

مقایسه تطبیقی روش‌های تحلیل عاملی FA، تحلیل شبکه‌ای ANP و F²ANP برای ارتقای کاربرد آنها در برنامه‌ریزی شهری

محمد رضا فرزاد بهتاش^{۱*}، نعیمه رشیدی^۲

استادیار گروه شهرسازی و طراحی شهری، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
دانشجوی دکتری شهرسازی، گروه شهرسازی و طراحی شهری، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال،
دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۶/۱۵)

چکیده

روش‌های ارزیابی و تحلیل کمک می‌کنند درک بهتری در خصوص اطلاعات جمع‌آوری شده و نتایج تحلیل‌ها بدست آید. تحلیل عاملی و تحلیل شبکه‌ای هر دو از روش‌های تحلیلی چندمتغیره می‌باشند و مدل F²ANP تلفیقی از دو روش FA و ANP است. پژوهش پیش رو از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی می‌باشد و به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که وجه تمایز و کاربرد این سه روش به فراخور موضوع و ماهیت مسایل مختلف شهری چیست و نقاط قوت و ضعف هر یک کدامند؟ بدین منظور ابتدا سه روش معرفی می‌شوند، در ادامه پژوهشی که قبل تر توسط نگارندگان با استفاده از FA تحلیل شده، توسط روش‌های ANP و F²ANP باز تحلیل می‌شود تا نتایج مقایسه بشوند. بر اساس نتایج، هرگاه هدف مشخص کردن معیارها و شاخص‌های مؤثر بر موضوع پژوهش باشد و یا مقصود تحلیل رابطه‌ی میان شاخص‌های یک موضوع باشد روش تحلیل عاملی گزینه‌ی مناسبی است. برای اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی گزینه‌ها با توجه به شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر آن‌ها و یا مقایسه‌ی دو مقوله از یک جنس با توجه به شاخص‌های مؤثر بر آن استفاده از روش ANP بیشتر توصیه می‌شود. در نهایت F²ANP می‌تواند در ساخت شاخص‌های مرکب و پژوهش‌هایی که در ابتدای امر به دنبال شناسایی شاخص‌ها و معیارها و سپس در پی اولویت‌بندی گزینه‌ها هستند کاربرد داشته باشد.

واژگان کلیدی

روش‌های برنامه‌ریزی شهری، مدل‌های برنامه‌ریزی شهری، تحلیل عاملی FA، تحلیل شبکه‌ای F²ANP، ANP.

مقدمه

بر اساس معیارهای متنوع و چند بعدی وجود دارد (زبردست، ۱۳۸۹). برای انتخاب روش تصمیم‌گیری مناسب برای هر نوع مشکلی، درک طبقه‌بندی تصمیم‌گیری امری ضروری است. طبقه‌بندی کلی روش‌های ارزیابی چند معیاره را می‌توان به صورت تصویر (۱) نشان داد (Sabaei, Erkoyuncu, Roy, 2015).

یکی از چالش‌های اصلی در برنامه‌ریزی آن است که چگونه می‌توانیم در یک موقعیت خاص بهترین تصمیم را بگیریم. روش‌های ارزیابی چندمتغیره طیفی از روش‌های ساده تا روش‌های پیچیده را در برمی‌گیرند. با این حال، انتخاب یک روش صحیح در موقعیت‌های مختلف هنوز هم مشکل است. از روش‌های ذکر شده، هیچ یک به عنوان روش بهینه و مناسب برای تمامی شرایط تصمیم‌گیری نمی‌باشند (Tsang, 1995). در واقع، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمتغیره در یک حالت خاص، هم به هدف تحقیق و هم به دقت و قابل اعتماد بودن داده‌ها وابسته است. فرضیه‌ی تحقیق بر این امر استوار است که می‌توان برای تسهیل ارزیابی اطلاعات به دست آمده در پژوهش، روشی را بر مبنای ماهیت موضوع پژوهش و نوع مسیر تجزیه و تحلیل آن پیشنهاد داد. در این مقاله برآنیم تا با بررسی روش‌های ارزیابی FA، ANP و F^{*}ANP در پژوهشی از قبل انجام شده به این سؤال پاسخ دهیم که وجه تمایز و کاربرد این سه روش به فراخور موضوع و ماهیت مسایل مختلف شهری چیست و نقاط قوت و ضعف هر یک کدامند؟

چنین می‌توان بیان کرد که بخش اصلی هر تحقیق و پژوهش، تحلیل اطلاعاتی است که در طول مرحله شناخت جمع‌آوری شده‌اند. زیرا به کارگیری مطلوب نتایج تحقیق مستلزم تحلیل مناسب داده‌ها است و زمانی که سنجش مناسبی از داده‌ها به عمل نیاید، اهداف و کاربرد تحقیق زیر سؤال می‌رود (Mateo, 2011). با دستیابی به تجهیزات محاسباتی و سیستم‌های تصمیم‌گیری توانمند در دهه‌های اخیر، امکان برگزیدن دقیق‌تر آلترناتیوها، تحلیل مشخصه‌های کمی و کیفی تأثیرگذار و واکاوی تأثیرات متقابل آنها بر روی هم حاصل شده است (محمد مرادی و اختر کاون، ۱۳۸۸). در پروسه برنامه‌ریزی که کوششی است برای تشکیل فرم بهینه که در آن برنامه‌ریز قادر است جهت دستیابی به نتیجه ایده‌آل عمل نماید، بعد از مشخص ساختن هدف‌های کلی، تبیین اهداف عملیاتی، برنامه‌ریزی و تدارک آلترناتیوهای متنوع جهت دستیابی به اهداف برنامه‌ریزی، «ارزیابی» انجام می‌شود تا بر مبنای استحقاق نسبی هر یک از آلترناتیوها، گزینه برتر برگزیده شود (زبردست، ۱۳۸۰). در حال حاضر با سرعت گرفتن مسائل مرتبط با تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره و از سوی دیگر، تمایل بیشتر به دانش‌های میان‌رشته‌ای و بهره‌گیری از تجربه و علم تخصص‌های متنوع در حل مسائل پیچیده، توجه به تکنیک‌های تحلیل تصمیم‌گیری و استفاده از آنها در تحلیل مسأله‌های دشوار اهمیت بیشتری پیدا کرده است (محمد مرادی و اختر کاون، ۱۳۸۸). روش‌های ارزیابی چندمعیاره MCDM روش‌هایی هستند که در آنها فرصت تحلیل در مورد آلترناتیوها

روش پژوهش

نشان‌دادن عکس‌العمل در برابر آن رویداد، مقایسه تطبیقی می‌باشد (مک کی و مارش، ۱۳۷۸).

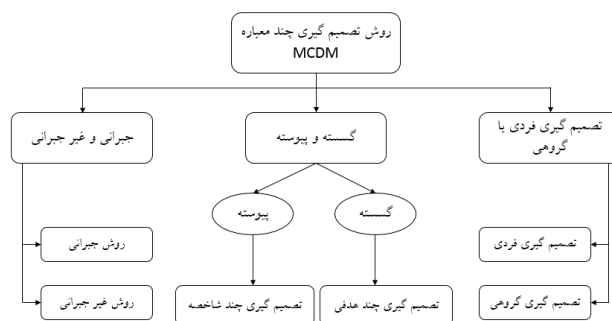
مطالعه‌ی پیش رو به لحاظ هدف کاربردی بوده و سعی در ارزیابی مدلی بهینه برای ارتقای کاربرد سه روش تحلیل عاملی FA، تحلیل شبکه‌ای ANP و F^{*}ANP در برنامه‌ریزی شهری دارد. پژوهش حاضر به لحاظ روش توصیفی-تحلیلی می‌باشد و روشی که برای جمع‌آوری اطلاعات از آن بهره برده شده، اسنادی و کتابخانه‌ای است. در بخش مقایسه سه روش ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، شاخص‌های مربوط به مسکن مهر جمع‌آوری شده و سپس برای تحلیل اطلاعات از سه روش تحلیل عاملی FA، تحلیل شبکه‌ای ANP و F^{*}ANP استفاده شده است. بدین صورت که تحقیقی که از قبل توسط نگارندگان انجام شده و در بخش ارزیابی اطلاعات با روش تحلیل عاملی بررسی شده بود، با استفاده از دو روش دیگر نیز بررسی می‌گردد، سپس نتایج حاصل از سه روش با یکدیگر مقایسه می‌شود.

پیشینه پژوهش

محققین معاصر از روش تحلیل عاملی در پژوهش‌هایی نظیر: بررسی ساختار اجتماعی سکونت‌گاه‌های فرودست در شهر بندرعباس (اسکندری نوده و همکاران، ۱۳۸۹)، تحلیلی بر نابرابری‌های مسکن روستایی شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی (قنبری، ۱۳۹۰)، ساخت، اعتباریابی و روا سازی پرسشنامه نقش طراحی به منظور جلب مشارکت مردمی در فرایند معاصر سازی بافت‌های فرسوده (هاشم‌نژاد

نمی‌توان تفکر را بدون مقایسه در نظر گرفت و در نبود مقایسه، اندیشیدن در باب مسائل و انجام پژوهش علمی میسر نیست. روش تطبیقی، از کهن‌ترین روش‌ها در علوم و اندیشه اجتماعی است که مبتنی بر مقایسه جهت درک مشابهت‌ها و تفاوت‌ها است. ارسطو به مقایسه‌ی میان دولت‌شهرهای مختلف یونان پرداخته و هرودوت نیز جهان یونانی و غیر یونانی را مقایسه کرده است.

به بیانی دیگر، مقایسه‌ی دو یا چند رویداد (موضوع یا مسأله) حول یک موضوع معین جهت به دست آوردن نقاط مشترک و غیر مشترک آنها، به منظور دستیابی به هدف تحقیق (رسیدن به شواهد بیشتر، یا رسیدن به مرکز ثقل یا نقطه آغازین حرکت، مسیریابی حرکت و اقدام جهت



تصویر ۱- الگوی MCDM بر اساس پردازش داده‌ها. مأخذ: (Sabaei, Erkoyuncu, Roy, 2015)

نوجوان (حبیبی، بهنامی‌فرد، ۱۳۹۵)، تحلیلی بر رابطه‌ی میان امنیت تصرف و میزان سرمایه‌گذاری در مسکن در سکونت‌گاه‌های غیررسمی (طیبیبیان، احمدی، ۱۳۹۶)، سطح‌بندی مناطق کلانشهر تهران از لحاظ شاخص‌های توسعه پایدار (صالحی و همکاران، ۱۳۹۶)، تدوین مدل نظری مؤلفه‌های مؤثر بر سرزندگی اجتماعی خیابان (علی‌پور اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۷) و شناسایی عوامل مؤثر بر جدایی‌گزینی اجتماعی-فضایی (Jalili Sardarabad, 2018) بهره برده‌اند.

و همکاران، ۱۳۹۱)، شناسایی بافت‌های فرسوده شهری (زبردست و همکاران، ۱۳۹۲)، نقش امنیت تصرف بر کیفیت کالبدی مسکن در سکونتگاه‌های غیررسمی (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۲)، امکان‌سنجی استفاده از استراتژی‌های توسعه شهری (CDS) در نظام شهرسازی ایران (نوروزی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳)، تبیین معیارهای کلیدی فرآیند شکل‌گیری هویت مکان در توسعه شهری جدید (ارباب و همکاران، ۱۳۹۴)، بررسی میزان پاسخگویی فضاهای شهری به نیازهای گروه سنی

جدول ۱- پژوهش‌های انجام‌شده با روش تحلیل‌عاملی‌ها.

معیار	شاخص
اسکندری نوده، موسوی، بیده‌ندی، ۱۳۸۹	
اجتماعی	تعداد خانوار، تعداد خانوار در واحد مسکونی، مدت اقامت در محله، تعداد اتاق در اختیار خانواده، تعداد فرزندان در حال تحصیل سطح تحصیلات
قنبری، ۱۳۹۰	
مسکن	درصد واحدهای مسکونی معمولی در سطح ۱۰۰ مترمربع اشغال فضای همکف درصد واحدهای مسکونی معمولی دارای بیش از ۱۵۰ مترمربع سطح اشغال فضاهای زیستی درصد واحدهای مسکونی معمولی دارای بیش از ۱۵۰ مترمربع مساحت زیربنا درصد واحدهای مسکونی معمولی دارای فضاهای مشترک زیستی و معیشتی کشور بیش از ۱۵۰ مترمربع درصد واحدهای مسکونی معمولی دارای سه اتاق و بیشتر
مشارکت	درصد واحدهای مسکونی معمولی برحسب نوع و سند درصد واحدهای مسکونی دارای زیربنای ۱۸۰ مترمربع و بالاتر درصد واحدهای مسکونی معمولی دارای ۵ اتاق و بیشتر معکوس واحدهای مسکونی معمولی فاقد ایوان درصد واحدهای مسکونی معمولی دارای چهار نما و بیشتر درصد واحدهای مسکونی معمولی دارای مستراح
هاشم‌نژاد، بهزادفر، صدق‌پور، سیدیان، ۱۳۹۱	
مشارکت	لزوم نوسازی نوسازی توسط دولت اولویت عبور و مرور حفظ بناهای ارزشمند
کالبدی اقتصادی محیط‌زیستی	مشارکت مردمی در تهیه و ساخت شکل معابر تجمع قطعات برای نوسازی
زبردست، خلیلی، دهقانی، ۱۳۹۲	
کالبدی اقتصادی محیط‌زیستی	دسترسی پلاک‌ها به معابر با عرض کم‌تر از ۶ متر ناپایداری بناها قطعات کم‌تر از ۱۰۰ مترمربع عمر بنا
حبیبی، احمدی، رحیمی، ۱۳۹۲	
امنیت تصرف عرفی امنیت تصرف ادراکی	نوع مالکیت سند مالکیت مدت زمان سکونت میزان برخورداری از تسهیلات زیرساختی میزان همبستگی سازمان‌های محلی و فامیلی
نوروزی‌فرد، نبئی، خلیلی، ۱۳۹۳	
زیست‌پذیری رقابت‌پذیری مدیریت و حکمروایی خوب بانک‌پذیری	خدمات اساسی شهر محیط ایمن فقر مسکن مطبوعیت و فرهنگ ساختار بهره‌وری اقتصادی منابع انسانی دسترسی به فناوری پیشرفته شفافیت دولت محلی محیط اجتماعی سلامت
مشارکت شهروندان توسعه اجتماعی مدیریت اقتصادی مدیریت شهری اثرگذار مکانیسم اقتصادی بهینه بهینه‌بودن فناوری بحث اشتغال تخصیص تسهیلات اعتباری شهروندان خدمات شهری	دولت محلی مستقل میزان دسترسی به بازار محیط بازرگانی قوی و سالم تأثیرگذاری و سلامت مدیریت مالی هماهنگ‌بودن در درون دولت محلی ارتباط مالی بین دولتی تأثیرگذاری و چگونگی خدمات‌رسانی

اریاب، عزیزی، زبردست، ۱۳۹۴			
آشنایی و شناخت خوانایی و تشخیص رضایتمندی خودکارآمدی تعامل اجتماعی تناسب محیطی دلبستگی خاطره‌انگیزی	اطلاع از چگونگی ترکیب اجزا و عناصر احساس تعلق تشخیص، ادراک فضایی و جهت‌یابی ساختاری درک‌شونده و بامعنا و با انسجام مباهات و سربلندی داشتن آگاهی نسبت به عناصر کالبدی و بُعدهای اجتماعی	ارضای نیازها و تمایلات بیولوژیکی و روانشناختی همکاری و مشارکت اجتماعی فعال فرم و فعالیت سازگار و متناسب حس امنیت و اطمینان خاطر محیط تسهیل‌کننده برخورداری از امکانات گوناگون و خاص احساس تعهد، التزام و مسئولیت، تفاوت	احساس وابستگی و تمایل به ماندگاری تک و انحصاری بودن احساس تجانس، هم‌سنخی و نزدیکی با مکان تعلق و ریشه‌داری پتانسیل تداعی و یادآوری اشخاص و محل‌ها پتانسیل تحقق رویدادها و وقایع خاطرات و تصاویر ارجاع‌پذیر در حافظه احساس تمایز، تشخیص
حیبی، بهنامی‌فرد، ۱۳۹۵			
فضای شهری مناسب برای نوجوانان	وجود نظارت غیرمستقیم حداقل بودن میزان جرم و جنایت وجود آزادی و فرصت‌های انتخاب شرکت در فعالیت‌ها و حفظ فضا حس تعلق بر مکان امکانات ورزشی تنوع فعالیت‌ها برخورداری از سرویس‌های بهداشتی نبود نظارت توسط بزرگ‌ترها و والدین روابط اجتماعی داشتن مراکز تفریحی داشتن فستیوال‌های خیابانی برخورداری از بناهای تاریخی و چشم‌نواز	محوه بازی وجود پاتوق وجود مراکز خرید وجود اغذیه‌فروشی‌ها اختلاط عملکردی حضور دستفروشان محدودیت‌های ترافیکی اولویت پیاده مسیر مناسب برای پیاده وجود خط ویژه دوچرخه‌سواری تنوع گزینه‌های رفت‌وآمد حمل‌ونقل عمومی در دسترس در دسترس بودن مدرسه نصب علامت‌ها و نشانه‌ها در مسیر کاربری تجاری کوچک عریض بودن مسیرهای پیاده در دسترس بودن پارک‌ها	وجود نوازندگان نمایش‌های خیابانی وجود چشم‌اندازهای طبیعی استفاده از آب و آب‌نماها جذابیت پیاده‌روها ایجاد فضا برای تنهایی و خلوت‌گزینی فواصل ایده‌آل جهت پیاده‌روی و دوچرخه سواری وجود چشمان ناظر محله‌ای نشستن مناسب و راحت نورپردازی شبانه خیابان‌های تمیز و بهداشتی هوای پاک برخورداری از فضاهای سبز، درختان، گیاهان و گل‌ها برخورداری از سایه در هوای گرم وجود مکان‌هایی جهت نشستن نبود آلودگی صوتی وجود نور خورشید در سرما
طیبیان، احمدی، ۱۳۹۶			
امنیت تصرف سرمایه‌گذاری در مسکن	نوع مالکیت خانوار میزان قدرت و همبستگی سازمان‌های محلی میزان انسجام خویشاوندی و دوستان برخورداری از حمایت‌های سیاسی ترس از درخواست صاحب‌خانه برای خالی کردن خانه	نوع سند مالکیت دلپره از پیدانکردن خانه پس از خالی کردن آن طول مدت سکونت دلپره از تخلیه اجباری مکان در پنج سال آینده دلپره از رسمی‌نبودن محله برخورداری از تسهیلات زیربنایی	جنس اسکلت ساختمان نوع پوشش سقف میزان تمایل خانوار برای افزایش سطح زیربنای مسکن موجود تمایل برای دریافت وام مسکن تمایل برای خرید خانه یا زمین برای فرزندان خود در محله تمایل برای نوسازی مسکن دسترسی به فرصت‌های شغلی
صالحی، موسی‌زاده، خداداد، اسمعیلی، ۱۳۹۶			
فرهنگی-اجتماعی اقتصادی مسکن و زیربنایی	تعداد ارگان‌های فرهنگی هنری برای هر ده‌هزار نفر تعداد فرهنگسرا به ازای هر ده‌هزار نفر تعداد موزه در ده‌هزار مدرک دیپلم به کل جمعیت بالای ۲۰ مدرک کارشناسی به کل جمعیت بالای ۲۰ مدرک کارشناسی ارشد به جمعیت بالای ۲۰ مدرک دکترا به جمعیت بیست‌سال به بالا عکس تناسب کودکان بی‌سواد ۷ساله عکس تناسب کودکان بی‌سواد هشت‌ساله عکس تناسب کودکان بی‌سواد نه‌ساله درصد خانوارهای برخورداری از حمام واحد مسکونی به ازای هر خانوار نرخ اشتغال ناخالص خانم‌ها نرخ اشتغال ناخالص کل	عکس تناسب کودکان بی‌سواد ده‌ساله درصد باسوادی خانم‌ها به کل جمعیت خانم‌ها درصد قانونگذاران آقا نسبت به کل شاغلین درصد قانونگذاران خانم نسبت به کل اشتغال درصد متخصصان آقا نسبت به کل اشتغال نسبت متخصصان خانم نسبت به کل شاغلین نسبت شاغلین آقا در بخش حمل‌ونقل درصد باسوادی آقایان به کل جمعیت آقایان نرخ شراکت اقتصادی معکوس نرخ بیکاری نسبت شاغلین خانم در بخش حمل‌ونقل نسبت شاغلین خانم در بخش آموزش نسبت شاغلین خانم در بخش کشاورزی کارکنان دارای مهارت آقا بخش کشاورزی کارکنان دارای مهارت آقا بخش کشاورزی	معکوس بار تکفل ناخالص معکوس بار تکفل خالص درصد خانوارهای برخورداری از برق درصد خانوارهای برخورداری از تلفن ثابت درصد خانوارهای برخورداری از آب لوله‌کشی درصد خانوارهای دارای گاز لوله‌کشی عکس درصد واحدهای مسکونی پنجاه متر و کم‌تر مسکن‌های با دوام درصد واحدهای بالای دویست متر درصد خانوارهای دارای دستگاه گرمایش درصد خانوارهای برخورداری از سیستم گرمایش و سرمایش مرکزی درصد خانوارهای دارای آشپزخانه درصد مالکیت واحدهای مسکونی صنعتگران آقا به کل شاغلین صنعتگران خانم به کل شاغلین تعداد سالن‌های نمایشی به ازای هر ده‌هزار نفر تعداد نگارخانه به ازای هر ده‌هزار نفر
علی‌پور اصفهانی، زمانی، شاه‌یونسی، ۱۳۹۷			
تجربی زیبا شناختی زیست‌محیطی عملکردی	تناسب با زمینه نظارت جمعی شفافیت نورپردازی مبلمان	کف‌سازی رایحه‌ی محیط موقعیت استقرار مبلمان سایه‌اندازی مسیر پاکیزگی محیط	آلودگی صوتی فضای سبز جمعی دسترسی به حمل و نقل دسترسی به پارکینگ اختلاط کاربری

Jalilisadrabad S., Shieh E., Behzadfar M., 2018		
ویژگی‌های فردی خانوادگی حس تعلق مکان نظام مسکن عوامل کالبدی	سن سرپرست خانوار بُعد خانوار میزان تحصیلات شغل موقعیت شغلی میزان رضایت ساکنان از توزیع کاربری‌های اراضی و نحوه دسترسی به آنها و عدالت فضایی	احساس پیشرفت اجتماعی سرپرست خانواده در سال‌های آینده درآمد خانواده میزان علاقه‌مندی به منطقه مسکونی مدت زمان زندگی در محله فعلی دسترسی به اعتبارات بانکی برای خرید خانه میزان گرایش به مسکن فعلی
مذهب اصالت قومیت قیمت زمین و مسکن تعداد خانه‌های خالی کیفیت و قدمت خانه مسکونی تراکم مسکونی نوع مالکیت مسکن نحوه دسترسی به کاربری‌های مهم نحوه توزیع کاربری‌ها در محله		

همکاران، ۱۳۹۴)، مقایسه‌ی تطبیقی کیفیت پیاده‌راه‌ها در ایران و خارج کشور (حبیبی و حقی، ۱۳۹۷)، کاهش معضلات زیست‌محیطی در بافت‌های ارگانیک و قدیمی با رویکرد شهر هوشمند (شکری و بهزادفر، ۱۳۹۸)، گزینش تأمین‌کنندگان با استفاده از روش ANP و فازی (Dargi et al., 2014)، اولویت‌خوانایی چشم‌اندازهای شهری از دید شهروندان (Karimmoshaver et al., 2016)، رویکرد اقتصادمحور برای توانمندسازی سکونتگاه‌های غیررسمی (Mohammadi, Elmi, 2016)، تجزیه‌وتحلیل مشکلات SMEها در صنعت به کمک ANP و AHP (Sevinc et al., 2018) و استفاده از روش ANP جهت تجزیه‌وتحلیل انتخاب روش ساخت در پروژه‌های بزرگراه‌ها (Ozcan-Deniz, Zhu, 2008) استفاده کرده‌اند.

پژوهشگران همچنین از روش تحلیل شبکه‌ای ANP به منظور: تعیین سایت مناسب برای ایجاد شهرک‌های صنعتی (زبردست، ۱۳۸۹)، بررسی و ارزیابی اولویت‌های منظر فضاهای عمومی شهر عسلویه (کیانی و سالاری سردری، ۱۳۹۰)، مکان‌یابی مجموعه‌های مسکونی پایدار (آراسته و عزیز، ۱۳۹۱)، ارزیابی پایداری کاربری اراضی کلانشهر تهران (زبردست و همکاران، ۱۳۹۱)، تحلیل ریسک اهمیت مراکز حیاتی، حساس و مهم کلانشهر مشهد (زرقانی و رضوی‌نژاد، ۱۳۹۲)، ارزیابی عوامل مؤثر در توسعه‌ی صنعت گردشگری منطقه آزاد چابهار (زرآبادی و عبدالله، ۱۳۹۲)، بررسی پایداری محلات شهری در منطقه ۱۷ شهر تهران (فنی و همکاران، ۲۰۱۵)، تبیین شاخص‌های جانمایی پیاده‌راه‌های شهری بر اساس اهداف توسعه پایدار اجتماعی (شیعه و

جدول ۲- پژوهش‌های انجام‌شده با روش تحلیل شبکه‌ای ANP.

شاخص	معیار
زبردست، ۱۳۸۹	
وجود زیرساخت‌های پایه وجود نیروی کار ماهر امکان گسترش آبی سایت دسترسی به راه‌های ارتباطی	پتانسیل رشد منطقه الزامات تولید دسترسی منطقه زیرساخت‌های صنعتی منطقه
کیانی و سالاری سردری، ۱۳۹۰	
مبلمان نمای ساختمان تابلوهای تبلیغاتی و علائم رانندگی	فضاهای عمومی اولویت‌های بصری ساختار فیزیکی کاربردی
آراسته و عزیز، ۱۳۹۱	
مراکز آموزشی و فرهنگی در دسترس خیابان‌ها و مسیر ماشین‌رو در دسترس عدم وجود و یا حداقل بودن مسایل حقوقی زمین فضاهای مناسب جهت فعالیت‌های اجتماعی و بازی کودکان داشتن زمین و مسکن قابل استطاعت	همجواری با فضاهای مرکزی و عمومی برخورداری از فضای لازم برای مدیریت بحران و ضرورت محله در دسترس بودن مراکز خرید عمده و ضروری
زبردست، خلیلی، پژوهان و انصاری، ۱۳۹۱	
اداره‌ی زمین از طریق سیستم کاداستر کاهش مخاطرات طبیعی بازایی ساختمان‌های درون‌شهری	معیار عتی معیار معلولی
زرقانی و رضوی‌نژاد، ۱۳۹۲	
مراکز مالی مراکز قضایی مراکز غذایی و غله مراکز بهداشتی و درمانی	مراکز نظامی مراکز مذهبی مراکز سیاسی مراکز مدیریت بحران
زرآبادی و عبدالله، ۱۳۹۲	
تسهیلات حمل‌ونقل تسهیلات اقامتی - رفاهی دسترسی به سکونت‌گاه‌های انسانی تبلیغات و بازاریابی وجود نمایشگاه‌ها و فستیوال‌های فصلی امکانات فرهنگی وضعیت امنیت امکانات تفریحی	توان طبیعی توان جمعیتی- اجتماعی توان اقتصادی زیرساخت‌های گردشگری تسهیلات گردشگری
فرصت‌های شغلی مرتبط با توریسم مقدار درآمد ربالی و ارزی فرصت‌های سرمایه‌گذاری حمایت بخش‌های خصوصی	موقعیت‌های خاص استراتژیک وضعیت آب‌وهوا میزان همکاری شهروندان جهت توسعه گردشگری پذیرش صنعت توریسم توسط ساکنان جاذبه‌های توریستی

فنی، اخوانی حیدری و حیدری، ۲۰۱۵			
اقتصادی اجتماعی- فرهنگی محیطی - کالبدی	تعدادشاغلین توانایی مالی خانواده روابط اجتماعی فعالیت‌های اقتصادی ویژگی‌های فردی	امنیت اجتماعی جمعیت تعلیم و تربیت تکنولوژی روابط اجتماعی	سلامت کیفیت ابنیه هویت ساختار محله کیفیت فضا آب‌وهوا الگوی مصرف اوقات فراغت عدالت
شبیعه، حبیبی و پیرایه‌گر، ۱۳۹۴			
کالبدی ترافیکی اقتصادی زیست‌محیطی	مبلمان نقاط شاخص فرهنگی نما نقاط مکث امان‌های شهری توجه به ناتوانان و کم‌توانان فاصله تا پارکینگ عمومی	توجه به کودکان محصوریت کف‌سازی طول مسیر عرض معبر کارکرد محورهای اطراف	کاربری‌های سرگرم‌کننده تنوع و ترکیب کاربری‌ها زمان فعالیت خرده‌فروشی فضای سبز طراحی منطبق با اقلیم دید و منظر
شکری و بهزادفر، ۱۳۹۸			
اقتصاد هوشمند محیط هوشمند شهروند هوشمند زندگی هوشمند پویایی و تحرک هوشمند دولت هوشمند	کار از راه دور خدمات از راه دور اختلاط کاربری صنایع پاک آزادشدن زمین آزادشدن زمان (اوقات فراغت) استفاده از پتانسیل‌های طبیعی خانه سبز سیستم پیشرفته در مدیریت زباله سیستم خودکار بازیافت سیستم آبیاری باغچه سیستم موقعیت‌یاب	بهبود کیفیت زندگی شرایط بهداشتی و سلامت فردی کنترل سرمایه‌ی و گرمایش کنترل روشنایی هوشمند سنسورهای حساس به بو تجهیزات و ابزارهای اندازه‌گیری هوشمند	هدایت ترافیک و برنامه‌ریزی جاده‌های آنلاین نیروی کار دانش بنیان اتوبوس الکتریکی زیرساخت هوشمند ICT زیرساخت‌های پهنای باند زیرساخت‌های فنی دموکراسی هوشمند چارچوب نهادی پیش‌بینی شرایط آب‌وهوایی بررسی میزان املاح موجود در آب و خاک رویکردی آینده‌نگر نوآوری
حبیبی حقی، ۱۳۹۷			
کاربری مختلط امنیت حفاظت اقلیمی همجواری مناسب و دسترسی به خیابان تسهیلات در وسایل حمل‌ونقل امنیت جاذبه‌های بصری تراکم مناسب عابرپیاده دسترسی خدمات ۲۴ ساعته شهری مسایل محیطی انعطاف‌پذیری بازارهای محلی و خرده‌فروشی‌های متنوع و فعال محدوده‌های مسکونی و اداری مسافت مسیر پیاده‌روی شیب مسیر پیاده‌روی میلان شهری الگوی ترافیک فعالیت‌های خیابانی	اختلاط عمودی اختلاط افقی هم‌سازی و وابستگی عملکردها امنیت عابران حذف وسایل خطرناک از مسیر پیاده دسترسی آسان به حمل و نقل عمومی در نظرگرفتن باد و نور نامطلوب دسترسی مناسب به خیابان و مسیر پیاده سلسله‌مراتب دسترسی به راه‌ها امکان دسترسی به وسایل حمل‌ونقل کندرو، دوچرخه و غیره ممانعت از رفتار غیراجتماعی موتورسواران جرم‌وجنایت از بین بردن نقاط تاریک و کور دسترسی مناسب به پارکینگ مقیاس انسانی فضاها خط آسمان پرسپکتیو طبیعی و مصنوعی جزییات مناسب‌نما خلاقیت در معماری	تراکم کارمندان تراکم جمعیت محلی تراکم توریست و مشتری مسیرهای کوتاه در اطراف راه‌ها کم کردن تعداد کوچه‌های بن‌بست زندگی شبانه استفاده از فضا در زمان‌های متفاوت سینما رستوران فضاهای عمومی پارک‌ها میادین جاذبه‌های طبیعی و مصنوعی فضاهای قابل توجه در ابتدا و انتهای مسیر محیط پاکیزه کیفیت هوا آلودگی‌ها استفاده از مسیرهای پیاده برای هدف‌های متفاوت	شیب مناسب پیاده‌راه‌ها عرض کم پیاده‌راه‌ها برای رعایت مقیاس انسانی دکه (کیوسک) سرویس بهداشتی امکانات خدمات روزانه و هفتگی پراکندگی کاربری‌های متفاوت در طول مسیر قرارگیری کاربری‌های مسکونی و اداری در طبقات بالاتر یا در لبه‌ی دوم مسیرها روشنایی نیمکت ظرفیت ترافیکی محدوده‌ی اطراف پیاده‌راه بارگیری و پیاده‌کردن محموله‌ها در مناطق تجاری و اقتصادی محدوده‌هایی برای هنر و فعالیت‌های فرهنگی مکانی برای جشن‌ها و مناسبت‌های خاص مکانی برای دستفروشان و نمایش‌های خیابانی مبدأ و مقصد مشخص در طول مسیر پیاده چشم‌انداز کیفیت پیاده‌روها در نظرگرفتن زیرساخت‌های فعلی و آتی درختان و فضای سبز
Ozcan Deniz, Zhu 2008			
روش ساخت منعطف انتخاب مصالح انتخاب تجهیزات	شرایط مختلف بازار شرایط مالی متفاوت سازنده تغییرات طراحی	تأخیر در تحویل منابع افزایش بهای منابع	شرایط غیرمنتظره در دسترس نبودن منابع
Ahmad, Dargi; Ali, Anjomshoae; Masoud ,Rahiminezhad Galankashi; Ashkan, Memari, 2014			
انتخاب خودروی ایرانی	کیفیت قیمت مکان جغرافیایی	خدمات و تحویل اعتبار	ظرفیت تولید امکانات و توانایی‌های تکنیکی
Mohammadi, H. Zare Elmi, M. 2016			
گنجایش انسانی گنجایش اجتماعی گنجایش اکولوژیکی گنجایش سیاسی	آموزش و مهارت رهبری شهروندی روحیه‌ی کارآفرینی نیروی کار مشارکت میزان حس تعلق به جامعه برنامه‌های اجتماعی	همکاری در فعالیت‌های محلی فعالیت‌های غیررسمی اقتصادی کنترل‌های محلی دسترسی به پایتخت زیرساخت‌ها امنیت	سلامت اقتصادی سلامت اکولوژیکی تنوع پاسخگویی ساختار پایین به بالا دسترسی به اطلاعات دسترسی به قانون قابلیت انطباق اکوسیستم سالم منابع طبیعی
Ali Sevinc, Seyda Gur, Tamer Eren, 2018			
نوآوری سازماندهی زیست‌محیطی هزینه	مزیت نسبی پیچیدگی ارتباطات شناخت قابل درک بودن هزینه‌ی حمل‌ونقل	فشارهای رقابتی حمایت‌های خارجی قابل‌اعتمادن بودن سودها	نگهداری و پشتیبانی فنی هزینه‌ی تعلیم و حمایت حمایت مدیران ارشد اندازه‌ی سازمانی تخصص IT
Mehrdrad Karimmoshaver, Hassan Sajjadzade, Salman Vahdat, 2016			
فیزیکی کالبدی زیبایی‌شناختی هویتی فضایی	فضای سبز درختکاری اقلیم نمای ساختمان خط‌آسمان تجهیزات شهری تناسبات بنا	تنوع و ریتم‌جداره‌ها تقارن جداره‌ها روشنایی هندسه‌ی فضا رنگ	ویژگی‌های تاریخی و فرهنگی فضا بناها و معابد تاریخی علایم و نمادها کف‌سازی هنرهای خیابانی

مقایسه تطبیقی روش‌های تحلیل‌عاملی FA، تحلیل شبکه‌ای ANP و F*ANP برای ارتقای کاربرد آنها در برنامه‌ریزی شهری

اصول پدافند غیرعامل با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای عاملی (باستانی و همکاران، ۱۳۹۷)، اولویت‌بندی مناطق شهری بر اساس نیاز به توسعه‌ی فضای سبز (علیخانی و همکاران، ۱۳۹۸) و اولویت‌بندی خیابان‌های شهری جهت ایجاد محورهای پیاده‌مدار (ریخته‌گران و همکاران، ۱۳۹۸) استفاده کرده‌اند.

و درنهایت از روش F*ANP در: تحلیل آسیب‌پذیری اجتماعی در سطح نواحی کلانشهر تهران (زبردست، ۱۳۹۳)، ارزیابی، تحلیل و میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله (زنگنه شهرکی و همکاران، ۱۳۹۶) و نقش پروژه‌های محرک توسعه در بازآفرینی بافت مرکزی شهرها (عزیزی و بهرا، ۱۳۹۶)، ارزیابی بافت شهری مبتنی بر

جدول ۳- پژوهش‌های انجام‌شده با روش F*ANP.

هدف: تاب‌آوری کالبدی	اسفندیار زبردست ۱۳۹۳	
تعداد واحد مسکونی با کم‌تر از یک اتاق (درصد) تعداد واحدهای مسکونی بدون آب، برق و تلفن (درصد) درصد واحدهای مسکونی بدون آشپزخانه و حمام (درصد) درصد واحدهای مسکونی استیجاری درصد کارگران ساده در دسترس بودن ایستگاه آتش‌نشانی در دسترس بودن مدارس معلولین در دسترس بودن مهد کودک در دسترس بودن مدارس ابتدایی نرخ بیکاری در دسترس بودن دبیرستان‌ها در دسترس بودن مراکز بهداشتی در دسترس بودن بیمارستان‌ها	شاخص درصد جمعیت بی‌سواد نرخ عدم اشتغال آقایان و خانم‌های ۱۰ساله و بیشتر درصد جمعیت بیش از ۶۵ سال سن درصد جمعیت زیر ۱۴ سال سن نرخ مهاجرت بُعد خانوار نفر در واحد مسکونی درصد جمعیت مجرد درصد معلولین درصد جمعیت با درآمد بدون کار تعداد خانم‌های بدون کار درصد نفر تعداد واحد مسکونی با مساحت برابر یا کم‌تر از مترمربع تعداد واحد مسکونی با یک اتاق یا کم‌تر	عامل محرومیت همگانی خدمات شهری غیرقابل دستیابی جمعیت غیرمستقل تعداد افراد در واحد مسکونی بیکاری
هدف: تحلیل آسیب‌پذیری اجتماعی در سطح نواحی کلانشهر تهران	سعید زنگنه شهرکی، کرمان‌الله زیاری، محمدپور اکرمی، ۱۳۹۶	
سطح اشتغال تعداد بیمارستان در هر کیلومترمربع شمار مدارس در هر کیلومترمربع شمار ایستگاه آتش‌نشانی شمار ایستگاه پلیس (تعداد در هر کیلومترمربع) شیب‌زمین	شاخص خیابان با عرض مناسب خیابان با پل در دسترس بودن فضای سبز دانه‌بندی قطعات (مساحت) تعداد طبقات مقاومت ساختمان دسترسی به پمپ‌بنزین قدمت ساختمان	عامل در دسترس بودن خدمات شهری خصوصیات زمین بستر ویژگی‌های کالبدی بافت زیرساخت‌های اصلی مداوم
هدف: بازآفرینی شهری و بهره‌گیری از پروژه‌های محرک توسعه در بافت مرکزی شهرها	محمد مهدی عزیزی، بهاره بهرا، ۱۳۹۶	
میزان مهاجرت‌پذیری مردان درصد جمعیت فعال میزان تجاری بودن تعداد تجاری فعال میزان عدم ریزدانی میزان دسترسی به زیرساخت‌ها میزان دسترسی بناها به پارکینگ میزان تراکم جمعیت درصد مالکیت دولتی وقفی و تعاونی میزان نوسازی مسکونی تعداد ابنیه پایدار تعداد ابنیه نوساز میزان اداری بودن	شاخص میزان بومیت میزان اجاره‌نشینی تعداد مساکن فعال تعداد مساکن تک‌خانواری دسترسی مساکن به مدرسه ابتدایی دسترسی مساکن به فضای ورزشی دسترسی مساکن به پارک محلی میزان جوانی جمعیت سطح تحصيلات تعداد دانشجویان ضریب سکونت نرخ اشتغال بار تکفل	عامل ارزش سکونتی بافت شرایط اقتصادی نوسازی کالبدی شرایط عمومی بافت سرمایه‌گذاری دولتی تحرک ساخت‌وساز شرایط فعالیتی شرایط کالبدی مسکن و محیط سکونت
هدف: تعیین میزان آسیب‌پذیری بافت شهری در برابر تهدیدات دشمن	باستانی و همکاران ۱۳۹۷	
رعایت سلسله‌مراتب خیابان‌ها دسترسی مناسب به راه‌های خروجی جهت تخلیه سریع در موارد اضطراری استفاده از شیب معبر مناسب در راستای امداد و نجات سریع افزایش تعداد خیابان‌های متحدالمبدأ استقرار پناهگاه مناسب در محله ایجاد جان‌پناه‌ها و دیوارهای محافظ به واسطه نیمکت‌ها و دیوارهای تزیینی ایجاد فضاهای امن به وسیله دیوار وجود تقاطع‌های زیاد و بن‌بست‌های محدود افزایش تعداد مسیرهای منتهی به سایت طراحی ساختمان‌ها	شاخص رعایت فاصله مناسب بلوک‌ها و قطعات در جهت اسکان موقت و عملیات امداد و نجات استفاده از بلوک‌های کوچک‌تر در جهت سرزندگی و افزایش ایمنی کاهش آسیب‌پذیری ابنیه پیرامون معابر با رعایت قدمت، مصالح و ارتفاع مناسب استفاده از یکسان‌سازی نماها از نظر بافت و فرم احداث کاربری‌های مقیاس محله به دور از نقاط حساس و آسیب‌پذیر طراحی غیرمتمرکز محیط مسکونی	عامل پایداری کالبدی مکان‌گزینی کاربری‌ها دسترسی مطلوب فضاهای امن نفوذپذیری
هدف: تعیین ترتیب گسترش فضاهای سبز در شهرها و جای‌گزینی آنها	علیخانی و همکاران، ۱۳۹۸	
اندازه ترافیک خودرو شخصی و وسایل عمومی مسیر حرکتی درصد مسیر حرکتی ساختار سه‌بعدی شهر مقدار نزدیکی به صنایع مقدار سطوح سخت کارایی فضای سبز مقدار آلودگی صوتی	شاخص کیفیت خاک کیفیت آب قیمت زمین سهولت در دسترسی احتمال رخ‌دادن زلزله جمعیت‌پذیری جمعیت سرانه فضای سبز کاربری‌های غیرسازگار	عامل احتمال رخ‌دادن حوادث طبیعی تعیین میزان توانایی احتیاجات فضایی و عملکردی احتیاجات اقتصادی و اجتماعی
هدف: اولویت‌بندی پیاده‌مدارسازی خیابان‌های شهری	ریخته‌گران و همکاران، ۱۳۹۸	
میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی تفریحی مذهبی میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی درمانی میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی اداری میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی آموزشی میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی تجاری	شاخص اتصال کنترل انتخاب هم‌پیوندی میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی ورزشی میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی فضای سبز میزان سطح پوشش خدمات‌رسانی فرهنگی تاریخی	عامل مؤلفه چیدمان فضا سطح پوشش خدمات‌رسانی کاربری‌های فراغتی سطح پوشش خدمات‌رسانی کاربری‌های مرتبط با نیازهای روزمره یا کاری

مبانی نظری پژوهش

در این بخش به بررسی سه روش تحلیل عاملی، تحلیل شبکه‌ای و F^*ANP می‌پردازیم.

روش تحلیل عاملی FA: یک روش چندمعیاره است که برای کم و یا خلاصه کردن داده‌ها استفاده می‌شود. در این روش، متغیرهای متنوع بیانگر موضوع مورد تحلیل، به شمار محدودی از ابعاد پوشیده که عامل نام‌گذاری می‌شوند، تبدیل می‌گردند (زبردست، ۱۳۹۶). تحلیل عاملی را می‌توان با کمک مراحل زیر انجام داد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۶):
- ایجاد ماتریسی از داده‌ها؛ - تشکیل ماتریس همبستگی؛ - رسیدن به عوامل؛ - دوران عوامل؛ - نامگذاری عوامل؛ - رتبه‌بندی.

گام نخست در روش تحلیل عاملی، پس از استخراج معیارها و شاخص‌ها از متون معتبر، تشکیل ماتریس اولیه اطلاعات است. برای هر داده یک جدول مشترک ایجاد می‌شود که یکی از اولین خروجی‌های روش تحلیل عاملی است. این جدول نشان می‌دهد واریانس مشترک یک متغیر با سایر متغیرهای به کار گرفته شده در تحلیل چه میزان است. بالابودن این عدد در هر شاخص، نشان می‌دهد که آن شاخص در ارتباط بالاتری با دیگر شاخص‌هاست. در این مرحله و جهت تشخیص شاخص‌هایی که بالاترین ربط را با موضوع دارند، اگر مقدار عددی شاخصی کم‌تر از ۰/۴ باشد، آن را از فرایند محاسبات حذف نموده تا مقدار KMO افزایش یابد و تبیین‌کنندگی مدل افزایش یابد. بدین دلیل که در پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، رسیدن به عامل‌هایی که بالاترین میزان واریانس را دارند، هدف است؛ باید تلخیص و کم کردن شمار عوامل مستخرج مدنظر قرار گیرند، تا جمع واریانس بیان شده نیز بالا رود. بدین منظور، برنامه‌ریزی می‌بایست مقدار واریانس کل را بالا ببرد و این مهم به کمک حذف متغیرهای نامناسب که واریانس آنها توسط عامل‌های اصلی بیان نمی‌شوند، انجام می‌گیرد (زبردست و همکاران، ۱۳۹۲). برای انتخاب تعداد نمونه‌ها جهت انجام تحقیق نظرات متفاوتی وجود دارد، این بخش یکی از چالش‌برانگیزترین بخش‌های تحلیل عاملی می‌باشد (Mac Callum et al., 1999). اعتقاد پژوهشگران بر این است که در نتیجه‌ی بالابودن تعداد نمونه‌ها، نتیجه‌ی به‌دست‌آمده مطلوب‌تر است. تعداد مشاهدات به تعداد متغیرها از نسبت سه به یک تا بیست به یک ذکر شده است (Fergusen and Cox, 1993). هووارد معتقد است که اگر مقدار عددی KMO بیش از ۰/۶ باشد و نتیجه‌ی آزمون بارتلت نیز دارای اطمینان ۹۵ درصد یا بالاتر باشد، آنگاه داده‌ها از انسجام لازم و کافی برخوردارند و می‌توان تحلیل عاملی را بر روی آنها انجام داد (Howard, 2016). تعدادی از محققین نیز رعایت حداقل تعداد نمونه لازم برای انجام تحلیل عاملی را مطرح نموده‌اند: که شامل ۵۰ نمونه (سپاناس و زلر، ۲۰۰۲) حداقل ۱۰۰ نمونه (Mac Callum, 1995) (Hair et al., 1999) (Gorsuch, 1983)، حداقل ۲۵۰ نمونه (Cattell, 1978) و ۳۰۰ نمونه (تاباچنیک و فیلر، ۲۰۱۲) می‌باشد (به نقل از زبردست، ۱۳۹۶). اما بیشتر پژوهشگران تعداد ۵ برابر شاخص‌ها را به‌عنوان نمونه‌ی قابل‌اتکا در پژوهش‌ها ذکر کرده‌اند (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۳).

روش تحلیل شبکه‌ای ANP: در سال ۱۹۸۰ روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP توسط ساعتی ابداع شد. این روش ارزیابی چندمتغیره سال‌ها به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفت. از این

روش برای ارزش‌گذاری و انتخاب گزینه‌ها استفاده می‌شود (Yang et al., 2008). از اساسی‌ترین مشکلات AHP این است که روابط بین عناصر را به صورت یک‌طرفه می‌بیند و روابط درونی عناصر یعنی وابستگی معیارها، زیرمعیارها و آلت‌رناتیوها را بر نمی‌شمارد (زبردست، ۱۳۸۹). به منظور رفع این مشکل ساعتی در سال ۱۹۹۶ روش چند متغیره دیگری را با عنوان روش فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP ابداع کرد (Yang et al., 2008). روش ANP با جایگزینی شبکه به جای سلسله‌مراتب، روش AHP را بهبود می‌بخشد (زرآبادی، عبدالله، ۱۳۹۲). این روش غیرخطی است در حالی که روش AHP خطی بوده و در بالاترین بخش آن اهداف و در پایین‌ترین سطح آن گزینه‌ها قرار داشتند (Saaty, 2008). این روش با موفقیت در حل بسیاری از مسایل از قبیل انتخاب پروژه، برنامه‌ریزی تولید، مدیریت زنجیره‌ی تولید سبز و مشکلات برنامه‌ریزی بهینه استفاده شده است (Yang et al., 2008). بنابراین، روش ANP مبتنی بر استفاده از مقیاس‌های نسبی برای کنترل کلیه اقدامات، پیش‌بینی دقیق و تصمیم‌گیری مناسب است (Abdollahzade et al., 2013).

مراحل فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP (شکری یزدان‌آباد، بهزادفر، ۱۳۹۸):
۱. تعیین تمامی معیار و زیرمعیارها و ترسیم مدل شبکه‌ای آنها؛
۲. تعیین وزن شاخص‌ها نسبت به یکدیگر (با کمک جدول ۹ کمیته ساعتی)؛
۳. تعیین اولویت و میزان اهمیت هر یک از شاخص‌ها نسبت به یکدیگر (انجام مقایسات زوجی، تشکیل سوپر ماتریس ناموزون و موزون و سوپر ماتریس حد)؛
۴. تحلیل یافته‌های حاصل از مدل.
اولین گام در روش تحلیل شبکه‌ای ANP شناخت مسأله و تبدیل آن به یک مدل با سطوح قابل اندازه‌گیری و بررسی است. روش ANP از دو بخش تشکیل شده است: یک بخش سلسله‌مراتبی که ارتباط میان عناصر سطوح مختلف را نشان می‌دهد و دیگری رابطه‌ی درونی خوشه‌ها. گام دوم تشکیل ماتریس دودویی می‌باشد. روش ANP با بهره‌گیری از نظریات کارشناسان به امتیازدهی به شاخص‌ها با توجه به زیرشاخص‌ها می‌پردازد (Ozcan-Deniz, Zhu, 2015). در این مرحله مقایسه‌ی دودویی میان عناصر در هر کدام از خوشه‌ها، بین خوشه‌ها و بین عناصر یک خوشه انجام می‌گیرد و سپس بردار اهمیت داخلی که بیانگر ضریب اهمیت عناصر یا خوشه‌می‌باشد، به دست می‌آید (زبردست، ۱۳۸۹). در مرحله بعد با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه دودویی مرحله قبل، سوپر ماتریس موزون تشکیل می‌شود و وزن هر معیار با توجه به شرایط سیستم اعمال می‌شود. در واقع، هر ستون ماتریس موزون برابر است با مجموع وزن‌های به‌دست‌آمده برای معیارها، شاخص‌ها و گزینه‌ها (Karimimoshaver et al., 2016).

روش F^*ANP : این مدل توسط اسفندیار زبردست در سال ۲۰۱۳ جهت ایجاد شاخص مرکب معین‌کننده‌ی اندازه آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله و به‌منظور به‌مینیمم‌رساندن کمبودهای روش‌های متداول ایجاد شاخص‌های مرکب ارائه شد. در مدل F^*ANP سعی بر این بوده است تا با استفاده از مزیت‌های FA، موضوع مورد نظر ابتدا به بعدهای سازنده‌ی آن تجزیه شود و سپس با کمک روش تحلیل شبکه‌ای ANP، ابعاد (خوشه‌ها) و عناصر و روابط میان عناصر و خوشه‌ها به‌مانند شبکه در نظر گرفته شوند تا قادر به محاسبه اهمیت نسبی عناصر تشکیل دهنده موضوع باشیم (زبردست، ۱۳۹۳). فرایند مدل F^*ANP را می‌توان در

واریانس را پوشش می‌دهند. این امر نشانگر مطلوب بودن تحلیل‌عاملی و شاخص‌های مورد مطالعه است.

مرحله آخر، استخراج عوامل است. هدف از این مرحله، رسیدن به سازه‌های زیربنایی است که موجب تغییرات درمتغیرهای موردنظر شده است. نرم‌افزار SPSS، در ابتدا ترکیب‌هایی را انتخاب می‌کند که متغیرهای تشکیل‌دهنده آنها، بالاترین میزان از واریانس کل را دارا باشند. این ترکیب، سازنده‌ی عامل ۱ می‌باشد و جمع متغیرهایی که بیشترین سهم در واریانس باقی‌مانده را دارند، عامل ۲ را شکل می‌دهند. این روش برای تعیین عامل سوم، چهارم و عوامل نیز انجام می‌شود تا جایی که تعداد عامل‌های مستخرج با تعداد متغیرهای به دست آمده برابر شود. برای این منظور از چرخش‌عاملی استفاده می‌شود.

مهم‌ترین مرحله در تحلیل‌عاملی، تفسیر نتایج است. برای تفسیر نتایج، محقق باید درک کافی از داده‌ها داشته باشد. نامگذاری عوامل در این مرحله بدین صورت انجام گرفته است: عامل اول: طراحی و ساخت مسکن و محیط پیرامونی، عامل دوم: تسهیلات و خدمات، عامل سوم: توجیه اقتصادی، عامل چهارم: مکان و موقعیت، عامل پنجم: فرم و فضای شهری، عامل ششم: تراکم، عامل هفتم: پوشش گروه‌های نیازمند، عامل هشتم: تأسیسات و تجهیزات زیربنایی و عامل نهم: اندازه واحدهای مسکونی. پس از مشخص شدن عوامل تأثیرگذار بر مسکن مهر، حال باید بررسی کرد که کدام عامل بیشترین تأثیر را بر مسکن مهر دارد. بدین منظور از تحلیل رگرسیونی استفاده شده است. ابتدا متغیرهای وابسته و مستقل را باید تعریف کرد. برای تعریف متغیر وابسته برای هر کدام از ابعاد مورد بررسی در سیاست‌های مسکن مهر (کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی) یک پرسش کلی در پرسشنامه تعریف شده است، تجمیع این پرسش‌های کلی به عنوان متغیر وابسته و عوامل نه‌گانه‌ای که در روش تحلیل‌عاملی حاصل شدند، به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند. «طراحی و ساخت مسکن و محیط پیرامونی» در اولویت اول قرار دارد، ضریب بتا در دو عامل «مکان و موقعیت» و «تسهیلات و خدمات» یکسان می‌باشد که با توجه به اهمیت بیشتری که از نظر کارشناسان نسبت به مقوله مکان‌یابی واحدهای مسکن مهر احساس می‌شود، درجه اهمیت این عامل بالاتر در نظر گرفته شده است.

۲- روش فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP

در این بخش شاخص‌های به‌دست‌آمده در مسکن مهر که شامل ۳۶ شاخص می‌باشد، با روش ANP و با استفاده از نرم‌افزار Super Decision امتیازدهی و اولویت‌بندی می‌شوند. در گام اول مدل پژوهش ترسیم‌شده و تمامی ارتباط‌های سلسله‌مراتبی و درونی میان معیارها و شاخص‌ها ایجاد می‌شود. مدل از سه بخش هدف، معیار و شاخص تشکیل شده است. هدف پژوهش بررسی میزان موفقیت سیاست‌های مسکن مهر در ایران می‌باشد، معیارها به چهار دسته‌ی کالبدی-فضایی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تقسیم شده‌اند. معیار کالبدی-فضایی شامل ۲۲ شاخص، معیار اقتصادی ۷ شاخص، معیار اجتماعی ۴ شاخص و معیار زیست‌محیطی ۳ شاخص می‌باشد. پس از تعریف روابط درونی مقایسه‌های زوجی توسط ۱۱ کارشناس و متخصص امور شهری انجام شده است. لازم به ذکر است که به علت بالا بودن تعداد شاخص‌ها، و به تبع آن بالا بودن تعداد مقایسه‌های زوجی، اولویت‌بندی شاخص‌ها برای هر معیار به صورت جداگانه بررسی شده است. ضریب ناسازگاری

قالب دو مرحله و به صورت زیر خلاصه کرد (زنگنه و دیگران، ۱۳۹۶):
مرحله اول، تحلیل‌عاملی (FA): در این مرحله چارچوب نظری تحقیق و شاخص‌های تعیین‌کننده موضوع با کمک مطالعه متون نظری و تجربی به‌دست می‌آیند. پس از آن، تحلیل‌عاملی بر روی شاخص‌های منتخب انجام می‌شود تا ابعاد بیانگر موضوع، شناسایی و استخراج شوند. پس از رسیدن به ابعاد تعیین‌کننده موضوع، شاخص‌های تشکیل‌هر یک از این ابعاد و میزان بار عاملی نیز مشخص می‌گردد.

مرحله دوم، تحلیل شبکه‌ای: در مرحله‌ی دوم، روش ANP به‌کار گرفته می‌شود تا نتایجی که در مرحله قبل و با استفاده از تحلیل‌عاملی به دست آمده‌اند، در ابتدا تبدیل به یک مدل شبکه‌ای شوند و ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها، با در نظر گرفتن ارتباط میان آنها محاسبه شود. در مدل F²ANP، برای تحلیل ارتباط میان هدف‌های پژوهش و ابعاد نشانگر موضوع، از درصد تغییراتی که هر یک از عوامل استخراج‌شده در تحلیل‌عاملی توضیح می‌دهند، به عنوان معیاری برای محاسبه ضریب اهمیت آنها در مقایسه‌ای دودویی استفاده می‌شود. از این‌رو، بردار وزن عوامل را می‌توان بدون نیاز به تشکیل ماتریس مقایسه‌ای دودویی و مستقیماً به کمک نرم‌الیزه کردن درصد تغییرات عوامل به‌دست آورد. در این مدل، به دلیل بهره‌برداری از قابلیت‌های تحلیل‌عاملی در تبدیل موضوع به ابعاد واضح و مشخص کردن رابطه بین ابعاد استخراج‌شده و شاخص‌های آنها، به ایجاد ماتریس‌های مقایسه‌ای دودویی نیازی نیست. به دلیل برگرفتن قضاوت‌ها از نتایج تحلیل‌عاملی و به عبارتی عینی بودن آنها و نه ذهنی بودنشان، نیازی به کنترل کردن ناسازگاری در قضاوت‌ها نیز وجود ندارد. این دو ویژگی باعث میشوند تا فرایند بکارگیری F²ANP ساده‌تر و محاسبات آن نیز بسیار کوتاه‌تر از مراحل پیشنهادی در روش ANP باشد.

مقایسه تطبیقی میان روش‌های تحلیل‌عاملی FA، تحلیل شبکه‌ای ANP و F²ANP

عنوان پژوهش: ارزیابی سیاست‌های مسکن مهر در ایران و آرایه‌ی راه‌کارهایی برای بهبود آن، فصلنامه مطالعات شهری، شماره سیزده، ۱۳۹۳.

۱- روش تحلیل‌عاملی FA

هدف از ایجاد مسکن مهر تأمین مسکن برای اقشار کم‌درآمد جامعه بوده است. به علت حذف شدن قیمت زمین از قیمت مسکن قیمت آن مناسب بوده و به صورت اجاره ۹۹ ساله در اختیار آنها قرار داده می‌شود. برای انجام پژوهش، شاخص‌های مسکن با توجه به شرایط مسکن مهر تعریف شده است. پس از انتخاب شاخص‌ها، در نخستین گام، ماتریس اولیه اطلاعات تشکیل داده می‌شود. در مرحله‌ی بعد، ماتریسی به عنوان ماتریس همبستگی داده‌ها محاسبه می‌شود. این ماتریس، داده‌ی اولیه برای FA است. قطر اصلی ماتریس همبستگی عدد ۱ است. در این تحقیق ماتریس همبستگی، ماتریسی ۳۶ در ۳۶ می‌باشد که معرف میزان همبستگی شاخص‌ها نسبت به یکدیگر می‌باشد. میزان آزمون KMO برابر با ۰/۸۲۱ می‌باشد و درجه معناداری آزمون بارلت نیز صفر است که نشان می‌دهد داده‌ها همبسته‌اند. در مرحله‌ی بعد عوامل تأثیرگذار بر موضوع شناخته می‌شوند. تعداد ۳۶ شاخص در ۹ عامل خلاصه شده است که این عوامل در مجموع در حدود ۶۸ درصد

آن عامل را در برگیرد. امر نام گذاری شاخص‌ها مستلزم تسلط کافی پژوهشگران بر موضوع پژوهش می‌باشد. در روش تحلیل عاملی بیان می‌شود که تعداد پرسش‌شوندگان باید حداقل سه برابر تعداد شاخص‌ها باشد و برای گرفتن نتیجه‌ی دقیق‌تر بهتر است که این تعداد ۵ برابر در نظر گرفته شود. بنابراین در پژوهشی که در آن از ۳۰ شاخص استفاده می‌شود بهتر است تعداد پرسش‌شوندگان ۱۵۰ نفر باشد و با توجه به اینکه پرسشنامه یکی از دشوارترین مراحل انجام هر پژوهش می‌باشد، این امر می‌تواند باعث کنار گذاشته شدن این روش توسط تعدادی از پژوهشگران باشد.

بررسی‌های انجام‌شده در پژوهش حاکی از آن است که در روش تحلیل خوشه‌ای تحلیل خوشه‌ای ANP به دلیل محدودیت‌های نرم‌افزار *Super Decision*، ترسیم و بررسی تعداد زیاد رابطه‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد، بنابراین در پژوهش‌ها دو نوع رویکرد مدنظر قرار گرفته می‌شود: در رویکرد اول، در پژوهش‌هایی به مانند پژوهش شکری و بهزادفر (۱۳۹۸) که از ۳۰ شاخص استفاده شده است، روابط زوجی میان تمامی شاخص‌ها ترسیم نشده، بلکه این روابط میان شاخص‌های یک معیار ترسیم شده‌اند. این امر ایراد وارد بر نرم‌افزار و روش تحلیل خوشه‌ای را برطرف کرده است و در نهایت پس از امتیازدهی، شاخص‌های با امتیاز بالا از هر عامل به عنوان تأثیرگذارترین‌ها بر موضوع پژوهش اعلام شده اند. در رویکرد دوم که در پژوهش‌هایی مانند پژوهش کیانی و سالاری سردی از آن استفاده شده است، به علت محدودبودن تعداد شاخص‌ها، مقایسات زوجی میان تمامی شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش به راحتی ترسیم شده و محاسبات بدون مشکل در نرم‌افزار انجام گرفته و اولویت‌بندی‌ها اعلام شده‌اند. در پژوهش انجام گرفته توسط نگارندگان نیز به علت بالابودن تعداد شاخص‌ها (۳۶ شاخص)، از روش گروه اول استفاده شده و شاخص‌های زیرگروه هر معیار با یکدیگر سنجیده شده و اولویت‌ها اعلام شده‌اند.

همان‌گونه که در جدول (۴) نیز اشاره شده است، در این روش با محدودیت تعداد شاخص‌ها مواجه نیستیم زیرا شاخص‌ها به کمک روش تحلیل عاملی به تعداد محدودی عامل تبدیل می‌شوند و سپس به راحتی می‌توان از روش تحلیل عاملی برای محاسبه‌ی آنها استفاده کرد، بنابراین این روش از دقت بسیار بالایی برخوردار است. محدودبودن تعداد پژوهش‌های انجام‌یافته با این روش به معنای ضعف آن نمی‌باشد بلکه طولانی‌تر شدن محاسبات به علت استفاده از دو روش یکی از دلایل این امر است. از سویی دیگر طبق پرسش انجام‌گرفته از ۱۱ کارشناسی که در بخش تحلیل شبکه‌ای امتیازدهی‌ها را انجام دادند، ۱۰ نفر از آنها از این روش بی‌اطلاع بودند، این در حالی است که هر ۱۱ کارشناس، متخصص شهرسازی بوده‌اند. بنابراین عدم آگاهی و شناخت نسبت به وجود این روش را می‌توان دلیل دیگری برای محدودبودن تعداد پژوهش‌های انجام‌شده با این روش دانست (جدول ۴).

برای کلیه جداول کم‌تر از ۱/۱ و قابل قبول می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسات زوجی گویای این امر است که در بحث کالبدی-فضایی، مهمترین شاخص «امنیت در مقابل زلزله و حوادث طبیعی» با امتیاز ۰/۱۳۷۷، «دسترسی به آب، برق، گاز، تلفن، فاضلاب» با امتیاز ۰/۱۰۲۹، «دسترسی به مراکز بهداشتی» ۰/۰۸۲، «نوع مصالح» ۰/۰۸۱ و «دسترسی به حمل‌ونقل عمومی» با امتیاز ۰/۰۷۵ در اولویت بعدی قرار دارد. بررسی معیار اقتصادی نشان می‌دهد که شاخص «فاصله‌ی محل سکونت تا کار» ۰/۲۸۴۶، بالاترین امتیاز را دارد، شاخص «تأمین اشتغال ساکنین» با امتیاز ۰/۲۶۸۲ در اولویت بعدی و «سرانه اعتبارات عمرانی» ۰/۱۲۵۲ در اولویت سوم قرار گرفته است. در بررسی معیارهای اجتماعی، شاخص «امنیت در برابر جرم و جنایت» با امتیاز ۰/۵۰۹۸ در اولویت نخست و «میزان نیاز به مسکن و کمبود آن» با امتیاز ۰/۲۸۰۱ در اولویت بعدی قرار دارد. در آخر امتیازهای کسب شده در معیار زیست محیطی نشان می‌دهد که «توجه به شرایط اقلیمی» با امتیاز ۰/۵۸۴۱ مهم‌ترین شاخص در نظر گرفته شده است.

۳- روش F²ANP

روش‌های ترکیبی یکی از بهترین تکنیک‌ها برای تحلیل اطلاعات می‌باشند. در مدل F²ANP، ابتدا با به‌کارگیری روش تحلیل عاملی، ابعاد شکل‌دهنده موضوع مورد تحلیل را به دست آورده و پس از آن با کمک روش ANP، ابعاد و شاخص‌های آن و همچنین رابطه و وابستگی‌های میان ابعاد و خوشه‌ها به شکل شبکه‌ای مشخص می‌شوند تا اهمیت نسبی عناصر تشکیل‌دهنده موضوع مورد بررسی را بتوان محاسبه کرد. بنابراین در این بخش ۹ عامل به دست آمده از روش تحلیل عاملی که پیشتر ذکر شد به کمک روش ANP اولویت‌بندی می‌شوند. این ۹ عامل شامل: طراحی مسکن و فضای اطراف آن و ساخت آن، خدمات و تسهیلات، توجیه اقتصادی، مکان و موقعیت، فرم و فضای شهری، تراکم، پوشش گروه‌های نیازمند، تأسیسات و تجهیزات زیربنایی و اندازه واحدهای مسکونی می‌باشند. پس از انجام ANP و واردکردن مقایسات زوجی انجام شده توسط کارشناسان، امتیازهای داده‌شده در نرم‌افزار *Super Decision* وارد شده و پس از محاسبات، ضریب ناسازگاری برابر با ۰/۰۸۶ می‌باشد که کوچک‌تر از ۱/۱ بوده و قابل قبول است. براساس نتایج به دست آمده، ضریب اهمیت عامل‌های به دست آمده از روش تحلیل عاملی مشخص می‌باشد، «تسهیلات و خدمات» با امتیاز ۰/۲۸ بالاترین رتبه، «مکان و موقعیت» با امتیاز ۰/۲، «توجیه اقتصادی» با امتیاز ۰/۱۵ و سپس «پوشش گروه‌های نیازمند»، «تأسیسات و تجهیزات زیربنایی»، «طراحی»، «فرم و فضای شهری»، «تراکم» و «اندازه واحدهای مسکونی» قرار دارد.

یافته‌ها

بررسی پژوهش‌های انجام‌شده به کمک روش تحلیل عاملی نشان می‌دهد که همان‌گونه که انتظار می‌رفت، این روش قادر به مقایسه و امتیازدهی با تعداد زیادی شاخص می‌باشد و به کمک چرخش‌های انجام‌گرفته می‌تواند شاخص‌ها را به تعداد محدودی عامل تبدیل کند. در روش تحلیل عاملی نام‌گذاری عوامل از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا بعضاً یک عامل خود در برگیرنده‌ی تعداد قابل توجهی شاخص است و نام‌گذاری باید به گونه‌ای انجام گیرد که تمامی شاخص‌های مؤثر بر

جدول ۴- یافته‌های پژوهش.

روش	نقاط قوت	نقاط ضعف	ماهیت پژوهش
تحلیل عاملی	- قابلیت مقایسه و امتیازدهی به تعداد زیادی شاخص - تبدیل تعداد زیادی شاخص به تعداد محدودی عامل	- نیاز به پرکردن پرسشنامه حداقل به تعداد ۳ برابر تعداد شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش - نیاز به تسلط برای نام‌گذاری عوامل به‌دست‌آمده پس از چرخش‌ها تا تمامی شاخص‌ها را دربرگیرد. - نیاز به هم‌جهت کردن شاخص‌ها	- پژوهش‌هایی که نیاز به مشخص کردن معیارها و شاخص‌های مؤثر بر موضوع پژوهش وجود دارد. - پژوهش‌هایی که نیاز به تحلیل رابطه‌ی میان شاخص‌های مؤثر بر موضوع پژوهش وجود دارد.
روش تحلیل شبکه‌ای ANP	- سادگی استفاده و سادگی محاسبات در پژوهش‌هایی با تعداد محدودی شاخص - در نظر گرفتن ارتباطات شبکه‌ای میان شاخص‌ها - به‌کارگیری معیارهای کمی و کیفی	- قابلیت تحلیل تعداد محدودی شاخص (در صورت استفاده از شاخصهای متعدد، شاخصهای هر معیار تنها با یکدیگر سنجیده می‌شوند و تمامی شاخص‌ها را نمیتوان با هم سنجید). - نیاز به بررسی محاسبات دودویی جهت کنترل ناسازگاری‌ها - بررسی‌ها ذهنی هستند و مبتنی بر نظر کارشناسان	- مقایسه‌ی دو مقوله از یک جنس که شاخص‌های مؤثر بر هر دو یکسان هستند.
F ² ANP	- قابلیت استفاده در پژوهش‌ها با تعداد بالای شاخص - بررسی عینی و ذهنی - دقت بالا در تحلیل اطلاعات - کوتاه‌تر شدن فرایند محاسباتی - به دلیل حذف تعداد زیادی از ماتریس‌های مقایسه دودویی مورد نیاز برای محاسبات	- عدم آگاهی نسبت به وجود این روش	- شناسایی شاخص‌ها و معیارهای مؤثر بر موضوع پژوهش و سپس اولویت‌بندی شاخص‌ها

نتیجه

موقعیت در روش تحلیل عاملی و F²ANP در اولویت دوم قرار دارد و در روش ANP نیز با شاخص‌هایی همچون «امنیت در مقابل زلزله و حوادث طبیعی» و «فاصله‌ی محل سکونت تا کار» نشان داده شده است. یا شاخص «تسهیلات و خدمات» که در روش FA در اولویت سوم قرار گرفته در روش F²ANP در اولویت اول است و این شاخص در فرایند تحلیل شبکه‌ای تحت عنوان «دسترسی به آب، برق، گاز، تلفن، فاضلاب» و «تأمین اشتغال ساکنین» آورده شده است. در این میان شاخص «طراحی و ساخت مسکن و محیط پیرامونی»، که در تحلیل عاملی اولویت اول را داراست در نتایج به‌دست‌آمده از روش F²ANP در جای ششم قرار دارد و در تحلیل شبکه‌ای نیز با شاخص «توجه به شرایط اقلیمی» اولویت‌بندی شده است. نتایج به‌دست‌آمده از F²ANP صرفاً حاصل نظر شخصی کارشناسان نبوده بلکه ابتدا به کمک پر کردن پرسشنامه عامل‌ها شناسایی شده و در مرحله‌ی بعد تنها مقایسه‌ی این ۹ عامل مطابق نظر کارشناسان انجام شده است. روش F²ANP ضمن حفظ کلیه قابلیت‌های روش تحلیل عاملی (شناسایی و استخراج ابعاد نشانگر پدیده مورد بررسی و مشخص کردن شاخص‌های تشکیل‌دهنده هر یک از ابعاد استخراج‌شده) و ANP (تبدیل موضوع مورد بررسی به یک سیستم منطقی، مثل یک شبکه و در نظر گرفتن وابستگی‌های داخلی، خارجی و دوسویه بین عناصر، منعطف بودن و قابلیت رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها) بر محدودیت‌های جدی ANP از جمله قضاوت‌های ذهنی؛ طولانی بودن محاسبات آن؛ و نیاز به کنترل کردن ناسازگاری در قضاوت‌ها غلبه کرده و یک چارچوب مناسب برای تحلیل مسائل شهری به وجود آورده است. در نهایت می‌توان گفت مدل F²ANP می‌تواند

انتخاب روش درست ارزیابی بی‌شک یکی از مهم‌ترین بخش‌های انجام یک پژوهش است. روش ارزیابی به پژوهشگر این امکان را می‌دهد تا اطلاعات به‌دست‌آمده در پژوهش را به درستی بررسی و تحلیل نماید تا بتواند پیشنهادات کاربردی برای بهبود و ارتقا موضوع مورد بررسی خود ارائه کند. بدین منظور در این مقاله ضمن معرفی سه روش تحلیل عاملی FA، فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP و روش F²ANP و بررسی پژوهش‌های انجام‌شده به‌وسیله‌ی این سه روش، پژوهشی با هر سه روش آنالیز مجدد شد تا نقاط قوت و ضعف هر روش مشخص بشود. در پژوهش انجام‌شده، نتایج حاصل از بررسی به کمک روش FA گویای این امر است که «طراحی و ساخت مسکن و محیط پیرامونی»، «مکان و موقعیت» و «تسهیلات و خدمات» در اولویت‌های اول تا سوم تأثیرگذاری بر مسکن مهر قرار دارند. بررسی میزان اهمیت شاخص‌ها با روش ANP نشان می‌دهد که در بحث کالبدی-فضایی، شاخص‌های «امنیت در مقابل زلزله و حوادث طبیعی»، «دسترسی به آب، برق، گاز، تلفن، فاضلاب»، در بحث اقتصادی شاخص‌های «فاصله‌ی محل سکونت تا کار» و «تأمین اشتغال ساکنین»؛ در بحث اجتماعی شاخص‌های «امنیت در برابر جرم و جنایت» و در زمینه‌ی معیار زیست‌محیطی نیز «توجه به شرایط اقلیمی» واجد اهمیت هستند. در آخر نتایج حاصل از روش F²ANP نشان می‌دهد که «تسهیلات و خدمات»، «مکان و موقعیت»، «توجه اقتصادی»، «پوشش گروه‌های نیازمند» و «تأسیسات و تجهیزات زیربنایی» به ترتیب دارای اهمیت‌اند. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که عوامل و شاخص‌های به‌دست‌آمده تقریباً یکسان هستند و تنها اولویتشان پس از تحلیل متفاوت است. به‌طور مثال عامل «مکان و

در تحلیل مسایل شهری و منطقه‌ای که پیچیده‌اند و پژوهشگر برای سنجش آن‌ها با شاخص‌های بسیاری روبه‌رو است، مباحث مرتبط با تاب‌آوری و سایر موضوعات با ماهیت چند بعدی استفاده شود. این مدل کمک می‌کند تا محاسبات طولانی در روش بسیار کوتاه‌تر شود. در ادامه می‌توان چنین بیان کرد که هرگاه هدف مشخص کردن معیارها و شاخص‌های مؤثر بر موضوع پژوهش باشد (به عنوان نمونه؛ تبیین معیارهای کلیدی فرآیند شکل‌گیری هویت مکان در توسعه شهری جدید) و یا مقصود تحلیل رابطه‌ی میان شاخص‌های یک موضوع باشد (به عنوان نمونه؛ رابطه‌ی میان امنیت تصرف و سرمایه‌گذاری در مسکن)، روش تحلیل عاملی گزینه‌ی مناسب برای انتخاب می‌باشد.

برای اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی گزینه‌ها با توجه به شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر آنها (به عنوان نمونه؛ مکانیابی مجموعه‌های مسکونی پایدار) و یا مقایسه‌ی دو مقوله از یک جنس با توجه به شاخص‌های مؤثر بر آن (به عنوان نمونه؛ مقایسه‌ی تطبیقی کیفیت پیاده‌راه‌ها در ایران و خارج کشور) استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای ANP بیشتر توصیه می‌شود. در نهایت اینکه روش F²ANP می‌تواند در پژوهش‌هایی که در ابتدای امر به دنبال شناسایی شاخص‌ها و معیارها و سپس در پی اولویت‌بندی گزینه‌ها هستند (به عنوان نمونه؛ ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی در منطقه‌ای از شهر تهران در برابر زلزله)، و همچنین در ساخت شاخص مرکب (Composite index) کاربرد داشته باشد.

پی‌نوشت‌ها

1. Multi Criteria Deciscion Making.
2. Analytic Hierarchy Process.

فهرست منابع

- آراس‌ته، مجتبی؛ عزیزی، محمدمهدی (۱۳۹۱)، مکانیابی مجموعه‌های مسکونی پایدار با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در بافت مرکزی شهر یزد، *آرمان‌شهر*، شماره ۹، صص ۳۳۳-۳۴۷.
- ارباب، پارسا؛ عزیزی، محمدمهدی، و زبردست، اسفندیار (۱۳۹۴)، تبیین معیارهای کلیدی فرآیند شکل‌گیری هویت مکان در توسعه شهری جدید (مطالعه موردی منطقه ۲۲ تهران)، *فصلنامه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی*، دوره ۲۰، شماره ۴، صص ۵-۲۰.
- اسکندری‌نوده، محمد؛ موسوی، عارف، و بیدهندی، لیلیا (۱۳۸۹)، بررسی ساختار اجتماعی سکونتگاه‌های فرودست در شهر بندرعباس، *مدیریت‌شهری*، شماره ۲۵، بهار و تابستان، صص ۱۲۹-۱۴۶.
- باستانی، مزده؛ محمدنیاقزایی، فاطمه، و سعیدی منفرد، ساناز (۱۳۹۷)، ارزیابی بافت شهری مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل با استفاده از اصول فرآیند تحلیل شبکه‌ای عاملی، *تحقیقات جغرافیایی*، دوره ۳۴، شماره ۱، صص ۶۳-۷۲.
- حبیبی، کیومرث؛ احمدی، بهمن، و رحیمی، آرمان (۱۳۹۲)، نقش امنیت تصرف بر کیفیت کالبدی مسکن در سکونتگاه‌های غیررسمی، نمونه مورد مطالعه: محله اسلام‌آباد ۲ شهر ارومیه، *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری*، شماره ۲، تابستان ۹۲، صص ۲۹-۴۶.
- حبیبی، کیومرث؛ حقی، محمدرضا (۱۳۹۷)، مقایسه‌ی تطبیقی کیفیت پیاده‌راه‌ها در ایران و خارج کشور با مدل ANP، *نشریه معماری و شهرسازی ایران*، دوره ۹، شماره ۱۵، صص ۵-۱۹.
- حبیبی، میترا؛ بهنامی‌فر، فائزه (۱۳۹۵)، بررسی میزان پاسخگویی فضاهای شهری به نیازهای گروه سنی نوجوان، *نامه معماری و شهرسازی*، شماره ۱۷، پاییز و زمستان، صص ۱۳۹-۱۵۵.
- خلیلی، احمد؛ رشیدی، نعیمه؛ نورالهی، حانیه، و رحمانی، مریم (۱۳۹۳)، ارزیابی سیاست‌های مسکن مهر در ایران و ارائه‌ی راه‌کارهایی برای بهبود آن، *مطالعات شهری*، شماره ۱۳، صص ۸۳-۹۲.
- ریخته‌گران، فریبا؛ نوری، محمد جواد؛ نصرآبادی، آمنه (۱۳۹۸)، اولویت بندی خیابان‌های شهری جهت ایجاد محورهای پیاده، *هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی*، دوره ۲۴، شماره ۲، صص ۸۷-۹۸.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰)، کاربرد «فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی» در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، *فصلنامه هنرهای زیبا*، شماره ۱۰، صص ۲.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹)، کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، *فصلنامه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی*، شماره ۴۱، صص ۷۹-۹۰.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۹۲)، کاربرد مدل F²ANP در شهرسازی، *فصلنامه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی*، دوره ۱۹، شماره ۲، صص ۲۳-۳۸.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۹۶)، کاربرد روش تحلیل عاملی اکتشافی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، *فصلنامه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی*، شماره ۲، دوره ۲۲، صص ۵-۱۸.
- زبردست، اسفندیار؛ خلیلی، احمد، و دهقانی، مصطفی (۱۳۹۳)، کاربرد روش تحلیل عاملی در شناسایی بافت‌های فرسوده شهری، *فصلنامه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی*، ۵۴، صص ۲۷-۴۲.
- زبردست، اسفندیار؛ خلیلی، احمد؛ پژوهان، موسی، و انصاری، ایوب (۱۳۹۱)، ارزیابی پایداری کاربری اراضی کلان‌شهر تهران براساس تلفیق مدل‌های ANP و Fuzzy Dematel گروهی، *نشریه‌نامه معماری و شهرسازی*، صص ۵-۹.
- زرآبادی، زهراسادات؛ عبدالله، بهار (۱۳۹۲)، ارزیابی عوامل مؤثر در توسعه‌ی صنعت گردشگری منطقه آزاد چابهار با بهره‌گیری از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP، *نشریه انجمن معماری و شهرسازی ایران*، شماره ۶، پاییز و زمستان، صص ۳۷-۴۸.
- زرقانی، سید هادی؛ رضوی‌نژاد، مرتضی (۱۳۹۲)، تحلیل ریسک اهمیت مراکز حیاتی، حساس و مهم کلانشهر مشهد با استفاده از مدل ANP، *مطالعات برنامه‌ریزی شهری*، سال ۱، شماره ۱، صص ۱۱-۲۸.
- زنگنه شهرکی، سعید؛ زبیری، کرامت‌الله، و پوراگرمی، محمد (۱۳۹۶)، ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل F²ANP و ویکور، *فصلنامه جغرافیا*، سال ۱۵، شماره ۵۲، صص ۲۳-۳۸.
- شکری یزدان‌آباد، شادی؛ بهزادفر، مصطفی (۱۳۹۸)، کاهش معضلات زیست‌محیطی در بافت‌های ارگانیک و قدیمی با رویکرد شهر هوشمند (مرور ادبیات و ساخت چارچوب مطالعات میدانی با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای ANP)، *مدیریت شهری*، شماره ۵۴، صص ۱۱۵-۱۲۸.
- شعاع، اسماعیل؛ حبیبی، کیومرث؛ پیرایه‌گر، میلاد (۱۳۹۴)، تبیین شاخص‌های جانمایی پیاده‌راه‌های شهری بر اساس اهداف توسعه پایدار اجتماعی با استفاده از روش ANP، *هویت شهر*، شماره ۲۲، سال نهم، صص ۱۹-۳۰.
- صالحی، مریم؛ موسی‌زاده، حسین؛ خداداد، مهدی، و اسمعیلی، فضل‌اله (۱۳۹۶)، سطح‌بندی مناطق کلان‌شهر تهران از لحاظ شاخص‌های توسعه پایدار با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای، *معماری و شهر پایدار*، سال پنجم، شماره اول، بهار و تابستان، صص ۷۵-۹۶.
- طیبیان، منوچهر؛ احمدی، بهمن (۱۳۹۶)، تحلیلی بر رابطه میان امنیت تصرف و میزان سرمایه‌گذاری در مسکن در سکونتگاه‌های غیررسمی، نمونه موردی: محله کشتارگاه شهر ارومیه، *معماری و شهرسازی آرمان‌شهر*، دوره ۱۰، شماره ۱۹، صص ۲۰۷-۲۱۵.
- عزیزی، محمدمهدی؛ بهار، بهار (۱۳۹۶)، نقش پروژه‌های محرک توسعه در بازآفرینی بافت مرکزی شهرها، *هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی*، دوره ۲۲، شماره ۴، صص ۵-۱۶.

زبردست، اسفندیار (۱۳۹۲)، کاربرد مدل F²ANP در شهرسازی، *فصلنامه*

tor 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.

Mateo, J. R. S. C. (2011), *Multi-Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry*, New York: Springer London.

Jaliliasdrabad S., Shieh E., Behzadfar M. (2018), Identification of the Effective Factors on Socio-Spatial Segregation; *Tehran Naqshejahan*, 8(1), pp. 17-23.

Karimimoshaver, Mehrdad; Sajjadzade, Hassan; Vahdat, Salman. (2016), Measurement of Reading Priority Landscape of Urban Spaces from the Standpoint of Citizens (Case Study: Urban Square of the City of Hamedan), *Bagh-e Nazar*, Vol 12. No.37.

Mac Callum, Robbert C. et al. (1999), Sample Size in Factor Analysis. Ohio state University, Psychological Methods, 4(1), 84-99. DOI: 10.1037/1082-989X.4.1.84.

Mohammadi, H. Zare Elmi, M. (2016), Place Branding; An Economic - Oriented Approach to Empower Informal Settlements (Case of Falak-e-Din Neighborhood, Khorramabad), *Int. J. Architect. Eng. Urban Plan*, 26(2): 161-181.

Ozcan-Deniz, Gublin; Zhu, Yimin. (2008), Using Analytical Network Process to Analyze Construction Method Selection in Highway Projects. available online at http://www.academia.edu/download/39723922/Pages_from_IC-CREM2011_Volume_1-2.pdf

Saaty, T. L. (2008), *The Analytic Network Process*. University of Pittsburgh.

Sabaei, Davood et al. (2015), A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery, *Sciencedirect*, Procedia, CIRP37. pp.30-35.

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.

Sevinc, Ali; Gur, Sheyda; Eren, Tamer. (2018), Analysis of the Difficulties of SMEs in Industry 4.0 Applications by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process. available online at www.mdpi.com/journal/processes.

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

Tsang, Albert H.C. (1995). "Condition-based maintenance: tools and decision making," *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 1, no. 3, pp. 3-17.

Yang, Yu-Ping Ou et al. (2008), A Novel Hybrid MCDM Model Combined with Dematel and ANP with Applications, *International Journal of Operations Research*. Vol. 5, No. 3, 160-168.

علی‌پور اصفهانی، مریم؛ زمانی، بهادر، و شاهپوندی، احمد (۱۳۹۷)، تدوین مدل نظری مولفه‌های مؤثر بر سرزندگی اجتماعی خیابان (مورد مطالعه: خیابان تاریخی سپه اصفهان)، *مرمت و معماری/ایران*، سال ۸، شماره ۱۵، بهار و تابستان، صص ۱۱۹-۱۳۶.

علیخانی، مینو؛ نوری، محمدجوادف، و قلعه‌نویی، محمود (۱۳۹۸)، اولویت بندی مناطق شهری براساس نیاز به توسعه فضاهای سبز، *محیط‌شناسی*، دوره ۴۵، شماره ۱۱۵-۱۳۲.

فنی، زهره؛ اخوانی حیدری، کوروش؛ حیدری، اکبر (۲۰۱۵)، بررسی پایداری محلات شهری در منطقه ۱۷ شهر تهران با استفاده از مدل *Urban Management*، شماره ۹۲، صص ۱۴۷-۱۵۸.

قنبری، ابوالفضل (۱۳۹۰)، تحلیلی بر نابرابری‌های مسکن روستایی شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۷، *مسکن و محیط روستا*، شماره ۱۳۶، زمستان، صص ۳۳-۵۰.

کیانی، اکبر؛ سالاری سردری، فرضعلی (۱۳۹۰)، بررسی و ارزیابی اولویت‌های منظر فضاهای عمومی شهر عسلویه با استفاده از مدل ANP، *باغ نظر*، شماره ۱۸، سال هشتم، صص ۲۵-۳۸.

محمد مرادی، اصغر؛ اختر کاوان، مهدی (۱۳۸۸)، روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، *روانشهر*، شماره ۲، بهار و تابستان، صص ۱۱۳-۱۲۵.

مک‌کی، تام؛ مارش، دیوید (۱۳۷۸)، *روش مقایسه‌ای*، در روش و نظریه در علوم سیاسی، ویراسته دیوید مارش و جری استوکر، ترجمه امیرمحمد حاج‌یوسفی، تهران: مطالعات راهبردی.

نوروزی‌فر، مهدی و همکاران (۱۳۹۳)، امکان‌سنجی استفاده از استراتژی توسعه شهری در نظام شهرسازی ایران و ارائه چارچوبی جهت تحقق‌پذیری آن، *مدیریت شهری*، شماره ۳۴، صص ۲۳۷-۲۵۸.

هاشم‌زاد، هاشم؛ بهزادفر، مصطفی؛ صدق‌پور، بهرام، و سیدیان، علی (۱۳۹۱)، ساخت، اعتباریابی و رواسازی پرسشنامه نقش طراحی به‌منظور جلب مشارکت مردمی در فرایند معاصر سازی بافت‌های فرسوده (نمونه موردی محله سیروس تهران)، *باغ نظر*، شماره ۲۰، سال نهم، صص ۶۳-۷۲.

Abdollahzade, Gholamreza et al. (2013), Choosing an Appropriate Factorial System through the Modern and Outmoded System by Two Approaches ANP & AHP-FUZZY, *Journal of Mathematics and Computer Science*, No.6. pp.107-117.

Cattell, R.B. (1978), *The Scientific Use Of Factor Analysis*, New York, Plenum.

Dargi, Ahmad et al. (2014), Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach. available online at www.sciencedirect.com. doi:10.1016/j.procs.2014.05.317.

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

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

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

Howard, Matt C. (2016), A Review of Exploratory Fac-

A Comparative Study of Factor Analysis FA, Analytic Network Process ANP and F'ANP Methods to Improve Their Application in Urban Planning

Mohammad Reza Farzad Behtash¹, Naimeh Rashidi²

¹Assistant Professor, Department of Urban Planning and Urban Design, Faculty of Engineering, North Branch, Azad University, Tehran, Iran.

²PhD Candidate of Urban Planning, Urban Department of Urban Planning and Urban Design, Faculty of Engineering, North Branch, Azad University, Tehran, Iran.

(Received: 19 Dec 2020, Accepted: 6 Sep 2021)

Evaluation and analysis methods help to have a better understanding of the collected information and the results of the analysis of the research. Factor analysis (FA) is a multicriteria analysis that can be used to convert a large number of obtained criterias into a limited number of factors and then it can calculate and interpret on them. Analytic Network process (ANP) is also a multi-criteria evaluation method that allows data to be analyzed easily due to the simplicity of calculations, but this method has limitations in use due to its subjective ranking. Using the advantages of both methods, the F'ANP model makes it possible to first break down the constituent dimensions into components by using of factors analysis (FA) and then prioritize the dimensions and elements using Analytic Network Process (ANP). The F'ANP model was introduced in 2013 by Esfandiar Zabrdast to construct a composite index to determine the degree of social vulnerability to earthquakes and to minimize the shortcomings of conventional methods of composite index construction. The present study is applying in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of method. In this research, First, three methods which includes Factor analysis (FA), Analytic network process (ANP) and F'ANP, are introduced, and then a research which entitled "Evaluation of Mehr housing policies in Iran and providing solutions to improve it", which was previously analyzed by the authors using Factor analysis (FA), is re-analyzed by ANP and F'ANP methods to compare the results and then express the strengths and weaknesses points of each one. And Finally, a model will be introduced for the optimal use of these methods in various urban problems. The model is explained to indicate FA, ANP and F'ANP's priority in solving different urban problems. According to the results of the research, when the purpose is to determine the effective criteria and indicators of the research topic or when the purpose is: analyzing the relationship between the indicators of a topic, FA is a good choice (As an example; Explaining the key criterias of the process

of formation of place's identity in new urban development). If the purpose of the research is to prioritize or rank the options according to the indicators and factors affecting them or to compare two categories of the same gender according to the indicators which affecting it, it is better to use The Analytic Network Process (As an example; sustainable residential complexes location). And finally F'ANP method can be used in researches in which at first we search to identify indicators and criteria and then prioritizes options (As an example; Evaluation and analysis of physical resilience in an area of Tehran against earthquakes) and for making composite criterias. The comparison of the results shows that the obtained factors and indicators are almost the same and only their priority is different after analyzing with three different methods. According to the research it can be said that the lack of knowledge about the existence of the F'ANP method is the reason for less acceptance of it.

Keywords

Methods of Urban Planning, Models of Urban Planning, Factor Analysis FA, Analytic Network Process ANP, F'ANP.

* Corresponding Author: Tel: (+98-919) 5151526, Fax: (+98-21) 77319324, E-mail: Farzad.behtash@gmail.com