

## مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید تا به یاری این موهبت راه ترقی و تعالی ببیماید و امید به این که عنایات الهی شامل حال ما باشد تا با بضاعت اندک علمی خود در خدمت جوانان و آینده سازان کشور عزیزمان باشیم.

یکی از بارزترین ویژگیهای عصر حاضر، حضور گسترده کامپیوتر در کلیه عرصه های فعالیت انسان است به گونه ای که انجام برخی از کارها، بدون استفاده از آن قابل تصور نیست. کامپیوتر به عنوان ابزاری قدرتمند، سرعت و دقت کارها را فوق العاده افزایش داده و گذرگاه های صعب العبور علم را به شاه راههای هموار مبدل ساخته است . به همین دلیل در جهان کنونی، آموزش و یادگیری علوم کامپیوتر یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. کتاب حاضر با همکاری جمعی از اساتید تالیف شده و امید است که گامی در بر طرف کردن نیاز کنونی جوانان این مرز و بوم، هر چند کوچک برداشته باشد.

امیدواریم که همواره با سعی و تلاش بهتر از گذشته و پویاتر از قبل در خدمت شما عزیزان باشیم .

مدیر انتشارات مثبت

mosbatpublic@gmail.com

## سخن مؤلفین

با پیشرفت چشمگیر علوم کامپیوتر و توانایی های بسیار قوی آنها در پردازش و انجام محاسبات شاهد نفوذ روزافزون این ابزار در تمام علوم بوده ایم و مهندسی نفت و شیمی نیز همانند تمام علوم تحت تأثیر قرار گرفته است اما نکته ی حائز اهمیت آن است که ما چقدر توانسته ایم از این ابزار در جهت اهداف خود بهره مند شویم؟ نرم افزار متلب به عنوان یکی از جامع ترین نرم افزار های مورد نیاز ما نیازمند فراگیری و تسلط عمیق دارد اما در طی دوره های مختلف آموزشی که توسط مؤلفین این کتاب برگزار شده است همواره جای خالی منبع تخصصی متلب برای مهندسی نفت و شیمی حس شده است. منبعی که از دیدگاه تخصصی نفت و شیمی به متلب نگاه کرده و آموزش های آن مناسب نیازهای این علوم باشد. بسیار دیده می شود که برای آموزش نرم افزار متلب دانشجویان و محققین منابع حجیم و بسیار سنگین را انتخاب کرده و با دریایی از دستورها، توابع و نکات روبرو می شوند که در نگاه اول یا فرد را از ادامه ی راه منصرف می کنند و یا در صورتی که دانشجوی مقطعی از فضای کار با متلب دور شود تمام دستورات و شیوه ی کار با آنها را فراموش می کند. مؤلفین بر پایه ی تجربه ی خود سعی کرده اند که راه حلی برای این مشکل پیدا کنند. ما بر این اعتقاد هستیم که آموزش نرم افزار متلب باید بر اساس نیاز محققین باشد. این نرم افزار به سبب جامعیت آن مخاطب گروه عظیمی از علوم مختلف از پزشکی و علوم پایه گرفته تا علوم مهندسی را فرامی گیرد. لذا هنر ما در فراگرفتن و آموختن کلیه ی امکانات متلب نیست بلکه باید بتوانیم امکانات مورد نیاز خود را به خوبی یاد بگیریم. از نکات منحصراً به فرد آموزش برنامه نویسی و حل مسئله با کامپیوتر به روش هابیسست که شما را درگیر خود می کند و شما برنامه نویسی را همانند یک مهارت فراخواهید گرفت. ویژگی منحصراً بفرود دیگر کتاب پیش رو حل پروژه ها و مثال های متعدد از رشته های شیمی و نفت شامل خواص سنگ و سیال، مهندسی مخازن، شبیه سازی مخازن، فضاها متخلخل، ازدیاد برداشت، مکانیک سیالات دوفازی و رفتار فازی سیالات، راکتور، انتقال جرم، ترمودینامیک، انتقال حرارت و ... می باشد. در حل این مثال ها ابتدا از نظر تئوری مثال ها را تحلیل کرده و سپس راه حل های ارائه شده را کدنویسی کرده و چالش های آنها را بررسی می کنیم.

در آخر بر خود واجب میدانیم از تمام کسانی که در راستای تألیف و نگارش این کتاب ما را یاری کردند و نظرات و پیشنهادات و انتقادات سازنده ی خود را از ما دریغ نکردند تقدیر و تشکر کنیم. همچنین از جناب آقای مهندس میلاد مقصودی مدیر محترم خانه مهندسی شیمی و نفت ایران به سبب پشتیبانی و کمک های دوستانه و زحمات دلسوزانه ایشان نهایت تشکر را داریم. امید است این کتاب بتواند گامی هرچند کوچک اما سازنده را در پیشرفت صنعت نفت کشورمان بردارد. در نهایت از تمام شما مخاطبان گرامی درخواست میشود انتقادات، پیشنهادات و اشکالات این کتاب را از طریق ایمیل زیر به مؤلفین کتاب اطلاع داده تا در ویرایش های آینده به منظور ارتقای سطح کیفی و علمی کتاب در نظر گرفته شود.

ارتباط با مؤلفین

[PeteDep.info@gmail.com](mailto:PeteDep.info@gmail.com)

[ChemeHome.info@gmail.com](mailto:ChemeHome.info@gmail.com)

## فهرست مطالب

۸	فصل اول: مقدمات و آشنایی با متلب.....
۸	۱- مقدمه.....
۹	۱-۱ آشنایی با محیط متلب.....
۹	۱-۱-۱ پنجره فرمان.....
۹	چند نکته مهم.....
۱۰	۱-۱-۲ تاریخچه دستور.....
۱۰	۱-۱-۳ فضای کار.....
۱۱	۱-۱-۴ پوشه جاری.....
۱۱	۱-۱-۵ نوار ابزار.....
۱۲	۱-۲ قوانین نامگذاری متغیرها.....
۱۲	۱-۳ انواع فرمت نمایش اعداد.....
۱۲	۱-۴ بردار و ماتریس.....
۱۳	۱-۴-۱ درک فلسفه محاسبات در متلب.....
۱۳	۱-۴-۲ تعریف ماتریسها.....
۱۳	۱-۴-۳ آدرس دهی عناصر یک ماتریس.....
۱۴	۱-۴-۴ اضافه کردن داده جدید به ماتریس.....
۱۴	۱-۴-۵ عملیات ریاضی بر روی ماتریسها.....
۱۵	۱-۴-۶ توابع ریاضی مهم.....
۱۵	۱-۴-۷ توابع مهم برای ماتریسها.....
۱۹	۱-۵ فایل های متنی.....
۱۹	۱-۵-۱ Script file.....
۱۹	۱-۵-۲ M-file.....
۲۱	۱-۵-۴ وارد کردن داده های نرم افزارهای دیگر به متلب.....
۲۲	۱-۶ تعریف توابع در متلب.....
۲۲	۱-۶-۱ تعریف توابع به شکل سیمبولیک.....
۲۳	۱-۶-۲ تابع inline.....
۲۳	۱-۶-۳ Handle function.....
۲۴	۱-۷ نمودارها.....

۲۴	۱-۷-۱ رسم نمودارهای ۲ بعدی.....
۲۵	۱-۷-۲ رسم توابع.....
۲۷	۱-۷-۳ رسم چند نمودار روی هم(در یک دستگاه مختصات).....
۲۷	۱-۷-۴ رسم چند نمودار در یک پنجره(در کنار هم).....
۲۸	۱-۷-۵ رسم نمودارهای ۳ بعدی.....
۲۸	۱-۷-۶ رسم رویه ها و توابع دو متغیره.....
۳۰	۱-۷-۷ رسم خطوط تراز برای یک رویه سه بعدی.....
۳۱	۱-۷-۸ اضافه کردن عنوان به نمودارها.....
۳۱	۱-۷-۹ قراردادن توضیحات برای محورهای مختصات.....
۳۱	۱-۷-۱۰ ایجاد legend برای هر نمودار.....
۳۲	۱-۷-۱۱ رسم در مختصات semi-log.....
۳۳	۱-۷-۱۲ رسم در مختصات log-log.....
۳۳	۱-۷-۱۳ رسم در مختصات قطبی.....
۳۳	۱-۸ کار با چند جمله‌ای‌ها.....
۳۳	۱-۸-۱ تعریف چند جمله‌ای بر اساس ضرایب آن.....
۳۴	۱-۸-۲ تعریف چند جمله‌ای بر اساس ریشه‌های آن.....
۳۴	۱-۸-۳ جمع و تفریق چند جمله‌ای‌ها.....
۳۵	۱-۸-۴ ضرب و تقسیم چندجمله‌ای‌ها.....
۳۵	۱-۸-۵ محاسبه مقادیر چند جمله‌ای‌ها.....
۳۵	۱-۸-۶ تبدیل چند جمله‌ای‌ها به تابع.....
۳۶	۱-۸-۷ مشتق چندجمله‌ای‌ها.....
۳۶	۱-۸-۸ انتگرال چندجمله‌ای‌ها.....
۳۶	۱-۸-۹ عبور دادن چند جمله‌ای از چندین داده.....
۳۷	۱-۹ پردازش داده.....
۳۷	۱-۹-۱ استفاده از جعبه ابزار curve fitting.....
۳۹	۱-۹-۲ پردازش در پنجره رسم نمودار(figure).....
۴۳	<b>فصل دوم: برنامه‌نویسی در متلب.....</b>
۴۳	۱- مقدمه.....

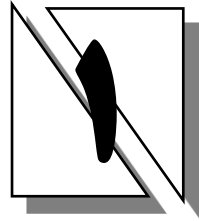
۴۴	۱-۱ برنامه‌نویسی در متلب.....
۴۴	۱-۱-۱ الگوریتم و ساختار اجرای کد در برنامه‌نویسی.....
۴۷	۱-۱-۲ عبارات منطقی و مقایسه‌ای در متلب.....
۴۷	۱-۱-۳ انواع حلقه‌ها.....
۵۲	۱-۱-۴ کاراکترها و رشته‌ها.....
۵۳	۱-۱-۵ Structure.....
۵۴	۱-۱-۶ انواع خطاها و رفع آنها در متلب.....
۵۸	<b>فصل سوم: محاسبات ریاضی در متلب.....</b>
۵۹	۲- محاسبات و حل مسائل با کمک توابع و دستورات متلب.....
۵۹	۱-۱-۱ تعریف متغیرهای سیمبولیک.....
۶۰	۱-۱-۲ حد.....
۶۰	۱-۱-۳ مشتق.....
۶۱	۱-۲ حل معادلات جبری با متلب.....
۶۱	۱-۲-۱ حل معادله جبری غیر خطی با متلب.....
۶۲	۱-۲-۲ حل دستگاه معادلات جبری خطی و غیرخطی با متلب.....
۶۳	۱-۳ حل معادلات دیفرانسیل.....
۶۳	۱-۳-۱ دستور dsolve.....
۶۴	۱-۴ حل دستگاه معادلات دیفرانسیل.....
۶۴	۱-۴-۱ دستور dsolve.....
۶۵	۳- روش‌های عددی حل مسائل مختلف در متلب.....
۶۵	۲-۱ حل عددی معادلات جبری و دستگاه معادلات.....
۶۵	۲-۱-۱ حل عددی معادله جبری غیرخطی.....
۷۲	۲-۱-۲ حل دستگاه معادلات جبری خطی.....
۷۸	۲-۱-۳ حل دستگاه معادلات جبری غیر خطی.....
۸۲	۲-۲ درونیابی عددی.....
۸۳	۲-۲-۱ روش لاگرانژ.....
۸۵	۲-۲-۲ درونیابی به روش تفاضلات محدود.....
۸۹	۲-۲-۳ روش نیوتون-گریگوری.....
۹۲	۲-۳ انتگرال گیری عددی.....
۹۲	۲-۳-۱ روش دوزنقه.....

۹۳	..... ۲-۳-۲ روش سیمسون ۱۳
۹۴	..... ۲-۴ حل عددی معادلات ODE
۹۴	..... ۲-۴-۱ حل به کمک توابع متلب
۹۶	..... ۲-۴-۲ روش اویلر
۹۸	..... ۲-۴-۳ روش رانگ-کاتا مرتبه دوم
۹۹	..... ۲-۴-۴ روش رانگ-کاتا مرتبه چهارم
۹۹	..... ۲-۵ حل عددی معادلات PDE
۱۰۵	..... ۲-۶ حل معادلات PDE با PDETOOL
۱۱۰	..... تمارین

## ۱۱۲ فصل چهارم: حل مسائل کاربردی مهندسی نفت و شیمی

۱۱۲	..... ۱- مقدمه
۱۱۳	..... ۱-۱ حل مسایل کاربردی مهندسی نفت
۱۶۵	..... ۱-۲ حل مسایل کاربردی مهندسی شیمی
۱۸۵	..... راکتور ناپیوسته
۱۸۷	..... رانگ کوتای مرتبه‌ی چهار
۱۸۷	..... کدهای مربوط به سه روش فوق
۱۸۷	..... روش اولر
۱۸۹	..... روش رانگ کوتا مرتبه ۳ و ۴
۱۹۰	..... روش رانگ کوتا مرتبه ۴
۱۹۱	..... حل به کمک دستور آماده ODE45
۱۹۲	..... نمودار نتایج
۱۹۵	..... محاسبه بهینه ثوابت معادله سینتیکی به کمک روش های بهینه سازی
۱۹۹	..... نتایج استفاده از روش کد نویسی و بهینه سازی
۱۹۹	..... مساله مدل سازی به کمک منطق فازی
۱۹۹	..... تئوری مجموعه‌های فازی
۲۰۰	..... توابع عضویت
۲۰۱	..... چهار کلاس مختلف توابع عضویت یک‌بعدی
۲۰۱	..... ساختار سیستم فازی برای مدل‌سازی
۲۰۲	..... فازی ساز
۲۰۲	..... شماتیک ساختار یک سیستم فازی با فازی ساز و غیر فازی ساز

۲۰۲	پایگاه دانش و موتور استنتاج
۲۰۳	قواعد اگر- آنگاه فازی
۲۰۳	موتور استنتاج فازی ممدانی
۲۰۴	غیر فازی ساز
۲۰۴	روش‌های غیر فازی سازی
۲۰۴	غیر فازی ساز
۲۰۵	روش‌های غیر فازی سازی
۲۰۸	نمونه ای از توابع عضویت ۳ سطحی (مثلی)
۲۱۰	حل تحلیلی یک معادله دیفرانسیل معمولی
۲۱۱	حل یک معادله غیر خطی
۲۱۵	<b>فصل پنجم: ایجاد رابط گرافیکی در متلب (GUI)</b>
۲۱۵	۱- مقدمه
۲۱۶	۱-۱ ایجاد رابط گرافیکی در متلب (GUI)
۲۳۸	منابع و مراجع



## مقدمات و آشنایی با متلب

۱- مقدمه

چی؟ چرا؟ چگونه؟

در این فصل ابتدا به توضیح محیط کلی متلب پرداخته سپس به تعریف تغییرات و محدودیت ها و قوانین آن ها و کار با متریس ها می پردازیم. در ادامه توابع مختلف ریاضی را بحث خواهیم کرد و بعد از آن به تعریف توابع بصورت دستی می پردازیم. سپس راه ها و روش های مختلف رسم نمودار و کار با ظاهر نمودار را فرا خواهیم گرفت. در ادامه مباحث مربوط به چند جمله ای ها را مطرح کرده و جبهه ابزار های درونیابی و عبور دادن منحنی از چندین داده را بررسی می کنیم.

لزوم یادگیری هر کدام از مباحث فوق در علوم مهندسی، بخصوص مهندسی نفت و شیمی بسیار آشکار است. به دفعات پیش می آید که می خواهید از داده های آزمایشگاهی خود یک منحنی عبور دهید و یا خواسته اید داده های خود را در نمودار های گکارتی و یا کارترین رسم کنید. برای تحقق این اهداف شباهت های مباحثی که در بالا ذکر شد نیاز پیدا خواهید کرد.

در آخرین فصل از شما انتظار می رود که بتوانید تمامی توابع (از ساده تا پیچیده) را در متلب رسم نمایید و یا بتوانید از داده های خود یک رابطه استخراج کنید. از شما انتظار می رود که فرمول های پیچیده ریاضی را در متلب تعریف کرده و محاسبات ریاضی انجام دهید. در آخرین فصل شما کار با متریس ها و توابع کار با آنها را فراموش نکنید و مکانی که در ضمن حل لازم است به آن ها توجه شود را درک کرده اید.



## ۱-۱ آشنایی با محیط متلب

صفحه اول و اصلی این نرم‌افزار شامل پنجره‌های تاریخچه فرمان<sup>۱</sup>، پوشه جاری<sup>۲</sup>، فضای کار<sup>۳</sup>، پنجره فرمان<sup>۴</sup> نوار ابزار<sup>۵</sup> می‌باشد که در زیر هر کدام را شرح می‌دهیم.

### ۱-۱-۱ پنجره فرمان

کاربرد این پنجره در واقع همانند یک ماشین حساب بسیار پیشرفته خواهد بود. در نظر بگیرید که از شما می‌خواهند یک نمودار را با متلب رسم کنید و یا مقدار یک تابع را در نقطه‌ای خاص محاسبه کنید. برای حل کردن مسائلی از این قبیل شما نیازی به نوشتن کد در متلب ندارید و تنها با چند دستور ساده قابل حل است. البته توجه داشته باشید که می‌توان همان مسایل را با کدنویسی در فایل‌ها نیز حل کرد که دارای مزایایی می‌باشد اما در طول دوران مهندسی خود یقیناً به این نوع دستور وارد کردن در متلب نیاز پیدا خواهید کرد. از دیگر امکانات این قسمت دسترسی به فایل برخی توابع نوشته شده توسط سازندگان متلب است که در ادامه به تفصیل بحث خواهد شد.



شکل ۱: پنجره خط فرمان

### چند نکته مهم

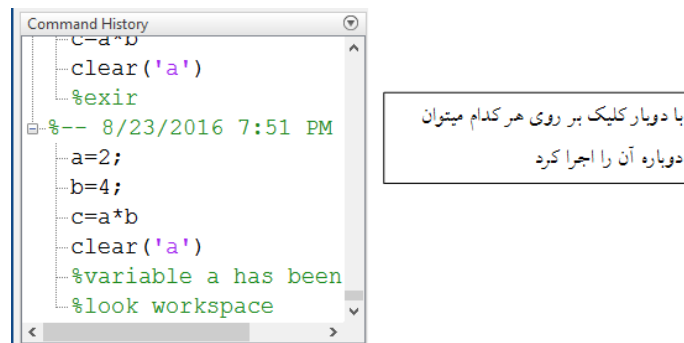
۱. در صورتی که مقدار یک متغیر<sup>۶</sup> را تغییر دهید مقادیر قبلی حذف خواهند شد.
۲. اگر علامت ; (سمیکالن) را در انتهای دستور قرار ندهید نتیجه دستور نمایش داده خواهد شد.
۳. دستور clc برای پاک کردن متن موجود در این پنجره است و تابع clear برای حذف متغیرها از فضای کار بکار می‌رود. اگر متغیر خاصی برای حذف کردن مد نظر باشد باید به شکل clear('name of variable') استفاده کنید.
۴. با زدن کلید enter دستور تایپ شده اجرا می‌شود. اگر متن تایپ شده شما زیادی طولانی باشد می‌توانید با تایپ ۳ نقطه (...) و زدن کلید enter ادامه آن را در سطر پایین تایپ کنید. اگر میخواهید چندین خط را پشت سر هم تایپ کرده و همه را باهم اجرا کنید به جای enter باید از کلید ترکیبی Shift + Enter به جای enter استفاده کرده و در آخر enter را برای اجرا شدن دستور بزنید.

1 Command History  
2 Current Folder  
3 Workspace  
4 Command Window  
5 Tool strip  
6 Variable

۵. از جمله معایب حل مسائل در این قسمت این است که امکان ویرایش کدهای اجرا شده وجود ندارد. مثلاً فرض کنید که مقدار تابع  $f$  را در یک نقطه مشخص را میخواهید حساب کنید. اگر مقدار متغیر خود را اشتباه تعریف کنید دیگر نمیتوانید در خطوط قبلی آن را تصحیح کنید بلکه دوباره باید آن متغیر را مقداردهی کنید. این مسئله در کدهای که دستورات مختلف به هم وابسته اند بسیار به چشم خواهد آمد و یکی از برتری های بسیار بزرگ کدنویسی در فایل ها نسبت به خط فرمان همین مشکل است که در ادامه بیشتر بحث خواهد شد.

### ۱-۱-۲ تاریخچه دستور

در اینجا شما تاریخچهی حدود شش ماه از دستوراتی که به متلب دادهاید را خواهید داشت تا در صورت نیاز استفاده کنید. البته استفاده اصلی این قسمت در پیشنهاد کردن دستورات مشابه با متنی است که شما در حال تایپ آن هستید. مثلاً اگر شما حرف  $s$  را تایپ کنید و دکمه فلش بالا (▲) را فشار دهید آخرین دستوری که با این حرف شروع شده باشد را به شما نشان می دهد.



```

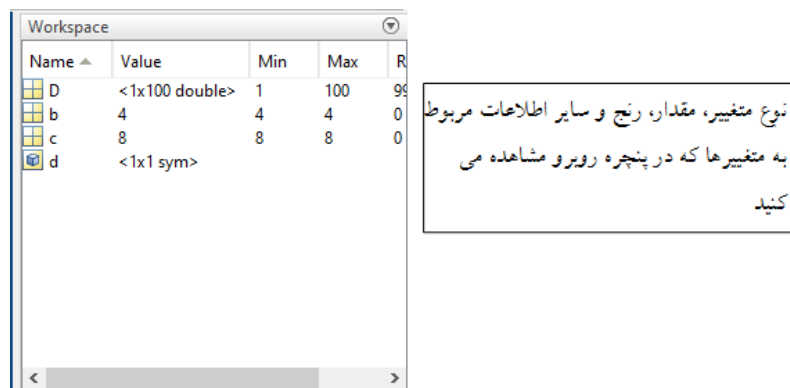
Command History
C=a*b
clear('a')
%exir
%-- 8/23/2016 7:51 PM
a=2;
b=4;
c=a*b
clear('a')
%variable a has been
%look workspace

```

شکل ۱: تاریخچه دستورات

### ۱-۱-۳ فضای کار

این قسمت در واقع محل ذخیره سازی متغیرهایی است که شما در هنگام کار با متلب استفاده می کنید که اطلاعات آنها شامل اسم<sup>۱</sup>، نوع<sup>۲</sup> و مقدار متغیر<sup>۳</sup> در آن ذخیره شده است که با دوبار کلیک بر روی متغیر مورد نظر می توانید به محتویات آن دسترسی پیدا کنید.



Name	Value	Min	Max	R
D	<1x100 double>	1	100	99
b	4	4	4	0
c	8	8	8	0
d	<1x1 sym>			

شکل ۲: پنجره فضای کار

<sup>1</sup> Name  
<sup>2</sup> Type  
<sup>3</sup> Value