

MATLAB در علوم محیطی

(مفاهیم پایه)

برای رشته‌های:

کشاورزی

منابع طبیعی

محیط زیست

جغرافیا

هوا و اقلیم شناسی

زمین شناسی

عمران آب

سنجش از دور و GIS



سرشناسه	:	کوثری، محمدرضا، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	MATLAB در علوم محیطی (مفاهیم پایه) / مولفان محمدرضا کوثری و میترا السادات اسمعیل زاده حسینی.
مشخصات نشر	:	یزد: انتشارات اندیشمندان یزد، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	:	ج. ۱ (۳۹۶ صفحه): مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۳-۰۲-۶
وضعیت فهرست نویسی	:	قیفا
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	متلب (MATLAB)
شناسه افزوده	:	اسمعیل زاده حسینی، میترا السادات، ۱۳۶۶ -
رده بندی کنگره	:	QA۲۹۷/ک۹۱۵م۲ ۱۳۹۴
رده بندی دیویی	:	۵۱۸/۰۲۸۵۵۳۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۱۱۲۲۱۴

MATLAB در علوم محیطی (مفاهیم پایه)

مولفان: محمدرضا کوثری، میترا السادات اسمعیل زاده حسینی

ناشر: انتشارات اندیشمندان یزد

نوبت چاپ: نخست - بهار ۱۳۹۵

قیمت: ۲۵۰۰۰ تومان

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

صفحه آرا: شرکت دیده بان توسعه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۳-۰۲-۶

مرکز نشر: یزد، خیابان فرخی، طبقه همکف پاساژ ۱۱۰، انتشارات اندیشمندان یزد

تلفن: ۰۹۱۳۳۵۶۶۷۲ و ۰۳۵۳۶۲۶۹۳۳۰

پخش و فروش: یزد، بلوار دانشجو، سه راه تعاون، مجتمع ادارات، پارک علم و فناوری، مرکز بیوتکنولوژی،

شرکت دیده بان توسعه پایدار (ZimaScience)

نمابر: ۰۳۵-۳۸۲۴۵۸۶۳ همراه: ۰۹۱۳۸۵۰۷۹۸۳ رایانامه: zimascience@co.ystp.ac.ir

حق چاپ و هرگونه بهره برداری منوط به اجازه کتبی از مولفین می باشد.



پیش گفتار

امروزه با پیشرفت فناوری اطلاعات، تحولات گسترده‌ای در عرصه‌های مختلف ایجاد شده است و هر لحظه حجم انبوهی از اطلاعات تولید و در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. علوم محیطی نیز از جمله علمی است که همواره با حجم بسیار زیاد داده روبرو است. برای مثال تا به حال حجم بسیار زیادی‌های از داده‌های هواشناسی و تصاویر ماهواره‌ای تولید و لحظه به لحظه نیز بر مقدار و تنوع آن‌ها افزوده می‌شود. بنابراین لازم است، داده‌های مذکور مورد پردازش قرار گرفته تا به اطلاعات تبدیل شوند. سپس با تبدیل این اطلاعات به دانش، از آن در امر برنامه‌ریزی و مدیریت بهره برد. در چنین شرایطی، دیگر روش‌های قدیمی، پاسخگوی چنین حجمی از تجزیه و تحلیل اطلاعات نیستند. اجرای فرآیندهای ذکر شده، از ابتدا تا انتها، نیاز به دو عنصر اساسی، شامل ابزار و مهارت‌های تجزیه و تحلیل داده و اطلاعات است. در این میان نقش نرم‌افزار قدرتمندی مانند MATLAB به عنوان ابزاری مؤثر در تحلیل داده و مدل‌سازی در علوم مهندسی انکارناپذیر است. MATLAB یک زبان سطح بالای برنامه‌نویسی است که توسط میلیون‌ها مهندس، محقق دانشمند در سرتاسر جهان بکار گرفته می‌شود. این نرم‌افزار، با مجموعه‌ای بسیار گسترده از توابع کتابخانه‌ای و جعبه‌ابزارهای مختلف و همچنین ساده‌سازی فرآیند پای برنامه‌نویسی، شرایط بسیار مناسبی را برای کارشناسان و محققان فراهم ساخته تا بر اساس آن بتوانند به راحتی داده‌های موردنظر خود را مورد تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی قرار دهند. از ویژگی‌های بارز این نرم‌افزار، انعطاف‌پذیری و سادگی کاربرد آن می‌باشد. این در حالی است که تاکنون این نرم‌افزار ارزشمند در علوم محیطی استفاده کافی نشده است.

شاید یکی از علت‌های اصلی عدم استفاده کافی از نرم‌افزار MATLAB در علوم محیطی، فقدان منابع آموزشی تخصصی در این زمینه است. البته کتاب‌های اندک ولی بسیار ارزشمندی در این زمینه و عمدتاً به زبان انگلیسی منتشر شده‌اند که می‌توانند نقش بسیار مهمی در آموزش مهارت‌های برنامه‌نویسی برای مهندسان و محققان، در حیطه علوم محیطی داشته باشند. اما شاید یکی از دلایل محدودیت را برای آن‌ها برشمرد و آن، عدم توجه کافی به آموزش مفاهیم پایه برنامه‌نویسی است. پرداختن به بحث‌های پیشرفته برنامه‌نویسی، بدون توجه به مفاهیم پایه، آن‌هم برای افرادی که ممکن است در برخی از مهارت‌های ریاضی نیاز به تمرین بیشتری داشته باشند، درس برنامه‌نویسی را دشوار می‌سازد. لذا در کتاب حاضر سعی بر آن شده است که این محدودیت از پیش روی محققان و کارشناسان علوم محیطی که علاقه‌مند به یادگیری برنامه‌نویسی در محیط MATLAB می‌باشند، تا حد بسیار زیادی برداشته شود.

کتاب حاضر به مفاهیم پایه برنامه‌نویسی در MATLAB پرداخته است. این مفاهیم برای فراگیری قدرت برنامه‌نویسی، امری لازم و ضروری است. یادگیری این مفاهیم لازم است تا کاربر بتواند حجم بسیار زیاد داده را مدیریت و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. هدف کتاب بر این است تا کاربرد MATLAB در رشته‌های مرتبط با علوم محیطی با ذکر مثال‌هایی مشخص گردد و همچنین خواننده مهارت‌های لازم جهت تجزیه و

تحلیل اطلاعات را کسب نماید. سعی بر آن گردیده که مثال‌های کتاب مربوط به رشته خاصی از علوم محیطی نباشد و تا حد ممکن رشته‌های مختلف را پوشش دهد. رشته‌های مرتبط با علوم محیطی از جمله کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست، جغرافیا، عمران و نقشه‌برداری، علوم زمین، سنجش از دور و GIS می‌توانند مهارت‌های برنامه‌نویسی خود را از طریق این کتاب به‌طور چشمگیری افزایش دهند.

روند کلی کتاب حاضر آن است که ابتدا فرمان‌های برنامه‌نویسی مختلف و پرکاربرد را توضیح دهد، سپس از آن‌ها، مثال‌هایی ساده را ارائه نماید تا مخاطبان کتاب با این فرمان‌ها آشنایی اولیه و کافی را به دست آورند. در مرتبه بعدی و در قالب تمرین‌های کاربردی، مخاطبین در عمل نیز نحوه بکار گرفتن فرمان‌های مربوطه را آموختار می‌بینند. همچنین فرمان‌ها مطرح‌شده و نحوه اجرای آن به‌گونه‌ای است که مخاطبان می‌توانند از آن‌ها به‌صورت الگو، در حل بسیاری از مسائل تحقیقاتی و اجرایی استفاده نمایند. لذا به خوانندگان کتاب توصیه می‌گردد، مثال‌های مختلف ارائه‌شده در فصل‌های این کتاب را با دقت مورد مطالعه قرار دهند. خصوصاً تمرین‌های کاربردی را چندین بار اجرا نمایند تا با جنبه‌های مختلف برنامه‌نویسی در MATLAB آشنا شوند.

کتاب حاضر حاصل تجربیات علمی، تحقیقاتی و اجرایی نویسندگان آن است. مؤلفان این کتاب تا به حال چندین مقاله بین‌المللی را در حیطه علوم محیطی ارائه نموده‌اند که در همه آن‌ها، MATLAB نقش اساسی را در تجزیه و تحلیل داده‌ها و همچنین ارائه نتایج داشته است. همچنین در بکار گرفتن MATLAB در بخش اجرا، می‌توان به سوابق اجرایی بدین‌آرنگان کتاب در چند پروژه بزرگ، از جمله بانک جامع اطلاعات کشاورزی استان فارس بر مبنای کاداستر اراضی کشاورزی که حدود دو میلیون هکتار از اراضی کشاورزی این استان را پوشش داده است، اشاره نمود.

در پایان لازم است از زحمات کلیه اساتید بزرگوار در دانشگاه یزد به‌ویژه استاد گرانقدر جناب آقای دکتر محمدرضا اختصاصی که همواره از نظرات ارزشمند ایشان استفاده نموده‌ایم، کمال تشکر و قدردانی به عمل آید. کتاب حاضر که محصولی دانش‌بنیان در حیطه فناوری اطلاعات در علوم محیطی است، توسط شرکت دیده‌بان توسعه پایدار تحت حمایت پارک علم و فناوری استان یزد تهیه شده است. پارک‌های علم و فناوری و حمایت آن‌ها از شرکت‌های دانش‌بنیان، نقشی کلیدی در پیشرفت علم و فناوری در کشور خواهند داشت. پارک علم و فناوری استان یزد در حمایت از تولید و انتشار این کتاب نقش اساسی را ایفا نموده است. بدینوسیله از زحمات بی‌دریغ مسئولین محترم این نهاد مسکرو قدردانی فراوان به عمل می‌آید. امید است که در آینده نه‌چندان دور، سایر کتب کاربردی در زمینه فناوری اطلاعات از شرکت دیده‌بان توسعه پایدار نیز ارائه گردد. ان شاء الله.

میترا السادات اسمعیل زاده حسینی

کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست

محمدرضا کوثری

دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه یزد

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
چرا MATLAB؟	۱
کلیات کتاب MATLAB در علوم محیطی (مفاهیم پایه)	۴
چند نکته قبل از کار با MATLAB در این کتاب	۵
فصل ۱- آشنایی با MATLAB و محیط کار آن	۷
۱-۱- محیط کار MATLAB	۷
۱-۱-۱- پنجره فرمان (Command Window)	۸
۲-۱-۱- فضای کاری (Workspace)	۱۱
۳-۱-۱- پنجره تاریخچه فرمان (Command History)	۱۳
۴-۱-۱- پنجره پوشه جاری (Current Folder)	۱۳
۵-۱-۱- پنجره ایجاد m-file (Editor)	۱۵
۶-۱-۱- تعیین مسیرهای MATLAB	۱۶
۷-۱-۱- پنجره نمایش	۱۸
۸-۱-۱- پنجره راهنمای MATLAB	۱۹
فصل ۲- مفاهیم اصلی	۲۳
۱-۲- متغیرها	۲۳
۱-۱-۲- نام‌گذاری متغیرها	۲۴
۲-۲- واژه‌های رزرو شده در MATLAB	۲۶
۱-۲-۲- متغیر ویژه و مقادیر ثابت در MATLAB	۲۶
۲-۲-۲- انواع فرمت متغیرها در MATLAB	۲۷
۳-۲- آرایه	۲۹

۳۰	۴-۲- نمایش اعداد در MATLAB
۳۱	۵-۲- گرد کردن داده‌های عددی در MATLAB
۳۲	۶-۲- عملگرهای محاسباتی در MATLAB
۳۵	۷-۲- توابع ریاضی
۳۷	فصل ۳- کار با آرایه‌ها
۳۷	۱-۳- ایجاد آرایه با ورود اعداد از صفحه کلید
۴۳	۲-۳- ذخیره و بازیابی اطلاعات آرایه‌ها
۴۷	۳-۳- ابعاد آرایه‌ها
۴۸	۴-۳- ایجاد آرایه از طریق آرایه‌های استناد دارد
۵۵	۵-۳- اندیس‌گذاری در ماتریس‌ها
۶۷	۶-۳- تغییر جهت، ابعاد و ترتیب آرایه‌ها
۷۲	۷-۳- ترکیب آرایه‌ها و ویرایش آن‌ها
۸۳	فصل ۴- ماتریس‌های چند بُعدی
۸۴	۱-۴- شیوه تولید یک ماتریس چند بُعدی
۸۵	۲-۴- فراخوانی اطلاعات و تغییرات در آرایه‌های سه بُعدی
۹۷	فصل ۵- جستجو در آرایه‌ها
۹۷	۱-۵- عملگرهای منطقی و رابطه‌ای
۹۸	۱-۱-۵- عملگرهای رابطه‌ای
۱۰۳	۲-۱-۵- عملگرهای منطقی
۱۰۸	۲-۵- توابع رابطه‌ای و منطقی
۱۰۹	۳-۵- جستجو در آرایه‌ها و انتخاب عناصر هدف
۱۱۶	۴-۵- جستجوی NAN
۱۱۷	۵-۵- آرایه خالی

فصل ۶- رشته‌های کاراکتری در MATLAB.....	۱۱۹
۱-۶- تولید رشته و ترکیب رشته‌ها.....	۱۱۹
۲-۶- تبدیل عدد به رشته و برعکس.....	۱۲۵
۳-۶- تغییر در ابعاد رشته‌ها.....	۱۲۶
۴-۶- کپی کردن رشته‌ها.....	۱۲۷
۵-۶- ترکیب ردیف‌ها و ستون‌هایی از رشته‌ها با اعداد.....	۱۲۷
۶-۶- پیدا کردن جایگزین کردن رشته‌ها.....	۱۲۹
۷-۶- بررسی تطابق یک رشته با یک یا مجموعه‌ای از رشته‌ها.....	۱۳۰
فصل ۷- کار با آرایه‌های سلولی و ساختمان.....	۱۳۳
۱-۷- ایجاد و ویرایش آرایه‌های سلولی.....	۱۳۴
۱-۱-۷- استفاده از فرمان cell برای تولید آرایه سلولی.....	۱۳۴
۲-۱-۷- انتساب مستقیم عناصر سلول‌ها.....	۱۳۶
۳-۱-۷- دسترسی به محتویات سلول‌ها.....	۱۳۶
۴-۱-۷- الحاق آرایه‌های سلولی.....	۱۳۹
۵-۱-۷- حذف عنصر یا عناصری از یک سلول.....	۱۴۰
۶-۱-۷- تغییر ابعاد و کپی کردن آرایه‌های سلولی.....	۱۴۱
۷-۱-۷- تولید آرایه‌های سلولی تو در تو.....	۱۴۳
۸-۱-۷- تبدیل اعداد به آرایه‌های سلولی و برعکس.....	۱۴۴
۹-۱-۷- تبدیل رشته‌ها به آرایه‌های سلولی و برعکس.....	۱۴۵
۱۰-۱-۷- تابع cellfun.....	۱۴۶
۲-۷- آرایه‌های ساختمان، تولید و ویرایش آن‌ها.....	۱۵۳
۱-۲-۷- استفاده از تابع struct برای ایجاد آرایه ساختمان.....	۱۵۴
۲-۲-۷- انتساب مستقیم عناصر برای ایجاد آرایه ساختمان.....	۱۵۶
۳-۲-۷- ترکیب آرایه‌های ساختمان.....	۱۵۹
۴-۲-۷- آدرس‌دهی و استخراج اطلاعات از آرایه‌های ساختمان.....	۱۶۰

۱۶۳	حذف فیلدها و ردیف‌ها در آرایه‌های ساختمان
۱۷۱	فصل ۸- اسکرپت‌ها و توابع m-file
۱۷۲	۱-۸ ساخت m-file
۱۷۳	۲-۸ اسکرپت‌های m-file
۱۸۹	۳-۸ توابع m-file
۱۹۶	۴-۸ ترکیب اسکرپت‌ها و توابع m-file
۱۹۹	فصل ۹- کنترل روند، استفاده از حلقه‌ها و دستورات شرطی
۱۹۹	۱-۹ حلقه for
۲۰۷	۲-۹ حلقه‌های while
۲۰۸	۳-۹ شرط if, elseif, else
۲۱۲	۴-۹ شرط switch-case
۲۱۵	۵-۹ بلوک‌های try-catch
۲۱۷	فصل ۱۰- خواندن و نوشتن فایل‌های Excel در MATLAB
۲۱۷	۱-۱۰ خواندن اطلاعات از فایل‌های Excel
۲۱۸	۱-۱-۱۰ استفاده از پنجره Import در فراخوانی اطلاعات فایل Excel
۲۲۰	۲-۱-۱۰ فراخوانی اطلاعات عددی از Excel با استفاده از فرمان xlsread
۲۲۳	۳-۱-۱۰ فراخوانی اطلاعات با فرمت عددی و متن از Excel
۲۲۵	۴-۱-۱۰ فراخوانی اطلاعات از یک صفحه خاص از Excel
۲۲۶	۵-۱-۱۰ فراخوانی اطلاعات در محدوده خاصی از سلول‌های Excel
۲۲۸	۲-۱۰ نوشتن اطلاعات در فایل Excel
۲۳۷	فصل ۱۱- خواندن و نوشتن فایل‌های متنی در MATLAB
۲۳۷	۱-۱۱ خواندن اطلاعات فایل‌های متنی
۲۳۷	۱-۱-۱۱ استفاده از ابزار Import برای فراخوانی فایل‌های متنی

۲۳۹	۲-۱-۱۱ استفاده از فرمان importdata برای فراخوانی فایل‌های متنی
۲۴۱	۳-۱-۱۱ استفاده از فرمان textscan برای فراخوانی فایل‌های متنی
۲۴۸	۲-۱۱ ایجاد فایل‌های متنی در MATLAB
۲۴۸	۱-۲-۱۱ استفاده از فرمان fprintf برای ایجاد فایل‌های متنی
۲۵۱	۲-۲-۱۱ استفاده از فرمان dlmwrite برای ایجاد فایل‌های متنی

فصل ۱۲ - اشکال گانیک دو بُعدی و سه بُعدی

۲۵۳	۱-۱۲ تابع plot
۲۵۹	۲-۱۲ اضافه کردن به جسم و عنوان به نمودارها و شبکه‌بندی نمودارها
۲۶۰	۳-۱۲ زیر نمودارها (subplot)
۲۶۶	۴-۱۲ تولید نمودارهای ستونی
۲۷۷	۵-۱۲ نمودار میله‌ای
۲۸۰	۶-۱۲ هیستوگرام‌ها
۲۸۶	۷-۱۲ رسم نمودار احتمال نرمال
۲۸۹	۸-۱۲ نمودارهای جعبه‌ای
۲۹۳	۹-۱۲ نمودار با دو محور
۲۹۸	۱۰-۱۲ نمودارهای نیمه لگاریتمی و لگاریتمی
۳۰۳	۱۱-۱۲ نمودارهای دایره‌ای
۳۱۱	۱۲-۱۲ نمودار پراکنش یا پراکندگی
۳۱۸	۱۳-۱۲ نمودارهای صفحه‌ای

فصل ۱۳ - استخراج پارامترهای آماری

۳۲۵	۱-۱۳ پارامترهای آماری مرکزگرایی
۳۲۵	۱-۱-۱۳ میانگین
۳۲۶	۱-۱-۱۳ میانگین حسابی
۳۲۸	۲-۱-۱۳ میانگین هندسی

۳۲۹	 میانگین هارمونیک	۳-۱-۱-۱۳
۳۳۱	 میانگین وزنی	۴-۱-۱-۱۳
۳۳۷	 مد	۲-۱-۱۳
۳۳۸	 میانه	۳-۱-۱۳
۳۴۱	 پارامترهای آماری پراکندگی	۲-۱۳
۳۴۱	 واریانس	۱-۲-۱۳
۳۴۲	 انحراف معیار	۲-۲-۱۳
۳۴۴	 بیشترین مقدار	۳-۲-۱۳
۳۴۷	 کمترین مقدار	۴-۲-۱۳
۳۴۸	 دامنه	۵-۲-۱۳
۳۴۹	 ضریب پراکندگی	۶-۲-۱۳
۳۵۷	 پارامترهای آماری توزیع	۳-۱۳
۳۵۷	 چولگی	۱-۳-۱۳
۳۵۸	 کشیدگی	۲-۳-۱۳
۳۶۲	 توابعی دیگر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها	۴-۱۳
۳۶۲	 جمع	۱-۴-۱۳
۳۶۶	 مجموع جمع‌ها یا جمع تجمعی	۲-۴-۱۳
۳۶۹	 حاصل ضرب عناصر	۳-۴-۱۳
۳۷۳	 اختلاف بین عناصر	۴-۴-۱۳
۳۷۹	 استخراج پارامترهای آماری از داده‌های حاوی NAN	۵-۱۳

مقدمه

چرا MATLAB؟

MATLAB (MATrix LABoratory) یا آزمایشگاه ماتریس یک زبان سطح بالای برنامه‌نویسی است که توسط میلیون‌ها مهندس، محقق و دانشمند در سراسر جهان بکار گرفته می‌شود. این نرم‌افزار دارای قابلیت‌هایی است که آن را نسبت به سایر نرم‌افزارهای مشابه متمایز می‌سازد. قابلیت سادگی استفاده و همچنین توابع کتابخانه‌ای از پیش تعریف‌شده، از مهم‌ترین قابلیت‌های برنامه‌نویسی MATLAB می‌باشد. چنین قابلیت کاربری را قادر می‌سازد که بتوانند در شرایط بهتر و بدون نیاز به دانستن مفاهیم و مهارت‌های پایه برنامه‌نویسی که برای برخی از زبان‌های دیگر مانند زبان C مورد نیاز است و همچنین عدم نیاز به صرف وقت فراوان برای توسعه یک برنامه، اسکریپت‌های مورد نظر خود را توسعه و نتایج را به دست آورند. همچنین MATLAB مجموعه‌ای از جعبه‌ابزارها را فراهم ساخته که هر یک برای موضوع خاصی توسعه یافته‌اند. برای مثال جعبه‌ابزارهایی برای پردازش تصویر، آمار، شبکه‌های عصبی مصنوعی و همچنین سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی گسترش یافته‌اند. چنین حالتی این امکان را برای محققان فراهم می‌آورد که از صفر تا صد یک پروژه را در محیط MATLAB انجام دهند. در دهه‌های برنامه‌نویسی آن را برای سایر کارهای مشابه نیز استفاده کنند. حتی امکان ارتقاء و ویرایش بسیاری از این اسکریپت‌ها نیز وجود دارد.

برای مثال، فرض کنید هدف شما توسعه یک برنامه مربوط به مدل‌سازی سطح زیر کشت گندم در استان فارس بر اساس استفاده از اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای و بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی باشد. روند معمول اجرای این کار شاید مشمول به کار گرفتن چند نوع نرم‌افزار (برای مثال استفاده از نرم‌افزارهای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information Systems, GIS) و همچنین نرم‌افزارهای سنجش از دور (Remote Sensing, RS)) باشد. اگر هدف برآورد این سطح زیر کشت در چند دشت باشد، به طور حتم شما مجبور هستید که چندین بار فرآیند

استفاده از نرم‌افزارهای مختلف را برای هر دشت تکرار و به عبارتی بهتر یک فرآیند خاص را چندین بار تکرار نمایید. از طرف دیگر هر دشت ممکن است برای مدل‌سازی، نیاز به تغییراتی در الگوریتم‌های شبیه‌سازی داشته باشد. چنین تکرارها و تغییراتی، می‌تواند کنترل شما را بر پروژه تضعیف نماید.

این در حالی است که در محیط MATLAB می‌توان تمام یا بخش اعظم فرآیندها را به صورت برنامه‌نویسی به گونه‌ای اجرا نمود که هر بار، با تغییر ورودی‌ها و یا الگوریتم برنامه‌نویسی (که گاه از چند خط برنامه‌نویسی نیز تجاوز نمی‌کند)، فرآیند مورد نظر را انجام و نتایج را مورد آنالیز و ارزیابی قرار داد. برای مثال در تعیین سطح زیر کشت گندم در استان فارس، می‌توان به راحتی تصاویر چندین دوره مربوط به سنجنده MODIS و یا سایر تصاویر ماهواره‌ای در دسترس را فراهم نموده و آن‌ها را به محیط MATLAB فراخوانی کرد. سپس اطلاعات مربوط به مرز هر دشت را از این تصاویر متمایز و با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (البته با در اختیار داشتن اطلاعات کنترل زمینی) به مدل‌سازی سطح زیر کشت گندم پرداخت. همچنین با ارزیابی نتایج، مدل‌های بهر را انتخاب و ارائه نمود. دشت به دشت این محاسبات صورت می‌پذیرد و در صورتی که عملکرد مدل‌ها مورد قبول باشد، نتایج برای کل استان فارس ارائه خواهد شد. در همین محیط MATLAB می‌توان نقشه‌های خروجی را نیز تهیه کرد. این در حالی است که اگر نتایج استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی مناسب نباشند، می‌توان از سایر روش‌های هوش مصنوعی مانند ماشین بردار پشتیبان و یا منطق فازی و تروفازی نیز بهره گرفت. الگوریتم‌هایی دیگر نیز مانند درخت تصمیم‌گیری و رگرسیون‌ها نیز به راحتی در محیط MATLAB قابل دسترسی می‌باشند. همچنین می‌توان الگوریتم‌های مربوط به تبدیل موجک و یا آنالیز طیفی برای حذف نویزها در اطلاعات سری زمانی تصاویر را بکار گرفت و نتایج پیش‌بینی‌ها را برای هر دشت مورد بررسی قرار داد. امکانات کاملی برای اجرای سایر اقدامات مربوط به داده‌کاوی نظیر آنالیز مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis, PCA) و خوشه‌بندی‌ها (Cluster Analysis) نیز در محیط MATLAB وجود دارد. در صورتی که نتایج قابل قبول باشند، می‌توان از آن‌ها در تصمیم‌گیری‌های کلان، نظیر برنامه‌های مربوط به الگوی کشت استفاده کرد. حتی بهینه‌سازی‌های مربوط به اجرای الگوی کشت نیز در همین محیط MATLAB قابل اجرا می‌باشند.

اجازه دهید تا مثال دیگری را مطرح سازیم. برای مثال هدف پیش‌بینی خشکسالی‌ها در سطح یک منطقه باشد. به طور مرسوم بایستی از برنامه‌های متعددی برای انجام پیش‌بینی‌های خشکسالی استفاده کنیم. ابتدا، باید داده‌های هواشناسی را دریافت کرده و سپس یک شاخص خشکسالی را بر اساس اطلاعات موجود در نظر بگیریم. برای نمونه شاخص استاندارد شده بارش (Standardized Precipitation Index, SPI) ارائه شده توسط McKee و همکاران (۱۹۹۳) را مد نظر قرار داده‌ایم. به طور معمول این شاخص را در سایر نرم‌افزارها می‌بایستی محاسبه و بعد، از یک نرم‌افزار دیگر، برای پیش‌بینی خشکسالی‌ها استفاده شود. در نهایت نتایج را اکتباس نموده و نقشه‌های پیش‌بینی را در محیط یک نرم‌افزار GIS تهیه و ارائه کنیم. این در حالی است که تمامی اقدامات فوق‌الذکر در محیط MATLAB قابل اجرا می‌باشند.

اگر بخواهیم پیش‌بینی خشکسالی را در محیط MATLAB انجام دهیم فایل Excel یا متنی (و یا انواع دیگر فرمت‌های مرسوم) مربوط به داده‌های هواشناسی را تهیه می‌نماییم. این اطلاعات به راحتی توسط MATLAB خوانده می‌شوند و اگر این اطلاعات دارای نقص آماری باشند، می‌توان برنامه‌هایی را نوشت که نقص‌های اطلاعاتی را برطرف سازد. بعد از فراخوانی اطلاعات و برطرف ساختن نقص‌های آماری، می‌توان به آسانی از توابع آماری موجود در MATLAB استفاده و شاخص‌های خشکسالی را در مقیاس‌های زمانی دلخواه (سه ماهه، شش ماهه، بیست و چهار ماهه و ...) اقتباس نمود. برای پیش‌بینی خشکسالی روش‌های متنوعی وجود دارد و بخش اعظم آن‌ها توسط MATLAB پشتیبانی می‌شوند. مدل‌های حل عددی، هوش مصنوعی، سری زمانی، شاخص‌های رگرسیونی و ... همه از مواردی هستند که MATLAB در اختیار ما قرار می‌دهد. می‌توان یک یا مجموعه دلخواهی از روش‌های ورودی را انتخاب و پیش‌بینی‌ها را در سطح چندین ایستگاه به تعداد دلخواه انجام داد. همچنین می‌توان ورودی‌های مدل را به گونه‌ای فراهم ساخت که بهترین عملکرد را به همراه داشته باشد و در نهایت خروجی‌ها را به صورت نقشه در محیط MATLAB ارائه کرد. مثالی از نحوه اجرای کاملاً پیش‌بینی خشکسالی در محیط MATLAB را می‌توانید در مقاله با عنوان *Introducing an operational method to forecast long-term regional drought based on the application of artificial intelligence capabilities* ارائه شده توسط مؤلفان این کتاب (Kousari و همکاران، ۱۳۹۵)، ملاحظه نمایید.

همان‌گونه که مشخص است MATLAB نرم‌افزاری بسیار مناسب برای امر مدل‌سازی و داده‌کاوی است که آن را به عنوان یکی از بهترین نرم‌افزارها برای محققان و کارشناسان علوم محیطی مطرح می‌سازد. یکی از نمودارها و نقشه‌هایی که MATLAB تولید می‌کند، برای ارائه‌ها و مقالات علمی بسیار مناسب و تأثیرگذار است. البته این موضوع یک شرط اساسی نیز دارد و آن تسلط مناسب شما به برنامه‌نویسی و مفاهیم پایه مربوط به این نرم‌افزار است. در این بخش از کتاب و سایر فصل‌های جلد اول به این موضوع پرداخته شده است تا این مفاهیم به صورت کاملاً عملی و کاربردی ارائه گردد. لذا به مخاطبان این کتاب توصیه می‌گردد که مفاهیم پایه ارائه شده را به دقت مطالعه و تمرین‌های کاربردی را نیز با جدیت تمام دنبال نمایند. نکته‌های ریز و پراهمیتی در برنامه‌نویسی‌ها وجود دارد که در قالب تمرین‌های کاربردی به شما پیشنهاد می‌شوند.

البته در کنار محاسن قابل توجه نرم‌افزار MATLAB، این نرم‌افزار معایبی نیز دارد که مربوط به سرعت کمتر برنامه‌نویسی آن نسبت به سایر محیط‌های برنامه‌نویسی سطح پایین است. همچنین در بخش گرافیکی نیز این نرم‌افزار نسبت به سایر نرم‌افزارهای برنامه‌نویسی که شرایط ترجمه‌شده را ندارند تا حدودی ضعیف‌تر عمل می‌نماید و حجم بسیار زیادی از حافظه کامپیوتر را در اختیار می‌گیرد. البته با افزایش حجم حافظه‌های موقت اثر این مشکل تا حدودی کاهش یافته است.

کلیات کتاب MATLAB در علوم محیطی (مفاهیم پایه)

کتاب MATLAB در علوم محیطی (مفاهیم پایه) شامل ۱۳ فصل می‌شود. در قالب این ۱۳ فصل، مفاهیم پایه و مورد نیاز برنامه‌نویسی تشریح می‌گردند. در فصل اول، آشنایی با محیط MATLAB و محیط کار آن مطرح گردیده و ساختار کلی نرم‌افزار مذکور و پنجره‌های مختلف آن تشریح می‌شوند. در این فصل، کاربر با قسمت‌های مختلف محیط کار این نرم‌افزار آشنا شده و کارکرد هر کدام از پنجره‌ها در محیط کاری MATLAB را فرامی‌گیرد.

فصل دوم به مفاهیم پایه در MATLAB پرداخته است. متغیرها، نام‌گذاری آن‌ها، متغیرهای ویژه، متغیرهای رزرو شده، آرایه‌ها، ماتریس‌ها و بردارها، نمایش اعداد و گرد کردن آن‌ها در این فصل توضیح داده شده است. همچنین به برخی از مهم‌ترین توابع ریاضی پرکاربرد در این نرم‌افزار اشاره شده است. فصل سوم کار با آرایه‌هاست. این فصل مهارت‌های شما را در هنگام کار با آرایه‌ها افزایش می‌دهد. تولید ماتریس‌ها، ترکیب آن‌ها و همچنین ویرایش آن‌ها در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد. علاوه بر آن، نحوه ذخیره و بازیابی اطلاعات در MATLAB آموزش داده می‌شود. اندیس گذاری آرایه‌ها نیز تشریح شده است.

فصل چهارم، کار با آرایه‌های چندبعدی است. این آرایه‌ها نقش بسیار مهمی در مطالعات علوم محیطی دارند و به عنوان یکی از منابع اصلی ذخیره اطلاعات قلمداد می‌شوند. عکس‌های مربوط به پدیده‌های مختلف و همچنین تصاویر چندطیفی ماهواره‌ای چنین ساختارهایی دارند. لذا آموزش مهارت‌های کار با این نوع آرایه از اهمیت خاصی برخوردار است. تولید، ویرایش و همچنین فراخوانی این نوع اطلاعات در فصل چهارم تشریح شده است. فصل پنجم مربوط به جستجو در آرایه‌هاست. در این فصل به کاربران آموزش داده می‌شود که چگونه اطلاعات خاصی را در آرایه‌های عددی شناسایی و سپس آن‌ها را استخراج نمایند. عملگرهای منطقی و رابطه‌ای، توابع رابطه‌ای و شرطی و جستجوی NAN و آرایه‌های خالی در این فصل مورد بررسی قرار گرفته است.

متن‌ها و رشته‌های کاراکتری در MATLAB، در فصل ششم ارائه شده‌اند. تولید رشته‌ها، ترکیب آن‌ها با یکدیگر و تبدیل اعداد به رشته‌ها، در این فصل مورد بررسی قرار گرفته‌اند. فصل هفتم را کار با آرایه‌های سلولی و ساختمان تشکیل می‌دهد. در این فصل از کتاب به نحوه تولید آرایه‌های سلولی و همچنین ساختمانی و نحوه ویرایش آن‌ها پرداخته می‌شود. این نوع آرایه‌ها از کاربرد گسترده‌ای در برنامه‌نویسی‌های MATLAB برخوردار هستند. در قالب تمرین‌های کاربردی گسترده‌ای، کار با این نوع آرایه‌ها آموزش داده شده‌اند.

اسکرپت‌ها و توابع m-file در فصل هشتم مورد بررسی قرار گرفته‌اند. اسکرپت‌ها و توابع m-file نقش بسیار مهمی در مدیریت برنامه‌نویسی شما دارند. در این فصل از کتاب نحوه تولید اسکرپت‌های m-file و همچنین توابع m-file در قالب چند تمرین کاربردی آموزش داده می‌شوند.

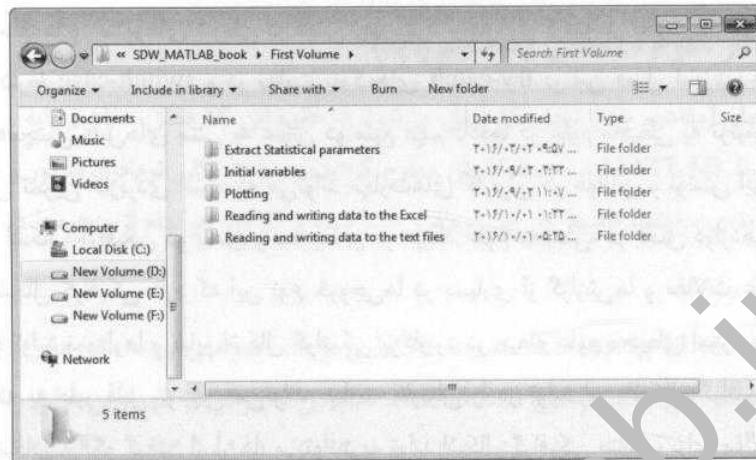
کنترل روند و استفاده از حلقه‌ها و دستورهای شرطی در فصل نهم مورد توجه قرار گرفته‌اند. نحوه بکارگیری حلقه‌های for و while، شرط‌های if، elseif، else و همچنین شرط switch-case و در نهایت بلوک‌های try-catch در این فصل آموزش داده شده‌اند. نحوه فراخوانی و نوشتن فایل‌های نرم افزار Excel و همچنین فایل‌های متنی به عنوان دو منبع مهم داده‌ها در علوم محیطی به ترتیب در فصل‌های دهم و یازدهم تشریح شده‌اند. هر فصل دارای چندین تمرین کاربردی است که می‌تواند مهارت‌های کاربران در خواندن و نوشتن این نوع فایل‌ها را به طور قابل توجهی افزایش دهد. تولید نمودارها و اشکال گرافیکی دو بُعدی و سه بُعدی در حیطه علوم محیطی، در فصل دوازدهم کتاب تشریح شده‌اند. MATLAB قابلیت بسیار خوبی در تولید اشکال گرافیکی دارد که این نوع خروجی‌ها در بسیاری از گزارش‌ها و مقالات علمی به چشم می‌خورند. در این فصل سعی بر آن شده است تا نحوه تولید نمودارها و سایر اشکال گرافیکی پرکاربرد در حیطه علوم محیطی آموزش داده شوند. در این فصل، تمرین‌های کاربردی متعددی ارائه شده که به طور قابل توجهی می‌تواند مهارت کاربران را در تولید این اشکال گرافیکی افزایش دهد. تمرین‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بر اساس استفاده و الگو گرفتن از آن‌ها، می‌توانید به تولید اشکال گرافیکی مناسب برای مقالات علمی، خصوصاً مقالات بین‌المللی بپردازید.

استخراج پارامترهای آماری در فصل پایانی این کتاب تشریح شده است. اکتیاس پارامترهای آماری مرکزگرایی (Central Tendency)، پراکندگی (Dispersion) و پارامترهای توزیع (Distribution)، که در تحلیل داده‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است، در این فصل آموزش داده شده است. با چندین تمرین کاربردی، مهارت‌های کاربر در این رابطه افزایش قابل توجهی می‌یابد.

چند نکته قبل از کار با MATLAB در این کتاب

۱- در کتاب حاضر، از نسخه R2014b نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. در نسخه‌های جدیدتر این نرم‌افزار خصوصاً از سال 2013 به بعد، تغییراتی در ظاهر برنامه اعمال گردیده است. البته نسخه‌های جدیدتر معمولاً امکانات بیشتری دارند و لذا توصیه می‌شود از نسخه‌های جدیدتر این نرم‌افزار استفاده نمایید.

۲- فایل‌های مربوط به تمرین‌های کاربردی این کتاب از سایت www.zimascience.com قابل دانلود هستند. اسم پوشه اصلی حاوی تمرین‌های کلیه کتاب‌های MATLAB، ZIMA_MATLAB_book می‌باشد. زیرپوشه First Volume حاوی اطلاعات مورد نیاز تمرین‌های کاربردی کتاب حاضر است که خود نیز حاوی چند زیرپوشه است (همانند شکل ذیل). در کل توصیه می‌شود که پوشه ZIMA_MATLAB_book را بر روی حافظه دائم کامپیوتر خود ذخیره سازید تا امکان دسترسی راحت‌تر و همچنین امکان نوشتن (Write) توسط برخی از فرمان‌های MATLAB در آن فراهم باشد.



- ۳- در برگزاری دوره‌ها و کلاس‌های MATLAB باها مشاهده می‌شود که کاربران از اهمیت کنترل پوشه جاری در این نرم‌افزار غافل می‌شوند و لذا در بسیاری از موارد با خطای «نا نویسی» یا عدم موفقیت در مدیریت فایل‌های خروجی نرم‌افزار مواجه می‌شوند. در این کتاب به تنظیم پوشه جاری MATLAB همواره تاکید شده است. در رابطه با پوشه جاری در فصل بعدی توضیحات کامل داده شده است.
- ۴- اگر از نسخه‌های قدیمی‌تر نرم‌افزار استفاده می‌کنید، امکان خواندن اطلاعات فایل‌های Excel که دارای پسوند xlsx می‌باشند (نسخه‌های 2007 نرم‌افزار Excel به بعد) وجود ندارد. در این حالت توصیه می‌شود که فایل‌های Excel که در پوشه‌های مربوط به تمرین‌های کاربردی است را با فرمت‌های قدیمی‌تر (xls) مجدداً ذخیره و مورد استفاده قرار دهید.
- ۵- در این کتاب و در خلال مثال‌ها و تمرین‌های کاربردی، برخی از خطاهای برنامه‌نویسی، دلیل اتفاق افتادن آن‌ها مطرح شده‌اند. خطاهایی که MATLAB اعلام می‌کند، بسیار مفید هستند و در واقع دوست شما هستند. این خطاها کنترل برنامه و رفع اشکال آن بسیار مؤثر می‌باشند. سعی کنید با انواع خطاهای برنامه‌نویسی آشنا شوید تا راحت‌تر آن‌ها را برطرف سازید.
- ۶- در رابطه با مثال‌ها و تمرین‌های کاربردی مختلف این کتاب، از فرمان یا ترکیبی از فرمان‌های مختلف استفاده شده است. فرمان‌های بکار رفته، روش‌های قطعی نیستند. به عبارتی بهتر ممکن است تعداد بسیار زیادی جواب و راه‌حل برنامه‌نویسی دیگر نیز وجود داشته باشد و لذا فرمان‌های جایگزین زیادی می‌توانند ارائه شوند. در این کتاب سعی بر ساده‌سازی حل مسائل و تمرین‌های کاربردی شده است.
- ۷- تمرین‌های کاربردی را به دقت دنبال نمایید. این تمرین‌ها الگوی مناسبی را برای سایر کارها و تحقیقات شما فراهم می‌آورند.