



مرجع کوچک کلاس برنامه نویسی

R

مؤلف

Margot Tollefson

مترجم

مهندس جواد قنبر



نشر دانشگاهی کیان
Kian Publication

انتشارات دانشگاهی کیان با توجه به نیاز امروز دانشجویان، هنرجویان و برنامه‌نویسان علاقمند، بر آن شد تا با ارایه‌ی مرجع سریع و کاملی از قواعد زبان‌های برنامه‌نویسی کاربردی و متداول، خیال کاربران را از یک کتاب مرجع و آموزشی، راحت کند.

در این مجموعه آثار که برگرفته از مجموعه کتاب‌های جدید «Quick Reference» از انتشارات مطرح و پرکار Apress است، سعی شده تا اصول و مبانی اساسی زبان برنامه‌نویسی مورد نیاز کاربران دانشگاهی و هنرآموزان فنی و حرفه‌ای، مطابق با سرفصل‌های آموزشی در یک کتاب کوچک و کامل مطرح شود. مزیت اصلی چنین طرحی، امکان ارایه‌ی آن در طول یک ترم تحصیلی با توجه به عدم اضافه‌گویی در کنار کامل بودن دستورها و سرفصل‌های زبان برنامه‌نویسی مطرح‌شده به عنوان یک کتاب مرجع است و با این حساب، در گام اول نیاز به یک مرجع کامل و کوچک را رفع کرده است. در گام بعدی، انتشارات دانشگاهی کیان قصد دارد در آینده‌ای نه‌چندان دور، کتاب‌های کار مرتبط با این مجموعه کتاب‌ها را با رویکرد حل مساله و پروژه‌محور منتشر نماید تا نیاز کاربران در این بخش را نیز پوشش دهد.

در ادامه‌ی راه، از اساتید، پژوهشگران و علاقمندان حوزه‌ی برنامه‌نویسی دعوت می‌شود تا ضمن بیان نقدها و پیشنهادهای ارزنده‌ی خود، در صورت علاقمندی به تالیف و ترجمه در چارچوب این مجموعه کتاب‌ها، از طریق پل‌های ارتباطی موجود، نشر دانشگاهی کیان را در جهت تولید آثار درخور، یاری فرمایند.

نشر دانشگاهی کیان

www.kianpub.com

info@kianpub.com

جواد قنبر (مترجم)

birang.1357@yahoo.com

فهرست مطالب

دیگر انواع اشیا.....	۳۵
چند نکته مهم.....	۳۶

بخش دوم: انواع مختلف اشیا در R

فصل چهارم: حالات اشیا

مقدمه.....	۴۱
مرور و بررسی حالات اشیا در R.....	۴۱
حالات پرکاربرد.....	۴۲
حالات اتمی، بازگشتی و زبانی.....	۴۳
بعضی توابع مربوط به حالات اتمی.....	۴۳
حالت NULL.....	۴۴
حالت Logical.....	۴۴
حالت Numeric.....	۴۵
حالت Complex.....	۴۶
حالت Raw.....	۴۸
حالت Character.....	۴۹
حالات متداول بازگشتی و زبانی.....	۵۱
حالت List.....	۵۱
حالت Function.....	۵۲
حالت Call.....	۵۳
حالت Name.....	۵۴
حالت Expression.....	۵۵
حالت S4.....	۵۶

فصل پنجم: کلاس‌های اشیا

مقدمه.....	۵۷
نکات اولیه درباره‌ی کلاس‌ها.....	۵۷
بردارها.....	۵۸
بعضی از کلاس‌های پرکاربرد.....	۶۰
کلاس matrix.....	۶۱
کلاس array (آرایه‌ای).....	۶۵
کلاس‌های سری زمانی ts و mts.....	۶۶

بخش اول: مبانی اولیه R

فصل اول: داندلود R و راه‌اندازی یک سیستم فایل

داندلود R.....	۱۱
مراحل نصب R برای ویندوز.....	۱۱
نصب و به‌روزرسانی بسته‌های نرم‌افزاری.....	۱۲
نصب بسته‌های نرم‌افزاری در ویندوز.....	۱۳
به‌روزرسانی R.....	۱۴
به‌روزرسانی R برای ویندوز.....	۱۴
استفاده از R در پوشه‌های مجزا.....	۱۴
روال کار در ویندوز.....	۱۵

فصل دوم: اعلان R

مقدمه.....	۱۷
اشیا، عملگرها و عملیات تخصیص.....	۱۷
اعلان R.....	۱۸
مثالی از یک عملیات محاسباتی.....	۱۹

فصل سوم: عملگرهای تخصیص

مقدمه.....	۲۱
انواع عملیات تخصیص در R.....	۲۱
مثالی از سه نوع عملیات تخصیص.....	۲۳
توابع ls() و rm().....	۲۳
عملگرها.....	۲۵
توابع و عملگرهای منطقی.....	۲۵
عملگرهای حسابی.....	۲۷
توابع و عملگرهای ماتریسی.....	۲۸
عملگرهای رابطه‌ای.....	۳۱
عملگرهای اندیس‌گذاری.....	۳۱
بردارها.....	۳۲
ماتریس‌ها.....	۳۲
آرایه‌ها.....	۳۳
فهرست‌ها.....	۳۴

بخش چهارم: ورود و خروج داده و دست‌کاری اشیا

فصل نهم: دریافت و ساخت داده‌ها

مقدمه	۱۱۱
خواندن داده‌ها در R، به انضمام ...	۱۱۲
تابع () scan	۱۱۲
توابع () read.table، () read.csv و () read.delim	۱۱۴
مجموعه‌های داده‌ای R	۱۱۹
دیگر توابع مربوط به دریافت فایل	۱۱۹
توزیع‌های احتمال و تابع () sample	۱۱۹
توزیع‌های احتمال	۱۱۹
تابع () sample	۱۲۱
درج دستی داده‌ها و ساخت داده‌ها با الگو	۱۲۲
تابع () c	۱۲۳
توابع () seq، () rep	۱۲۵
تابع () seq	۱۲۵
تابع () rep	۱۲۷
جایگشت و انبساط شبکه‌ای	۱۲۹
تابع () paste	۱۳۱

فصل دهم: دریافت داده از R

مقدمه	۱۳۳
تابع () dump	۱۳۴
تابع () sink	۱۳۵
تابع () write	۱۳۶
تابع () write.matrix	۱۳۸
توابع () write.table و () write.csv	۱۳۹
تابع () dput	۱۴۳
دیگر توابع کارآمد در عملیات ارسال	۱۴۴

فصل یازدهم: توابع تشریح‌کننده و دست‌کاری اشیا

مقدمه	۱۴۷
توابع تشریح‌کننده	۱۴۷
تابع () dim	۱۴۸

کلاس‌های فاکتوری: factor و ordered	۶۹
کلاس قاب داده: data.frame	۷۲
کلاس‌های تاریخ و زمان	۷۷
نام‌گذاری بردارها، ماتریس‌ها و ...	۸۰

بخش سوم: توابع

فصل ششم: توابع بسته‌ای

مقدمه	۸۵
کتابخانه‌ها	۸۵
بسته‌های نرم‌افزاری پیش‌فرض و ...	۸۶
به‌کارگیری صفحات Help	۸۷
عنوان (Title)	۸۷
شرح (Description)	۸۷
کاربرد (Usage)	۸۸
آرگومان‌ها (Arguments)	۸۸
جزئیات (Details)	۸۹
مقدار (Value)	۸۹
بعضی بخش‌های دیگر صفحه help	۸۹
مرجع‌ها (References)	۹۰
اطلاعات تکمیلی (see Also)	۹۰
مثال‌ها (Examples)	۹۰

فصل هفتم: توابع ساخت کاربر

مقدمه	۹۳
ساختار یک تابع	۹۴
چگونگی درج تابع در R	۹۶
استفاده از ویرایشگر	۹۶
ورودی دورن برنامه‌ای	۹۹
ویرایشگر خارجی: () dget و کپی و چسباندن	۹۹

فصل هشتم: چگونگی استفاده از توابع

مقدمه	۱۰۱
فراخوانی تابع	۱۰۱
آرگومان‌ها	۱۰۳
خروجی یک تابع	۱۰۵

فصل سیزدهم: مثال‌هایی از کنترل جریان

مقدمه	۱۸۳
حلقه‌های for تو در تو همراه با یک دستور if/else	۱۸۳
استفاده از اندیس‌ها	۱۸۴
حلقه‌ی while	۱۸۵
استفاده از اندیس‌ها	۱۸۵
حلقه‌های for تودرتو	۱۸۶
استفاده از اندیس‌ها	۱۸۸
یک حلقه‌ی for دستور if و یک دستور next	۱۸۹
استفاده از اندیس‌ها	۱۹۰
یک حلقه‌ی for حلقه‌ی Repeat	۱۹۱
استفاده از اندیس‌ها	۱۹۳

فصل چهاردهم: ifelse() و switch()

مقدمه	۱۹۷
تابع ifelse()	۱۹۷
تابع switch()	۲۰۱

بخش ششم: بعضی تکنیک‌ها، بسته‌ها و توابع پرکاربرد

فصل پانزدهم: بعضی از توابع پرکاربرد

مقدمه	۲۰۷
تابع options()	۲۰۷
توابع signif() و noquote()	۲۱۰
تابع round()	۲۱۰
تابع signif()	۲۱۰
تابع noquote()	۲۱۱
تابع cat()	۲۱۱
توابع format(), print(), plot() و summary()	۲۱۳
تابع format()	۲۱۳
تابع print()	۲۱۴
تابع plot()	۲۱۵
تابع summary()	۲۱۵
بعضی توابع برای مدل‌ها	۲۱۶

توابع nrow(), ncol(), NROW() و NCOL()	۱۴۹
تابع length()	۱۵۰
تابع nchar()	۱۵۳
دستکاری اشیاء	۱۵۳
توابع cbind() و rbind()	۱۵۴
توابع کاربردی	۱۵۵
تابع apply()	۱۵۶
توابع lapply(), sapply() و vapply()	۱۵۶
تابع lapply()	۱۵۷
تابع sapply()	۱۵۷
تابع vapply()	۱۵۸
تابع tapply()	۱۵۹
تابع mapply()	۱۶۰
توابع sweep() و scale()	۱۶۲
تابع sweep()	۱۶۳
تابع scale()	۱۶۴
توابع aggregate(), tabulate(), ftable()	۱۶۵
تابع aggregate()	۱۶۶
قاب‌های داده‌ای	۱۶۶
سری‌های زمانی	۱۶۸
توابع table(), as.table() و is.table()	۱۶۹
تابع tabulate()	۱۷۱
تابع ftable()	۱۷۲

بخش پنجم: کنترل جریان

فصل دوازدهم: کنترل جریان

مقدمه	۱۷۷
آکولادها ({}) و نقطه‌ویرگول (;)	۱۷۷
دستورات کنترلی if و if/else	۱۷۸
دستور کنترلی while	۱۷۹
دستور کنترلی for	۱۸۰
دستور کنترلی repeat	۱۸۱
دستورات break و next	۱۸۲
تودرتویی	۱۸۲

فصل شانزدهم: بسته‌های stats و graphics

۲۱۹	..... مقدمه
۲۲۰	..... بسته‌ی base
۲۲۰	..... کلمات رزرو شده
۲۲۰	..... ثابت‌های داخلی
۲۲۱	..... توابع مثلثاتی و هایپربولیک
۲۲۳	..... توابع مرتبط با گاما و بتا
۲۲۵	..... توابع ریاضیاتی متفرقه
۲۳۰	..... اعداد مختلط
۲۳۰	..... ماتریس‌ها، آرایه‌ها و قاب‌های داده‌ای
۲۳۷	..... بسته‌ی stats
۲۴۱	..... بعضی توابعی که آزمون‌ها را انجام می‌دهند
۲۳۷	..... آمارهای توصیفی پایه
۲۴۶	..... بعضی از توابع مدل‌سازی در بسته stats
۲۴۷	..... بسته‌ی graphics

فصل هفدهم: ترفندها

۲۵۱	..... مقدمه
۲۵۱	..... جایگزینی مقدار NA، NaN، Inf و -Inf
۲۵۴	..... دستور if و بردارهای منطقی
۲۵۵	..... فهرست‌ها و توابع list() و c()
۲۵۶	..... دریافت داده‌های خروجی توابع
۲۵۷	..... توابع بازگشتی
۲۵۹	..... نکات نهایی

بخش اول

مبانی اولیه R

به عنوان مرحله‌ی نخست، باید R را از اینترنت دانلود کنیم. R را می‌توان بر روی سیستم‌عامل‌های ویندوز، OS X و لینوکس نصب کرد. در این فصل چگونگی دانلود و نصب R و ۳۰ بسته نرم‌افزار اصلی آن، به همراه چگونگی به‌روزرسانی R را فرا خواهید گرفت. همچنین به بررسی چگونگی استفاده از R در پوشه‌های خاص در سیستم فایل کامپیوتر خواهیم پرداخت.

دانلود R و راه‌اندازی یک سیستم فایل

دانلود R

R را می‌توان از وبسایت CRAN^۱ دانلود کرد. توجه داشته باشید که اگر عملیاتی که در ادامه، برای نصب R ذکر خواهد شد تغییر کند، روال جدید در وبسایت CRAN درج خواهد شد.

برای شروع کار، ابتدا وارد وبسایت CRAN به آدرس <http://cran.i.project.org> شوید. در بالای پنجره وبسایت می‌توانید لینک آخرین نسخه‌ی R برای سیستم‌عامل‌های ویندوز، OS X و لینوکس را مشاهده کنید. حال، لینک مربوط به سیستم عامل‌تان را انتخاب کنید. البته ما فقط مراحل نصب R برای سیستم‌عامل ویندوز را شرح خواهیم داد.

مراحل نصب R برای ویندوز

پس از کلیک بر روی لینک Windows و در بالای صفحه‌ای که باز خواهد شد بر روی لینک base کلیک کنید. در پنجره‌ی بعدی بر روی لینک download برای نسخه‌ی مشخص شده‌ی ویندوز (که در حال حاضر، Download R 3.0.2 Windows است) کلیک نمایید. اگر قبلاً R را بر روی کامپیوترتان نصب نکرده باشید، پوشه‌ای پیش‌فرض

۱. شبکه‌ی آرشیو جامع R

برای ذخیره‌ی فایل‌های R در پوشه‌ی Documents ویندوز ساخته خواهد شد. پیشنهاد می‌کنیم اگر دلیل خاصی وجود ندارد، نام و محل این پوشه‌ی پیش‌فرض را تغییر ندهید. پس از تأیید نام و محل پوشه‌ی پیش‌فرض R، عملیات دانلود آغاز خواهد شد. پس از خاتمه‌ی عملیات دانلود، فایل دانلود شده را در سیستم فایلی‌تان پیدا کنید. فایل‌های دانلود شده در آدرس `C://Users/User_folder/Downloads` قرار دارند و پوشه‌ی `User_folder` هم، پوشه‌ی کاربر است (مگر آنکه قبلاً آدرس را تغییر داده باشید). بر روی فایل نصب دانلود شده که یک فایل با پسوند `.exe` است (در حال حاضر نام این فایل، `R-3.0.2-win.exe` است) کلیک کنید تا عملیات نصب آغاز شود. در پنجره‌ی نصب، نخستین پنجره، مربوط به قوانین استفاده از R است (GNU GENERAL PUBLIC LICENSE) که باید تیک تأیید را بزنید. سپس روی دکمه‌ی `Next` کلیک کنید. دیگر پنجره‌های عملیات نصب را هم به همین صورت و با کلیک روی دکمه‌ی `Next`، پشت سر بگذارید و هیچ مقداری را تغییر نداده و مقادیر پیش‌فرض را قبول نمایید.

پس از خاتمه‌ی عملیات نصب، روی دکمه‌ی `Finish` کلیک کنید. بدین ترتیب، برنامه و ۳۰ بسته‌ی نرم‌افزاری اصلی آن بر روی سیستم‌تان نصب خواهد شد و یک آیکون R بر روی صفحه‌ی دسکتاپ ظاهر خواهد شد. البته در ویندوز ۸، این آیکون در بخش آیکون‌های جادویی^۱ قرار خواهد گرفت.

نصب و به‌روزرسانی بسته‌های نرم‌افزاری

R در ابتدای کار دارای ۳۰ بسته‌ی نرم‌افزاری مکمل است. با توجه به اینکه بیشتر کاربران تمایل دارند تا از تمام قابلیت‌های بسته‌های نرم‌افزاری متعدد موجود در R استفاده کنند، می‌توان به سادگی هر بسته‌ی نرم‌افزاری را ارتقا داده و به‌روزرسانی کرد.

در اکثر سیستم‌عامل‌ها اگر نام بسته‌ی نرم‌افزاری مورد نظر را بدانیم کافی است آن را به شکل زیر در خط فرمان R تایپ کنیم:

```
install.packages("package name")
```

در این کد به جای package name باید نام بسته‌ی نرم‌افزاری مورد نظر را تایپ کنیم تا نصب شود. برای به‌روزرسانی یک بسته‌ی نرم‌افزاری هم باید عبارت زیر را در خط فرمان R تایپ کنیم:

```
update.packages()
```

بدین ترتیب، بسته‌های نرم‌افزاری که امکان به‌روزرسانی دارند، پیدا شده و به‌روزرسانی می‌شوند. اگر هم می‌خواهید ببینید کدام بسته‌های نرم‌افزاری روی سیستم‌تان نصب شده‌اند، باید کد زیر را در خط فرمان R تایپ کنید:

```
installed.packages()
```

اما اگر نام بسته‌ی نرم‌افزاری را نمی‌دانید باید برای سیستم‌عامل ویندوز به شکلی که در ادامه مطرح شده، عمل کنید.

نصب بسته‌های نرم‌افزاری در سیستم‌عامل ویندوز

برای نصب بسته‌های نرم‌افزاری R در سیستم‌عامل ویندوز (بدون استفاده از خط فرمان) باید ابتدا R را اجرا کرده و سپس در نوار منویی که در بالای صفحه قرار دارد، Packages را انتخاب کنید تا یک منو باز شود. در این منو، گزینه‌ی `Install package(s)...` را انتخاب کنید تا پنجره‌ی CRAN یا پنجره‌ی Packages باز شود. اگر پنجره‌ی CRAN باز شد، یکی از آدرس‌ها را انتخاب کرده و روی OK کلیک کنید تا پنجره‌ی Packages باز شود.

پنجره‌ی Packages شامل فهرستی از نام بسته‌های نرم‌افزاری موجود است. می‌توانید در این فهرست، بسته‌هایی که می‌خواهید نصب شوند را انتخاب کرده و روی دکمه‌ی OK کلیک کنید تا عملیات نصب آغاز شود. به موازات پیشروی عملیات نصب، مراحل کار بر روی کنسول R نمایش داده می‌شود. بازگشت از اعلان R به صفحه‌ی اصلی، به این معنی است که عملیات نصب خاتمه یافته است.

برای به‌روزرسانی بسته‌های نرم‌افزاری (بدون استفاده از خط فرمان) باید در نوار منو، ابتدا Packages و سپس گزینه‌ی `Update packages...` را انتخاب کنیم. بدین ترتیب پنجره‌ای شامل فهرست تمام بسته‌های نرم‌افزاری نصب‌شده، که امکان به‌روزرسانی دارند، باز خواهد شد. بسته‌های نرم‌افزاری مورد نظرتان را انتخاب کرده و روی OK

کلیک نمایید. اگر سوالی مبنی بر استفاده از کتابخانه‌ی شخصی^۱ ظاهر شد بر روی دکمه‌ی Yes کلیک کنید.

به‌روزرسانی R

چون CRAN امکان به‌روزرسانی خودکار برای R را مهیا نکرده، باید این عملیات را به صورت دستی انجام دهیم. در این بخش به بررسی به‌روزرسانی R برای سیستم‌عامل ویندوز خواهیم پرداخت.

به‌روزرسانی R برای ویندوز

ابتدا R را اجرا کرده و اگر هنوز بسته‌ی نرم‌افزاری `installr` را نصب نکرده‌اید، آن را هم نصب نمایید. سپس از تابع `library` برای دسترسی به `installr` استفاده کنید. کد زیر را در خط فرمان تایپ کرده و دکمه‌ی Enter را فشار دهید:

```
library(installr)
```

سپس برای به‌روزرسانی R، عبارت زیر را تایپ نمایید:

```
updateR()
```

به این ترتیب یا به روزرسانی R انجام می‌شود و یا پیغامی نمایش داده می‌شود مبنی بر اینکه نسخه‌ی فعلی R، آخرین نسخه است و به عبارتی پاسخ کد فوق، False خواهد بود.

توجه کنید وقتی `installr` نصب شد دیگر نیازی به نصب مجدد آن نیست و هر بار که R را اجرا کنید به کتابخانه دسترسی خواهید داشت.

استفاده از R در پوشه‌های مجزا

در سیستم‌عامل‌های مختلف می‌توان تصاویر فضای کاری مجزا برای R را در پوشه‌های جداگانه ذخیره کرد^۲. این خصوصیت R باعث می‌شود بتوان از آن به راحتی در پروژه‌های مختلف استفاده کرد. هرچند فرایند باز کردن R در یک پوشه‌ی مشخص،

1. Personal Library

۲. احتمالاً در رایث سیدی یا دی‌وی‌دی با مفهوم image گرفتن، آشنا شده‌اید. وقتی از یک CD، image یا تصویر می‌گیریم، یعنی یک کپی کامل از محتویات آن CD را به روی هارد انتقال می‌دهیم. در اینجا هم منظور از image یا تصویر گرفتن از پروژه R به معنای آن است که یک کپی از پروژه را در یک پوشه‌ی مجزا ذخیره نماییم.

بسته به نوع سیستم عامل فرق می کند، اما وقتی قرار باشد فقط بر روی یک پوشه کار شود، ذخیره کردن Image از فضای کاری، عملیات ساده ای خواهد بود. در زمان بستن یک پروژه R، برنامه از کاربر می پرسد آیا قصد ذخیره کردن یک Image از فضای کاری را دارد یا خیر. اگر گزینه ی Yes انتخاب شود، فایل های RData و Rhistory در پوشه ی فعلی ذخیره خواهد شد.

فایل RData، هم شامل اشیایی است که در آغاز پروژه در R وجود داشته و هم اشیایی که در حین ساخت پروژه اضافه شده اند (البته آنهایی که در جریان پروژه، پاک شده باشند به این فایل اضافه نمی شوند). فایل Rhistory شامل تاریخچه ی تمام ورودی های درج شده در کنسول R است. البته در ویندوز به شکل پیش فرض حداکثر ۵۱۲ خط ذخیره می شود.

روال کار در ویندوز

برای این که R را در یک پوشه راه اندازی کنیم باید ابتدا آن را اجرا نماییم. در نوار منویی که در بالای صفحه قرار دارد، روی File کلیک کنید و سپس در منویی که باز می شود، روی گزینه ی Change dir... کلیک کنید تا پنجره ی Browse to folder باز شود. در این پنجره، پوشه مورد نظرتان را انتخاب کنید.

بدین ترتیب در زمان خروج از R، تصویر فضای کاری ذخیره خواهد شد و R اقدام به ساخت فایل های RData و Rhistory در پوشه ی مشخص شده خواهد نمود. فایل RData شامل یک آیکون آبی رنگ R خواهد بود که مرتبط با فایل است. در آینده می توانید وارد پوشه ی مذکور شوید و با کلیک روی این آیکون، R را اجرا کرده و تاریخچه و اشیای ذخیره شده در پوشه را در اختیار بگیرید.

همچنین توجه داشته باشید که تمام اشیاء در R دسکتاپ، در زمان تغییر پوشه باز هم در R باقی می ماند. برای حذف این اشیاء کافی است در خط فرمان R، کد `rm(list=ls())` را تایپ کنید تا تمام اشیاء از داخل پوشه پاک شوند.