

تحلیل عاملی (۲)

دکتر اسماعیل بیابانگرد
عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی

یک مقیاس استفاده کنید اما تحلیل عاملی (FA) را می‌توانید برای هنجاریابی یک مقیاس مورد استفاده قرار دهید دلیل این امر نیز این است که PCA، کل واریانس را در ماتریس همبستگی مطالعه شما تبیین می‌کند در حالی که FA از طریق برآورد همه داشت‌ها، برای مقیاس‌هایی که قصد تعمیم آنها را به جامعه دارید، مناسب‌تر است.

انتخاب عامل‌ها

زمانی که فرآیند تکرار کامل می‌شود، باید عامل‌ها را به منظور تحلیل ساده‌تر آنها، چرخش^۱ دهیم. چرخش، فرآیند پیچیده‌ای است بنابراین برای اینکه ساده‌تر صورت گیرد باید ابتدا تعداد عامل‌هایی را که چرخش می‌یابند مشخص کنیم. دو روش از رایج‌ترین روش‌های انتخاب عامل‌ها، معیار کیزر^۲ و آزمون سنگ‌ریزه^۳ کتل است.

معیار کیزر

فرآیند تکرار به ما می‌گوید که چه مقدار از واریانس توسط هر عامل تبیین می‌شود. این مقدار با استفاده از مقدار ویژه (λ) بیان می‌شود جذر مقدار ویژه یک عامل نشان می‌دهد که چه مقدار از واریانس ماتریس همبستگی توسط آن عامل خاص تبیین می‌شود. بنابراین، این مقادیر برای تشخیص عامل‌های مهم، مفید هستند.

داشت‌ها، سعی می‌شود خطای واریانس از واریانس خاص (مقداری که تنها با خود متغیر تبیین می‌شود) جدا شود. این امر با قرار دادن برآورد همه داشت‌ها به جای اعداد ۱ در قطر ماتریس همبستگی انجام می‌گیرد این همه داشت‌ها می‌توانند حاصل مجذور همبستگی چندگانه هر متغیر با متغیرهای دیگر یا ضرایب آلفا باشند (در صورتی که متغیرها آزمون باشند). در نتیجه فرآیند تکرار پیچیده‌تر می‌شود.

در تحلیل عاملی مبتنی بر حداقل (کمینه) باقی‌مانده‌ها^۴، تمامی همه داشت‌ها حذف می‌شود اما این امر برای فرآیند تکرار مشکلاتی به وجود می‌آورد. در حالتی که هیچ محدودیتی در مورد تعداد عاملی‌هایی که استخراج می‌شوند وجود ندارد، فرآیند تکرار تا بی‌نهایت می‌تواند ادامه یابد مگر آنکه ماتریس دارای ساختار عاملی کاملاً مشخصی باشد.

به این ترتیب پژوهشگر باید از چه روشی استفاده کند؟ پاسخ دادن به این پرسش کار آسانی نیست. متخصصان حیطه تحلیل عاملی و مؤلفه‌های اصلی، براساس علایق خود یک روش را برمی‌گزینند و بر آن تأکید می‌کنند. برای فرد عادی، بسیاری از این روش‌ها، بویژه با مجموعه داده‌های بزرگ، راه‌حل‌های مشابهی به دست می‌دهند. شما می‌توانید از PCA در مورد پژوهش‌های موردی از قبیل ارزیابی اولیه

اشاره:

پیرو سلسله مقالاتی در زمینه آشنایی با روش تحقیق در شماره قبل انواع روش‌های تحلیل عاملی و مراحل تحلیل مؤلفه‌های اصلی توضیح داده شد. در این شماره به شرح اشکال دیگر تحقیق عاملی اکتشافی می‌پردازیم.

شکل‌های دیگر تحلیل عاملی اکتشافی

تفاوت اصلی تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) با سایر روش‌های تحلیل عاملی به مقادیر قطری ماتریس همبستگی ارتباط دارد که در اصطلاح به آنها همه داشت^۱ می‌گویند. در PCA، همه داشت‌ها برابر با ۱ و نشان دهنده همبستگی کامل و مثبت متغیرها با خودشان هستند البته می‌دانیم که در زندگی واقعی، به سختی چنین چیزی روی می‌دهد. گاهی اوقات می‌توان آزمونی را پایا در نظر گرفت در حالی که آلفای کرونباخ آن کمتر از ۰/۸ است. بسیاری از متغیرها مقادیر آلفای کمتر از ۰/۸ دارند، با وجود این هنوز در تحلیل عاملی وارد می‌شوند. این امر مقدار زیادی خطای عدم احتساب واریانس برجای می‌گذارد.

در تحلیل عاملی مبتنی بر مؤلفه‌های اصلی^۲ و تحلیل عاملی مبتنی بر همه

- 1- Communalities
- 2- Principal
- 3- Minimum residual factor

- analysis
- 4- Rotation
- 5- Kaiser

- 6- Scree
- 7- Cattel



معیار کیزر (۱۹۶۰) به ما می‌گوید که تنها عامل‌های دارای مقدار ویژه بیشتر از ۱ را برای چرخش انتخاب کنیم. بنابراین یک ماتریس ۲۰ متغیری، ۴ تا ۷ عامل با $\lambda > 1$ را ارائه می‌دهد (تاباچینک و فیدل^۱، ۲۰۰۱).

در عمل، معیار کیزر پایین‌ترین حد را برای تعداد عامل‌ها مشخص می‌کند: هرگز نباید عامل‌هایی با مقادیر $\lambda < 1$ را برای چرخش انتخاب کنیم. تعداد متغیرها بسیار حائز اهمیت است. با تعداد متغیرهای کم، این روش روشی مناسب برای انتخاب مجموعه‌ای از عامل‌های قابل قبول است. در مورد متغیرهای بیشتر (مانند یک آزمون ۴۰ گویه‌ای) ممکن است تعداد عامل‌های دارای $\lambda > 1$ بسیار زیاد باشد به نحوی که بسیاری از آنها در ناحیه $\lambda > 1 > 2$ قرار گیرند و ما نیاز به تمایز بیشتری داشته باشیم.

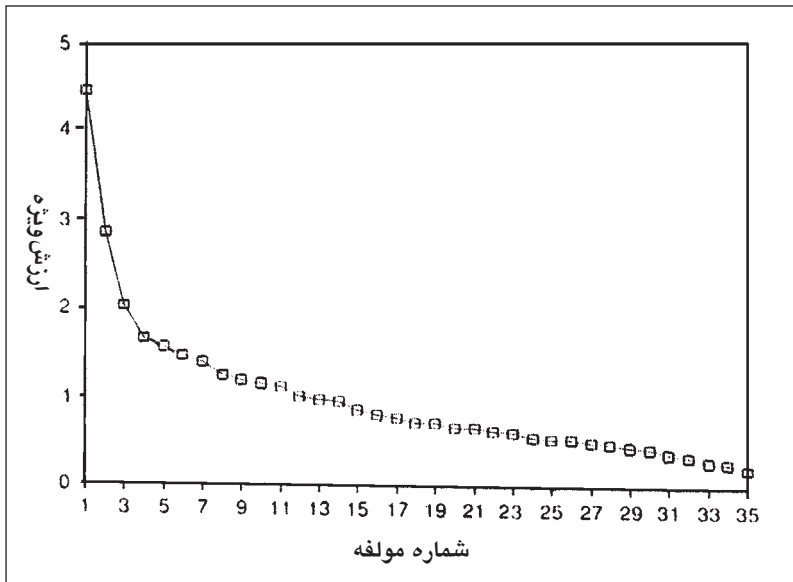
آزمون سنگ‌ریزه (Scree) کتل

آزمون سنگ‌ریزه کتل (۱۹۶۶)، روشی گرافیکی و بصری برای تصمیم‌گیری در مورد نقطه برش مناسب برای انتخاب تعداد عامل‌هاست (شکل ۲). در نمودار، بزرگ‌ترین مقدار ویژه را در نظر بگیرید (هر برنامه رایانه‌ای این کار را انجام می‌دهد) و بر روی خطی که ارزش‌های ویژه را به هم متصل می‌کند به دنبال شکستگی باشید. اگر این خط را مانند بازوی خم شده در نظر بگیرید، به این شکستگی، آرنج^۲ نیز می‌گویند. در شکل ۱ آرنج بین عامل‌های سوم و چهارم دیده می‌شود اما بین عامل‌های چهار و پنج وجود ندارد بنابراین ما سه عامل نخست را برای چرخش انتخاب می‌کنیم (یعنی سه عامل بالایی بازو).

هیچ روشی برای تمام موقعیت‌ها، کامل نیست. ممکن است ملاحظات دیگری را نیز از قبیل سؤالات یا نظریه پژوهش (به دلیل اینکه ساختار عاملی خاصی را پیش‌بینی کرده‌ایم) در تعیین تعداد عامل‌ها در نظر بگیریم برای مثال، ممکن است پرسشنامه‌ای را طراحی کرده باشیم که دارای پنج سازه زیربنایی است، بنابراین به طور مشخص نقطه برش سه عاملی برای این امر کافی نیست (به جز این، آزمون سنگ‌ریزه برای نشان دادن سهم عوامل مختلف نیز به کار می‌رود). شاخص دیگر، مرتبط با مقدار واریانس است که می‌خواهیم با راه‌حل ما تبیین شود برای مثال اگر بگوییم ۷۵ درصد، تعداد عامل‌هایی را که درصد تراکمی واریانس آنها ۷۵ می‌شود انتخاب می‌کنیم.

ماتریس‌ها بود اما بخش دوم یا بر پایه جبر یا بر پایه هندسه انجام می‌شود. تحلیل‌گران عاملی اولیه مانند ترستون^۳ (۱۹۴۷) این کار را در طول شب و با استفاده از ابزارهای مختلف انجام می‌دادند اما امروزه می‌توانیم این کار را با یک کلیک موس انجام دهیم.

اساساً در چرخش یک راه‌حل، راه‌حل مد نظر باید در حالات هندسی مختلف قرار گیرد. در مورد دو عامل، این کار به نسبت آسان است و ما می‌توانیم به آسانی با گردش محورها حول یک زاویه خاص این کار را انجام دهیم (شکل ۲). زمانی که عامل‌های ۱ و ۲ چرخش داده شدند، متغیرهای A و B دارای بارهای عاملی جدیدی می‌شوند. با اضافه شدن عوامل جدید به این نمودار، راه‌حل پیچیده‌تر می‌شود زیرا محورها نمودار سه بعدی می‌شود و در نتیجه تعداد



چرخش عامل

راه‌حل‌های ممکن افزایش می‌یابد. در هر موقعیت جدید، بارهای عاملی تغییر خواهند کرد اما هنوز همان واریانس را تبیین می‌کنند. بنابراین بارهای عاملی دارای مقادیر نسبی^۴ هستند.

زمانی که در مورد تعداد عامل‌ها، تصمیم‌گیری کردیم، بارهای عاملی خود را در معرض فرایند چرخش قرار می‌دهیم. نخستین بخش تحلیل مبتنی بر جبر

1- Tabachenic & Fiedel
2- Elbow

3- Thurston
4- Relative



انواع مختلف چرخش

چرخش متعامد

چرخش متعامد^۲ عامل‌ها را در زاویه قائم نسبت به یکدیگر قرار می‌دهد یعنی این عامل‌ها فاقد همبستگی هستند و بنابراین این نوع از چرخش زمانی انتخاب می‌شود که شما معتقدید عامل‌ها با هم همبستگی ندارند. در بسیاری از تحلیل‌های عاملی، از قبیل مطالعات آزمون‌های شخصیت، بعید است عامل‌ها با هم همبستگی نداشته باشند. در حال حاضر رایج‌ترین نرم‌افزار چرخش متعامد، برنامه واریماکس^۳ است که در بیشتر نرم‌افزارهای آماری وجود دارد.

چرخش مایل (اریب)^۴

این روش پیچیده‌تر است زیرا در این حالت عامل‌ها می‌توانند در فضایی سه بعدی هر حالتی را داشته باشند. به دلایلی که در بالا ذکر شد این روش در تحقیقات روان‌شناختی مناسب‌تر است زیرا ما معمولاً انتظار داریم درجه‌ای از همپوشی یا همبستگی بین عامل‌ها وجود داشته باشد. در نتیجه، بسته‌های نرم‌افزاری متفاوتی در این زمینه وجود دارد. کار با برخی از این نرم‌افزارها به نسبت دشوار و پیچیده است (مانند نرم‌افزارهای Maxplan و Rotoplot). شاید رایج‌ترین آنها برنامه ابلیمین مستقیم^۵ باشد.

۱				
۰/۵			اجتماعی شناختی تحویلی	
مولفه دوم				
۰/۵			آمار	
۱				
	۱	۰/۵	مولفه اول	۰/۵

شکل ۲: چرخش عامل‌ها در فضای دو بعدی

به عنوان یک فرمول جبری به وجود آمده است، به دست می‌آید چرخش، زمانی متوقف می‌شود که ساده‌ترین راه‌حل پیدا می‌شود یعنی زمانی که کمترین تعداد از متغیرها روی عامل‌های انتخاب شده قرار می‌گیرند. در واقع این بدین معنی است که متغیرهای مختلف بر عامل‌های متفاوت قرار می‌گیرند و اشتراک^۱ ناچیزی وجود دارد.

هدف کلی چرخش عامل‌ها، دست یافتن به راه‌حل آسان‌تر نسبت به راه‌حلی است که در تکرار (مرحله اول) به دست آمده است هدف نهایی نیز ارائه ساختاری ساده‌تر است. به منظور دستیابی به این ساختار ساده، هندسه‌دانان باید عامل‌های چرخش داده شده را در تعداد بی‌نهایت وضعیت دیگر قرار دهند. با وجود این امروزه، این نتایج از طریق تعدادی از معیارهایی که در بسته‌های رایانه‌ای مختلف

در تحلیل عاملی مبتنی بر حداقل (کمینه) باقی مانده‌ها، تمامی همه داشت‌ها حذف می‌شود اما این امر برای فرآیند تکرار مشکلاتی به وجود می‌آورد. در حالتی که هیچ محدودیتی در مورد تعداد عاملی‌هایی که استخراج می‌شوند وجود ندارد، فرآیند تکرار تا بی‌نهایت می‌تواند ادامه یابد مگر آنکه ماتریس دارای ساختار عاملی کاملاً مشخصی باشد

1- Crossover
2- Orthogonal
3- Varimax

4- Oblique
5- Direct oblimin