

## فهرست گزارش سوالات

- سوال 1 – Alphabet Recognition Hebb ..... 2
- سوال ۲ – شبکه Autoassociative ..... 5
- سوال 3 – شبکه Hopfield ..... 8
- سوال 4 – شبکه BAM ..... 11

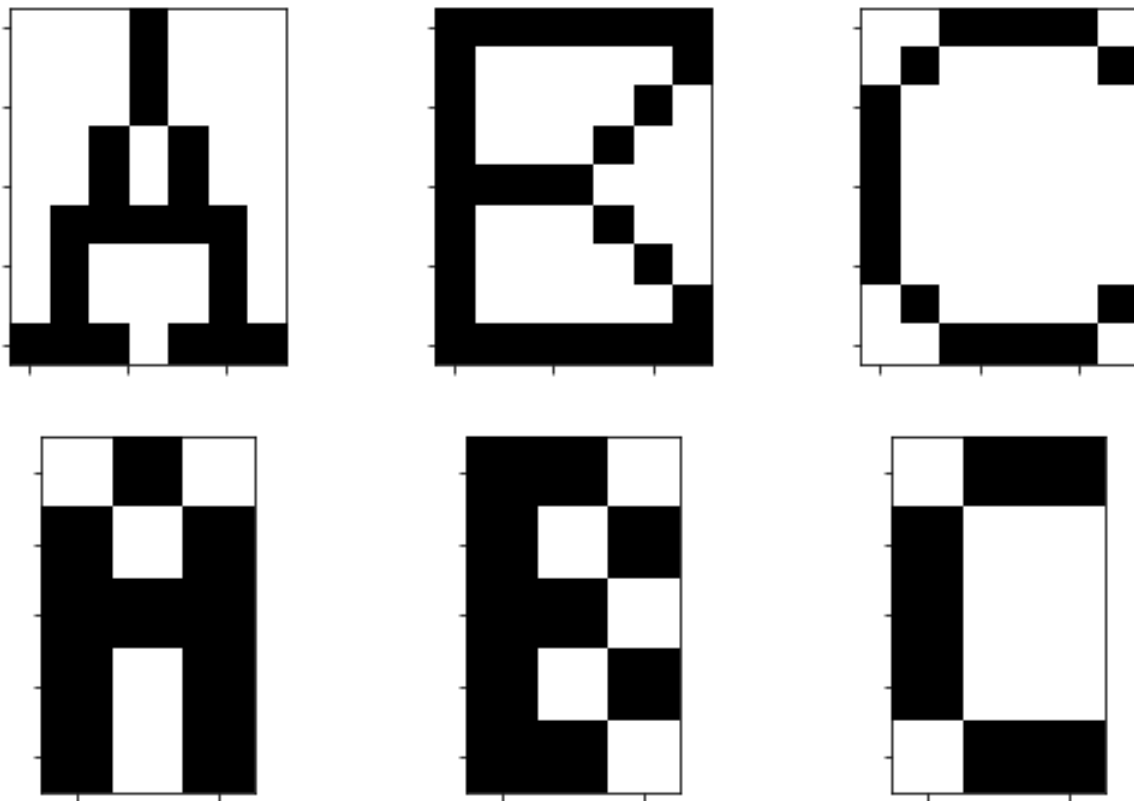
## سوال 1 – Alphabet Recognition Hebb

در این سوال به کمک الگوریتم هب می خواهیم ورودی  $7 \times 9$  را با خروجی متناظر آن که  $3 \times 5$  می باشد مرتبط کنیم. برای این کار مطابق الگوریتم ارایه شده در درس ماتریس وزن ها  $W$  از رابطه زیر بدست می آید.

$$W = \sum_{p=1}^P s(p)t(p)^T$$

که زوج  $(s,t)$  متناظر با ورودی - خروجی هر کاراکتر می باشد.

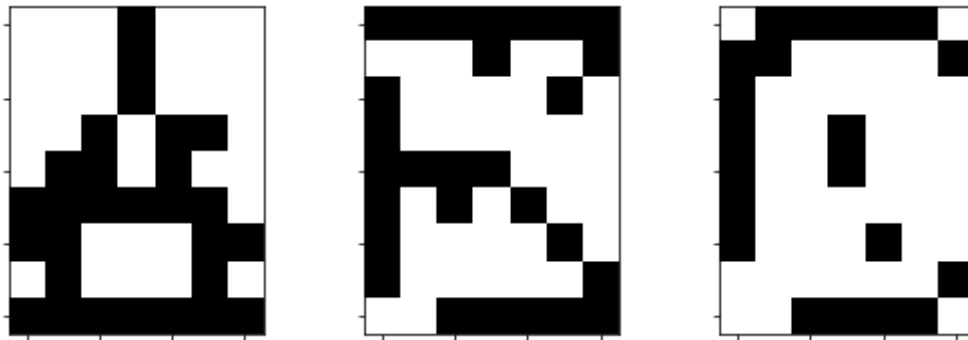
الف) در این قسمت پس از پیاده سازی ماتریس وزن ها خروجی متناظر با هر ورودی را چک میکنیم که کاملاً منطبق بر هم می باشند. شکل ۱-۱ این تناظر را نشان می دهد.



شکل ۱-۱) خروجی و ورودی های مرتبط با هر کاراکتر A,B,C

ب) حال این بار عملکرد شبکه هب در تشخیص ورودی نویزی را بررسی می کنیم (در دو حالت ۱۰ و ۲۵ درصد نویز).

شکل ۱-۲ نمونه ی یک ورودی نویزی را برای ۳ کاراکتر ما نشان می دهد.



شکل ۱-۲) ورودی نویزی برای نویز ۱۰ درصد

در حالت ۱۰ درصد نویز که معادل عوض شدن علامت ۶ خانه از ورودی می باشد شبکه در ۱۰۰ درصد مواقع قابلیت تشخیص صحیح هر سه کاراکتر A, B, C را دارد.

در حالت ۲۵ درصد نویز که معادل علامت ۱۶ خانه از ورودی می باشد شبکه ما

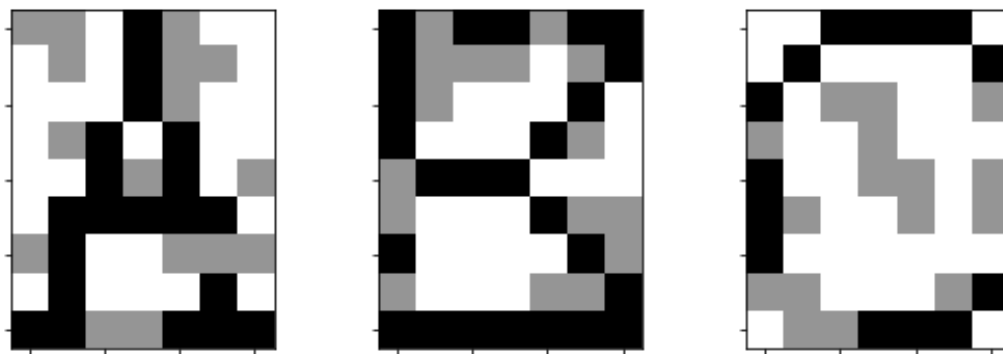
A\_succes=98.2%

B\_succes=92.7%

C\_succes=94.6%

درصد مواقع برای هر ورودی به خروجی مطلوب می رسد.

در ادامه این کار را برای ورودی missing شده انجام می دهیم:



شکل ۱-۳) ورودی missing در حالت ۱۰ درصد

در حالت ۱۰ درصد missing که معادل صفر شدن ۶ خانه از ورودی می باشد شبکه در ۱۰۰ درصد مواقع قابلیت تشخیص صحیح هر سه کاراکتر A, B, C را دارد.

در حالت ۲۵ درصد missing که معادل صفر شدن ۶ خانه از ورودی می باشد شبکه در ۱۰۰ درصد مواقع قابلیت تشخیص صحیح هر سه کاراکتر A, B, C را دارد.

نتایج فوق نشان می دهد که عملکرد شبکه هب در برابر از بین رفتن بخشی از اطلاعات نسبت به نویزی شدن آن بهتر است و مقاوم تر می باشد.

## سوال ۲ – شبکه Autoassociative

مطابق گفته ی صورت سوال آزمایش در هر حالت ۳۰ بار انجام شده و نتایج زیر ارائه می گردد.

برای  $N=100$  :

در حالت  $E=0$  داریم:

the results for Data without noise are :

for  $R=10$ :

mean and variation are 100.00 : 0.00

for  $R=20$ :

mean and variation are 98.80 : 1.25

for  $R=30$ :

mean and variation are 96.93 : 1.53

for  $R=40$ :

mean and variation are 94.55 : 1.80

for  $R=50$ :

mean and variation are 91.34 : 2.31

for  $R=60$ :

mean and variation are 90.38 : 2.43

for  $R=70$ :

mean and variation are 87.93 : 2.93

for  $R=80$ :

mean and variation are 86.11 : 2.84

for  $R=90$ :

mean and variation are 84.99 : 2.81

for  $R=100$ :

mean and variation are 83.68 : 3.17

در حالت  $E=20$  داریم:

the results for Data with 20% noise are :

for  $R=10$ :

mean and variation are 100.00 : 2.14

for  $R=20$ :

mean and variation are 98.80 : 3.35

for  $R=30$ :

mean and variation are 96.93 : 3.14

for  $R=40$ :

mean and variation are 94.55 : 3.53

for  $R=50$ :

mean and variation are 91.34 : 3.62

for  $R=60$ :

mean and variation are 90.38 : 3.65

for  $R=70$ :

mean and variation are 87.93 : 3.99

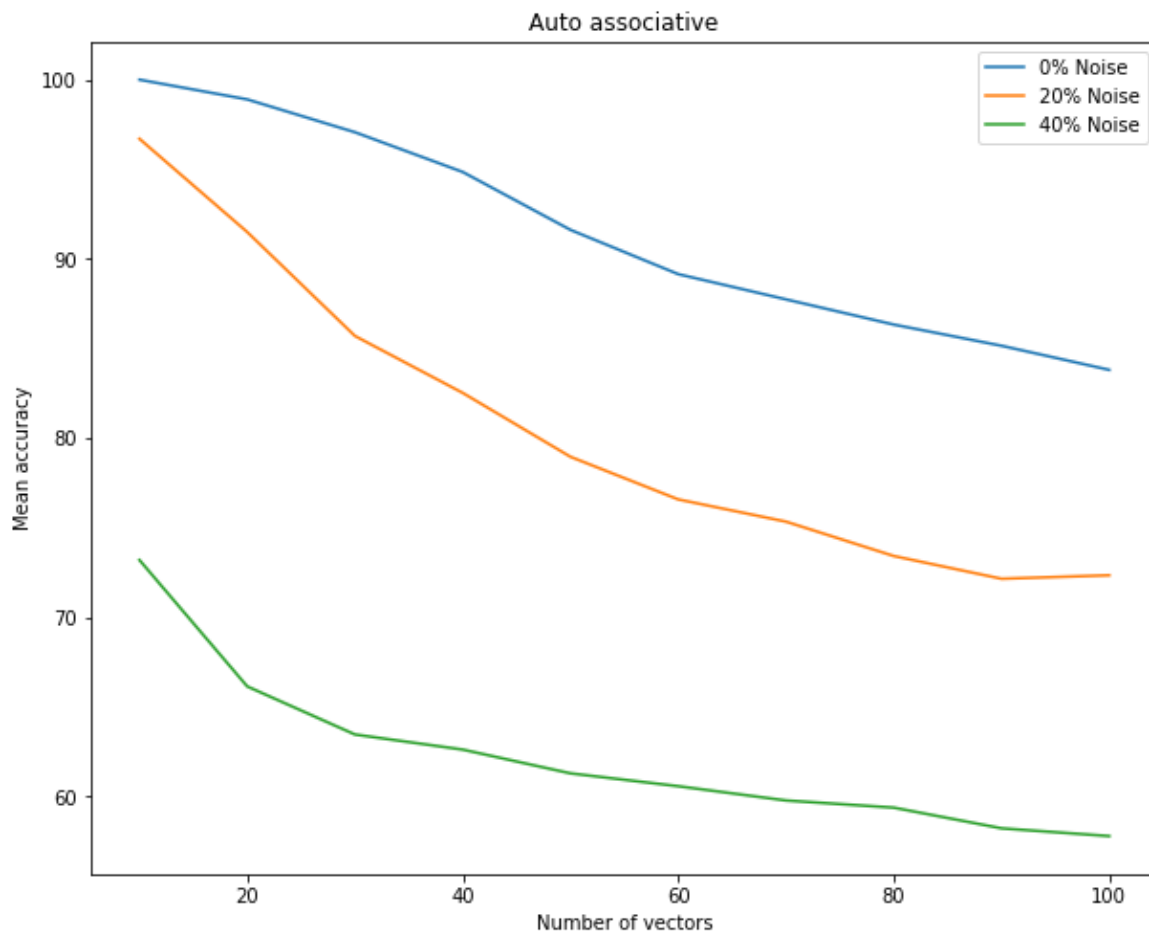
for  $R=80$ :

mean and variation are 86.11 : 4.19  
for R=90:  
mean and variation are 84.99 : 3.99  
for R=100:  
mean and variation are 83.68 : 4.09

در حالت E=40 داریم:

the results for Data with 40% noise are :  
for R=10:  
mean and variation are 100.00 : 5.66  
for R=20:  
mean and variation are 98.80 : 4.07  
for R=30:  
mean and variation are 96.93 : 4.90  
for R=40:  
mean and variation are 94.55 : 4.77  
for R=50:  
mean and variation are 91.34 : 4.68  
for R=60:  
mean and variation are 90.38 : 5.02  
for R=70:  
mean and variation are 87.93 : 4.94  
for R=80:  
mean and variation are 86.11 : 4.86  
for R=90:  
mean and variation are 84.99 : 5.50  
for R=100:  
mean and variation are 83.68 : 4.46

(الف)



شکل ۲-۱) نمودار میانگین دقت بر حسب تعداد بردار ها در شبکه Auto associative

ب) با توجه به نمودار ۲-۱ مشخص است که عملکرد شبکه با افزایش نویز برای بخاطر سپاری موفق اجزای هر بردار با ایراد مواجه شده است هم چنین افزایش تعداد بردار ها نیز در هر حالت باعث کم شدن دقت شبکه می گردد.

ج) در این نوع شبکه ها افزایش نسبت  $N/R$  می تواند باعث عدم شباهت و استقلال بردارهای موجود در مجموعه داده ما گردند. هم چنین برای تمایز بهتر میان پترن های موجود یک شرط کافی می تواند همان عمود بودن ورودی ها در فضای برداری بر هم بوده و هم چنین تمایزی که Hamming Distance معیاری برای تشخیص تمایز پترن های ما می باشد.

### سوال 3 – شبکه Hopfield

برای پیاده سازی شبکه هاپفیلد از Modified Hebb استفاده می شود.

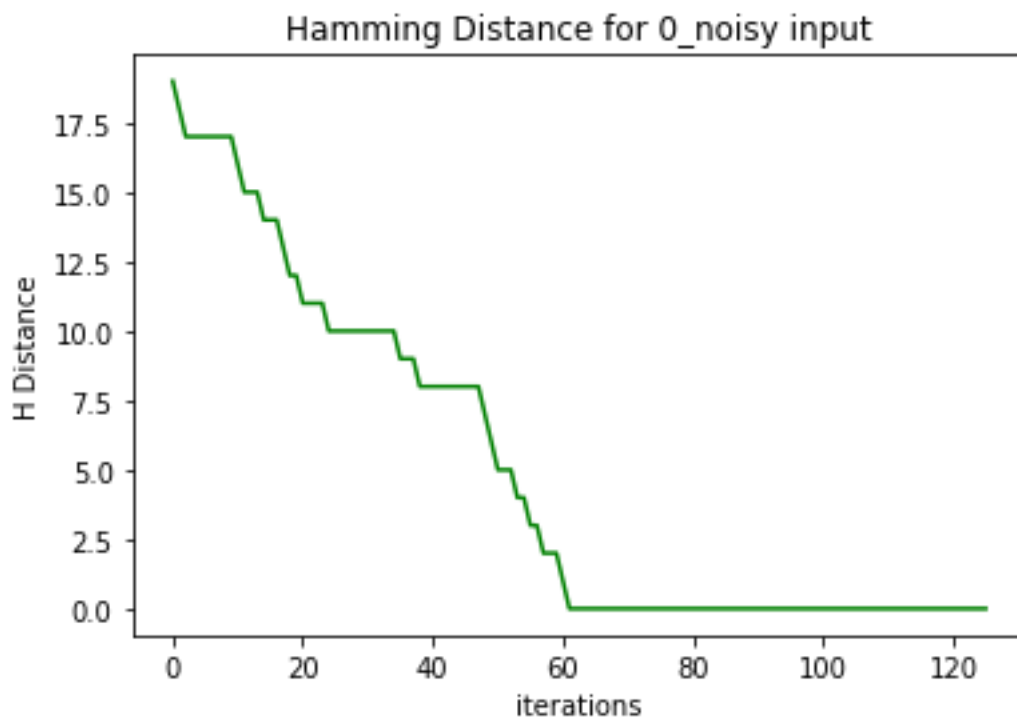
$$W = \sum_{p=1}^P s(p)t(p)^T - PI_n$$

الف) در این بخش بررسی می شود که شبکه قادر به ذخیره سازی دو عدد 0 و 1 باشد که این امر در بخش ابتدایی کد نشان داده شده است.

Two Number Targets have been succesfully saved in Memory

ب) حال قدرت شبکه در مواجه با نویز ۳۰ درصد بررسی می گردد.

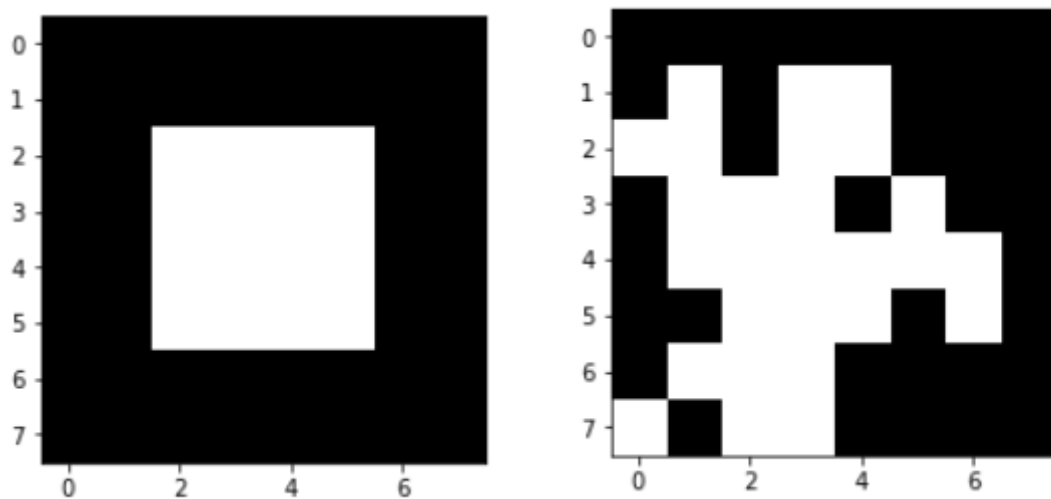
برای ورودی صفر نویزی مطابق شکل ۱-۳) فاصله Hamming کاهش یافته تا به صفر و خروجی صحیح 0 رسیده است.



شکل ۱-۳) روند نزولی برای Hamming Distance ورودی 0 نویزی

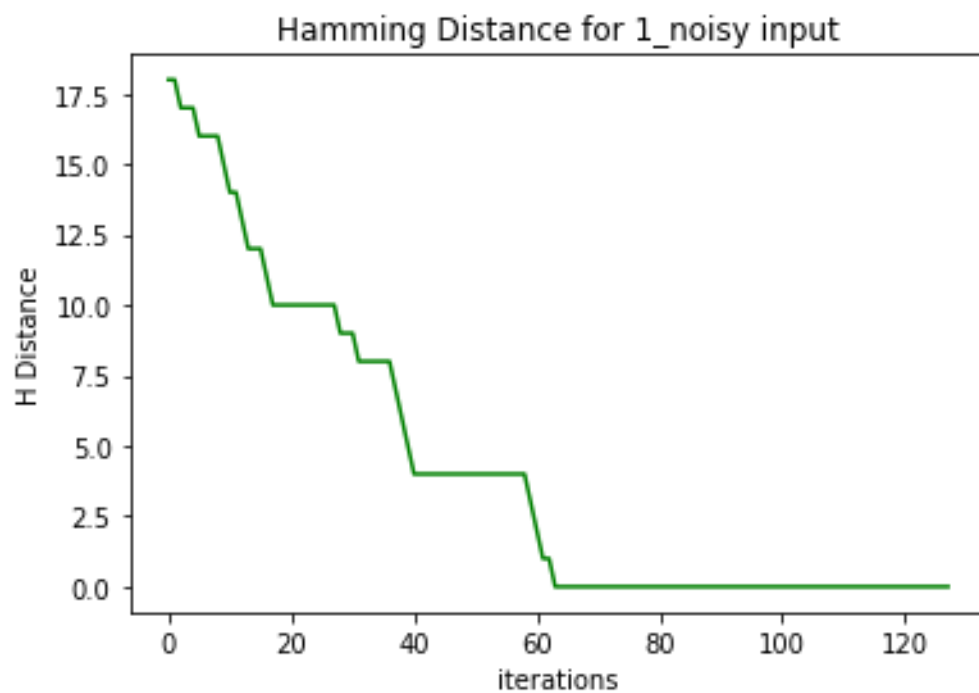
شکل ۲-۳) ورودی و خروجی این شبکه برای 0 را نشان می دهد.





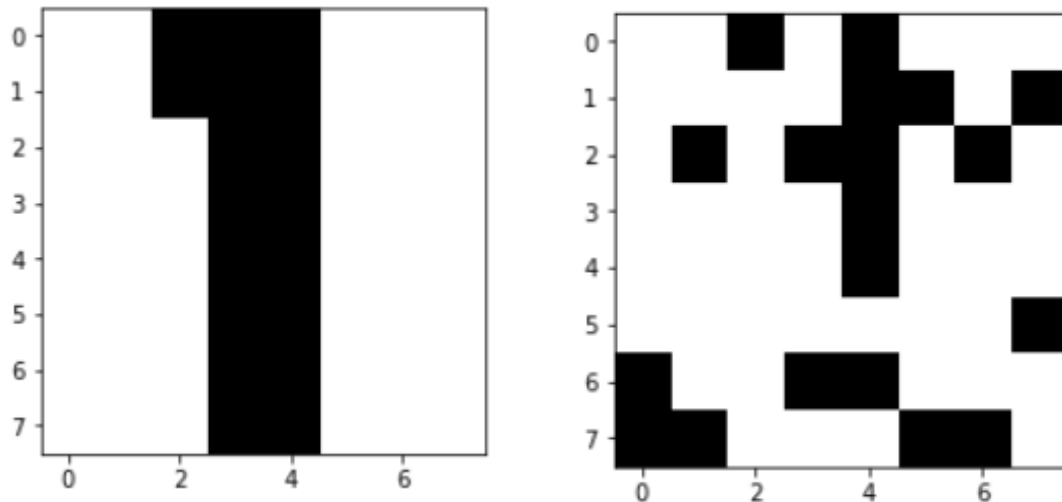
شکل ۳-۲ ورودی نویزی 0 و خروجی بدست آمده از آن

برای ورودی یک نویزی مطابق شکل ۳-۲ ( فاصله Hamming کاهش یافته تا به صفر و خروجی صحیح 1 رسیده است.



شکل ۳-۳ روند نزولی برای Hamming Distance ورودی 1 نویزی

شکل ۴-۳ ( ورودی و خروجی این شبکه برای 1 را نشان می دهد.



شکل ۴-۳ ( ورودی نویزی 1 و خروجی بدست آمده از آن

ج) با بررسی پترن های مرتبط با 1 و 0 مشخص می شود که این دو در ۴۶ خانه از ۶۴ خانه با هم تفاوت دارند. با توجه به اینکه در نویز ۳۰ درصد حدودا ۲۰ خانه تغییر علامت میدهند لذا هم چنان تفکیک خوبی میان دو پترن فوق وجود خواهد داشت و شبکه می تواند به خروجی درست در حالت نویزی برسد. لازم به ذکر است که مثلا در نویز های ۵۰ درصد و ۷۰ درصد که باعث تغییرات زیاد در ساختار پترن های این دو عدد می شود دیگر شبکه نمی تواند به درستی به خروجی مد نظر رسیده و شکل Hamming Distance Iteration آن نیز حالت صعودی به خود می گیرد.

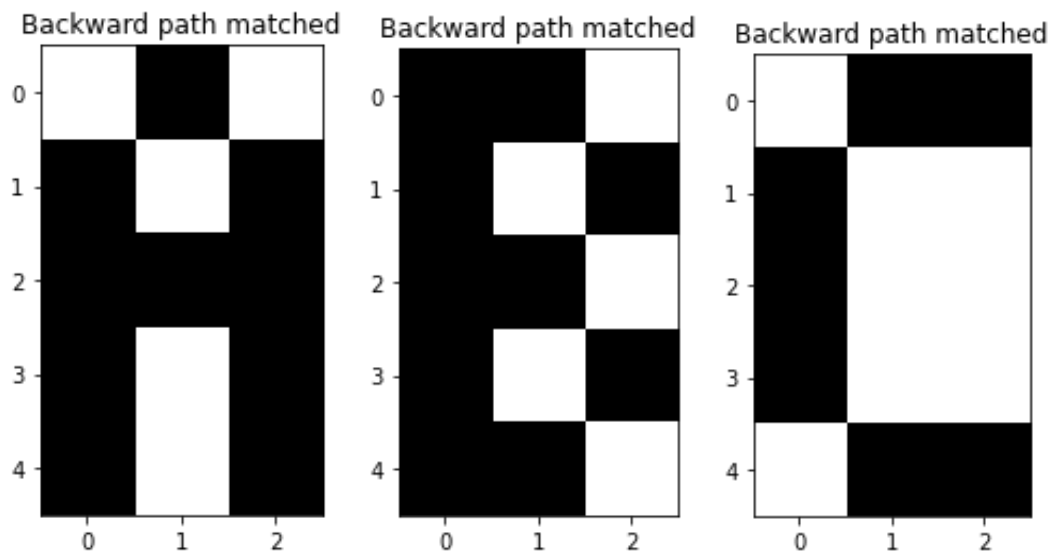
## سوال 4 – شبکه BAM

الف) در این سوال نیز ماتریس Hebbian بیان شده در سوال یک پیاده سازی می شود. برای سه حرف A,B,C عملکرد آن را می سنجیم.

ماتریس W که یک ماتریس  $5 \times 3$  می باشد .

ب) در ادامه به تست Memory خود میپردازیم. مشاهده می شود که در هر دو مسیر رفت و برگشت برای سه حرف A,B,C شبکه به درستی به جواب مد نظر می رسد.

```
for input A forward path in mem matched
for input B forward path in mem matched
for input C forward path in mem matched
```



شکل (۴-۱) خروجی در مسیر Backward

ج) با ران کردن ۱۰۰ بار برای هر نویز نتایج زیر بیان شده است:

برای نویز ۱۰٪ داریم :

$A_{\text{success}}=100\%$

$B_{\text{succes}}=80\%$

$C_{\text{succes}}=100\%$

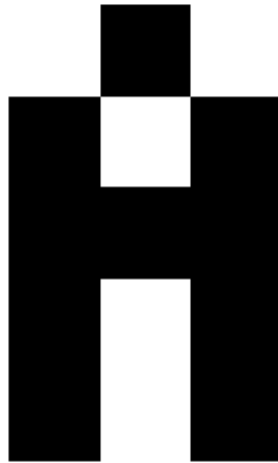
برای نویز ۴۰٪ داریم :

$A_{\text{success}}=53\%$

$B_{\text{succes}}=29\%$

$C_{\text{success}}=40\%$

د) با در نظر گرفتن  $(0,-1,-1)$  به عنوان ورودی شبکه به A دست پیدا می کنیم که با توجه به Miss شدن اولین عضو بردار درست می باشد.



شکل ۲-۴) خروجی بدست آمده از ورودی  $(0,-1,-1)$

ه) با توجه به نتایج بدست آمده ازین بخش برای ۴ حرف A,B,D,E مموری ما به درستی عمل می کند و برای باقی ۴ حرف Mismatch صورت گرفته است.

for input A forward path in mem matched  
 for input B forward path in mem matched  
 C Mismatched  
 for input D forward path in mem matched  
 for input E forward path in mem matched  
 F Mismatched  
 G Mismatched  
 H Mismatched

و) همان طور که در بخش قبل نیز بیان شد امکان ذخیره ی ۸ پترن برای این شبکه نمی باشد به عنوان یک قاعده کلی شبکه ی BAM بصورت استاندارد می تواند به تعداد Bit های خروجی که در اینجا ۳ می باشد توانایی ذخیره پترن را دارد (برای عملکرد مناسب در مواجهه با نویز و ....) اما در صورت فاصله ی مناسب پترن ها از هم در اینجا ۴ پترن نیز به خوبی ذخیره گردید.

ز)

جدول ۴-۱) فاصله ی میان پترن های حروف

alphabets	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	4	7	4	6	6	5	3
B	4	0	7	2	4	4	7	5
C	7	7	0	7	3	5	2	8
D	4	2	7	0	6	6	5	5
E	6	4	3	6	0	2	5	5
F	6	4	5	6	2	0	7	5
G	5	7	2	5	5	7	0	6
H	3	5	8	5	5	5	6	0

با توجه به جدول ۴-۱) مشاهده می شود که پترن C بطور میانگین بیشترین فاصله را از باقی پترن ها دارد و بعد از آن G و H با توجه به این معیار بهتر می باشند.

اما با توجه به اینکه در پترن مرتبط با H کمترین فاصله از باقی حروف ۳ می باشد بنظر می رسد در مجموع این حرف بیشترین احتمال ذخیره ی درست را به خود اختصاص بدهد.

---