



دانشگاه شاهرود

کاربرد آمار در اقتصاد کشاورزی

دکتر امید مسعودی فر دکتر محسن شوکت فدایی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه ملی، که یک واجب دینی است.^۱

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 عرصه 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 شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه 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 مجموعه 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 دستاورد 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

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

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

دانشگاه پیام‌نور با گستره 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 وظیفه مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه 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	نُه
فصل اول. کلیات	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۱
۱-۱ تحقیق و فرایند آن	۲
۲-۱ آمار	۳
۳-۱ جامعه آماری	۴
۴-۱ نمونه آماری	۴
۵-۱ مقیاس‌های سنجش	۵
۱-۵-۱ مقیاس اسمی	۵
۲-۵-۱ مقیاس رتبه‌ای (ترتیبی)	۵
۳-۵-۱ مقیاس فاصله‌ای	۶
۴-۵-۱ مقیاس نسبتی	۶
۶-۱ طبقه‌بندی داده‌ها	۷
۷-۱ شاخص‌های تمایل به مرکز	۹
۱-۷-۱ میانگین حسابی	۹
۲-۷-۱ میانگین هندسی	۱۱
۳-۷-۱ میانگین هارمونیک (همساز)	۱۱
۸-۱ میانه	۱۲
۹-۱ نما	۱۳
۱۰-۱ شاخص‌های پراکندگی	۱۴

۱۴	۱-۱۰-۱ دامنه تغییرات.....
۱۴	۲-۱۰-۱ متوسط قدر مطلق انحرافات (انحراف متوسط از میانگین).....
۱۵	۳-۱۰-۱ انحراف معیار و واریانس (پراش).....
۱۷	۱۱-۱ ضریب تغییرات.....
۱۸	۱۲-۱ میانگین و واریانس صفات کیفی.....
۱۹	۱۳-۱ منحنی های توزیع فراوانی.....
۲۱	۱۴-۱ توزیع نرمال.....
۲۳	۱۵-۱ قانون نامساوی چیشف.....
۲۵	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل اول.....
۲۶	خودآزمایی تشریحی فصل اول.....
۲۹	فصل دوم. نمونه گیری و توزیع های نمونه گیری.....
۲۹	هدف کلی.....
۲۹	هدف های یادگیری.....
۲۹	مقدمه.....
۳۲	۱-۲ نمونه گیری تصادفی ساده.....
۳۳	۱-۲-۱ آماده کردن فهرست جامعه و کدگذاری.....
۳۳	۲-۲ برآورد حجم نمونه.....
۳۴	۳-۱-۲ تعیین حجم.....
۳۷	۲-۲ نمونه گیری سیستماتیک.....
۳۸	۱-۲-۲ محاسبه میانگین و واریانس جامعه از نمونه در روش نمونه برداری سیستماتیک.....
۳۹	۳-۲ نمونه گیری طبقه ای.....
۴۱	۴-۲ نمونه گیری خوشه ای.....
۴۱	۱-۴-۲ علل استفاده از نمونه گیری خوشه ای.....
۴۳	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل دوم.....
۴۴	خودآزمایی تشریحی فصل دوم.....
۴۷	فصل سوم. توزیع های نمونه گیری.....
۴۷	هدف کلی.....
۴۷	هدف های یادگیری.....
۴۷	مقدمه.....
۴۸	۱-۳ برآورد نقطه ای.....
۴۹	۲-۳ توزیع نمونه گیری میانگین.....
۵۰	۳-۳ قضیه حد مرکزی.....
۵۳	۴-۳ برآوردهای فاصله ای.....
۵۵	۱-۴-۳ فاصله اطمینان برای میانگین جامعه.....

۵۹	۳-۴-۲ فاصله اطمینان میانگین دو جامعه.....
۶۲	۳-۴-۳ نسبت موفقیت (واقعی) جامعه.....
۶۳	۳-۴-۴ فاصله اطمینان نسبت موفقیت در دو جامعه.....
۶۴	۳-۵ واریانس جامعه و نسبت واریانس دو جامعه آماری.....
۶۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....
۶۹	خودآزمایی تشریحی فصل سوم.....
۷۳	فصل چهارم. آزمون فرض آماری.....
۷۳	هدف کلی.....
۷۳	هدف‌های یادگیری.....
۷۳	مقدمه.....
۷۶	۴-۱ سطح معنی‌داری و خطاهای آماری.....
۷۶	۴-۱-۱ خطای نوع اول (تیب I) α
۷۶	۴-۱-۲ خطای نوع دوم (تیب II) β
۷۷	۴-۲ آزمون فرض دو دنباله.....
۷۸	۴-۳ آزمون فرض یک دنباله (یک طرفه).....
۸۱	۴-۴ آزمون فرض مقایسه میانگین دو جامعه.....
۸۳	۴-۵ آزمون مقایسه زوج‌ها.....
۸۵	۴-۶ آزمون فرض نسبت موفقیت در جامعه.....
۸۶	۴-۷ آزمون فرض مقایسه نسبت موفقیت دو جامعه.....
۸۷	۴-۸ آزمون فرض آماری برای واریانس جامعه.....
۸۹	۴-۹ آزمون فرض آماری مقایسه واریانس دو جامعه.....
۹۱	۴-۱۰ توان آزمون فرض.....
۹۱	۴-۱۱ عوامل مؤثر در توان آزمون آماری.....
۹۲	۴-۱۲ آزمون‌های غیر پارامتری.....
۹۳	۴-۱۲-۱ آزمون علامت.....
۹۵	۴-۱۲-۲ آزمون من - ویتنی U.....
۹۸	۴-۱۲-۳ آزمون علامت رتبه‌های ویلکاکسون.....
۱۰۰	۴-۱۲-۴ آزمون H کروسکال والیس.....
۱۰۱	۴-۱۲-۵ آزمون مربع کی دو (کای اسکور).....
۱۰۵	۴-۱۲-۶ آزمون نیکویی برازش.....
۱۰۷	۴-۱۳ کنترل کیفیت آماری.....
۱۰۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم.....
۱۰۸	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم.....
۱۱۱	فصل پنجم. تحلیل واریانس.....
۱۱۱	هدف کلی.....

۱۱۱	هدف‌های یادگیری.....
۱۱۱	مقدمه.....
۱۱۲	۱-۵ شرایط استفاده از تحلیل (تجزیه) واریانس.....
۱۱۳	۲-۵ تحلیل واریانس با نمونه‌های دارای حجم مساوی.....
۱۱۶	۳-۵ تحلیل واریانس یک عاملی (یک طرفه).....
۱۲۰	۴-۵ تحلیل واریانس دو عاملی (دو طرفه).....
۱۲۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....
۱۲۶	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم.....
۱۲۹	فصل ششم. رگرسیون خطی ساده و همبستگی.....
۱۲۹	هدف کلی.....
۱۲۹	هدف‌های یادگیری.....
۱۲۹	مقدمه.....
۱۳۰	۱-۶ رگرسیون خطی.....
۱۳۶	۲-۶ نمودار پراکنش.....
۱۳۷	۳-۶ رگرسیون و تحلیل واریانس.....
۱۴۲	۴-۶ ضریب تبیین (تعیین).....
۱۴۳	۵-۶ ضریب تبیین تصحیح شده.....
۱۴۳	۶-۶ تحلیل رگرسیون و استنباط آماری.....
۱۴۹	۷-۶ عدم برازش.....
۱۴۹	۸-۶ همبستگی.....
۱۵۰	۹-۶ ضریب همبستگی.....
۱۵۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم.....
۱۵۸	خودآزمایی تشریحی فصل ششم.....
۱۶۱	پيوست.....
۱۷۱	پاسخنامه.....
۱۷۳	منابع.....

پیشگفتار

در علم اقتصاد کشاورزی روابط اقتصادی میان عوامل تولید، محصولات تولید شده و بازار در دو سطح خرد و کلان مورد بررسی قرار می‌گیرد. اقتصاد کشاورزی در واقع فرایندهای تولید، توزیع و مصرف در سپهر فعالیت‌های کشاورزی را رصد، بررسی و تحلیل می‌کند و داده‌ها و نتایج این تحلیل را در اختیار کشاورزان و سیاست‌گذاران امر کشاورزی در راستای تولید پایدار، امنیت غذایی و درنهایت کشاورزی پایدار قرار می‌دهد. ابزار و روش برای رسیدن به این تحلیل‌ها در اقتصاد کشاورزی با استفاده علم و روش‌های آماری صورت می‌پذیرد.

در حقیقت آمار و روش‌های آن ابزار تصمیم‌گیری برای مدیریت در تمامی سطوح است لذا امروزه می‌بینیم آموزش این علم در تمامی رشته‌های علوم کاربردی (مهندسی، پزشکی و...) و علوم پایه گسترش یافته است. در اقتصاد کشاورزی اطلاعات حاصل از محاسبات آماری، که داده‌های اولیه آن برگرفته از عوامل تولید، محصولات و... است، دید واقعی و علمی از پهنه اقتصادی امر کشاورزی در جامعه به کشاورزان، پژوهشگران و مدیران می‌دهد تا بتواند پایه تحلیل‌ها و تصمیم‌ها در این زمینه باشد. این کتاب حاوی مفاهیم این علم و روش‌های آن برای دانشجویان رشته اقتصاد کشاورزی است تا در میدان عمل و تحقیق مورد استفاده قرار گیرد. امید است مطالعه این کتاب دید دانشجویان عزیز را در این زمینه وسعت بخشد.

فصل اول

کلیات

هدف کلی

هدف کلی این فصل آشنایی با مفهوم آمار، پژوهش، مراحل آن و معیارهای پراکندگی و گرایش به مرکز است.

هدف‌های یادگیری

- فراگیر پس از مطالعه این فصل با مطالب زیر آشنا می‌شود:
۱. آشنایی با مفاهیم تحقیق و پژوهش.
 ۲. آشنایی با علم آمار و کاربرد آن در تحقیق.
 ۳. آشنایی با معیارهای پراکندگی و معیارهای گرایش به مرکز.
 ۴. تشخیص مرحله پژوهش توسط فراگیر.
 ۵. محاسبه معیارهای پراکندگی، گرایش به مرکز آموزش داده شده در این فصل در داده‌های آماری.

مقدمه

اقتصاد کشاورزی به عنوان شاخه‌ای از علوم اقتصادی و کشاورزی به اتکای علم آمار و روش‌های آن قادر است درستی فرض‌های اقتصادی را در گروه‌های تحت بررسی مورد سنجش و ارزیابی قرار دهد. در دانش اقتصاد کشاورزی، رفتار اقتصادی کشاورز (لازم به ذکر است اینجا تمامی شاخه‌های تولید و توزیع در کشاورزی و منابع طبیعی مد نظر

است: زراعت، باغبانی، دامپروری، شیلات و...) به صورت فردی و جمعی در امر تولید، توزیع، مصرف (به طور کل تمامی شئون قابل بحث در علم اقتصاد)، رفتار و نوسانات بازارهای کشاورزی و... مورد بررسی و پژوهش قرار می گیرد. در حقیقت امروزه می توان اقتصاد کشاورزی را از علوم بین رشته ای^۱ به حساب آورد زیرا در انجام تحقیقات اقتصاد کشاورزی از علوم اقتصاد، کشاورزی، ریاضیات، جامعه شناسی، علوم زیستی و... استفاده می شود.

آمار علمی است که با استفاده از گردآوری، خلاصه کردن و طبقه بندی، توصیف و تحلیل داده ها و استفاده از آن ها، به پیش بینی، برآورد و تخمین رویدادها می پردازد. در آمار از پردازش و تجزیه و تحلیل داده ها برای تصمیم گیری، استفاده می شود. (۵۵).
روش شناسی پژوهش^۲ رکن اصلی تحقیق (پژوهش) است. چنانچه در پژوهشی، محقق روش تحقیق را به درستی و دقت حداکثری اجرا نکند، نتایج آن تحقیق قابل اعتنا نمی باشند و کاری جز صرف هزینه و زمان انجام نگرفته است. امروزه با گسترش کاربردهای نرم افزارهای آماری در تحقیقات علوم اقتصادی و کشاورزی (SAS, SPSS, Matlab, EViews و...) انجام تجزیه و تحلیل داده های گردآوری شده توسط پژوهشگر تسهیل گردیده است و دقت محاسبات افزایش یافته است (۲۱).

۱-۱ تحقیق و فرایند آن

- تحقیق (پژوهش) را می توان به شرح زیر تعریف و تبیین کرد:
- به فعالیت هایی که برای رسیدن به حقایق، فهم مسائل و پاسخ پرسش ها بر اساس روشی نظام مند انجام می شود.
- در تعریف بالا شیوه اجرای تحقیق وابسته به ماهیت موضوع پژوهش، هدف های آن، نوع پژوهش، متغیرهای آن و امکانات قابل دسترسی برای تحقیق است. برای شروع یک پژوهش باید نکات مهم زیر را در ابتدا در نظر داشت:
- موضوع مورد مطالعه برای تحقیق (علوم انسانی، علوم مهندسی، علوم زیستی، دانش های بین رشته ای و...).
 - روش های تبیین شده برای تحقیق که از اعتبار علمی کافی برخوردار باشند.

- ابزارهای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق.
- نحوه جمع‌آوری اطلاعات برای انجام تحقیق.
- تأثیر زمان انجام پژوهش بر موضوع مورد مطالعه و مدت انجام تحقیق.
- تحقیقات معمولاً از نظر هدف به سه گروه عمده پژوهش‌های بنیادی^۱، پژوهش‌های کاربردی^۲ پژوهش‌های توسعه‌ای^۳ تقسیم‌بندی می‌شوند و بر اساس رویکردهای پژوهشی در دسته‌های کمی، کیفی و ترکیبی^۴ قرار می‌گیرند (۲۷).
- فرایند تحقیق به تمامی مراحل منظم و پیوسته‌ای گفته می‌شود که امر پژوهش را از آغاز تا پایان امکان‌پذیر می‌کند.
- این فرایند دارای مراحل ذیل است:
- ۱. طرح پرسش در اثر مشاهده، تفکر و...، ۲. تبدیل پرسش به مسئله تحقیق و تبیین علمی آن، ۳. تبیین فرض‌های تحقیق، ۴. جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات، ۵. تجزیه و تحلیل داده‌ها، ۶. تفسیر نتایج، ۷. ارائه گزارش تحقیق.
- لازم به ذکر است مراحل این فرایند به صورت پویا بوده و در هر مرحله می‌بایست امکان کنترل و تصحیح وجود داشته باشد.

۱-۲ آمار^۵

آمار، دانش و مجموعه‌ای از روش‌های هدف‌داری است که در ارتباط با جمع‌آوری، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌های (مشاهدات، اطلاعات) مربوط به یک جامعه به کار می‌رود و کاربردهای عملی دارد. همان‌گونه که نیز در تعریف پژوهش بیان گردید می‌بینیم آمار و روش‌های آماری در تمامی قلمرو تحقیقات علمی به کار می‌رود. روش‌های آماری را به دو گروه عمده توصیفی و استنباطی تقسیم می‌کنند. آمار توصیفی به روش‌هایی می‌پردازد که هدف آن جمع‌آوری، طبقه‌بندی و نمایش اطلاعات آماری است و در آمار استنباطی خصوصیات یک جامعه بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از نمونه‌های آن جامعه استخراج می‌شود (۴۹).

1. Basic or Pure Research
 2. Research Applied
 3. Development Research
 4. qualitative, and Mixed Methods Quantitative
 5. Statistics

۳-۱ جامعه آماری

مجموعه تمام عناصری (افراد، اشیاء و...) که به گروه تعریف شده‌ای تعلق دارند و حداقل در یک صفت مشترک باشند جامعه آماری می‌نامند مانند جامعه دانشجویان دانشگاه پیام نور که دانشجو بودن در دانشگاه پیام نور برای تمامی آنان مشترک است؛ اما در جامعه آماری صفات دیگری هم هستند که از عنصری به عنصر دیگر می‌تواند تغییر یابد که به آن متغیر^۱ گفته می‌شود (مانند معدل دانشجویان یا درآمد گندم کاران یک منطقه) که به دو دسته اصلی صفات کمی^۲ و صفات کیفی^۳ گروه‌بندی می‌شوند.

صفات کمی ویژگی‌هایی هستند که نمایش آن‌ها به‌صورت کمی و به‌وسیله اندازه‌گیری و عدد بیان می‌شوند مانند عملکرد زراعی، میزان درآمد، تعداد افراد جمعیت و صفات کیفی را نمی‌توان در ابتدا به‌صورت کمیت بیان کرد مانند رضایت شغلی، طعم مواد غذایی، مقاومت به شوری ارقام گیاه جو که بیان آن‌ها به‌صورت نمایش در طبقه‌بندی‌های مجزا است (۲۵).

متغیرها به دو دسته پیوسته^۴ و ناپیوسته (گسسته)^۵، طبقه‌بندی می‌شوند. متغیرهای پیوسته می‌تواند تمام اعداد حقیقی را شامل شود مانند وزن الیاف پنبه اما اندازه متغیرهای ناپیوسته اعداد معین شمارش پذیر بدون مقادیر جزئی را شامل می‌شود مانند تعداد دانه‌های سنبله گندم.

اندازه صفات که به‌وسیله اعداد کمی بیان می‌شوند را داده^۶ می‌گویند و برای تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۲).

۴-۱ نمونه آماری

برای انجام تحقیق معمولاً دسترسی به تمامی عناصر جامعه امکان‌پذیر نبوده و یا بعضاً دشوار است و هزینه بالایی را طلب می‌کند لذا از روش‌های نمونه‌گیری برای دستیابی و برآورد اطلاعات متغیرها استفاده می‌شود. نمونه بخشی از جامعه است که معرف آن جامعه باشد و اعضای نمونه دارای ویژگی‌های مشترک می‌باشند البته باید دقت نمود که

1. Variable
2. Quantitative
3. Qualitative
4. Continuous
5. Discrete
6. Data

نمونه‌گیری به صورت مناسب و دقیق انجام پذیرد و تعداد عناصر نمونه (حجم نمونه) به اندازه کافی باشد. خصوصیات یک جامعه را که از به کارگیری اطلاعات مربوط به صفت یا صفات مورد مطالعه از کلیه افراد جامعه به دست آمده باشد، پارامتر جامعه^۱ و شاخص‌هایی که از بررسی عناصر نمونه استخراج می‌گردد را آماره^۲ می‌نامند (۳).

۵-۱ مقیاس‌های سنجش

برای اندازه‌گیری یک متغیر باید از روش مناسب برای اندازه‌گیری آن متغیر با توجه به جنس متغیر و رابطه آن با متغیرهای دیگر استفاده کرد. هنگام شروع تحقیق احتیاج به مقیاس اندازه‌گیری مناسب برای عناصر مربوط به متغیر را داریم. معمولاً چهار نوع مقیاس اندازه‌گیری و سطح سنجش وجود دارد (۳۷).

۱-۵-۱ مقیاس اسمی^۳

متغیرهایی که دو یا چند شکل (طیف) متمایز از هم را دارا می‌شوند و هیچ کدام از این دو شکل بر هم تقدم یا تأخر ندارد، در اندازه‌گیری آن از این نوع مقیاس استفاده می‌شود مانند متغیر جنسیت (مرد، زن)، متغیر کیفیت سؤال امتحانات (سخت، متوسط، آسان)، متغیر محل سکونت (شهر، روستا)، متغیر سلامت (سالم، بیمار)،... در این نوع مقیاس افراد بر اساس این اشکال یا طیف‌ها در این طبقات اسمی قرار می‌گیرند و سلسله مراتب قابل درجه‌بندی و واحد اندازه‌گیری وجود ندارد و صرفاً براساس دارا بودن یا دارا نبودن یک صفت طبقه‌بندی می‌شوند. در این مقیاس معمولاً جنبه کیفی آن را در نظر می‌گیرند.

ممکن است به هریک از طبقات عددی اختصاص یابد اما این اعداد اسمی از ترتیب اعداد طبیعی پیروی نمی‌کنند و در قالب ارزش کمی مقایسه نمی‌شوند و در واقع این اعداد در واقع کد آن طبقات (اشکال، طیف‌ها) هستند (۴۱).

۲-۵-۱ مقیاس رتبه‌ای^۴ (ترتیبی)

هنگامی که برتری متغیرها در طبقات (رتبه‌ها) نسبت به هم مورد قیاس قرار می‌گیرد، از

1. Parameter
2. Statistic
3. Nominal Scale
4. Ordinal Scale

این مقیاس استفاده می‌کنیم. در این سبک اندازه‌گیری طبقه‌ها یکسان نیستند و شدت، برتری و ضعف صفت متغیر نیز بررسی می‌شود. در این مقیاس، اعداد منسوب به متغیرها، ترتیب‌ها را فراهم می‌کنند؛ بنابراین برعکس مقیاس‌های اسمی که ویژگی اصلی آن‌ها هم ارزش بودن مقوله‌هاست در این نوع طبقه‌بندی اصل بر تمایز و غیر معادل بودن و رده‌بندی براساس اولویت و ترتیب است و ارزش رتبه‌ها در مقایسه با رتبه‌های دیگر مشخص می‌شود؛ مانند رتبه‌بندی‌های آزمون‌ها مثل کنکور، درجه سوختگی، رضایت شغلی، مقام‌های قهرمانی در ورزش و... در مقیاس رتبه‌ای رعایت ملاک رتبه‌بندی مهم است. پس به‌طور خلاصه در مقیاس رتبه‌ای تفاوت کیفی، برتری و کمتری میزان و درجه متغیر مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد (۱۵).

۱-۵-۳ مقیاس فاصله‌ای^۱

این مقیاس دارای درجه‌های برابر است و در آن نه تنها افراد از نظر صفت متغیر مورد مطالعه طبقه‌بندی می‌شوند و رتبه هر فرد تعیین می‌شود بلکه تفاوت هر فرد از فرد دیگر را نیز می‌توان تعیین کرد. این مقیاس دارای کلیه ویژگی‌های مقیاس‌های اسمی و ترتیبی (دارا بودن یا نبودن، شدت و ضعف) است و فاصله اندازه هر صفت تا مبدأ اندازه‌گیری آن نیز مشخص است مانند درجه حرارت، میزان عملکرد تولید، سن افراد، میزان درآمد،... به‌عنوان مثال می‌توان گفت دانشجویی که نمره ۱۷ گرفته با دانشجویی که نمره ۱۴ گرفته به اندازه ۳ نمره فاصله یا اختلاف دارد (۱).

مقیاس‌های فاصله‌ای در خصوص داده‌هایی به کار می‌روند که ارزش عددی دارند و بین دو عدد متوالی عدد یا اعداد دیگری قرار می‌گیرد و می‌توان عملیات ریاضی و آماری را روی آن‌ها انجام داد. در این مقیاس صفر حقیقی نیست بلکه قراردادی است (۱۳).

۱-۵-۴ مقیاس نسبتی^۲

این نوع مقیاس دارای دقیق‌ترین سطح سنجش و ارزیابی است که در آن علاوه بر تعیین سطوح و مقادیر یک متغیر و فاصله بین مقادیر آن (اسمی، ترتیبی و فاصله‌ای)،

نسبت‌ها نیز بر اساس صفر حقیقی یا مطلق تعیین می‌گردند مانند قد، میزان درآمد،... به‌عنوان مثال نسبت سابقه خدمت دو نفر در یک شرکت اقتصادی که یکی دارای سابقه خدمت ۸ سال و دیگری ۴ سال است را می‌توان در نظر گرفت: در این مثال، نفر اول سابقه خدمتش دو برابر نفر دوم است و نسبت سابقه‌شان به میزان عدد ۲ می‌باشد. متغیرها در این نوع سنجش دارای تمایز، رتبه‌بندی و فاصله بین افراد نیز هستند. پس در حقیقت مقیاس نسبتی نوعی از مقیاس فاصله‌ای است که دارای صفر مطلق می‌باشد. صفر مطلق نشان‌دهنده فقدان خاصیت موردنظر در متغیر است (۷).
به‌طور خلاصه می‌توان این چهار نوع مقیاس و رابطه آن‌ها با نوع صفات را به‌صورت جدول ۱-۱ زیر بیان کرد:

جدول ۱-۱. مقایسه انواع مقیاس‌ها

نوع متغیر	ترتیب	ارزش	مبدأ صفر قراردادی	مبدأ صفر مطلق
اسمی	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
ترتیبی	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
فاصله‌ای	دارد	دارد	دارد	ندارد
نسبتی	دارد	دارد	دارد	دارد

۱-۶ طبقه‌بندی داده‌ها

داده‌های که در ابتدا جمع‌آوری می‌شوند (کمی یا کیفی) را داده‌های خام می‌گویند و تعداد داده‌های افراد دارای یک صفت مشخص را فراوانی^۱ می‌گویند. فراوانی مطلق (F_i) تعداد داده‌های صفات مشخص در بین کل داده است و فراوانی نسبی (f_i) از محاسبه نسبت فراوانی مطلق بر تعداد افراد کل جامعه به‌دست می‌آید:

(مجموع فراوانی‌های مطلق برابر تعداد مشاهدات (N) و مجموع فراوانی‌های نسبی برابر عدد یک است.)

$$f_i = \frac{F_i}{N} \quad \sum F_i = N \quad \sum f_i = 1 \quad (1-1)$$

مثال ۱-۱: داده‌ای زیر حاصل از سرشماری ۲۰ تن کشاورزان یک منطقه برحسب محصول مورد کاشت است که گندم (۱)، چغندر قند (۲)، کلزا (۳)، سیب‌زمینی (۴) و جو (۵) کشت می‌کنند. جدول فراوانی را تشکیل دهید.

۱ ۱ ۳ ۳ ۳ ۴ ۱ ۲ ۲ ۲ ۳ ۵ ۲ ۳ ۱ ۱

حل:

فراوانی مطلق F_i	فراوانی نسبی f_i	زارعان
۷	۰/۳۵	گندم کاران
۴	۰/۲۰	چغندر کاران
۶	۰/۳۰	کلزا کاران
۲	۰/۱۰	سیب‌زمینی کاران
۱	۰/۰۵	جو کاران
$\sum F_i = N = ۲۰$	$\sum f_i = ۱$	جمع

دسته‌بندی داده‌ها: در داده‌های پیوسته برای دسته‌بندی داده‌ها مراحل زیر انجام می‌شود:

۱. تنظیم داده‌ها به صورت صعودی یا نزولی ($X_1, \dots, X_N$)

۲. تعیین دامنه تغییرات (تفاضل بین بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین داده) $R = X_N - X_1$

۳. تعیین تعداد طبقات: معمولاً تعداد طبقات را بین ۵ تا ۲۵ انتخاب می‌کنند در ضمن بر اساس رابطه Sturges یا Yule نیز محاسبه می‌شود:

(n تعداد مشاهدات است.)

$$K = 1 + 3.3 \log n \quad \text{Sturges} \quad (۲-۱)$$

$$K = 2.5 \times n^{1/4} \quad \text{Yule} \quad (۳-۱)$$

البته ممکن است از فرمول تجربی زیر هم برای تعیین تعداد طبقات استفاده شود:

$$n \leq 2^k \quad (۴-۱)$$

۴. مشخص نمودن فاصله طبقات C (عرض دسته‌ها):

$$C = \frac{R}{K} \quad (۵-۱)$$

۹ کلیات

کوچک‌ترین عدد هر دسته را حد (کران) پایین و بزرگ‌ترین عدد هر دسته را حد (کران) بالا می‌گویند و اختلاف آن دو طول دسته است. اگر کران بالایی یک دسته را با کران پایین یک دسته جمع نموده و تقسیم بر دو کنیم، مرزهای دسته (مرزهای حقیقی) به دست می‌آید.

مثال ۱-۲: نمرات درس اقتصاد کشاورزی ۲۵ دانشجو در یک آزمون پایان ترم به شرح زیر است:

۱۱	۸	۱۹/۵۰	۲۰	۱۳	۱۶/۲۵	۹/۵	۱۵/۷۵	۱۴	۱۸
۱۲/۵۰	۵	۷/۷۵	۱۲	۱۶	۱۰	۱۲	۱۸/۲۵	۱۴/۲۵	۱۴
					۱۳	۱۶/۷۵	۱۵	۱۷	۱۷/۲۵

جدول فراوانی را تشکیل دهید.

حل:

$$R = 20 - 5 = 15$$

دامنه

$$K = 1 + \frac{3}{3} \log 25 = \frac{5}{61} \approx 6$$

تعداد طبقات

$$C = 15 : 6 = \frac{2}{5} \approx 3$$

فاصله طبقات

فراوانی نسبی	فراوانی مطلق	طبقات
۰/۱۶	۴	۱۸-۲۰
۰/۲۸	۷	۱۵-۱۷/۹۹
۰/۳۲	۸	۱۲-۱۴/۹۹
۰/۱۶	۴	۹-۱۱/۹۹
۰/۰۴	۱	۶-۸/۹۹
۰/۰۴	۱	۳-۵/۹۹
۱	۲۵	جمع

۷-۱ شاخص‌های تمایل به مرکز

۱-۷-۱ میانگین حسابی

مقداری از اندازه متغیر است که اکثر داده‌های اندازه‌گیری شده در اطراف آن هستند.

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$$

داده‌ها:

محاسبه میانگین حسابی: برای محاسبه میانگین جامعه علامت μ و میانگین نمونه علامت $\bar{X}$ استفاده می‌شود

محاسبه میانگین حسابی در داده‌های دارای فراوانی

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N FiXi}{n} \quad (۶-۱)$$

محاسبه میانگین حسابی در داده‌های طبقه‌بندی شده

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N ViXi}{\sum Fi} \quad (۷-۱)$$

خصوصیات میانگین حسابی

- اگر کلیه اعداد با عددی ثابت جمع جبری ($\pm$) شوند، میانگین جامعه نیز با همان عدد جمع جبری می‌شود. $X_i \pm a \Rightarrow \bar{X} \pm a$ و کلیه اعداد در یک عدد ثابت ضرب یا تقسیم شوند، میانگین جامعه نیز به ترتیب با همان عدد ضرب یا تقسیم می‌شود (۵).
- مجموع انحراف داده‌ها از میانگین همیشه برابر صفر است.

محاسبه میانگین وزنی که در آن داده‌ها دارای اهمیت مساوی نمی‌باشند و هر یک دارای وزن خاص خود Wi می‌باشند مانند نقش تعداد واحد در نمره یک دانشجو. اگر فراوانی مطلق داده‌ها برابر باشند در این صورت میانگین وزنی و حسابی برابر خواهند بود (۳۱).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N WiXi}{\sum Wi} \quad (۸-۱)$$

مثال ۳-۱: در جدول زیر که وزن صد نفر دانشجو را نشان می‌دهد، میانگین را محاسبه کنید.

فراوانی	نشان دسته	وزن (کیلوگرم)
5	61	60-62
18	64	63-65
42	67	66-68
27	70	69-71
8	73	72-74

حل:

$$\sum_{i=1}^N ViXi = 61 \times 5 + \dots + 73 \times 8 = 6745$$

۲-۷-۱ میانگین هندسی

اگر داده‌ها همگی مثبت باشند و برای محاسبه حد متوسط شاخص‌ها، نسبت‌ها و درصدها استفاده می‌شود مانند رشد جمعیت:

$$G = \sqrt[n]{X_1 \times X_2 \times X_3 \times \dots \times X_n} \quad (9-1)$$

و یا با لگاریتم‌گیری طبق رابطه فوق:

$$\log G = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \quad (10-1)$$

سپس آنتی لگاریتم می‌گیریم.

مثال ۴-۱: میزان تولید در یک مرکز تولید صنایع غذایی کشاورزی در چهار سال متوالی ۲، ۴، ۶ و ۲۷ برابر نسبت به سال قبل است. میزان افزایش متوسط تولید را حساب کنید.

$$G = \sqrt[4]{2 \times 4 \times 6 \times 27} = 6$$

حل:

۳-۷-۱ میانگین هارمونیک (همساز)

در مواردی که داده‌ها دارای مقیاس ترکیبی باشند یعنی شامل نسبت‌هایی است که مقیاس صورت و منخرج کسر مقیاس یکسان نداشته اما صورت‌ها مقیاس یکسان دارند از میانگین هارمونیک استفاده می‌شود مانند محاسبه سرعت متوسط. رابطه محاسباتی به صورت زیر است (۹):

$$H = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{Xi}} \quad (11-1)$$

مثال ۵-۱: تراکتوری مسیر رفت در شخم را با سرعت ۵ کیلومتر در ساعت و مسیر برگشت را ۷ کیلومتر در ساعت طی نموده است. سرعت متوسط تراکتور در رفت و برگشت چه مقدار می‌باشد؟

حل:

$$H = \frac{2}{\frac{1}{5} + \frac{1}{7}} = 5.8 \text{ Km h}^{-1}$$

۸-۱ میانه^۱

چنانچه داده‌ها به صورت نزولی یا صعودی مرتب شوند، عددی که داده‌ها را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کنند را برحسب تعریف میانه می‌نامند و فراوانی مقادیر داده‌های قبل و بعد آن یکسان است.

میانه نسبت به میانگین کمتر تحت تأثیر عناصر غیر طبیعی جامعه قرار می‌گیرد.

اگر تعداد داده‌ها فرد باشد، داده مرتبه $\frac{n+1}{2}$ میانه خواهد بود و چنانچه داده‌ها زوج باشند میانه میانگین دو داده مرتبه $\frac{n}{2}$ و $\frac{n}{2} + 1$ است. میانه در داده‌های طبقه‌بندی شده

$$Med = L_1 + \left(\frac{\frac{N}{2} - \sum f_b}{f_m} \right) \times C \quad (12-1)$$

L حد پایین طبقه میانه، f_b فراوانی تجمعی تا قبل طبقه میانه، f_m فراوانی طبقه میانه و C طول دسته میانه است (۲).

مثال ۶-۱: بین دو شهرستان که فاصله آن‌ها ۱۰۰ کیلومتر است، ۷ بخش وجود دارد که هریک شامل تعدادی روستا می‌باشند. در جدول زیر تعداد کشاورزان هر بخش مشخص گردیده و فواصل بخش‌ها نیز مشخص شده است. حال برای ایجاد یک مرکز خدمات کشاورزی در کنار جاده، محلی را تعیین کنید که کشاورزان حداقل مسافت را برای دسترسی به مرکز خدمات طی کنند.