فرایندهای انجام تحلیل عاملی

تحلیل عاملی؛ تکنیک خلاصه‌سازی متغیرها ـ قسمت دوم

غلامحسین کرمی
دانشجوی دکترای رشتهٔ آموزش و ترویج کشاورزی دانشگاه شیراز

اشاره

تحلیل عاملی تکنیکی است که تعداد زیادی از متغیرهای وابسته به‌هم را برحسب ابعاد پنهان و مشترک آن‌ها به تعداد کمتری کاهش می‌دهد.

هدف اصلی تحلیل عاملی این است که برحسب چنین عوامل و متغیرهای زیر بنایی پدیده‌های اجتماعی را تحلیل و تبیین کند. در بخش اول این مقاله تعاریف و مفاهیم کلیدی تحلیل عاملی، اهداف، بنیادها و پیش‌فرض‌های اصلی آن مورد بررسی قرار گرفت. اکنون در قسمت پایانی این مقاله فرایندها و معیارهای تصمیم‌گیری در تحلیل عاملی، ویژگی‌های این تکنیک و نیز نقدها و انتقادات وارده بر آن مرور شده است، با هم می‌خوانیم.

کلیدواژه‌ها: مقدار ویژه، عامل مشترک، بار عاملی، تحلیل عاملی اکتشافی، تحلیل عاملی تأییدی، هم‌بستگی درونی

فرایند تصمیم‌گیری در تحلیل عاملی

ماتریس هم‌بستگی: مهم‌ترین نکته در به‌کارگیری تحلیل عاملی، محاسبهٔ ماتریس هم‌بستگی است. ماتریس هم‌بستگی مجموعه‌ای از ضرایب هم‌بستگی بین تعدادی از متغیرهاست. از آنجا که اساس تحلیل عاملی بر هم‌بستگی بین متغیرها اما از نوع غیرعلی استوار است، بنابراین در این روش ماتریس هم‌بستگی بین متغیرها محاسبه می‌شود. این ماتریس با نمایش میزان رابطهٔ بین متغیرها موجب شکل‌گیری خوشه‌هایی می‌شود، به‌طوری که متغیرهای درون هر خوشه با یکدیگر هم‌بستگی دارند، ولی بین متغیرهای موجود در خوشه‌های متفاوت هم‌بستگی وجود ندارد. (کلانتری، ۱۳۹۱: ۲۸۵)

اگر متغیری هیچ هم‌بستگی قابل‌توجهی با سایر متغیرها نشان ندهد، باید آن را در آنالیز بعدی از ماتریس خارج کرد. همچنین، ماتریس هم‌بستگی باید از نظر عدم وجود ویژگی‌های ناخواسته، مانند هم‌خطی «چندگانه»[1] و «یکتایی»[2] وارسی شود. حالت اول زمانی است که چند متغیرِ هم‌بستگی بالایی با هم دارند و مورد دوم زمانی است که بعضی متغیرها دقیقاً تابع خطی متغیرهای دیگری در مجموعهٔ مورد نظر هستند. در این دو حالت لازم است بعضی متغیرها حذف شوند. (نظری و مختاری، ۱۳۸۸: ۲۵)

برای ترسیم ماتریس هم‌بستگی باید مشخص شود که آیا هدف محاسبهٔ هم‌بستگی بین متغیرهاست یا بین پاسخ‌گویان. در صورتی‌که تلخیص متغیرها مدنظر باشد، باید هم‌بستگی بین متغیرها محاسبه شود. در این صورت تکنیک مورد استفاده تحلیل عاملی نوع R نامیده می‌شود. اما در صورتی‌که هدف از تحلیل عاملی ترکیب و طبقه‌بندی پاسخ‌گویان در گروه‌های مختلف باشد، ماتریس هم‌بستگی بین پاسخ‌گویان محاسبه و به‌کار گرفته می‌شود و از آن به تحلیل عاملی نوع Q یاد می‌شود. البته این روش به‌دلیل مشکل بودن کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌جای آن، از روش‌هایی مانند تحلیل خوشه‌ای یا گروه‌بندی سلسله‌مراتبی بهره می‌گیرند. (کلانتری، ۱۳۹۱: ۲۸۷)

انتخاب متغیرهای مناسب برای تحلیل عاملی: برای اطمینان از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی مبنی بر اینکه ماتریس هم‌بستگی‌هایی که پایهٔ تحلیل عاملی قرار می‌گیرند، در جامعه برابر با صفر نیست، باید از «آزمون بارتلت»[3] براساس فرمول زیر استفاده کرد:

$$X^2 = -(n-1-\frac{2p+5}{6})\ln|R|$$

که در آن، n معرف تعداد آزمودنی‌ها، p تعداد متغیرها و |R| قدر مطلق دترمینان ماتریس هم‌بستگی است. این آماره که دارای توزیع مربع کای با ۰/۵p (p-1) درجهٔ آزادی است، مقدار اطلاعات موجود در |R| را با بررسی رابطهٔ بین تعداد مشاهده‌ها و تعداد متغیرها ارزشیابی می‌کند و احتمال خطا را برای رد کردن فرضیهٔ صفر و عدم وجود تفاوت از ماتریس همانی می‌آزماید. ماتریس همانی ماتریسی است که همهٔ عناصر قطری آن یک و همهٔ عناصر غیرقطری آن صفر باشد.

آزمون بارتلت این فرضیه را که ماتریس هم‌بستگی‌های مشاهده شده، متعلق به جامعه‌ای با متغیرهای ناهم‌بسته است، می‌آزماید. برای اینکه یک مدل عاملی، مفید و دارای معنا باشد، لازم است متغیرها هم‌بسته باشند در غیر این‌صورت، دلیلی برای تبیین مدل عاملی وجود ندارد. اگر این فرضیه که متغیرها با هم رابطه ندارند رد نشود، کاربرد تحلیل عاملی زیر سؤال خواهد رفت و بنابراین باید در آن تجدیدنظر کرد. به‌همین دلیل است که قبل از تحلیل عاملی باید به تشکیل ماتریس هم‌بستگی بین متغیرها اقدام کرد. (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹: ٤)

از جمله روش‌های دیگری که به‌وسیلهٔ آن محقق قادر به تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی است، آزمون «KMO»[4] است. مقدار آمارهٔ این آزمون همواره بین ۰ و ۱ تغییر می‌کند. در صورتی‌که مقدار این آماره کمتر از ۰/۵ باشد، داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهند بود. اگر مقدار آن بین ۰/۵ تا ۰/٦۹ باشد، می‌توان با احتیاط بیشتر به تحلیل عاملی پرداخت و نهایتاً در حالتی که مقدار این آماره بیش از ۰/۷ باشد، می‌توان گفت هم‌بستگی‌های موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب هستند. (دواس، ۱۳۷٦: ۲۵٦) این شاخص از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$KMO = \frac{\sum\sum r^2_{ij}}{\sum\sum r^2_{ij} + \sum\sum a^2_{ij}}$$

که در این رابطه، r_{ij} ضریب هم‌بستگی بین متغیره‌های j و i، و a_{ij} ضریب هم‌بستگی جزئی بین آن‌هاست.

معیارهای استخراج تعداد عامل‌ها: یکی از موارد مهم در تحلیل عاملی، تعیین تعداد عامل‌های قابل استخراج است. به‌طور معمول به تعداد متغیرهایی که به تحلیل وارد می‌شوند، می‌توان عامل استخراج کرد. اما آخرین عامل معمولاً سهم بسیار کمتری در تبیین موضوع دارد. (کلانتری، ۱۳۹۱: ۳۰۳).

بنابراین، تمام عامل‌های استخراج شده مورد علاقهٔ محقق نیستند و هدف تعیین تعداد عامل‌هایی است که در تحلیل نگه داشته می‌شوند. در واقع هدف تحلیل عاملی تبیین پدیده‌های مورد نظر با تعداد کمتری از متغیرهای اولیه است. قاعدتاً عامل‌هایی باید حفظ شوند که اعتبار صوری یا نظری دارند. منتها قبل از فرایند چرخش نمی‌توان به معنی هر عامل به‌خوبی پی برد. (سرمد و همکاران، ۱۳۷۸: ۲۷۳) اگرچه مبنای کمی دقیقی در مورد تعداد عامل‌های استخراجی ارائه نشده است، اما معیارهایی وجود دارند که از آن‌ها در تصمیم‌گیری برای تعیین تعداد عامل‌های استخراجی استفاده می‌شود. (کلانتری، ۱۳۹۱: ۳۰٤) این معیارها عبارت‌اند از:

۱ **مقدار ویژه**: براساس ملاک کایزر، فقط عامل‌هایی نگه داشته می‌شوند که مجموع مجذور بارهای عاملی آن‌ها (مقدار ویژه) یک یا بیشتر باشد. این ملاک برای تحلیل عامل آلفا مناسب است و برای سایر روش‌های تحلیل عاملی کران پایینی فراهم می‌آورد. در روش **اسکری کتل**[5]، نمودار مقدار ویژه برای هر عامل ترسیم می‌شود. در نقطه‌ای که شکل منحنی برای مقادیر ویژه به‌صورت افقی درآید، آن نقطه را «اسکری» می‌نامند و عامل‌هایی را که سمت چپ آن قرار دارند، عامل‌های واقعی و آن‌هایی را که سمت راست آن قرار دارند، عامل‌های خطا قلمداد می‌کنند. در تفسیر نتایج آزمون اسکری ممکن است میان نظرات پژوهشگران دربارهٔ تعداد عامل‌های واقعی اختلاف‌نظر پدید آید. همچنین امکان دارد که بیش از یک اسکری موجود باشد. لذا لازم است علاوه بر آزمون اسکری آزمون‌های دیگری، از جمله آزمون کایزر صورت گیرد. (سرمد و همکاران، ۱۳۷۸: ۲۷۳)

۲ **معیار پیشین**: محقق از قبل تعداد عامل‌ها را حدس می‌زند و خود انتخاب می‌کند.

۳ **معیار درصد واریانس**: معیار درصد واریانس تبیین شده توسط عامل‌ها نیز ضابطهٔ دیگری برای تعیین تعداد عامل‌هاست. در این رهیافت، درصد تجمعی واریانس مبنای تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد. در تحقیقات غیر علوم انسانی، فرایند استخراج عامل‌ها باید تا زمانی ادامه یابد که این عامل‌ها بتوانند حداقل ۹۵ درصد واریانس داده‌ها را تبیین کنند اما در تحقیقات علوم اجتماعی و انسانی تبیین ٦۰ درصد واریانس نیز کفایت می‌کند.

٤ **معیار تست بریدگی**: در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، عامل‌های

ضمناً از تحلیل عاملی می‌توان برای تعیین متغیرها یا مقیاس‌هایی که باید از اندازه‌گیری کنار گذاشته یا به آن اضافه شوند استفاده کرد نتایج تحلیل عاملی را نباید به‌تنهایی برای تصمیم‌گیری در این موارد به‌کار برد بلکه این نتایج در کنار سایر اطلاعات مربوط به ساختار یا ساختارها که متغیرها یا مقیاس‌ها باید آن‌ها را ارزیابی کنند قابل استفاده است

استخراج شـدهٔ بعدی، هم دارای واریانس مشترک و هم دارای «واریانس خاص»[6] هسـتند. هرچند که تمـام عامل‌ها حداقل دارای مقداری واریانس خاص هستند، اما سهم آن در عامل‌های بعدی به‌طور اسمی بیشتر از عامل‌های قبلی است. معیار تست بریدگی، تعداد مناسـب عامل‌ها را بر مبنایی تعیین می‌کند که هنوز میزان واریانس خاص بر واریانس مشترک غلبه نکرده است. بنابراین، تا زمانی که مقدار واریانس مشـترک بیشـتر از مقدار واریانس خاص باشد، عامل‌های فوق به‌عنوان عامل‌های معنی‌دار استخراج و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند. (کلانتری، ۱۳۹۱: ۳۰۶- ۳۰۵)

● **چرخـش عاملی**: چرخش عاملی را می‌تـوان در دو نوع متعامد یا متمایل انجام داد. (Miller et al., 2002: 179)

انتخـاب اینکه چرخش عامل‌ها به‌صـورت متعامد یا متمایل باشد، باید براساس نیازهای خاصی که در مسئلهٔ تحقیق وجود دارد انجام گیرد. پاسخ متعامد به این معناست که عوامل حاصل از تحلیل عاملی با یکدیگر هم‌بستگی ندارند. پاسخ متعامد تنها وقتی مطلوب اسـت که به دنبال مجموعـه‌ای از عوامل خالص باشـیم؛ یعنی عواملی که هر یک سـازه‌ای را می‌سـنجند و با سازه‌های اندازه‌گیری شده توسط عوامل دیگر هم‌پوشی ندارند. در برخـی موقعیت‌ها مطلوب اسـت تحلیل عاملی را با پاسـخ متمایـل انجـام داد. به این معنی که عوامـل حاصل با یکدیگر هم‌بسـتگی داشته باشند. برای مثال، تحلیل عاملی آزمون‌های توانایـی هوش ممکن اسـت عواملی از قبیـل توانایی کلامی، توانایی ریاضی، توانایی استدلال منطقی، توانایی گوش دادن به دیگران و غیره را به‌دسـت دهد. این عوامل احتمالاً تا حدی با یکدیگر هم‌بسـتگی دارند؛ زیرا بخشی از هر کدام از این عوامل سـازهٔ زیربنایی، هوش عمومی را می‌سـنجد. (گال و همکاران، ۱۳۹۰: ۷۷۹)

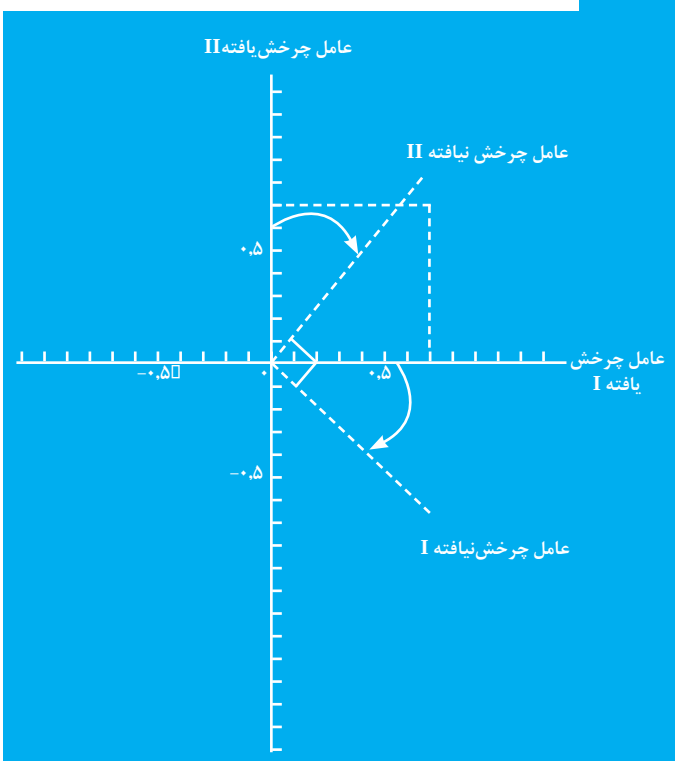
به دیگر سـخن، اگر هدف تحقیـق تلخیص تعداد متغیرهای اصلی بدون توجه به اینکه نتایج عامل‌های اسـتخراج شـده تا چـه حد معنی‌دار خواهد بود، انجـام گیرد، در این‌صورت روش متعامد انتخابی مناسب خواهد بود. همچنین، اگر محقق بخواهد از طریـق تلخیص تعداد زیادی متغیر بـه مجموعهٔ کوچکی از متغیرهـای غیرهم‌بسـته بـرای تحلیل‌های بعـدی از طریق رگرسیون و سایر روش‌های پیش‌بینی دست یابد، در این‌صورت نیز روش متعامد، تکنیک مناسـبی خواهد بود. در حالی‌که اگر هدف نهایی از تحلیل عاملی، دستیابی به عواملی باشد که از نظر تئوریکی معنی‌دارند، روش متمایل، مناسب‌ترین تکنیک خواهد بود. (کلانتری، ۱۳۹۱: ۲۹۰)

به‌طـور خلاصه، مـدل عاملی متعامـد از نظر ریاضی سـاده اسـت، در حالی‌کـه مدل عاملی متمایل قابل تعدیل و بیشـتر واقع‌گراست، زیرا از نظر تئوریکی این فرضیه پذیرفته نیست که ابعاد و عامل‌های مورد نظر با هم مرتبط نباشند.

ماتریس عاملی چرخش‌نیافته، هدف تلخیص داده‌ها را تحقق می‌بخشـد، اما محقق باید سـؤال کند که آیـا ماتریس عاملی چرخش‌نیافته اطلاعات لازم را برای تفسیر و تحلیل متغیرهای مورد مطالعه ارائه می‌دهد یا خیر. در بسیاری از موارد، پاسخ این سـؤال منفی اسـت. بنابراین دلیل اصلی برای چرخش داده‌ها، دسـتیابی به ماتریس عاملی ساده و از نظر تئوریکی معنی‌دارتر و قابل تفسـیرتر است. در بسـیاری از موارد، چرخش عاملی از حضـور برخی از متغیرهـا که هم‌زمان در بسـیاری از عامل‌ها حضور می‌یابند، جلوگیری می‌کند.

ماتریـس عاملی چرخش‌نیافته در برخی موارد ممکن اسـت الگـوی معنـی‌داری از متغیرها ارائـه دهـد و در برخی مواقع نیز ممکن اسـت چنین الگویی به‌دسـت نیایـد. اگر عامل‌های دوران‌نیافته، الگوی قابل تفسیری از متغیرها ارائه دهند، ممکن اسـت محقق از چرخش عاملی صرف نظر کنـد. اما از آنجا که تعیین این موضوع کـه آیا عامل‌های چرخش‌نیافته معنی‌دارتر هستند یا عامل‌های چرخش‌یافته، مستلزم محاسبهٔ عامل‌های چرخش‌یافته است، بنابراین به‌طور عمومی لازم است در فرایند تحلیل عاملی، ماتریس عاملی دوران‌یافته نیز محاسبه شود.

ماتریس عاملی دوران‌نیافته، عامل‌ها را به‌ترتیب اهمیت آن‌ها اسـتخراج می‌کند. بنابراین، اولین عامـل به یک عامل عمومی گرایش دارد که معمولاً اکثر بارهای عاملی آن معنی‌دار هستند و این عامل بیشـترین میزان واریانـس را تبیین می‌کند. عامل دوم و عامل‌های بعدی براساس مقدار واریانس باقی‌مانده انجام



نمودار چرخش عاملی به روش وریماکس

می‌گیرد که هر یک از آن‌ها سهم کمتری از واریانس را تبیین می‌کنند. اثر نهایی چرخش دادن ماتریس عاملی، توزیع مجدد واریانس از عامل‌های اولی به عامل‌های بعدی برای دستیابی به الگوی عاملی ساده‌تر و معنی‌دارتر است.

زمانی‌که چرخش عاملی انجام می‌گیرد، مقادیر واریانس بین عامل‌های اول و عامل‌های بعدی مجدداً توزیع می‌شود. به‌همین دلیل اگرچه کل واریانس تبیین‌شده توسط عامل‌ها برای ماتریس دوران‌نیافته و ماتریس دوران‌یافته ثابت باقی می‌ماند، اما واریانس تبیین‌شده توسط تک‌تک عامل‌ها (یعنی مقادیر خاص) به‌دلیل توزیع مجدد واریانس بین عامل‌ها تغییر می‌یابد. این موضوع از طریق مقایسهٔ مقادیر خاص هر یک از عامل‌ها در ماتریس دوران‌نیافته با مقادیر خاص هر یک از عامل‌ها در ماتریس دوران‌یافته کاملاً مشخص است. (همان: ۲۹۷)

یکی از روش‌های چرخش عاملی روش «واریماکس»[۷] است. این روش به‌دنبال مختصر کردن و ساده‌سازی ستون‌های ماتریس عاملی و حداکثر کردن مجموع واریانس بارهای ماتریس عاملی است. ثابت شده است که روش واریماکس موفق‌تر از سایر روش‌های چرخش عاملی است. (مانلی، ۱۳۸۸: ۱۳۶)

ویژگی‌های تکنیک تحلیل عاملی

قوی‌ترین دلیل که باعث می‌شود تکنیک تحلیل عاملی در تحلیل داده‌های علوم اجتماعی و روان‌شناسی بسیار کارامد باشد، خصوصیات ریاضی خاصی است که مختص مؤلفه‌های اصلی است؛ یعنی از لحاظ ریاضی کامل‌اند و به راه‌حل واحدی دربارهٔ مسئلهٔ عاملی می‌انجامد. سایر دلایل عبارت‌اند از:

۱ مؤلفه‌های اصلی به‌ترتیب نسبتی از واریانسی که تبیین می‌کنند، پدیدار می‌شوند. هیچ‌یک از روش‌های دیگر استخراج عوامل، عامل‌هایی را به‌دست نمی‌دهند که در هر مرحله از استخراج، در مقایسه با مؤلفه‌ها، واریانس بیشتری را تبیین کنند.

۲ مقدار واریانس تبیین‌شده به‌وسیلهٔ مؤلفه (مجموع مجذورات بارهای عاملی)، برابر با ارزش ویژهٔ آن مؤلفه است. با تقسیم ارزش ویژه بر تعداد متغیرها، نسبت واریانس تبیین‌شده به‌وسیلهٔ آن مؤلفه به‌دست می‌آید.

۳ ارزش‌های ویژه باید صفر یا مثبت باشند. اگر چنین نباشد، احتمالاً در ماتریس هم‌بستگی ناهمسانی یا خطایی وجود دارد.

۴ تعداد ارزش‌های ویژهٔ مثبت، بیانگر تعداد مؤلفه‌های لازم برای تبیین واریانس ماتریس هم‌بستگی است. با وجود این، اگرچه چند مؤلفهٔ آخر سهم بسیار ناچیزی در تبیین واریانس دارند، در تحلیل مؤلفه‌های اصلی، به تعداد متغیرها مؤلفه وجود دارد.

۵ مجموع ارزش‌های ویژه، مساوی با مجموع عناصر قطری ماتریس است. بنابراین در تحلیل مؤلفه‌های اصلی، مجموع ارزش‌های ویژه مساوی با تعداد متغیرهاست. این امر به ما امکان می‌دهد نسبت واریانس تبیین‌شده به‌وسیلهٔ یک عامل یا گروهی از عامل‌ها را محاسبه کنیم.

۶ مؤلفه‌های اصلی، ترکیبات خطی ناهم‌بسته (متعامد) از نمرات واقعی هستند.

۷ در بیشتر موارد، اولین مؤلفهٔ اصلی در مقایسه با مؤلفه‌های دیگر، واریانس بیشتری را تبیین می‌کند.

۸ اگر بیشتر هم‌بستگی‌های ماتریس هم‌بستگی مثبت باشند، اولین مؤلفهٔ اصلی روی بیشتر متغیرها بار عاملی مثبت و بالا خواهد داشت. بنابراین مؤلفهٔ اول را «عامل کلی»[۸] می‌نامند. از این نظر روا نیست که از آن به‌عنوان مدرکی دال بر وجود یک عامل کلی استفاده شود.

۹ عامل‌های بعدی معمولاً «دوقطبی»[۹] و دارای بارهای منفی و مثبت هستند.

۱۰ تحلیل‌های مؤلفه‌های اصلی، در نتیجهٔ جبر محاسباتش، یک عامل کلی اختیاری به همراه عوامل دوقطبی به‌دست می‌دهد. این موضوع تفسیر نتایج را با مشکل مواجه می‌کند. مشکل مزبور فقط به عامل کلی مربوط نمی‌شود، بلکه عامل‌هایی که دارای بارهای مثبت و منفی متعدد هستند نیز مشکلاتی را در تفسیر به‌وجود می‌آورند. به‌همین دلیل، روش‌هایی برای خلاصه‌سازی تحلیل‌های مؤلفهٔ اصلی بیان شده‌اند. این کار از طریق چرخش عوامل صورت می‌گیرد. (کلاین، ۱۳۸۰: ۵۴- ۵۳)

مشهورترین ملاک برای خوبی یک ساختار عاملی، ملاک مشهور ساختار سادهٔ **ترستون** است. طبق ملاک ساختار سادهٔ ترستون پنج اصل باید رعایت شود:

- هر متغیر باید حداقل یک بار عاملی غیر صفر داشته باشد.
- هر عامل فقط باید با چند متغیر هم‌بستگی بالا داشته باشد (منظور از هم‌بستگی همان بار عاملی متغیر روی عامل است) و بار عاملی بقیهٔ متغیرها روی این عامل باید اساساً صفر باشد (سرمد و دیگران، ۱۳۸۷: ۲۷۳)
- هر متغیر فقط باید روی یک عامل بار عاملی بالایی داشته باشد. اغلب شیوه‌های چرخش با توجه به این ملاک طرح‌ریزی شده‌اند.
- هر ردیف ماتریس عاملی باید حداقل یک وزن نزدیک به صفر داشته باشد.
- برای هر ستون ماتریس عاملی باید حداقل به تعداد عامل‌ها، متغیرهایی با وزن‌های صفر یا نزدیک به صفر موجود باشد.
- وقتی چهار عامل یا بیشتر موجود است، نسبت بزرگی از متغیرها باید روی هر جفت از عامل‌ها وزن ناچیز (نزدیک به صفر) داشته باشد.

تحلیل عاملی تکنیک کاهش‌دهندهٔ داده‌هاست و به محقق کمک می‌کند تا حجم زیادی از داده‌هایی را که مربوط به ابعاد مختلفی از رفتارهای انسانی هستند، به تعدادی عامل تقلیل دهد. هر کدام از این عامل‌ها مشتمل بر متغیرهایی هستند که با هم اشتراک معنایی و قرابت موضوعی دارند. همین ویژگی راهنمای عمل محقق برای نام‌گذاری عامل‌هاست

- برای هر جفت عامل‌ها (ستون‌ها)ی ماتریس عاملی، فقط معدودی از متغیرها باید دارای وزن قابل ملاحظه (غیر صفر) در هر دو ستون باشند. این اصول متغیرهای ناب طلب می‌کنند. پس چرخش دادن برای دستیابی به ساختار ساده، راهی نسبتاً عینی برای دست‌یافتن به سادگی متغیر یا کاهش پیچیدگی متغیر است. (Miller et al., 2002: 180)

انتقادات وارده بر تحلیل عاملی

- تعداد عامل‌هایی که می‌توان از یک ماتریس هم‌بستگی استخراج کرد، نامشخص است.
- روشن نیست عامل‌ها را چگونه می‌توان چرخش داد.
- نمی‌دانیم چه کمیت‌هایی را باید بیش از عاملی کردن در قطر ماتریس R قرار دارد.
- تحلیلگران عاملی چندین آزمون را با هم به ماشین آمار می‌دهند و عامل‌هایی دریافت می‌کنند که از لحاظ روان‌شناسی و جامعه‌شناسی معانی اندکی دارند.
- عامل‌های مزبور متوسط‌هایی هستند که جز با آنچه در ذهن تحلیلگر عاملی است، با هیچ حقیقت روان‌شناسی، به‌ویژه روان‌شناسی فرد، منطبق نیستند.
- نمی‌توان از یک تحلیل عاملی چیزی بیش از آنچه در آن ریخته شده است، به‌دست آورد.
- تحلیلگران عاملی معمولاً در تعیین مهم‌ترین علامت‌های یک حوزه با هم اختلاف نظر دارند.
- تکرار تحلیل‌های عاملی دشوار است. (نظری و مختاری، ۱۳۸۸: ۳۲)

بر همین اساس به دلایل زیر ممکن است نتایج حاصل از تحلیل عاملی به‌راحتی تفسیر نشوند:

۱ متغیرها یا مقیاس‌ها ممکن است شاخص‌های ضعیفی برای انعکاس ساختار یا ساختارها باشند.

۲ ممکن است تعداد متغیرها یا مقیاس‌ها برای نشان دادن هر بعد اساسی خیلی کم باشد.

۳ متغیرها یا مقیاس‌ها ممکن است چنان پیچیده تعیین شده باشند که تابعی از عامل‌های چندگانه باشند.

ضمناً از تحلیل عاملی می‌توان برای تعیین متغیرها یا مقیاس‌هایی که باید از اندازه‌گیری کنار گذاشته یا به آن اضافه شوند، استفاده کرد. نتایج تحلیل عاملی را نباید به‌تنهایی برای تصمیم‌گیری در این موارد به‌کار برد بلکه این نتایج در کنار سایر اطلاعات مربوط به ساختار یا ساختارها که متغیرها یا مقیاس‌ها باید آن‌ها را ارزیابی کنند، قابل استفاده است. (زرگر، ۱۳۸٤: ٤۱۳)

نتیجه‌گیری

تحلیل عاملی از جمله روش‌های آماری چندمتغیره‌ای است که در آن، متغیرهای مستقل و وابسته مطرح نیست. این روش جزو تکنیک‌هایی است که در آن‌ها تمامی متغیرها نسبت به‌هم وابسته لحاظ می‌شوند. هدف از تحلیل عاملی آن است که تعداد زیادی متغیر در چند عامل خلاصه شوند. به‌عبارت دیگر، هدف اصلی تحلیل عاملی خلاصه کردن داده‌هاست، به‌نحوی که در این فرایند کمترین میزان گم شدن اطلاعات وجود داشته باشد.

تحلیل عاملی تکنیک کاهش‌دهندهٔ داده‌هاست و به محقق کمک می‌کند تا حجم زیادی از داده‌هایی را که مربوط به ابعاد مختلفی از رفتارهای انسانی هستند، به تعدادی عامل تقلیل دهد. هر کدام از این عامل‌ها مشتمل بر متغیرهایی هستند که با هم اشتراک معنایی و قرابت موضوعی دارند. همین ویژگی راهنمای عمل محقق برای نام‌گذاری عامل‌هاست. به‌طور کلی، تحلیل عاملی یکی از نیرومندترین ابزارهایی است که تاکنون برای مطالعهٔ زمینه‌های پیچیدهٔ موضوعات علمی و رفتاری تدوین شده است و در واقع یکی از ابداعات خلاق در زمان خود محسوب می‌شود که همچنان در عرصه‌های گوناگون کاربرد دارد.

پی‌نوشت‌ها

1. Multicollinearity 2. Singularity 3. Bartlett Test
4. Kaiser- Meyer- olkin 5. Cattel·s scree test
6. Specific Variance 7. Varimax 8. General factor
9. Bipolar

منابع

۱. دواس، دی، ای. **پیمایش در تحقیقات اجتماعی**. ترجمهٔ هوشنگ نایینی. نشر نی. تهران. ۱۳۷٦.

۲. زارع‌چاهوکی، م. **روش‌های تحلیل چندمتغیره در نرم‌افزار SPSS**. دانشکدهٔ منابع طبیعی. تهران. ۱۳۸۹.

۳. زرگر، م. **راهنمای جامع SPSS۱۳**. انتشارات بهینه. تهران. ۱۳۸۳.

٤. سرمد، ز؛ بازرگان، ع؛ حجازی، ا. **روش‌های تحقیق در علوم رفتاری**. انتشارات آگه. تهران. ۱۳۸۳.

٥. کلانتری، خ. **پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی و اقتصادی**. انتشارات فرهنگ صبا. تهران. ۱۳۹۱.

٦. کلاین، پ. **راهنمای آسان تحلیل عاملی**. ترجمهٔ اصغر مینایی. انتشارات سمت. تهران. ۱۳۸۰.

۷. گال، ام.، بورگ، و. و گال، ج. **روش‌های تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روان‌شناسی**. ترجمهٔ احمدرضا نصر و همکاران. انتشارات سمت. تهران. ۱۳۹۰.

۸. مانلی، بی، اف، جی؛ **آشنایی با روش‌های آماری چندمتغیره**. ترجمهٔ محمد مقدم، سیدابوالقاسم محمدی و مصطفی آقایی، انتشارات پریور. تبریز. ۱۳۸۸.

۹. نظری، ج. و مختاری، م. «تحلیل عاملی و کاربرد آن در علوم اجتماعی». مجلهٔ کتاب ماه علوم اجتماعی. شمارهٔ ۱٤.

10. Miller, R. L., Acton, C., Fullerton, D. A. and Maltby, J. (2002). SPSS for Social Scientists. Palgrave Macmillan, New York.

11. Brown, T. A. (2006). Confirmatory Factor Analysis for Applied Research. Guilford Press, New York.