دانشگاه علامه طباطبایی

جزوه اینترنتی

نرم افزار Matlab و کاربرد آن در

علوم مالیه

دکتر عبدالساده‌نیسی

عضو هیأت علمی گروه آمار، ریاضی و کامپیوتر

دانشگاه علامه طباطبایی

تاریخ 92/3/12

نرم افزار Matlab و کاربرد آن در علوم مالیه

در این فصل بنا داریم نرم افزار Matlab[1] و کاربردهای آن در مالیه را تشریح کنیم. نرم افزار Matlab یک نرم افزار قوی است که اکثر مسایل علوم و مهندسی را با استفاده از رایانه حل می کند، لذا پرداختن به تمام جزئیات و توابع این نرم افزار کار غیر منطقی بوده و از حوصله‌ی این تحقیق خارج است.

در ابتدا نحوه استفاده و کارکردن با این نرم افزار را با حل مسایل حساب دیفرانسیل و انتگرال توضیح می دهیم. در ادامه با تشریح برخی از جعبه ابزارهای[2] Matlab که در حل مسایل مالیه کمک می‌کنند بیان می‌پردازیم.

1- برخی از ویژگی های Matlab

[1] . Matlab
[2] . Matlab Tol box

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

الف. ماتریسی

نرم افزارMatlab برگرفته از دو کلمه‌ی Matrix و Labratory است که به معنی آزمایشگاه ماتریس[3] می باشد. لذا ماتریس که بر گرفته از اسم Matlab است، از ویژگی مهم و منحصر به فرد این نرم افزار است.

تعریف ماتریس در این نرم افزار راحت تر از سایر نرم افزارها است.

همانگونه که بعدا خواهیم گفت این نرم افزار قادر به تعریف یک ماتریس با ابعاد شناور $(n \times n \times \dots)$ بوده و قابلیت های خاص در این زمینه از قبیل ترانهاده، معکوس، قطری کردن، بالا مثلثی و... را دارد.

ب. درج نتایج پژوهشگرانی که با Matlab کار می کنند

پژوهشگران و گروههای تحقیقاتی که با Matlab کار می کنند می توانند با شرکت سازنده Matlab تماس گرفته و پژوهشهای خود را به آنها فرستاده تا پس از طی مراحل علمی این نوع پژوهش به صورت تابع نرم افزاری در نسخه های بعدی اضافه کنند.

این امر سبب می شود برنامه نویسی با چنین زبانی خیلی راحت باشد زیرا بسیاری از توابع مورد نظر آماده می شود و فقط کافی است بتوانیم آن را از لیست توابع Matlab استخراج بکنیم. همچنین این امر سبب جلوگیری از پژوهشهای تکراری می گردد.

ج. سازگاری با برخی زبانهای برنامه نویسی

Matlab با برخی زبانهای برنامه نویسی مثل c سازگار است، بدین معنی که توابعی که با زبان برنامه نویسی c نوشته شده است را می توان در محیط Matlab به کاربرد یا می توان برنامه Matlab را به کد زبان c تبدیل کرد و آن را در آن محیط به کاربرد.

د. تنوع در زمینه های مختلف تحقیقاتی

Matlab در زمینه های ریاضیات، معادلات دیفرانسیل جزئی، آمار، مالیه، اقتصاد، فازی، شبکه های عصبیف پردازش تصویر، مخابرات، برق، کنترل، بانک اطلاعاتی، سیستم های هیبرید و غیره کاربرد دارد.

از آنجا که انجام یک پروژه کاربردی نیاز به عملیات متنوع در زمینه های مختلف علمی است، Matlab با داشتن این قابلیت ما را در انجام چنین پروژه هایی کمک می کند.

2- جعبه ابزارهای Matlab[4]

[3] . Matlab Iabratory

از ویژگیها بارز دیگر Matlab، جعبه ابزارها است.

Matlab دارای جعبه ابزارهای زیر است که کاربران می توانند توابع مورد نیاز خود را در آن جعبه ابزار جستجو کنند:

اکنون برخی جعبه ابزارهای مورد نیاز را تشریح می کنیم:

الف. جعبه ابزار معادلات دیفرانسیل جزئی

معادلات دیفرانسیل جزیی در ارتباط با مسایل گوناگون فیزیکی، مهندسی، اقتصادی و مالی که شامل چند متغیره باشند، مطرح می گردد. بسیاری از مسایل فیزیکی را می توان با معادلات دیفرانسیل معمولی مدلسازی نمود همچنین تعداد زیادی از مسایل مکانیک سیالات و جامدات انتقال حرارت، نظریه مغناطیسی و دیگر زمینه های فیزیکی به معادلات دیفرانسیل جزئی منجر می شود. علاوه بر آن با کشف معادله دیفرانسیل جزئی بلک و شولز و بیان کاربردهای آن در مالیه، حل معادات دیفرانسیل جزئی و از آنجا مسایل مقدار اولیه و مرزی از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است.

در Matlab یک جعبه ابزار معادلات دیفرانسیل جزئی شامل توابع آماده موجود است که به روشهای تحلیلی و عددی این معادلات می پردازد. همچنین در این جعبه دستورات و آماده موجودات که از آنها برای حل یک معادله دیفرانسیل جزئی همراه با شرایط اولیه و مرزی موجودات است و اکثر روشهای تحلیلی و عددی کلاسیک در آنجا طراحی شده است.

ب. جعبه ابزار آمار

جعبه ابزار آمار دارای توابع آماده پیشرفته در زمینه‌ی آمار می باشد که در ادامه برخی از آنها را تشریح می کنیم . از جمله توابع واریانس، کواریانس، گاما، انحراف معیار، تابع نرمال و...

همچنین این جعبه ابزار دارای توابع تولید اعداد تصادفی بوده که مورد نیاز مبرم در بحث مالیه است برای مثال توابع آماده جهت تولید اعداد تصادفی نمایی موجود است که مورد نیاز شبیه سازی مونت کارلو است.

ج. جعبه ابزار بهینه سازی

یکی از مسایل مهم مالیه، مسئله بهینه سازی است . برای نمونه مسئه بهینه سازی پرتفوی.

---

[4] . Matlab toolboxes

جعبه ابزار بهینه سازی دارای توابع آماده برای حل مسئله پیچیده بهینه سازی است. همچنین شامل چندین تابع برای تصمیم گیری و احتمال چند شرطی پیچیده است.

این جعبه نیز دارای توابع آماده برای حل مسئله برنامه ریزی خطی و غیر خطی است.

د. جعبه ابزار مالیه

بر مبنای جعبه ابزارهای معادلات دیفرانسیل جزئی، آمار و بهینه سازی، یک جعبه ابزار مالیه طراحی شده است که شامل گروهها مختلفی از توابع آماده است. برخی از این توابع سطح پایین هستند مانند تقویم، تاریخ یا نمودارهای مربوط به بودجه که در زندگی واقعی کاربرد دارند.

نوع دیگر از توابع این جعبه ابزار به حل مسائل اوراق قرضه، قیمت گذاری اختیارات، دارایی های ثابت، بهینه سازی و غیره می پردازند.

ه. جعبه ابزار مشتقات مالیه

در بحث مالی روزدنیا، مشتقات مالی از نوآوری های مالی به حساب می آیند.

یک روش جدید دیگر در قبال جعبه ابزار مالیه، جعبه ابزار مشتقات مالیه است که هدف آن عمدتا به مشتقات نرخ بهره می پردازد.

3- محیط Matlab[5]

کاربر باید ابتدا CD نرم افزار Matlab را تهیه کرده و سپس آن را بر روی کامپیوتر شخصی یا لب تاب نصب کند. توجه داشته باشید که نرم افزار Matlab نیاز حافظه بزرگ دارد.

پس از نصب نرم افزار گزینه Matlab را از منوی Start یا Desktop اجرا کنید. در این صورت یک پنجره باز می شود که مکان نمای چشمک زن بلافاصله پس از عدامت « ظاهر می شود. شکل 101

پنجره حاصل که شبیه یک ورق کاغذ است را پنجره فرمان و خط بعد از علامت « را با خط فرمان می گویند.

کاربر می تواند در خط فرمان هر دستور مجاز را نوشت و بلافاصله با وارد کردن کلید Enter نتیجه را مشاهده نمود. برای مثال دستور زیر را تایپ کنید:

$$>> r = 1 + sqrt(4)/2$$

[5] . Matlab Enrironment

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

اکنون کلید *Enter* را فشار دهید. بلافاصله *Matlab* جواب زیر را خواهد داد:

$$r = 2$$

با وارد کردن دستوری، یک متغیر بنام r تعریف می شود که علاوه بر افزوده شدن به محیط *Matlab*، عبارت سمت راست محاسبه شده و به آن متغیر نسبت داده می شود. همچنین شما می توانید در ادامه از این متغیر استفاده کنید.

4- روشهای کار با *Matlab*

برای استفاده از نرم افزار *Matlab* و انجام عملیات، می توان از روشهای زیر استفاده کرد:

روش اول: خط فرمان

در صورتی که کاربر بخواهد چند دستور اجرا کند و نتیجه آنها را ببیند، آنگاه می توان از خط فرمان استفاده کرد. با این روش پس از خاموش شدن کامپیوتر کلید دستورات انجام شده پاک خواهند شد.

روش دوم: *M- File*

کاربر می تواند مجموعه دستورات مورد نیاز خود را در فایل متنی که به روش زیر تولید می شود ن.شت آن فایل را اجرا کرد.

ایجاد *M – File*

از منوی *File* ، گزینه *New* و سپس *M –File* را انتخاب کنید، سپس یک صفحه ویرایشگر باز می شود که می توانید تمام دستورات مجاز *Matlab* را در آن بنویسید.

کاربر می تواند استفاده از کلید *Ctrl+S* یا انتخاب *Save and open profile* از منوی *Tools* تمام دستورات نوشته شده در یک فایل با پسوند *M* (*0M*) در کامپیوتر ذخیره کند. و هر زمان که نیاز داشته باشد، مجموعه دستورات را ویرایش یا اجرا کند.

اجرای *M – File*

کاربر می تواند به دو روش زیر مجموعه دستورات *M-File* ایجاد شده را اجرا کند.

روش اول:

با نوشتن نام *M-File* مورد نظر در خط فرمان سپس فشار کلید *Enter* برای مثال اگر قبلا یک *M- File* با نام *test 0M* تولید شده باشد. با نوشتن دستور زیر در خط فرمان

```
>>  test
```

سپس فشار کلید *Enter*، کلید دستورتن *test* در محیط کار اجرا خواهند شد.

روش دوم:

با انتخاب گزینه *open* از منوی *File* ، فایل مورد نظر خود را انتخاب کنید، در این صورت صفحه ای باز می شود که شما می توانید تمام دستورات نوشته شده در آن فایل را ببینید. سپس با انتخاب گزینه *Run* از منوی *Debug*، تمام دستورات نوشته شده در آن فایل ، در محیط کاری اجرا می شوند. نام فایل *0M*

ویرایش *M – File*

با انتخاب گزینه *open* از منوی *File* ، فایل مورد نظر خود را انتخاب کنید، در این صورت فایل مورد نظر باز خواهد شد و شما می توانید تمام دستورات فایل را مشاهده و ویرایش کنید.

موارد استفاده *M – File*

برنامه پیش از یک خط دستور باشد

نیاز به اجرای مجدد برنامه باشد

نیاز به ارتقاء و ویرایش مجدد برنامه باشد

ثبت دائمی نتایج مطلوب باشد

نیاز به انتقال برنامه به جای دیگری باشد

اشکال زدایی اساسی مورد نیاز باشد

5 - برنامه نویسی در *Matlab*

کاربر می تواند دستورات *Matlab* را در غالب یک دستور در خط فرمان یا مجموعه ای از دستورات به شکل یک فایل متنی *M – File* بنویسد سپس برنامه یا دستور را اجرا و نتیجه را مشاهده کرد.

5-1- متغیرها در *Matlab*

کاربران *Matlab* می توانند متغیرها را با طول حداکثر 31 کاراکتر حرفی یا عددی ایجاد کنند. حرف اول نام هر متغیر باید با حرف کوچک یا بزرگ انگلیسی شروع شود و بعد حرف اول می تواند کاراکتر یا عدد یا حتی (–) استفاده شود.

حرف کوچک و بزرگ در نرم افزار *Matlab* متفاوت هستند مثلا متغیر *Alfa* با *alfa* باهم متفاوت می باشند.

2-5- تعریف متغیر

تمام متغیرها در *Matlab* بجز متغیرهای تعریف شده در آن نرم افزار باید قبل از استفاده تعریف شوند. در عبارات محاسباتی با مقدار دهی عددی متغیرها تعریف می شوند. برای نمونه اگر بخواهیم متغیر a را تعریف کنیم، ابتدا دستور زیر را تایپ می کنیم

$>> a = 2$

سپس باوارد کردن کلید *Enter* متغیر در حافظه *Matlab* ذخیره می شود و شما می توانید در ادامه به این متغیر رجوع کنید. تا زمانی که یک مقدار دهی برای متغیر a انجام ندادید، مقدار a برابر 2 است

مثلا هر گاه دستور زیر را اجرا کنید

$>> a = 301$

از اجرای این دستور به بعد، مقدار متغیر a، عدد 301 خواهد شد. با استفاده از دستور

$>> clear\ \ a$

متغیر a را از حافظه‌ی *Matlab* پاک می کند.

6 - عملیات محاسباتی

Matlab مانند یک ماشین حساب می تواند عملیات محاسباتی را انجام دهد و از کاراکتر +، -،*،/و ^ به ترتیب برای جمع، تفریق،ضرب، تقسیم و توان دو عدد استفاده می کند. همچنین برای نسبت دادن یک مقدار به یک متغیر از کاراکتر= استفاده می شود

6-1- نوشتن دستورات

دستور

$>> \ \ a = 1$

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

خروجی *Matlab*

$a =$
1

دستور

$>> b = 307.$

خروجی *Matlab*

$b =$
3/7000

دستورات فوق متغیرهای b و a با مقادیر $a=1$ و $b=3/7$ تعریف می کند و از اینجا به بعد کاربر می تواند از این متغیرها استفاده کند.

Matlab این قابلیت را دارد که یک یا چند دستور را در یک سطر قرار دهد. که دستورات با علامت گاما (,) یا سیمیکالون (نقطه ویرگول) (;) از هم جدا می شوند همچنین زمانی که کاربر کلید *Enter* را فشار دهد، مکان نما به سطر بعد خواهد رفت.

اگر کاربر بعد از دستوری سیمیکالون (;) قرار دهد، *Matlab* دستور را اجرا ولی نتیجه را نشان نمی دهد.

برای مثال خروجی دستور

$>> \quad a = 1 ; \quad b = 3/7$

به صورت

$b = 307$

می باشد. بعد از این دستور نیز متغیرهای b و a با مقادیر $a=1$ و $b=3/7$ تعریف می کند ولی خروجی متغیر a نشان داده نشده است.

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

در زیر چند دستور محاسباتی در *Matlab* داده شده است

شکل نوشتن در *Matlab*	عبارت ریاضی
$2+3xy^3$	$2+3\times xy\text{^}3$
$\left(\frac{2}{y}\right)x^{y+3}$	$\left(2/y\right)x\text{^}(y+3)$
$\sqrt{x+4(y+2)}$ یا $sqrt(x+4\times(y+z))$	$(x+4\times(y+z))\text{^}.5$

7- معرفی توابع مقدماتی در *Matlab*

شکل نوشتن در *Matlab*	تابع ریاضی	شکل نوشتن در *Matlab*	تابع ریاضی
asin(x)	$\sin^{-1}(x)$	*sin(x)*	*sin(x)*
acos(x)	$\cos^{-1}(x)$	*cos(x)*	*cos(x)*
a tan(x)	$tan^{-1}(x)$	*tan (x)*	*tan (x)*
acot(x)	$cot^{-1}(x)$	*cot (x)*	*cot (x)*
asee(x)	$see^{-1}(x)$	*see (x)*	*see (x)*
asc(x)	$csc^{-1}(x)$	*csc (x)*	*csc (x)*
$\text{asinh}^{-1}(x)$	$\sinh^{-1}(x)$	sinh *(x)*	sinh *(x)*
a tan h(x)	$tan\ h^{-1}(x)$	*tan h (x)*	*tan h (x)*
acot h(x)	$cot\ h^{-1}(x)$	*cot h (x)*	*cot h s(x)*
i	$\sqrt{-1}$	*sart(x)*	$\sqrt{x}$
pi	Π	*log(x)*	*ln(x)*
exp(1)	*e*	*log10(x)*	log_{10}^{x}
exp(x)	e^x	*log2(x)*	log_2^x
		gamma(n+1)	*n!*

برای نمونه عبارت $\frac{cos\left(\frac{\Pi}{\varepsilon}\right)e^2}{\sin\left(\frac{\Pi}{6}\right)\ln(\varepsilon)}$ با دستور زیر در *Matlab* محاسبه می شود:

دستور

$$\gg cos\left(\frac{Pi}{\alpha}\right)+exp(z)\Big/\left(sin\left(\frac{Pi}{6}\right)\times log(\varepsilon)\right)$$

جواب *Matlab*

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

$ans =$

705279

8 – ماتریس

8-1- تعریف بردار و ماتریس

Matlab زبانی است که ساختارهای عملکردی و دستورات اجرایی آن بر اساس مجموعه ای از اصول ماتریسی و کاربردهای آن نبا نشده است. بنابراین جهت بهره برداری کامل از مزایای زبان *Matlab*، برخی از تعریف اساسی ماتریس را بیان می کنیم

الف. تعریف بردار

دستور

$>> \quad V = [V_1 \quad V_2 \qquad V_n]$

یک بردار n تایی تعریف می کند. برای نمونه

دستور

$>> \quad V = [1 \quad 2 \quad 3 \quad 4]$

جواب *Matlab*

$V =$

1 2 3 4

ب. تعریف ماتریس mxn

دستور

$$>> \quad a = [\ a_{11} \quad a_{12} \qquad a_{1n} \quad ;$$
$$a_{21} \quad a_{22} \quad a_{2n} \ ;$$
$$a_{m1} \quad a_{m2} \quad a_{mn} \quad]$$

ماتریس $(a_{ij})_{mxn}$ را تعریف می کند. برای نمونه

دستور

$>> a = [1 \quad 2 \quad 3 \ ; \ 4 \quad 5 \quad 6]$

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

```
>>  b = [1   2   3   ;
         4   5   6 ;
         7   8   9   ]
```

جواب *Matlab*

```
a =
1   2   3
4   5   6


b =
 1    2    3
 4    5    6
 7    8    9
```

2-8- ایجاد بردار با روشهای ساده

برای درک بهتر و آسان این بخش، مجموعه دستورات را به هشت دسته‌ی مهم زیر تقسیم می‌کنیم:

دسته‌ی اول

دستور

```
>> x = s: d: f
```

بردار زیر را ایجاد می کند:

$$x = [s, s + d, s + 2d, \dots, s + nd], s + nd \le f$$

توجه: در دستور فوق $d > 0$.

دستور

```
>> x = s: f
```

بردار زیر را ایجاد می کند

$$x = [s, s + 1, \dots, s + n], s + n \le f$$

دستور

```
≫ x = linspace(s, f)
```


E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

یک بردار صدتایی با مقادیر بین $[s,f]$ می سازد.

دستور

$$>> x = linspace(s, f, n)$$

یک بردار nتایی شامل s,f را به صورت زیر ایجاد می کند

$$x = [s, s + d, \dots, s + nd], \quad d = \frac{f - s}{n - 1}$$

دستور

$$>> x = logspase\ (s, f, n)$$

یک بردار nتایی به صورت زیر ایجاد می کند

$$x = [10^{s}, 10^{s+d}, \dots, 10^{s+nd}], \quad d = \frac{f - s}{n - 1}$$

دستور

$$>> length(x)$$

طول بردار x را معلوم می کند

دستور

$$>> sort(x)$$

بردار x را از کوچکتر به بزرگتر مرتب می کند.

دستور

$$>> -sort(-x)$$

شکل دیگر دستور $sort$ به صورت

$$\gg [new, index] = sort(x)$$

که در آن بردار مرتب شده در ماتریس new و اندیس بردار قبلی در بردار $index$ ذخیره می شود.

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

بردار xاز بزرگتر به کوچکتر مرتب می کند.

مثال 8-1

دستور

$$\gg x = 1{:}\,003{:}\,2$$

جواب *Matlab*

$$x =$$
$$100000 \qquad 103000 \quad 10600 \qquad 109000$$

دستور

$$>> y = 1{:}\,2$$

جواب *Matlab*

$$y =$$
$$1 \quad 2$$

دستور

$$>> z = linspace(1, -2,3)$$

جواب *Matlab*

$$Z =$$
$$100000 \qquad -005000 \quad -20000$$

دستور

$$>> logspace(1,3,3)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$10 \qquad 100 \quad 1000$$

دستور

$$>> x = [1 \quad -1 \quad 2 \quad 0];$$
$$>> y = sort(x), L = length(x), Z = -sort(-x)$$

جواب *Matlab*

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

$$y =$$
$$-1 \quad 0 \quad 1$$
$$L =$$
$$4$$
$$Z =$$
$$2 \quad 1 \quad 0 \quad -1$$

دستور

$$>> x = [2 \quad 4 \quad 0 \quad 1];$$
$$>> y = {}^{x}/_{2} \quad , Z = x - 1$$

جواب *Matlab*

$$y =$$
$$100000 \qquad 200000 \qquad 0 \qquad 005000$$
$$Z =$$
$$1 \quad 3 \quad -1 \quad 0$$

دسته‌ی دوم

$>> ones(m,n)$ دستور

یک ماتریس mxn با درابه های یک ایجاد می کند.

دستور

$>> zeroes(m,n)$

یک ماتریس mxn با درایه های صفر ایجاد می کند.

دستور

$atpmat$

زیر ماتریسهایی مانند مثال می سازد.

مثال 8-2

دستور

$>> a = ones(2,3)$

جواب *Matlab*

$a =$

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

دستور

$>> a = zeroes(3,2)$

جواب *Matlab*

$a =$

$$\begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}$$

دستور

$>> repmat(105,2,3)$

جواب *Matlab*

$ans =$

$$\begin{matrix} 105000 & 105000 & 105000 \\ 105000 & 105000 & 105000 \end{matrix}$$

دستور

$\gg a = [1 \quad 2 \quad 3 \quad ; \quad 'a' \quad 'b' \quad 'c'];$
$\gg remat[a, 1,2]$

جواب *Matlab*

$ans =$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{matrix}$$

دستور

$>> repmat(a, 2,3)$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ a & b & c & a & b & c & a & b & c \\ 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ a & b & c & a & b & c & a & b & c \end{bmatrix}$$

دستور

$$>> repmat(a', 2, 3)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{bmatrix} 1 & a & 1 & a & 1 & a \\ 2 & b & 2 & b & 2 & b \\ 3 & c & 3 & c & 3 & c \\ 1 & a & 1 & a & 1 & a \\ 2 & b & 2 & b & 2 & b \\ 3 & c & 3 & c & 3 & c \end{bmatrix}$$

دسته‌ی سوم

برای دو بردار سطری a,b،

$$\gg [u,V] = meshdrid(a,b)$$

ماتریس‌های u , v را مانند مثال زیر می‌سازد.

دستور

$$\gg fliplr(a)$$

سطرهای ماتریس a را بر عکس می کند.

دستور

$$\gg flipud(a)$$

ستونهای ماتریس a را بر عکس می کند

مثال 8-3

دستور

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

$\gg a = [1 \quad 2 \quad 3];\ \ b = ['a' \quad 'b' \quad 'c' \quad 'd'];$

$\gg [U, V] = meshgrid(a, b)$

جواب *Matlab*

$$U =$$
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

$$V =$$
$$\begin{bmatrix} a & a & a \\ b & b & b \\ c & c & c \\ d & d & d \end{bmatrix}$$

دستور

$\gg x = meshgrid(a, b)$

جواب *Matlab*

$$x =$$
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

دستور

$\gg \ \ a = [1 \quad 2 \quad 3 \ ; \ \ 'a' \quad 'b' \quad 'c' \quad 'd']$

$\gg fliplr(a)$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{bmatrix} 3 & 2 & 1 \\ c & b & a \end{bmatrix}$$

دستور

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

$\gg flipud(a)$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

دسته‌ی چهارم

دسترسی به عناصر یک ماتریس.

فرض کنید ماتریس a به صورت زیر ساخته شود:

دستور

$\gg a = [2{:}\,3{:}\,11; linspace(-3,1,5); zeroes(1,4)]$

جواب *Matlab*

$$a =$$
$$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 8 & 11 \\ -3 & -2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

اکنون می توان با دستورات زیر به عناصر a دسترسی داشته باشیم دستور *a(i,j)*، سطر *i*ام و ستون *j*ام

```
>> a(1,2)
ans =
     5
>> a(2,3)
ans =
    -1
```

دستور *a(:,3)*، همه سطرهای ستون سوم.

دستور *a(2,:)*، همه ستونهای سطر دوم.

دستور $a(L_1{:}\,L_2, d_1{:}\,d_2)$ سطرهای L_1 تا L_2 و ستونهای d_1 تا d_2

مثال 8-4

دستور

$$\gg a = (:,2)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} 5 \\ -2 \\ 0 \end{matrix}$$

دستور

$$\gg a(1,:)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} 2 & 5 & 8 & 11 \end{matrix}$$

دستور

$$\gg a(1:2,2:3)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} 8 & 11 \\ -1 & 0 \end{matrix}$$

دستور

$$\gg a(2:3,1:3)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} -3 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

دسته‌ی ششم

دستور

$$\gg diag(V)$$

به در صورت زیر به‌کار می‌رود:

الف. اگر V یک بردار باشد:

یک ماتریس مربعی $(k+Length(V))\ \ (k+Length(V))$ به صورت زیر می سازد

دستور را برای $V[1,2]$ توضیح می دهیم

1. اگر $k > 0$ مثلا $k=2$ آنگاه داریم:

دستور

```
≫ V[1   2];
≫ diag(V   2)
```

جواب *Matlab*

$$ans = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2. اگر $k < 0$، مثلا $k=-1$ آنگاه داریم:

دستور

```
≫ diag(V, −1)
```

جواب *Matlab*

$$ans = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ب. اگر V یک ماتریس باشد:

نتیجه را با مثال توضیح می دهیم:

مثال 8-5

دستور

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

جواب *Matlab*

```
ans
     1
     5
     9
```

دستور

```
>> diag(x,1)
```

جواب *Matlab*

```
ans
     2
     6
```

دستور

```
>> diag(x,2)
```

جواب *Matlab*

```
ans =
       3
```

دستور

```
>> diag(x,3)
```

جواب *Matlab*

```
ans =
     Empty matrix: 0 − by − 0

>> diag(x,−1)
ans =
       4
       8
```


E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

دستور

$$\gg diag(x,-2)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$V$$

دستور

$$\gg diag(x,-3)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$Empty\ matrix: 0 - by - 1$$

دسته‌ی هفتم

دستور

$$\gg y = sort(x)$$

ستونهای ماتریس x را از کوچک به بزرگ مرتب کرده در ماتریس y قرار می دهد. که معادل دستور *sort(x,1)* است.

دستور

$$\gg y = Sort(x,2)$$

سطرهای ماتریس x را مرتب کرده در ماتریس y قرار می دهد.

مثال 8-6

دستور

$$\gg x = [1 \quad 3 \quad 2 \ ; -2 \quad -1 \quad 4];$$
$$\gg \text{sort(x)}$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} 1 & -1 & 2 \\ 2 & 3 & 4 \end{matrix}$$

دستور

$$\gg \text{sort}(x, 2)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ -1 & 1 & 4 \end{matrix}$$

دستور

$$\gg -\text{sort}(-x, 2)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} 3 & 2 & 1 \\ 4 & 2 & -1 \end{matrix}$$

دستور

$$\gg -\text{sort}(-x)$$

جواب *Matlab*

$$ans =$$
$$\begin{matrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & -1 & 2 \end{matrix}$$

دسته‌ی هشتم

عملیات مقدماتی

دستور

$$\gg x(m, :1)$$

سطر m ام ماتریس x را حذف می کند.

دستور

$\gg x(:,n)$

ستون n ام ماتریس nرا حذف می کند

دستور

$\gg c = a + b$

حاصل جمع دو ماتریس را در ماتریس c قرار می دهد

دستور

$\gg c = [a, b]$

ماتریس b را به صورت یک ستون در به ماتریس a افزایش می دهد.

دستور

$\gg c = [a; b]$

ماتریس b را به صورت یک سطر به ماتریس a افزایش می دهد

دستور

$\gg \quad a + b$

درایه های a را در درایه های متناظر b ضرب می کند

عملیات نقطه

دستور

$\gg \quad a.\hat{}b$

درایه های a را به توان درایه های متناظر b می رساند

دستور

$\gg \quad a./b$

درایه های a را به درایه های متناظر تقسیم می کند.

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

مثال 8-7

دستور

```
>> x = [1  2  3 ; 4  5  6]
```

جواب *Matlab*

```
x =
    1   2   3
    4   5   6
```

دستور

```
>> x(:,1)
```

جواب *Matlab*

```
x =
    2   3
    5   6
```

دستور

```
>> x(1,:)
```

جواب *Matlab*

```
5   6
```

دستور

```
>> a = [1  2 ;  3  4];
     b = [3  4 ;  5  6];
>> a + b
```

جواب *Matlab*

```
ans =
      4    6
      8   10
```

دستور

```
>> [a  b]
```


E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

جواب *Matlab*

$ans =$

```
     1   2     5   6
     3   4     7   8
```

دستور

$\gg \quad [a \ ; \ b]$

جواب *Matlab*

```
     1   2
     3   4
     5   6
     7   8
```

8-3- توابع ماتریسی

magic

ماتریس جادویی ماتریس مربع با درجه وارد شده می سازد به گونه ای که جمع درایه های سطر و ستون آن برابر باشد .

دستور

```
>>magic(4)
```

جواب *Matlab*

Ans=

16 2 3 13

5 11 10 8

9 7 6 12

4 14 15 1

rand

ماتریس تصادفی با درجه وارد شده می سازد .

rand(n,m) این دستور ماتریس n*m را می سازد که درایه های آن تصادفی است .

rand(n) این دستور ماتریس مربع n می سازد که درایه های آن تصادفی است .

دستور

```
>>rand(5)
```

eye

این دستور یک ماتریس همانی با درجه وارد شده می‌سازد .

eye(n)

n درجه ماتریسی است که می خواهیم بسازیم .

مثال 8-8

دستور

```
>>eye(3)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
1 0 0
0 1 0
0 0 1
```

اگر در این دستور دو پارامتر تعریف شود (سطر و ستون) ماتریسی با این درجه ساخته خواهد شد که همه درایه های آن صفر و درایه های موجود در قطر اصلی (ویاn*n) یک می باشد .

دستور

```
>>eye(3,4)
```

جواب *Matlab*

Ans=

1 0 0 0

0 1 0 0

0 0 1 0

ones

ماتریسی با درایه های یک می سازد .

در صورتی که پارامتر تعریف شده یک عدد باشد ، ماتریس مربع با درجه همان عدد ساخته خواهد شد.

ولی در صورتی که دو عدد وارد شود ماتریس بر اساس درجه وارد شده تشکیل می شود .

مثال 8-9

دستور

>>ones(3)

جواب *Matlab*

Ans=

1 1 1

1 1 1

1 1 1

دستور

>>ones(3,2)

جواب *Matlab*

Ans=

1 1

1 1

1 1

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

zeros

ماتریس صفر ,ماتریسی با درایه های صفر می سازد .عملکرد این دستور دقیقا مانند ones می باشد .

مثال 8-10

دستور

>>zeros(2)

جواب *Matlab*

ANS=

0 0

0 0

expm

دستور expm(A) ماتریس توانی A را محاسبه می کند .

مثال 8-11

دستور

```
syms t;
A = [0 1; -1 0];
simplify(expm(t*A))
```

جواب *Matlab*

```
ans =
[  cos(t), sin(t)]
[ -sin(t), cos(t)]
```

max

بزرگترین درایه در ماتریس ، بزرگترین درایه در یک ماتریس را در بعد خاصی (سطریا ستون و...) پیدا می کند

این دستور بدینگونه نوشته می شود :

max(a,DIM)

ماکزیمم ماتریس a را در طول بعد DIM پیدا میـــکند .

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

اگر DIM وارد نشود و یا بیشتر از بعد ماتریس باشد , سیستم عدد یک را در نظر میگیرد که همان ماکزیمم در ستـــون می باشد.

مثال 8-12

دستور

```
>>s=[1 2 3;4 5 6];
>>max(s,2)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
2 2 3
 4 5 6
```

min

کوچکترین درایه ماتریس کوچکترین درایه ماتریس را می دهد . نحوه استفاده دقیقا مانند max است .

دستور

```
>>s=[1 2 3;4 5 6];
>>min(s)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
1 2 3
```

sort

مرتب کردن درایه ها ،این تابع درایه های موجود بر روی سطر یا ستون و... را مرتب میکند .

نحوه بکار گیری این دستور مانند دستور های بالا می باشد .

دستور

```
>>k=[3 1 2;7 3 3;8 2 6];
```


E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

```
>>sort(2,k)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
1 2 3
3 3 7
2 6 8
```

دومین ابزاری که در این دستور گذارده شده است ، مـــــــکان در ماتریس اصلی است ، یعنی پس از مرتب نمودن مکان درایه ها را در ماتریس اصلی نشان میدهد .

مثال 8-13

دستور

```
>>k=[3 1 2;7 3 3;8 2 6]
>>[m,n]=sort(k,2)
```

جواب *Matlab*

```
K=
3 1 2
7 3 3
8 2 6
m=
1 2 3
3 3 7
2 6 8
n=
2 3 1
2 3 1
```

2 3 1

در دستور بالا منظور از m ماتریس مرتب شده است .منظور از n ماتریس مکان است. بدینگونه که درایه متناظر در

این ماتریس با ماتریس مرتب شده شماره درایه را در ماتـــریس اصلی را نشان می دهد که جا به جا شده است .

sum

مجموع درایه ها ،این دستور مجموع سطرها یا ستونها و.... را در یـــک ماتریس محاسبه می کند .

نحوه استفاده از این دستور بدینگونه است :

Sum(a,DIM)

در صورتی که DIM وارد نشود و یا اشتباه باشد عدد 1 در نظرگرفته می شود .

دستور

```
>>s=[1 2 3;4 5 6];
>>sum(s,2)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
6
15
```

دستور بالا مجموع درایه های واقع در سطر را با هم جمع میکند .

prod

حاصلضرب درایه ها،این دستور درایه ها را در هم ضرب میکند .

prod(a,DIM)

کاربرد این دستور دقیقا مانند sum است .

دستور

```
>>k=[1 2 3;4 5 6];
>>prod(k,2)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
6
120
```

mean

میانگین درایه ها ,میانگین درایه ها را محاسبه میکند.

```
Mean(a,DIM)
```

کاربرد دقیقا مانند sum است .

دستور

```
>>mean(k,2)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
2
5
```

diag

قطر اصلی ،این دستور قطر اصلی ماتریس مربع را به صورت یک ماتریـــــــس ستونی می دهد و البته ماتریس مربع متناظر با ماتریس ستونی و یا سطری معرفی شده را نیز می دهد.

```
Diag(a)
```

a می توان یک ماتریس مربع و یا ستونی باشد .

دستور

```
>>a=[1 2 3;4 5 6 7 8 9];
```

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

جواب *Matlab*

```
 Ans=
1
5
9
```

دستور

```
>>b=[1 2 3];
>>diag(b)
```

جواب *Matlab*

```
Ans=
1 0 0
0 2 0
0 0 3
```

در صورتی که ماتریس وارد شده غیر سطری وغیر ســـــتونی و مربع نباشد (m*n)حل دستور درایه های واقع در مـــــکان های (n*n) ویا(m*m) خواهد بود .

det

دتر مینان ماتریس معرفی شده را ارائه می کند .

دستور r = det(A) دترمینان ماتریس A را محاسبه میکند ، زمانیکه A ماتریس نمادین یا عددی باشد . ماتریس معرفی شده باید مربع باشد .

مثال 8-14

دستور

```
syms a b c d;
```

```
det([a, b; c, d])
```

جواب Matlab

```
ans =
a*d - b*c
```

دستور

```
A = sym([2/3 1/3; 1 1])
r = det(A)
```

جواب Matlab:

```
A =
[ 2/3, 1/3]
[   1,   1]
r =
1/3
```

inv

دستور R = inv (A) معکوس ماتریس A را محاسبه می کند .

مثال 8-15

دستور

```
A = sym([2,-1,0;-1,2,-1;0,-1,2]);
inv(A)
```

جواب Matlab:

```
ans =
[ 3/4, 1/2, 1/4]
[ 1/2,   1, 1/2]
```

[1/4, 1/2, 3/4]

دستور

```
syms a b c d
A = [a b; c d];
inv(A)
```

جواب Matlab:

```
ans =
[  d/(a*d - b*c), -b/(a*d - b*c)]
[ -c/(a*d - b*c),  a/(a*d - b*c)]
```

دستور

```
inv(sym(hilb(4)))
```

جواب Matlab:

```
ans =
[   16,  -120,   240,  -140]
[ -120,  1200, -2700,  1680]
[  240, -2700,  6480, -4200]
[ -140,  1680, -4200,  2800]
```

trace

تریس ماتریس ، مجموع درایه های واقع در قطر اصلی را محاسبه می کند .

دستور

```
>>a=[4 2 3;4 6 6;7 8 10];
```

```
>>trace(a)
```

جواب Matlab:

```
Ans=
20
```

در صورتی که ماتریس مربع نباشد درایه های (n*n) با هـم جمع خواهد شد .

دستور

```
>>a=[1 2 3;4 5 6];
```

جواب Matlab:

```
>>trace(a)
Ans=
6
```

rank

مرتبه ماتریس ، یعنی بزرگترین درجه ای که ماتریس مستقل باشد(سطر یا ستون مضرب ویا مجموع با دیگری نباشد) .

Rank (A) مرتبه ماتریس A را محاسبه می کند .

مثال 8-16

دستور

```
B = magic(4);
rank(B)
```

جواب Matlab:

```
ans =
    3
```

برای ماتریسهای زیر :

دستور

```
syms a b c d
A = [a b;c d];
rank(A)
```

جواب Matlab:

```
ans =
2
```

Flipdim

چرخش ماتریس در بُعد، ماتریس را حول بعد تعریف شده می چرخاند .

```
flipdim(a,DIM)
```

A ماتریس مربوطه و DIM بعد تعریف شده است .

دستور

```
>>a=[1 2 3;4 5 6;7 8 9];
>>flipdim(a,2)
```

جواب Matlab:

```
 Ans=
3 2 1
6 5 4
9 8 7
```

fliplr

چرخش چپ وراست ماتریس ،ماتریس را به صورت چپ وراست می چر خاند .

دستور

```
>>a=[1 2 3;4 5 6;7 8 9];
```

```
>>fliplr(a)
```

جواب Matlab:

```
Ans=
3 2 1
6 5 4
 9 8 7
```

flipud

چرخش ماتریس به صورت بالا و پایین ماتریس را به صورت بالا پایین می چرخاند.

کاملا مانند fliplr است .کارکرد آن مانند flipdim(a.1) می باشد .

دستور

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

جواب Matlab:

```
 ans=
7 8 9
4 5 6
  1 2 3
```

rot90

چرخش ماتریس ، ماتریس را به اندازه 90 درجه می چرخاند .

```
>>a=[1 2 3;4 5 6;7 8 9];
```

دستور

```
>>rot90(a)
```

جواب Matlab:

ans=

3 6 9

2 5 8

1 4 7

برای چرخش در جهت های مختلف میتوان از دستور زیر استفاده کرد.

rot90(a,k)

در اینجا a ماتریس مربوطه و k درجه بر حسب ضریبی از 90 میباشد که برای چرخش در جهت عکس آن را منفی می گیریم .

دستور

>>a=[1 2 3;4 5 6;7 8 9];

>>rot90(a,-1)

جواب Matlab :

ans=

7 4 1

8 5 2

9 6

9- اعداد مختلط complex numbers

بزرگترین برتری زبان Matlab قابلیت های فراوان آن در کار با اعداد مختلط است. در ادامه مجموعه ای از دستورات که در این شاخه کاربرد فراوانی دارند معرفی می شوند.

ابتدا می خواهیم یک عدد مختلط تعریف کنیم، عدد مختلط شامل دو بخش مُجزاست ، یک قسمت حقیقی و یک قسمت مجازی . این دو بخش در Matlab به وسیله دو حرف i یا j نشان داده می شوند. عبارت زیر یک راه ایجاد مقدار مختلط در متللب را نشان می دهد :

دستور

>> x=2+3i

جواب Matlab :

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

x =

2.0000 + 3.0000i

دقت کنید که هیچگاه در هنگام برنامه نویسی به این دو متغیر(i,j) مقدار خاصی نسبت ندهید. چراکه Matlab از حالت پیش فرض خارج می شود.

دستور complex

complex(realExp, imagExp)

راه دیگر برای ایجاد عدد مختلط استفاده از تابع مختلط است .این تابع دو ورودی عددی می پذیرد.

realExp وimagExp دو بخش حقیقی و مجازی عدد مختلط را تعریف می کنند.این دو بخش باید دو مقدار حقیقی ویا عبارتی باشند که مقدارش ، یک عدد حقیقی ست .

مثال 9-1

دستور

```
x = rand(3) * 5;
y = rand(3) * -8;
z = complex(x, y)
```

جواب Matlab:

```
z =
   4.7842 -1.0921i   0.8648 -1.5931i   1.2616 -2.2753i
   2.6130 -0.0941i   4.8987 -2.3898i   4.3787 -3.7538i
   4.4007 -7.1512i   1.3572 -5.2915i   3.6865 -0.5182i
```

مثال 9-2

دستور

```
complex(3.24*pi, -9.99)
```

جواب Matlab:

10.1788 – 9.9900i

دستورات real و imag

real(compExp)

imag(compExp)

با استفاده از این دو تابع می توان یک عدد مختلط را به دو بخش حقیقی و موهومی آن جدا کرد .عملگر real بخش واقعی و imag بخش مجازی عدد را نتیجه می دهد. وcompExp عبارتی ست که بصورت عدد مختلط نوشته شده.

مثال 9-3

real(frame(200))

اگر عبارت frame(200) عدد مختلط 8.23 + 4.56i را محاسبه کند ، عملگر real مقدار 8.2300 را نتیجه می دهد.

imag(frame(200))

و imag مقدار 4.5600 را بر می گرداند.

دستورات angel وabs

برای محاسبه اندازه عدد مختلط از abs و برای محاسبه فاز آن از angel استفاده می شود. تابع angel عدد مختلط را بر حسب رادیان می دهد.

مثال 9-4

دستور

a = 1+2j ;

angel (a)

جواب Matlab:

ans =

1.1071

دستور

a = 1+2j ;

a = 1.0000 + 2.0000j

abs (a)

جواب Matlab :

ans =

2.2361

خلاصه توابع در جدول زیر آورده شده:

Function	تعریف
complex	داده مختلط از اعضاء واقعی و مجازی میسازد
i or j	واحد مجازی بکار رفته در عدد مختلط را میسازد
real	بخش واقعی را نتیجه میدهد
imag	بخش مجازی را نتیجه میدهد
isreal	بررسی میکند که آیاعدد x حقیقی ست یا خیرو حل 0و 1 میدهد
angel	محاسبه فاز عدد مختلط
abs	محاسبه اندازه عدد مختلط

10 – حل معادله

دستور solve

این دستور به شما کمک می کند معادلات خود را به راحتی با کمک Matlab حل کنید. شکل کلی دستور در Matlab به صورت زیر است :

solve(eq)

دستور solve(eq) معادله eq = 0 را برای متغیر پیشفرض حل می کند. (چنانچه در آخر معادله عبارت = 0 قرار داده نشده باشد Matlab آن را به صورت یک پیشفرض در نظر می گیرد.)

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

solve(eq, var)

دستور solve(eq,var) معادله eq را برای متغیر var حل می کند .

solve(eq1, eq2, ..., eqn)

دستور solve(eq1, eq2, ..., eqn) ، n معادله با n متغیر را حل می کند .

g = solve(eq1, eq2, ..., eqn, var1, var2, ..., varn)

دستور g = solve(eq1, eq2, ..., eqn, var1, var2, ..., varn) ، معادله های eq1,…,eqn را برای متغیر های var1,…,varn حل می کند .

یادداشت: ورودی های solve می توانند عبارتهای نمادین و یا رشته ای باشند. اگر معادله (eq)یک عبارت نمادین (x^2 - 2*x + 1) یا رشته ای باشد که علامت تساوی در آن بکار نرفته('x^2 - 2*x + 1') .

مثال 10-1

دستور

```
syms a b c x;
solve('a*x^2 + b*x + c')
```

جواب Matlab :

```
ans =
  -(b + (b^2 - 4*a*c)^(1/2))/(2*a)
 -(b - (b^2 - 4*a*c)^(1/2))/(2*a)
```

همانطور که می بینید معادله ی درجه ی دوم به راحتی با کمک Matlab به صورت جبری حل شد.

مثال 10-2

معادله درجه دوم زیر را برای متغیر b حل کنید :

دستور

```
syms a b c x;
solve('a*x^2 + b*x + c','b')
```

جواب Matlab :

```
ans =
-(a*x^2 + c)/x
```

مثال 10-3

دستور

```
syms x;
S = solve('x + y  = 1','x - 11*y = 5')
```

جواب Matlab:

```
S = [S.x S.y]
```

این عبارت به این معنی است که جواب معادله یک ماتریس یک در یک و به صورت نمادین است. جوابها در متغیر S ذخیره شده اند که از نوع ساختاری است و برای خواندن آنها به شکل زیر عمل می کنیم.

```
S =
[ 4/3, -1/3]
```

مثال 10-4

دستور

```
syms a u v;
A = solve('a*u^2 + v^2', 'u - v = 1', 'a^2 - 5*a + 6')
```

جواب Matlab:

```
A =
   a: [4x1 sym]
   u: [4x1 sym]
   v: [4x1 sym]
```

برای دیدن اعضای A وارد کنید:

```
Aa = A.a
Au = A.u
Av = A.v
Aa =
 3
 2
 2
 3

Au =
 (3^(1/2)*i)/4 + 1/4
 (2^(1/2)*i)/3 + 1/3
 1/3 - (2^(1/2)*i)/3
 1/4 - (3^(1/2)*i)/4

Av =
   (3^(1/2)*i)/4 - 3/4
   (2^(1/2)*i)/3 - 2/3
 - (2^(1/2)*i)/3 - 2/3
 - (3^(1/2)*i)/4 - 3/4
```

برای بدست آوردن ریشه های یک معادله ی چند جمله ای می توانید به راحتی از دستور roots استفاده کنید. برای اینکار لازم است ضرایب معادله را به صورت یک ماتریس به دستور roots وارد کنید.

برای حل معادله‌ی x^3-2x^2-2=0 ، دستورات Matlab به شکل زیر خواهند بود.

دستور

```
p=[1 -2 0 -2];
roots(p)
```

جواب Matlab:

```
ans =
  2.3593
 -0.1797 + 0.9030i
 -0.1797 - 0.9030i
```

11- رسم نمودار

Matlab دارای قابلیت های فراوانی در رسم نمودار می باشد که یکی مهمترین جنبه های کار با Matlab را تشکیل می دهد .

نمودارها قادر به انتقال اطلاعاتی هستند که شاید خیلی از جداول و لیستها قادر به انتقال آن نباشند . به همین دلیل این بخش را به معرفی توابع مربوط به رسم نمودار اختصاص می دهیم.

11 – رسم نمودار

دستورهای Matlab جهت رسم نمودار به‌شکل زیر است :

```
plot(Y)
plot(X1,Y1,...,Xn,Yn)
plot(X1,Y1,LineSpec,...,Xn,Yn,LineSpec)
plot(X1,Y1,LineSpec,'PropertyName',PropertyValue)
plot(axes_handle,X1,Y1,LineSpec,'PropertyName',PropertyValue)
h = plot(X1,Y1,LineSpec,'PropertyName',PropertyValue)
```

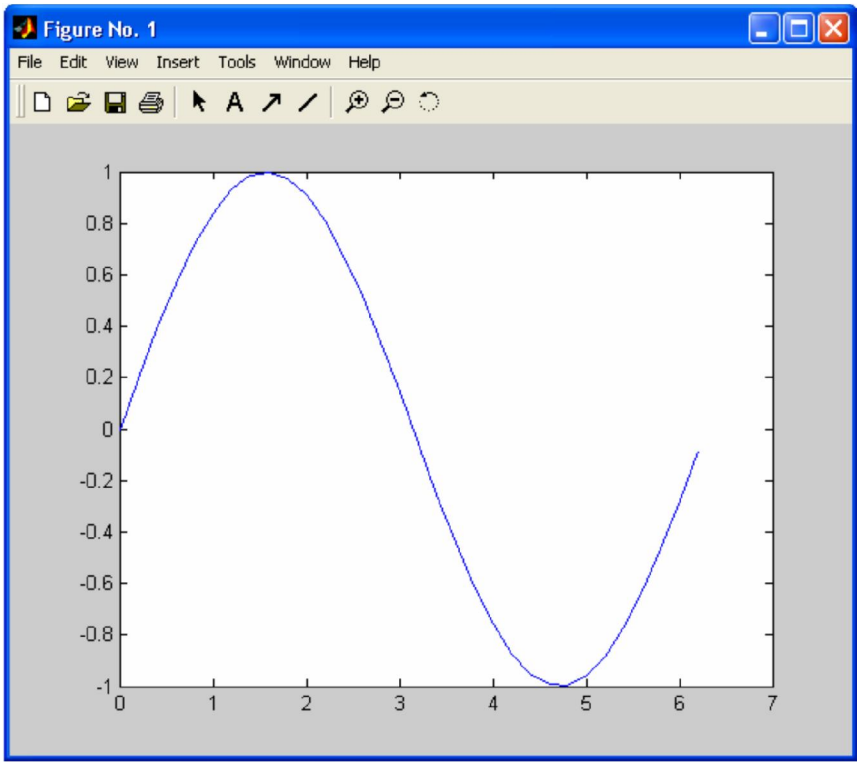
متداول ترین تابع رسم نمودارهای دو بعدی این تابع می باشد. این تابع مجموعه ای از آرایه ها ی داده ها را بر روی محورهای مختصات رسم کرده و نقاط تعیین شده را با خطوط مستقیم به هم متصل می کند .

```
>> x = 0:0.2:2*pi;
>> y = sin(x);
```

```
>> plot(x,y)
```

در مثال بالا x محور افقی و y محور عمودی را می سازند .(در تابع آرگومان اول محور افقی و آرگومان دوم محور عمودی را مشخص می کند)

تابع plot پنجره گرافیکی figure را باز می کند ، سپس اندازه محورهای مختصات را مطابق داده ها تنظیم می کند . بعد از رسم نقاط آنها را با خطوط راست به یکدیگر متصل می کند.در زیر نتیجه دستورات بالا و پنجره figure را مشاهده می کنید.



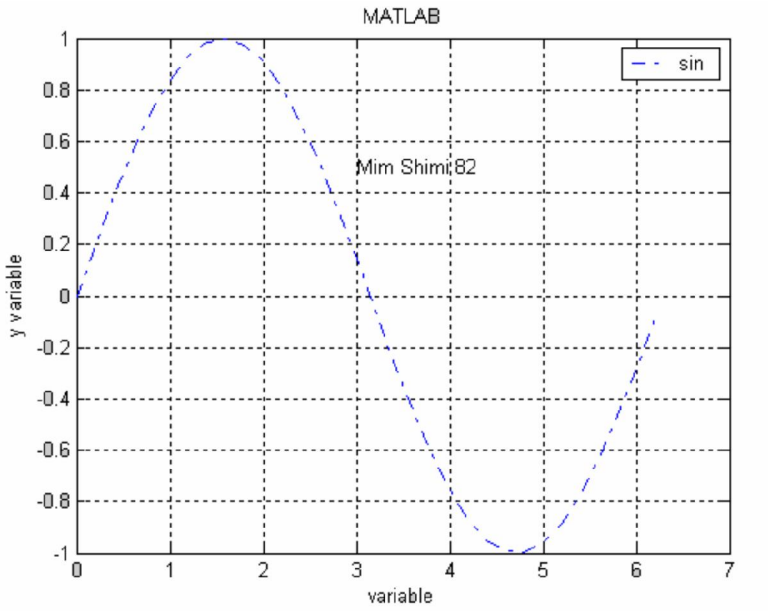
تابع plot را می توان به همراه آرگومان سومی نیز به کار برد. این آرگومان که پس از xوy می آید یک رشته کرکتری است که مشخص کننده نوع خطوط و رنگ آنها می باشد .

دستورات xlabel وylabel بر چسب محور ها را مشخص می کنند.دستور title عنوان را بالای نمودار قرار می دهد.

راهنمای نمودار نیز در صورت رسم چند نمودار روی یک پنجره می تواند مفید باشد .دستور legend این کار را انجام می دهد. دستور gird on خطوط شبکه ای را روی نمودار فعال می کند و gird off آنها را حذف می کند. اگر بخواهیم متنی را روی نمودار قرار دهیم از تابع text استفاده می کنیم . clf پنجره figure را پاک میکند .clc نیز پنجره command window را پاک میکند.

در مثال زیر روش استفاده از این دستورات را مشاهده می کنید.

```
>> clf
>> plot (x,y,'-.')
>> xlabel (' variable ')
>> ylabel (' y variable ')
>> title (' MATLAB ')
>> legend (' sin ')
>> grid
>> text (3,.5,' Mim Shimi 82 ')
```



دستور grid در صورتیکه به تنهایی به کار رود ،در صورتیکه شبکه ها روشن باشد آن را خاموش و در صورت خاموش بودن آن را روشن می کند.

در دستور text آرگومان اول و دوم مختصات ابتدا متن و آرگومان سوم متن مورد نظر است . در صورتیکه مختصات متن را ندانیم ،می توانیم از دستور gtext استفاده کنیم. با اجرا این دستور خطوط متقاطعی روی صفحه نمایش داده می شودو مکان مورد نظر با کلیک ماوس تعیین می شود.حالت کلی این دستور به شکل زیر است که TEXT متن مورد نظر است.

gtext ('TEXT')

همان طور که مشاهده فرمودید تقریبا در تمام دستورات فوق از رشته های کرکتری استفاده می شود. Matlab علاوه بر رشته های معمولی امکاناتی دارد تا بتوان متن هایی شامل کرکترهای ویژه (مثل $\partial \infty \neq$) و در چند خط، همچنین عبارات توان دار و اندیس دار را به نمودارها اضافه کرد.

ممکن است تنها نمایش قسمتی از نمودار برای ما مهم باشد، دستورaxis با مشخص کردن حدودمحورها این کار را انجام می دهد . همانطور که در زیر می بینید آرگومان ورودی دستور شامل یک بردار که مشخص کننده حدود محورها است می باشد.

axis ([XMIN XMAX YMIN YMAX])

در مثال زیر با روش استفاده از دستورات اخیر آشنا می شوید.

```
>> axis ([2 10 3 8])
>> xlabel ('LABEL_x')
>> ylabel ('LABEL_y')
>> title ({'First line','Second line'})
>> text (6,6.5,'\fontsize{34} \heartsuit')
>> gtext ({'\fontsize{30} (a \pm b)^2','=a^2 \pm 2ab + b^2'})
>> text (4,4,'\fontsize{14}sin(\alpha)^{2\pi}')
```

تا به حال نمودارهایی را رسم کردیم که محورهای مختصات آنها به صورت خطی تقسیم بندی شده بود، ولی در برخی از مواقع لازم است که یک یا هر دو محور را با تقسیمات لگاریتمی نمایش دهیم. برای این کار نیز دستوراتی وجود دارد.

از تابع semilogx برای نموداری که محور x آن برحسب مقدار لگاریتمی تقسیم بندی شده و از تابع Semilogx برای نموداری با محور y لگاریتمی استفاده می شود.همچنین تابع loglog نموداری رسم می کند که هر دو محور آن لگاریتمی است.آرگومانهای ورودی این توابع مانند تابع plot می باشد.

11-1- نمودارهای ۲ بعدی

مجموعه دستورات زیر نحوه ترسیم یک تابع بر حسب یک متغیر مستقل را نشان می دهد:

```
» x=linspace(0,2); y=x.*exp(-x);
» plot(x,y)
» grid
» xlabel('x')
» ylabel('y')
» title('y=x.e^{-x}')
```

» text(1,.2,'centre')

هفت خط فوق به ترتیب اعمال زیر را انجام می دهند:

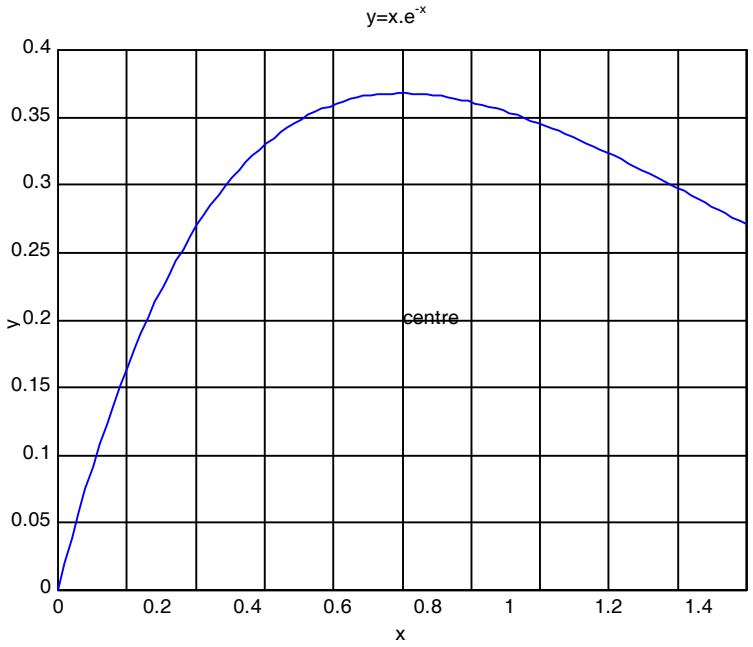
1- بردار متغیرهای مستقل (x) و تابع (y) را ایجاد می کند

2- مقادیر y را بر حسب x رسم می نماید

3- شبکه را به نمودار می افزاید

4- توضیح محور افقی را می نویسد

5- توضیح محور عمودی را می نویسد



6- تیتر نمودار را در بالای آن می نویسد

7- در نقطه مورد نظر (در این مثال نقطه (0.2و1)) متغیر حرفی مشخص شده (در این مثال centre) را می نویسد.

می توانید نمودار ایجاد شده را به کمک دستور save as در منوی file پنجره نمودار، ذخیره نمایید.در هنگام رسم نمودارها می توانید از علامتهای مختلف (بجای خط) برای رسم توابع استفاده کنید.همچنین می توانید بیش از یک تابع را در یک نمودار نمایش دهید.

» plot(x,y,'.',x,x.*sin(x),'-.')

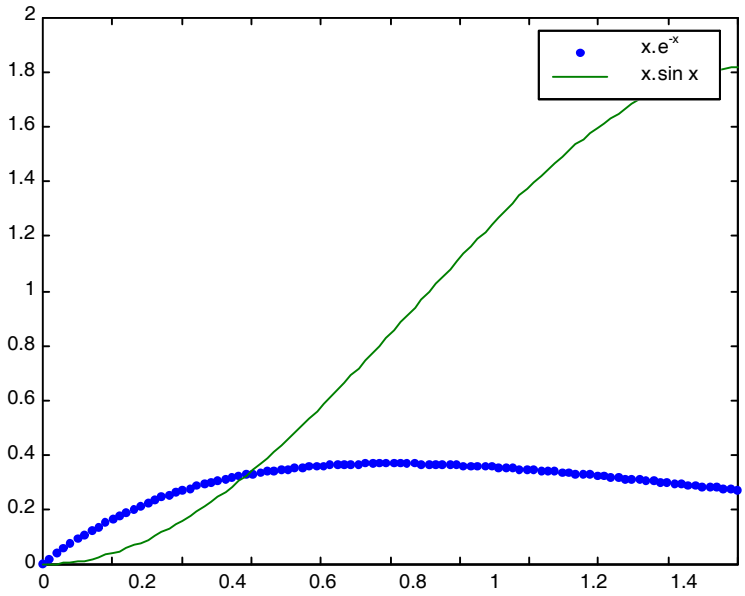
و در صورت لزوم نام توابع را نیز در همان نمودار نشان دهید

```
legend('x.e^{-x}','x.sin x')
```

می توانید بیش از یک نمودار را در یک پنجره نشان دهید:

```
» subplot(2,1,1), plot(x,y)
» ylabel('x.e^{-x}')
» subplot(2,1,2), plot(x,x.*sin(x))
» ylabel('x.sin x')
```

دو عدد اول در دستور subplot تعداد تقسیمات صفحه را معین می کنند (سطری و ستونی) و عدد سوم



مکان رسم نمودار (یا تغییر روی نمودار موجود) را مشخص می نماید

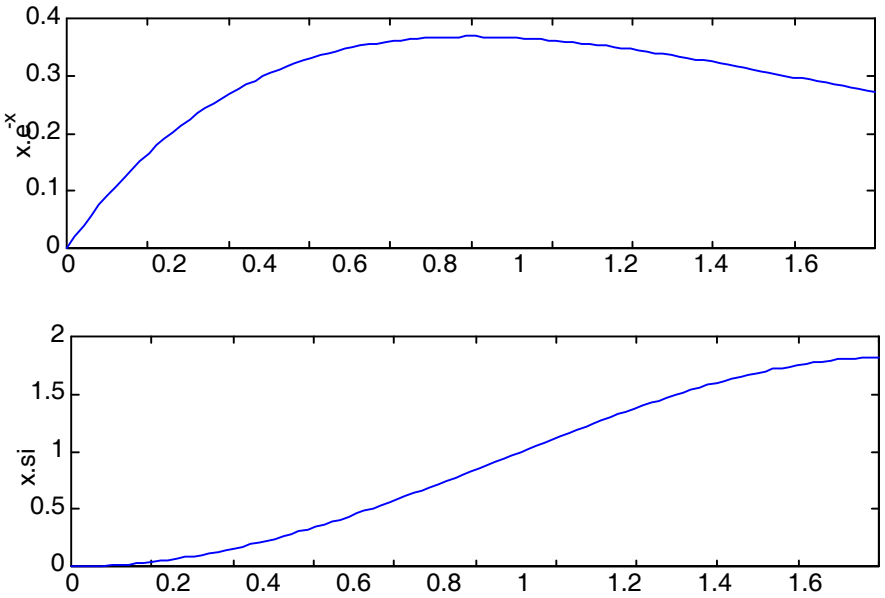
نمودار را می توانید با استفاده از دستور clf پاک کنید

» clf

با استفاده از دستور figure می توانید پنجره جدیدی برای رسم نمودار باز نمائید. دستور axis حدود بالا وپایین محورهای مختصات را به صورت یک بردار ارائه می نماید

» figure(2)

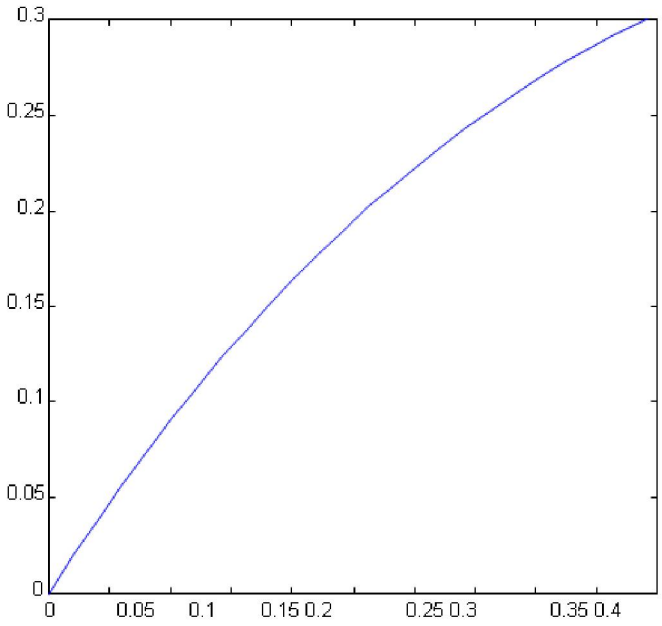
» plot(x,y)



» axis

ans =

0 2.0000 0 0.4000



در تمامی مثالهای بالا مقادیر متغیر مستقل و متغیر وابسته به صورت دو بردار بر حسب هم رسم شده اند .در صورتی که تابعیت متغیر وابسته بر حسب متغیر مستقل مشخص باشد می توانید ازدستور fplot برای رسم آن استفاده کنید

```
» fplot('x*exp(-x)',[0 2])
```

آرگومان اول این دستور یک بردار حرفی است که مشخص کننده رابطه تابع (در صورت ساده بودن رابطه تحلیلی تابع، همانند مثال فوق) یا نام m-file حاوی تابع (که جداگانه باید ایجاد شده باشد) است .آرگومان دوم fplot یک بردار دو عضوی است که حد پائین و بالای متغیر مستقل را مشخص می کند.

تعدادی از دستورهای ترسیم دو بعدی در زیر آورده شده اند:

نمودار نیمه لگاریتمی (محور x لگاریتمی)	semilogx(x,y)
نمودار نیمه لگاریتمی(محور y لگاریتمی)	semilogy(x,y)

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

نمودار تمام لگاریتمی	loglog(x,y)
رسم در دستگاه مختصات قطبی	polar(r,theta)
نمودار میله ای	bar (x,y)
نمودار مساحت	area(x,y)

11-2- نمودارهای ۳ بعدی

دستور های زیادی در Matlab برای ترسیم نمودار های سه بعدی وجود دارند. یک منحنی سه بعدی را می توانید به کمک دستور plot3 ببینید.

```
plot3(X1,Y1,Z1,...)
plot3(X1,Y1,Z1,LineSpec,...)
plot3(...,'PropertyName',PropertyValue,...)
h = plot3(...)
```

مثال 11-1

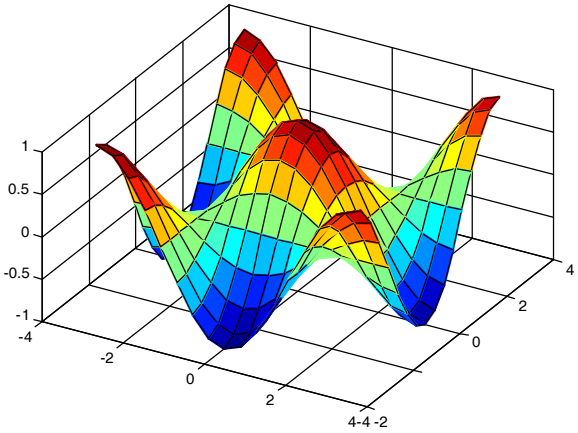
```
» t=0:.01:6*pi;
» plot3(cos(t),sin(t),t)
» xlabel('cos(t)')
» ylabel('sin(t)')
» zlabel('t')
```

سطوح سه بعدی را می توانید با استفاده از دستور surf ترسیم کنید

```
» [x,y]=meshgrid(-pi:pi/8:pi,-pi:pi/8:pi);
» z=cos(x).*cos(y);
» surf(x,y,z)
» view(30,45)
```

دستور meshgrid شبکه دو بعدی روی صفحه xy را ایجاد میکند . بردارهای ورودی به این دستورمشخص کننده تقسیمات در جهات x و y هستند . سطح ایجاد شده را می توانید با کمک دستورshading هموار کنید، همچنین برای تطابق رنگها با اعداد محور z می توانید از دستور colorbar استفاده کنید .

» shading interp



» colorbar

برای رسم سطوح سه بعدی از دستورات دیگری مانند meshz ، meshc، mesh و waterfall نیز می توانید کمک بگیرید.

11-3- نمودارهای 2/5 بعدی

نمودارهای به اصطلاح 2/5 بعدی برای دیدن سطوح 3 بعدی روی صفحه مختصات 2 بعدی به کار می روند. یکی از این روشها رسم خطوط همتراز یک سطح است .

» [x,y]=meshgrid(-2:.1:2,-2:.1:2);

» z=2-((x-1).^2+4*(y-1).^2+2*x.*y);

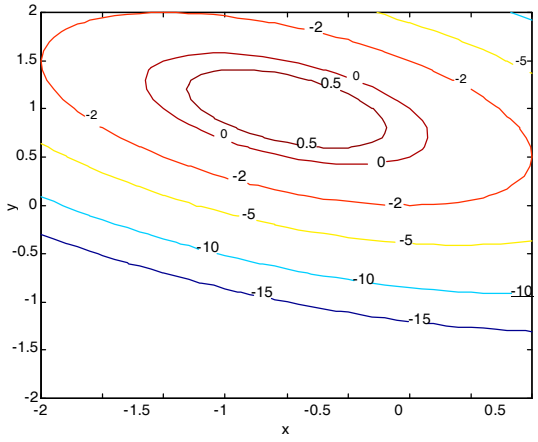
» [c,h]=contour(x,y,z,[-15 -10 -5 -2 0 0.5]);

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

» clabel(c,h), xlabel('x'), ylabel('y')

آرگومان چهارم در دستور contour برداری است که بر اساس آن منحنیهای همترازی که مقادیرعددی آنها برابر با مولفه های آن بردار است روی نمودار نشان داده خواهند شد دستور clabel مقادیر خطوط همتراز را روی نمودار نشان می دهد . روش دیگر آن است که سطح را از زاویه ای عمود بر صفحه xy نگریست و رنگهای متفاوتی به مقادیر مختلف z نسبت داد:

» pcolor(x,y,z)



» shading interp

» colorbar

11-4- رسم نمودارهای مقایسه ای

چنانچه قصد داشته باشید چند نمودار را با هم در یک صفحه و به صورت مقایسه ای رسم کنید از روش زیر استفاده کنید :

x=-pi:.1:pi;

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

y1=sin(x);

y2=cos(x);

y3=exp(sin(x))

plot(x,y1,x,y2,x,y3);

در این حالت Matlab رنگ هر نمودار را به صورت خودکار انتخاب می کند. می توانید جلوه هایی نیز به نمودار اضافه کنید.

Plot(x,y,'--‘);

این دستور نمودار شما را به صورت خط چین در می آورد.گزینه ی رنگ را نیز به شکل زیر انتخاب می کنید.(r برای رنگ قرمز خواهد بود)

Plot(x,y,'--r');

جدول رنگ ها و انواع خطوط را می توانید در Matlab Help به طور کامل مشاهد ه کنید.

plot(x,y1,'--g',x,y2,':r',x,y3,'o');

12- حد limit

در Matlab برای محاسبه حد توابع از دستورهای زیر استفاده می کنیم :

limit(expr, x, *a*)

دستور limit(expr, x, *a*) حد عبارت expr را محاسبه می کند وقتی که x به a میل می کند.

limit(expr, *a*)

E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

دستور limit(expr, *a*) حد عبارت expr را محاسبه می کند وقتیکه متغیر پیش فرض به a میل می کند.

limit(expr)

دستور limit(expr) حد عبارت expr را محاسبه میکند وقتی که متغیر پیش فرض به 0 میل می کند.

limit(expr, x, *a*, 'left')

دستور limit(expr, x, *a*, 'left') حد عبارت expr راست x از چپ به a میل می کند

limit(expr, x, *a*, 'right')

دستور limit(expr, x, *a*, 'right') حد عبارت expr وقتی که متغیر x از راست به a میل می کند

عملکرد هر یک از این دستور ها به صورت زیر توضیح داده شده :

مثال 12-1

حد توابع sin(x)/x و (sin(x + h) - sin(x))/h وقتی h به 0 میل می کند، به صورت زیر بدست می آید:

دستور

```
syms x h;
limit(sin(x)/x)
limit((sin(x + h) - sin(x))/h, h, 0)
```

جواب Matlab :

```
ans =
1
 ans =
cos(x)
```

محاسبه حدود راست و چپ :

دستور

```
syms x;
limit(1/x, x, 0, 'right')
limit(1/x, x, 0, 'left')
```

جواب Matlab:

```
ans =
Inf
 ans =
-Inf
```

محاسبه حد توابعی که عناصر یک بردار هستند:

دستور

```
syms x a;
v = [(1 + a/x)^x, exp(-x)];
limit(v, x, inf)
```

جواب Matlab:

```
ans =
[ exp(a), 0
```

13- مشتق diff

عبارات نمادین مشتق ، در Matlab به صورت زیر است:

```
diff(expr)
```

دستور diff(expr) مشتق عبارت expr را نسبت به متغیر symvar محاسبه می کند.

```
diff(expr, v)
diff(expr, sym('v'))
```

دستورات فوق مشتق عبارت expr را نسبت به v محاسبه می کنند .

diff(expr, *n*)

دستور diff(expr,n) مشتق nام عبارت expr را محاسبه می کند.(n یک عدد صحیح مثبت است)

diff(expr, v, *n*)

دستورفوق مشتق nام عبارت expr را نسبت به v را محاسبه می کنند.

مثال 13-1

اگراز تابع یک متغیره زیر یک بار مشتق بگیریم، نتیجه به این صورت خواهد بود :

دستور

```
syms x;
diff(sin(x^2))
```

جواب Matlab:

```
ans =
2*x*cos(x^2)
```

مشتق ششم تابع یک متغیره t^6 :

دستور

```
syms t;
diff(t^6,6)
```

جواب Matlab:

```
ns =
720
```

اگر از تابع sin(x*t^2) نسبت به t مشتق بگیریم خواهیم داشت :

دستور

```
syms x t;
```


E-mail: a_neisy@atu.ac.ir and a_neisy@iust.ac.ir site: www.a-neisy.ir

```
diff(sin(x*t^2), t)
```

جواب Matlab:

```
ans =

2*t*x*cos(t^2*x)
```

13-1-مشتق چند جمله ای

مشتق چند جمله ای را می توانید با بکار بردن تابع polyder محاسبه کنید:

دستور

```
» c=polyder(a)
```

جواب Matlab:

```
c =
2       1
```

مشتق حاصلضرب دو چند جمله ای a*b را می توانید به صورت زیر بدست آورید:

دستور

```
» d=polyder(a,b)
```

جواب Matlab:

```
d =
3       0       0
```

در صورتی که تعداد آرگومانهای خروجی تابع polyder برابر ۲ باشد، تابع مشتق تقسیم دو چند جمله ای جمله ای را تعیین می نماید:

دستور

```
» [q,d]=polyder(a,b)
```

جواب Matlab:

```
q =
1       -2      -2
d =
1       -2       1
```

13-2- دیفرانسیل differential

برای محاسبه دیفرانسیل توابع از دستورهای زیر استفاده می کنیم :

Y = diff(X)

عبارت Y = diff(X) دیفرانسیل x را محاسبه می کند.

Y = diff(X,n)

اگر x یک بردار باشد حاصل diff(X) نیز یک بردار است.

Y = diff(X,n,dim)

اگر x یک ماتریس باشد حاصل diff(X) یک ماتریس سطری به صورت زیر است:

[X(2:m,:)-X(1:m-1,:)]

مثال 13-2

مقدار diff(y) /diff(x) مشتق تقریبی است:

دستور

```
x = [1 2 3 4 5];
y = diff(x)
```

جواب Matlab:

```
y =
    1     1     1     1
```

دستور

```
z = diff(x,2)
```

جواب Matlab:

```
z =
    0     0     0
```

14- انتگرال integral

در Matlab برای انتگرال گیری توابع ، از دستورهای زیر استفاده می نماییم.

int(expr)

عبارت int (expr) انتگرال نا معین expr را برای متغیری که توسط symvar تعریف می شود، محاسبه می کند.

int(expr, v)

عبارت int (expr,v) انتگرال نا معین expr را برای متغیر اسکالر v محاسبه می کند .

int(expr, *a*, *b*)

عبارت int (expr,a,b) انتگرال معین expr را با حدود a,b برای متغیر پیش فرض محاسبه می کند .

int(expr, v, *a*, *b)*

عبارت int (expr,v,a,b) انتگرال expr را با حدود a,b برای متغیر v محاسبه می کند .

مثال 14-1

انتگرال نا معین برای تابع یک متغیره :

دستور

```
syms x;
int(-2*x/(1 + x^2)^2)
```

جواب Matlab :

```
ans =
1/(x^2 + 1)
```

انتگرال برای تابع چند متغیره :

در اینگونه موارد لازم است متغیری که قرار است انتگرال گیری بر اساس آن صورت گیرد به Matlab معرفی کنید

دستور

```
syms x z;
int(x/(1 + z^2), z)
```

جواب Matlab :

```
ans =
x*atan(z)
```

انتگرال x*log(1 + x) با حدود 0 تا 1 :

دستور

```
syms x;
int(x*log(1 + x), 0, 1)
```

جواب Matlab :

```
ans =
¼
```

نتیجه انتگرال 2*x با حدود sin(t) تا 1 به صورت زیر است :

دستور

```
syms x t;
int(2*x, sin(t), 1)
```

جواب Matlab :

```
ans =
cos(t)^2
```

انتگرال تابع های زیر که اعضای یک ماتریس هستند، به این صورت محاسبه می شود:

دستور

```
syms x t z;
alpha = sym('alpha');
int([exp(t), exp(alpha*t)])
```

جواب Matlab :

```
ans =
[ exp(t), exp(alpha*t)/alpha]
```

نکته : یک متغیر سمبولیک یا نمادین متغیری است که به Matlab می گوید باید با آن به صورت جبری رفتار شود و نه به صورت عددی. مثلا هنگامی که از شما خواسته می شود انتگرال x را بدست آوید شما خیلی سریع جواب می دهید x^2/2 و درواقع شما به صورت نا معین مقدار این عبارت را حساب می کنید و نه به صورت عددی. اگر از Matlab انتظار دارید او هم چنین رفتاری با متغیرهای شما داشته باشد می بایست ابتدا با کمک دستور syms آنها را به Matlab معرفی کنید.

دستور

```
>> syms x
>> f=x^2
```

جواب Matlab :

```
f =
x^2
```

برای محاسبه یک مقدار عددی این تابع از دستور subs استفاده می شود. این دستور در واقع عمل جایگذاری را در Matlab انجام می دهد.

دستور

```
>> subs(f,3)
```

جواب Matlab :

```
ans =
     9
```