



مقدمه‌ای کوتاه بر اصول برنامه‌نویسی

در نرم‌افزار MATLAB

دکتر وحید محتشمی

عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

مهندس سیدجواد حسینی قنبرآباد

سرشناسه:	محتشمی، وحید، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور:	مقدمه‌ای کوتاه بر اصول برنامه‌نویسی در نرم‌افزار MATLAB / وحید محتشمی، سیدجواد حسینی قنبرآباد؛ ویراستار علمی حمید معین‌فرد.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری:	۲۰۰ ص. مصور، جدول.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۶۹۳
شابک:	ISBN: 978-964-386-368-5
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیبیا.
یادداشت:	واژه‌نامه. کتابنامه: ص. [۱۸۹]. نمایه.
موضوع:	مطلب.
موضوع:	برنامه‌نویسی.
شناسه افزوده:	حسینی قنبرآباد، سیدجواد، ۱۳۷۰ -
شناسه افزوده:	معین‌فرد، حمید، ویراستار.
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد.
رده‌بندی کنگره:	QA ۲۹۷/م۳ ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی:	۵۱۸/۰۲۸۵۵۳۶
شماره کتابشناسی ملی:	۵۲۹۹۶۶۲
	Ferdowsi university of Mashhad.

## مقدمه‌ای کوتاه بر اصول برنامه‌نویسی در نرم‌افزار MATLAB

پدیدآورنده: دکتر وحید محتشمی، مهندس سیدجواد حسینی قنبرآباد  
ویراستار علمی: دکتر حمید معین‌فرد  
مشخصات: وزیری، ۵۰۰ نسخه، چاپ اول، تابستان ۹۷  
چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد  
بها: ۱۷۰/۰۰۰ ریال  
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.  
مراکز پخش:

**فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس:** مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، سازمان مرکزی، جنب سلف یاس تلفن: ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)  
**مؤسسه کتابیران:** تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت، شماره ۲۳۸ تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)  
**مؤسسه دانشسیران:** تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲ تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰-۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: [press@um.ac.ir](mailto:press@um.ac.ir)



## فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۹
<b>فصل ۱. شروع به کار سریع با نرم افزار MATLAB.....</b>	<b>۱۱</b>
۱-۱ معرفی نرم افزار MATLAB.....	۱۱
۱-۲ آشنایی با محیط MATLAB.....	۱۲
۱-۳ محاسبات اسکالر.....	۱۴
۱-۴ محاسبات ماتریسی.....	۱۵
۱-۵ نمودارهای دو بُعدی و سه بُعدی.....	۱۷
۱-۵-۱ نمودارهای دو بُعدی.....	۱۷
۱-۵-۲ نمودارهای سه بُعدی.....	۲۰
۱-۶ اندیس گذاری عددی.....	۲۱
۱-۷ آشنایی با help نرم افزار.....	۲۴
۱-۸ نکات برجسته.....	۲۵
۱-۹ تمرین ها.....	۲۶
<b>فصل ۲. توابع کتابخانه ای در MATLAB.....</b>	<b>۲۷</b>
۲-۱ توابع مثلثاتی و هندلولوی.....	۲۷
۲-۲ توابع نمایی و لگاریتمی.....	۲۸
۲-۳ توابع مرتبط با اعداد مختلط.....	۲۸
۲-۴ توابع مرتبط با ماتریس ها.....	۳۰
۲-۵ ثابت های ریاضی.....	۳۱
۲-۶ توابع مرتبط با مجموعه ها.....	۳۲
۲-۷ توابع باز آرایی و طبقه بندی ماتریس ها.....	۳۳
۲-۷-۱ باز آرایی داده ها از انتها به ابتدا.....	۳۳
۲-۷-۲ تولید داده های تکراری.....	۳۳
۲-۷-۳ انتقال و دوران ماتریس ها.....	۳۳

۳۴	۴-۷-۲ تغییر اندازه ماتریس‌ها
۳۴	۵-۷-۲ طبقه‌بندی داده‌ها
۳۵	۸-۲ توابع گرد کردن اعداد اعشاری به اعداد صحیح
۳۵	۹-۲ توابع مرتبط با حافظه و نمایشگر
۳۷	۱۰-۲ توابع محاسبه مشتق و انتگرال
۴۰	۱۱-۲ توابع مرتبط با چندجمله‌ای‌ها
۴۲	۱۲-۲ توابع درون‌یابی و برازش منحنی
۴۴	۱۳-۲ توابع حل معادله و دستگاه معادلات
۴۴	۱-۱۳-۲ حل معادله غیرخطی و بهینه‌سازی
۴۶	۲-۱۳-۲ حل دستگاه معادلات خطی
۴۸	۳-۱۳-۲ حل دستگاه معادلات غیرخطی
۴۸	۱۴-۲ توابع حل معادله و دستگاه معادلات دیفرانسیل خطی
۴۹	۱-۱۴-۲ حل معادله دیفرانسیل مرتبه اول دارای شرط اولیه
۵۰	۲-۱۴-۲ حل دستگاه معادلات دیفرانسیل مرتبه اول دارای شرایط اولیه
۵۲	۳-۱۴-۲ حل معادله دیفرانسیل مراتب دوم و بالاتر دارای شرایط اولیه
۵۳	۴-۱۴-۲ حل معادله دیفرانسیل مقدار مرزی
۵۵	۱۵-۲ توابع تبدیل دستگاه مختصات
۵۶	۱۶-۲ توابع خاص
۵۷	۱۷-۲ نکات برجسته
۵۷	۱۸-۲ تمرین‌ها

۶۱	<b>فصل ۳. جمله‌های شرطی و حلقه‌ها در MATLAB</b>
۶۲	۱-۳ عملگرها
۶۲	۱-۱-۳ عملگرهای رابطه‌ای
۶۲	۲-۱-۳ عملگرهای منطقی
۶۴	۳-۱-۳ اندیس‌گذاری منطقی
۶۵	۲-۳ جمله شرطی if
۶۵	۳-۳ جمله شرطی switch
۶۶	۴-۳ حلقه تکرار while
۶۷	۵-۳ حلقه تکرار for
۶۸	۶-۳ دستورهای کنترلی
۶۸	۱-۶-۳ دستور break

۶۸	.....continue دستور ۲-۶-۳
۶۹	.....return دستور ۳-۶-۳
۶۹	.....pause دستور ۴-۶-۳
۷۰	.....نکات برجسته ۷-۳
۷۰	.....تمرین‌ها ۸-۳

### فصل ۴. تعریف m-فایل در MATLAB

۷۳	.....۱-۴ m-فایل متن
۷۴	.....۱-۱-۴ ذخیره کردن m-فایل متن
۷۴	.....۲-۱-۴ مثال‌های مرتبط با m-فایل متن
۷۵	.....۳-۱-۴ افزودن توضیحات به m-فایل متن
۷۷	.....۴-۱-۴ اشکال‌زدایی با استفاده از نقاط انفصال
۷۸	.....۵-۱-۴ اشکال‌زدایی با استفاده از نقاط انفصال شرطی
۷۸	.....۲-۴ m-فایل تابع
۸۱	.....۳-۴ اجرای روش نصف کردن با m-فایل‌های متن و تابع
۸۵	.....۴-۴ نکات برجسته
۸۵	.....۵-۴ تمرین‌ها

### فصل ۵. اصول برنامه‌نویسی کارا در MATLAB

۹۱	.....۱-۵ اصول نوشتن متن برنامه
۹۳	.....۱-۱-۵ خطاهای متوقف‌کننده اجرای برنامه
۹۵	.....۲-۱-۵ پیغام‌های هشدار و خطاهای الگوریتمی
۹۸	.....۲-۵ برنامه‌نویسی ساخت‌یافته
۱۰۰	.....۳-۵ بهبود کارایی محاسباتی برنامه
۱۰۰	.....۱-۳-۵ محاسبات ماتریسی
۱۰۲	.....۲-۳-۵ پیش‌مقداردهی
۱۰۴	.....۳-۳-۵ پرهیز از save و load های بی‌مورد
۱۰۵	.....۴-۵ افزایش کارایی محاسباتی حلقه‌های تکرار
۱۰۵	.....۱-۴-۵ انتقال متغیرهای مستقل از حلقه به بیرون از حلقه
۱۰۵	.....۲-۴-۵ کاهش فراخوانی توابع در درون حلقه‌ها
۱۰۶	.....۳-۴-۵ افزایش کارایی محاسباتی حلقه‌های تودرتو
۱۰۷	.....۴-۴-۵ کاهش فراخوانی درایه‌های ماتریس‌ها

۱۰۷	.....	۵-۴-۵	قراردادن تکرار حلقه‌ها بر روی بُعد کوچک‌تر ماتریس‌ها
۱۰۸	.....	۵-۴-۶	پرهیز از نقاط انفصال شرطی در حلقه‌های تکرار
۱۰۸	.....	۵-۴-۷	استفاده از break و continue در حلقه‌های تکرار
۱۰۹	.....	۵-۴-۸	تنظیم چیدمان شرط‌ها
۱۱۰	.....	۵-۵	نکات برجسته
۱۱۰	.....	۵-۶	تمرین‌ها
۱۱۱	.....		<b>فصل ۶. مباحث پیشرفته</b>
۱۱۱	.....	۶-۱-۱	انواع داده‌ها در MATLAB
۱۱۱	.....	۶-۱-۱	داده‌های عددی
۱۱۳	.....	۶-۱-۲	رشته‌ها
۱۱۴	.....	۶-۱-۳	اعداد منطقی
۱۱۴	.....	۶-۱-۴	آرایه سلولی
۱۱۵	.....	۶-۱-۵	آرایه ساختاری
۱۱۶	.....	۶-۱-۶	تابع کمکی
۱۱۷	.....	۶-۲	توابع مرتبط با m-فایل‌های تابع
۱۱۸	.....	۶-۳	رابط گرافیکی کاربر (GUI)
۱۲۱	.....	۶-۳-۱	جمع‌کننده
۱۲۶	.....	۶-۳-۲	نمایش تابع در خروجی
۱۲۸	.....	۶-۴	Simulink
۱۳۲	.....	۶-۵	بهینه‌سازی با الگوریتم ژنتیک
۱۳۵	.....	۶-۶	پردازش موازی با کارت گرافیک
۱۴۱	.....	۶-۷	نکات برجسته
۱۴۲	.....	۶-۸	تمرین‌ها
۱۴۵	.....		<b>پیوست ریاضی</b>
۱۵۷	.....		<b>پاسخ تمرین‌ها</b>
۱۸۹	.....		<b>منابع و مراجع</b>
۱۹۱	.....		<b>واژه‌نامه انگلیسی به فارسی</b>
۱۹۵	.....		<b>واژه‌نامه فارسی به انگلیسی</b>
۱۹۹	.....		<b>نمایه</b>

## پیشگفتار

نرم افزار MATLAB یک ابزار ماتریسی مناسب برای انجام محاسبات ریاضی در مهندسی و علوم پایه است. کارایی محاسباتی بالا، فراهم بودن امکان برنامه نویسی سریع و آسان، ماتریس - محور بودن محاسبات، داشتن کتابخانه ای غنی از توابع ریاضی و برخورداری از جعبه ابزارهای کاربردی از جمله دلایل فراگیر شدن MATLAB در جامعه دانشگاهی و صنعت است. از این رو آشنایی با این نرم افزار و به ویژه شیوه صحیح برنامه نویسی در آن، اهمیت فراوانی برای دانشجویان دارد و به عنوان یک ضرورت در دوران تحصیل دانشگاهی و به دنبال آن، ورود به بازار کار محسوب می شود.

دو رویکرد کلی برای آموزش MATLAB وجود دارد: در رویکرد اول، چگونگی استفاده از نرم افزار و امکانات مختلف آن به تفصیل و با ارائه مثال های فراوان آموزش داده می شود. بیشتر کتاب های آموزش MATLAB از این شیوه استفاده کرده اند و مبنای بسیاری از کارگاه های آموزش این نرم افزار نیز همین رویکرد است. جامع و کامل بودن این کتاب ها علاوه بر آنکه یک حسن است، اما در عین حال یک اشکال بزرگ نیز محسوب می شود. تجربه نشان داده است که دانشجویان چند ده صفحه اول این کتاب ها را با اشتیاق، مطالعه و یا چند جلسه نخست کارگاه مربوط را با علاقه شرکت می کنند، ولی به دلیل طولانی بودن محتوا و نیز پروژه - محور نبودن کتاب یا کارگاه، به تدریج انگیزه یادگیری را از دست می دهند.

نگاه دوم به آموزش MATLAB، ارائه اصول اولیه نرم افزار به طور فشرده، پرهیز از پرداختن به جزئیات و سپردن بخش عمده یادگیری به مخاطب است. تجربه پانزده ساله نگارنده در برنامه نویسی با MATLAB نشان می دهد که کسب توانمندی و تسلط بر این نرم افزار، تنها در قالب انجام پروژه های درسی، پژوهشی یا صنعتی میسر است و طولانی کردن محتوا کمک چندانی به دانشجویان نا آشنا با MATLAB نمی کند. کتاب پیش رو با عنایت به این نکته تألیف شده است. دانشجویانی که تا به امروز هیچ گونه آشنایی با نرم افزار MATLAB نداشته اند، با مطالعه فصل به فصل کتاب، توانمندی های مقدماتی لازم را برای نوشتن برنامه های کاربردی در این نرم افزار فرا می گیرند. ایده اتخاذ این رویکرد، از نوشتار *The not so short introduction to LATEX 2ε* (نوشته T. Oetiker برای آشنایی مقدماتی با نرم افزار LATEX) الهام گرفته

شده و در واقع، سعی بر آشنا کردن دانشجویان با MATLAB از این منظر بوده است. توجه مخاطبان را به این نکته جلب می‌کنم که مراجعه به help نرم‌افزار MATLAB که بسیار جامع و درعین حال روان نوشته شده است، نقشی کلیدی در یادگیری ایفا می‌کند.

در کتاب پیش‌رو، تجربه‌های نگارندگان در مورد نرم‌افزار MATLAB، در قالب شش فصل نه‌چندان بلند به خوانندگان ارائه می‌شود. در فصل نخست، مخاطب با محیط نرم‌افزار، نحوه تعامل با ماتریس‌ها و رسم توابع آشنا می‌شود. در فصل دوم، توابع مهم و کاربردی موجود در کتابخانه نرم‌افزار، گردآوری و نحوه استفاده از آن‌ها به‌طور فشرده و دسته‌بندی شده ارائه می‌گردد. فصل‌های سوم تا پنجم کتاب عموماً به آموزش برنامه‌نویسی در MATLAB اختصاص دارد و در آن‌ها مخاطب جملات شرطی و حلقه‌های تکرار، نحوه نوشتن m-فایل متن (برنامه) و تعریف تابع (زیربرنامه) و اصول برنامه‌نویسی کارا و نظام‌مند را فرا می‌گیرد. آشنایی مقدماتی با یک زبان برنامه‌نویسی دیگر، پیش شرط بهره‌مندی مطلوب از این سه فصل است. در فصل ششم، برخی از مطالب پیشرفته‌تر نظیر انواع داده‌ها، رابط گرافیکی، Simulink، الگوریتم ژنتیک و پردازش موازی ارائه شده است. در نگارش کتاب، مباحث مهم و اساسی در متن کتاب بیان شده است و مباحثی که اهمیت کمتری دارند، به‌صورت پاورقی ارائه شده‌اند. در انتهای هر فصل، تعدادی تمرین آورده شده تا مخاطب با حل آن‌ها تسلط کافی بر مطالب آن فصل پیدا کند. پاسخ به تمرین‌ها نیز در انتهای کتاب آمده است و مطالعه آن‌ها برای راستی‌آزمایی جواب‌های مخاطب توصیه می‌شود. در پیوست کتاب، توابع و الگوریتم‌های مورد اشاره در متن، برای ارجاع ساده‌تر گردآوری شده است.

در پایان لازم می‌دانم از زحمات جناب آقای مهندس سید جواد حسینی قنبرآباد که در تهیه این کتاب کمک شایانی به این جانب کردند، تشکر نمایم. همچنین از همکار محترم، جناب آقای دکتر حمید معین فرد، به‌خاطر ویراستاری علمی کتاب و نیز از مسئولان محترم دانشگاه فردوسی مشهد برای مساعدت در چاپ کتاب سپاسگزار می‌کنم. بی‌شک این کتاب خالی از اشکال نیست و بهبود مستمر آن نیازمند مشارکت خوانندگان محترم است. از این‌رو از خوانندگان گرامی دعوت می‌شود نظرات خود را به رایانامه [v.mohtashami@um.ac.ir](mailto:v.mohtashami@um.ac.ir) ارسال نمایند.

وحید محتشمی

استادیار دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

بهار ۱۳۹۷