روش تحقیق

مدرسان شریف

فصل اول

«کلیات»

درسنامه (۱): علم و منابع آن

برحسب تعریف، «علم مجموعه فعالیت‌های منسجم و منظمی است که به کمک آن واقعیت‌های جهانِ خارج در کنار هم نهاده می‌شوند». در این فعالیت‌ها سه جزء وجود دارد: توصیف، کشف نظم و صورت‌بندی نظریه‌ها و قوانین علمی.

منابع اطلاعاتی که سرچشمه‌های دانش بشری هستند، به ۴ دسته تقسیم می‌شوند:

۱ـ تجربه (Experience)

۲ـ صاحب‌نظران (مراجع مطلع) (Authority)

۳ـ روش خردگرایانه (استدلالی) (Ration):

الف ـ استدلال قیاسی (Deductive reasoning) ب ـ استدلال استقرایی (Inductive reasoning) ج ـ تمثیل (تشبیه) (Analogy)

۴ـ روش علمی (Scientific method)

۱ـ تجربه: ابتدایی‌ترین و اساسی‌ترین راه‌حل مسائل در تجربه‌های شخصی، نهفته است. به عبارت دیگر، تجربه یکی از منابعی است که همه با آن آشنا هستند و در عمل از آن استفاده می‌کنند. برای مثال، یک فرد بعد از آزمون مسیرهای متعدد از خانه به محل کار، می‌آموزد که کدام مسیر را می‌توان در زمان کوتاه‌تری طی کرد که کمترین تراکم را در رفت و آمد داشته یا دارای زیباترین مناظر باشد.

بخش عمده معرفت که از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود، نتیجه تجربیات است. توانایی یادگیری از طریق تجربه، یکی از ویژگی‌های عمده رفتار هوشمندانه بشر است. با وجود تمامی این فواید و مزایا، تجربه به عنوان یک منبع اطلاعاتی از نقصی کلی و عمده برخوردار است و آن اینکه هر فرد بر اساس ویژگی‌های خاص خود، تحت تأثیر حوادث قرار می‌گیرد و میزان و شدت تأثیر یک حادثه بر یک شخص به ویژگی‌های شخصیتی و فیزیولوژیکی او بستگی دارد. به عنوان مثال، جنگلی که برای یک نفر بهشتی دلپذیر است، برای دیگری می‌تواند فضایی وحشت‌آور و تهدیدکننده باشد. نقطه ضعف دیگر تجربه این است که گاهی اوقات انسان نیازمند اطلاعاتی است که نمی‌توان آن را از طریق تجربه آموخت. به عنوان مثال، اگر کودکی را به حال خود واگذاریم تا ریاضیات را یاد بگیرد، احتمالاً به شیوه جمع کردن اعداد دست می‌یابد؛ ولی پیدا کردن روشی برای حل معادله‌های دومجهولی توسط او تقریباً غیرممکن است.

مثال ۱: فرضیه «نظریه بنیان» و «داده بنیان» به ترتیب مستلزم استفاده از چه نوع استدلالی هستند؟ (علوم تربیتی و مشاوره ـ سراسری ۱۴۰۰)

۱) قیاسی ـ قیاسی ۲) قیاسی ـ استقرایی ۳) استقرایی ـ استقرایی ۴) استقرایی ـ قیاسی

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» وقتی پژوهشگر با توجه به واقعیت‌های موجود در یک نظریه به تدوین فرضیه بپردازد و یا به عبارتی فرضیه او نظریه بنیان باشد از استدلال قیاسی استفاده کرده است. در استدلال استقرایی، نتایج با مشاهده نمونه و تعمیم به کل حاصل می‌شود. براساس واقعیت‌هایی که از طریق مشاهده مستقیم به دست می‌آید، نتیجه‌گیری می‌شود. بنابراین اگر پژوهشگر مبتنی بر داده‌ها و به عبارتی به صورت داده بنیان به فرضیه‌سازی بپردازد، از استدلال استقرایی استفاده کرده است.

۲ـ صاحب‌نظران: گاهی مسائلی وجود دارد که درک آنها از طریق تجربه مشکل یا غیرممکن است. در چنین شرایطی شخص به مرجعی مطلع روی می‌آورد تا پاسخ سؤالاتش را نزد وی جستجو کند؛ به این معنی که پاسخ مشکلاتش را از شخصی می‌پرسد که قبلاً با آن مشکل مواجه شده و بر آن فائق آمده یا با کمک دیگران به آن مهارت دست یافته است. به عنوان مثال، مدیر یک سازمان در مورد مسائل حقوقی سازمان خود با یک حقوقدان مشورت می‌کند یا یک معلم تازه کار از آموزگاری باتجربه اظهارنظر می‌خواهد یا دانش‌آموزی برای یادگیری صحیح تلفظ یک لغت به فرهنگ لغات مراجعه می‌کند. البته نظر یک مرجع زمانی پذیرفته می‌شود که براساس تجربه یا منابع اطلاعاتی شناخته شده‌ای باشد؛ اما مرجع مطلع نیز به عنوان یکی از منابع دانش، دارای کاستی‌هایی است:

نخست، آنکه مرجع مطلع می‌تواند اشتباه کند و هیچ دلیلی بر اشتباه‌ناپذیری او وجود ندارد.

دوم، در میان مراجع مطلع، در برخی اصول، اختلاف نظر وجود دارد؛ به این دلیل که بیشتر نظرات این دسته براساس عقاید شخصی است نه واقعیت‌ها.

۳ـ روش خردگرایانه (استدلالی): استدلال به این معنی است که فرد بتواند با استفاده از مجموعه‌ای از اصول و استنتاج (نتیجه‌گیری) منطقی مرتبط با هم از برخی واقعیت‌ها، اطلاعات جدیدی را کسب و یا نتیجه‌گیری کند. استدلال به سه صورت است:

الف) استدلال قیاسی (قیاس منطقی): اولین گام اساسی برای کشف و دستیابی به واقعیت توسط فلاسفه یونان برداشته شد. **ارسطو** (قرن چهارم قبل از میلاد) و پیروانش از استدلال قیاسی استفاده می‌کردند. استدلال قیاسی **فرایندی فکری است که طی آن فرد با بهره‌گیری از قوانین معین منطقی، از احکام کلی به احکام جزئی می‌رسد.** **از کل ← به جزء**

به عبارت دیگر، پژوهشگر واقعیت‌های شناخته شده و موجود را کنار هم قرار داده، به نتیجه‌گیری می‌رسد. فرایند این قیاس منطقی به شرح زیر است:

۱ـ فرض اصلی (کبری) ۲ـ فرض فرعی (صغری) ۳ـ نتیجه‌گیری

به عنوان مثال: ـ همه مردان فناپذیرند (فرض اصلی کبری) ـ پادشاه یک مرد است (فرض فرعی صغری) ـ بنابراین پادشاه فناپذیر است (نتیجه)

در استدلال قیاسی اگر صغری و کبری درست باشند، ضرورتاً نتیجه نیز درست خواهد بود. با این حال استدلال قیاسی نیز محدودیت‌هایی دارد. از جمله اینکه نتیجه یک قیاس صوری نمی‌تواند از محتوای کبری و صغری فراتر رود؛ بنابراین برای رسیدن به نتایج درست باید از صغری و کبری درست (فرض فرعی و اصلی درست) شروع کرد. در واقع، نتیجه در صورتی درست است که مقدمه‌ها درست باشند. به عبارتی ممکن است این مقدمه‌ها نشئت گرفته از عقاید باشند تا واقعیت‌ها و به همین دلیل بی‌اعتبار و غیرقابل قبول باشند، مانند نظریه بطلمیوس در مورد اینکه زمین مرکزی ثابت است که سایر اجرام به دور آن می‌چرخند.

در استدلال قیاسی می‌توان با **ترسیم روابط موجود، روابط جدیدی** کشف کرد؛ ولی هرگز نمی‌توان از آن به عنوان منبعی برای توسعه و تولید اطلاعات جدید استفاده کرد. اما با وجود این محدودیت‌ها، می‌توان در تحقیق‌ها از این روش به‌عنوان وسیله‌ای سود جست که **بین نظریه و مشاهده رابطه برقرار می‌کند.** این روش به پژوهشگر کمک می‌کند تا با استفاده از نظریه‌های موجود، پدیده‌هایی را که به وقوع می‌پیوندند، پیش‌بینی کند. قیاس از نظریه‌ها موجب تدوین فرضیه‌ها (که نقش حیاتی در تحقیق‌های علمی دارند) می‌شود.

ب) استدلال استقرایی: فرانسیس بیکن (۱۶۲۶ـ۱۵۶۱م) اولین کسی بود که رویکرد جدیدی را برای کسب دانش پیشنهاد کرد. وی معتقد بود که **پژوهشگر باید براساس واقعیت‌های به‌دست آمده از مشاهده مستقیم به نتیجه‌گیری کلی بپردازد؛** بنابراین برای رسیدن به حقیقت باید به‌طور مستقیم در طبیعت به مشاهده پرداخت و تعصبات و عقاید قبلی را، که او آن‌ها را **بت (Idol) یا خدایان دروغین** می‌نامید، کنار گذاشت و جزئیات و واقعیت‌های معینی را جمع کرد تا به یک نتیجه کلی رسید. **از جزء ← به کل**

استدلال استقرایی تنها وقتی قابل اعتماد است که گروه مورد تحقیق کوچک باشد؛ چون در این روش نتایج براساس نمونه‌های کوچک معتبر است؛ بنابراین پژوهشگر تحقیق خود را در مورد نمونه‌های کوچک انجام داده و نتایج را به گروه‌های بزرگ تعمیم می‌دهد.

در نظام **بیکنی،** مشاهده‌ها در مورد رویدادهای مشخص یک طبقه صورت می‌گیرد؛ سپس براساس مشاهده این حوادث یا رویدادها، استنباط در مورد طبقه‌ها انجام می‌شود. **به عنوان مثال:**

ـ همه خرگوش‌ها دستگاه تنفس دارند. ـ همه خرگوش‌ها پستاندارند. ـ در نتیجه همه پستانداران دستگاه تنفس دارند.

در روش بیکنی برای رسیدن به نتیجه مطلوب باید همه نمونه‌ها مورد بررسی قرار گیرند؛ به همین جهت این عمل در روش بیکنی **استنتاج ناقص** شناخته شده است. به عنوان مثال، اگر بخواهیم دریابیم که آیا همه خرگوش‌ها دستگاه تنفس دارند، باید همه خرگوش‌های دنیا را بررسی کنیم که عملاً چنین چیزی ممکن نیست؛ بنابراین الزاماً پژوهشگر از **مشاهدات ناقص** به نتایج ناقص دست می‌یابد.

ارزش روش استقرایی به **ثبات درونی و دقت آزمایش‌های** مربوط به آن است. مشکل روش استقرایی، گردآوری نابسامان تحقیقاتِ فردی بدون هدفی پیوسته یا منسجم است. کاربرد این روش به تنهایی، به ندرت به کلیت یا اصول منطقی می‌رسد.

نکته۱: تفاوت استدلال قیاسی و استقرایی: در استدلال قیاسی از یک قانون عمومی و کلی شروع و از آن برای پیش‌بینی موارد جزئی استفاده می‌کنیم؛ اما در استدلال استقرایی از داده‌های مشاهده شده آغاز و سپس از آنچه که مشاهده کرده‌ایم برای تبیین روابط بین پدیده‌ها استفاده می‌کنیم.

ج) تمثیل: تمثیل عبارت است از «**اثبات حکم در امر جزئی به موجب اثبات آن در حکم جزئی دیگری که شبیه آن است**». ارزش علمی تمثیل به این است که می‌تواند باعث **تقویت احتمال** شود. تمثیل در مقابل بسیاری از پیش‌داوری‌هایی است که براساس ظاهر افراد به عمل می‌آید و به محض مشاهده این ظواهر در مورد فضائل یا رذائل اخلاقی‌شان حکم صادر می‌شود.

۴ـ روش علمی: چارلز داروین (۱۸۸۲ـ ۱۸۰۹ م) اولین کسی بود که روش‌های قیاسی و استقرایی را ترکیب و روش استقرایی ـ قیاسی را به‌وجود آورد که فاقد نقاط ضعف دو روش استدلال قیاسی و استقرایی بود. این روش عصاره روش علمی امروزه است.

طبق تعریف، روش علمی روشی است که از طریق آن **پژوهشگر به‌طور استقرایی از مشاهده به فرضیه و سپس به‌طور قیاسی از فرضیه به استنباط منطقی می‌رسد.** روش علمی همه راه‌ها و شیوه‌هایی است که محقق را از خطا محفوظ می‌دارد و رسیدن به حقیقت را برای او امکان‌پذیر می‌سازد. در واقع روش علمی به بررسی روابط احتمالی میان پدیده‌ها با استفاده از استدلال قیاسی و استقرایی می‌پردازد.

نکته۲: یکی از تفاوت‌های اصولی بین روش علمی و استدلال استقرایی استفاده از فرضیه (hypothesis) است. در استدلال استقرایی، انسان در مرحله اول به مشاهده می‌پردازد و سپس اطلاعات به‌دست آمده را سازمان می‌دهد. اما در روش علمی، شخص چنین استدلال می‌کند که اگر این فرضیه درست باشد، چه به‌دست خواهد آمد و سپس به‌طور منظم برای رد یا قبول فرضیه، مشاهده را آغاز می‌کند.

مثال ۲: کدام مورد، از تفاوت‌های اصلی بین روش علمی و استدلال استقرایی است؟ (دکتری ۹۷)

۱) مشاهده کردن ۲) تعمیم‌دهی نتایج ۳) استنتاج کردن ۴) استفاده از فرضیه

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» استدلال استقرایی براساس واقعیت‌های به‌دست آمده از مشاهده مستقیم به نتیجه‌گیری کلی می‌پردازد؛ بنابراین برای رسیدن به حقیقت باید به‌طور مستقیم در طبیعت به مشاهده پرداخت. روش علمی که ترکیبی از روش استدلال استقرایی و استدلال قیاسی است به‌طور استقرایی از مشاهده به فرضیه و سپس به‌طور قیاسی از فرضیه به استنباط منطقی می‌پردازد. یکی از تفاوت‌های اصلی بین روش علمی و استدلال استقرایی استفاده از فرضیه است. در استدلال استقرایی، انسان در مرحله اول به مشاهده می‌پردازد و سپس اطلاعات به‌دست آمده را سازمان می‌دهد. اما در روش علمی شخص چنین استنباط می‌کند که اگر این فرضیه درست باشد چه به‌دست خواهد آمد و سپس به‌طور منظم برای رد یا قبول فرضیه مشاهده را آغاز می‌کند.

نکته ۳: علی‌رغم عوامل مشترک بین تحقیق و روش علمی، تحقیق **روندی رسمی‌تر، منظم‌تر و قوی‌تر** از روش علمی است. تحقیق با ساختار منظم‌تری از کنکاش توأم است و منجر به نوعی ثبت مراحل و گزارش نتایج می‌شود. روش علمی را می‌توان بدون تحقیق انجام داد؛ اما تحقیق علمی را نمی‌توان بدون روش علمی انجام داد؛ بنابراین تحقیق مرحله تخصصی‌تری از روش‌شناسی علمی است.

نکته ۴: قضیه اصلی روش علمی آن است که بدانیم یک پدیده تحت چه شرایط خاصی رخ می‌دهد؛ بنابراین چنانچه آن شرایط را به وجود بیاوریم، آن پدیده رخ خواهد داد.

اهداف علم عبارتند از: توصیف، تبیین، پیش‌بینی و کنترل

توصیف (description): نخستین هدف علم یعنی توصیف، مستلزم به نمایش گذاشتن دقیق یک پدیده برای تشخیص متغیرهای موجود و سپس تعیین میزان وجود آن‌هاست.

در سطح توصیف می‌خواهیم وضع موجود یک پدیده را بشناسیم؛ به عنوان مثال چند درصد مردم در انتخابات شرکت می‌کنند؟

تبیین (explanation): مهم‌ترین هدف علم توسعه تبیین‌هایی درباره رفتار است. هدف علوم اجتماعی و علوم رفتاری تهیه تبیین‌های کلی برای بیان چرایی است که مهم‌ترین وظیفه علم است. در سطح تبیین، علاوه بر توصیف، چرایی و علل آن پدیده نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این سطح بین حال و گذشته پیوند برقرار می‌کنیم تا بتوانیم علل و عوامل یک پدیده را مشخص کنیم. به عنوان مثال، چرا ده درصد از دانش‌آموزان کلاس پنجم دچار افت تحصیلی می‌شوند؟

پیش‌بینی (prediction): به توانایی پیش‌بینی یک پیشامد قبل از وقوع واقعی آن اطلاق می‌شود. در سطح پیش‌بینی با آینده سروکار داریم و می‌خواهیم وضع یک پدیده را در آینده مشخص کنیم. به عبارتی در این سطح باید بین حال و آینده ارتباط برقرار کنیم. به عنوان مثال، دو سال دیگر میزان تورم در جامعه چند درصد خواهد بود؟

کنترل (control): یعنی دستکاری شرایطی که یک پدیده را تعیین می‌کنند. در سطح کنترل که عالی‌ترین هدف علم و تحقیق است، باید بتوانیم یک پدیده را تحت کنترل خود درآوریم. به عنوان مثال، چه کنیم تا بینندگان برنامه‌های تلویزیونی، طی یک سال آینده ده درصد افزایش یابند؟

مثال ۳: هدف پژوهشی که در پاسخ به سؤال «آیا تغییرات اقتصادی، علت تغییر در عضویت نهادهای فرهنگی است؟» انجام شده، چیست؟ (دکتری ۹۴)

۱) اکتشاف ۲) پیش‌بینی ۳) توصیف ۴) تبیین

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» علم دارای چهار هدف مهم است. این اهداف عبارت‌اند از:

۱ـ توصیف ۲ـ تبیین ۳ـ پیش‌بینی ۴ـ کنترل

در سطح توصیف می‌خواهیم وضع موجود یک پدیده را بشناسیم؛ به عنوان مثال چند درصد مردم در انتخابات شرکت می‌کنند؟

در سطح تبیین، علاوه بر توصیف، چرایی و علل آن پدیده نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در این سطح بین حال و گذشته پیوند برقرار می‌کنیم تا بتوانیم علل و عوامل یک پدیده را مشخص کنیم. به عنوان مثال، چرا ده درصد از دانش‌آموزان کلاس پنجم دچار افت تحصیلی می‌شوند؟

در سطح پیش‌بینی با آینده سروکار داریم و می‌خواهیم وضع یک پدیده را در آینده مشخص کنیم. به عبارتی در این سطح باید بین حال و آینده ارتباط برقرار کنیم. به عنوان مثال، دو سال دیگر میزان تورم در جامعه چند درصد خواهد بود؟

و در سطح کنترل که عالی‌ترین هدف علم و تحقیق است، باید بتوانیم یک پدیده را تحت کنترل خود درآوریم. به عنوان مثال، چه کنیم تا بینندگان برنامه‌های تلویزیونی، طی یک سال آینده ده درصد افزایش یابند؟

از تحقیقات همبستگی برای توصیف و پیش‌بینی (دو مورد از اهداف علم) استفاده می‌شود. از این روش برای پاسخگویی به سه سؤال در مورد دو متغیر یا دو دسته داده، استفاده می‌شود:

نخست آیا بین دو متغیر (یا دو دسته داده) رابطه وجود دارد؟ اگر پاسخ مثبت بود، آنگاه:

۱ـ جهت رابطه به چه صورت است؟

۲ـ شدت آن چقدر است؟

درسنامه (۲): مراحل روش علمی

جان دیویی مراحل روش علمی را به شرح زیر تقسیم کرده است:
۱ـ احساس مشکل یا مسأله ۲ـ تعیین و تعریف مشکل یا مسأله ۳ـ پیشنهاد راه‌حل یا راه‌حل‌هایی برای مشکل یا مسأله (صورت‌بندی فرضیه) ۴ـ استدلال به شیوه قیاسی درباره نتایج راه‌حل‌های پیشنهاد شده ۵ـ آزمون فرضیه

مثال ۴: جان دیویی پیدایش آن را اولین گام در تحقیق می‌داند: (مدیریت آموزشی ـ آزاد ۸۴)

۱) فرض
۲) مشکل
۳) نظریه
۴) ادله و حجت بر اهمیت موضوع تحقیق

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» جان دیویی احساس مشکل یا مسأله را اولین گام در تحقیق می‌داند. مراحل روش علمی از نظر وی عبارتند از:
۱ـ احساس مشکل یا مسأله ۲ـ تعیین و تعریف مشکل یا مسأله ۳ـ پیشنهاد راه‌حل یا راه‌حل‌هایی برای مشکل یا مسأله (صورت‌بندی فرضیه) ۴ـ استدلال به شیوه قیاسی درباره نتایج راه‌حل‌های پیشنهاد شده ۵ ـ آزمون فرضیه

مثال ۵: کدام مورد جزء مراحل پژوهش علمی نیست؟ (روانشناسی عمومی، تربیتی، صنعتی و سازمانی ـ آزاد ۸۵ و ۸۶)

۱) ساختن فرضیه
۲) جمع‌آوری اطلاعات
۳) استنباط یا استنتاج برای رد یا تأیید فرضیه
۴) تهیه گزارش

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» مراحل تحقیق علمی از نظر جان دیویی عبارتند از:
۱ـ شناخت و بیان مسأله ۲ـ ساختن فرضیه ۳ـ جمع‌آوری اطلاعات ۴ـ تجزیه و تحلیل داده‌ها ۵ـ استنتاج برای تأیید یا رد فرضیه
بنابراین تهیه گزارش جزء مراحل روش تحقیق علمی نیست.

تقسیم‌بندی دیگری از مراحل روش علمی به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ مشخص کردن مسأله: این مرحله دشوارترین مرحله است، یعنی تعیین یک مسأله، مشکل و یا تردید در یک موقعیت مبهم که منجر به احساس وجود یک مشکل در پژوهشگر می‌شود.

۲ـ تدوین فرضیه: پس از تعیین مسأله، فرضیه مورد نظر (در صورت لزوم) ساخته می‌شود. پژوهشگر به منظور پیش‌بینی پیامدهای مورد انتظارِ مطالعه خود، از فرایندهای منطقی قیاسی و استقرایی استفاده می‌کند و با بررسی نوشته‌ها و پیشینه‌های تحقیقی و با بررسی کارهای صورت گرفته در مطالعات قبلی، روابط بین متغیرها، مفاهیم یا سازه‌های مشخص شده در مسأله مورد نظر خود را حدس می‌زند (فرضیه‌هایی می‌سازد).

۳ـ استنتاج از فرضیه: پس از تدوین فرضیه، **دلالت‌های ضمنی آن** (احتمالاً از طریق قیاس) استنتاج می‌گردد. در این فرایند امکان دارد که مسأله اصلی و نیز فرضیه اصلی تغییر داده شود، محدودتر یا وسیع‌تر شود و یا حتی از آن صرف‌نظر شود.

۴ـ تدوین تعاریف عملیاتی (Operational Definitions): پژوهشگر در این مرحله به منظور دستکاری و بررسی متغیرهای موجود در مسأله یا فرضیه مورد مطالعه خود، به تعریف مشاهده‌پذیر و اندازه‌پذیر آن‌ها می‌پردازد. در واقع، متغیرها باید از شکل مفهومی به صورت عملی و ملموس درآیند تا مطالعه و کنترل آن‌ها امکان‌پذیر باشد.

۵ـ تدوین طرح تحقیق: تهیه یک طرح دقیق تحقیقی به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که با انتخاب یک مدل مناسب، با صرف کمترین هزینه و نیروی انسانی، فرضیه تنظیمی خود را بیازماید و جواب مسأله‌ای را بیابد که تحقیق به منظور آن طرح شده است.

۶ـ دستکاری و کنترل متغیرها: پژوهشگر برای مطالعه روابط بین متغیرها از دستکاری و کنترل استفاده می‌کند. پس از تعریف عملیاتی متغیرها و تعیین طرح تحقیقی، ابزار اندازه‌گیری نیز باید انتخاب و یا تهیه گردد. مفاهیم اعتبار درونی و بیرونی، زیربنای **دستکاری و کنترل** را تشکیل می‌دهند.

۷ـ تحلیل آماری و تفسیر نتایج: داده‌های جمع‌آوری شده باید با استفاده از روش‌های مناسب آماری، طبقه‌بندی و تلخیص (خلاصه کردن) شوند، تا بتوان نتایج و تعمیم‌های لازم را از آن‌ها استنتاج کرد. نتایج به صورت جداول اعداد و ارقام درمی‌آیند. برخی از نتایج را هم می‌توان به‌وسیله نشانه‌ها، نمادها و نمودارهایی خلاصه کرد.

۸ـ بیان قانون: فرضیه‌های تنظیم‌شده براساس شواهد تحقیق، تأیید یا رد می‌شوند. اگر فرضیه تأیید شود، به صورت قانون بیان می‌گردد وگرنه از وضع قانون صرف‌نظر می‌شود.

۹ـ تدوین تئوری (نظریه): علم علاقه‌مند به مطالعه یک پدیده یا متغیر به‌صورت جداگانه نیست و توجه آن معطوف به مطالعه تأثیر مشترک و کنش متقابل و هم‌زمان عوامل است. به عبارتی هدف علم دستیابی به تدوین نظریه است که بخش وسیعی از واقعیت‌ها را دربرمی‌گیرد و امکان تبیین و پیش‌بینی رویدادها را در سطحی وسیع‌تر از **تک‌واقعیتی** که به‌صورت قانون درآمده است، فراهم می‌آورد. گام نهایی در روش علمی به تبیین پدیده‌ها مربوط می‌شود که در قلب تئوری جای دارد.

درسنامه(۲): انواع طرح‌های زمینه‌یابی

برخی از نویسندگان از جمله، **بورگ و گال** «تحقیقات تحولی» را زیرمجموعه‌ای از تحقیقات پیمایشی دانسته‌اند. تحقیقات تحولی بـه **بررسـی رونـدها و تحول پدیده‌های مورد بررسی در طول زمان** می‌پردازد. این دو نویسنده، تحقیق پیمایشی را به چهار دسته‌ی زیر تقسیم می‌کنند:

۱ـ روش مقطعی (Cross Sectional)
۲ـ روش دلفی (Delphi Technique)
۳ـ روش نمونه‌ی مستقل متوالی (Successive independent sampled design)
۴ـ روش طولی (تداومی) (Longitudina)

۱ـ روش مقطعی: روش مقطعی، به منظـور **گردآوری داده‌ها درباره‌ی یک یا چند صفت در یک مقطع از زمان (یک روز، یک هفته، یـک مـاه) از طریق نمونه‌گیری از جامعه** انجام می‌شود. این‌گونه پژوهش به توصیف جامعه براساس یک یا چند متغیر می‌پردازد. به عنوان مثال «بررسی میزان علاقه‌ی دانش‌آموزان سال آخر راهنمایی به ادامه‌ی تحصیل در شاخه‌های مختلف آموزش متوسطه»، « نگرش دانش‌آموزان سال آخر دبیرسـتان نسـبت بـه ادامـه‌ی تحصیل در دانشگاه»، «گرایش مردم به دستگیری از نیازمندان در ماه رمضان». مطالعه‌ی مقطعی نه تنها برای توصیف متغیرهای جامعه در مقطعی از زمان، بلکه برای مطالعه‌ی رابطه و همبستگی بین متغیرها نیز به کار می‌رود. باید توجه داشت که نتایج به دست آمده فقط در زمان اجرای تحقیق درست هسـتند و ممکن است با گذشت زمان تغییر کنند.

۲ـ روش دلفی: زمانی که بخواهیم درباره‌ی **اتفاق نظر یک جمعِ صاحب‌نظر درباره یک موضوع خاص** به بررسی بپردازیم، از این روش اسـتفاده مـی‌کنـیم. دلفی، رویکرد یا روشی سیستماتیک در تحقیق برای استخراج نظرات یک گروه از متخصصان در مورد یک موضوع یا یک سؤال است؛ به عبـارت دیگـر، ایـن رویکرد، رسیدن به اجماع گروهی از طریق یک‌سری از راه‌های پرسشنامه‌ای با حفظ گمنامی پاسخ‌دهندگان و بازخورد نظرات بـه اعضـای پانـل اسـت. روش پیمایش دلفی، درخواست قضاوت‌های حرفه‌ای از متخصصان همگن و مستقل در مورد یک موضوع ویژه در سطح بزرگ جغرافیایی با استفاده از پرسشنامه‌ها است که تا زمان دستیابی به اجماع نظرات مداوم تکرار می‌شود. برای مثال «بررسی نظر هیئت علمی دانشکده‌های روانشناسی و علوم تربیتی کشور درباره‌ی مسائل و مشکلات رشته‌های روانشناسی و علوم تربیتی در دانشگاه‌ها».

مثال۸: برای بررسی اتفاق‌نظر یک گروه از صاحب‌نظران درباره یک موضوع خاص، کدام روش مناسب است؟ (روانشناسی ـ سراسری ۹۶)

۱) دلفی ۲) طولی ۳) همبستگی ۴) مقطعی

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» دلفی، رویکرد یا روشی سیستماتیک در تحقیق برای استخراج نظرات یک گروه از متخصصان در مورد یک موضوع یا یک سؤال است؛ به عبارت دیگر، این رویکرد، رسیدن به اجماع گروهی از طریق یک‌سری از راه‌های پرسشنامه‌ای با حفظ گمنامی پاسخ‌دهندگان و بازخورد نظرات به اعضای پانل است. روش پیمایش دلفی، درخواست قضاوت‌های حرفه‌ای از متخصصان همگن و مستقل در مورد یک موضوع ویژه در سطح بزرگ جغرافیایی با استفاده از پرسشنامه‌ها است که تا زمان دستیابی به اجماع نظرات مداوم تکرار می‌شود.

۳ـ روش نمونه‌ی مستقل متوالی: در این روش مجموعه‌ای از **مطالعات مقطعی در مورد گروه‌های متفاوت در فواصل زمانی مختلف** انجـام مـی‌شـود. به عنوان مثال «بررسی نظرات معلمان مقاطع ابتدایی، راهنمایی و متوسطه در فاصله‌ی سال‌های ۸۵ تا ۹۰راجع به میزان پیشرفت تحصیلی و علاقه‌منـدی دانش‌آموزان به یادگیری دروس».

۴ـ روش طولی: در روش طولی، داده‌ها در طول زمان و یا به عبارت دیگر، در زمان‌های مختلف گردآوری می‌شوند تا تغییرات برحسب زمان بررسی شـده و به رابطه‌ی این متغیرها از نظر تغییرات در طول زمان پی برده شود. در پژوهش‌های روانشناختی مطالعات طولی به منظور **بررسی چگونگی پدیدآیی یک رفتار و یا سیر تحول آن در طول زمان نزد گروه‌ها انجام می‌شود.** به‌عنوان مثال برای پیگیری رشد و تحول کودکان و پیشرفت‌هـای درمـانی بیمـاران. برای اینکه افراد گروه نمونه تا پایان دوره‌ی مطالعه حاضر به همکاری باشند، هیچ تضمینی وجود ندارد. بنابراین همانند سایر طرح‌های پژوهشـی، سـوگیری در پاسخ و افت نمونه، روایی تحقیق را تهدید می‌کند.

مثال۹: کدام مورد از عوامل زیر، روایی بیرونی (external validity) پژوهش طولی را تهدید می‌کند؟ (روانشناسی (۲) ـ سراسری ۹۴)

۱) بازگشت آماری ۲) عدم روایی ابزار سنجش متغیر
۳) تعریف نادقیق متغیر مورد مطالعه ۴) احتمال اُفت یا ریزش نمونه

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» در تحقیق طولی، فرد یا گروهی از افراد در طول زمان مثلاً در طول ده سال و یا بیشـتر بـه طـور مکـرر مـورد مشـاهده و مطالعـه قـرار می‌گیرند. این روش به ویژه زمانی به‌کار می‌رود که پژوهشگر بخواهد ثبات و پایایی ویژگی‌های روانی مانند هوش، وابستگی‌ها و مشکلات رفتاری را مـورد بررسـی قرار دهد. یکی از محدودیت‌های اصلی روش‌های طولی، مرگ و میر پاسخگویان است. این عامل تهدیدی برای روایی بیرونی پژوهش‌های طولی می‌باشد.

ویژگی‌های تحقیق طولی

۱ـ در تحقیق طولی (تداومی) بر مطالعه‌ی متغیرها و رشد و تکامل آن‌ها در یک دوره‌ی چند ماهه یا چند ساله تأکید می‌شود. سؤال‌های مطرح شده در ایـن روش عبارتند از: الگوهای رشد کدامند؟ دامنه‌ی تغییرات آن‌ها تا چه اندازه است؟ جهت‌ها و توالی آن‌ها به چه صورتی است؟ و عواملی که بر این ویژگـی‌هـا اثر می‌گذارند، کدامند؟

۲ـ در مطالعه‌ی طولی محدود بودن تعداد آزمودنی‌هایی که می‌توانند برای سالیان متمادی در مطالعه شرکت داشته باشند، نمونه‌گیری را دشوار و پیچیده‌ای می‌کند. در این روش، سوگیری‌هایی وجود دارد که می‌توان آن‌ها را به کمک انتخاب آزمودنی‌ها به صورت تصادفی از یک جامعه‌ی باثبات کاهش داد، ولی این عمل گاهی اوقات به ایجاد سوگیری‌های ناشناخته‌ای در جامعه‌ی مورد نظر منجر می‌شود. به علاوه، وقتی یک مطالعه‌ی طولی در دست اقدام است، نمی‌توان آن را بدون از دست دادن پیوستگی روش‌های آن اصلاح کرد. بالأخره، این روش نیاز به همکاری مداوم مجریان و حمایت مالی برای مدت طولانی دارد. به همین دلیل، معمولاً دانشگاه‌ها یا مراکز تحقیقاتی می‌توانند از این روش استفاده کنند.

۳ـ مطالعه‌ی مقطعی رشد در مقایسه با مطالعه‌ی طولی، معمولاً شامل آزمودنی‌های بیشتر، ولی متغیرهای رشدی کمتر است. اگرچه روش طولی تنها شیوه‌ی مستقیم مطالعه رشد رفتار انسان است، ولی مطالعه‌ی مقطعی کم‌خرج‌تر و سریع‌تر است. زیرا در این روش با انتخاب تصادفی آزمودنی‌های مختلف در سنین متفاوت، مقدار زیادی از وقت را می‌توان صرفه‌جویی کرد. نمونه‌گیری در روش مقطعی پیچیده است؛ زیرا نمی‌توان آزمودنی‌های یکسانی را در هر مقطع سنی به کار برد و در نتیجه ممکن است نتایج قابل مقایسه نباشند. تعمیم دادن الگوهای درونی رشد براساس نتایج حاصل از نمونه‌های مقطعی کودکان، خطر تفاوت‌های ضد و نقیض (که به وسیله‌ی سایر عوامل به وجود می‌آیند و به دلیل فرایند نمونه‌گیری تشدید می‌شوند) را افزایش می‌دهد.

مراحل تحقیق طولی

۱ـ تعریف مسأله و بیان اهداف آن. ۲ـ مطالعه‌ی ادبیات تحقیق و روش‌های به کار برده شده در تحقیق‌های گذشته و مقایسه‌ی ابزارها و روش‌های جمع‌آوری داده‌ها در تحقیقات پیشین به منظور دستیابی به اطلاعات اساسی موجود.۳ـ طرح‌ریزی روش مطالعه. ۴ـ جمع‌آوری داده‌ها. ۵ـ ارزشیابی داده‌های حاصل و گزارش نتایج به‌دست آمده.

انواع تحقیقات طولی

۱ـ مطالعه روند (روند پژوهی) (Trend study) ۲ـ تحلیل کوارت (هم‌دسته‌ای) (Cohort analysis) ۳ـ مطالعه پانل (Panel study)

این سه روش اساساً در چگونگی انتخاب نمونه‌ای که در زمان‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است، متفاوتند.

۱ـ مطالعه روند: مطالعه‌ی روند یا پیش‌بینی، کاربرد جالب توجه زمینه‌یابی است. این روش اساساً بر ملاحظات طولی داده‌های ثبت شده مبتنی است و بیانگر رویدادهای گذشته و نشان‌دهنده موقعیت موجود است و براساس این داده‌ها نشان می‌دهد که چه رویدادی در آینده به وقوع خواهد پیوست. در بررسی روند از یک جامعه می‌توان نمونه‌ای را انتخاب و آن را در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار داد. برای مثال اگر جمعیت ناحیه‌ای در طول زمان رشد پیوسته‌ای را نشان دهد، می‌توان پیش‌بینی کرد که در تاریخ معینی در آینده جمعیت آن ناحیه به سطح مفروضی خواهد رسید.

به عبارت دیگر، مطالعه‌ی روند، **تحول یا تغییرات یک پدیده‌ی اجتماعی را در طول زمان و در آینده، بررسی می‌کند.** مانند مطالعه‌ی «گرایش مردم به شرکت در فعالیت‌های گذشته» و یا « نگرش مردم ایران نسبت به جنگ بین دولت‌ها در دهه‌ی ۱۳۷۰»، «بررسی سیر تحول ثبت نام دانشجویان دختر در آموزش عالی کشور». در این روش افراد مختلف به سؤالات یکسان در زمان‌های متفاوت پاسخ می‌دهند. از این روش بیشتر در زمان انتخابات استفاده می‌شود. به عنوان مثال سه ماه قبل از انتخابات در مطالعه بر روی افراد واجد شرایط انتخاب، مشخص شد که ۶۰% مردم به نامزد (الف) و ۴۰% به نامزد (ب) رأی می‌دهند. یک ماه بعد، نمونه‌ی دیگری از همان جامعه آماری انتخاب و مطالعه تکرار می‌شود.

ویژگی‌های مطالعه‌ی روند: مطالعه‌ی روند نسبت به عوامل غیرقابل پیش‌بینی که روندهای گذشته را تغییر می‌دهند و یا بی‌اعتبار می‌کنند، آسیب‌پذیر هستند. به طور کلی، در مطالعه‌ی روند، پیش‌بینی‌های بلندمدت حدس‌های قریب به یقین‌اند، در حالی‌که پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت دارای پایایی و اعتبار بیشتری هستند.

مزایا

۱ـ مطالعه روند برای توصیف تغییرات درازمدت در یک جامعه مفید است و با استفاده از آن می‌توان به الگویی برای شناخت برخی مسائل یا پدیده‌ها در طی زمان دست یافت.

۲ـ مطالعه‌ی روند، مبنایی است برای مقایسه با داده‌های پیمایشی که با اهداف دیگری جمع‌آوری شده‌اند.

محدودیت

۱ـ مفید بودن مطالعات روند به داده‌های جمع‌آوری شده آن بستگی دارد. اگر داده‌ها غیرواقعی باشند به نتیجه‌گیری نادرستی درباره‌ی روند منجر می‌شود.

۲ـ برای ارزشمند بودن مطالعات روند باید از ابزارهای اندازه‌گیری مشابهی استفاده کرد به همین دلیل تغییر در شاخص‌ها یا روش مطرح‌کردن سؤالات باعث می‌شود که نتایج حاصل، طی زمان با هم قابل مقایسه نباشند.

۲ـ تحلیل کوارت (بررسی یک گروه ویژه یا بزرگ، یک گروه سنی یا هم‌دوره): برای محققان، کوارت یا گروه‌های بزرگ، **«گروهی از افراد هستند که به طریقی با هم رابطه دارند یا یک رویداد مهم زندگی را در یک دوره‌ی خاص تجربه کرده‌اند»**، به عنوان مثال تولد، ازدواج، طلاق، تحصیلات. مثلاً آن‌هایی که بین سال‌های ۸۵ تا ۹۰ازدواج کرده‌اند، کوارت ازدواج نامیده می‌شوند.

هر مطالعه‌ای که در آن اندازه‌هایی از ویژگی‌های یک یا چند کوارت در دو یا چند دوره‌ی زمانی وجود داشته باشد یک تحلیل کوارت محسوب می‌شود.

در این روش به منظور توصیف یک جامعه کلی و عمومی مانند «جامعه رأی‌دهندگان در انتخابات» انجام می‌شود. اعضای چنین جوامعی در حال تغییر هستند، یعنی افرادی که در تحقیق اول مورد مطالعه قرار می‌گیرند ممکن است در تحقیق بعدی مشارکت نداشته باشند و افرادی که در بار سوم مورد سؤال قرار می‌گیرند ممکن است در زمان اجرای تحقیق نخست هنوز به دنیا نیامده باشند. به عنوان مثال «بررسی پیشرفت تحصیلی پذیرفته‌شدگان دانشکده‌های جامعه‌شناسی و علوم تربیتی ورودی سال ۱۳۸۹».

برای مثال فرض کنید ۵۰% دانشجویان سال آخر یک دانشگاه گزارش داده‌اند که مجلات خبری را مرتب می‌خوانند، در حالی‌که ۱۰% از دانشجویان سال اول همان دانشگاه چنین چیزی را گزارش نکرده‌اند. پس می‌توان نتیجه گرفت که عادات مطالعه‌ی دانشجویان با افزایش سن تغییر می‌یابد.

تحلیل‌های کوارت نوعاً مشتمل بر داده‌های بیش از یک کوارت هستند. برای ارائه‌ی داده‌های یک کوارت از یک جدول استاندارد استفاده می‌شود. برای مثال در جدول زیر مطالعه‌ی مجلات خبری و چند کوارت تولد، نمایش داده شده است.

درصد افرادی که مجلات خبری را به طور مرتب می‌خوانند

سال / سن	۱۳۸۰	۱۳۸۴	۱۳۸۸
۲۱ ـ ۱۸	۱۵	۱۲	۱۰
۲۲ـ۲۵	۳۴	۳۲	۲۸
۲۶ـ۲۹	۴۸	۴۴	۳۵

با توجه به جدول، سه نوع مقایسه انجام می‌شود:

الف) تفاوت‌های بین کوارتی (Intercohort differences): مطالعه یک ستون تنها، شبیه به مطالعه‌ی مقطعی است و نشان‌دهنده‌ی مقایسه‌ی تفاوت بین کوارت‌های سنی در یک برهه از زمان است (در هر ستون: مطالعه مجلات خبری با سن افزایش یافته است).

ب) روندها را در هر سطح سنی که روی می‌دهند می‌توان در هنگام جابه‌جایی کوارت‌ها با هم و با مطالعه‌ی سطرها مشاهده کرد (به سطرها نگاه کنید: در هر دوره‌ی زمانی متوالی درصد دانشجویان مجله‌خوان کاهش یافته است).

ج) مطالعه‌ی بین کوارتی (Intercohort study): مطالعه‌ی مورب به سمت چپ نشان‌دهنده‌ی تغییرات در یک کوارت واحد از یک زمان به زمان دیگر است (درصد مطالعه در هر کوارت سنی افزایش یافته است).

تغییرات در درصدهای جدول را می‌توان با توجه به سه عامل طبقه‌بندی کرد:

۱ـ اثرات سن (Age cohort): علت تغییرات، بلوغ یا افزایش سن است.

۲ـ اثرات کوارت (Cohort effect): این تغییرات با عضو یا کوارت تولد یا در سن خاصی بودن، رابطه دارد.

۳ـ اثرات دوره (Period effect): این تغییرات با دوره‌ی زمانی خاصی مرتبط است.

مزایا

تحلیل کوارت روش مفید و انعطاف‌پذیری است و در مورد اثرات بلوغ، تغییر اجتماعی، فرهنگی و سیاسی به ما بینش می‌دهد. برای داده‌های اصلی یا ثانویه می‌توان از آن استفاده کرد و در بسیاری از موارد تحلیل کوارت ارزان‌تر از یک آزمایش یا پیمایش است.

محدودیت

۱ـ سنجش اثرات خاص سن، کوارت و دوره‌ی زمانی از طریق تحلیل‌های آماری با یک جدول استاندارد کوارت مشکل است. اثرات اصلی سه عامل یعنی سن، کوارت و دوره‌ی زمانی، مشتبه‌کننده و درهم تنیده است. اثرات سن و دوره در ستون‌ها، اثرات سن و دوره در خطوط مورب و اثرات کوارت و دوره در هر سطر مشتبه‌کننده است.

۲ـ مرگ‌ومیر پاسخگویان. اگر تحقیق مدت زیادی طول بکشد یا دسترسی به برخی پاسخگویان مشکل باشد، باعث می‌شود خانه‌های جدول کوارت خالی بماند و یا در هر خانه به اندازه‌ی کافی پاسخگو وجود نداشته باشد.

۳ـ مطالعه‌ی پانل (بررسی یک گروه منتخب): نمونه‌ی یکسانی از پاسخگویان در زمان‌های مختلف مورد آزمون قرار می‌گیرند. از این مطالعه می‌توان برای پرسشنامه‌های پستی، مصاحبه‌های تلفنی یا مصاحبه‌های شخصی استفاده کرد. با این روش می‌توان اطلاعاتی را در مورد تغییر خالص (net change) و ناخالص (gross change) در متغیر وابسته به دست آورد.

شبکه‌های تلویزیونی، آژانس‌های تبلیغاتی و مؤسسات تحقیقاتی بازرگانی از این مطالعات (پانل) برای پیگیری تغییرات در رفتار مصرف‌کنندگان و مشتریان استفاده می‌کنند. محققان، بسته به هدف مطالعه می‌توانند از پانل پیوسته (Continuous) و یا فاصله‌ای (interval) استفاده کنند:

الف ـ پانل پیوسته: اعضایی که نگرش‌های خاص یا الگوهای رفتاری خاصی را طبق یک برنامه منظم گزارش می‌دهند.

ب ـ پانل فاصله‌ای: اعضا می‌پذیرند که ابزارهای اندازه‌گیری خاصی (معمولاً پرسشنامه) را تنها در صورت نیاز به اطلاعات تکمیل کنند.

مزایا

۱ـ داده‌های پانل در پاسخ‌دادن به سؤالاتی در مورد پویایی تغییر، مفید است. برای مثال «نقش رسانه‌های گروهی و دوستان در تغییر نگرش‌های حزبی تا چه حد است؟»

۲ـ تماس‌های مکرر با پاسخگویان ممکن است به افزایش اعتماد آنان کمک کند به گونه‌ای که مصاحبه‌های بعدی، اطلاعات بیشتری از مصاحبه‌های اولیه به دست دهد.

محدودیت

۱ـ دستیابی و مراجعه‌ی مجدد به اعضای پانل مشکل است چون ممکن است مایل به تکمیل پرسشنامه‌ها یا اطلاعات چندباره از مصاحبه گران نباشد.

۲ـ هنگامی‌که نمونه مشخص شد، مشکل افت پاسخگویان وجود دارد. اگرچه مزیت پانل این است که افراد یکسانی در زمان‌های مختلف مورد مصاحبه قرار می‌گیرند، گاهی این مزیت موجب کاهش حجم نمونه می‌شود.

۳ـ مطالعات پانل نیازمند دقت بیشتر و هزینه‌ی بالاتر هستند.

۴ـ حساس شدن پاسخگویان نسبت به ابزارهای اندازه‌گیری، بعد از تکرار مصاحبه‌ها. همین علت باعث می‌شود که نمونه غیرمعرف شود.

مطالعات پانل داده‌های مناسبی برای تحلیل‌های آماری پیشرفته فراهم می‌سازد و به محققان امکان پیش‌بینی روابط علت‌ـ معلولی می‌دهد. اما برای تعیین روابط علّت ـ معلولی سه شرط ضروری است:

۱ـ ترتیب زمانی: یعنی علّت باید حتماً قبل از معلول باشد.

۲ـ بین دو متغیر نوعی پیوند وجود داشته باشد یعنی تغییر در متغیر «الف» منجر به تغییر در متغیر «ب» شود.

۳ـ قبل از آنکه معلول‌ها به علّت‌ها نسبت داده شوند، تمام علل دیگر باید رد شده باشند.

مثال ۱۰: طرح‌های مقطعی، طولی، هم گروه مستمر در پژوهش‌های رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این سه‌نوع طرح، طرح هم‌گروه مستمر (Cohort Sequential) ، صرفاً در کدام‌یک از مطالعات زیر استفاده می‌شود؟ (روانشناسی بالینی وزارت بهداشت ـ دکتری ۸۵)

۱) تقویت استنتاجات از طریق جایگزینی یافته‌های طولی در هم‌گروه‌ها
۲) مطالعه‌ی یک هم‌گروه خاص در طی زمان طولانی
۳) اندازه‌گیری شاخص‌های مرکزی و تفاوت‌های فردی در درون گروه‌ها
۴) اندازه‌گیری رابطه‌ی بین متغیرها در یک سن خاص در داخل گروه

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» مطالعه‌ی یک هم‌گروه خاص یا مستمر در طی یک دوره‌ی زمانی طولانی، با استفاده از روش کوارت یا هم گروه مستمر صورت می‌گیرد.

مثال ۱۱: با کدام‌یک از مطالعات زیر می‌توان اطلاعاتی را در مورد تغییر خالص و ناخالص، در متغیر وابسته به دست آورد؟ (روانشناسی (۱ و ۲) ـ سراسری ۹۴)

۱) هم دسته‌ای یا هم دوره‌ای
۲) گروه‌های منتخب یا پانل
۳) طولی
۴) روند

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» در مطالعات پانل، نمونه یکسانی از پاسخگویان در زمان‌های مختلف مورد آزمون قرار می‌گیرد. برخلاف مطالعات روند با مطالعات پانل می‌توان اطلاعاتی را در مورد تغییر خالص و ناخالص در متغیر وابسته به دست آورد.

مثال ۱۲: محققی برای بررسی نگرش مدیران مدارس یک استان، هر سال نمونه‌ای تصادفی از مدیران مدارس را انتخاب و نگرش آنان را در طول سال‌های مختلف مقایسه می‌کند. نوع تحقیق چیست؟ (روانشناسی بالینی وزارت بهداشت ـ دکتری ۸۹)

۱) تحقیق گروه‌های منتخب
۲) تحقیق گروه‌های بزرگ
۳) تحقیق روند
۴) تحقیق زمینه‌یابی مقطعی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» انواع تحقیقات زمینه‌یابی عبارتند از:

۱ـ در تحقیق طولی یا تداومی (که یکی از انواع روش تحقیق زمینه‌یابی یا پیمایشی است) جمع‌آوری داده‌ها در چند برهه از زمان صورت می‌گیرد که شامل موارد زیر است: الف) بررسی روند فرآیندها: این روش اساساً بر ملاحظات طولی داده‌های ثبت شده مبتنی است و بیانگر رویدادهای گذشته و نشان‌دهنده‌ی موقعیت موجود است، همچنین این داده‌ها نشان می‌دهد که چه رویدادی در آینده به وقوع خواهد پیوست. ب) بررسی یک گروه ویژه (یک گروه سنی یا گروه هم‌دوره) ج) بررسی یک گروه منتخب: علت تغییرات به وجود آمده در افرادی خاص را بررسی می‌کنند.

۲ـ در تحقیقات مقطعی، داده‌ها از یک نمونه‌ی معرف جامعه (در گروه‌ها و سنین مختلف) و در یک برهه از زمان جمع‌آوری می‌شود.

مثال ۱۳: پژوهشگری از بین معلمانی که در سال ۱۳۹۰ به استخدام وزارت آموزش و پرورش درآمده بودند، به‌طور تصادفی یک نمونه ۲۰۰ نفری انتخاب کرد و میزان رضایت آن‌ها از شغل معلمی را هر ساله و به‌طور متوالی برای ۵ سال اندازه گرفت. پژوهشگر از کدام روش استفاده کرده است؟ (روانشناسی، علوم تربیتی و مشاوره ـ سراسری ۹۸)

۱) پانلی
۲) مقطعی
۳) روند
۴) گذشته‌نگر

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» در مطالعه پانلی نمونه‌ی یکسانی از پاسخگویان در زمان‌های مختلف مورد آزمون قرار می‌گیرند. در این سؤال نیز یک نمونه خاص انتخاب و هر سال فقط از همین نمونه راجع به رضایت شغلی نظرسنجی می‌شود؛ بنابراین روش مورد استفاده پانلی محسوب می‌شود.

مثال ۱۴: در کدام روش، متغیرهای یکسانی در یک نمونه از شرکت‌کنندگان در طول زمان اندازه گرفته می‌شود؟ (علوم تربیتی ـ سراسری ۱۴۰۰)

۱) دلفی
۲) روند
۳) پانلی
۴) گروه‌های بزرگ

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» تحقیقات پیمایشی به چهار دسته تقسیم می‌شوند: روش مقطعی، طولی، دلفی و نمونه‌های مستقل متوالی

در روش طولی، داده‌ها در طول زمان گردآوری می‌شوند. روش طولی به سه دسته مطالعه روند، پانل و تحلیل کوارت (گروه‌های بزرگ) تقسیم می‌شود. مطالعه روند بیانگر رویدادهای گذشته و نشان‌دهنده موقعیت موجود است و براساس این داده‌ها نشان می‌دهد که چه رویدادی در آینده به وقوع خواهد پیوست. تحلیل کوارت یا گروه‌های بزرگ بر روی افرادی است که به طریقی با هم در ارتباط هستند یا یک رویداد مهم زندگی را در یک دوره خاص تجربه کرده‌اند. در روش پانل نمونه یکسانی از پاسخگویان در زمان‌های مختلف مورد آزمون قرار می‌گیرند.

درسنامه (۴): طرح پیش‌آزمایشی (مقدماتی)

این نوع طرح فاقد گمارش و جایگزینی تصادفی و همچنین فاقد گروه گواه است که هر دوی این موارد بخش محوری طرح‌های آزمایشی خوب هستند.
طرح‌های پیش‌آزمایشی به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

الف) طرح پس‌آزمون با یک گروه (مطالعه موردی تک‌ضربه‌ای) (One shot case study): در این طرح که یک طرح ضعیف و بدون کنترل است، ابتدا یک گروه آزمودنی در معرض متغیر مستقل قرار گرفته و سپس تأثیر این متغیر بر متغیر وابسته مشاهده یا اندازه‌گیری می‌شود.

گروه آزمایش : – x T_2

به عنوان مثال روانشناسی که علاقه‌مند به بررسی تأثیر فیلم‌های خشن در بروز حالت پرخاشگری در نوجوانان است، ابتدا گروهی از نوجوانان را انتخاب و سپس فیلم مورد نظر (متغیر مستقل) را برای آنان نمایش می‌دهد و سرانجام با استفاده از یک آزمون (پس‌آزمون) حالت پرخاشگری را اندازه‌گیری یا مشاهده می‌کند. این طرح که مورد استفاده آن فقط در مطالعات توصیفی است، دارای **معایب** زیر است:

۱ـ ناتوانی در کنترل اعتبار درونی: چون هیچ کنترلی در این طرح اِعمال نمی‌شود.
۲ـ امکان مقایسه مستقیم وجود ندارد. محقق تنها می‌تواند غیرمستقیم و برمبنای گمان، یافته‌های مطالعه را با گروه‌های مشابه مقایسه کند. محقق هیچ‌گونه اطلاعی از پیش‌آزمون یا گروه‌های دیگر ندارد؛ بنابراین مبدأ و معیاری برای مقایسه در دست نیست.
۳ـ حتی اگر بهترین و استانداردترین وسیله‌ی اندازه‌گیری به کاربرده شود، اشتباه اندازه‌گیری این طرح زیاد است.
۴ـ به دلیل وجود اختلاف‌های فردی زیاد، حتی به کار بردن آزمون‌های استاندارد به جای گروه کنترل، مؤثرتر از تأثیر متغیر مستقل نخواهد بود.
۵ـ با استفاده از این طرح امکان دستیابی به یک نتیجه‌ی دقیق و قابل دفاع وجود ندارد.

تنها **مزیت** این طرح این است که همانند اقدام‌پژوهی، برای کشف مسائل و توسعه و گسترش ایده‌ها و روش‌های جدید، مفید است؛ اما روش مناسبی برای دستیابی به نتایج قابل دفاع نیست.

ب) طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون یک‌گروهی (one – group pretest – posttest design): در این طرح ـ که حداقل کنترل را دارد ـ آزمودنی‌ها قبل از اجرای متغیر مستقل مورد اندازه‌گیری قرار گرفته (پیش‌آزمون)، سپس مداخله‌ی آزمایشی یا متغیر مستقل اعمال می‌شود و مجدداً آزمودنی‌ها اندازه‌گیری می‌شوند. برای مثال در بررسی فرضیه‌ی «آیا روش جدید تدریس، سرعت خواندن را افزایش خواهد داد یا خیر؟»، ابتدا قبل از اِعمال روش جدید تدریس و برای اندازه‌گیری میانگین سرعت خواندن، پیش‌آزمون (T_1) اجرا می‌شود؛ سپس روش تدریس جدید یعنی متغیر مستقل (X) در مدت معینی برای آزمودنی‌ها اجرا و در مرحله‌ی بعد برای تعیین تأثیر متغیر مستقل، پس‌آزمون؛ (T_2) اجرا و میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقایسه می‌شوند.

گروه آزمایش : o_1	x	o_2	و یا	T_1	x	T_2

T_1, o_1 : پیش‌آزمون T_2, o_2 : پس‌آزمون x : متغیر مستقل

ضعف این روش این است که توانایی کنترل متغیرهایی را که اعتبار (روایی) درونی ندارند، به مخاطره می‌اندازد؛ یعنی از کنترل عواملی همچون تاریخ، رشد، نحوه اجرای پیش‌آزمون، وسایل اندازه‌گیری، افت آزمودنی‌ها، بازگشت آماری و گزینش عاجز است. به‌طور خلاصه به‌کارگیری طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون یک گروهی به‌خصوص در مواردی قابل قبول است که بتوان عوامل مزاحم را با درجه‌ی بالایی از اطمینان برآورد کرد یا این‌گونه فرض کرد که این عوامل وجود ندارند و یا تأثیر آن‌ها بسیار ناچیز است.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های حاصل از این طرح، با استفاده از آزمون‌های غیرپارامتریک خی‌دو، آزمون علامت و آزمون رتبه‌ای علامت‌گذاری شده‌ی جفت‌های همتراز ویلکاکسون مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد؛ اما در صورتی که داده‌ها نمره‌هایی با مقیاس پیوسته باشند، به جای مجذور کا از آزمون t گروه‌های وابسته استفاده می‌شود. آزمون t نشان می‌دهد که آیا تفاوت مشاهده شده بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون از لحاظ آماری معنادار است یا خیر.

مثال ۶۱: طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون تک‌گروهی جزء کدام دسته از تحقیقات قرار می‌گیرد؟ (سراسری ۹۰)

۱) آزمایش حقیقی ۲) آزمایش مصنوعی ۳) پیش‌آزمایشی ۴) شبه‌آزمایشی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون یک گروهی (one – group pretest – posttest design) که حداقل کنترل را دارد، جزء طرح‌های پیش‌آزمایشی است. در این طرح آزمودنی‌ها قبل از اجرای متغیر مستقل مورد اندازه‌گیری قرار گرفته (پیش‌آزمون)، سپس مداخله‌ی آزمایشی یا متغیر مستقل اعمال می‌شود و مجدداً آزمودنی‌ها اندازه‌گیری می‌شوند.

مثال ۶۲: میزان افسردگی کودکان افسرده، قبل و بعد از یک مداخله روان‌شناختی اندازه‌گیری شده است، به‌شرط اثربخش بودن مداخله انتظار می‌رود، تفاوت کدام دو میانگین از میانگین جامعه بیشتر باشد؟ (روان‌شناسی ـ دکتری ۱۴۰۰)

۱) میانگین قبل از مداخله، چون در نمرات بار اول خطای تصادفی وجود دارد.
۲) میانگین قبل از مداخله، چون گروه افسرده انتخاب شده است.
۳) میانگین بعد از مداخله، چون در نمرات بار اول اثر حافظه وجود دارد.
۴) میانگین بعد از مداخله، چون توزیع نمرات بار دوم نرمال است.

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» چون مداخله اثربخش بوده است، بنابراین میانگین قبل از مداخله در این گروه افسرده از میانگین جامعه بیشتر خواهد بود، چون در ابتدا گروه افسرده انتخاب شده است.

مثال ۶۳: کدام مورد جزو ویژگی‌های طرح‌های پژوهشی شبه آزمایشی(Quasi Experimental) نیست؟ (روانشناسی و مشاوره ـ سراسری ۱۴۰۰)

۱) متغیر مستقل دستکاری می‌شود.
۲) امکان جایگزینی تصادفی افراد وجود ندارد.
۳) طرح $A-B-A-B$ جزء این طرح‌ها است.
۴) طرح تک گروهی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون جزو این طرح‌هاست.

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» پژوهش‌های شبه‌آزمایشی معمولاً در شرایطی به‌کار می‌روند که امکان گمارش تصادفی و کنترل تمام متغیرهای مربوط در مطالعه وجود نداشته باشد. این طرح‌ها پایه طرح‌های تک‌آزمودنی را تشکیل می‌دهند.
طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون یک گروهی جزء طرح‌های پیش‌آزمایشی (مقدماتی) است.

اعتبار درونی طرح

مزایا: اجرای پیش‌آزمون، امکان مقایسه‌ی عملکرد آزمودنی‌ها را قبل و بعد از اجرای متغیر مستقل فراهم می‌سازد. این طرح همچنین متغیرهای انتخاب و اُفت آزمودنی‌ها را در صورتی که در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، آزمودنی‌های یکسانی اندازه‌گیری شوند، کنترل می‌کند.

معایب:

۱ـ هیچ اطمینانی وجود ندارد که اختلاف بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون ناشی از اجرای متغیر مستقل باشد.

۲ـ فرضیه‌های خلاف به ظاهر موجه (خطای احتمالی):

الف) حوادث تاریخی: به عنوان مثال برخی آزمودنی‌ها در فاصله پیش‌آزمون و پس‌آزمون از عینک استفاده کنند.

ب) رشد: ممکن است آزمودنی‌ها خسته‌تر، بی‌توجه‌تر و یا کم‌اشتیاق‌تر شوند.

ج) تأثیرهای آزمون: تجربه‌ای که آزمودنی در اثر اجرای پیش‌آزمون کسب می‌کند، ممکن است موجب افزایش انگیزه، تغییر نگرش، آمایه‌های یادگیری یا افزایش سرعت عمل او شود.

د) تأثیرهای ناشی از تغییر ابزار اندازه‌گیری: هر نوع تغییر در آزمون، نمره‌گذاری، روش‌های مصاحبه و مشاهده یا تنظیم وسیله‌ی آموزشی ممکن است موجب تبدیلِ پیش‌آزمون و پس‌آزمون به دو واقعه‌ی مختلف شود.

ه) بازگشت آماری: زمانی که نمره‌های یک گروه انتهایی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقایسه می‌شوند، بازگشت آماری اجتناب‌ناپذیر است.

۳ـ سوگیری انتخاب و افت: اگر پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای آزمودنی‌های یکسانی اجرا نشود، اختلاف مشاهده شده ممکن است ناشی از ویژگی‌های کنترل نشده یا عواملی باشد که با این اختلاف رابطه دارند.

مثال ۶۴: در طرح شبه آزمایشی یک گروهی با استفاده از پیش‌آزمون و پس‌آزمون، برای بررسی اثر متغیر مستقل بر متغیر وابسته، در صورت نرمال بودن توزیع نمره‌ها، از کدام آزمون آماری استفاده می‌شود؟ (روانشناسی (۲) و علوم تربیتی (۱) ـ سراسری ۹۴)

۱) t گروه‌های مستقل
۲) t گروه‌های همبسته
۳) تحلیل واریانس دو عاملی
۴) تحلیل واریانس یک عاملی

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» از آزمون t وابسته یا همبسته، زمانی استفاده می‌شود که هر فرد یا نمونه یکسانی از افراد در دو وضعیت متفاوت مورد آزمون قرار گیرند، بدین ترتیب برای هر فرد، دو اندازه‌گیری خواهیم داشت.

ج) طرح مقایسه‌ی گروه ایستا (static – group comparison design): در این طرح، دو گروه آزمایش و گواه با یک پس‌آزمون با هم مقایسه می‌شوند و متغیر آزمایشی (مستقل) تنها برای گروه آزمایش اعمال می‌شود.

گروه آزمایش	:	–	x	o	و یا	T_2 – x – T_2
گروه گواه	:	–	–	o		T_2 – – T_2

خط‌چین بین دو گروه به این معناست که دو گروه به شکل طبیعی و از پیش شکل گرفته‌اند و به صورت تصادفی انتخاب نشده‌اند. این طرح به علت وجود گروه گواه، توانایی کنترل حوادث تاریخی، رشد، ابزار و بازگشت‌های آماری را دارد. اصلی‌ترین تهدید روایی در این طرح، همان عامل انتخاب است؛ یعنی هیچ نوع گمارش تصادفی در این طرح وجود ندارد که گروه‌ها را قابل مقایسه کند. به عبارتی تهدید اصلی اعتبار درونی این طرح این است که تفاوت‌های پس‌آزمون در بین گروه‌ها را هم می‌توان به ویژگی‌های گروه‌ها و هم به عمل آزمایشی نسبت داد.

چون طرح مقایسه‌ی گروه ایستا ضعیف است، در زمان استفاده از آن باید احتمال اجرای پیش‌آزمون را در آزمودنی‌ها مورد توجه قرار داد. با افزایش این عامل، این طرح به یک طرح گروه گواه نامعادل تبدیل شده و استنباط‌های قوی‌تری را در مورد اثر عمل آزمایشی به دست می‌دهد.

متغیرهایی که به وسیله‌ی این طرح تحقیق کنترل نمی‌شوند: یکی از متغیرهایی که تأثیر آن با اثر متغیر مستقل مشتبه می‌شود، نحوه‌ی انتخاب آزمودنی‌ها است. علت این امر هم وجود دو گروه در طرح تحقیق و عدم انتخاب تصادفی آزمودنی‌ها و بالأخره همتا نبودن دو گروه است. شیوه‌ی انتخاب آزمودنی‌ها می‌تواند زمینه‌ساز مشکل بازگشت‌های ناشی از ابزار آماری، رخدادهای هم‌زمان با اجرای تحقیق و رشد و پختگی روانی و جسمانی باشد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های به دست آمده از طرح مقایسه‌ی ایستا را می‌توان با انجام آزمون پارامتریک t در مورد تفاوت نمره‌های میانگین گروه‌های گواه و آزمایش تجزیه و تحلیل کرد. اگر نمره‌ها به نحو قابل ملاحظه‌ای از توزیع بهنجار انحراف داشته باشند، باید به جای آزمون t، یک آزمون ناپارامتری (آزمون میانه و با احتمال بیشتر آزمون U مان- ویتنی) مورد استفاده قرار گیرد.

مثال ۶۵: پژوهشگری به‌منظور بررسی این سؤال که «آیا استفاده از کارپوشه در ارزیابی پیشرفت تحصیلی بر انگیزه تحصیلی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی تأثیر دارد؟» در یک دبستان، از بین دو کلاس پایه سوم یکی را به‌عنوان گروه آزمایش و یکی را به‌عنوان گروه کنترل انتخاب کرد. در گروه آزمایش از کارپوشه و در گروه کنترل از روش نسبی برای ارزیابی پیشرفت دانش‌آموزان استفاده کرد.بعد از سه ماه تحصیلی، با استفاده از یک ابزار استاندارد انگیزه هر دو گروه را اندازه گرفت. در این مثال از کدام طرح استفاده شده است؟ (علوم تربیتی ـ سراسری ۹۷)

۱) پیش‌آزمایشی ۲) شبه‌آزمایشی ۳) آزمایشی چندعاملی ۴) آزمایشی کامل

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» طرح موردنظر یک طرح مقایسه گروه ایستا است که جزء طرح‌های پیش‌آزمایشی محسوب می‌گردد. در این طرح دو گروه آزمایش و گواه با یک پس‌آزمون با هم مقایسه می‌شوند و متغیر مستقل تنها برای گروه آزمایش اعمال می‌گردد. در این طرح دو گروه به شکل طبیعی و از قبل شکل گرفته‌اند و به‌صورت تصادفی انتخاب نشده‌اند.

گروه آزمایش : – X O
گروه گواه : – – O

مثال ۶۶: مهم‌ترین ایراد طرح آزمایشی روبه‌رو کدام است؟ (سراسری ۹۰)

۱) روا نبودن ابراز ۲) دقیق نبودن آزمایش
۳) بی‌اعتبار بودن تفاوت مشاهده شده میان گروه‌ها ۴) معین نبودن تفاوت‌های اولیه گروه‌ها

– X T
– – T

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» چون در این طرح، پیش‌آزمون نداریم، تفاوت‌های اولیه گروه‌ها معین نمی‌باشد؛ پس تنها گزینه (۴) صحیح می‌باشد.

مثال ۶۷: کدام طرح مطالعه زیر می‌تواند رشد و بازگشت‌های آماری را کنترل کند ولی نمی‌تواند افت و گزینش آزمودنی‌ها را کنترل نماید؟
(روانشناسی بالینی وزارت بهداشت ـ ۸۸)

۱) مطالعه‌ی موردی یک‌مرحله‌ای ۲) پس‌آزمون با گروه کنترل
۳) مقایسه‌ی گروه‌های ایستا (Static) ۴) یک‌گروهی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در مقایسه گروه‌های ایستا به علت وجود گروه گواه، توانایی کنترل حوادث تاریخی، رشد، ابزار و بازگشت‌های آماری وجود دارد؛ اما در این طرح گمارش تصادفی وجود ندارد.

د) طرح گروه گواه نامعادل (nonequivalent control-group design): این طرح متداول‌ترین طرح شبه‌آزمایشی در پژوهش‌های تربیتی است. در این طرح دسته‌بندی شرکت‌کنندگان در پژوهش به گروه‌های آزمایش و گواه تصادفی نیست و هر دو گروه دارای پیش‌آزمون و پس‌آزمون خواهند بود. تنها ویژگی این طرحِ خاص، عدم تخصیص تصادفی آزمودنی‌ها در گروه‌ها و اجرای یک پیش‌آزمون و پس‌آزمون در همه‌ی گروه‌ها خواهد بود. دیاگرام طرح به شکل زیر است:

گروه آزمایش : O X O
گروه گواه : O X O

تجزیه و تحلیل آماری: تهدید عمده اعتبار درونی در طرح گروه گواه نامعادل، وجود این احتمال است که تفاوت‌های گروهی در پس‌آزمون به جای نشئت گرفتن از اثر عمل آزمایشی، از تفاوت‌های موجود قبلی گروه‌ها ناشی شده باشد. معمولاً برای غلبه بر این مشکل از تحلیل کوواریانس استفاده می‌شود. تحلیل کوواریانس به طور آماری اثر تفاوت‌های قبلی گروه را از طریق تعدیل‌های جبرانیِ میانگین پس‌آزمون‌های دو گروه کاهش می‌دهد.

انواع طرح‌های پیش‌آزمایشی

۱ـ طرح پس‌آزمون با یک گروه (مطالعه موردی تک‌ضربه‌ای)

گروه آزمایش : – X T_2

۲ـ طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون یک گروهی

گروه آزمایش : O_1 X O_2 و یا T_1 X T_2

۳ـ طرح مقایسه‌ی گروه ایستا

گروه آزمایش : – X O و یا – X T_2
گروه گواه : – – O – – T_2

۴ـ طرح گروه گواه نامعادل

گروه آزمایش : O X O
گروه گواه : O X O

آمـــار

مدرسان شریف

فصل اول

«آمار توصیفی ــ توزیع فراوانی و نمودارهای آن»

درسنامه (۱): علم آمار و انواع آن

آمار (Statistics) در لغت به معنای حساب و شمارش می‌باشد، مانند تعداد دانشجویان یک کلاس یا تعداد مرگ و میر در یک سال. اما علم آمار به عنوان شاخه‌ای از ریاضیات، به مجموعه‌ای از روش‌های علمی و فنونی گفته می‌شود که با جمع‌آوری، دسته‌بندی و تنظیم اطلاعات (داده‌های کمّی و کیفی) به تفسیر و نتیجه‌گیری از آنها در جهت هدفی مشخص و معین می‌پردازد. در واقع، آمار برای روش‌های علمی که در تجزیه و تحلیل داده‌های مقداری به کار برده می‌شوند، چارچوبی را فراهم می‌کند. علم آمار به دو شاخه آمار توصیفی و آمار استنباطی تقسیم می‌شود:

۱ــ آمار توصیفی (Descriptive Statistics)

پس از گردآوری اطلاعات کمّی، لازم است که آنها را برای تفسیر به صورتی که قابل فهم باشند دسته‌بندی، طبقه‌بندی و خلاصه کرد و این کار به کمک ابزارهای آمار توصیفی همچون جدول و نمودارها انجام می‌شود. آمار توصیفی به منظور توصیف ویژگی‌های نمونه یا جامعه، در شرایطی که اطلاعات مربوط به کل جامعه موجود است، به کار می‌رود. به عبارتی آمار توصیفی به پژوهشگر در طبقه‌بندی، خلاصه کردن، توصیف و تفسیر اطلاعات جمع‌آوری شده و برقراری ارتباط از طریق آنها کمک می‌کند. به‌طور کلی آمار توصیفی به جمع‌آوری، تلخیص، تنظیم و ارائه‌ی اطلاعات به صورت روشن و قابل فهم و در صورت لزوم تعیین روابط موجود بین اطلاعات جمع‌آوری شده، می‌پردازد.

توصیف داده‌های آماری بدون توجه به نوع داده‌ها به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۱ـ تنظیم و طبقه‌بندی داده‌ها در یک جدول (توزیع فراوانی)

۲ـ خلاصه‌کردن (تلخیص) داده‌ها به یک یا چند عدد موسوم به شاخص یا آماره

۳ـ رسم نمودارهای گوناگون با استفاده از مقادیر جدول

مراحل ذکر شده برای دو نوع داده‌های طبقه‌بندی نشده (گسسته) و داده‌های طبقه‌بندی شده (پیوسته) تعریف می‌شوند.

۲ــ آمار استنباطی (Inferential Statistics)

آمار استنباطی روش‌هایی هستند که در آنها ویژگی‌های جامعه به کمک ویژگی‌های نمونه، استنباط می‌شوند. به بیان دیگر، این بخش از آمار به تحلیل، تفسیر و تعمیم نتایج حاصل از تنظیم و محاسبه‌ی مقدماتی آماری تکیه دارد. به آمار استنباطی، **آمار پارامتری** نیز گویند؛ زیرا به کمک نمونه‌گیری به تحلیل و استنتاج در مورد پارامترهای (ویژگی‌های) کلی جامعه آماری می‌پردازد. توجه کنید که در آمار استنباطی، توزیع یا نحوه‌ی پخش داده‌های آماری مشخص است.

آمار استنباطی به دو بخش تقسیم می‌شود:

الف) آمار پارامتری (وابسته به توزیع) (Parametric Statistics)

روش‌های پارامتری مستلزم معلوم بودن توزیع جامعه هستند، بنابراین در صورتی که توزیع جامعه از الگوی خاصی مانند توزیع نرمال پیروی کند، می‌توان از روش پارامتری استفاده کرد.

ب) آمار ناپارامتری (آزاد از توزیع) (Non-parametric Statistics)

در آمار ناپارامتری که شبیه آمار پارامتری است، دیگر اعداد و خصوصیات به صورت کمّی وجود ندارند. به عبارتی، در برخی پژوهش‌ها موقعیت‌هایی وجود دارد که پژوهشگر اطلاعات اندکی درباره توزیع متغیر وابسته در جامعه دارد و یا این توزیع، انحراف زیادی از شکل بهنجار دارد. در چنین شرایطی، آزمون‌های آماری غیرپارامتری، ابزار مناسبی برای تحلیل داده‌های آماری جمع‌آوری شده هستند. به این آمار **آزاد از توزیع** (**free of Distribution**) یا نابسته به توزیع نیز گویند، زیرا برخی از ویژگی‌های توزیع جامعه آزاد یا مستقل هستند و نیازی به مفروضات متعدد ندارند.

نکته۱: تفاوت روش‌های پارامتری و ناپارامتری:

۱ـ بیان و درک روش ناپارامتری آسان‌تر از روش‌های پارامتری است.

۲ـ روش ناپارامتری دارای محاسبات ساده‌تری نسبت به روش‌های پارامتری است.

۳ـ روش‌های ناپارامتری برخلاف روش‌های پارامتری می‌توانند برای داده‌های اسمی یا ترتیبی که دارای مقادیر عددی دقیقی نیستند، به‌کار گرفته شوند.

۴ـ روش‌های ناپارامتری می‌توانند برای محدوده‌ی گسترده‌ای از شرایط و وضعیت‌ها به کار گرفته شوند، زیرا برای پارامتر مورد نظر جامعه نیاز به شرایط جدی ندارند.

۵ـ در روش‌های ناپارامتری مقداری از اطلاعات جامعه از دست می‌رود؛ لذا این روش‌ها کارایی کمتری نسبت به روش‌های پارامتری متناظر دارند.

۶ـ حساسیت روش‌های ناپارامتری نسبت به روش‌های پارامتری متناظر کمتر است. یعنی در این روش‌ها برای رد فرضیه‌ی آماری نیاز به ادله بیشتر و یا شواهد وسیع‌تری داریم.

۷ـ در روش‌های ناپارامتری مقدار متغیر مهم نیست و بیشتر رتبه‌ی مشاهدات (بزرگ‌تر یا کوچک‌تر بودن) اهمیت دارد.

انواع داده‌های آماری

الف) کمیت‌های پیوسته: کمیت‌هایی که از اندازه‌گیری به دست آمده‌اند و امکان اینکه بین دو واحد متوالی آن، کمیت‌های دیگر نیز قرار بگیرند، وجود دارد. به عنوان مثال، اگر وزن علی ۷۰ کیلوگرم و وزن حسین ۷۱ کیلوگرم باشد، ممکن است افراد دیگری یافت شوند که وزن آنها بین این دو مقدار، یعنی ۷۰/۲، ۷۰/۵، ۷۰/۸ و ... باشد. کمیت‌های پیوسته دارای دامنه هستند و ساده‌ترین دامنه ۰/۵ واحد پایین‌تر و ۰/۵واحد بالاتر قرار دارد.

ب) کمیت‌های ناپیوسته (گسسته): اعدادی که از آمارگیری یا شمارش به دست می‌آیند و به گونه‌ای هستند که بین دو واحد متوالی آنها عدد یا کمیت دیگری قرار نمی‌گیرد. به عنوان مثال اگر تعداد افراد یک خانواده ۶ نفر باشد، امکان ندارد که نفر ۵/۵ داشته باشیم. کمیت‌های گسسته دامنه ندارند و کسر نمی‌پذیرند.

ج) داده‌های پارامتری: داده‌های پارامتری داده‌هایی هستند که اولاً فاصله‌ی بین واحدهای سازنده‌ی کمیت‌ها برابرند؛ یعنی با مقیاس فاصله‌ای یا نسبی اندازه‌گیری شده‌اند و ثانیاً توزیع آنها در یک جامعه‌ی آماری، بهنجار یا نزدیک به بهنجار است. در یک توزیع بهنجار، مقادیر اختصاص یافته به متغیر مورد اندازه‌گیری در آحاد جامعه‌ی آماری به گونه‌ای است که تعداد زیادی از افراد، مقادیر متوسط را می‌گیرند و مقادیر بزرگ‌تر و کوچک‌تر به تعداد کمتری اختصاص می‌یابد که در دو طرف مقادیر متوسط قرار دارند.

د) داده‌های ناپارامتری: در این نوع داده‌ها، فرضیه‌ی نرمال بودن توزیع داده‌ها برقرار نبوده و اجزاء یا فاصله‌ی کمیت‌ها برابر نیستند. به این ترتیب کمیت‌هایی که دارای مقیاس‌های اسمی و یا رتبه‌ای باشند، داده‌های ناپارامتری تلقی می‌شوند.

مثال ۱: ویژگی توصیف‌کننده‌ی جامعه چه نامیده می‌شود؟

۱) برآورد ۲) آماره ۳) پارامتر ۴) شاخص آماری

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» پارامتر، ویژگی توصیف‌کننده جامعه است.

مثال ۲: با کدام روش آماری می‌توان افزایش تولید ناخالص ملی ایران را در سه سال گذشته نمایش داد؟ (سراسری ۷۸)

۱) استنباطی غیرمشروط ۲) استنباطی مشروط

۳) توصیفی ۴) توصیفی و استنباطی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در آمار توصیفی، به کمک ابزارهایی مانند جداول فراوانی، نمودارهای آماری و محاسبه شاخص‌های آماری به توصیف داده‌ها پرداخته می‌شود. بدون اینکه هیچ‌گونه استنباطی بر روی آنها انجام شود. بنابراین برای نمایش افزایش تولید ناخالص ملی ایران در سه سال گذشته از آمار توصیفی می‌توان استفاده کرد.

مثال ۳: برای ارائه‌ی اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف‌معیار کدام‌یک از روش‌های زیر مناسب‌تر است؟ (روانشناسی بالینی وزارت بهداشت ـ ۸۵)

۱) نمودار ۲) جدول ۳) توضیح در متن ۴) نمودار و توضیح در متن

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» بهترین وسیله برای نمایش اطلاعات در آمار توصیفی استفاده از جدول است.

مثال ۴: مهم‌ترین کاربرد آمار توصیفی کدام است؟ (سراسری ۹۲)

۱) گردآوری اطلاعات ۲) آزمون فرضیه‌ها

۳) تلخیص داده‌ها ۴) تعیین شاخص‌های گرایش به مرکز

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» آمار توصیفی به جمع‌آوری، تلخیص، تنظیم و ارائه‌ی اطلاعات به صورت روشن و قابل فهم و در صورت لزوم تعیین روابط موجود بین اطلاعات جمع‌آوری شده، می‌پردازد.

درسنامه (۲): توزیع فراوانی (Frequency Distribution)

نمایش داده‌ها را با نظمی خاص در چند سطر و ستون، یک جدول آماری گویند. جدول توزیع فراوانی یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین جداول آماری است که شامل پارامترهای مختلف است. توزیع فراوانی عبارت است از **سازمان دادن به اندازه‌ها یا مشاهدات به وسیله درآوردن آنها در قالب طبقات همراه با ذکر فراوانی هر طبقه.**

توزیع فراوانی، داده‌ها را به صورت خلاصه و مرتب شده، به نحوی که تفسیر آنها آسان شود، نمایش می‌دهد. به طور کلی، توزیع فراوانی هر نوع نظم و ترتیبی از داده‌هاست که فراوانی وقوع ارزش‌های مختلف متغیر یا فراوانی وقوع ارزش‌هایی را که در دامنه‌های معین قراردادی از متغیر، به نام فاصله‌های طبقه یا طبقاتی قرار می‌گیرند، نشان می‌دهد.

ماتریس داده‌ها

مقادیر جمع‌آوری شده برای هر متغیر مانند نمره‌های آزمودنی‌ها، عکس‌العمل و رتبه‌ها، نخست در ماتریس داده‌ها خلاصه می‌شود. ماتریس جدولی است که نمره هر فرد آزمودنی را در هر متغیر نشان می‌دهد. با استفاده از ماتریس داده، برای هر متغیر یک توزیع فراوانی تشکیل می‌گردد. ماتریس عبارت است از **نظم دادن عناصر (نظیر افراد، متغیرها) در یک جدول مستطیلی‌شکل، که در این جدول به خطوط افقی، سطر و به خطوط عمودی، ستون گفته می‌شود.** در جدول ماتریس نمره‌ها، افراد یا آزمودنی‌ها یا موارد در سطرهای جدول و اطلاعات جمع‌آوری شده در مورد هر فرد (متغیرها) در ستون‌های جدول ثبت می‌گردد. نمره‌ها و سایر داده‌های مربوط به هر فرد در داخل خانه‌های ماتریس وارد می‌شوند.

نکته ۲: یکی از ویژگی‌های توزیع‌های فراوانی، متقارن بودن است. توزیع متقارن توزیعی است که دو نیمه‌ی آن کاملاً با هم یکسان است. به توزیع‌های غیرمتقارن اغلب کج یا چوله گویند. یعنی توزیعی که با توجه به قسمت میانی آن، یک نیمه‌ی آن طویل‌تر از نیمه‌ی دیگر باشد.

الف) فراوانی مطلق: اگر n داده از k نوع داشته باشیم و تعداد این داده‌ها در k طبقه به ترتیب $F_1, F_2, \ldots, F_k$ باشند، به تعداد آنها فراوانی‌های مطلق طبقات گفته می‌شود.

نکته ۳: حاصل‌جمع ستون فراوانی مطلق در یک جدول فراوانی، برابر با تعداد کل نمره‌هاست ($\sum F = n$).

ب) فراوانی نسبی: از تقسیم فراوانی مطلق یک طبقه یا یک نمره بر کل فراوانی‌ها، فراوانی نسبی آن طبقه به دست می‌آید:

$$f_k = \frac{F_k}{n}$$

نکته ۴: همواره جمع فراوانی‌های نسبی برابر با ۱ می‌باشد ($\sum f = 1$).

ج) فراوانی تراکمی (تجمعی) (Cumulative Frequency): گاهی اوقات موقعیت‌هایی وجود دارد که در آنها توجه ما معطوف به فراوانی طبقات نیست، بلکه تعداد یا درصد ارزش‌های بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از یک ارزش خاص مورد نظر است. در چنین مواردی از فراوانی تراکمی یعنی جمع متوالی فراوانی‌های ساده، از پایین به بالا استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، برای به دست آوردن فراوانی تراکمی یک طبقه، فراوانی آن طبقه و طبقات ما قبل آن را با یکدیگر جمع می‌کنیم: (فراوانی تراکمی گاهی با نماد CF نیز نشان داده می‌شود)

$$CF_i = F_1 + F_2 + \cdots + F_i$$

نکته ۵: از فراوانی تراکمی جهت مقایسه‌ی نمره‌های دو یا بیش از دو گروه استفاده می‌شود.

نکته ۶: فراوانی تراکمی کوچک‌ترین طبقه، همیشه برابر با فراوانی مطلق آن طبقه است.

نکته ۷: فراوانی تراکمی طبقه آخر جدول برابر با تعداد کل داده‌ها است ($CF_i = n$).

د) فراوانی تراکمی درصدی: برای محاسبه فراوانی تراکمی درصدی هر طبقه، فراوانی تراکمی همان طبقه را به مجموع کل اعداد (n) تقسیم کرده، سپس حاصل را در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم:

$$\frac{CF}{n} \times 100$$

ه) فراوانی تراکمی نسبی: اگر در هر طبقه، فراوانی نسبی آن طبقه و طبقات ماقبل را با هم جمع کنیم، فراوانی تراکمی نسبی آن طبقه به‌دست می‌آید:

$$cf_i = f_1 + f_2 + \cdots + f_i$$

مثال ۵: در جدول توزیع فراوانی طبقه‌بندی شده زیر، درصد فراوانی ($f\%$) نمرات یک نمونه ۶۰ نفری ارائه شده است. فراوانی (f) طبقه ۱۸ــ۱۶، کدام است؟ (روانشناسی، علوم تربیتی و مشاوره ـ سراسری ۹۸)

طبقات	۱۰–۱۲	۱۳–۱۵	۱۶–۱۸	۱۹–۲۱	۲۲–۲۴
درصد فراوانی	۲۰	۱۵	–	۱۷	۲۸

۱) ۱۲ ۲) ۱۶ ۳) ۱۷ ۴) ۲۰

نمره‌های نه‌گانه (stanine score)

نمره‌های نه‌گانه یا نه‌بخشی، نمره‌های استاندارد هستند که **از یک رقم تشکیل شده‌اند و دامنه آنها بین ۱ تا ۹ است**. میانگین نمره‌های نه‌گانه ۵ و انحراف استاندارد آنها ۲ است. این نمره برای اولین‌بار در جنگ دوم جهانی به وسیله نیروی هوایی آمریکا مورد استفاده قرار گرفت. چون در این نمره ۹ طبقه وجود دارد، به همین دلیل نه‌گانه خوانده می‌شوند. فرمول محاسبه نمره‌های نه‌گانه به شرح زیر است:

$$\text{نمره نه‌گانه} = ۲z + ۵ \quad , \quad ۲(\frac{x-\mu}{\sigma}) + ۵$$

کوچک‌ترین نمره نه‌گانه، ۱ است که دو انحراف استاندارد پایین‌تر از میانگین واقع شده است و بزرگ‌ترین نمره ۹ است که دو انحراف استاندارد بالاتر از میانگین واقع شده است. بخش پنجمِ مقیاس که میانگین آن است به فاصله‌ی $\frac{۱}{۴}$ انحراف معیار از دو طرف میانگین توزیع قرار می‌گیرد و سایر بخش‌ها نیز هر یک $\frac{۱}{۲}$ انحراف معیار از توزیع طبیعی را شامل می‌شوند.

مثال ۲۲: **نمره معیار فردی در منحنی توزیع بهنجار z =۱/۵ محاسبه شده است. رتبه‌ی او در مقیاس نه بخشی کدام است؟** (روانشناسی بالینی و شخصیت ـ آزاد ۸۰)

۱) ۸ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۲

پاسخ: گزینه «۱» طبق فرمول نمرات نه‌گانه:

$$\text{نمره نه گانه} = ۲z + ۵ = ۲(۱/۵) + ۵ = ۸$$

مثال ۲۳: **در توزیع نمره‌های عزت‌نفس $\bar{X} = ۳۰$ و $S^۲ = ۲۵$ است. در صورتی‌که نمره استاندارد نُه‌بخشی فردی برابر با ۶ باشد، نمره خام عزت‌نفس او چقدر است؟** (روانشناسی (۱و۲) ـ سراسری ۹۵)

۱) ۳۴/۵ ۲) ۳۱ ۳) ۳۶ ۴) ۳۲/۵

پاسخ: گزینه «۴» برای پاسخ به این سؤال، ابتدا باید از فرمول نمره استاندارد نُه‌بخشی استفاده کنیم:

$$\text{نمرات نُه‌بخشی} = ۲z + ۵$$

$$۶ = ۲(z) + ۵$$

که در اینجا ابتدا باید نمره z محاسبه شود که طبق فرمول بالا به این صورت است:

نمره z مساوی ۰/۵ می‌شود. حال این عدد را در فرمول z قرار می‌دهیم و نمره خام را محاسبه می‌کنیم:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{x - ۳۰}{۵} = ۳۲/۵$$

طبق این فرمول، گزینه (۴) صحیح است.

نمره ترازشده آزمون هوشی وکسلر: (این مقیاس دارای میانگین ۱۰۰و انحراف معیار ۱۵ است)

$$Z_w = ۱۵z + ۱۰۰$$

نمره ترازشده آزمون هوشی استنفورد بینه: (در این مقیاس میانگین برابر است با ۱۰۰ و انحراف معیار مساوی است با ۱۶)

$$Z_{st} = ۱۶z + ۱۰۰$$

نمره‌ی تراز شده‌ی CEEB: (آزمون CEEB (College Entrance Examination Board) در آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. میانگین آن ۵۰۰ و انحراف معیار آن ۱۰۰ است.)

$$Z_{ceeb} = ۱۰۰z + ۵۰۰$$

تبدیل داده‌ها

گاهی داده‌های خامی که برای تحلیل داریم مناسب گروهی از آزمون‌های آماری نیستند و برای این‌که بتوانیم از این دسته آزمون‌های آماری استفاده کنیم و همچنین دقت تحلیل را بالا بریم باید در داده‌های خام تغییراتی ایجاد کنیم. یکی از این تغییرات، **تبدیل داده‌ها** نام دارد. تبدیل داده‌ها، **روش‌هایی ریاضی است که برای تعدیل متغیرهایی به‌کار می‌رود که از مفروضه‌های آماری نرمال بودن، خطّی بودن و یکسانی پراکندگی پیروی نمی‌کنند یا الگوهایی با داده‌های پرت غیرمعمول دارند.** در مجموع زمانی‌که پیش شرط‌های آزمون‌های چندمتغیره برقرار نباشد، باید داده‌های به دست آمده را تبدیل کنیم تا امکان استفاده از برخی آزمون‌های مدنظر (عموماً پارامتریک) فراهم شود.

در ابتدا باید میزان تخطّی و تفاوت داده‌ها از پیش‌فرض‌های ذکر شده را تعیین کرد و در صورتی‌که پیش‌فرض‌ها یا پیش‌شرط‌های آماری به‌دست آمده دارای تفاوت قابل اعتنایی با مقدار معیار باشند از روش تبدیل داده‌ها استفاده کرد. تبدیل داده‌ها با هدف تعدیل متغیرها از جنبه علمی روشی پذیرفته شده است. البته زمانی که اختلاف داده‌ها با پیش‌فرض‌های آماری اندک باشد و به طورتقریبی مفروضات آماری برقرار باشد می‌توان از تبدیل داده‌ها صرف نظر کرد.

باید توجه داشت که تبدیل داده‌ها تا اندازه‌ای مانند شمشیر دولبه است. حُسن این روش این است که می‌تواند دقت معنی‌داری تحلیل‌های آماری را افزایش دهد و عیب آن این است که ممکن است تفسیر داده‌ها را دشوارتر کند. در نتیجه باید از روش تبدیل داده‌ها به شیوه‌ای مدبرانه استفاده کرد.

دشوارکردن تفسیر داده‌ها بدین معناست که وقتی داده‌ها را تبدیل می‌کنیم، مقدار حداقل و حداکثر و شیوه توزیع متغیر و تمامی شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد تغییر می‌کند و با حالت معمول و عادی تفاوت پیدا می‌کند. مثلاً اگر سن افراد که به صورت کمّی (نسبی) سنجیده شده است را به توان دو برسانیم شاخص‌های آماری سن افراد تغییر می‌کند و با سن‌های غیرعادی مثل ۲۵۰، ۳۰۰ و غیره مواجه می‌شویم.

یا وقتی متغیری مانند اعتماد اجتماعی داریم و با ۱۰ سؤال این متغیر را سنجیدیم و دامنه میانگین این متغیر بین ۱ تا ۵ باشد، لگاریتم گرفتن از این متغیر دامنه نمرات را تغییر می‌دهد و توضیح و تفسیر متغیر را با مشکل مواجه می‌کند. یکی از راه‌های رفع این مشکل این است که هنگام گزارش یافته‌های توصیفی و شاخص‌های آماری (مانند میانگین، انحراف استاندارد و مقدار حداقل و حداکثر)؛ یافته‌ها و شاخص‌های آماری را هم به صورت عادی (قبل از تبدیل داده‌ها) و هم بعد از تبدیل داده‌ها گزارش کنیم.

انواع روش‌های تبدیل داده

روش‌های مختلفی برای تبدیل داده‌ها وجود دارد که برخی از روش‌های متداول عبارتند از: ریشه دوم، لگاریتم، وارون(Inverse) و مجذور کردن.

بین آمارشناسان در مورد استفاده از انوع روش‌های تبدیل داده‌ها در شرایط خاص اتفاق نظر وجود ندارد. با وجود این، یک راهبرد اساسی برای به کاربردن روش‌های تبدیل این است که برحسب جدی بودن تخطّی از پیش‌فرض‌های آماری، راهبردهای پیشرفته‌تر (سطح بالاتر) به کار بسته شود.

برای مثال، تاباچینک و فیدل (۲۰۰۱) و مرتلر واناتا (۲۰۰۱) برای پیشرفت تبدیل داده‌ها از ریشه دوم (برای اصلاح تخطّی متوسط)، لگاریتم (برای تخطّی اساسی‌تر) و سپس ریشه دوم وارون (برای رسیدگی به تخطّی شدید) جانبداری می‌کنند. مجذور کردن یک متغیر در رابطه دو متغیری غیرخطّی می‌تواند مشکل غیرخطّی بودن را به طور مؤثر کاهش بدهد. به طور کلی زمانی که داده‌ها نرمال نیستند از روش‌های ریشه دوم، لگاریتم و وارونه کردن برای تبدیل داده‌ها استفاده می‌شود.

انواع روش‌های تبدیل داده‌ها برحسب نوع انحراف از پیش‌فرض‌ها

نوع مشکل در پیش‌فرض‌ها	نوع تبدیل پیشنهادی
نقض پیش‌فرض‌ها به طور کلی	ریشه دوم (برای اصلاح تخطّی متوسط) لگاریتم (برای تخطّی اساسی‌تر) ریشه دوم وارون (برای رسیدگی به تخطّی شدید)
غیرخطّی بودن رابطه	مجذور کردن (به توان دو رساندن)
چولگی متوسط (مثبت یا منفی)	ریشه دوم
چولگی شدید (مثبت یا منفی)	لگاریتم (Log 10)

مثال ۲۴: اگر توزیع متغیری دارای کجی مثبت باشد، کدام تبدیل برای نرمال کردن داده مناسب نیست؟ (دکتری ۹۴)

۱) x_i^2 ۲) $\log_{10} x_i$ ۳) $\sqrt{x_i}$ ۴) $\frac{1}{x_i}$

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» وقتی داده‌هایی را که دارای کجی مثبت‌اند را به توان ۲ برسانیم، در واقع کجی یا چولگی آن‌ها را بیشتر کرده‌ایم، چون داده‌ها نامتقارن‌اند؛ اما اگر از آن‌ها لگاریتم یا جذر بگیریم یا آن‌ها را معکوس کنیم، باعث شده‌ایم داده‌ها به هم نزدیک‌تر شوند. در واقع پراکندگی آن‌ها را کمتر کرده‌ایم. به طور مثال، داده‌های $x_i = 2,3,4,5,2,9,25,36,49$ را در نظر بگیرید.

این داده‌ها چوله به راست هستند.

اگر آن‌ها را به توان ۲ برسانیم داده‌های x_i^2: ۴,۹,۱۶,۲۵,۴,۸۱,۶۲۵,۱۲۹۶,۲۴۰۱ به‌وجود می‌آیند ولی اگر جذر بگیریم $\sqrt{x_i} = 1/4,1/7,2,2/4,1/4,3,5,6,7$ حاصل می‌شود که واضح است که داده‌های جذر گرفته شده حالت متقارن‌تری به خود می‌گیرند.

مثال ۲۵: با اعمال کدام تبدیل بر روی داده‌ها میانگین و واریانس تغییر می‌کند، ولی شکل توزیع و جایگاه فرد روی توزیع ثابت باقی می‌ماند؟ (روانشناسی ـ دکتری ۹۷)

۱) درجه دو ۲) لگاریتمی ۳) خطی ۴) نمایی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» با هر تبدیل روی داده‌ها میانگین واریانس آن‌ها تغییر می‌کند ولی شکل و جهت نمودار از لحاظ چولگی و کشیدگی فقط در تبدیل‌های خطی تغییر نمی‌کند.

درسنامه (۵): منحنی طبیعی (نرمال)

یکی از جالب‌ترین اکتشافات بشر، تعیین رابطه‌ی بین اندازه‌گیری انواع زیادی از پدیده‌های طبیعی و قوانین ریاضی تصادف بوده است که این کشف را ریاضی‌دان آلمانی به نام **گاس (Guss)** انجام داد؛ اما قبل از وی **دموار** منحنی احتمالات را در مورد اتفاقات تصادفی نظیر پرتاب یک سکه در هوا، به شکل نمودار نشان داده بود.

توزیع نرمال (طبیعی) یک منحنی است که بین اجزای آن روابط نسبتاً پیچیده‌ی ریاضی برقرار است. روابط ریاضی موجود در این توزیع باعث به وجود آمدن یک منحنی متقارن می‌شود. منحنی طبیعی دارای معادله‌ای به شرح زیر است:

$$y=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

در صورتی که در معادله فوق به جای متغیر x مقدار z را که از فرمول زیر محاسبه می‌شود قرار دهیم، معادله y به صورت زیر خواهد بود:

$$z=\frac{x-\mu_x}{\sigma}\quad,\quad y=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{z^2}{2}}$$

x = تغییر یا ویژگی اندازه‌گیری شده (مانند هوش و قد) ; y = ارتفاع منحنی در هر نقطه از x

$e=2/71/83$; $\pi=3/1416$

σ = انحراف استاندارد اندازه‌گیری شده ; μ = میانگین متغیر اندازه‌گیری شده

شکل توزیع طبیعی به میانگین و انحراف استاندارد بستگی دارد. به عبارتی شکل توزیع با دو مقدار μ و σ^2 مشخص می‌شود که آن را به صورت $N(\mu,\sigma^2)$ نشان می‌دهند. هرگاه بخواهیم بگوییم متغیری مانند x دارای توزیع طبیعی است، آن را به صورت $X\sim N(\mu,\sigma)$ نشان می‌دهیم. به عنوان مثال $IQ\sim N(100,15)$، یعنی بهره‌ی هوشی گروهی از افراد جامعه، دارای توزیع طبیعی با میانگین ۱۰۰ و انحراف استاندارد ۱۵ است.

نکته ۷: نکته‌ی مهمی که باید به آن توجه داشت این است که برای توزیع طبیعی، یک معادله وجود دارد ولی از این معادله ممکن است توزیع‌های مختلفی به دست آید. به عبارت دیگر، هر بار که میانگین و انحراف استاندارد تغییر کند، منحنی توزیع طبیعی نیز تغییر خواهد کرد.

ویژگی‌های منحنی طبیعی: منحنی طبیعی دارای ویژگی‌هایی به شرح زیر است:

۱ـ منحنی طبیعی زنگوله‌ای شکل (bell-shaped) است؛ بنابراین هرچه فاصله‌ی یک نمره (x) از میانگین بیشتر می‌شود، فراوانی وقوع آن کمتر می‌شود.

۲ـ شکل منحنی طبیعی کاملاً متقارن است؛ بنابراین میانگین، میانه و نما بر هم منطبق هستند و حداکثر ارتفاع آنها در میانگین قرار دارد.

۳ـ منحنی دو نقطه‌ی عطف دارد که نسبت به خطی که نشانگر میانگین، میانه و نما است، قرینه هستند. به عبارت دیگر، بر روی منحنی طبیعی دو نقطه وجود دارد که شکل منحنی در آن دو نقطه تغییر می‌کند. فاصله‌ی این دو نقطه تا میانگین برابر ±1 انحراف استاندارد است.

۴ـ دنباله‌های منحنی با محور x موازی هستند؛ بنابراین منحنی از $+\infty$ تا $-\infty$ ادامه دارد. اما در عمل این منحنی از ۳- انحراف استاندارد شروع می‌شود و تا ۳+ انحراف استاندارد ادامه دارد.

۵ـ دو دنباله‌ی منحنی با محور افقی، **مجانب (asymptotic)** اند؛ یعنی دو طرف منحنی به محور افقی نزدیک می‌شوند، ولی هیچ‌گاه آن را قطع نمی‌کنند.

مثال ۲۶: کدام مورد از ویژگی‌های توزیع‌های نرمال نیست؟ (روانشناسی تربیتی و برنامه‌ریزی درسی ـ دکتری ۹۱)

۱) مجانبی بودن ۲) متقارن بودن ۳) کشیدگی داشتن ۴) تک‌نمایی بودن

پاسخ: گزینه «۳» منحنی طبیعی دارای ویژگی‌های زیر است:

ـ منحنی طبیعی زنگوله‌ای‌شکل (bell-shaped) است؛ بنابراین هرچه فاصله‌ی یک نمره (x) از میانگین بیشتر می‌شود، فراوانی وقوع آن کمتر می‌شود.

ـ شکل منحنی طبیعی کاملاً متقارن است؛ بنابراین میانگین، میانه و نما بر هم منطبق هستند $(\bar{X}=Me=Mo)$ و حداکثر ارتفاع آن در میانگین قرار دارد.

ـ منحنی دو نقطه‌ی عطف دارد که نسبت به خطی که نشانگر میانگین، میانه و نما است، قرینه هستند. به عبارت دیگر، بر روی منحنی طبیعی دو نقطه وجود دارد که شکل منحنی در آن دو نقطه تغییر می‌کند. فاصله‌ی این دو نقطه تا میانگین برابر ±1 انحراف استاندارد است.

ـ دنباله‌های منحنی با محور x موازی هستند؛ بنابراین منحنی از $+\infty$ تا $-\infty$ ادامه دارد؛ اما در عمل این منحنی از ۳- انحراف استاندارد شروع می‌شود و تا ۳+ انحراف استاندارد ادامه دارد.

ـ دو دنباله‌ی منحنی با محور افقی، مجانب (asymptotic) اند؛ یعنی دو طرف منحنی به محور افقی نزدیک می‌شوند، ولی هیچ‌گاه آن را قطع نمی‌کنند.

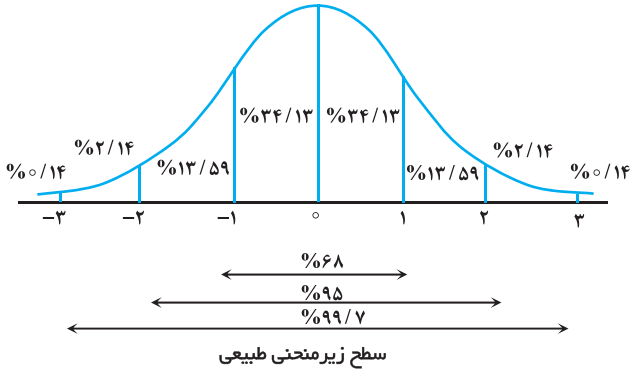
منحنی طبیعی استاندارد: گاهی ممکن است دو یا چند توزیع طبیعی وجود داشته باشد ولی منحنی‌های آنها با هم متفاوت باشد. برای یکسان کردن منحنی‌های توزیع طبیعی می‌توان آنها را به توزیع نمره‌های استاندارد (نمره z) تبدیل کرد. همان‌طور که بیان شد، فرمول استاندارد کردن نمره‌ها عبارت است از:

$$z=\frac{x-\mu}{\sigma}$$

هنگامی که نمرات توزیع به نمره‌های استاندارد تبدیل می‌شوند، توزیعی با میانگین صفر و انحراف استاندارد یک به دست می‌آید که به آن منحنی طبیعی استاندارد می‌گویند. خط پایه منحنی طبیعی استاندارد (محورX) براساس z تقسیم‌بندی می‌شود، نه براساس نمره خام (X). منحنی استاندارد طبیعی موارد استفاده‌ی زیادی در آمار دارد؛ زیرا پژوهشگر به جای کارکردن با بی‌نهایت منحنی که هر یک میانگین و انحراف استاندارد مختلفی دارد، فقط با یک منحنی که همیشه میانگین صفر و انحراف استاندارد یک دارد، روبه‌رو است.

سطوح زیر منحنی طبیعی استاندارد

به دلیل دستیابی به هدف‌های پژوهشی، محاسبه‌ی سطح زیر منحنی بهنجار در فاصله‌ی بین محور عمودی نقاط مختلف بر روی خط پایه، از اهمیت زیادی برخوردار است؛ به همین دلیل تقسیم سطح زیر منحنی به مرزهای مشخص اهمیت زیادی دارد. مهم‌ترین مرزی که در این منحنی وجود دارد، میانگین است. چون منحنی متقارن است، ۵۰% از توزیع در طرفین میانگین قرار دارد. مرزهای مهم دیگر عبارتند از: نمره‌های z ، یعنی $\pm 1, \pm 2, \pm 3$. این مرزها و سطوحی که در آن قرار دارند، در نمودار مقابل نشان داده شده‌اند.



سطح زیرمنحنی طبیعی

براساس شکل ۳۴/۱۳% از سطح زیرمنحنی بین میانگین و $z=+1$ قرار دارد؛ به این معنی که ۳۴/۱۳ درصد موارد یا سطح زیر منحنی بین میانگین و یک انحراف استاندارد بالاتر از میانگین قرار دارد. به همین ترتیب ۳۴/۱۳ درصد موارد یا سطح زیر منحنی بین میانگین و $z=-1$ قرار دارد؛ چون منحنی طبیعی متقارن است. بنابراین ۶۸/۲۶ درصد از سطح زیر منحنی (۶۸ ≃ ۶۸/۲۶ =۳۴/۱۳+۳۴/۱۳) بین $z=-1$ و $z=+1$ قرار دارد. به عبارت دیگر $\frac{۲}{۳}$ از سطح زیر منحنی بین ۱+ و ۱- انحراف استاندارد از میانگین واقع شده است.

به همین ترتیب مساحت بین میانگین و ۲ انحراف استاندارد پایین‌تر از آن ($z=-2$) ۴۷/۷۲ درصد (۴۷/۷۲=۱۳/۵۹+۳۴/۱۳) است.

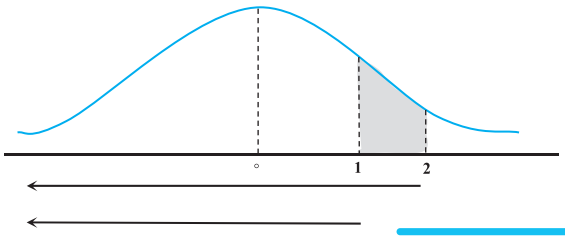
مساحت بین ۲- و ۲+ انحراف استاندارد در منحنی طبیعی ۹۵/۴۴ (۹۵ ≃ ۹۵/۴۴ =۴۷/۷۲+۴۷/۷۲) است. به این معنی که هر طرف میانگین مساوی ۴۹/۸۴ درصد (۵۰ ≃ ۴۹/۸۴ =۲/۱۴+۱۳/۵۹+۳۴/۱۳) است. تنها ۰/۱۴ درصد از سطح زیر منحنی بالاتر از $z=+3$ و پایین‌تر از $z=-3$ است.

توجه: درصدهای مطرح شده در سطح زیر منحنی بالا باید به خاطر سپرده شوند.

مثال ۲۷: در یک منحنی توزیع نرمال، فاصله بین ۱+ تا ۲+ انحراف معیار، چقدر از سطح زیرمنحنی را اشغال می‌کند؟ (علوم تربیتی (۱) ـ سراسری ۹۴)

۱) ۰/۹۵۴۴ ۲) ۰/۴۷۷۲ ۳) ۰/۳۴۱۳ ۴) ۰/۱۳۵۹

پاسخ: گزینه «۴» همان‌طور که می‌دانید برای مساحت مورد نظر:



می‌توانیم مساحت کمتر از ۲ را از مساحت کمتر از ۱ کم کنیم.

$$\begin{matrix} P(z<2)=0/9772 \\ P(z<1)=0/8413 \end{matrix} \Rightarrow P(z<2)-P(z<1)=0/9772-0/8413=0/1359$$

مثال ۲۸: در یک توزیع طبیعی به طور تقریبی چند درصد از سطح زیر منحنی بین میانگین و ۲ انحراف معیار بالای میانگین قرار می‌گیرد؟

(روانشناسی تربیتی و برنامه‌ریزی درسی ـ دکتری ۹۱)

۱) ۱۳/۵۹ ۲) ۳۴/۱۳ ۳) ۶۸/۲۶ ۴) ۴۷/۷۲

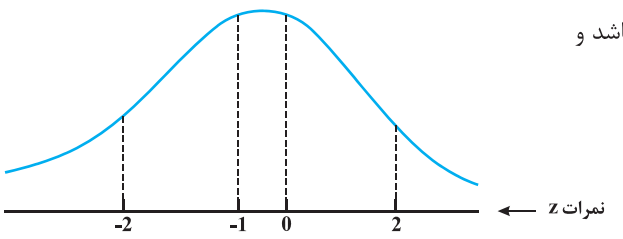
پاسخ: گزینه «۴» با توجه به سطح زیرمنحنی، مساحت بین میانگین $(z=0)$ و ۲ انحراف معیار بالای آن $(z=2)$ برابر با ۴۷/۷۲ درصد است:

$$۳۴/۱۴+۱۳/۵۹=۴۷/۷۲$$

مثال ۲۹: کدام‌یک از نمرات z برای نمره‌ای که صرفاً کمی کوچک‌تر از میانگین است، معرّف می‌باشد؟ (سراسری ۹۶)

۱) ۲- ۲) ۰ ۳) ۲ ۴) ۰/۱-

پاسخ: گزینه «۴» میانگین $\bar{Z}=0$ می‌باشد. کمی کوچک‌تر از صفر باید منفی باشد و کمی کوچک‌تر بین دو عدد ۰/۱- و ۲- عدد ۰/۱- است. به شکل Z توجه کنید:



جدول منحنی طبیعی استاندارد

همیشه میانگین و انحراف استاندارد توزیع‌های نمره‌های استاندارد (نمره‌های z) صفر و یک نیستند؛ بنابراین باید از جدول منحنی طبیعی استاندارد (پیوست ۱)، سطح زیر منحنی را بین میانگین و هر نمره‌ی z ، پیدا کرد.

درسنامه (۵): توزیع‌های احتمال (probability distribution)

در این قسمت به توصیف ماهیت، ویژگی‌ها و فایده‌ی توزیع‌های احتمال پرداخته می‌شود.
مطابق آنچه تا به حال بیان شد متوجه شدیم که ارزش متغیر تصادفی براساس نتایج آزمایش تعیین می‌شود. به عنوان مثال برنده یا بازنده شدن در یک مسابقه‌ی ورزشی به حوادثی بستگی دارد که در هر مسابقه اتفاق می‌افتد.
توزیع احتمال متغیر تصادفی x، توزیعی است که هر یک از ارزش‌های ممکن این متغیر را تعیین می‌کند. اگر $p(x)$ احتمال رخداد متغیر تصادفی x باشد در این صورت $p(x)=1$ است، در واقع مجموع تمام مواردی که پیشامد یا ارزش x اتفاق می‌افتد. به عنوان مثال، می‌دانیم که مجموع اعداد روی دو تاس یکی از اعداد ۲ ، ۳ ، ۴...، ۱۲ خواهد بود.
احتمال اینکه این مجموع ۲ باشد چقدر است؟ این مجموع (۲) وقتی رخ می‌دهد که عدد روی هر دو تاس فقط یک باشد. احتمال رخداد چنین حالتی $\frac{۱}{۳۶}$ است. حال احتمال عدد ۳ چقدر است؟

برای اینکه مجموع اعداد روی ۲ تاس مساوی ۳ شود اعداد روی تاس‌ها باید (۱ و۲) و یا (۲ و ۱) باشد و مجموع احتمال هر دو حالت $\frac{۲}{۳۶}$ خواهد بود. احتمال اینکه این مجموع ۴ باشد چقدر است؟

مجموع ۴ در سه حالت امکان‌پذیر است: (۱ و۳/ ۲ و۲/ ۳ و۱) احتمال وقوع هر حالت هم $\frac{۱}{۳۶}$، در نتیجه احتمال اینکه مجموع اعداد روی دو تاس ۴ باشد $\frac{۳}{۳۶}$ یا $\frac{۱}{۱۲}$ است.

S یک فضای نمونه و X متغیر تصادفی است که از S بر روی یک برد تعریف می‌شود.

$$X: S \xrightarrow{\text{دامنه}} R$$

به عنوان مثال دامنه در پرتاب یک سکه سالم به صورت مقابل است:

$$S=\{HH, HT, TH, TT\}$$

اگر متغیر X تعداد شیرها باشد آنگاه برابر است با $\{۰,۱,۲\}$ یعنی برد. جدول توزیع احتمال متغیر تصادفی X به صورت زیر است:

x	۰	۱	۲
$P(x)$	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۲}{۴}$	$\frac{۱}{۴}$

اگر برد متغیرتصادفی X شامل تعداد محدود یا نامحدود شمارش‌پذیر از نقاط باشد. آنگاه متغیر تصادفی را گسسته گوییم و اگر برد متغیر تصادفی X، شامل تعداد نامحدود از نقاط (یک فاصله بردی محور X) باشد آنگاه متغیر تصادفی X یک متغیر تصادفی پیوسته نامیده می‌شود.
به جای آنکه احتمال‌های وابسته به مقدارهای یک متغیر تصادفی را در یک جدول نشان دهیم، بهتر است آنها را به وسیله فرمولی نشان دهیم. یعنی احتمال‌ها را به وسیله تابعی که مقدار آن $f(x)$ به ازای هر X در برد متغیر تصادفی برابر احتمال اینکه $P(X=x)$ باشد نشان می‌دهیم. اگر X متغیر تصادفی گسسته باشد به $f(x)$ می‌گوییم **تابع احتمال** یا **توزیع احتمال**. اگر X متغیر تصادفی پیوسته باشد به $f(x)$ می‌گوییم **تابع چگالی احتمال**.

ویژگی‌های تابع توزیع

فرض کنید $F(x)$ تابع توزیع متغیر تصادفی دلخواه (گسسته یا پیوسته) X باشد. ویژگی‌های زیر را برای $F(x)$ می‌توان بیان کرد:

الف) $-\infty < x < \infty \ , \ ۰ \le F(x) \le ۱$

ب) $F(x)$ یک تابع غیرنزولی است یعنی $x_۱ < x_۲ \Rightarrow F(x_۱) \le F(x_۲)$

ج) $F(-\infty)=۰ \ , \ F(\infty)=۱$

د) برای هر عدد حقیقی $x=a$ ، تابع $F(x)$ لااقل از راست پیوسته است یعنی: $F(a^+)=F(a)$

درسنامه (۷) : انواع توابع توزیع گسسته

توزیع برنولی

جیمز برنولی(Bernouli) ریاضی‌دان سوئیسی است که نخستین کارهای او توزیع دوجمله‌ای بود. آزمایش برنولی یک آزمایش تصادفی است که فضای نمونه‌ی آن تنها از دو پیشامد شکست و پیروزی تشکیل شده باشد. به عنوان مثال شیر و خط، آزمایش‌های طبی که نتیجه مثبت یا منفی دارند و پرسش‌هایی که پاسخ آنها بله یا نه می‌باشند همگی از نوع آزمایش‌های برنولی هستند. به طور کلی هریک از آزمایش‌های برنولی در شرایط زیر رخ می‌دهند:

۱ـ نتیجه هر آزمایش به یکی از دو صورت موفقیت یا شکست خواهد بود (دو پیامد ناسازگار).

۲ـ احتمال موفقیت یک آزمایش با آزمایش دیگر یکسان است.

$$f_X(x)=p^x(1-p)^{1-x} \qquad x=0,1$$

فرمول توزیع برنولی

۳ـ نتایج آزمایش‌ها مستقل از یکدیگرند یعنی، نتیجه‌ی یک آزمایش در آزمایش دیگر اثر ندارد.

به عنوان مثال تاسی که یک‌بار ریخته می‌شود چنانچه به صورت ۴ ، ۵ و یا ۶ بنشیند فرد برنده می‌شود و اگر ۱، ۲، ۳ بیاید بازنده. این مورد جزء آزمایش‌های برنولی است. چون دارای سه شرط مطرح شده در بالا است:

۱ـ شرط اول برقرار است؛ چون نتیجه‌ی آزمایش دو حالت بُرد (موفقیت) یا باخت (شکست) است.

۲ـ شرط دوم نیز رعایت شده؛ چون احتمال بردن (موفقیت) در تمام آزمایش‌ها یکسان است ($\frac{1}{2}$ برای هریک از حالت‌ها).

۳ـ شرط سوم نیز برقرار است؛ زیرا شانس برنده شدن در هر بار، مستقل از نتایج آزمایش‌های دیگر است.

اغلب از متغیر و توزیع برنولی در علوم پزشکی استفاده می‌کنند تا وضعیت سالم یا ناسالم بودن فرد را نشان دهند.

میانگین (امید ریاضی)، واریانس و انحراف استاندارد توزیع برنولی

توزیع دوجمله‌ای، آزمایشی است که چندبار تکرار می‌شود ولی برنولی آزمایشی است که فقط یک‌بار تکرار می‌شود $(n=1)$. بنابراین چنانچه در فرمول‌های میانگین، واریانس و انحراف استاندارد به جای n عدد ۱ بگذاریم، به محاسبه‌ی میانگین (امید ریاضی)، واریانس و انحراف معیار برنولی می‌رسیم:

$$E(x)=p \quad , \quad \sigma^2=pq \quad , \quad \sigma(x)=\sqrt{pq}$$

$$E(x)=p \quad , \quad \sigma^2=p(1-p) \quad , \quad \sigma(x)=\sqrt{p(1-p)}$$

مثال۲۱: **یافته‌های یک تحقیق در خصوص تعداد قبول‌شدگان ۵ بار انجام یک آزمون که هر بار برای ۲۰ نفر انجام می‌پذیرفت. عبارت است از: ۴،۶،۳،۹،۸ برآورد متوسط تعداد قبول‌شدگان در جامعه‌ی آماری موردنظر کدام است؟** (دکتری ۹۳)

۱) ۶ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۲۵

پاسخ: گزینه«۳»

$$\hat{\mu}=\frac{\frac{3}{20}+\frac{4}{20}+\frac{6}{20}+\frac{9}{20}+\frac{8}{20}}{5}=\frac{\frac{30}{20}}{5}=\frac{30}{100}=0/3$$

توزیع دوجمله‌ای (binomial distribution)

توزیع دوجمله‌ای یکی از مهم‌ترین توزیع‌های متغیر تصادفی گسسته است که توزیع آن در آمار کاربردی به عنوان یکی از متداول‌ترین توزیع‌های آماری به شمار می‌آید. توزیع دوجمله‌ای از فرایندی معروف به **آزمایش برنولی** استخراج می‌شود که به افتخار وی به این نام خوانده شده است.

تعریف توزیع دو جمله‌ای: چنانچه یک آزمایش برنولی را n بار مستقلاً انجام دهیم؛ به عنوان مثال یک سکه را n بار مستقلاً بیاندازیم و متغیر تصادفی x تعداد پیروزی‌ها (مثلاً تعداد شیرها) باشد، می‌گوییم x دارای توزیع دوجمله‌ای است. به عبارت دیگر **احتمال r پیشامد مساعد در n آزمایش** را توزیع دو جمله‌ای می‌نامند. در یک مجموعه، شامل n پیشامد تصادفی و ناسازگار (مانند پرتاب سکه) یک پیشامد مساعد (favorable event) مثل A (مانند آمدن یک خط) و یک یا چند پیشامد مکمل A (یعنی A^c) را در نظر بگیرید. احتمال پیشامد A را با p و احتمال پیشامد A^c را با $q=1-p$ نشان‌می‌دهند. احتمال کلی آنکه پیشامد A در n آزمایش r بار رخ دهد (به بیان دیگر احتمال آنکه در n آزمایش دقیقاً r موفقیت حاصل شود) از قاعده‌ی کلی ریاضی به دست می‌آید. فرمول دوجمله‌ای عبارت است از:

$$C_n^r p^r q^{n-r}=\frac{n!}{r!(n-r)!}p^r q^{n-r}=\binom{n}{r}p^r q^{n-r}$$

احتمال وقوع یکی از حالت‌های ترکیب پیشامدهای A و A^c در n آزمایش $=\binom{n}{r}p^r q^{n-r}$; $rC_n^r=$ ترکیب n عنصر r به

مثال ۲۲: **احتمال اینکه فردی در یک آزمون قبول شود ۰/۴ است. ۱۰ نفر در این آزمون شرکت کرده‌اند. احتمال اینکه هیچ‌کدام از این افراد قبول نشوند، کدام است؟** (دکتری ۹۳)

۱) $\frac{۴}{۱۰}\times\frac{۶}{۱۰}$ ۲) $۱۰^{۰/۴}$ ۳) $(۰/۶)^{۱۰}$ ۴) $(۰/۴)^{۱۰}$

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» با کمی دقت متوجه می‌شویم که با یک توزیع دو جمله‌ای روبه‌رو هستیم:

$$n=۱۰ \text{ و } p=۰/۴ \Rightarrow p(X=x)=\binom{n}{r}p^r q^{n-r} \quad r=۰,۱,۲,...,n \quad , \quad p(x=۰)=\binom{۱۰}{۰}.\left(\frac{۴}{۱۰}\right)^{۰}\left(\frac{۶}{۱۰}\right)^{۱۰}=(۰/۶)^{۱۰}$$

مثال ۲۳: **در آزمونی شامل ۶ سؤال از نوع صحیح ـ غلط احتمال آنکه فردی حداکثر به یک سؤال پاسخ غلط بدهد کدام است؟** (روانشناسی ـ آزاد ۹۰)

۱) $\frac{۶}{۳۲}$ ۲) $\frac{۵}{۳۲}$ ۳) $\frac{۷}{۶۴}$ ۴) $\frac{۱۰}{۶۴}$

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» طبق فرمول دوجمله‌ای:

$$p=\frac{۱}{۲} \quad q=۱-p=۱-\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۲} \quad , \quad n=۶ \quad , \quad r=۱$$

$$C_n^r p^r q^{n-r}=\frac{n!}{r!(n-r)!}p^r q^{n-r} \rightarrow C_۶^۱(\frac{۱}{۲})^۱(\frac{۱}{۲})^{۶-۱}=\frac{۶!}{۱!\ ۵!}\times(\frac{۱}{۲})^۱(\frac{۱}{۲})^۵=\frac{۶\times۵\times۴\times۳\times۲\times۱}{۱\times۵\times۴\times۳\times۲\times۱}\times\frac{۱}{۶۴}=۶\times\frac{۱}{۶۴}=\frac{۶}{۶۴}$$

$$p=\frac{۱}{۲} \quad q=۱-p=۱-\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۲} \quad , \quad n=۶ \quad , \quad r=۰$$

$$C_n^r p^r q^{n-r}=\frac{n!}{r!(n-r)!}p^r q^{n-r} \rightarrow C_۶^۰(\frac{۱}{۲})^۰(\frac{۱}{۲})^{۶-۰}=\frac{۶!}{۰!\ ۶!}\times(\frac{۱}{۲})^۰(\frac{۱}{۲})^۶=۱\times\frac{۱}{۶۴}=\frac{۱}{۶۴}$$

توجه کنید که حداکثر یک سؤال غلط یعنی هیچ سؤال غلط یا یک سؤال غلط:

$$\frac{۱}{۶۴}+\frac{۶}{۶۴}=\frac{۷}{۶۴}$$

مثال ۲۴: **چنانچه فردی به پنج سؤال چهارگزینه‌ای به صورت تصادفی پاسخ دهد، چقدر احتمال دارد که حداقل نمره‌ای برابر با ۳ کسب کند؟** (روانشناسی، علوم تربیتی و مشاوره ـ سراسری ۱۴۰۰)

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۳۵ ۳) ۰/۴۰ ۴) ۰/۱

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» طبق داده‌های صورت سؤال، چون فرد به ۵ سؤال پاسخ داده و سؤالات چهارگزینه‌ای هستند؛ بنابراین داریم:

$$n=۵ \ , \ p=\frac{۱}{۴} \ , \ q=۱-p=۱-\frac{۱}{۴}=\frac{۳}{۴}$$

طبق فرمول توزیع دوجمله‌ای $p(x)=\binom{n}{x}p^x q^{n-x}$ باید احتمال کسب حداقل نمره‌ای برابر با ۳ محاسبه شود. یعنی احتمال نمره $(x=۳)$۳ + احتمال نمره $(x=۴)$۴ + احتمال نمره $(x=۵)$۵، $p(x=۳)+p(x=۴)+p(x=۵)$ است. بنابراین:

$$p(x)=\binom{n}{x}p^x q^{n-x}, p=\frac{۱}{۴}, q=\frac{۳}{۴}, n=۵ \begin{cases} x=۳, \binom{۵}{۳}(\frac{۱}{۴})^۳(\frac{۳}{۴})^۲=\frac{۹۰}{۱۰۲۴} \\ x=۴, \binom{۵}{۴}(\frac{۱}{۴})^۴(\frac{۳}{۴})^۱=\frac{۱۵}{۱۰۲۴} \\ x=۵, \binom{۵}{۵}(\frac{۱}{۴})^۵(\frac{۳}{۴})^۰=\frac{۱}{۱۰۲۴} \end{cases}$$

$$\Rightarrow p(x=۳)+p(x=۴)+p(x=۵)=\frac{۹۰}{۱۰۲۴}+\frac{۱۵}{۱۰۲۴}+\frac{۱}{۱۰۲۴}=۰/۱$$

میانگین (امید ریاضی)، واریانس و انحراف استاندارد توزیع دوجمله‌ای

امید ریاضی همان میانگین وزنی می‌باشد زمانی که وزن‌ها به جای فراوانی احتمالات باشند:

$$E(x)=\sum_{i=۱}^{m}x_i p(x_i)$$

فرض بر این است که متغیر تصادفی x می‌تواند m ارزش مختلف ممکن یعنی $x_۱,x_۲,...,x_m$ داشته باشد و احتمال آنها مساوی $p(x_i)$ است.

توزیع دوجمله‌ای نوعی توزیع فراوانی متقارن و یک الگوی ریاضی است. بنابراین پارامترهای مربوط به آن یعنی، میانگین (μ)، واریانس (σ^2) و انحراف معیار (σ) آن را می‌توان محاسبه کرد. **میانگین توزیع دوجمله‌ای** عبارت است از ضرب تعداد آزمایش‌ها (n) در احتمال موفقیت (p) هریک از پرتاب‌ها:

$$\mu = np \quad , \quad E(x) = np$$

واریانس توزیع دوجمله‌ای عبارت است از تعداد آزمایش‌ها (n) ضرب در احتمال موفقیت (p) در احتمال شکست (q):

$$\sigma^2 = npq \quad , \quad \sigma^2 = np(1-p)$$

انحراف استاندارد (معیار) توزیع دوجمله‌ای نیز عبارت است از جذر واریانس:

$$\sigma(x) = \sqrt{npq} \quad , \quad \sigma(x) = \sqrt{np(1-p)}$$

مثال ۲۵: میانگین توزیع دوجمله‌ای $(p+q)^{10}$ برابر $M = 3$ است. انحراف معیار برابر کدام مقدار است؟ (روانشناسی ـ دکتری ۹۵)

۱) ۳/۷ ۲) ۷/۳ ۳) ۲/۱ ۴) ۱/۴۵

پاسخ: گزینه «۴» میانگین توزیع دوجمله‌ای $M = 3$ و $n = 10$ می‌باشد. با توجه به این‌که میانگین دوجمله‌ای $np = 3$ است، بنابراین: $10p = 3$، پس $p = \frac{3}{10} = 0/3$، $q = 1 - 0/3 = 0/7$. اکنون انحراف معیار $\sigma = \sqrt{npq} = \sqrt{10 \times \frac{3}{10} \times \frac{7}{10}}$ می‌باشد. $\sigma = \sqrt{\not{10} \times \frac{3}{\not{10}} \times \frac{7}{10}} = \sqrt{2/1} = 1/45$

مثال ۲۶: جدول زیر مفروض است. مقدار a چه باشد تا مقدار امید ریاضی توزیع فوق ۴ شود؟ (دکتری ۹۳)

x	۰	۱	a	۵	۴
P(X = x)	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	b	۰/۳

۱) ۳ ۲) ۶
۳) ۱۰ ۴) ۱۹

پاسخ: گزینه«۴» ابتدا توجه کنید که $b = 0/35$ است، چراکه جمع احتمالات برابر با ۱ باشد:

$$0/2 + 0/1 + 0/05 + b + 0/3 = 1 \Rightarrow b = 0/35$$

طبق تعریف امید ریاضی داریم:

$$E(x) = 4 \Rightarrow 0 \times 0/2 + 1 \times 0/1 + a \times 0/05 + 5 \times 0/35 + 4 \times 0/3 = 4$$

$$0/1 + 0/05a + 1/75 + 1/2 = 4 \Rightarrow 0/05a = 0/95 \Rightarrow a = 19$$

مثال ۲۷: اگر در یک آزمون ۱۰۰ سؤالی از نوع صحیح و غلط همه افراد به صورت تصادفی به سؤالات پاسخ دهند، تقریباً چند درصد آنها نمره ۶۵ یا بالاتر را کسب می‌کنند؟ (علوم تربیتی ـ دکتری ۹۰)

۱) ۰/۹۹ ۲) ۰/۶۵ ۳) ۰/۳۵ ۴) ۰/۰۱

پاسخ: گزینه «۴» با یک توزیع دو جمله‌ای روبه‌رو هستیم که باید به کمک توزیع نرمال آن را تقریب بزنیم:

$$p(X \geq 65) \xrightarrow{\text{استاندارد می‌کنیم}} p\left(\frac{X-\mu}{\sigma} \geq \frac{65 - 100 \times \frac{1}{2}}{\sqrt{100 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}}}\right) = p(Z \geq \frac{50}{5}) = p(Z \geq 10) \simeq 0/01$$

در جدول Z احتمالات بیشتر از ۴ بسیار کوچک هستند.

مثال ۲۸: توزیع نمرات متغیر x نرمال با میانگین ۲۴۰ و انحراف استاندارد ۳۵ است. در صورتی‌که یک نمونه تصادفی ۱۰۰ نفری از این جامعه انتخاب شود، احتمال آنکه $\bar{x}$ نمونه بزرگ‌تر مساوی ۲۳۳ باشد را حساب کنید. (دکتری ۹۴)

۱) ۰/۱۶ ۲) ۰/۹۸ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۶۸

پاسخ: گزینه «۲» احتمال خواسته‌شده عبارت است از: $P(\bar{x} > 233)$

این عبارت را استاندارد می‌کنیم:

$$P(\bar{x} > 233) = P\left(\frac{\bar{X} - 3}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} > \frac{233 - 240}{\frac{35}{\sqrt{100}}}\right) = P(Z > -2) = 1 - P(Z < -2) = 1 - 0/0228 = 0/9772 \simeq 0/98$$

توجه: جدول نرمال استاندارد در انتهای سؤالات کنکور داده شده بود.

مثال ۲۹: در تقریب نرمال از توزیع دوجمله‌ای اگر $n = 36$ و $p = q$ باشد، انحراف استاندارد کدام است؟ (روان‌شناسی ـ دکتری ۹۹)

۱) ۳ ۲) ۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» انحراف استاندارد توزیع دوجمله‌ای عبارت است از: $\sigma = \sqrt{npq}$. مقادیر داده‌شده را در فرمول قرار می‌دهیم:

$$n = ۳۶ \qquad p = q \xrightarrow{q=۱-p} p = ۱-p \to ۲p = ۱ \to p = \frac{۱}{۲}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} \xrightarrow{p=q} \sigma = \sqrt{np^۲} \xrightarrow[p=\frac{۱}{۲}]{n=۳۶} \sigma = \sqrt{۳۶ \times (\frac{۱}{۲})^۲} \to \sigma = ۶ \times \frac{۱}{۲} = ۳$$

مثال ۳۰: متغیر تصادفی x دارای توزیع دوجمله‌ای است که $P(X=k)\binom{۲۰}{k}(۰/۳۰)^k(۰/۷)^{۲۰-k}$ میانگین X کدام است؟

(روان‌شناسی ـ دکتری ۱۴۰۰)

۱) ۰/۵ ۲) ۶ ۳) ۱۴ ۴) ۰/۲۱

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» طبق فرمول توزیع دوجمله‌ای و طبق داده‌های صورت سؤال داریم:

$$\binom{۲۰}{k}(۰/۳۰)^k(۰/۷)^{۲۰-x}$$
$$\binom{n}{x}p^x(۱-p)^{n-x}$$
$$\Rightarrow n = ۲۰ \ , \ (۱-p) = ۰/۷ \ , \ p = ۰/۳$$

داده‌های به دست آمده را در فرمول میانگین توزیع (np) قرار می‌دهیم:

$$np = ۰/۳ \times ۲۰ = ۶$$

مثال ۳۱: اگر $\sigma_X^۲ = ۲$، $\mu_X = ۳$ و $r_{XY} = ۰/۵$ باشد، ارزش مورد استقلال مجذور مقادیر متغیر $E(X^۲))X$ در جامعه برابر چند است؟

(روانشناسی، علوم تربیتی و مشاوره ـ سراسری ۱۴۰۰)

۱) ۳ ۲) ۷ ۳) ۱۱ ۴) ۱۸

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» طبق فرمول واریانس براساس امید ریاضی داریم:

$$V(x) = E(x - E(x))^۲ \Rightarrow V(x) = E(x^۲) - (E(x))^۲ \Rightarrow ۲ = E(x^۲) - (۳)^۲ \Rightarrow E(x^۲) = ۱۱$$

توزیع پوآسون: یک توزیع گسسته که با توزیع دوجمله‌ای ارتباط نزدیک دارد، توزیع پوآسون نام دارد. برای نشان دادن این ارتباط فرض کنید توزیع دوجمله‌ای را که در آن p (یعنی شانس پیروزی در یک آزمایش برنولی) به n (یعنی تعداد آزمایش‌های برنولی مستقل) بستگی دارد. حال چنانچه n بزرگ و p کوچک باشد به قسمی که $\lambda = np$ دارای اندازه‌ی متوسطی باشد $(۱ < np < ۱۰)$ در این صورت مقدار تقریبی احتمال را از فرمول پوآسون به دست می‌آورند. لازم به ذکر است که فرمول پوآسون تقریبی است از دو جمله‌ای خیام و نیوتن، بدین معنی که اگر در توزیع دوجمله‌ای برای یک مقدار m مقدار n به بی نهایت و p به صفر نزدیک شود، به نحوی که $\lambda = np$ همیشه ثابت بماند، فرمول دوجمله‌ای $C_n^r p^r q^{n-r}$ به توزیع پوآسون نزدیک می‌شود. فرمول تقریبی پوآسون عبارت است از:

$$p_n(x) = \frac{e^{-\lambda} \times \lambda^x}{x!}$$

$x = ۰,۱,۲,...$ پایه‌ی لگاریتم طبیعی $e = ۲/۷۱۸$ میانگین جامعه $\lambda = np$

نکته ۸: توزیع پوآسون دارای میانگین λ و واریانس λ است.

مثال ۳۲: احتمال اینکه در یک آزمون یک شخص غیبت کند ۰/۰۰۰۲ است. در این آزمون $۱۰^۴$ نفر شرکت کرده‌اند. احتمال اینکه دقیقاً ۵ نفر غیبت نمایند، چقدر است؟ $e = ۲/۷۱۸۲۸۱$

(دکتری ۹۳)

۱) $e^{-۲}$ ۲) $۱-e^{-۲}$ ۳) $\frac{۹}{۱۵}e^{-۲}$ ۴) $\frac{۴}{۱۵}e^{-۲}$

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» باز هم با یک توزیع دوجمله‌ای روبه‌رو هستیم ولی در این‌جا $n = ۱۰^۴$ بسیار بزرگ و $p = ۰/۰۰۰۲$ بسیار کوچک است، لذا آن را با توزیع پوآسون تقریب می‌زنیم:

$$\begin{cases} p(X=x) = \frac{e^{-\lambda}.\lambda^x}{x!} \Rightarrow p(X=۵) = \frac{e^{-۲} \times ۲^۵}{۵!} = \frac{۳۲}{۱۲۰}e^{-۲} = \frac{۴}{۱۵}e^{-۲} \\ \lambda = ۱۰^۴ \times \frac{۲}{۱۰۰۰۰} = ۱۰۰۰۰ \times \frac{۲}{۱۰۰۰۰} = ۲ \end{cases}$$

مثال ۳۳: میانگین و واریانس کدام‌یک از توابع احتمالی زیر برابر است؟

(سنجش ـ دکتری ۹۰)

۱) نرمال ۲) دوجمله‌ای ۳) پوآسون ۴) یکنواخت پیوسته

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» میانگین و واریانس تابع احتمالی پوآسون با هم برابر است.

مثال ۲۵: پژوهشگری قصد دارد براساس ماتریس همبستگی بین نمره‌های دروس دوره کارشناسی علوم تربیتی، توانایی‌های زیربنایی که لازمه موفقیت در این رشته است را استخراج کند، از کدام تحلیل آماری می‌تواند استفاده کند؟ (روانشناسی ـ دکتری ۹۵)

۱) رگرسیون ۲) خوشه‌ای ۳) تمییز ۴) مؤلفه‌های اصلی

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal component Analysis) یک تبدیل در فضای برداری است که توسط کارل پیرسون در سال ۱۹۰۱ ارائه شد. این تکنیک به کمک تجزیه مقدارهای ویژه ماتریس- واریانس- کوواریانس (همبستگی) به کاهش ابعاد متغیرها می‌پردازد و متغیرهایی که بیشترین اثر را در واریانس دارند، مشخص می‌کند. گزینه (۳) رگرسیون: زمانی که تمرکز ما بر روی ارتباط بین متغیرهای وابسته و یک یا چند متغیر مستقل باشد، تحلیل رگرسیونی استفاده می‌شود. گزینه (۲) تحلیل خوشه‌ای (Cluster analysis): تکنیک و الگوریتمی است که برای گروه‌بندی موارد مشابه به کار برده می‌شود. در یک خوشه، افراد دارای بیشترین میزان ارتباط با یکدیگر و کمترین میزان ارتباط با اعضای دیگر کلاسترها می‌باشند.

مثال ۲۶: در کدام‌یک از روش‌های استخراج، در تحلیل عامل اکتشافی بر روی قطر اصلی ماتریس از برآوردهای اشتراک استفاده می‌شود؟

(روانشناسی ـ دکتری ۹۵)

۱) عامل‌یابی محور اصلی ۲) عامل‌یابی بیشینه درست‌نمایی ۳) عامل‌یابی آلفا ۴) مؤلفه‌های اصلی

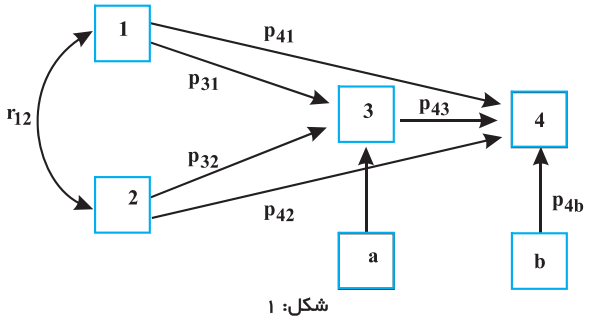
☑ **پاسخ:** گزینه «۱» در تحلیل عامل اکتشافی در روی قطر اصلی ماتریس، از همبستگی برآوردهای مشترکی که عامل‌یابی محور اصلی نام دارد، استفاده می‌شوند.

تحلیل مسیر (Path analysis)

تحلیل مسیر روشی است برای مطالعه تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهایی که علت گرفته شده‌اند، در متغیرهایی که معلول فرض شده‌اند. از تحلیل مسیر برای کشف علت‌ها استفاده نمی‌شود، بلکه این روش در مورد مدل‌هایی به کار می‌رود که بر مبنای دانش و ملاحظات نظری تدوین شده باشند. منظور از این روش ترکیب اطلاعات کمّی مأخوذ از ضریب‌های همبستگی با اطلاعات کیفی موجود درباره روابط علّی به صورتی است که یک تفسیر کمّی حاصل شود. در مواردی که روابط علّی نامطمئن‌اند، از این روش می‌توان برای کشف پیامدهای فرضیه‌های خاصی که به آن روابط ناظرند سود جست. به عبارت دیگر، روش تحلیل مسیر برای آزمودن نظریه سودمند است نه ایجاد آن. از مزایای تحلیل مسیر در واقع یکی این است که کاربرد آن بیان روشن چارچوب نظری مورد استفاده را ایجاب می‌کند.

دیاگرام مسیر

دیاگرام مسیر (گرچه برای تحلیل عددی لازم نیست) وسیله‌ای سودمند برای به نمایش درآوردن الگوی روابط علّی در میان مجموعه‌ای از متغیرهاست. در یک مدل علّی بین متغیرهای بیرونی و متغیرهای درونی فرق قائل می‌شوند. متغیر بیرونی متغیری است که تغییرات آن ناشی از عامل‌هایی باشد که بیرون از مدل واقع‌اند. بنابراین، در جهت تبیین تغییرات متغیر بیرونی با روابط آن با متغیرهای بیرونی دیگر هیچ کوششی به عمل نمی‌آید. از طرف دیگر، متغیر درونی متغیری است که تغییرات آن با کمک متغیرهای بیرونی یا درونی دستگاه تبیین می‌شود. در شکل زیر فرق این دو نوع متغیر بیان شده است. این شکل یک مدل علّی را که شامل چهار متغیر است نشان می‌دهد. متغیرهای ۱و۲ بیرونی‌اند. همبستگی بین این دو متغیر با استفاده از یک خط منحنی نشان داده شده است. خط منحنی حاکی از این است که محقق یکی از متغیرها را علت دیگری نمی‌داند. در نتیجه رابطه بین متغیرهای بیرونی (r_{12} در مثال حاضر) تحلیل نشده باقی می‌ماند.



شکل: ۱

متغیرهای۳ و۴ درونی‌اند. مسیرها، که به صورت پیکان‌های یکطرفه مصور شده‌اند، متغیرهایی را که علت گرفته شده‌اند (متغیرهای مستقل) به متغیرهایی که معلول فرض شده‌اند (متغیرهای وابسته) وصل می‌کند. دو مسیری که متغیرهای ۱و۲ را به متغیر ۳ وصل کرده‌اند وابسته بودن متغیر ۳ را به متغیرهای ۱و۲ نشان می‌دهند.

پیش‌فرض‌های تحلیل مسیر

۱ـ روابط بین متغیرهای موجود در مدل خطی، جمع‌پذیر و علّی هستند. بنابراین روابط انحنایی و تعاملی ملحوظ نمی‌گردند.

۲ـ باقی‌مانده‌ها با هم و با متغیرهایی که قبل از آنها در مدل آمده‌اند همبسته نیستند. معنایی که از این مفروضه استنباط می‌شود این است که همه متغیرهای مربوطه در دستگاه گنجانیده شده است. متغیرهای درونی به‌صورت ترکیب‌های خطی متغیرهای بیرونی یا دیگر متغیرهای درونی دستگاه و باقی‌مانده‌ها تصور می‌شوند. متغیرهای بیرونی (معلوم) فرض می‌شوند. اگر متغیرهای بیرونی همبسته باشند همبستگی‌های آنها (معلوم) فرض شده و تحلیل نشده باقی می‌مانند.

۳ـ جریان علیت در دستگاه یک طرفه است، یعنی، علیت متقابل بین متغیرها ملحوظ نمی‌شود.

۴ـ متغیرها در مقیاس فاصله‌ای اندازه‌گیری می‌شوند.

ضریب‌های مسیر

ضریب مسیر کسری از انحراف استاندارد متغیر وابسته (یا علامت مقتضی) است که عامل معین شده مستقیماً مسئول آن است، یعنی کسری است که با تغییر عامل معین شده به نسبت داده‌های مشاهده‌ای و ثبات عوامل دیگر (از جمله باقی‌مانده‌ها...) حاصل می‌شود. به عبارت دیگر، ضریب مسیر به تأثیر مستقیم یک متغیر (که علت فرض شده) در متغیر دیگر (که معلول فرض شده) دلالت می‌کند.

برای نشان دادن ضریب مسیر از علامت P به انضمام دو اندیس استفاده می‌کنیم. که اولین اندیس نماینده معلول (متغیر وابسته) و دومین اندیس نماینده علت (متغیر مستقل) است. بدین ترتیب $P_{۳۲}$ در شکل ۱ بر تأثیر مستقیم متغیر۲ در متغیر ۳ دلالت می‌کند.

در جدول شماره ۱ انواع شاخص‌های برازندگی در تحلیل و مقادیر مجاز آنها ذکر شده است.

جدول ۱: انواع شاخص‌های برازش مدل و مقدار مجاز آن‌ها

نام شاخص	حد مجاز
مجذور کای χ^2	نباید در سطح ۰/۰۵ معنادار باشد $(p > ۰/۰۵)$
χ^2 / df	کمتر از ۳ و حتی کمتر از ۵
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد RMSEA	مقادیر بین ۰/۰۵ و ۰/۰۸:قابل قبول مقادیر بین ۰/۰۸ و ۰/۱ :متوسط مقادیر بزرگتر از ۰/۱ : ضعیف
نیکویی برازش GFI	بالاتر از ۰/۹
نیکویی برازش تعدیل یافته AGFI	بالاتر از ۰/۹
شاخص برازش تطبیقی CFI	بالاتر از ۰/۹
شاخص برازش هنجار شده NFI	بالاتر از ۰/۹
شاخص برازش هنجار شده تعدیل یافته NFI	بالاتر از ۰/۹
ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد RMSR	مقادیر نزدیک به صفر بهتر است

مثال ۲۷: بزرگ‌تر بودن کدام شاخص آماری در تحلیل مسیر، بیانگر برازش مدل است؟ (روانشناسی ـ دکتری ۹۵)

۱) χ^2 ۲) SRMR ۳) RMSEA ۴) NFI

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» یکی از شاخص‌های مهم در تحلیل مسیر که بزرگ بودن مقدار آن بیانگر آن است که مدل به‌وجود آمده، مدل مناسب و خوبی است که NFI می‌باشد. البته توجه کنید که شاخص‌های دیگری نیز در تحلیل مسیر مانند AGOFI وجود دارند که در این سؤال مطرح نشده است.

مثال ۲۸: در تحلیل مسیر اثر کل X بر Y برابر با ۰/۴ و بر M برابر با ۰/۶ است. همچنین اثر M بر Y برابر با ۰/۳ است. اثر مستقیم X بر Y کدام است؟ (روان‌شناسی ـ دکتری ۱۴۰۰)

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۲۲

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» یکی از ویژگی‌های تحلیل مسیر این است که نشان می‌دهد از میزان اثر متغیر پیش‌بین بر متغیر ملاک چه مقدار مربوط به اثر مستقیم و چه مقدار مربوط به اثر غیرمستقیم است. جمع اثر مستقیم و اثر غیرمستقیم نشان‌دهنده‌ی اثر کل است. اثر غیرمستقیم از ضرب ضرایب غیرمستقیم به دست می‌آید. در این سؤال برای محاسبه اثر غیرمستقیم ضریب مسیر X به M و ضریب مسیر M به Y را ضرب می‌کنیم و از اثر کل کم می‌کنیم تا اثر مستقیم به دست آید:

اثر غیرمستقیم = ۰/۶ × ۰/۳ = ۰/۱۸

اثر مستقیم = ۰/۴ − ۰/۱۸ = ۰/۲۲

مثال ۲۹: در کدام روش تحلیل، امکان کشف روابط علت و معلولی از ضرایب همبستگی میان متغیرها وجود دارد؟

(برنامه‌ریزی درسی، مدیریت آموزشی، روانشناسی و آموزش کودکان استثنایی و مشاوره ـ دکتری ۱۴۰۰)

۱) کوواریانس ۲) واریانس ۳) تمییز ۴) مسیر

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» تحلیل مسیر به عنوان روشی برای مطالعه تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهایی که علت گرفته شده‌اند در متغیرهایی که معلول فرض شده‌اند به کار می‌رود. باید دقت داشت که تحلیل مسیر برای کشف علت‌ها استفاده نمی‌شود بلکه منظور از این روش، ترکیب اطلاعات کمّی مأخوذ از ضریب‌های همبستگی با اطلاعات کیفی موجود درباره روابط علّی به صورتی است که یک تفسیر کمّی حاصل شود.

درسنامه (۷): تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر

طرح‌هایی که در آن‌ها یک واحد آزمایشی (آزمودنی) در معرض بیش از یک متغیر آزمایشی قرار می‌گیرد، اندازه‌گیری مکرر نامیده می‌شوند. به عبارت دیگر، در چنین طرح‌هایی، n آزمودنی در معرض k متغیر آزمایشی قرار داده می‌شود. داده‌های ناشی از اجرای این طرح از جدولی مرکب از n ردیف و k ستون حاصل می‌شود. طرح مورد بحث غالباً زمانی به‌کار می‌رود که پژوهشگر علاقه‌مند باشد تغییراتی را که با گذشت زمان در آزمودنی حاصل می‌شود، مشاهده یا اندازه‌گیری کند. در طرح‌های با اندازه‌گیری مکرر، از آزمودنی به‌عنوان عامل کنترل خود استفاده می‌شود. هدف اساسی اندازه‌گیری‌های مکرر، اعمال کنترل برای به حداقل رساندن تفاوت‌های فردی است؛ زیرا در بسیاری از پژوهش‌های آزمایشی، تفاوت بین آزمودنی‌ها، در مقایسه با تفاوت‌های ایجاد شده در اثر متغیر مستقل، بزرگ‌تر است. در نهایت بر اثر این عمل خطا کاهش پیدا می‌کند و احتمال یافتن اختلاف معنادار بین متغیرهای آزمایشی افزایش خواهد یافت. در صورتی‌که خطای ناشی از تفاوت‌های فردی حذف نشود، باید آن را از نظر آماری به‌عنوان بخشی از خطای آزمایشی در نظر گرفت؛ به این ترتیب تغییرپذیری فرد به نحو مؤثری از خطای ناشی از اجرای تحقیق جدا می‌شود. مزیت دیگر اندازه‌گیری‌های مکرر، علاوه بر افزایش دقت و کاهش خطا، این است که در طرح‌های مذکور، در مقایسه با سایر طرح ها، از آزمودنی‌های کمتری استفاده می‌شود. بنابراین، از این طرح زمانی می‌توان در شرایطی استفاده کرد که تعداد محدودی آزمودنی برای مدت طولانی وجود دارند. البته باید توجه داشت که استفاده از آزمودنی‌های متفاوت در هر یک از شرایط آزمایشی، این مزیت را دارد که برای نشان دادن تأثیر هریک از متغیرهای آزمایشی، برآورد مستقلی از کلیه شرایط مختلف آزمایشی فراهم می‌آورد. افزایش تعداد مشاهداتی که از لحاظ آماری مستقل از هم هستند، به احتمال زیاد بهترین روش افزایش دقت برآوردکننده‌هاست. در شرایطی که از هر آزمودنی برای کنترل خودش استفاده می‌شود، پژوهشگر با نمونه کوچک‌تری سروکار خواهد داشت. باید در نظر داشت که این طرح نیز خالی از اشکال نیست:

۱- نخست آنکه باید از خطاهای منظم اجتناب کرد؛ به‌طور مثال در صورت امکان لازم است شرایط آزمایشی یا اجرای متغیر مستقل برای هر یک از آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی باشد.

۲- دوم آن‌که تداخل بالقوه تأثیر متغیرهای آزمایشی باید به دقت در نظر گرفته شود؛ به این معنی که آیا اجرای متغیرهای آزمایشی C، B و A اثری متفاوت با ترتیب A، B و C خواهد داشت یا خیر.

۳- در مورد تأثیر متغیرهای آزمایشی باید اثرات ناشی از تمرین، خستگی، انتقال آموزش، موفقیت یا شکست‌های حاصل از متغیرهای قبلی را در نظر گرفت.

مثال ۳۰: تفاوت‌های فردی در کدام‌یک از طرح‌های زیر کنترل می‌شود؟ (روانشناسی (۱) ـ سراسری ۹۴)

۱) طرح اندازه‌گیری مکرر یک‌عاملی
۲) طرح دوعاملی بین گروهی
۳) طرح یک‌عاملی بین گروهی
۴) طرح‌های دوعاملی درون گروهی

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» در برخی از طرح‌های تحقیق لازم است یک یا چند آزمون به دفعات روی آزمودنی‌ها اجرا شود. به این‌گونه طرح‌ها، اندازه‌گیری‌های مکرر می‌گویند. تفاوت طرح اندازه‌های تکرار شده با طرح گروه‌های مستقل این است که در طرح اندازه‌های تکرارشده به جای انتساب آزمودنی‌ها به گروه‌های جداگانه و انجام اندازه‌گیری فقط تحت یکی از وضعیت‌ها، هر آزمودنی تحت اثر همه وضعیت‌ها قرار می‌گیرد و اندازه‌گیری می‌شود. در طرح‌های اندازه‌گیری مکرر به دلیل اینکه آزمودنی با خودش مورد مقایسه قرار می‌گیرد، تفاوت‌های فردی کنترل می‌گردد.

مثال ۳۱: راهبرد کنترل در طرح‌های آزمایشی با اندازه‌گیری مکرر برای کنترل کدام منبع تغییرات به کار برده می‌شود؟ (علوم تربیتی ـ دکتری ۹۰)

۱) تفاوت‌های فردی
۲) تغییرات بین گروه‌ها
۳) عدم یکسانی واریانس
۴) واریانس عامل مورد آزمایش

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» طرح‌های با اندازه‌گیری مکرر طرح‌هایی هستند که در آنها هر یک از آزمودنی‌ها در معرض بیش از یک متغیر مستقل قرار می‌گیرند. مورد استفاده‌ی این طرح زمانی است که پژوهشگر علاقه‌مند باشد تغییراتی را که در روند زمان در آزمودنی‌ها به وجود می‌آید، مشاهده یا اندازه‌گیری کند. هدف اساسی این طرح به حداقل رساندن خطاهای ناشی از تفاوت‌های فردی است.

مثال ۳۲: در کدام طرح خطای درون خانه‌ای وجود ندارد؟ (دکتری ۹۳)

۱) بین‌آزمودنی
۲) کوواریانس
۳) اندازه‌گیری مکرر
۴) عاملی

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» در طرح‌هایی که مشاهدات مکرر انجام می‌شود خطای درون سلولی به حداقل می‌رسد.

مثال ۳۳: ۱۰ نفر بیمار صرعی به‌صورت تصادفی در معرض سه روش مختلف درمان قرار داده شده‌اند. میزان تشنجات صرع سه‌گروه پس از درمان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. مناسب‌ترین آزمون آماری برای تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده عبارت است از: (روانشناسی بالینی وزارت بهداشت ـ دکتری ۸۳)

۱) تحلیل واریانس دو طرفه
۲) تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر
۳) تحلیل عاملی
۴) آزمون مقایسه دو میانگین مستقل

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» از روش تجزیه و تحلیل واریانس به منظور تجزیه و تحلیل متغیرهایی که دارای چند سطح یا عامل هستند، استفاده می‌شود.