



دانشکده مهندسی برق

عادل موحدیان 400102074

محمد متین قاسمی 400101872

آزمایشگاه پردازش سیگنال و تصاویر پزشکی

دکتر نوری

گزارش آزمایش دوم

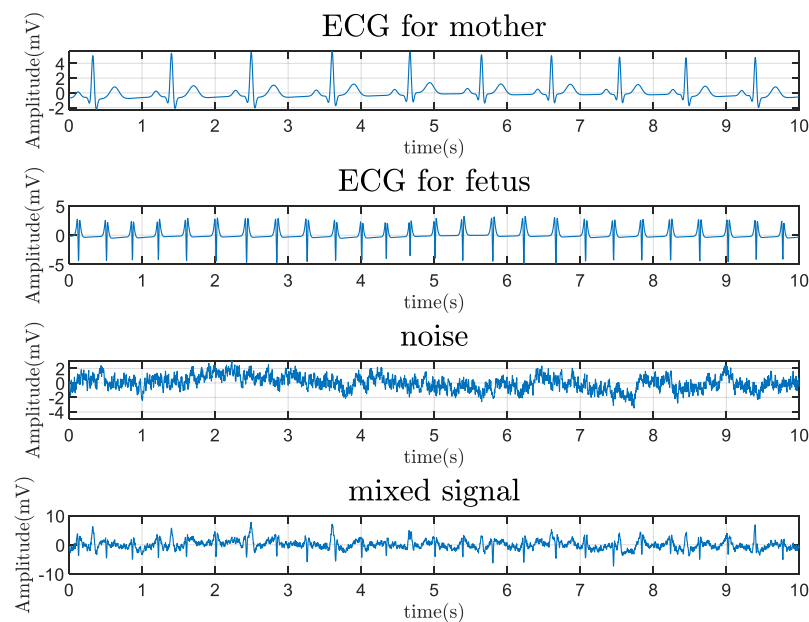
پاییز 1403

بخش اول _ توضیح ابتدایی در مورد داده ها

1-1) در این بخش نمودار چهار سیگنال ECG مادر، جنین، مخلوط سیگنال مادر و جنین و نویز را رسم میکنیم.

```
ECG_mother = load('mecg1.dat');
ECG_fetus = load('fecg1.dat');
Noise = load('noise1.dat');
Mixed_signal = ECG_mother + ECG_fetus + Noise ;
fs = 256;
L_signal = length(ECG_fetus)/fs;
t = 0:1/fs:L_signal-1/fs;
subplot(4,1,1);
plot(t,ECG_mother);
title('ECG for mother','FontSize',14,'Interpreter','latex');
grid on;
xlabel('time(s)', 'Interpreter','latex');
ylabel('Amplitude(mV)', 'Interpreter','latex');
subplot(4,1,2);
plot(t,ECG_fetus);
title('ECG for fetus','FontSize',14,'Interpreter','latex');
grid on;
xlabel('time(s)', 'Interpreter','latex');
ylabel('Amplitude(mV)', 'Interpreter','latex');
subplot(4,1,3);
plot(t,Noise);
title('noise','FontSize',14,'Interpreter','latex');
grid on;
xlabel('time(s)', 'Interpreter','latex');
ylabel('Amplitude(mV)', 'Interpreter','latex');
subplot(4,1,4) ;
plot(t,Mixed_signal);
title('mixed signal','FontSize',14,'Interpreter','latex');
grid on;
xlabel('time(s)', 'Interpreter','latex');
ylabel('Amplitude(mV)', 'Interpreter','latex');
```

خروجی قطعه کد بالا به صورت زیر است :



2-1) حال طیف توان سه سیگنال ECG - مادر، جنین و نویز را با استفاده از تابع pwelch رسم میکنیم.

```
subplot(3,1,1);

[pxx,f] = pwelch(ECG_mother,[],[],[],fs);

plot(f,pxx,'Linewidth',1);

title('power spectrum of the ECG for mother','FontSize',14,'Interpreter','latex');

grid on;

xlabel('Frequency (Hz)', 'Interpreter','latex');

ylabel('Power', 'Interpreter','latex');

subplot(3,1,2);

[pxx,f] = pwelch(ECG_fetus,[],[],[],fs);

plot(f,pxx,'Linewidth',1);

title('power spectrum of the ECG for fetus','FontSize',14,'Interpreter','latex');

grid on;

xlabel('Frequency (Hz)', 'Interpreter','latex');

ylabel('Power', 'Interpreter','latex');

subplot(3,1,3);

[pxx,f] = pwelch(Noise,[],[],[],fs);

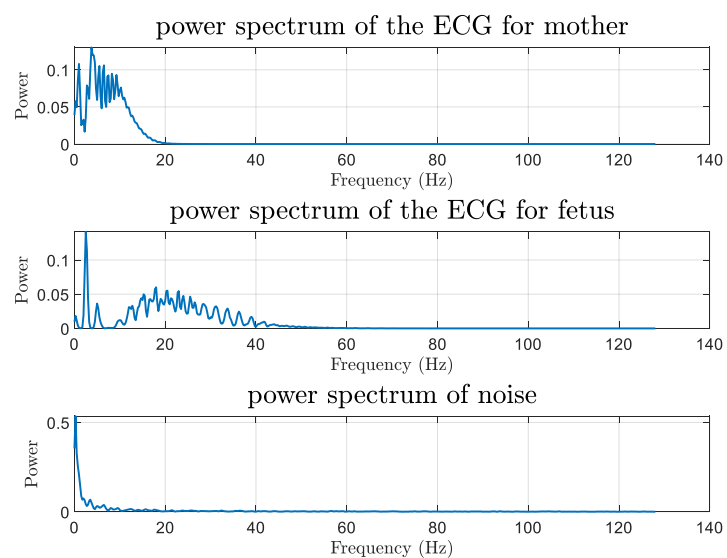
plot(f,pxx,'Linewidth',1);

title('power spectrum of noise','FontSize',14,'Interpreter','latex');

grid on;

xlabel('Frequency (Hz)', 'Interpreter','latex');

ylabel('Power', 'Interpreter','latex');
```



3-1) میانگین و واریانس سه سیگنال ECG - مادر، جنین و نویز را محاسبه میکنیم.

```
mean_ECG_mother = mean(ECG_mother);
variance_ECG_mother = var(ECG_mother);
output = ['mean ECG mother = ',num2str(mean_ECG_mother),' ----- varince ECG mother = ',num2str(variance_ECG_mother)];
disp(output);
```

```
mean_ECG_fetus = mean(ECG_fetus);
variance_ECG_fetus = var(ECG_fetus);
output = ['mean ECG fetus = ',num2str(mean_ECG_fetus),' ----- varince ECG fetus = ',num2str(variance_ECG_fetus)];
disp(output);
```

```
mean_Noise = mean(Noise);
variance_Noise = var(Noise);
output = ['mean Noise = ',num2str(mean_Noise),' ----- varince Noise = ',num2str(variance_Noise)];
disp(output);
```

خروجی قطعه کد بالا به صورت زیر است :

```
mean ECG mother = -2.4662e-10 ----- varince ECG mother = 1
```

```
mean ECG fetus = -4.25e-10 ----- varince ECG fetus = 1
```

```
mean Noise = -4.7691e-10 ----- varince Noise = 1
```

4-1) حال نمودار هیستوگرام این سه سیگنال را رسم و سپس ممان چهارم را با استفاده از دستور kurtosis محاسبه میکنیم.

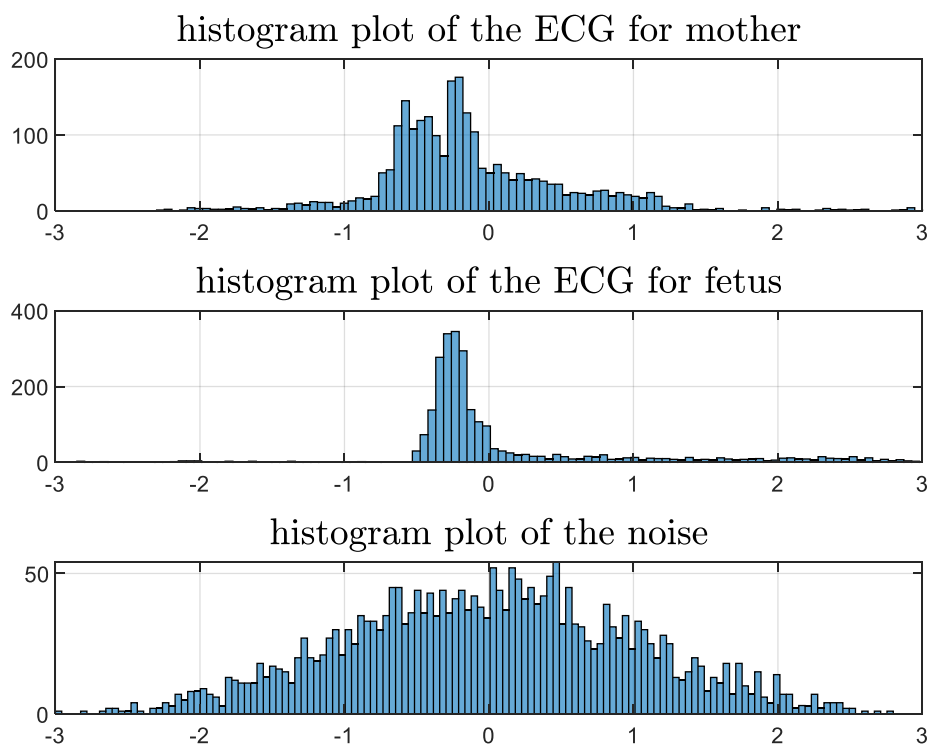
```
clc;
subplot(3,1,1) ;
histogram(ECG_mother,150)
title('histogram plot of the ECG for mother','FontSize',14,'Interpreter','latex');
xlim([-3 3]);
grid on;
subplot(3,1,2) ;
histogram(ECG_fetus,150)
title('histogram plot of the ECG for fetus','FontSize',14,'Interpreter','latex');
xlim([-3 3]);
grid on;
```

```

subplot(3,1,3) ;
histogram(Noise,150)
title('histogram plot of the noise','FontSize',14,'Interpreter','latex');
xlim([-3 3]);
grid on;
kurtosis_ECG_mother = kurtosis(ECG_mother);
disp(['kurtosis of ECG mother = ',num2str(kurtosis_ECG_mother)]);
kurtosis_ECG_fetus = kurtosis(ECG_fetus);
disp(['kurtosis of ECG fetus = ',num2str(kurtosis_ECG_fetus)]);
kurtosis_Noise = kurtosis(Noise);
disp(['kurtosis of noise = ',num2str(kurtosis_Noise)]);

```

خروجی این قطعه کد به صورت زیر است :



kurtosis of ECG mother = 14.0421

kurtosis of ECG fetus = 8.9901

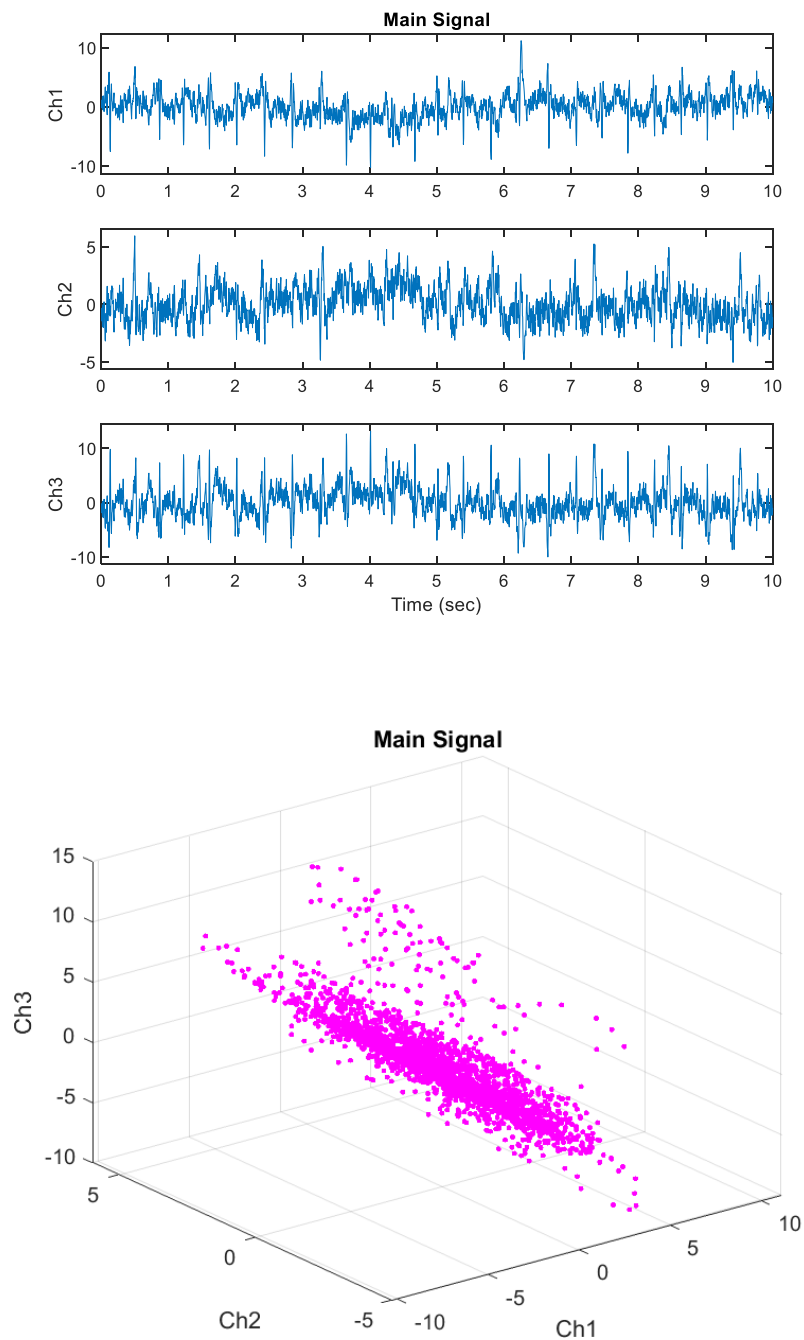
kurtosis of noise = 2.7662

بخش دوم : جداسازی سیگنالها با استفاده از SVD

1-2) ابتدا داده مورد نظر را خوانده و سپس با استفاده از دستور `plot3ch` دو نمودار مربوط به پراکندگی تغییرات یک کانال بر اساس دو کانال دیگر و نیز سه کانال در حوزه زمان را رسم میکنیم.

```
X = load('X.dat');
fs = 256;
plot3ch(X,fs,'Main Signal');
[U,S,V] = svd(X);
```

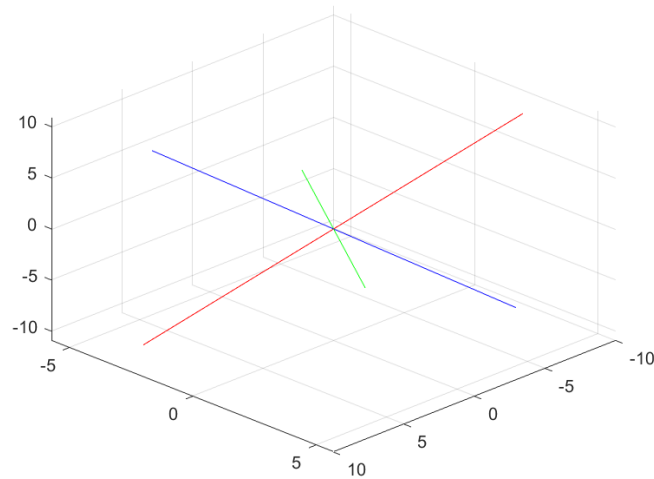
خروجی این قطعه کد به شکل زیر است :



2-2) در این بخش ستونهای ماتریس V را با استفاده از تابع `plot3dv` رسم میکنیم.

```
plot3dv(V(:,1),S(1,1),'r')
plot3dv(V(:,2),S(2,2),'g')
plot3dv(V(:,3),S(3,3),'b')
```

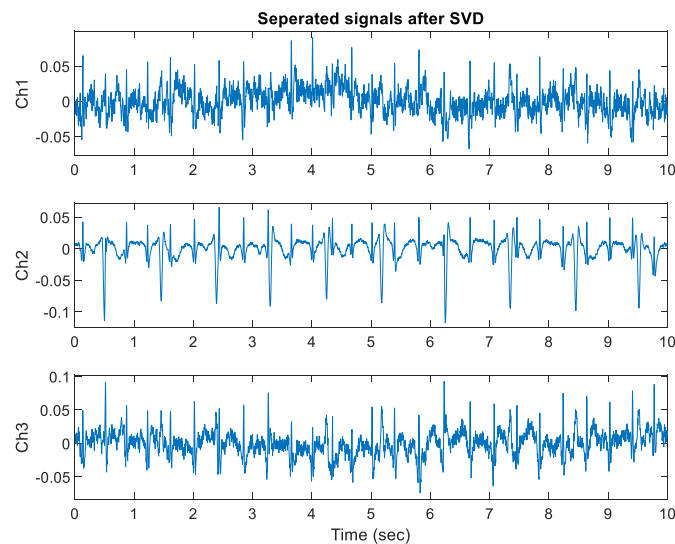
خروجی این بخش به صورت زیر است :

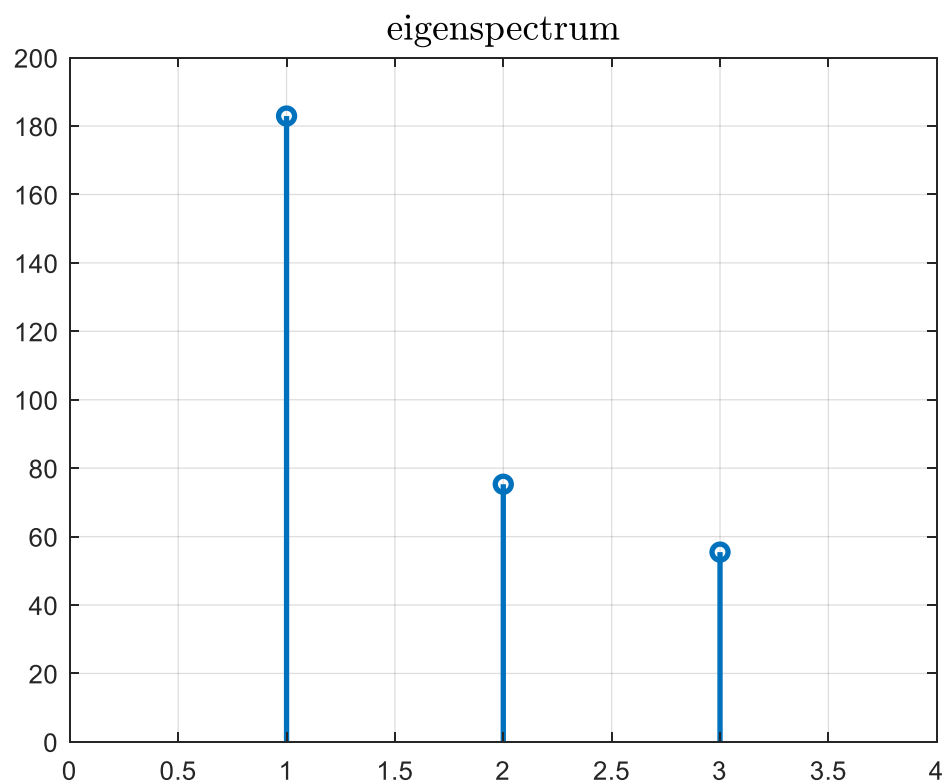
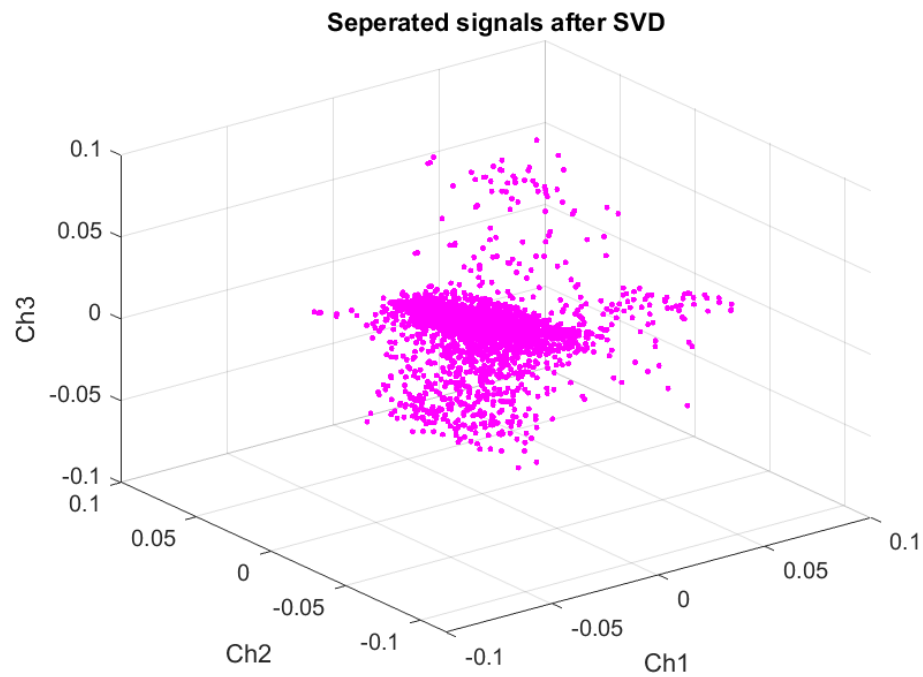


3-2) حال سه ستون اول ماتریس U - را رسم میکنیم. تصویر اول مربوط به سیگنال نویز، تصویر دوم مربوط به سیگنال جنین و تصویر سوم مربوط به سیگنال مادر است. حال `eigenspectrum` را با استفاده از دستور `stem` رسم میکنیم:

```
plot3ch(U(:,1:3),fs,'Seperated signals after SVD');
figure;
stem([S(1,1) S(2,2) S(3,3)], 'LineWidth',2);
xlim([0 4]);
title('eigenspectrum','FontSize',14,'Interpreter','latex');
grid on;
```

خروجی این قطعه کد به صورت زیر است :

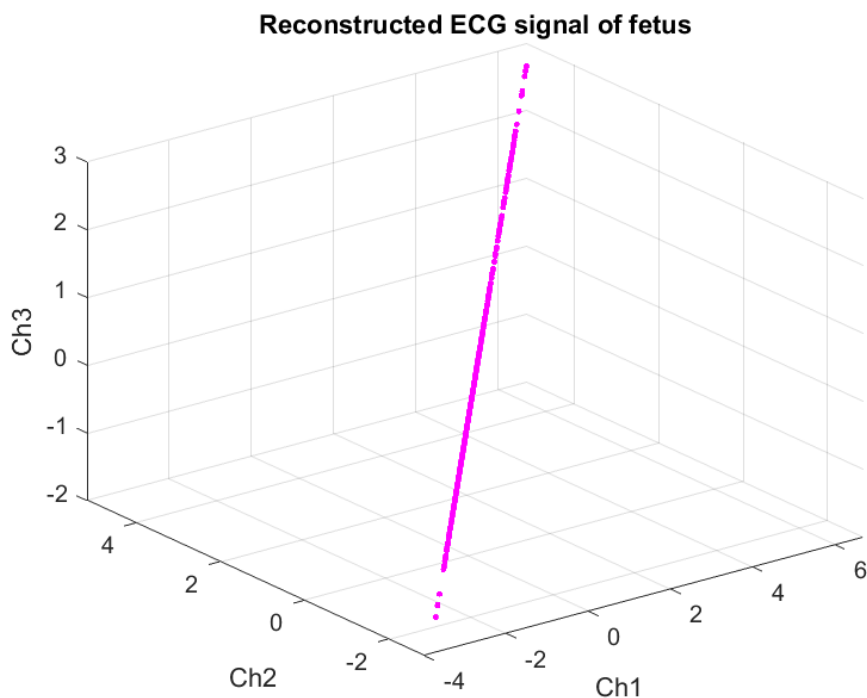
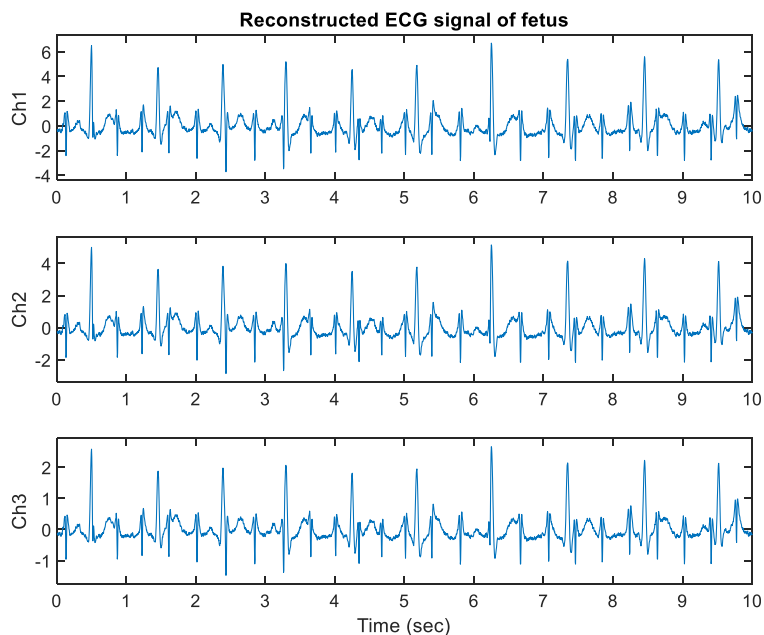




4-2) حال سه کانال سنسور جنینی بازیابی شده را نمایش می‌دهیم .

```
S_selected = zeros(2560,3);
S_selected(2,2) = S(2,2);
Y_reconstructed = U * S_selected * transpose(V);
plot3ch(Y_reconstructed(:,1:3),fs,'Reconstructed ECG signal of fetus');
```

خروجی این قطعه کد به صورت زیر است:



بخش سوم : جداسازی منابع با استفاده از ICA

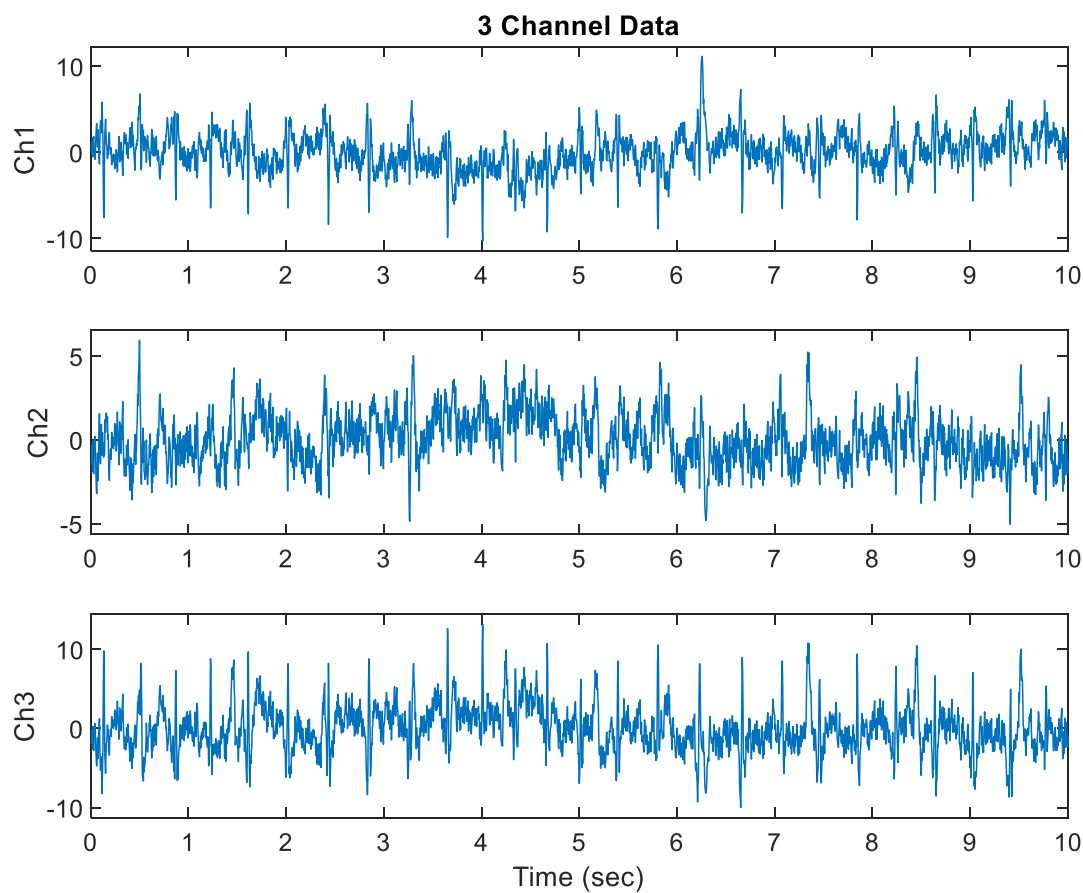
1-3) در این بخش تکنیک ICA را بر روی ماتریس مشاهدات پیاده کرده و ماتریس‌های مربوطه را ذخیره میکنیم.:

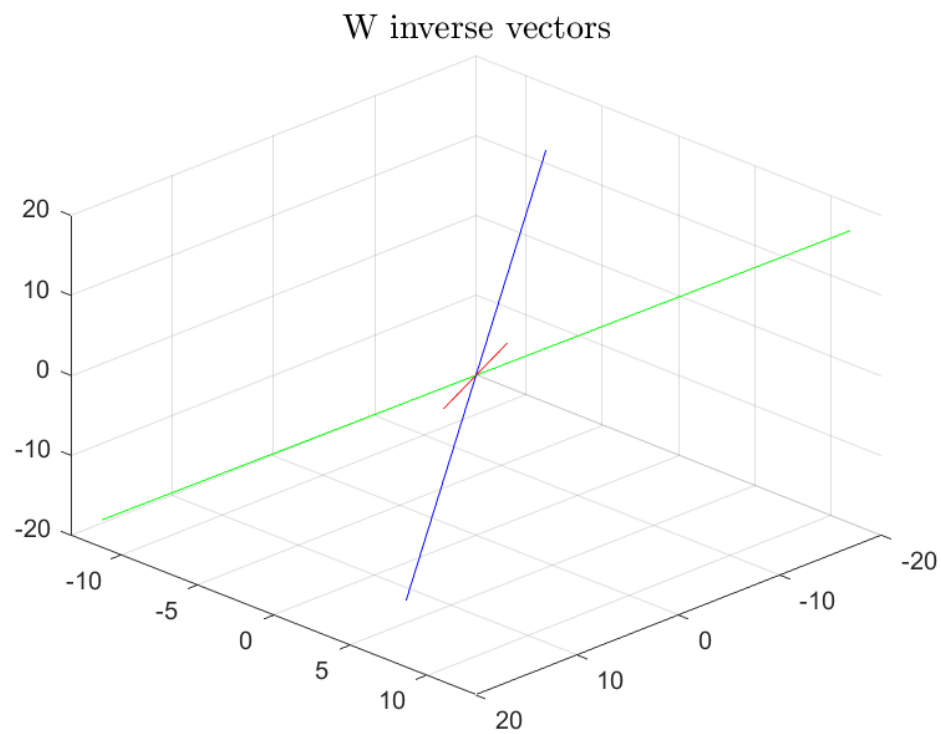
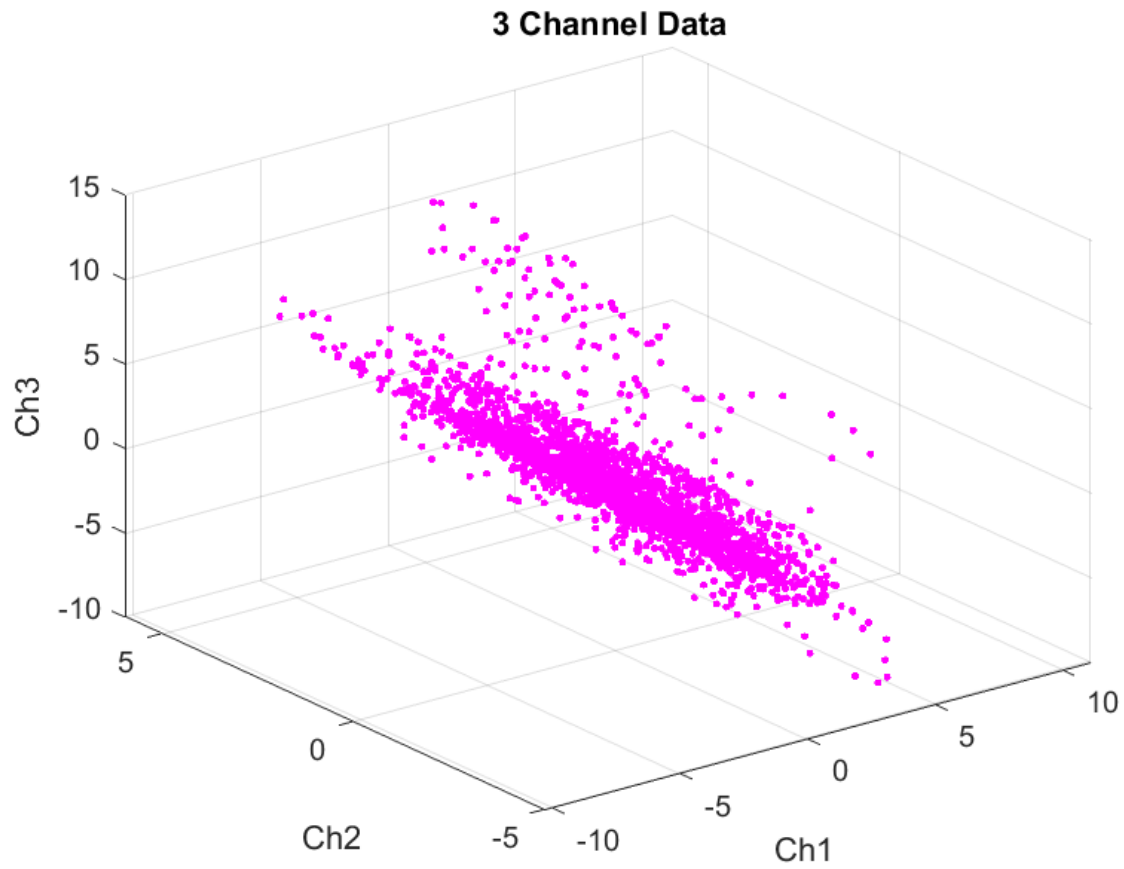
```
X = load('X.dat');
fs=256;
[W,Z_hat_T] = ica(X);
A = inv(W);
```

2-3) حال نمودار پراکندگی داده اولیه را رسم کرده و ستونهای ماتریس معکوس W را به عنوان سه منبع رسم میکنیم:
`plot3ch(X);`

```
figure;
plot3dv(A(:,1),[],'r')
plot3dv(A(:,2),[],'g')
plot3dv(A(:,3),[],'b')
title('W inverse vectors','FontSize',14,'Interpreter','latex');
```

خروجی این بخش به صورت زیر است :





3-3) سه ستون ماتریس Z را رسم میکنیم و ستون سوم از ماتریس معکوس W را نگه میداریم:

```
Z_hat = transpose(Z_hat_T);
```

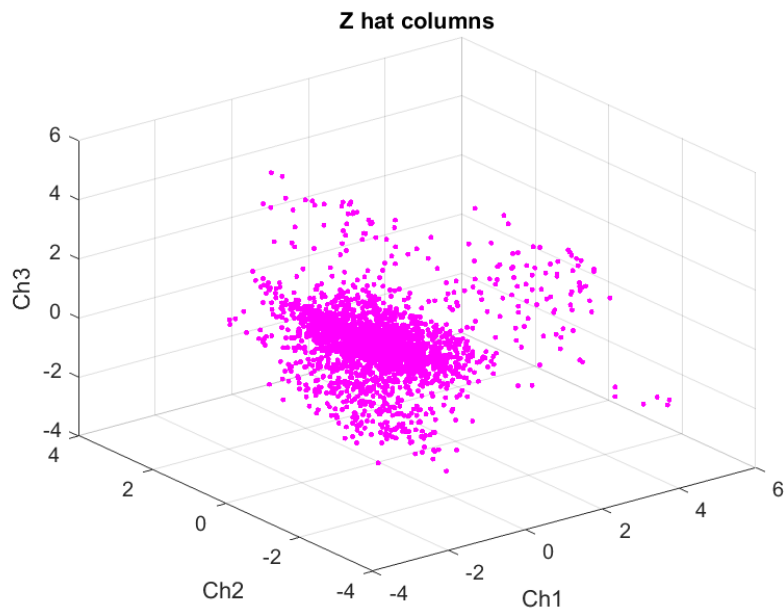
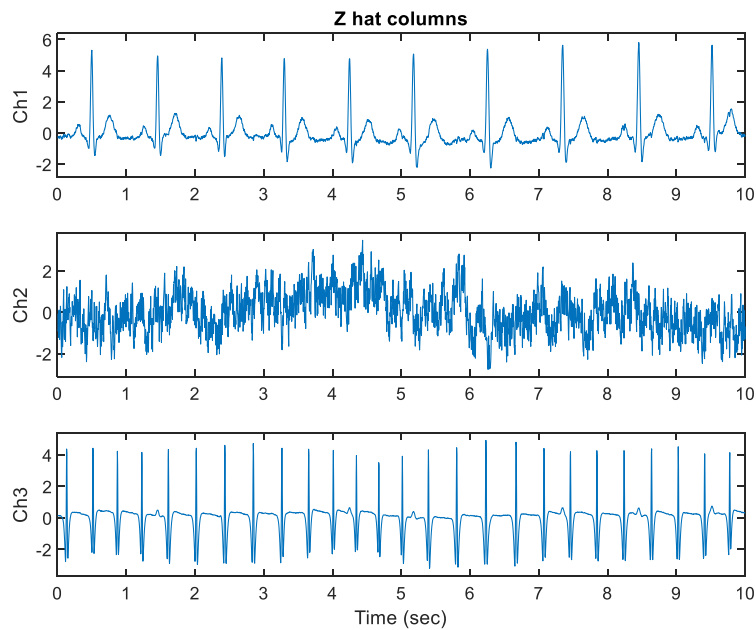
```
plot3ch(Z_hat,fs,'Z hat columns');
```

```
Z_selected = zeros(2560,3);
```

```
Z_selected(:,3) = Z_hat(:,3);
```

```
X_reconstructed = transpose(A * transpose(Z_selected));
```

خروجی های این بخش به صورت زیر است :

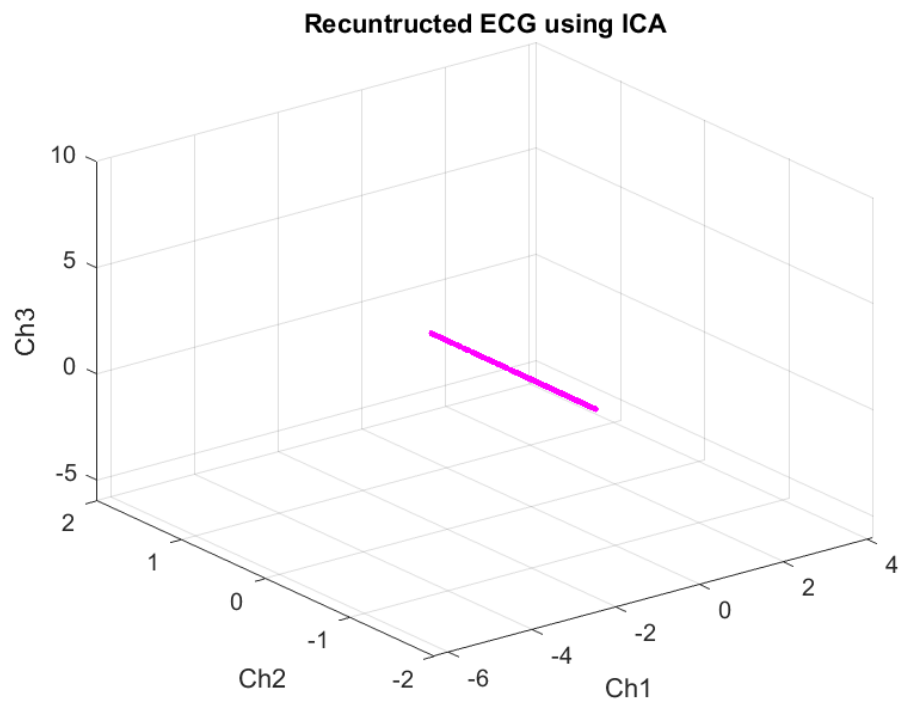
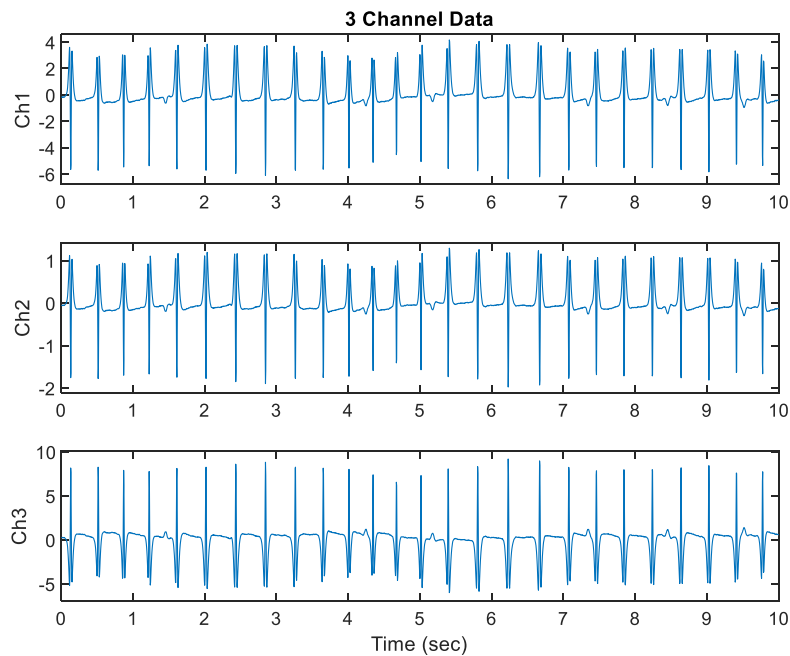


4-3) حال داده بازیابی شده توسط ICA را رسم میکنیم. به نظر میرسد سیگنال به تقریباً بازیابی شده است:

```
plot3ch(X_reconstructed,fs);
```

```
title('Recuntructed ECG using ICA');
```

خروجی این قطعه کد به صورت زیر است :



بخش چهارم: مقایسه کردن خروجی ها

1-4) نمودار های ذکر شده را رسم میکنیم:

```

clc; close all;

scatter3(Y_reconstructed(:,1), Y_reconstructed(:,2),
Y_reconstructed(:,3),'filled','MarkerFaceColor',[0.9290 0.6940 0.1250]);
hold on;
scatter3(X(:,1), X(:,2), X(:,3),'filled','MarkerFaceColor',[0 0.4470 0.7410]);
hold on;
scatter3(X_reconstructed(:,1), X_reconstructed(:,2),
X_reconstructed(:,3),'filled','MarkerFaceColor',[0.8500 0.3250 0.0980]);

hold on;
plot3dv(V(:,1).',S(:,1),'r')
plot3dv(V(:,2).',S(:,2),'r')
plot3dv(V(:,3).',S(:,3),'r')

hold on;
plot3dv(A(:,1),[],'black')
plot3dv(A(:,2),[],'black')
plot3dv(A(:,3),[],'black')

legend('Using SVD','X','Using ICA','V directions','A directions');

figure;

plot3dv(V(:,1).',S(:,1),'r')
plot3dv(V(:,2).',S(:,2),'r')
plot3dv(V(:,3).',S(:,3),'r')

hold on;
plot3dv(A(:,1),[],'black')
plot3dv(A(:,2),[],'black')
plot3dv(A(:,3),[],'black')

legend('V');

deg1 = acosd(dot(V(:, 1), V(:, 2)) / (sum(abs(V(:, 1))) * sum(abs(V(:, 2)))));
deg2 = acosd(dot(V(:, 2), V(:, 3)) / (sum(abs(V(:, 2))) * sum(abs(V(:, 3)))));
deg3 = acosd(dot(V(:, 1), V(:, 3)) / (sum(abs(V(:, 1))) * sum(abs(V(:, 3)))));
disp('angles between V = ');
disp([deg1,deg2,deg3]);

norm1 = norm(V(:,1));
norm2 = norm(V(:,2));
norm3 = norm(V(:,3));
disp('norms V = ');
disp([norm1,norm2,norm3]);

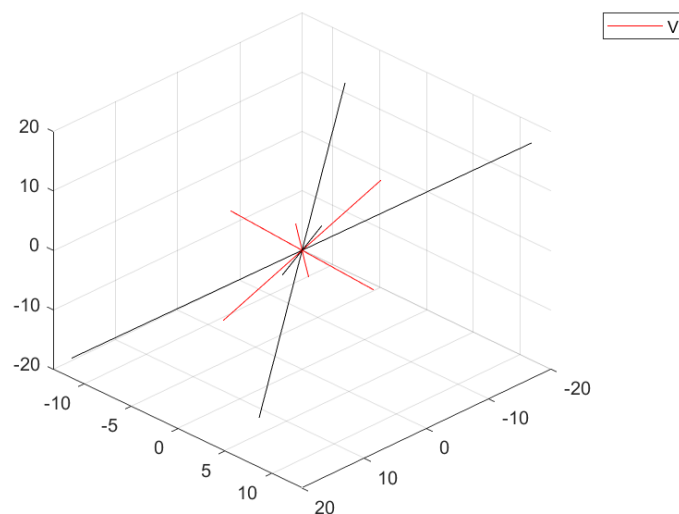
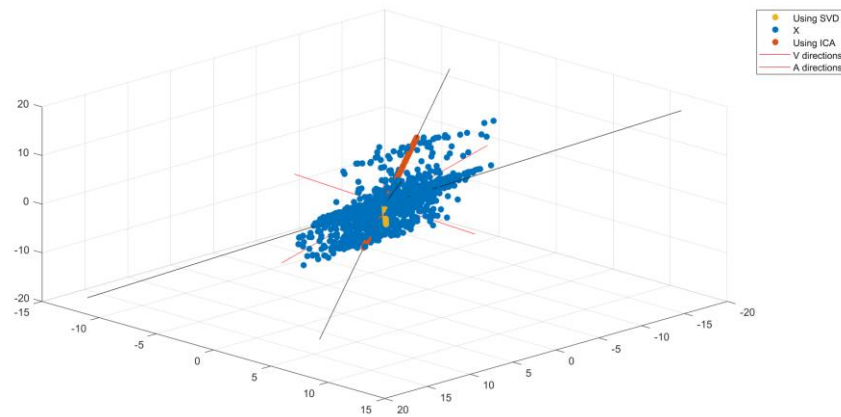
deg1 = acosd(dot(A(:, 1), A(:, 2)) / (sum(abs(A(:, 1))) * sum(abs(A(:, 2)))));
deg2 = acosd(dot(A(:, 2), A(:, 3)) / (sum(abs(A(:, 2))) * sum(abs(A(:, 3)))));
deg3 = acosd(dot(A(:, 1), A(:, 3)) / (sum(abs(A(:, 1))) * sum(abs(A(:, 3)))));
disp('angles between A = ');
disp([deg1,deg2,deg3]);

norm1 = norm(A(:,1));
norm2 = norm(A(:,2));
norm3 = norm(A(:,3));

```

```
disp('norms A = ');
disp([norm1,norm2,norm3]);
```

خروجی های این قطعه کد به صورت زیر است :



= angles between V
90.0000 90.0000 90.0000

= norms V
1 1 1

= angles between A
82.8086 72.5566 80.4682

= norms A
2.3079 2.9135 1.6350

2-4) سیگنالهای بازسازی شده از دو روش و سیگنال ایدهآل را رسم میکنیم. همانطور که مشخص است روش ICA خروجی مطلوب تری نسبت به روش SVD داشته است :

```
fecg2 = load('fecg2.dat');

t = 0:1/fs:10 - 1/fs;

Y_reconstructed_normal = Y_reconstructed(:,1)/norm(Y_reconstructed(:,1));

X_reconstructed_normal = X_reconstructed(:,1)/norm(X_reconstructed(:,1));

figure;

subplot(3,1,1);

plot(t,fecg2/norm(fecg2));

title('Normalized Fetal ECG','FontSize',14,'Interpreter','latex');

xlabel('time(s)','Interpreter','latex');

ylabel('Normalized','Interpreter','latex');

subplot(3,1,2);

plot(t,Y_reconstructed_normal);

title('Using SVD','FontSize',14,'Interpreter','latex');

xlabel('time(s)','Interpreter','latex');

ylabel('Normalized','Interpreter','latex');

subplot(3,1,3);

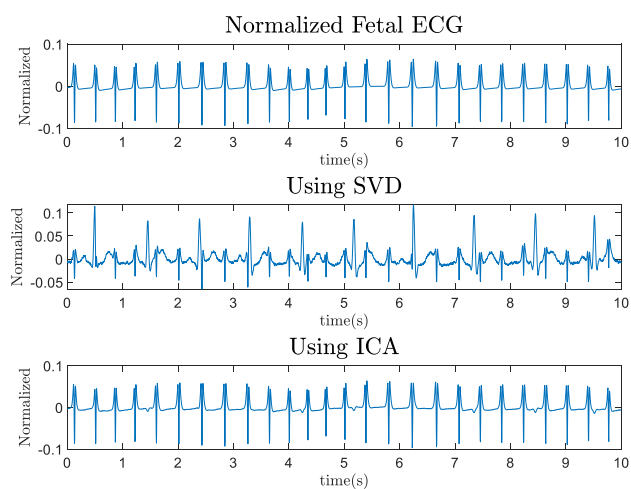
plot(t,X_reconstructed_normal);

title('Using ICA','FontSize',14,'Interpreter','latex');

xlabel('time(s)','Interpreter','latex');

ylabel('Normalized','Interpreter','latex');
```

خروجی این قطعه کد به صورت زیر است :



3-4) در این بخش ضریب همبستگی بین سیگنال بازسازی شده و سیگنال اصلی را بدست میآوریم.

```
corr_coef_SVD = corrcoef(fecg2,Y_reconstructed_normal);
disp(['correlation coef Using SVD = ',num2str(corr_coef_SVD(1,2))]);
corr_coef_ICA = corrcoef(fecg2,X_reconstructed_normal);
disp(['correlation coef Using ICA = ',num2str(corr_coef_ICA(1,2))]);
```

خروجی این قطعه کد به صورت زیر است :

correlation coef Using SVD = 0.49553

correlation coef Using ICA = 0.99784

4-4) خروجی سیگنال بازیابی شده توسط روش ICA به سیگنال واقعی نزدیک تر بوده ولی در روش SVD اگر مولفه ها بر یکدیگر عمود بوده و از هم مستقل میباشند، سیگنال ها به خوبی تفکیک می شود. در روش ICA از آنجایی که منابع مستقل فرض می شوند سیگنال بازیابی شده به سیگنال واقعی نزدیکتر است. در روش SVD نویز به خوبی جدا شده اما سیگنال مربوط به مادر و جنین به خوبی تفکیک نمی شود.

4-5) همانطور که مشاهده کردیم روش ICA خروجی مطلوب تری نسبت به روش SVD داشته است.