

MATLAB در علوم محیطی

(پردازش داده)

برای رشته‌های:

کشاورزی

منابع طبیعی

محیط زیست

جغرافیا

هوا و اقلیم شناسی

زمین شناسی

عمران آب

سنجش از دور و GIS

مولفان: محمدرضا کوثری و میترا السادات اسمعیل زاده حسینی

سرشناسه	:	کوثری، محمدرضا، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	MATLAB در علوم محیطی (پردازش داده) / مولفان محمدرضا کوثری و میترا السادات اسمعیل زاده حسینی.
مشخصات نشر	:	یزد: انتشارات اندیشمندان یزد، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	:	ج. (۳۳۰ صفحه) : مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۳-۲۶-۲
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	متلب (MATLAB)
شناسه افزوده	:	اسمعیل زاده حسینی، میترا السادات، ۱۳۶۶ -
رده بندی کنگره	:	QA۲۹۷/۷۹۱۵م۲۱۳۹۵
رده بندی دیویی	:	۵۱۸/۰۲۸۵۵۳۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۱۱ ۲۱۴

MATLAB در عرّه محیطی (پردازش داده)

مولفان: محمدرضا کوثری، میترا السادات اسمعیل زاده حسینی

ناشر: انتشارات اندیشمندان یزد

نوبت چاپ: نخست - ۱۳۹۵

قیمت: ۲۵۰۰۰ تومان

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

صفحه آرا: شرکت دیده بان توسعه پایدار

شابک

۹۷۸-۶۰۰-۸۰۵۳-۲۶-۲

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

تلفن: ۰۹۱۳۳۵۶۶۶۷۲ و ۰۳۵۳۶۲۶۹۳۳۰

بخش 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 نقش فناوری اطلاعات در پیشرفت علوم بر کسی پوشیده نیست. خصوصاً علومى که با داده‌های حجیم و متنوع سر و کار دارند به شیوه‌های مختلف، هر لحظه از مزایای فناوری اطلاعات بهره‌مند می‌شوند. در میان قابلیت‌های برنامه‌نویسی نقش اساسی را در تجزیه و تحلیل اطلاعات و همچنین توسعه فناوری ایفا می‌کند. اهمیت این موضوع در علوم محیطی چندین برابر است. چرا که هر لحظه کارشناسان و محققان با حجم بسیار زیادی از اطلاعات متنوع روبرو می‌شوند که روش‌های قدیمی تحلیل اطلاعات چندان در برابر آن‌ها پاسخگو نیست. در اینجا نیاز به مهارت‌ها و ابزار قدرتمند برنامه‌نویسی است تا بتوان عر اسطه حجم زیاد داده را تحلیل و نتایج آن را مورد استفاده قرار داد. یکی از نرم‌افزارهای قدرتمند برنامه‌نویسی، MATLAB است که توسط طیف وسیعی از دانشمندان، محققان و مهندسان در سطح علوم گوناگون و در نقاط مختلف دنیا بکار گرفته می‌شود. این نرم‌افزار، با مجموعه‌ای بسیار گسترده از توابع کتابخانه‌ای، جعبه‌ابزارهای مختلف و همچنین ساده‌سازی فرآیندهای برنامه‌نویسی، شرایط بسیار مناسبی را برای کارشناسان و محققان فراهم ساخته تا بر اساس آن بتوانند به راحتی داده‌های مورد نظر خود را مورد تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی قرار دهند. از ویژگی‌های بارز این نرم‌افزار، انعطاف‌پذیری و سادگی کاربرد آن می‌باشد.

در اثر قبلی مؤلفان یعنی کتاب MATLAB در علوم محیطی، مفاهیم پایه، به معرفی مفاهیم پایه برنامه‌نویسی در علوم محیطی پرداخته شده است. این کتاب به گونه‌ای تألیف شده است که به صورت خودآموز و با تأکید بر تمرین‌های کاربردی در علوم محیطی، شیوه برنامه‌نویسی در علوم محیطی و مفاهیم پایه آن را به مخاطبان آموزش دهد. در ادامه اثر مذکور و در کتاب حاضر یعنی کتاب MATLAB در علوم محیطی (پردازش داده)، به آموزش آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شده است. جستجو در داده‌های حجیم، اقتباس پارامترهای آماری مورد نظر از آن‌ها، بازسازی نواقص آماری، برازش منحنی و درون‌یابی‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی، تکنیک‌های کاوی نظیر خوشه‌بندی، آنالیز مؤلفه‌های اصلی و مدل‌سازی و پیش‌بینی با شبکه‌های عصبی مصنوعی، در قالب تمرین‌های کاربردی به مخاطبان آموزش داده می‌شود. همچنین فرامین مطرح شده و نحوه اجرای آن‌ها به گونه‌ای است که مخاطبان می‌توانند از آن‌ها به صورت الگو، در حل بسیاری از مسائل تحقیقاتی و اجرایی استفاده نمایند. 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 به طور چشمگیری افزایش دهند. 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 پدیدآورندگان 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 به ویژه 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 تشکر و قدردانی فراوان به عمل می‌آید. امید است که در آینده نه چندان دور، سایر کتاب‌ها کاربردی در زمینه فناوری اطلاعات از شرکت دیده‌بان توسعه پایدار نیز ارائه گردد. ان شاء الله...

محمدرضا کوثری

دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری - شکر یزد

میترا السادات اسمعیل زاده حسینی

کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	مقدمه
۱	چرا MATLAB ؟
۴	کلیات کتاب MATLAB در علوم محیط پر دازش داده
۵	چند نکته قبل از کار با MATLAB در این کتاب
۷	فصل ۱- مرتب سازی داده ها و استخراج پارامتر های آماری از آن ها
۷	۱-۱- مرتب کردن صعودی و نزولی داده ها
۱۵	۱-۲- مرتب سازی داده های سری زمانی و استخراج پارامتر های آماری از آن ها
۱۶	۱-۲-۱- استخراج پارامتر های آماری سالانه از سری های زمانی روزانه با روند مستقیم در داده
۲۱	۱-۱-۲-۱- استخراج دمای میانگین سالانه از سری زمانی روزانه
۲۸	۲-۱-۲-۱- استخراج بارش سالانه از سری زمانی روزانه
۲۹	۳-۱-۲-۱- استخراج تعداد روزهای بارانی هر سال از سری زمانی روزانه
۳۱	۴-۱-۲-۱- استخراج بارش ماهانه و سالانه از سری زمانی روزانه
۳۶	۵-۱-۲-۱- استخراج دمای میانگین ماهانه و سالانه از سری زمانی روزانه
۳۸	۶-۱-۲-۱- استخراج بارش حداکثر ماهانه و سالانه از سری های زمانی روزانه
۴۱	۷-۱-۲-۱- استخراج مقدار تبخیر از سطح تشک ماهانه و سالانه از سری های زمانی روزانه
۴۴	۸-۱-۲-۱- استخراج رطوبت نسبی ماهانه و سالانه از سری های زمانی روزانه
۴۷	۹-۱-۲-۱- استخراج روزهای بارانی ماهانه و سالانه از سری های زمانی روزانه
۴۹	۱۰-۱-۲-۱- استخراج تعداد روزهای یخبندان از سری های زمانی روزانه
۵۱	۲-۲-۱- اقتباس اطلاعات سالانه از سری های زمانی ماهانه

- ۱-۲-۲-۱- اقتباس متوسط تراز آب زیرزمینی در مقیاس سالانه از سری‌های ماهانه ۵۲
- ۱-۲-۳-۱- استخراج پارامترهای آماری سالانه از سری‌های زمانی روزانه با رویکرد استفاده از فرمان accumarray ۵۶
- ۱-۲-۳-۲-۱- استخراج بارش سالانه از سری زمانی روزانه ۵۷
- ۱-۲-۳-۲-۲- استخراج دمای سالانه از سری زمانی روزانه ۵۸
- ۱-۲-۴-۱- استخراج پارامترهای آماری ماهانه از سری‌های زمانی روزانه با رویکرد استفاده از فرمان accumarray ۵۹
- ۱-۲-۴-۲-۱- استخراج دمای ماهانه از سری زمانی روزانه ۵۹
- ۱-۲-۴-۲-۲- تبدیل داده‌های پیوسته به سری زمانی به فرمت جدول با استفاده از فرمان accumarray ۶۱

فصل ۲- بازسازی نواقص آماری ۶۳

- ۱-۲-۱- بازسازی نواقص آماری با استفاده از روش ماشین‌گیری ۶۳
- ۲-۲-۱- استفاده از فرمان knnimpute برای بازسازی نواقص آماری ۶۹
- ۲-۲-۲- استفاده از روش نسبت نرمال (Normal ratio method) برای بازسازی داده‌های ناقص ۷۲
- ۱-۳-۲-۱- بازسازی یک داده ناقص از یک ماتریس به روش نسبت نرمال ۷۳
- ۲-۳-۲-۱- بازسازی چند داده ناقص از یک ماتریس به روش نسبت نرمال ۷۴
- ۳-۳-۲-۱- استفاده از روش نسبت نرمال در بازسازی داده‌های ناقص دما در سطح استان فارس ۷۷
- ۴-۳-۲-۱- استفاده از روش نسبت نرمال در بازسازی داده‌های ناقص بارش در سطح استان فارس ۸۴
- ۴-۲-۱- بازسازی داده‌های ناقص با استفاده از روش همبستگی بین ایستگاه‌ها ۸۷
- ۱-۴-۲-۱- بازسازی یک داده ناقص از یک ماتریس به روش همبستگی خطی ۸۷
- ۲-۴-۲-۱- بازسازی چند داده ناقص از یک ماتریس به روش همبستگی خطی ۹۲
- ۳-۴-۲-۱- استفاده از روش همبستگی خطی در بازسازی داده‌های ناقص دما در سطح استان فارس ۹۶
- ۴-۴-۲-۱- استفاده از روش همبستگی خطی در بازسازی داده‌های ناقص بارش در سطح استان فارس ۹۸
- ۵-۲-۱- بازسازی اطلاعات به روش عکس فاصله (Inverse distance method, IDW) ۱۰۱
- ۱-۵-۲-۱- بازسازی یک داده ناقص از یک ماتریس به روش عکس فاصله ۱۰۲
- ۲-۵-۲-۱- بازسازی چند داده ناقص از یک ماتریس به روش عکس فاصله ۱۰۳
- ۳-۵-۲-۱- استفاده از روش عکس فاصله در بازسازی داده‌های ناقص بارش در سطح استان فارس ۱۰۶

۴-۵-۲ استفاده از روش عکس فاصله در بازسازی داده‌های ناقص دما در سطح استان فارس ۱۰۸

فصل ۳- درونیابی یک بعدی و دو بعدی داده‌ها..... ۱۱۱

۱-۳-۱ درونیابی یک بعدی داده‌ها ۱۱۱

۲-۳-۲ درونیابی دو بعدی ۱۱۸

فصل ۴- برازش معادلات و انطباق منحنی..... ۱۲۳

۱-۴-۱ کاربرد cftool در انطباق منحنی ۱۲۳

۲-۴-۲ برازش منحنی با استفاده از کدهای برنامه نویسی ۱۲۷

۴-۲-۱-۱ برازش و انطباق منحنی با استفاده از توابع چند جمله‌ای ۱۲۷

۴-۲-۱-۲ تعیین شیب روند سری زمانی با استفاده از منطبق منحنی ۱۲۹

۴-۲-۲-۱ تعیین گرادیان بارش و دما با استفاده از انطباق منحنی چندجمله‌ای‌ها ۱۳۳

۴-۲-۲-۳ تعیین نقشه بارش و دما با استفاده از گرادیان بارش و دما ۱۳۹

۴-۲-۲-۴ تهیه نقشه بارش و دما با استفاده از برازش معادلات چندجمله‌ای ازجهتیک و بالاتر ۱۴۱

۴-۲-۲-۵ برازش و انطباق منحنی با استفاده از سایر توابع ۱۴۴

فصل ۵- پردازش و تفسیر داده‌های مکانی در MATLAB..... ۱۴۹

۵-۱-۱ خواندن اطلاعات وکتوری با پسوند shp ۱۵۰

۵-۲-۱ استفاده از فرمان shapewrite در تولید داده‌های برداری ۱۶۰

۵-۳-۱ خواندن اطلاعات شبکه‌ای ۱۶۱

۵-۳-۱-۱ خواندن اطلاعات شبکه‌ای با استفاده از فرمان imread ۱۶۴

۵-۳-۲ خواندن اطلاعات شبکه‌ای با استفاده از فرمان geotiffread ۱۷۴

۵-۴-۱ ترسیم نقشه در محیط MATLAB ۱۷۷

۵-۴-۱-۱ ترسیم نقشه با استفاده از فرمان mapshwo ۱۷۷

۵-۴-۲ ترسیم نقشه وکتوری با استفاده از فرمان mapshwo ۱۷۷

۵-۴-۲-۱ ترسیم نقشه نقطه‌ای بر اساس اطلاعات طول و عرض جغرافیایی ۱۸۲

۱۸۳	۳-۴-۵ ترسیم داده های شبکه‌ای با استفاده از فرمان mapshwo
۱۸۳	۱-۳-۴-۵ اقتباس شاخص NDVI از تصاویر MODIS و ترسیم آن‌ها
۱۸۶	۲-۳-۴-۵ ترسیم مدل رقومی ارتفاع DEM
۱۸۸	۳-۳-۴-۵ ترسیم سه بعدی DEM
۱۹۰	۴-۳-۴-۵ ترسیم خطوط تراز از DEM
۱۹۱	۵-۳-۴-۵ ترسیم هم‌زمان خطوط تراز و DEM
۱۹۳	۶-۳-۴-۵ ترسیم هم‌زمان لایه‌های رکتو (خطی) و DEM
۱۹۵	۷-۳-۴-۵ ترسیم هم‌زمان لایه‌های ستوری (پلی گونی) و DEM
۱۹۹	۸-۳-۴-۵ ترسیم داده های شبکه‌ای با بیش از یک لایه
۲۰۱	۴-۴-۵ ترسیم نقشه با استفاده از فرمان geos wo
۲۰۳	۵-۴-۵ استفاده از فرمان plotm در ترسیم نقشه‌ها
۲۰۳	۱-۵-۴-۵ ترسیم نقشه خطی با استفاده از plotm
۲۰۶	۲-۵-۴-۵ ترسیم نقشه نقطه ای با استفاده از plotm
۲۰۸	۵-۵ طبقه‌بندی مجدد (Reclassification) اطلاعات فایل‌های رستری
۲۱۵	۶-۵ درون‌یابی نقاط و تولید لایه‌های شبکه‌ای
۲۲۱	فصل ۶- روش‌های آماری چند متغیره
۲۲۱	۱-۶ تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی
۲۳۱	۲-۶ آنالیز خوشه‌ای
۲۳۲	۱-۲-۶ تعیین فواصل
۲۳۵	۲-۲-۶ برقراری پیوند
۲۳۹	۳-۲-۶ ارزیابی ساختار خوشه‌ها
۲۴۱	۴-۲-۶ ایجاد خوشه‌ها
۲۵۱	فصل ۷- استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در علوم محیطی

- ۱-۷- هوش مصنوعی و شبکه های عصبی مصنوعی ۲۵۱
- ۲-۷- برازش منحنی با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی ۲۵۵
- ۱-۲-۷- استفاده از رابط های گرافیکی کاربر (GUI) برای توسعه مدل های برازش منحنی ۲۵۶
- ۲-۲-۷- استفاده از رویکرد اسکریپت نویسی برای توسعه مدل های برازش منحنی ۲۷۱
- ۱-۲-۲-۷- بررسی اثر تغییرات تعداد نرون در لایه مخفی بر عملکرد مدل ۲۷۹
- ۲-۲-۲-۷- بررسی اثر تغییر الگوریتم آموزش و همچنین تعداد نرون در لایه مخفی بر عملکرد مدل ۲۸۱
- ۳-۷- پیش بینی در سری های زمانی ۲۸۶
- ۱-۳-۷- استفاده از رابط های گرافیکی کاربر (GUI) برای توسعه مدل های پیش بینی سری های زمانی ۲۸۷
- ۱-۱-۳-۷- استفاده از رویکرد NAR در پیش بینی دبی ماهانه در ایستگاه هیدرومتری ۲۸۸
- ۲-۱-۳-۷- استفاده از رویکرد NARX در پیش بینی دبی ماهانه در ایستگاه هیدرومتری ۲۹۹
- ۲-۳-۷- استفاده از رویکرد اسکریپت نویسی در پیش بینی سری های زمانی ۳۰۵
- ۱-۲-۳-۷- استفاده از رویکرد NARX در پیش بینی دبی ماهانه ۳۰۵
- ۲-۲-۳-۷- استفاده از رویکرد NAR در پیش بینی دبی ماهانه ۳۱۱

مقدمه

چرا MATLAB؟

MATLAB (MATrix LABoratory) یا آزمایشگاه ماتریس یک زبان سطح بالای برنامه‌نویسی است که توسط میلیون‌ها مهندس، محقق و دانشمند در سرتاسر 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 قابلیت‌ی کاربران 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 مرورگر 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 و کدهای برنامه‌نویسی آن را برای سایر برنامه‌ها به اشتراک 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 نرم افزارهای 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 مدل سازی، نیاز به تغییراتی در الگوریتم های شبیه سازی داشته باشد. چنین تکرارها و تغییراتی، می تواند کنترل شما را بر پروژه تضعیف نماید.

این در حالی است که در محیط MATLAB می توان تمام یا بخش اعظم فرآیندها را به صورت برنامه نویسی به گونه ای اجرا نمود که هر بار، با تغییر ورودی ها و یا الگوریتم برنامه نویسی (که گاه از چند خط برنامه نویسی نیز تجاوز نمی کند)، 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، می توان به راحتی تصاویر چندین دوره مربوط به سنجنده MODIS و یا سایر تصاویر ماهواره ای در دسترس را فراهم نموده و آن ها را به محیط MATLAB فراخوانی کرد. سپس اطلاعات مربوط به مرز هر دشت را از این تصاویر متمایز و با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی (البته با در اختیار داشتن اطلاعات کنترل زمینی) به مدل سازی سطح زیر کشت گندم پرداخت. همچنین با ارزیابی نتایج، مدل های با عملکرد بهتر را انتخاب و ارائه نمود. دشت با بیشترین مساحت را به دست آورد و در صورتی که عملکرد مدل ها مورد قبول باشد، نتایج برای کل استان فارس ارائه خواهد شد. در همین محیط MATLAB می توان نقشه های خروجی را نیز تهیه کرد. این در حالی است که اگر نتایج استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی مناسب نباشند، می توان از سایر روش های هوش مصنوعی مانند ماشین بردار پشتیبان و یا منطق فازی و نرو فازی نیز بهره گرفت. الگوریتم هایی دیگر نیز مانند درخت تصمیم گیری و رگرسیون ها نیز به راحتی در محیط MATLAB قابل دسترسی می باشند. همچنین می توان الگوریتم های مربوط به تبدیل موجک و یا آنالیز طیفی برای حذف نویز و استخراج اطلاعات سری زمانی تصاویر را بکار گرفت و نتایج پیش بینی ها را برای هر دشت مورد بررسی قرار داد. امکانات کاملی برای اجرای سایر اقدامات مربوط به داده کاوی نظیر آنالیز مؤلفه های اصلی (Principal Component Analysis, PCA) و خوشه بندی ها (Cluster Analysis) نیز در محیط MATLAB موجود دارد. در صورتی که نتایج قابل قبول باشند، می توان از آن ها در تصمیم گیری های کلان نظیر برنامه های مربوط به الگوی کشت استفاده کرد. حتی بهینه سازی های مربوط به اجرای الگوی کشت نیز در همین محیط MATLAB قابل اجرا می باشند.

اجازه دهید تا مثال دیگری را مطرح سازیم. برای مثال هدف پیش بینی خشکسالی ها در سطح یک منطقه باشد. به طور مرسوم بایستی از برنامه های متعددی برای انجام پیش بینی های خشکسالی استفاده کنیم. ابتدا، باید داده های 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 داده ایم. به طور معمول این شاخص را در سایر نرم افزارها می بایستی محاسبه و بعد، از یک نرم افزار دیگر، برای پیش بینی خشکسالی ها استفاده شود. در نهایت نتایج را اقتباس نموده و نقشه های پیش بینی را در محیط یک نرم افزار 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 روش‌ها متنوعی وجود دارد و به سبب اسطعم آن‌ها توسط MATLAB پشتیبانی می‌شوند. مدل‌های حل عددی، هوش مصنوعی، سری زمانی، روش‌های رگرسیونی و ... همه از مواردی هستند که MATLAB در اختیار ما قرار می‌دهد. می‌توان یک یا مجموعه دلخواهی از روش‌های مورد نظر 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 خروجی حاصل را به صورت نقشه در محیط MATLAB ارائه کرد. مثالی از نحوه اجرای کامل 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* (Kousari و همکاران، ۲۰۱۵)، ملاحظه نمایید.

همان‌گونه که مشخص است MATLAB نرم‌افزاری بسیار توانمند برای مدل‌سازی و داده‌کاوی است که آن را به عنوان یکی از بهترین نرم‌افزارها برای محققان و کارشناسان علوم محیطی مطرح می‌سازد. همچنین نمودارها و گسسه‌هایی که MATLAB تولید می‌کند، برای ارائه‌ها و مقالات علمی بسیار مناسب و تأثیرگذار است.

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 (پردازش داده)

همان طور که از عنوان کتاب مشخص است کتاب MATLAB در علوم محیطی (پردازش داده) به آموزش مهارت‌های برنامه نویسی در زمینه تجزیه و تحلیل گسترده داده‌ها در حیطه علوم محیطی پرداخته است. این کتاب شامل ۷ فصل می‌شود. در فصل اول، مرتب‌سازی داده‌ها و استخراج پارامترهای آماری از آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است. مرتب‌سازی اطلاعات و جستجو در داده‌های حجیم جهت استخراج پارامترهای آماری مورد نظر در قالب تمرین‌های کاربردی گسترده به مخاطبان آموزش داده می‌شود. آموزش مهارت‌هایی نظیر اقتباس شاخص‌های آماری ماهانه و سالانه از اطلاعات روزانه و در رابطه پارامترهای هیدرواقليمی، در قالب تمرین‌های کاربردی فراوان مورد توجه قرار گرفته است.

فصل دوم کتاب به آموزش روش‌های مرتب‌سازی نواقص آماری و داده‌های گم شده پرداخته است. داده‌های گم شده، نواقص آماری و طول کم داده‌ها نه تنها در داده‌های مربوط به علوم محیطی (مانند داده‌های هواشناسی و یا هیدرومتری) وجود دارند، بلکه در سایر علوم نیز وجود دارد. لذا بازسازی نواقص آماری و یا تطویل داده‌ها همواره مورد توجه بسیاری از محققان و کارشناسان امر قرار می‌گیرد. در این فصل به تفصیل، روش‌های کاربرد بازسازی نقص اطلاعات نظیر رگرسیون خطی، نسب نرمال، و عکس منسوخ فاصله به مخاطبان آموزش داده می‌شود.

درون‌یابی یک بعدی و دو بعدی داده‌ها در فصل سوم مورد بررسی قرار گرفته است. درون‌یابی کارایی بسیار گسترده‌ای در تعمیم اطلاعات نقطه به خط و همچنین نقطه و خط به سطح دارد و به طور گسترده‌ای در علوم محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این فصل روش‌های درون‌یابی یک بعدی و دو بعدی و نمونه کاربردی‌های آن در علوم محیطی ارائه شده است.

فصل چهارم کتاب به مبحث برازش معادلات و انطباق منحنی پرداخته است. رانش، مدالات و انطباق منحنی همواره مورد نیاز محققان بوده و خصوصاً در برقراری ارتباط بین پارامترهای مستقل و وابسته از اهمیت خاصی برخوردار است. با تاکید بر تمرین‌های کاربردی، روش‌های مختلف برازش معادلات و انطباق منحنی در علوم محیطی به مخاطبان آموزش داده می‌شود.

پردازش و تفسیر داده‌های مکانی در MATLAB در فصل پنجم کتاب ارائه شده است. MATLAB توانایی منحصر به فردی در تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی و مدل‌سازی در این زمینه دارد. خواندن اطلاعات وکتوری و شبکه‌ای، فرمت‌های مختلف وکتور و داده‌های شبکه‌ای، پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تحلیل اطلاعات مکانی و ترسیم نقشه‌ها در این فصل مورد توجه قرار گرفته است.

فصل ششم کتاب به روش‌های آماری چند متغیره پرداخته است. روش‌های آماری چند متغیره، امکان آنالیز آماری هم‌زمان چندین متغیر را فراهم

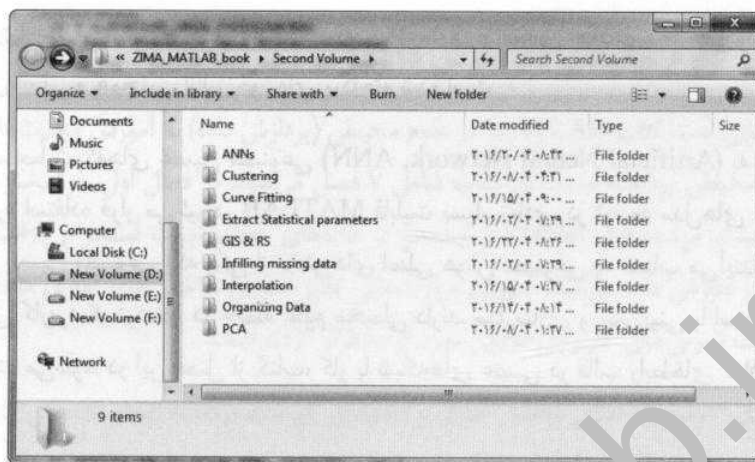
می‌کنند. همچنین در تحلیل آماری چند متغیره روش‌های مختلفی برای ساده‌سازی و اقتباس اطلاعات مفید وجود دارد. در این بخش از کتاب به دو روش مفید و پرکاربرد تحلیل مؤلفه‌های اصلی و همچنین آنالیز خوشه‌ای پرداخته شده است.

امروزه هوش مصنوعی خصوصاً شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network, ANN) به طور قابل توجه و فزاینده‌ای در بسیاری علوم از جمله علوم محیطی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. MATLAB قابلیت بسیار زیادی در توسعه مدل‌های مرتبط با هوش مصنوعی دارد. در فصل هفتم از کتاب، کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی (که یکی از بخش‌های اصلی هوش مصنوعی به حساب می‌آیند) در علوم محیطی مورد توجه قرار گرفته است. شبکه‌های عصبی مصنوعی کاربرد گسترده‌ای در حیطه علوم محیطی دارند. مدل‌سازی و پیش‌بینی با استفاده از این شبکه‌ها بر اساس چند تمرین کاربردی به مخاطبان آموزش داده می‌شود. در این فصل از کتاب، کار با شبکه‌های عصبی در قالب رابط‌های گرافیکی کاربر و همچنین اسکریپت نویسی مورد توجه قرار گرفته است.

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 جدید معمولاً امکانات بیشتری دارند و لذا توصیه می‌شود از نسخه‌های جدیدتر این نرم‌افزار استفاده نمایید.

۲- لوح فشرده همراه این کتاب حاوی اطلاعات تمرین‌های مختلف ارائه شده در کتاب است. البته فایل‌های تمرین‌های کاربردی کتاب از طریق آدرس اینترنتی www.zimascience.com قابل دانلود می‌باشد. اسم پوشه اصلی در این کتاب `ZIMA_MATLAB_book` می‌باشد. زیرپوشه Second Volume حاوی اطلاعات مورد نیاز تمرین‌های کاربردی کتاب حاضر است که خود نیز حاوی چند پوشه 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 بارها مشاهده می‌شود که کاربران از اهمیت کنترل پوشه جاری در این نرم‌افزار غافل می‌شوند و لذا در بسیاری از موارد با خطای برنامه‌نویسی و یا عدم موفقیت در مدیریت فایل‌های خروجی نرم‌افزار مواجه می‌شوند. در این کتاب به تنظیم پوشه جاری MATLAB همواره تأکید شده است. در رابطه با پوشه جاری در فصل بعدی توضیحات کامل داده شده است.
- ۴- اگر از نسخه‌های قدیمی‌تر نرم‌افزار استفاده می‌کنید، امکان سوابق 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 بیشتر داده‌ها، داده‌های هیدرواقلیم هستند. داده‌های هیدرواقلیمی بسیاری از رشته‌های علوم محیطی بسیار پرکاربرد و فراگیر هستند. لذا تمرکز بیشتر تمرین‌های کتاب بر این نوع داده‌ها قرار گرفته است.
- 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 تمرین‌ها کاربردی شده است.
- ۷- تمرین‌های کاربردی را به دقت دنبال نمایید. این تمرین‌ها الگوی مناسبی را برای سایر کارها و تحقیقات شما فراهم می‌آورند