



آموزش مقدماتی نرم افزار

MATLAB

دانشگاه کیلان – دانشکده علوم پایه

دکتر مشایخی

www.ControlMakers.ir

مقدمه :

مجموعه ای که در مقابل شما قرار دارد برای آموزش مقدماتی نرم افزار MATLAB آماده شده است. در این مجموعه سعی شده است اکثر دستورات و فرامین مهم و کاربردی برای کار با این نرم افزار مشهور و پر کاربرد به شکل ساده بیان شود.

برای مهارت هر چه بیشتر در استفاده از MATLAB توصیه می شود تمامی دستورات آورده شده در متن را در محیط نرم افزار تایپ کرده و فرجی را ببینید. برای اینکه مجم این مجموعه آموزشی زیاد نشود فرجی ها و نمودار ها درج نشده اند لذا شما با اجرای این فرامین هم مهارت بیشتری در کار با نرم افزار MATLAB پیدا می کنید ، هم می توانید فرجی ها و نمودار را ببینید و آنها را با هم مقایسه کنید.

توجه داشته باشید تنها راه مهارت تمرین و فقط تمرین است لذا سعی کنید تا توابع ، نمودار ها ، معادلات ، انتگرال ها و سایر چیزهایی که می توانید با نرم افزار MATLAB انجام دهید را با این برنامه بی نظیر اجرا کنید.

با امید اینکه این مجموعه آموزشی بتواند راه گشای مشکلات شما باشد

دانشگاه گیلان - دانشکده علوم پایه

پاییز - 1386

قبل از شروع به معرفی چند عمل مهم و عمومی در محیط نرم افزار MATLAB می پردازیم .
برای اجرای هر دستور پس از تایپ کردن آن کافیسست کلید Enter را از صفحه کلید فشار دهید تا دستور اجرا شود.

با تایپ دستور clc محیط Command Window (محیط اصلی کار در MATLAB) پاک می شود.

حال به توضیح سایر موضوعات می پردازیم ...

ماتریس ها :

برای نمایش ماتریس ها در MATLAB بدین صورت عمل می کنیم :

```
>>a=[1 2 3;7 8 10;12 14 19]
```

با زدن کلید Enter و اجرای این دستور ماتریس زیر نمایش داده می شود

a=

1	2	3
7	8	10
12	14	19

سطر ها توسط سمی کالن از هم جدا می شوند و بین اعداد باید فاصله وجود داشته باشد.

عملیات ماتریسی :

برای ترانهاده یک ماتریس (مثلا ماتریس مثال قبل) از دستور زیر استفاده می کنیم :

```
>>a'
```

برای مشاهده عناصر قطر اصلی دستور زیر را تایپ کنید :

```
>>diag(a)
```

با اجرای این دستور فروجی عناصر قطر اصلی خواهد بود.

در صورتیکه قصد جمع کردن عناصر سطر اول ماتریس a را دارید می توانید از دستور زیر استفاده کنید :

```
>>a(1,1)+a(1,2)+a(1,3)
```

برای جمع سایر عناصر با یکدیگر نیز به همین موال عمل می کنیم.

در ضرب دو ماتریس در یکدیگر (ضرب درایه در درایه) باید دقت کنیم. برای درک بیشتر موضوع دستور زیر را اجرا کنید :

```
>>a=[1 2 4 3];b=[3 4 3 2];
```

```
>>a*b
```

شما با یک خط (روبرو می شوید. برای ضرب دو ماتریس در هم باید به این شکل عمل کنیم :

```
>>a.*b
```

ماتریس زیر را در نظر بگیرید :

```
>>a=[1 1+i 2;2-i 3+8*i 2;i 2 7+2*i];
```

مالا دستورات زیر را اجرا نمایید و خروجی ها را مقایسه کنید :

```
>>a'
```

```
>>a.'
```

دستور دوم (a.') فقط ترانزپوز ماتریس a را نشان می دهد اما دستور اول (a') علاوه بر این کار مزدوج ماتریس را نیز مناسبه می کند.

عملگر کالن :

وقتی به یک بازه ی عددی با گام مشخص امتیاج دارید ، عملگر کالن به کمک شما می آید. مثلا دستور زیر اعداد 100 تا 50 را با گام 7- نمایش می دهد. آن را در MATLAB تایپ کنید و خروجی را ببینید :

```
>>100:-7:50
```

از این عملگر می توان برای تعیین بازه به خصوص برای رسم نمودار ها بهره برد. با اضافه کردن سمی کالن (;) به انتهای هر دستور خروجی نمایش داده نمی شود ولی دستور در Workspace (پنجره سمت چپ- بالا) ذخیره می شود. در واقع این کار مانع از شلوغ شدن Command Window می گردد. می توانید دستور زیر را با سمی کالن و بدون آن اجرا کنید تا متوجه شوید.

```
>>b=1:0.1:10
```

مجموع تمامی آرایه های یک ماتریس :

برای مناسبه ی مجموع تمامی آرایه های یک ماتریس از دستور زیر استفاده می کنیم :

```
>>m=[10 14 20;12 18 -2;1 4 3];
```

```
>>sum(m(:))
```

متغیرها در MATLAB :

برخلاف سایر برنامه ها مثلا C و C++ در MATLAB نیازی به تعریف متغیرها نیست. مثلا برای نسبت دادن عدد 25 به num این طور می نویسیم :

```
>>num=25
```

یا برای نسبت دادن حرف K به متغیر a تایپ می کنیم :

```
>>a='K'
```

برای نوشتن اعداد علمی باید از روش زیر پیروی کنیم :

```
>>a=1.5e-10
```

فروجهی این دستور عدد 1.5×10^{-10} است.

ذخیره ی متغیرها :

برای ذخیره ی همه ی متغیرهای موجود در پنجره ی Workspace می توانید در این پنجره رایت کلیک کنید و گزینه ی save workspace As... را انتخاب کنید.

اگر می فواید فقط یک متغیر را ذخیره کنید روی آن رایت کلیک کنید و گزینه save selection As ... را برگزینید.

نحوه ی نمایش اعداد در MATLAB :

در نرم افزار MATLAB گزینه ی پیش فرض برای نمایش اعداد تا 4 رقم اعشار است که معادل دستور format short است ولی می توان نمونه نمایش اعداد را تغییر داد. برای اینکه نمایش اعداد را به 16 رقم اعشار تغییر دهیم دستور زیر را استفاده می کنیم :

```
>>format long
```

و دستور زیر هم اعداد را به صورت مثبت و منفی و صفر نمایش می دهد :

```
>>format plus
```

برای مشاهده ی تفاوت بین این حالت ها تمرین های زیر را انجام دهید و به تفاوت فروجهی ها دقت کنید :

```
>>format short
```

```
>>sqrt(2)
```

```
>>format long
```

```
>>sqrt(2)
```

توابع در MATLAB :

برای مشاهده کلیه توابع موجود در MATLAB کفیسست دستور زیر را تایپ کنید :

```
>>help elfun
```

برای اعمال هر یک از این توابع بر روی یک متغیرها کفیسست متغیرها را در یک پرانتز جلوی

تابع مورد نظر تایپ کنید مثلا تابع sin بر روی متغیر x اینگونه عمل می کند :

```
>>sin(x)
```

حال به توضیح اجمالی از عملکرد برخی از این توابع می پردازیم :

نام تابع	عملکرد تابع
log	مماسبه ی لگاریتم لپرین
log 10	مماسبه ی لگاریتم در پایه ی 10
sqrt(x)	رادیکال x
abs	مماسبه ی قدرمطلق یک عدد مختلط
angle	مماسبه ی زاویه یک عدد مختلط
conj	مماسبه ی مزدوج مختلط
imag	نمایش قسمت موهومی یک عدد مختلط
real	نمایش قسمت مقیقی یک عدد مختلط
isreal	مشخص می کند عدد مقیقی ست یا مختلط
sinh	مماسبه ی سینوس هایپربولیک
asin	مماسبه ی آرک سینوس
asinh	معکوس سینوس هایپربولیک
و به همین ترتیب برای سایر توابع مثلثاتی	
atan2	زاویه ی یک نقطه در مختصات دکارتی
Fix	گرد کردن به سمت صفر
floor	گرد کردن به سمت منفی بی نهایت
ceil	گرد کردن به سمت مثبت بی نهایت
round	گرد کردن به سمت نزدیکترین عدد صحیح
mod	باقیمانده ی تقسیم با علامت
Sign	تابع علامت



برای آمادگی بیشتر تمرین های زیر را انجام دهید تا با کاربرد این توابع آشنا شوید.

```
>>r=(1+sqrt(5))/2
```

```
r=
```

```
1.6180
```

```
>>a=abs(3+4*j)
```

```
a=
```

```
5
```

اعداد زیر را در نظر بگیرید :

```
>>w=2.67;x=2.36;y=-3.67;z=-3.24;
```

```
>>fix(w)
```

```
ans=
```

```
2
```

```
>>fix(y)
```

```
ans=
```

```
-3
```

```
>>floor(y)
```

```
ans=
```

```
-4
```

```
>>ceil(w)
```

```
ans=
```

```
3
```

```
>>ceil(y)
```

```
ans=
```

```
-3
```

```
>>round(w)
```

```
ans=
```

```
3
```

```
>>round(y)
```

```
ans=
```

```
-4
```

چند جمله ای ها در MATLAB :

توابع موجود در MATLAB جهت کار با چند جمله ای ها با اجرای دستور زیر مشاهده می شود :

```
>>help polyfun
```

برای وارد کردن یک چند جمله ای مثل $4x^3-8x^2+7x-5$ در MATLAB به این صورت تایپ می

کنیم :

```
>>a=[4,-8,7,-5]
```

جبر چندجمله ای ها:

برای جمع چند جمله ای ها دو بردار مربوط به ضرایب دو چندجمله ای را با هم جمع می کنیم. در صورت یکسان نبودن درجه ی دو چندجمله ای به چندجمله ای با درجه ی کمتر صفر اضافه می کنیم. به عنوان مثال برای جمع $f(x)=9x^3-5x^2+3x+7$ با $g(x)=6x^2-2x+2$ باید اینطور بنویسیم:

```
>>f=[9,-5,3,7]
>>g=[6,-2,2]
>>g=[0,g]
>>h=f+g
```

ریشه های یک چند جمله ای:

برای بدست آوردن ریشه های یک چندجمله ای مثل $r=x^4+7x^3-8x+12$ باید اینگونه عمل کنیم:

```
>>r=[1,7,0,-8,12];
>>R=roots(r)
```

اجرای دستور $roots(r)$ ریشه ای معادله مورد نظر را به ما می دهد.

حال اگر بخواهیم با داشتن ریشه های یک چندجمله ای فود چندجمله ای را بدست آوریم از دستور $poly$ استفاده می کنیم. مثلا برای همین ریشه های چند جمله ای r این دستور را اجرا می نماییم:

```
>>poly(r)
```

محاسبه ی جواب های n معادله n مجهول:

فرض کنید می خواهیم جواب های دستگاه زیر را توسط MATLAB بدست آوریم.

$$\begin{cases} 3x_1+5x_2-2x_3=10 \\ x_1+2x_2+x_3=-2 \\ -x_1+x_2+3x_3=6 \end{cases}$$

باید در MATLAB اینطور بنویسیم:

```
>>a=[3 5 -2;1 2 1;-1 1 3];    ماتریس ضرایب
>>b=[1;3;6];
>>X=a\b
```

دستور پایانی وقتی که ماتریسهای a و b را وارد کنیم ماتریس مجهولات را بدست می دهد.

رسم توابع معمولی در MATLAB :

برای رسم توابع معمولی در MATLAB از دستور Plot استفاده می شود. به این مثال توجه کنید :

```
>>y=2:0.3:10;  
>>plot(y)
```

برای رسم توابع مختلط نیز اینگونه عمل می کنیم :

```
>>z=0.1+0.9*i;  
>>n=[0:0.01:10];  
>>plot(z.^n)
```

دستور plot اگر به صورت دو آرگومان استفاده شود، آرگومان دوم را بر حسب آرگومان اول رسم می کند. به این مثال توجه کنید :

```
>>x=0:pi/100:2*pi;  
>>y1=sin(x);  
>>y2=sin(x-0.25);  
>>y3=sin(x-0.5);  
>>plot(x,y1,x,y2,x,y3)
```

البته به جای این دستور می توان از دستور legend نیز بهره برد.

```
>>legend('sin(x)', 'sin(x-0.25)', 'sin(x-0.5)')
```

اضافه کردن توضیحات به نمودار :

شما می توانید به نمودار توضیحاتی اضافه کنید مثلاً می توانید محورها را نام گذاری کنید.

```
>>x=0:pi/100:2*pi;  
>>y=sin(x);  
>>xlabel('0\leq x \leq 2\pi')  
>>ylabel('sin(x)')  
>>title('y=sin(x), 0\leq x \leq 2\pi')
```

دستورات Axis , Grid , text :

دستور Axis برای نمودارهای دوبعدی به صورت کلی زیر به کار می رود:

```
Axis([XMIN XMAX YMIN YMAX])
```

به مثال زیر توجه کنید :

```
>>x=-pi:pi/100:pi;  
>>y=sin(x);  
>>plot(x,v):axis([-pi pi -1 1]):grid
```

>> text(1, 1/3, 'Made By MATLAB')

دستور text عبارت داخل دو علامت ' را در مفاصل $x=1$ و $y=-1/3$ نمایش می دهد.

رسم نمودارهای قطبی :

برای رسم نمودارهای قطبی از دستور polar با شکل کلی زیر استفاده می شود :

polar(THETA , RHO)

این دستور مانند دستور plot عمل می کند. نمونه ای از این دستور را ببینید :

```
>>th=0:0.1:2*pi;          این دستور بازه ی تتا را به صورت  $0 \leq \theta \leq 2\pi$  نمایش می دهد
>>r=2./(1-0.5*cos(th));
>>polar(th,r)
```

رسم نمودارهای دو و سه بعدی :

این بخش را با مثالی توضیح می دهیم :

```
>>t=0:pi/100:2*pi;
>>plot3(t,sin(t),cos(t))
```

برای رسم نمودارهای 2 بعدی از دستور ezplot استفاده می کنیم :

```
>>syms x
>>ezplot(x^2)
```

دستور syms متغیر x را به صورت یک متغیر نمادین تعریف می کند و دیگر نیازی به نسبت دادن یک عدد به آن نیست.

برای رسم نمودارهایی به شکل $f(x) = f(y)$ به این صورت عمل می کنیم. فرض کنید می خواهیم نمودار $\sin(x^2) = \cos(y)$ را رسم کنیم :

```
>>syms x y
>>ezplot(sin(x^2)-cos(y))
```

برای اینکه نمودار $z=x^2+y^2$ را سه بعدی ببینید دستور زیر را اجرا کنید :

```
>>syms x y
>>ezsurf(x^2+y^2)
```

تابع Meshgrid :

توابع $z=f(x,y)$ نشان دهنده ی سطحی است که در محورهای x و y و z رسم شده است. تابع mesh برای رسم چنین منمنی هایی به کار می رود، البته قبل از استفاده از این تابع باید مجموعه نقاطی در صفحه ی x-y تولید کرد. حالت کلی این تابع به شکل زیر است :

$[x,v]=\text{MESHGRID}(x,v)$ تولید مجموعه نقاط در صفحه

به این مثال توجه کنید :

```
>>x=-2:0.2:2;  
>>y=-2:0.2:2;  
>>[x,y]=meshgrid(x,y);  
>>z=x.*exp(-x.^2-y.^2);  
>>mesh(z)
```

توجه کنید که نباید گام اعداد را کوچک انتخاب کنید.

دستور surface مثل دستور meshgrid است با این تفاوت که سطح را سایه می زند.

به عنوان مثال در ادامه ی مثال قبلی می نویسیم :

```
>>surf(x,y,z)
```

ذخیره و ویرایش نمودارها :

برای ویرایش و ذخیره نمودارها پس از نوشتن دستورات لازم، نمودار در پنجره ی Figure نمایش داده می شود. برای ذخیره کردن نمودار با فرمت هایی مثل jpg یا bmp از منوی file گزینه ی Export را انتخاب کنید.

در منوی Edit بر روی Figure properties کلیک کنید. در پنجره ی باز شده، در تب Style می توانید رنگ پس زمینه نمودار را تغییر دهید (در قسمت color). در همین منو گزینه ی دیگری با نام Axes properties وجود دارد، روی آن کلیک کنید. پنجره ای باز می شود که توسط آن می توانید label ، title ، رنگ ، نوع خط و ... را به دلفواه تعیین کنید.

رسم نمودار های میله ای و دایره ای :

برای توضیح این بخش به چند مثال اشاره می کنیم :

```
>>y=[8 4 3 2;7 2 1 4;5 4 2 1;7 6 9 2];  
>>bar(y)
```

دستور زیر ماتریس y را به صورت میله ای - سه بعدی رسم می کند :

```
>>bar3(y)
```

برای رسم نمودار افقی هم دستور زیر را به کار می بریم :

```
>>barh(y)
```

رسم نمودار دایره ای با دستور pie انجام می شود. مثال زیر را ببینید :

```
>>x=[2,12,4,1,8];  
>>pie(x)
```

مشتق :

برای مشتق گیری از یک تابع ریاضی، ابتدا تابع مورد نظر را تعریف می کنیم و با استفاده از دستور diff از آن مشتق می گیریم.

```
>>syms x a } تعریف تابع  
>>f=sin(a*x) } مورد نظر  
>>diff(f)
```

برای مشتق گیری بر حسب متغیر دیگری مثلا u کافیسست متغیر مورد نظر را به عنوان آرگومان دوم در دستور diff تایپ کنیم. آرگومان سوم نیز مرتبه ی مشتق را تعیین می کند. به شکل کلی این دستور نگاه کنید :

$\text{diff}(X, N, \text{DIM})$

که در آن X تابع مورد نظر ، N متغیری که می فواییم نسبت به آن مشتق بگیریم و DIM مرتبه ی مشتق است.

مثلا برای محاسبه ی مشتق مرتبه ی سوم تابع $g=\sin(at+b)$ نسبت به متغیر t به این شکل عمل می کنیم :

```
>>syms a t b  
>>g=sin(a*t+b);  
>>diff(g,t,3)
```

ژاکوبین :

توضیح این دستور را با مثالی شرح می دهیم :

```
>>syms r t  
>>x=r*cos(t);  
>>y=r*sin(t);  
>>J=Jacobian([x,y],[r,t])  
>>detJ=det(J)
```

محاسبه ی حد :

برای این کار از دستور limit استفاده می شود، به مثال زیر توجه کنید :

```
>>syms h x  
>>limit((cos(x+h)-cos(x))/h,h,0)
```

مثالی دیگر : برای محاسبه ی حد عبارت $1+x^n/n^n$ وقتی n به سمت بی نهایت میل می کند اینطور می نویسیم :

```
>>syms x n
```

>>limit((1+x/n)^n,n,inf)

برای مد چپ و راست باید آرگومان چهارم را به دستور limit اضافه کنیم. به عنوان مثال برای محاسبه ی مد $1/x$ وقتی x از سمت چپ به صفر میل می کند اینگونه عمل می نماییم :

>>syms x

>>limit(1/x,x,0,'left')

محاسبه ی انتگرال :

برای محاسبه ی انتگرال از دستور int استفاده می شود. به این مثال توجه کنید :

>syms x n b t

>>f=x^n;

>>g=x*t+b;

>>int(f,x)

>>int(g,t)

برای تعیین بازه ی انتگرال دو آرگومان به دستور int اضافه می شود :

$$\int_a^b f dx \in \text{int}(f, x, a, b)$$

حال می خواهیم انتگرال $\int_a^b x^2 + y^2 dy$ را محاسبه کنیم :

>>syms x y a b

>>int(x^2+y^2,y,a,b)

>>pretty(ans)

دستور pretty فروجی دستور int را به شکل واضح تری نمایش می دهد.

یک مثال دیگر : محاسبه ی انتگرال $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-kx^2} dx$

>>syms x

>>syms k real

>>f=exp(-(k*x)^2);

>>int(f,x,inf,-inf)

سری تیلور :

برای روشن شدن این دستور به مثال زیر توجه کنید :

>>syms x

>>taylor(sin(x),10)

>>pretty(ans)

>>taylor(exp(x),6,1)

>>pretty(ans)

با اجرای دستور زیر یک محیط گرافیکی GUI برای محاسبه سری تیلور در اختیار شما قرار می گیرد. این دستور را اجرا کنید تا متوجه شوید :

```
>> taylorool
```

حل معادلات جبری :

برای این کار از دستور solve استفاده می شود :
دستورات زیر معادله جبری ax^2+by+c را حل می کند

```
>>syms a b c x  
>>s=a*x^2+b*y+c;  
>>solve(s)
```

برای حل معادله بر حسب متغیر دلفواه این طور تایپ می کنیم :

```
>>syms a b c x  
>>s=a*x^2+b*y+c;  
>>solve(s,b)
```

این دستور معادله را بر حسب متغیر b حل می کند.

مثالی دیگر : حل معادله ی جبری $\cos 2x + \sin x = 1$

```
>>solve('cos(2*x)+sin(x)=1')
```

این دستور را با زدن کلید اینتر اجرا کنید تا خروجی را ببینید.

در صورتیکه جواب معادله پیچیده بود می توانید از دو دستور double و vpa استفاده کنید. برای اینکه با کاربرد این دو دستور آشنا شوید مراحل زیر را دنبال کنید :

```
>>a=solve(6*x^3+2*x^2=2*x+1')  
>>double(a)  
>>vpa(a,20)
```

حل معادلات چند مجهولی :

فرض کنید می خواهیم معادله چند مجهولی زیر را حل کنیم :

$$\begin{aligned} X Y^2 &= 0 \\ X - Y / 2 &= \alpha \end{aligned}$$

```
>>syms x y alpha  
>>[x,y]=solve('x*y^2=0','x-y/2=alpha')
```

حل معادلات دیفرانسیل یک مجهولی :

فرض کنید می خواهیم معادله دیفرانسیل $y' = 1 + y^2$ را حل کنیم :

```
>>syms y
```

>>dsolve('Dy=1+y^2')

برای حل معادله با مقادیر اولیه، مقادیر اولیه را به عنوان آرگومان های دوم و سوم وارد می کنیم. دستور زیر را به ادامه مثال بالا اضافه کنید :

>>dsolve('Dy=1+y^2','y(0)=1')

حال می فواییم معادله دیفرانسیل زیر را با مقادیر اولیه داده شده مناسبه کنیم :

$$d^2y/dx^2=\cos 2x-y, \quad dy(0)/dx(0)=0, \quad y(0)=1$$

>>syms x y

>>y=dsolve('D2y=cos(2*x)-y','y(0)=1','Dy(0)=0','x')

چون مشتق بر حسب x است آن را به عنوان آرگومان در آخر دستور وارد می کنیم.

حل دستگاه معادلات دیفرانسیل :

حل دستگاه معادلات دیفرانسیل شبیه حل معادله چند مجهولی است با این تفاوت که در این مورد به جای دستور solve از دستور dsolve استفاده می شود.

به این مثال توجه کنید :

>>syms f g

>>[f,g]=dsolve('Df=3*f+4*g','Dg=-4*f+3*g')



در پایان چند نکته مهم و کاربردی را به شما دوستان عزیز متذکر می شویم :

در صورتیکه نیاز به توضیح بیشتری درباره عملکرد هر تابع دارید کفایت قبل از نام دستور موردنظر عبارت help را تایپ کنید و آن را اجرا نمایید، مثلا برای آگاهی از عملکرد تابع plot دستور زیر را در محیط MATLAB اجرا کنید :

```
>>help plot
```

یکی از بهترین منابع برای آموزش MATLAB استفاده از Demo خود نرم افزار است. برای مشاهده این بخش کفایت از منوی Help گزینه Demos را انتخاب کنید. مثلا برای آگاهی از چگونگی رسم انواع نمودار کفایت روی گزینه ی MATLAB دوبار کلیک کنید و گزینه ی Graphics را برگزینید، MATLAB به شما انواع نمودار ها را نشان می دهد شما فقط باید نوع نمودار مورد نظرتان را مشخص کنید.

www.ControlBina.com