

مبانی

اقلیم شناسی آماری

www.ketab.ir

تألیف:

دکتر حسین عساکره

عضو هیات علمی دانشگاه زنجان

سرشناسه : عساکره، حسین، ۱۳۴۶ -

عنوان و نام پدیدآور : مبانی اقلیم‌شناسی آماری / تالیف حسین عساکره.

مشخصات نشر : زنجان: دانشگاه زنجان، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری : ۵۴۸ ص.: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۹×۲۲ س.م.

شابک : ۱۹۴۰۰۰ ریال: 978-964-8885-37-8

یادداشت : کتابنامه: ۴۸۹ - ۴۹۷.

موضوع : اقلیم‌شناسی -- روش‌های آماری

موضوع : هواشناسی -- روش‌های آماری.

شناسه افزوده : دانشگاه زنجان

رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ۱۲۹۰/ع۵م۲/۹۸۱ QC

رده بندی دیویی : ۵۵۱/۶

شماره کتابشناسی ملی : ۲۳۷۴۰۱۵



انتشارات دانشگاه زنجان

مبانی اقلیم‌شناسی آماری

مؤلف : دکتر حسین عساکره

ویراستار علمی : دکتر سیدابوالفضل مسعودیان

ویراستار ادبی : دکتر امیر مؤمنی

صفحه‌آرایی : مرتضی عساکره

طرح روی جلد : سیدمحمدرضا حقگو - شبنم برجی

امور فنی و ناظرچاپ: کانون آگهی و تبلیغات رسا

چاپ : طیف نگار

چاپ اول : تابستان ۱۳۹۰

شمارگان : ۱۱۰۰ نسخه

قیمت : ۱۹۴۰۰۰ ریال

نشانی : زنجان، کیلومتر ۵ جاده تبریز، دانشگاه زنجان، حوزه معاونت پژوهشی، واحد انتشارات

تلفن : ۰۲۴۱ - ۵۱۵۲۶۴۱ - فکس: ۰۲۴۱ - ۲۲۸۳۰۷۷

ISBN: 978-964-8885-37-8

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۸۸۸۵-۳۷-۸

پیشگفتار

اقلیم شناسی دانشی دیرینه، با توانایی ها و قابلیت های بی شمار در مدیریت و برنامه ریزی انسانی - محیطی است. فهم و بالطبع کاربرد این دانش متکی به شناخت و دریافت علوم و تکنیک های متعدد از شاخه های دانش بشری است. یکی از تکنیک هایی که به ویژه در اقلیم شناسی نوین مورد توجه می باشد، دانش آمار و احتمالات است. آمار و احتمالات به عنوان ابزاری برای توصیف، تعیین روابط، مقایسه، طبقه بندی، بازآفرینی، بازسازی، پیش بینی و تحلیل عناصر، عوامل، اجزاء و پدیده های اقلیمی به کار می رود.

تکنیک های آماری با بخش های پرشمار خود (آمار توصیفی، آمار تحلیلی، آمار پارامتری، آمار ناپارامتری، آمار یک متغیره، چند متغیره و...) مورد توجه بسیاری شاخه های دانش بشری بوده است. با این وصف تا کنون هیچ مجموعه مستقل و نظام داری برای کاربرد این تکنیک در اقلیم شناسی، به زبان فارسی تدوین نشده است. از این رو بسیاری دانشجویان و محققین اقلیم شناسی برای کاربرد و تطبیق دانسته های آماری خود بر داده های اقلیم شناسی منابع فارسی معدودی در دست دارند.

اگرچه بسیاری نرم افزارهای آماری موجود قادرند طی چند ثانیه محاسبات آماری پیچیده، تکراری و پرشمار را حتی برای داده های فوق العاده زیاد و چندگانه نیز انجام دهند، اما شناخت منطق محاسباتی، درک و تفسیر طبیعت پدیده (ها)ی مورد بررسی را آسان تر می سازد. از این رو در مجموعه حاضر تلاش براین است که ضمن ارائه منطق محاسباتی روش های آماری، تعبیر و مفهوم فیزیکی آن ها نیز ارائه گردد. دراین راستا با بهره گیری از شاخه های مختلف دانش آمار و احتمالات و بدون بهره گیری از نرم افزارهای آماری، معرفی حداکثر روش های ممکن، بهره گیری از مثال های حل شده واقعی، نمایش عینی (نموداری - ترسیمی)، کاربری تکنیک های آماری - اقلیمی انجام شده است. در شرایطی که محاسبات پیچیده و طولانی بوده، سعی می شود، تنها منطق محاسباتی ارائه گردد. واضح است که بیان تمامی روش های آماری موجود، در این مختصر ممکن

نیست. در شرایطی که مطالب به بحث های وسیع مربوط می شده، تنها مباحث اصلی ارائه و مورد بررسی قرار گرفته است. با این امید که اصول کلی و اصلی مباحث به خواننده منتقل شود. بدین دلیل در بخش های مباحث پیشرفته آماری سعی شده که مباحث بر مبنای دانسته ها و فصول پیشین ارائه و از تصور تجربیدی خواننده استفاده شود. از این رو به سمت بحث های پیشرفته آماری تعداد فرمول ها و نشانه ها بیش تر می شود. البته این فرمول ها بر پایه دانسته های پیشین خواننده بنا نهاده شده است. بدیهی است در صورتی که این دانسته ها در ذهن خواننده پایدار و استوار گردد، امکان بهره گیری از منابع دقیق تر، مباحث پیچیده تر و نیز بهره مندی از فن آوری نرم افزاری آسان تر و درک و تفسیر نتایج حاصل از آن ها به واقعیت نزدیک تر خواهد بود. لازم به توضیح است که تقریباً تمامی مثال های واقعی این کتاب بر اساس داده های موجود و در دسترس ارائه شده است. از این رو داده ها عمدتاً منتهی به سال ۲۰۰۵ میلادی است. آمار سال های پس از آن در اختیار عموم قرار نگرفته است.

این مجموعه در سه بخش کلی تنظیم شده است:

بخش اول به توصیف آماری پرداخته است. در این بخش ۶ فصل ارائه شده است. فصل اول به ارائه کلیات، تعاریف و نمادها پرداخته است. فصل دوم به سازماندهی مشاهدات و فصل سوم به نحوه محاسبه مشخصات توصیفی مشاهدات اختصاص دارد. فصل چهارم نحوه تغییر و تبدیل مشاهدات و متغیرها را بررسی می کند. در فصل پنجم توصیف آماری روابط، شباهت ها و تفاوت های چند متغیره را در معرض توجه دارد. مدل سازی روابط در فصل ششم ارائه شده است.

در بخش دوم این مجموعه به مفاهیم احتمال (فصل هفتم) و متغیر های تصادفی (فصل هشتم) خواهیم پرداخت.

در بخش سوم آمار استنباطی طی فصل نهم ارائه خواهد شد. در این فصل به مباحث عمومی، محاسبه فاصله اطمینان، آزمون فرض و مقایسه استنباطی از مشخصات توصیفی مشاهدات، تحلیل همبستگی، استقلال و رگرسیون و در نهایت آزمون نیکوئی برازش می پردازیم.

شایان ذکر است که بسیاری مثال های این کتاب در باره متغیرهای عمده اقلیمی نظیر دما - بارش و آن هم در مقیاس سالانه است. اما در بسیاری موارد می توان تکنیک های معرفی شده را در باره بسیاری متغیرهای اقلیمی و برای مقیاس های ماهانه، روزانه و... نیز به کار برد.

این مجموعه حاصل حدود پانزده سال تحقیق و تدریس آماری - اقلیمی نگارنده است. با این وصف آن را عاری از خطا نمی دانم. بسیاری از خطا ها به وسیله همکارانم برطرف شد. بدین وسیله مراتب سپاس خود را از ایشان اعلام می دارم. به عنوان مثال ویرایش علمی بسیار موثر و نافذ این اثر به وسیله دوست و سرور عزیزم، جناب آقای پروفسور سید ابوالفضل مسعودیان انجام گرفت. بخش بزرگی از محتوای علمی این اثر وامدار نظرات، پیشنهادات و اصلاحات این بزرگوار است. ویرایش ادبی این اثر توسط استاد گرانسنگ

جناب آقای دکتر امیر مؤمنی صورت گرفت. بدیهی است اگر نگاه نافذ ایشان نبود، قلم قاصر این حقیر برای بیان مطلب کارآمد نمی بود. با این وصف این اثر را عاری از نقص نمی دانم. بدیهی است که تمامی مسئولیت این نقایص متوجه این جانب است. از تمامی خوانندگان تقاضا دارد که نقایص را به این جانب اعلام و مرا از نظرات، پیشنهادات و انتقادات سازنده خود بهره مند سازند.

در نهایت از همسر صبور و مهربانم که با مدیریت با کفایت، شرایط تحقیق و تألیف این کتاب را برایم مهیا کرده است، کمال سپاس و تشکر را دارم. از فرزندانم علی و رضا به خاطر درک بسیار قوی از شرایط کاری من و نیز همراهی در تألیف کتاب مراتب سپاس را ابراز می دارم. از جناب آقای مرتضی عساکره به خاطر قبول و انجام کار پرمشقت تایپ کتاب، بسیار سپاسگزارم. این کتاب را به دخترم "سهی" تقدیم می کنم باشد که بتوانم لحظاتی از کوتاهی هایم در همراهی با او را جبران کنم.

دکتر حسین عساکره - تابستان ۱۳۹۰
asakereh@znu.ac.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	۷
فهرست	۱۱-۲۷
فصل اول: مفاهیم و تعاریف	۲۹
۱-۱- آمار	۲۹
۲-۱- تقسیمات دانش آمار	۲۹
الف) آمار توصیفی و آمار استنباطی (تحلیلی)	۳۰
ب) آمار پارامتری و ناپارامتری	۳۱
ج) آمار یک متغیره و چند متغیره	۳۲
۳-۱- اقلیم	۳۳
۴-۱- اقلیم شناسی آماری	۳۴
۵-۱- داده ها، اطلاعات و متغیرهای اقلیمی	۳۷
۱-۵-۱- انواع متغیرهای اقلیمی	۴۰
۲-۵-۱- حالات متغیرهای اقلیمی	۴۱
۳-۵-۱- ساختار داده ها و متغیرها	۴۵
۴-۵-۱- منابع اطلاعات و داده های اقلیمی	۴۵
۵-۵-۱- نمایش مشاهدات و متغیرهای اقلیمی	۴۶
الف) جدول ها	۴۶
ب) نمودارها	۴۹
ج) نقشه ها	۵۰
د) توابع، روابط و فرمول ها	۵۱
۶-۱- داده آمایی	۵۱
۷-۱- نرم افزارهای آماری	۵۲

۵۳	۸-۱- مراحل تحلیل آماری.....
۵۳	۹-۱- علامت ها و قراردادهای.....
۵۳	۱-۹-۱- علامت جمع برای متغیرهای گسسته.....
۵۵	۲-۹-۱- مجموع مجذورات، مربع مجموع و انحرافات.....
۵۶	۳-۹-۱- علامت جمع برای متغیرهای پیوسته.....
۵۶	۴-۹-۱- علامت ضرب.....
۵۶	۵-۹-۱- نماد علمی.....
۵۶	۶-۹-۱- گرد کردن اعداد.....

فصل دوم: سازماندهی و توزیع فراوانی مشاهدات..... ۵۹

۵۹	۱-۲- جدول توزیع فراوانی.....
۵۹	الف) جدول توزیع های کیفی.....
۶۳	ب) جدول توزیع های کمی.....
۶۸	ج- جدول توزیع های توأم.....
۷۱	۲-۲- نمایش ترسیمی توزیع های فراوانی.....
۷۱	الف) نمودار توزیع فراوانی کیفی.....
۷۲	ب) نمودار توزیع فراوانی کمی.....
۷۲	۱- بافتنگار.....
۷۶	۲- چند بر.....
۷۶	۳- اجایو.....
۷۷	ج) نمودارهای غیر رسمی.....
۷۷	۱- نمودار شاخه و برگ.....
۷۹	۲- نمودار نقطه ای.....

فصل سوم: مشخصات عمومی مشاهدات..... ۸۱

۸۱	۱-۳- فراسنج های مرکزی.....
۸۲	۱-۱-۳- میانگین.....
۸۲	الف) میانگین حسابی.....
۸۸	ب) میانگین پیراسته.....
۹۱	ج) میانگین هندسی.....
۹۲	د) میانگین هارمونیک (همساز).....
۹۵	۲-۱-۳- میانه.....
۹۷	۳-۱-۳- نما(مد).....
۹۸	مقایسه انواع نمایه های مرکزی.....
۱۰۱	۲-۳- تغییر پذیری (نمایه های پراکندگی).....
۱۰۲	۱-۲-۳- نمایه های مطلق تغییر پذیری.....

۱۰۲	الف) دامنه تغییرات.....
۱۰۳	ب) میانگین قدر مطلق انحراف از میانگین.....
۱۰۶	ج) (پراش) (واریانس).....
۱۰۹	- پراش و تصحیح شپارد.....
۱۱۰	د) انحراف معیار.....
۱۱۱	هـ) میانگین قدر مطلق تغییر پذیری دنباله ای.....
۱۱۲	۳-۲-۲- نمایه های نسبی تغییر پذیری.....
۱۱۴	نمایش ترسیمی مشخصات مرکزی - پراکندگی.....
۱۱۶	۳-۳- آستانه ها.....
۱۱۶	۳-۳-۱- چندک.....
۱۱۶	الف) چارک ها.....
۱۱۹	ب) دامنه چارکی.....
۱۲۰	ج) دهک ها و صدک ها.....
۱۲۱	۳-۳-۲- نمایش ترسیمی چندک ها.....
۱۲۱	الف) نمودار اجابو.....
۱۲۲	ب) نمودار جعبه ای.....
۱۲۴	۳-۳-۲- رتبه چندکی.....
۱۲۵	۳-۴- گشتاورها.....
۱۲۷	۳-۵-۵- معیارهای شکل توزیع داده ها.....
۱۲۷	۳-۵-۱- چولگی.....
۱۳۲	۳-۵-۲- کشیدگی (افراستگی).....
۱۳۴	۳-۶-۲- برخی آماره های مشاهدات برداری.....
۱۳۵	۳-۶-۱- بافتنگار مشاهدات برداری.....
۱۳۸	۳-۶-۲- ویژگی های توصیفی مشاهدات برداری.....
۱۳۹	۳-۶-۳- پایستگی جهت وزش باد.....

فصل چهارم: تبدیل، تغییر مقیاس و موقعیت داده ها..... ۱۴۱

۱۴۳	۴-۱- تبدیل های خطی.....
۱۴۳	۴-۱-۱- تفاضل گیری.....
۱۴۵	۴-۱-۲- نمره های معیار.....
۱۵۰	۴-۲- تبدیل های غیرخطی.....
۱۵۷	۴-۳- تبدیل به صفر و یک.....

فصل پنجم: روابط، شباهت ها و تفاوت ها..... ۱۵۹

۱۶۰	۵-۱- روابط (همبستگی).....
۱۶۲	۵-۱-۱- همبستگی متغیرهای اسمی (کیفی - طبقه ای).....

۱۶۲	۵-۱-۱-۱-۱-آماره کی دو
۱۶۷	۵-۱-۱-۲-ضریب کاپا
۱۶۸	۵-۱-۱-۳-ضریب همبستگی کرامر
۱۶۹	۵-۱-۱-۴-ضریب توافق
۱۶۹	۵-۱-۱-۵-ضریب همبستگی لاندا
۱۷۰	۵-۱-۱-۶-ضریب تاو گودمن و کروسکال
۱۷۱	۵-۱-۱-۷-ضرایب همبستگی خانواده گاما
۱۷۲	۱-ضریب همبستگی گاما (یولز کیو)
۱۷۲	۲-ضریب همبستگی طبقه ای کندال
۱۷۳	الف)ضریب b
۱۷۳	ب)ضریب c
۱۷۳	۳-ضریب همبستگی سامرز
۱۷۴	۵-۱-۱-۸-ضریب معذور اتا
۱۷۵	۵-۱-۱-۹-ضریب فای
۱۷۷	۵-۱-۲-همبستگی متغیرهای رتبه ای
۱۷۸	۵-۱-۲-۱-همبستگی رتبه ای اسپرمن
۱۷۹	۵-۱-۲-۲-همبستگی رتبه ای مان - کندال
۱۸۱	۵-۱-۲-۳-همبستگی متغیرهای نسبی
۱۸۱	۵-۱-۲-۱-روش های ترسیمی
۱۸۵	۵-۱-۲-۲-روش های کمی
۱۸۵	۵-۱-۲-۳-۱-هم پراش (کوواریانس)
۱۸۶	ماتریس پراش - هم پراش
۱۸۷	۵-۱-۲-۳-۲-ضریب همبستگی پیرسون
۱۸۷	الف) همبستگی خطی
۱۹۰	ضریب تعیین
۱۹۱	ماتریس همبستگی
۱۹۲	ب) همبستگی غیر خطی
۱۹۳	ج) همبستگی جزئی (تفکیکی)
۱۹۵	د) همبستگی نیمه جزئی (نیمه تفکیکی)
۱۹۷	ه) همبستگی چند متغیره
۱۹۸	۵-۲-اندازه گیری فاصله و شباهت
۲۰۲	۵-۲-۱-نمایه های کمی
۲۰۲	۵-۲-۱-۱-فاصله (اختلاف) صفات کمی
۲۰۲	۵-۲-۱-۱-۱-فاصله اقلیدسی
۲۰۶	۵-۲-۱-۱-۲-ضریب تفاوت شکل
۲۰۷	۵-۲-۱-۱-۳-فاصله مینسکاوسکی(توانی)

۲۰۷	۴-۱-۱-۲-۵- فاصله جیبی چف
۲۰۹	۵-۱-۱-۲-۵- ضریب متریک کانبرا
۲۰۹	۶-۱-۱-۲-۵- ضریب بری- کرتیس
۲۱۰	۲-۱-۲-۵- شباهت صفات کمی
۲۱۰	۱-۱-۲-۵- ضریب کسینوس
۲۱۲	۲-۱-۲-۵- ضریب همبستگی
۲۱۲	۳-۱-۲-۵- ضریب چکانووسکی
۲۱۳	۲-۲-۵- نمایه های دودویی
۲۱۵	۳-۲-۵- نمایه های اسمی (شمارشی)
۲۱۶	۴-۲-۵- نمایه های مختلط

۲۱۷	فصل ششم: رگرسیون (وایازی)
۲۱۸	۱-۶- انواع رگرسیون
۲۱۹	۱-۱-۶- رگرسیون مشاهدات کمی
۲۱۹	۱-۱-۱-۶- رگرسیون خطی ساده
۲۲۲	۱-۱-۱-۱-۶- برازش خط (مؤلفه قطعی)
۲۲۲	۱- روش کم ترین مربعات خطا
۲۲۴	۲-۱-۱-۱-۶- مؤلفه تصادفی (خطا یا مانده های) رگرسیون (باقیمانده ها)
۲۳۰	۲- روش کم ترین قدرمطلق انحراف ها
۲۳۳	۳- روش ناپارامتری
۲۳۵	۲-۱-۱-۶- رگرسیون دو متغیره
۲۳۸	۳-۱-۱-۶- رگرسیون چند متغیره
۲۳۹	۱-۳-۱-۱-۶- برآورد ضرایب رگرسیون چند متغیره به روش کم ترین مربعات خطا
۲۴۱	۴-۱-۱-۱-۶- رگرسیون غیر خطی
۲۴۲	الف) رگرسیون چند جمله ای
۲۴۴	ب) رگرسیون چند جمله ای با اثرات متقابل
۲۴۵	ج) روابط غیر خطی و تبدیل ها
۲۵۱	۵-۱-۱-۱-۶- رگرسیون استاندارد
۲۵۵	گزینش متغیر های مستقل
۲۵۶	۱- دخالت دادن تمامی متغیرهای ممکن
۲۵۶	۲- حذف پس رونده
۲۵۷	۳- روش پیش رونده
۲۵۸	۴- رگرسیون گام به گام
۲۶۰	تحلیل داده های هم خط
۲۶۳	۲-۱-۶- رگرسیون متغیر های مجازی (طبقه ای)

۲۶۷	فصل هفتم: احتمال
۲۶۷	۱-۷- مفاهیم
۲۶۷	۱-۱-۷- پدیده ها و فرایندهای تصادفی
۲۶۸	۲-۱-۷- نظریه احتمال
۲۶۹	۳-۱-۷- رویکردهای احتمال
۲۷۰	۴-۱-۷- مفهوم احتمال
۲۷۲	۲-۷- فضای نمونه
۲۷۲	۱-۲-۷- تعریف
۲۷۲	۲-۲-۷- انواع فضای نمونه
۲۷۳	۳-۲-۷- نمایش داده ها در فضای نمونه
۲۷۳	۳-۷- پیشامد
۲۷۳	۱-۳-۷- تعریف
۲۷۴	۲-۳-۷- انواع پیشامد
۲۷۴	۴-۷- خواص مقدماتی احتمال
۲۷۵	۵-۷- بخت (نسبت وقوع)
۲۷۶	۶-۷- احتمال تجمعی
۲۷۶	۱-۶-۷- تعریف
۲۷۹	۲-۶-۷- روش های محاسبه احتمال تجمعی
۲۸۱	۷-۷- دوره بازگشت
۲۸۳	۸-۷- احتمال خطر
۲۸۶	۹-۷- محتمل ترین پیشامد
۲۸۶	۱۰-۷- جبر پیشامدها
۲۸۶	۱-۱۰-۷- اجتماع (جمع) و اشتراک (ضرب) پیشامدها
۲۸۸	۲-۱۰-۷- تفاضل دو پیشامد
۲۸۹	۱۱-۷- احتمال شرطی - توأم
۲۹۵	۱۲-۷- قضیه بیز (احتمالات پیشین و پسین)
۲۹۷	۱۳-۷- قواعد شمارش

۳۰۱	فصل هشتم: متغیر تصادفی و توزیع احتمال
۳۰۱	۱-۸- تعاریف
۳۰۱	۱-۱-۸- متغیر تصادفی و انواع آن
۳۰۲	۲-۱-۸- توزیع و تابع توزیع تجربی
۳۰۲	۳-۱-۸- توزیع نظری
۳۰۳	۲-۸- توزیع و تابع چگالی احتمال متغیرهای تصادفی گسسته
۳۰۳	۱-۲-۸- تابع چگالی احتمال
۳۰۴	۲-۲-۸- تابع توزیع احتمال (تابع احتمال تجمعی)

۳۰۵	۸-۲-۳- تابع احتمال توأم (حاشیه ای).....
۳۰۹	۸-۲-۴- نمایش تابع چگالی و تابع توزیع احتمال
۳۱۱	۸-۲-۵- مشخصات آماری توزیع های احتمال تجربی
۳۱۱	الف) امید ریاضی.....
۳۱۴	ب) پراش متغیر تصادفی
۳۱۵	ج) هم پراش
۳۱۶	۸-۳-۳- توزیع (مدل) های گسسته ویژه.....
۳۱۶	۸-۳-۱- توزیع احتمال یکنواخت گسسته.....
۳۱۸	۸-۳-۲- متغیرهای تصادفی برنولی و توزیع دوجمله ای.....
۳۲۵	۸-۳-۳- توزیع دو جمله ای منفی.....
۳۲۹	۸-۳-۴- توزیع هندسی
۳۳۱	۸-۳-۵- توزیع چند جمله ای.....
۳۳۲	۸-۳-۶- توزیع فوق هندسی.....
۳۳۴	۸-۳-۷- توزیع پواسون
۳۳۸	۸-۴-۴- توابع احتمال پیوسته
۳۳۸	۸-۴-۱- تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی پیوسته.....
۳۴۳	۸-۴-۲- تابع توزیع (تابع احتمال تجمعی) متغیر تصادفی پیوسته.....
۳۴۳	۸-۴-۳- توزیع های احتمال توأم.....
۳۴۴	۸-۴-۴- مشخصات آماری توزیع های پیوسته
۳۴۴	الف) امید ریاضی متغیر تصادفی پیوسته.....
۳۴۴	ب) پراش متغیر تصادفی پیوسته
۳۴۴	۸-۴-۵- مراحل برآزش توزیع احتمال پیوسته بر مشاهدات
۳۴۷	۸-۵-۵- توزیع های پیوسته ویژه.....
۳۴۷	۸-۵-۱- توزیع یکنواخت
۳۵۰	۸-۵-۲- خانواده توزیع نرمال (بهنجار).....
۳۵۰	الف) توزیع نرمال (بهنجار).....
۳۵۵	ب) توزیع نرمال استاندارد.....
۳۶۰	ج) تقریب توزیع دو جمله ای بوسیله توزیع نرمال
۳۶۱	د) تقریب توزیع پواسون بوسیله توزیع نرمال
۳۶۱	هـ) توزیع لوگ نرمال دو فراسنجی
۳۶۲	و) توزیع لوگ نرمال سه فراسنجی
۳۶۲	۸-۵-۳- خانواده توزیع گاما.....
۳۶۴	الف) توزیع گامای دو فراسنجی
۳۷۱	ب) توزیع نمایی.....
۳۷۴	ج) توزیع مربع کای (خی دو).....
۳۷۵	د) توزیع پیرسون تیپ ۳.....

۳۷۷	۴-۵-۸- توزیع های فرین
۳۷۹	الف) توزیع فرین تعمیم یافته
۳۸۶	ب) توزیع پارتو
۳۸۷	۴-۵-۸- توزیع بتا

فصل نهم: آمار استنباطی..... ۳۹۱

۳۹۱	۱-۹- قوانین، قضایا و اصطلاحات
۳۹۱	۱-۱-۹- برآورد
۳۹۲	۱-۱-۹- توزیع نمونه گیری
۳۹۳	۱-۱-۹- قضیه حد مرکزی
۳۹۴	۱-۱-۹- خطای معیار
۳۹۵	۱-۱-۹- آماره آزمون
۳۹۵	۲-۹- آزمون فرض و مراحل آن
۴۰۳	۳-۹- آزمون میانگین
۴۰۳	۱-۳-۹- آزمون / یک نمونه ای و آزمون ناپارامتری متناظر
۴۱۲	۲-۳-۹- آزمون تفاضل میانگین های مستقل
۴۲۳	۳-۳-۹- آزمون تفاضل میانگین نمونه های جفتی
۴۲۷	۴-۳-۹- آزمون تفاضل میانگین های خودهمبسته
۴۲۸	۴-۹- آزمون پراش
۴۲۸	۱-۴-۹- پراش نظام دار و پراش خطا
۴۳۳	۲-۴-۹- آزمون فرض پراش
۴۳۳	۳-۴-۹- آزمون برابری پراش
۴۳۶	۵-۹- برآورد فاصله ای (فاصله اطمینان)
۴۴۱	۱-۵-۹- فاصله اطمینان مشاهدات نرمال
۴۴۱	۱-۱-۵-۹- برآورد فاصله ای میانگین
۴۴۲	۲-۱-۵-۹- برآورد فاصله ای چارک ها
۴۴۳	۳-۱-۵-۹- برآورد فاصله ای پراش
۴۴۴	۴-۱-۵-۹- برآورد فاصله ای نمایه های شکل توزیع
۴۴۵	۲-۵-۹- فاصله اطمینان مشاهدات غیر نرمال
۴۴۶	۱-۲-۵-۹- برآورد فاصله ای فراسنج های توزیع دو جمله ای
۴۴۷	۲-۲-۵-۹- برآورد فاصله ای فراسنج های توزیع نمایی
۴۴۸	۶-۹- آزمون ضرایب همبستگی
۴۴۸	۱-۶-۹- آزمون استقلال
۴۵۱	۲-۶-۹- آزمون ضریب همبستگی پیرسون
۴۵۲	۳-۶-۹- آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن
۴۵۳	۴-۶-۹- آزمون ضریب همبستگی مان - کندیال

۴۵۴	۷-۹- تحلیل رگرسیون
۴۵۴	۷-۹-۱ رگرسیون یک متغیره
۴۵۴	الف) آزمون معنی داری ضرایب
۴۵۵	ب) تحلیل پراش
۴۵۸	ج) آزمون مانده های رگرسیون
۴۵۹	۱- روش های ترسیمی
۴۵۹	۲- روش های تحلیلی
۴۵۹	- تحلیل خودهمبستگی
۴۶۲	- آزمون دوربین - واتسون
۴۶۳	- آزمون نقاط عطف
۴۶۳	- آزمون علامت
۴۷۵	۷-۹-۲ رگرسیون چند متغیره
۴۷۸	۷-۹-۳ آزمون فرض برای رگرسیون ناپارامتری
۴۸۰	۹-۸- آزمون نیکوئی براش
۴۸۰	۹-۸-۱ روش های ترسیمی
۴۸۰	۹-۸-۱-۱ نمودار یافتنگار
۴۸۱	۹-۸-۱-۲ نمودارهای براش احتمال
۴۸۲	الف) کاغذهای احتمال
۴۸۹	ب) نمودار چندک - چندک
۴۹۶	ج) نمودار احتمال نرمال
۴۹۷	د) نمودار احتمال - احتمال
۵۰۱	۹-۸-۲ روش های کمی
۵۰۱	۹-۸-۲-۱ آزمون خی دو
۵۰۱	۹-۸-۲-۲ آزمون کلموگروف- اسمیرنوف
۵۱۷	فهرست منابع و مآخذ
۵۲۵	پیوست ۱: جدول های آماری
۵۴۱	پیوست ۲: کاغذهای احتمالاتی

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱: افراد، مشاهدات و متغیرها در مجموعه داده های اقلیمی.....	۳۹
جدول ۲-۱: برخی مشخصات بارش ایستگاه آبادان طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۵.....	۴۷
جدول ۳-۱: مشخصات مکانی، دما، بارش و نم نسبی برخی ایستگاه های استان کرمان.....	۴۸
جدول ۴-۱: نحوه تنظیم متغیرها در قالب یک جدول ماتریسی.....	۴۹
جدول ۵-۱: برخی نرم افزارهای آماری رایج.....	۵۲
جدول ۱-۲: جدول توزیع فراوانی نوع بارش در آبادان.....	۶۰
جدول ۲-۲: ملاک های تعیین تعداد طبقات توزیع فراوانی.....	۶۴
جدول ۳-۲: جدول توزیع فراوانی بارش در آبادان.....	۶۵
جدول ۴-۲: جدول توزیع توأم دما - بارش یک ایستگاه فرضی.....	۶۸
جدول ۵-۲: جدول دما - بارش ایستگاه زابل طی دوره آماری ۱۹۶۳-۲۰۰۳.....	۷۰
جدول ۶-۲: جدول توزیع توأم دما - بارش ایستگاه زابل برای دوره ۱۹۶۳-۲۰۰۳.....	۷۱
جدول ۱-۳: جدول توزیع فراوانی بارش در آبادان.....	۸۴
جدول ۲-۳: مشخصات دمای ماه مهر و انحرافات آن در ایستگاه بوزی شادگان طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۴۹.....	۸۷
جدول ۳-۳: سری زمانی و رتبه بارش های سالانه بوشهر.....	۹۰
جدول ۴-۳: متوسط دمای روز اول ژانویه و تغییرات سال به سال آن در ایستگاه اراک طی دوره ۱۹۶۱-۲۰۰۵.....	۹۳
جدول ۵-۳: فراوانی بارش هایی با شدت مختلف (میلی متر در ساعت) در یک نقطه فرضی.....	۹۴
جدول ۶-۳: طبقات سرعت باد و فراوانی آن ها در ایستگاه اهواز طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۷.....	۹۵
جدول ۷-۳: توزیع ماهانه دما در دو ایستگاه بندر انزلی و بیرجند طی دوره آماری ۱۹۵۵-۲۰۰۵.....	۱۰۱
جدول ۸-۳: میانگین سالانه و قدر مطلق انحراف از میانگین سالانه دما در دو ایستگاه بندر انزلی و اصفهان.....	۱۰۴
جدول ۹-۳: توزیع ماهانه دما در دو ایستگاه بندر انزلی و بیرجند طی دوره آماری ۱۹۵۵-۲۰۰۵.....	۱۰۵
جدول ۱۰-۳: برآورد میانگین قدر مطلق انحراف از میانگین بارش در آبادان.....	۱۰۵

جدول ۱۱-۳: میانگین سالانه و قدر مطلق انحراف از میانگین سالانه دما در بندر انزلی.....	۱۰۸
جدول ۱۲-۳: میانگین دمای ایستگاه یزد و قدر مطلق انحرافات از میانه طی دوره آماری ۱۹۷۴-۲۰۰۵.....	۱۱۲
جدول ۱۳-۳: میانگین دما و محاسبات لازم برای برآورد میانگین قدر مطلق تغییر پذیری در ایستگاه تکاب طی دوره آماری ۱۹۷۴-۲۰۰۵.....	۱۱۳
جدول ۱۴-۳: میانگین سالانه دمای ایستگاه میناب طی دوره ۱۹۸۵-۲۰۰۵.....	۱۱۴
جدول ۱۵-۳: برخی مشخصات بارش ایستگاه آبادان طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۵.....	۱۱۸
جدول ۱۶-۳: درجه بندی چندک ها.....	۱۲۲
جدول ۱۷-۳: دما و انحرافات از میانگین با توان های مختلف برای ماه دسامبر در ایستگاه کرمانشاه.....	۱۲۸
جدول ۱۸-۳: چولگی دمای ماه دسامبر ایستگاه کرمانشاه بر اساس روش های مختلف.....	۱۳۱
جدول ۱۹-۳: برخی آماره ها برای دما ایستگاه کرمانشاه در ماه های دسامبر و جولای.....	۱۳۲
جدول ۲۰-۳: سرعت و جهت وزش باد در ایستگاه اهواز طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۷.....	۱۳۵
جدول ۲۱-۳: فراوانی نسبی سرعت و جهت وزش باد در ایستگاه اهواز طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۷.....	۱۳۷
جدول ۲۲-۳: جهت وزش باد و مؤلفه های مداری - نصف النهاری آن برای یک ایستگاه فرضی.....	۱۳۸
جدول ۲۳-۳: جهت و فراوانی سالانه وزش باد در ایستگاه اهواز طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۷.....	۱۳۹
جدول ۱-۴: بارش ماه فوریه با روند خطی (ایستگاه ارومیه)، سهمی (ایستگاه گرگان) و تفاضل مرتبه اول و دوم آن ها.....	۱۴۶
جدول ۲-۴: انواع تبدیل مشاهدات به نمره های معیار.....	۱۴۷
جدول ۳-۴: انواع تبدیل مشاهدات بارش ماه مارس در ایستگاه یاسوج بر پایه روش های جدول ۲-۴.....	۱۴۹
جدول ۴-۴: برخی مقادیر $\bar{L}$ و تبدیل های مربوط برای رابطه ۴-۵.....	۱۵۲
جدول ۵-۴: برخی تبدیلات بارش ماه دسامبر در زنجان برای مقادیر $\bar{L}$ و تبدیل های مختلف.....	۱۵۳
جدول ۶-۴: برخی تبدیلات باکس - کاکس بر بارش ماه دسامبر در زنجان.....	۱۵۵
جدول ۱-۵: ضرایب همبستگی و مفاهیم توصیفی آن ها.....	۱۶۱
جدول ۲-۵: وضعیت دما- بارش ایستگاه آبادان براساس روش های چارکی طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۵.....	۱۶۳
جدول ۳-۵: توزیع فراوانی وضعیت های بارشی- دمایی برای ایستگاه آبادان طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۵.....	۱۶۴
جدول ۴-۵: توزیع فراوانی وضعیت های چارکی بارش- دما برای ایستگاه آبادان.....	۱۶۷
جدول ۵-۵: مقادیر بارش سالانه و طبقات دوگانه دمایی.....	۱۷۵
جدول ۶-۵: نحوه ارائه توزیع فراوانی وضعیت های دو ارزشی دو متغیر برای تعیین ضریب همبستگی.....	۱۷۶
جدول ۷-۵: فراوانی وضعیت های دو ارزشی بارش- دما برای ایستگاه آبادان.....	۱۷۷
جدول ۸-۵: توزیع فراوانی وضعیت های دو ارزشی بارش- دمای ایستگاه آبادان.....	۱۷۷
جدول ۹-۵: رتبه های دما - بارش و مجذور تفاضل آن ها برای ایستگاه آبادان.....	۱۷۸
جدول ۱۰-۵: نحوه تنظیم رتبه ها جهت محاسبه همبستگی مان - کندال برای دو متغیر فرضی دما - بارش.....	۱۸۰
جدول ۱۱-۵: رطوبت نسبی و بارش ایستگاه خلخال در ماه مارس.....	۱۸۲
جدول ۱۲-۵: مقادیر لازم برای محاسبه هم پراش ارتفاع - دما در استان کرمان.....	۱۸۶
جدول ۱۳-۵: ماتریس پراش - هم پراش مشخصات مکانی و دما - بارش در استان کرمان.....	۱۸۷
جدول ۱۴-۵: مقادیر لازم برای محاسبه ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون ارتفاع - دما در استان کرمان.....	۱۸۹
جدول ۱۵-۵: ماتریس همبستگی مشخصات مکانی و دما - بارش در استان کرمان.....	۱۹۲
جدول ۱۶-۵: میانگین سالانه دما - بارش و رطوبت برای سه ایستگاه بندرعباس، تبریز و زنجان.....	۱۹۲

جدول ۵-۱۷: فاصله اقلیدسی ایستگاه های استان کرمان برحسب متغیر بارش.....	۲۰۳
جدول ۵-۱۸: فاصله اقلیدسی ایستگاه های استان کرمان برحسب مشخصات دما- بارش جدول ۱-۳.....	۲۰۵
جدول ۵-۱۹: فاصله مینسکاووسکی ایستگاه های استان کرمان براساس مشخصات دما- بارش جدول ۱-۳.....	۲۰۸
جدول ۵-۲۰: فاصله جیبی چف ایستگاه های استان کرمان براساس مشخصات دما- بارش جدول ۱-۳.....	۲۰۸
جدول ۵-۲۱: ضریب کسینوسی ایستگاه های استان کرمان براساس مشخصات دما- بارش جدول ۱-۳.....	۲۱۱
جدول ۵-۲۲: نحوه کددهی دودویی و تشکیل جدول آن برای اندازه گیری شباهت - اختلاف.....	۲۱۳
جدول ۵-۲۳: روش های مختلف اندازه گیری شباهت - اختلاف در متغیرهای دودویی.....	۲۱۴
جدول ۶-۱: مشخصات ارتفاع - دما برای برخی ایستگاه های استان کرمان برای محاسبه خط رگرسیون.....	۲۲۷
جدول ۶-۲: پراش برخی آماره های مربوط به معادله خط رگرسیون به روش کم ترین مربعات خطا.....	۲۳۰
جدول ۶-۳: مراحل محاسباتی شیب خط مناسب از روش کم ترین قدر مطلق انحرافات.....	۲۳۱
جدول ۶-۴: شیب خط ناپارامتری بین دمای هر زوج ایستگاه استان کرمان.....	۲۳۴
جدول ۶-۵: عرض از مبدأ خط ناپارامتری بین هر زوج ایستگاه استان کرمان.....	۲۳۵
جدول ۶-۶: محاسبات لازم برای برآورد ضرایب رگرسیون دو متغیره دما - عرض جغرافیایی و ارتفاع استان کرمان.....	۲۳۷
جدول ۶-۷: مشخصات مکانی و دمای ایستگاه های استان کرمان.....	۲۴۰
جدول ۶-۸: تابع های رگرسیونی غیر خطی و تابع های خطی متناظر با آن.....	۲۴۸
جدول ۶-۹: ماتریس همبستگی دما و متغیرهای مکانی برای استان کرمان.....	۲۵۴
جدول ۶-۱۰: گام نخست راه حل حذف پس رونده برای عوامل اقلیمی مؤثر بر دمای کرمان.....	۲۵۷
جدول ۶-۱۱: مثالی برای نمایش متغیر مستقل و متغیر وابسته دو ارزشی های.....	۲۶۴
جدول ۶-۱۲: داده های مربوط به دو متغیر وابسته از دو گروه.....	۲۶۴
جدول ۶-۱۳: داده های جدول ۶-۱۲ برای مطابقت با مدل رگرسیون چندگانه.....	۲۶۶
جدول ۷-۱: بارش سالانه ایستگاه سمنان و احتمال وقوع آن ها طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۶۴.....	۲۷۱
جدول ۷-۲: بارش سالانه، مقادیر صعودی و احتمال تجمعی آن براساس روش های منتخب طی ۲۰ سال در آبادان.....	۲۷۷
جدول ۷-۳: روش های مختلف محاسبه احتمال تجربی و دوره بازگشت مربوط.....	۲۸۰
جدول ۷-۴: بارش سالانه، مقادیر صعودی، احتمال تجمعی و دوره بازگشت آن طی ۲۰ سال در آبادان.....	۲۸۲
جدول ۷-۵: توزیع زمانی بارش - دما در ایستگاه شهر کرد و طبقات آن ها براساس روش چارک ها.....	۲۹۰
جدول ۷-۶: فراوانی - احتمال سال های سرد - گرم - معتدل و کم بارش - پر بارش - بهنجار برای ایستگاه شهر کرد.....	۲۹۱
جدول ۷-۷: متوسط و طبقات چارکی بارش سالانه و یک سال تاخیر آن در ایستگاه شهر کرد.....	۲۹۳
جدول ۷-۸: فراوانی - احتمال توالی سال های کم بارش - پر بارش - بهنجار برای ایستگاه شهر کرد.....	۲۹۴
جدول ۸-۱: احتمال های تجربی وقوع یخبندان در ماه فروردین برای ایستگاه زنجان طی ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۳ خورشیدی.....	۳۰۲
جدول ۸-۲: تابع توزیع احتمال تجربی روزهای بارش تگرگ در ماه اسفند برای یک ایستگاه فرضی.....	۳۰۵
جدول ۸-۳: تابع چگالی احتمال توأم روزهای یخبندان و روزهای برفی در فصل زمستان یک ایستگاه فرضی.....	۳۰۶
جدول ۸-۴: تابع چگالی احتمال توأم روزهای توأم با بارش سیلابی و طبقات حرارتی در یک ایستگاه فرضی.....	۳۰۷
جدول ۸-۵: متغیر تصادفی شمار روزهای بارانی در دو ایستگاه فرضی.....	۳۰۸
جدول ۸-۶: تابع چگالی احتمال و امید ریاضی بارش برای ۵ ماه در یک ایستگاه فرضی.....	۳۱۲
جدول ۸-۷: توزیع احتمال بارش برف در ۶ روز اول دی ماه یک ایستگاه فرضی و برآوردهای لازم برای محاسبه پراش.....	۳۱۴
جدول ۸-۸: توزیع توأم دو متغیر تصادفی فرضی.....	۳۱۵

- جدول ۸-۹: محاسبه امید ریاضی متغیر فرضی X ۳۱۵
- جدول ۸-۱۰: محاسبه امید ریاضی متغیر فرضی Y ۳۱۵
- جدول ۸-۱۱: بارش روزانه و متغیر دوازدهی مربوط (براساس بارش ۱ میلی متر) در سیزدهم فروردین ایستگاه رشت ۳۲۰
- جدول ۸-۱۲: تعداد روزهای سیزدهم فروردین توأم با بارش و توزیع دوجمله ای آن ها در ایستگاه رشت ۳۲۱
- جدول ۸-۱۳: بارش سالانه و متغیر دو ارزشی (براساس بارش ۱۰۰ میلی متر) مربوط در ایستگاه زاهدان ۳۲۶
- جدول ۸-۱۴: توزیع احتمال هندسی بارش سیلابی برای ۸ سال پایایی در یک ایستگاه فرضی ۳۲۹
- جدول ۸-۱۵: مقایسه توزیع احتمال دو جمله ای و توزیع احتمال پواسون برای فراسنج های همسان ۳۳۵
- جدول ۸-۱۶: توزیع احتمال دما در یک ایستگاه فرضی با تقریب دو درجه سلسیوس ۳۳۹
- جدول ۸-۱۷: توزیع احتمال دما در یک ایستگاه فرضی با تقریب ۱ درجه ۳۴۰
- جدول ۸-۱۸: عامل فراوانی توزیع نرمال برای دوره های بازگشت منتخب ۳۵۵
- جدول ۸-۱۹: مقادیر تابع گاما به ازای $1 \leq a \leq 1/99$ ۳۶۳
- جدول ۸-۲۰: مشخصات بارش آبادان برای برآورد بارش صد ساله توزیع گاما ۳۷۰
- جدول ۸-۲۱: بیشینه بارش روزانه مرداد ماه یک ایستگاه فرضی طی ۲۰ سال و برآورد فراسنج های توزیع فرین ۳۸۴
- جدول ۹-۱: آماره، آماره آزمون و توزیع نمونه گیری برخی فراسنج ها ۳۹۵
- جدول ۹-۲: نحوه محاسبه آماره Z برای توزیع نرمال استاندارد (Z) ۴۰۱
- جدول ۹-۳: شمار روزهای گرم شهریور ماه در مشهد طی ۱۳۸۳-۱۳۴۰ ۴۱۱
- جدول ۹-۴: متوسط دمای فروردین ماه دو ایستگاه تبخیر سنجی آبادان و بندر ماهشهر طی ۱۳۸۷-۱۳۷۰ ۴۱۶
- جدول ۹-۵: دماهای یخبندان طی وقوع باد شدید و باد ضعیف در ایستگاه اصفهان طی ماه های فروردین ۴۱۸
- جدول ۹-۶: رتبه های ۳۴ یخبندان در شرایط وزش باد ضعیف و قوی در ایستگاه اصفهان طی ماه های فروردین ۴۱۹
- جدول ۹-۷: متوسط بارش سه ایستگاه فرضی ۴۲۱
- جدول ۹-۸: رتبه های متوسط بارش سه ایستگاه فرضی جدول ۹-۷ ۴۲۱
- جدول ۹-۹: تعداد روزهای یخبندان سه ایستگاه فرضی و رتبه های آن ها ۴۲۲
- جدول ۹-۱۰: میانگین دمای روزانه آبان ماه ۱۳۸۳ در دو ایستگاه آبادان و اهواز ۴۲۴
- جدول ۹-۱۱: برآورد پراش بین گروه ها برای سه ایستگاه فرضی ۴۲۹
- جدول ۹-۱۲: برآورد پراش نظامدار و پراش خطا برای دمای دو ایستگاه فرضی ۴۲۹
- جدول ۹-۱۳: برآورد پراش بین گروه ها برای دو ایستگاه فرضی ۴۳۰
- جدول ۹-۱۴: میانگین دمای سالانه ایستگاه یزد و اصفهان طی دوره آماری ۱۹۷۴-۲۰۰۵ ۴۳۱
- جدول ۹-۱۵: برآورد پراش بین گروه ها برای دو ایستگاه فرضی ۴۳۲
- جدول ۹-۱۶: فاصله اطمینان میانگین برای چند سطح اطمینان نمونه ۴۳۸
- جدول ۹-۱۷: متوسط بیست ساله بارش روزانه خرداد ماه برای یک ایستگاه فرضی با توزیع نمایه ای است ۴۴۷
- جدول ۹-۱۸: جدول توافقی توزیع سال های سرد و گرم در دو ایستگاه A و B ۴۴۹
- جدول ۹-۱۹: طبقه بندی دمای فروردین ماه دو ایستگاه تبخیر سنجی آبادان و بندر ماهشهر نسبت به میانگین ۴۵۰
- جدول ۹-۲۰: جدول توافقی طبقات دمایی جدول ۹-۱۱ ۴۵۰
- جدول ۹-۲۱: اجزاء تحلیل پراش رگرسیون برای آزمون معنی داری با استفاده از توزیع F ۴۵۶
- جدول ۹-۲۲: محاسبات لازم برای ضریب همبستگی دو متغیر فرضی X و Y ۴۵۷
- جدول ۹-۲۳: جدول تحلیل پراش برای دو متغیر فرضی ارائه شده در جدول ۹-۲۲ ۴۵۸

- جدول ۹-۲۴: جدول تحلیل پراش برای دو متغیر فرضی ارائه شده در جدول ۹-۲۲ با احتساب خطای خالص ۴۵۸
- جدول ۹-۲۵: سری های زمانی ده ساله بارش یک ایستگاه فرضی ۴۶۰
- جدول ۹-۲۶: مشخصات رگرسیون ارتفاع - دما برای برخی شهرهای استان کرمان ۴۶۵
- جدول ۹-۲۷: تحلیل پراش رگرسیون ارتفاع - دما برای برخی شهرهای استان کرمان ۴۶۶
- جدول ۹-۲۸: تعیین نقاط عطف مانده های رگرسیون ارتفاع - دما برای برخی شهرهای استان کرمان ۴۶۷
- جدول ۹-۲۹: مشخصات رگرسیون متوسط دمای فروردین ماه دو ایستگاه تبخیر سنجی آبادان و بندر بندر ماهشهر ۴۶۸
- جدول ۹-۳۰: مقادیر برازش یافته و انحرافات رگرسیون دمای ایستگاه آبادان و ایستگاه بندر ماهشهر ۴۷۰
- جدول ۹-۳۱: تحلیل پراش رگرسیون دمای ایستگاه آبادان و ایستگاه بندر ماهشهر ۴۷۰
- جدول ۹-۳۲: مانده ها و مقادیر مورد نیاز برای آزمون مربوط به رگرسیون دمای ایستگاه آبادان و ایستگاه بندر ماهشهر ۴۷۱
- جدول ۹-۳۳: مانده ها و مقادیر پنج تاخیر آن ها برای محاسبه خودهمبستگی ۴۷۲
- جدول ۹-۳۴: تعیین نقاط عطف مانده های رگرسیون دمای آبادان و دمای بندر ماهشهر طی فروردین ماه ۴۷۴
- جدول ۹-۳۵: تعیین نقاط عطف مانده های رگرسیون دمای آبادان و دمای بندر ماهشهر طی فروردین ماه ۴۷۴
- جدول ۹-۳۶: اجزاء تحلیل پراش رگرسیون چند متغیره برای آزمون معنی داری با استفاده از توزیع F ۴۷۶
- جدول ۹-۳۷: تحلیل پراش رگرسیون دمای کرمان با ارتفاع - عرض جغرافیایی ۴۷۸
- جدول ۹-۳۸: دما-ارتفاع در ایستگاه های منتخب استان کرمان و برخی محاسبات برای معنی داری رگرسیون ناپارامتری ۴۷۹
- جدول ۹-۳۹: توزیع فراوانی توفند (تونادو) ها در ایالت نیویورک امریکا طی سال های ۱۹۵۹ - ۱۹۸۸ ۴۸۱
- جدول ۹-۴۰: مشاهدات مرتب شده دمای فرضی برای برازش توزیع نرمال و استفاده از کاغذ احتمال نرمال ۴۸۳
- جدول ۹-۴۱: مشاهدات مرتب شده بارش بیشینه ایستگاه زنجان برای برازش توزیع گامبل ۴۸۸
- جدول ۹-۴۲: چندک های تجربی مقادیر جدول و چندک های مورد انتظار برای توزیع نرمال استاندارد ۴۹۰
- جدول ۹-۴۳: مقادیر بحرانی برای آزمون نرمال بودن رابطه مقادیر نمودار $Q-Q$ ۴۹۲
- جدول ۹-۴۴: بارش سالانه تبریز و چندک های مورد انتظار برای توزیع نرمال ۴۹۳
- جدول ۹-۴۵: مشاهدات مرتب شده دما برای دو ایستگاه فرضی x و y ۴۹۵
- جدول ۹-۴۶: محاسبه احتمال تجربی مشاهدات جدول ۹-۴۰ و مورد انتظار برای توزیع نرمال ۴۹۷
- جدول ۹-۴۷: بارش ایستگاه آبادان طی دوره آماری ۱۹۵۱ - ۲۰۰۵ و مقادیر لازم برای ترسیم نمودار $P-P$ ۴۹۹
- جدول ۹-۴۸: جدول توزیع فراوانی بارش در آبادان ۵۰۳
- جدول ۹-۴۹: توزیع فراوانی تجربی و مورد انتظار برای بارش در آبادان ۵۰۴
- جدول ۹-۵۰: جدول توزیع فراوانی تجربی و مورد انتظار برای تداوم یخبندان فروردین ماه در زنجان ۵۰۶
- جدول ۹-۵۱: جدول توزیع فراوانی تجربی و مورد انتظار برای تداوم یخبندان فروردین ماه در زنجان ۵۰۶
- جدول ۹-۵۲: جدول توزیع فراوانی تجربی و مورد انتظار برای روزهای گرم در مشهد ۵۰۷
- جدول ۹-۵۳: بارش ماه ژانویه (به اینچ) در ایستگاه ایتاکا ، نیویورک طی دوره ۱۹۸۲ - ۱۹۳۳ ۵۰۹
- جدول ۹-۵۴: آزمون نیکوئی برازش χ^2 بر توزیع های گاما و نرمال بر روی مشاهدات بارش ماه ژانویه در ایستگاه ایتاکا ۵۰۹
- جدول ۹-۵۵: احتمال تجربی، احتمال مورد انتظار نرمال و گاما برای بارش ایستگاه آبادان ۵۱۳
- جدول ۹-۵۶: مشاهدات مرتب شده دما برای دو ایستگاه فرضی x و y ۵۱۵

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۵۰	شکل ۱-۱: نقشه توزیع بارش سالانه استان کرمان
۶۱	شکل ۱-۲: نمودار دایره ای حالات بارش آبادان
۶۲	شکل ۲-۲: نمودار ستونی حالات بارش آبادان
۷۲	شکل ۳-۲: نمودار پارتو بارش آبادان
۷۴	شکل ۴-۲: نمودار بافت نگار بارش آبادان
۷۵	شکل ۵-۲: انواع شکل در توزیع فراوانی
۷۶	شکل ۶-۲: انواع کشیدگی (فراسنج مقیاس) در توزیع فراوانی
۷۷	شکل ۷-۲: نمونه هایی از نمودار شاخه و برگ برای مشاهدات فرضی
۷۸	شکل ۸-۲: نمودار شاخه و برگ نقطه ای برای بارش شهر فرضی
۷۹	شکل ۹-۲: نمودار نقطه ای بارش سالانه آبادان
۸۳	شکل ۱۰-۲: نمودار خطی ساده بارش سالانه آبادان و میانگین آن طی سال های ۱۹۵۱-۲۰۰۵
۹۱	شکل ۲-۳: سری زمانی و بافتنگار بارش سالانه بوشهر در دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۵
۹۶	شکل ۳-۳: نمودار اجایو بارش سالانه آبادان طی سال های ۱۹۵۱-۲۰۰۵ و تعیین میانه برآن
۱۰۰	شکل ۴-۲: توزیع فراوانی دمای روز اول ژانویه در اراک طی دوره ۱۹۶۱-۲۰۰۵
۱۱۵	شکل ۵-۲: خطوط میانگین، فاصله یک، دو و سه انحراف معیار از میانگین برای دمای میناب طی دوره ۱۹۸۵-۲۰۰۵
۱۲۲	شکل ۶-۳: نمودار جعبه ای بارش ۵۵ ساله آبادان
۱۲۴	شکل ۷-۳: نمودار جعبه ای بارش آبادان و اهواز
۱۳۲	شکل ۸-۳: توزیع فراوانی دمای کرمانشاه برای ماه دسامبر (الف) و جولای (ب) طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۵
۱۳۴	شکل ۹-۳: نمایش ترسیمی جهت باد و مولفه های مداری- نصف النهاری آن
۱۳۶	شکل ۱۰-۳: بافتنگار مشاهدات فرضی باد در (جدول ۱۰-۳)
۱۳۷	شکل ۱۱-۳: گلباد ایستگاه اهواز برای دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۰۷
۱۴۲	شکل ۱-۴: نمایش ترسیمی تبدیل موقعیت و مقیاس برای مشاهدات فرضی
۱۴۴	شکل ۲-۴: مشاهدات بارش با روند خطی، سهمی و تفاضل های مرتبه اول و دوم برآن ها

- شکل ۴-۳: نمونه ای از مشاهدات نایستای در پراش (کلف های خورشیدی) ۱۵۱
- شکل ۴-۴: اثر تبدیل باکس - کاکس با $\lambda < 1$ بر مشاهدات چوله به راست ۱۵۴
- شکل ۴-۵: نمودار جعبه ای و بافتنگار انواع تبدیل های جدول ۴-۵ بر بارش ماه دسامبر در زنجان ۱۵۶
- شکل ۵-۱: برخی مشخصات ترسیمی جدول ۳-۵ ۱۶۶
- شکل ۵-۲: پراکنش نگار رطوبت نسبی - بارش ماه مارس در ایستگاه خلخال طی دوره ۱۹۸۷-۲۰۰۵ ۱۸۳
- شکل ۵-۳: پراکنش نگار دما - متغیرهای مکانی استان کرمان بر اساس جدول ۳-۱ ۱۸۴
- شکل ۵-۴: تجسم مفهوم فاصله برای سه ایستگاه بندعباس، تبریز و زنجان براساس یک، دو و سه مشخصه اقلیمی ۲۰۰
- شکل ۵-۵: نمایش فاصله اقلیدسی برای دو مشخصه از دو نقطه ۲۰۴
- شکل ۶-۱: مفهوم شیب خط و عرض از مبدأ در یک معادله رگرسیون ۲۲۰
- شکل ۶-۲: انواع شیب خط ۲۲۱
- شکل ۶-۳: چند نوع پراکندگی نقاط حول خط کم ترین مربعات خطا ۲۲۳
- شکل ۶-۴: مفهومی ترسیمی از خط کم ترین مربعات خطا ۲۲۵
- شکل ۶-۵: خط حاصل از رگرسیون کم ترین مربعات خطا بین دما - ارتفاع برای استان کرمان ۲۲۹
- شکل ۶-۶: خط حاصل از رگرسیون کم ترین قدر مطلق انحرافات بین دما - ارتفاع برای استان کرمان ۲۳۳
- شکل ۶-۷: خط حاصل از رگرسیون ناپارامتری بین دما - ارتفاع برای استان کرمان ۲۳۵
- شکل ۶-۸: موقعیت یک صفحه در رگرسیون دو متغیری ۲۳۶
- شکل ۶-۹: نمونه ای از رابطه سهمی بین متغیر X و Y با ضرایب مختلف ۲۴۲
- شکل ۶-۱۰: روابط غیر خطی ساده ای بین X و Y ۲۴۶
- شکل ۶-۱۱: پراکنش نگار مانده ها برای مشاهدات با ناهمگنی پراکنش ۲۴۶
- شکل ۶-۱۲: برخی مدل های رگرسیون متناظر با مدل های جدول ۸-۶ ۲۵۱
- شکل ۶-۱۳: نمودار تجمعی بارش ایستگاه شیراز طی سه ماه آخر سال ۱۳۸۲ ۲۵۲
- شکل ۷-۱: نمودار تابع تجمعی احتمال بارش برای مشاهدات جدول ۷-۱ ۲۷۸
- شکل ۷-۲: نمودار تابع تجمعی احتمال بارش مشاهدات جدول ۷-۲ براساس چهار روش منتخب ۲۸۱
- شکل ۷-۳: نمودار محاسبه احتمال رویدادی با یک دوره بازگشت واقعی طی دوره بازگشت مورد انتظار ۲۸۴
- شکل ۸-۱: تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی ارائه شده در جدول ۸-۱ ۳۰۹
- شکل ۸-۲: تابع توزیع احتمال متغیر تصادفی ارائه شده در جدول ۸-۲ ۳۱۱
- شکل ۸-۳: تابع توزیع احتمال گسسته یکنواخت متغیر تصادفی با $n=30$ ۳۱۷
- شکل ۸-۴: تابع توزیع احتمال دو جمله ای برای $n=5$ و $p=0.2273$ ۳۲۱
- شکل ۸-۵: تابع توزیع احتمال دو جمله ای برای n و p های مختلف ۳۲۳
- شکل ۸-۶: بافت نگار توزیع دو جمله ای منفی با احتمال 0.3404 برای مقادیر k از ۱ تا ۶ ۳۲۸
- شکل ۸-۷: بافت نگار توزیع پواسون با فراسنج های مختلف ۳۳۵
- شکل ۸-۸: بافت نگار احتمال تجربی جدول های ۸-۱۵، ۸-۱۶ و منحنی پیوسته توزیع احتمال ۳۳۹
- شکل ۸-۹: منحنی توزیع احتمال متغیر تصادفی رابطه ۸-۳۸ ۳۴۲
- شکل ۸-۱۰: منحنی توزیع احتمال توأم متغیرهای تصادفی X و Y ۳۴۳
- شکل ۸-۱۱: تابع چگالی یکنواخت $[c,d]$ ۳۴۸
- شکل ۸-۱۲: نمودار تابع چگالی و تابع توزیع احتمال توزیع نرمال برای مشاهدات فرضی ۳۵۱
- شکل ۸-۱۳: تابع چگالی احتمال نرمال برای یک متغیر تصادفی پیوسته در بازه صفر تا صد با فراسنج های مختلف ۳۵۳
- شکل ۸-۱۴: منحنی تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی استاندارد (Z) با میانگین صفر و انحراف معیار ۱ ۳۵۶
- شکل ۸-۱۵: نمایش ترسیمی حالت های مختلف احتمال در نمودار تابع چگالی احتمال نرمال استاندارد ۳۵۸

- شکل ۸-۱۶: منحنی تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی گاما بر حسب مقادیر مختلف فراسنج شکل (a) ۳۶۴
- شکل ۸-۱۷: گروه های توزیع فراوانی برای دنباله های ضخیم تا باریک ۳۷۸
- شکل ۸-۱۸: توزیع های عمده و گروه ه بندی مربوط به دنباله های آن ها ۳۷۹
- شکل ۸-۱۹: تابع چگالی احتمال ویبول برای چهار مقدار فراسنج شکل (a) ۳۸۱
- شکل ۸-۲۰: دو طرح مختلف در تعریف فرین ها ۳۸۶
- شکل ۸-۲۱: پنج حالت تابع چگالی احتمال بتا ۳۸۸
- شکل ۹-۱: رابطه خطای نوع اول و دوم در سطح ۵ درصد (۰/۰۵) ۳۸۸
- شکل ۹-۲: توزیع نمونه گیری برای t و سطح معنی داری ۵ درصد (۰/۰۵) ۳۹۸
- شکل ۹-۳: توزیع نمونه گیری برای Z و سطح معنی داری ۵ درصد (۰/۰۵) برای آزمون یک (الف و ب) و دو دامنه (ج) ۴۰۵
- شکل ۹-۴: انواع فرض های آماری و سطح زیر منحنی برای برابری پراش جامعه ۴۰۸
- شکل ۹-۵: مقدار بحرانی برای آزمون برابری پراش در توزیع F ۴۳۴
- شکل ۹-۶: نمایش فاصله اطمینان ۹۵٪ و خطای ۵٪ یک فراسنج ۴۳۵
- شکل ۹-۷: نمایش ترسیمی بازه ۹۵٪ اطمینان برای یک میانگین فرضی ۴۳۸
- شکل ۹-۸: توزیع احتمال بارش فروردین ماه یک ایستگاه فرضی در شمال غرب ایران ۴۳۹
- شکل ۹-۹: بازه متقارن برای برآورد فاصله ای میانگین یک جامعه نرمال بر اساس آماره Z نرمال استاندارد ۴۴۰
- شکل ۹-۱۰: توزیع t برای چند درجه آزادی های مختلف ۴۴۱
- شکل ۹-۱۱: سطح معنی داری توزیع احتمال t دو (الف) برای درجه آزادی ۱۰ و سطح معنی داری ۰/۰۵ ۴۴۲
- شکل ۹-۱۲: خود همبستگی سری زمانی جدول ۹-۱۵ و مرز معنی داری ۹۵٪ اطمینان ۴۴۳
- شکل ۹-۱۳: آزمون تصادفی و نرمال بودن هانده های رگرسیون دمای فروردین ماه آبادان و بندر ماهشهر به روش ترسیمی ۴۶۲
- شکل ۹-۱۴: خود همبستگی مانده های رگرسیون دمای فروردین ماه آبادان و بندر ماهشهر ۴۷۳
- شکل ۹-۱۵: بافت نگار تجربی و بافت نگار حاصل از توزیع پواسون برای توفندهای ایالت نیویورک آمریکا ۴۸۱
- شکل ۹-۱۶: کاغذ احتمال نرمال، نقطه گذاری مشاهدات جدول ۹-۲۹ و خط برازنده براین نقاط ۴۸۴
- شکل ۹-۱۷: انواع حالات عدم برازش مشاهدات برای توزیعی نظیر توزیع نرمال ۴۸۵
- شکل ۹-۱۸: ترسیم شیب و عرض از مبدأ خط برای توزیع ویبول دو فراسنجی ۴۸۶
- شکل ۹-۱۹: کاغذ احتمال گامبل، نقطه گذاری مشاهدات جدول ۹-۳۲ و خط برازنده براین نقاط ۴۸۹
- شکل ۹-۲۰: نمودار چندک - چندک مقادیر جدول ۹-۳۰ ۴۹۱
- شکل ۹-۲۱: نمودار Q-Q توزیع نرمال برای بارش سالانه ایستگاه تبریز برای دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۶ ۴۹۴
- شکل ۹-۲۲: نمودار Q-Q توزیع گاما برای بارش سالانه ایستگاه تبریز برای دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۶ ۴۹۴
- شکل ۹-۲۳: نمودار Q-Q دو متغیره برای مشاهدات جدول ۹-۴۵ ۴۹۵
- شکل ۹-۲۴: نمودار احتمال نرمال برای مشاهدات جدول ۹-۳۱ ۴۹۶
- شکل ۹-۲۵: نمودار احتمال نرمال بارش سالانه ایستگاه تبریز ۴۹۷
- شکل ۹-۲۶: نمودار احتمال - احتمال ($P-P$) برای مشاهدات جدول ۹-۳۷ ۴۹۸
- شکل ۹-۲۷: نمودار $P-P$ توزیع نرمال (الف) و توزیع گاما (ب) برای بارش سالانه ایستگاه تبریز طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۰۶ ۵۰۰
- شکل ۹-۲۸: بافتنگار تجربی و مورد انتظار از توزیع نرمال برای بارش سالانه ایستگاه آبادان ۵۰۴
- شکل ۹-۲۹: بافتنگار تجربی و مورد انتظار از توزیع پواسون برای شمار یخبندان های فروردین ماه در زنجان ۵۰۷
- شکل ۹-۳۰: بافتنگار تجربی و مورد انتظار از توزیع یکنواخت برای شمار روزهای گرم در مشهد ۵۰۸
- شکل ۹-۳۱: بافتنگار مشاهدات جدول ۹-۴۴ و مقادیر برازش یافته از دو توزیع گاما و نرمال ۵۱۰
- شکل ۹-۳۲: مقایسه احتمال تجربی بارش آبادان با احتمال تنوری نرمال (الف) و گاما (ب) و نقطه بیشینه تفاضل ۵۱۴