

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سرشناسه:	اسکندری، فرزاد، ۱۳۴۴ -
عنوان و نام پدید آور:	روش‌های آماری پیشرفته / مولفان فرزاد اسکندری، سیما نقی‌زاده‌اردبیلی.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری:	۲۸۶ ص. مصور، جدول، نمودار.
فروست:	انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی؛ ۶۷۳.
شابک:	۶-۵۲۴-۲۱۷-۹۶۴-۹۷۸: ۱۳۰۰۰ تومان
وضعیت فهرست:	فیا
یادداشت:	کتابنامه: ص. [۲۸۶].
موضوع:	ساختار داده‌ها -- تحقیق -- روش‌های آماری
موضوع:	Data Structures (Computer Science) -- Research -- Statistical Methods
شناسه افزوده:	نقی‌زاده اردبیلی، سیما، ۱۳۴۲ -
شناسه افزوده:	دانشگاه علامه طباطبائی.
رده‌بندی کنگره:	QA۷۶/۹
رده بندی دیوئی:	۰۰۵/۷۳
شماره کتابشناسی ملی:	۹۰۴۷۵۷۶

روش‌های آماری پیشرفته

مؤلفان:

دکتر فرزاد اسکندری

عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی

دکتر سیما نقی زاده اردبیلی

عضو هیئت علمی سازمان سنجش آموزش کشور



روش‌های آماری پیشرفته

مؤلفان:

دکتر فرزاد اسکندری
دکتر سیما نقی‌زاده اردبیلی

زیر نظر معاونت پژوهشی دانشگاه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۷-۵۲۴-۶

ویراستار: دکتر مهدیه محمودزاده سروراستار: دکتر نازیلا فرمانی انوشه

صفحه‌آرا: مریم پارساییان طراح جلد: سمیرا حاجی‌گلدی ناظر فنی: رضا دنیوی

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی؛ صندوق پستی: ۱۵۸۱۵/۳۴۸۷

فروشگاه آنلاین انتشارات book.atu.ac.ir

سایت مرکز چاپ و انتشارات press.atu.ac.ir

سایت فروشگاه الکترونیکی <https://mybooket.com/atu>

آدرس فروشگاه مرکزی: تهران انتهای بلوار دهکده المپیک، دانشگاه علامه طباطبائی

نیش درب ورودی میدان ورزش تلفن: ۴۸۳۹۲۶۵۹ همراه: ۰۹۹۰۲۴۹۹۹۸۵

چاپ اول ۱۴۰۲ شمارگان: ۵۰ قیمت: ۱۳۰۰۰۰ تومان

پیشگفتار

در کتاب حاضر با رویکرد استفاده از روش‌های آماری پیشرفته علاوه بر شناخت ساختار داده‌ها در مطالعات مختلف آماری، مطالبی بررسی می‌شود از جمله توزیع داده‌ها، همگنی واریانس داده‌ها و یا باقی‌مانده‌های مدل‌های رگرسیونی، استقلال آماری داده‌ها و یا باقی‌مانده‌های مدل‌های رگرسیونی و همچنین تبدیلات مهم برای تعیین توزیع آماره‌هایی که در مطالعه از آن‌ها استفاده می‌شود. در این رویکرد با ذکر مثال‌های عددی مطالب به‌طور تفسیری نیز بررسی شده‌اند. البته در هر کدام از مفاهیمی که بررسی می‌شود، برای انجام دادن مقایسه بین روش‌ها نیز چندین روش پیشنهادی بیان و برای تحلیل داده‌ها از آن‌ها استفاده شده است.

تنظیم فصل‌های کتاب به این شرح است که فصل اول مشتمل بر روش‌های مختلف فراوانی گرا برای آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها است. مطالب ارائه شده از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است. در ادامه فصل شناخت ساختار داده‌ها بررسی شده است و شناخت انواع مدل‌های آماری و روش‌های برآورد پارامترها به‌طور کاربردی بررسی شده‌اند؛ اما، شناخت جامعه آماری مورد مطالعه اولین مطلبی است که به ذهن هر آمارشناسی می‌رسد و به آن توجه شده است. در این باره مطالعه آماری انجام شده مانند شناخت توزیع داده‌ها از طریق نمودار و دیدن شکل، همچنین نقطه‌یابی داده‌ها انجام شده است. در این فصل از روش‌های مختلفی برای شناخت توزیع داده‌ها استفاده شده است تا براساس آن‌ها علاوه بر توضیح مطالب نظری با بررسی یک مثال روش‌های معرفی شده تشریح شوند. همچنین آزمون‌هایی برای کشیدگی

ب روش‌های آماری پیشرفته

و چولگی و دیگر حالات داده‌ها به کار گرفته شده‌اند و با مقادیر استاندارد توزیع نرمال مقایسه شده‌اند. در ادامه نیز روش‌هایی مثل آزمون نیکویی برازش و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شده‌اند. در فصل دوم توزیع‌های دیگر بررسی و در این خصوص داده‌ها تحلیل شده است. همچنین در فصل دوم موضوع توزیع‌های آماره‌ها در حالت بزرگ نمونه‌ای بررسی شده است. درباره همگن بودن واریانس دو یا چند جامعه در فصل سوم بحث و روش‌های مرتبط بیان شده است. در فصل چهارم فرض استقلال آماری داده‌ها طرح و روش‌های مختلف آماری برای بررسی فرض بالا بیان شده است. در فصل پنجم مباحث تکمیلی ارائه شده است. ابتدا مروری بر رگرسیون وزنی و تحلیل واریانس صورت گرفته، سپس در ادامه فصل انواع تبدیل‌ها ارزیابی شده‌اند. در پایان فصل نیز بخشی از روش‌های آماری ناپارامتری بیان شده و در داده‌های واقعی استفاده شده است.

در پایان بدین وسیله از تمام افرادی که در سال‌های مختلف در هر چه بهتر شدن محتوای مطالب کتاب ما را یاری نمودند کمال تشکر را داریم. به خصوص از سرکار خانم مریم پارسایان که علاوه بر صفحه‌آرایی کتاب در بررسی مجدد برنامه‌های رایانه‌ای و تنظیم نهایی آن با دقت بسیار با ما همکاری کردند و همچنین از داوران محترم که با نکته‌سنجی و دقت فراوان در اصلاح و تنظیم بهتر کتاب از نظرات ارزشمندشان بهره‌مند شدیم کمال تشکر را داریم. از فرزندانمان پیمان عزیز و شایان عزیز که در تهیه این اثر سختی‌ها را تحمل نمودند بسیار تشکر می‌کنم. در پایان از مسئولین و دست‌اندرکاران دانشگاه نیز برای همکاری صادقانه در انجام امور مربوطه همکاری نمودند تشکر ویژه داریم.

اسکندری و نقی‌زاده

تابستان ۱۴۰۲

فهرست مطالب

پیشگفتار	أ
فهرست مطالب	ت
فهرست نمودارها	خ
فهرست جداول	ر
فهرست کدها	ص

فصل ۱. کلیات

۱-۱. مقدمه	۲
۲-۱. شناخت ساختار داده‌ها	۲
۳-۱. متغیر تصادفی گسسته و پیوسته	۱۰
۴-۱. مقیاس‌های اندازه‌گیری	۱۱
۵-۱. متغیرهای تصادفی کمی و کیفی	۱۲
۱-۵-۱. بررسی روش‌های برآورد پارامتر	۱۴
الف- تعیین برآوردگر پارامتر به شیوه گشتاوری	۱۴
ب- تعیین برآوردگر به روش کمترین توان‌های دوم خطا	۱۵
پ- روش ماکسیمم درست‌نمایی	۱۶
۶-۱. روش‌های بررسی توزیع داده‌ها	۲۱
۱-۶-۱. روش‌های بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها	۲۲
۲-۶-۱. کاغذ نرمال	۲۳

ث روش‌های آماری پیشرفته

۲۶	 ۱-۳-۶-آماره شاپیرو-ویلکس
۲۶	 ۱-۳-۶-۱. الگوریتم شاپیرو ویلکس برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها
۳۳	 ۱-۶-۴-آماره فیلین
۳۳	 ۱-۶-۵-آماره دی اگستینو
۳۵	 ۱-۶-۶-بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش گشتاوری
۳۷	 ۱-۶-۷-آزمون‌های نیکویی برازش
۳۷	 ۱-۶-۷-۱. آزمون خی دو
۴۳	 ۱-۶-۷-۲. آزمون کلموگروف
۵۷	 تمرین‌های فصل اول

فصل ۲. بررسی چند توزیع خاص و توزیع بزرگ‌نمونه‌ای آماره‌ها

۶۰	 ۱-۲. مقدمه
۶۰	 ۱-۲-۱. توزیع دو جمله‌ای
۶۷	 ۱-۲-۲. توزیع پواسون
۷۱	 ۲-۲. توزیع دقیق آماره آزمون نسبت درست‌نمایی در نمونه‌های کوچک
۸۱	 ۲-۳. توزیع مجانبی آماره نسبت درست‌نمایی
۸۵	 ۲-۴. اندازه نمونه برای تعیین توزیع‌های تقریبی
۸۷	 ۲-۴-۱. آماره‌هایی که به‌صورت بزرگ‌نمونه‌ای دارای توزیع نرمال هستند
۱۰۸	 ۲-۵. روش دلتا
۱۰۸	 ۲-۵-۱. روش دلتا برای تابعی از متغیر تصادفی
۱۱۰	 ۲-۵-۲. روش دلتا برای تابعی از بردار تصادفی
۱۱۳	 تمرین‌های فصل دوم

فصل ۳. بررسی آزمون‌های همگنی

۱۱۸	 ۱-۳. مقدمه
۱۱۹	 ۲-۳. مقدمه‌ای بر تحلیل واریانس
۱۲۲	 ۳-۲-۱. مقایسه میانگین‌های بین جوامع با استفاده از فاصله‌های اطمینان
۱۲۵	 ۳-۲-۲. مقایسه‌های مقید در g جامعه آماری نرمال مستقل از یکدیگر
۱۲۷	 ۳-۲-۳. مقایسه‌های مقید چندگانه در g جامعه آماری نرمال مستقل از یکدیگر

فهرست ج

۳-۳. تحلیل واریانس با بیش از یک عامل	۱۲۹
۳-۳-۱. تحلیل واریانس در فرض استقلال دو عامل	۱۳۲
۳-۴. مقایسه واریانس های دو جامعه نرمال	۱۳۹
۳-۵. آزمون بارتلت	۱۴۳
۳-۶. آزمون فیلگنر-کیلین	۱۴۷
۳-۷. آزمون لون	۱۵۴
۳-۸. مقایسه بین آزمون های چهارگانه گفته شده در بخش های قبل	۱۶۱
۳-۹. آزمون هایی برای فرض همگنی واریانس باقی مانده های رگرسیونی	۱۶۳
۳-۹-۱. نمودار پراکندگی	۱۶۳
۳-۹-۲. روش گلدفیلد-کوانت	۱۷۱
۳-۹-۳. آزمون لاگرانژ چندگانه	۱۷۸
۳-۹-۴. روش های استوار	۱۸۱
تمرین های فصل سوم	۱۸۳

فصل ۴. آزمون هایی برای بررسی فرض استقلال نمونه های تصادفی

۴-۱. مقدمه	۱۸۹
۴-۲. روش های بررسی استقلال آماری نمونه های تصادفی به شیوه پارامتری	۱۸۹
۴-۲-۱. روش استاندارد براساس توزیع نرمال p متغیری	۱۸۹
۴-۲-۲. روش خودهمبستگی های داخلی	۱۹۶
۴-۲-۳. استقلال باقی مانده های رگرسیونی	۲۰۰
۴-۲-۴. آزمون استقلال با آماره باکس-پیرس	۲۰۶
۴-۳. روش های ناپارامتری برای بررسی استقلال نمونه های تصادفی	۲۰۹
۴-۳-۱. آزمون توالی های پائین و بالای میانه	۲۱۱
۴-۳-۲. توالی های صعودی و نزولی	۲۱۱
۴-۳-۳. روش نسبت رتبه ای فون-نیومن	۲۱۳
تمرین های فصل چهارم	۲۲۲

فصل ۵. مباحث تکمیلی

۵-۱. مقدمه	۲۲۷
------------------	-----

ح روش‌های آماری پیشرفته

۲۲۷	۲-۵. رگرسیون وزنی
۲۴۳	۳-۵. وارون تعمیم‌یافته
۲۵۴	۳-۵. ۱- رگرسیون لوژستیک
۲۵۵	۳-۵. ۲- الگوریتم نیوتن-رافسون برای رگرسیون لوژستیک
۲۵۸	۴-۵. تبدیلات
۲۵۹	۴-۵. ۱- استفاده از توابع کاهش‌دهنده ناهمگنی رگرسیونی
۲۶۳	۵-۵. تبدیل باکس-کاکس به روش ماکسیمم درست‌نمایی
۲۷۰	۵-۶. تبدیل یک متغیر تصادفی به توزیع نرمال در یک مثال واقعی
۲۷۳	۵-۷. مقایسه بین روش خطی و روش درجه دوم
۲۷۵	۵-۸. تحلیل داده‌های واقعی برای تعیین توزیع داده‌ها
۲۸۵	۵-۸-۱. استفاده از تابع hist در برنامه R (روش نموداری)
۲۸۸	۵-۸-۲. روش تابع هسته روزن بلات
۲۹۹	تمرین‌های فصل پنجم
۳۰۰	منابع

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- ساختار داده‌ها در یک جامعه آماری ۳
- شکل ۱-۲- گردش اطلاعات در یک مطالعه آماری ۶
- شکل ۱-۳- انواع مدل‌های آماری ۹
- شکل ۱-۴- روش‌های برآوردهای پارامتر در حالت پارامتری ۲۰
- شکل ۱-۵- روش‌های برآورد در حالت ناپارامتری ۲۰
- شکل ۱-۶- روش‌های برآورد در حالت نیم پارامتری ۲۱
- شکل ۱-۷- آزمون‌های ناپارامتری برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها ۲۲
- شکل ۱-۸- نمودار لگاریتم تابع تجربی داده‌های جدول ۱-۱ ۲۴
- شکل ۱-۹- نمودار $q-q$ برای تولید شده جدول ۱-۱ در محیط نرم افزار R ۳۲
- شکل ۱-۱۰- نمودار $q-q$ برای توزیع نمایی ۴۱
- شکل ۱-۱۱- نمودار $q-q$ برای توزیع گاما 41
- شکل ۱-۱۲- نمودار $q-q$ برای توزیع لگ نرمال ۴۲
- شکل ۱-۱۳- مقایسه توزیع داده‌ی نمره کل با توزیع نرمال ۵۰
- شکل ۱-۱۴- نمودار پراکنش داده‌ها ۵۴
- شکل ۱-۱۵- نمودار تابع توزیع داده‌ها ۵۴
- شکل ۲-۱- نمودار میله‌ای توزیع دوجمله‌ای براساس $n=5$ و $p=0/6$ ۶۲
- شکل ۲-۲- نمودار ستونی توزیع دوجمله‌ای براساس $n=5$ و $p=0/6$ ۶۳
- شکل ۲-۳- تقریب توزیع دوجمله‌ای براساس ۱۰۰۰۰ نمونه و $n=5$ و $p=0/6$ ۶۴
- شکل ۲-۴- فاصله‌های اطمینان تقریبی برای اندازه‌ی نمونه‌های مختلف در توزیع دوجمله‌ای ۶۶
- شکل ۲-۵- فاصله‌ی اطمینان ۰/۹۵ برای اندازه‌ی نمونه ۵۰ در توزیع دوجمله‌ای ۶۷
- شکل ۲-۶- نمودار پراکنش تقریب توزیع پواسون به توزیع نرمال ۷۰
- شکل ۲-۷- نمودار میله‌ای تقریب توزیع پواسون به توزیع نرمال ۷۰
- شکل ۲-۸- نمودار هیستوگرام توزیع پواسون به توزیع نرمال ۷۱
- شکل ۲-۹- نمودار توزیع آماره نسبت درستنمایی برای توزیع دوجمله‌ای ۷۳
- $H_0: \theta = \frac{1}{4}$ تحت فرض $X \sim \text{Bin}(5, \theta)$

د روش‌های آماری پیشرفته

- شکل ۱۰-۲- نمودار رفتار مجانبی تقریب توزیع نرمال نسبت به توزیع خی دو تحت سه وضعیت و $1-\chi^2_{(k(\alpha),n)} = 0/01$ ۱۰۰
- شکل ۱۱-۲- نمودار رفتار مجانبی تقریب توزیع نرمال نسبت به توزیع خی دو تحت سه وضعیت و $1-\chi^2_{(k(\alpha),n)} = 0/05$ ۱۰۰
- شکل ۱۲-۲- نمودار رفتار مجانبی تقریب توزیع نرمال نسبت به توزیع خی دو تحت سه وضعیت و $1-\chi^2_{(k(\alpha),n)} = 0/1$ ۱۰۱
- شکل ۱۳-۲- نمودار رفتار مجانبی تقریب توزیع نرمال نسبت به توزیع خی دو تحت سه وضعیت و $1-\chi^2_{(k(\alpha),n)} = 0/5$ ۱۰۱
- شکل ۰۲-۱۴- نمودار رفتار مجانبی تقریب توزیع نرمال نسبت سه توزیع ارائه شده در بخش‌های الف، ب و ج $\alpha = 1-F_{k(\alpha)}(x) = 0.01$ ۱۰۷
- شکل ۰۲-۱۵- نمودار رفتار مجانبی تقریب توزیع نرمال نسبت سه توزیع ارائه شده در بخش‌های الف، ب و ج $\alpha = 1-F_{k(\alpha)}(x) = 0.05$ ۱۰۷
- شکل ۰۲-۱۶- نمودار رفتار مجانبی تقریب توزیع نرمال نسبت سه توزیع ارائه شده در بخش‌های الف ب ج $\alpha = 1-F_{k(\alpha)}(x) = 0.01$ ۱۰۸
- شکل ۰۳-۱۰- نمودار جعبه‌ای مقایسه بین نژاد گندم‌ها ۱۳۵
- شکل ۰۳-۲- نمودار جعبه‌ای با اطمینان ۹۵ درصد برای مقایسه جوامع ۱۴۵
- شکل ۰۳-۳- نمودار پراکنش بین باقیمانده‌های مدل و نقاط برازش شده پاسخ ۱۶۴
- شکل ۰۳-۴- نمودار پراکنش بین توان دوم باقیمانده‌های مدل و نقاط برازش شده پاسخ ۱۶۴
- شکل ۰۳-۵- نمودار پراکنش بین قدر مطلق باقیمانده‌های مدل و نقاط برازش شده پاسخ ۱۶۵
- شکل ۰۴-۱- نمودار مربوط به داده‌های درجه مقاومت (PD) ۱۹۷
- شکل ۰۲-۴- نمودار مربوط به داده‌های حرارت (TE) ۱۹۸
- شکل ۰۳-۴- نمودار مربوط به داده‌های ضربه (PU) ۱۹۸
- شکل ۰۴-۴- نمودار مربوط به داده‌های زمان (Ti) ۱۹۹
- شکل ۰۱-۵- نمودار نرمال باقیمانده‌های مدل رگرسیون گام به گام ۲۳۳
- شکل ۰۵-۲- نمودار نرمال باقیمانده‌های مدل رگرسیون لوژستیک ۲۵۷
- شکل ۰۵-۳- منحنی لگ درست‌نمایی ۲۶۶
- شکل ۰۵-۴- منحنی لگ درست‌نمایی ۲۶۷

فهرست ذ

- شکل ۵-۵- تعیین مقدار لاندای برای متغیر توزیع نمره کل کنکور ۲۶۸
- شکل ۶-۰۵- منحنی لگ درستنمایی ۲۷۱
- شکل ۷-۰۵- منحنی لگ درستنمایی ۲۷۱
- شکل ۸-۰۵- منحنی لگ درستنمایی ۲۷۲
- شکل ۹-۰۵- منحنی لگ درستنمایی ۲۷۲
- شکل ۱۰-۰۵- توزیع داده ها بر اساس روش نموداری ۲۸۶
- شکل ۱۱-۰۵- برآورد توزیع داده ها با استفاده از تابع هسته نرمال ۲۸۸
- شکل ۱۲-۵- برآورد توزیع داده ها با استفاده از تابع هسته نرمال و پهنای نوار ۵ ۲۹۴
- شکل ۱۳-۵- نمودار توزیع داده ها براساس تابع هسته باکسر ۲۹۴
- شکل ۱۴-۵- نمودار توزیع داده ها براساس تابع هسته نرمال ۲۹۵
- شکل ۱۵-۵- نمودار توزیع داده ها براساس تابع هسته باکسر ۲۹۵
- شکل ۱۶-۵- برآورد توزیع داده ها بر اساس توابع هسته مختلف ۲۹۶
- شکل ۱۷-۵- برآورد تابع توزیع داده ها به طور پیوسته ۲۹۶

فهرست جداول

۲۹	جدول ۱-۱- مقدار آماره شاپیرو-ویلکس و شاپیرو - فرانسیا
۳۰	جدول ۱-۲- داده‌های مشاهده‌ای برای مکان مختلف
۳۴	جدول ۱-۳- نتایج آماره‌های فیلپین و دی آکستینو
۴۰	جدول ۱-۴- داده‌های مربوط به طول عمر ۵۰ لامپ
۴۳	جدول ۱-۵- تعیین فراوانی مشاهدات و مورد انتظار برای ۵۰ لامپ
۵۱	جدول ۱-۶- مقدارهای احتمال برای بررسی نرمال بودن داده‌های کنکور سراسری
۵۵	جدول ۱-۷- آمارهای توصیفی تمرکز و پراکندگی در جامعه
۵۵	جدول ۱-۸- میانگین نمونه‌ای حاصل از روش‌های مختلف نمونه‌گیری (طبق توزیع نرمال)
۵۵	جدول ۱-۹- فاصله اطمینان تقریبی ۹۵٪ برای میانگین نمونه (طبق توزیع نرمال)
۷۳	جدول ۱-۲- توزیع آماره نسبت درستنمایی برای توزیع دو جمله‌ای $H_0: \theta = \frac{1}{4} \quad X \sim Bin(7, \theta)$
۹۰	جدول ۲-۲- تعیین اندازه نمونه لازم برای تقریب توزیع نرمال به جای توزیع t_n استیودنت براساس همگرایی $\lim_{n \rightarrow \infty} (\alpha(n)) = \alpha$
۹۷	جدول ۲-۳- تقریب توزیع خی دو بوسیله توزیع نرمال بدون در نظر گرفتن جمله دوم و سوم
۹۸	جدول ۲-۴- تقریب توزیع خی دو بوسیله توزیع نرمال بادر نظر گرفتن جمله دوم
۹۹	جدول ۲-۵- تقریب توزیع خی دو بوسیله توزیع نرمال بادر نظر گرفتن جمله دوم و سوم
۱۰۴	جدول ۲-۶- نمودار رفتار مجانبی تقریب نرمال به جای توزیع نمایی دوگانه براساس اطلاعات بخش الف
۱۰۵	جدول ۲-۷- نمودار رفتار مجانبی تقریب نرمال به جای توزیع لوژستیک براساس اطلاعات بخش ب
۱۰۶	جدول ۲-۸- نمودار رفتار مجانبی تقریب نرمال به جای توزیع یکنواخت براساس اطلاعات بخش ج

فهرست ز

- جدول 1-3- جدول تحلیل واریانس بر اساس مقایسه میانگین g جامعه آماری نرمال 120
- جدول 2-3- زمان‌های ثبت شده برای لوله‌های کربن دار در سه خط تولید 121
- جدول 3-3- جدول تحلیل واریانس بر اساس مقایسه میانگین سه جامعه آماری نرمال 121
- جدول 4-3- جدول تحلیل واریانس بر اساس دو عامل و تکرار مشاهدات در هرخانه (ANOVA) ۱۳۰
- جدول 5-3- اطلاعات مربوط به وضعیت میزان وزن بر حسب تن در هر زمین بر اساس سه نوع نژاد ۱۳۳
- جدول 6-3- جدول تحلیل واریانس برای مقایسه میانگین وزن سه نوع نژاد گندم ۱۳۴
- جدول 7-3- مقایسه‌های دو به دو بین سطوح عوامل ۱۳۵
- جدول 8-3- داده‌های حاصل از آزمایش استحکام کششی (بر حسب پوند براینچ مربع) مشاهده‌ها ۱۳۶
- جدول 9-3- جدول آنالیز واریانس 136
- جدول 10-3- بررسی فرض همگنی واریانس متغیر تصادفی درجه مقاومت (PD) در مقابل سایر متغیرها ۱۴۲
- جدول 11-3- وزن ثبت شده براساس سه نوع نژاد 144
- جدول 12-3- آزمون بارتلت برای داده‌های تمرین ۳ ۱۴۶
- جدول 13-3- آزمون فلیگنر-کلین برای داده‌های جدول ۲-۱ ۱۴۹
- جدول 14-3- مقادیر آماره‌ها در آزمون فلیگنر-کلین درجه مقاومت (PD) ۱۵۰
- جدول 15-3- مقادیر آماره‌ها در آزمون فلیگنر-کلین ضربه (PU) ۱۵۲
- جدول 16-3- نتیجه آماره آزمون لون برای داده‌های جدول ۲-۱ ۱۵۵
- جدول 17-3- نتیجه آماره آزمون لون برای داده‌های جدول ۲-۱ ۱۵۶
- جدول 18-3- نتیجه آماره آزمون لون برای داده‌های جدول ۲-۱ ۱۵۷
- جدول 19-3- نتیجه آماره آزمون لون برای داده‌های جدول ۲-۱ ۱۵۸
- جدول 20-3- نتیجه آماره آزمون لون برای داده‌های جدول ۲-۱ ۱۵۹
- جدول 21-3- نتیجه آماره آزمون لون برای داده‌های جدول ۲-۱ ۱۶۰
- جدول 22-3- مقایسه بین آماره‌های مختلف در بررسی همگنی واریانس داده‌های جدول ۲-۱ ۱۶۱

س روش‌های آماری پیشرفته

۱۶۶	جدول ۲۳-۳- محاسبه همبستگی‌های جزئی و همخطی بین متغیرها
۱۷۳	جدول ۲۴-۳- داده‌های مربوط به نمره داوطلبان گواهی‌نامه‌های آموزش
183	جدول 25-3- زمان‌های ثبت شده برای لوله‌های کربن دار در سه خط تولید
۱۸۳	جدول ۲۶-۳- خلاصه اطلاعات جمع‌آوری شده برای دوبار نمونه‌گیری از سه ماشین
۱۹۰	جدول ۱-۴- داده‌های مربوط به زمان (Ti)
۱۹۱	جدول ۲-۴- داده‌های مربوط به ضربه (PU)
۱۹۲	جدول ۳-۴- داده‌های مربوط به ارزش (UL)
۱۹۳	جدول ۴-۴- داده‌های مربوط به سرمایش (C)
۱۹۴	جدول ۵-۴- داده‌های مربوط به چگالی (DE)
۱۹۵	جدول ۶-۴- داده‌های مربوط به فشار (PR)
۲۰۴	جدول ۷-۴- داده‌های مربوط به درجه مقاومت (PD)
207	جدول 8-4- داده‌های مربوط به درجه مقاومت (PD)
۲۱۲	جدول ۹-۴- نتایج توالی‌های نزولی و صعودی براساس میانه
۲۱۴	جدول ۱۰-۴- نتایج محاسبات براساس روش نسبت رتبه‌ای فون-نیومن
۲۱۴	جدول ۱۱-۴- آزمون فرض استقلال مشاهدات با استفاده از روش ناپارامتری توسط آزمون نسبت رتبه‌ای فون-نیومن
۲۲۲	جدول ۱۲-۴- زمان‌های ثبت شده برای لوله‌های کربن دار در سه خط تولید
۲۲۲	جدول ۱۳-۴- خلاصه اطلاعات جمع‌آوری شده برای دوبار نمونه‌گیری از سه ماشین
۲۳۱	جدول ۱-۵- برآورد پارامترهای مدل رگرسیون گام به گام
۲۳۲	جدول ۲-۵- برآورد هم خطی متغیرها در مدل رگرسیون گام به گام
۲۵۶	جدول ۳-۵- اطلاعات مربوط به ۳۵ بیمار مراجعه کننده به بیمارستان
۲۵۶	جدول ۴-۵- جدول تحلیل تاثیرپذیری عوامل ورودی بر پاسخ
۲۶۰	جدول ۵-۵- نتایج ضریب همبستگی متغیر ضربه (PU) باقیمانده‌های رگرسیونی
۲۶۰	جدول ۶-۵- نتایج ضریب همبستگی متغیر سرمایش (C) باقیمانده‌های رگرسیونی
۲۶۱	جدول ۷-۵- نتایج ضریب همبستگی متغیر ارزش (UL) باقیمانده‌های رگرسیونی
۲۶۱	جدول ۸-۵- نتایج ضریب همبستگی متغیر حرارت (TE) باقیمانده‌های رگرسیونی

فهرست کدها

۲۹	کد ۱-۱- الگوریتم آزمون شاپیرو - ویلکس
۴۸	کد ۲-۰- برنامه آزمون کلموگرف-اسمیرونوف
۵۱-۵۰	کد ۱-۳- برنامه روش‌های بررسی فرض نرمال بودن داده‌ها
۶۲-۶۱	کد ۲-۱- برنامه تعیین توزیع نمونه‌ای داده‌ها
۶۳-۶۲	کد ۲-۲- برنامه تولید اعداد تصادفی با استفاده از توزیع دوجمله‌ای
۶۳	کد ۲-۳- برنامه نمودار توزیع داده‌ها
۶۴	کد ۲-۴- برنامه تقریب توزیع دوجمله‌ای
۶۵	کد ۲-۵- برنامه نمودار فواصل اطمینان توزیع دوجمله‌ای
۶۶	کد ۲-۶- برنامه تعیین فاصله اطمینان برای پارامتر توزیع دوجمله‌ای
۶۶	کد ۲-۷- برنامه تعیین فاصله اطمینان برای پارامتر توزیع دوجمله‌ای
۷۱-۶۸	کد ۲-۸- برنامه تعیین توزیع نمونه‌ای داده‌ها و تقریب آن
75	کد ۲-۹- برنامه تقریب توزیع آماره نسبت درستنمایی یکنوا
۹۷-۹۵	کد ۲-۱۰- برنامه برآورد نسبت درستنمایی یکنوا
۱۰۴-۱۰۲	کد ۲-۱۱- برنامه تعیین توزیع آماره نسبت درستنمایی یکنوا
۱۴۵-۱۴۴	کد ۳-۱- برنامه آزمون بارتلت به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها
۱۴۸	کد ۳-۲- برنامه آزمون همگنی فیلگنر-کلین
۱۶۲-۱۶۱	کد ۳-۳- برنامه آزمون لون
۱۶۹	کد ۳-۴- برنامه رگرسیون اثر متغیرهای ورودی بر متغیر پاسخ درجه مقاومت
۱۷۷-۱۷۴	کد ۳-۵- برنامه آزمون گلدفیلد-کوانت
۱۸۰-۱۷۹	کد ۳-۶- برنامه آزمون لاگرانژ چندگانه
۲۴۲-۲۳۴	کد ۵-۱- برنامه بررسی ناهمگنی باقیمانده‌های رگرسیونی مثال 5-2
۲۵۲-۲۵۰	کد ۵-۲- برنامه محاسبات مثال ۵-۴
۲۶۷-۲۶۴	کد ۵-۳- برنامه تبدیل باکس-کاکس برای مثال ۵-۸
۲۷۲-۲۶۹	کد ۵-۴- برنامه تبدیل باکس-کاکس برای مثال بخش 5-6
۲۷۵	کد ۵-۵- برنامه روش توالی‌های بالا و پایین میانه مثال ۵-۱۱
۲۷۶	کد ۵-۶- برنامه روش توالی‌های بالا و پایین کلی مثال ۵-۱۱

ص روش‌های آماری پیشرفته

۲۷۷-۲۷۶	کد ۵-۷- برنامه روش فون-نیومن
۲۷۸-۲۷۷	کد ۵-۸- برنامه آزمون بارتلت برای مثال ۵-۱۱
۲۷۹-۲۷۸	کد ۵-۹- برنامه آزمون فلینجر-کیلین مثال ۵-۱۱
۲۸۱-۲۸۰	کد ۵-۱۰- برنامه آزمون گلفیلد-کوانت مثال ۵-۱۱
۲۸۳-۲۸۱	کد ۵-۱۱- برنامه آزمون لاگرانژ مثال ۵-۱۱
۲۸۴-۲۸۳	کد ۵-۱۲- برنامه آزمون لون مثال ۵-۱۱
۲۸۵	کد ۵-۱۳- برنامه بررسی توزیع نرمال مثال ۵-۱۱
۲۸۸-۲۸۷	کد ۵-۱۴- برنامه تعیین توزیع داده های مثال ۵-۱۱ با استفاده از انواع تابع هسته
۲۹۶-۲۸۸	کد ۵-۱۵- برنامه تعیین توزیع داده های مثال ۵-۱۱ با استفاده از انواع تابع هسته