

Statistical Hypotheses (H_0 and H_a) and Their Applications in Quantitative Research

 **Ahmad Hedayatpanah Shaldehi** / PhD in Mathematics, National University of Skills, Gilan — Dr. Moein Faculty, Rasht ahmad.hedayatpanah@gmail.com
Marziyeh Hedayatpanah Shaldehi / M.A. in Information Technology, Technical and Vocational University — Vali-e-Asr Technical College for Women, Tehran m.hedayatpanah.86@gmail.com
Badriyeh Hedayatpanah Shaldehi / M.A. in Qur'anic Sciences and Hadith, Deputy of Educational Affairs, Department of Education, Gilan atharhedayatpanah@gmail.com
Zeynab Karimi Takrami / PhD in Arabic Literature, Education (and Training) Administration of Gilan zeynabkarimi135813581358@gmail.com
Received: 2024/12/31 - **Accepted:** 2025/04/20

Abstract

The main objective of this paper is to explore the application of the null and alternative statistical hypotheses in quantitative research. The “null hypothesis” is widely employed in applied, especially experimental, studies in order to accept or reject a hypothesis through the use of inferential statistics by researchers in various branches of the humanities—particularly psychology, educational sciences, management, and sociology. In contrast, the “contrapositive hypothesis” (also known as *reductio ad absurdum*) is typically employed to establish geometric propositions. It is a provisional assumption from which a contradiction is deduced through logical reasoning. Such a contradiction may negate the assumption of the theorem or that of the contrapositive proof itself. Although the distinct application of these two concepts has been widely addressed in the scientific and academic domain, their interrelation has seldom been discussed. This study seeks to elucidate that connection while also identifying their points of convergence and divergence. One of the key findings indicates that in determining the outcome of the null hypothesis, the researcher encounters various types of error (namely Type I and Type II errors); hence, the term “confirmation” is used. However, in the contrapositive method—being devoid of such errors—the term “reasoning” is more appropriate. The null hypothesis is primarily used in quantitative research adopting a deductive approach within an inferential process dependent on numerical data. Although hypotheses may be defined in qualitative studies, they lack structural rigor and coherence, due to their inductive, subjectivist, and interpretive approach based on oral and narrative data presentation and analysis.

Keywords: Statistical Hypotheses, Null Hypothesis, Quantitative Research, Contrapositive, Counter-Hypothesis

فرضیه‌های آماری (HO) و (HA) و کاربرد آنها در پژوهش‌های کمی

✉ احمد هدایت‌پناه شالدهی / دکتری ریاضیات دانشگاه ملی مهارت گیلان - دانشکده دکتر معین رشت

ahmad.hedayatpanah@gmail.com

مرضیه هدایت‌پناه شالدهی / کارشناس ارشد فناوری اطلاعات دانشگاه فنی و حرفه‌ای دختران ولی عصر (عج) تهران
m.hedayatpanah.86@gmail.com

بدریه هدایت‌پناه شالدهی / کارشناس ارشد علوم قرآن وحديث حوزه معاونت پرورشی اداره کل آموزش و پرورش گیلان

atharhedayatpanah@gmail.com

zeynabkarimi135813581358@gmail.com

زینب کریمی تکریمی / دکتری ادبیات عرب آموزش و پرورش گیلان

دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۱ - پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱

چکیده

هدف اصلی این نوشتار توجه به کاربرد فرض‌های آماری صفر و خلف در پژوهش‌های کمی است. «فرض صفر» در پژوهش‌های کاربردی، به‌ویژه آزمایشی، برای تأیید یا رد یک فرضیه، با عنایت به آمار استنباطی مورد استفاده فراوان محققان رشته‌های گوناگون علوم انسانی، به‌خصوص روان‌شناسی، علوم تربیتی، مدیریت و جامعه‌شناسی قرار می‌گیرد. اما «فرض خلف» برای اثبات قضایای هندسی است که فرضی موقتی است و به باری استدلال، گزاره باطلی از آن نتیجه گرفته می‌شود. چنین گزاره‌ای ممکن است فرض قضیه یا فرض برهان خلف را نفی کند. درباره کاربرد این دو واژه، به تفکیک و فراوان در جهان علم و پژوهش بحث شده، اما درباره ارتباط این واژگان سخنی به میان نیامده است. این نوشتار به ارتباط این فرض پرداخته است. همچنین به وجوه تشابه و تمایز آنها اشاره کرده است. ازجمله نتایج به‌دست‌آمده این است که در حصول نتیجه فرض صفر، محقق با انواع خطا (خطای نوع اول و خطای نوع دوم) مواجه است. بنابراین از واژه «تأیید» استفاده می‌شود؛ ولی در فرض خلف چون فاقد خطاست، از واژه «استدلال» استفاده می‌شود. فرضیه صفر برای تحقیقات کمی با رویکرد قیاسی در فرایند یک استنتاج که به داده‌های عددی وابسته است نیز به کار می‌رود. در تحقیقات کیفی می‌توان فرضیه تعریف کرد، اما فاقد ساختار و انسجام است؛ زیرا دارای رویکرد استقرایی، ذهن‌گرا و تأویلی متکی بر تفسیر و ارائه اطلاعات داده‌های شفاهی و روایتی است.

کلیدواژه‌ها: فرضیه‌های آماری، فرضیه صفر، پژوهش کمی، فرض خلف، فرض خلاف.

مقدمه

اگر بر اساس تجربیات قبلی نسبت به مسئله‌ای مطالعه توجیهی وجود دارد یا عواملی را می‌توان پیش‌بینی کرد که قابل آزمون باشد، بر حسب نوع مطالعه، سؤال تحقیق به شکل فرضیه تنظیم می‌گردد. فرضیه حدس بخردانه رابطه یک یا چند عامل یا مسئله مورد مطالعه است که قابل آزمون آماری باشد. به عبارت دیگر، در تحقیقات کمی که محقق با نمونه‌گیری احتمالی مواجه است، برای تعمیم نتایج به فرضیه نیاز دارد. برای تأیید فرضیه‌ها بعد از استفاده از آمار استنباطی و استفاده از آزمون‌های آماری پارامتریک یا ناپارامتریک، در تأیید تعمیم‌پذیری فرضیه، به «فرض صفر» می‌رسد. فرض صفر رد یا تأیید می‌شود.

این مقاله به نقش فرض‌های آماری مانند «فرض صفر» و «فرض خلاف» در پژوهش‌های کمی (نظیر آزمایشی) و برخی تحقیقات توصیفی می‌پردازد. «فرضیه صفر» در واقع همان نقش برهان خلف در هندسه را ایفا می‌کند. با اشاره مختصر درباره منشأ فرضیه، مطالب دنبال می‌شود.

۱. فرضیه

پژوهشگر پس از انتخاب و تعیین مسئله، اقدام به بیان فرضیه پژوهشی می‌نماید (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۷). به نظر جان بست: پس از آنکه مسئله شناخته شد، ممکن است پاسخ‌ها یا راه‌حل‌های مشخصی به صورت فرضیه تنظیم شوند. این گمان‌ها یا اندیشه‌ها ممکن است به تجربیات قبلی، مشاهدات رسمی یا اطلاعات به دست آمده از دیگران مبتنی باشد. لذا «فرضیه تحقیق» یا «فرضیه علمی» عبارت است از: یک حکم یا بیان رسمی و مثبت برای پیش‌بینی نتیجه یک تحقیق منحصر به فرد یا توضیح آزمایشی رابطه بین دو یا چند متغیر. فرضیه سبب می‌شود که تحقیق روی یک هدف معین متمرکز شود و آنچه که باید مورد مشاهده قرار گیرد، مشخص گردد (بست، ۱۳۹۰، ص ۲۱-۲۲).

مثال: چه رابطه‌ای بین هوش و پیشرفت تحصیلی در دوره راهنمایی وجود دارد؟ فرضیه می‌تواند به صورت ذیل باشد: بین هوش و پیشرفت تحصیلی در دوره متوسطه اول همبستگی وجود دارد (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۷۶).

به نظر جان بست، «کبری در روش قیاسی قدیمی، به تدریج جای خود را به پیش‌فرض یا فرضیه‌هایی داد که با جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل منطقی داده‌ها، مورد آزمایش قرار می‌گرفت»، اکنون این روش قیاسی - استقرایی به عنوان نمونه‌ای از روش علمی شناخته شده است (بست، ۱۳۹۰، ص ۲۰).

به نظر مک ناب، فرضیه اصلی‌ترین بخش تمام تحقیقات و پژوهش‌های علمی است. فرضیه‌ها پاسخ‌های احتمالی به چارها و چگونگی‌ها هستند. هیچ محقق نمی‌تواند پژوهش را آغاز کند، مگر اینکه قبل از آن فرضیه‌های پژوهش را تدوین کرده باشد (مک ناب، ۱۳۹۵، ص ۱۴۲).

به نظر کرلینجر، بیان فرضیه شامل دو یا چند متغیر است که قابل اندازه‌گیری بوده و یا بالقوه قابلیت اندازه‌گیری دارند و چگونگی رابطه متغیرها را مشخص می‌کنند. فرضیه‌ها همیشه به صورت جمله‌های خبری هستند و متغیرها را به صورت کلی یا اختصاصی به متغیرهای دیگر مربوط می‌سازند (کرلینجر، ۱۳۹۸، ص ۴۴-۴۵).

فرضیه‌ها را می‌توان از نظریه‌ها استنتاج کرد یا مستقیماً از مشاهدات، از طریق شهود یا ترکیبی از این شیوه‌ها ساخت (فرانکفورد و نجمیاس، ۱۳۹۰، ص ۹۲). گاهی فرضیه به صورت جمله شرطی بیان می‌شود؛ مانند: اگر X پس Y (رایف و دیگران، ۱۳۹۱، ص ۴۰). به زبان ساده می‌توان گفت: ترکیب یک بیانیۀ فرضی بدین گونه است: «اگر چنین و چنین رخ دهد، نتیجه چنان و چنان خواهد شد» (حسن زاده، ۱۴۰۱، ص ۶۰).

مثال: «اگر کودکان فیلم‌های خشونت‌آمیز تلویزیونی را تماشا کنند در آن صورت پرخاشگری آنها افزایش می‌یابد»، ولی در علوم رفتاری به صراحت از این قالب استفاده نمی‌کنند، بلکه می‌نویسند: در فرضیه، «تماشای فیلم‌های خشونت‌آمیز تلویزیون باعث پرخاشگری کودکان می‌شود» (حسن زاده، ۱۴۰۱، ص ۶۰). به عبارت دیگر، فرضیه یک قضیه شرطی یا فرضی است که تأیید یا رد آن باید بر اساس سازگاری مفاهیم آن و به استناد مدارک تجربی گذشته آزمایش شود (دلاور، ۱۴۰۰).

«فرضیه گمانی است موقتی که درست بودن یا نبودن‌اش باید مورد آزمایش قرار گیرد» (حافظنیا، ۱۴۰۱، ص ۱۱۰).

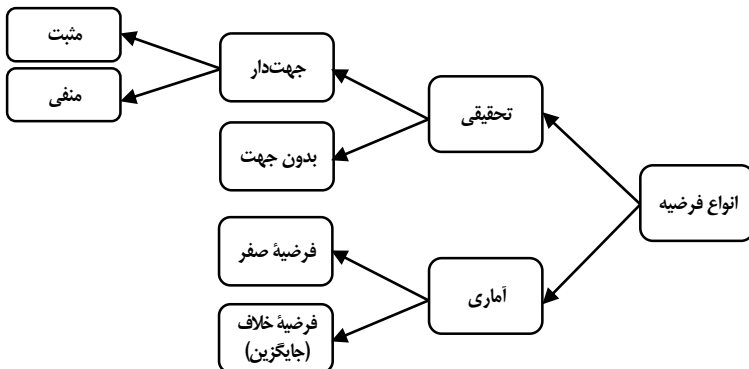
مثال:

(الف) «سیگار موجب سرطان ریه می‌شود».

(ب) پدر و مادر بلندقد بچه‌های بلندقد دارند (محمد و دیگران، ۱۳۸۲، ص ۹۹).

فرضیه در پژوهش‌هایی که هدف آن کشف روابط علت و معلولی است، ضروری است (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۷۲). باید توجه داشت که «فرضیه» با «فرض» متفاوت است: فرض (assumption) مجموعه حدس‌هایی است که پشتوانۀ نظری ندارند و پژوهشگر با آگاهی عمومی خود آنها را بیان می‌کند، درحالی که فرضیه برآمده از چارچوب نظری است که حاصل پژوهش است. همچنین فرض در «آزمون فرض» شکل آماری فرضیه است (خاکی، ۱۴۰۱، ص ۱۶۶). فرضیه‌های کمی پیش‌بینی‌هایی هستند که محقق درباره روابط مورد انتظار بین متغیرها مطرح می‌کند. این فرضیه‌ها برآورد عددی از ارزش‌های جامعه بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده از نمونه‌های آماری است (کرسول، ۱۳۹۱، ص ۱۱۷). در تحقیقات کیفی هم می‌توان از فرضیه استفاده کرد.

شکل ۱: انواع فرضیه



۱-۱. انواع فرضیه

۱-۱-۱. فرضیه تحقیقی

«فرضیه تحقیقی» بیانی است که به توصیف رابطه بین متغیرها می‌پردازد و به دو گونه «جهت‌دار» و «بدون جهت» تقسیم می‌شود (دلاور، ۱۳۹۹ الف، ص ۹۱).

الف) فرضیه تحقیقی جهت‌دار

«فرضیه جهت‌دار» فرضیه‌ای است که در آن جهت ارتباط بین متغیرها یا جهت اثر متغیر مستقل بر متغیر وابسته مشخص است (حسن‌زاده، ۱۴۰۱، ص ۶۱). فرضیه وقتی به صورت جهت‌دار بیان می‌شود که دلایل منطقی و نظری یا تجربی مبنی بر جهت‌دار بودن آن وجود داشته باشد (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۸۳). این فرضیه خود به دو نوع «جهت‌دار مثبت» و «جهت‌دار منفی» تقسیم می‌شود (فرهادی، ۱۳۸۷، ص ۶۲).

مثال ۱: افزایش آموزش مهارت‌های اجتماعی موجب افزایش اعتماد به نفس دانش‌آموزان می‌شود (اسماعیلی و بیابانگرد، ۱۳۸۸، ص ۲۲).

مثال ۲: کاهش مدت انجام تکالیف در کلاس موجب کاهش رفتار خارج از نیمکت دانش‌آموزان می‌شود (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۸۲).

ب) فرضیه تحقیقی بدون جهت

در «فرضیه بدون جهت»، جهت تأثیر یا رابطه متغیر مستقل یا متغیر وابسته معلوم نیست. به نظر کرسول (۱۳۹۱) در این نوع فرضیه نیز پیش‌بینی انجام می‌شود، اما نوع تفاوت یا رابطه به صورت دقیق (برای مثال، بالاتر، پایین‌تر، بیشتر و کمتر) مشخص نمی‌شود؛ زیرا محقق با توجه به ادبیات گذشته نمی‌داند چه چیزی را می‌توان پیش‌بینی کرد. بنابراین محقق می‌تواند بنویسد: «بین دو گروه تفاوت وجود دارد» (کرسول، ۱۳۹۱، ص ۱۲۰).

مثال: بین هوش و پیشرفت تحصیلی در دوره اول متوسطه همبستگی وجود دارد (دلاور، ۱۴۰۰).

۱-۲. فرضیه آماری

توضیح آن در ادامه مقاله خواهد آمد.

۱-۲. آزمون فرضیه

آزمون فرضیه در اوایل قرن هجدهم مطرح گردید و برای اولین بار در مقاله‌ای که جان آربوت نات در سال ۱۷۱۰ نوشت، از آن بحث شد (دلاور، ۱۳۹۹ ب، ص ۲۹۲).

مهم‌ترین ویژگی یک فرضیه خوب، آزمون‌پذیر بودن آن است؛ یعنی فرضیه را می‌توان از طریق جمع‌آوری اطلاعات و مشاهدات آزمایشی رد یا تأیید و نتیجه‌ای را از آن استخراج کرد. چنانچه فرضیه درست باشد می‌توان نتایجی بر اساس آن پیش‌بینی نمود (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۷۷).

فرضیه مهم‌ترین ابزار فکری پژوهش است. وظیفه آن نشان دادن آزمایش‌ها و مشاهدات جدید است و به همین دلیل، گاهی حتی اگر خود فرضیه درست نباشد به کشفیات جدید می‌انجامد (بوریچ، ۱۳۸۶، ص ۶۸). درواقع فرضیه باید به‌خوبی تنظیم شود تا قابل آزمون باشد. به نظر جان بست، فرضیه تحقیق پاسخی آزمایشی به یک پرسش است و یک فرضیه خوب دارای چند ویژگی اساسی است:

- (الف) فرضیه باید بخردانه یا منطقی باشد.
- (ب) با حقایق شناخته‌شده یا نظریه‌ها هماهنگ باشد.
- (ج) به گونه‌ای بیان شود که آزمون آن ممکن باشد و درستی یا نادرستی کامل آن را بتوان اثبات کرد.
- (د) با ساده‌ترین اصطلاحات ممکن بیان شود (بست، ۱۳۹۰، ص ۶۱).

مثال: دانش‌آموزانی که در دوره ابتدایی برنامه مشاوره و راهنمایی داشته‌اند از نظر بیان کلامی قوی‌تر از دانش‌آموزانی هستند که در دوره ابتدایی این برنامه برای آنها اجرا نشده است (دلاور، ۱۴۰۰).

به نظر مک ناب، فرضیه‌های تحقیق باید به‌گونه‌ای تدوین شوند که مفاهیم اصلی تشکیل‌دهنده آن، خود سؤال‌برانگیز نباشد و امکان آزمون علمی آنها وجود داشته باشد. مفاهیم ماورایی و متافیزیک هرگز نباید به‌مثابه مبنایی برای فرضیه‌های تحقیق در نظر گرفته شود؛ زیرا این‌گونه مفاهیم به لحاظ تجربی قابل آزمون نیست (مک ناب، ۱۳۹۵، ص ۱۴۴). همچنین اگر به صورت مفاهیم ارزشی باشد نمی‌توان آن را پژوهید.

مثال: جمله «اجرا کردن برنامه مشاوره و راهنمایی در مدارس ابتدایی مطلوب است». و چنانچه فرضیه کلی باشد، آزمون آن دشوار و حتی گاهی غیرممکن است. بنابراین هرچه مسئله جزئی‌تر باشد امکان آزمون آن بیشتر می‌شود؛ اما تبدیل کلی به جزئی باید تا جایی ادامه یابد که به کاهش اهمیت مسئله یا فرضیه منجر نشود (دلاور، ۱۴۰۰).

اهمیت فرضیه‌ها در پژوهش علمی، بیش از آن است که تنها آنها را بشناسیم و بدانیم چگونه ساخته شده‌اند. فرضیه‌ها رسالتی مهم و اساسی در متمایزسازی انسان از خود دارند. فرضیه‌ها ابزارهای قدرتمند برای پیشرفت دانش هستند؛ زیرا با وجود اینکه توسط انسان صورت‌بندی شده‌اند، اما می‌توانند جدای از ارزش‌ها و عقاید انسان آزمون شوند و درستی یا نادرستی آنها نشان داده شود (نیومن، ۱۳۹۹، ج ۱، ص ۳۲۰).

اگر همه اعضای جامعه مطالعه شوند انجام یک آزمون معناداری بی‌معناست (گال و دیگران، ۱۴۰۱، ج ۱، ص ۳۱۴). پژوهشگر نمونه‌گیری می‌کند تا بتواند بر مبنای نمونه درباره جامعه استنباط کند (نیومن، ۱۳۹۹، ص ۵۱۰). چگونگی انتخاب نمونه مشخص می‌کند که آیا می‌توان نتایج را به کل جامعه تعمیم داد یا نه؟ نمونه‌گیری احتمالی به حل مشکل تعمیم کمک می‌کند (رایف و دیگران، ۱۳۹۱، ص ۱۷۶). در به‌کارگیری روش‌های استنباط آماری کوشش می‌کنیم که اندازه آماره‌های محاسبه‌شده از یک نمونه را به‌کار ببریم تا استنباط‌هایی را درباره متغیر (پارامتر)های جامعه به‌دست آوریم (گال و دیگران، ۱۴۰۱، ج ۱، ص ۳۰۶). آزمون فرضیه یک فرایند استنتاجی است که هدف آن برآورد متغیر جامعه‌ای است که نمونه مورد مطالعه از آن استخراج شده است (دلاور، ۱۳۹۹، ج ۱، ص ۲۹۳).

همه استنباط‌های آماری جدید اساساً بر استنتاج مقادیر ملاک جامعه از روی داده‌هایی که از یک گروه نمونه به دست می‌آید، متمرکزند (حسن‌زاده، ۱۴۰۱، ص ۱۰۱). نگارش فرضیه نیازمند مهارت، دانش، تجربه و منابع است. از این رو منابع فرضیه عبارتند از: ۱. کشف و شهود؛ ۲. منطق و استنتاج؛ ۳. مشاهده و تجربه؛ ۴. تحقیقات پیشین؛ ۵. فرهنگ (ساروخانی، ۱۳۹۹، ج ۱، ص ۱۰۴). با عنایت به آنچه درباره دیدگاه‌های صاحب‌نظران در خصوص فرضیه گفته شد، ساروخانی در جمله‌ای کوتاه گفته که «فرضیه‌ها موتور تحقیق‌اند» (ساروخانی، ۱۳۹۹، ج ۱، ص ۱۱۶). اینک ضمن آشنایی با فرضیه، پژوهشگران با هدف کاربرد فرضیه‌های آماری صفر و جایگزین (خلاف) در پژوهش‌های کمی، در این مقاله به سؤال‌های ذیل پاسخ می‌دهند:

۳. سؤال‌ها

۱. فرضیه آماری چیست و چه کاربردی در پژوهش‌ها دارد؟
۲. فرض صفر چیست و چه کاربردی در پژوهش‌ها دارد؟
۳. فرضیه خلاف چیست و چه کاربردی در پژوهش‌ها دارد؟
۴. فرق فرضیه‌های صفر و خلاف چیست؟
۵. تشابه و تفاوت فرضیه صفر و برهان خلف در چیست؟
۶. نقش خطاهای پرکاربرد در فرضیه‌های آماری چگونه است؟

۴. یافته‌ها

۴-۱. سؤال (۱) و پاسخ آن

فرضیه آماری چیست و چه کاربردی در پژوهش‌ها دارد؟

۴-۱-۱. انواع فرضیه

به نظر کرلینجر، به‌طور کلی دانشمند دو نوع فرضیه را به کار می‌برد:
الف) فرضیه واقعی؛ ب) فرضیه آماری.

الف) فرضیه واقعی

نوع معمولی فرضیه است که در آن درباره رابطه بین دو یا چند متغیر یک حکم حدسی بیان می‌شود.
مثال: «هر اندازه پیوند گروهی بیشتر باشد نفوذ گروه روی اعضای آن بیشتر است». این یک فرضیه واقعی است. نظریه پژوهشگر به او می‌گوید: «این متغیر به آن متغیر مربوط است. بیان این رابطه یک فرضیه واقعی است.» به عبارت دقیق‌تر، فرضیه واقعی آزمون‌پذیر نیست. باید آن را به اصطلاحات عملیاتی تبدیل یا ترجمه کرد. یکی از روش‌های مفید برای آزمودن فرضیه واقعی، استفاده از فرضیه آماری است که از روابط فرضیه واقعی استنباط می‌شود.

(کرلینجر، ۱۳۹۸، ص ۳۱۸). فرضیه یا فرضیه‌های خود را هم به صورت مفهومی و هم عملیاتی و نیز به شکل فرض اثباتی و فرض صفر هر دو بیان کنید (بست، ۱۳۹۰، ص ۷۵).

ب) فرضیه آماری

فرضیه آماری جمله‌ها یا عبارت‌هایی هستند که با استفاده از نمادهای آماری و به صورت متغیر نوشته می‌شوند و نقش آنها هدایت پژوهشگر در انتخاب آزمون آماری است. فرضیه آماری به دو دسته تقسیم می‌شود: الف) فرضیه صفر؛ ب) فرضیه خلاف. به عبارت دیگر، فرضیه‌ها را می‌توان به صورت «فرضیه صفر» (Null Hypothesis) (H_0) و «فرضیه خلاف» (H_A) نشان داد (دلاور، ۱۳۹۹، الف، ص ۹۲).

۴-۲. سؤال (۲) و پاسخ آن

فرض صفر چیست و چه کار بردی در پژوهش‌ها دارد؟

قبل از پاسخ سؤال (۲) نخست به پیشینه فرضیه صفر اشاره می‌شود. «فرض صفر بیان مقداری است که به صورت پارامتر صورت‌بندی می‌شود و بنای ریاضی آن برهان خلف است» (دلاور، ۱۳۹۹، الف، ص ۹۲). فرض صفر برگرفته از فرض خلف یا همان اثبات به روش «برهان خلف» معروف در هندسه است.

«خلف» اصطلاحی در منطق است. این اصطلاح در متون منطقی و فلسفی با عناوینی چون «برهان خلف» و «قیاس خلف» به کار می‌رود. برهان یا قیاس خلف از کارآمدترین طرق استنتاجی است که بر اصل «محال بودن تناقض» مبتنی است. در این روش، مطلوب به واسطه ابطال نقیض آن اثبات می‌شود (گوهرتاج، ۱۳۹۳).

یکی از روش‌های استدلال ریاضی استفاده از برهان خلف در حل مسائل است. در این روش به جای آنکه درستی یک گزاره را به طور مستقیم ثابت کنیم، راهی غیرمستقیم انتخاب می‌نماییم و ثابت می‌کنیم با نپذیرفتن درستی گزاره حکم به نتیجه‌ای نامعقول می‌رسیم. به همین دلیل، این شیوه اثبات را «روش غیرمستقیم» نیز می‌گویند (تنجانی، ۱۳۹۹).

در همین زمینه، «افلاطون کراً اثبات گنگ بودن طول قطر مربعی به اضلاع واحد را به عنوان مثالی برای یک روش نامستقیم (برهان خلف) بنا نهاد. لذا برهان خلف توسط افلاطون ابداع شد» (گرینبرگ، ۱۳۸۹). در آثار افلاطون روش خلف نیز به کار رفته است. یکی از معانی که افلاطون برای آن واژه «دیالکتیک» را به کار برده، «خلف» است (گوهرتاج، ۱۳۹۳).

در اصطلاح منطق کلاسیک، «برهان خلف» عبارت است از: اثبات یک حکم به وسیله استخراج تناقضی از نقیض آن حکم و احکامی که قبلاً ثابت شده یا قبول شده است و این را «برهان غیرمستقیم» نیز می‌خوانند. اصطلاح «برهان خلف» به اثبات نقیض یک گزاره و احکامی که قبلاً ثابت شده است نیز اطلاق می‌شود (مصاحب، ۱۳۶۶، ص ۱۹۱).

در بسیاری از حالات از هر دو روش مستقیم و غیرمستقیم برای اثبات می‌توان استفاده کرد (ویتیس و استویل، ۱۳۷۶).

در برهان خلف، وقتی می‌خواهند یک گزاره شرطی نظیر $HC \rightarrow$ را ثابت کنند، نقیض حکم، یعنی نقیض C را درست می‌انگارند و برای اینکه فرض جدید با H اشتباه نشود، آن را «فرض برهان خلف» می‌نامند. «فرض برهان خلف» فرضی است موقتی که به یاری استدلال، گزاره باطلی را از آن نتیجه می‌گیریم (باطل بدین معنی که نافی گزاره‌ای است که درستی‌اش بر ما مسلّم است). چنین گزاره‌ای ممکن است فرض قضیه یا فرض برهان خلف ما را نفی کند و ممکن است قضیه‌ای را که قبلاً ثابت شده یا حتی بنداشتی را متفی سازد. وقتی نشان داده شده که نقیض C به گزاره باطلی منجر می‌شود، از آنجا درستی حکم C نتیجه می‌شود. این چیزی است که «حکم برهان خلف» نامیده می‌شود (گرینبرگ، ۱۳۸۹).
روش برهان خلف در اثبات اینکه گزاره یا گزاره‌نمای Q نتیجه مقدمات مفروضی است، این است که Q - (نقیض نتیجه مطلوب) را که گاه آن را «قول مدعی» می‌نامند و ما آن را «فرض خلف» می‌خوانیم، مفروض می‌گیرند و از این فرض، به یاری مقدمات مفروض و قضایایی که قبلاً ثابت یا پذیرفته شده است، استخراج می‌کنند و بدین استناد حکم به باطل بودن قول مدعی و اثبات نتیجه مطلوب می‌کنند (مصاحب، ۱۳۷۰، ص ۳۷).

«این حقیقت که یک عبارت ریاضی نمی‌تواند همزمان هم درست و هم نادرست باشد، اساس روش اثبات غیرمستقیم است» (ویتس و استویل، ۱۳۷۶، ص ۱۴). «همان‌طور که فرضیه‌ها حالت شرطی دارند، لذا همه قضایای ریاضی گزاره‌ای شرطی هستند؛ گزاره‌هایی به صورت اگر [فرض]، آنگاه [حکم]» (مصاحب، ۱۳۷۰، ص ۳۰).

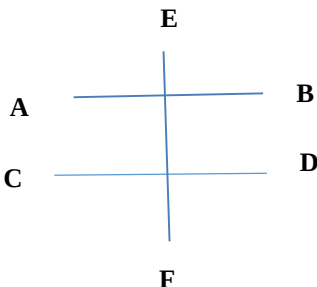
برای مثال، «زوایای مجاور به قاعده در یک مثلث متساوی الساقین قابل انطباق‌اند» را می‌توان چنین تعبیر کرد: «اگر مثلثی دو ضلع قابل انطباق داشته باشد، آنگاه زاویه‌های روبه‌روی این دو ضلع قابل انطباق‌اند» (گرینبرگ، ۱۳۸۹). در ذیل، برای مثال، اثبات قضیه‌ای به روش برهان خلف آمده است:
قضیه: دو خط عمود بر یک خط متوازی‌اند.

فرض خلف: دو خط متمایز AB و CD بر خط EF عمودند.

حکم: $AB \parallel CD$

برهان (طریقه برهان خلف): اگر دو خط AB و CD متوازی نباشند، یکدیگر را در یک نقطه که آن را P می‌نامیم، قطع می‌کنند (شکل ۱). در آن صورت لازم می‌آید که از نقطه P دو خط بر EF عمود شده باشند و این محال است. بنابراین نقطه تلاقی P وجود ندارد و بنا به تعریف، دو خط AB و CD متوازی‌اند (آذرنوش و دیگران، ۱۳۴۵) (شکل ۱).

شکل ۲: اثبات قضیه‌ای به روش برهان خلف



۱-۲-۴. دیدگاه‌ها درباره فرض صفر (HA)

پژوهشگر روش‌های آماری را با استفاده از فرضیه‌های آماری انتخاب می‌کند. فرضیه آماری یک بیان مقداری درباره ملاک‌های جامعه است. فرضیه صفر یک بیان مقداری است که به صورت متغیر بیان می‌شود و کارایی آن به برهان خلف در ریاضی شباهت دارد و مبین عدم تفاوت است و با H_0 نشان داده می‌شود. فرض صفر به صورت متغیر صورت‌بندی می‌شود.

فرضیه صفر از جمله مباحث آماری قرن بیستم است که به فیشر نسبت داده می‌شود و دیدگاه‌های گوناگونی در تبیین آن وجود دارد. در بحث آزمون فرض، اغلب با فرض‌ها یا ادعاهایی درباره متغیرهای توزیع جوامع آماری مواجهیم. به این فرض‌ها یا ادعاها «فرض صفر» گفته می‌شود و آن را با H_0 نشان می‌دهیم و فرضی است که درصد رد یا عدم رد آن هستیم (رنجبران، ۱۳۹۲، ص ۴۶۳).

مثال: «بین عزت نفس و همنوایی دانشجویان رابطه وجود ندارد» (حسن‌زاده، ۱۴۰۱). چون فرض صفر با آزمون‌های آماری به کار برده می‌شود، پژوهشگر برای تفسیر نتایج از آن استفاده می‌کند. فرض صفر معمولاً انتظارات پژوهشگر را منعکس نمی‌کند و استفاده از آن اصولاً به علت تناسب آن با منطق آمار استنباطی است (گال و دیگران، ۱۴۰۱، ج ۱، ص ۱۱۲).

فرضیه صفر، برخلاف فرضیه تحقیق، به عدم وجود رابطه بین متغیرها اشاره می‌کند. این فرضیه بیان می‌کند که متغیر مستقل بر متغیر وابسته اثر ندارد و بین متغیرها رابطه یا تفاوت وجود ندارد و بین متغیرهای تحقیق هیچ رابطه‌ای وجود ندارد (حسن‌زاده، ۱۴۰۱، ص ۲۲).

به عبارت دیگر، «فرضیه صفر می‌گوید که ضریب همبستگی برابر صفر است» (بست، ۱۳۹۰).

پژوهشگران فرضیه‌ها را به دو شیوه می‌آزمایند: شیوه مستقیم و شیوه فرض صفر (همانند ریاضیات که قضایا را به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم (برهان خلف) اثبات می‌کنند). بسیاری از پژوهشگران کمی، به‌ویژه آنان که راهبرد آزمایشی را در پیش می‌گیرند، فرضیه‌های خود را بر مبنای منطق فرضیه ناقض در قالب فرضیه صفر بیان می‌کنند، سپس فرضیه‌ها را با شواهد تجربی می‌آزمایند که این امر به آنها اجازه می‌دهد فرضیه صفر را بپذیرند یا رد کنند. اغلب افراد فرضیه‌ها را راهی برای پیش‌بینی یک رابطه می‌دانند. فرضیه صفر حالتی مخالف دارد. این فرضیه هیچ رابطه‌ای را پیش‌بینی نمی‌کند (نبومن، ۱۳۹۹، ج ۱، ص ۳۲۶).

پس از آنکه محققان فرضیه مثبت تحقیق را در ابتدای کار خود تنظیم کردند، برای تجزیه و تحلیل آماری مشاهدات خود، فرضیه را مجدداً به صورت منفی یا فرضیه صفر بیان می‌کنند (بست، ۱۳۹۰، ص ۴۵). فرضیه صفر اصل را بر این قرار می‌دهد که بین متغیرهای مورد مطالعه، اختلاف یا ارتباط معناداری وجود ندارد و به‌منظور برآورد متغیرهای جامعه به کار برده می‌شود (دل‌اور، ۱۳۹۹، ص ۲۹۲).

فرضیه آماری صفر «The Null Hypothesis (Ho)» فرضیه‌ای است که منکر وجود رابطه یا اثر بین متغیرهاست. فرضیه صفر فرضیه‌ای است که منکر وجود رابطه یا اثر، بین متغیرهاست و به «فرضیه پوچ» مشهور است و می‌تواند از طریق منطق و قبل از پژوهش صورت پذیرد و یا آنکه بعد از آزمون فرضیه تحقق یابد (ساروخانی، ۱۳۹۹، ج ۱، ص ۱۱۵). فرض صفر - درواقع - نقیض یا منفی کردن عبارت است.

مثال در فرضیه: «بین اقتصاد خانواده و پیشرفت تحصیلی فرزند (فرزندان) آنان رابطه مستقیم وجود دارد». فرضیه صفر چنین است: «بین اقتصاد خانواده و پیشرفت تحصیلی فرزند (فرزندان) آنان رابطه مستقیم وجود ندارد (یا رابطه معکوس وجود دارد)».

بیان فرضیه به صورت صفر ضروری نیست. چنانچه فرضیه به صورت جهت‌دار یا مثبت بیان شود درک آن آسان‌تر است. فرض صفر با آزمون‌های آماری به کار برده می‌شود و پژوهشگر برای تفسیر نتایج، از فرض صفر استفاده می‌کند (دلاور، ۱۴۰۳، ص ۸۳).

۲-۲-۴. علت نام‌گذاری فرضیه صفر

Ho به معنای فرضیه صفر است. در این باره فرضیه صفر به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$H_0: M_A - M_B = 0$$

از روی این شکل علت نام‌گذاری فرضیه صفر معلوم می‌شود. تفاوت M_A و M_B مساوی صفر است (کرلینجر، ۱۳۹۸، ص ۳۲۰).

نوشتن فرضیه صفر به این صورت کمی دشوار است، به‌ویژه اگر تعداد میانگین‌ها و یا شاخص‌های آماری که آزموده می‌شود سه مورد یا بیشتر باشد.

$M_A = M_B$ کلی است، و البته معنای آن با $M_A - M_B = 0$ یا $M_B - M_A = 0$ یکی است. بنابراین فرضیه را به سادگی می‌توان چنین نوشت: $M_A = M_B = M_C = \dots = M_N$ (کرلینجر، ۱۳۹۸، ص ۳۲۰).

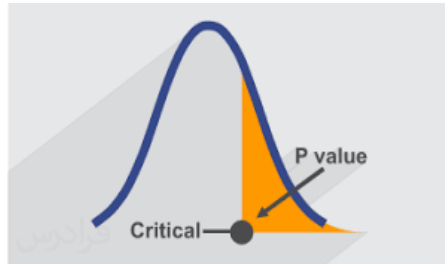
یک فرضیه هیچ‌گاه اثبات و یا ابطال نمی‌شود، بلکه بر اساس داده‌های به‌دست آمده فقط تأیید یا رد می‌شود (سرمد و دیگران، ۱۳۹۶، ص ۳۵).

۳-۲-۴. کاربرد فرض صفر

الف) تعیین ناحیه رد

ناحیه رد یک آزمون - درواقع - ناحیه رد فرض صفر Ho است. اساساً تعیین ناحیه رد یک آزمون شامل سه قسمت اساسی (آماره آزمون، ساختار و مقادیر بحرانی «critical») است.

شکل ۲: توزیع آماری آزمون



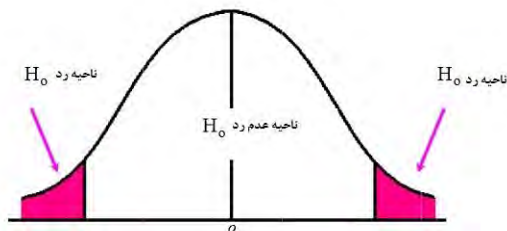
ناحیه رد یک آزمون بر مبنای ساختار فرض مقابل H_1 یا H_A تعیین می‌گردد. توزیع آماری آزمون مطابق شکل (۲) به دو ناحیه تقسیم می‌شود: یکی ناحیه رد H_0 و دیگری ناحیه قبول (عدم رد). H_0 ناحیه رد فرض H_0 را «ناحیه بحرانی» و مرز بین دو ناحیه رد و قبول را «مقادیر بحرانی» می‌نامند. درواقع، مقادیر بحرانی ناحیه رد را از قبول جدا می‌کند. محاسبه مقادیر بحرانی تک‌تک آزمون‌ها از یکدیگر جداست. مقادیر در جدول اعداد مشخص است (رنجبران، ۱۳۹۲، ص ۴۶۷-۴۷۰).

ب) سطح معنادار بودن (سطح اطمینان)

«معناداری آماری» بدین معناست که بعید است نتایج به‌دست‌آمده حاصل تصادف باشد (نیومن، ۱۳۹۹، ج ۲، ص ۷۷). به نظر دیوید ر. بانی فیس در آزمایش مبتنی بر نمونه‌ای تصادفی از افراد، تفاوت بین میانگین‌ها به‌اندازه‌ای زیاد است که آنها را می‌توان ناشی از تفاوت وضعیت‌ها دانست. چنین تفاوت‌هایی را از نظر آماری «معناداری» گویند. به عبارت دیگر، وقتی معناداری آماری وجود دارد که اختلاف حاصل در یک نمونه به‌اندازه‌ای بزرگ باشد که با اطمینان بتوان آن را به جامعه‌ی ذی‌ربط تعمیم داد (بانی فیس، ۱۳۹۵، ص ۲۶). قبول یا رد فرض صفر بر یک سطح معناداری (سطح α) به‌عنوان یک ملاک مبتنی است. در مطالعات روان‌شناسی و آموزش و پرورش، اغلب سطح ۵٪ آلفای معنادار بودن به‌مثابه معیاری برای رد کردن فرض صفر به‌کار می‌رود. رد صفر در سطح ۵٪ بیانگر آن است که تفاوت دو میانگین در حدی است که بین میانگین‌های گروه آزمایش و گروه گواه یافت شده است و احتمالاً نمی‌تواند در بیش از ۵٪ درصد موارد (در ۵ مورد از ۱۰۰ مورد تکرار آزمایش) ناشی از خطای نمونه‌گیری باشد (بست، ۱۳۹۰، ص ۳۴۶).

به نظر کرلینجر، سطح ۵٪ به این معناست که نتیجه به‌دست‌آمده که در سطح ۵٪ معنادار است، فقط ۵ بار در ۱۰۰ بار ممکن است تصادفی به‌دست آید. سطح ۵٪ نخستین بار توسط فیشر انتخاب شده است. سطح معناداری تا اندازه‌ای به‌طور قرار دادی انتخاب می‌شود. سطح معناداری ۱٪ اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطوح ۱٪ و ۵٪ طرفداران زیادی دارد (کرلینجر، ۱۳۹۸، ص ۲۵۹). به نظر کرلینجر، سطوح ۵٪ و ۱٪ با فاصله‌های دو و سه انحراف معیار از میانگین ($\bar{x} \pm 2S$) و ($\bar{x} \pm 3S$) توزیع احتمال بهنجار است (کرلینجر، ۱۳۹۸، ص ۲۶۰).

شکل ۳: سطح معنی‌داری و رد فرض صفر



۳-۴. سؤال (۳) و پاسخ آن

فرضیه خلاف چیست و چه کاربردی در پژوهش‌ها دارد؟

فرض خلاف را با H_1 یا H_A نمایش می‌دهند. فرضیه‌های تحقیق غالباً راهنمای محقق در تدوین فرض خلاف هستند. به عبارت دیگر، فرض خلاف غالباً منطبق بر فرضیه‌های تحقیقی است؛ به این معنا که فرض خلاف بیان‌کننده انتظار پژوهشگر درباره نتایج تحقیق است. فرض صفر و فرض خلاف باید با یکدیگر ناسازگار باشند؛ یعنی به زبان ریاضی، اشتراک آنها تهی باشد. به عبارت دیگر، نباید به هیچ شکل یا طریقی با هم تداخل داشته باشند (دلاور، ۱۳۹۹ الف، ص ۹۲). فرضیه خلاف مطابق با فرضیه‌های تحقیقی بیان می‌شود، به این معنا که اگر فرضیه تحقیقی جهت‌دار باشد، این فرضیه نیز جهت‌دار خواهد بود (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۸۸). به دیگر سخن، فرض خلاف بیانی است که پژوهشگر آرزو می‌کند درباره آن پژوهش کند. مثال:

H_A : اثربخشی روش‌های درمان حساسیت‌زدایی منظم و پایش نفس بر روی اضطراب امتحان متفاوت است.

H_0 : اثربخشی روش‌های درمان حساسیت‌زدایی منظم و پایش نفس بر روی اضطراب امتحان متفاوت نیست (خلعتبری، ۱۳۹۹، ص ۱۱۶).

H_A : بین عزت نفس و همنوایی دانشجویان رابطه وجود دارد.

H_0 : بین عزت نفس و همنوایی دانشجویان رابطه وجود ندارد (حسن‌زاده، ۱۴۰۱، ص ۶۴).

۴-۴. سؤال (۴) و پاسخ آن

فرق فرضیه‌های صفر و خلاف چیست؟

در بحث آزمون فرض، اغلب با فرض‌ها یا ادعاهایی درباره متغیرهای توزیع جوامع آماری مواجهیم. به این ادعاها «فرض صفر» گفته می‌شود و آن را با H_0 نشان می‌دهند. فرض آماری را که در مقابل فرض صفر قرار می‌گیرد (ناقض فرض صفر) «فرض مقابل» نامیده و آن را با H_1 یا H_A نشان می‌دهند. به عبارت دیگر، فرض H_A فرضی است که در صورت رد فرض H_0 پذیرفته می‌شود و یا - از نظر آماری به عبارت صحیح‌تر - رد نمی‌گردد. در اجرای یک آزمون آماری، همواره فرض صفر را آزمون می‌کنیم، خواه با ادعای اصلی یکی باشد یا نباشد.

گاهی فرض صفر بر ادعای اصلی و زمانی بر نقیض ادعای اصلی منطبق است. ادعای اصلی بسته به اینکه چگونه بیان شود، ممکن است فرض صفر یا فرض مقابل باشد (رنجبران، ۱۳۹۲، ص ۴۶۳). قاعده این است که همواره باید فرض صفر (H_0) دربرگیرنده تساوی باشد؛ یعنی به صورت $=$ ، $\leq$ ، $\geq$ بیان شود (رنجبران، ۱۳۹۲، ص ۴۶۳). در حالت کلی آزمون‌های فرض به یکی از صورت‌های ذیل بیان می‌شود:

$$(1) \begin{cases} H_0: \theta = \theta_0 \\ H_A: \theta = \theta_A \end{cases} \quad (2) \begin{cases} H_0: \theta = \theta_0 \\ H_A: \theta \neq \theta_0 \end{cases} \\ (3) \begin{cases} H_0: \theta \geq \theta_0 \\ H_A: \theta < \theta_0 \end{cases} \quad (4) \begin{cases} H_0: \theta \leq \theta_0 \\ H_A: \theta > \theta_0 \end{cases}$$

در رابطه‌های بالا، θ_0 همان متغیر آزمون است. در حالت (۱) فرض ما «ساده» نامیده می‌شود و در حالت‌های (۲) و (۳) و (۴) فرض‌ها مرکب است. در حالت‌های بالا، مسئله انتخاب بین دو فرض H_0 و H_A است که نسبت به θ متقابلاً ناسازگار هستند. مثال‌های ذیل را که در جدول نوشته‌شده به دقت بررسی کنید (رنجبران، ۱۳۹۲، ص ۴۶۴).

«فرض خلف» معادل نقیض حکم در هندسه و «فرض صفر» معادل نقیض فرضیه در روش تحقیق و «فرض خلاف» معادل حکم در هندسه است که محقق آرزوی دستیابی به آن را دارد.

۴-۵. سؤال (۵) و پاسخ آن

تشابه و تفاوت فرضیه صفر و برهان خلف در چیست؟

۴-۵-۱. وجه تشابه

جدول ۱: تشابه فرضیه صفر و برهان خلف

روشن تحقیق	هندسه
فرضیه یا جمله‌ای خبری بیان می‌شود.	قضیه یا گزاره یا جمله‌ای بیان می‌شود.
محتوای فرضیه شرطی است: $q \rightarrow p$	محتوای گزاره یا قضیه شرطی است: $p \rightarrow q$
در فرض صفر، با فرضیه منفی سروکار داریم.	در فرض خلف با نقیض حکم سروکار داریم.

۴-۵-۲. وجه تمایز

جدول ۲: تفاوت فرضیه صفر و برهان خلف

روشن تحقیق	هندسه
فرضیه هرگز اثبات نمی‌شود، بلکه می‌تواند نقض یا تأیید گردد.	حکم مستقیماً اثبات نمی‌شود، فقط فرض خلف رد می‌گردد.
با نمونه‌گیری یا سرشماری مواجه‌ایم.	نمونه‌گیری وجود ندارد.
برای نتیجه، در فرض صفر (رد یا تأیید) رد شدن یا درستی مطلب ۹۵ یا ۹۹ درصد صد می‌رسیم.	برای نتیجه، در فرض خلف به باطل بودن یا درستی مطلب صد درصد می‌رسیم.
با متغیرهای مستقل و وابسته سروکار داریم.	با فرض و حکم سروکار داریم.
با خطا مواجه‌ایم.	با خطا مواجه نیستیم.
از واژه «معناداری» و «تأیید» یا «رد» استفاده می‌کنیم.	با واژه «اثبات» سروکار داریم.
مبتنی بر آزمون‌های آماری است. (تحلیل صورت می‌گیرد).	فاقد آزمون‌های آماری است. (تحلیل آماری صورت نمی‌گیرد).
برای همه فرضیه‌ها قابل استفاده است.	برای همه قضایا و گزاره‌ها قابل استفاده نیست.
در تحقیق کمی نیازمند تفسیر است.	نیازمند تفسیر نیست.

۴-۶. سؤال (۶) و پاسخ آن

نقش خطاهای پرکاربرد در فرضیه‌های آماری چیست؟

تعریف خطای نوع اول: زمانی که فرض صفر درست است آن را رد می‌کنیم و احتمال آن با نماد α بیان می‌شود.
تعریف خطای نوع دوم: زمانی که فرض صفر نادرست است آن را می‌پذیریم و احتمال آن با نماد β بیان می‌شود
(لوین و رابین، ۱۳۹۵، ج ۲، ص ۹۹).

۴-۶-۱. نقش خطاها در فرضیه‌های آماری

الف) تنظیم فرضیه

خطاهای نوع اول و نوع دوم در تحقیقات کمی کارایی دارد و برای متغیرهای قابل اندازه‌گیری است. بنابراین فرضیه‌های تحقیق در پژوهش باید به نحوی تنظیم شود که آزمون‌پذیر یا استنباطی باشد. «ملاک تعیین قابلیت اندازه‌گیری متغیرها، تعریف عملیاتی است» (دلور، ۱۴۰۳، ص ۷۸). مثال: بین توانایی تفکر انتقادی و موفقیت دانش‌آموزان رابطه وجود دارد (کرسول، ۱۳۹۱، ص ۱۲۲).

ب) تحلیل و تفسیر خطای نوع اول (دیدگاه‌ها)

در علوم تربیتی و تربیت بدنی، در عمل پذیرش سطح ۵٪ و ۱٪ معناداری برای پژوهشگران معمولی است. به عبارت دیگر، قبول سطح ۵٪ معناداری در رد یک فرضیه بدین معناست که با احتمال ۹۵ درصد، تصمیم گرفته شده درست است؛ فقط ۵٪ احتمال دارد که فرض صفر درست باشد و ما آن را رد کرده‌ایم. هنگامی که فرض صفر درست است، ولی ما آن را رد می‌کنیم، مرتکب اشتباه شده‌ایم که به آن «خطا / اشتباه نوع اول» گفته می‌شود. احتمال بروز خطای نوع اول را می‌توان با انتخاب سطوح دقیق‌تر نظیر یک‌درهزار ($p < 0.001$) و یا با افزایش حجم نمونه کاهش داد (کوهن و هالیدی، ۱۳۹۹).

از نظر منطقی یک پژوهشگر می‌تواند مرتکب هر دو نوع خطا شود. خطای نوع اول وقتی رخ می‌دهد که پژوهشگر می‌گوید: رابطه وجود دارد، درحالی که درواقع رابطه‌ای وجود ندارد. این به معنای رد کردن اشتباه فرضیه صفر است (نیومن، ۱۳۹۹، ص ۲۸۲).

ج) تحلیل و تفسیر خطای نوع دوم (دیدگاه‌ها)

قبول یا تأیید فرض صفر هنگامی که این فرض به‌واقع نادرست است و باید رد شود، «خطای نوع دوم» نامیده می‌شود. بنابراین اگر احتمال بروز خطای نوع اول کاهش پیدا کند، احتمال وقوع خطای نوع دوم افزایش می‌یابد. بیشتر محققان می‌کوشند احتمال ارتکاب خطای نوع اول را کاهش دهند (کوهن و هالیدی، ۱۳۹۹). خطای نوع دوم وقتی رخ می‌دهد که پژوهشگر می‌گوید: رابطه وجود ندارد، درحالی که به‌واقع وجود دارد و این به معنای به‌اشتباه پذیرفتن فرضیه صفر است (نیومن، ۱۳۹۹، ص ۲۸۲).

۱-ج) رابطه توان و خطاها

توان رسماً به‌مثابه این احتمال است که خطای نوع دوم وجود نخواهد داشت؛ یعنی به این احتمال تصمیم‌گیری صحیح که وضعیت‌ها تأثیر دارند، تعریف می‌شود. به عبارت دیگر، توان به‌مثابه این احتمال که آزمایشگر در انجام آزمایش مرتکب خطای نوع دوم نشود، تعریف می‌گردد (بونو فیس، ۱۳۸۸). احتمال خطای نوع دوم β یا مفهوم مقابل آن، یعنی توان آزمون $1-\beta$ است. مقدار α همیشه کمتر از مقدار β است. اگرچه مقدار (خطای نوع اول) به‌طور قراردادی تعیین می‌شود، ولی برای β قرارداد خاصی وجود ندارد. با وجود این، در بیشتر موارد، مقدار را ۲۰٪ یا کمتر در نظر می‌گیرند (وزیری و دیگران، ۱۳۹۴).

د) خطای نمونه‌گیری (دیدگاه‌ها)

مفهوم «خطای استاندارد» (اصطلاح حد خطا یا خطای نمونه‌گیری) محور اصلی نظریه نمونه‌گیری و تعیین حجم نمونه است و این همان قضیه حد مرکزی یا توزیع نمونه‌گیری میانگین است (فرانکفورد و نچمیاس، ۱۳۹۰، ص ۲۷۷-۲۸۳). «خطای نمونه‌گیری» (خطای استاندارد یا حاشیه خطا) درجه‌ای است که بر اساس آن، آمار یک نمونه می‌تواند با ارزشی که باید به دست می‌آمد، تفاوت داشته باشد، در صورتی که داده‌ها از جامعه آماری پیمایش جمع‌آوری شده باشند.

خطای نمونه‌گیری تحت تأثیر دو عامل قرار دارد:

۱. میزان پراکندگی مسئله یا متغیری که اندازه‌گیری می‌شود.

۲. اندازه نمونه.

اگر بیشتر اعضای نمونه با مسئله خاص تحت پیمایش موافق باشند، خطای نمونه‌گیری در داده‌های جمع‌آوری شده حداقل است. به همین‌سان، خطای نمونه‌گیری در آمار به‌دست‌آمده از یک نمونه بزرگ، پایین است. علاوه بر این، با افزایش اندازه نمونه، توان آماری نیز افزایش می‌یابد (ادواردز و دیگران، ۱۳۸۴، ص ۹۵).

خطای نمونه‌گیری ضرورتاً نتیجه اشتباه نمونه‌گیری نیست. این خطا ممکن است به علت اختلاف‌های فاحش در بین آزمودنی‌ها باشد. مثال: اگر نمونه‌های متفاوت و نسبتاً زیادی را از جامعه‌ای انتخاب کنیم و میانگین‌های آنها را محاسبه کنیم، ملاحظه خواهیم کرد که میانگین‌های محاسبه‌شده با هم تفاوت دارند. بعضی از آنها خیلی بزرگ، برخی از آنها خیلی کوچک و تعداد زیادی از آنها از نظر مقداری، در حد متوسط هستند. این پدیده را می‌توان با استفاده از قضیه «حد مرکزی» که خود از قانون احتمال گرفته شده است، توضیح داد (دلاور، ۱۴۰۰، ص ۲۸۴).

شناخت خطای نمونه‌گیری مسئله‌ای اساسی در تعمیم نتایج از یک نمونه احتمالی به جمعیت مورد مطالعه و شاخصی برای صحت نمونه‌گیری است و در یک نمونه مفروض، به‌وسیله خطای استاندارد نشان داده می‌شود (رایف و دیگران، ۱۳۹۱).

مثال: فرض کنید قریب سی‌هزار معلم در یک استان خدمت می‌کنند و متوسط سن آنها ۳۷/۶۵ سال است. اگر یک نمونه تصادفی با حجم بیست تن را از این جامعه انتخاب کنید، احتمال دارد به طور تصادفی میانگین ۳۴/۲۲ به‌دست آید. اما اگر یک نمونه با حجم هزار معلم را انتخاب کنید احتمال خیلی کمی وجود دارد که میانگین محاسبه‌شده بیش از چنددهم با میانگین جامعه تفاوت داشته باشد. تفاوت میانگین نمونه یا شاخص آماری دیگر - مثلاً، انحراف استاندارد - از مقدار جامعه را «خطای نمونه‌گیری» می‌نامند (گال و دیگران، ۱۴۰۱، ص ۳۶۴).

به نظر دانیل رایف و دیگران، شناخت خطای نمونه‌گیری مسئله‌ای اساسی در تعمیم نتایج از یک نمونه احتمالی به جمعیت مورد مطالعه است. خطای نمونه‌گیری شاخصی برای صحت نمونه‌گیری است و در یک نمونه مفروض، به‌وسیله خطای استاندارد نشان داده می‌شود. نحوه محاسبه خطای استاندارد میانگین و خطای استاندارد متفاوت است و خطای استاندارد میانگین با استفاده از انحراف استاندارد نمونه به‌دست می‌آید، بدین صورت که انحراف استاندارد به ریشه دوم حجم نمونه تقسیم می‌شود. خطای استاندارد میانگین در سطح سنجش فاصله‌ای و نسبی به کار می‌رود.

معادله خطای استاندارد میانگین به شرح ذیل است: $S_E(m) = \frac{SD}{n-1}$ حجم نمونه: n و انحراف استاندارد: SD . در داده‌های سطح سنجش طبقه‌ای از معادله‌ای متشابه خطای استاندارد و نسبت‌ها استفاده می‌کنند. معادله برای خطای استاندارد نسبت‌ها چنین است: $S_E(m) = \frac{\sqrt{p.q}}{n-1}$ خطای استاندارد نسبت‌ها: (SEM). نسبتی از نمونه که دارای ویژگی مورد نظر است: P ، $q = (1-p)$ ، حجم نمونه: n (رایف و دیگران، ۱۳۹۱، ص ۱۰۱).

زمانی که حجم جامعه نمونه بیش از ۵٪ باشد در آن صورت در ساختار اشتباه معیار $n-1$ به جای n در مخرج محاسبه می‌شود و هرقدر اشتباه معیار میانگینی بزرگ‌تر باشد دقت احتمالی کمتر است (ساروخانی، ۱۳۹۹). احتمال اینکه اختلاف مشاهده‌شده ناشی از خطای نمونه‌گیری باشد ۵٪ است و آن را به صورت p کوچک‌تر از ۵٪ نشان می‌دهند ($P < 5\%$). به همین ترتیب نمرة Z معادل ۲/۵۸ به صورت ($P < 1\%$) نشان داده می‌شود. استفاده از «سطح اطمینان» یا «سطح معناداری» ۱٪ سبب کاهش خطای نوع اول می‌شود (اسماعیلی و بیابانگرد، ۱۳۸۸، ص ۱۳۱).

نتیجه‌گیری

این مقاله با هدف کاربرد فرضیه‌های آماری صفر و خلاف در تحقیق، خطاهای نوع اول، نوع دوم و خطای استاندارد نگاشته شد. خطاهای نوع اول و نوع دوم و همچنین خطای نمونه‌گیری با مثال تشریح گردید. به سؤال‌های مطرح‌شده در این مقاله نیز با استناد به منابع معتبر پاسخ داده شد، درباره پیدایش فرض خلف بحث شد که بنای آن به افلاطون و منشأ فرض صفر به فیشر می‌رسد. از فرض خلف که برای اثبات غیرمستقیم است و برای اثبات قضایای هندسه استفاده می‌شود و محقق با ابطال فرض خلف (با اثبات غیرمستقیم) به اثبات ۱۰۰٪ قضیه یا گزاره دست پیدا می‌کند و بحث خطا در کار نیست. اما در

پژوهش، چون محقق با نمونه‌گیری سروکار دارد، به جای فرض خلف، از واژه «فرض صفر» استفاده می‌کند که نقیض فرضیه عملیاتی شده است و باید از آزمون‌های آماری استفاده کرد تا بتوان نتیجه را تعمیم داد. ممکن است فرض صفر رد یا تأیید شود؛ اما چون نمونه‌گیری با خطا همراه است، برای رد فرضیه صفر، نمی‌توان به نتیجه یا استدلال قطعی ۱۰۰٪ دست پیدا کرد. به عبارت دیگر، اثبات نمی‌شود، بلکه تأیید یا رد می‌گردد. بدین منظور، در آمار استنباطی، خطاهای ۵٪ و ۱٪ پیش‌بینی کرده‌اند و به جای واژه «اثبات هندسی» از لفظ «معناداری» استفاده می‌کنند.

بنابراین فرض‌های خلف و صفر یکسان نیستند؛ زیرا فرض صفر یک بیان مقداری است که به صورت متغیر صورت‌بندی می‌شود و بنای ریاضی آن برهان خلف است؛ ولی شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با هم دارند. بنا بر آنچه گذشت، باید گفت: فرض خلف معادل نقیض حکم در هندسه و فرض صفر معادل نقیض فرضیه در روش تحقیق است و فرض خلاف معادل حکم در هندسه است که محقق آرزوی دستیابی به آن را دارد.



منابع

- آذرنوش، موسی و دیگران (۱۳۴۵). *هندسه سال چهارم/دبی*. تهران: شرکت سهامی طبع و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ادواردز، جک ای و دیگران (۱۳۸۴). *تحقیق پیمایشی*. ترجمه سیدمحمد اعرابی و داود ایزدی. تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- اسماعیلی، علی و بیابانگرد، اسماعیل (۱۳۸۸). *آمار و روش تحقیق*. تهران: سنخ.
- بازرگان، عباس (۱۳۹۷). *روش‌های تحقیق کیفی و آمیخته*. تهران: دیدار.
- بانی فیس، دیوید، ر. (۱۳۹۵). *طرح آزمایش‌ها و روش‌های آماری برای پژوهش در علوم اجتماعی و رفتاری*. ترجمه هوشنگ طالبی و دیگران. تهران: سمت.
- بست، جان (۱۳۹۰). *روش‌های تحقیق در علوم تربیتی و رفتاری*. ترجمه پاشا شریفی و نرگس طالقانی. تهران: رشد.
- بورچ، ویلیام یان بردمور (۱۳۸۶). *هنر تحقیق علمی*. ترجمه محمدتقی فرامرزی. تهران: مازیار.
- حافظنیا، محمدرضا (۱۴۰۱). *مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی*. تهران: سمت.
- حسن‌زاده، رمضان (۱۴۰۱). *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری*. تهران: ساوالان.
- خاکی، غلامرضا (۱۴۰۱). *روش تحقیق در مدیریت*. تهران: فوژان.
- خلعبری، جواد (۱۳۹۹). *مباحثی در آمار توصیفی و استنباطی*. تهران: ساد.
- دلاور، علی (۱۳۹۹الف). *احتمالات و آمار کاربردی در روان‌شناسی و علوم تربیتی*. تهران: رشد.
- دلاور، علی (۱۳۹۹ب). *مبانی نظری و عملی پژوهش در علوم انسانی و اجتماعی*. تهران: رشد.
- دلاور، علی (۱۴۰۰). *روش‌های تحقیق در روان‌شناسی و علوم تربیتی*. تهران: دانشگاه پیام نور.
- رافیع، دانیل و دیگران (۱۳۹۱). *تحلیل پیام‌های رسانه‌ای*. ترجمه مهدخت بروجردی علوی. تهران: سروش.
- رنجبران، هادی (۱۳۹۲). *آمار و احتمال*. تهران: کتاب دانشگاهی.
- ساروخانی، باقر (۱۳۹۹). *روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی*. تهران: پژوهش‌های علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- ساروخانی، باقر (۱۳۹۹). *روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی*. تهران: پژوهش‌های علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- سرمه، زهره دیگران (۱۳۹۶). *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری*. تهران: آگاه.
- طاهری تنجایی، محمدتقی (۱۳۹۹). *استدلال ریاضی (برهان خلف)*. رشد برهان، دوره متوسطه، ۲ (۳۰)، ۳۳.
- فرانکفورد، چاو و نجمیاس، دیوید (۱۳۹۰). *روش‌های پژوهش در علوم اجتماعی*. ترجمه فاضل لاریجانی و رضا فاضلی. تهران: سروش.
- فرهادی، حسین (۱۳۸۷). *اصول و روش تحقیق در زبان‌شناسی کاربردی*. ترجمه فاطمه جواهری کویایی و هاجر خان‌محمد تهران: رهنما.
- کرسول، دبلیو (۱۳۹۱). *طرح تحقیق در علوم انسانی و اجتماعی*. ترجمه اسماعیل سعدی‌پور. تهران: دوران.
- کرلینجر، فردان. (۱۳۹۸). *مبانی پژوهش در علوم رفتاری*. ترجمه حسن‌پاشا شریفی و جعفر نجفی زند. تهران: آوای نور.
- کوهن، لوئیس و هالیدی، میشل (۱۳۹۹). *آمار در علوم تربیتی و تربیت بنی*. ترجمه علی دلاور. تهران: دانشگاه علامه طباطبائی.
- گال، مردیت و دیگران (۱۴۰۱). *روش‌های تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روان‌شناسی*. ترجمه جمعی از مترجمان. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

- گرینبرگ، ماروین جی. (۱۳۸۹). *هندسه‌های اقلیدسی و نااقلیدسی*. ترجمه محمدهادی شفیعیها. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- گوهرتاج، مینوچهر (۱۳۹۳). *دانشنامه جهان اسلام*. تهران: بنیاد دائرةالمعارف اسلامی.
- لوین، ریچارد آی. و رابین، دیوید اس. (۱۳۹۵). *آمار برای مدیریت*. ترجمه عباس صالح و محمدرضا سعدی. تهران: اتحاد - جهان نو.
- محمد، کاظم و دیگران (۱۳۸۲). *روش‌های آماری و شاخص‌های بهداشتی*. تهران: مؤلفین.
- مصاحب، غلامحسین (۱۳۶۶). *مدخل منطق صورت*. چ دوم. تهران: حکمت.
- مصاحب، غلامحسین (۱۳۷۰). *آنالیز ریاضی*. چ ششم. تهران: امیرکبیر.
- مک ناب، دیوید ای. (۱۳۹۵). *روش‌های تحقیق کمی و کیفی مدیریت دولتی و سازمان‌های غیرانتفاعی*. ترجمه رضا واعظی و محمدصادق آزمندیان. تهران: صفار.
- نادری، عزت‌الله و سیف نراقی، مریم (۱۳۹۹). *روش‌های تحقیق و چگونگی ارزشیابی آن در علوم انسانی*. تهران: بدر.
- نگارش نژاد، عبدالمجید (۱۳۸۱). *روش‌های مقدماتی آماری در علوم تربیتی*. قم: صحفی.
- نیومن، ویلیام لاورنس (۱۳۹۹). *رویکردهای کمی و کیفی*. ترجمه حسن دانایی‌فرد و حسین کاظمی. تهران: مؤسسه کتاب مهربان.
- وزیری، شهرام و دیگران (۱۳۹۴). *روش تنظیم و گزارش پژوهش در روان‌شناسی، مشاوره و علوم تربیتی*. تهران: روان.
- ویتس، بوریس ایگیل و استویل، جودیت (۱۳۷۶). *مقدمه‌ای بر استدلال ریاضی*. ترجمه غلامرضا یاسی‌پور. تهران: مدرسه.



The Methodology of Narrative Inquiry: A Qualitative Approach to Unveiling the Carpet Map of Life

Fariba Fallah Hosseinabadi / PhD Candidate, Department of Educational Management, Islamic Azad University, Qom, Iran
fariba.fallah313@gmail.com

 **Seyfollah Fazlollahi Ghamshi** / Associate Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Tolou-e-Mehr University, Qom, Iran
fazlollahigh@yahoo.com

Received: 2025/02/14 - **Accepted:** 2025/05/12

Abstract

Narrative theorists have described “narratology” as a medium for conveying knowledge and understanding, and have expanded its scope significantly beyond earlier definitions. The theory of narrative, through the development of new tools and concepts, seeks to revitalize the psychological model and meaning of human life. From the narrative perspective, identity is intertwined with its socio-cultural context and is defined by components such as intentionality, complexity, contextuality, and subjectivity. As a linguistic phenomenon, narratives have become a focal point of interest across various disciplines, including philosophy, literature, linguistics, and psychology. Using methodological analysis and scrutiny of methodological sources published in books and articles, this research examines and summarizes the "narrative research" method, and, in accordance with the steps of the "meta-analysis" method, determined the text of an original article as the base text. Providing definitions of “narrative” and the features of narrative analysis, the study then explores the reasons for its popularity and significance, its role as a methodology, and its historical background. Moreover, it evaluates the strengths, criticisms, and limitations associated with this method. In doing so, the methodology of narrative inquiry is reprocessed and refined.

Keywords: Narrative, Narratology, Narrative Analysis.