



اقلیم‌شناسی آماری

(رشته جغرافیا)

دکتر مجید جاوری

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشأن خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	نه
فصل اول. تعریف مفاهیم	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
۱-۱ تعریف آمار	۲
۲-۱ آمار و حدود قلمرو آن در اقلیم‌شناسی	۳
۳-۱ مفهوم جامعه	۵
۴-۱ مفهوم نمونه	۶
۵-۱ مفهوم متغیر و انواع آن	۷
۶-۱ مفهوم داده و انواع آن	۹
۷-۱ مفهوم فرضیه آماری	۱۰
۸-۱ مفهوم مقیاس اندازه‌گیری	۱۳
۹-۱ مفهوم منحنی نرمال	۱۵
۱۰-۱ آمار پارامتری و ناپارامتری	۱۶
۱۱-۱ آمار توصیفی و آمار استنباطی	۱۷
۱۲-۱ آمار اکتشافی و آمار تأییدی	۱۸
۱۳-۱ آمار بلوکی و آمار کانونی	۱۹
۱۴-۱ آمار خطی و آمار نقطه‌ای	۲۳
۱۵-۱ آمار استنتاجی و استقرایی	۲۵
۱۶-۱ آمار فضایی	۲۵
۱۷-۱ مفهوم سنجش اقلیمی	۲۷
۱۸-۱ تبدیلات داده‌ها	۳۰
۱۹-۱ مفهوم خطای آماری	۳۱

۳۱	۲۰-۱ جبر ماتریسی
۳۴	۲۱-۱ نقشه‌ی آماری
۳۵	۲۲-۱ مفهوم سری‌های زمانی
۳۶	۲۳-۱ منابع اطلاعاتی اقلیم
۳۶	۲۴-۱ منابع اطلاعاتی ایستگاه‌ها
۳۸	۲۵-۱ سایت‌های اقلیمی
۴۰	۲۶-۱ سایت‌های فارسی
۴۱	۲۷-۱ آدرس سری داده‌ها و نقشه‌های تخصصی هواشناسی سایت نوآ و
۴۲	۲۸-۱ نرم‌افزارهای آماری
۴۴	۲۹-۱ مفهوم توزیع احتمال و انواع آن
۴۵	۳۰-۱ توصیف آماری و فهم اقلیم
۵۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای
۵۱	خودآزمایی تشریحی
۵۳	فصل دوم. همگنی و بازسازی داده‌ها، بررسی فراوانی‌ها و نمایش نمودارها
۵۳	هدف کلی
۵۳	هدف‌های یادگیری
۵۴	۱-۲ همگنی و بازسازی داده‌ها
۵۵	۲-۲ همگنی داده‌ها
۵۵	۱-۲-۲ روش منحنی جرم مضاعف
۵۵	۲-۲-۲ آزمون توالی
۵۶	۳-۲-۲ آزمون خی‌دو
۵۸	۴-۲-۲ آزمون کالماگورف-اسمیرنوف
۵۹	۳-۲ بازسازی داده‌ها
۵۹	۱-۳-۲ روش‌های میان‌یابی
۶۳	۲-۳-۲ روش بازسازی داده به روش کریگینگ
۶۵	۳-۳-۲ روش بازسازی داده به روش کمترین مربعات
۶۷	۴-۲ بررسی فراوانی‌ها
۷۲	۵-۲ نمایش نمودارها
۷۴	۱-۵-۲ نمودار خطی
۷۵	۲-۵-۲ نمودار میله‌ای
۷۶	۳-۵-۲ نمودار هیستوگرام
۷۷	۴-۵-۲ نمودار جعبه‌ای
۷۸	۵-۵-۲ نمودار چند ضلعی
۷۸	۶-۵-۲ نمودار تراکمی
۷۹	۷-۵-۲ نمودار شاخه و برگ
۸۰	۸-۵-۲ نمودارهای توزیع بهنجاری
۸۰	۹-۵-۲ نمودارهای کنترل
۸۱	۱۰-۵-۲ نمودار علت و معلولی

۸۲.....	۲-۵-۱۱ نمودار پارتو.....
۸۲.....	۲-۵-۱۲ نمودار پراکنش.....
۸۳.....	۲-۵-۱۳ نمودار تابع چگالی احتمال.....
۸۴.....	۲-۵-۱۴ نمودار خطوط هم‌ارزش.....
۸۵.....	۲-۵-۱۵ نمودار دایره‌ای.....
۸۵.....	۲-۵-۱۶ نمودار سری زمانی.....
۸۷.....	۲-۵-۱۷ نمودار برداری.....
۸۷.....	۲-۵-۱۸ کلیماتوگرام‌ها.....
۸۷.....	۲-۵-۱۹ نمودار آمپروترمیک.....
۸۸.....	۲-۵-۲۰ نمودار شماتیک.....
۸۹.....	۲-۵-۲۱ نمودار درختی.....
۹۰.....	خودآزمایی تشریحی.....

۹۱.....	فصل سوم. شاخص‌های گرایش به مرکز.....
۹۱.....	هدف کلی.....
۹۱.....	هدف‌های یادگیری.....
۹۱.....	مقدمه.....
۹۲.....	۳-۱ آماره‌های توصیفی و تغییرپذیری آن‌ها.....
۹۳.....	۳-۲ آماره‌های بررسی وضعیت گرایش به مرکز متغیرهای اقلیمی.....
۹۴.....	۳-۳ محاسبه‌ی میانگین حسابی متغیرهای اقلیمی.....
۱۰۵.....	۳-۴ محاسبه‌ی میانگین با متغیرهای طبقه‌بندی شده.....
۱۰۶.....	۳-۵ محاسبه میانگین وزنی متغیرهای اقلیمی.....
۱۰۸.....	۳-۶ محاسبه‌ی میانگین هندسی متغیرهای اقلیمی.....
۱۱۱.....	۳-۷ محاسبه‌ی میانگین همساز یا هارمونیک متغیرهای اقلیمی.....
۱۱۲.....	۳-۸ محاسبه‌ی میانگین متحرک متغیرهای اقلیمی.....
۱۱۳.....	۳-۹ میانگین پیراسته.....
۱۱۴.....	۳-۱۰ محاسبه‌ی میانگین مرکب متغیرهای اقلیمی.....
۱۱۶.....	۳-۱۱ میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی عناصر اقلیمی.....
۱۲۰.....	۳-۱۲ میانگین جهت روند توزیع عناصر اقلیمی.....
۱۲۲.....	۳-۱۳ محاسبه‌ی میانه‌ی متغیرهای اقلیمی.....
۱۲۶.....	۳-۱۴ محاسبه‌ی چارک‌ها در تحلیل متغیرهای اقلیمی.....
۱۲۹.....	۳-۱۵ محاسبه‌ی دهک‌ها و صدک‌ها در تحلیل متغیرهای اقلیمی.....
۱۳۱.....	۳-۱۶ محاسبه‌ی دامنه‌ی میان چارکی سری‌های اقلیمی.....
۱۳۴.....	۳-۱۷ محاسبه‌ی نمای متغیرهای اقلیمی.....
۱۳۵.....	۳-۱۸ محاسبه‌ی نما با داده‌های اقلیمی طبقه‌بندی شده.....
۱۳۸.....	خودآزمایی تشریحی.....
۱۳۹.....	فصل چهارم. بررسی شاخص‌های پراکندگی متغیرهای اقلیمی.....
۱۳۹.....	هدف کلی.....

هدف‌های یادگیری	۱۳۹
مقدمه	۱۳۹
۴-۱ محاسبه‌ی دامنه‌ی تغییرات متغیرهای اقلیمی	۱۴۱
۴-۲ محاسبه‌ی انحراف از میانگین متغیرهای اقلیمی	۱۴۳
۴-۳ محاسبه‌ی واریانس متغیرهای اقلیمی	۱۴۷
۴-۴ محاسبه‌ی انحراف معیار متغیرهای اقلیمی	۱۵۱
۴-۵ محاسبه‌ی نمره‌های معیار متغیرهای اقلیمی	۱۵۹
۴-۶ محاسبه‌ی نمره‌ی استاندارد T در مطالعات اقلیمی	۱۶۲
۴-۷ محاسبه‌ی چولگی یا کجی متغیرهای اقلیمی	۱۶۲
۴-۸ محاسبه‌ی کشیدگی متغیرهای اقلیمی	۱۶۶
۴-۹ محاسبه‌ی ضریب تغییرات متغیرهای اقلیمی	۱۶۹
۴-۱۰ گزاره‌ای بر کاربرد آماره‌های توصیفی در تحلیل‌های اقلیمی	۱۶۹
۴-۱۱ بررسی بهنجاری سری‌های اقلیمی	۱۷۱
۴-۱۲ کنترل آماره‌های توصیفی در تحلیل متغیرهای اقلیمی	۱۷۲
۴-۱۳ کنترل سری اقلیمی با استفاده از میانگین با دامنه‌ی متحرک (I-MR)	۱۷۴
۴-۱۴ کنترل میانگین متحرک متغیرهای اقلیمی	۱۷۴
۴-۱۵ کنترل سری‌های اقلیمی با استفاده از میانگین متحرک وزنی	۱۷۵
۴-۱۶ کنترل جمع تجمعی متغیرهای اقلیمی	۱۷۵
۴-۱۷ کنترل متغیرهای اقلیمی با استفاده از کنترل چند متغیره	۱۷۶
۴-۱۸ تحلیل علی متغیرهای اقلیمی با استفاده از نمودار علت و معلول	۱۷۷
۴-۱۹ استانداردسازی داده‌ها	۱۷۸
خودآزمایی تشریحی	۱۷۹
فصل پنجم. کاربرد همبستگی و رگرسیون در تحلیل‌های اقلیمی	۱۸۱
هدف کلی	۱۸۱
هدف‌های یادگیری	۱۸۱
۵-۱ کاربرد رگرسیون و همبستگی در تحلیل‌های اقلیمی	۱۸۱
۵-۱-۱ تحلیل رگرسیون داده‌های اقلیمی	۱۸۵
۵-۲ تحلیل همبستگی عناصر اقلیمی	۲۰۱
۵-۳ ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن	۲۰۷
منابع و مأخذ	۲۱۱

پیشگفتار

در ادبیات علمی و دینی ما به آمار و مفاهیم آن زیاد اشاره شده است. همچنین در آیات بی شماری از قرآن کریم مفاهیم آماری مشهود است. به طوری که در آیه ی ۳۴ از سوره ی ابراهیم خداوند متعال می فرماید:

وَ آتَاكُم مِّنْ كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ وَ إِن تَعُدُّوا نِعْمَتَ اللَّهِ لَا تُحْصُوهَا إِنَّ الْإِنْسَانَ لَظَلُومٌ كَفَّارٌ

«و از هر چه از او خواستید به شما عطا کرد و اگر نعمت خدا را شمارش کنید نمی توانید آن را به شمار درآورید. قطعاً انسان ستم پیشه ی ناسپاس است»

از دیدگاه اقلیم شناسی آمار ابزاری است که می توان به کمک آن راز و رمز داده ها و متغیرهای جمع آوری شده در یک تحقیق را آشکار کرد. وقتی مسئله و طرح تحقیق فراهم گردید و مطالعه انجام شد، اقلیم شناس به جمع آوری داده ها می پردازد و برای روشن کردن پاسخ سؤال های تحقیق خود به ابزارهای مختلفی رو می آورد که مهم ترین آن آمار است. این ابزار به اقلیم شناس کمک می کند تا آنچه را در مطالعه انجام داده است بسنجد، سپس تجزیه و تحلیل کند و بعد از تحلیل دست به پیش بینی بزند و در نهایت مطالعه ی انجام گرفته را در قالب طرح تحقیقی خود کنترل نماید. براساس این آمار بخشی از فرایند تحقیقی هر اقلیم شناس است. نقش این ابزار را می توان بیشتر هنگام تصمیم گیری و پیش بینی مشاهده کرد. روش های آماری در تحقیقات اقلیمی برای خلاصه کردن، توصیف کردن داده ها، سنجش داده ها، تحلیل داده ها، پیش بینی داده ها و

کنترل داده‌ها مؤثر هستند. آمار در اقلیم‌شناسی جنبه‌ی توصیفی، استنباطی و پیش‌بینی دارد. این کتاب در پنج فصل تنظیم شده‌است. فصل اول به تعریف مفاهیم و فصل دوم به بازسازی داده‌ها، توزیع فراوانی‌ها و نمایش نمودارها در اقلیم‌شناسی، فصل سوم به بررسی آماره‌های توصیفی و تغییرپذیری آنها، فصل چهارم به شاخص‌های پراکندگی متغیرهای اقلیمی و فصل پنجم به کاربرد همبستگی و رگرسیون اشاره می‌کند. لازم به اشاره است که تدوین این کتاب به طریقی انجام گرفته است که بتوان ادامه مطالب را در کتاب روش‌های پیشرفته‌ی آماری در اقلیم‌شناسی دنبال کرد. براساس این مجموع دو کتاب تحلیل جامعی از مفاهیم اقلیم‌شناسی آماری را برای خواننده فراهم می‌کند. همچنین فصل اول طوری نگارش شده‌است که مفاهیم به‌طور مفصل در سایر فصول در دو کتاب ارائه شود. لازم می‌دانم از تمام افرادی که در تدوین و ویرایش این کتاب اینجانب را یاری نموده‌اند، مخصوصاً سرکار خانم فروغ تن‌ساز و مدیریت تدوین و چاپ دانشگاه پیام نور تقدیر و تشکر کنم. در پایان از تمام کسانی که منت گذاشته و کتاب را مورد نقد و بررسی قرار می‌دهند و نکات اصلاحی را به اینجانب ارائه کنند، پیشاپیش تشکر می‌نمایم.

جاوری

عضو هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور

فصل اول

تعریف مفاهیم

هدف کلی

دانشجویان در این فصل ضمن آشنایی با مفاهیم اقلیم‌شناسی آماری با حدود و قلمرو اقلیم‌شناسی آماری و انواع آن آشنا می‌شوند.

هدف‌های یادگیری

- انتظار می‌رود پس از خواندن این فصل بتوانید:
۱. آمار و حدود قلمرو آن را در اقلیم‌شناسی بیان کنید.
 ۲. مفاهیم جامعه و نمونه را شرح دهید.
 ۳. مفهوم متغیر و انواع آن را بیان کنید.
 ۴. مفهوم داده و انواع آن را نام ببرید.
 ۵. مفهوم فرضیه و انواع آن را تجزیه و تحلیل کنید.
 ۶. مفهوم مقیاس و انواع آن را توضیح دهید.
 ۷. مفهوم منحنی نرمال را تجزیه و تحلیل کنید.
 ۸. تفاوت آمار پارامتری و آمار ناپارامتری را با هم مقایسه کنید.
 ۹. آمار توصیفی و استنباطی را شرح دهید.
 ۱۰. آمار اکتشافی و آمار تأییدی را تعریف کنید.
 ۱۱. آمار بلوکی و آمار کانونی را توضیح دهید.
 ۱۲. آمار خطی و نقطه‌ای را شرح دهید.
 ۱۳. آمار استنتاجی و استقرایی را توضیح دهید.

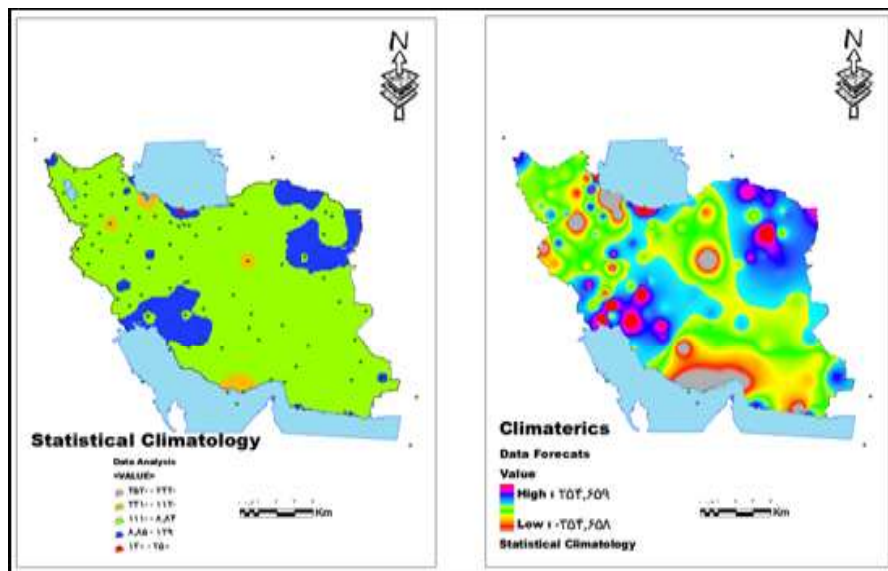
۱۴. آمار فضایی را تجزیه و تحلیل کنید.
۱۵. مفهوم سنجش اقلیمی را استفاده کنید.
۱۶. تبدیل داده‌ها و جبر ماتریسی را توضیح دهید.
۱۷. نقشه آماری را شرح دهید.
۱۸. مفهوم سری زمانی را تعریف کنید.
۱۹. منابع اطلاعاتی اقلیم را بیان کنید.
۲۰. نرم‌افزارهای اقلیمی را نام ببرید.
۲۱. مفهوم توزیع احتمال و انواع آن را شرح دهید.
۲۲. توصیف آمار و فهم اقلیم را توضیح دهید.
۲۳. آمار را از نظر لغوی تعریف کنید.

۱-۱ تعریف آمار

لغت آمار در زبان فارسی معادل واژه‌ی انگلیسی Statistics است که از ریشه‌ی لاتین آن یعنی State به معنا دولت گرفته شده‌است. آمار در لغت به معنا حساب کردن و شمارش کردن است. از نظر روش و محتوا آمار را به جمع‌آوری، نمایش، طبقه‌بندی، پردازش داده‌ها و سپس تحلیل و استخراج برآوردی اطلاعات مورد نیاز تعریف می‌کنند. براساس این آمار به روش‌های جمع‌آوری، خلاصه‌کردن، طبقه‌بندی، تحلیل، پیش‌بینی و استخراج نتایج از داده‌ها اطلاق می‌شود. از نظر اقلیمی کاربرد آمار را می‌توان به جمع‌آوری، طبقه‌بندی، سنجش، تحلیل و پیش‌بینی داده‌ها به‌منظور تصمیم‌گیری اقلیمی در فرایند برنامه‌ریزی به‌منظور مهیا نمودن مکان بهینه برای زندگی در قالب اقلیم تعریف نمود. بنابراین اقلیم‌شناس در کاربرد آمار دو فرایند زیر را مد نظر قرار می‌دهد:

- اقلیم‌شناسی آماری
- اقلیم‌سنجی آماری

اقلیم‌شناسی آماری بر فرایندهای جمع‌آوری، طبقه‌بندی، سنجش و تحلیل داده‌ها و متغیرهای اقلیمی شامل دما، بارش و ... تأکید دارد و اقلیم‌سنجی آماری شامل جمع‌آوری، طبقه‌بندی، سنجش، تحلیل و پیش‌بینی به‌منظور شناسایی مکان بهینه اقلیمی برای زندگی می‌باشد (شکل ۱-۱).

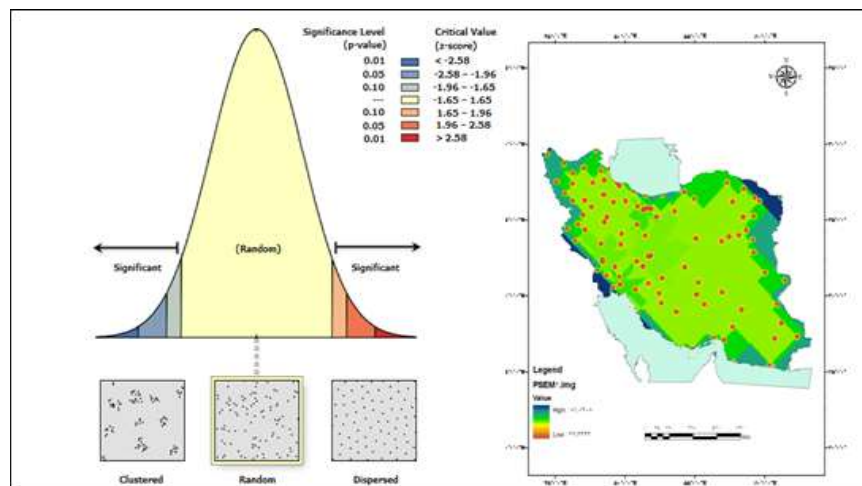


شکل ۱-۱. مقایسه الگوهای اقلیم‌شناسی آماری و اقلیم‌سنجی آماری

۲-۱ آمار و حدود قلمرو آن در اقلیم‌شناسی

اقلیم به عنوان شرایط جوی یک مکان در بلندمدت عناصر متعددی را شامل می‌شود که برای تحلیل آن‌ها به شاخص‌های مختلف آماری نیاز است. شاخص‌های آماری مختلف اهمیت زیادی در مطالعات و تحقیقات اقلیمی دارند. کاربرد شاخص‌های آماری در اقلیم‌شناسی دامنه‌ی وسیعی از موضوعات اقلیمی را در بر می‌گیرد. گستره‌ی وسیع کاربرد اقلیم و شاخص‌های مختلف آن ضرورت بخش زمینه‌های فنون مختلف آماری است. سنجش، طبقه‌بندی، خلاصه‌کردن، تحلیل، تفسیر و کنترل داده‌ها و اطلاعات با استفاده از شاخص‌های آماری مهمی انجام می‌شود که در قالب اقلیم‌شناسی آماری مورد توجه قرار می‌گیرند. در این راستا بررسی توزیع فراوانی‌ها و نمودارهای آماری، تحلیل شاخص‌های گرایش به مرکز و پراکندگی‌ها، بررسی توزیع استاندارد داده‌ها، تحلیل همبستگی داده‌ها، تحلیل رگرسیونی داده‌ها، توزیع احتمال داده‌ها، تحلیل واریانس داده‌ها و عناصر اقلیمی، استنباط داده‌ها و عناصر اقلیمی و کاربرد آزمون‌های جهت سنجش داده‌ها، تحلیل داده‌های چندمتغیره (تحلیل عاملی «اکتشافی و تأییدی»، تحلیل مؤلفه‌های مبنا، تحلیل ممیزی، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل همبستگی کانونی، مقیاس‌بندی چند بعدی و ...)، تحلیل فازی،

تحلیل شبکه عصبی، تحلیل سری‌های زمانی، تحلیل کوواریانس، تحلیل علی، تحلیل آمار فضایی (تحلیل الگوهای نقشه‌ای، تحلیل الگوهای همانندی، تهیه نقشه خوشه‌ها، تحلیل الگوهای توزیع، مدل‌سازی روابط فضایی، تحلیل همسایگی‌ها و روابط فاصله‌ای داده‌ها، تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای، تحلیل خود همبستگی فضایی، تحلیل خوشه‌بندی کم و زیاد، تحلیل خوشه و ناخوشه‌ها، تحلیل لکه‌های داغ و ...)، تحلیل‌های برداری و ... ضرورت دارد و حدود قلمرو مطالعه اقلیم‌شناسی آماری را مشخص می‌کند. برای مثال اگر در یک تحلیل اقلیم آماری بررسی الگوهای مکانی یک عنصر اقلیمی مورد توجه باشد، استفاده از آمار فضایی لازم و ضروری است و با کاربرد شاخص‌های آمار فضایی می‌توان به چگونگی توزیع مکانی، نمود ظاهر آن الگوها و تفسیر آن عنصر اقلیمی پی برد (شکل ۱-۲).

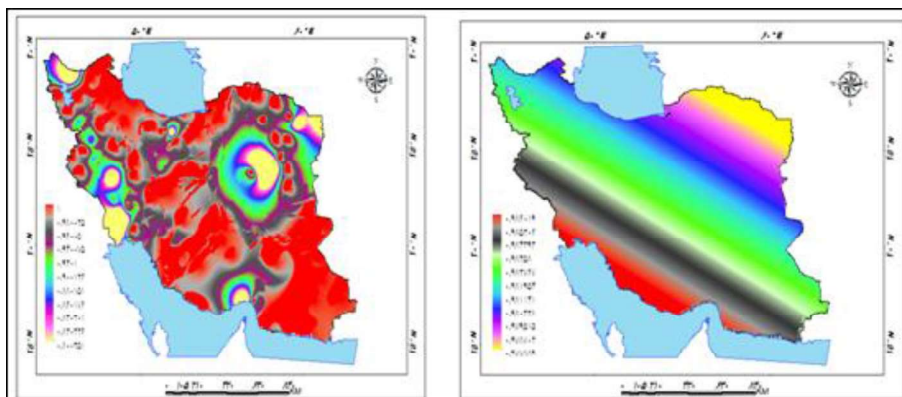


شکل ۱-۲. الگوهای مکانی یک عنصر اقلیمی و معناداری آماری آن در ایران

با استفاده از آمار فضایی و سامانه اطلاعات جغرافیایی، الگوهای توزیع عنصر اقلیمی مورد نظر مشخص می‌شود. برای مثال توزیع مکانی عنصر مورد نظر دلالت بر توزیع تصادفی دارد. یعنی اثر عنصر دما در قالب مکانی در طول دوره از الگوهای خوشه‌ای تبعیت نمی‌کند. براساس این کاربرد فنون آماری متعدد و متنوع در اقلیم‌شناسی با مفاهیم گسترده و متنوعی همراه است که باید اقلیم‌شناس به آن توجه کند.

۳-۱ مفهوم جامعه

جامعه‌ی آماری^۱ به مجموعه‌ای از عناصر یا واحدهایی اطلاق می‌شود که حداقل دارای یک صفت مشترک باشند. جامعه‌ی آماری همان محدوده یا قلمروهایی است که تأثیر متغیرها را در آن می‌سنجیم. معمولاً در هر تحقیق، جامعه‌ی مورد بررسی یک جامعه‌ی آماری است. جامعه‌ی آماری در اقلیم‌شناسی آماری با توجه به هدف بررسی و نوع واحد مورد نظر تعاریف مختلفی دارد. تعریف جامعه در اقلیم‌شناسی باید از نظر زمانی، مکانی و ایستگاهی شامل موضوعات مورد مطالعه باشد. اندازه‌هایی که از جامعه به دست می‌آید، عامل یا پارامتر^۲ جامعه نامیده می‌شود که ویژگی‌های یک جامعه را توصیف می‌کند. صفت یکسان و ثابت در میان واحدهای آماری را صفت مشخصه‌ی آن جامعه‌ی آماری می‌گویند. هر جامعه دارای نمودی است که هر یک از این نمودها را یک واحد آماری^۳ می‌نامند. مجموع واحدهای آماری حجم یا اندازه‌ی جامعه^۴ نامیده می‌شود. جامعه آماری در اقلیم‌شناسی در



شکل ۳-۱. توزیع جامعه در قالب میزان اثرگذاری دما در ایران

قالب زمانی (طول دوره با بازه‌های زمانی معین)، در قالب مکانی (قلمروهای کلان، مزو، میکرو و محلی)، در قالب ایستگاهی (نوع، الگو و ...)، در قالب الگوهای زمانی (گرایش‌دار، فصلی، دوره‌ای و تصادفی)، در قالب سطوح جوی (سطوح پایین و بالا)، در قالب معیار

-
1. Statistical Population
 2. Parameter
 3. Statistical Unit
 4. Population Size

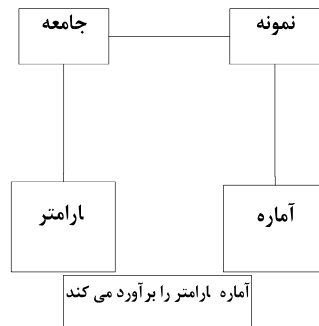
(محیطی به گردش جوی و گردش جوی به محیطی و ...)، در قالب میزان اثرگذاری عناصر (اثرات مستقیم و غیرمستقیم عناصر و ...)، در قالب مقیاس (شبکه‌ای و غیرشبکه‌ای) و ... تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ۱-۳).

۴-۱ مفهوم نمونه

نمونه^۱ بخشی از یک جامعه است که معرف کل جامعه می‌باشد. بهترین نمونه آن است که ویژگی‌های بیشتری از جامعه را در برداشته باشد. در نمونه‌گیری مهم‌ترین سؤال این است که برای انتخاب نمونه‌ای که معرف جامعه باشد، چگونه نمونه‌گیری انجام می‌گیرد؟ به عبارتی بهترین روش نمونه‌گیری و حجم نمونه چیست؟ پاسخ به این سؤال بستگی به نوع تحقیق مورد نظر دارد. بنابراین در تحقیقات اقلیمی سنجش دقت داده‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی است و حجم نمونه‌ها در این تحقیقات متفاوت خواهد بود. برای کاربرد و بررسی نمونه بهتر است ابتدا واحد نمونه‌ی مورد نظر تعیین شود و با استفاده از شاخص‌های دقت‌سنجی، نمونه‌ی مناسب انتخاب شود. اقلیم‌شناس به دلایلی مانند صرفه‌جویی در وقت و هزینه، برنامه‌ریزی آسان، عملی‌تر بودن تحقیق، نبود داده‌ها و ... مجبور است دست به نمونه‌گیری بزند. بعد از مشخص کردن نمونه، اعتبار ویژگی واحد مورد نظر (برای مثال برای بررسی تغییرات بارش ایران چند ایستگاه با چه طول دوره‌ای لازم است) با استفاده از آزمون‌های دقت‌سنجی سنجیده می‌شود. برای انجام این کار می‌توان از شاخص‌های مختلف دقت‌سنجی مانند شاخص میانگین مجذورات خطا، ریشه‌ی میانگین مجذورات خطا و ... استفاده کرد. با توجه به موضوع و هدف تحقیق باید روش نمونه‌گیری مناسبی را انتخاب کرد. به‌طور کلی روش‌های نمونه‌گیری به‌صورت نمونه‌گیری احتمالی (نمونه‌گیری که در آن هر واحد با احتمالی مشخص از جمعیت انتخاب می‌شود) و غیراحتمالی (نمونه‌گیری که در آن نمی‌توان به واحدهای منتخب، احتمال‌هایی را نسبت داد) تقسیم‌بندی می‌شوند. برای مثال به نمونه‌گیری‌های تصادفی، سیستماتیک، طبقه‌ای، خوشه‌ای و ... می‌توان اشاره کرد. در نمونه‌گیری بررسی و توجه به خطاهای نمونه‌گیری اهمیت دارد. خطاهای نمونه‌گیری (تفاوت بین مقدار به‌دست آمده از نمونه و مقدار واقعی یک پارامتر در جامعه است) و غیرنمونه‌گیری (خطایی که مربوط به نمونه‌گیری نمی‌باشد) تقسیم می‌شوند. اندازه‌هایی که از نمونه

تعریف مفاهیم ۷

به دست می‌آید، آماره^۱ (شاخص آماری) نامیده می‌شود، آماره ویژگی یا ویژگی‌های کمی یک نمونه را توصیف می‌کند. رابطه جامعه، نمونه، پارامتر و آماره را می‌توان در شکل ۴-۱ مشاهده کرد.



شکل ۴-۱. جامعه، پارامتر، نمونه و آماره

۵-۱ مفهوم متغیر و انواع آن

متغیر^۲ از نظر لغوی، به معنای چیزی است که تغییر می‌کند، اما در فعالیتهای تحقیقی، متغیرها دارای ویژگی‌هایی هستند که باید متناسب با انواع آنها مورد مطالعه قرار گیرند. با وجود این هر ویژگی یا خصیصه‌ای را که کمیت‌پذیر باشد، متغیر می‌گویند. متغیر یک سمبل است که می‌توان عدد یا ارزش را جایگزین آن کرد. متغیرها براساس ماهیت، نقش و ... تقسیم‌بندی می‌شوند. از نظر ماهیت متغیرها به متغیرهای کیفی و کمی تقسیم می‌شوند. متغیرهای کیفی که متغیرهای مقوله‌ای نیز نام دارند، متغیرهایی هستند که مقادیر عددی به خود نمی‌گیرند یا کمیت‌پذیر نیستند. متغیرهای کیفی ویژگی‌هایی از قبیل جنسیت، مذهب، نژاد، زبان، سواد، دین و ... دارند. برای اندازه‌گیری متغیرهای کمی می‌توان اعداد را به وضعیت‌های آزمودنی و قابل سنجش برطبق قاعده‌ای، معین نمود. این متغیرها را متغیرهای کمیت‌پذیر هم می‌گویند. مانند: بارش، دما، فشار، سرعت باد، رطوبت و ... لازم است متغیرها را از حالت انتزاعی و مفهومی به صورت عملی تبدیل کرد. یعنی متغیرها به صورت مشاهده‌پذیر و اندازه‌پذیر بیان شوند. متغیرهای کمی را می‌توان به متغیرهای کمی پیوسته و گسسته^۳ تقسیم کرد. متغیر کمی پیوسته متغیری است که بین دو حد متوالی آن

1. Statistic

2. Variable

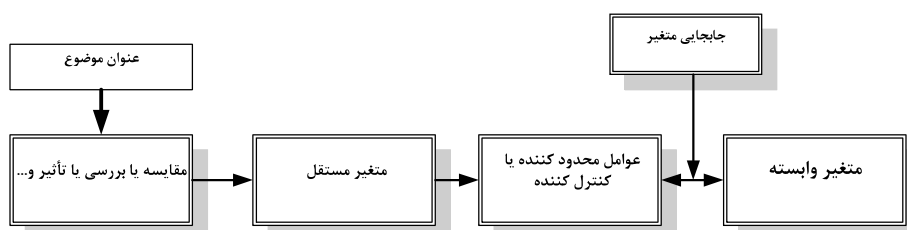
3. Continuous & Discrete

مقادیر بی‌شماری وجود دارد مانند وزن (۵۰ کیلو، ۵۰/۵ کیلو، ۵۰/۷۵ کیلو و...)، قد و ... درحالی‌که برای مقدار متغیر کمی گسسته نمی‌توان مقدار دیگری را پیدا کرد. مانند تعداد جمعیت یک شهر یا جنسیت و یا تعداد فرزند. اگر مرد بود، زن نیست یا بالعکس و یا اگر تعداد فرزند ۲ یا ۴ و... بود، نمی‌شود گفت که تعداد فرزندان ۲/۵ یا ۴/۵ نفر باشند. روش‌های متفاوتی برای تبدیل داده‌های کیفی به کمی استفاده می‌شود که می‌توان به نمونه‌ای از روش‌های مذکور که روش نمره‌گذاری^۱ است، اشاره کرد. نمره‌گذاری اختصاص دادن ارزش عددی برای برخی از مفاهیم و عبارت‌ها می‌باشد. متغیرها براساس نقش به متغیرهای مستقل^۲، وابسته^۳، مداخله‌گر^۴، کنترل^۵ و تعدیل‌کننده^۶ تقسیم می‌شوند. متغیر مستقل، متغیری است که مقادیر آن با دخالت محقق تغییر پیدا می‌کند. به عبارت دیگر محقق آن را ثابت و بی‌تأثیر از عوامل دیگر فرض کرده، خود به تغییر یا کنترل آن می‌پردازد تا تأثیرش را بر روی عوامل دیگر بررسی کند. متغیر مستقل را متغیر درون‌داد، محرک و بیرونی هم می‌گویند. متغیر مستقل، متغیری است که نقش علت را ایفا می‌کند. در مطالعات از نوع همبستگی به جای متغیر مستقل از اصطلاح متغیر پیش‌بینی استفاده می‌شود. متغیر وابسته، متغیری است که مقادیر آن در اثر تغییر مقادیر متغیر مستقل یا متغیر پیش‌بینی، تغییر پیدا می‌کند. به عبارت دیگر تغییر در آنها، مستلزم تغییر در متغیرهای مستقل یا پیش‌بینی است. بنابراین متغیر وابسته، متغیری است که تحت تأثیر متغیر پیش‌بینی‌کننده است. متغیر وابسته را متغیر برون‌داد، پاسخ و درونی هم می‌گویند. در مطالعات از نوع همبستگی به جای متغیر وابسته از اصطلاح متغیر ملاک استفاده می‌شود. متغیرهای مداخله‌گر، متغیرهایی هستند که در جریان تحقیق برای استنتاج از نحوه‌ی تأثیر متغیر مستقل بر متغیر وابسته مورد نظر قرار می‌گیرند. به همین جهت به آن‌ها متغیرهای مانع نیز گفته می‌شود. تأثیر این متغیرها می‌تواند تخریبی و حتی اصلاحی باشد. یعنی در نتیجه‌ی پژوهش تأثیر بگذارد. متغیر کنترل متغیری است که در یک تحقیق اثر تمام متغیرها را بر یکدیگر نمی‌توان به‌طور هم‌زمان مورد مطالعه قرار داد، بنابراین محقق اثر برخی از متغیرها را کنترل و آن‌ها را بی‌اثر می‌کند بنابراین از این متغیرها گاهی به‌عنوان متغیرهای مزاحم هم یاد می‌کنند. این نوع متغیر از طریق آماری و تحقیقی کنترل می‌شود. متغیر تعدیل‌کننده متغیری است که به‌طور

1. Rating
2. Independent
3. Dependent
4. Intervening
5. Control
6. Moderator

تعریف مفاهیم ۹

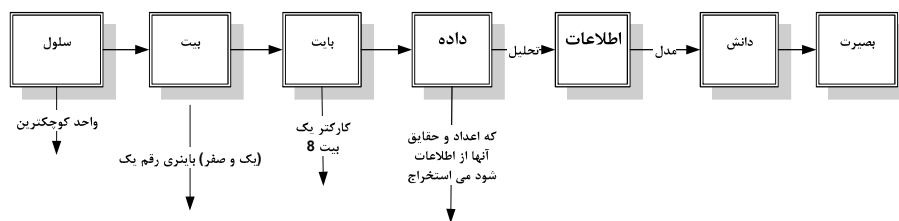
غیرمستقیم در فرایند تحقیق تأثیر می‌گذارد و به‌عنوان یک متغیر ثانوی در تحقیق مورد توجه محقق است. به‌عبارتی این متغیر مستقل ثانوی است که می‌تواند متغیر وابسته را تحت تأثیر خود قرار دهد. در بعضی از تحقیقات اقلیمی متغیرها را می‌توان به‌صورت نهان (درون‌زا و بیرون‌زا) و مشاهده‌شده تقسیم کرد. متغیرها با توجه به نوع عناصر اقلیمی قالب نرده‌ای (دما، بارش و ...) و برداری (باد، نیروی کرانش و ...) دارند. ارتباط و آرایش متغیرها را می‌توان در شکل ۵-۱ جست‌وجو کرد:



شکل ۵-۱. ارتباط و آرایش متغیرها در یک موضوع تحقیقی

۶-۱ مفهوم داده و انواع آن

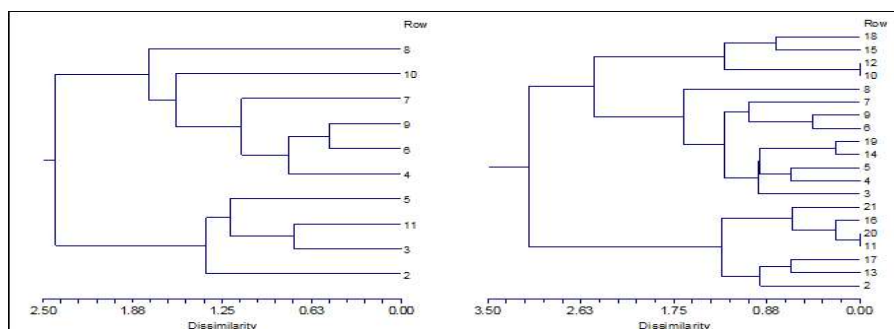
کلیه مواد اولیه و خامی که نمودهای کمی و کیفی پدیده‌ها و واحدها را نشان می‌دهند، داده معنا می‌شوند. به‌عبارت دیگر داده‌ها، حقایق یا ارقام یا مشاهدات و شواهدی هستند که می‌توان از آن‌ها به نتیجه رسید. در اقلیم منابع داده شامل مواد کمی، گزارش‌ها، نقشه‌ها، جدول‌ها، نمودار، عکس‌ها و ... می‌باشند که عمل پردازش بر روی آن‌ها انجام نگرفته است. چنانچه پردازش بر روی داده‌ها انجام گیرد، اطلاعات شکل می‌گیرند (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱. رابطه‌ی بین داده، اطلاعات و بصیرت

داده‌های اقلیمی قالب فضایی و توصیفی دارند. براساس این داده‌ها قالب صفتی و قالب عددی پیدا می‌کنند. داده‌ها در اقلیم آماری ممکن است داده‌ها گسسته یا پیوسته باشند. فضای

موقعیت داده‌ها نیز ممکن است گسسته یا پیوسته، نقطه‌ای، ناحیه‌ای، منظم یا نامنظم باشد. بسته به انواع موقعیت‌ها در قالب داده‌ها می‌توان به موقعیت ثابت، داده‌های شبکه‌ای (منظم یا نامنظم) و نقطه‌ای (منظم، خوشه‌ای، پراکنده و تصادفی) اشاره کرد. داده‌ها را می‌توان از نظر تعداد متغیر به داده‌های تک متغیره، دو متغیره و چند متغیره تقسیم می‌شوند و در قالب مقیاس اندازه‌گیری به داده‌های اسمی، رتبه‌ای، فاصله‌ای و نسبتی گروه‌بندی می‌کنند. از نکات مهمی که در تحلیل آماری داده‌های اقلیمی باید به آن توجه کرد این است که اقلیم‌شناس باید مقیاس داده‌ها را مدنظر قرار دهد. دو مفهومی که معمولاً در تحلیل‌های اقلیمی به کار می‌رود مقیاس زمانی و مقیاس فاصله (مکانی) است. مقیاس فاصله مانند فرایند یک طوفان جنب حاره‌ای است که مقیاس فاصله‌ی آن ممکن است به‌عنوان قطر آن یا فاصله‌ی آن بین یک حداقل فشار و حداکثر فشار بسته باشد. مقیاس زمانی مدتی است که یک پدیده در محیط اتفاق می‌افتد. اندازه‌گیری مدت ظهور هر پدیده اقلیمی از مهم‌ترین شاخص‌های آماری است. از موضوعاتی کاربردی آمار در اقلیم‌شناسی است، متغیرهای جوی و اقلیمی است. به هر حال مقیاس فاصله معیاری برای خوشه‌بندی متغیرها و حوضه‌های اقلیمی می‌باشد. برای خوشه‌بندی در اقلیم‌شناسی آماری از روش‌های متعددی استفاده است، برای مثال با استفاده از تحلیل خوشه‌ای می‌توان به خوشه‌بندی یا دسته‌بندی پی برد، در این خوشه‌بندی عوامل متعددی مؤثر است که یکی از آن‌ها مقیاس زمانی می‌باشد (شکل ۷-۱).



شکل ۷-۱. برآورد خوشه‌ای (فاصله) دمای اردبیل براساس طول دوره زمانی متفاوت

۷-۱ مفهوم فرضیه آماری

فرضیه حدس و گمان منطقی درباره‌ی یک موضوع است. فرضیه آماری رابطه‌ی بین متغیرها را برحسب عامل‌های جامعه بیان می‌کند. فرضیه‌ی تحقیق (H_a) در فرض

مخالف آماری منعکس می‌شود ولی فرض صفر آماری (H_0) همواره خلاف فرضیه‌ی تحقیق است. منطق استنباط آماری به این صورت است که هیچ‌گاه نمی‌شود درستی فرضیه‌ی آماری را ثابت کرد بلکه می‌توان درست بودن آن را تأیید یا رد کرد. به هر حال فرضیه حکمی است که بتوان درستی آن را در اثر آزمایش یا تجربه علمی اثبات کرد. در بیان فرضیه‌ی آماری باید به عبارات زیر توجه نمود:

- مقدار حاصل از آزمون آماری معین با در نظر گرفتن درجه‌ی آزادی بزرگ‌تر از عددی است که در زیر سطح اطمینان مورد نظر (۱٪) می‌باشد.
- وجود رابطه‌ی مذکور در ۹۹٪ (۹۵٪ یا ۹۰٪) موارد بین متغیرها چنان است که در پژوهش توضیح داده شده‌است و در ۱٪ (۵٪ یا ۱۰٪) موارد به عوامل دیگر از جمله عناصر اقلیمی دیگر، مقدار خطا و ... بستگی دارد.

بدین ترتیب گفته می‌شود که متغیرها در سطح مثلاً ۱٪ رابطه یا تفاوت معناداری با یکدیگر دارند، یعنی تنها در ۱٪ موارد نتیجه گرفته شده صادق نیست. در رد یا تأیید فرضیه آماری باید به قاعده‌ی تصمیم‌گیری آزمون توجه و تفسیر نمود. در استنباط آماری خطا به دو صورت رخ می‌دهد. یکی تصمیم به رد فرضیه‌ی صفر گرفته شود وقتی که فرضیه صفر صحیح است (خطای α) و دیگر اینکه تصمیم به عدم رد فرضیه صفر گرفته شود وقتی که فرضیه‌ی صفر نادرست (خطای β) است.

جدول ۱-۱. خطای نوع اول و خطای نوع دوم

قاعده آزمون	درست H_0	نادرست H_0
عدم رد H_0	درست ($1 - \alpha$)	خطای نوع دوم (β)
رد H_0	خطای نوع اول (α)	درست ($1 - \beta$)

سطح معناداری یک آزمون در این رابطه اهمیت دارد. وقتی آزمون در سطح ۹۵ درصد اطمینان انجام می‌شود، بدان معنا است که از هر ۱۰۰ بار آزمون مورد نظر ۹۵ بار پیش‌بینی درست و فقط ۵ بار پیش‌بینی نادرست انجام خواهد گرفت. به طریقی یعنی ۵ درصد احتمال دارد فرضیه‌ی صفر صحیح رد شود و مرتکب خطای نوع اول شویم. به حداکثر خطای نوع اول سطح معنادار بودن آزمون (α) گفته می‌شود. اگر خطای نوع اول افزایش یابد احتمال اتفاق افتادن خطای نوع دوم کاهش می‌یابد. احتمال ایجاد خطای نوع دوم به مقدار سطح معناداری آزمون آماری بستگی دارد. تغییر در مقدار α در تعیین محدوده‌ی ناحیه‌ی