Archive of SID

مجله روان‌شناسی وعلوم تربیتی
سال سی و پنجم، شماره ۲
۱۳۸۴، ص ۱-۲۰

Journal of Psychology & Education
Vol 35, No. 2, 2005-6
PP.1-20

# تحلیل عاملی: دشواری‌هاو تنگناهای آن

**حیدرعلی هومن**
دانشگاه آزاداسلامی، واحد تهران
**علی عسگری**
دانشجوی دکتری روان‌شناسی تربیتی، دانشگاه تهران

## چکیده

تحلیل عاملی یکی از فنون پیشرفته آمار چند متغیری است که در جهت دستیابی به بسیاری از هدفهای علمی و پژوهشی مانند مدلسازی، فرضیه سازی، رواسازی تست‌ها، تشخیص پاره تست‌ها، و فراهم ساختن زمینه اجرای سایر روشهای پیشرفته آماری مانند رگرسیون چند متغیری و معادلات ساختاری به‌کار می‌رود. اما پیچیدگی و دشواری درک، اجرا و تفسیر نتایج تحلیل عاملی موجب شده است بسیاری از کاربران بدون آشنایی با منطق زیربنایی، محدودیتها و نیز دامنه کاربرد آن، به اجرا و بکارگیری یافته‌های حاصل از آن بپردازند و بدین‌ترتیب زمینه‌ساز تفسیرهای نامعتبر و ناروا و نیز تعمیم‌های نادرست از پدیده‌ها و متغیرهای مورد مطالعه گردند. این مقاله سعی دارد علاوه بر تشریح تاریخچه، هدفها و زیربنای نظری، منطقی و تا حدودی نیز پایه‌های ریاضی این تکنیک، محدودیتها و مسائل و مشکلات عمده تحلیل عاملی را نیز خاطر نشان سازد. از دگرسو، به دلیل تمایل فزاینده به اجرای این روش بویژه در مراکز علمی، آموزشی و پژوهشی کشور تلاش شده است توصیه‌هایی به‌منظور فراهم‌آوردن زمینه مناسب برای کسانی که مایل به یادگیری و اجرای تحلیل عاملی هستند و یا آنهایی که سالهای متمادی در پژوهشهای خود از این روش استفاده کرده‌اند، ارائه گردد.

**کلید واژه‌ها:تحلیل عاملی. تحلیل مؤلفه‌های اصلی. اکتشافی. تأییدی. مقیاس چند بعدی. رگرسیون چند متغیری. معادلات ساختاری. رواسازی تست**

www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

تحلیل عاملی با آنکه نخستین بار در اوایل قرن بیستم توسط اسپیرمن[1](۱۹۰۴) توسعه یافت، اساساً تا وقتی رایانه و نرم‌افزارهای آماری پیشرفت نکرده‌بود بسیاری از پژوهشگران نمی‌توانستند به اجرا و تفسیر آن بپردازند (تامپسون و دنینگز[2]، ۱۹۹۳). این روش شامل فنون تحلیلی متعددی است که هدف آنها بررسی یا تلخیص روابط بین متغیرها یا سایر پدیده‌های عامل‌پذیر است (کار[3]، ۱۹۹۲ و گورسوش[4]، ۱۹۸۳). به بیان کرلینگر[5](۱۹۸۶، ص ۵۶۹):

> تحلیل عاملی بواقع عامل اصلی صرفه جویی علمی است. این تکنیک موجب کاهش چندگانگی تست‌ها و اندازه‌ها و سادگی هرچه بیشتر آنها می‌شود. بواقع به ما می‌گوید که تست‌ها و اندازه‌ها چه تعلقی به یکدیگر دارند.... از این رو، تعداد متغیرها را به‌گونه‌ای کاهش می‌دهد که دانشمندان بتوانند بر آن غلبه کنند.

اما اگر تنها یک روش آماری دارای تاریخچه‌ای رنج‌آور باشد، همان روش تحلیل عاملی است. در دهۀ ۱۹۵۰، شهرت تحلیل عاملی به دلیل ارتقای بیش از حدی که توسط تنی چند از پژوهشگران بسیار مشتاق در آن ایجاد شده‌بود، خدشه‌دار گردید. بازنگری این تاریخچه نشان می‌دهد که در روش برخی کسانی که آن موقع دربارۀ تحلیل عاملی فکر می‌کردند سه موضوع نادرست وجود داشته است: نخست آنکه به نظر می‌رسد برخی به تحلیل عاملی به عنوان یک روش شناخته‌شده و فراگیر و نه یک روش صرفاً آماری نگاه می‌کردند؛ دوم آنکه تفکر آنها به مسائل و مشکلات در قالب اصطلاحات مطلق قرار داشت، در حالی که رویکرد اکتشافی برای آنها مناسب‌تر بوده است، و سوم آنکه آنان به مجموعۀ بسیار گسترده‌ای از متغیرها فکر می‌کردند. برای

---

1. Spearman
2. Thampson and Dennings
3. Carr
4. Gorsauch
5. Kerllinger

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه می‌خواهیم همه شخصیت انسان را بشناسیم نه اینکه بخواهیم ماهیت کنجکاوی را بشناسیم. بنابراین، برپایهٔ این سه روش متفاوت، تلاش می‌کردند تحلیل عاملی را بیش از آنچه قابلیت پیشرفت داشته باشد گسترش دهند. اما به نظر می‌رسد که در دهه‌های اخیر تحلیل عاملی به عنوان خانواده‌ای از روش‌ها که برای برخی هدف‌های محدود و خاص مفید است، جایگاه موجّه خود را باز یافته باشد.

## هدف تحلیل عاملی(شناخت علت‌ها)

بسیاری از روش‌های آماری روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته را بررسی می‌کنند، اما تحلیل عاملی با آنها تفاوت دارد. این روش برای مطالعهٔ الگوی روابط میان تعداد زیادی متغیر وابسته به‌کار می‌رود، و هدف آن کشف چیزی درباره ماهیت متغیرهای مستقلی است که بر آنها تأثیر می‌گذارد، حتی اگر این متغیرها هرگز به‌گونهٔ مستقیم اندازه‌گیری نشده باشد. از این رو، نتایجی که از طریق تحلیل عاملی به دست می‌آید در مقایسه با واقعیتی که از مشاهدهٔ مستقیم متغیرهای مستقل حاصل می‌شود، موقتی‌تر و نظری است. متغیرهای مستقلی که از این طریق استنباط می‌شود عامل[1] نام دارد.

تحلیل عاملی می‌تواند به چهار پرسش عمده پاسخ دهد.

۱. برای تبیین الگوی روابط بین متغیرها به چند عامل مختلف نیاز است؟

۲. ماهیت این عوامل چیست؟

۳. عامل‌های نظری چگونه می‌توانند داده‌های مشاهده‌شده را تبیین‌کنند؟

۴ ـ چه مقدار از واریانس هر متغیر مشاهده‌شده اساساً تصادفی یا یگانه است؟

بنابراین، هدف تحلیل عاملی کشف ساده‌ترین الگو از میان الگوهای مربوط به روابط میان متغیرهاست. این روش به‌دنبال درک این مطلب است که آیا متغیرهای مشاهده‌شده را می‌توان برپایهٔ تعداد کمتری متغیر(عامل) به‌گونهٔ وسیع و اساسی تبیین‌کرد. ازاین‌رو، هدف‌های عمدهٔ تحلیل عاملی را می‌توان به شرح زیر بیان‌کرد:

---

1. factor

www.SID.ir

Archive of SID



۱. کاهش تعداد زیادی متغیر به تعداد کمتری عامل به منظور مدل سازی. زیرا اگر تعداد متغیرها زیاد باشد، مدل‌سازی برای همهٔ اندازه‌ها به گونه انفرادی امکان‌پذیر نیست. به‌همین دلیل، تحلیل عاملی با مدل‌سازی‌های مربوط به تکنیک معادلات ساختاری یکپارچه شده و به تولید متغیرهای مکنون[1] که از طریق مدل‌سازی معادله ساختاری به وجود می‌آید، کمک می‌کند. با وجود این، تحلیل عاملی را می‌توان به عنوان نوعی تکنیک متکی به خود برای هدف‌های مشابه نیز به‌کاربرد.

۲. گزینش یک پاره‌تست از مجموعه زیادی سؤال که دارای بیشترین همبستگی با مؤلفه‌های اصلی باشد.

۳. تولید مجموعه‌ای از عوامل به‌عنوان متغیرهای ناهمبسته به‌گونه‌ای که با اصطلاح همخطی‌بودن چندگانه[2] در روش رگرسیون چندمتغیری نزدیک باشد.

۴. رواسازی یک مقیاس یا شاخص از طریق تعیین بار مواد سازنده مقیاس بر روی عامل‌های استخراج شده.

۵. تهیه تست‌های چندگانه‌ای که تنها یک عامل را بسنجد و اجرای تست‌های کمتری را ممکن سازد.

۶. تعیین خوشه‌هایی از آزمودنی‌ها.

۷. تعیین گروه‌ها از طریق مشخص‌کردن مجموعه افرادی که در یک خوشه قرار دارند.

## چندنمونه از مشکلات تحلیل عاملی

۱. چنانکه پیش‌تر بیان شد تحلیل عاملی نزدیک به صد سال پیش توسط روان‌شناس بزرگ چارلز اسپیرمن ابداع شد. برپایهٔ فرضیه اسپیرمن انواع بی‌شماری از تست‌های توانایی ذهنی (مانند مهارت‌های ریاضی، واژه‌شناسی و سایر مهارتهای کلامی، مهارتهای هنری، و توانایی استدلال منطقی) را می‌توان از طریق یکی از عوامل زیربنایی

---

1. latent variables

2. multicollinearity

www.SID.ir

Archive of SID

هوش کلی، که وی آن را g نامید، تبیین‌کرد. به اعتقاد وی، چنانچه بتوان عامل g را اندازه‌گیری و زیرجامعه‌ای از افراد با نمره g یکسان را انتخاب‌کرد، دراین صورت میان تست‌های توانایی ذهنی هیچ‌گونه همبستگی پیدانخواهد شد. به‌بیان دیگر، از نظر اسپیرمن، عامل g تنها عامل مشترک همه این اندازه‌هاست.

هرچند نظریه اسپیرمن بسیار جالب بود، اما نادرست‌بودن آن نیز نشان داده شده است. در حال حاضر، مرکز خدمات تستی شورای دانشگاه‌ها[1] در ایالات متحده برپایه این اندیشه که دست‌کم سه عامل مهم توانایی ذهنی (یعنی توانایی‌های کلامی، کمّی، و تحلیل منطقی) وجود دارد، نظام جدیدی ابداع و اجراکرده است. از دگرسو، اغلب روان‌شناسان با این مطلب موافقند که عامل‌های دیگری را نیز می‌توان به دست آورد.

۲. اندازه‌های مختلفی از فعالیت سیستم عصبی خود مختار مانند ضربان قلب، فشارخون و از این قبیل را درنظر بگیرید. روان‌شناسان مایلند بدانند که: آیا همه این اندازه‌ها، ورای نوسان‌های تصادفی، با یکدیگر افزایش یا کاهش می‌یابند (فرضیه برانگیختگی[2])، آیا گروهی از اندازه‌های خودمختار جدا از سایر گروه‌ها با یکدیگر افزایش یا کاهش پیدا می‌کنند، یا اینکه همه اندازه‌ها تاحد زیادی مستقل از یکدیگرند؟

۳. فرض‌کنید همهٔ افراد یک گروه ۵۰۰ نفری که با انواع مختلف اتومبیل آشنایی دارند، دربارهٔ ۲۰ نوع اتومبیل با این پرسش روبه‌رو هستند که «برای خرید اتومبیل چقدر پول می‌خواهید بپردازید؟» ما می‌توانیم درباره تعداد ابعادی که قیمت اتومبیل‌ها برپایه آنها تفاوت می‌کند، سؤال‌های مفیدی بپرسیم. در تئوری تک عاملی فرض بر آن است که افراد بیشترین مبلغ را برای گران‌ترین مدل می‌پردازند. در تئوری دوعاملی فرض می‌شود که برخی افراد، مدل‌های اسپرت، و برخی دیگر مدل‌های لوکس را ترجیح می‌دهند. اما تئوری سه و چهار عاملی ممکن است ابعاد ایمنی و اعتبار را نیز اضافه‌کند. به هرحال، به جای اتومبیل می‌توان نگرش به موضوع‌های اجتماعی، خط‌مشی‌های سیاسی، نامزدهای انتخابات، یا بسیاری از موضوع‌های دیگر را مطالعه‌کرد.

---

1. College Board Testing Service
2. activation hypothesis

www.SID.ir

Archive of SID



۴. روبنشتاین[1] (۱۹۸۶) از طریق تحلیل مجموعه وسیعی از عبارت‌ها مانند «دوست دارم از کار ماشین آلات سر در بیاورم» یا «دوست دارم انواع جدید غذاها را آزمایش‌کنم»، که در مورد دانش‌آموزان سال آخر دبیرستان اجرا شده بود، ماهیت کنجکاوی را مورد مطالعه قرار داد. وی در تحلیل عاملی، هفت عامل را استخراج‌کرد؛ سه عامل به اندازه‌گیری لذت حل مسئله، یادگیری و خواندن؛ سه عامل به اندازه‌گیری علاقه به علوم طبیعی هنر و موسیقی و به‌گونه کلی تجربه‌های جدید؛ و یک عامل نیز به علاقه نسبتاً کم به پول ارتباط داشت.

از دگرسو، وقتی تحلیل عاملی خطی برای داده‌های چندارزشی (مانند داده‌های طبقه‌ای مرتب‌شده[2])به کار می‌رود نتایج تورش‌داری[3] به‌دست می‌دهد (والر[4]، ۲۰۰۰). با وجود این، بسیاری از دانشمندان علوم اجتماعی و رفتاری همچنان برای تحلیل عاملی از ضریب فای (مانند ضریب همبستگی پیرسون برای داده‌های دوارزشی) یا ضریب پیرسون برای داده‌های مقیاس لیکرت استفاده می‌کنند. زیرا نرم‌افزارهاو برنامه‌های رایانه‌ای مناسب برای تحلیل عاملی داده‌های طبقه‌ای: ۱) به‌ندرت در دسترس قراردارد، ۲) محدود به تحلیل عاملی تأییدی و نه اکتشافی است، و ۳) محدود به داده‌های دوارزشی است.

وجود محدودیت‌های بالا موجب شده است برای پژوهشگرانی که با داده‌های طبقه‌ای مرتب شده سرو کار دارند، چالش‌های روش شناختی متعددی ایجاد شود. برای نمونه، اغلب تست‌های تشخیصی، بالینی، و تربیتی به‌گونهٔ درست یا نادرست موافق یا مخالف، بلی یا نه و در سطح مقیاس‌های چندارزشی، مانند کاملاً مخالف، مخالف، بی‌تفاوت، موافق و کاملاً موافق، نمره‌گذاری می‌شود. علاوه‌بر این، در تعلیم و تربیت، سؤالهای سنجش توانایی و پیشرفت نیز اغلب به‌گونهٔ درست ـ نادرست نمره‌گذاری می‌شود. از سوی دیگر در علوم سیاسی، آراء مردم در همه‌پرسی‌ها به گونهٔ

---

1- Robenstein

2. ordered categorical data

3. biased

4. Waller

www.SID.ir

Archive of SID

بلی یا نه و در پژوهش‌های بازرگانی مواردی مانند کیفیت تولید اغلب برپایه خشنودی یا ناخشنودی مشتریان ارزیابی می‌شود.

به‌رغم مشکلاتی که در بالا به آنها اشاره شد، پژوهشگران رشته‌های مختلف هنوز برای محاسبهٔ همبستگی و تحلیل عاملی سؤال‌هایی که به‌گونه چندارزشی نمره‌گذاری شده از بسته‌بندی نرم‌افزاری BMDP & SAS & SPSS و مانند آن استفاده می‌کنند، درحالی که این نرم‌افزارها فقط می‌تواند برای داده‌هایی که به‌گونهٔ پیوسته اندازه‌گیری شده است تحلیل عاملی انجام دهد. به همین دلیل، هنگام استفاده از داده‌های چند ارزشی نتایج آنها کاملاً تورش‌دار و ناقص است (والر، ۲۰۰۰).

مدل تحلیل عاملی خطی، ساختار زیربنایی داده‌های دوارزشی را دست کم به سه دلیل تحریف می‌کند: نخست آنکه ضرایب پیرسون (مانند ضرایب فای) که برای داده‌های دو دویی[1] به‌کار می‌رود، تحت تأثیر شکل توزیع و نیز محتوای سؤال است، به‌گونه‌ای که حتی اگر دو سؤال کاملاً معتبر صفت یکسانی را اندازه‌گیری کنند، چنانچه فراوانیهای متفاوتی داشته باشند، به‌گونهٔ کامل با هم همبستگی نخواهند داشت (کارول[2] ۱۹۶۱، لرد و ناویک[3]، ۱۹۶۸). دوم آنکه در مدل تحلیل عاملی مشترک فرض بر آن است که تابع خطی می‌تواند رگرسیون یک سؤال را بر نمره‌های عاملی زیربنایی، توصیف کند. برخی معتقدند که بر پایه یکی از مفروضه‌های این مدل، احتمال پاسخ درست بواقع تابع خطی عامل‌های زیربنایی است. اما این مفروضه در مورد داده‌های دودویی صادق نیست. احتمال همیشه بین صفر و یک است. اما افرادی که نمره‌های عاملی بسیار پایین یا بسیار بالا دارند، در مدل خطی می‌توانند احتمال کمتر از صفر یا بیشتر از یک داشته‌باشند. سوم آنکه چندبعدی‌بودن ماتریس ضرایب فای ممکن است با چندبعدی‌بودن متغیرهای پیوسته زیربنایی تفاوت داشته باشند (برنشتاین و تنگ ۱۹۸۹،

---

1. binary
2. Carrol
3. Lord & Novick

www.SID.ir

Archive of SID



هامبلتون و راوینیلی[1]، ۱۹۸۶، نقل از والر، ۲۰۰۰)، زیرا شکل رگرسیون یک متغیر دو ارزشی مشاهده‌شده بر روی عامل زیربنایی اغلب غیرخطی است. مکدونالد و آهلاوت[2] (۱۹۷۴) نشان‌داده‌اند که وقتی شکل رگرسیون‌های سؤال ـ عامل غیرخطی به‌گونه قابل توجهی در همه سؤال‌ها تفاوت داشته باشد، مدل تحلیل عاملی خطی عامل‌های کاذب[3] تولید می‌کند. در گذشته این عاملهای غیرواقعی را به دشواری‌های غیریکنواخت سؤال نسبت می‌دادند و به آن عامل‌های دشوار می‌گفتند (فرگوسن[4]، ۱۹۴۱، نقل از والر، ۲۰۰۰). از این‌رو، به منظور پرهیز از برچسب «دشوار» به این گونه عامل‌ها، روان‌سنجی روش‌های متعددی را برای تبیین ساختار در ماتریس داده‌های دوارزشی توسعه داده است. دراینجا تنها به ذکر عناوین آنها اکتفا می‌شود:

۱. تحلیل عاملی خطی همبستگی تتراکوریک

۲. تحلیل عاملی مجذورات تعمیم‌یافته همبستگیهای تتراکوریک

۳. تحلیل عاملی سؤال با اطلاعات کامل[5]

از دگرسو، مشکلات تحلیل عاملی تنها به موارد بالا محدود نمی‌شود. بسیاری از پژوهشگرانی که برای تحلیل داده‌های پژوهشی خود از تحلیل عاملی استفاده می‌کنند در تشخیص و برازش روش‌های مختلف آن با داده‌های خود دچار اشتباه می‌شوند. برای نمونه بنا بر گزارش فابریگار[6] و دیگران(۱۹۹۹)، در حدود نیمی از مقاله‌هایی که بین سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۵ در مجله‌های شخصیت، روان‌شناسی اجتماعی، و نیز مجله روان‌شناسی کاربردی منتشر شده است، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی به کار رفته، به‌رغم این واقعیت که هدف اساسی آنها تشخیص متغیرهای مکنون بوده و باید از روش تحلیل عاملی استفاده می‌شده است. در این مقاله‌ها اغلب ضرایب اعتبار متغیرها، و نه میزان اشتراک آنها (که بسیار اطلاع‌دهنده‌تر است) گزارش شده و معمولاً روشی که برای

---

1. Hambelton & Rovinelli
2. McDonald & Ahlawet
3. spurious factor
4. Ferguson
5. full information
6. Fabrigar

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین تعداد عامل‌ها به‌کار رفته است بیان نمی‌شود. علاوه‌براین، در اغلب این گزارش‌ها از قاعده ارزش ویژهٔ بزرگتر از ۱/۰۰ و نیز روش واریماکس استفاده شده است. وقتی فابریگار و دیگران (۱۹۹۹) از آنها خواستند یک نسخه از داده‌های خود را برای آنان ارسال کنند تا درباره این مطلب تحقیق کنند که آیا به‌جز آنچه آنها به‌کار برده‌اند، راه‌حل دیگری نیز می‌توان تعیین‌کرد، بیشتر پژوهشگران از ارسال داده‌ها خودداری کردند. برای آنهایی که داده‌های خود را فرستادند، فابریگار و دیگران، به این نتیجه رسیدند که چرخش متمایل اغلب ساختار ساده نسبتاً بهتری را نسبت به چرخش واریماکس تولید می‌کند، درحالی که الگوی بارهای عاملی تقریباً همیشه برای چرخش متمایل و واریماکس یکسان بوده است.

اما، چرا اکثر پژوهشگران تحلیل مؤلفه‌های اصلی را انتخاب می‌کنند، چرا تعداد عامل‌ها را برابر با عامل‌های دارای ارزش ویژهٔ بزرگتراز ۱/۰ قرار می‌دهند، و سرانجام چرا بیشتر چرخش واریماکس رابه‌کار می‌برند؟ به اعتقاد بسیاری از صاحبنظران شاید فقط دلیل اصلی این باشد که موارد بالا پیش‌گزیده تحلیل عاملی در SPSS است. بدون تردید، هنگام استفاده از این نرم‌افزار، همه می‌توانند به راحتی داده‌های خود را وارد کرده و گزینه تحلیل عاملی را کلیک‌کنند، بدون آنکه مجبور باشند چیزی درباره تحلیل عاملی بدانند یا بفهمند.

## کاربرد اکتشافی در برابر کاربرد مطلق تحلیل عاملی

روش اکتشافی[1] شیوه‌ای برای تفکر دربارهٔ یک موضوع ساده است، حتی اگر به‌گونهٔ قطعی درست نباشد. برای نمونه، از روش اکتشافی وقتی استفاده می‌کنیم که موضوع طلوع و غروب خورشید را برپایهٔ این نظر که خورشید به دور زمین می‌چرخد، بررسی کنیم، هرچند می‌دانیم این مطلب درست نیست. اکتشافی هم اسم و هم صفت است، بدین معنا که کاربرد آن، به واقع، تفکر برپایه اکتشاف است.

---

1. Heuristic

www.SID.ir

Archive of SID



از دگرسو تئوری هوش g اسپیرمن و نیز تئوری برانگیختگی کارکرد سیستم عصبی خودمختار را می‌توان به‌عنوان تئوری‌های مطلق[1] در نظر گرفت، زیرا دربارهٔ الگوی روابط میان متغیرها توضیح کاملی در اختیار می‌گذارد. روبنشتاین نیز هرگز ادعا نمی‌کرد که فهرست هفت عامل وی توصیف کاملی از کنجکاوی به‌دست می‌دهد، بلکه معتقد بود صرفاً مهم‌ترین عوامل و بهترین روش برای خلاصه‌کردن داده‌هاست. تحلیل عاملی هر دو مدل مطلق و اکتشافی را پیشنهاد می‌کند. اما تمایز میان آنها به چگونگی تفسیر ما از برونداد بستگی دارد.

## آیا تحلیل عاملی روش عینی است؟

مفهوم اکتشافی برای شناخت یکی از ویژگی‌های تحلیل عاملی که بسیاری از افراد را سردرگم کرده، مفید است. بسیاری از دانشمندان ممکن است تحلیل عاملی را برای مجموعه‌ای از اندازه‌های مشابه یا حتی یکسان به‌کاربرند، اما نتایج مختلفی به‌دست‌آورند، به‌گونه‌ای که یک نفر سه عامل، دیگری شش عامل، و مؤلفان دیگر حتی تا ۱۰ عامل استخراج‌کنند. این عدم توافق نشان‌دهنده بی‌اعتباری کاربردهای تحلیل عاملی است. اما اگر یکی از سه نفر سفرنامه نویس راهنمای مسافرتی ایران را به سه حوزه، نفر دوم به ۶ حوزه و دیگری به ۱۰ حوزه تقسیم‌کند، آیا می‌توان گفت که آنها با یکدیگر تناقض دارند. البته که نه، زیرا نویسندگان مختلف برای سازماندهی یک موضوع فقط از شیوه‌های مختلفی استفاده می‌کنند. بنابراین، ادعا ندارند که روش درست انجام کار را ارائه کرده‌اند. اما اگر همهٔ کسانی که تحلیل عاملی اجرامی‌کنند مدعی تئوری‌های مطلق و نه اکتشافی باشند، در این صورت نتایج مختلف آنها با یکدیگر متناقض خواهدبود. هرچه تعداد عامل‌ها کمتر باشد، تئوری ساده‌تر است و هر چه تعداد عامل‌ها بیشتر باشد، برازش تئوری با داده‌ها بیشتر است. بنابراین، کاربران مختلف ممکن است در تعادل بین سادگی و برازندگی، دست به انتخابهای گوناگونی بزنند.

---

1. absolute

www.SID.ir

Archive of SID

در رگرسیون و تحلیل واریانس، مسئله‌ای مشابه مسئلهٔ تعادل نیز وجود دارد. اما به‌گونهٔ کلی این مطلب مانع دستیابی کاربران مختلف به نتایج کم و بیش نزدیک و یا کاملاً یکسان نمی‌شود. با این همه اگر دو کاربر برای یک مجموعه داده از روش تحلیل واریانس استفاده کنند و هر دو به علت معنادارنبودن نتیجه در سطح ۰/۰۵ اعلام انصراف کنند، در گزارش‌های خود اثرات کاملاً یکسانی را بیان می‌کنند. اما موقعیت تحلیل عاملی بسیار متفاوت است. بنابر دلایل بالا، در تحلیل مؤلفه‌ای، هیچ‌گونه آزمون معناداربودن برای آزمون فرضیه در باره تعداد عامل‌ها به‌گونه‌ای که بتوان آن فرضیه را به‌صورت عادی درک‌کرد، وجودندارد. در تحلیل عاملی مشترک چنین آزمونی وجود دارد، اما دارای محدودیت است، زیرا این آزمون نسبت به آنچه می‌توان به گونه رضایت‌بخشی تفسیرکرد، عاملهای بیشتری را دربرمی‌گیرد. بنابراین، کاربری که قصد دارد فقط عامل‌های تفسیرپذیر را گزارش‌کند، هنوز آزمونی عینی در اختیار ندارد.

همین مسأله در تعیین ماهیت عاملها نیز وجود دارد. فرض‌کنید دو کاربر مختلف هر یک ۶ عامل استخراج کرده‌اند، درحالی‌که ممکن است مجموعه عامل‌های آنان به‌گونه قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر تفاوت داشته باشد. مثال مربوط به سفرنامه نویسها دراین مورد نیز می‌تواند مفید باشد. شاید دو نفر از آنها کشور ایران را به ۶ حوزه تقسیم‌کنند. اما تعریف و حدود حوزه‌های آنها کاملاً متفاوت باشد.

قیاس جغرافیایی دیگری نیز وجود دارد که شاید با تحلیل عاملی همخوانی بیشتری داشته باشد. گاه برای تقسیم یک استان به حوزه‌های انتخاباتی از برنامه‌های کامپیوتری به‌گونه‌ای استفاده می‌کنند که این حوزه‌ها از لحاظ جغرافیایی مجاور یکدیگر، از لحاظ تعداد جمعیت برابر، و از لحاظ ابعاد قومی و سایر عاملها همگون باشند. در این صورت نیز دو برنامه حوزه‌سازی ممکن است پاسخهای بسیار متفاوتی ارائه کنند اما هر دو پاسخ قابل قبول باشد. قیاس بالا از این لحاظ مفید است که برنامه‌های کامپیوتری تحلیل عاملی با آنچه برنامه‌های حوزه‌سازی انجام می‌دهند تقریباً تفاوتی ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID



**تحلیل عاملی در برابر خوشه‌بندی و مقیاس‌بندی چندبعدی**

چالش دیگر تحلیل عاملی ناشی از کاربرد فنون دیگری مانند تحلیل خوشه‌ای[1] و مقیاس‌بندی چندبُعدی[2] است. در حالی که تحلیل عاملی نوعاً برای تحلیل ماتریس همبستگی به کار می‌رود، از سایر روش‌ها می‌توان برای هر نوع ماتریس اندازه‌های مشابهت مانند درجه‌بندی‌های مشابهت چهریزه‌ها[3] استفاده‌کرد. اما این روش‌ها برخلاف تحلیل عاملی نمی‌تواند بر ویژگی‌های منحصر به فرد ماتریس‌های همبستگی مانند منعکس‌سازی[4] متغیرها غلبه‌کند. برای نمونه اگر جهت نمره‌های یک مقیاس درون‌گرایی را منعکس یا وارون سازید به‌گونه‌ای که نمره‌های بالا به‌جای درون‌گرایی نشان‌دهنده برون‌گرایی باشد، بواقع، علائم همبستگی‌های میان متغیرها را برگردانده‌اید. به طور مثال، ۰/۳۶- به ۰/۳۶+ و ۰/۴۲+ به ۰/۴۲- تبدیل می‌شود. این گونه منعکس‌سازی‌ها برونداد تحلیل خوشه‌ای یا مقیاس‌بندی چندبُعدی را به گونه‌ای کامل تغییر خواهدداد، در حالی که تحلیل عاملی منعکس‌سازی‌ها را آن گونه که هستند تشخیص می‌دهد. در حقیقت منعکس‌سازی‌ها تنها علائم بارهای عاملی متغیرهای منعکس‌شده را تغییر می‌دهد و هیچ چیز دیگری در برونداد تحلیل عاملی تغییر نخواهدکرد.

مزیت دیگر روش تحلیل عاملی بر سایر روش‌ها آن است که تحلیل عاملی می‌تواند ویژگی‌های خاص همبستگی‌ها را تشخیص‌دهد. برای نمونه، اگر همبستگی دو متغیر A و B برابربا ۰/۴۹ و همبستگی هر یک از آنها با متغیر C برابربا ۰/۷۰ باشد، تحلیل عاملی تشخیص می‌دهد که اگر متغیر C ثابت نگه‌داشته شود، همبستگی A و B برابربا صفر خواهدبود، زیرا ۰/۴۹ = $r^2$ است. مقیاس‌بندی چندبعدی و تحلیل خوشه‌ای توانایی تشخیص این رابطه را ندارد، زیرا این دو روش با همبستگی‌ها صرفاً به عنوان اندازه‌های کلی مشابهت رفتار می‌کنند. با وجود این، مقصود آن نیست که از سایر

---

1- cluster analysis

2. multidimentional scaling

3. facets

4- reflection

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌ها هرگز نباید برای ماتریس‌های همبستگی استفاده شود، زیرا گاهی اوقات بینشی که این روش‌ها در اختیار می‌گذارد از طریق تحلیل عاملی به دست نمی‌آید. اما این روش‌ها نتوانسته است تحلیل عاملی را منسوخ سازد.

**متغیرهای متمایزکننده در برابر متغیرهای زیربنایی عامل‌ها**

وقتی پژوهشگر مجموعه‌ای از متغیرها را به گونهٔ علّی منعکس‌کنندهٔ فقط یک عامل می‌داند، چیزهای زیادی دال بر این معنا وجوددارد که وی با تحلیل عاملی کاری ندارد. اگر به این جمله با دقت بیشتری نگاه‌کنیم مشخص می‌شود که معنای عبارت «فقط یک عامل این متغیرها را متمایز می‌کند»، آن است که موارد متعدد و متفاوتی وجود دارد که هیچ یک از آنها را نمی‌توان متناظربا این نتیجه‌گیری در تحلیل عاملی دانست و زیربنای این متغیرها را فقط یک عامل تشکیل می‌دهد.

یکی از معانی احتمالی عبارت متمایزساختن آن است که همبستگی مجموعه‌ای از متغیرها با یکدیگر زیاد، اما از لحاظ معنا متفاوت است. با یک مثال می‌توان معنای مشابه دیگری را نیز در این باره بیان‌کرد. فرض‌کنید هریک از چهار تست A ، B ، C، و D توانایی ذهنی ادراک‌شده‌ای را در مقیاس گسترده و یکسان می‌سنجد. اما این چهار تست به ترتیب افزایش دشواری در یک فهرست مرتب شده است. علاوه براین، بالاترین همبستگی میان این تست‌ها ممکن است میان تست‌های همجوار $r_{AB}$ ، $r_{BC}$ ، و $r_{CD}$ و کمترین همبستگی بین دو انتهای متضاد $r_{AD}$ فهرست مذکور باشد. اگر کسی الگوی همبستگی‌های مواد این فهرست را مشاهده‌کند، ممکن است بگوید که این تست‌ها را می‌توان به ترتیب سادگی قرارداد و یا این تست‌ها فقط در یک عامل بایکدیگر تفاوت دارند. اما تحلیل عاملی به‌هیچ وجه این نتیجه را به دست نمی‌دهد، زیرا این تست‌ها فقط در بردارندهٔ یک عامل مشترک نیستند.

مورد سوم موقعی است که متغیر A بر B ، B بر C ، و C بر D اثر می‌گذارد، علاوه براین، همه آنها تنها اثراتی هستند که این متغیرها را به‌هم پیوند می‌دهد. از سوی دیگر، هنوز بالاترین همبستگی‌ها مربوط به $r_{AB}$ ، $r_{BC}$ و $r_{CD}$ و کمترین همبستگی‌ها مربوط به $r_{AD}$

www.SID.ir

Archive of SID



خواهد بود. بنابراین، ممکن است همان عبارتی که پیش‌تر در مورد الگوی همبستگی‌ها بیان شد، در توصیف این وضعیت نیز به‌کار رود. اما این کاری نیست که تحلیل عاملی انجام می‌دهد.

مورد چهارم بواقع مورد خاصی از همهٔ موارد گذشته یعنی مقیاس کامل گاتمن[1] است. اگر مجموعه‌ای از داده‌های دو ارزشی به‌گونه‌ای مرتب شود که پاسخ منفی به هر سؤال دلالت بر پاسخ منفی به همه سؤال‌های بعدی، و پاسخ مثبت به هر سؤال دلالت بر پاسخ مثبت به همه سؤال‌های قبلی داشته باشد، دراین صورت داده‌ها با مقیاس گاتمن برازش دارد. برای نمونه به مثال سادهٔ زیر توجه کنید:

**آیا قد شما بالاتر از ۱۶۰ سانتی‌متر است؟**

**آیا قد شما بالاتر از ۱۶۵ سانتی‌متر است؟**

**آیا قد شما بالاتر از ۱۷۰ سانتی‌متر است؟**

فردی که به هریک از سؤالهای بالا به‌گونهٔ منفی پاسخ می‌دهد، باید به همهٔ سؤال‌های بعدی نیز پاسخ منفی بدهد. از سوی دیگر، پاسخ مثبت در بردارنده آن است که پاسخ‌های قبلی نیز باید مثبت بوده باشد.

اکنون به مثال نه چندان ساده مربوط به سؤالهای پرسشنامه زیر توجه کنید:

**آیا کشور A باید حقوق گمرکی کمتری برای کشور B وضع‌کند؟**

**آیا بانک‌های مرکزی هر دو کشور باید یک پول واحد منتشرکنند؟**

**آیا ارتش‌های دو کشور باید یکی شود؟**

**آیا کشور A باید با پیوستن به کشور B، تبدیل به کشور واحد شود؟**

اگر بپذیریم که سؤال‌های بالا نمونه‌هایی از مقیاس کامل گاتمن باشد، در این صورت توصیف نگرش دوم نسبت به‌کشور B ساده‌تر خواهدبود. وقتی مجموعه‌ای از داده‌ها در قالب مقیاس گاتمن ارائه شود به گونهٔ جالبی دلالت براین مطلب دارد که تحلیل عاملی، یک عامل مشترک واحد به دست نخواهدداد. مقیاس گاتمن نشان می‌دهد که یک عامل،

---

1. Guttman scale

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه‌ای از سؤال‌ها را (برای مثال نگرش مساعد نسبت به همکاری با کشور B) متمایز می‌کند، اما زیربنای همه سؤال‌ها تنها یک عامل نیست.

کاربرد مقیاس‌بندی چندبعدی برای یک ماتریس همبستگی، همه الگوهای ساده و متفاوت بین متغیرها را کشف می‌کند. بنابراین، مقیاس‌بندی چندبعدی در پی یافتن عامل‌هایی است که متغیرها را متمایز می‌کند، در حالی که تحلیل عاملی در جست و جوی عامل‌هایی است که زیربنای این متغیرها را تشکیل می‌دهد. مقیاس‌بندی گاهی اوقات سادگی را به دست می‌دهد، اما تحلیل عاملی چنین نیست و بالعکس.

**توصیه‌هایی درباره کاربرد تحلیل عامل اکتشافی**

با توجه به مطالب بالا، و به منظور فراهم‌آوردن زمینه مناسب برای کسانی که مایل به یادگیری تحلیل عاملی اکتشافی هستند و یا آنهایی که سالهای متمادی در پژوهشهای خود از این روش استفاده کرده‌اند، موارد زیر به عنوان توصیه ارائه می‌گردد.

**تعداد آزمودنی‌ها.** هر چه ساختار عاملی حقیقی واضح‌تر باشد، برای کشف آن، حجم نمونه کوچک‌تری مورد نیاز است. اما کشف حتی یک ساختار عاملی ساده و روشن با کمتر از ۵۰ آزمودنی بسیار دشوار است، در حالی که تعداد ۱۰۰ نفر یا بیشتر برای ساختاری که وضوح کمتری داشته باشد ترجیح داده می‌شود. توجه داشته باشید که از جامعهٔ مورد نمونه‌برداری آزمودنی‌هایی باید برگزیده شود که مقدار واریانس آنها از لحاظ عامل‌هایی که مایل به برآورد آنها هستید کم نباشد. حتی می‌توانید به‌گونه‌ای نمونه‌برداری کنید که آزمودنی‌های شما از لحاظ عامل‌هایی که مایل هستید برآوردکنید به‌گونهٔ استثنایی متفاوت باشند، ولی از لحاظ سایر خصیصه‌ها تفاوت اندکی داشته باشند.

**تعداد متغیرها.** قواعد مربوط به تعداد متغیرها برای تحلیل عاملی تفاوت زیادی با رگرسیون دارد. در تحلیل عاملی، بواقع چنانچه متغیرها مربوط به عامل‌های زیربنایی

www.SID.ir

Archive of SID



باشد هرچه تعداد آنها بیشترباشد، بهتراست. بنابراین، متغیرهای کافی درنظربگیرید به‌گونه‌ای که هر عامل مشترک دست‌کم توسط سه یا چند متغیر معرفی‌گردد. علاوه‌بر این، مطلوب آن است که سؤال‌هایی را برگزینید که معتبر و دارای میزان اشتراک مناسبی باشند.

**تحلیل مؤلفه‌های اصلی یا تحلیل عاملی.** اگر هدف کاهش اطلاعات موجود در متغیرهای زیاد به صورت مجموعه‌ای از ترکیب‌های خطی وزن‌دار متغیرها باشد، تحلیل مؤلفه‌های‌اصلی(PCA[1]) را که بین واریانس مشترک و واریانس یگانه تمایزی قائل نمی‌شود، به‌کاربرید. اما اگر مقصود تشخیص متغیرهای مکنونی باشد که در واریانس مشترک مجموعه‌ای از متغیرهای مورد اندازه‌گیری سهیم است، تحلیل عاملی (FA) را که تلاش می‌کند واریانس یگانه را از تحلیل خارج کند، به‌کار برید.

**تحلیل عامل اکتشافی یا تأییدی.** اگر مایلید تعداد عامل‌های قابل استخراج را به تعداد معینی محدودکنید و نیز الگوهای بخصوصی از رابطهٔ میان متغیرهای اندازه‌گیری شده و عامل‌های مشترک را تعیین‌کنید، و این عمل به‌گونه پیش‌تجربی (قبل از مشاهده داده‌ها) انجام‌شده‌است، دراین صورت از تحلیل عاملی تأییدی استفاده‌کنید. اما اگر محدودیت تشخیص پیش‌تجربی داشته‌باشید، روش تحلیل‌عاملی‌اکتشافی را به‌کاربرید.

**استخراج تعداد عامل‌ها.** استخراج بیش از حد لزوم عامل‌ها را بر استخراج کمتر از حد آن ترجیح دهید. استخراج بیش از حد عامل‌ها احتمالاً منجر به راه‌حلی می‌شود که در آن عامل‌های عمده توسط بارهای عاملی به‌دست آمده بخوبی برآورد می‌شود. اما در آن عامل‌های دیگری وجود دارد که به‌گونه ضعیفی تعریف‌شده است. استخراج کمتر از حد احتمالاً منجر به برآورد عامل‌های ضعیفی می‌گردد(مشابهت ضعیف ساختار عامل‌های

1. Principle Component Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

حقیقی با عامل‌های برآورد شده) که این خود مسئله‌ای جدی‌تر است.

بسیاری از صاحبنظران(مانند دارلینگتون[1]، ۱۹۹۸؛ موریسون[2]، ۱۹۹۰، و فابریگر و دیگران، ۲۰۰۱) به قاعدهٔ «ارزش ویژه بیش از ۱/۰» کیسر و نیز آزمون شیب‌دار کتل علاقه‌مند نیستند و آن را منسوخ شده می‌دانند. به اعتقاد آنان قاعده کیسر تنها در باره ارزش‌های ویژهٔ ماتریس کامل همبستگی (که در قطر اصلی آن ۱/۰ قرار دارد) به‌کار می‌رود، در حالی که مقصود اصلی تحلیل عاملی کار با ارزش‌های ویژهٔ ماتریس همبستگی کاهش یافته است (که در قطر اصلی آن برآوردهای میزان اشتراک قرار دارد).

بیشتر مؤلفان، «تحلیل موازی» را مطرح می‌کنند که در آن ارزش‌های ویژهٔ به‌دست آمده با ارزش‌های مورد انتظار حاصل از داده‌های تصادفی مقایسه می‌شود. اگر تعداد ارزش ویژه نخست عامل‌هایی که مقادیر آنها بزرگتر از مقادیر مورد انتظار از داده‌های تصادفی است برابربا m باشد، در این صورت می‌توان راه‌حل m عاملی را پذیرفت. متأسفانه این روش در برنامه‌های آماری رایج وجود ندارد.

یکی از قواعد مناسب و در عین حال دشوار برای استخراج عامل‌ها، کاربرد آزمون معناداری رسمی برای تعیین تعداد عامل‌های مشترک است. چنانچه N حجم نمونه، P تعداد متغیرها، m تعداد عامل‌ها، $R_U$ نمایشگر ماتریس پس‌ماند U که به ماتریس همبستگی انتقال یافته است، $|R_U|$ دترمینال ماتریس، و $\ln(1/|R_U|)$ لگاریتم طبیعی عکس دترمینال باشد، نخست باید عبارت زیر را محاسبه‌کنیم:

$$G = N - 1 - (2P + 5)/6 - (2/3)m$$

سپس باید مجذورکای را به ترتیب زیر و با درجهٔ آزادی $df = ۰/۵[(p - m) - p - m]$ محاسبه کنیم.

$$\text{Chi-squre} = G \ln(1/|R_U|)$$

چنانچه محاسبهٔ $\ln(1/|R_U|)$ دشوار باشد، این عبارت اغلب از طریق $\Sigma r^2_U$، که در آن علامت سیگما بیانگر مجموع همه مجذورات همبستگی‌های غیرقطری در ماتریس $R_U$

1. Darlington
2. Morrison

www.SID.ir

Archive of SID



است، به‌خوبی تخمین زده می‌شود.

به منظور کاربرد این فرمول برای انتخاب تعداد عامل‌ها، نخست با m = ۱ (یا حتی با m = ۰) آغازکنید و برای افزایش موفقیت‌آمیز مقادیر m، آزمون بالا را انجام دهید. وقتی تفاوت معناداری پیدا نکردید، عملیات را متوقف کنید. مقدار m کوچک‌ترین مقداری است که از طریق داده‌ها به‌گونه معنادار رد نمی‌شود. مشکل عمده این قاعده آن است که بنابر تجربه، در نمونه‌های نسبتاً بزرگ، نسبت به آنچه می‌توان به خوبی تفسیرکرد، منجر به استخراج عامل‌های بیشتری می‌شود.

مشخصه‌های برازندگی موجود در تحلیل عاملی با روش ML می‌تواند از لحاظ تعیین تعداد عامل‌ها مفید باشد. پژوهشگر ابتدا در این باره تصمیم‌می‌گیرد که باید حداکثر چند عامل (K) استخراج‌کند. سپس مدل‌ها را با ۰، ۱، ۲، ... ، K برازش می‌دهد و برازندگی آنها را باهم مقایسه‌می‌کند. روش دیگری نیز وجود دارد که با آنکه غیرتجربی است، کاربرد فراوان دارد. در این روش، باید تحلیل عاملی را با مقادیر مختلف m اجراکنید، چرخش عامل‌ها را نیز انجام‌دهید، سپس موردی را برگزینید که خوشایندترین ساختار را فراهم می‌آورد. بنابراین، راه‌حلی که در مرحلهٔ نخست به‌نظر می‌رسد باید دارای تعداد صحیحی از عامل‌ها باشد، یعنی راه‌حل‌های با یک، یا دو عامل بیشتر و کمتر را بررسی‌کنید، و سپس راه‌حلی که بیشترین معنا را بدهد بپذیرید.

به اعتقاد بسیاری از پژوهشگران (مانند دارلینگتون، ۱۹۹۸ و والر، ۲۰۰۰) «مدلی که نتواند یک راه‌حل چرخش‌یافتهٔ قابل‌تفسیر و از لحاظ نظری حساس تولیدکند، بی‌ارزش است». این مطلب همان است که «ملاک مفیدبودن» نامیده می‌شود.

**روش استخراج عامل‌ها.** روش بیشینهٔ احتمال (ML) محاسبه شاخص‌های برازندگی (داده‌ها با مدل)، آزمون معناداربودن بارهای عاملی و همبستگی بین عامل‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد، اما مستلزم مفروضه نرمال‌بودن چندمتغیری است. روش عامل‌های صلی (PF) فاقد مفروضه‌های مربوط به توزیع‌هاست. از این رو، مؤلفان با کاربرد روش ML موافقند و پیشنهاد می‌کنند نخست توزیع متغیرهای اندازه‌گیری‌شده از لحاظ نرمال‌بودن بررسی شود. بنابراین، جز در مواردی که مسائل جدی (مثلاً کجی >۲، و

www.SID.ir

Archive of SID

کشیدگی > ۷) باشد، از روش ML استفاده‌کنید. اما اگر با مسئله جدی رو به رو بودید، به جای آنکه فوراً PF را به‌کاربرید، ابتدا تلاش‌کنید آن را (مثلاً از طریق انتقال متغیرها) تصحیح‌کنید.

**شیوه چرخش.** بیشتر صاحب‌نظران قویاً طرفدار کاربرد چرخش متمایل هستند و آن را بر راه‌حل‌های متعامد ترجیح می‌دهند. به عقیدهٔ آنها ابعاد مورد علاقه روان‌شناسان اغلب متعامد نیستند. بواقع، اگر متغیرهای مکنون همبسته باشند، دراین صورت چرخش متمایل برآورد بهتری از عامل‌های حقیقی و نیز ساختار ساده بهتری نسبت به چرخش متعامد تولید می‌کند. اما اگر چرخش متمایل نشان‌دهد که همبستگی‌های بین عامل‌ها نزدیک به صفر است، دراین صورت تحلیلگر می‌تواند با چرخش متعامد (که بواقع همان راه‌حل نزدیک به چرخش متمایل را به‌دست می‌دهد) پیش‌رود.

## مآخذ


Spearman, C. (1904)."A general Intelligence objectively determined and measured". *American Journal of psychology,* 15, 201-293

Thompson, B., & Dennings, B.(1993)."The unnumbered graphic scale as a data-collection method: An investigation comparing three measurement strategies in the context of Q-techniqe factor analysis". paper presented at the annual meeting of the Mid-South Education Research Association, New Orleans.

Carr, S. C.(1992)."A primer on the use of Q technique factor analysis". *Measurement and Evaluation in counseling and Development, 25,* 133-138.

Gursuch, R. L. (1983). *Factor Analysis*(2nd ed.). Hillsadle, NJ: Erlbaum. Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research* (3rded.) New York: Holt, Rhinehart and Winston.

Fabrigar, L. N. ; Wogner, D. T. ;Maccallum, P. C. & Strahan,E. J.(1999)."evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research". *Psychological Methods.* 4: 272-299.


www.SID.ir

Archive of SID



Morrison, D. F. (1990). *Multivariate Statistical Methods.* New York: McGraw-Hill.

Rubenstain, A. S. (1986)."*An Item level analysis of questionnaire-typemeasure of intellectual Curisity*". Cornell university. Ph.D.thesis.

Lord, F. M. & Novick, M. R. (1968). *Statistical Theories of Mental Test Scores.*Menlo Park, Calif: Addison-Wesley.

Waller, G. Niels. (2000).*MicroFact for Windows: Factor Analysis for Dichotomous and Polytomous Response Data.* Assessment Systems Corporation.

www.SID.ir