تحلیل عاملی و کاربرد آن در علوم اجتماعی

جواد نظری/ کارشناس ارشد جامعه شناسی دانشگاه اصفهان
مرضیه مختاری/ کارشناس ارشد جامعه شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهاقان

چکیده

تحلیل عاملی متشکل از تعدادی فنون آماری است که هدف آن ساده کردن مجموعه‌های پیچیده‌ی داده‌ها و پی بردن به متغیرهای زیربنایی یک پدیده است. آن را به سبب نیرومندی و ظرافت و نزدیکی به هسته‌ی هدف علمی می‌توان ملکه‌ی روش‌های تحلیل دانست. استفاده از آن تعداد آزمون‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری را تا حد زیادی ساده می‌کند و در حقیقت به ما می‌گوید که کدام آزمون‌ها یا وسایل اندازه‌گیری به یکدیگر تعلق دارند و کدامیک در واقع چیز واحدی را اندازه می‌گیرند یا این‌که تا چه اندازه آن را اندازه‌گیری می‌کنند. بدین ترتیب متغیرهایی را که محقق باید با آنها کنار بیاید کاهش میدهد. داده–های اولیه برای تحلیل عاملی، ماتریس همبستگی بین متغیرها است و همچنین تحلیل عاملی، متغیر های وابسته‌ی از قبل تعیین شده‌ای ندارد. لذا سؤال مهم این‌که با تحلیل عاملی چه کارهایی را می‌توان انجام داد و این تکنیک در علوم اجتماعی چگونه می‌تواند سودمند واقع شود؟ برای پاسخ به این سؤال باید تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی را مورد توجه قرار داد. علاوه بر کاربرد آن در علوم اجتماعی، موارد استفاده از آن را به دو دسته‌ی کلی تقسیم می‌کنند: الف) مقاصد اکتشافی ب) مقاصد تأییدی. در مقاصد اکتشافی، هدف پیدا کردن متغیرهای مکنون یا سازه‌های یک مجموعه متغیر اندازه‌گیری شده است؛ با توجه به این مورد که هدف آن تلخیص مجموعه‌ای از داده‌ها می‌باشد، از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (principal component analysis) استفاده می‌شود. در تحلیل‌های عاملی تأییدی، که هدف پژوهشگر تأیید ساختار عاملی ویژه‌ای می‌باشد، درباره‌ی تعداد عامل‌ها به طور آشکارا فرضیه‌ای بیان می‌شود و برازش ساختار عاملی مورد نظر در فرضیه با ساختار کواریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده، مورد آزمون قرار می‌گیرد. در این مقاله قصد اصلی آشنا کردن خواننده با فرآیند تحلیل عاملی و بیان کاربردهای آن در علوم اجتماعی است.

کلید واژه‌ها: ضریب همبستگی، عامل (factor) ، بارهای عاملی، مؤلفه، مقاصد تأییدی، مقاصد اکتشافی، تحلیل عامل مشترک، تحلیل عامل اصلی، ماتریس همبستگی، سازه.

۱.مقدمه

تکنیک‌ها در روش تحقیق از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. محققان زیادی از جمله تورستون، لیکرت و... در این راستا زحمات زیادی کشیده‌اند. تحلیل عاملی از جمله تکنیک‌های قدرتمندی است که در علوم مختلف ـ خصوصاً علوم اجتماعی ـ کاربردهای مختلفی دارد (کلاین،۱۳۸۰ : ۱۳). این تکنیک نه تنها موجب صرفه‌جویی علمی می‌شود، بلکه محقق می‌تواند با استفاده از آن دست به شاخص‌سازی بزند (دواس، ۱۳۷۶ :۲۵۳) و مجموعه‌ی پیچیده‌ای از داده‌ها را به چند عامل تقلیل دهد(زرگر،۱۳۸۰ : ۴۳۳). این تکنیک دارای پیش‌فرض‌های مختلفی همچون نرمال بودن توزیع داده‌هاست که با رعایت آنها می‌توان نتایج دقیق–تری از آن به دست آورد (Hair,۱۹۹۹:۱۵۵–۱۵۶). برای انجام آن

باید در ابتدا مقاصد را مشخص کرد و سپس با یکی از روش‌های موجود در این تکنیک، به تحلیل پرداخت (سرمد و دیگران،۱۳۷۸ :۲۶۸).

۲.چیستی تحلیل عاملی

در علوم اجتماعی معمولاً از آن برای همبستگی‌های بین متغیرها استفاده می‌شود. استفاده از آن تعداد آزمون‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری را تا حد زیادی ساده می‌کند. در حقیقت به ما می‌گوید که کدام آزمون‌ها یا وسایل اندازه‌گیری به یکدیگر تعلق دارند و کدام‌ها در واقع چیز واحدی را اندازه می‌گیرند یا این‌که تا چه اندازه آن را اندازه‌گیری می‌کنند. بدین ترتیب متغیرهایی را که دانشمند باید با آنها کنار بیاید، کاهش میدهد (کلاین ، ۱۳۸۰ : ۸و۹). تکنیکی است برای شناسائی عواملی که به طور آماری معنی دارند و اختلاف مشترک میان اندازه‌گیری‌ها را توضیح می‌دهد. به عنوان یک تکنیک کاهش‌دهنده‌ی داده‌ها نام–گذاری شده است، زیرا تعداد زیادی از متغیرهای اندازه‌گیری شده‌ی همپوش (overlapping) را به مجموعه‌ی کوچکتری از عوامل کاهش می‌دهد (زرگر،۱۳۸۰ : ۴۳۳).

۳.کاربرد تحلیل عاملی

به منظور پی بردن به متغیرهای زیربنایی یک پدیده یا تلخیص مجموعه‌ای از داده‌ها، از روش تحلیل عاملی استفاده می‌شود. داده‌های اولیه برای تحلیل عاملی، ماتریس همبستگی بین متغیرها است. سؤال مهم این‌که با تحلیل عاملی چه کارهایی را می‌توان انجام داد و این فن در علوم اجتماعی چگونه می‌تواند سودمند واقع شود؟ برای پاسخ به این سؤال باید تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی را مورد توجه قرار داد (کلاین،۱۳۸۰ : ۱۳). تحلیل عاملی، متغیرهای وابسته‌ی از قبل تعیین شده‌ای ندارد و موارد استفاده این آزمون به دو دسته‌ی کلی قابل تقسیم است: الف) مقاصد اکتشافی ب) مقاصد تأییدی. در مقاصد اکتشافی هدف تلخیص مجموعه‌ای از داده‌ها و یا پیدا کردن متغیرهای مکنون یا سازه‌های یک مجموعه متغیر اندازه‌گیری شده است. برای نیل به این هدف از روش تحلیل عامل مشترک (common factor analysis) یا تحلیل مؤلفه‌های اصلی(principal component analysis) و با به کارگیری ماتریس همبستگی یا کواریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده استفاده می‌شود. از لحاظ نظری متغیرهای مکنون یا سازه‌ها علل زیربنایی متغیرهای اندازه‌گیری شده است. در توضیح تحلیل مؤلفه‌های اصلی باید گفت که در این موارد واریانس کل متغیرهای مشاهده شده تحلیل می‌گردد و ماتریس همبستگی متغیرهای اندازه‌گیری شده دارای قطر اصلی ۱ است . در حالی که در تحلیل عامل مشترک در قطر اصلی ماتریس همبستگی میزان اشتراک (واریانس مشترک متغیر اندازه‌گیری شده و متغیرهای مکنون) قرار می‌گیرد. وقتی میزان اشتراک به ۱ نزدیک باشد نتایج تمام روش‌های اکتشافی با نتایج مؤلفه‌های اصلی مشابه خواهد بود (سرمد و دیگران،۱۳۷۸ :۲۶۸). در مقاصد تأییدی، هدف پژوهشگر تأیید ساختار عاملی ویژه‌ای می‌باشد، درباره‌ی تعداد عامل‌ها به طور آشکارا فرضیه‌ای بیان می‌شود و برازش ساختار عاملی مورد نظر در فرضیه با ساختار کواریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده مورد آزمون قرار می‌گیرد. تحلیل عاملی را نیز بر حسب نمونه یا جامعه بودن آزمودنی‌ها و متغیرها به دو دسته‌ی توصیفی و استنباطی تقسیم می‌کنند (همان ، ۱۳۷۸ : ۲۶۹).

۴.هدف اصلی در تحلیل عامل

هدف اصلی بررسی این امر است که آیا براساس پاسخ افراد به پرسش‌های مورد نظر می‌توان معدودی عوامل عام‌تر را مشخص کرد که شالوده‌ی پاسخ افرادند یا نه (دواس، ۱۳۷۶ :۲۵۳). می‌توان به کمک تحلیل عاملی از طریق تقلیل داده‌ها، به تشخیص متغیرهای وابسته به هم نایل آمد و آنان را در مقیاس‌هایی ترکیب کرد(همان :۲۵۴).

۵.مفاهیم و اصطلاحات تحلیل عاملی

مفاهیم و اصطلاحاتی که برای تحلیل عاملی مورد نیاز است، مشتمل بر الف) مفاهیم واصطلاحات آماری میانگین، انحراف‌معیار، نمرات استاندارد، واریانس، همبستگی، معناداری، نمودارهای پراکندگی و... ب) مفاهیم و

اصطلاحات تحلیل عاملی که برای استفاده از تکنیک مطرح کردن آنها از ضرورت برخوردار می‌باشد.

اشتراک‌ها (commons): ورودی‌های آخرین ستون جدول ماتریس عاملی، اشتراک‌ها خوانده می‌شود. آنها مجموع مجذور وزن‌های عاملی یک آزمون بر روی متغیر هستند (کرلینجر،۱۳۸۲ : ۴۰۴).

بارهای عاملی: همبستگی یک متغیر با یک عامل را بار عاملی گویند (کلاین، ۱۳۸۰ : ۱۰). برخی از تحلیل‌گران عاملی در بعضی از مطالعات به بارهای عاملی کمتر از ۰/۳ یا حتی ۰/۴ اهمیت نمی‌دهند، زیرا با این وضعیت ما هرگز به ماتریس عاملی نمی‌رسیم؛ پس همیشه ماتریس عاملی را از ماتریس همبستگی تخمین می‌زنیم.

واریانس عامل مشترک: واریانسی که دو وسیله‌ی اندازه‌گیری یا بیشتر در آن شریک هستند.

واریانس اختصاصی(ویژه): واریانس، وسیله‌ی اندازه‌گیری است که با ابزار اندازه‌گیری دیگر اشتراک ندارد و واریانس خاص آن وسیله می‌باشد (کرلینجر،۱۳۸۲ :۴۰۶).

ارزش ویژه (eigen value): تغییر پذیری یک عامل را ارزش ویژه می‌دانند.

ضریب همبستگی: اندازه (شاخص) عددی درجه‌ی توافق میان دو مجموعه نمره است. این شاخص از ۱+ تا ۱- تغییر می‌کند ۱+ نشانگر توافق کامل، صفر بیانگر عدم رابطه و ۱- بیانگر عدم توافق کامل است.

ماده(item): یک کلمه یا عبارت کوتاه (موضوع‌ها یا مصداق‌های نگرش) مانند مذهب و حقوق مدنی و... می‌باشد.

عامل (factor): یک سازه و یک متغیر نهفته است که فرض می‌شود زیربنای آزمون‌ها، مقیاس‌ها، ماده‌ها(items) و در حقیقت تمامی انواع ابزارهای اندازه-گیری به شمار می‌رود. مثلاً هوش، شخصیت، استعداد، نگرش، حافظه و... حتی ملت‌ها و مردم نیز عاملی شده‌اند (کرلینجر،۱۳۸۲ : ۳۹۹). در تعریف دیگر می‌توان گفت: بعد یا سازه‌ای است که روابط بین مجموعه‌ای از متغیرها را به صورت خلاصه مطرح می‌کند که عملاً از روی یا به وسیله‌ی بارهای عاملی‌اش تعریف می‌شود (کلاین، ۱۳۸۰ : ۱۰).

عامل خالص: اگر آزمونی فقط یک عامل را اندازه بگیرد، گفته می‌شود که از لحاظ عاملی ناب یا خالص (pure) است و روی آن عامل بار یا وزن دارد یا از آن اشباع شده است (کرلینجر،۱۳۸۲: ۴۰۲). در واقع تا زمانی که ندانیم یک آزمون از لحاظ یک عامل خالص و یا چه مقدار از آن اشباع است، تحلیل عامل کامل نیست. اگر وسیله‌ی اندازه‌گیری به طور عاملی خالص نباشد، می‌خواهیم بدانیم چه عامل‌های دیگری در آن راه دارند. اگر آزمونی بیش از یک عامل را شامل شود از لحاظ عامل پیچیده محسوب می‌شود.

عامل دو قطبی: یعنی عاملی که از وزن‌های مثبت و منفی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است (همان :۴۰۷).

ساختار عاملی: هر آزمون (گویه) در یک عامل وزن زیادی دارد، ولی در دیگری ندارد. شاید این‌طور هم نباشد، ممکن است نقطه‌ی دیگری باشد که هردو عامل را اندازه بگیرد؛ یعنی آزمون روی هر دو عامل وزن دارد. این عامل یک عامل خالص نیست. البته ساختارهای عاملی به این روشنی و سادگی کمتر دیده می‌شوند. بیشتر مطالعات عاملی بیش از دو عامل یعنی چهار، پنج، نه و یا ده و بیشتر را گزارش می‌دهند (همان: ۴۰۹).

ماتریس همبستگی: مجموعه‌ای از ضرایب همبستگی بین تعدادی از متغیرهاست. این ماتریس دارای مشخصاتی است که عبارتند از:

۱- فرض بر این است که هر متغیر با خودش همبستگی کامل دارد و عناصری که در قطرهای (diagonals) ماتریس قرار می‌گیرند، در فهم و تفسیر تحلیل-های عاملی مهم هستند.

۲- زواید (redundancies) زیادی در ماتریس وجود دارد بدین معنا که هر فقره (مدخل، ورودی) (entry) دو بار در ماتریس ظاهر می‌شود.

۳- تحلیل عاملی برای ساده کردن چنین ماتریس‌هایی طراحی شده است.

۴- در یک ماتریس بزرگ می‌توان همبستگی‌ها را با تعداد اندکی عامل تبیین کرد (کلاین ، ۱۳۸۰ : ۸و۹).

۱،۵.لوازم ماتریس همبستگی برای تحلیل عاملی

۱ـ ترکیب ماتریس داده‌ها: اگر محققی بخواهد ابعاد مشترکی بین چند مقیاس پیدا کند، باید تمام اندازه‌ها روی نمونه‌ی واحدی به دست آمده باشد (سرمد و دیگران، ۱۳۷۸: ۲۶۹).

۲ ـ حجم نمونه: برای هر متغیر ۵ تا ۱۰ نمونه و به طور کلی در مجموع تا حداکثر ۳۰۰ نمونه توصیه شده است.

۳ ـ شاخص رابطه: معمول‌ترین شاخص رابطه ضریب همبستگی است (همبستگی پیرسون). مفروضه‌ی اصلی در محاسبه‌ی این ضریب همبستگی وجود یک توزیع دو متغیری نرمال است. چنانچه توزیع نمرات نرمال نباشد یا دامنه‌ی تغییرات آنها محدود باشد، عامل‌ها در تحلیل عاملی کمتر مشخص می‌شود. زمانی که رابطه‌ی متغیرها انحنایی باشد، این ضریب همبستگی نمی‌تواند برآورد دقیقی از رابطه‌ی دو متغیر به دست دهد. این حالت در مواردی که یکی یا هر دوی متغیرها به طور طبیعی اسمی دو ارزشی باشد، مانند مواردی که برای آنها ضریب همبستگی دو رشته‌ای نقطه‌ای یا فی محاسبه می‌شود، محسوس–تر است.

۴ ـ مستقل بودن اندازه‌گیری: هر نوع وابستگی متغیرها به یکدیگر سبب بالا رفتن همبستگی بین آنها می‌شود و سبب می‌شود که این متغیرها در عامل واحدی ظاهر شود. از جمله مواردی که این وابستگی صورت می‌گیرد، موقعی است که از نمرات زیر مقیاس‌ها و نمره‌ی کل مقیاس در تحلیل استفاده شود یا نمرات زیر مقیاس‌ها و یا نمره‌ی کل باید در تحلیل وارد شود. همچنین مقیاس‌هایی که در آنها بعضی از سؤالات یا ماده‌های آزمون مشترک است نیز وابستگی ایجاد می‌کند. (همان : ۲۷۰)

۲،۵. معنی‌داری ماتریس

ماتریس داده‌ها برای تحلیل عاملی باید حاوی اطلاعات معنی‌داری باشد. معنی‌داری اطلاعات موجود در یک ماتریس از طریق آزمون کای‌دو و بارتلت (bartlett) صورت می‌گیرد. معنی‌دار بودن این دو آزمون حداقل شرط لازم برای انجام دادن تحلیل عاملی است. در آزمون بارتلت فرض صفر این است که متغیرها فقط با خودشان همبستگی دارند و رد فرض صفر حاکی از آن است که ماتریس همبستگی دارای اطلاعات معنی‌داری است و حداقل شرایط لازم برای انجام دادن تحلیل عاملی وجود دارد. این آزمون را آزمون کرویت (sphericity) نیز می‌گویند (همان: ۲۷۱).

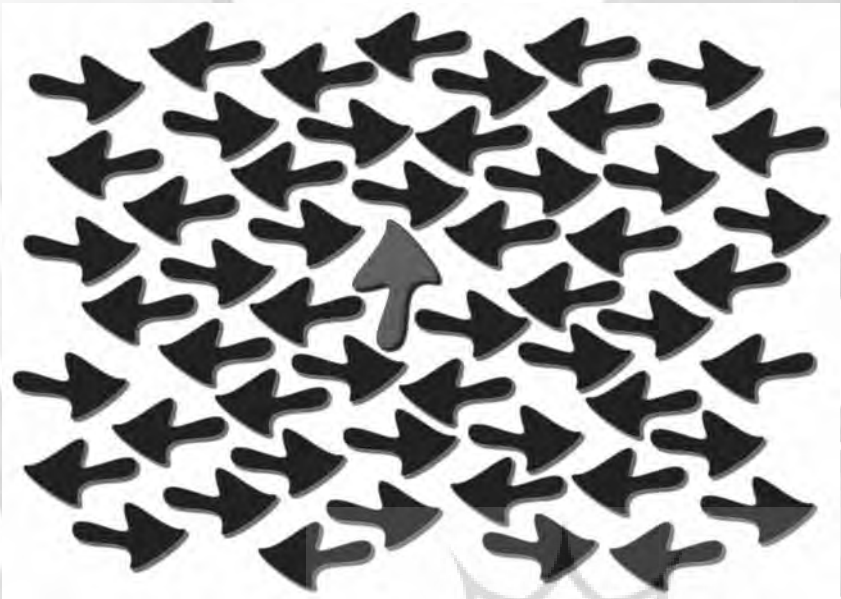
۱،۲،۵. روش تعیین مناسب بودن مجموعه‌ی متغیرها در ماتریس همبستگی جهت تحلیل عاملی

۱ ـ استفاده از آماره KMO که دامنه‌ی آن از ۰ تا ۱ است (شکل شماره‌ی ۱). چنانچه مقدار این آماره بیش از ۰/۷۰ باشد، همبستگی‌های موجود به طور کلی برای تحلیل عامل مناسب‌اند. اگر مقدار آن بین ۰/۵۰ تا ۰/۶۹ بود باید دقت زیادی به خرج داد و مقادیر کمتر از ۰/۵۰ بدان معناست که تحلیل عامل برای آن مجموعه از متغیرها مناسب نیست. حذف بعضی از متغیرها که با متغیرهای دیگر به اندازه‌ی کافی همبسته نیستند، می‌تواند مفید باشد و همچنین می‌توان اندازه‌های مشابه مقدار KMO را برای هر متغیر به دست آورد تا به تشخیص متغیرهای بی‌ربط و حذف آنها کمک کرد (دواس، ۱۳۷۶ :۲۵۶).

جدول شماره(۱): آزمون‌های kmo و بارتلت

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.642
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	84.006
	df	28
	Sig.	.000



۶.پیش فرض های تحلیل عاملی

متغیرهایی که در تحلیل عاملی مورد استفاده قرار می‌گیرند باید دارای شرایطی باشند که در ذیل بهترین شرایط متغیرها برای تحلیل عاملی معرفی شده‌اند که عبارتند از:

۱ـ حجم نمونه: حداقل ۵ مورد برای هر متغیر و براساس یک قاعده‌ی سرانگشتی: برای هر متغیر، ماده یا شاخص اندازه‌گیری ۱۰ آزمودنی داشته باشیم. نمونه‌ی ۱۰۰ موردی قابل قبول است، ولی بیش از۱۰۰ مورد مناسب است.

۲ ـ نرمال بودن: متغیرها دارای توزیع نرمال باشند.

۳ ـ خطی بودن متغیرها: خطی بودن مهم است زیرا تحلیل عاملی مبتنی بر همبستگی است و متغیرهای اندازه‌گیری شده، به صورت خطی با عامل‌ها ارتباط دارند و اگر چنین نباشد ممکن است راه‌حل معتبر نباشد.

۴ ـ دور افتاده‌ها در میان موردها: تحلیل عاملی به موردهای دور افتاده حساس است. این موارد نیاز است مشخص شوند یا از مجموعه داده‌ها حذف شوند.

۵ ـ دور افتاده‌ها در میان متغیرها: یک متغیر با مجذور ضریب همبستگی چندگانه‌ی پائین با دیگر متغیرها و همبستگی پائین با همه‌ی فاکتورهای مهم، دورافتاده محسوب می‌شود و این متغیر باید از لیست متغیرها حذف شود (Hair,۱۵۵:۱۹۹۹-۱۵۶).

۶ ـ کمی باشند، دامنه‌ی نمرات آنها بزرگ، دارای توزیع متقارن و تک‌نمایی (unimodally) باشند. (زرگر،۱۳۸۰ : ۴۳۳)

۷. ارتباط تحلیل عاملی با اندازه‌ی نمونه و اجرای مجدد

دو چیز که برای تحلیل عامل مطلوب و حتی ضروری است، نمونه‌های بزرگ و اجرای مجدد می‌باشد. قاعده‌ی کلی این است تا آنجا که امکان دارد از نمونه-های بزرگ استفاده کنید. مثل هر روال آماری، تحلیل عاملی از اندازه‌گیری و خطای نمونه‌گیری متأثر است و شناسایی معتبر عامل‌ها و وزن‌های عاملی به N های بزرگ نیاز دارند تا خطای واریانس را از بین ببرند (کرلینجر،۱۳۸۲ :۴۳۵). این مطلب به ویژه در مورد تحلیل ماده‌ها صادق است، زیرا پایایی همبستگی-های ماده‌ای معمولاً از همبستگی‌های درون آزمونی کمتر است. در هر تحقیقی از اجرای مجدد به ندرت استفاده می‌شود ولی این امر در مطالعات تحلیل عاملی از ضرورت ویژه‌ای برخودار است. اگر حقیقت عامل‌ها در ۲ یا ۳ نمونه‌ی مختلف و بزرگ به دست آید، قابل اعتماد است. وزن‌های عاملی و الگوی وزن‌هایی مثل ضرایب رگرسیونی اغلب بی‌ثبات‌اند، به ویژه در نمونه‌های کوچک. قاعده‌ی خوب این است که تمام مطالعات را مجدداً اجرا کنید و این به معنای تکرار مطالعات

درست به همان وضع قبلی نیست. در واقع واژه‌ی اجرای مجدد به معنی اجرای اضافی مطالعات مبتنی بر همان مسائل و متغیرها ولی با تغییرات جزئی و بعضی وقت‌ها عمده است (همان :۴۳۶).

۸.مراحل انجام تحلیل عاملی

۱ – برای تمام ترکیب‌های متغیرها ماتریسی از ضرایب همبستگی ایجاد می‌شود.

۲–از ماتریس همبستگی فاکتورهایی استخراج می‌شود. متداول‌ترین آنها استخراج فاکتورهای اصلی است (principa factors) نامیده می‌شود (اغلب به غلط به آن استخراج اجزای اصلی گفته می‌شود به همین دلیل از خلاصه pc)) استفاده می‌شود.

۳– فاکتورها یا محورها چرخانده می‌شود تا رابطه‌ی بین متغیرها و بعضی فاکتورها به حداکثر برسد. شایع‌ترین روش چرخش واریماکس نامیده می‌شود که در آن استقلال بین فاکتورهای ریاضی حفظ می‌شود. این موضوع از نظر مهندسی به این معنی است که در هنگام چرخش، محورها اورتوگونال یا متعامد باقی می‌مانند یعنی زوایای قائمه حفظ می‌شود.

۴– مرحله چهارم هم می‌شود اضافه کرد: که در آن امتیازات شرکت‌کننده‌ها در هر یک از فاکتورهای به دست آمده از آنالیز، محاسبه می‌شود. باید تأکید کرد که امتیازات به دست آمده از یک فاکتور نتایج یک آزمون واقعی نیست که بر روی شرکت‌کنندگان انجام شده باشد. این مقادیر برآوردهای مقادیر شرکت–کنندگان در متغیرهای مخفی فرضی است که از روی آنالیز فاکتوری مجموعه‌ای از داده‌ها به صورت محورهای ریاضی به دست آمده است. اما امتیازات فاکتوری می‌تواند خیلی مفید واقع شود، زیرا می‌توان از آنها در آنالیزهای آماری بعدی به عنوان ورودی استفاده کرد (کینیر،۱۳۸۰ :۴۱۰).

۹.توصیه هایی درمورد تحلیل عاملی

برای انجام تحلیل عاملی بهتر است که ابتدا مرحله یک (ماتریس همبستگی R) انجام شود تا بتوان ضریب همبستگی را در ماتریس بررسی کرد. از آنجایی که هدف این آزمون وصل کردن چند متغیر جهت ایجاد فاکتورهاست، این متغیرها باید با یکدیگر رابطه داشته باشند، دارای ضریب همبستگی تقریباً بزرگتر از ۰/۳ باشند. اگر متغیری هیچ همبستگی قابل توجهی با سایر متغیرها نشان ندهد آن را باید در آنالیز بعدی از ماتریس R خارج نمود (همان :۴۱۰). همچنین ماتریس همبستگی باید از نظر عدم وجود ویژگی‌های ناخواسته مانند هم‌خطی چندگانه (multicollinearity) و یکتایی (singularity) چک شوند. حالت اول زمانی است که چند متغیر با هم همبستگی بالایی دارند و مورد دوم زمانی است که بعضی متغیرها دقیقاً تابع خطی متغیرهای دیگری در مجموعه‌ی مورد نظر است. در این دو حالت لازم است بعضی متغیرها حذف شود.

۱۰. استخراج عامل ها

هدف این مرحله به دست آوردن سازه‌های زیربنایی است که تغییرات متغیرهای مورد مشاهده را موجب شده است و مشتمل بر استخراج عوامل از یک ماتریس همبستگی است. نخستین عامل استخراج شده از یک تحلیل مؤلفه‌های اصلی (راه‌حل چرخش داده نشده) برای بیشترین میزان تغییرپذیری بین متغیرهای اندازه‌گیری شده در نظر گرفته می‌شود. دومین عامل حداکثر تغییرپذیری بعدی و به همین ترتیب الی آخر. تغییرپذیری یک عامل را ارزش ویژه می‌دانند (زرگر ،۱۳۸۰: ۴۳۶). نرم افزار Spss نخست ترکیب‌هایی از متغیرها را که همبستگی‌های آنها بالاترین میزان از واریانس کل مشاهده شده را نشان می‌دهد، انتخاب می‌کند. این مجموعه، عامل ۱ را می‌سازد، عامل ۲ مجموعه متغیرهایی است که بالاترین سهم را در تبیین واریانس باقی مانده دارند، این روند ادامه پیدا می–کند تا تعداد عامل‌های استخراج شده برابر با تعداد متغیرها گردد. همبستگی هر متغیر با هر عامل را بار عاملی (factor loading) گویند و مقدار آن بین ۱+ و ۱– تغییر می‌کند. واریانس تبیین شده توسط هر عامل برابر است با مجموع مجذور بارهای عاملی آن عامل. این واریانس مقدار ویژه (eigen value) نامیده می‌شود، اولین مقدار ویژه همیشه بیشترین بوده و از ۱ بزرگتر می‌باشد و مقدار ویژه برای عامل‌های بعدی کوچکتر می‌شود (سرمد و دیگران، ۱۳۷۸: ۲۷۲).

۱۱.استخراج مجموعه ی اولیه عوامل

در استخراج عامل‌ها تصمیم‌گیری در دو مورد ضرورت دارد، یکی تعیین روش استخراج عامل‌هاست و دوم تعیین تعداد عامل‌هاست. از آنجا که هدف تحلیل عامل ارائه‌ی هرچه ساده‌تر یک رشته متغیر است.

جدول شماره(۲): نمونه‌ای از عامل‌ها

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.461	35.164	35.164	2.461	35.164	35.164
2	1.229	17.557	52.721	1.229	17.557	52.721
3	.889	12.695	65.415			
4	.722	10.313	75.728			
5	.621	8.878	84.606			
6	.572	8.174	92.780			
7	.505	7.220	100.000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

بهترین تحلیل عامل آن است که دربرگیرنده‌ی حداقل عوامل لازم باشد. با تحلیل عامل می‌توان به تعداد متغیرها، عامل استخراج کرد، ولی بسیاری از این عوامل بی‌معنا بوده و ارزشی ندارند و فقط باید بهترین عامل‌ها را انتخاب کرد. اما بهترین عامل‌ها کدامند؟ (دواس،۱۳۷۶ : ۲۵۶).

۱۲. بهترین عامل‌ها

یکی از متداول‌ترین طرق برای این امر، استفاده از آماره مقدار ویژه است. تحلیل عامل، آزمون مدل علی است که عامل‌های ناشناخته، متغیرهای مستقل آن و متغیرهای منفرد، متغیر وابسته‌ی آن می‌باشند. از آنجا که در بادی امر نمی‌دانیم چند عامل وجود دارد، می‌توان از هر تعداد مدل سود جست (تحلیل عامل بدواً به تعداد متغیرها عامل ایجاد می‌کند). مسئله تعیین بهترین عامل‌هاست. به بیانی بهترین مدل، ساده‌ترین مدل است؛ یعنی با کمترین عامل بیشترین واریانس مجموعه‌ی اولیه‌ی متغیرها را تبیین کند. بهترین عامل‌ها آنهایی‌اند که بیشترین واریانس مجموعه‌ی متغیرهای منفرد را تبیین می‌کنند و مقدار ویژه اندازه‌ای است که نشان‌دهنده‌ی مقدار واریانس در مجموعه‌ی متغیرهای اولیه است که توسط یک عامل تبیین می‌شود. هرچه این مقدار بیشتر باشد آن عامل واریانس بیشتری را تبیین می‌کند. عامل‌هایی که مقدار ویژه‌ی آنها بیشتر از ۱ است، بهترین عامل‌ها هستند (همان :۲۵۷). در نتیجه با مشخص شدن تعداد عامل‌ها، برای تلخیص متغیرها از این تعداد عامل استفاده می‌کنیم. بعد از مشخص شدن تعداد عامل‌های واجدالشرایط، ماتریس عاملی را تشکیل می‌دهیم. در این ماتریس به هر عامل منتخب ستونی اختصاص دارد که ارقام آن مبین همبستگی (بار) آن عامل با متغیرهای خاص (در سطرها) است. مقدار ویژه‌ی هر عامل واریانس همه‌ی متغیرهاست که توسط آن عامل تبیین می‌شود. این رقم با مجذور کردن همبستگی‌ها در ماتریس عوامل برای به دست آوردن نسبت واریانس تبیین شده‌ی هر متغیر و جمع کردن ارقام مجذور شده در ستون به دست می‌آید (همان :۲۵۷). عاملی که بیشترین واریانس را تبیین می‌کند عامل اول و عامل بعدی عامل دوم و الی آخر. یکی از اندازه‌های تحلیل عامل مناسب، کل واریانس متغیرهای اولیه است که توسط عامل‌ها تبیین شده است. هرچه مقدار کل واریانس تبیین شده بیشتر باشد، راه‌حل بهتر است. اما برای افزایش مقدار کل واریانس تبیین شده، باید به تعداد عامل‌ها افزود و همین امر یکی از دلایل قاعده کاربرد عامل‌هایی است که مقدار ویژه‌ی آنها بیش از یک است. گاه مقدار ویژه‌ی تعداد زیادی عامل از یک بیشتر می‌شود که لاجرم برای سادگی کار باید پاره‌ای از آنها را حذف کرد. اما کدام عامل‌ها را حذف کنیم؟ یکی از طرق کاهش این نوع عامل‌ها بررسی مقدار کل واریانس تبیین شده‌ی مجموعه‌ی تمام متغیرها به وسیله‌ی شماری از عامل‌هاست. یعنی ستون

درصد تجمعی این اطلاعات را به ما می‌دهد. با افزایش تعداد عامل‌ها، بر مقدار واریانس تبیین شده، افزوده می‌شود. اما با افزایش هر عامل جدید مقادیر کوچک‌تری بر واریانس تبیین شده افزوده می‌شود. در اینجا باید نقطه‌ای را که بعد از آن افزایش عامل‌ها منجر به افزایش زیادی در مقدار کل واریانس تبیین شده نمی‌شود، تعیین کرد و فقط عامل‌های بالای این نقطه را انتخاب کرد. پیداست می‌توان با افزایش عامل‌ها مقدار کل واریانس تبیین شده را افزایش داد؛ اما از آنجا که غالباً این امر مطلوب نیست سعی می‌کنیم با حذف متغیرهای ناجوری که واریانس آنها را، عامل‌های اصلی تبیین نمی‌کنند، مقدار کل واریانس تبیین شده را به حداکثر برسانیم. برای تشخیص چنین متغیرهای ناجوری از آماره‌ای به نام اشتراک (communality) که برای هر متغیر محاسبه می‌شود، استفاده می‌کنیم (همان: ۲۵۸). برای احتساب اشتراک هر متغیر –که همان نسبت واریانس تبیین شده‌ی آن متغیر توسط ترکیبی از عامل‌های منتخب است– از همبستگی متغیر با هر یک از چند عامل اصلی استفاده می‌کنیم. جهت این امر ضریب همبستگی متغیر را که با هر عامل اصلی در ماتریس عامل آمده به توان دو می‌رسانیم و با هم جمع می کنیم تا مقدار اشتراک آن متغیر به دست آید. دامنه‌ی اشتراک از ۰ تا ۱ است. هرچه مقدار اشتراک بالاتر باشد، مجموعه‌ی عامل‌های منتخب، به نحو بهتری واریانس آن متغیر را تبیین می‌کنند. اگر مقدار اشتراک پایین باشد، بدان معناست که واریانس آن متغیر توسط عامل‌های منتخب تبیین نشده است. معمولاً بهتر است متغیرهایی را که مقدار اشتراک آنها کم است، حذف کرد تا بر مقدار کل واریانس تبیین شده توسط چند عامل افزود. در واقع باید موازنه‌ی مطلوبی بین حداکثر واریانس تبیین شده و حداقل عامل‌های مقتضی برقرار کرد (دواس، (همان: ۲۵۹).

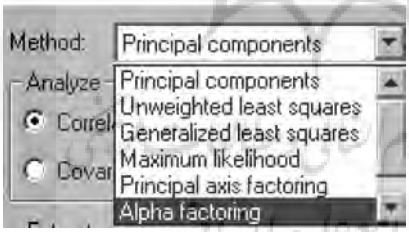
۱۳.روش های تحلیل عامل

روش‌های متعددی برای تحلیل عامل یک ماتریس همبستگی وجود دارد و هر کدام از این روش‌ها دارای کاربردهای خاصی است و انتخاب نوع روش به این امر بستگی دارد که از طریق یافتن ضرایب همبستگی، گروه‌های به هم وابسته و یا سایر شاخص‌های ارتباطی، خوشه‌ها و عامل‌های مفروض را شناسایی کنیم.

از جمله این روش‌ها عبارتند از:

۱- عامل‌های اصلی
۲- مرکزیابی(centroid) (کانونی)
۳- قطری
۴- درست نمایی بیشینه (maximum liklihood)
۵ – چند گروهی
۶- مازاد کمینه
۷- تصویر ذهنی، آلفا و ... (کرلینجر،۱۳۸۲ : ۴۰۹)

شکل شماره (۱) روش های تحلیل عامل



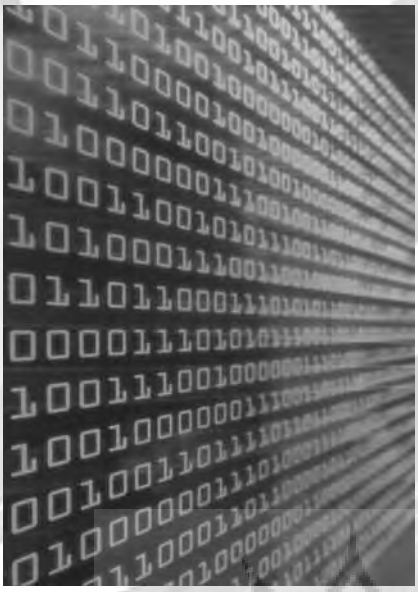
۱۴. روش عاملی اصلی و دلایل انتخاب آن

قوی‌ترین دلیلی که باعث می‌شود این فن در تحلیل داده‌های علوم اجتماعی و روان‌شناسی بسیار کارآمد باشد، خصوصیات ریاضی خاصی است که مختص مؤلفه‌های اصلی است؛ یعنی از لحاظ ریاضی کامل‌اند و به راه‌حل واحدی درباره‌ی مسئله‌ی عاملی می‌انجامد و سایر دلایل عبارت‌اند از:

۱ـ مؤلفه‌های اصلی به ترتیب نسبتی از واریانسی که تبیین می‌کنند، پدیدار می‌شوند. هیچ یک از روش‌های دیگر استخراج عوامل، عامل‌هایی را به دست نمی‌دهند که در هر مرحله از استخراج، در مقایسه با مؤلفه‌ها، واریانس بیشتری را تبیین کنند.

۲ـ مقدار واریانس تبیین شده به وسیله‌ی مؤلفه (مجموع مجذورات بارهای عاملی)، برابر با ارزش ویژه‌ی آن مؤلفه است. با تقسیم ارزش ویژه بر تعداد متغیرها، نسبت واریانس تبیین شده به وسیله‌ی آن مؤلفه به دست می‌آید.

۳ ـ ارزش‌های ویژه باید صفر یا مثبت باشد. اگر چنین نباشد، احتمالاً در ماتریش همبستگی ناهمسانی یا خطایی وجود دارد.



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

۵ ـ 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 تا نسبت واریانس تبیین شده به وسیله‌ی یک عامل یا گروهی از عامل‌ها را محاسبه کنیم.

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

۷ ـ در بیشتر موارد، اولین مؤلفه‌ی اصلی در مقایسه با مؤلفه‌های دیگر، واریانس بیشتری را تبیین می‌کند (کلاین،۱۳۸۰: ۵۳).

۸ ـ اگر بیشتر همبستگی‌های ماتریس همبستگی مثبت باشند، اولین مؤلفه‌ی اصلی روی بیشتر متغیرها بار عاملی مثبت و بالا خواهد داشت. بنابراین مؤلفه–ی اول را عامل کلی (general factor) می‌نامند. اولین مؤلفه‌ی اصلی که معمولاً یک عامل کلی است، مصنوع (artifact) روش است. بنابراین روا نیست که از آن به عنوان مدرکی دال بر وجود یک عامل کلی استفاده کنیم. اگرچه اغلب چنین کاری صورت می‌گیرد.

۹ ـ عامل‌های بعدی معمولاً دو قطبی (bipolar) و دارای بارهای منفی و مثبت هستند.

۱۰ ـ همان‌طور که موارد ۸ و۹ نشان می‌دهند، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، در نتیجه‌ی جبر محاسباتش، یک عامل کلی اختیاری به همراه عوامل دو قطبی به دست می‌دهد. این مسئله تفسیر نتایج را با مشکل مواجه می‌کند. این مشکل فقط به عامل کلی مربوط نمی‌شود، بلکه عامل‌هایی که دارای بارهای مثبت و منفی متعدد هستند نیز مشکلاتی را در تفسیر ایجاد می کنند. به همین دلیل، روش‌هایی جهت خلاصه سازی (simplifying) تحلیل‌های مؤلفه‌های اصلی بیان شده است. این کار از طریق چرخش عوامل صورت می‌گیرد (کلاین ،۱۳۸۰: ۵۴).

۱,۱۴.خلاصه و نکات عمده تحلیل مؤلفه های اصلی

۱ ـ تحلیل مؤلفه‌های اصلی، یکی از شیوه‌های تلخیص (condensing) ماتریس همبستگی‌هاست.

۲ ـ مؤلفه‌های اصلی، تمام واریانس حتی واریانس خطای ماتریس همبستگی را تبیین می‌کنند.

۳ ـ تحلیل مؤلفه‌های اصلی را باید از عواملی که فرضی هستند، کاملاً تمیز داد.

۴ ـ به تعداد متغیرها، مؤلفه وجود دارد، ولی صرفاً عامل‌هایی استخراج می‌شوند که بیشترین مقدار واریانس را تبیین می‌کنند.

۵ ـ ارزش ویژه‌ی هر مؤلفه نشان می‌دهد که آن مؤلفه چه مقدار از واریانس را تبیین می‌کند.
۶ ـ بارهای عاملی، همبستگی متغیرها با عامل است.
۷ ـ بارهای عاملی و نیز وزن‌های بتا برای پیش‌بینی متغیرها از روی عوامل، به کار می‌روند. این امر به خاطر این‌که مؤلفه‌های اصلی ناهمبسته یا متعامد هستند.
۸ ـ مجموع مجذورات ردیف‌های ماتریس عاملی نشان می‌دهد که چه مقدار از واریانس هر متغیر به وسیله‌ی عوامل تبیین می‌شود.
۹ ـ مجذور بار عاملی نشان می‌دهد که چه مقدار از واریانس آن متغیر به وسیله یک عامل تبیین می‌شود.
۱۰ ـ همبستگی‌های اصلی را می‌توان از طریق ضرب متقابل (cross multiplication) بارهای عاملی، باز پدید آورد.
۱۱ ـ هر اندازه، بازپدید آمدن همبستگی‌ها دقیق تر باشد (یعنی ماتریس پس مانده اندک باشد) تحلیل بهتر انجام گرفته است (کلاین،۱۳۸۰: ۵۶ و ۵۷).

۱۵.چرخش و ساختار ساده آن

بیشتر روش‌های تحلیل عاملی نتایج را به شکلی تولید می‌کنند که تفسیر آنها دشوار یا غیر ممکن است. تمام عامل‌های استخراج شده، مورد علاقه‌ی محقق نیست. هدف تحلیل عاملی تبیین پدیده‌های مورد نظر با تعداد کمتری از متغیرهای اولیه است. در وهله‌ی اول هدف تعیین تعداد عامل‌هایی است که در تحلیل نگه داشته می‌شود. اصولاً باید عامل‌هایی نگه داشته شوند که اعتبار صوری یا یا نظری داشته باشد. منتها قبل از فرایند چرخش نمی‌توان به معنی هر عامل به خوبی پی برد، بنابراین معمولاً از ملاک‌های ریاضی مانند ملاک کایزر یا آزمون اسکری کتل (cattel"s scree test) برای نگهداشتن عامل‌ها استفاده می‌شود.

براساس ملاک کایزر فقط عامل‌هایی نگه داشته می‌شوند که مجموع مجذور بارهای عاملی آنها (مقدار ویژه) ۱ یا بیشتر باشد. این ملاک برای تحلیل عاملی آلفا مناسب است و برای سایر روش‌های تحلیل عاملی کران پایینی فراهم می‌آورد. در روش اسکری کتل نمودار مقدار ویژه برای هر عامل ترسیم می‌شود. در نقطه‌ای که شکل منحنی برای مقادیر ویژه به صورت افقی درآید، آن نقطه را اسکری می‌نامند و عامل‌هایی که سمت چپ آن قرار دارند عامل‌های خطا قلمداد می‌شود. به دلیل اختلاف نظر پژوهشگران بر سر تعداد عامل‌ها در تفسیر نتایج آزمون اسکری و یا این‌که بیش از یک اسکری موجود باشد لذا علاوه بر آزمون اسکری از آزمون کایزر نیز استفاده می‌شود. پس از انتخاب عامل‌ها، چرخش آنها ضرورت دارد.

۱,۱۵.هدف از چرخش عامل ها

هدف رسیدن به یک ساختار عاملی ساده است که در آن ساختار هر کدام از گویه‌ها در یک عامل قرار بگیرند و به صورت دو قطبی نباشند. این امر به تفسیر بهتر عامل‌ها کمک می‌کند.

۲,۱۵.اساس چرخش

در مرحله‌ی چرخش، محورهای فاکتور حول مبدأ ثابتی می‌چرخند تا فاصله‌ها از مبدأ به معیار خاصی برسند. مجموعه‌ای از فاصله‌ها از مبدأ که معیارهای مورد نظر را پوشش می‌دهند، به عنوان ماتریس فاکتور چرخیده (rotated factor matrix) شناخته می‌شوند. هدف هر یک از چرخش‌ها به دست آوردن مجموعه‌ای از فاصله‌ها از مبدأ است که در مجموع دارای ویژگی‌هایی هستند و به نام ساختار ساده شناخته می‌شوند. این ساختار ساده، مجموعه‌ای است که دارای بیشترین تعداد آزمون‌هاست و در عین حال حداقل فاکتورها را داراست. ایده‌ی مورد نظر این است که هر چقدر تعداد فاکتورهایی که برای برآورد همبستگی‌های بین یک گروه از تست‌ها دخالت دارند، کمتر باشند، تفسیر این فاکتورها از نظر روان‌شناسی ساده‌تر خواهد بود (کینیر ،۱۳۸۰: ۴۱۱).

۳,۱۵.مشکلات تفسیر ماتریس بدون چرخش

با توجه به این‌که تمام آزمون‌ها روی عامل کلی یعنی عامل اول وزن دارند و عامل دوم دوقطبی است، یعنی عاملی

است که از وزن‌های مثبت و منفی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. این بدان معنا است که تمام آزمون‌ها یک چیز را اندازه می‌گیرند (کرلینجر،۱۳۸۲ : ۴۱۵). مشهورترین ملاک برای خوبی یک ساختار عاملی، ملاک مشهور ساختار ساده ترستون است. طبق ملاک ساختار ساده ترستون (پنج اصل) باید رعایت شود:

ـ هر متغیر باید حداقل یک بار عاملی غیر صفر داشته باشد.

ـ هر عامل فقط باید با چند متغیر همبستگی بالا داشته باشد (منظور از همبستگی همان بار عاملی متغیر روی عامل است) و بار عاملی بقیه متغیرها روی این عامل باید اساساً صفر باشد (سرمد و دیگران ،۱۳۷۸ :۲۷۳).

ـ هر متغیر فقط باید روی یک عامل بار عاملی بالایی داشته باشد، اغلب شیوه‌های چرخش با توجه به این ملاک طرح‌ریزی شده است.

ـ هر ردیف ماتریس عاملی باید حداقل یک وزن نزدیک به صفر داشته باشد.

ـ برای هر ستون ماتریس عاملی باید حداقل به تعداد عامل‌ها متغیرهایی با وزن‌های صفر یا نزدیک به صفر موجود باشد.

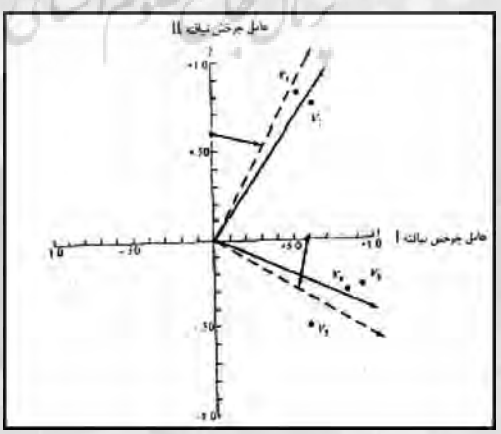
ـ برای هر جفت عامل (ستون) باید چندین متغیر باشد که روی یک عامل (ستون) ولی نه روی عامل دیگر دارای وزن باشد.

ـ وقتی چهار عامل یا بیشتر موجود است، نسبت بزرگی از متغیرها باید روی هر جفت از عامل‌ها وزن ناچیز (نزدیک به صفر) داشته باشد.

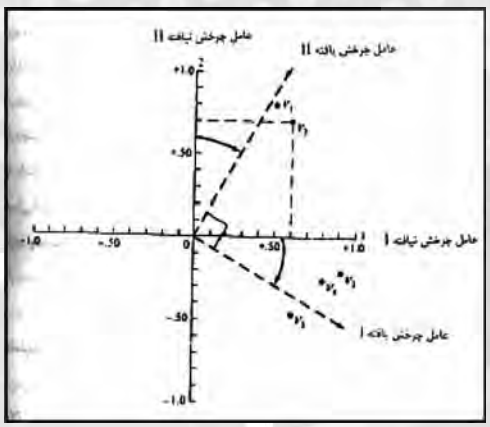
ـ برای هر جفت عامل‌ها (ستون‌ها)ی ماتریس عاملی، فقط معدودی از متغیرها باید دارای وزن قابل ملاحظه (غیر صفر) در هر دو ستون باشند. این اصول متغیرهای ناب طلب می‌کنند. پس چرخش دادن برای دستیابی به ساختار ساده، راهی نسبتاً عینی برای دست یافتن به سادگی متغیر یا کاهش پیچیدگی متغیر است.

۴،۱۵. انواع روش های چرخش

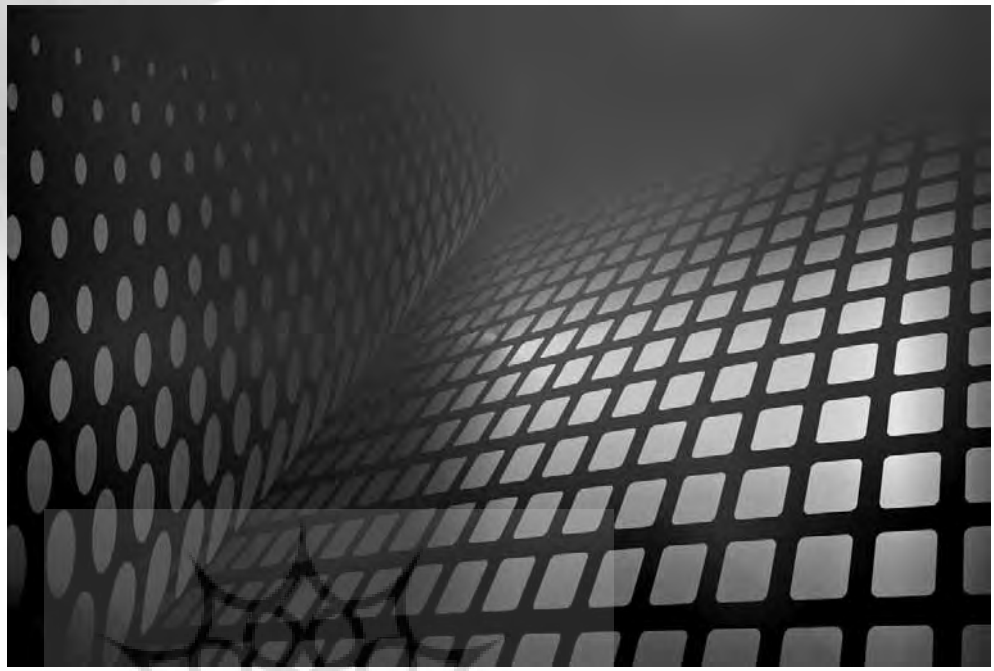
انواع چرخش‌ها بر دو نوع قابل تقسیم هستند که عبارتند از متعامد و متمایل. در چرخش متعامد، استقلال عامل‌ها حفظ می‌شود (عامل‌ها باهم همبستگی ندارند) یعنی زوایای بین محورها ۹۰ درجه می‌ماند (کرلینجر، ۱۳۸۲: ۴۱۷و۴۱۸). در این وضعیت همبستگی بین عامل‌ها صفر می‌شود. برخی پژوهشگران معتقدند که در عمل عامل‌ها ناهمبسته نیستند، به این خاطر این روش را غیر واقعی می‌دانند. از جمله چرخش‌های متعامد، چرخش واریماکس است. اما در چرخش متمایل محور عاملی می‌تواند زوایای حاده یا منفرجه تشکیل دهد. متمایل یعنی عامل‌ها همبستگی دارند. هر زاویه‌ی کمتر از ۹۰ درجه بین محورها به معنی همبستگی بین عامل‌هاست. شک نیست که ساختارهای عاملی با محورهای متمایل برازندگی بهتری دارند. اما باید توجه کرد نوع چرخش امری سلیقه‌ای است و باید با هر دو روش آشنا بود و درکل روش متمایل از ظرافت بیشتری برخوردار است (کرلینجر،۱۳۸۲ :۴۱۹).



شکل شماره (۲) چرخش عاملی متعامد



شکل شماره (۳) چرخش عاملی متمایل



۱۶.استخراج عامل های نهایی ـ دوران

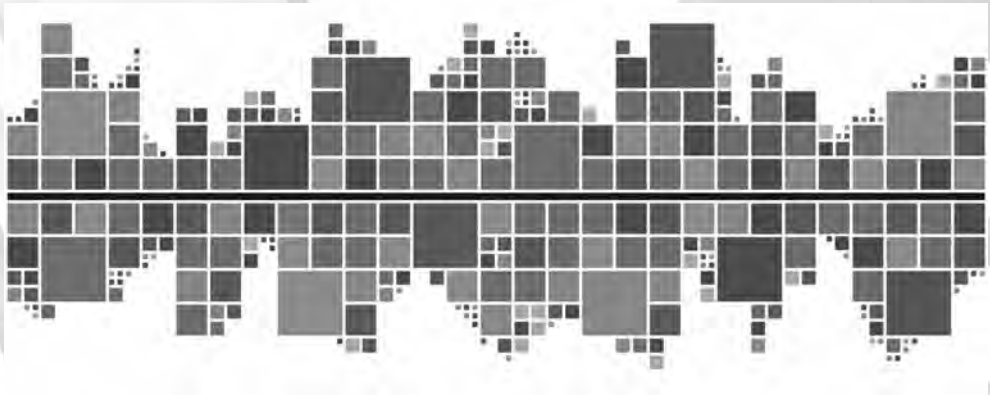
بعد از تعیین تعداد عامل ها باید دید عمدتاً چه متغیرهایی به هر یک از عامل‌ها تعلق می‌گیرند. به استثنای راه‌حل تک عاملی انتظار می‌رود پاره‌ای از متغیرها به یکی از عامل‌ها تعلق گیرند و پاره‌ای دیگر به عامل دیگر. استخراج مقدماتی عامل‌ها مشخص نمی‌کند که چه متغیرهایی به چه عاملی تعلق دارند. برای تشخیص این‌که چه متغیرهایی به چه عاملی تعلق دارند و نیز برای تفسیر پذیرتر کردن عامل‌ها وارد مرحله‌ی سومی به نام «دوران عامل» (factor rotation) می‌شویم. به طور مطلوب نتیجه دوران رسیدن به عامل‌هایی است که فقط بعضی از متغیرها بار آنها می‌شوند و نیز رسیدن به متغیرهایی است که فقط بار یک عامل می‌شوند. یکی از پر کاربرد ترین روش‌های چرخش، واریماکس است. جدولی که به صورت ماتریس عاملی ارائه می‌دهد، این ماتریس در تفسیر نتایج تحلیل عامل نقش اساسی دارد. هر متغیری که بار بیشتری بر یک عامل داشته باشد، بدان عامل تعلق دارد (دواس،۱۳۷۶: ۲۵۹). الگوی ضرایب کم و زیاد ماتریس دوران یافته، تعلق متغیرها به عامل‌ها را با وضوح خیلی بیشتری نشان می‌دهد. گو این‌که در این زمینه، هیچ قاعده‌ی مطلقی وجود ندارد که حداقل مقدار یک ضریب چقدر باشد تا بتوان گفت که متغیری بار یک عامل شده است. معمولاً ضرایب کمتر از ۰/۳۰ مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۱,۱۶.مشکلات مربوط به تفسیر جدول ماتریس عامل دوران یافته

۱ ـ متغیر بر بیش از یک عامل بار می‌شود. در مورد این متغیرها به چند طریق می‌توان عمل کرد. چه بسا با روش دوران متفاوتی بتوان مسئله را حل کرد. شیوه‌ی دیگر رها کردن متغیرها به همان وضعی است که در آن قرار دارند. اما وقتی که می‌خواهیم بر پایه‌ی عامل‌ها مقیاس بسازیم، باید آن متغیر را در عاملی بگنجانیم که بر روی آن بیشترین بار را دارد. شیوه‌ی دیگر گنجاندن این متغیر در همه‌ی مقیاس‌های مربوط است؛ منتهی در تحلیل‌های بعدی اگر همبستگی عوامل را با هم بررسی می‌کنیم، باید مراقب باشیم. وقتی دو مقیاس شامل متغیرهای یکسان باشند، همبستگی بین آن دو به نحو کاذبی زیاد می‌شود. سرانجام چه بسا چنین متغیرهایی را تحریف کننده‌ی تحلیل بدانیم و آنها را از تحلیل عامل حذف کنیم.

۲ ـ متغیر بار اندکی بر تمام عامل‌ها دارد: در این صورت اشتراک متغیر پائین است و باید آن را از تحلیل حذف کنیم.

۳ ـ بار منفی: علامت بار متغیرها به معنای شدت رابطه‌ی متغیر و عامل نیست. علامت فقط در ارتباط با علامت متغیرهای دیگر معنا پیدا می‌کند: علامت–های مختلف فقط مبین جهت متضاد رابطه‌ی متغیرها با عامل‌اند. به همین



دلیل قبل از تحلیل باید کدگذاری متغیرها را در جهت یکسانی انجام داد.

در این مرحله عمدتاً کار آماری تحلیل عاملی به اتمام رسیده و باید به تفسیر نتایج پرداخت. بعد از مشخص کردن عواملی که از نظر تجربی به یکدیگر تعلق دارند باید کوشید از اشتراک تجربی متغیرهایی که بر عامل معینی بار می‌شوند، به استنتاج اشتراک مفهومی نایل آمد (دواس،۱۳۷۶ : ۲۶۰).

۱۷. انتقادات وارد بر تحلیل عاملی

– نامشخص بودن تعداد عامل هایی که می توان از یک ماتریس همبستگی استخراج کرد

– عامل ها را چگونه میتوان چرخش داد

– مسأله اشتراک: چه کمیت هایی را باید پیش از عاملی کردن در قطر ماتریسR قرار داد(کرلینجر،۱۳۸۲ :۴۳۳).

– تحلیل گران عاملی چندین آزمون را با هم به ماشین آمار می دهند و عامل هایی دریافت می کنند که از لحاظ روانشناسی و جامعه شناسی معانی اندکی دارند.

– آنها صرفا مصنوعات این روش ها هستند

– آنها متوسط هایی هستند که جز با آنچه در ذهن تحلیل گر عاملی است ، با هیچ حقیقت روانشناسی ، بویژه روانشناسی فرد ، منطبق نیست

– شما نمی توانید از یک تحلیل عامل چیزی بیش از آنچه که در آن ریخته اید بدست آورید

– بینهایت راه حل ریاضی معادل وجود دارد ولی روان سنجان روش های دقیقی را برای انتخاب راه حل درست پیدا کرده اند.

– تحلیل گران عاملی معمولا در تعیین مهمترین علامت های یک حوزه با هم اختلاف نظر دارند.

– تکرار تحلیل های عاملی دشوار است (کلاین ، ۱۳۸۰ : ۱۹).

این سؤالات هم درست است هم نادرست. اگر این استدلال درست باشد، هیچ سازه‌ی علمی معنی نخواهد داشت. آنها به تعبیری متوسطها هستند. همه‌ی آنها ابداعات دانشمندند. اساساً بخش اعظم علم همین است. معیار اساسی حقیقت هر سازه یا هر عاملی، حقیقت علمی و تجربی آن است. اگر پس از مشخص کردن یک عامل، بتوانیم روابط را از پیش فرض‌های نظری و نظریه‌ها با موفقیت پیش‌بینی کنیم، در این صورت آن عامل حقیقت دارد. برای یک عامل، حقیقت بیش از این نیست. همان‌طور که برای یک اتم حقیقتی بیش از تجلیات تجربی آن وجود ندارد. درمورد انتقاد آخر باید گفت هیچ پژوهشگر تحلیل عاملی ذیصلاحی هرگز بیش از این را ادعا نمی‌کند. اما این بدان معنا نیست که در تحلیل عامل هیچ چیز کشف نمی‌شود. البته که در تحلیل عامل هیچ چیزی بیش از آنچه در آن نهاده‌ایم به دست نمی‌آوریم. اما همه‌ی آنچه در آن نهاده‌ایم، نمی‌شناسیم. همین‌طور نمی‌دانیم چه آزمون‌ها یا ابزارهای اندازه‌گیری‌ای در واریانس عامل مشترک سهیم‌اند و همین‌طور روابط بین عامل‌ها را نمی‌شناسیم و تنها مطالعه و تحلیل است که این چیزها را به ما می‌گوید (کرلینجر،۱۳۸۲ :۴۳۴).

۱۸.ارزش علمی تحلیل عاملی

در این مورد خواننده باید در نسبت دادن حقیقت و یگانگی به عامل‌ها احتیاط کند. خطر واقعیت پنداری زیاد است. به سادگی می‌توان به عاملی اسمی داد و سپس باور داشت که پشت سر این اسم حقیقتی نهفته است. اما دادن اسم به یک عامل به آن حقیقت نمی‌بخشد. اسامی عامل‌ها اساساً تلاشی است برای بهینه‌سازی عصاره‌ی عامل‌ها. آنها همیشه نسبی هستند و در معرض تأیید یا عدم تأیید بعدی قرار دارند. عامل‌ها می‌توانند به وسیله‌ی چیزها به وجود آیند. هرچیزی که باعث به وجود آمدن همبستگی بین متغیرها شود، عامل ایجاد می‌کند. تفاوت در جنسیت، تحصیلات، زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی و هوش می‌توانند موجب بروز عامل‌ها شوند. عامل‌ها همچنین ـ حداقل تاحدودی ـ برحسب نمونه‌های متفاوت فرق می‌کنند. وقتی عامل‌ها با آزمون‌های مختلف، نمونه‌های مختلف و شرایط مختاف نمایان شوند، اطمینان داریم که عامل بنیادی یا نهفته‌ای وجود دارد که آن‌را با موفقیت اندازه‌گیری می‌کنیم.

۱۹.نتیجه‌گیری

تحلیل عاملی، تکنیک کاهش‌دهنده‌ی داده‌هاست. به محقق کمک می‌کند تا حجم زیادی از داده‌هایی که مربوط به ابعاد مختلفی از رفتارهای انسانی است را به تعدادی عامل تقلیل دهد و هر کدام از این عامل‌ها مشتمل بر گویه‌هایی‌اند که با هم اشتراک معنایی دارند. بر این اساس محقق به نام‌گذاری عوامل دست می‌زند. به طور کلی اگر به جای عقاید، شواهد تجربی را بررسی می‌کنیم. باید نتیجه‌گیری کنیم که تحلیل عاملی یکی از نیرومندترین ابزارهایی است که تاکنون برای مطالعه‌ی زمینه‌های پیچیده‌ی موضوعات علمی و رفتاری تدوین شده است و در واقع یکی از ابداعات خلاق در زمان خود محسوب می‌شود که همچنان در عرصه‌های مختلف کاربرد دارد.

۲۰. منابع

دی، ای، دواس. (۱۳۷۶). پیمایش در تحقیقات اجتماعی. ترجمه‌ی هوشنگ نایبی، تهران: نشر نی

زرگر، محمود. (۱۳۸۰). راهنمای spss۱۰ ، تهران: نشر بهینه

سرمد، زهره و دیگران. (۱۳۷۸). روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، تهران: نشر آگه

کرلینجر، فرد، ان. (۱۳۸۲). مبانی پژوهش در علوم رفتاری (ج۲) ، ترجمه‌ی حسن پاشا شریفی و دیگران، تهران: آوای نور

کلاین، پل. (۱۳۸۰). راهنمای آسان تحلیل عاملی. ترجمه‌ی اصغر مینایی و دیگران، تهران: سمت

Hair jose P. F etal. (۱۹۹۰)" Multivariate Data Analysis" Macmillan publishing Company , New York.