



دانشگاه پیام نور

# محاسبات آماری با کامپیوتر

(رشته آمار)

www.ketab.ir

حسین حسنی سعید امیری منصوره قدسی

|                      |   |                                                                          |
|----------------------|---|--------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه              | : | حسینی، حسین، ۱۳۵۵ -                                                      |
| عنوان و نام پدید آور | : | محاسبات آماری با کامپیوتر / مؤلفان: حسین حسینی، سعید امیری، منصوره قدسی. |
| مشخصات نشر           | : | تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۰.                                           |
| مشخصات ظاهری         | : | دوازده، ۲۴۲ ص.                                                           |
| فروست                | : | دانشگاه پیام نور؛ ۱۸۱۳. گروه آمار؛ ۴۷ / ۱.                               |
| شابک                 | : | 978 - 964 - 387 - 855 - 9                                                |
| وضعیت فهرست نویسی    | : | فیا.                                                                     |
| یادداشت              | : | کتابنامه.                                                                |
| موضوع                | : | آمار - آموزش برنامه ای                                                   |
| موضوع                | : | آمار - برنامه های کامپیوتری                                              |
| شناسه افزوده         | : | امیری، سعید، ۱۳۵۴ -                                                      |
| شناسه افزوده         | : | قدسی، منصوره، ۱۳۵۸ -                                                     |
| شناسه افزوده         | : | دانشگاه پیام نور                                                         |
| رده بندی کنگره       | : | ۱۳۹۰ ۳۴۶/ج۴۶۳ QA۲۷۶                                                      |
| رده بندی دیویی       | : | ۵۱۹/۵                                                                    |
| شماره کتابشناسی ملی  | : | ۲۶۵۹۶۳۸                                                                  |



دانشگاه پیام نور

## محاسبات آماری با کامپیوتر

مؤلفان: حسین حسینی - سعید امیری - منصوره قدسی

ویراستاران علمی: دکتر مسعود یارمحمدی - دکتر پرویز نصیری

تهیه و تولید: مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول تیر ۱۳۹۲

شابک: ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۳۸۷ - ۸۵۵ - ۹

ISBN: 978 - 964 - 387 - 855 - 9

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

( کلیه حقوق نشر اعم از چاپی، الکترونیکی، تصویری، صوتی و اینترنتی برای دانشگاه پیام نور محفوظ است )

قیمت: ۵۱۰۰۰ ریال

## بسم الله الرحمن الرحيم

### پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

**کتاب درسی** ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زیبایی و صوری جدید چاپ می‌شود.

**متن آزمایشگاهی (م)** راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

**کتاب‌های فرادرسی (ف) و کمک درسی (ک)** به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| پیشگفتار.....                 | نه    |
| مقدمه.....                    | یازده |
| فصل اول: معرفی نرم افزار..... | ۱     |
| ۱-۱ پنجره های S-PLUS.....     | ۱     |
| ۲-۱ انواع داده ها.....        | ۷     |
| ۳-۱ منوها.....                | ۸     |
| تمرین.....                    | ۱۴    |
| فصل دوم: برنامه نویسی.....    | ۱۷    |
| ۱-۲ عملگرهای ریاضی.....       | ۱۸    |
| ۲-۲ تخصیص ها.....             | ۱۹    |
| ۳-۲ بردار و ماتریس.....       | ۲۱    |
| ۴-۲ توابع.....                | ۳۰    |
| ۱-۴-۲ توابع آماده.....        | ۳۱    |
| ۲-۴-۲ توابع کاربر.....        | ۳۲    |
| ۵-۲ تکرار.....                | ۳۴    |
| ۶-۲ مقادیر منطقی.....         | ۳۷    |

|    |                                              |
|----|----------------------------------------------|
| ۴۰ | ۷-۲ ساختار کنترلی                            |
| ۴۳ | ۸-۲ محاسبات ریاضی                            |
| ۴۹ | توابع موجود در محیط برنامه نویسی و Transform |
| ۵۳ | تمرین                                        |
| ۵۷ | فصل سوم: کار بر روی داده‌ها                  |
| ۵۸ | ۱-۳ انتخاب داده‌ها (Select Data)             |
| ۶۱ | ۲-۳ دستور Copy                               |
| ۶۲ | ۳-۳ دستور Move                               |
| ۶۲ | ۴-۳ دستور Transpose                          |
| ۶۳ | ۵-۳ دستور Exchange                           |
| ۶۳ | ۶-۳ دستور Remove                             |
| ۶۳ | ۷-۳ دستور Clear                              |
| ۶۳ | ۸-۳ دستور Restructure                        |
| ۶۸ | ۹-۳ دستور Fill Numeric Columns               |
| ۶۹ | ۱۰-۳ دستور Recode                            |
| ۶۹ | ۱۱-۳ دستور Transform                         |
| ۷۲ | ۱۲-۳ دستور Create Categories                 |
| ۷۴ | ۱۳-۳ دستور Random Number                     |
| ۷۴ | ۱۴-۳ دستور Distribution Functions            |
| ۸۲ | ۱۵-۳ دستور Split                             |
| ۸۳ | ۱۶-۳ دستور Subset                            |
| ۸۵ | ۱۷-۳ دستور Merge                             |
| ۸۵ | ۱۸-۳ دستور Tabulate                          |
| ۸۷ | ۱۹-۳ دستور Expand Grid                       |
| ۸۸ | ۲۰-۳ دستور Random Sample of Row              |
| ۹۰ | ۲۱-۳ دستور Change Data Type                  |
| ۹۰ | تمرین                                        |

|     |                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------|
| ۹۳  | فصل چهارم: نمودارها                                     |
| ۹۵  | ۱-۴ نمودار دو بعدی                                      |
| ۹۶  | ۲-۴ جعبه ابزار استاندارد گراف                           |
| ۹۸  | ۳-۴ نمودار سه بعدی                                      |
| ۹۹  | ۴-۴ رسم تابع                                            |
| ۱۲۰ | تمرین                                                   |
| ۱۲۵ | فصل پنجم: خلاصه سازی داده ها                            |
| ۱۲۵ | مقدمه                                                   |
| ۱۲۵ | ۱-۵ شاخص های مرکزی و پراکنندگی                          |
| ۱۳۱ | ۲-۵ جدول بندی                                           |
| ۱۳۵ | ۳-۵ همبستگی                                             |
| ۱۳۸ | تمرین                                                   |
| ۱۳۹ | فصل ششم: آزمون های آماری                                |
| ۱۳۹ | اهداف                                                   |
| ۱۳۹ | مقدمه                                                   |
| ۱۴۱ | ۱-۶ آزمون های یک نمونه ای                               |
| ۱۴۱ | ۱-۶-۱ آزمون $t$ یک نمونه ای                             |
| ۱۴۴ | ۱-۶-۲ آزمون رتبه علامت ویلکاکسون                        |
| ۱۴۵ | ۱-۶-۳ آزمون نیکویی برازش کولموگروف-اسمیرنوف یک نمونه ای |
| ۱۵۰ | ۱-۶-۴ آزمون نیکویی برازش $\chi^2$ -دو یک نمونه ای       |
| ۱۵۲ | ۲-۶ آزمون های دو نمونه ای                               |
| ۱۵۲ | ۲-۶-۱ آزمون $t$ دو نمونه ای                             |
| ۱۵۶ | ۲-۶-۲ آزمون $t$ زوجی                                    |
| ۱۵۷ | ۲-۶-۳ آزمون مجموع رتبه ای ویلکاکسون دو نمونه ای         |
| ۱۵۹ | ۲-۶-۴ آزمون رتبه-علامت دار ویلکاکسون                    |
| ۱۶۱ | ۲-۶-۵ آزمون نیکویی برازش دو نمونه ای کولموگروف-اسمیرنوف |
| ۱۶۳ | ۳-۶ آزمون مقایسه ای بین میانگین های چند جامعه           |
| ۱۶۲ | ۳-۶-۱ آنالیز واریانس یک طرفه                            |

|          |                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| ۱۶۵..... | ۲-۳-۶ آزمون کروسکال والیس.....                                |
| ۱۶۶..... | ۳-۳-۶ آزمون مجموع رتبه‌ای فریدمن.....                         |
| ۱۶۹..... | ۴-۶ آزمون‌های نسبت‌ها و شمارش‌ها.....                         |
| ۱۶۹..... | ۱-۴-۶ آزمون دقیق دو جمله‌ای.....                              |
| ۱۷۲..... | ۲-۴-۶ آزمون مقایسه‌ی بین نسبت‌ها (با استفاده از خی - دو)..... |
| ۱۷۵..... | ۳-۴-۶ آزمون دقیق فیشر.....                                    |
| ۱۷۷..... | ۴-۴-۶ آزمون مگ‌نمار.....                                      |
| ۱۷۸..... | ۵-۴-۶ آزمون کوکران - متل - هانزال.....                        |
| ۱۸۱..... | ۶-۴-۶ آزمون خی - دو.....                                      |
| ۱۸۴..... | تمرین.....                                                    |
| ۱۸۷..... | فصل هفتم: تعیین حجم نمونه.....                                |
| ۱۸۷..... | اهداف.....                                                    |
| ۱۸۷..... | مقدمه.....                                                    |
| ۱۸۸..... | ۱-۷ روابط حجم نمونه.....                                      |
| ۱۸۸..... | متغیر کمی.....                                                |
| ۱۹۱..... | متغیر کیفی.....                                               |
| ۱۹۲..... | ۲-۷ تعیین حجم نمونه صفات کمی.....                             |
| ۱۹۹..... | تمرین.....                                                    |
| ۲۰۳..... | فصل هشتم: مدل‌های خطی و ناخطی.....                            |
| ۲۰۳..... | اهداف.....                                                    |
| ۲۰۴..... | ۱-۸ رگرسیون خطی.....                                          |
| ۲۱۵..... | ۲-۸ رگرسیون غیرخطی.....                                       |
| ۲۱۹..... | ۳-۸ رگرسیون لوژستیک.....                                      |
| ۲۲۴..... | ۴-۸ مدل‌های خطی تعمیم یافته برای داده‌های رسته‌ای.....        |
| ۲۲۸..... | تمرین.....                                                    |
| ۲۳۳..... | حل تمرین‌های برگزیده.....                                     |
| ۲۴۱..... | منابع.....                                                    |

## پیشگفتار

بدون شک آمار کاربردی بدون نرم‌افزارهای آماری معنی خاصی نخواهد داشت. امروزه نرم‌افزارهای مختلف آماری با توانایی‌های متفاوت به کمک آمارشناسان آمده و به پیشرفت آن سرعت بخشیده‌اند. در بین نرم‌افزارهای مورد استفاده، نرم‌افزار **S-Plus** به دلیل سادگی و در عین حال، قابلیت بالا به همراه مقبولیت آن در بین آمار دانان مورد نظر نویسندگان این کتاب قرار گرفته است. قابلیت برنامه‌نویسی و استفاده‌ی همزمان از محیط ویندوز این امکان را به کاربر می‌دهد که مفاهیم را بهتر درک نماید و توانایی کاربر را در تحلیل‌های آماری بیافزاید. با توجه به این مهم، نگارندگان این کتاب در حد بضاعت خود در پی آن هستند که با دو رویکرد متفاوت به نیازهای کاربر پاسخ دهند: حل مسایل با استفاده از برنامه‌نویسی و سپس با استفاده از منوهای موجود در نرم‌افزار. در واقع هدف، به کار بردن شیوه‌ای متمایز و متفاوت با روش‌های به کار رفته‌ی پیشین است. لذا در گردآوری مطالب، سعی شده تا حد امکان این بینش در سرتا سر کتاب رعایت شود. بنابراین دانشجویان در حاتمه، علاوه بر یادگیری یک محیط برنامه‌نویسی که در سایر نرم‌افزارهای آماری یافت می‌شود (مانند محیط برنامه‌نویسی نرم‌افزارهای **SAS** و **R**)، چگونگی کار با نرم‌افزارهایی که دارای محیط برنامه‌نویسی نیستند (مانند نرم‌افزارهای **SPSS** و **MINITAB**) نیز آشنا می‌شوند. در ضمن در برخی موارد، مطالب تئوری نیز جهت یادآوری ارائه شده است. هر چند تا حد امکان سعی شده است مطالعه مطالب تئوری به عهده‌ی دانشجو باشد. نکته بسیار با اهمیت این است که دانشجویان می‌توانند از دستورهای آموزش داده در این کتاب در استفاده از نرم‌افزار **R** (که بدون شک امروزه یکی از پرتیر فراوانترین نرم‌افزارهای آماری است) استفاده نمایند. بنابراین دانشجو با یادگیری دستورات برنامه‌نویسی ارائه شده در این کتاب قادر خواهد بود از دو نرم‌افزار **S-Plus** و **R** استفاده نماید.

با آنکه نویسندگان در حد بضاعت خویش تمام تلاش خود را در جهت ارائه‌ی اثری عاری از خطا و مفید به کار برده‌اند، اما با این وجود مطمئن هستند با به‌کارگیری نظرات همکاران، اساتید و دانشجویان، این اثر با کیفیت بهتری ارائه خواهد شد. لذا خوشحال خواهیم شد در راستای این هدف ما را یاری نموده و نظرات سازنده و بدون

شک ارزشمند خویش را از طریق مدیر محترم گروه آمار دانشگاه پیام نور جناب آقای دکتر یار محمدی به نویسندگان انتقال دهید.

در پایان برخود لازم می‌دانیم از مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی و انتشارات دانشگاه پیام نور به خاطر همکاری در چاپ این کتاب کمال تشکر را داشته باشیم. همچنین از جناب آقای دکتر مسعود یارمحمدی مدیر گروه آمار دانشگاه پیام نور و آقای دکتر پرویز نصیری که با وجود مشغله‌ی فراوان، زحمت ویرایش را متقبل شدند بسیار سپاسگزاریم. همچنین از جناب آقای محمودوند به دلیل نظرات مفید و سازنده‌ی ایشان که در ارتقای کتاب ما را یاری نمودند صمیمانه سپاسگزارم. در خاتمه اما نه کمتر بلکه همواره و خالصانه‌تر، نویسندگان از خانواده‌های خویش سپاسگزارند که همواره پشتیبان و مشوق ایشان در گردآوری مطالب بوده‌اند.

نویسندگان، تابستان ۱۳۹۰

## مقدمه

از آنجا که نویسندگان کتاب همواره سعی داشته‌اند تا با ساده‌ترین شکل و با استفاده از دو نوع رویکرد متفاوت مفاهیم را آموزش دهند، از این رو ذکر دو اصل را لازم می‌دانیم. ابتدا کاربردی بودن مفاهیم و پرهیز از بیان مباحث تئوری که گاهی در برخی موارد به ناچار باید بیان می‌شد. در برخی از موارد فرض شده است که دانشجو از مطالب تئوری آگاه و یا در صورت نیاز به منابع مرتبط رجوع خواهد کرد. اما اصل دوم چگونگی تحلیل داده‌ها از طریق منوهای موجود در نرم افزار **S-Plus** به منظور روشی کمکی در جهت یادگیری بهتر مطالب است.

بر حسب نیاز و در حد آشنایی با نرم افزار و پنجره‌های موجود در نرم‌افزار، فصل اول به نحوه‌ی اجرای نرم‌افزار و آشنایی با قسمت‌های مختلف آن اختصاص داده شده است. همچنین مطالب مورد نیاز مربوط به انواع داده‌ها و روش‌های دستیابی به آنها نیز در این فصل گنجانده شده است. بنابراین در فصل اول دانشجو با محیط ویندوز نرم‌افزار آشنا می‌شود.

در فصل دوم، دانشجو روش برنامه‌نویسی در این نرم‌افزار، عملگرهای ریاضی و تخصیص‌ها، انواع توابع و چگونگی کار با آنها، چگونگی انجام محاسبات ریاضی و دستورات کلی انجام محاسبات متغیرها، بردار و ماتریس‌ها را می‌آموزد. لذا مطالب برنامه‌نویسی ابتدایی در این فصل ارائه شده است. لازم است که دانشجویان مطالب این فصل را با دقت مطالعه نمایند، چرا که بقیه‌ی مطالب ارائه شده در سایر فصل‌ها (به صورت برنامه‌نویسی) به مطالب ارائه شده در این فصل وابسته هستند.

در فصل سوم، دانشجو با چگونگی ایجاد و ویرایش داده‌ها، آماده‌سازی داده‌ها قبل از تحلیل، دستورات مربوط به حذف، اضافه، تغییر ستون‌ها و سطرها و همچنین چگونگی نمونه‌گیری از داده‌های موجود را می‌آموزد.

یکی از مزیت‌های این نرم‌افزار نوع نمودارهای آن است و تقریباً دارای کامل‌ترین مجموعه از نمودارهاست که علاوه بر انواع آن، دارای انتخاب‌های مختلفی برای رسم آنهاست. مطالب مربوط به چگونگی رسم نمودار، ویرایش نمودار، ایجاد نمودارهای دو و چند بعدی و چگونگی انتقال نمودارها از محیط این نرم افزار به نرم افزارهای **EXCEL** و **SPSS** در فصل چهارم ارائه شده است.

مطالب مربوط به محاسبه‌ی شاخص‌های مرکزی، پراکندگی، محاسبه‌ی جدول توافقی، ضریب همبستگی و کوواریانس، خلاصه سازی داده‌ها، چگونگی جدول‌بندی داده‌ها در فصل پنجم ارائه شده است.

فصل ششم در چهار بخش آزمون‌های یک نمونه‌ای، دو نمونه‌ای،  $k$  نمونه‌ای، شمارشی و نسبت‌ها تنظیم شده است. به دلیل گستردگی آزمون‌های مطرح شده در این فصل و با توجه به این که تمامی این آزمون‌ها با شرح کامل در کتاب‌های مختلف وجود دارند، لذا مطالب به طور مختصر ارائه شده‌اند. در ضمن اغلب مثال‌های به کار برده شده در این فصل با ذکر منبع آن صورت گرفته است که خواننده را در یافتن جزئیات بیش‌تر یاری می‌رساند.

در فصل هفتم، دانشجویان با مباحث تئوری برآورد حجم نمونه، برآورد حجم نمونه برای متغیرهای کمی و کیفی و همچنین چگونگی محاسبه‌ی حجم نمونه با نرم‌افزار را خواهد آموخت. در فصل هشتم دانشجویان با مفاهیم رگرسیون خطی، رگرسیون غیرخطی، رگرسیون لوژیستیک و همچنین مدل‌های خطی تعمیم یافته و چگونگی محاسبه‌ی آنها آشنا می‌شود.

نکته‌ی بسیار مهم این است که این کتاب با بسیاری از کتاب‌های درسی دیگر متفاوت است و تنها با خواندن آن نمی‌توان به مطالب آن مسلط شد. لذا قویاً توصیه می‌شود دانشجویان پس از فراگیری هر فصل، آموخته‌های خود را با استفاده از نرم‌افزار بیازمایند. به همین منظور در ابتدای هر فصل نکاتی را که دانشجویان پس از مطالعه‌ی آن فصل فرا خواهند گرفت عنوان شده است. این موضوع به دانشجویان کمک می‌کند که توانایی‌های خویش را با توجه به اهداف ابتدای هر فصل بیازمایند. این شیوه در یادگیری کتاب‌هایی که با آموزش یک نرم‌افزار همراه است، بسیار سودمند است. به همین منظور و در راستای ترغیب دانشجویان، در سرتا سر کتاب قسمت‌هایی از اجرای برنامه‌ها، به عهده‌ی دانشجویان گذاشته شده است. امید است که این شیوه در این کتاب نیز مثمر ثمر واقع شود.