صفحات ۵ - ۱۸
نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی ● دوره ۲۲ ● شماره ۲ ● تابستان ۱۳۹۶

کاربرد روش تحلیل عاملی اکتشافی (EFA) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای
مورد پژوهی: سنجش وضعیت پایداری اجتماعی در کلانشهر تهران*

اسفندیار زبردست**
استاد دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
(تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۱/۲۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۶/۵/۱۸)

چکیده

روش تحلیل عاملی اکتشافی یکی از پرکاربرد ترین روش ها در همه علوم از جمله در شهرسازی است. در فرایند بکارگیری این روش، محقق باید تصمیمات جدی متعددی را که در نتایج بدست‌آمده تاثیر گذارند، اتخاذ کند. این مقاله، مراحل مختلف EFA و تصمیمات تحلیلی که در هر یک از این مراحل باید اتخاذ شوند را مطرح کرده، اثرات احتمالی این تصمیمات بر نتایج تحلیل را نشان داده، و توصیه‌هایی نیز برای دستیابی به نتایج مطلوب در بکارگیری این روش در تحلیل مباحث شهرسازی ارائه می‌کند. EFA، شامل مراحل شش‌گانه مشخص زیر در شهرسازی است: شناسایی متغیرها/ شاخص‌های تبیین‌کننده موضوع؛ کنترل تناسب داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی؛ تعیین روش و تعداد عواملی که باید استخراج کرد؛ انتخاب روش دوران عوامل؛ تفسیر و نام‌گذاری عوامل؛ و محاسبه امتیازات عاملی. ابتدا هریک از مراحل شش‌گانه مذکور در این مقاله به تفصیل توضیح داده شده و سپس مثال کاربردی با استفاده از نرم‌افزار SPSS برای سنجش پایداری اجتماعی در سطح محله‌های کلانشهر تهران ارائه شده است. نتیجه این تحلیل نشان می‌دهد که محلات واقع در مناطق مرکزی و شمالی شهر تهران در مقایسه با محلات سایر مناطق این شهر از پایداری اجتماعی بیشتری برخوردارند.

واژه‌های کلیدی

تحلیل عاملی اکتشافی، برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، پایداری اجتماعی، کلانشهر تهران.

* مطالعات مربوط به سنجش پایداری اجتماعی کلانشهر تهران، از طرح پژوهشی کاربردی "سنجش وضعیت پایداری شهری در کلانشهر تهران" استخراج شده است.
**تلفکس: ۶۶۴۱۵۲۸۲-۰۲۱، E-mail: zebardst@ut.ac.ir.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تحلیل عاملی، روشی چند متغیره است که برای خلاصه‌کردن یا تقلیل داده‌ها بکار می‌رود. بدین ترتیب که این روش، تعداد زیادی از متغیرهای تبیین‌کننده یک موضوع مورد بررسی را به تعداد کوچک‌تری از ابعاد پنهان یا مکنون که عامل نامیده می‌شوند، تبدیل می‌کند. تحلیل عاملی با دو روش اکتشافی[1] و تاییدی[2] انجام می‌شود. روش تحلیل عاملی اکتشافی، در مواردی بکار می‌رود که هدف اکتشاف و یا تولید ابعاد مکنون تشکیل‌دهنده پدیده مورد بررسی است. متغیرهای تبیین‌کننده پدیده مورد بررسی، پس از مرور بر متون نظری و تجربی مرتبط استخراج شده و محقق با بکارگیری این روش، متغیرهای متعدد نشانگر پدیده مورد بررسی را به تعداد کمتری بعد مکنون(عامل)، تبدیل می‌کند به گونه‌ای که هر عامل، تعدادی از متغیرهای موضوع مورد بررسی را شامل می‌شود. عوامل استخراج‌شده با این روش، نمایانگرهای خوبی برای تبیین موضوع/ پدیده مورد بررسی هستند. در تحلیل عاملی اکتشافی (EFA)، محقق، اطلاع دقیقی از اینکه چند عامل از داده‌ها در مطالعه موردی در دست انجام استخراج خواهند شد و ترکیب آنها (تعلق متغیرها به عوامل استخراج شده) چگونه است، ندارد. تحلیل عاملی تاییدی، اغلب برای آزمون نظریه بکار می‌رود، وقتی که محقق عدله کافی برای بکارگیری عوامل و متغیرهای تشکیل دهنده آن، برمبنای نظریه‌ای موجود، در اختیار دارد. در برخی موارد، محققین از ترکیب هر دو روش نیز استفاده می‌کنند. بدین ترتیب که ابتدا با استفاده از EFA، ابعاد تشکیل‌دهنده موضوع مورد بررسی را بدست آورده و سپس از همین ابعاد استخراج‌شده در تحلیل عاملی تاییدی استفاده می‌کنند. در این مقاله، فقط به روش EFA پرداخته می‌شود.

علیرغم سهولت بکارگیری روش EFA بدلیل وجود نرم‌افزارهای کامپیوتری متعدد، استفاده مناسب از این روش، نیازمند انجام قضاوت‌های کارشناسی متعدد توسط محقق است که این قضاوت‌ها مستقیماً در نتایج بدست آمده و تفسیر آنها تاثیرگذارند (Henson and Roberts, 2006, 393). بنابراین، مسئله اصلی این است که چگونه باید از روش EFA در بررسی، سنجش و یا تحلیل مباحث شهرسازی که اغلب ماهیت چندبعدی(چون پایداری، تاب‌آوری، پراکنده‌رویی، پیاده‌مداری، کیفیت و رضایت‌مندی از زندگی و امثالهم) دارند و از طریق شاخص‌های متعدد تبیین می‌شوند، استفاده کرد تا بتوان به نتایج قابل قبولی دست یافت. برای دستیابی به این هدف، ابتدا مراحل مختلف EFA توضیح داده شده، کنترل‌ها و قضاوت‌هایی که در هر یک از این مراحل باید توسط محقق انجام شوند، مطرح شده و سپس با بکارگیری این مراحل در سنجش وضعیت پایداری اجتماعی در سطح محله‌های ۳۷۵ گانه کلانشهر تهران، نمونه عملی از کاربرد این روش در شهرسازی ارائه می‌شود.

۱- مراحل تحلیل عاملی اکتشافی

فرایند EFA، شامل مراحلی مشخص و خطی است که در آنها چندین تصمیم مهم باید توسط محقق اتخاذ شود. بنابراین، تعیین مسیر تصمیم در فرایند EFA بسیار مهم است. مراحل شش‌گانه در نمودار۱، مسیر تصمیم مناسبی را برای انجام EFA در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای ارائه می‌دهد. هریک از مراحل شش گانه مذکور به تفصیل توضیح داده شده و مثال کاربردی با استفاده از نرم افزار SPSS نیز ارائه خواهد شد.

۱-۱- شناسایی متغیرها/شاخص‌های تبیین‌کننده موضوع مورد بررسی

برای شناسایی متغیرهای تبیین‌کننده موضوع مورد بررسی، ابتدا باید متون نظری و تجربی مرتبط به طور گسترده مورد مطالعه قرار گیرند تا از این طریق، ابعاد و شاخص‌های نشانگر موضوع مورد بررسی استخراج شوند. بدیهی است این شاخص‌ها برای شرایط متفاوتی با مطالعه موردی مورد نظر بکار گرفته شده‌اند و حالت عام دارند. برای انطباق و قابلیت بکارگیری

نمودار۱- فرایند تحلیل عاملی اکتشافی.

Archive of SID
www.SID.ir

شاخص‌ها در شرایط مورد مطالعه، باید از بین شاخص‌های عام، شاخص‌های خاص مطالعه مورد نظر شناسایی و انتخاب شوند. پس از شناسایی شاخص‌ها، قابلیت دسترسی به داده‌ها در سطح مورد نظر باید مورد بررسی قرار گیرد. اگر داده‌های عینی برای شاخص‌های شناسایی شده در سطح مورد نظر وجود نداشته باشند، می‌شود از داده‌های ذهنی (از طریق پرسشنامه و یا سایر ابزارهای مرتبط)، در طیف‌های ۳ و یا ۵ گانه، مثل طیف لیکرت، اطلاعات مورد نیاز را جمع‌آوری کرد و مورد استفاده قرار داد.

۱-۲- کنترل تناسب داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی

قبل از انجام تحلیل عاملی، باید از مناسب بودن داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی اطمینان حاصل کرد. نوع و کیفیت داده‌ها، و تعداد نمونه‌ها باید مورد بررسی و کنترل قرار گیرند.

۱-۲-۱- نوع و کیفیت داده‌ها

روش تحلیل عاملی چون یک روش کمّی است، می‌بایست داده‌های مورد استفاده در این روش در مقیاس‌های اندازه‌گیری فاصله‌ای و یا کسری بوده و از توزیع نرمال تبعیت کنند. در برخی موارد، داده‌ها برگرفته از طیف لیکرت و در مقیاس اندازه‌گیری ۱ تا ۵ و یا ۱ تا ۷ جمع‌آوری شده‌اند. هرچند اینگونه داده‌ها در مقیاس اندازه‌گیری فاصله‌ای نیستند، برخی از محققین، مقیاس اینگونه داده‌ها را شبه-فاصله‌ای[۳] در نظر گرفته و انجام تحلیل عاملی برای اینگونه داده‌ها را نیز مناسب می‌دانند (Floyd and Widaman, 1995, 288). برای بررسی کیفیت داده‌ها، ضروری است نحوه توزیع داده‌های هریک از متغیرها و میزان انطباق آنها از توزیع نرمال مورد بررسی قرار گیرد. ضریب کشیدگی[۴] و ضریب چولگی[۵]، دو شاخصی هستند که برای این نوع بررسی‌ها بکار برده می‌شوند. متغیرهایی که مقدار عددی ضریب کشیدگی آنها از ۳٫۵ و ضریب چولگی آنها از ۲ بزرگتر باشد، از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند. این متغیرها باید شناسایی شده و از طریق تبدیل‌های غیرخطی نرمال شوند.

با توجه به اینکه در برخی موارد، تبدیل داده‌های بعضی از متغیرها به توزیع نرمال ممکن است با دشواری‌هایی همراه باشد، فرگوسن و کاکس معتقدند که اگر ۲۵ درصد متغیرها از توزیع نرمال تبعیت نکنند، انجام EFA با این داده‌ها قابل قبول است (Fergusen and Cox, 1993, 87).

۱-۲-۲- تعداد نمونه‌ها

با وجود این که تعداد نمونه در تحلیل عاملی بسیار مهم است، ولی نظرات متفاوت و گاه متضادی در متون نسبت به آن وجود دارد. محققین معتقدند که هر چه تعداد نمونه‌ها بیشتر باشد، نتیجه EFA مطلوب‌تر است. برای تعیین مناسب بودن تعداد نمونه‌ها برای انجام EFA، معمولاً تعداد مشاهدات در ارتباط با تعداد متغیرهای مورد بررسی در تحلیل در نظر گرفته می‌شوند. محققین نسبت تعداد مشاهدات به تعداد متغیرها را از نسبت ۳ به ۱ تا نسبت ۲۰ به ۱ ذکر کرده‌اند (Fergusen and Cox, 1993, 85).

برخی دیگر از محققین، رعایت حداقل تعداد نمونه لازم برای انجام تحلیل عاملی را مطرح کرده‌اند: ساپناس و زلر، ۵۰ نمونه (Sapnas and Zeller, 2002)، هیر و همکاران ۱۰۰ نمونه (Hair et al., 1995)، گورزاچ ۲۰۰ نمونه (Gorsuch, 1983) و تاباچنیک و فیدل ۳۰۰ نمونه (Tabachnick and Fidell, 2012). همانطور که مشاهده می‌شود، اجماعی بین محققین در مورد تعداد نمونه مورد نیاز برای انجام تحلیل عاملی وجود ندارد (Williams et al., 2012). هوگارتی و همکاران، پس از بررسی نسبت بین متغیرها و تعداد نمونه‌ها به این نتیجه می‌رسند که ارتباطی بین تعداد متغیر و تعداد نمونه‌ها و مطلوبیت نتایج بدست آمده از EFA وجود ندارد (Hogarty et al., 2005). نتیجه مطالعات مک کالوم و همکاران نیز نشان می‌دهد که وقتی اشتراکات[۶] متغیرها بزرگتر از ۰٫۶ باشد و در هر عامل چند متغیر وجود داشته باشد، آن وقت تعداد نمونه‌ها می‌توانند کوچک باشند (MacCallum et al., 1999).

برای برون رفت از معضل تعداد نمونه‌ها و یا نسبت متغیرها به نمونه‌ها، رعایت معیار KMO[۷] و آزمون کرویت بارتلت برای سنجش کفایت و تناسب داده‌ها برای انجام EFA ضروری است. اگر مقدار عددی KMO از ۰٫۶ بیشتر بوده[۸] و نتیجه آزمون بارتلت نیز دارای ۹۵ در صد اطمینان و یا بیشتر باشد (یعنی، مقدار عددی sig این آزمون از ۰٫۰۵ کمتر باشد)، داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی مناسب‌اند (Howard, 2016,52). خوشبختانه هر دو معیار KMO و آزمون کرویت بارتلت در بخش تحلیل عاملی نرم‌افزار SPSS وجود دارند. در مواردی‌که مقدار عددی معیار KMO از ۰٫۶ کمتر باشد، می‌توان با بررسی اشتراکات متغیرها، متغیرهایی که میزان اشتراکات پایین‌تری دارند را، از دور محاسبات کنار گذاشته و مجدداً تحلیل عاملی و بررسی‌ها برای تناسب داده‌ها را انجام داد. اشتراکات وجه مشترک متغیرها در تبیین موضوع مورد بررسی را نشان می‌دهند. وقتی اشتراکات متغیری پایین باشد (کمتر از ۰٫۴)، آن متغیر نقش چندانی در تبیین پدیده مورد بررسی ندارد و بهتر است از دور محاسبات کنار گذاشته شود (زبردست، خلیلی و دهقانی، ۱۳۹۲، ۳۴). میانگین اشتراکات در هر بررسی تحلیل عاملی نباید از ۰٫۵۵ کمتر بوده و اشتراکات هر متغیر نیز باید از ۰٫۴ بیشتر باشد.

۱-۳- استخراج و تعیین تعداد عوامل

۱-۳-۱- انتخاب روش استخراج عوامل

برای استخراج عوامل چندین روش وجود دارد. نرم افزار SPSS هفت روش را بکار می‌گیرد که از بین آنها دو روش تجزیه به مولفه‌های اصلی[۹] و عامل‌یابی محور اصلی[۱۰] بیشتر از بقیه مورد استفاده قرار می‌گیرند. هرچند که تامپسون معتقد است که تفاوت چندانی بین نتایج بدست آمده از این دو روش وجود ندارد (Thompson, 1992)، روش تجزیه به مولفه‌های اصلی، روش منتخب نرم‌افزار SPSS و چندین نرم افزار دیگر به عنوان روشی که EFA را بهتر است با آن شروع کرد (Tabachnick and Fidell, 2012) مطرح است. با توجه به ماهیت پدیده‌های شهرسازی،

Archive of SID
www.SID.ir

روش تجزیه به مولفه‌های اصلی بیشتر از بقیه روش‌ها در این رشته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، عوامل استخراج شده، به ترتیب از اهمیت بیشتری برخوردارند. عامل اول مهم‌ترین عامل بوده و بیشترین تغییرات داده را توضیح می‌دهد. عامل دوم، دومین عامل مهم بوده و به همین ترتیب عوامل بعدی در مراحل بعدی اهمیت قرار می‌گیرند. هر چند که فلوید و ویدامن نشان داده‌اند که برای اهداف تقلیل داده‌ها، استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی از سایر روش‌های استخراج عوامل مناسب‌تر است (Floyd and Widaman, 1995, 287)، گورزاچ (Gorsuch, 1983) معتقد است که تفاوت چندانی بین کلیه روش‌های استخراج عوامل، برای مواردی‌که مقدار ویژه آنها از ۱ بزرگتر است، وجود نداشته و همه این روش‌ها نتایج مشابهی را ارائه می‌دهند (به نقل از Fergusen and Cox, 1993, 90). با این وجود، در تحلیل مباحث شهری و منطقه‌ای، استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی توصیه می‌شود.

۱-۳-۲- تعداد عواملی که باید استخراج کرد

یکی از مهم‌ترین تصمیمی که باید محقق در فرایند EFA بگیرد، تعیین تعداد عواملی است که باید استخراج کند. هرچند هدف از انجام EFA، استخراج کمترین تعداد عوامل با توضیح بیشترین تغییرات داده‌ها برای تبیین موضوع مورد بررسی است، ولی انتخاب تعداد درست عوامل از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا تعداد عوامل انتخاب‌شده تاثیر مستقیمی بر نتایج مدل خواهد داشت. کمری (Comrey, 1978) معتقد است که برای حصول اطمینان از نتایج EFA علمی، باید با توجه به چارچوب نظری مطالعه، ساختار عاملی مورد انتظار را پیش از انجام EFA در نظر گرفت.

قواعد متعددی برای تعیین تعداد عواملی که باید استخراج کرد وجود دارد که قاعده کایسر[11]، آزمون / نمودار دامنه کوه[12] و درصد تجمعی تغییرات بیشتر از بقیه مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر قواعد مذکور، معیارهای دیگری چون تحلیل موازی[13]، همبستگی جزئی میانگین حداقل[14]، و آزمون کای-دو بارتلت نیز برای تعیین تعداد عوامل وجود دارند، که بندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند. اکثر محققین از قاعده کایسر استفاده می‌کنند (Henson and Roberts, 2006). براساس این قاعده، آن تعداد عواملی را باید استخراج کرد که مقدار ویژه[15] آنها برابر با ۱ و یا از ۱ بیشتر باشد (Kaiser, 1960). نظرات متفاوت و گاه متضادی در مورد کارآیی معیار کایسر ارائه شده است. برخی از محققین معتقدند که در اغلب موارد نتایج بکارگیری معیار کایسر بهینه نیست (Kline, 2014; Floyd and Widaman, 1995, 291). به نظر زوئیک و ولیسر، نتایج بکارگیری معیار کایسر منجر به بیش-تخمین عوامل می‌شود (Zwick and Velicer, 1986) و برعکس، مطالعه کلیف نشان می‌دهد که معیار کایسر منجر به کم-تخمین عوامل شده است (Cliff, 1988). علیرغم این، کماکان معیار کایسر بیشتر از سایر معیارها در EFA مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در آزمون دامنه کوه، مقادیر ویژه (در محور y) و تعداد عوامل (در محور x) در یک نمودار ترسیم می‌شوند. با بررسی بصری نمودار، نقطه‌ای که دامنه از کوه جدا می‌شود (نقطه شکست) مشخص شده و این نقطه n نامیده می‌شود. تعداد عواملی که باید استخراج کرد، (n-1) است. علیرغم ذهنی‌بودن قضاوت در نمودار دامنه کوه، نتایج بدست آمده از این روش بسیار مطلوب ارزیابی شده است (Fergusen and Cox, 1993,89; Henson and Roberts, 2006,399; Floyd and Widaman, 1995,292). با توجه به ذهنی بودن تعیین نقطه شکست در این آزمون، محقق ممکن است به دو گزینه به عنوان تعداد عواملی که باید استخراج کرد برسد. در چنین مواردی بهتر است که مدل با هر دو گزینه انجام‌شده و نتیجه مطلوب‌تر، یعنی مدلی که با چارچوب نظری تحقیق هماهنگ‌تر است، به عنوان نتیجه نهایی انتخاب شود.

معیار دیگری که عمدتاً در تعیین تعداد عوامل در نظر گرفته می‌شود، درصد تغییراتی است که عوامل استخراج‌شده به صورت تجمعی توضیح می‌دهند. اینکه عوامل استخراج‌شده تجمعاً چه درصدی از تغییرات داده‌ها را توضیح دهند، مورد مناقشه است. هیر و همکاران معتقدند که برای علوم طبیعی عوامل استخراج‌شده بهتر است حدود ۹۵ درصد تغییرات را توضیح دهند (Hair et al., 1995). این در حالی است که ویلیام و همکاران برای علوم انسانی درصد تغییراتی که عوامل استخراج‌شده به طور تجمعی نشان می‌دهند را بین ۵۰ تا ۶۰ درصد پیشنهاد می‌کنند (William et al., 2010). اکثر محققین معتقدند برای حصول اطمینان از نتایج مدل، آن تعداد عواملی را باید استخراج کرد که تجمعاً حداقل ۶۰ درصد تغییرات داده‌ها را توضیح دهند (How-ard, 2016). برخی هم معتقدند که هریک از عوامل استخراج‌شده باید حداقل ۱۰ درصد تغییرات داده‌ها را توضیح دهد. رعایت این شرط در مطالعات شهرسازی تقریباً غیرممکن است و به عنوان یک الزام مطرح نمی‌شود. هرچند که بکارگیری هریک از قواعد مذکور به تنهایی برای تعیین تعداد عواملی که باید استخراج کرد کفایت می‌کند، ولی بهتر است از ترکیب چند قاعده برای تعیین تعداد عوامل استفاده کرد (Thompson and Daniel, 1996). در مطالعات برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، رعایت حداقل دو معیار از قواعد مذکور توصیه می‌شود: الف) بکارگیری معیار کایسر یا نمودار دامنه کوه، و ب) معیار ۶۰ درصد تغییرات تجمعی.

معیار دیگری که باید در تعیین تعداد عوامل در نظر گرفته شود، تعداد متغیرهایی هستند که ذیل هر عامل قرار می‌گیرند. فلوید و ویدامن حضور ۲ و یا ۳ متغیر در هر عامل را کافی می‌دانند (Floyd and Widaman, 1995, 292). کمری معتقد است که حداقل ۳ متغیر باید در هر عامل وجود داشته باشد (Comrey, 1988). بنابراین، مدلی که در آن یک متغیر ذیل یک عامل قرار گیرد، مدل مطلوبی محسوب نمی‌شود.

البته باید توجه داشت که برای تعیین تعداد عواملی که باید استخراج کرد، علاوه بر قواعد مذکور که بیشتر الزامات ریاضی روش EFA را شامل می شوند، محقق باید چارچوب نظری که برای اهداف مطالعه خود انتخاب کرده است را نیز در نظر بگیرد. به عبارت دیگر، تعداد عوامل انتخاب‌شده باید علاوه بر

Archive of SID
www.SID.ir

رعایت الزامات ریاضی روش EFA، با چارچوب نظری مطالعه نیز هماهنگ باشد. یعنی، محقق باید چندین گزینه را بیازماید و از بین آنها مدلی که بیشتر با چارچوب نظری تحقیق هماهنگ است را انتخاب کند.

۱-۴- انتخاب روش دوران عوامل[۱۶]

چرخش یا دوران عوامل، برای سهولت تفسیر و نام‌گذاری عوامل استخراج شده بکار می‌رود. همچنین، تفسیر عوامل با سهولت بیشتری انجام می شود چنانچه تمامی متغیرهای ذیل عوامل بار عاملی مثبت داشته باشند. با همسوکردن جهت تاثیر متغیرها، می‌توان به این هدف دست یافت. بدین ترتیب که اگر موضوع مورد بررسی جنبه مثبت دارد (مثل برخورداری)، آنوقت متغیرهایی چون "نفر در اتاق" (هرچه نفر در اتاق بیشتر باشد، نامطلوب است) را می‌توان با موضوع برخورداری همسو کرده و به جای آن از معکوس شاخص مذکور، یعنی "تعداد اتاق به ازای هر نفر" استفاده کرد.

روش‌های دوران عوامل در دو گونه عمده متعامد[۱۷] و متمایل‌مورب[۱۸] طبقه‌بندی می‌شوند. دوران متعامد، وقتی استفاده می‌شود که عوامل مستقل از هم باشند. در دوران متعامد، چرخش عوامل بگونه‌ای انجام می‌شود که عوامل پس از دوران نیز کماکان بر هم عمود باقی بمانند. دوران متعامد با ۳ روش واریماکس[۱۹]، کوارتیماکس[۲۰]، و اکیماکس[۲۱] انجام می‌شود که روش واریماکس به عنوان روش منتخب بسیاری از نرم‌افزارها از جمله SPSS است. روش دوران واریماکس چنان انجام می‌شود که بیشترین ارتباط متغیرهای تبیین‌کننده موضوع با عوامل، به لحاظ ستونی برقرار شوند. یعنی در ماتریس دوران‌یافته عوامل، هر متغیر ذیل ستون عاملی قرار گیرد که با آن عامل بیشترین ارتباط را دارد. عناصر ماتریس دوران یافته عوامل، بارعاملی[۲۲] نامیده می‌شوند. بارعاملی، نشان‌دهنده میزان همبستگی بین متغیرها و عوامل است.

روش دوران کوارتیماکس چنان انجام می‌شود که بیشترین ارتباط متغیرهای تبیین‌کننده موضوع با عوامل به لحاظ ردیفی برقرار شود. روش دوران اکیماکس چنان انجام می‌شود که بیشترین ارتباط متغیرهای تبیین‌کننده موضوع با عوامل هم به لحاظ ستونی و هم به لحاظ ردیفی برقرار شود. بدلیل اینکه موضوعات مورد بررسی اغلب با روش چرخش واریماکس انجام می‌شوند (Howard, 2016:54; Beavers et al., 2013:10; Osborne and Costello, 2005)، آن را روش دوران استاندارد نیز می‌نامند.

روش دوران مورب وقتی استفاده می‌شود که عوامل استخراج‌شده با هم مرتبط باشند. به عبارت دیگر، بین عوامل همبستگی وجود داشته باشد. دو نوع دوران مورب وجود دارد[۲۳]: روش دایرکت اوبلیمین[۲۴] و روش پرومکس[۲۵]. هر دو روش دایرکت اوبلیمین و پرومکس، برای نشان دادن میزان ارتباط بین عوامل از پارامترهایی استفاده می‌کنند: پارامتر دلتا در روش دایرکت اوبلیمین و پارامتر کاپا در روش پرومکس. در روش دایرکت اوبلیمین، حداکثر مقدار مجاز پارامتر دلتا در نرم افزار SPSS، ۰،۸ بوده و مقدار منتخب همین نرم‌افزار صفر است. با توجه به میزان ارتباط عوامل با همدیگر، مقدار عددی پارامتر دلتا انتخاب می‌شود: مقدار عددی بزرگتر دلتا برای ارتباط بیشتر و مقدار عددی منفی برای ارتباط کمتر بین عوامل در نظر گرفته می‌شود. پارامتر کاپا در روش پرومکس هم عملکرد مشابهی دارد، با این تفاوت که مقدار عددی کاپا ارقام صحیح بوده و از ۱ به بالا است. مقدار عددی منتخب نرم‌افزار SPSS برای کاپا، ۴ است[۲۶].

در دوران مورب، ماتریس عوامل به ۲ ماتریس دوران‌یافته به نام‌های ماتریس الگوی[۲۷] عوامل و ماتریس ساختار[۲۸] عوامل تقسیم می‌شود که تفسیر مناسب و نام‌گذاری عوامل و متغیرهای ذیل آنها برمبنای هر دو این ماتریس‌ها باید صورت پذیرد. این موضوع، باعث پیچیده‌تر شدن تحلیل شده و در نتیجه از روش‌های دوران مورب کمتر استفاده می‌شود. محققین معتقدند در مواردی که تفسیر و نام‌گذاری عوامل بر اساس ۲ ماتریس مذکور امکان‌پذیر نباشد، تفسیر را می‌توان فقط بر مبنای ماتریس ساختار عوامل انجام داد (Thompson, 1992). البته محققین دیگری چون تاباچنیک و فیدل، برعکس، معتقدند که تفسیر بهتر است برمبنای ماتریس الگوی عوامل صورت پذیرد (Tabachnick and Fidell, 2012, 614). نویسنده این سطور معتقد است که اگر قرار باشد تفسیر برمبنای یکی از دو ماتریس الگو و یا ساختار صورت پذیرد، بهتر است که ماتریس ساختار ملاک قضاوت قرار گیرد، چون که ضرایب ماتریس ساختار همان بارعاملی در ماتریس دوران‌یافته عوامل در دوران متعامد اند؛ در صورتی‌که ضرایب ماتریس الگوی عوامل معادل ضرایب رگراسیونی در تحلیل‌های رگراسیونی‌اند.

اکثر مطالعات از روش دوران متعامد استفاده می‌کنند. دارلینگتون[۲۹] معتقد است که استفاده بیشتر از روش‌های دوران متعامد، به دلیل دشواری در تفسیر نتایج حاصل از دوران مورب و برعکس، سهولت تفسیر در دوران متعامد صورت می‌گیرد (به نقل از Beavers et al., 2013, 10). هنسون و رابرتز معتقدند که روش دوران مورب، بدلیل در نظر گرفتن ارتباط بین عوامل، معمولاً نتایج مطلوب‌تری را نسبت به روش دوران متعامد بدست می‌دهد (Henson and Roberts, 2006).

در هر حال محقق باید برای سهولت تفسیر و اسم‌گذاری عوامل یکی از دو روش چرخش فوق را انتخاب کند. برای تشخیص اینکه آیا از روش دوران متعامد باید استفاده کرد و یا مورب، مکانیزم‌های زیر مطرح شده‌اند:

- فابریگار و همکاران[۳۰] معتقدند که اگر در مدل مفهومی مطالعه، میزان همبستگی عوامل مشخص نباشد، بهتر است ابتدا از روش دوران مورب استفاده کرده و ماتریس همبستگی بین امتیازات عوامل را محاسبه کرد. اگر عوامل دارای همبستگی پایینی بودند، آنوقت باید از دوران متعامد استفاده کرد (به نقل از Beavers et al., 2013, 11).
- تریبلمییر و فیلزموزر بر این باورند که روش دوران مورب، بدلیل اینکه حتی اگر عوامل ارتباط چندانی با همدیگر نداشته باشند، منجر به دورانی می شود که عوامل با هم همبستگی بسیار پائینی داشته باشند، نسبت به دوران متعامد ارجح تر

Archive of SID
www.SID.ir

است (Treiblmaier and Filzmoser, 2010,199).

● تاباچنیک و فیدل معتقدند که اگر دلیل قانع کننده‌ای برای استفاده از چرخش متعامد وجود نداشته باشد، بهتر است که ابتدا روش چرخش مورب را بکار برده و ماتریس همبستگی عوامل را بررسی کرد. اگر در ماتریس همبستگی بین عوامل دوران یافته، ضریب همبستگی بالای ۰٫۳۲ وجود داشته باشد (حتی یک مورد)، تصمیم به چرخش مورب درست بوده است. در غیر این‌صورت بهتر است از روش دوران متعامد استفاده کرد (Tabachnick and Fidell, 2012,651).

همانطور که در بخش تعیین تعداد عوامل ذکر شد، نوع چرخش عوامل نیز، ضمن رعایت محدودیت‌های روش تحلیل عاملی، باید با چارچوب نظری مطالعه هماهنگ بوده و بر اساس آن نوع چرخش عوامل انتخاب شود.

۱-۵- تفسیر و نام‌گذاری عوامل

دوران عوامل به منظور سهولت تفسیر و نام‌گذاری عوامل صورت می‌پذیرد. برای تفسیر و نام‌گذاری دقیق‌تر عوامل، بررسی‌های مفهومی و ریاضی باید انجام شوند. متغیرهای ذیل هر عامل و خود عوامل استخراج شده باید به دقت مورد بررسی قرار گیرند. متغیرها باید بارعاملی معنی داری با عوامل داشته باشند (بزرگتر از ۰٫۴)[۳۱]. البته باید توجه داشت که در این مرحله، ارتباط مفهومی[۳۲] متغیرها بمراتب از ارتباط ریاضی آنها مهم‌ترند. اگر متغیری، به لحاظ مفهومی ارتباط معنی‌داری با هیچ یک از عوامل نداشته باشد (معمولاً با بارعاملی کمتر از ۰٫۳۲)، آن متغیر باید از دور محاسبات کنارگذاشته شود. متغیرها و عوامل باید به لحاظ مفهومی منطقی و عقلایی به نظر برسند. بیورز معتقد است که اگر متغیری بعد از دوران با دو عامل بارعاملی بالای ۰٫۴ داشته باشد، آن متغیر باید از دور محاسبات کنار گذاشته شود (Beavers et al., 2013, 9). این موضوع بدلیل رعایت اصل ساختار ساده[۳۳] در تحلیل عاملی توسط بسیاری از محققین دیگر (Pett et al., 2003; Tabachnick and Fidell, 2012; Beavers et al., 2013) مورد تاکید قرار گرفته است. رعایت اصل ساختار ساده در بسیاری از علوم، از جمله در مباحث شهری و منطقه‌ای، تقریباً غیرممکن است. یعنی بعد از دوران، هر متغیر فقط با یک عامل بارعاملی بالای ۰٫۴ داشته باشد. به همین دلیل است که برخی از محققین معتقدند که پس از دوران عوامل، هر متغیر ذیل عاملی که با آن بیشترین ارتباط را دارد قرار گرفته و ارتباط این متغیر با سایر عوامل بهتر است در نظر گرفته نشود (رول[۳۴] به نقل از Courtney, 2013, 3 و Darlington, 2017).

باید توجه داشت که تفسیر عوامل بیشتر ذهنی و شهودی است تا عینی و مطلق. یعنی، برای تحلیل عاملی یک سری داده ممکن است به بیش از یک تفسیر رسید، و این موضوع جزو محدودیت‌های ذاتی روش EFA محسوب می‌شود.

۱-۵-۱- نام‌گذاری عوامل

پس از تعیین متغیرهای ذیل هر عامل، به منظور نام‌گذاری آن عامل، محقق تلاش می‌کند تا مفهومی که همه متغیرهای ذیل آن عامل را در برگرفته و با چارچوب نظری تحقیق هماهنگ باشد، بیابد. این فرایند اسم‌گذاری عوامل، خود هم علم و هم هنر است. علم، چون محقق باتوجه به بارعاملی متغیرها، آنها را به ۲ گروه متغیرهای با بارعاملی بالا و سایر متغیرها جدا کرده، و هنر اینکه با توجه به ترکیب این دو گروه متغیرها و موضوع مورد بررسی، آن عامل را نام‌گذاری کند. تسلط به متون نظری و تجربی مرتبط با موضوع مورد بررسی می‌تواند در اسم‌گذاری عوامل تاثیرگذار باشد. زیرا در فرایند نام‌گذاری، نباید فی نفسه به متغیرها نگریست، بلکه متغیرها در موضوعه‌ای مورد بررسی مفهوم پیدا می‌کنند. به عنوان مثال، متغیرهایی چون "نفر در اتاق" و "خانوار در واحد مسکونی" که در مباحث شهرسازی نشانگرهایی برای ازدحام یا تراکم هستند، در موضوع محرومیت همین نشانگرها برای محرومیت مالی بکار رفته‌اند. درهرحال، باید پذیرفت که نام‌گذاری عوامل، یکی از سخت‌ترین مراحل و نیز محدودیت جدی EFA محسوب می‌شود. زیرا، اسم عوامل ممکن است دقیقاً نشان‌دهنده ماهیت متغیرهای واقع در آن عامل نباشد. همچنین، تفسیر برخی از متغیرها بسیار سخت است، زیرا ممکن است متغیری ذیل عاملی قرار گیرد که با آن عامل سنخیت چندانی ندارد (Yong and Pearce, 2013).

نام‌گذاری عوامل فرایندی ذهنی، نظری، و قیاسی است. بنابراین، توجیه و دلیل آوری برای نام‌گذاری عوامل، باید از دانش نظری و یا استنادات مرتبط با موضوع مورد بررسی منبعث شود. باید توجه داشت که بارعاملی متغیرها، در نام‌گذاری عوامل نقش تعیین کننده‌ای دارد. یکی از بهترین شیوه‌های نام‌گذاری عوامل، جداکردن متغیرهایی که دارای بارعاملی بالایی (بالای ۰٫۶) هستند و نام‌گذاری عامل بر مبنای ویژگی مشترکی که این متغیرها بیان می‌کنند، است. به عبارت دیگر، در نام‌گذاری عوامل، متغیرهایی که بارعاملی پایینی دارند، نقش چندانی در نام‌گذاری ندارند (Steiger, 2017). در هرحال، نام‌گذاری عوامل، بیشتر یک فرایند ذهنی است تا عینی، و برای کاهش ذهنی‌بودن نام‌گذاری، می توان از نظرات افرادی که در ارتباط با موضوع مورد بررسی صاحب نظر و تجربه‌اند، بهره برد.

۱-۶- محاسبه امتیاز عوامل استخراج شده

پس از تفسیر و نام‌گذاری عوامل، امتیازات عوامل برای هر مشاهده[۳۵]، از جمع حاصل‌ضرب وزن عاملی هر یک از متغیرها در مقدار عددی استاندارد شده هر متغیر بدست می‌آید. امتیاز عاملی را می‌توان به مثابه متغیر جدیدی در نظر گرفت که امتیازات هر یک از مشاهدات برای هر یک عوامل استخراج‌شده را نشان می‌دهد. امتیازات عوامل، توسط نرم‌افزار SPSS محاسبه‌شده و به عنوان یک متغیر جدید در فایل داده‌های آن قابل ذخیره‌کردن است. در این نرم افزار، ۳ روش برای محاسبه امتیازات عوامل تعبیه شده است: روش رگراسیونی، بارتلت[۳۶]، و اندرسون-روبین[۳۷]. امتیازات عاملی محاسبه‌شده با روش‌های رگراسیونی و بارتلت، حتی اگر برای استخراج عوامل از روش

Archive of SID
www.SID.ir

دوران متعامد استفاده شده باشد، ممکن است با هم همبسته باشند. برعکس، امتیازات عاملی محاسبه شده از طریق روش اندرسون-روبین با هم همبسته نیستند. بنابراین، با توجه به اهداف تحقیق و استفاده‌های بعدی از امتیازات عاملی، محقق روش محاسبه امتیازات عاملی مناسب را تعیین می‌کند.

۲- کاربرد روش تحلیل عاملی اکتشافی

به منظور توضیح و بکارگیری مراحل مختلف EFA مطرح شده در این مقاله، پایداری اجتماعی در سطح محله‌های شهر تهران مورد سنجش قرار خواهد گرفت. بنابراین، مراحل ۶ گانه مطرح شده در اینجا بکار گرفته خواهند شد.

۲-۱- شناسایی متغیرها/ شاخص‌های تبیین‌کننده موضوع مورد بررسی

پایداری اجتماعی به عنوان یکی از سه مولفه اصلی توسعه پایدار، خود مفهومی چندبعدی است (Dempsey et al., 2011) که متون محدودی به آن پرداخته است. پایداری اجتماعی به عنوان "مفهومی در آشفتگی" توصیف شده (Dempsey et al., 2011, 94) و اجماعی در مورد تعریف آن وجود ندارد (Bramley et al., 2009; Grieco, 2015, 86). با این وجود، در اینجا تعریفی از پایداری اجتماعی که با ماهیت شهرسازی هماهنگ بوده و بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، ارائه می‌شود: "توسعه‌ای که با سیر تکامل جامعه مدنی هماهنگ بوده، محیط مناسبی برای همزیستی گروه‌های متنوع اجتماعی و فرهنگی، توام با یکپارچگی اجتماعی، بهبود و کیفیت زندگی برای همه اقشار جامعه را فراهم آورد" (Grieco, 2015, 86).

پایداری اجتماعی، دو بعد اصلی برابری اجتماعی و پایداری جامعه‌ای را شامل می‌شود (Dempsey et al., 2011, 94). برابری اجتماعی دسترسی به خدمات و فرصت‌ها را در برگرفته و پایداری جامعه‌ای، سایر زیر-ابعادی چون حس تعلق به مکان، تعاملات اجتماعی، ایمنی، کیفیت محیط محلی، رضایت‌مندی از اسکان، و مشارکت در فعالیت‌های جمعی مدنی را شامل می‌شود. این دو بعد اصلی پایداری، وجوه اشتراک زیادی با سایر مفاهیمی، چون انسجام اجتماعی، سرمایه اجتماعی، جدایی‌گزینی و همه-شمولی اجتماعی دارند که در زمینه پایداری اجتماعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. گریکو (Grieco, 2015, 82-83) معتقد است که "دسترسی به حمل ونقل عمومی توان‌پذیر" و "توزیع فضایی تسهیلات و خدمات شهری"، بدلیل تاثیر آنها بر برابری، از عناصر اصلی پایداری اجتماعی محسوب می‌شوند.

در مطالعات شهری، جنبه‌های مختلفی در بررسی پایداری اجتماعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این مقاله سعی شده است تا از طریق مروری جامع بر مطالعات مرتبط، تمامی ابعاد مورد توجه از متون نظری و تجربی استخراج شوند. پر تَواتُرترین این ابعاد به استناد منابع گوناگون عبارتند از: عدالت اجتماعی، مسکن و سلامت محیطی، آموزش و مهارت، اشتغال، سلامت و ایمنی، اختلاط و یکپارچگی، هویت، حس مکان و فرهنگ، توانمندسازی، مشارکت و دسترسی، سرمایه اجتماعی، رفاه، رضایت‌مندی از نیازهای اساسی و تعاملات اجتماعی. برای بررسی پایداری اجتماعی در شهر تهران، از تمامی ابعاد مذکور که از مرور بر متون و مدل‌های مفهومی دیگر به دست آمده، استفاده شده است. هر کدام از این ابعاد، توسط شاخص‌هایی تبیین می‌شوند که برای سنجش پایداری اجتماعی شهر تهران به کار گرفته شده‌اند. چارچوب نظری مزبور به عنوان اساس مدل مفهومی مورد استفاده در مطالعه حاضر مورد توجه قرارگرفته است. برای اهداف این مطالعه، ۲۸ شاخص نشانگر ابعاد مختلف پایداری اجتماعی شناسایی شدند (جدول ۵).

۲-۲- کنترل تناسب داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی

روش تحلیل عاملی با استفاده از ۲۸ شاخص نهایی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS، انجام شد. ابتدا برای کنترل مناسب بودن داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی، نحوه توزیع داده‌های هریک از شاخص‌ها و میزان انطباق آنها، از توزیع نرمال مورد بررسی قرار گرفت. بررسی ضرایب چولگی و کشیدگی شاخص‌ها نشان می‌دهد که ۶ شاخص (نسبت واحدهای مسکونی ملکی به استیجاری، تعداد طلاق به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت، جمعیت وابسته، سرمایه اجتماعی، میزان رضایت از مشارکت در تصمیمات شورایاری محله، و سرانه زیربنای مسکونی) از ۲۸ شاخص، یا چوله به راست و یا چوله به چپ بوده و یا بیش از اندازه کشیده و یا پَخ‌اند. بنابراین، با استفاده از روش‌های تبدیل شاخص‌ها به توزیع نرمال این ۶ شاخص که در اختصار شاخص در SPSS (جدول ۵) با Tr در ابتدای اختصار مشخص شده‌اند، به توزیع نرمال تبدیل شدند.

برای کنترل تناسب داده‌ها برای تحلیل عاملی، مقدار عددی KMO و آزمون کرویت بارتلت محاسبه شد. نتایج آزمون کرویت بارتلت[۲۸] و مقدار عددی معیار KMO (کایسر- مه‌یر- اولکین –Kaiser Meyer–Olkin)، تناسب کلی نمونه‌ها برای انجام تحلیل عاملی را نشان می‌دهند. سطح معنی‌داری آزمون کرویت بارتلت (Sig.=۰/۰۰۰۱) و مقدار عددی معیار KMO که برابر با ۰/۶۹۹ است، مناسب بودن داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی را نشان می‌دهند (جدول ۱).

۲-۳- تعیین روش و تعداد عوامل

در اولین اجرای نرم افزار، بدون درخواست دوران عوامل، با

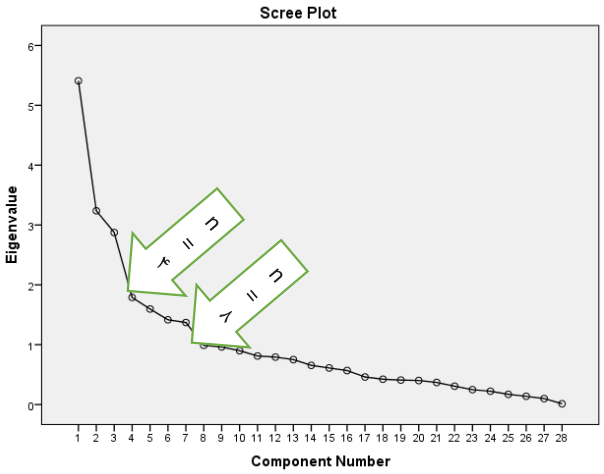
جدول ۱- آزمون بارتلت و مقدار عددی KMO (از نتایج تحلیل عاملی).

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.699
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	5568.709
	df	378
	Sig.	.000

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی، تعداد عامل‌هایی که قابل استخراج هستند، مشخص گردید. برای تعیین تعداد عامل‌هایی که باید برای مجموعه داده‌ها در این تحلیل استخراج شوند، ابتدا از معیار کایسر استفاده شد. بر اساس این معیار، تنها عامل‌های دارای مقدار ویژه‌ی ۱ یا بیشتر، به عنوان منبع ممکن تغییرات در داده‌ها پذیرفته می‌شوند. جدول ۲، عوامل استخراج‌شده و درصد تغییرات آنها را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد که مقدار ویژه ۷ عامل بیشتر از ۱ بوده و این عوامل تجمعاً ۶۳،۱۹ درصد تغییرات داده‌ها را تبیین می‌کنند (جدول ۲).

برای تعیین قطعی تعداد عواملی که باید استخراج کرد، نمودار دامنه کوه (نمودار ۲) نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نمودار دامنه کوه، دو نقطه شکست قابل مشاهده است: اولی در نقطه ۴ و دومی در نقطه ۸. به عبارت دیگر، در نقطه شکست اول، ۳ عامل و در نقطه شکست دوم، ۷ عامل باید استخراج شود. اما ۳ عامل فقط



نمودار ۲- نمودار دامنه کوه[۳۹] برای تعیین تعداد عوامل.

جدول ۲- عوامل استخراج شده برای پایداری اجتماعی و درصد تغییرات آنها.

Component	مقادیر ویژه (Initial Eigenvalues)			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative % درصد تغییرات تجمعی
1	5.409	19.319	19.319	5.409	19.319	19.319
2	3.237	11.561	30.880	3.237	11.561	30.880
3	2.874	10.264	41.143	2.874	10.264	41.143
4	1.789	6.389	47.532	1.789	6.389	47.532
5	1.597	5.705	53.237	1.597	5.705	53.237
6	1.416	5.057	58.294	1.416	5.057	58.294
7	1.371	4.898	63.191	1.371	4.898	63.191
8	989.	3.534	66.725			
9	963.	3.440	70.165			
10	899.	3.212	73.377			
11	811.	2.898	76.275			
12	793.	2.833	79.108			
13	751.	2.682	81.790			
14	655.	2.340	84.130			
15	611.	2.184	86.313			
16	568.	2.030	88.343			
17	460.	1.644	89.987			
18	424.	1.513	91.501			
19	409.	1.461	92.962			
20	402.	1.436	94.397			
21	369.	1.318	95.715			
22	307.	1.095	96.810			
23	249.	888.	97.698			
24	223.	796.	98.494			
25	171.	610.	99.103			
26	138.	492.	99.595			
27	100.	357.	99.952			
28	013.	048.	100.000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

www.SID.ir

۴۱٫۱۴ درصد (جدول ۲) تغییرات داده‌ها را تبیین می‌کنند که از ۶۰ درصد مرسوم کمتر است. بنابراین، براساس نمودار دامنه کوه نیز باید ۷ عامل را استخراج کرد.

۲-۴- انتخاب روش دوران عوامل

برای تعیین نوع دوران عوامل (متعامد و یا مورب)، ابتدا تحلیل عاملی با دوران مورب و با استفاده از روش دایرکت اوبلیمین انجام شده و ماتریس ضرایب همبستگی بین عوامل استخراج‌شده که یکی از خروجی‌های SPSS است، مورد بررسی قرار می‌گیرد (جدول ۳).

ماتریس ضرایب همبستگی بین عوامل نشان می‌دهد که هیچ یک از ضرایب همبستگی این ماتریس از قدر مطلق ۰٫۳۲ بزرگ‌تر نیست، بنابراین، دلیلی برای همبسته بودن عوامل وجود ندارد (Tabachnick and Fidell, 2012,651). یعنی، دوران باید متعامد باشد. با اجرای تحلیل عاملی، این‌بار با دوران متعامد و با استفاده از روش دوران واریمکس، ۷ عامل استخراج شده و ارتباط آنها با شاخص‌های ۲۸ گانه نشانگر پایداری اجتماعی مشخص می‌شود (جدول ۴).

جدول ۳- ماتریس ضرایب همبستگی بین عوامل استخراج شده.[۴۰]

Component	1	2	3	4	5	6	7
1	1.000	.082	-.085	.070	.015	.176	-.171
2	.082	1.000	.009	.047	.215	.150	-.019
3	-.085	.009	1.000	-.103	-.023	.152	-.001
4	.070	.047	-.103	1.000	.007	-.027	-.093
5	.015	.215	-.023	.007	1.000	.082	-.023
6	.176	.150	.152	-.027	.082	1.000	-.229
7	-.171	-.019	-.001	-.093	-.023	-.229	1.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.

جدول ۴- عوامل دوران یافته و بارعاملی آنها برای تحلیل پایداری اجتماعی.[۴۱]

	Component (عوامل)						
	1	2	3	4	5	6	7
PersonPerHU	.899						
PPerRoom	.883						
HigherEduc	.859						
AgeDiversity		.691	**-.419**				
TrOwnertoRenter		.656					
FemEmpRate	**.413**	-.608					
TrDivorcee		.569					
DepPop		-.561					
Belonging			.825				
Neighborhood			.790				
PopSatisfaction			.787				
Consciousness			.715				
TrSocialCap				.799			
TrParticipation				.778			
SocJustice				.739			
Security				.539			

www.SID.ir

ادامه جدول ۴.

	Component (عوامل)						
	1	2	3	4	5	6	7
TrPCapResiArea		**.452**			-.670		
EmpDiv					.623		
HTenureDIv		**.415**			.588		
PopDensity					-.532		
HUSizeDiv					.528	**.445**	
Hospital						.721	
HealthCenters						.664	
FireStation						.593	
BusWaitingT							.664
BMetro							.662
TToBusStop							.625
InsurCover							.574

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.[a]
a. Rotation converged in 8 iterations.

دو نکته در ارتباط با این جدول قابل ذکر است: اول اینکه بعد از دوران برخی از متغیرها با بیش از یک عامل، بار عاملی بالای ۰٫۴ دارند که این متغیرها را در ذیل عاملی در نظر می‌گیریم که بیشترین مقدار عددی بار عاملی را با آن عامل دارند و ارتباط این متغیرها با سایر عوامل (که در جدول با فونت پررنگ‌تر مشخص شده‌اند) را در نظر نمی‌گیریم. دوم اینکه، علامت منفی در این جدول فقط نشان‌دهنده جهت مخالف این شاخص با بقیه شاخص‌ها است و نه مقدار عددی کمتر. بنابراین، ۷ عامل و شاخص‌های ذیل هر عامل مشخص می‌شوند (جدول ۵).

۲-۵- تفسیر و نام‌گذاری عوامل

با توجه به ارتباط هریک از عوامل استخراج شده با شاخص‌های نشانگر پایداری اجتماعی و هماهنگی با متون نظری و تجربی در این زمینه، و مطالبی که در ارتباط با شیوه نام‌گذاری عوامل مطرح شد، عوامل استخراج‌شده به شرح ستون ۵ جدول ۵ نام‌گذاری شدند.

در نام‌گذاری عوامل، تلاش شده است تا نکات مطرح‌شده در

جدول ۵- عوامل استخراج‌شده، بارعاملی و نام‌گذاری آنها برای تحلیل پایداری اجتماعی.

ردیف	شاخص	اختصار شاخص در SPSS	بار عاملی	عنوان عامل
۱	نفر در واحد مسکونی	PersonPerHU	0.899	**عامل اول: توان‌پذیری مسکونی**
۲	نفر در اتاق	PPerRoom	0.883	
۳	نرخ تحصیلات عالیه	HigherEduc	0.859	
۴	تنوع سنی	AgeDiversity	0.691	**عامل دوم: ویژگی‌های اجتماعی**
۵	نسبت واحدهای مسکونی ملکی به استیجاری	TrOwnertoRenter	0.656	
۶	نرخ اشتغال زنان	FemEmpRate	-0.608	
۷	تعداد طلاق به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت	TrDivorcee	0.569	
۸	جمعیت وابسته	TrDepPop	-0.561	
۹	میزان رضایت از احساس هویت و تعلق خاطر به محله	Belonging	0.825	**عامل سوم: تعامل اجتماعی**
۱۰	میزان رضایت از روابط همسایگی	Neighborhood	0.790	
۱۱	میزان رضایتمندی مردم از خدمات شهری	PopSatisfaction	0.787	
۱۲	میزان رضایت از آگاهی اجتماعی و فرهنگی ساکنان	Consciousness	0.715	

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵- عوامل استخراج‌شده، بارعاملی و نامگذاری آنها برای تحلیل پایداری اجتماعی.

ردیف	شاخص	اختصار شاخص در SPSS	بار عاملی	عنوان عامل
۱۳	سرمایه اجتماعی	TrSocialCap	0.799	**عامل چهارم: سرمایه اجتماعی**
۱۴	میزان رضایت از مشارکت در تصمیمات شورایاری محله	TrParticipation	0.778	
۱۵	میزان رضایت از عدالت اجتماعی	SocJustice	0.739	
۱۶	میزان امنیت زنان و کودکان در محله	Security	0.539	
۱۷	سرانه زیربنای مسکونی	TrPCapResiArea	-0.670	**عامل پنجم: مسکن و محیط زندگی**
۱۸	تنوع اشتغال	EmpDiv	0.623	
۱۹	تنوع تصرف مسکن	HTenureDIv	0.588	
۲۰	تراکم جمعیتی	PopDensity	-0.532	
۲۱	تنوع اندازه مسکن	HUSizeDiv	0.528	
۲۲	دسترسی به بیمارستانها	Hospital	0.721	**عامل ششم: دسترسی به خدمات بهداشتی و ایمنی**
۲۳	دسترسی به مراکز بهداشتی	HealthCenters	0.664	
۲۴	دسترسی به ایستگاههای آتش نشانی	FireStation	0.593	
۲۵	میانگین زمان انتظار برای اتوبوس (دقیقه)	BusWaitingT	0.664	**عامل هفتم: دسترسی به خدمات حمل و نقل عمومی**
۲۶	میانگین زمان انتظار برای مترو (دقیقه)	BMetro	0.662	
۲۷	میانگین زمان رسیدن به ایستگاه اتوبوس (دقیقه)	TToBusStop	0.625	
۲۸	پوشش بیمه درمانی	InsurCover	0.574	

مقاله مورد توجه قرار گیرند. به عنوان مثال، عامل اول ارتباط بالایی (بیشتر از ۰٫۶) با هر ۳ متغیر ذیل این عامل دارد: نفر در واحد مسکونی (۰٫۸۹۹)، نفر در اتاق (۰٫۸۸۳)، و نرخ تحصیلات عالیه (۰٫۸۵۹). دو متغیر اول، از ویژگی‌های بارز توان‌پذیری مسکن می‌باشند (زبردست، ۱۳۹۶). متغیر سوم بیشتر نشانگر استطاعت مالی است. مروری بر متون نظری مرتبط نشان می‌دهد که مسکن توان پذیر[۴۲]، ارتباط مستقیمی با پایداری اجتماعی دارد (Bramely and Power, 2009,32; Vallance et al., 2011; Dempsy et al., 2012). بنابراین، می‌توان این عامل را، توان‌پذیری مسکونی نامید.

تنوع سنی، نسبت واحدهای مسکونی ملکی به استیجاری، نرخ اشتغال زنان، تعداد طلاق به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت، و جمعیت وابسته، شاخص‌هایی هستند که عامل دوم را تشکیل می‌دهند. فارغ از علامت منفی دو شاخص نرخ اشتغال زنان و جمعیت وابسته، این عامل ویژگی‌های اجتماعی محلات را نشان می‌دهد. از ۳ متغیر ذیل عامل سوم، ۲ متغیر دسترسی به بیمارستان‌ها (۰٫۷۲) و دسترسی به مراکز بهداشتی (۰٫۶۶۴) بار عاملی بالای ۰٫۶ وجود داشتند و متغیر سوم (دسترسی به ایستگاه‌های آتش نشانی-۰٫۵۹۳)، بار عاملی کمتری داشت. بنابراین با توجه به ویژگی‌های مشترک دو متغیر اول و دوم، این عامل دسترسی به خدمات بهداشتی و ایمنی نام‌گذاری شد. سایر عوامل هم به همین منوال نام‌گذاری شدند.

۲-۶- محاسبه امتیازات عاملی

برای اهداف این مطالعه، از روش رگراسیونی برای محاسبه امتیازات عاملی استفاده شد. در نرم‌افزار SPSS، روش رگراسیونی، روش منتخب نرم‌افزار است که امتیازات عاملی محاسبه شده با این روش ممکن است به عوامل همبسته منجر شود. چون هدف این مقاله، سنجش میزان پایداری محلات تهران است، بنابراین، همبسته بودن و یا نبودن امتیازات عوامل ۷ گانه استخراج‌شده در نتیجه این مطالعه بی‌تاثیر است. اگر قرار بود از امتیازات عوامل استخراج‌شده در تحلیل بعدی به عنوان متغیرهای مستقل در تحلیل رگراسیونی چند متغیره استفاده شود، آنوقت باید از روش اندرسون-روبین برای محاسبه امتیازات عاملی استفاده می‌شد. برای افزایش قابلیت استفاده و امکان مقایسه امتیازات عوامل مختلف، امتیازات عوامل به مقیاس حداقل-حداکثر تبدیل شدند. در این مقیاس، حداقل امتیاز هر عامل به صفر و حداکثر امتیاز آن نیز به ۱ تبدیل می‌شود:

$$I_{\mathrm{i}}^{n} = \frac{\mathrm{X_i} - \mathrm{X}_{Min}}{\mathrm{X}_{Max} - \mathrm{X}_{Min}}$$

که در آن I^{n}_{i} شاخص نرمالیزه‌شده در محله i، X_i مقدار عددی شاخص مورد نظر در محله i، X_{min} کوچکترین مقدار عددی، و X_{max} بزرگترین مقدار عددی شاخص مورد نظر، یعنی شاخص است.

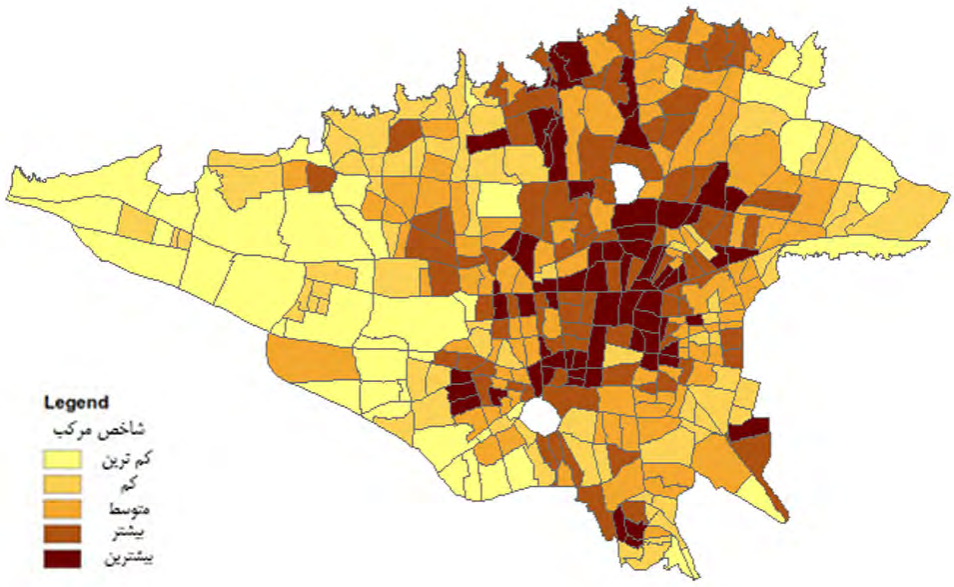
Archive of SID
www.SID.ir

خلاصه‌ای از امتیازات عوامل استخراج شده برای سنجش پایداری اجتماعی در سطح محلات کلانشهر تهران در جدول ۶ ارائه شده است. طبقه‌بندی امتیازات عوامل ۷ گانه در ۵ طیف و ترسیم آنها، اطلاعات ارزشمندی را در ارتباط با توزیع فضایی ابعاد ۷ گانه پایداری اجتماعی در سطح محلات تهران ارائه می‌دهد. همچنین، با تلفیق امتیازات عوامل ۷ گانه، می‌توان شاخص مرکب پایداری اجتماعی برای هریک محلات شهر را محاسبه کرد. در این مقاله و با استفاده از روش F'ANP (بنگرید به زبردست، ۱۳۹۳)، شاخص مرکب پایداری اجتماعی در سطح محله‌های تهران محاسبه شده (ستون آخر جدول ۶) و پس از طبقه‌بندی آن در ۵ طیف، نتیجه در نمودار ۳ ارائه شده است.

نتیجه این تحلیل نشان می‌دهد که محلات واقع در مناطق مرکزی و شمالی شهر تهران، در مقایسه با محلات سایر مناطق این شهر، از پایداری اجتماعی بیشتری برخوردارند. محله‌های واقع در مناطق شرقی، غربی و جنوب غربی، از پایداری اجتماعی کمتری برخوردارند. نگاهی به تعریف پایداری اجتماعی و شاخص‌های تبیین‌کننده آن (بخش دوم مقاله)، نشان می‌دهد که پایداری اجتماعی دو بعد اصلی برابری اجتماعی و پایداری جامعه‌ای را دربرمی‌گیرد که این دو بعد، دسترسی به خدمات و فرصت‌ها و نیز حس تعلق به مکان، تعاملات اجتماعی، ایمنی، کیفیت محیط محلی، رضایت‌مندی از اسکان، و مشارکت در فعالیت‌های جمعی مدنی را شامل می‌شوند. EFA، با بهره‌گیری از شاخص‌های نشانگر ویژگی‌هایی که مطرح شد، میزان پایداری اجتماعی محله‌های شهر تهران را تعیین کرده است.

جدول ۶- امتیازات عوامل استخراج‌شده برای سنجش پایداری اجتماعی برای برگزیده‌ای از محلات کلانشهر تهران.

کد محله	نام محله	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳	عامل ۴	عامل ۵	عامل ۶	عامل ۷	شاخص مرکب
۱۰۱	درکه	۰,۵۶	۰,۵۲	۰,۷۰	۰,۶۳	۰,۷۶	۰,۴۸	۰,۶۸	۶,۲۸
۱۰۲	اوین	۰,۵۸	۰,۵۶	۰,۸۸	۰,۵۱	۰,۶۸	۰,۷۶	۰,۶۴	۶,۶۷
۱۰۳	ولنجک	۰,۵۶	۰,۲۸	۰,۷۸	۰,۶۰	۰,۹۰	۰,۹۲	۰,۶۴	۷,۰۷
۱۰۴	زعفرانیه	۰,۶۱	۰,۱۸	۰,۷۲	۰,۶۸	۰,۸۰	۰,۴۴	۰,۴۸	۵,۹۵
۱۰۵	دربند	۰,۶۱	۰,۴۱	۰,۷۶	۰,۸۳	۰,۸۱	۰,۴۳	۰,۵۱	۶,۲۵
....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
۱۷۰۵	مقدم	۰,۵۳	۰,۶۷	۰,۴۲	۰,۶۸	۰,۸۰	۰,۶۳	۰,۵۵	۶,۲۳
۱۷۰۶	ابوذر شرقی	۰,۵۵	۰,۶۳	۰,۴۸	۰,۶۹	۰,۹۱	۰,۴۸	۰,۴۰	۶,۵۰
۲۲۰۷	گلستان غربی	۰,۴۴	۰,۵۷	۰,۵۵	۰,۶۱	۰,۵۲	۰,۲۹	۰,۴۷	۵,۲۹
۲۲۰۹	دریاچه	۰,۳۹	۰,۵۸	۰,۵۸	۰,۷۴	۰,۳۷	۰,۰۵	۰,۲۶	۴,۶۲
۲۲۱۰	شهرک صدرا	۰,۳۷	۰,۶۷	۰,۶۳	۰,۶۶	۰,۳۵	۰,۱۸	۰,۴۸	۵,۱۳



نمودار ۳- شاخص مرکب پایداری اجتماعی در سطح محله‌های کلانشهر تهران.

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه

روش EFA، به دلیل ماهیت چندبعدی مباحث شهری و منطقه‌ای، کاربرد وسیعی در تحلیل موضوعات شهرسازی پیدا کرده‌است. یکی از اهداف استفاده از این روش، تحلیل تقلیل و خلاصه‌سازی داده‌ها است. EFA، متغیرهای متعدد نشانگر پدیده مورد بررسی را به تعداد کمتری بعد مکنون یا آنچه عامل نامیده می‌شود، تبدیل می‌کند به گونه‌ای که هر عامل، تعدادی از متغیرهای موضوع مورد بررسی را دربرگرفته و بخشی از پدیده مورد نظر را تبیین کند. اکثر پدیده‌های شهری چنین ماهیتی دارند: پایداری، تاب‌آوری، پراکنده‌رویی، پیاده‌مداری، کیفیت و رضایت‌مندی از زندگی و امثالهم.

استفاده درست از روش EFA، مستلزم طی مراحلی مشخص و نیزاتخاذ تصمیم‌های جدی در فرایند این تحلیل است. در این مقاله تلاش شد تا مراحل مختلف EFA و تصمیمات تحلیلی که در هریک از این مراحل باید اتخاذ شوند، مطرح شده، اثرات احتمالی این تصمیمات بر نتایج تحلیل مورد اشاره قرار گرفته و توصیه‌هایی نیز برای دستیابی به نتایج مطلوب در تحلیل مباحث شهری و منطقه‌ای ارائه شود. برای انجام EFA مطلوب، ابتدا باید شاخص‌های نشانگر پدیده مورد بررسی از متون نظری و تجربی مرتبط استخراج‌شده، با شرایط محلی انطباق داده‌شده و شاخص‌های نهایی برای تبیین موضوع مورد بررسی انتخاب شوند؛ تناسب داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی کنترل شوند؛ در صورتی‌که داده‌ها برای EFA مناسب تشخیص داده شدند، آنوقت روش مناسب استخراج عوامل و تعداد عواملی که باید استخراج کرد، مشخص شوند؛ روش دوران عوامل باید مشخص شود؛ و نهایتاً تفسیر و نام‌گذاری عوامل و محاسبه امتیاز عوامل استخراج شده باید صورت پذیرد. هریک از این مراحل شش‌گانه، با ارائه یک مثال کاربردی برای سنجش پایداری اجتماعی در سطح محله‌های کلانشهر تهران، به تفصیل توضیح داده شدند. نتیجه بکارگیری این روش برای سنجش پایداری اجتماعی در کلانشهر تهران نشان داد که محلات واقع در مناطق مرکزی و شمالی شهر تهران در مقایسه با محلات سایر مناطق این شهر، از پایداری اجتماعی بیشتری برخوردار بوده و در مقابل، محله‌های واقع در مناطق شرقی، غربی و جنوب غربی شهر تهران، از پایداری اجتماعی کمتری برخوردارند. روش EFA، قابلیت‌های زیادی در بررسی و تحلیل مباحث شهرسازی دارد.

پی‌نوشت‌ها

1 Exploratory Factor Analysis-EFA.
2 Confirmatory Factor Analysis.
3 Quasi-Interval.
4 Kurtosis.
5 Skewness.
6 Communalities.
7 Kaiser, Meyer and Olkin's Sampling Adequacy.
۸ سرنی و کایسر مقدار عددی بالای ۰٫۵ برای KMO را قابل قبول می دانند (Cerny and Kaiser, 1977).
9 Principal Component Analysis-PCA.
10 Principal Axis Factoring-PAF.
11 Kaiser Criteria.
12 Scree Plot.
13 Parallel Analysis.
14 Minimum Least Partial Correlation.
15 Eigenvalue.
16 Factor Rotation.
17 Orthogonal.
18 Oblique.
19 Varimax.
20 Quartimax.
21 Equimax /Equamax.
22 Factor Loading.
۲۳ روش‌های دوران مورب متعدد دیگری نیز چون Quatimin، Covarimin، و McCammon وجود دارند (Treiblmaier and Filzmoser, 2010,199)، ولی نرم‌افزار SPSS فقط دو روش Direct Oblimin و Promax را اجرا می کند.
24 Direct Oblimin.
۲۵ روش پروماکس (Promax) بدلیل سرعت بالای محاسبات برای داده‌های حجیم بکار می‌رود.
۲۶ هندریکسون و وایت، مولفین روش پرومکس معتقدند که عدد ۴ برای کاپا منجر به جواب بهینه می‌شود (Hendrickson and White, 1964,70).
27 Pattern Matrix.
28 Structure Matrix.
29 Darlington.
30 Fabrigar et al.
۳۱ تاباچنیک و فیدل معتقدند که بارعاملی ۰٫۳۲ برای ارتباط معنی‌دار بین متغیرها و عوامل کفایت می‌کند (Tabachnick and Fidell, 2012).
۳۲ ارتباط متغیرها با عوامل بر اساس چارچوب نظری تحقیق.
۳۳ ساختار ساده (Simple structure) وقتی حاصل می‌شود که هر عامل توسط تعدادی متغیر (بین ۳ تا ۵ متغیر) تبیین شوند که فقط با آن عامل بیشترین ارتباط را دارند و هیچ یک از متغیرها با عامل دیگری بارعاملی بالای ۰٫۴ ندارد.
34 Revelle.
۳۵ منظور از مشاهده، case است. در مثال کاربردی این مقاله، هریک از محلات ۳۷۵ گانه تهران یک مشاهده تلقی می‌شوند. یعنی، برای هر محله امتیازات هریک از عوامل ۷ گانه محاسبه و ارائه می‌شود.
36 Bartlett.
37 Anderson-Rubin.
38 Bartlett's Test of Sphericity.
39 Scree plot.
40 Component Correlation Matrix.
41 Rotated Component Matrix.
42 Affordable Housing.

فهرست منابع

زبردست، اسفندیار؛ خلیلی، احمد و دهقانی، مصطفی (۱۳۹۲)، کاربرد روش

Archive of SID
www.SID.ir

تحلیل عاملی در شناسایی بافت های فرسوده شهری، *هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*، دوره ۱۸، شماره ۲، صص ۲۷-۴۲.

زبردست، اسفندیار (۱۳۹۳)، *طرح مطالعاتی سنجش وضعیت پایداری شهری در کلانشهر تهران*، طرح پژوهشی کاربردی، معاونت پژوهشی پردیس هنرهای زیبا و معاونت شهرسازی و معماری، شهرداری تهران، تهران.

زبردست، اسفندیار (۱۳۹۴)، *سنجش وضعیت پایداری در کلانشهر تهران*، معاونت شهرسازی و معماری و سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات، شهرداری تهران، تهران.

زبردست، اسفندیار (۱۳۹۶)، *برنامه ریزی مسکن در سطح محلی*، معاونت مسکن و ساختمان، وزارت راه و شهرسازی، تهران.

Beavers, A. S; Lounsbury, J. W; Richards, J. K; Huck, S. W; Skolits, G. J & Esquivel, S. L (2013), Practical considerations for using exploratory factor analysis in educational research, *Practical Assessment*, Research & Evaluation, Vol., 18, No 6, pp. 1–13.

Bramley, G & Power, S (2009), Urban form and social sustainability: the role of density and housing type, *Environment and Planning B*, Vol. 36, No. 1, pp. 30–48.

Cerny, BA & Kaiser, HF (1977), A study of a measure of sampling adequacy for factor-analytic correlation matrices, *Multivar Behav Res.*, Vol. 12, No. 1, pp. 43–47.

Cliff, N (1988), The eigenvalues-greater-than-one rule and the reliability of components, *Psychological Bulletin*, Vol. 103, pp. 276-279.

Comrey, A. L (1978), Common methodological problems in factor analytic studies, *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, Vol. 46, pp. 648-659.

Courtney, Matthew Gordon Ray (2013), Determining the Number of Factors to Retain in EFA: Using the SPSS R-Menu v2.0 to Make More Judicious Estimations, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, Vol. 18, No. 8, pp. 1-14.

Darlington, Richard B (2017), "Factor Analysis", (http://node101.psych.cornell.edu/Darlington/factor.htm). . Retrieved March 25, 2017.

Dempsey, N; Bramley, G; Power, S & Brown, C (2011), The Social Dimension of Sustainable Development: Defining Urban Social Sustainability, *Sustainable development*, Vol. 19, No. 5, 289-300.

Fergusen, E & Cox, T (1993), Exploratory factor analysis: A users' guide, *International Journal of Selection and Assessment*, Vol. 1, pp. 84-94.

Floyd, Frank J and Widaman, Keith F (1995), Factor Analysis in the Development and Refinement of Clinical Assessment Instruments, *Psychological Assessment*, Vol. 7, No. 3, pp. 286-299.

Gorsuch, R. L (1983), Factor Analysis (2nd. Ed), Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Grieco, Margaret (2015), Social sustainability and urban mobility: shifting to a socially responsible pro-poor perspective, *Social Responsibility Journal*, Vol. 11, No. 1, pp. 82-97.

Hair, J; Anderson, RE; Tatham, RL & Black, WC (1995), Multivariate data analysis, 4th ed, Prentice-Hall Inc, New Jersey.

Henson, R. K & Roberts, J. K (2006), Use of exploratory factor analysis in published research, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 66, No. 3, pp. 393-416.

Hogarty, K; Hines, C; Kromrey, J; Ferron, J & Mumford, K (2005), The Quality of Factor Solutions in Exploratory Factor Analysis: The Influence of Sample Size, Communality, and Over-determination, *Educational and Psychological Measurement*, Vol., 65, No. 2, pp. 202-26.

Howard, Matt C (2016), A Review of Exploratory Factor Analysis Decisions and Overview of Current Practices: What We Are Doing and How Can We Improve?, *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 32, No. 1, pp. 51-62.

Kaiser, H. F (1960), The application of electronic computers to factor analysis, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 20, pp. 141-151.

Kline, Paul (2014), *An Easy Guide to Factor Analysis*, NY, Routledge, New York.

MacCallum, RC; Widaman, KF; Zhang, S & Hong S (1999), Sample size in factor analysis, *Psychological Methods*, Vol. 4, No. 1, pp. 84-99.

Osborne, J. W and A. B. Costello (2005), Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis, *Practical Assessment Research and Evaluation*, Vol. 10, No. 7, pp. 1-9.

Pett, M; Lackey, N and Sullivan, J (2003), *Making sense of factor analysis*, Sage Publications, Inc, Thousand Oaks.

Sapnas, KG & Zeller, RA (2002), Minimizing sample size when using exploratory factor analysis for measurement, *Journal of Nursing Measurement*, Vol. 10, No. 2, pp. 135-153.

Steiger, James H (2017), Exploratory Factor Analysis with R, accessible from: http://www.statpower.net/Content/312/R%20Stuff/Exploratory%20Factor%20Analysis%20with%20R.pdf.

Tabachnick, B and Fidell, L (2012), *Using multivariate statistics*, (6th Edition) Pearson Education, Inc.

Thompson, B (1992), A partial test distribution for cosines among factors across samples, In B. Thompson (Ed.), *Advances in social science methodology* (Vol. 2, pp. 81-97), Greenwich, CT: JAI.

Thompson, B & Daniel, L. G (1996), Factor analytic evidence for the construct validity of scores: A historical overview and some guidelines, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 56, pp. 197-208.

Treiblmaier, H & Filzmoser, P (2010), Exploratory factor analysis revisited: How robust methods support the detection of hidden multivariate data structures in IS research, *Information & Management*, Vol. 47, pp. 197–207.

Vallance, Suzanne; Perkins, Harvey C & Dixon, Jennifer E (2011), What is social sustainability? A clarification of concepts, *Geoforum*, Vol. 42, pp. 342-348.

Williams, B; Brown, T & Onsman, A (2012), Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices, *Australasian Journal of Paramedicine*, Vol. 8, No. 3, pp. 1-13.

Yong, An Gie & Pearce, Sean (2013), A Beginner's Guide to Factor Analysis: Focusing on Exploratory Factor Analysis, *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, Vol. 9(2), pp. 79-94.

Zwick, W. R & Velicer, W. F (1986), Factors influencing five rules for determining the number of components to retain, *Psychological Bulletin*, Vol. 99, pp. 432-442.

Archive of SID

www.SID.ir