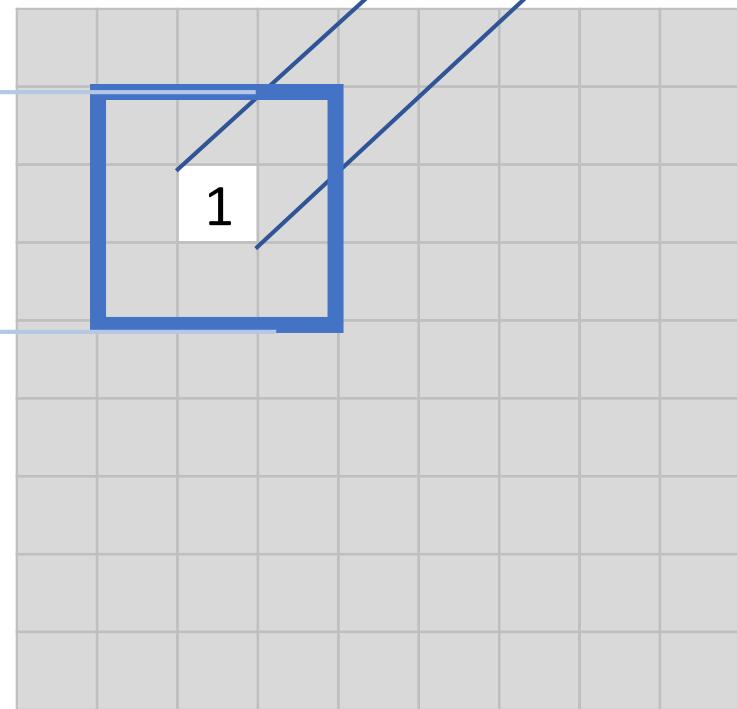
یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	1	1
1	1	1
1	1	1

$$\frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{9} = 1$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



# فیلترینگ

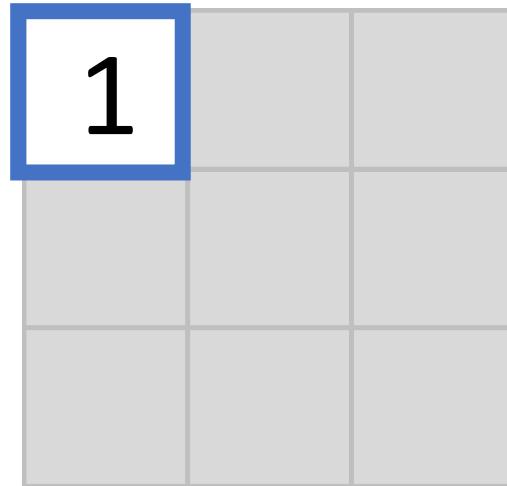
یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1

x 1 = 1

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



# فیلترینگ

...

یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	-1
1	1	1
-1	1	1

# فیلترینگ

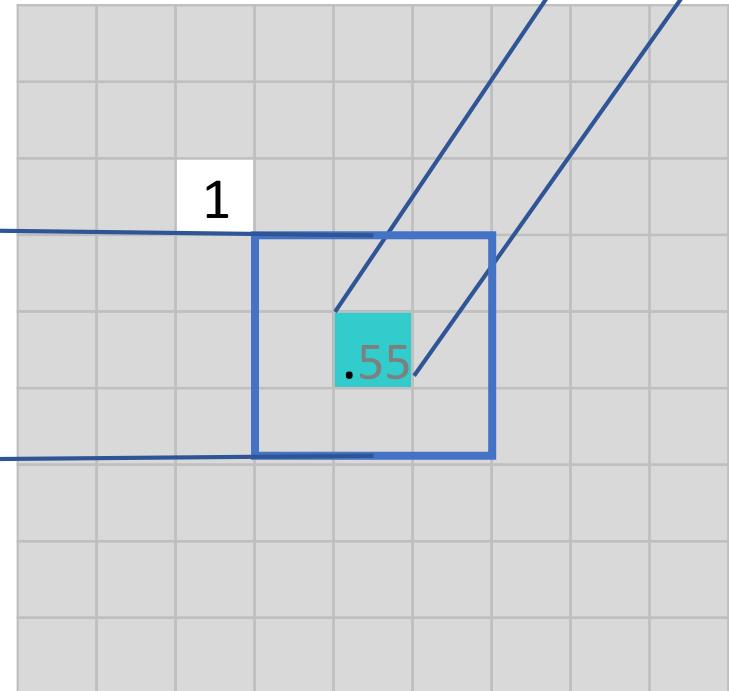
یک سری رابطه ریاضی پشت قصیه هست...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	1	-1
1	1	1
-1	1	1

$$\frac{1 + 1 - 1 + 1 + 1 + 1 - 1 + 1 + 1}{9} = .55$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



# کانولوشن: در واقع همه حالات ممکن تطبیق داشتن را بررسی می‌کند

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

# کانولوشن: در واقع همه حالات ممکن تطبیق داشتن را بررسی می‌کند

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	



1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1



0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

# لیه کانولوشن

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1



1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

=

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1



1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

=

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1

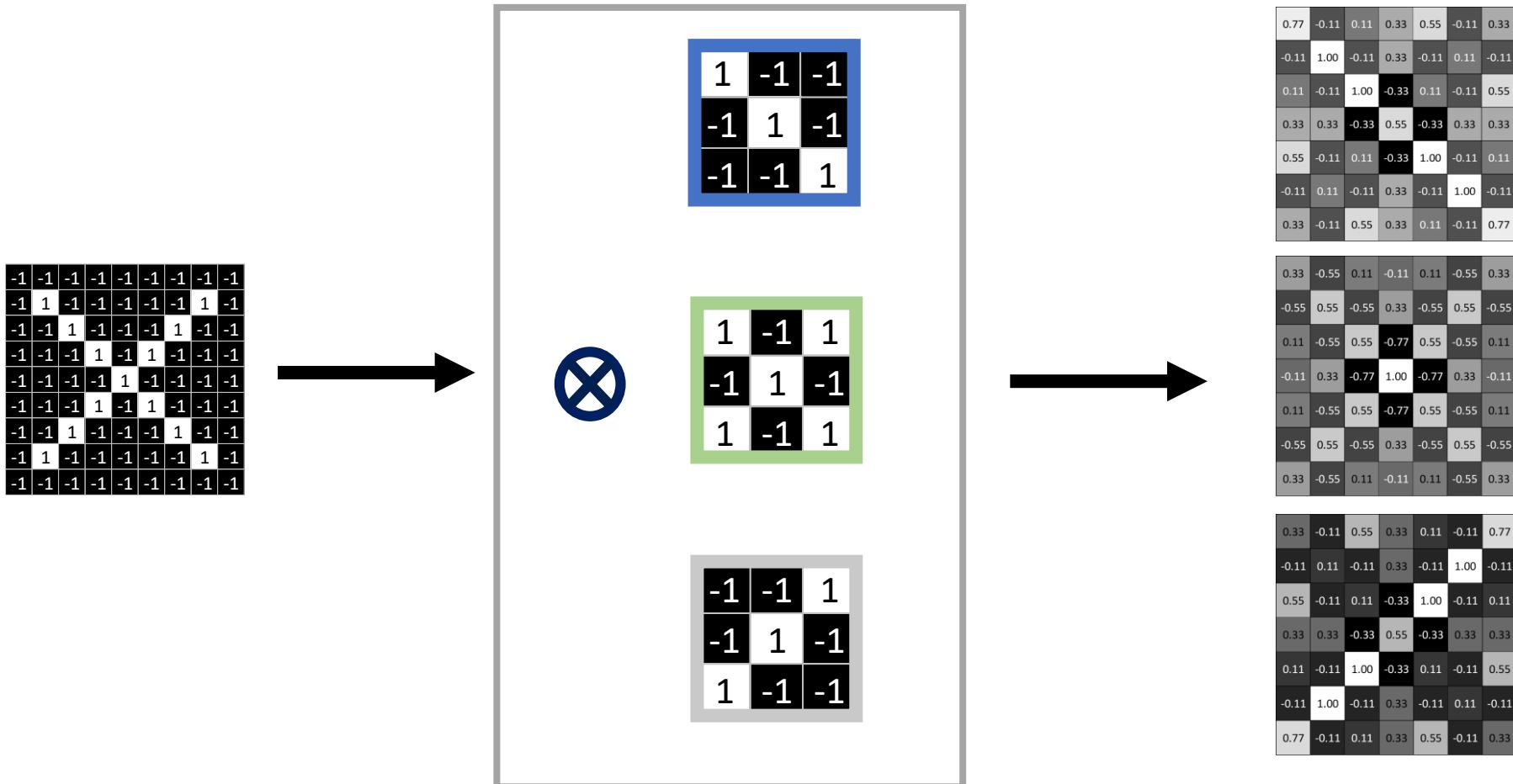


-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

=

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33

# لایه کانولوشن: درواقع هر عکس به مجموعه‌ای از عکس‌های فیلترشده تبدیل می‌کند



# لایه کانولوشن: درواقع هر عکس به مجموعه‌ای از عکس‌های فیلترشده تبدیل می‌کند

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

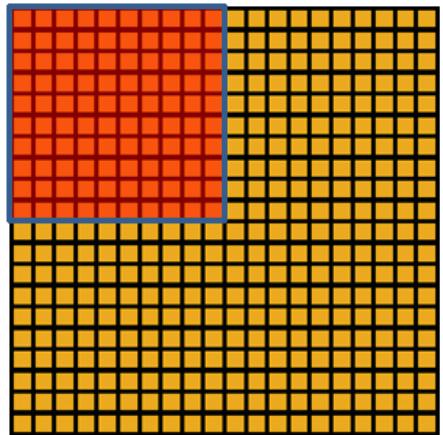


0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

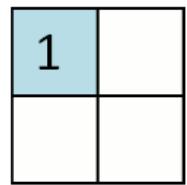
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33

# ادغام (پولینگ؛ Pooling)



Convolved  
feature



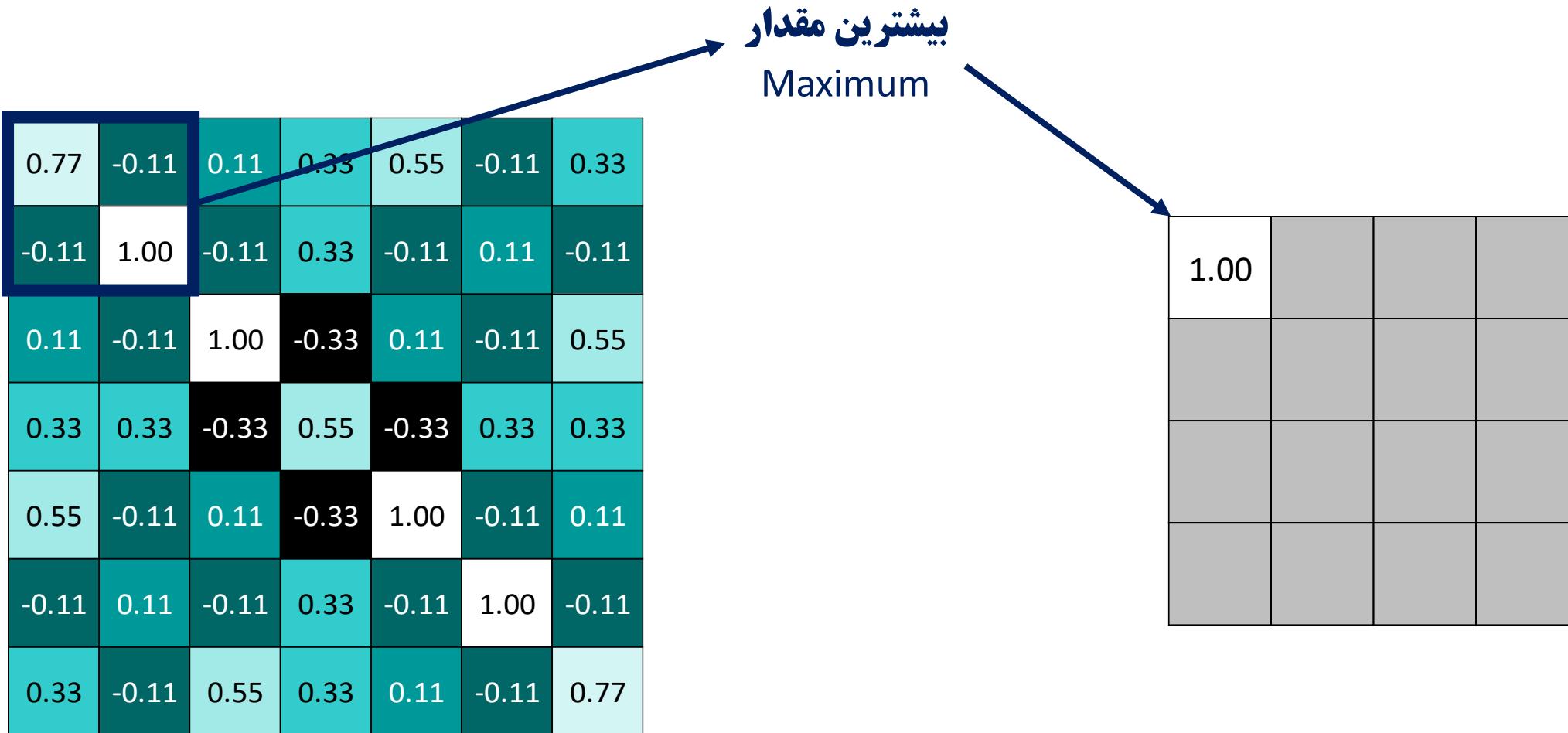
Pooled  
feature

در گام آخر؛ بیشترین مقدار هر پنجره را انتخاب می‌کنیم

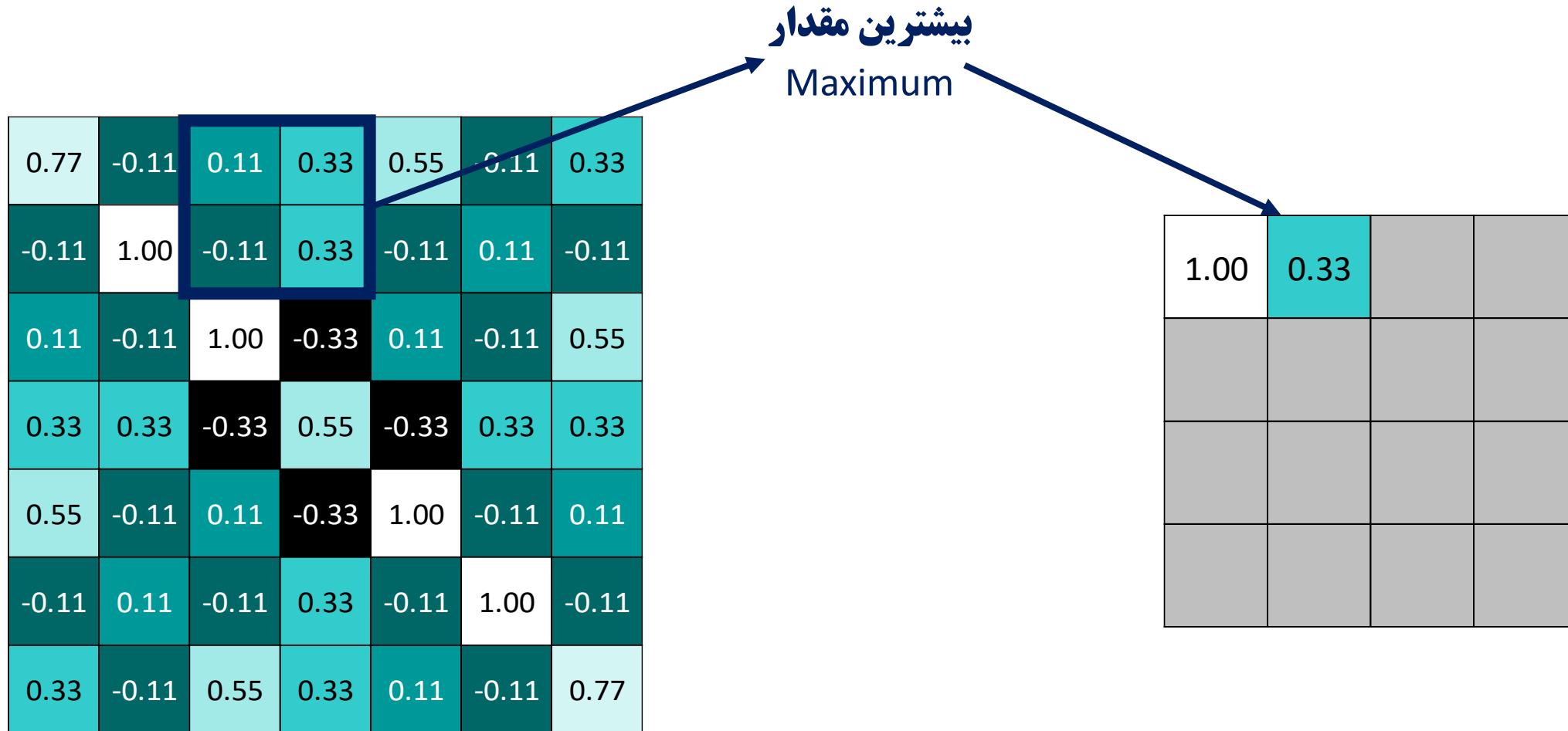
- .1 انتخاب اندازه پنجره
- .2 انتخاب گام حرکت
- .3 حرکت دادن پنجره روی تصاویر فیلترشده
- .4 در گام آخر؛ بیشترین مقدار هر پنجره را انتخاب می‌کنیم

<http://ufldl.stanford.edu/tutorial/supervised/Pooling/>

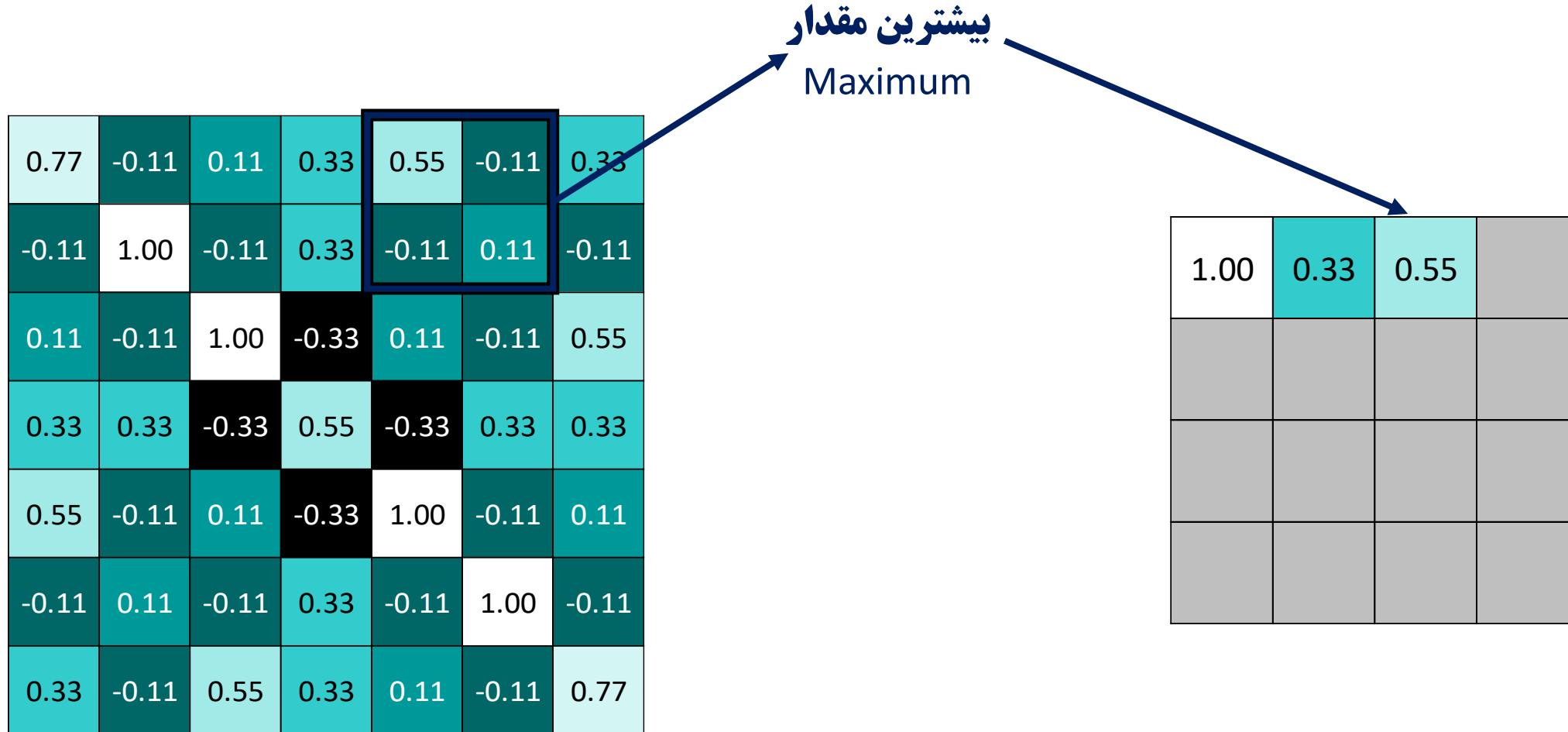
# ادغام (پولینگ): (Pooling)



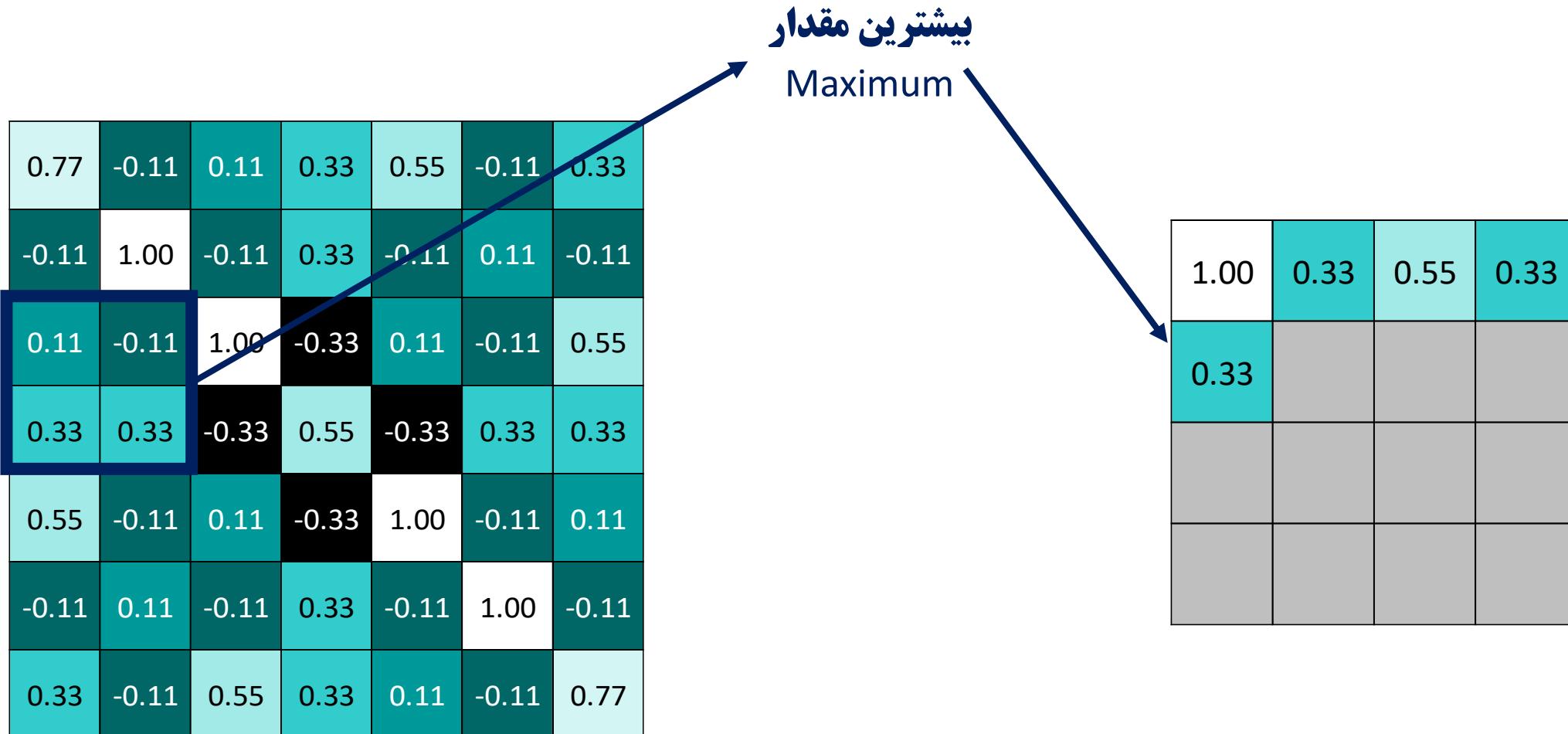
# ادغام (پولینگ): (Pooling)



# ادغام (پولینگ): (Pooling)



# ادغام (پولینگ): (Pooling)



# ادغام (پولینگ): (Pooling)

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

max pooling



1.00	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.33	0.55
0.55	0.33	1.00	0.11
0.33	0.55	0.11	0.77

# لایه ادغام پولینگ (Pooling)

Deep learning courses - 2018

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

1.00	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.33	0.55
0.55	0.33	1.00	0.11
0.33	0.55	0.11	0.77

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

0.55	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.55	0.11
0.55	0.55	0.55	0.11
0.33	0.11	0.11	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33

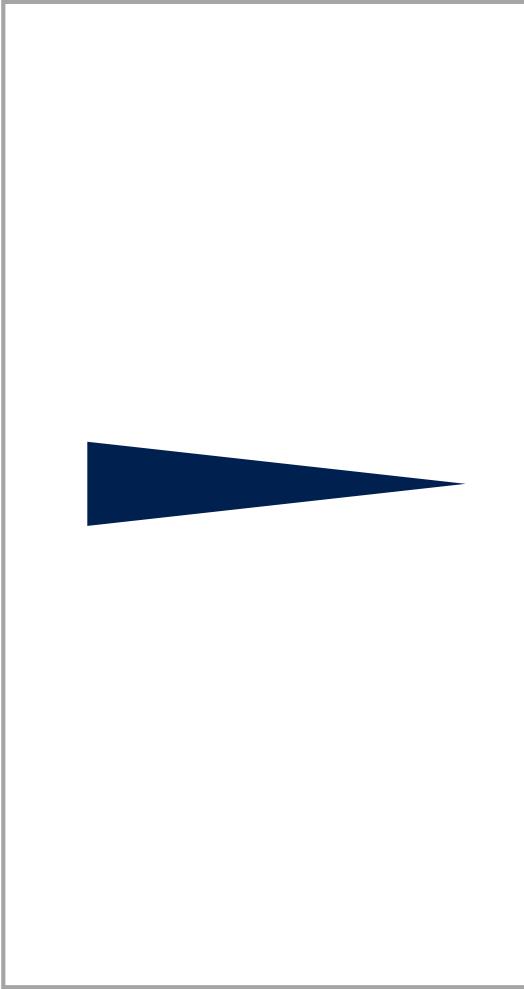
0.33	0.55	1.00	0.77
0.55	0.55	1.00	0.33
1.00	1.00	0.11	0.55
0.77	0.33	0.55	0.33

# لایه ادغام (پولینگ) (Pooling)

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33

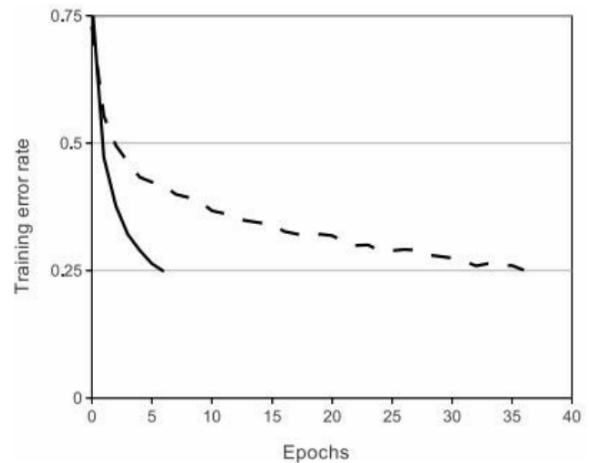
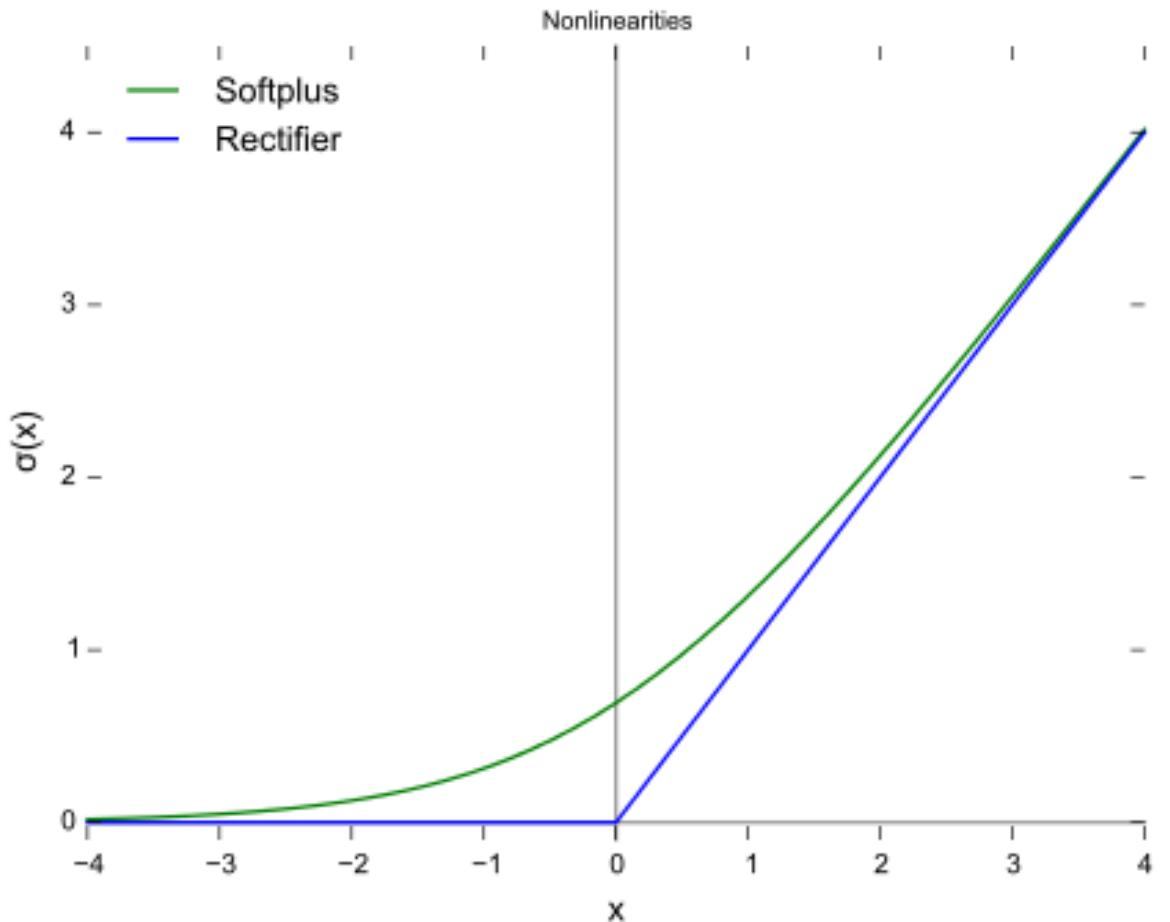


1.00	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.33	0.55
0.55	0.33	1.00	0.11
0.33	0.55	0.11	0.77

0.55	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.55	0.11
0.55	0.55	0.55	0.11
0.33	0.11	0.11	0.33

0.33	0.55	1.00	0.77
0.55	0.55	1.00	0.33
1.00	1.00	0.11	0.55
0.77	0.33	0.55	0.33

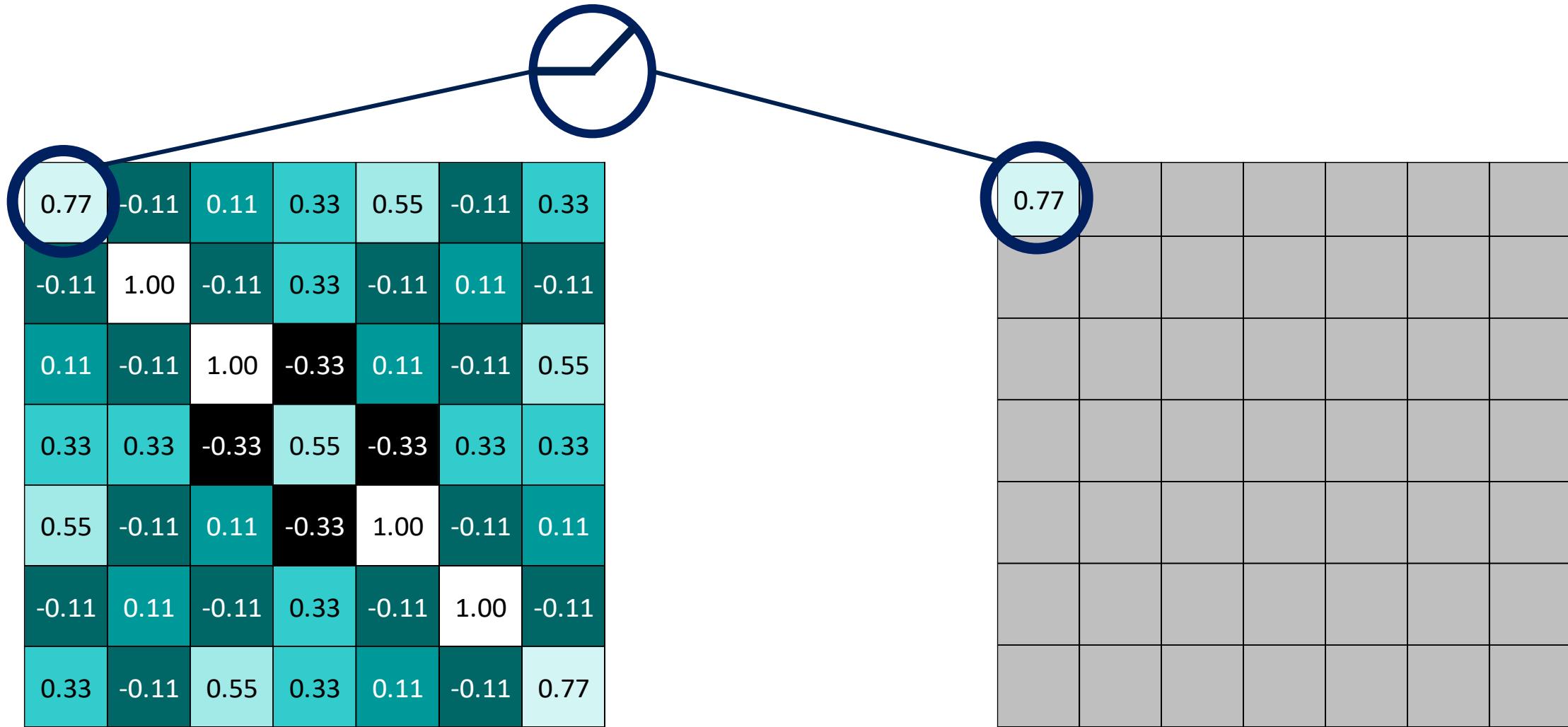
# هنجارسازی (نرمال سازی) (Normalization): Rectified Linear Units (ReLUs)



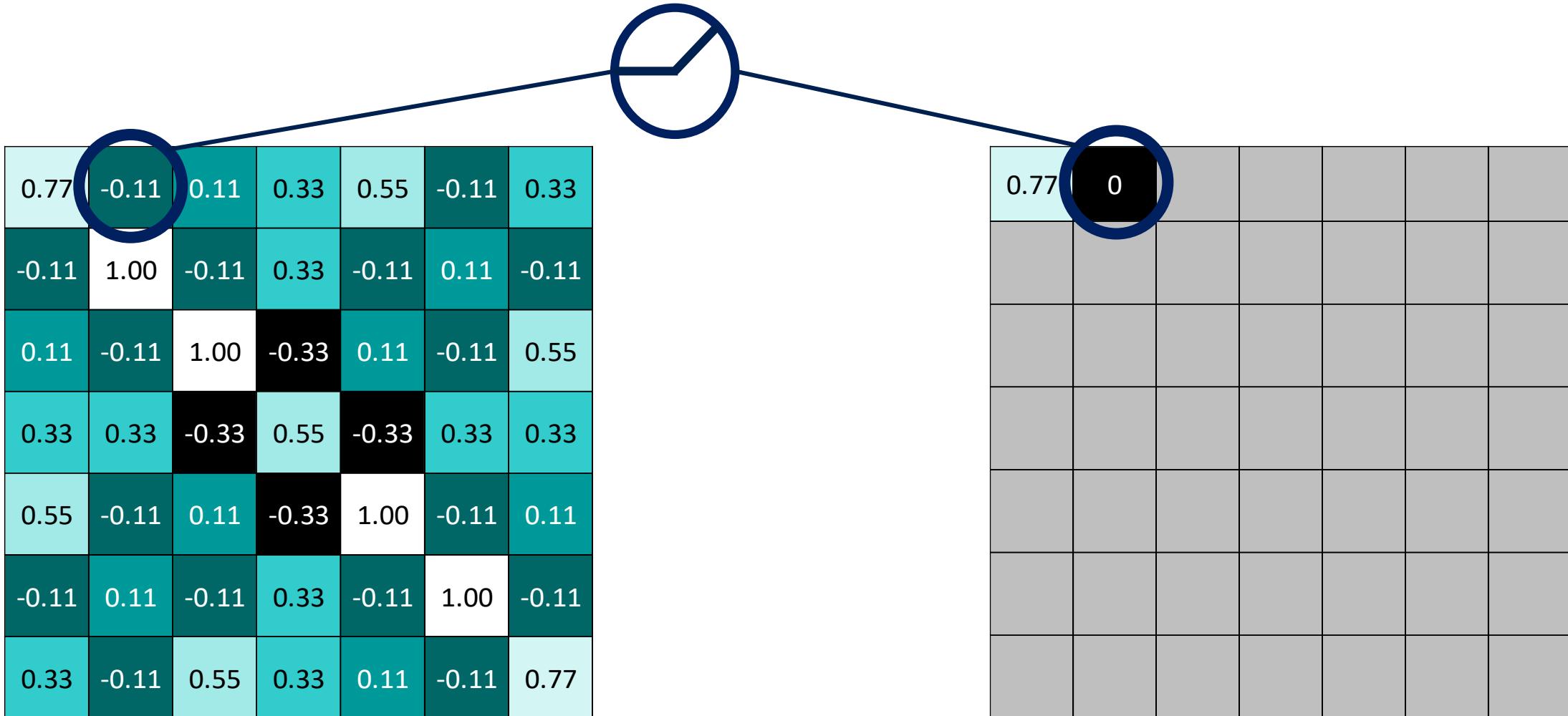
## مقایسه تابع $tanh$ با $ReLU$

برای نمایش بهبود شش برابری همگرایی با  $ReLU$  (خط ساده)  
در برابر همگرایی با  $Tanh$  (خط جین)  
<https://paperswithcode.com/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf>

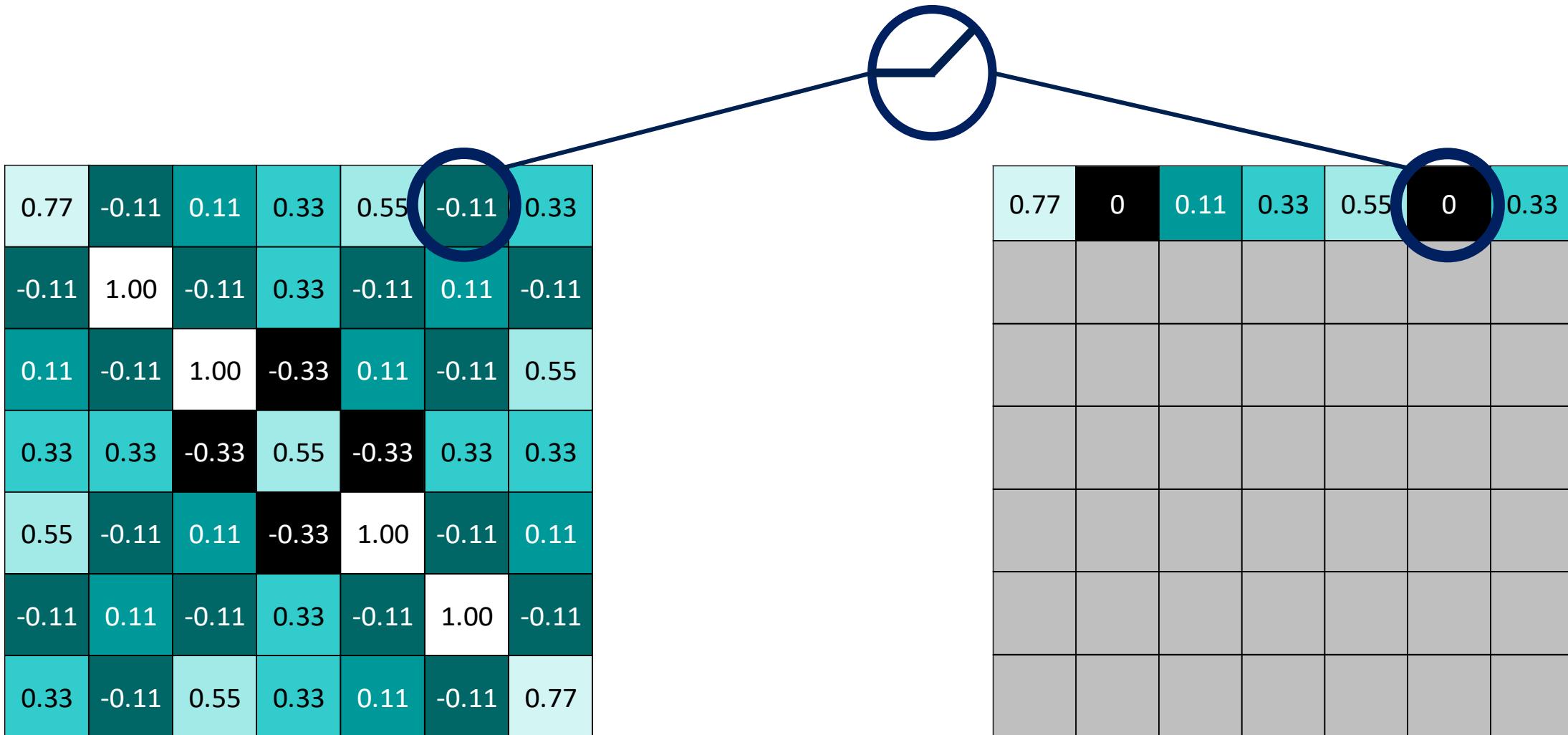
# هنگارسازی (نرمال سازی): Rectified Linear Units (ReLUs) :



# هنگارسازی (نرمال سازی) (Normalization: Rectified Linear Units (ReLUs))



# هنگارسازی (نرمال سازی) (Normalization): Rectified Linear Units (ReLUs)



# هنگارسازی (نرمال سازی) (Normalization : Rectified Linear Units (ReLUs))

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77



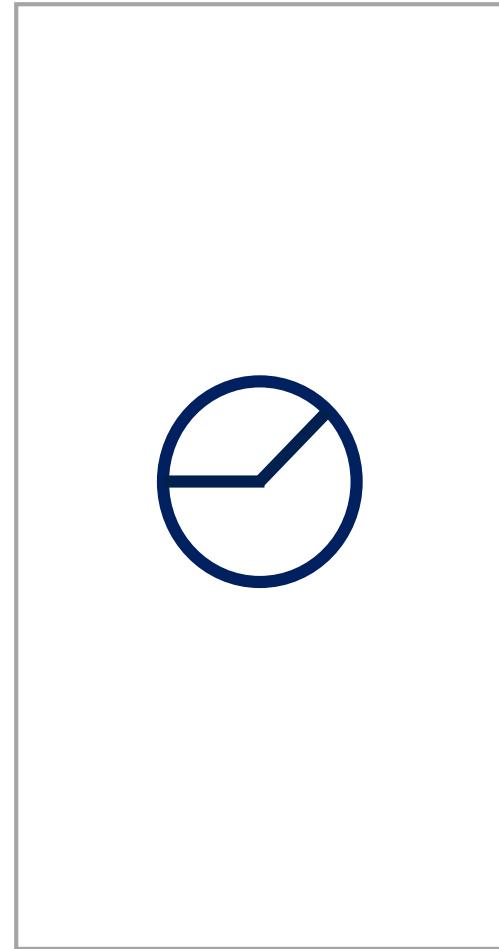
0.77	0	0.11	0.33	0.55	0	0.33
0	1.00	0	0.33	0	0.11	0
0.11	0	1.00	0	0.11	0	0.55
0.33	0.33	0	0.55	0	0.33	0.33
0.55	0	0.11	0	1.00	0	0.11
0	0.11	0	0.33	0	1.00	0
0.33	0	0.55	0.33	0.11	0	0.77

# Relu به

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33



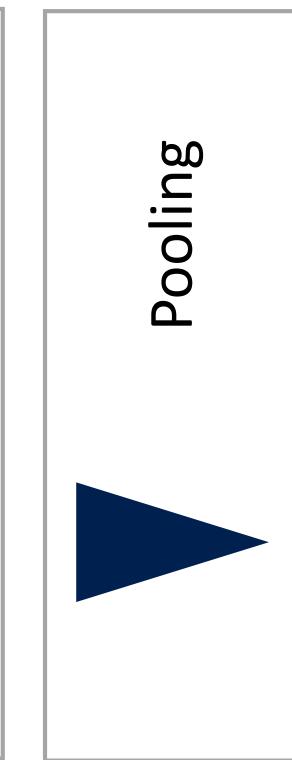
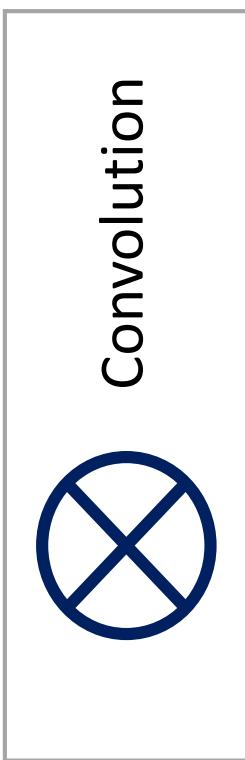
0.77	0	0.11	0.33	0.55	0	0.33
0	1.00	0	0.33	0	0.11	0
0.11	0	1.00	0	0.11	0	0.55
0.33	0.33	0	0.55	0	0.33	0.33
0.55	0	0.11	0	1.00	0	0.11
0	0.11	0	0.33	0	1.00	0
0.33	0	0.55	0.33	0.11	0	0.77

0.33	0	0.11	0	0.11	0	0.33
0	0.55	0	0.33	0	0.55	0
0.11	0	0.55	0	0.55	0	0.11
0	0.33	0	1.00	0	0.33	0
0.11	0	0.55	0	0.55	0	0.11
0	0.55	0	0.33	0	0.55	0
0.33	0	0.11	0	0.11	0	0.33

0.33	0	0.55	0.33	0.11	0	0.77
0	0.11	0	0.33	0	1.00	0
0.55	0	0.11	0	1.00	0	0.11
0.33	0.33	0	0.55	0	0.33	0.33
0.11	0	1.00	0	0.11	0	0.55
0	1.00	0	0.33	0	0.11	0
0.77	0	0.11	0.33	0.55	0	0.33

# طراحی مثال چندین لایه از موارد فرآگیری شده

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



1.00	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.33	0.55
0.55	0.33	1.00	0.11
0.33	0.55	0.11	0.77

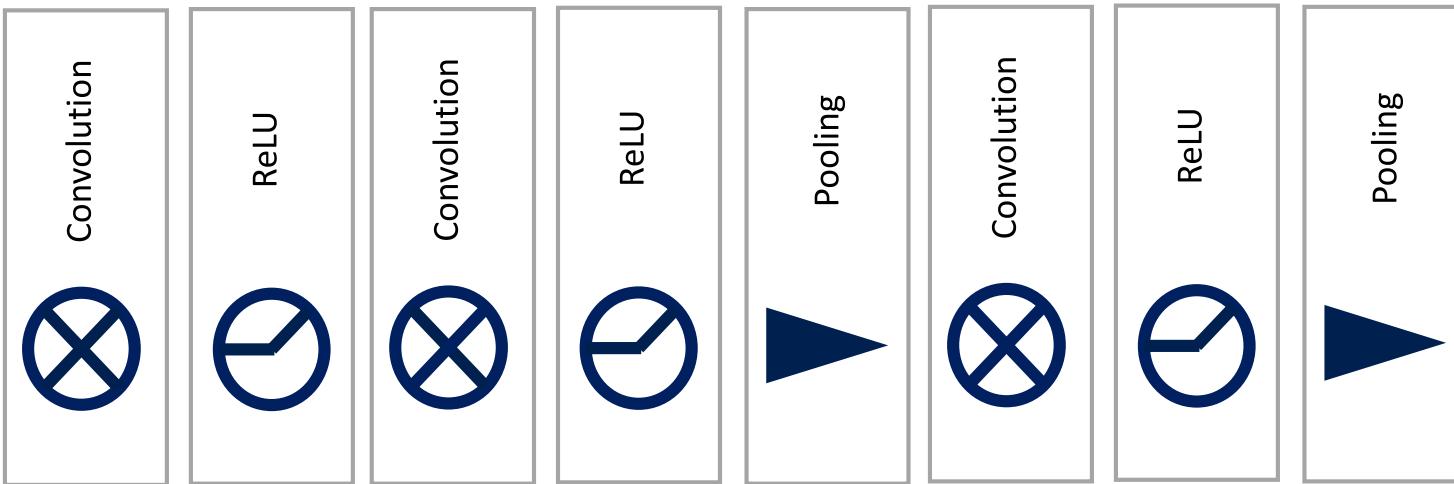


0.55	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.55	0.11
0.55	0.55	0.55	0.11
0.33	0.11	0.11	0.33

0.33	0.55	1.00	0.77
0.55	0.55	1.00	0.33
1.00	1.00	0.11	0.55
0.77	0.33	0.55	0.33

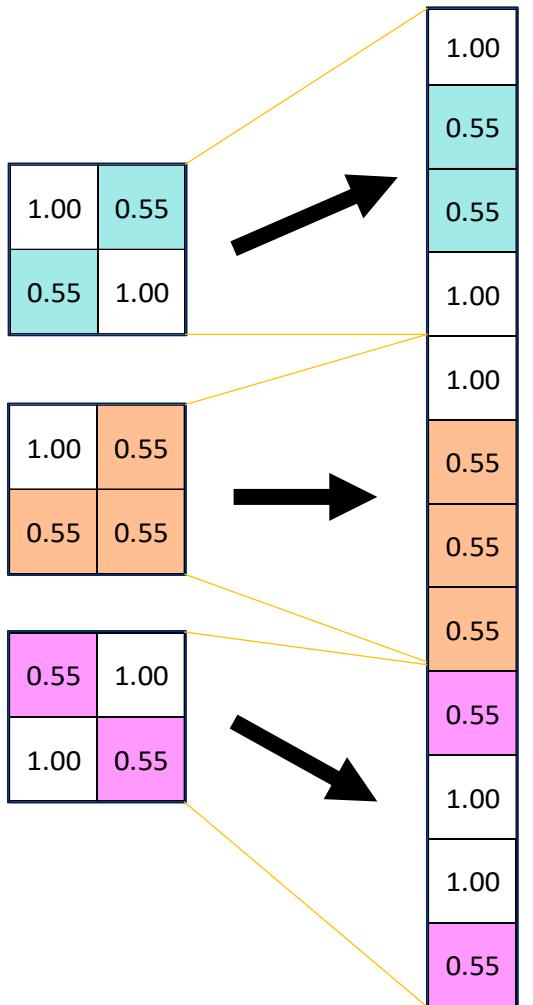
# طراحی مثال چندین لایه از موارد فراگیری شده؛ (Deep stacking)

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

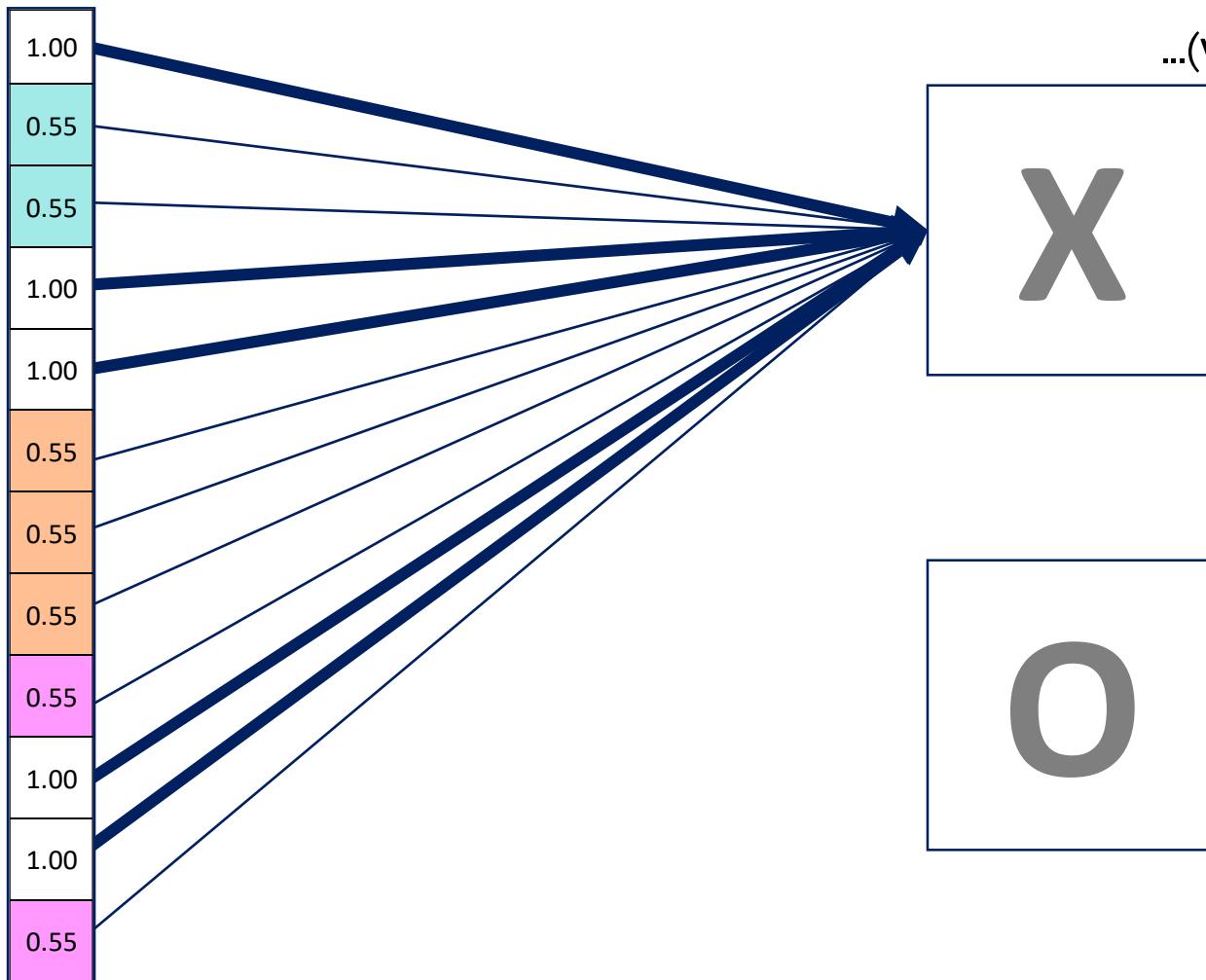


1.00	0.55
0.55	1.00
1.00	0.55
0.55	0.55
0.55	1.00
1.00	0.55

# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

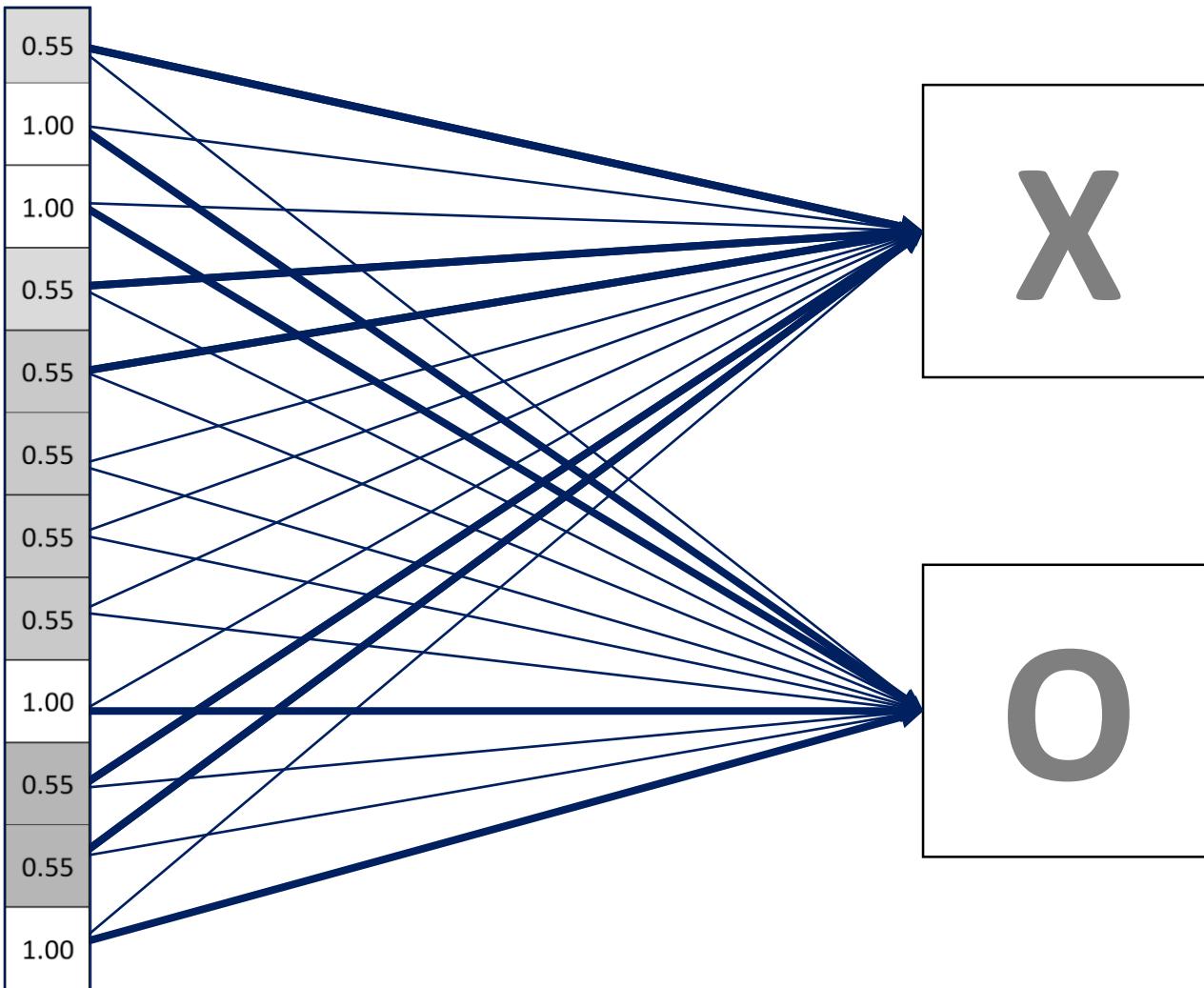


# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

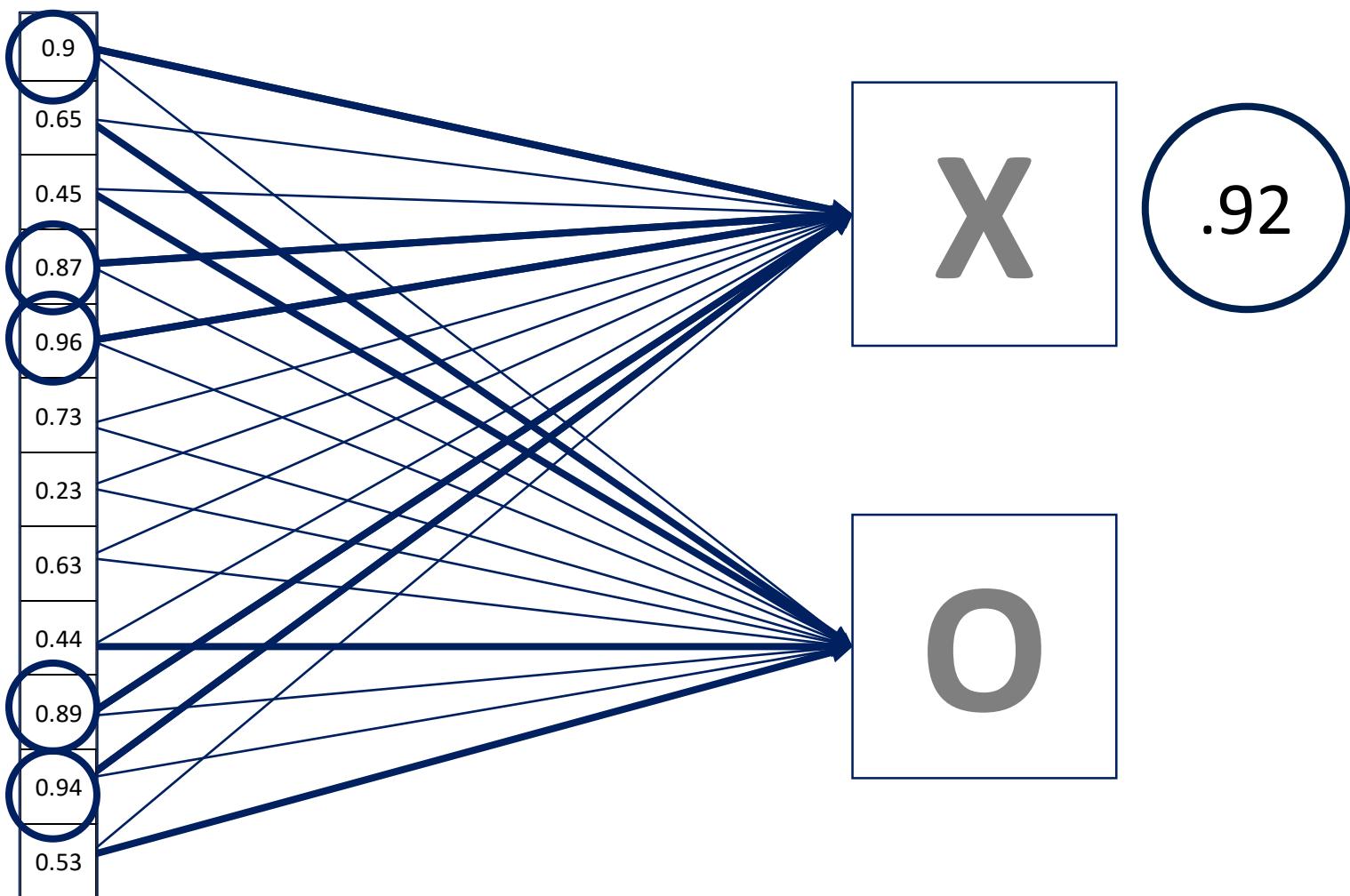


- بحث رأى گیری (voting) ...

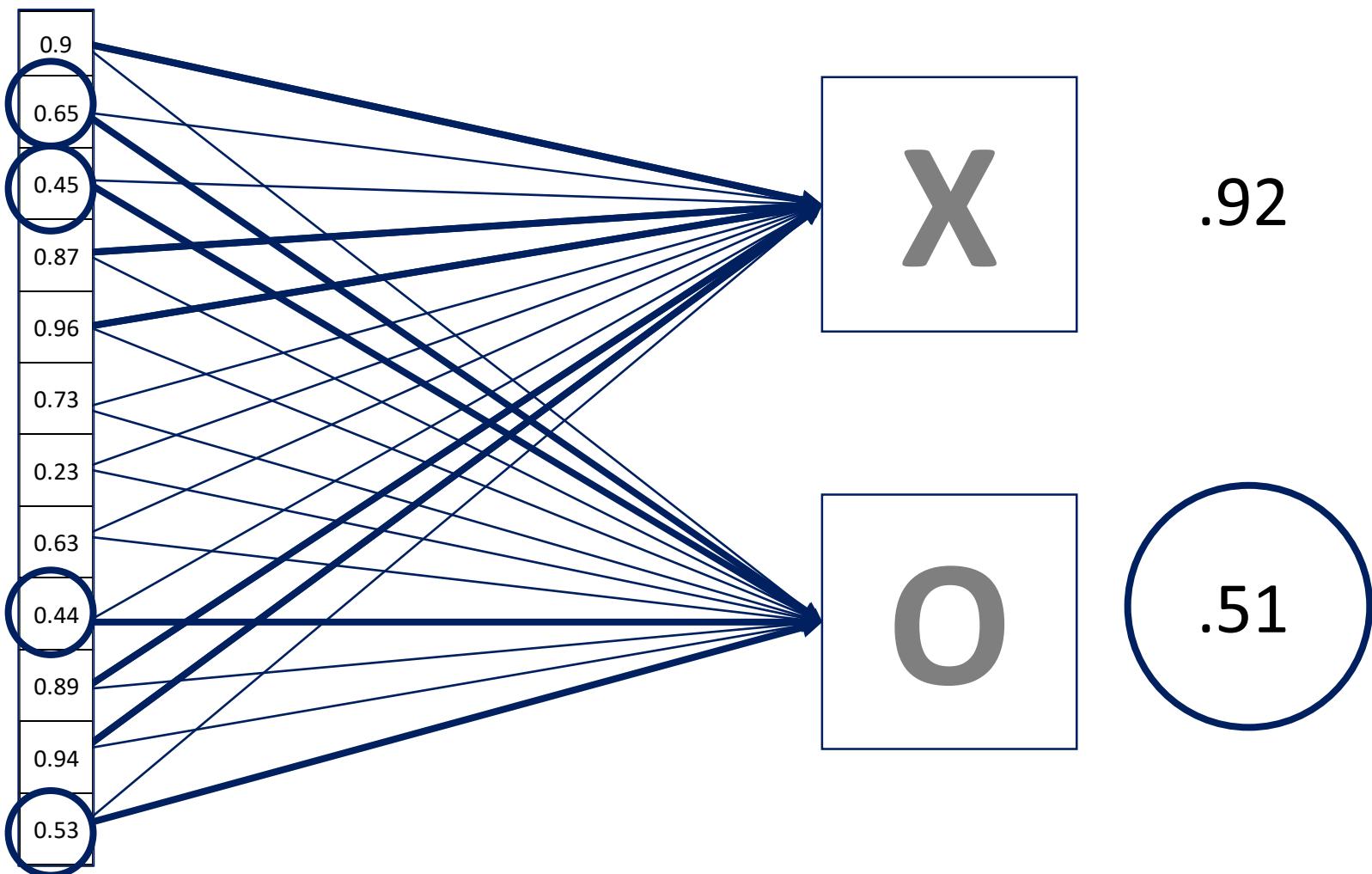
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



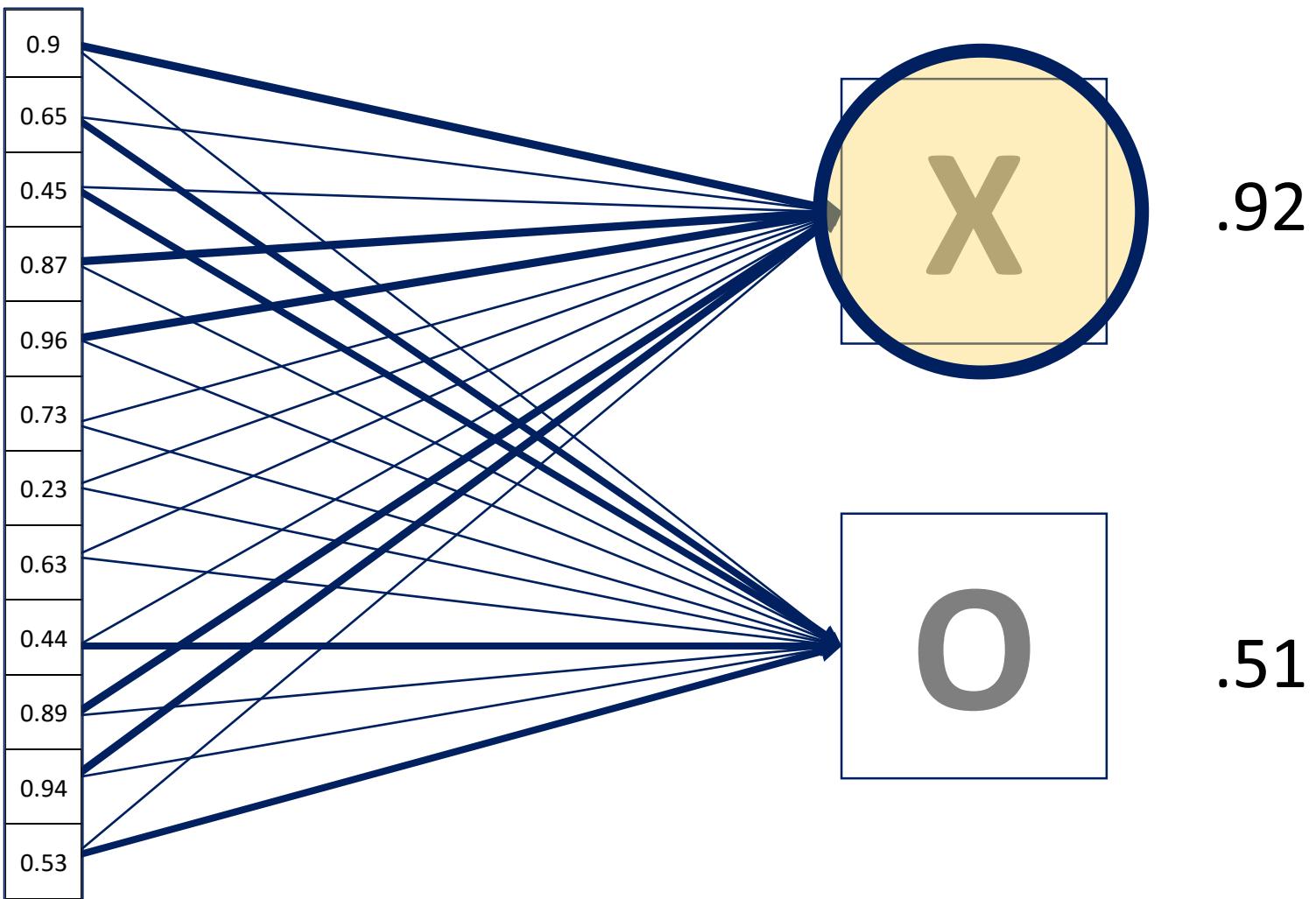
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



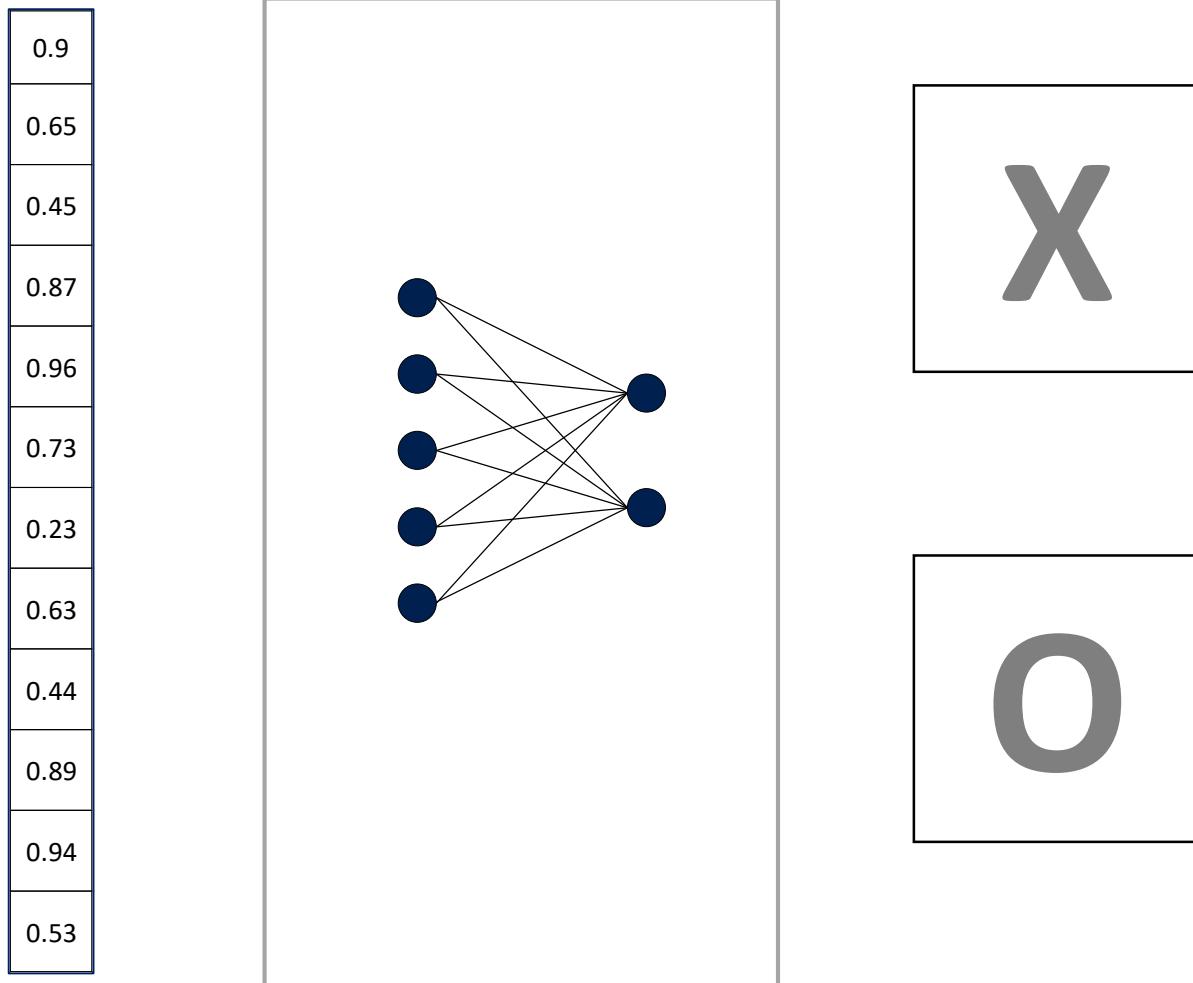
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



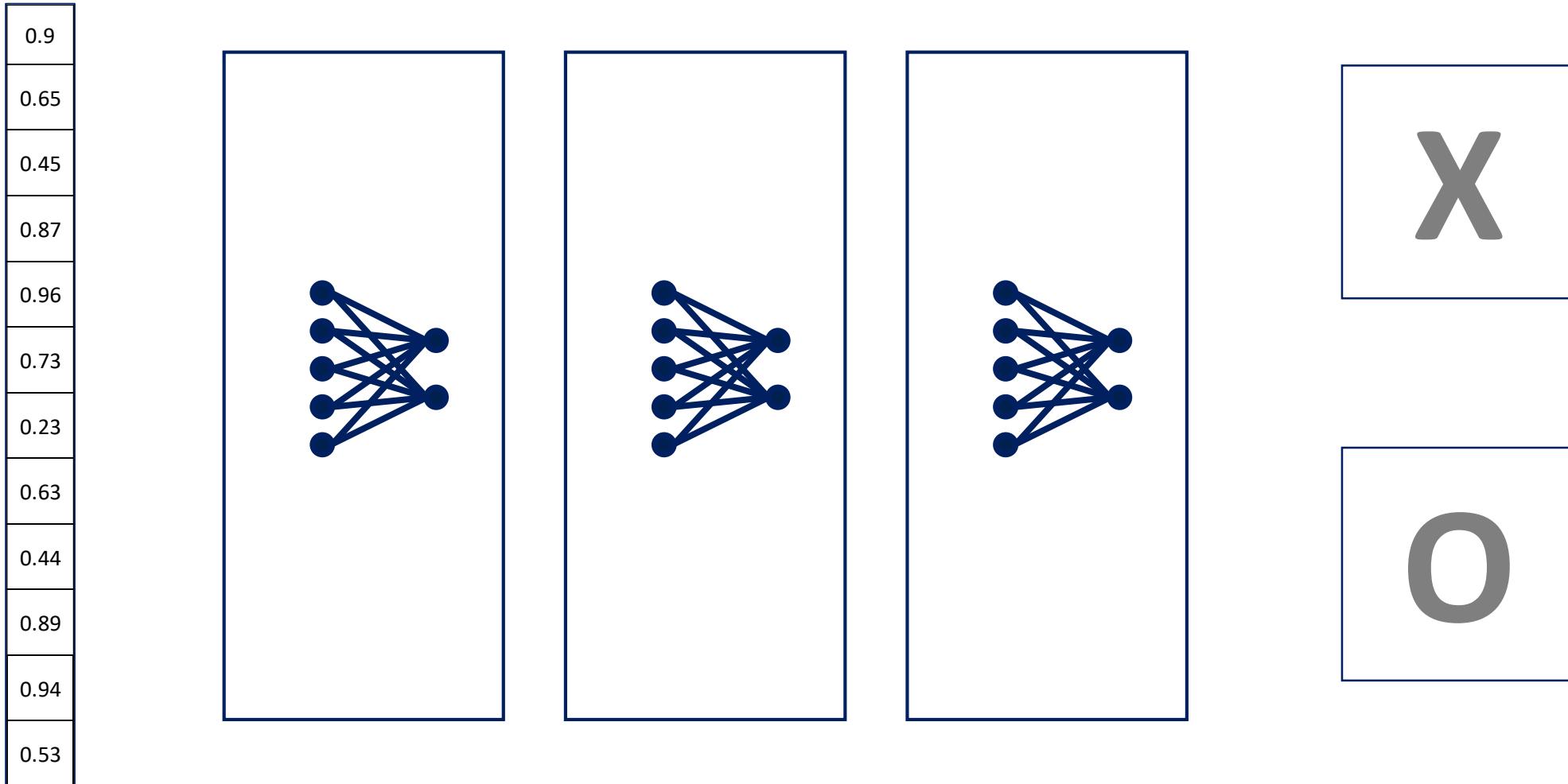
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



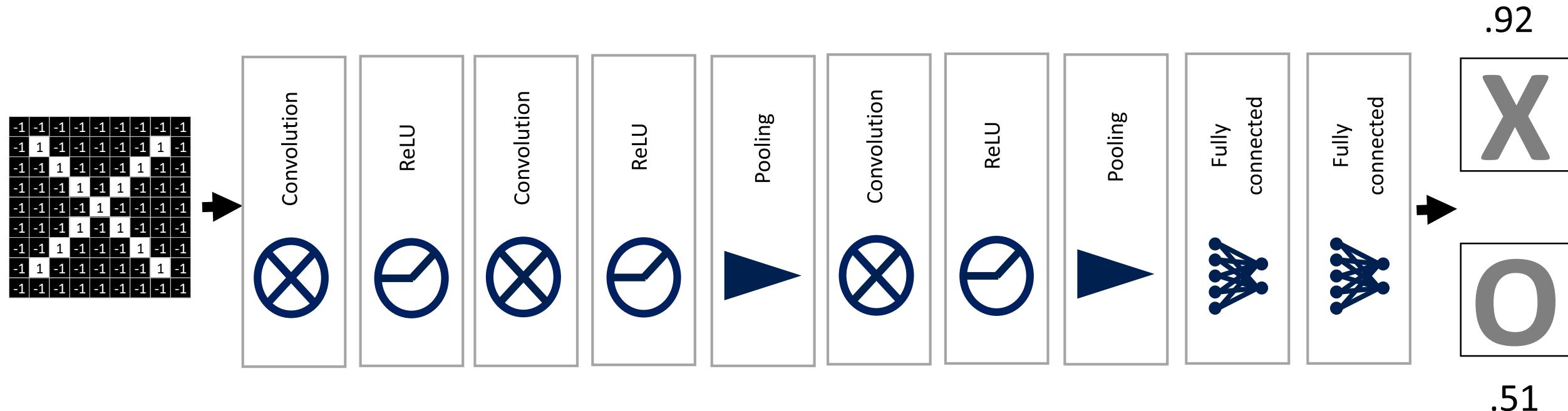
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



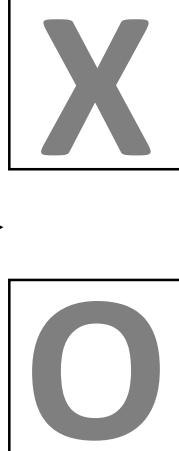
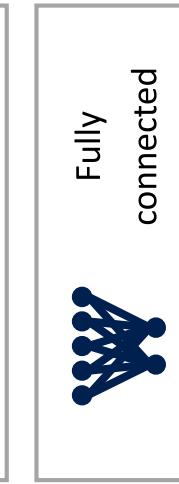
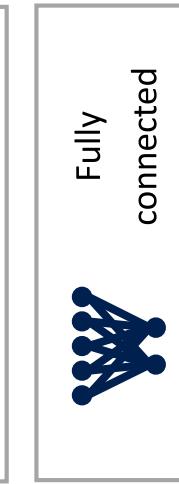
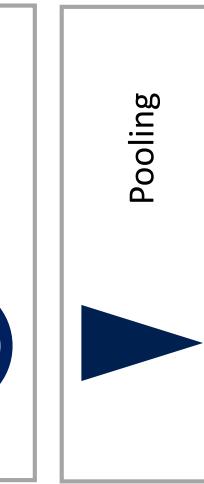
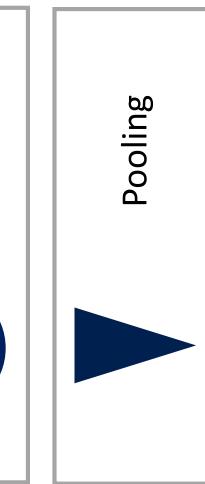
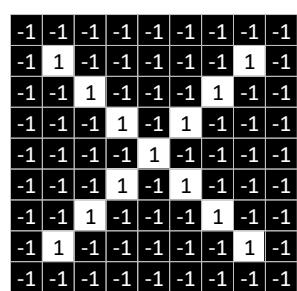
# لیہ تمام متصل (Fully connected layer)



# انتشار رو به عقب (Back Propagation)

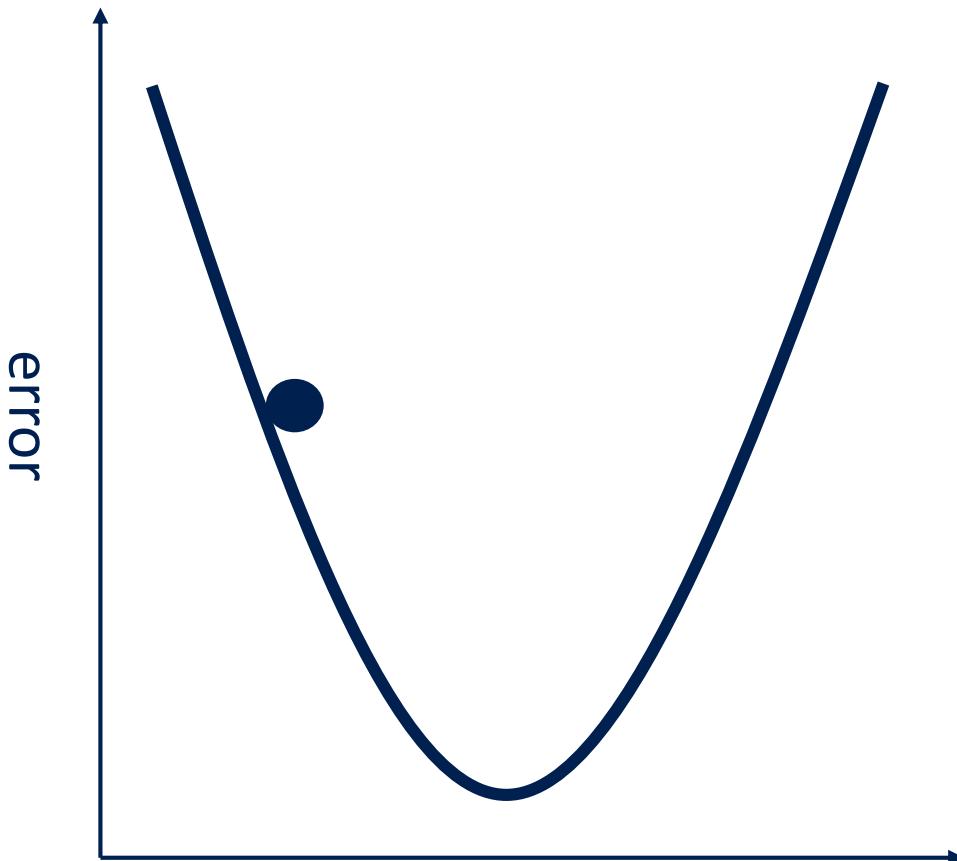
Error = right answer – actual answer

.92

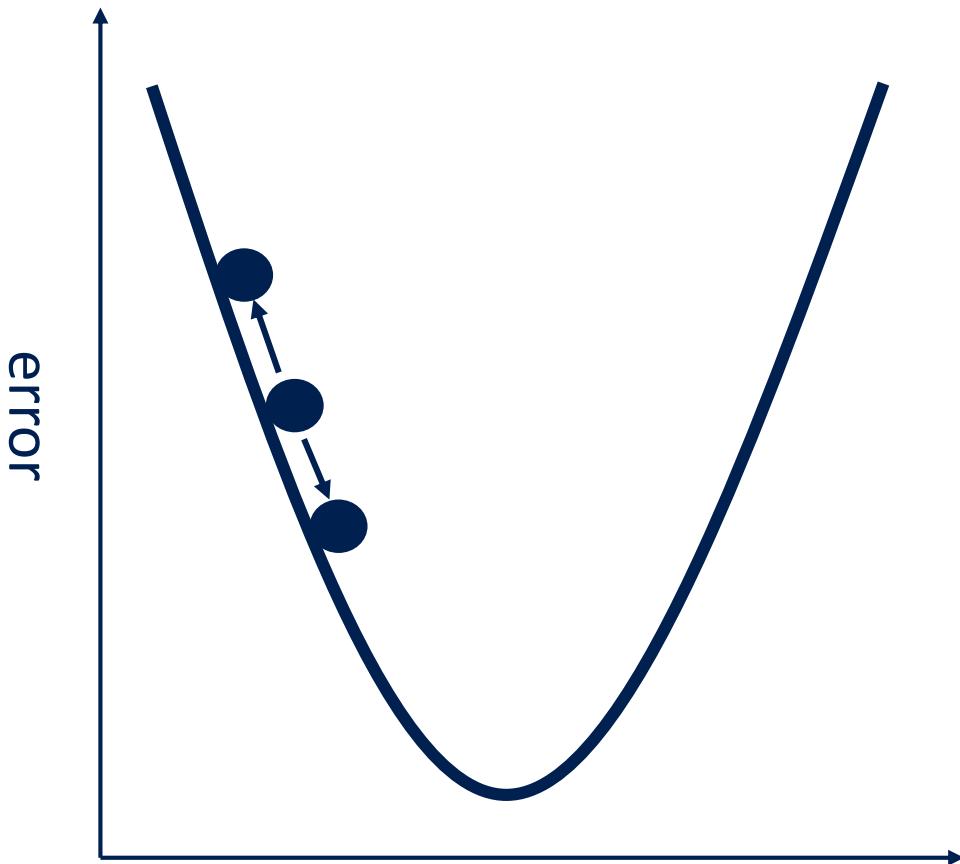


.51

# کاهش گرادیان (Gradient descent)

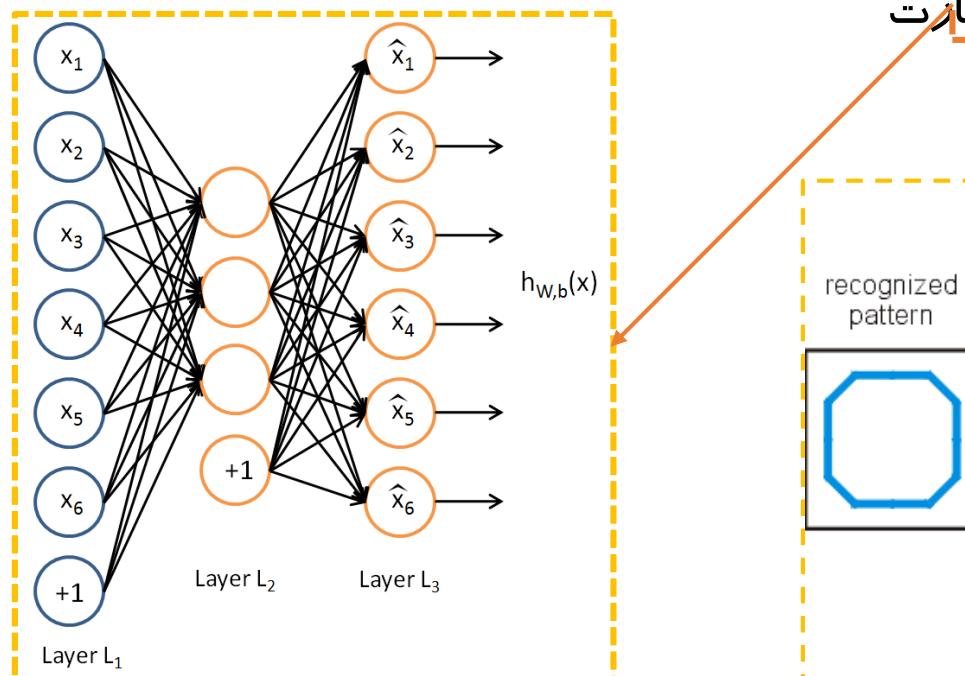


# کاهش گرادیان (Gradient descent)

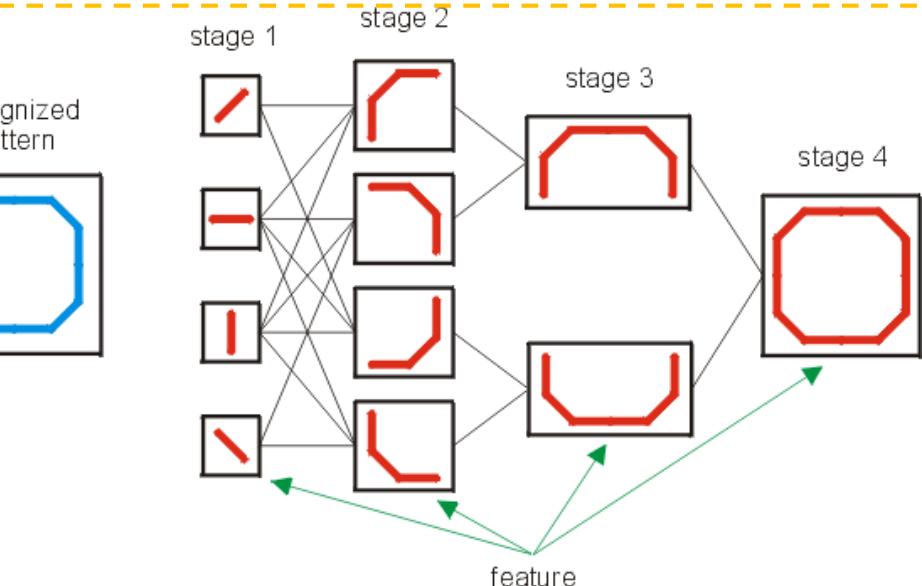


# یادگیری ژرف

## Hand-crafted feature

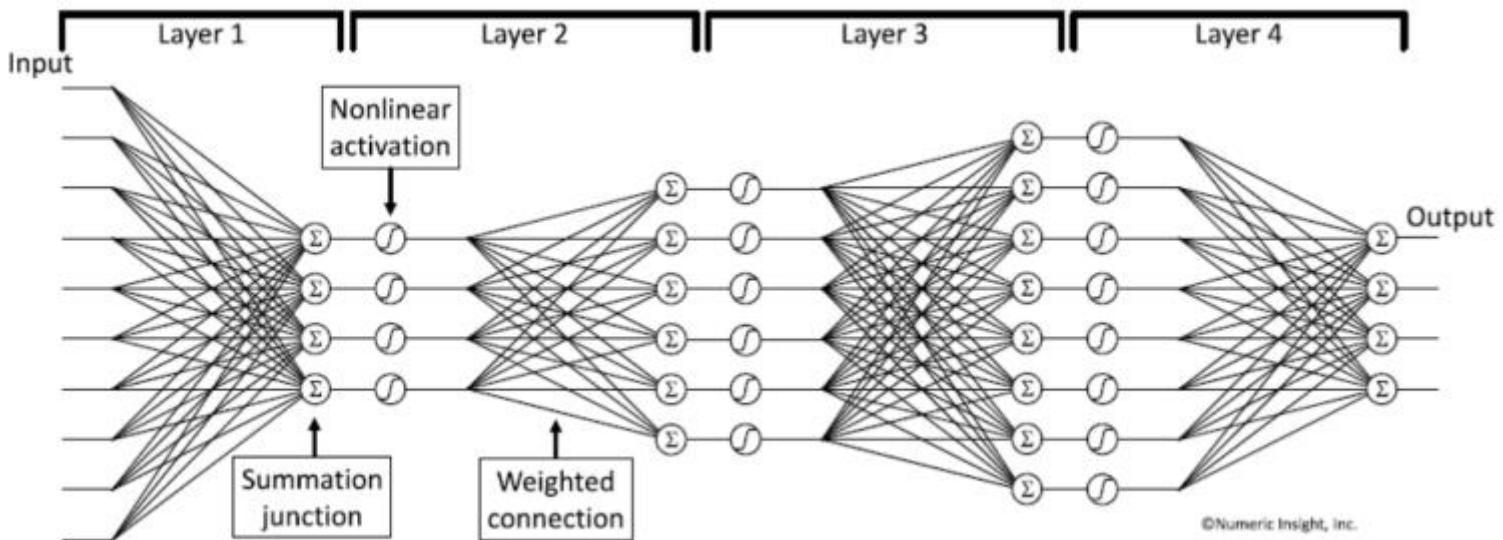


- یکی از نویدها و وعدهای یادگیری ژرف:
- جایگزین کردن روشی برای انتخاب ویژگی به جای روش‌های دستی
- با الگوریتم‌های موثر و کارا یادگیری ویژگی بدون نظارت و نیمه‌نظارت
- و استخراج ویژگی سلسله‌مراتبی



<http://www.kiv.zcu.cz/studies/predmety/uir/NS/Neocognitron/en/hierarch-det.html>

# یادگیری ژرف



©Numeric Insight, Inc.

# فریمورک های مختلف این حوزه



TensorFlow

[http:// tensorflow.org](http://tensorflow.org)



Decaf / Caffe  
a Berkeley Vision Project

<http://caffe.berkeleyvision.org>



<https://keras.io/>



<http://torch.ch>



<http://scikit-learn.org>

theano

<http://deeplearning.net/software/theano>

mxnet

DL4J

Deeplearning4j

Microsoft

CNTK



# Thank you!

**Mohammad KHALOOEI**

PhD student at Amirkabir University of Technology- Tehran Polytechnic

Laboratory of Intelligence and multimedia processing ([limp.aut.ac.ir](http://limp.aut.ac.ir))

Big data work group at Sharif University of Technology ([bigdataworkgroup.ir](http://bigdataworkgroup.ir))

<http://ceit.aut.ac.ir/~khalooei>

[khalooei@aut.ac.ir](mailto:khalooei@aut.ac.ir)