

برنامه نویسی تحلیل های مکانی با

پایتون

دکتر ابوالقاسم صادقی نیارکی

استادیار قطب علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

مهندس مریم شاکری

کارشناس ارشد GIS دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران

شماره ۴۲۳

سرشناسه: صادقی نیارکی، ابوالقاسم، ۱۳۵۵ -

عنوان و نام پدیدآور: برنامه‌نویسی تحلیل‌های مکانی با پایتون / ابوالقاسم صادقی نیارکی، مریم شاکری.
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری: ذ، ۲۳۵ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: 978-600-7867-37-2

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: پایتون (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر)

موضوع: (Computer program language) Python.

موضوع: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی -- داده‌پردازی

موضوع: Geographic information systems -- Data processing

موضوع: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی -- نرم‌افزار

موضوع: Geographic information systems -- Software

شناسه افزوده: شاکری، مریم، ۱۳۶۷

رده بندی کنگره: ۱۳۹۵ ص ۲/۹۵ پ/۷۳/۸۷

رده بندی دیویی: ۰۰۵/۱۳۳

شماره کتابشناسی ملی: ۴۵۲۶۳۹۹

www.press.kntu.ac.ir

ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: برنامه‌نویسی تحلیل‌های مکانی با پایتون

تألیف و ترجمه: دکتر ابوالقاسم صادقی نیارکی، مهندس مریم شاکری

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: دی ۱۳۹۵، تهران

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

چاپ: کیمیا

صحافی: گرنامی

بها: ۱۹۰۰۰ تومان

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است)

خیابان میرداماد غربی - پلاک ۴۷۰ - انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تلفن: ۸۸۸۸۱۰۵۲

میدان ونک - خیابان ولی عصر (عج) - بالاتر از چهارراه میرداماد - پلاک ۲۶۲۶ - مرکز پخش و فروش انتشارات

تلفن: ۸۸۷۷۲۲۷۷ رایانامه: press@kntu.ac.ir - تارنما (فروش آنلاین): www.press.kntu.ac.ir

صفحه	عنوان
خ	پیشگفتار
۱	بخش اول: مبانی اولیه
۳	فصل ۱: مبانی GIS
۴	۱.۱ مقدمه
۵	۲.۱ تعریف GIS
۶	۳.۱ مدل سازی GIS - GIS فراگستر
۷	۴.۱ انواع داده های مکانی
۸	۱.۴.۱ داده های برداری
۹	۲.۴.۱ داده های رستر
۱۰	۳.۴.۱ فرمت داده های GIS
۱۱	۵.۱ سیستم مرجع مکانی
۱۲	۱.۵.۱ سیستم مختصات جغرافیایی
۱۳	۲.۵.۱ سیستم مختصات تصویر
۱۵	۶.۱ مدل سازی مسائل مکانی
۱۷	۷.۱ برنامه های GIS
۱۸	۸.۱ خلاصه فصل
۱۹	۹.۱ مراجع
۲۱	فصل ۲: مبانی اولیه ArcGIS
۲۲	۱.۲ مقدمه
۲۳	۲.۲ داده های مکانی در ArcGIS

۳.۲ پردازش مکانی ۲۶

۱.۳.۲ چارچوب پردازش مکانی ۲۸

۲.۳.۲ ابزارها و جعبه‌ابزارهای پردازش مکانی ۲۹

۳.۳.۲ انواع ابزارها ۳۰

۴.۲ بصری‌سازی و تهیه نقشه در ArcGIS ۳۲

۵.۲ خلاصه فصل ۳۳

۶.۲ مراجع ۳۳

فصل ۱: توسعه برنامه‌های GIS با پایتون ۳۵

۱.۳ مقدمه ۳۶

۲.۳ توسعه‌ی برنامه‌های GIS با پایتون و محصولات Esri ۳۶

۳.۳ توسعه‌ی برنامه‌های GIS مستقل از ArcGIS ۳۷

۴.۳ توسعه‌ی برنامه‌های GIS وابسته به ArcGIS و پایتون ۳۹

۱.۴.۳ نسخه‌های اولیه ماژول‌های پایتون ۴۰

۲.۴.۳ روش توسعه‌ی برنامه GIS خارج از ArcGIS ۴۲

۳.۴.۳ روش توسعه‌ی برنامه‌ی GIS داخل ArcGIS ۴۳

۵.۳ مدل‌های پردازش مکانی ModelBuilder ۴۹

۱.۵.۳ تفاوت مدل و برنامه‌ی پایتون ۵۰

۲.۵.۳ تبدیل یک مدل به برنامه‌ی پایتون ۵۱

۶.۳ خلاصه فصل ۵۱

۷.۳ مراجع ۵۲

فصل ۴: مبانی پایتون ۵۳

۱.۴ مقدمه ۵۴

۲.۴ متغیر و نام‌گذاری آن ۵۴

۳.۴ انواع داده در پایتون ۵۶

۵۶	 رشته ۱.۳.۴
۵۸	 اعداد ۲.۳.۴
۵۹	 بولین ۳.۳.۴
۶۰	 مقدار هیچ ۴.۳.۴
۶۰	 ساختمان‌های داده ۵.۳.۴
۶۳	 گزاره‌های کنترل جریان ۴.۴
۶۴	 گزاره‌های شرطی ۱.۴.۴
۶۵	 حلقه‌ها ۲.۴.۴
۶۷	 سرانجام ۳.۴.۴
۶۷	 مدیریت استثناها ۴.۴.۴
۶۸	 توابع ۵.۴
۶۸	 تعریف توابع ۱.۵.۴
۶۹	 فراخوانی تابع ۲.۵.۴
۷۰	 آرگومان‌ها و پارامترهای تابع ۳.۵.۴
۷۲	 توابع کتابخانه‌ای ۶.۴
۷۲	 مازول‌ها ۷.۴
۷۵	 بسته ۸.۴
۷۶	 کلاس ۹.۴
۷۶	 ایجاد کلاس ۱.۹.۴
۷۷	 تعریف متغیرها و متدها ۲.۹.۴
۷۹	 وراثت ۳.۹.۴
۸۱	 Override کردن متدها ۴.۹.۴
۸۲	 خلاصه فصل ۱۰.۴
۸۳	 مراجع ۱۱.۴

بخش دوم: توسعه برنامه GIS وابسته به ArcGIS و پایتون ۸۵

فصل ۵: آشنایی با کتابخانه ArcPy ۸۷

۱.۵ مقدمه ۸۸

۲.۵ بسته ی ArcPy ۸۸

۳.۵ استفاده از بسته ی ArcPy ۹۵

۴.۵ توابع مدیریت جریان های کاری ۹۶

۵.۵ کلاس ها ۹۸

۶.۵ تنظیمات محیطی ۱۰۰

۷.۵ فضای کاری و مسیر داده ها ۱۰۳

۸.۵ دسترسی به رهنمای ArcGIS ۱۰۵

۹.۵ خلاصه فصل ۱۰۷

۱۰.۵ مراجع ۱۰۷

فصل ۶: اجرای تحلیل های مکانی ۱۰۹

۱.۶ مقدمه ۱۱۰

۲.۶ ابزارهای پردازش مکانی ۱۱۰

۳.۶ استفاده از ابزارهای پردازش مکانی ۱۱۵

۴.۶ اجرای تحلیل های مکانی با ابزارها ۱۱۷

۱.۴.۶ مازول analysis ۱۱۷

۲.۴.۶ مازول management ۱۲۲

۳.۴.۶ شیء Result ۱۲۶

۵.۶ پیغام های ابزارها ۱۲۸

۶.۶ مجوز ابزارها ۱۳۱

۷.۶ خلاصه فصل ۱۳۴

۸.۶ مراجع ۱۳۵

فصل ۷: مدیریت داده های مکانی.....	۱۳۷
۱.۷ مقدمه.....	۱۳۸
۲.۷ توابع کلی در مدیریت داده ها.....	۱۳۸
۱.۲.۷ بررسی موجودیت داده ها.....	۱۳۸
۲.۲.۷ نام جدول و نام فیلدها.....	۱۳۹
۳.۲.۷ جداسازی نام های فیلد و جدول.....	۱۴۱
۳.۷ توصیف داده های مکانی.....	۱۴۲
۴.۷ فهرست داده ها.....	۱۴۸
۴.۷ فهرست Feature Class ها.....	۱۴۹
۲.۴.۷ فهرست Dataset ها.....	۱۵۰
۳.۴.۷ فهرست فیلدها.....	۱۵۱
۴.۴.۷ فهرست جداول.....	۱۵۳
۵.۷ خلاصه فصل.....	۱۵۸
۶.۷ مراجع.....	۱۵۸
فصل ۸: دسترسی به داده های مکانی و توصیفی.....	۱۵۹
۱.۸ مقدمه.....	۱۶۰
۲.۸ مازول دسترسی به داده.....	۱۶۰
۳.۸ مکان نماها برای دسترسی به داده ها.....	۱۶۳
۱.۳.۸ مکان نمای جست و جو.....	۱۶۴
۲.۳.۸ مکان نمای درج.....	۱۶۹
۳.۳.۸ مکان نمای به هنگام رسانی.....	۱۷۱
۴.۳.۸ قفل داده.....	۱۷۳
۵.۳.۸ استفاده از SQL در پایتون.....	۱۷۵
۴.۸ اشیای مکانی.....	۱۷۹

۱۸۰	Geometry شیء ۱.۴.۸
۱۸۱	Polygon شیء ۲.۴.۸
۱۸۲	point شیء ۳.۴.۸
۱۸۳	هندسی نشانه‌های ۵.۸
۱۸۷	عوارض چند بخشی ۶.۸
۱۸۹	پلیگون‌های دارای حفره ۷.۸
۱۹۱	سیستم مرجع مکانی ۸.۸
۱۹۳	شیء هندسی و ابزارهای پردازش مکانی ۹.۸
۱۹۸	خلاصه فصل ۱۰.۸
۱۹۹	مراجع ۱۱.۸
۲۰۱	فصل ۹: ایجاد ابزارها و واسط‌های شخصی
۲۰۲	۱.۹ مقدمه
۲۰۲	۲.۹ ایجاد ابزار و واسط شخصی
۲۰۲	۳.۹ ایجاد واسط‌های Add-ins
۲۰۳	۱.۳.۹ نصب Add-in پایتون
۲۰۳	۲.۳.۹ انواع Add-in پایتون
۲۰۵	۳.۳.۹ مراحل ایجاد یک Add-In
۲۱۰	۴.۹ ایجاد ابزارهای شخصی
۲۱۰	۱.۴.۹ مراحل ایجاد یک ابزار شخصی
۲۱۸	۲.۴.۹ وارد کردن جعبه‌ابزارهای شخصی
۲۱۹	۵.۹ خلاصه فصل
۲۲۰	۶.۹ مراجع

بسم الله الرحمن الرحيم حرف نخست است از نظم حکیم

حمد و ستایش خدای متعال را که به نعمت وجود پیغمبر گرامیش حضرت (محمد صلی الله علیه و آله) داشت بر ما نه بر امت‌های دوران گذشته و قرن‌های سپری شده و این نعمت بزرگ را به قدرت کامل خود «ساخته» کرد آن قدرتی که از هیچ امر عظیم و بزرگ عالم عجز در او راه ندارد و کوچک‌ترین چیزی هم از محیط قدرت و علمش ناپدید و فوت نخواهد شد.^۱ خدا به انسان آموزش داد که به یاری قلم هر آنچه در دل دارد و در اندیشه‌اش می‌گذرد آشکار سازد و به وسیله نعمت قلم، نوشتن را به انسان «آموخت»؛ همان کس که به وسیله قلم آموخت، آنچه را که انسان نمی‌دانست [به تدریج به او] آموخت.^۲ قلم نعمت گرانی از سوی خداست که اگر نبود نه ارکان دین برپا می‌گشت و نه زندگی اصلاح می‌شد.

ارزش انسان ز علم و معرفت پیدا شود بی‌هنگم دعوی بیجا کند رسوا شود
در مسیر زندگی هرگز نمی‌افتد به چاه با دانش و دانش گر بشر بینا شود

در دنیای پویای امروز، فن‌آوری‌های رایانه‌ای با سرعتی پسمگرو کارآیی قابل‌ملاحظه در حال پیشرفت می‌باشند. همسویی هرچه بیشتر با این فن‌آوری‌ها، موجب توسعه کشورها هم در حوزه‌های مدیریتی داخلی و هم در عرصه‌های جهانی شده است. سامانه‌های اطلاعات مکانی^۳ نیز به عنوان ابزارهایی سودمند، در بیشتر جوامع جایگاه خود را تثبیت نموده‌اند. در ابتدای پیدایش GIS، تأکید صاحب‌نظران بر روی جمع‌آوری اطلاعات مکانی بوده، اما هم‌اکنون دیدگاه‌ها، به سمت نوع فناوری اطلاعاتی سوق پیدا کرده تا بتواند پاسخ‌گوی نیازهای کاربران علوم مکانی باشد.

^۱ صحیفه سجاده، نیایش دوم

^۲ آیات ۴ و ۵ سوره علق

^۳ GIS

در میان نرم‌افزارهای موجود GIS، نرم‌افزار ArcGIS یکی از نرم‌افزارهای قدرتمند و محبوب است. این نرم‌افزار از نسخه ۱۰ به بعد، زبان برنامه‌نویسی پایتون را به دلیل ویژگی‌های آن به عنوان زبان توسعه‌ی خود انتخاب کرده است. زبان برنامه‌نویسی پایتون، زبانی شیء‌گرا، متن‌باز، رایگان، ساده و قابل حمل می‌باشد. این ویژگی‌های برجسته پایتون باعث شده تا این زبان در بسیاری از نرم‌افزارها به‌ویژه ArcGIS به عنوان زبان توسعه انتخاب شود. در این راستا، نرم‌افزار ArcGIS بسته پایتون به نام ArcPy برای اجرای پردازش‌های مکانی توسعه داده است.

در کتاب "برنامه‌نویسی پایتون برای مهندسی به‌ویژه GIS" که در سال ۹۴ در انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی به چاپ رسید، به آموزش زبان برنامه‌نویسی پایتون پرداخته شده است. این کتاب قابل استفاده برای تمامی رشته‌های مهندسی از جمله GIS است. هدف از این کتاب آموزش خود رسانی تحلیل‌های مکانی و توسعه برنامه‌های GIS با استفاده از بسته ArcPy پایتون است.

تهیه و تدویر این نوشتار بر مبنای تجربه و دیدگاه‌های مؤلفان کتاب و همچنین بررسی منابع مختلف موجود در کتابخانه ArcPy پایتون است که در داخل کتاب به آن‌ها اشاره شده است. تلاش مؤلفان بر این بوده است تا با بررسی منابع موجود و با تکیه بر تجارب خود در زمینه برنامه‌نویسی بتوانند به شیوه‌ای مناسب به آموزش این کتابخانه بپردازند؛ چراکه نحوه‌ی بیان درست مطالب، نقش به سزایی در یادگیری مطالب دارد. در این زمینه، کتاب ^۱ Zandbergen، کتاب ^۲ Pimpler و کتاب ^۳ Jennings بررسی شده است.

کتاب حاضر، حاصل تلاش و سخت‌کوشی یک ساله مؤلفان بوده است. به کتاب CD ضمیمه می‌باشد که شامل برنامه‌های پایتون، داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده در کتاب می‌باشد. امید می‌رود که پروردگار منان، باز هم توفیق ادای دین به جامعه علمی کشور را به مؤلفین عطا فرماید. اگرچه که هیچ کاری بدون عیب و نقص نیست، این اثر نیز نمی‌تواند عاری از اشکال و اشتباه باشد. لذا از هرگونه انتقاد و پیشنهاد از طرف اساتید محترم، محققین، دانشجویان و خوانندگان گرامی صمیمانه استقبال می‌گردد. خواهشمند است انتقادهای و پیشنهادی خود را، به پست الکترونیکی a.sadeghi@kntu.ac.ir یا mshakeri@mail.kntu.ac.ir ارسال نمایید.

در انتها شایسته می‌دانیم در راستای روایت گهربار امام سجاد (ع) "حق کسی که به تو نیکی کرده، این است که از او تشکر کنی و نیکی‌اش را به زبان آوری و از وی به خوبی یاد کنی" ^۴ از

^۱ Python scripting for ArcGIS (2013).

^۲ Programming ArcGIS 10.1 with Python Cookbook. Packt Publishing Ltd (2013).

^۳ A Python Primer for ArcGIS. CreateSpace (2011).

^۴ "اما حقّی‌دی‌المعروف علیک فان تشکره و تذکر معروفه، و تکتبه المقالة الحسنه و تخلیص له الدماء فیما بینک و بین الله عزوجل، فإذا فعلت ذلک کنت قد شکرته سراً و علانیه، ثم إن قدرت علی مکافاتہ یوما کافیته"

تمامی دوستانی که در تدوین این کتاب زحمتی را متقبل شده‌اند، از جمله اعضای محترم شورای انتشارات دانشگاه، کارکنان انتشارات، اعضای گروه پژوهشی و مهندسی سیستم اطلاعات مکانی فراگستر -- اندیشه و خانم مهندس نسیم صفری تقدیر و تشکر می‌نماییم. از داوران محترمی که زحمت بررسی کتاب و داوری را تقبل فرموده، اظهار لطف کرده و نکات ارزنده‌ای را اعلام نموده‌اند، قدردانی ویژه می‌گردد. انشاء الله که خداوند به آن‌ها اجر و پاداش عنایت فرماید.

ابوالقاسم صادقی نیارکی

مریم شاکری

آبان ماه ۱۳۹۵

www.ketab.ir