



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

## گزارش تمرین چهارم (OFDMA)

نگارش  
جابر بابکی

استاد  
دکتر مهدی راستی

تیر 1398

## پارت اول

**Q1-**Solve the following problem manually: Where

$$h = [1.5, 10, 5, 2, 4, 8, 6.5, 3.5, 7, 6] * 10^{-10}$$

Determine the transmit power on each specific sub-channel.

$$h^k = [1.5, 10, 5, 2, 4, 8, 6.5, 3.5, 7, 6] * 10^{-10}$$

$$H^k = \frac{h^k}{H^k} \quad h^k = [10, 8, 7, 6.5, 6, 5, 4, 3.5, 2, 1]$$

**Iteration 1:**

$$M = \frac{2^5}{\prod_{k=1}^{10} H^k} = \frac{32}{4586400} = 6.9 * 10^{-6}$$

$$\lambda = (6.9 * 10^{-6})^{0.1} = 0.305$$

$$p^1 = \left[ 0.305 - \frac{1}{10} \right] = 0.205$$

$$p^2 = \left[ 0.305 - \frac{1}{8} \right] = 0.180$$

$$p^3 = \left[ 0.305 - \frac{1}{7} \right] = 0.162$$

$$p^4 = \left[ 0.305 - \frac{1}{6.5} \right] = 0.151$$

$$p^5 = \left[ 0.305 - \frac{1}{6} \right] = 0.138$$

$$p^6 = \left[ 0.305 - \frac{1}{5} \right] = 0.105$$

$$p^7 = \left[ 0.305 - \frac{1}{4} \right] = 0.055$$

$$p^8 = \left[ 0.305 - \frac{1}{3.5} \right] = 0.0192$$

$$p^9 = \left[ 0.305 - \frac{1}{2} \right] = -0.195$$

We have negative power so channel 4 power assign zero then start new iteration:

**Iteration 2:**

$$M = \frac{2^5}{\prod_{k=1}^9 H^k} = \frac{32}{2293200} = 1.4 * 10^{-5}$$

$$\lambda = (1.4 * 10^{-4})^{\frac{1}{9}} = 0.288$$

$$p^1 = \left[0.288 - \frac{1}{10}\right] = 0.188$$

$$p^2 = \left[0.288 - \frac{1}{8}\right] = 0.163$$

$$p^3 = \left[0.288 - \frac{1}{7}\right] = 0.145$$

$$p^4 = \left[0.288 - \frac{1}{6.5}\right] = 0.134$$

$$p^5 = \left[0.288 - \frac{1}{6}\right] = 0.121$$

$$p^6 = \left[0.288 - \frac{1}{5}\right] = 0.088$$

$$p^7 = \left[0.288 - \frac{1}{4}\right] = 0.038$$

$$p^8 = \left[0.288 - \frac{1}{3.5}\right] = 0.002$$

$$p^9 = \left[0.305 - \frac{1}{1.5}\right] = -0.37$$

We have mines power in channel 1 so assign zero then start new iteration.

Iteration 3:

$$M = \frac{2^5}{\prod_{k=1}^8 H^k} = \frac{32}{1528800} = 2.09 * 10^{-5}$$

$$\lambda = (2.09 * 10^{-5})^{\frac{1}{8}} = 0.260$$

$$p^1 = \left[0.260 - \frac{1}{10}\right] = 0.16$$

$$p^2 = \left[0.260 - \frac{1}{8}\right] = 0.135$$

$$p^3 = \left[0.260 - \frac{1}{7}\right] = 0.117$$

$$p^4 = \left[0.260 - \frac{1}{6.5}\right] = 0.106$$

$$p^5 = \left[0.260 - \frac{1}{6}\right] = 0.093$$

$$p^6 = \left[0.260 - \frac{1}{5}\right] = 0.06$$

$$p^7 = \left[0.260 - \frac{1}{4}\right] = 0.01$$

$$p^8 = \left[0.260 - \frac{1}{3.5}\right] = -0.025$$

We have mines power in channel 8 so assign zero then start new iteration.

Iteration4:

$$M = \frac{2^5}{\prod_{k=1}^7 H^k} = \frac{32}{436800} = 7.33 * 10^{-5}$$

$$\lambda = (7.33 * 10^{-5})^{\frac{1}{7}} = 0.256$$

$$p^1 = \left[ 0.256 - \frac{1}{10} \right] = 0.156$$

$$p^2 = \left[ 0.256 - \frac{1}{8} \right] = 0.131$$

$$p^3 = \left[ 0.256 - \frac{1}{7} \right] = 0.113$$

$$p^4 = \left[ 0.256 - \frac{1}{6.5} \right] = 0.102$$

$$p^5 = \left[ 0.256 - \frac{1}{6} \right] = 0.08$$

$$p^6 = \left[ 0.256 - \frac{1}{5} \right] = 0.056$$

$$p^7 = \left[ 0.256 - \frac{1}{4} \right] = 0.006$$

Now, all channel has positive power so finish algorithm

Channel 1=delete, 2=0.156, 3=0.056, 4=delete, 5=0.006, 6=0.131, 7=0.102, 8=delete, 9=0.113, 10=0.08

Noise unit is watt so All power has watt unit, beacause pathgain divide noise.

**Q2-**Solve the above problem with considering peak power constraint on each SC k, i.e., pmax=85 mw.

```
Rmin=5;
RminPower2=2^Rmin;
PowerMax=0.085;%convert to watt
e1=(10^-10);
Noise=(10^-10);
C=10;

pathGainAndPower=ones(10,3);
pathGainAndPower(1,1)=1;pathGainAndPower(1,2)=1.5*e1;
```

```

pathGainAndPower(2,1)=2;pathGainAndPower(2,2)=10*e1;
pathGainAndPower(3,1)=3;pathGainAndPower(3,2)=5*e1;
pathGainAndPower(4,1)=4;pathGainAndPower(4,2)=2*e1;
pathGainAndPower(5,1)=5;pathGainAndPower(5,2)=4*e1;
pathGainAndPower(6,1)=6;pathGainAndPower(6,2)=8*e1;
pathGainAndPower(7,1)=7;pathGainAndPower(7,2)=6.5*e1;
pathGainAndPower(8,1)=8;pathGainAndPower(8,2)=3.5*e1;
pathGainAndPower(9,1)=9;pathGainAndPower(9,2)=7*e1;
pathGainAndPower(10,1)=10;pathGainAndPower(10,2)=6*e1;
for q=1:10
    pathGainAndPower(q,2)=pathGainAndPower(q,2)/Noise;
end

pathGainAndPower = sortrows(pathGainAndPower, 2, 'descend');

pathGainAndPower=FuncPowerPlus(pathGainAndPower,RminPower2,10,PowerMax);
for p=1:10
    if(pathGainAndPower(p,3)> PowerMax)
        for h=1:10
            if(pathGainAndPower(h,3)==0)
                pathGainAndPower(h,3)=1;
            end
        end
        pathGainAndPower(p,3)=PowerMax;
        Rmin=Rmin-log2(1+pathGainAndPower(p,3)*pathGainAndPower(p,2));
        RminPower2=2^(Rmin);
    end
end
disp(pathGainAndPower)

```

در این قسمت ما بر اساس فلوچارت که در اسلاید ها گفته شده پیش رفتیم، ابتدا ۸۵ میلی وات را به وات تبدیل کردیم سپس ماتریس سه ستونه تعریف کردیم که ستون اول شماره کانال ستون دوم گین گفته شده و ستون سوم توان ها بدست آمده قرار داده می شود اگر کانالی توان نداشته باشد توان آن برابر با صفر قرار می دهیم. ابتدا شرط اول یعنی توان منفی نداشته باشد را چک میکنیم سپس شرط توان ماکس نداشته باشد را بررسی می کنیم. اگر توانی بیشتر از ۰,۰۸۵ باشد آن را برابر با ۰,۰۸۵ می گذارد و کانال های منفی را اضافه میکند و در کحاسبه لاند این کانال که توان ماکس گرفته لحاظ نمی شود سپس دوباره شرط منفی نبودن با تابع FuncPowerPlus بررسی می شود.

تابع FuncPowerPlus که در واقع توان منفی را چک می کند در زیر قرار داده شده است:

```

function [ pathGainAndPower ] = FuncPowerPlus (
pathGainAndPower,RminPower2,bound,powerMax )
format short;
while(true)
    C=0;
    p=0;
    productPathgain=1;
    for b=1:bound
        if(pathGainAndPower(b,3)>0 &&
pathGainAndPower(b,3)~=powerMax)
            productPathgain=productPathgain*pathGainAndPower(b,2);
            C=C+1;
        end
    end
    if(isinf(productPathgain))
        productPathgain= 1.305145884430961e+297-(bound*20000);
    end
    M=RminPower2/productPathgain;
    landa=(M^(1/C));
    for q=1:bound
        if(pathGainAndPower(q,3)>0 &&
pathGainAndPower(q,3)~=powerMax)
            P_k=landa-(1/pathGainAndPower(q,2));
            if(P_k>=0)
                pathGainAndPower(q,3)=P_k;
                p=p+1;
            else
                pathGainAndPower(q,3)=0;
                break;
            end
        end
    end
    if(p==C)
        break;
    end
end
end
end

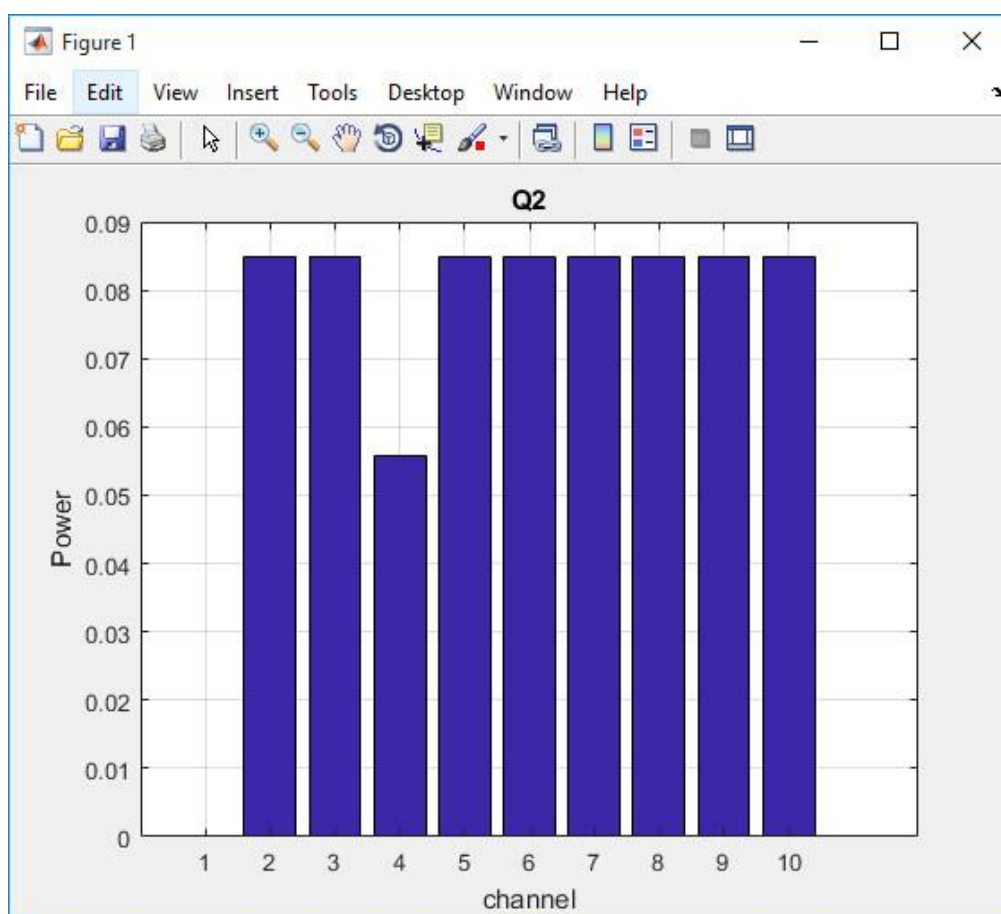
```

نتایج بدست آمده از این قسمت به صورت زیر است:

2.0000	10.0000	0.0850
6.0000	8.0000	0.0850
9.0000	7.0000	0.0850
7.0000	6.5000	0.0850
10.0000	6.0000	0.0850
3.0000	5.0000	0.0850
5.0000	4.0000	0.0850
8.0000	3.5000	0.0850
4.0000	2.0000	0.0557
1.0000	1.5000	0

بر اساس نتایج نشان داده می شود که همه کانال ها توان بالای توان ماکس داشتند به جز کانال ۴ که گین برابر با ۲ دارد و کانال ۱ که گین برابر با ۱,۵ دارد توان در کانال ۱ منفی شده به همین دلیل صفر در نظر گرفته شده است و همچنین توان در کانال ۴ برابر با ۰,۰۵۵۷ است. در بقیه کانال ها توان برابر با ۰,۰۸۵ است.

نمودار بدست آمده از این قسمت به صورت زیر است که در کانل یک توان نداریم و در کانال ۴ توان ماکس نشده بقیه کانال ها توان ها ماکس شدند.



### Q.3 Compare and discuss the achieved aggregate transmit power in Q.1 and Q.2.

توان ها در سوال اول به شکل زیر بدست آمده است:

2.0000	10.0000	0.1566
6.0000	8.0000	0.1316
9.0000	7.0000	0.1137
7.0000	6.5000	0.1028
10.0000	6.0000	0.0899
3.0000	5.0000	0.0566
5.0000	4.0000	0.0066
8.0000	3.5000	0
4.0000	2.0000	0
1.0000	1.5000	0

> |

که مجموع توان می شود: ۰,۶۵۷۸

توان در سوال دوم به صورت زیر است:

2.0000	10.0000	0.0850
6.0000	8.0000	0.0850
9.0000	7.0000	0.0850
7.0000	6.5000	0.0850
10.0000	6.0000	0.0850
3.0000	5.0000	0.0850
5.0000	4.0000	0.0850
8.0000	3.5000	0.0850
4.0000	2.0000	0.0557
1.0000	1.5000	0

که مجموع آن می شود: ۰,۷۳۵۷

همانطور که دیده می شود مجموع توان در سوال دوم بیشتر می شود، اما نظر نرخ که اینجا جز تابع هدف ما نیست بهبود می یابد.



**Q.4** Simulate water-filling algorithm to solve problem P1.1 in course slides where the minimum target rate is set to 50 bps/Hz (i.e.,  $R_{\min} = 50$  bps/Hz) with respect to varying number of sub-channels from 50 to 250 (i.e.,  $j \in C = 50, 100, 150, 200, 250$ ).

```

Alfa=3;
Rmin=50;
RminPower2=2^Rmin;
Noise=(10^-10);
C=[50, 100, 150, 200, 250];
power50=zeros(1,50);
power100=zeros(1,100);
power150=zeros(1,150);
power200=zeros(1,200);
power250=zeros(1,250);
h50=zeros(1,50);
h100=zeros(1,100);
h150=zeros(1,150);
h200=zeros(1,200);
h250=zeros(1,250);

format long;
for j=1:15
    distanceVector=FuncPosition();
    for o=1:5
        x = exprnd(1, [1,C(o)]);
        pathGainVector=FuncPathGain(distanceVector,x,Alfa);
        pathGain=ones(C(o),3);
        for i=1:C(o)
            pathGain(i,1)=i;
            pathGain(i,2)=pathGainVector(i)/Noise;
        end
        pathGain = sortrows(pathGain, 2, 'descend');
        pathGain=FuncPowerPlus(pathGain,RminPower2,C(o),0.0000876);
        for k=1:C(o)
            if(C(o)==50)
                power50(1,k)=power50(1,k)+pathGain(k,3);
                h50=pathGain(:,1);
            elseif(C(o)==100)
                power100(1,k)=power100(1,k)+pathGain(k,3);
                h100=pathGain(:,1);
            elseif(C(o)==150)
                power150(1,k)=power150(1,k)+pathGain(k,3);
                h150=pathGain(:,1);
            elseif(C(o)==200)
                power200(1,k)=power200(1,k)+pathGain(k,3);
                h200=pathGain(:,1);
            elseif(C(o)==250)
                power250(1,k)=power250(1,k)+pathGain(k,3);
                h250=pathGain(:,1);
            end
        end
    end
end
end
end

```

```

power50=power50./15;
figure;
bar(h50,power50),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4-50-channel');

power100=power100./15;
figure;
bar(h100,power100),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4-100-channel');

power150=power150./15;
figure;
bar(h150,power150),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4-150-channel');

power200=power200./15;
figure;
bar(h200,power200),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4-200-channel');

power250=power250./15;
figure;
bar(h250,power250),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4-2500-channel');

```

بر اساس نکته گفته شده در تمرین ها برای ۱۵ بار اجرای مختلف برنامه تست شده که در هر یک از این اجرا ها موقعیت کاربر به صورت یکنواخت تعیین شده و برای کانال های ۵۰ تا ۲۵۰ تست شده است و در ارایه مربوط خودش قرار داده شده است و سپس از اجرای هر کانال میانگین گرفته شده است. توای که در این بخش استفاده شده است به صورت زیر است:

تابع FuncPosition: که موقعیت کاربر را در فضای ۵۰۰ در ۵۰۰ تعیین می کند.

```

function [ distanceVector ] = FuncPosition()
clear all;
BsCOVRAGE=500;%base station coverage area
Bs1POSITION=[250,250];
userJoinBs1=ones(1,1);
x=rand(1)*BsCOVRAGE;
y=rand(1)*BsCOVRAGE;
userJoinBs1(1,1)=complex(x,y);
distanceVector=FuncDistance(userJoinBs1,Bs1POSITION);
%disp(x);

```

```
%disp(y);
end
```

تابع FuncPathGain: بهره مسیر را بر اساس رابطه ای که داده شده است محاسبه می کند:

```
function [ pGain ] = FuncPathGain( dis,x,alfa )
    pGain=x*(dis^-alfa);
end
```

تابع FuncDistance: که فاصله کاربر تا BS را محاسبه میکند.

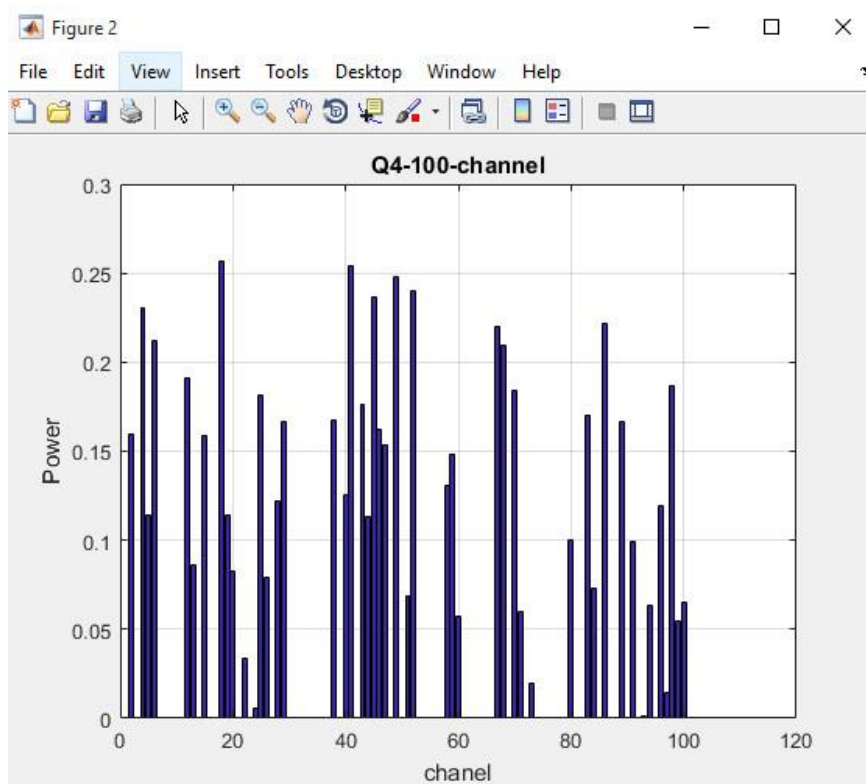
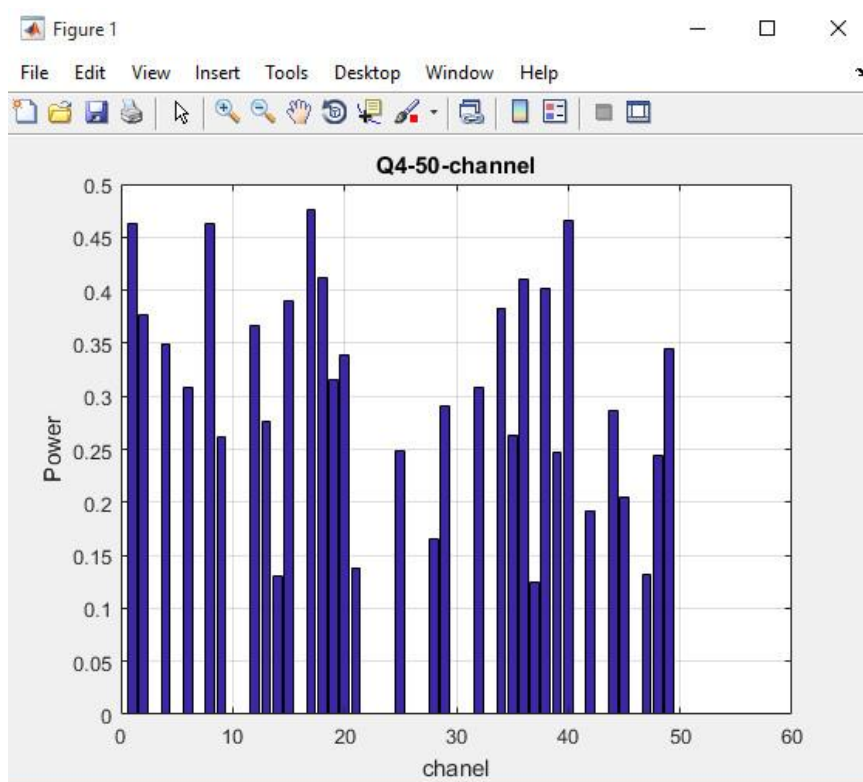
```
function [ dis ] = FuncDistance( userJoinBs1,Bs1POSITION)
    A=complex(Bs1POSITION(1),Bs1POSITION(2));
    temp=userJoinBs1(1,1)- A;
    dis(1,1)=abs(temp);
end
```

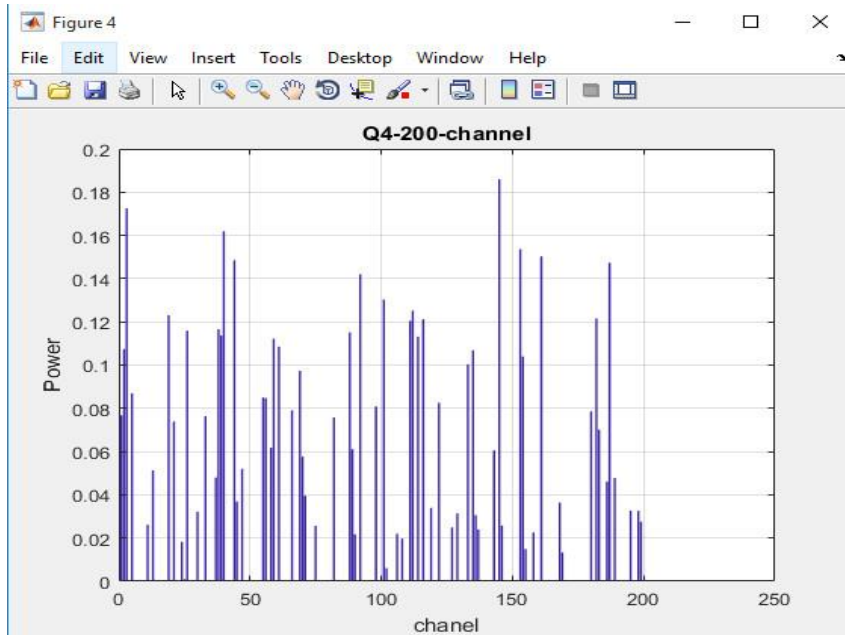
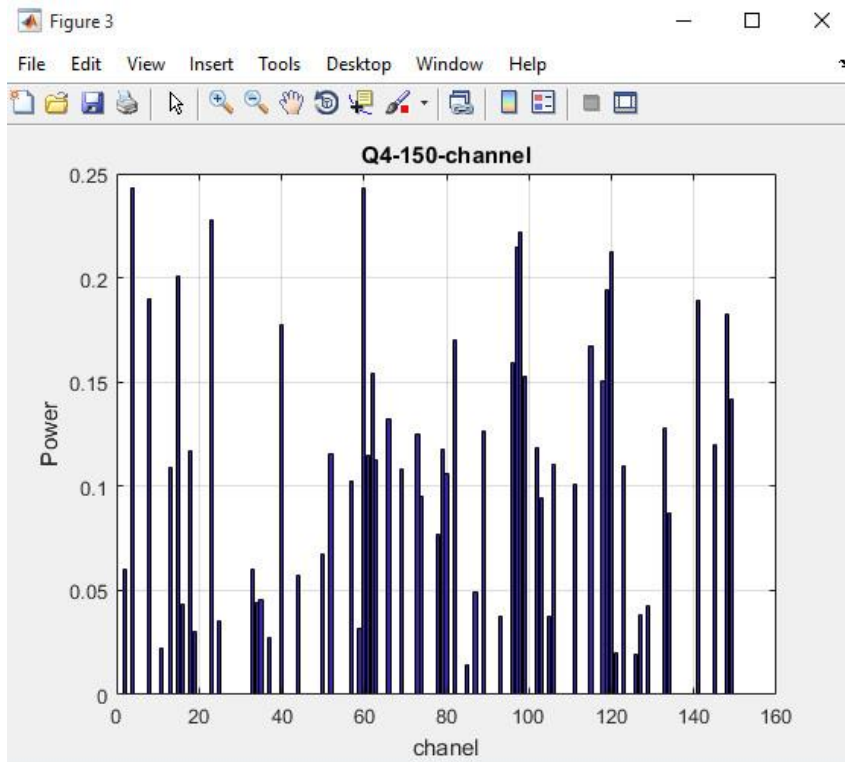
نتایج بدست آمده برای یک بار اجرا به صورت زیر است: از چپ به راست برای کانال ۵۰ تا ۱۰۰۰ تایی و ۱۵۰ تایی است (کانال ۲۰۰ و ۲۵۰ هم مانند مانند زیر خروجی دارد که با اجرای کد میتوان دید) بقیه کانال هایی که امورده نشده است توان صفر دارند.

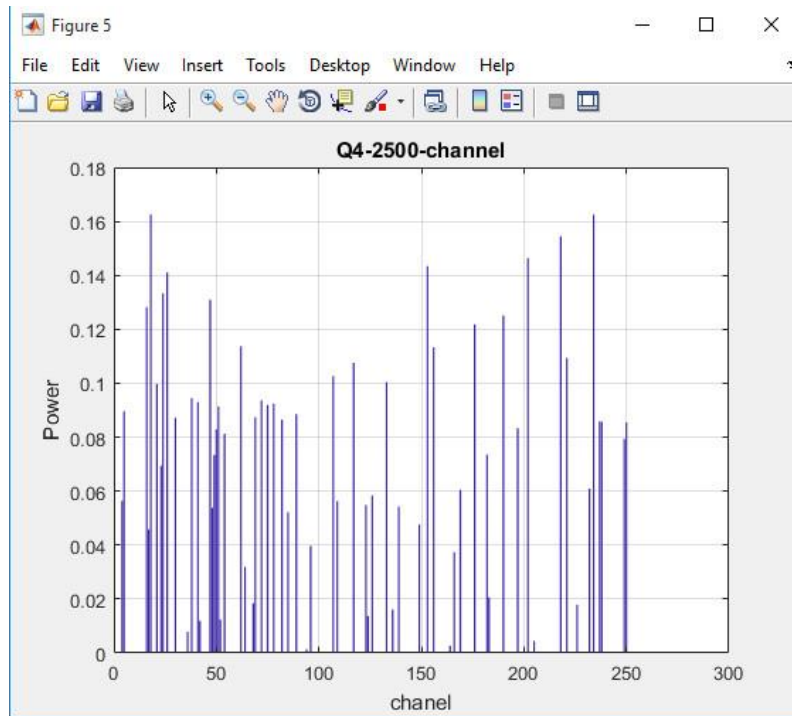
توان	گین	کانال	توان	گین	کانال	توان	گین	کانال
0.4758	28.4950	17	0.2567	24.0518	18	0.2432	21.4977	4
0.4660	22.2922	40	0.2544	22.7909	41	0.2431	21.4301	60
0.4628	20.7717	1	0.2477	19.7936	49	0.2278	16.1537	23
0.4626	20.7229	8	0.2401	17.1996	52	0.2216	14.6688	98
0.4112	10.0353	18	0.2367	16.2539	45	0.2148	13.3353	97
0.4101	9.9227	36	0.2305	14.7702	4	0.2126	12.9622	120
0.4021	9.1935	38	0.2214	13.0097	86	0.2006	11.2111	15
0.3899	8.2655	15	0.2202	12.8082	67	0.1946	10.5051	119
0.3832	7.8308	34	0.2120	11.5949	6	0.1902	10.0415	8
0.3764	7.4370	2	0.2098	11.3091	68	0.1891	9.9325	141
0.3666	6.9311	12	0.1915	9.3666	12	0.1828	9.3505	148
0.3498	6.2069	4	0.1871	8.9938	98	0.1771	8.8786	40
0.3446	6.0145	49	0.1840	8.7548	70	0.1699	8.3422	82
0.3389	5.8135	20	0.1814	8.5578	25	0.1672	8.1607	115
0.3160	5.1300	19	0.1762	8.1958	43	0.1591	7.6511	96
0.3081	4.9305	32	0.1704	7.8234	83	0.1539	7.3614	62
0.3076	4.9188	6	0.1674	7.6448	38	0.1524	7.2801	99
0.2905	4.5378	29	0.1669	7.6162	29	0.1504	7.1761	118
0.2869	4.4635	44	0.1664	7.5835	89	0.1414	6.7424	149
0.2761	4.2585	13	0.1620	7.3385	46	0.1321	6.3424	66

0.2626	4.0282	35	0.1593	7.1967	2	0.1276	6.1660	133
0.2616	4.0115	9	0.1583	7.1480	15	0.1264	6.1231	89
0.2481	3.8053	25	0.1532	6.8925	47	0.1248	6.0606	73
0.2474	3.7957	39	0.1485	6.6765	59	0.1196	5.8763	145
0.2437	3.7431	48	0.1304	5.9589	58	0.1187	5.8446	102
0.2047	3.2657	45	0.1252	5.7798	40	0.1175	5.8044	79
0.1921	3.1365	42	0.1218	5.6667	28	0.1167	5.7782	18
0.1656	2.8962	28	0.1195	5.5932	96	0.1153	5.7326	52
0.1384	2.6846	21	0.1142	5.4339	19	0.1148	5.7162	61
0.1314	2.6350	47	0.1138	5.4210	5	0.1126	5.6461	63
0.1300	2.6256	14	0.1134	5.4093	44	0.1108	5.5872	106
0.1249	2.5910	37	0.1003	5.0515	80	0.1100	5.5623	123
			0.0992	5.0248	91	0.1086	5.5214	13
			0.0860	4.7122	13	0.1081	5.5060	69
			0.0823	4.6308	20	0.1058	5.4357	80
			0.0795	4.5713	26	0.1027	5.3461	57
			0.0730	4.4389	84	0.1006	5.2875	111
			0.0690	4.3614	51	0.0954	5.1450	74
			0.0648	4.2836	100	0.0943	5.1168	103
			0.0634	4.2584	94	0.0873	4.9394	134
			0.0603	4.2029	71	0.0770	4.6996	78
			0.0570	4.1448	60	0.0672	4.4925	50
			0.0550	4.1119	99	0.0602	4.3563	2
			0.0336	3.7786	22	0.0598	4.3485	33
			0.0199	3.5929	73	0.0569	4.2940	44
			0.0148	3.5284	97	0.0491	4.1555	87
			0.0060	3.4219	24	0.0452	4.0893	35
			0.0011	3.3648	93	0.0444	4.0762	34
			0.0005	3.3583	23	0.0435	4.0609	16
						0.0426	4.0454	129
						0.0384	3.9779	127
						0.0377	3.9678	93
						0.0373	3.9609	105
						0.0353	3.9306	25
						0.0321	3.8805	59
						0.0301	3.8510	19
						0.0270	3.8064	37
						0.0219	3.7338	11
						0.0199	3.7061	121
						0.0190	3.6939	126
						0.0145	3.6324	85
						0.0006	3.4584	21

نمودار های بدست آمده به صورت زیر است:







**Q.5** Simulate water-filling algorithm to address problem P2.1 in course slides where the minimum target rate is set to 50 bpsnHz (i.e.,  $R_{\min} = 50$  bpsnHz) and peak power (mask power) on each sub-channel is set to 0.5 mW (i.e.,  $p_{\max;k} = 0.5$  mW) with respect to varying number of sub-channels from 50 to 250 (i.e.,  $C = 50, 100, 150, 200, 250$ ).

```
lfa=3;
Rmin=50;
PowerMax=0.0005;
RminPower2=2^Rmin;
Noise=(10^-10);
C=[50, 100, 150, 200, 250];
power50=zeros(1,50);
power100=zeros(1,100);
power150=zeros(1,150);
power200=zeros(1,200);
power250=zeros(1,250);
h50=zeros(1,50);
h100=zeros(1,100);
h150=zeros(1,150);
h200=zeros(1,200);
h250=zeros(1,250);

format long;
for j=1:15
    distanceVector=FuncPosition();
    for o=1:5
```

```

x = exprnd(1, [1,C(o)]);
pathGainVector=FuncPathGain(distnceVector,x,Alfa);
pathGain=ones(C(o),3);
for i=1:C(o)
    pathGain(i,1)=i;
    pathGain(i,2)=pathGainVector(i)/Noise;
end
pathGain = sortrows(pathGain, 2, 'descend');
pathGain=FuncPowerPlus(pathGain,RminPower2,C(o),PowerMax);
disp(pathGain);
for p=1:C(o)
    if(pathGain(p,3)> PowerMax)
        for h=1:10
            if(pathGain(h,3)==0)
                pathGain(h,3)=1;
            end
        end
        pathGain(p,3)=PowerMax;
        Rmin=Rmin-log2(1+pathGain(p,3)*pathGain(p,2));
        RminPower2=2^(Rmin);
    end
end
pathGain=FuncPowerPlus(pathGain,RminPower2,C(o),PowerMax);
end
for k=1:C(o)
    if(C(o)==50)
        power50(1,k)=power50(1,k)+pathGain(k,3);
        h50=power50(:,1);
    elseif(C(o)==100)
        power100(1,k)=power100(1,k)+pathGain(k,3);
        h100=power100(:,1);
    elseif(C(o)==150)
        power150(1,k)=power150(1,k)+pathGain(k,3);
        h150=power150(:,1);
    elseif(C(o)==200)
        power200(1,k)=power200(1,k)+pathGain(k,3);
        h200=power200(:,1);
    elseif(C(o)==250)
        power250(1,k)=power250(1,k)+pathGain(k,3);
        h250=power250(:,1);
    end
end
end
disp(pathGain);
power50=power50./15;
figure;
bar(h50,power50),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q5-channel-50');

power100=power100./15;
figure;
bar(h100,power100),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q5-channel-100');

power100=power150./15;
figure;

```



```

bar(h150,power150),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q5-channel-150');

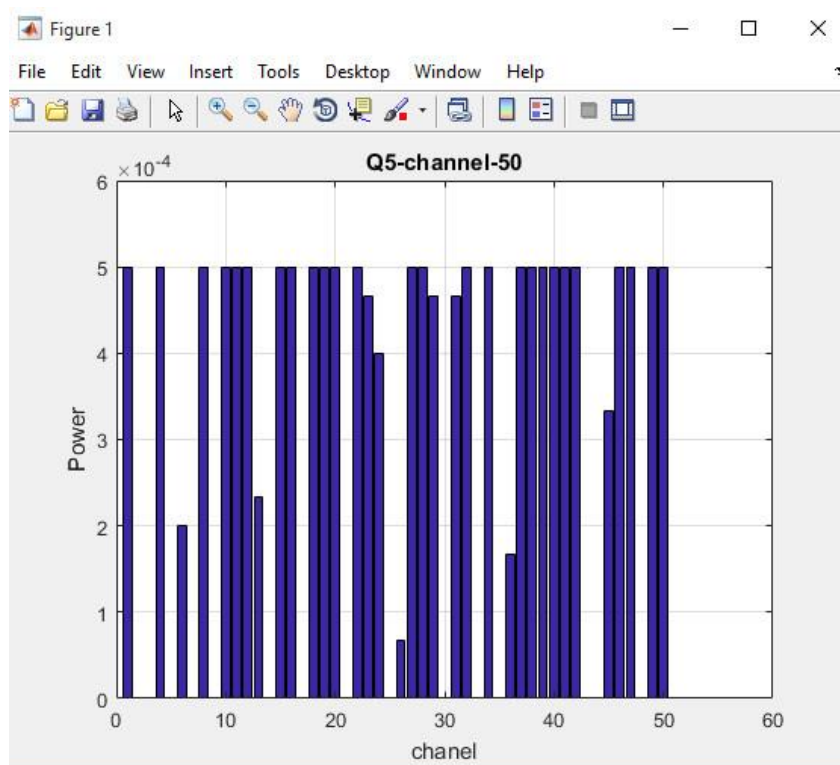
power200=power200./15;
figure;
bar(h200,power200),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q5-channel-200');

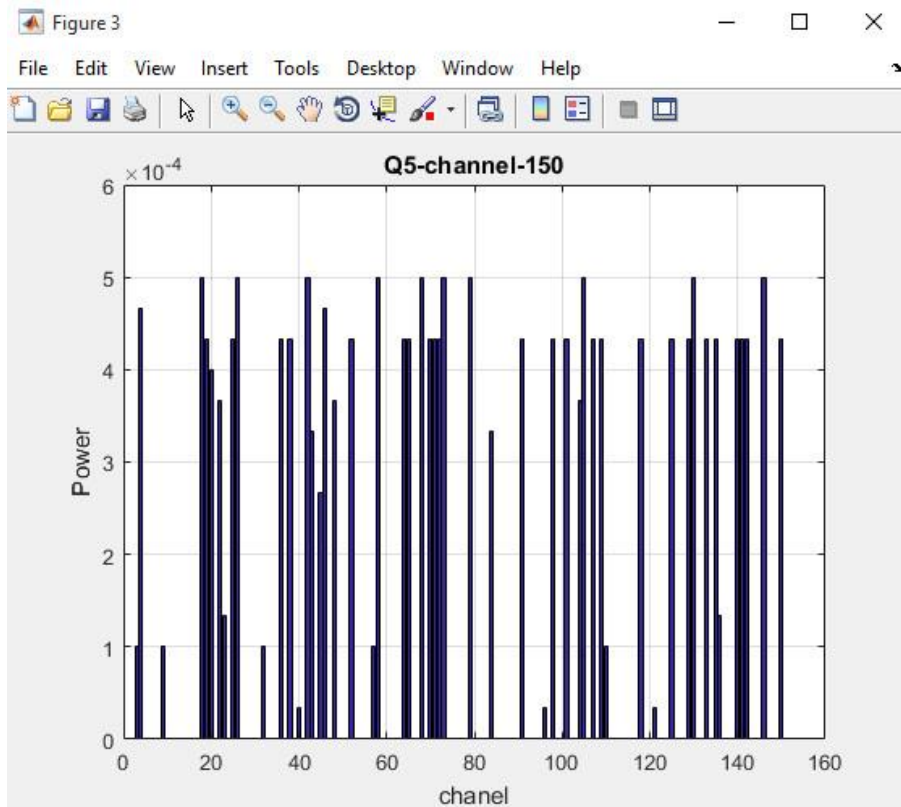
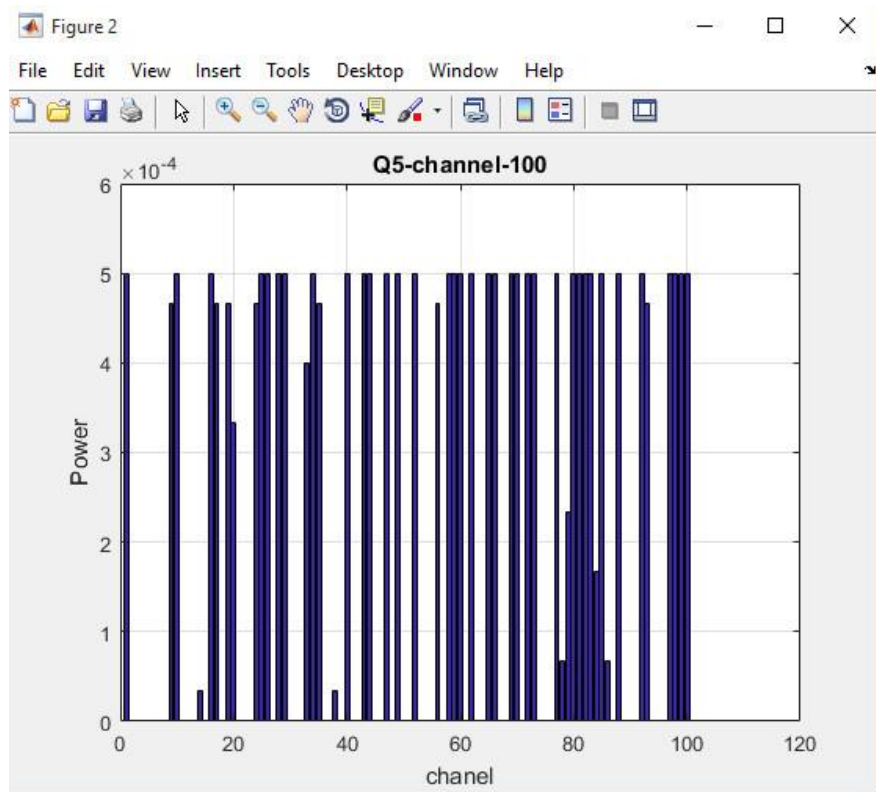
power250=power250./15;
figure;
bar(h250,power250),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q5-channel-250');

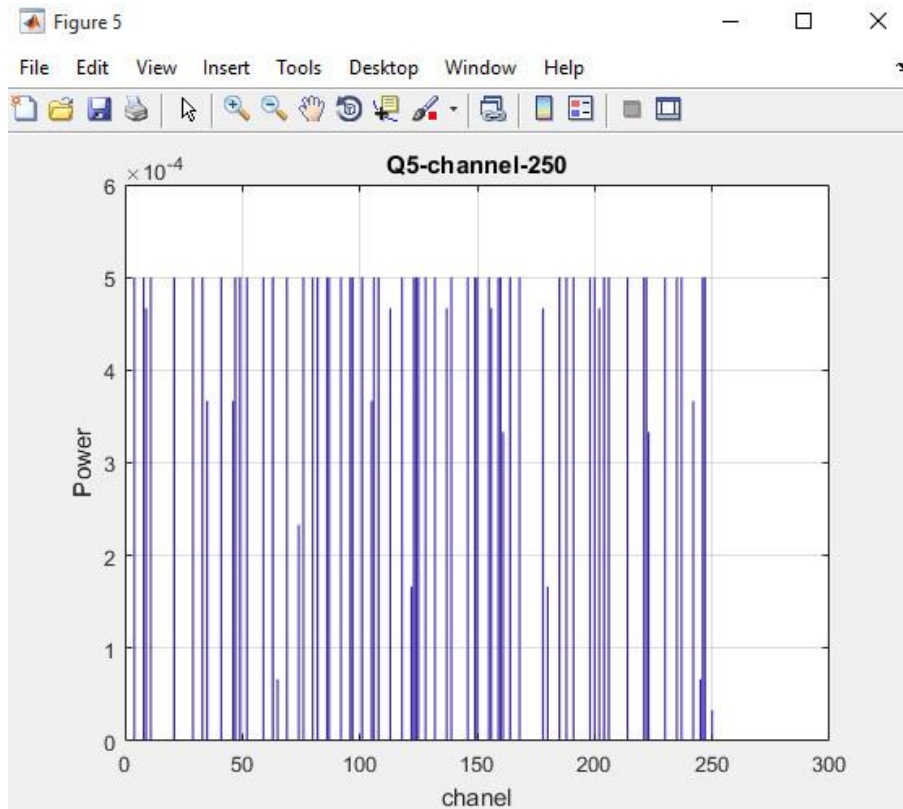
```

تفاوتی که این بخش نسبت به Q4 دارد این است که بخش مربوط به چک کردن از نظر اینکه توان بیشتر از ماکس نگیرد اضافه شده است.

نمودار های بدست آمده از این بخش به صورت زیر است:







توان ماکس در این بخش برابر با ۰,۵ میلی وات در نظر گرفته شده است که برابر است با ۰,۰۰۰۵ وات با توجه به نمودار های بدست آمده در همه این نمودار ها دیده می شود که اگر توان در کانالی بیشتر از ۰,۵ میلی وات شود مقدار ۰,۵ وات میگیرد و بقیه کانال ها هم همانطور که در شکل دیده می شود زیر ۰,۵ میلی وات توان گرفته اند.

**Q.6** Compare and discuss the results in Q.5 and Q.6. Explain the impacts of considering the mask power at each sub-channel on obtained aggregate transmit power.

چون در اینجا نویز خیلی ناچیز بود و  $H$  بزرگ میشد و ضرب  $H$  ها بی نهایت می شد من نویز را ۱۰ به توان منفی ۷ در نظر گرفتم . مجموع توان ها در سوال ۴ به صورت زیر است همانطور که دیده می شود افزایش کانال باعث می شود مجموع توان کاهش یابد همچنین دیده می شود که هر چقدر تعداد کانال ها زیاد تر می شود میزان استفاده از کانل هم بیشتر می شود که این خود عاملی برای کاهش مجموع توان است.

250	200	150	100	50	Q4
23.1194	26.1983	29.6291	37.2266	62.2265	Aggregate power(watt)
79	69	65	53	38	Channel

مجموع توان ها در سوال 5 به صورت زیر است نکته مهم اینکه به دلیل اینکه ضرب H ها در این مثال ممکن بود بینهایت شود نویز را ۱۰ به توان منفی ۷ در نظر گرفتیم همانطور که دیده می شود افزایش کانال باعث می شود بر عکس سوال ۴ مجموع توان افزایش یابد همچنین دیده می شود که هر چقدر تعداد کانال ها زیاد تر می شود میزان استفاده از کانل هم بیشتر می شود.

250	200	150	100	50	Q5
0.0234	0.0214	0.0199	0.0172	0.0131	Aggregate power(watt)
64	62	58	49	35	Channel

در حالت کلی محدودیت ماکس بر روی توان باعث می شود مجموع توان افزایش یابد مانند سوال ۳ که مجموع توان برای حالتی که محدودیت توان داشتیم افزایش داشت نسبت به حالت بدون محدودیت.

اما موقعه ای که محدودیت توان ماکس تعیین می کنیم و این محدودیت مانند این مثال بسیار پایین است خیلی از کانال ها را شامل این محدودیت می شود و این محدودیت باعث می شود مجموع توان نسبت به حالت بدون محدودیت کاهش یابد. اما در حالت کلی محدودیت ماکس بر روی توان باعث می شود مجموع توان افزایش یابد مانند سوال ۳ که مجموع توان برای حالتی که محدودیت توان داشتیم افزایش داشت نسبت به حالت بدون محدودیت.

## پارت دوم

**Q.1** Solve the following problem:

$$h^k = [1.5, 10, 5, 2, 4, 8, 6.5, 3.5, 7, 6] * 10^{-10}$$

Determine the transmit power on each specific sub-channel.

**(Q1)**

$h = [1.5, 10, 5, 2, 4, 8, 6.5, 3.5, 7, 6] * 10^{-10}$

$H^k = \frac{h^k}{N^k} = \frac{h^k}{10^{-10}}$

*sort منته نزولی*

$H^k = \{10, 8, 7, 6.5, 4, 4, 3.5, 2.5, 2, 1.5\}$  →  $[0.5, 0.242]$

**iteration 1:**

$M = 0.025 + \sum \frac{1}{H^k} [0.1, 0.125, 0.142, 0.154, 0.162, 0.2, 0.25, 0.285]$

$M = 2.412$

$\lambda = \frac{1}{10} * 2.412 \Rightarrow 0.2412$

$P^1 = [0.2412 - 0.1] = 0.1412$        $P^1 = [0.2412 - \frac{1}{10}] = 0.1412$

$P^2 = [0.2412 - \frac{1}{8}] = 0.118$        $P^2 = [0.2412 - \frac{1}{4.5}] = 0.107$

$P^3 = [0.2412 - \frac{1}{7}] = 0.094$        $P^3 = [0.2412 - \frac{1}{6.5}] = 0.092$

$P^4 = [0.2412 - \frac{1}{4}] = 0.112$        $P^4 = [0.2412 - \frac{1}{3.5}] = -0.0255 \rightarrow$

*مسئله ۸ =*  
*منته نزولی باید*  
*صفر باشد*

**iteration 2:**

$M = 0.025 + \sum \frac{1}{H^k} [0.1, 0.125, 0.142, 0.154, 0.162, 0.2, 0.25, 0.5, 0.222]$

$M = 2.327$

$\lambda = \frac{1}{9} * 2.327 \Rightarrow 0.2585$

$P^1 = [0.2585 - 0.1] = 0.1585$        $P^1 = [0.2585 - \frac{1}{10}] = 0.1585$

$P^2 = [0.2585 - \frac{1}{8}] = 0.118$        $P^2 = [0.2585 - \frac{1}{4.5}] = 0.104$

$P^3 = [0.2585 - \frac{1}{7}] = 0.091$        $P^3 = [0.2585 - \frac{1}{6.5}] = 0.0585$

$P^4 = [0.2585 - \frac{1}{4}] = 0.0585$        $P^4 = [0.2585 - \frac{1}{3.5}] = -0.241$

*مسئله ۴ =*  
*منته نزولی*  
*برابر صفر باشد*

iteration 3:

$$M = 0.025 + \sum \frac{1}{H_k} \Rightarrow [0.1, 0.125, 0.142, 0.152, 0.142, 0.2, 0.25, 0.244]$$

$$M = 1.127$$

$$\lambda = \frac{1}{M} \times 1.127 \Rightarrow 0.122$$

$$P^1 = [0.122 - 0.1] = 0.022$$

$$P^2 = [0.122 - \frac{1}{\lambda}] = 0.102$$

$$P^3 = [0.122 - \frac{1}{\lambda}] = 0.085$$

$$P^4 = [0.122 - \frac{1}{\lambda}] = 0.074$$

$$P^5 = [0.122 - \frac{1}{\lambda}] = 0.041$$

$$P^6 = [0.122 - \frac{1}{\lambda}] = 0.028$$

$$P^7 = [0.122 - \frac{1}{\lambda}] = -0.022 \rightarrow \text{مسئله توان برابر با صفر میگیرد و حذف می شود}$$

iteration 4:

$$M = 1.511 \quad \lambda = \frac{1}{M} \times 1.511 \Rightarrow 0.225$$

$$P^1 = [0.225 - \frac{1}{\lambda}] = 0.125 \quad P^2 = [0.225 - \frac{1}{\lambda}] = 0.1$$

$$P^3 = [0.225 - \frac{1}{\lambda}] = 0.082 \quad P^4 = [0.225 - \frac{1}{\lambda}] = 0.071$$

$$P^5 = [0.225 - \frac{1}{\lambda}] = 0.058 \quad P^6 = [0.225 - \frac{1}{\lambda}] = 0.025$$

$$P^7 = [0.225 - \frac{1}{\lambda}] = -0.041 \rightarrow$$

مسئله 1 منتهی

iteration 5:

$$M = 0.911 \quad \lambda = 0.911 \times \frac{1}{4} \Rightarrow 0.152$$

$$P^1 = [0.152 - 0.1] = 0.052 \quad P^2 = [0.152 - \frac{1}{\lambda}] = 0.272$$

$$P^3 = [0.152 - \frac{1}{\lambda}] = 0.0094 \quad P^4 = [0.152 - \frac{1}{\lambda}] = -0.0018 \rightarrow$$

iteration 6:

$$M = 0.758 \quad [0.1, 0.125, 0.142, 0.142, 0.2]$$

$$\lambda = 0.758 \times \frac{1}{5} = 0.151$$

$$P^1 = [0.151 - 0.1] = 0.051$$

$$P^2 = [0.151 - \frac{1}{\lambda}] = 0.024$$

$$P^3 = [0.151 - \frac{1}{\lambda}] = 0.009$$

$$P^4 = [0.151 - \frac{1}{\lambda}] = -0.014$$

مسئله 10 منتهی



iteration V:

$$M = 0,592 \quad [0,1, 0,125, 0,142, 0,2]$$

$$\lambda = 0,592 \times \frac{1}{4} \Rightarrow 0,148$$

$$P^1 = [0,148 - 0,1] = 0,048 \quad P^2 = [0,148 - \frac{1}{\lambda}] = 0,023 \quad \text{منفی در سال ۳}$$

$$P^3 = [0,148 - \frac{1}{\lambda}] = 0,005 \quad P^4 = [0,148 - \frac{1}{\lambda}] = -0,052 \rightarrow$$

iteration A:

$$M = 0,292 \quad [0,1, 0,125, 0,142]$$

$$\lambda = 0,292 \times \frac{1}{4} \Rightarrow 0,073$$

$$P^1 = [0,073 - \frac{1}{\lambda}] = 0,03 \quad P^2 = [0,073 - \frac{1}{\lambda}] = 0,005$$

$$P^3 = [0,073 - \frac{1}{\lambda}] = -0,012 \rightarrow \text{منفی در سال ۹}$$

iteration 9:

$$M = 0,025 + \sum \frac{1}{H^k} \Rightarrow [0,1, 0,125]$$

$$M = 0,25 \quad \lambda = 0,25 \times \frac{1}{4} \Rightarrow 0,0625$$

$$P^1 = [0,0625 - 0,1] = -0,0375 \quad P^2 = [0,0625 - \frac{1}{\lambda}] = 0$$

الگوریتم به پایان رسیده توان در سال ۲ ام برابر ۰,۰۲۵ و در سال ۴ ام برابر صفر است



**Q.2** Solve the above problem with considering peak power constraint on each SC k,  $p_{\max}; k = 10$  mw

```

clc;
close all;
clear all;

pMax=0.025;
PowerMax=0.01;
GAMA=(10^-10);
Noise=(10^-10);
C=10;

pathGainAndPower=ones(10,3);
pathGainAndPower(1,1)=1;pathGainAndPower(1,2)=1.5*GAMA;
pathGainAndPower(2,1)=2;pathGainAndPower(2,2)=10*GAMA;
pathGainAndPower(3,1)=3;pathGainAndPower(3,2)=5*GAMA;
pathGainAndPower(4,1)=4;pathGainAndPower(4,2)=2*GAMA;
pathGainAndPower(5,1)=5;pathGainAndPower(5,2)=4*GAMA;
pathGainAndPower(6,1)=6;pathGainAndPower(6,2)=8*GAMA;
pathGainAndPower(7,1)=7;pathGainAndPower(7,2)=6.5*GAMA;
pathGainAndPower(8,1)=8;pathGainAndPower(8,2)=3.5*GAMA;
pathGainAndPower(9,1)=9;pathGainAndPower(9,2)=7*GAMA;
pathGainAndPower(10,1)=10;pathGainAndPower(10,2)=6*GAMA;
for q=1:10
    pathGainAndPower(q,2)=pathGainAndPower(q,2)/Noise;
end

pathGainAndPower = sortrows(pathGainAndPower, 2, 'descend');

pathGainAndPower=FuncRatePlus(pathGainAndPower,10,pMax,PowerMax);
for p=1:10
    if(pathGainAndPower(p,3)> PowerMax)
        for h=1:10
            if(pathGainAndPower(h,3)==-1)
                pathGainAndPower(h,3)=1;
            end
        end
        pathGainAndPower(p,3)=PowerMax;
        pMax=pMax-PowerMax;
    end
end
pathGainAndPower=FuncRatePlus(pathGainAndPower,10,pMax,PowerMax);
end
for p=1:10
    if(pathGainAndPower(p,3)==-1)
        pathGainAndPower(p,3)=0;
    end
end
end
disp(pathGainAndPower);
f=pathGainAndPower(:,3)';
h=pathGainAndPower(:,1)';
figure(1);
bar(h,f),grid on;
xlabel('channel');
ylabel('Power');
title('P2-Q2');

```

در این قسمت ما بر اساس فلوچارت که در اسلاید ها گفته شده پیش رفتیم، ابتدا 10 میلی وات را به وات تبدیل کردیم سپس ماتریس سه ستونه تعریف کردیم که ستون اول شماره کانال ستون دوم گین گفته شده و ستون سوم توان ها بدست آمده قرار داده می شود اگر کانالی توان نداشته باشد آن برابر با صفر قرار می دهیم. ابتدا شرط اول یعنی توان منفی نداشته باشد را چک میکنیم سپس شرط توان ماکس نداشته باشد را بررسی می کنیم. اگر توانی بیشتر از 0.01 باشد آن را برابر با 0.01 می گذارد و کانال های منفی را اضافه هم میکند. و در محاسبه لاندای این کانال که توان ماکس گرفته لحاظ نمی شود سپس دوباره شرط منفی نبودن با تابع FuncRatePlus بررسی می شود.

تابع FuncRatePlus که در واقع توان منفی را چک می کند در زیر قرار داده شده است:

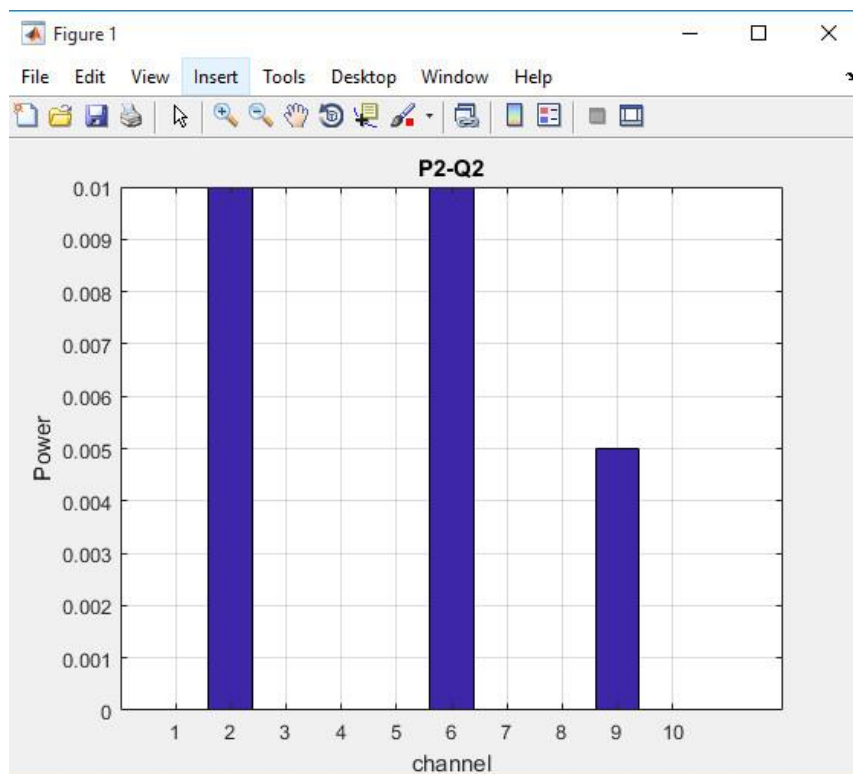
```
function [ pathGain ] = FuncRatePlus( pathGain,bound,pMax,PowerMax )
    while(true)
        C=0;
        p=0;
        productPathgain=0;
        for b=1:bound
            if(pathGain(b,3)>-1 && pathGain(b,3)~=PowerMax)
                productPathgain=productPathgain+(1/pathGain(b,2));
                C=C+1;
            end
        end
        landa=( (productPathgain+pMax)*(1/C));

        for q=1:bound
            if(pathGain(q,3)>-1 && pathGain(q,3)~=PowerMax)
                P_k=landa-(1/pathGain(q,2));
                if(P_k>=0)
                    pathGain(q,3)=P_k;
                    p=p+1;
                else
                    pathGain(q,3)=-1;
                    break;
                end
            end
        end
        if(p==C)
            break;
        end
    end
end
```

2.0000	10.0000	0.0100
6.0000	8.0000	0.0100
9.0000	7.0000	0.0050
7.0000	6.5000	0
10.0000	6.0000	0
3.0000	5.0000	0
5.0000	4.0000	0
8.0000	3.5000	0
4.0000	2.0000	0
1.0000	1.5000	0

بر اساس نتیجه بدست آمده توان در کانالی گین بیشتری دارد یعنی کانال ۲ و ۶ با توان ماکس در حال ارسال است و در کانال ۹ که از نظر گین در رتبه سوم قرار دارد با توان ۰,۰۰۵۰ در حال ارسال است که مجموع این توان برابر با توان ۰,۰۲۵ است که در صورت سوال گفته شده است.

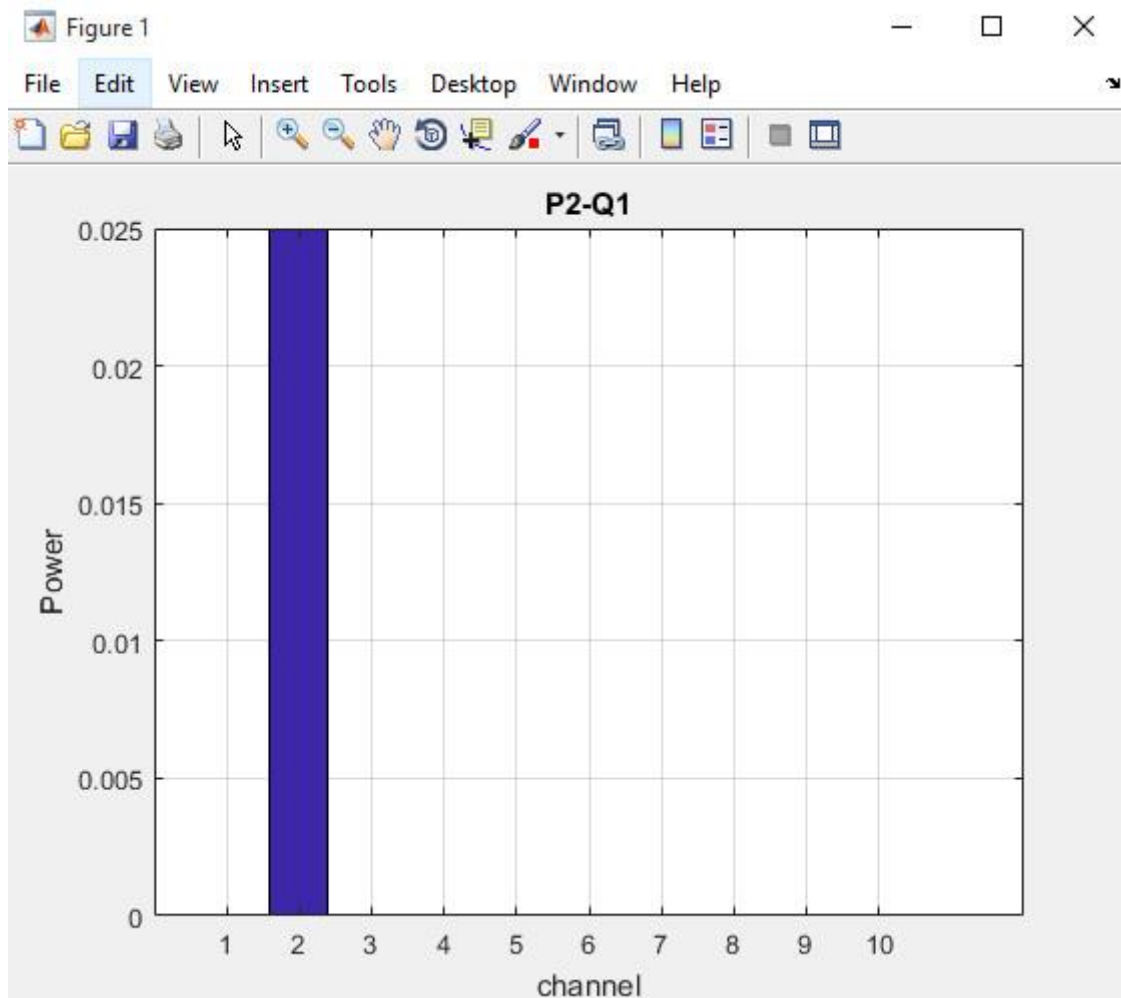
نمودار به شکل زیر است:



همانطور که دیده می شود در دوکانال ماکس ارسال دارد و د یک کانال مقدار ۰,۰۰۵ ارسال میکند.

Q.3 Compare and discuss the achieved aggregate data rate in Q.1 and Q.2.

نتایج و نمودار سوال اول به صورت زیر است



:

1.0000	1.5000	0
2.0000	10.0000	0.0250
3.0000	5.0000	0
4.0000	2.0000	0
5.0000	4.0000	0
6.0000	8.0000	0
7.0000	6.5000	0
8.0000	3.5000	0
9.0000	7.0000	0
10.0000	6.0000	0

نمودار و نتایج بدست آمده در سوال اول نشان می دهد که تمام توان در یک کانال که بیشترین گین را دارد قرار داده شده است تا بتوان بیشترین نرخ را بدست آورد.

$$\log_r(1 + 0.025 * 10) = 0.3219$$

در حالتی که محدودیت توان ماکس داریم مجموع نرخ برابر است با:

$$\log_r(1 + 0.01 * 10) + \log_2(1 + 0.01 * 8) + \log_2(1 + 0.005 * 7) = 0.2982$$

**Q.4** Simulate water-filling algorithm to solve problem P2.1 in course slides where the number of sub-channels is set to 200 (i.e.,  $C = 200$ ) with respect to varying maximum transmit power budget from 25 mW to 50 mW (i.e.,  $P_{\max} = 25 \text{ mW}, 30 \text{ mW}, 35 \text{ mW}, 40 \text{ mW}, 45 \text{ mW}, 50 \text{ mW}$ ).

```
clc;
close all;
clear all;

Alfa=3;
Noise=(10^-10);
PowerMax=[0.025, 0.030, 0.035, 0.04, 0.045,0.050];
Pmax25=zeros(1,200);
Pmax30=zeros(1,200);
Pmax35=zeros(1,200);
Pmax40=zeros(1,200);
Pmax45=zeros(1,200);
Pmax50=zeros(1,200);
h25=zeros(1,200);
h30=zeros(1,200);
h35=zeros(1,200);
h40=zeros(1,200);
h45=zeros(1,200);
h50=zeros(1,200);

format long;
for j=1:15
    distanceVector=FuncPosition();
    for o=1:6
        x = exprnd(1, [1,200]);
        pathGainAndPower=FuncPathGain(distanceVector,x,Alfa);
        pathGain=ones(200,3);
        for i=1:200
            pathGain(i,1)=i;
            pathGain(i,2)=pathGainAndPower(i)/Noise;
        end
        pathGain = sortrows(pathGain, 2, 'descend');
        pathGain=FuncRatePlus(pathGain,200,PowerMax(o),0.0000876);
    end
end
```

```

for k=1:200
    if (PowerMax(o)==0.025)
        if (pathGain(k,3)==-1)
            pathGain(k,3)=0;
        end
        Pmax25(1,k)=Pmax25(1,k)+pathGain(k,3);
        h25=pathGain(:,1);

    elseif (PowerMax(o)==0.030)
        if (pathGain(k,3)==-1)
            pathGain(k,3)=0;
        end
        Pmax30(1,k)=Pmax30(1,k)+pathGain(k,3);
        h30=pathGain(:,1);
    elseif (PowerMax(o)==0.035)
        if (pathGain(k,3)==-1)
            pathGain(k,3)=0;
        end
        Pmax35(1,k)=Pmax35(1,k)+pathGain(k,3);
        h35=pathGain(:,1);
    elseif (PowerMax(o)==0.04)
        if (pathGain(k,3)==-1)
            pathGain(k,3)=0;
        end
        Pmax40(1,k)=Pmax40(1,k)+pathGain(k,3);
        h40=pathGain(:,1);
    elseif (PowerMax(o)==0.045)
        if (pathGain(k,3)==-1)
            pathGain(k,3)=0;
        end
        Pmax45(1,k)=Pmax45(1,k)+pathGain(k,3);
        h45=pathGain(:,1);
    elseif (PowerMax(o)==0.050)
        if (pathGain(k,3)==-1)
            pathGain(k,3)=0;
        end
        Pmax50(1,k)=Pmax50(1,k)+pathGain(k,3);
        h50=pathGain(:,1);
    end
end
end
end

disp(pathGain);

Pmax25=Pmax25./15;
figure;
bar(h25,Pmax25),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.025');

Pmax30=Pmax30./15;
figure;
bar(h30,Pmax30),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.030');

Pmax35=Pmax35./15;

```

```

figure;
bar(h35,Pmax35),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.035');

Pmax40=Pmax40./15;
figure;
bar(h40,Pmax40),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.040');

Pmax45=Pmax45./15;
figure;
bar(h45,Pmax45),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.045');

Pmax50=Pmax50./15;
figure;
bar(h50,Pmax50),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.050');

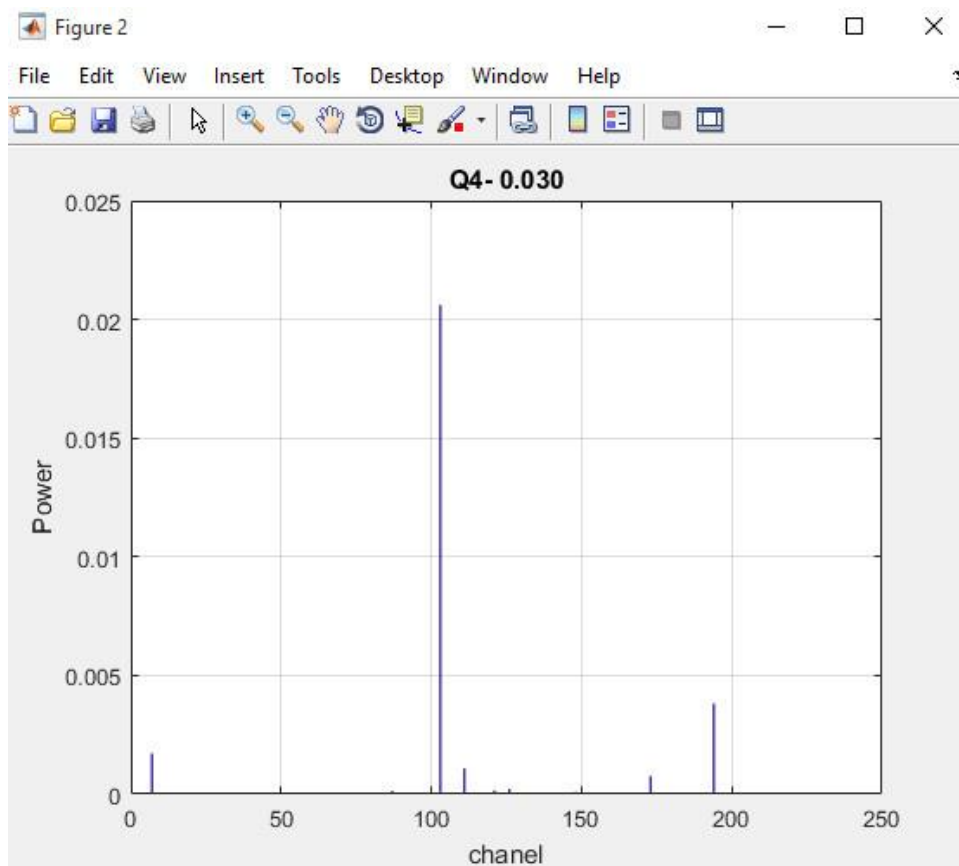
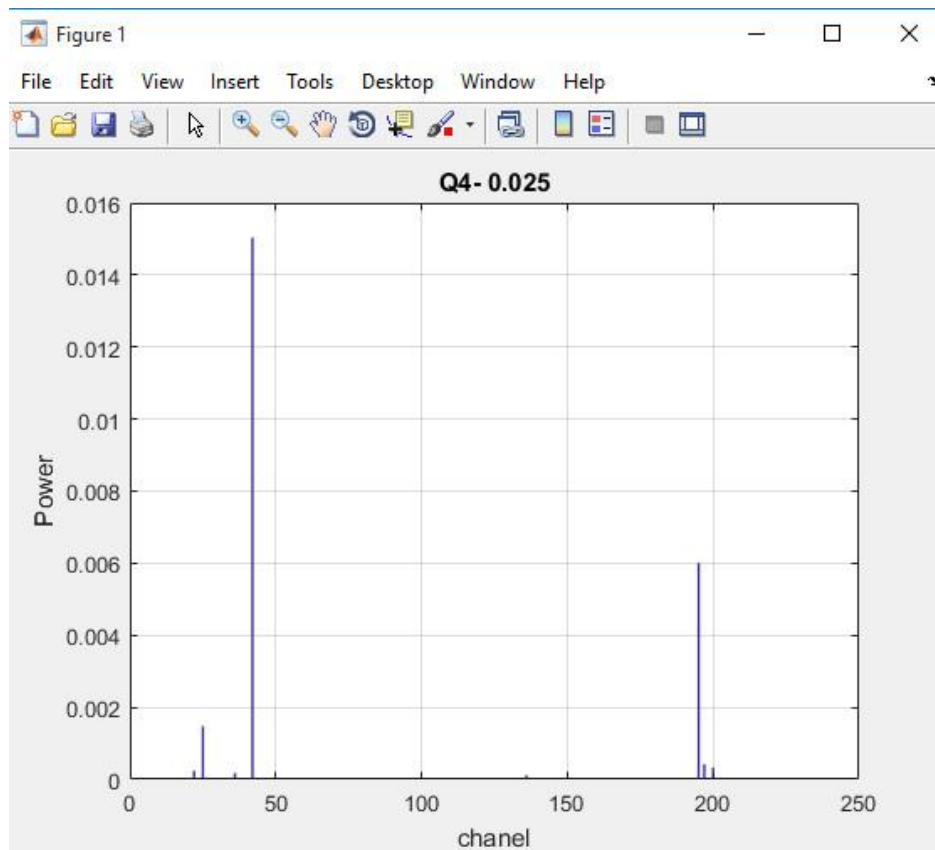
b=0;
for o=1:5
    %disp(f(1,o));
    %b=pathGain(o,3)+b ;
end
%disp(b);

```

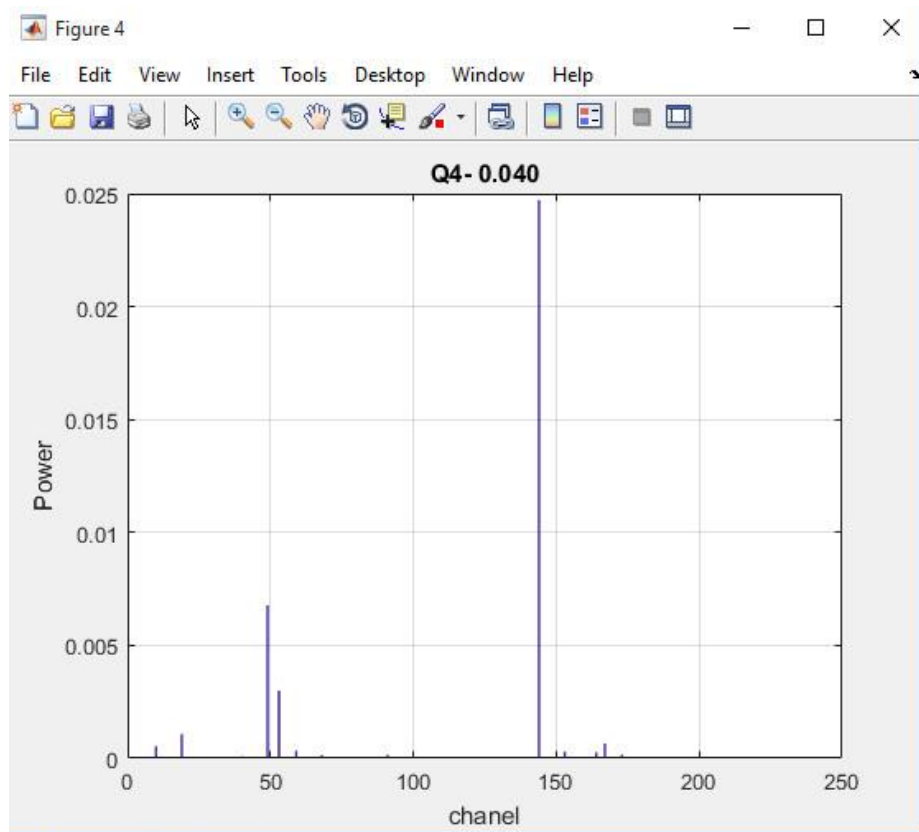
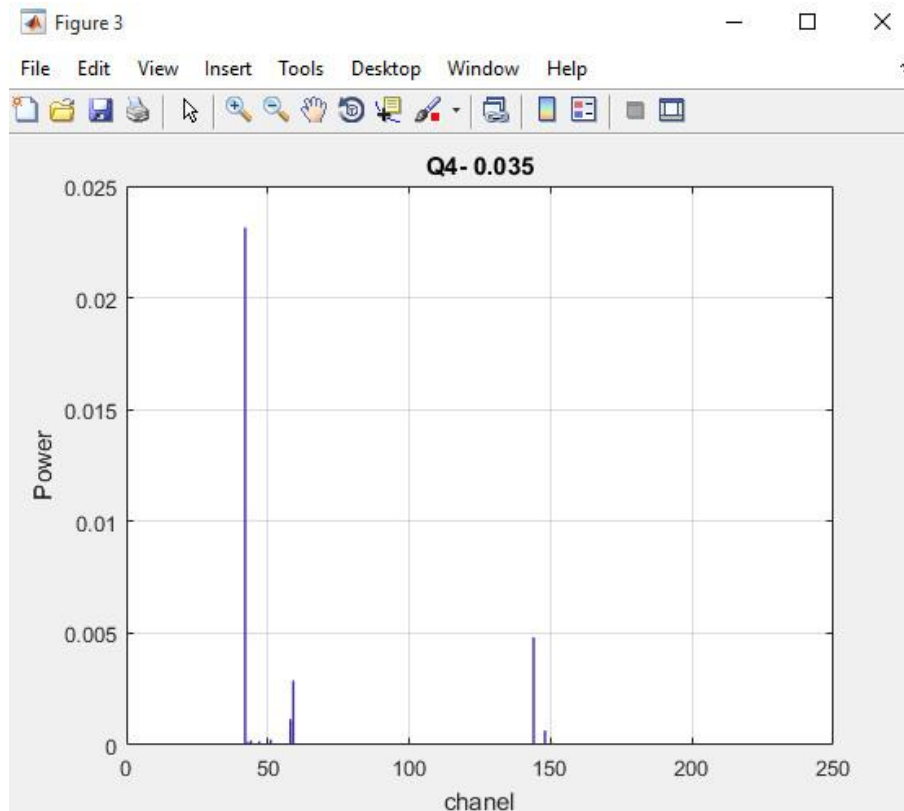
بر اساس نکته گفته شده در تمرین ها برای ۱۵ بار اجرای مختلف برنامه تست شده که در هر یک از این اجرا ها موقعیت کاربر به صورت یکنواخت تعیین شده و برای کانال ۲۰۰ تایی برای توان های ۲۵ تا ۵۰ میلی وات تست شده است و در ارایه مربوط خودش قرار داده شده است و پس از اجرا میانگین گرفته شده است.

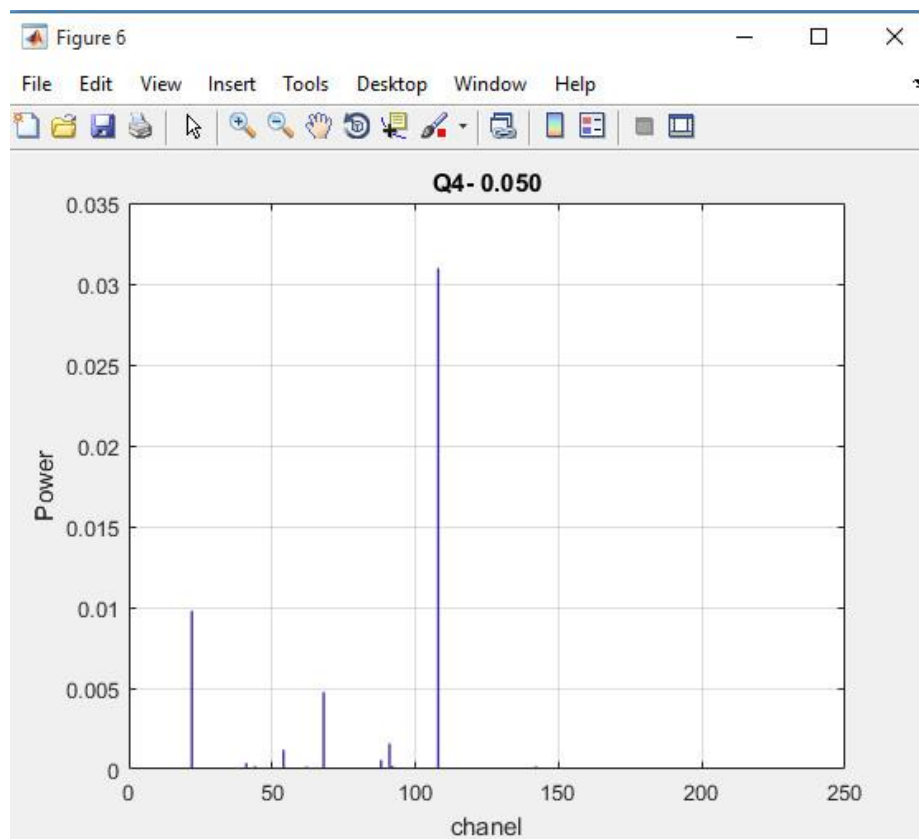
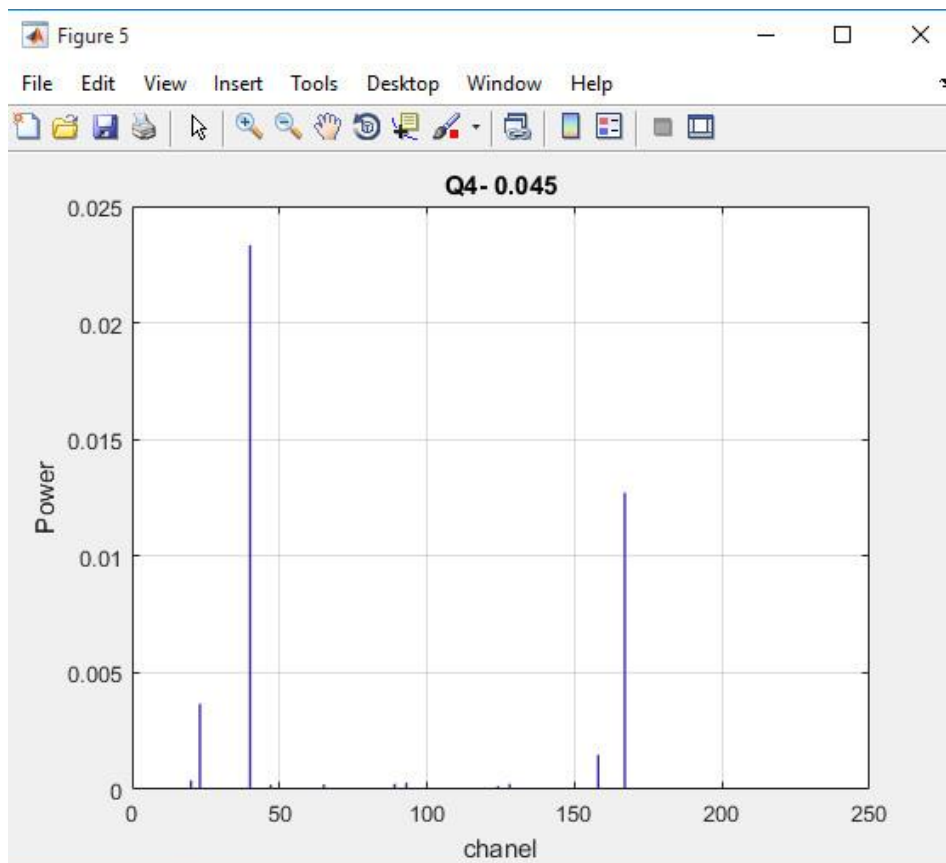
توابعی که در این بخش استفاده شده است در پارت اول توضیح داده شده است

نمودار های بدست آمده برای توان ها به صورت زیر است:









**Q.5** Simulate water-filling algorithm to address problem P2.2 in course slides where the number of sub-channels is set to 200 (i.e.,  $C = 200$ ) and peak power on each sub-channel is set to 0.5 mW (i.e.,  $p_{\max;k} = 0.5$  mW) with respect to varying maximum transmit power budget from 25 mW to 50 mW (i.e.,  $P_{\max} = 25$  mW, 30 mW, 35 mW, 40 mW, 45 mW, 50 mW).

```

clc;
close all;
clear all;

Chanel=200;
Alfa=3;
Noise=(10^-10);
PowerMax=[0.025, 0.030, 0.035, 0.04, 0.045,0.050];
pMax=0.0005;
Pmax25=zeros(1,Chanel);
Pmax30=zeros(1,Chanel);
Pmax35=zeros(1,Chanel);
Pmax40=zeros(1,Chanel);
Pmax45=zeros(1,Chanel);
Pmax50=zeros(1,Chanel);
h25=zeros(1,Chanel);
h30=zeros(1,Chanel);
h35=zeros(1,Chanel);
h40=zeros(1,Chanel);
h45=zeros(1,Chanel);
h50=zeros(1,Chanel);

format long;
for j=1:15
    distnceVector=FuncPosition();
    PowerMax=[0.025, 0.030, 0.035, 0.04, 0.045,0.050];
    for o=1:6
        x = exprnd(1, [1,Chanel]);
        pathGainAndPower=FuncPathGain(distnceVector,x,Alfa);
        pathGain=ones(Chanel,3);
        for i=1:Chanel
            pathGain(i,1)=i;
            pathGain(i,2)=pathGainAndPower(i)/Noise;
        end
        pathGain = sortrows(pathGain, 2, 'descend');
        pathGain=FuncRatePlus(pathGain,Chanel,PowerMax(o),pMax);
        %disp(pathGain);
        for p=1:Chanel
            if(pathGain(p,3)> pMax)
                for h=1:Chanel
                    if(pathGain(h,3)==-1)
                        pathGain(h,3)=1;
                    end
                end
                pathGain(p,3)=pMax;
                PowerMax(o)=PowerMax(o)-pMax;
                %disp(p1Max);
                pathGain=FuncRatePlus(pathGain,Chanel,PowerMax(o),pMax);
                % disp(pathGain);
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end

    for k=1:Chanel
        if (o==1)
            if (pathGain(k,3)==-1)
                pathGain(k,3)=0;
            end
            Pmax25(1,k)=Pmax25(1,k)+pathGain(k,3);
            h25=pathGain(:,1);

            elseif (o==2)
                if (pathGain(k,3)==-1)
                    pathGain(k,3)=0;
                end
                Pmax30(1,k)=Pmax30(1,k)+pathGain(k,3);
                h30=pathGain(:,1);
            elseif (o==3)
                if (pathGain(k,3)==-1)
                    pathGain(k,3)=0;
                end
                Pmax35(1,k)=Pmax35(1,k)+pathGain(k,3);
                h35=pathGain(:,1);
            elseif (o==4)
                if (pathGain(k,3)==-1)
                    pathGain(k,3)=0;
                end
                Pmax40(1,k)=Pmax40(1,k)+pathGain(k,3);
                h40=pathGain(:,1);
            elseif (o==5)
                if (pathGain(k,3)==-1)
                    pathGain(k,3)=0;
                end
                Pmax45(1,k)=Pmax45(1,k)+pathGain(k,3);
                h45=pathGain(:,1);
            elseif (o==6)
                if (pathGain(k,3)==-1)
                    pathGain(k,3)=0;
                end
                Pmax50(1,k)=Pmax50(1,k)+pathGain(k,3);
                h50=pathGain(:,1);
            end
        end
    end

    disp(pathGain);

    Pmax25=Pmax25./15;
    figure;
    bar(h25,Pmax25),grid on;
    xlabel('chanel');
    ylabel('Power');
    title('Q5- 0.025');

    Pmax30=Pmax30./15;
    figure;
    bar(h30,Pmax30),grid on;
    xlabel('chanel');
    ylabel('Power');

```

```

title('Q4- 0.030');

Pmax35=Pmax35./15;
figure;
bar(h35,Pmax35),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.035');

Pmax40=Pmax40./15;
figure;
bar(h40,Pmax40),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.040');

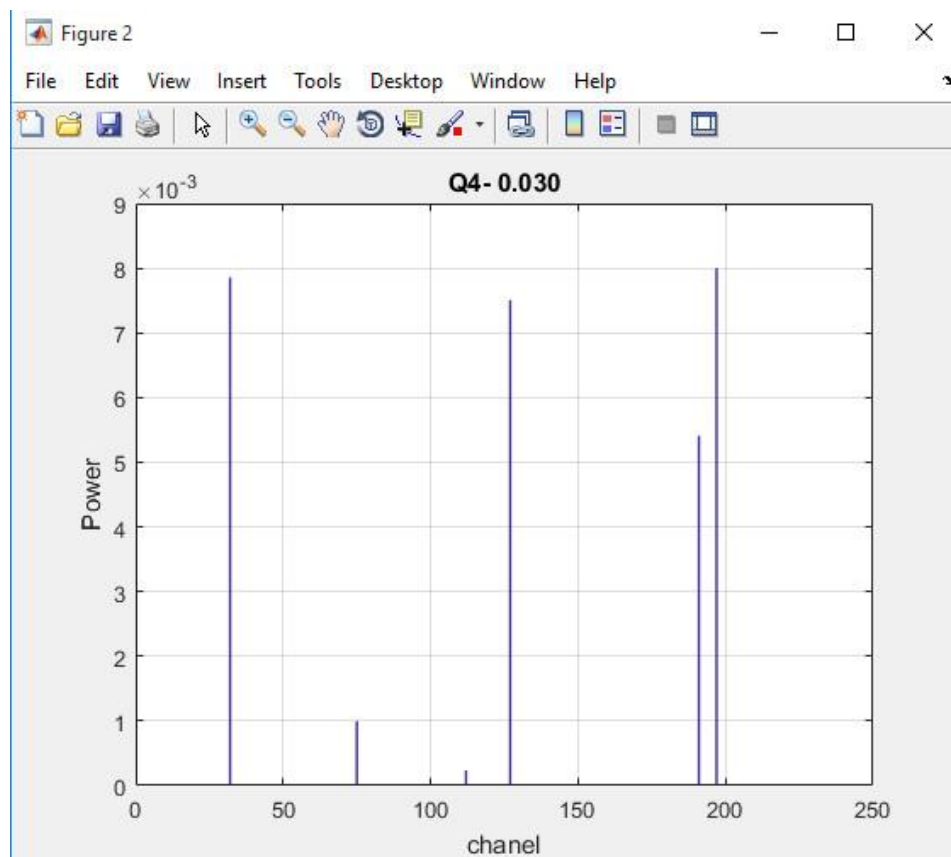
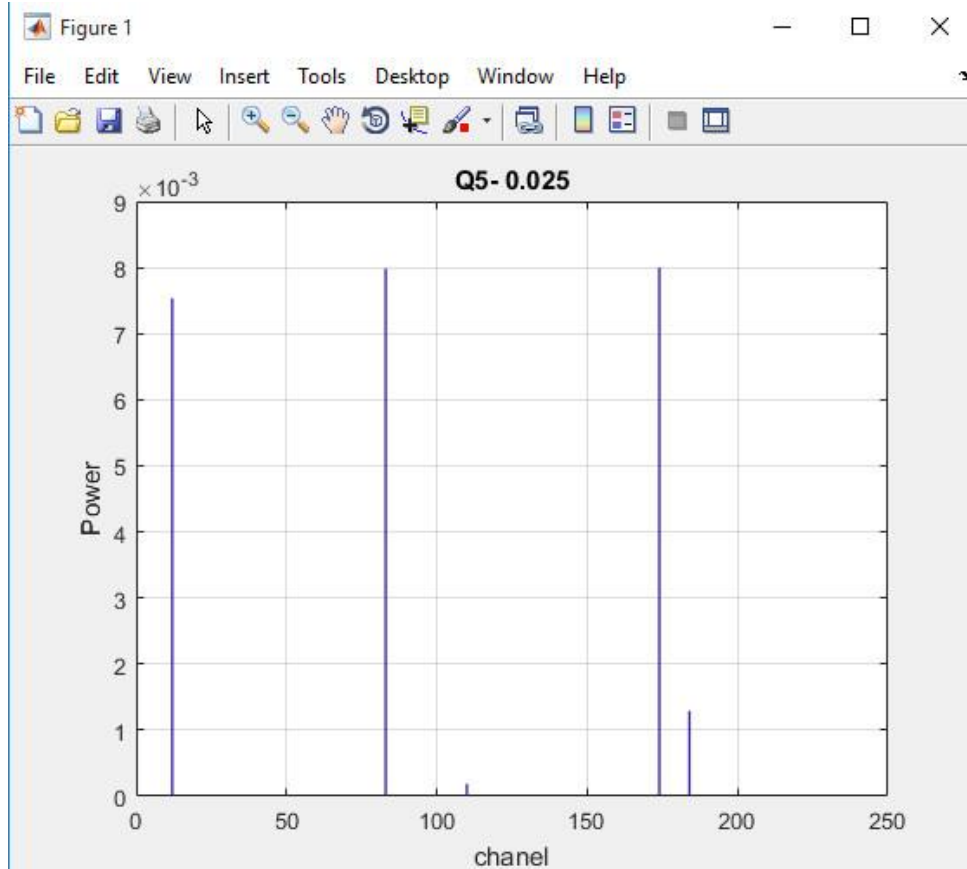
Pmax45=Pmax45./15;
figure;
bar(h45,Pmax45),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.045');

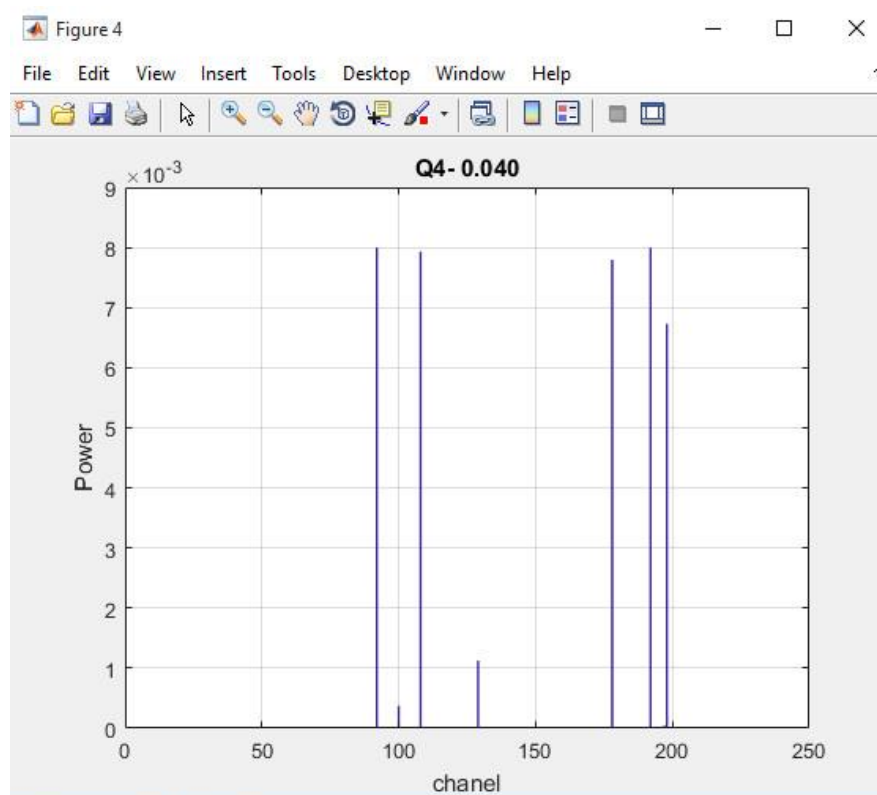
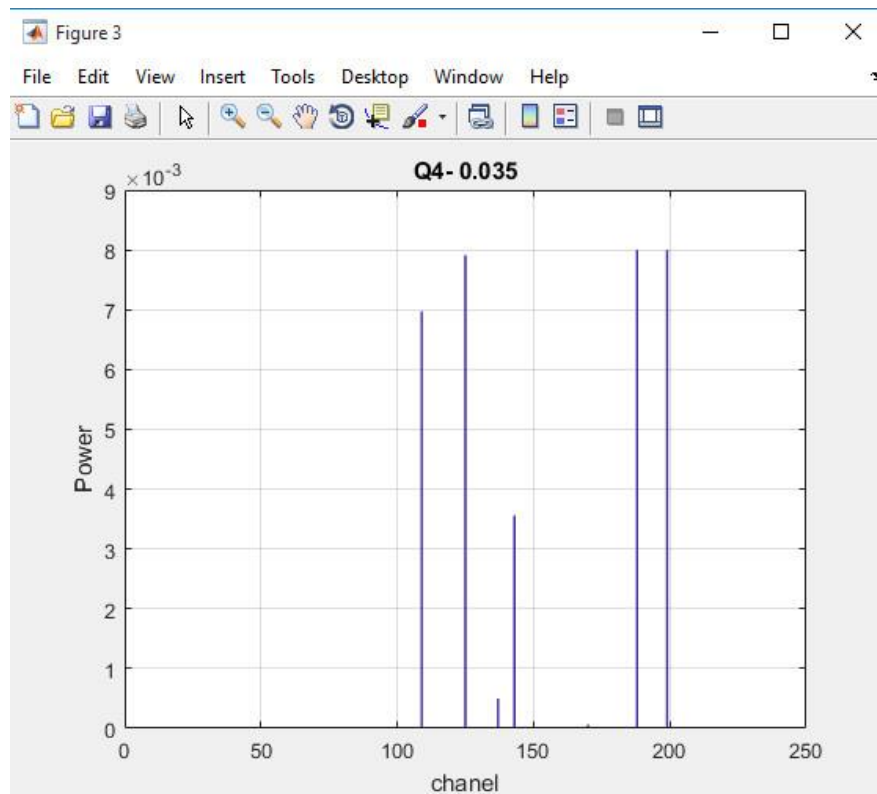
Pmax50=Pmax50./15;
figure;
bar(h50,Pmax50),grid on;
xlabel('chanel');
ylabel('Power');
title('Q4- 0.050');

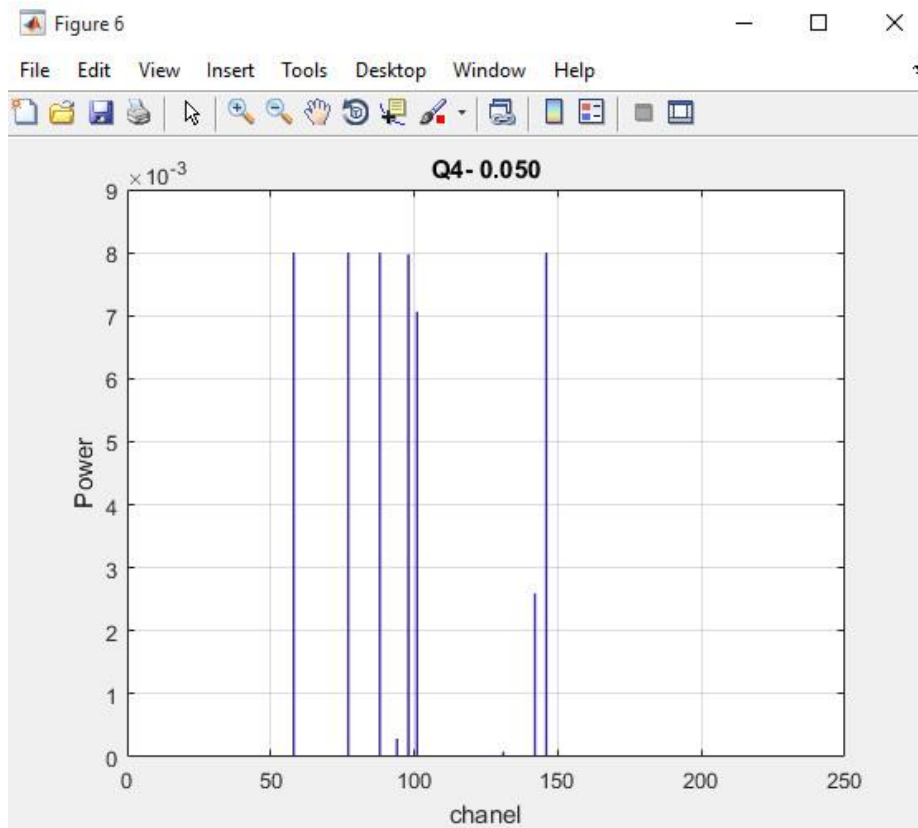
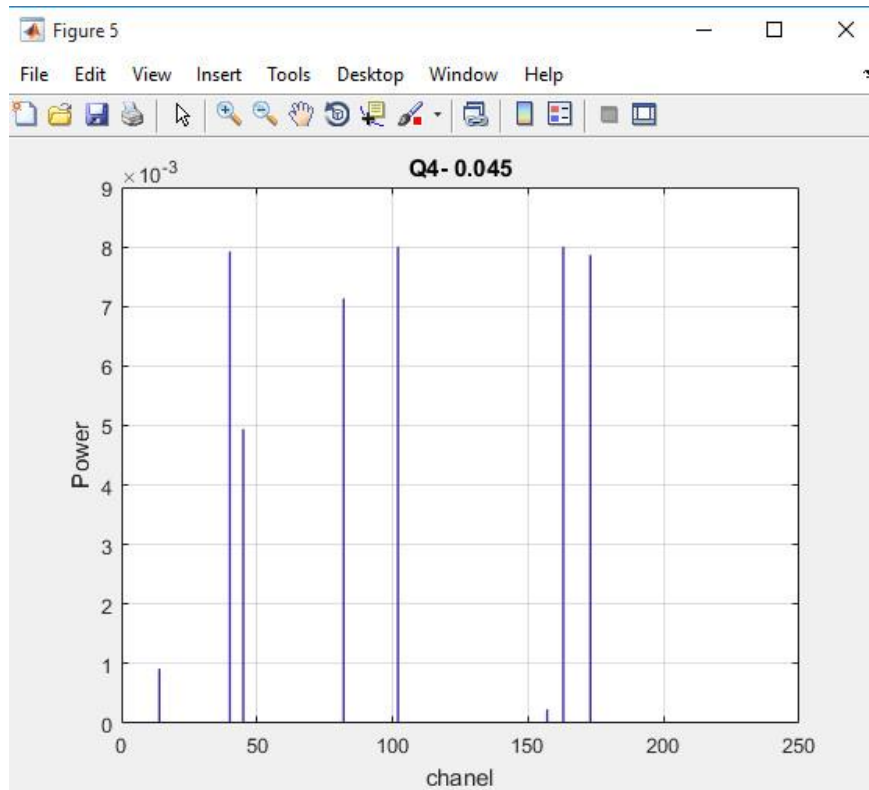
b=0;
for o=1:5
    %disp(f(1,o));
    %b=pathGain(o,3)+b ;
end
%disp(b);

```

مانند سوال ۴ با این تفاوت که بخش چک کردن توان ماکس هم اضافه شده است به این هدف که اگر توان در کانالی بیش از ۰,۰۰۰۵ وات شده است توان به آن کانال ۰,۰۰۰۵ تنظیم می شود.









**Q.6** Compare and discuss the results in Q.5 and Q.6. Explain the impacts of considering the mask power at each sub-channel on obtained aggregate data rate.

50mw	45mw	40mw	35mw	30mw	25mw	Q4
241.526	223.980	210.321	196.872	188.566	175.456	aggregate data rate(watt).

50mw	45mw	40mw	35mw	30mw	25mw	Q5
226.896	213.230	208.743	189.542	177.206	172.245	aggregate data rate(watt).

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت وقتی محدودیت ماکسی بر روی توان میگذاریم باعث می شود مجموع نرخ داده ای که از کانال ها بدست می آید کمتر شود در حالی که هدف ماکس کردن مجموع نرخ بود، یعنی در حالت بدون محدودیت می توانستیم بر روی کانال با گین بهتر توان متناسب بفرستیم و نرخ را افزایش دهیم اما در زمانی که محدودیت داریم نمی توان چنین کنیم در نتیجه مجموع نرخ در حالتی که محدودیت داریم کاهش میابد نسبت به حالت بدون محدودیت.