

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشکده مرتع و آبخیزداری

زبان برنامه‌نویسی پایتون برای علوم محیطی

تألیف

دکتر چوقی بایرام کمکی

مهندس محمد افضل‌زاده

مهندس حسین نجفی

بی‌گمان گسترش مرزهای دانش از رسالت‌های مهم جامعه دانشگاهی است و نشر دستاوردهای ارزنده در پروراندن درخت تنومند دانش جایگاه ویژه‌ای دارد. شورای انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بر این باور است که چاپ آثار استادان و پژوهشگران می‌تواند افزون بر گسترش یافته‌های علم، بستری فرهنگی برای شکوفایی اندیشه و خودباوری فراهم کند. امید است این کتاب که یکصد و نود و دومین اثر این مجموعه است بتواند همگام با سایر مراکز علمی کشور گامی موثر در اعتلای علمی فرهیختگان ایران زمین بردارد.

سرشناسه	: کمکی، چوقی بایرام، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور	: زبان برنامه نویسی پایتون برای علوم محیطی/ تالیف چوقی بایرام کمکی، محمد افضل زاده، حسین نجفی؛ [به سفارش] دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده مرتع و آبخیزداری.
مشخصات نشر	: گلستان: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۲۹۶ص: مصور، جدول.
شابک	: 978-622-621229-8
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: پایتون (زبان برنامه نویسی کامپیوتر)
موضوع	: Python (Computer program language)
موضوع	: زبان های نوشتاری (کامپیوتر)
موضوع	: Scripting languages (Computer science)
شناسه افزوده	: افضل زاده، محمد، ۱۳۷۱-
شناسه افزوده	: نجفی، حسین، ۱۳۶۵-
شناسه افزوده	: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
شناسه افزوده	: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده مرتع و آبخیزداری.
رده بندی کنگره	: ۷۳/۷۶ QA
رده بندی دیویی	: ۱۳۳/۰۰۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۳۰۳۶۷۶

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نام کتاب: زبان برنامه نویسی پایتون برای علوم محیطی
تالیف: چوقی بایرام کمکی، محمد افضل زاده و حسین نجفی
ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
چاپ و صحافی: مکی
نوبت چاپ: اول
مشخصات ظاهری: ۲۹۶ صفحه
تاریخ نشر: ۱۳۹۹
شمارگان: ۲۰۰ جلد
قیمت: ۴۵۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۲۱۲-۲۹-۸

امور توزیع و فروش: گرگان، میدان بسیج، پردیس جدید، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
کدپستی: ۴۹۱۳۹-۴۳۴۶۴
تلفن و نمابر: ۰۱۷-۳۲۴۳۷۶۱۳

پیشگفتار مؤلف

امروزه ضرورت یادگیری زبان برنامه‌نویسی برای هر تخصص علمی از جمله علوم کاربردی و علوم محض کاملاً محرز است. در خصوص اهمیت یادگیری رایانه همین جمله کافی است که دانش رایانه‌ای یکی از معیارهای اصلی باسوادی در قرن ۲۱ به شمار می‌رود. از طرفی، تحقیقات علمی در عصر حاضر غالباً با تکیه بر فرایندها و ابزارهای آماری انجام می‌پذیرند و از آنجا که معمولاً در این نوع از پژوهش‌ها، طیف وسیعی از داده‌ها از منابع مختلف مورد مطالعه قرار می‌گیرند؛ محققان بدون دانستن یک زبان برنامه‌نویسی، قادر به جمع‌آوری (حتی از اینترنت و پایگاه داده) و تحلیل این حجم از داده نخواهند بود. لذا پیشرفت روزافزون برنامه‌های رایانه‌ای و ضرورت اجرای توابع مختلف حتی در علوم محض نیز مزید بر این علت است. معمولاً مراکز علمی، دانشگاهی، سازمان‌ها و شرکت‌های خصوصی هر ساله، نرم‌افزارهایی تخصصی را بسته به نیاز کاربران ارائه می‌نمایند که در این جهت، یادگیری یک زبان برنامه‌نویسی برای تولید برنامه علمی با کیفیت عالی یک امر ضروری به نظر می‌رسد.

در این بین، زبان برنامه‌نویسی پایتون - جزو سه زبان برتر دنیا - با داشتن افزونه‌های خاص برای تحلیل داده‌های مکانی و زمانی در زمینه علوم طبیعی و جغرافیایی بسیار مناسب است. به‌طور کلی زبان برنامه‌نویسی پایتون علاوه بر یادگیری آسان و اجرای ساده، بر اجرای فرایندهای علمی و کاربردی تأکید دارد. با وجود اینکه این نرم‌افزار مبتنی بر برنامه‌نویسی شیء‌گرا (یعنی ایجاد کلاس) است، ولی می‌توان آن را به شکلی ساده‌تر یعنی فقط اجرای توابع هم استفاده نمود. علاوه بر این، کد اسکرپت (برنامه متنی) در یک برنامه پایتون در یک فایل ماژولی (مجموعه کدها) قرار می‌گیرد که مجموعه‌ای از ماژول‌ها نیز می‌توانند یک پکیج را ایجاد نمایند. این کدهای زبان برنامه‌نویسی پایتون در انواع مختلف سیستم‌عامل (حتی سیستم‌عامل گوشی هوشمند) قابل اجرا است و برخلاف زبان‌های دیگر مثل C به‌جای کامپایلر، یک مفسر درونی دارد که کد اسکرپتی را می‌تواند اجرا نماید.

البته در این راستا، کتب فراوانی به رشته تحریر درآمده است، هر کدام از کتاب‌ها به جنبه‌های مختلف زبان برنامه‌نویسی پرداخته‌اند. ولی به‌طور جامع و کافی به‌صورت یک مجموعه کامل به موضوع پرداختند که یادگیری آن‌ها برای دانشجویان مشکل بوده است. به عبارت دیگر، به ندرت کتاب جامعی وجود دارد که علاوه بر ارائه اصول اولیه و مقدماتی، به ایجاد یک برنامه اجرایی ختم گردد. در این کتاب، تلاش‌هایی در جهت پوشش دادن تعامل و هماهنگی ارتباط زبان برنامه‌نویسی با کاربردهای

خاص عملیاتی آن انجام شده است تا خلأ موجود پر شود و تا حد زیادی دغدغه‌های اساسی پژوهشگران، اساتید و دانشجویان در امر برنامه‌نویسی رایانه‌ای رفع شوند. علاوه بر این، طی تجربه چندین ساله این جانب در حوزه تدریس در دانشگاه و مؤسسات آموزشی، همواره شاهد پژوهش‌گران برجسته‌ای بوده‌ام که نمی‌دانسته‌اند چگونه می‌باید برنامه خاصی را در رایانه به‌راحتی نوشته و اجرا نمایند. بر اساس همین دغدغه، این کتاب چهار مرحله کاری زبان برنامه‌نویسی شامل آشنایی با کلیات زبان برنامه‌نویسی پایتون، اجرای توابع پیچیده و تعریف اصول علمی شیء‌گرایی (کلاس)، تبدیل کد اسکریپت به برنامه گرافیکی و حتی برنامه اجرایی را پوشش می‌دهد.

این کتاب بر اساس تجربیات و یادداشت‌های حاصل یک دوره ده‌ساله از فعالیت‌های علمی و انجام پروژه‌های تخصصی با زبان برنامه‌نویسی پایتون تهیه شده است. تا حدودی روایت چگونگی تألیف این کتاب با نحوه تولد و رشد خود زبان پایتون مشابهت خاصی دارد؛ به‌طوری‌که آقای فان‌روسوم، مبدع زبان برنامه‌نویسی پایتون، در یک دوره فراغت تعطیلات کریسمس شروع به نوشتن یک زبان برنامه‌نویسی نمود و نام آن را نیز از یک سریال کمدی اقتباس نمود که نشان می‌دهد در ابتدا تصمیم جدی برای ساخت یک زبان برنامه‌نویسی نداشته، ولی رفته‌رفته به سمت خلق یک زبان جدید پیش رفت.

در این کتاب تلاش زیادی برای ارائه لغات و اصطلاحات با بار معنایی خاص که در آشنایی اولیه با اصول ریاضی و حتی اصول زبان برنامه‌نویسی رایانه‌ای وجود دارد انجام نشده است؛ برای مثال سعی بر تعریف محاسبات توزیع آماری از قبیل توزیع آماری نرمال، گاما، پیرسون و سایر موارد برای تعریف توابع نشده است و بر همین اساس به خوانندگان توصیه می‌شود که توضیح و تفصیل این موارد را در کتب مرجع پیگیری نمایند. نویسندگان در این کتاب فقط در راستای پیاده‌سازی موارد چهارگانه فوق‌الذکر اهتمام داشته‌اند. در همین جهت، بر آشنایی اولیه با برخی از انواع داده‌های مورد استفاده در پایتون (اعداد، رشته و دیکشنری) که در فصول پایانی کتاب مورد نیاز است تأکید بیشتری می‌شود. البته تمامی موارد بحث شده تا حد ممکن مرتبط به هم هستند. با وجود این، پس از آشنایی اولیه، خوانندگان و دانشجویان می‌توانند هریک از بخش‌های کتاب را مجزا اجرا نمایند.

کتابی که پیش‌رو دارید امکان آشنایی سریع و راحت با برنامه‌نویسی پایتون را فراهم می‌نماید. برای استفاده آسان تا حد ممکن سعی بر کاهش کدنویسی شده است. از دیگر مزایای این کتاب، این خواهد بود که خوانندگان با فراگیری مفاهیم موجود در این راهنما در نهایت قادر به تولید و انتشار برنامه‌های

کاربردی تخصصی خواهند شد. به عبارت دیگر، این کتاب شما را با ساختار ابتدایی نوشتاری زبان برنامه‌نویسی و شمای کلی فرایند برنامه‌نویسی شیء‌گرا آشنا می‌سازد. نگارندگان این راهنما بر این اصل کاملاً اذعان دارند که تاکنون اهتمام کمتری برای انتشار نرم‌افزارهای متن‌باز شده است؛ به علت تبلیغ کم، کمبود کاربران و عدم آشنایی عموم مردم، این نقیصه سبب شده جامعه علمی ایرانی از قافله این نوع ابزارهای کاربردی تخصصی عقب بماند. از طرفی، از مهم‌ترین انگیزه‌های اصلی نگارندگان در تهیه چنین کتابی، فراهم نمودن بسترهای آموزشی لازم در راستای نشر آزاد علم در زمینه ساخت نرم‌افزارهای متن‌باز بوده است و امید آنکه این کتاب به‌عنوان اولین گام در این جهت، مقبول واقع شده و در ادامه «نهضت نرم‌افزار آزاد و متن‌باز برای همه» کتب و محتوای آموزشی مفید منتشر شوند. به عبارت دیگر، این کتاب درواقع، می‌تواند مقدمه‌ای برای سایر کتب محسوب گردد؛ چراکه در این کتاب فقط توانایی برنامه‌نویسی محض پایتون مورد بحث قرار گرفته است و از مازول خارجی دیگری کمتر استفاده شده است. مؤلفان قصد دارند در نسخه بعدی، کتابی مجزا با تمرکز بر کاربرد پایتون در پردازش داده جغرافیایی (مختص علوم مکانی)، روش‌های داده‌کاوی، کاربرد پایتون در اینترنت و بالأخص وب جی‌آی‌اس و در نهایت بازی‌های رایانه و سایر کاربردهای عملی پایتون ارائه نمایند.

در این کتاب، در فصل اول برای آشنایی کاربران و خوانندگان در مورد نصب نرم‌افزار پایتون بحث می‌گردد. در فصل دوم، کلیاتی در مورد متغیرهای زبان برنامه‌نویسی و اعداد بیان می‌گردند. در فصل سوم تا ششم، به ترتیب در مورد انواع داده‌های موجود در پایتون شامل داده‌های چندتایی، رشته‌ای، لیست، دیکشنری و مجموعه بحث خواهد شد؛ در اینجا شما با جزئیات انواع داده و ابزارهای خاص آن‌ها آشنا می‌شوید. در فصل هفتم و هشتم، منطق شرطی و ایجاد حلقه‌ها تشریح می‌گردد. در فصل نهم نیز برخی محاسبات مثلثاتی موجود در پایتون تعریف و اجرا می‌شوند. در فصل دهم، چگونگی مدیریت فایل از جمله چگونگی ایجاد نوشته‌های متنی و خواندن آن مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ در این فصل شما به صورت حرفه‌ای خواهید آموخت که چگونه فایل‌های متنی را به برنامه وارد نموده و آن‌ها را به صورت فایل متنی ذخیره نمایید. فصل یازدهم درباره تعریف انواع توابع در زبان برنامه‌نویسی پایتون صحبت می‌کند؛ در این فصل، انواع توابع پایتون معرفی و تشریح می‌شوند. بعد از مطالعه این فصل، خواننده قادر به تعریف انواع توابع خواهد بود. فصل دوازدهم درباره برنامه‌نویسی شیء‌گرا یعنی تعریف کلاس است که در اینجا در مورد ماهیت شیء بحث خواهد شد. در این فصل، روش تعریف کلاس به‌عنوان شیء در زبان برنامه‌نویسی پایتون به صورت مفصل مورد بحث قرار خواهد گرفت که با

ارائه انواع مثال‌های کاربردی در زمینه ایجاد کلاس، خواننده به قدرت واقعی پایتون پی خواهد برد. فصل سیزدهم به چگونگی مدیریت خطا و استثنا می‌پردازد. فصل چهاردهم در مورد مدیریت زمان و تاریخ است؛ اطلاعات ارائه شده در این فصل برای مدیریت سری داده زمانی کاربرد دارد. در فصل پانزدهم شاخص بارش استاندارد شده بر اساس توزیع آماری گاما تعریف خواهد شد، در فصل شانزدهم بر اساس اسکریپت فصل قبلی، یک برنامه رابط کاربر گرافیکی نوشته می‌شود. در نهایت، فصل آخر در مورد شاخص استاندارد اختلاف بارش و تبخیر و تعرق خواهد بود. در آخر هر فصل سعی شده است که تمرین برای اجرای عملی آموخته‌ها ارائه شود؛ توصیه می‌شود دانشجویان در ابتدا سعی نمایند که بدون مراجعه به راه‌حل‌ها، این تمرین‌ها را حل نمایند و سپس پاسخ، جوابیه خویش را با راه‌حل کتاب مقایسه نمایند. آنچه در این ساختار برای مؤلفان مهم بود دو ابزار خاص پایتون است که به ترتیب تابع دیکشنری پیش‌فرض و ماژول CSV است که اولی برای ذخیره داده‌ها در پایتون و دومی برای ذخیره داده‌ها به صورت یک فایل متنی کاربرد دارد. آشنایی خوانندگان و کاربران با این دو ابزار باعث رفع محدودیت خاص می‌گردد.

مؤلفان از مرورکنندگان اولیه کتاب سپاسگزاری می‌نمایند قطعاً بسیاری از پیشنهاد‌های آنان برای بهبود و اصلاح این کتاب مثمر‌تر و سازنده بوده است. در پایان، مؤلفان از مسئولان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و بالأخص از همکاران علمی گروه مدیریت مناطق بیابانی و آبخیزداری که در تمامی زمان تألیف مشوق بنده بودند قدردانی و تشکر می‌نمایند. همچنین، از همکاران اجرایی بخش نشر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که امکان دسترسی این منبع علمی برای علاقه‌مندان را فراهم کردند کمال تشکر را داریم.

تمامی کدها و اسکریپت‌ها در وب سایت <https://github.com/bkomaki/python1> موجود است.

چوقی بایرام کمکی

محمد افضل زاده، حسین نجفی

حضرت علی (ع):

«زکات دانش، نشر آن است.»

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- خالق زبان برنامه‌نویسی پایتون.....	۲
۳-۱- نصب نرم‌افزار پایتون.....	۳
۴-۱- اجرای نرم‌افزار پایتون.....	۴
۵-۱- نمایش متغیر ورودی و خروجی.....	۵
۶-۱- فراخوانی ماژول‌ها.....	۶
۷-۱- پنجره نوشتاری کداسکرپت.....	۹

فصل دوم: متغیر، عملگر و تیپ عدد

۱-۲- ساختار زبان پایتون.....	۱۳
۲-۲- متغیرها.....	۱۳
۳-۲- تیپ‌های پیشرفته.....	۱۵
۱-۳-۲- عملیات ساده.....	۱۶
۲-۳-۲- اعداد.....	۱۷
۴-۲- نمایش اعداد برحسب مبنا.....	۲۱
۵-۲- عملگر جبری.....	۲۳
۶-۲- ترکیب عملگر انتساب با عملگر جبری.....	۲۸
۷-۲- اولویت اجرای عملگر ریاضی داده.....	۲۹
۸-۲- اجرای عملیات اعداد مختلط.....	۳۱
۹-۲- Fractions.....	۳۲
۱۰-۲- Decimal.....	۳۳

فصل سوم: متغیر چندتایی

۳۷	۱-۳- دنباله‌ها.....
۳۸	۲-۳- چندتایی.....
۳۸	۱-۲-۳- کاربرد چندتایی.....
۳۹	۲-۲-۳- تبدیل لیست، استرینگ و دیکشنری به تاپل.....
۳۹	۳-۲-۳- بهنگام سازی چندتایی.....
۴۱	۲-۳-۴- برش و نمایه.....
۴۲	۴-۳-۴- شیء None.....

فصل چهارم: رشته‌ها

۴۵	۱-۴- رشته.....
۴۵	۲-۴- ایجاد رشته.....
۴۵	۱-۲-۴- تبدیل نوع داده.....
۴۶	۳-۴- نمایه (ایندکس).....
۴۶	۴-۴- دسترسی به کاراکترها.....
۴۸	۱-۴-۴- دسترسی به زیرمجموعه‌ای از استرینگ با برش.....
۵۰	۲-۴-۴- کاراکتر بک اسلش.....
۵۱	۳-۴-۴- بررسی موجودیت متن.....
۵۱	۴-۴-۴- توابع استرینگ.....
۵۲	۵-۴-۴- یافتن یک حرف در متن.....
۵۳	۶-۴-۴- تابع اتصال حروف و جدا نمودن آن‌ها.....
۵۳	۷-۴-۴- تابع جایگزین نمودن حرف.....
۵۳	۸-۴-۴- یافتن شروع یا انتهای حرف.....
۵۴	۹-۴-۴- نمایش عدد جایگاه عضو.....
۵۴	۵-۴-۵- قالب‌بندی رشته.....
۵۶	۱-۵-۴- تعیین تعداد جایگاه.....
۵۶	۲-۵-۴- chr و ord تابع.....

۵۷ ۴-۵-۳- اتصال دو رشته متنی

فصل پنجم: لیست

۶۱	 ۵-۱- لیست
۶۲	 ۵-۱-۱- ایجاد لیست خالی
۶۲	 ۵-۱-۲- مقداردهی اولیه لیست
۶۲	 ۵-۱-۳- افزودن عضو به لیست
۶۳	 ۵-۱-۴- حذف عضو از لیست
۶۳	 ۵-۱-۵- تکرار لیست با علامت ضرب *
۶۳	 ۵-۱-۶- اتصال لیست با علامت جمع +
۶۴	 ۵-۱-۷- مرتب نمودن لیست
۶۵	 ۵-۱-۸- بررسی لیست بر اساس حلقه
۶۶	 ۵-۱-۹- دسترسی و برش
۶۸	 ۵-۱-۱۰- بهنگام سازی لیست
۶۸	 ۵-۱-۱۱- کپی لیست
۶۹	 ۵-۱-۱۲- بررسی موجودیت شیء
۶۹	 ۵-۲- شمارش
۶۹	 ۵-۳- لیست چندبعدی
۷۰	 ۵-۴- توابع مفید رشته، عدد و لیست
۷۱	 ۵-۵- تابع zip
۷۱	 ۵-۶- تابع range

فصل ششم: مجموعه و دیکشنری

۷۳	 ۶-۱- مجموعه
۷۵	 ۶-۲- دیکشنری
۷۷	 ۶-۲-۱- توابع دیکشنری
۸۰	 ۶-۳- ماژول کلکسیون Collections

فصل هفتم: مقایسه منطقی

۸۵	۱-۷- مقایسه
۸۵	۲-۷- عملگر مقایسه‌ای
۸۷	۳-۷- عملگر منطق بولی
۸۸	۴-۷- عملگر بیتی با عدد صحیح
۹۲	۵-۷- اولویت عملگرهای رابطه‌ای و منطقی

فصل هشتم: حلقه‌ها

۹۵	۱-۸- حلقه
۹۵	۲-۸- عبارت شرطی
۹۶	۳-۸- ترکیب if / else
۹۷	۴-۸- ترکیب شرطی if / elif / else
۱۰۰	۵-۸- ساختار بلوک و فضای خالی
۱۰۰	۶-۸- حلقه for...in
۱۰۲	۱-۶-۸- عبارت break و continue و گزاره else
۱۰۳	۲-۶-۸- ترکیب for... in و if با تابع any و all
۱۰۳	۷-۸- حلقه while
۱۰۵	۱-۷-۸- ترکیب while و break
۱۰۶	۲-۷-۸- ترکیب while و break و continue
۱۰۷	۳-۷-۸- مفهوم else برای for و while
۱۰۹	۸-۸- مدیریت داده در لیست
۱۰۹	۹-۸- ترکیب حلقه با تابع range
۱۱۰	۱۰-۸- حلقه و خلاصه لیست
۱۱۲	۱۱-۸- ابزار چرخش itertools
۱۱۶	۱۲-۸- محاسبه نفوذپذیری تجمعی (روش گرین-امپت)
۱۱۷	۱۳-۸- محاسبات ساده با ماشین حساب

فصل نهم: محاسبات ریاضی

۱۲۵.....	۱-۹- محاسبات ریاضی با ماژول math
۱۲۵.....	۱-۱-۹- عملیات ریاضی
۱۲۶.....	۲-۹- توابع مثلثاتی
۱۲۷.....	۳-۹- توابع هایپربولیک
۱۲۷.....	۴-۹- تبدیل سیستم مختصات طول و عرض جغرافیایی به سیستم مختصات مرکاتور
۱۲۹.....	۵-۹- محاسبات ریاضی اعداد مختلط
۱۳۰.....	۱-۵-۹- تبدیلات مختصات قطبی
۱۳۱.....	۲-۵-۹- توابع مثلثاتی اعداد مختلط

فصل دهم: مدیریت فایل

۱۳۵.....	۱-۱۰- مدیریت فایل
۱۴۱.....	۲-۱۰- مدیریت داده جدولی با ماژول CSV
۱۴۱.....	۱-۲-۱۰- نوشتن فایل متنی
۱۴۳.....	۲-۲-۱۰- خواندن فایل متنی
۱۴۴.....	۳-۱۰- مدیریت مسیر فایل با ماژول OS
۱۴۶.....	۴-۱۰- ماژول os.path
۱۴۶.....	۵-۱۰- ماژول glob

فصل یازدهم: تابع

۱۴۹.....	۱-۱۱- تعریف تابع
۱۵۰.....	۱-۱-۱۱- پارامتر ورودی
۱۵۱.....	۲-۱-۱۱- پارامتر ورودی کلیدی
۱۵۴.....	۳-۱-۱۱- پذیرش پارامتر ورودی متغیر (تاپل <i>args</i> و دیکشنری <i>kwargs</i>)
۱۵۵.....	۴-۱-۱۱- لیست با پارامتر ورودی
۱۵۸.....	۵-۱-۱۱- پارامتر ورودی تغییرپذیر و الزام آور نمودن مقادیر پیشفرض
۱۵۸.....	۲-۱۱- نوشتن تابع با lambda

۱۵۹.....	۳-۱۱- قلمرو و فضای نامی.....
۱۶۰.....	۴-۱۱- متغیر محلی، غیر محلی و سرتاسری.....
۱۶۱.....	۵-۱۱- یادداشت و متننویسی.....
۱۶۳.....	۱-۵-۱۱- تابع رتبه بالا.....
۱۶۴.....	۲-۵-۱۱- تابع تودرتو.....
۱۶۸.....	۳-۵-۱۱- تابع بازگشتی.....
۱۷۲.....	۶-۱۱- تابع مولد.....

فصل دوازدهم: برنامه‌نویسی شیء‌گرا (کلاس)

۱۸۵.....	۱-۱۲- کلاس.....
۱۹۰.....	۲-۱۲- خصوصیت.....
۱۹۳.....	۳-۱۲- کپسولهسازی.....
۱۹۴.....	۴-۱۲- تنظیم و لغو عمل عملگر با متدهای ویژه.....
۲۰۰.....	۵-۱۲- روش classmethod و staticmethod.....
۲۰۲.....	۶-۱۲- ارث‌بری.....

فصل سیزدهم: مدیریت خطا و استثنا

۲۰۷.....	۱-۱۳- خطا و استثنا.....
۲۰۷.....	۲-۱۳- خطای نحوی.....
۲۰۹.....	۳-۱۳- خطای استثنا.....
۲۱۰.....	۴-۱۳- اجرای استثنا با عبارت raise.....
۲۱۰.....	۵-۱۳- اجرای کلاس assert.....
۲۱۱.....	۶-۱۳- مدیریت استثنا.....
۲۱۲.....	۷-۱۳- گزاره استثنا except.....
۲۱۳.....	۸-۱۳- گزاره try-finally.....

فصل چهاردهم: مدیریت زمان و تاریخ

۲۱۵	۱-۱۴- مدیریت تاریخ و زمان
۲۱۶	۲-۱۴- نمایش زمان (ساعت)
۲۲۰	۳-۱۴- datetime
۲۲۰	۴-۱۴- نمایش شیء datetime
۲۲۵	۵-۱۴- timedelta
۲۲۶	۶-۱۴- کار با تاریخ هجری شمسی (جلالی)
۲۲۷	۱-۶-۱۴- تبدیل تاریخ میلادی به شمسی
۲۲۷	۲-۶-۱۴- تبدیل تاریخ شمسی به میلادی

فصل پانزدهم: ماژول محاسبه شاخص بارش استاندارد شده SPI: توزیع آماری گاما

۲۳۱	۱-۱۵- مقدمه
۲۳۱	۲-۱۵- داده ورودی
۲۳۲	۳-۱۵- شروع پنجره ویرایشگر
۲۳۳	۴-۱۵- آماده‌سازی و تعریف ماژول اصلی؛ توزیع آماری و شاخص بارش استاندارد
۲۳۵	۱-۴-۱۵- مرحله اجرا و ذخیره ماژول
۲۳۵	۲-۴-۱۵- توابع محاسباتی شاخص بارش استاندارد شده SPI برحسب توزیع آماری گاما
۲۴۲	۳-۴-۱۵- مدیریت ورود و خروج داده
۲۴۴	۴-۴-۱۵- گروه‌بندی داده بر اساس ماه
۲۴۶	۵-۴-۱۵- ارتباط ماژول؛ محاسبه خروجی شاخص بارش استاندارد شده SPI
۲۴۸	۶-۴-۱۵- آماده‌سازی ماژول به‌عنوان یک فایل نصبی در پایتون
۲۵۰	۷-۴-۱۵- اجرای ماژول در محیط سیستم عامل داس با استفاده از پایتون
۲۵۳	۸-۴-۱۵- نصب ماژول در پایتون
۲۵۵	۹-۴-۱۵- انتشار ماژول و بارگذاری آن در فهرست برنامه‌های پایتون
۲۵۶	۱۰-۴-۱۵- تبدیل ماژول به فایل اجرایی

فصل شانزدهم: طراحی رابط کاربر گرافیکی برنامه با افزونه tkinter

۲۶۱	۱-۱۶- مقدمه
۲۶۲	۲-۱۶- آشنایی با کتابخانه گرافیکی پایتون
۲۶۵	۱-۲-۱۶- فراخوانی کتابخانه رابط گرافیکی
۲۶۵	۲-۲-۱۶- اجرای اولین برنامه گرافیکی برای نمایش یک متن
۲۶۸	۳-۲-۱۶- افزودن ابزار پنجره تب
۲۶۸	۴-۲-۱۶- افزودن ابزار برجسب
۲۷۰	۵-۲-۱۶- افزودن ابزار ورود متن
۲۷۱	۶-۲-۱۶- افزودن ابزار دکمه و مدیریت رویداد
۲۷۲	۷-۲-۱۶- افزودن ابزار دکمه گزینه‌های و مدیریت آن
۲۷۵	۸-۲-۱۶- افزودن دکمه انتخاب
۲۷۷	۹-۲-۱۶- اجرای فایل اصلی
۲۷۸	۱۰-۲-۱۶- مدیریت نوار منو

فصل هفدهم: شاخص بارش و تبخیر و تعریق پتانسیل استاندارد شده SPEI

۲۸۱	۱-۱۷- مقدمه
۲۸۲	۲-۱۷- محاسبه تبخیر و تعرق ماهیانه بر اساس معادله تورنت وایت
۲۸۴	۳-۱۷- محاسبه شاخص بارش و تبخیر و تعریق بالقوه استاندارد شده
۲۸۵	۴-۱۷- تخمین پارامترهای توزیع آماری بر اساس ال-گشتاورها
۲۹۵	منابع

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

زبان برنامه‌نویسی پایتون در طیف وسیعی از علوم و فنون مختلف کاربرد دارد. این زبان به صورت‌های مختلف از قبیل نرم‌افزارهای کاربردی تحت وب^۱ و یادگیری ماشین^۲ به کار می‌رود؛ به‌عنوان مثال، در گوگل، ناسا و دیزنی استفاده می‌گردد. در واقع، می‌توان گفت که رد پای این زبان برنامه‌نویسی تقریباً در تمام برنامه‌های رایانه‌ای دنیا به چشم می‌خورد. از برجسته‌ترین آن‌ها می‌توان به ردیت^۳، دراپ‌باکس^۴ و یوتیوب^۵ اشاره نمود. علاوه بر این، پایتون افزونه‌های زیادی دارد (جدول ۱-۱)؛ از جمله آن‌ها افزونه جنگو^۶ را می‌توان نام برد که به‌عنوان افزونه مختص طراحی وب کاربرد دارد و در توسعه برنامه‌هایی نظیر اینستاگرام^۷ و پینترست^۸ نیز کمک شایانی نموده است.

جدول ۱-۱- انواع موضوع کاربردی پایتون و افزونه‌های معمول

موضوع	نام افزونه‌های کدباز و متن‌باز
محاسبات عددی، پردازش و مدیریت داده‌ها، مدیریت جدول، تحلیل شبکه و ترسیم نمودار	numpy, scipy, pandas, networks, matplotlib
مدیریت داده‌های رستری و برداری در پردازش تصویری و سامانه اطلاعات مکانی	gdal ^۹ /ogr, pyproj, rasterio, geopandas, fiona, netcdf4, rsgislib, pcraster, cartopy, shapely, scipy.ndimage, basemap, skimage
مدل رگرسیونی، یادگیری ماشین، هوش مصنوعی و منطق فازی	statsmodels, sklearn, orange, skfuzzy
توسعه وب و اینترنت و نقشه	httpplib, django, requests, falsk, mapserver
توسعه برنامه‌های کاربردی گرافیکی رومیزی، اندرویدی و بازی‌ها	Tkinter, pyqt, wx, pygam, kivy

^۱ Web application

^۲ Machine Learning

^۳ Reddit

^۴ Dropbox

^۵ Youtube

^۶ Django

^۷ Instagram

^۸ Pinterest

^۹ Geospatial Data Abstraction Library