

دانشگاه پیام نور

طرح آزمایش‌های کشاورزی

دکتر معروف خلیلی دکتر محمدرضا نقوی دکتر محسن فرشادفر

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 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 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 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

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان 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

صفحه

عنوان

پیشگفتار.....	یازده
مقدمه.....	سیزده
فصل اول: مرور کلی بر آمار و یادآوری.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
۱-۱ آمار و انواع محاسبات آماری.....	۱
۲-۱ جمعیت و نمونه.....	۲
۱-۲-۱ معیار جمعیت و نمونه.....	۳
۲-۲-۱ نمونه‌گیری تصادفی.....	۴
۳-۱ متغیر و انواع آن.....	۴
۴-۱ معیارهای تمایل به مرکز.....	۵
۱-۴-۱ میانگین.....	۵
۵-۱ معیارهای پراکندگی.....	۷
۱-۵-۱ انحراف معیار.....	۸
۲-۵-۱ واریانس.....	۸
۱-۲-۵-۱ خواص جبری واریانس.....	۹
۲-۲-۵-۱ واریانس نمونه یا واریانس جوامع کوچک.....	۱۰
۳-۲-۵-۱ واریانس مشاهدات ساده‌شده.....	۱۰
۴-۲-۵-۱ واریانس تفاوت‌ها و مجموع‌ها.....	۱۱
۳-۵-۱ ضریب تغییرات.....	۱۳

۶-۱	متغیرهای تصادفی گسسته و پیوسته.....	۱۴
۶-۱-۱	توزیع نرمال.....	۱۵
۶-۱-۱-۱	توزیع استاندارد نرمال (توزیع Z).....	۱۷
۷-۱	استنباط آماری بر مبنای نمونه‌های بزرگ.....	۱۸
۷-۱-۱	توزیع فراوانی نمونه‌های بزرگ.....	۱۸
۷-۱-۲	فرضیه آماری.....	۱۹
۷-۱-۳	آزمون‌های فرض یک‌طرفه و دوطرفه.....	۲۱
۷-۱-۳-۱	آزمون یک‌طرفه راست.....	۲۱
۷-۱-۳-۲	آزمون یک‌طرفه چپ.....	۲۱
۷-۱-۳-۳	آزمون دوطرفه.....	۲۱
۷-۱-۴	مفهوم درجه آزادی.....	۲۱
۸-۱	استنباط آماری بر مبنای نمونه‌های کوچک.....	۲۲
۸-۱-۱	توزیع فراوانی نمونه‌های کوچک.....	۲۲
۹-۱	تجزیه کای اسکوتر و آزمون‌های آماری.....	۲۳
۱۰-۱	تجزیه داده‌های طبقه‌بندی شده.....	۲۶
۱۰-۱-۱	مقایسه دو واریانس و توزیع F.....	۲۶
۱۱-۱	تجزیه واریانس.....	۲۹
۱۱-۱-۱	تجزیه واریانس یک‌طرفه.....	۳۰
۱۲-۱	روابط بین متغیرها.....	۳۰
۱۲-۱-۱	کوواریانس.....	۳۲
۱۲-۱-۲	همبستگی.....	۳۲
۱۲-۱-۳	رگرسیون.....	۳۴
	خلاصه فصل اول.....	۳۷
	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول.....	۳۸
	فصل دوم: آشنایی با اصطلاحات و مفاهیم در طرح آزمایش‌های کشاورزی	۴۱
	هدف کلی.....	۴۱
	هدف‌های یادگیری.....	۴۱
۱-۲	اصطلاحات و تعاریف.....	۴۱
۲-۲	انواع تغییرات در طرح آزمایش‌های کشاورزی.....	۴۵
۳-۲	اصول کلی در طرح‌های آزمایشی.....	۴۷
۴-۲	تکنیک‌های اجرایی در آزمایش‌های مزرعه‌ای.....	۴۹
	خلاصه فصل دوم.....	۵۴
	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....	۵۴
	فصل سوم: طرح کاملاً تصادفی	۵۹
	هدف کلی.....	۵۹
	هدف‌های یادگیری.....	۵۹

۱-۳ طرح کاملاً تصادفی متعادل (CRD).....	۵۹
۱-۱-۳ کلیات.....	۵۹
۲-۱-۳ نحوه تصادفی کردن تیمارها در طرح کاملاً تصادفی.....	۶۱
۳-۱-۳ انواع طرح کاملاً تصادفی.....	۶۲
۴-۱-۳ تجزیه آماری طرح کاملاً تصادفی.....	۶۳
۵-۱-۳ نکته‌های مربوط به اجرا و تجزیه طرح کاملاً تصادفی.....	۷۲
۶-۱-۳ مقایسه میانگین تیمارها.....	۷۳
۱-۶-۱-۳ آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD).....	۷۴
۲-۶-۱-۳ آزمون دانکن (آزمون چنددامنه‌ای دانکن).....	۷۶
۳-۶-۱-۳ آزمون توکی (HSD) (آزمون اختلاف معنی‌دار قابل اعتماد).....	۸۲
۴-۶-۱-۳ آزمون استیودنت - نیومن - کولز (SNK).....	۸۴
۵-۶-۱-۳ آزمون دانت:.....	۸۵
۷-۱-۳ مقایسه میانگین تیمارها برای آزمون‌های مختلف.....	۸۶
۸-۱-۳ حل مسائل طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS.....	۸۸
۲-۳ طرح کاملاً تصادفی نامتعادل.....	۱۰۳
۲-۲-۳ نکات مربوط به محاسبه اجزای جدول تجزیه واریانس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل.....	۱۰۶
۳-۲-۳ مقایسه میانگین‌ها.....	۱۰۷
۴-۲-۳ حل مسائل طرح کاملاً تصادفی نامتعادل با استفاده از نرم‌افزار SPSS.....	۱۰۸
خلاصه فصل سوم.....	۱۱۳
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....	۱۱۳
فصل چهارم: طرح بلوک‌های کامل تصادفی	۱۱۷
هدف کلی.....	۱۱۷
هدف‌های یادگیری.....	۱۱۷
۱-۴ کلیات.....	۱۱۷
۲-۴ نحوه تصادفی کردن تیمارها در طرح بلوک‌های کامل تصادفی.....	۱۱۹
۳-۴ مزایا و معایب طرح بلوک‌های کامل تصادفی.....	۱۲۱
۴-۴ مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی.....	۱۲۲
۵-۴ تجزیه آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی.....	۱۲۲
۶-۴ برآورد مقدار مشاهده از بین رفته (گمشده).....	۱۲۶
۷-۴ سودمندی یا کارایی نسبی.....	۱۳۲
۸-۴ نکته‌های مربوط به اجرا و تجزیه طرح بلوک‌های کامل تصادفی.....	۱۳۶
۹-۴ حل مسائل طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS.....	۱۳۶
خلاصه فصل چهارم.....	۱۴۲
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم.....	۱۴۲
فصل پنجم: طرح مربع لاتین	۱۴۵
هدف کلی.....	۱۴۵

هدف‌های یادگیری.....	۱۴۵
۱-۵ کلیات	۱۴۵
۲-۵ نحوه تصادفی کردن تیمارها در طرح مربع لاتین	۱۴۶
۳-۵ مزایا و معایب طرح مربع لاتین	۱۴۸
۴-۵ مدل آماری طرح مربع لاتین	۱۴۸
۵-۵ تجزیه آماری طرح مربع لاتین	۱۴۹
۶-۵ برآورد کورت گمشده در طرح مربع لاتین	۱۵۳
۷-۵ طرح‌های مربع لاتین تکرار شده	۱۵۷
۸-۵ نحوه تشخیص نقشه طرح مربع لاتین	۱۶۱
۹-۵ حل مسائل انواع طرح مربع لاتین با استفاده از نرم‌افزار SPSS	۱۶۲
۱۰-۵ سودمندی یا کارایی نسبی	۱۷۲
خلاصه فصل پنجم.....	۱۷۳
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....	۱۷۴
فصل ششم: طرح‌های پایه چندمشاهده‌ای.....	۱۷۷
هدف کلی	۱۷۷
هدف‌های یادگیری.....	۱۷۷
۱-۶ کلیات	۱۷۷
۲-۶ تجزیه آماری طرح کاملاً تصادفی با بیش از یک مشاهده	۱۷۸
۳-۶ تجزیه آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی با بیش از یک مشاهده.....	۱۸۰
۴-۶ تجزیه آماری طرح مربع لاتین با بیش از یک مشاهده با استفاده از نرم‌افزار SPSS.....	۱۸۶
خلاصه فصل ششم	۱۹۰
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم	۱۹۱
فصل هفتم: مقایسه گروهی تیمارها.....	۱۹۳
هدف کلی	۱۹۳
هدف‌های یادگیری.....	۱۹۳
۱-۷ کلیات	۱۹۳
۲-۷ انواع مقایسه‌های گروهی	۱۹۴
۳-۷ مقایسه‌های اورتوگونال (متعادل یا مستقل).....	۱۹۵
۴-۷ مقایسه‌های با درجه آزادی یک	۲۰۳
خلاصه فصل هفتم.....	۲۱۲
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم.....	۲۱۳
فصل هشتم: آزمایش‌های فاکتوریل.....	۲۱۷
هدف کلی	۲۱۷
هدف‌های یادگیری.....	۲۱۷
۱-۸ کلیات	۲۱۷
۲-۸ انواع آزمایش‌های چندعاملی	۲۲۰

۳-۸	اثرات ساده، اصلی و متقابل در آزمایش‌های چندعاملی.....	۲۲۱
۴-۸	مدل آماری در آزمایش‌های فاکتوریل.....	۲۲۵
۵-۸	تجزیه آماری در آزمایش‌های فاکتوریل.....	۲۲۶
۶-۸	تجزیه آماری آزمایش‌های فاکتوریل 2^n	۲۳۴
۷-۸	آزمایش‌های فاکتوریل غیر 2^n	۲۳۸
۸-۸	مقایسه میانگین‌ها در آزمایش‌های فاکتوریل.....	۲۴۴
۹-۸	روش فرمول‌نویسی.....	۲۴۵
۱۰-۸	نکته‌های مربوط به اجرا و تجزیه یک آزمایش فاکتوریل.....	۲۴۹
۱۱-۸	تجزیه آماری آزمایش‌های فاکتوریل با استفاده از نرم‌افزار SPSS.....	۲۵۰
	خلاصه فصل هشتم.....	۲۵۸
	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم.....	۲۵۹
	فصل نهم: طرح‌های کورت‌های خردشده	۲۶۳
	هدف کلی.....	۲۶۳
	هدف‌های یادگیری.....	۲۶۳
۱-۹	کلیات.....	۲۶۳
۲-۹	نحوه تهیه و اجراکردن طرح کورت‌های خردشده.....	۲۶۶
۳-۹	تجزیه آماری طرح کورت‌های خردشده در قالب طرح‌های پایه.....	۲۶۸
۴-۹	مقایسه میانگین‌ها.....	۲۷۱
۵-۹	نکته‌های مربوط به اجرا و تجزیه طرح کورت‌های خردشده.....	۲۷۸
۶-۹	تجزیه آماری طرح کورت‌های خردشده با استفاده از نرم‌افزار SPSS.....	۲۷۸
	خلاصه فصل نهم.....	۲۸۱
	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم.....	۲۸۲
	فصل دهم: مرور کلی بر نرم‌افزار SPSS	۲۸۵
	هدف کلی.....	۲۸۵
	هدف‌های یادگیری.....	۲۸۵
۱-۱۰	معرفی نرم‌افزار SPSS.....	۲۸۵
۲-۱۰	ساخت و مدیریت یک فایل در نرم‌افزار.....	۲۸۷
۳-۱۰	آمار توصیفی.....	۲۹۰
۴-۱۰	فرض نرمال بودن داده‌ها.....	۲۹۱
۵-۱۰	آزمون فرض میانگین‌ها.....	۲۹۳
۱-۵-۱۰	میانگین‌ها (Means).....	۲۹۳
۱-۵-۱۰-۱	آزمون t مقایسه میانگین یک نمونه (One Sample t-Test).....	۲۹۶
۱-۵-۱۰-۲	آزمون t برای مقایسه میانگین دو نمونه مستقل (Independent-Samples t-Test).....	۳۰۲
۱-۵-۱۰-۳	آزمون t برای دو نمونه جفت شده (Paired-Sample t-Test).....	۳۰۶
۶-۱۰	تجزیه واریانس.....	۳۰۶
۱-۶-۱۰	تجزیه واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA ..).....	۳۰۶

۳۰۹.....	۱۰-۶-۱-۱ برابری واریانس ها
۳۰۹.....	۱۰-۶-۱-۲ نابرابری واریانس ها
۳۱۰.....	۱۰-۶-۱-۳ تفسیر خروجی ها
۳۱۲.....	۱۰-۶-۲ تجزیه واریانس یک متغیره (Univariate ANOVA)
۳۱۸.....	۱۰-۷ رگرسیون خطی و همبستگی
۳۲۴.....	خلاصه فصل دهم
۳۲۴.....	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل دهم
۳۲۵.....	پاسخنامه سؤالات چهارگزینه ای
۳۲۷.....	جداول پیوست
۳۴۵.....	منابع

پیشگفتار

انجام دادن آزمایش‌های کشاورزی برای کارهای تحقیقاتی، اصلاحی و ... نیازمند دانستن اصول طراحی یک آزمایش با توجه به امکانات و در موقعیت‌های گوناگون انتخاب طرح آزمایشی مناسب است. در ضمن چگونگی نتیجه‌گیری از انجام فعالیت‌های مختلف علمی بسیار اهمیت دارد که در این راستا شناخت اصول تجزیه و تحلیل طرح آزمایش‌ها به محقق کمک خواهد کرد. کتاب حاضر تلاشی برای ارتقای شناخت طرح‌های آزمایشی، اصول کار آن‌ها و نحوه نتیجه‌گیری از آن‌ها به وسیله فراهم کردن توضیحات ساده قابل فهم از مفاهیم به ظاهر پیچیده است. هدف از این کتاب فراهم آوردن شرحی مختصر و شفاف از مفاهیم بسیار مهمی است که عموماً در علوم مهندسی به کار می‌روند.

این کتاب از مجموعه مطالبی که مؤلفان در درس «طرح آزمایش‌های کشاورزی» رشته‌های مختلف تحصیلی طی سال‌های گذشته تدریس کرده‌اند، تدوین و به زبانی ساده و با استفاده از ابزارهای محدود ریاضی و تأکید بر جنبه‌های آموزشی و کاربردی نگارش شده است. همه مفاهیم و روش‌های نظری به‌طور نظام‌مند با مثال‌های عددی ارائه شده‌اند و از برنامه آماری SPSS به عنوان نرم‌افزار انتخابی برای حل مسائل استفاده شده است. در مورد نرم‌افزار SPSS علاوه بر ارائه کاربرد این نرم‌افزار در مباحث آماری مهم در مورد هر طرح آزمایشی و هر روش سعی شده است در حد امکان جزئیات توضیح داده شود.

غیر از اطلاع پایه ریاضیات عمومی، پیش‌نیاز خاصی برای این درس لازم نیست. این کتاب به شکل یک کتاب درسی برای واحدهای نظری و عملی نگارش شده است، ولی دانشجویان دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد و همه متخصصانی که در زمینه ارزیابی آماری داده‌ها و آزمایش‌های کشاورزی کار می‌کنند، می‌توانند به‌عنوان مرجع از آن استفاده کنند.

نظرها و راهنمایی‌های خوانندگان محترم در رفع نواقص و تکمیل مطالب در چاپ‌های بعدی ما را یاری خواهد کرد.

انما العلم عند ا...

معروف خلیلی - محمدرضا نقوی - محسن فرشادفر

مقدمه

ارزش تحقیقات علمی روزبه‌روز با پیشرفت علوم و فناوری افزایش می‌یابد. از آنجاکه استفاده از روش‌های آماری ارزیابی صحیح‌تر نتایج آزمایش انجام‌شده را امکان‌پذیر می‌کند، اهمیت دانستن علم آمار بیشتر می‌شود. روش علمی دارای ارکان اساسی است که نخستین رکن آن مشاهده و مرحله پژوهش و تماس با طبیعت است. آنچه قابل اندازه‌گیری نیست، بررسی علمی نمی‌شود. مشاهده باید تکرارپذیر باشد، در غیر این صورت از قلمرو علم خارج است. دومین رکن اساسی تحقیق علمی تعریف مسئله یا پرسش است تعریف مسئله و پرسش مناسب، هدف تحقیق را مشخص می‌کند. هدف مقصدی را تعیین می‌کند که محقق به داوری آن می‌پردازد و بنابراین مسیر تلاش و زمینه کار و کوشش را روشن می‌سازد. فرضیه‌سازی سومین رکن علمی است. محقق پس از مشاهده و پرسش، حدس و پندارهایی را برای پاسخ قائل می‌شود و این نقطه تمایز بین فرد عامی و فرد متخصص است. استقراء و آزمایش و به عبارتی جمع‌آوری شواهد بر له یا علیه فرضیه و آزمودن ارزش حدس‌های علمی مرحله چهارم روش علمی است. رکن نهایی روش علمی نظریه‌سازی یا بیان نتایج توأم با احتمال وقوع آنهاست چنانچه احتمال کسب نتیجه قوی باشد، قوانین طبیعی وضع می‌گردد. طرح آزمایش‌ها که شاخه‌ای از علم آمار کاربردی است، زمینه لازم برای تحقیق تحلیلی را فراهم می‌سازد. به عبارت دیگر، طرح‌های آماری الگوی مناسب را برای پیاده کردن آزمایش و تحقیق به منظور جمع‌آوری اطلاعات صحیح، تجزیه و تحلیل درست و

نتیجه‌گیری منطقی و علمی در اختیار قرار می‌دهند. علاوه بر آن با توجه به وقت‌گیر بودن و گاهی پیچیده بودن محاسبات و تجزیه و تحلیل نتایج طرح‌های آزمایشی استفاده از نرم‌افزارهای کاربردی ضروری و مفیدند. یکی از نرم‌افزارهای مناسب برای تجزیه و تحلیل نتایج طرح‌های آزمایشی نرم‌افزار SPSS است. در مجموع آشنایی مخاطبان به نحوه اجرا و تجزیه و تحلیل طرح‌های آزمایشی همراه با اصول استفاده صحیح از این نرم‌افزار می‌تواند بسیار مفید باشد.

این کتاب که هدف آموزشی آن آشنا کردن مخاطب با اصول طرح‌های آزمایشی، نحوه اجرا و تجزیه و تحلیل آن‌ها به صورت دستی و همچنین در نرم‌افزار SPSS است در ده فصل که در فهرست مطالب به آن‌ها اشاره شده، تدوین گردیده است.

فصل اول

مرور کلی بر آمار و یادآوری

هدف کلی

هدف کلی این فصل یادآوری اصول کلی آمار و خصوصاً آمار استنباطی که پیش‌نیاز انجام طرح‌های آزمایشی است.

هدف‌های یادگیری

- برای دستیابی به اهداف کلی فوق باید به هدف‌های جزئی زیر دست یابید، به‌طوری‌که بتوانید:
۱. با برخی اصطلاحات مهم آماری آشنا شوید.
 ۲. تفاوت آمار توصیفی و آمار استنباطی را درک کنید.
 ۳. مفاهیم روابط در آمار استنباطی را بیاموزید.

۱-۱ آمار و انواع محاسبات آماری

آمار^۱ علم و هنر جمع‌آوری، تنظیم، تجزیه، تحلیل و تفسیر مشاهدات حاصل از سرشماری و آزمایش است. جمع‌آوری مشاهدات مرحله تهیه اندازه‌ها یا شمارش‌ها است. نتایج قابل اطمینان فقط از مشاهدات نمونه‌ای که به‌طور صحیح جمع‌آوری شده باشند به دست می‌آید. تنظیم مشاهدات^۲ شامل معرفی اندازه‌ها یا شمارش گردآوری‌شده در قالب مناسب، برای انتاج نهایی و منطقی است. در حقیقت مشاهدات

به وسیله جداول و نمودارها نشان داده می‌شوند. در تجزیه مشاهدات^۱ اطلاعات ارقام قابل اطمینان به صورت ارقام خلاصه شده و قابل درک از اندازه‌ها یا اعداد استخراج می‌شوند. از مهم‌ترین اندازه‌هایی که برای این منظور به کار می‌روند می‌توان به میانگین، میانه، دامنه تغییرات و انحراف معیار اشاره کرد. مرحله آخر در یک محاسبه آماری تفسیر مشاهدات^۲ است. در این مرحله نتیجه‌گیری از تجزیه مشاهدات به عمل می‌آید. همچنین اطلاعات به دست آمده از این مجموعه کوچک از مواد مورد بررسی (نمونه)، به مجموعه بزرگ از همان مواد (جمعیت)، تعمیم داده می‌شود.

محاسبات آماری را می‌توان به دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی تقسیم کرد. هدف از آمار توصیفی خلاصه کردن و شرح ویژگی‌های مجموعه‌ای از داده‌ها یا مشاهدات است. از مهم‌ترین روش‌های آماری توصیفی می‌توان رسم انواع نمودار، تجزیه غیراستنباطی داده‌ها، محاسبه میانگین‌ها، واریانس و انحراف استاندارد مشاهدات را نام برد. به طور مثال میانگین معدل ۵۰ دانش آموز یک مدرسه به صورت نمودار گزارش می‌شود. هدف از آمار استنباطی اطلاع از ویژگی‌های جمعیت از طریق اندازه‌گیری ویژگی‌های نمونه است. به طور مثال با اندازه‌گیری میانگین معدل ۵۰ دانش آموز از ۵۰۰ دانش آموز یک مدرسه، میانگین معدل دانش آموزان آن مدرسه تعیین می‌گردد (۲).

۲-۱ جمعیت و نمونه

به مجموعه بزرگی از افراد که دست‌کم دارای یک صفت مشترک باشند جمعیت^۳ گفته می‌شود. اگر شمار افراد یک جمعیت مشخص باشد آن را جمعیت محدود و اگر تعداد افراد جمعیت بی‌شمار باشد آن جمعیت را نامحدود^۴ می‌نامند به مجموعه افراد یا موادی که از یک جمعیت انتخاب می‌شوند نمونه^۵ می‌گویند.

در اصل از آنجاکه جمعیت‌های مورد استفاده برای پژوهشگران غالباً بسیار بزرگ است و اندازه‌گیری همه افراد یک جمعیت امکان‌پذیر نیست به منظور بررسی خصوصیات، جمعیت تعدادی از افراد را به عنوان نمونه انتخاب و ارزیابی می‌کنند.

1. Analysis of Data
2. Interpretation of Data
3. Population
4. Infinite
5. Sample

روش صحیح انتخاب نمونه، انتخاب تصادفی است تا همه افراد جمعیت شانس مساوی در تشکیل آن داشته باشند.

هرچه تعداد افراد در نمونه بیشتر باشد برآورد ویژگی جمعیت دقیق‌تر خواهد بود. اگر اندازه نمونه بیشتر از ۳۰ باشد آن را نمونه بزرگ و اگر کمتر از ۳۰ باشد آن را نمونه کوچک می‌نامند.

۱-۲-۱ معیار جمعیت و نمونه

کمیتی که ویژگی جمعیت را نشان می‌دهد معیار جمعیت یا پارامتر^۱ نامیده می‌شود. معیار نمونه^۲ یا آماره^۳ نیز ویژگی نمونه را نمایان می‌سازد. مقدار عددی معیار جمعیت (پارامتر)، ثابت و معیار نمونه نوسان دارد، زیرا نمونه‌های برداشته شده از یک جمعیت الزاماً مشابه نیستند. به‌طور مثال اگر قد تمامی کارکنان یک شرکت اندازه‌گیری شده و سپس میانگین آن عدد به دست آید نشان‌دهنده میانگین قد جمعیت کارمندان آن شرکت بوده و با اندازه‌گیری مجدد نیز همین عدد حاصل می‌شود (با صرف‌نظر از اشتباهات اندازه‌گیری). حال اگر از این جمعیت نمونه‌های ۱۵ نفری انتخاب شده و میانگین قد آن‌ها اندازه‌گیری شود دیده می‌شود که میانگین نمونه‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است. معیار نمونه را با حروف کوچک لاتین و معیار جمعیت را با حروف کوچک یونانی نشان می‌دهند. (جدول ۱-۱).

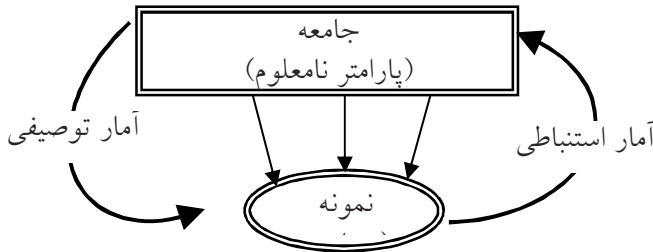
جدول ۱-۱. معیارهای جمعیت و نمونه

انحراف معیار	واریانس	میانگین	
σ_X	σ_X^2	$m(\mu_X)$	معیار جمعیت
s	S^2	X	معیار نمونه

به‌طورکلی، در بررسی‌های آماری دو هدف دنبال می‌شود. هدف اول که در آمار توصیفی به دنبال آن هستیم، شامل جمع‌آوری، گروه‌بندی، خلاصه کردن، رسم نمودار و تعیین شاخص‌های مرکزی و پراکندگی مانند میانگین، میانه، نما، دامنه تغییرات، انحراف متوسط، انحراف معیار و واریانس است. از این شاخص‌ها برای محاسبه شاخص‌های دیگر استفاده می‌شود. هدف دوم که در بحث آمار استنباطی گنجانده می‌شود عبارت

1. Parameter
2. Estimator (Sample Criterion)
3. Statistics

است از برآورد ویژگی‌های توصیفی جامعه بر اساس خصوصیات نمونه مورد مطالعه با احتمالی مشخص. در این مفهوم، آمار استنباطی پلی است برای ارتباط بین جامعه و نمونه (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱. رابطه بین جامعه و نمونه

پس بحث عمده آمار، تصمیم‌گیری در مورد یک جامعه بر اساس نمونه‌ای از آن جامعه است (حکم از جزء به کل) که در علم منطق حکم از جزء به کل یا از نمونه به جامعه را استدلال استقرائی^۱ می‌گویند. استدلال قیاسی^۲ در مقابل استدلال استقرائی قرار دارد که در آن از کل به جزء یا از جامعه به نمونه حکم می‌شود.

۱-۲-۲ نمونه‌گیری تصادفی

برای استنباط رفتار افراد جامعه از روی مشاهده رفتار افراد نمونه، منطق حکم می‌کند که گروه نمونه معرف جامعه باشد. در چنین حالتی مفهوم «نمونه‌گیری تصادفی» اهمیت پیدا می‌کند. در نمونه‌گیری تصادفی احتمال انتخاب شدن برای همه اعضای جامعه یکسان و معلوم است و هیچ عاملی جز عامل شانس و تصادف در انتخاب شدن افراد نمونه از جامعه وجود ندارد. یعنی، در نمونه‌گیری تصادفی، انتخاب افراد نمونه، مستقل از یکدیگر صورت می‌گیرد. نمونه انتخاب‌شده به این شیوه معرف جامعه است و می‌توان نتایج حاصل از نمونه را به جامعه تعمیم داد.

۱-۳ متغیر و انواع آن

داده‌ها (مشاهدات)^۳ اعداد و ارقامی هستند که از اندازه‌گیری صفت یا متغیر مورد مطالعه در افراد یا از شانس افراد برای داشتن یک صفت حاصل می‌شوند. متغیر^۴ عامل

1. Inductive Reasoning
2. Deductive Reasoning
3. Data
4. Variable (Variate)

یا صفتی است که ارزش آن از فردی به فرد دیگر تغییر کند. انواع تقسیم‌بندی متغیرها به شرح زیر است:

الف- متغیر تصادفی^۱ و ثابت^۲: اگر مقادیر به‌طور تصادفی از جمعیت برداشته شود آن متغیر را متغیر تصادفی می‌نامند که اطلاعات آن قابل تعمیم به جامعه است، درحالی‌که اگر مقادیر یک متغیر به‌طور غیر تصادفی و توسط پژوهشگر تعیین شود آن را متغیر ثابت می‌گویند.

ب- متغیر کمی و کیفی: هنگامی که ارزش متغیر با اعداد و ارقام و افراد درون جمعیت به چند نوع مجزا تقسیم شوند به آن متغیر کیفی^۳ می‌گویند. بالعکس در متغیر کمی^۴ ارزش افراد توسط اعداد به دست می‌آید.

ج- متغیر پیوسته و ناپیوسته: در متغیر پیوسته^۵ افراد اندازه‌گیری می‌شوند و می‌توانند هر مقدار ممکن در دامنه تغییرات^۶ یا اختلاف دو حد بالا و پایین را به خود اختصاص دهند. در متغیرهای ناپیوسته^۷ ارزش افراد از طریق شمارش به دست می‌آید و قابل اندازه‌گیری نیست. مقادیر حاصل جدا از هم بوده و در دسته‌های مجزا گروه‌بندی می‌شوند.

د- متغیرهای مستقل و غیرمستقل: مقادیر متغیر مستقل^۸ را معمولاً آزمایش‌کننده تعیین می‌کند و مقادیر متغیر وابسته^۹ به سطوح انتخابی متغیر مستقل بستگی دارد. در این مورد باید به این نکات توجه کرد که متغیر کیفی همواره ناپیوسته است و متغیر کمی غالباً پیوسته است و همچنین متغیر وابسته همواره تصادفی و متغیر مستقل اکثراً ثابت است (۲).

۴-۱ معیارهای تمایل به مرکز

۱-۴-۱ میانگین^{۱۰}

مهم‌ترین معیار مرکزی داده‌ها است که به چند نوع تقسیم می‌شود:

الف- میانگین حسابی: برای محاسبه میانگین (میانگین حسابی) n مشاهده از X_i

تا X_n رابطه زیر استفاده می‌کنند:

-
1. Random Variable
 2. Fixed Variable
 3. Qualitative Variable
 4. Quantitative Variable
 5. Continuous Variable
 6. Range of Variable
 7. Discrete Variable (Discontinuous)
 8. Independent Variable
 9. Dependent Variable
 10. Mean

$$\mu_X = m = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

خواص میانگین حسابی

الف) اگر از تمامی مشاهدات عدد ثابتی مانند C کم یا اضافه شود، به میانگین آن اعداد نیز عدد ثابت C کم یا اضافه می‌شود.

ب) اگر تمامی مشاهدات در عدد ثابتی مانند C ضرب یا تقسیم شوند، میانگین آن اعداد نیز در عدد ثابت C ضرب یا تقسیم می‌شود.

ج) مجموع انحراف مشاهدات از میانگین یا مجموع تفاضل مشاهدات از میانگین مشاهدات برابر صفر است.

برای محاسبه میانگین از روی جدول فراوانی که در آن f_i فراوانی مشاهده را نشان می‌دهد از رابطه زیر استفاده می‌شود: (در این رابطه $n = \sum_{i=1}^k f_i$)

$$\mu_X = m = \frac{\sum_{i=1}^k f_i X_i}{n}$$

میانگین حسابی را معمولاً معدل نیز می‌نامند. اصطلاح معدل برای سایر اندازه‌های تمایل به مرکز هم به کار می‌رود. بنابراین هرگاه این اصطلاح به کار رود خواننده باید از متن پی ببرد که منظور کدام اندازه تمایل به مرکز است.

ب- **میانگین هندسی**^۱: میانگین هندسی یکی از اندازه‌های تمایل به مرکز است که کمتر از سایر اندازه‌های تمایل به مرکز مورد استفاده قرار می‌گیرد و باید در نظر داشت که از میانگین هندسی برای مشاهداتی استفاده می‌شود که در آن، نسبت هر دو عدد متوالی ثابت یا تقریباً ثابت است. میانگین هندسی از رابطه مقابل محاسبه می‌گردد:

$$Mg = \sqrt[n]{X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n}$$

ج- **میانگین هارمونیک**^۲: از میانگین هارمونیک برای اندازه‌گیری متوسط سرعت هنگامی که فواصل مربوط به آن‌ها برابر باشد، استفاده می‌شود. میانگین هارمونیک اعداد از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

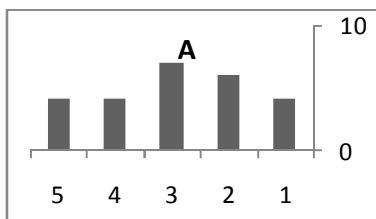
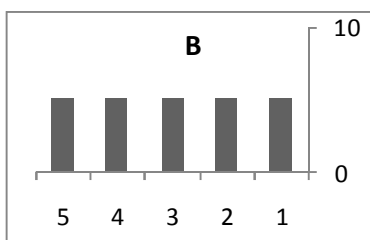
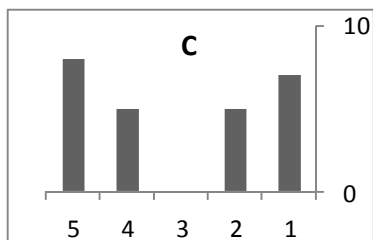
$$Mh = \frac{n}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{1}{X_n}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{X_i}}$$

۵-۱ معیارهای پراکندگی

اگرچه میانگین حسابی یک معیار ایدئال تمایل به مرکز است، به تنهایی تصویر روشنی از مجموعه‌ای از متغیرها یا توزیع آن‌ها به دست نمی‌دهد. در جدول ۲-۱ میانگین حسابی سه دسته عددی A، B و C آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین حسابی سه دسته با یکدیگر برابر و مساوی ۵ ($\mu_X = 5$) است که نشان‌دهنده یکسانی این سه دسته اعداد با هم است، در صورتی‌که اگر نمودار توزیع فراوانی این اعداد را ترسیم کنیم خواهیم دید که سه دسته پراکندگی را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱. میانگین و داده‌های سه گروه A، B و C

C	B	A
7	5	4
5	5	6
0	5	7
5	5	4
8	5	4
$\mu=5$	$\mu=5$	$\mu=5$



شکل ۲-۱. نمودارهای ستونی داده‌های جدول ۲-۱