



دانشگاه اصفهان
دانشکده ی فنی و مهندسی
گروه نقشه برداری

محاسبات ژئودزی 2

پروژه ی اول :

(تبدیلات مختصات)

(مختصات منحنی الخط به مختصات دکارتی و بالعکس در سیستم ژئودتیک)

استاد مربوطه : جناب آقای دکتر موسوی الکاظمی

تهیه کننده : مهران قندهاری

نیمسال دوم 1387

صورت پروژه:

نیمسال دوم 1387

گروه مهندسی نقشه برداری

عبدالحسین موسوی الکاظمی

دانشگاه اصفهان تلفن: 7934085

hmoossavi@surv.ui.ac.ir

محاسبات ژئودزی هندسی

پروژه یک: تبدیل مختصات

یک برنامه کامپیوتری در MATLAB برای تبدیل مختصات ژئودتیک به دکارتی و برعکس بنویسید. در برنامه خود موارد زیر را انجام دهید:

الف) برنامه خود را برای نقاط واقع در نواحی شمالی / جنوبی / شرقی / غربی روی بیضوی WGS84 اجرا کنید.

ب) روشهای مستقیم و دو روش تکراری در محاسبه عرض ژئودتیک را مقایسه کنید. مراحل همگرایی کمیت‌های مورد نیاز را نشان دهید.

ج) مختصات منحنی الخط را با استفاده از مختصات دکارتی که قبلاً محاسبه کرده اید بدست آورده و اختلاف بین تبدیل مستقیم و معکوس را بحث نمایید.

د) اثر عدم قطعیت در ارتفاع ژئوئید و ارتفاع ژئودتیک را در نتایج محاسبات بحث نمایید.

* نتایج محاسبات خود را با ترسیم جدول و یا نمودار ارائه داده و سپس بر روی آنها بحث لازم را انجام دهید.

* در متن برنامه خود توضیحات هر بخش را بنویسید.

* داده های ورودی و خروجی با تعداد رقم با معنی و واحد مورد نیاز نوشته شوند.

WGS-84 Equatorial Radius (a) = 6378137.0 m

WGS-84 Flattening (f) = 1/298.257223563

زمینه ی نظری پروژه :

برای تبدیل مختصات منحنی الخط به مختصات دکارتی کار ساده است و توسط فرمول های زیر صورت می گیرد:

$$X = (N + h) \cos(F_i) \cos(\text{Lambda})$$

$$Y = (N + h) \cos(F_i) \sin(\text{Lambda})$$

$$Z = [N(1 - e^2) + h] \sin(F_i)$$

ولی برای محاسبه ی مختصات منحنی الخط از روی مختصات دکارتی کار سخت تر می شود. روش های گوناگونی برای انجام این کار طراحی شده که ما در این پروژه با سه طریق آن آشنا می شویم.

محاسبه ی h , Lambda ساده است و توسط یک فرمول صورت می گیرد. h محاسبه شده در برنامه توسط فرمول های زیر که از یک جزوه ی انگلیسی به نام *Intruduction to measurments and errors* گرفته شده محاسبه میگردد که برای یک نقطه ی معلوم امتحان گردید و دقت آن حدود 5 متر بهبود یافت .

```
Lambda=2*atan(Y/(X+sqrt(X^2+Y^2)));
p=sqrt(X^2+Y^2);
e=sqrt((a^2-b^2)/a^2);
fi(1)=atan(Z/(p*(1-e^2)));
N(1)=a/sqrt(1-(e^2*(sin(fi(1)))^2));
if(rad2deg(fi(1))<=45)
h(1)=(p/cos(fi(1))-N(1));
end
if(rad2deg(fi(1))>45)
h(1)=[Z/sin(fi(1))] - N(1)*(1 - e^2);
end
```

هدف اصلی از ایجاد روش های گوناگون محاسبه ی عرض ژئودتیک میباشد که در ادامه با سه روش و محاسن و معایب آن آشنا می شویم.

اجزای تشکیل دهنده ی پروژه :

فایل **fil2xyz.m** : این فایل (matlab) تابعی است برای تبدیل مختصات منحنی الخط به مختصات دکارتی

$$X = (N + h) \cos(Fi) \cos(Lambda)$$

$$Y = (N + h) \cos(Fi) \sin(Lambda)$$

$$Z = [N(1 - e_2) + h] \sin(Fi)$$

```
function [X,Y,Z]= fil2xyz (Fi,Lambda,h)
```

```
%PURPOSE
```

```
%GEODETIC COORDINATES --> 3D CARTESIAN COORDINATES.
```

```
%INPUTS:
```

```
%      fi,lambda,h : Station geodetic Coordinate,
```

```
%      ellipsoid    : WGS84.
```

```
%OUTPUTS:
```

```
%      X,Y,Z       : CARTESIAN COORDINATES.
```

```
% Mehran ghandehary
```

```
% 2008
```

```
% WGS84    a = 6378137.000000 ; b = 6356752.314245; f= 1/298.257223563;
```

```
a = 6378137.000000 ;
```

```
b = 6356752.314245;
```

```
f= 1/298.257223563;
```

```
e=sqrt((a^2-b^2)/a^2);
```

```
N=a/sqrt(1-(e^2*(sin(Fi))^2));
```

```
X=(N+h)*cos(Fi)*cos(Lambda);
```

```
Y=(N+h)*cos(Fi)*sin(Lambda);
```

```
Z=( (b^2/a^2)*N+h)*sin(Fi);
```

فایل **xyz2filh1.m**: این فایل تابعی است برای تبدیل مختصات دکارتی به مختصات منحنی الخط به روش تکرار

برنامه های زیر تصحیح نشده است که در مراحل بعدی در مورد تصحیحات لازم بحث می کنیم و در انتها صورت کامل توابع آورده شده است .

```
function [Fi,Lambda,h]=xyz2filh1(X,Y,Z)

%PURPOSE
% 3D CARTESIAN COORDINATES --> GEODETIC COORDINATES
%INPUTS:
%      X,Y,Z      : CARTESIAN COORDINATES.
%      ellipsoid   : WGS84.
%OUTPUTS:
%      Fi,Lambda,h : Station geodetic Coordinate,

% Mehran ghandehary
% 2008

% WGS84   a = 6378137.000000 ; b = 6356752.314245; f= 1/298.257223563;

a = 6378137.000000 ;
b = 6356752.314245;
f= 1/298.257223563;
p=sqrt(X^2+Y^2);
e=sqrt((a^2-b^2)/a^2);
fi(1)=atan(Z/(p*(1-e^2)));
s=10^-20;
t=10^-50
k=2;
%Fi get from a iterative solutions.
while abs(s)<10^-3 && abs(t)<a*abs(s)
    N(k)=a/sqrt(1-(e^2*(sin(fi(k-1)))^2));
    h(k)=(p/cos(fi(k-1))-N(k));
    fi(k)=atan(Z/p*(1-(e^2*N(k)/(N(k)+h(k)))));
    s=fi(k)-fi(k-1);
    t=h(k)-h(k-1);
    k=k+1;
end
Lambda=2*atan(Y/(X+sqrt(X^2+Y^2)))*180/pi;
Fi=fi(k-1)*180/pi;
h=h(k-1);
```

فایل **xyz2filh2.m**: این فایل تابعی است برای تبدیل مختصات دکارتی به مختصات منحنی الخط به روش مستقیم :

مقدار F_i در این روش با حل یک معادله ی درجه 4 بدست می آید :

```
-----  
function [Fi,Lambda,h]=xyz2filh2(X,Y,Z)  
  
%PURPOSE  
% 3D CARTESIAN COORDINATES --> GEODETIC COORDINATES  
%INPUTS:  
%      X,Y,Z      : CARTESIAN COORDINATES.  
%      ellipsoid   : WGS84.  
%OUTPUTS:  
%      Fi,Lambda,h : Station geodetic Coordinate,  
  
% Mehran ghandehary  
% 2008  
  
% WGS84  a = 6378137.000000 ; b = 6356752.314245; f= 1/298.257223563;  
  
a = 6378137.000000 ;  
b = 6356752.314245;  
f= 1/298.257223563;  
syms xx;  
p=sqrt(X^2+Y^2);  
e=sqrt((a^2-b^2)/a^2);  
fi(1)=atan(Z/(p*(1-e^2)));  
N(1)=a/sqrt(1-(e^2*(sin(fi(1)))^2));  
if(rad2deg(fi(1))<=45)  
    h(1)=(p/cos(fi(1))-N(1));  
end  
if(rad2deg(fi(1))>45)  
    h(1)=[Z/sin(fi(1))] - N(1)*(1 - e^2);  
end  
%Fi is derived from a qudratic form  
s=eval(solve('(p^2)*(xx^4)-(2*p*Z*(xx^3))+((Z^2)+((p^2)-(a^2)*(e^4))/(1-e^2))*(xx^2)-(2*p*Z)/(1-e^2))*(xx)+(Z^2)/(1-e^2))=0',xx))  
j=1;  
for i=1:4  
    if abs(imag(s(i)))<0.001  
        Fil(j)=rad2deg(atan(real(s(i))));  
        j=j+1;  
    end  
end  
for i=1:j-1  
    l(i)=Fil(i)-fi(1)*180/pi;  
end  
Fi=min(l)+fi(1)*180/pi;  
  
Lambda=2*atan(Y/(X+sqrt(X^2+Y^2)))*180/pi;  
  
-----
```

فایل **xyz2filhBowring.m**: این فایل تابعی است برای تبدیل مختصات دکارتی به مختصات منحنی الخط به روش تکرار بورینگ :

```
function [Fi,Lambda,h]=xyz2filhBodich(X,Y,Z)

%PURPOSE
% 3D CARTESIAN COORDINATES --> GEODETIC COORDINATES
%INPUTS:
%      X,Y,Z      : CARTESIAN COORDINATES.
%      ellipsoid   : WGS84.
%OUTPUTS:
%      Fi,Lambda,h : Station geodetic Coordinate,

% Mehran ghandehary
% 2008

% WGS84  a = 6378137.000000 ; b = 6356752.314245; f= 1/298.257223563;
a = 6378137.000000 ;
b = 6356752.314245;
f= 1/298.257223563;
p=sqrt(X^2+Y^2);
e2=((a^2-b^2)/a^2);
ei2=((a^2-b^2)/b^2);
fi(1)=atan(Z/(p*(1-e2)));
N=a/sqrt(1-(e2*(sin(fi(1)))^2));
h=(p/cos(fi(1)))-N;
B(1)=atan(a*Z/b*p);
s=0;
k=2;
while abs(s)<10^-10
    fi(k)=atan((Z+(ei2*b*(sin(B(k-1)))^3))/(p-(a*e2*(cos(B(k-1)))^3)));
    B(k)=atan((b/a)/tan(fi(k)));
    s=fi(k)-fi(k-1)
    k=k+1
end
Fi=fi(k-1)*180/pi;
Lambda=2*atan(Y/(X+sqrt(X^2+Y^2)))*180/pi;
```

فایل **main.m**: این یک فایل عمومی است که میتوانید از توابع بالا استفاده کنید و مقادیر خود را چک کنید.

Geodetic coordinates.exe : این برنامه توسط **C#** به صورت گرافیکی طراحی

شده است و نمای کلی آن به صورت زیر می باشد :

The screenshot shows a Windows application window titled "GEODETIC COORDINATES". The window has a light orange background and a blue title bar with standard Windows window controls (minimize, maximize, close). The interface is divided into two main sections. On the left, there are two radio buttons for selecting the coordinate system: "XYZ 2 F I L H" (selected) and "F I L H 2 XYZ". Below the "XYZ 2 F I L H" option are three input fields for X(m), Y(m), and Z(m). Below the "F I L H 2 XYZ" option are input fields for F I (d/m/s), LAMBDA (d/m/s), and h(m). To the right of these input fields is a small box containing four radio buttons for selecting the hemisphere: N, S, E, and W. On the right side of the window, there is a section titled "Select your Ellips :" followed by a list box containing the following ellipsoids: Airy 1830, Airy 1849, Airy Modified 1965, Australian National, Average Terrestrial System 197, Bessel (Namibia 1841), Bessel (Ethiopia, Indonesia 184), Bessel (Japan 1841), Modified Bessel, Bessel NGO, Bessel, Clarke 1858, Clarke 1858 (AUSLIG), and Clarke 1858-1. At the bottom right of the window are two buttons: "Calculate" and "Exit". At the bottom left, it says "Created by Mehran Ghandehary".

GEODETIC COORDINATES

☒ XYZ 2 F I L H

X(m) =

Y(m) =

Z (m)=

☐ F I L H 2 XYZ

F I (d/m/s) =

LAMBDA (d/m/s)=

h (m) =

☐ N ☐ S

☐ E ☐ W

Select your Ellips :

- Airy 1830
- Airy 1849
- Airy Modified 1965
- Australian National
- Average Terrestrial System 197
- Bessel (Namibia 1841)
- Bessel (Ethiopia, Indonesia 184)
- Bessel (Japan 1841)
- Modified Bessel
- Bessel NGO
- Bessel
- Clarke 1858
- Clarke 1858 (AUSLIG)
- Clarke 1858-1

Calculate Exit

Created by Mehran Ghandehary

شرح جزئیات پروژه :

(1) اجرای برنامه برای نقاط واقع در نواحی شمالی/ جنوبی/ شرقی/ غربی
روی بیضوی WGS84 :

الف) روش تکرار اول

For a North point-----→ $X=0, Y=0, Z=b$

روش تکرار اول -----→ $Fi=-90$, $\text{Lambda}=\text{NAN}$, $h=-6399k$

For a South point-----→ $X=0, Y=0, Z=-b$

روش تکرار اول -----→ $Fi= 90$, $\text{Lambda} =\text{NAN}$, $h=-6399km$

نکته: مقدار h برای هر سه روش به ازای $X=0, Y=0$ (نقاط شمالی و جنوبی)
اشتباه بدست می آید که باید شرط زیر به برنامه اضافه گردد.

If($X=0 \& \& Y==0$) -----→ $h=Z-b$

نکته : در روش اول مقدار Fi به ازای $X=0, Y=0$ (نقاط شمالی و جنوبی)
برای نقطه ی شمالی $Fi=-90$ و برای نقطه ی جنوبی $Fi= 90$ بدست می آید
که باید شرط زیر به برنامه اضافه گردد .

If ($X=0 \& \& Y==0$)-----→ $Fi=-Fi$

For a East point-----→ $X=0, Y=a, Z=0$

Result-----→ $Fi= 0$, $\text{Lambda} =90$, $h=0km$

For a West point-----→ $X=0, Y=-a, Z=a$

Result-----→ $Fi= 0$, $\text{Lambda} =-90$, $h=0km$

نکته ی مهم : به علت مثبت بودن F_i به ازای Z های مثبت و منفی بودن F_i به ازای Z های منفی شرط زیر در تمام برنامه ها وارد می شود :

```
if(Z>=0)
    if(Fi<0)
        Fi=-Fi;
    end
end
if(Z<0)
    if(Fi>0)
        Fi=-Fi;
    end
end
```

ب) روش مستقیم :

این روش به ازای $X=0, Y=0$ جواب ندارد که برای حل آن شرایط زیر را در برنامه ایجاد می کنیم :

```
if(X==0&&Y==0)
    if Z>=0
        h=Z-b;
        Fi=90;
    end
    if Z<0
        h=-Z-b;
        Fi=-90;
    end
    Lambda=0/0;
End
```

For a North point-----→ $X=0, Y=0, Z=b$

Result -----→ $Fi=90$, $\text{Lambda}=\text{NAN}$, $h=0\text{km}$

For a South point-----→ $X=0, Y=0, Z=-b$

Result -----→ $Fi=-90$, $\text{Lambda}=\text{NAN}$, $h=0\text{km}$

For a East point-----→ $X=0, Y=a, Z=0$

Result-----→ $Fi=0$, $\text{Lambda}=90$, $h=0\text{km}$

For a West point-----→ $X=0, Y=-a, Z=a$

Result-----→ $Fi=0$, $\text{Lambda}=-90$, $h=0\text{km}$

(ج) روش تکرار بورینگ :

For a North point-----→ $X=0, Y=0, Z=b$

Result -----→ $Fi=-89^{\circ}39'7.2''$, $\text{Lambda}=\text{NAN}$, $h=0\text{km}$

For a South point-----→ $X=0, Y=0, Z=-b$

Result -----→ $Fi=89^{\circ}39'7.2''$, $\text{Lambda}=\text{NAN}$, $h=0\text{km}$

For a East point-----→ $X=0, Y=a, Z=0$

Result-----→ $Fi=00^{\circ}23'5.28''$, $\text{Lambda}=90$, $h=0\text{km}$

For a West point-----→ $X=0, Y=-a, Z=a$

Result-----→ $F_i=00^{\circ}23'5.28''$, $\text{Lambda} = -90$, $h=0\text{km}$

نکته: در این روش مقدار F_i به ازای نقاط روی محور Z و نقاط بسیار نزدیک به این محور به صورت قرینه است که برای حل این مشکل شروط زیر را به برنامه اضافه می کنیم :

```
if(Z>=0)
    if( $F_i < 0$ )
         $F_i = -F_i$ ;
    end
end
if(Z<0)
    if( $F_i > 0$ )
         $F_i = -F_i$ ;
    end
end
```

نتایج :

1) دقت روش تکرار اول < دقت روش مستقیم < دقت روش تکرار بورینگ

2) سرعت روش تکرار > سرعت روش مستقیم

توجه : نتیجه ی اول در ادامه نقض میشود.

2) مقایسه روشهای مستقیم و دو روش تکراری در محاسبه عرض ژئودتیک و مراحل همگرایی کمیت‌های مورد نیاز :

Known point:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Fi} = 43^{\circ}15'46.2890'' \\ \text{Lambda} = -89^{\circ}59'42.1640'' \\ h = 1382.618 \text{ m} \end{array} \right.$$
$$\left\{ \begin{array}{l} X = 402.3509 \text{ m} \\ Y = -4,652,995.3011 \text{ m} \\ Z = 4,349,760.7775 \text{ m} \end{array} \right.$$

روش تکرار اول :

$$\text{Fi0} = 43^{\circ}15'46.2890''$$

$$\text{Fi1} = 43^{\circ}15'46.2890''$$

$$\text{Lambda} = -89^{\circ}59'42.6788''$$

$$h = 1386.979 \text{ m}$$

روش مستقیم :

$$\text{Fi} = 45^{\circ}52'44.6176''$$

$$\text{Lambda} = -89^{\circ}59'42.1640''$$

$$h = 1386.979 \text{ m}$$

روش تکرار بودیچ :

$$Fi0 = 43^{\circ}15'46.4487''$$

$$Fi2 = 43^{\circ}21'3.9555''$$

$$\text{Lambda} = -89^{\circ}59'42.1688''$$

$$h = 1386.9791 \text{ m}$$

نتیجه 1 : روش تکرار اول دارای بالاترین دقت در محاسبه ی Fi میباشد و دقت آن در حد ثانیه است ولی روش تکرار دوم دارای دقت در حد دقیقه می باشد .
دقت روش مستقیم نیز حدود 1 درجه می باشد.

نتیجه 2: تعداد مراحل تکرار در روش اول کمتر و یا مساوی روش بورینگ بدست می آید.

توجه : نتیجه ی اول در ادامه نقض میشود.

ج) محاسبه ی مختصات منحنی الخط با استفاده از مختصات دکارتی که قبلاً
محاسبه کرده و اختلاف بین تبدیل مستقیم و معکوس :

برای این قسمت برنامه ای طراحی شده که صورت برنامه و توضیح آن در زیر آورده
شده است :

صورت برنامه :

```
clc;clear all;
for i=1:300
    Fi0=randint(1,1,[-90,90]);
    Lambda0=randint(1,1,[-90,90]);
    h0=randint(1,1,[-1000,10000]);
    [X,Y,Z]= fil2xyz(deg2rad(Fi0),deg2rad(Lambda0),h0)
    %First iterative Function
    [Fi1(i),Lambda1,h1]=xyz2filh1(X,Y,Z);
    %Close form Function dont have soulotion
    [Fi2(i),Lambda2,h2]=xyz2filh2(X,Y,Z);
    %itterative Bowring Function
    [Fi3(i),Lambda3,h3]=xyz2filhBowring(X,Y,Z);
    e1(i)=Fi1(i)-Fi0;
    e2(i)=Fi2(i)-Fi0;
    e3(i)=Fi3(i)-Fi0;
end
mean1=mean(e1)
mean2=mean(e2)
mean3=mean(e3)
std1=std(e1)
std2=std(e2)
std3=std(e3)
stem(Fi1,e1)
stem(Fi3,e2)
stem(Fi3,e3)
```

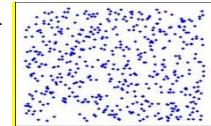
شرح برنامه :

ابتدا 300 نقطه به صورت تصادفی با شرایط زیر انتخاب شد :

$$-90 < \text{Fi}0 < 90$$

$$-90 < \text{Lambda}0 < 90$$

$$-1000 < h0 < 10000$$



X,Y,Z محاسباتی



Fi1 محاسبه شده با روش تکرار اول

Fi2 محاسبه شده با روش مستقیم

Fi13 محاسبه شده با روش تکرار بورینگ



E1=Fi1- Fi0 خطای روش تکرار اول

E2= Fi2 - Fi0 خطای محاسبه شده با روش مستقیم

E3=Fi13- Fi0 خطای محاسبه شده با روش تکرار بورینگ



$$\overline{E1}=0.0068 \text{ deg}$$

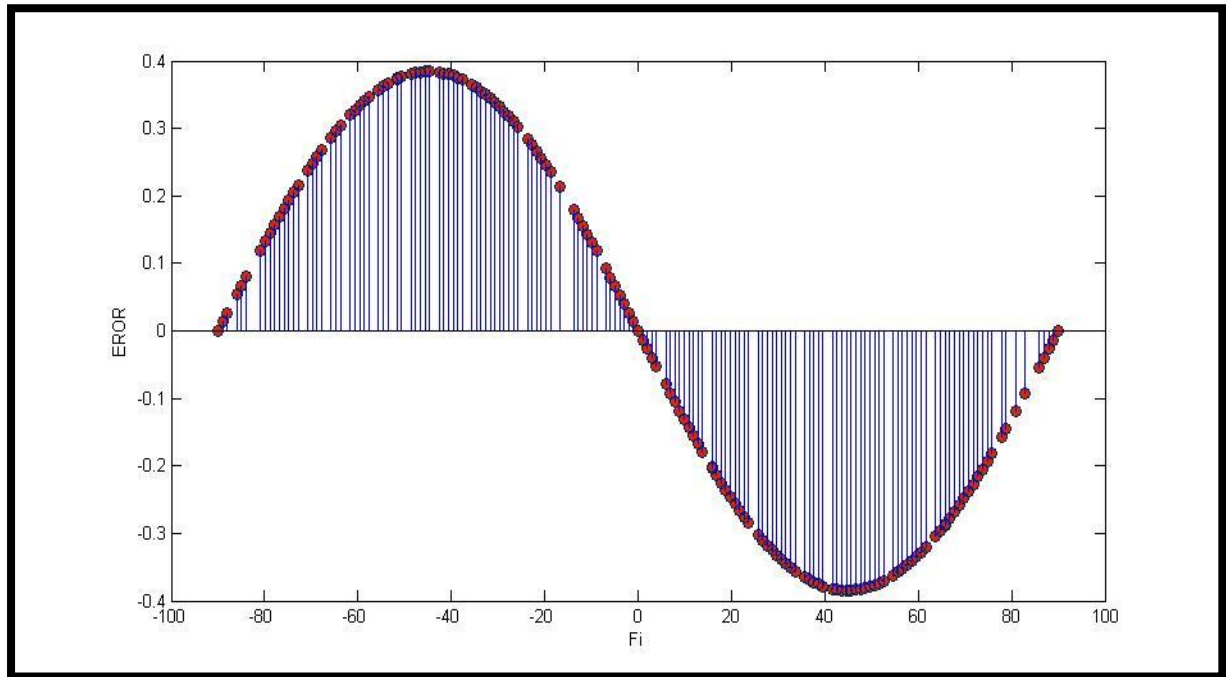
(میانگین مقادیر خطا)

$$\overline{E2}=-0.1184 \text{ deg}$$

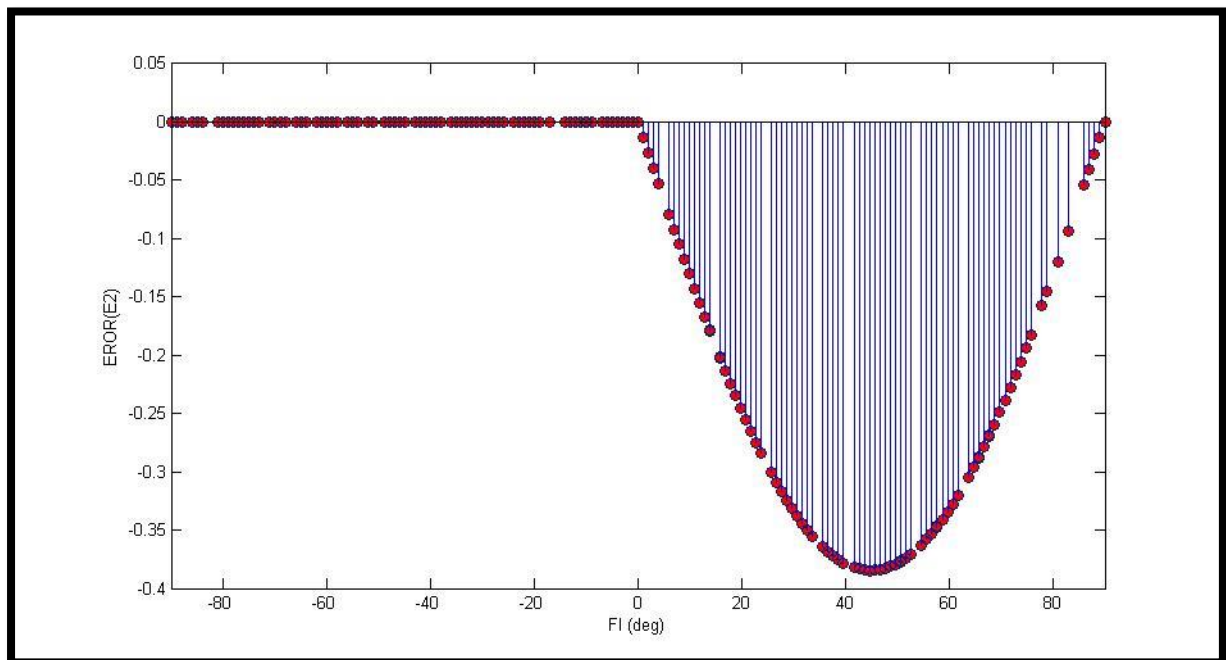
$$\overline{E3}=0.0103 \text{ deg}$$



رسم نمودار خطا بر حسب عرض ژئودتیک برای مقادیر حاصل از روش اول

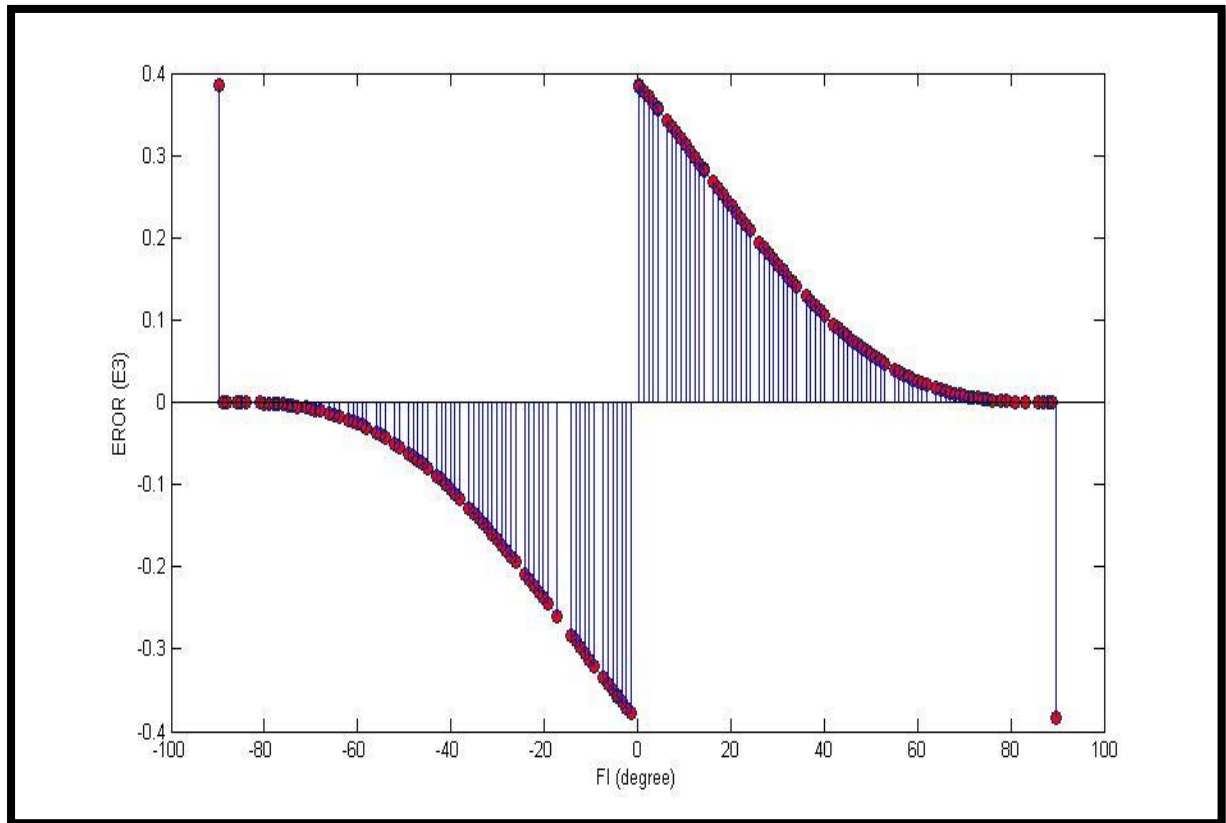


رسم نمودار خطا بر حسب عرض ژئودتیک برای مقادیر حاصل از روش
مستقیم





رسم نمودار خطا بر حسب عرض ژئودتیک برای مقادیر حاصل از روش
بورینگ



نتایج

✓ شاید در نگاه اول با مشاهده ی میانگین بردارهای خطا دقت روش تکرار اول را بیشتر از دو روش دیگر ارزیابی کنیم در صورتی که این برنامه برای 200 نقطه نیز تکرار گردید و دقت روش بورینگ ماکزیمم شد .
✓ با توجه به نمودارهای رسم شده دقت هر روش در بازه ای مینیمم و در بازه ای ماکزیمم می گردد.

روش تکرار اول -----> به ازای مقادیر F_i نزدیک به 0 و 90 و -90 و دارای ماکسیمم دقت است.

روش مستقیم -----> برای F_i منفی دارای خطای صفر است.

روش تکرار بورینگ ---> برای F_i نزدیک به صفر دارای ماکزیمم خطا و F_i نزدیک به 90 و -90 مینیمم خطا را داراست.

✓ ماکزیمم خطا در هر سه روش با هم برابر و در حدود 20 دقیقه میباشد.
✓ این برنامه برای 500 نقطه تکرار و نتایج زیر حاصل شد:

$$\overline{E1} = -0.00088508 \text{ deg}$$

$$\overline{E2} = -0.1227 \text{ deg} \quad (\text{میانگین مقادیر خطا})$$

$$\overline{E3} = 0.0061 \text{ deg}$$

$$\text{Std}(E1) = 0.2727 \text{ deg}$$

$$\text{Std}(E2) = 0.1494 \text{ deg} \quad (\text{انحراف استاندارد مقادیر خطا})$$

$$\text{Std}(E3) = 0.1761 \text{ deg}$$

د) اثر عدم قطعیت در ارتفاع ژئوئید و ارتفاع ژئودتیک

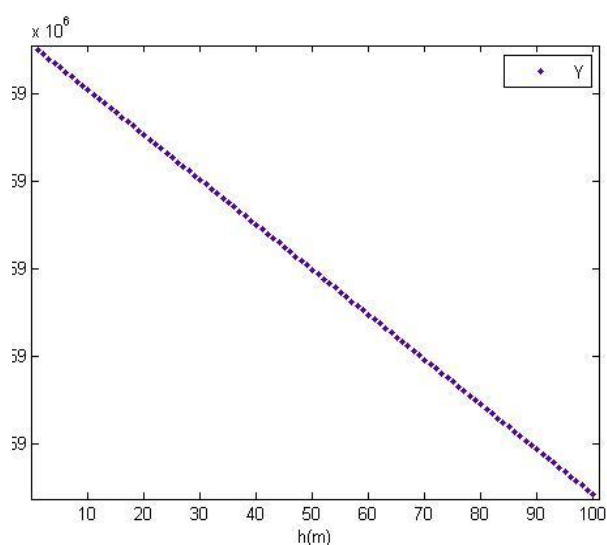
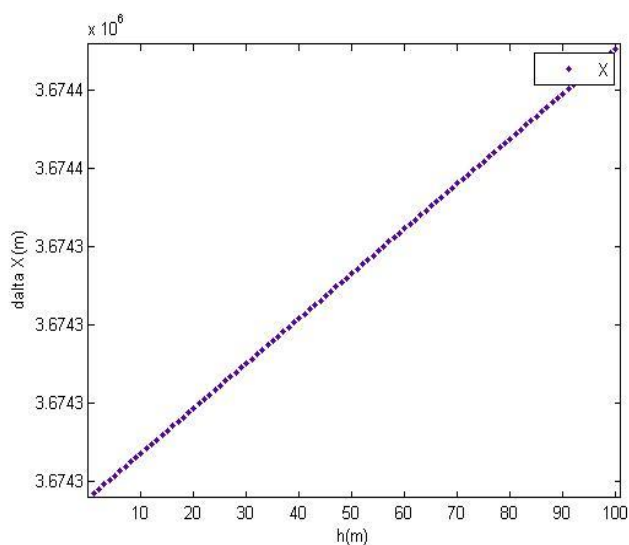
در این بخش میزان تغییرات Z, Y, X یک نقطه به خاطر عدم قطعیت h و تغییر آن در بازه ی 2 تا 100 متر را بررسی می کنیم.

ابتدا مساله را در دو بعد بررسی می کنیم :



تغییرات X, Y, Z با توجه به نمودار یا به صورت نزولی و یا به صورت صعودی می باشد.

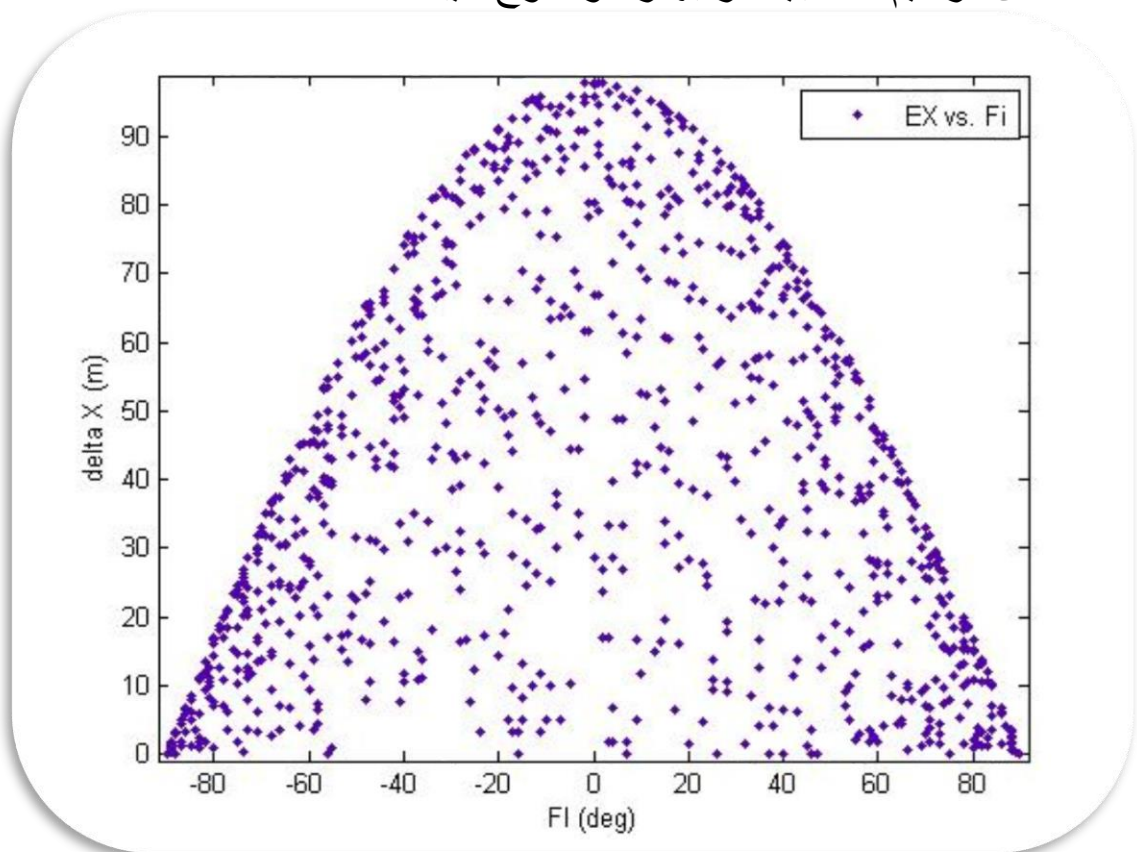
تغییرات Z, Y, X نیز در بازه ی 2 تا 100 می باشد

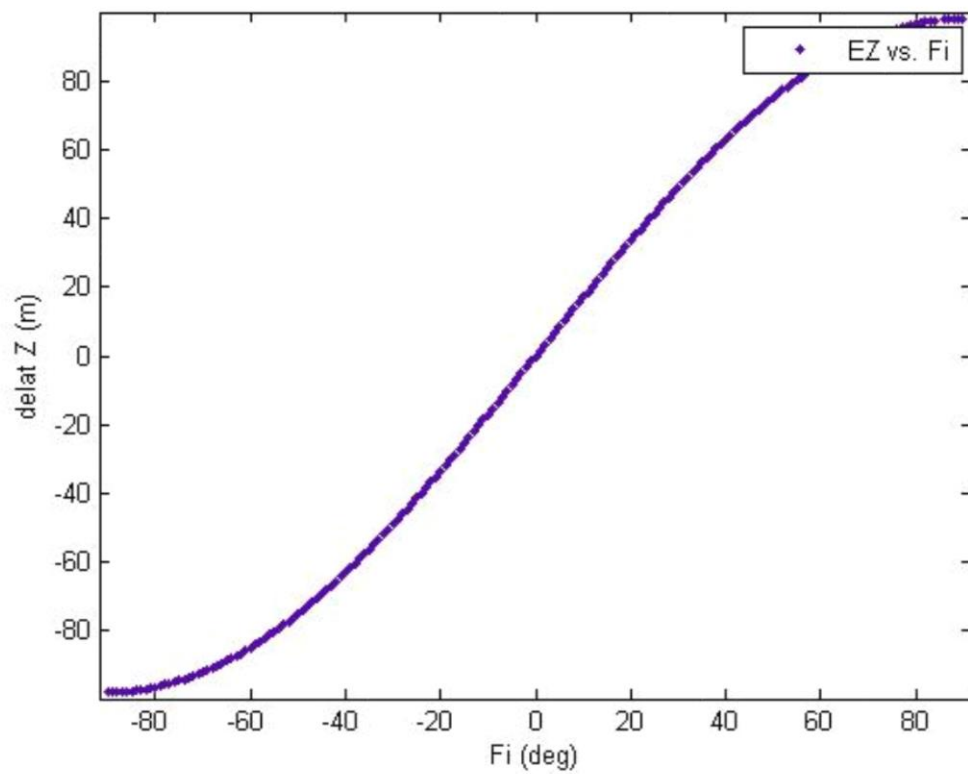
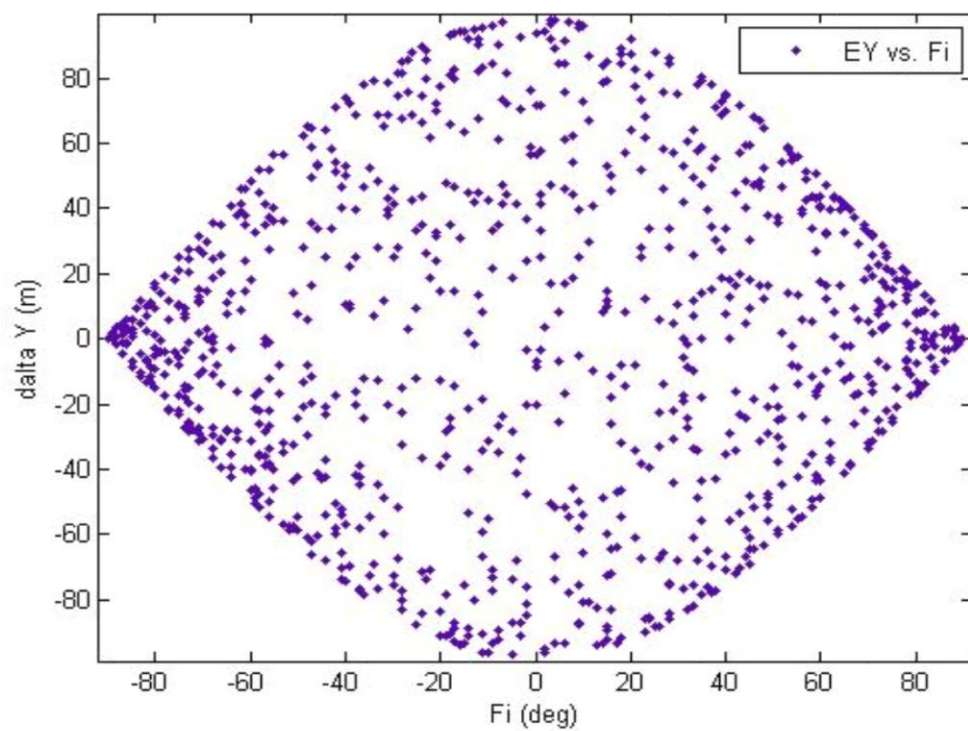


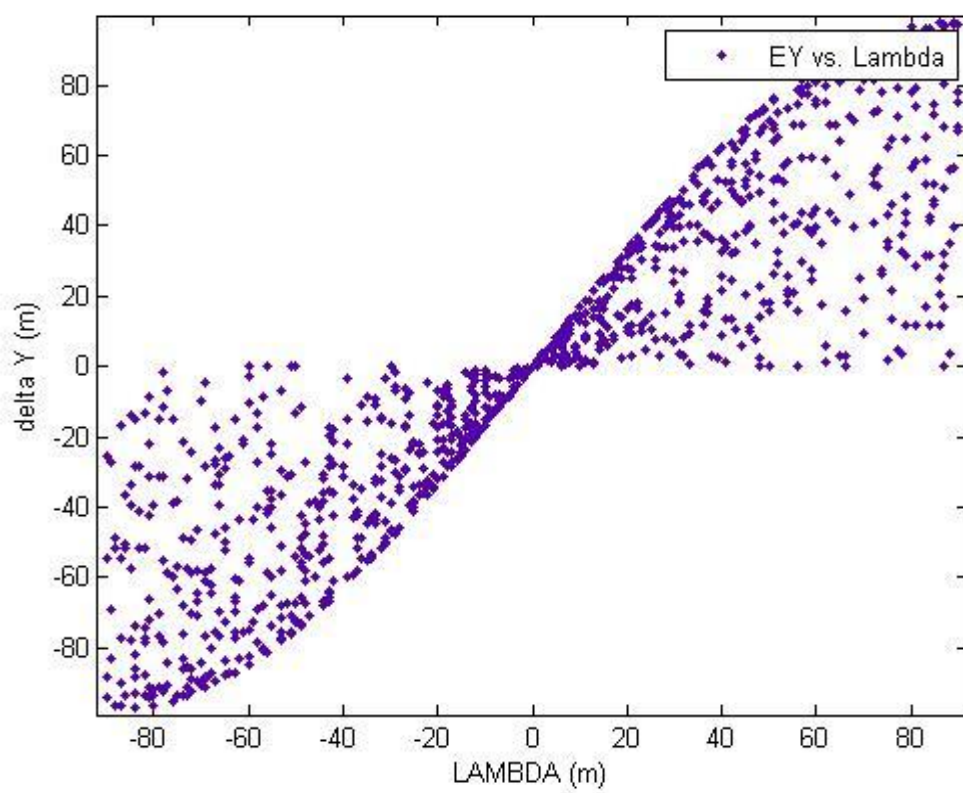
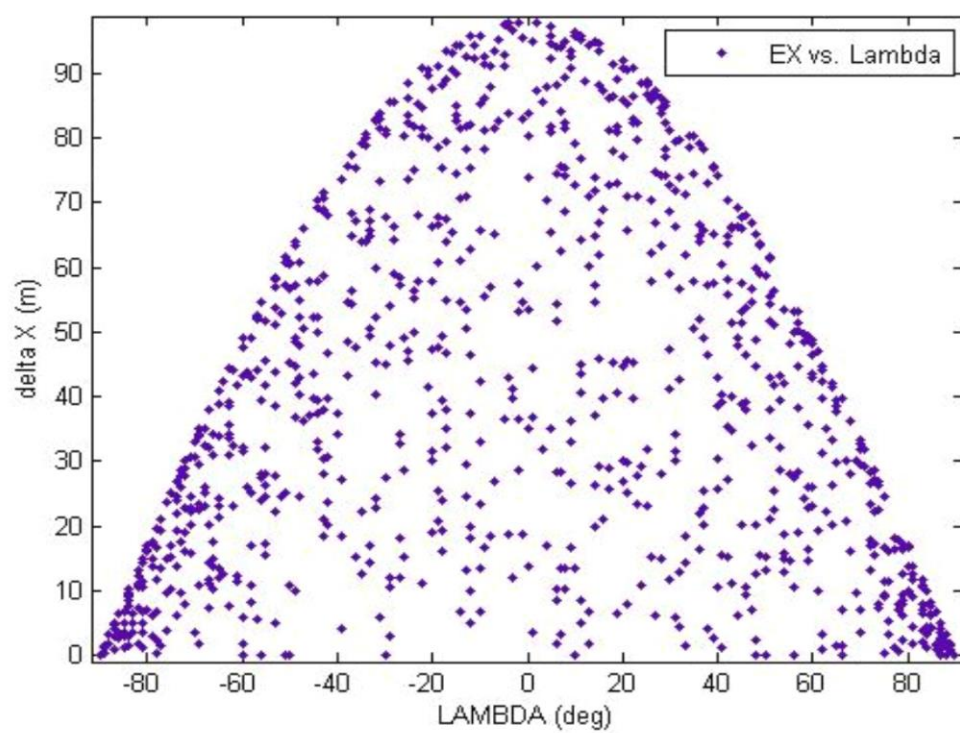
اما این موضوع در سه بعد نیز مورد ارزیابی قرار گرفت :
مساله ی بالا که برای یک نقطه بود با نوشتن برنامه ای برای 1000 نقطه به صورت رندوم در سیستم مختصات ژئودتیک صورت گرفت .

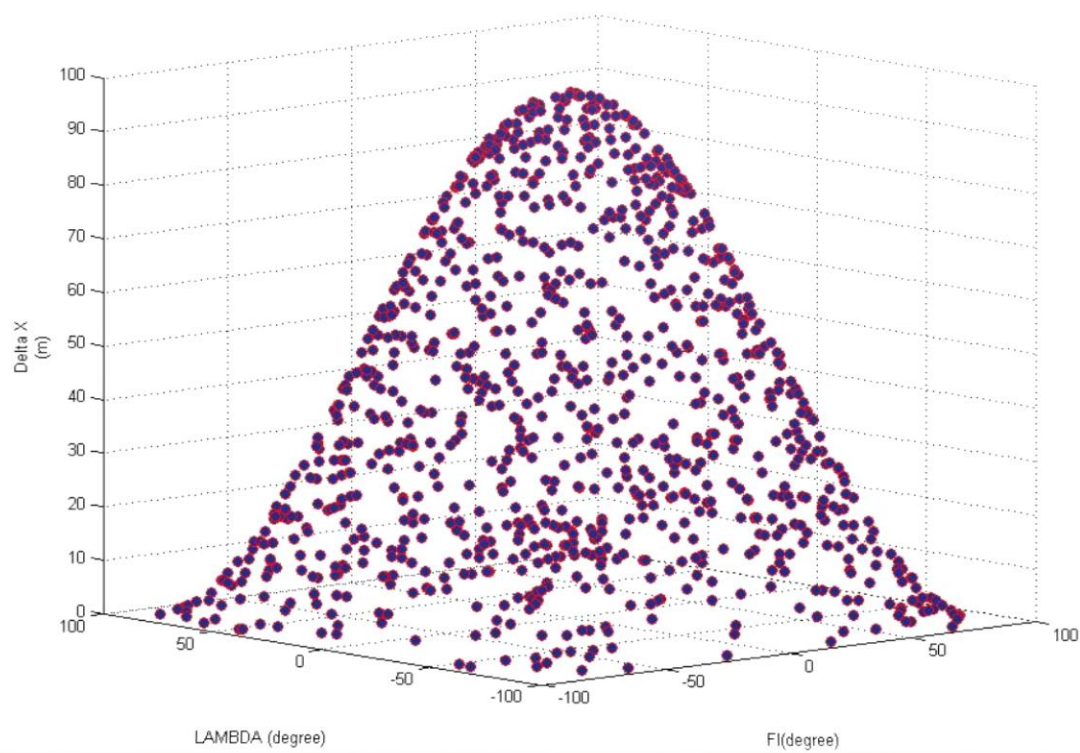
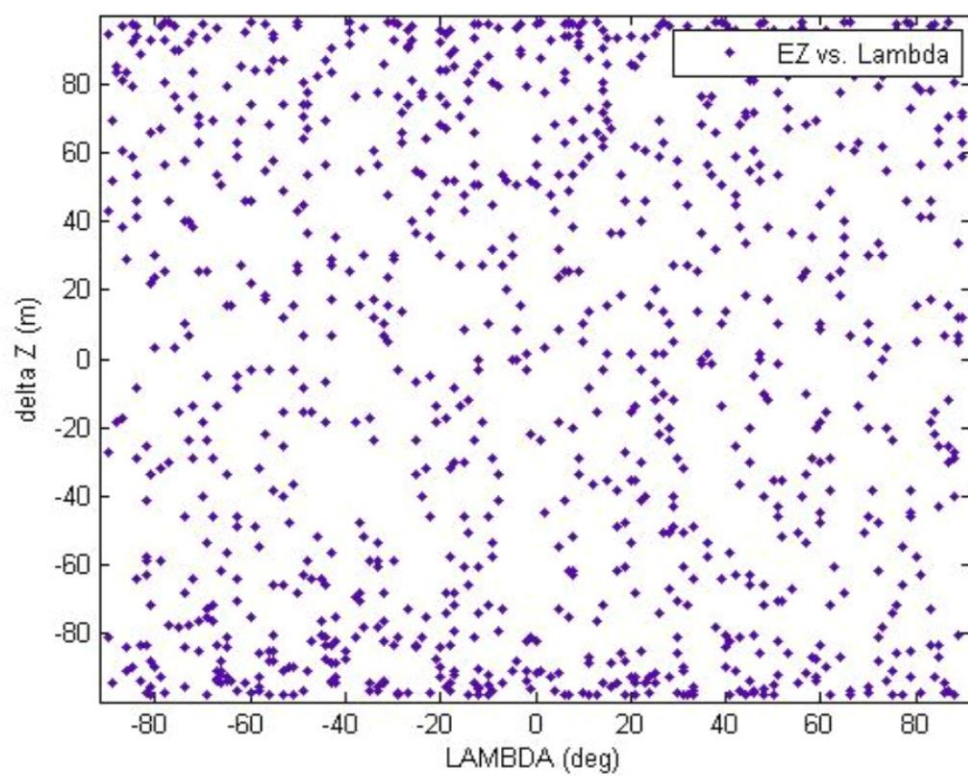
```
clc;clear all;  
for i=1:1000  
    Fi(i)=randint(1,1,[-90,90]);  
    Lambda(i)=randint(1,1,[-90,90]);  
    for j=1:100  
        [X(j),Y(j),Z(j)]=  
        fil2xyz(deg2rad(Fi(i)),deg2rad(Lambda(i)),j)  
    end  
    EX(i)=X(100)-X(2);  
    EY(i)=Y(100)-Y(2);  
    EZ(i)=Z(100)-Z(2);  
End
```

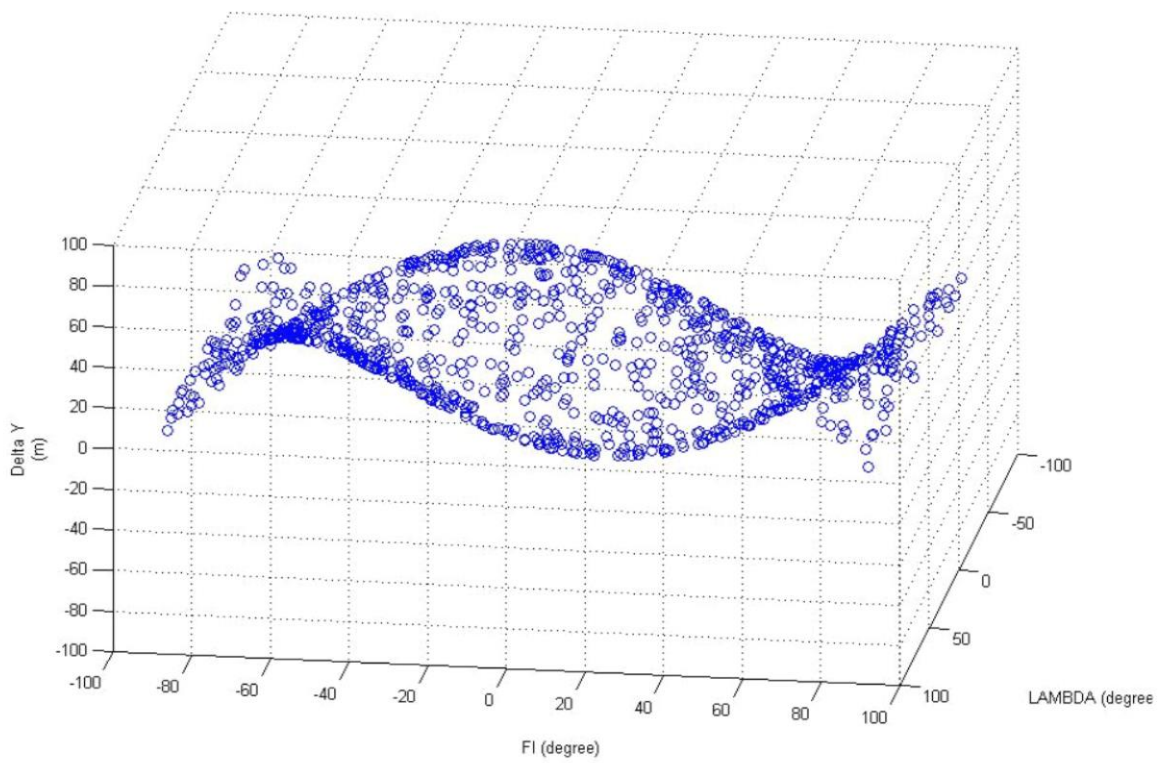
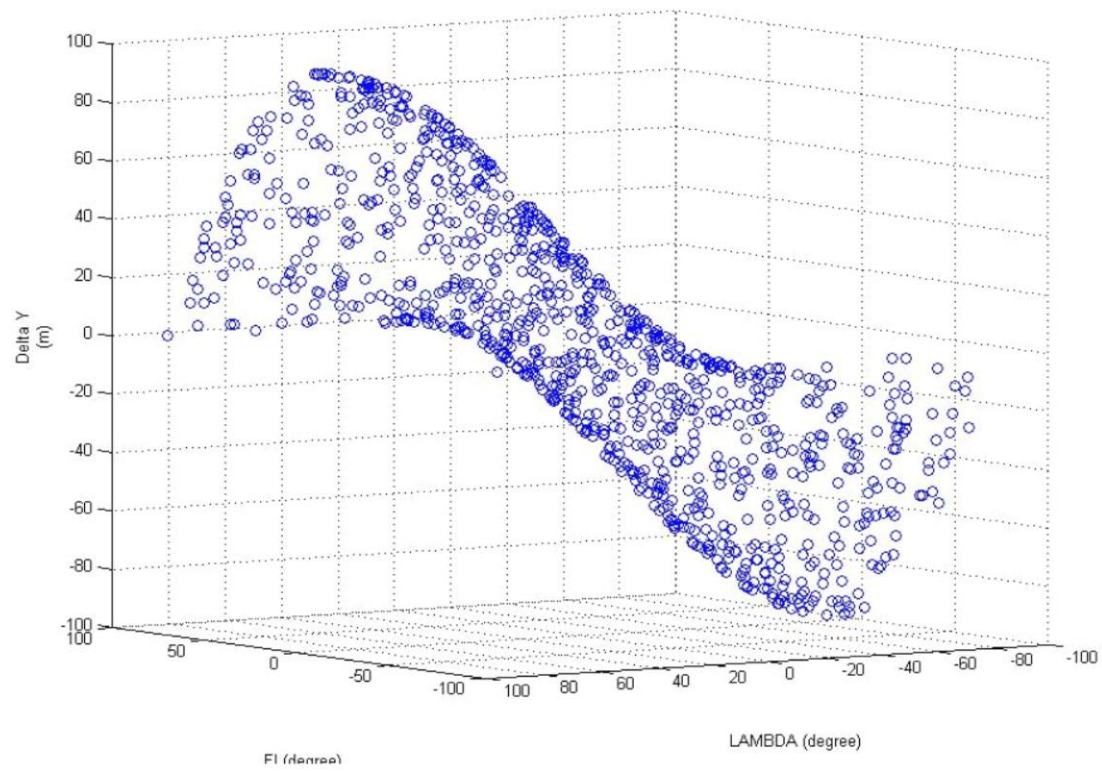
شکل های ترسیم شده بیانگر بهتر موضوع میباشد .

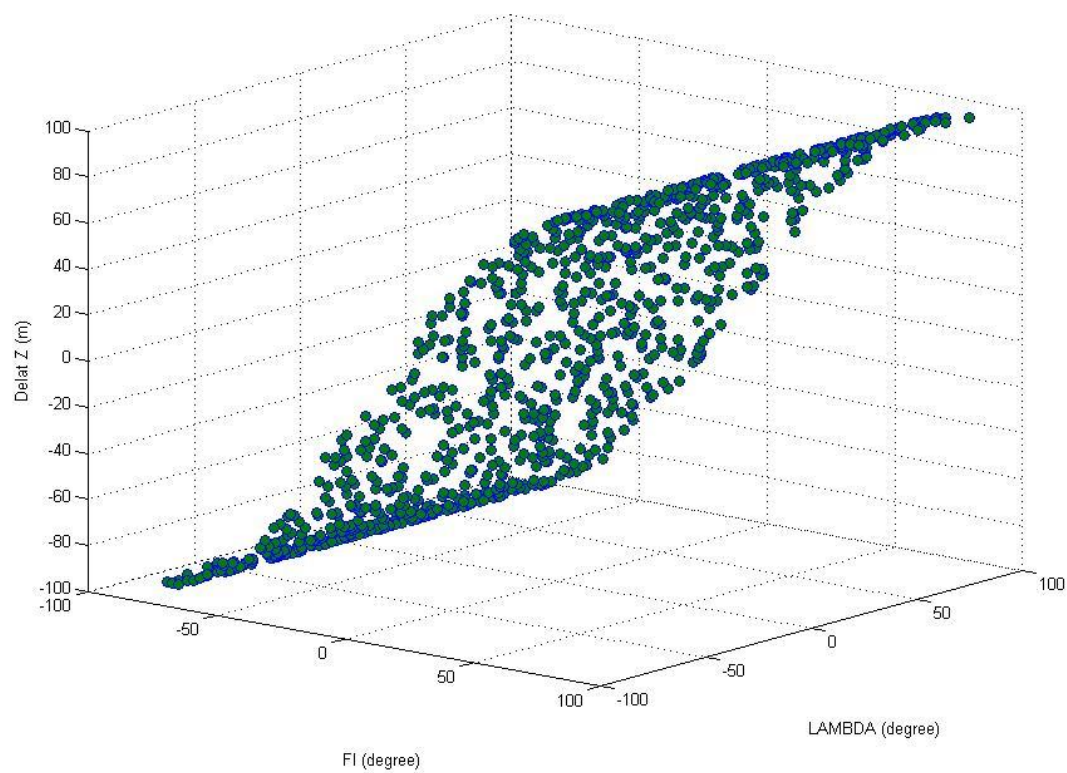
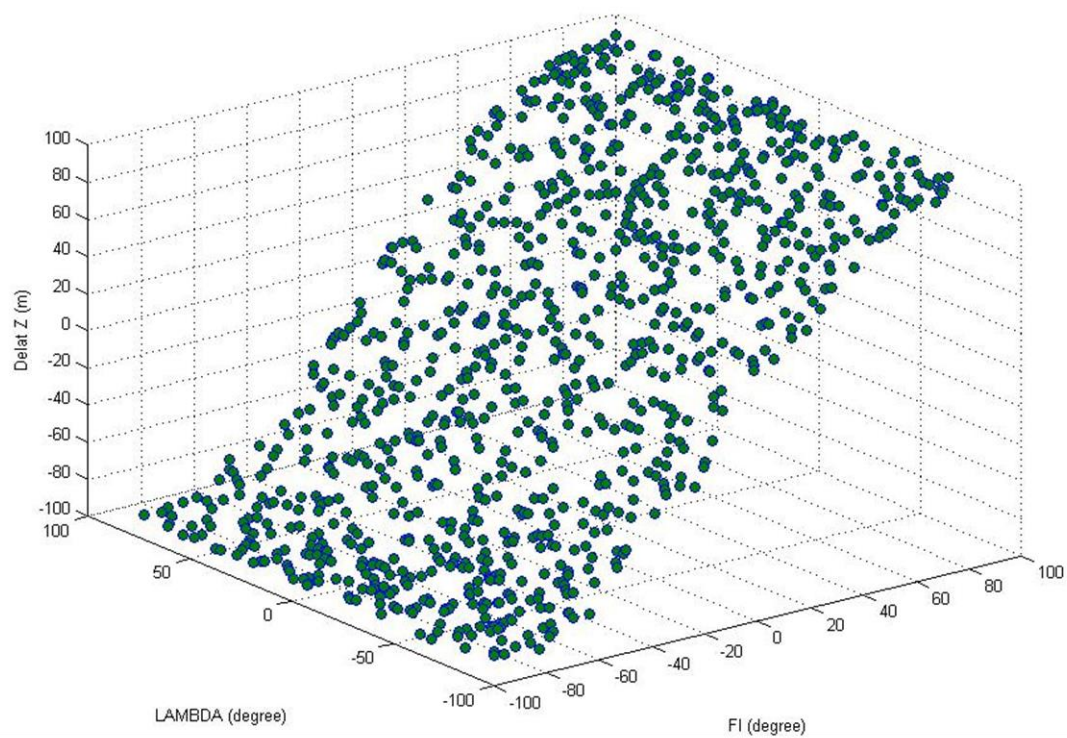












با توجه به نمودارهای بالا متوجه میشویم میزان تاثیر عدم قطعیت h در مختصات تابع مکان نقطه بر روی بیضوی می باشد .

توجه : در تمام برنامه های واحدها بر حسب متر می باشد و هدف رسیدن به دقت میلیمتر است .