

اولویت‌بندی شاخص‌های توسعه شهری پایدار با استفاده از روش دلفی (مطالعه موردی: شهر مشهد)

نرگس عرب^۱، عبدالرسول سلمان ماهینی^{۲*}، علیرضا میکائیلی تبریزی^۳، توما ویته^۴

۱. دانشجوی دکتری آمایش محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۲. استاد گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۳. دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۴. دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه رن ۲، رن، فرانسه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰

تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

چکیده

برای دستیابی به توسعه پایدار؛ علاوه بر سایر مولفه‌ها؛ لازم است شهرها به عنوان نقاط و کانون‌های اصلی برای حل مشکلات جهانی توسعه پایدار مد نظر قرار گیرند. علی‌رغم وضوح آشکار معضلات اکولوژیکی و محیط‌زیستی و پیامدهایش، هیچ زمینه مشترکی برای یک الگو یا پارادایم شهر پایدار وجود ندارد و ابهامات زیادی در این رابطه به پیچیدگی شرایط می‌افزاید. با توجه به نتایج تحقیقات مختلف، محققان استدلال نموده‌اند که فرم شهرها و الگوی کاربری اراضی تعیین‌کنندگان اصلی موضوع پایداری شهری هستند. برای دستیابی به شهر پایدار چندین مدل مفهومی ارائه شده‌است که هر یک از آن‌ها، دارای اهدافی متفاوت و گاهی متناقض هستند. در این تحقیق با مرور منابع مختلف داخلی و خارجی ۵۹ شاخص برای رسیدن به شهر پایدار تعیین گردید. با استفاده از روش دلفی در سه مرحله دریافت اطلاعات از ۱۲ متخصص و کارشناس و محاسبه توابع، درجه اهمیت و درصد اهمیت این شاخص‌ها اولویت‌بندی شدند. تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که از این ۵۹ شاخص، براساس نظر کارشناسان، شاخص‌های کاهش ترافیک، حفاظت از کیفیت آب و بهبود کیفیت هوا، به ترتیب با درصد اهمیت ۳۶/۳، ۳۵/۳ و ۳۴/۶ در اولویت‌های اول تا سوم در گروه اهداف محیط‌زیستی، به عنوان شاخص‌های اولیه برای رسیدن به شهر پایدار هستند. از سوی دیگر، شاخص اطمینان از وجود ظرفیت توسعه مناسب و کافی در بازار سهام در گروه اهداف اقتصادی با ۱۸/۶ درصد اهمیت از شرایط لازم برخوردار نبود و حذف گردید.

کلید واژه‌ها: توسعه شهری پایدار، روش دلفی، اولویت‌بندی شاخص پایداری، شهرنشینی.

سرآغاز

شهرنشینی پدیده جهانی قرن حاضر است و بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند. سازمان ملل برآورد می‌کند که بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ جمعیت جهان به میزان ۳۲ درصد افزایش می‌یابد و از ۷/۲ به ۹/۷ میلیارد نفر ساکن خواهد رسید، در حالی که جمعیت شهری ۶۳ درصد افزایش می‌یابد و از ۳/۹ به ۶/۳ میلیارد نفر خواهد رسید. برآوردهای فعلی نشان می‌دهد تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۶۰ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد که رشد قابل توجهی در آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین خواهد بود (et al., 2017). این تحول سریع جمعیتی برای شهرها دشوار خواهد بود و چالش‌های عمده‌ای به همراه خواهد داشت. همچنین، شهرها مسئول ۷۵٪ از انتشارات CO₂ جهانی هستند که ناشی از استفاده از منابعی مانند سوخت، مواد معدنی و فلزات و همچنین مواد غذایی، خاک، آب، هوا، زیتوده و اکوسیستم‌ها هستند (Raed Fawzi & Mourshed, 2018). با ادامه رشد سریع جمعیت در نیمه اول قرن بیست و یکم و در نتیجه رشد شهرنشینی، نیاز به توسعه پایدار شهری به طور فزاینده‌ای به

رسمیت شناخته شده است. بخش عمده‌ای از مباحث توسعه پایدار می‌تواند در شهر اتفاق افتد. اصطلاح پایداری به ارتباط خاص میان سیستم‌های انسانی و محیط‌زیستی برمی‌گردد: به طوری که تامین نیازهای انسانی در بلندمدت را تضمین نماید. توسعه پایدار مترادف با حرکت به سمت پایداری شهری نیز در نظر گرفته می‌شود (Gasparatos et al., 2008). در این خصوص لازم است به سمت شهرهایی پایدار حرکت شود و این حرکت نه تنها در کوتاه مدت برای حفظ زیرساخت‌ها (Biesbroek et al., 2010) صورت می‌گیرد بلکه در بلندمدت برای مقابله با انتشار گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از خطرات ناشی از تغییرات اقلیمی (Rosenzweig et al., 2010) انجام می‌شود. توسعه پایدار از زمان انتشار گزارش سال ۱۹۸۷ کمیته جهانی محیط‌زیست و توسعه (Brundtland, 1987) که اغلب به عنوان گزارش Brundtland Report تعریف شده است، با چالش‌های قابل توجهی برای مناطق شهری روبه‌رو است. از آن زمان به بعد، دولت‌های متعدد و نهادهای غیر دولتی ایجاد شده‌اند که به این موضوع اختصاص یافته‌اند. زمان ورود مفهوم توسعه پایدار به قوانین و ایجاد تشکلهای وابسته در ذیل ارایه می‌شود (جدول ۱).

جدول (۱): جدول زمانی ورود مفهوم توسعه پایدار به قانون و ایجاد تشکلهای وابسته (Daniel Caparros-Midwood et al., 2016)

سازماندهی	تاریخ انتشار	موضوع انتشار
کمیسیون جهانی سازمان ملل متحد	۱۹۸۷	گزارش برانتلند
سازمان ملل	۱۹۹۲	دستورالعمل ۲۱ (تعهدات داوطلبانه برای استراتژی‌های توسعه پایدار ملی)
سازمان ملل	۱۹۹۲	کمیته توسعه پایدار
استرالیا	۱۹۹۲	استراتژی ملی برای توسعه پایدار محیط‌زیستی
ایالات متحده آمریکا	۱۹۹۳	رئیس شورای توسعه پایدار
اتحادیه اروپا	۱۹۹۷	پیمان امستردام
چین	۱۹۹۷	گزارش ملی جمهوری چین در مورد توسعه پایدار
ایالات متحده انگلستان	۲۰۰۰	کمیته توسعه پایدار
اتحادیه آفریقا	۲۰۰۱	ابتکار جدید آفریقا
اتحادیه اروپا	۲۰۰۱	استراتژی توسعه پایدار EU
نیوزلند	۲۰۰۳	برنامه اقدامات عملی توسعه پایدار

شهرهای جهانی و توسعه پایدار

در دهه اخیر بحث‌های وسیع و گسترده‌ای درباره شهرها و تاثیر جهانی آن‌ها صورت گرفته است. شهرها به عنوان دلایل اصلی کاهش کیفیت محیطی و نابودی منابع مطرح شده‌اند که از

ظرفیت‌های محیط‌زیستی خود و حتی از محیط‌های بلافضل فراتر رفته‌اند. در عین حال، شهرها نیروی محرکه اقتصاد هستند و به زودی بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد که عمدتاً در کشورهای در حال توسعه خواهد بود. از

فعالیت‌های انسانی در چارچوب آن، حداکثر استفاده از زیر ساخت‌های شهر به‌ویژه زیرساخت‌های حمل و نقل از طریق ساختار سکونت‌گاه‌های فشرده متراکم و ترکیبی، که حداکثر استفاده موثر را از حمل و نقل غیر ماشین‌گرا امکان‌پذیر می‌سازد، متمرکز می‌شود (European union expert group on the urban environment, 2004). در اروپا توسعه شهرهای متراکم با سیاست‌های مربوط به توسعه در زمین‌های قبلاً استفاده شده (Brownfield) برای محافظت از فضای سبز شهری انجام می‌شود. نظریه شهر فشرده این ایده را تشریح می‌کند که با فشرده‌سازی شهرها و افزایش تراکم همراه با کاربری مختلط می‌توان شهرها را به سمت توسعه پایدار هدایت کرد (Elkin et al., 1991).

توسعه شهری افقی یا پراکنده^(۲)

گسترش افقی به نوعی توسعه شهری برنامه‌ریزی شده و یا بدون برنامه اطلاق می‌شود که متوجه خارج شهر و نواحی حاشیه‌ای آن بوده و از نظر شکل معمولاً بافتی کم تراکم (جمعیتی و ساختمانی) و با فشردگی کم را شامل می‌شود. ویژگی اصلی این بافت‌های شهری، وابستگی آن‌ها به اتومبیل شخصی بوده و ضعف شبکه حمل و نقل عمومی در اکثر موارد به چشم می‌خورد. در آمریکای شمالی چنین مناطقی دارای فروشگاه‌های زنجیره‌ای بزرگ و مراکز خرید با دسترسی از بزرگراه‌ها و خیابان‌های فرا منطقه‌ای هستند. بنابراین، عملاً چنین شکل شهری تشویق کننده استفاده از خودروی شخصی است. این شکل شهری در عصری که جنبشی جهانی برای محدود کردن انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود داشته باشد بسیار جنبجالی است (IPCC, 2007).

توسعه شهری بر مبنای حمل و نقل (TOD)

مدل TOD^(۳) از توسعه پایدار از محله‌های غیر متمرکز شهری در حومه شهر حمایت می‌کند. بهترین مدل برنامه‌ریزی برای کالبد شهرها بر مبنای حمل و نقل، مدل TOD بوده است؛ یعنی هر جا قرار است توسعه و بارگذاری انجام شود، ابتدا باید زیرساخت‌های ترافیکی و حمل و نقلی شامل پیاده‌روها، شبکه معابر، مسیرهای دوچرخه، خطوط حمل و نقل عمومی، خطوط مترو و تراموا پیش‌بینی شود. این نوع توسعه را می‌توان به عنوان یک سازش بین تمرکز شدید مدل شهر فشرده و عدم تمرکز

آنجایی که مصرف انرژی برای حمل و نقل و آلودگی‌های محیطی ناشی از شهرها دو موضوع اصلی در رابطه با پایداری محسوب می‌شود، نقش شهر و نواحی شهری به طور مستقیم و شهرسازی و ساخت فیزیکی شهرها به طور غیرمستقیم و سهم آن‌ها در ناپایداری موجود به سرعت مورد توجه جدی محافل علمی و حکومتی و سیاست‌گذاران برنامه‌ریزان شهری و معماران قرار گرفته‌است. توصیه‌ها بر این است که شهرها باید به عنوان نقاط و کانون‌های اصلی برای حل مشکلات جهانی و دستیابی به توسعه پایدار مورد استفاده قرار گیرند (Breheny, 1992). با وجود وضوح و آشکارشدن معضلات بوم‌شناختی و محیط‌زیستی و پیامدهای آنها، هیچ زمینه مشترکی برای یک الگو یا پارادایم شهرسازی و طراحی شهری وجود ندارد (Jenks et al., 1996). برای تشخیص شهر پایدار باید مفهوم روشن و قابل درکی از آن وجود داشته باشد. تا این اواخر این نظر کلی وجود داشت که شکل‌های شهری متراکم، شکل پایدار شهر آینده را ارائه می‌دهد، گرچه در این خصوص نیز شک و تردید بسیاری مطرح گردیده بود. با این حال، در تحقیقات اخیر پرسش‌های زیادی در مورد پیچیدگی‌ها و اثرات انواع متفاوت شکل شهری مطرح شده‌است. محققان استدلال نموده‌اند، رابطه‌ای که میان شکل شهری و قابلیت پایداری یا ناپایداری فرض می‌شدند یا با واقعیت‌ها تطبیق داده نشده یا به متغیرهای متفاوتی بستگی دارند. در واقع، باید گفت که فرم شهرها و الگوی کاربری زمین تعیین کنندگان اصلی موضوع پایداری شهری هستند. در دستیابی به توسعه پایدار، چندین مدل مفهومی ایده آل از یک شکل شهری پایدار به همراه سیاست‌های خاص برای دستیابی به آن مطرح شده‌است (Haughton, 1997). این مدل‌ها، عبارت‌اند از شکل شهری متمرکز (Dantzig & Saaty, 1973)، شهر پراکنده (Buxton, 2000)، توسعه شهری بر مبنای حمل و نقل (TOD) (Belzer & Autler, 2002)، و باغ‌شهرها و شهرهای هوشمند که برای دستیابی به توسعه پایدار شهری ایجاد شده‌اند (William et al., 2000). در ذیل به شرح مختصری از شکل‌های شهری پایدار پرداخته می‌شود.

توسعه شهری فشرده^(۱)

مدل شهر فشرده در درجه اول برای کاهش انتشار کربن و جلوگیری از گسترش شهرها از طریق تراکم شهری پیشنهاد شده‌است. استراتژی شهر فشرده بر فرم شهر و اثر بخشی توزیع

شدید شهرهای پراکنده تصور کرد. حمل و نقل خوب به مرکز شهر با استفاده از وسایل نقلیه عمومی، آمد و شد را کارآمد و پایدار می‌کند. اصول TOD بیشتر در ایالات متحده و استرالیا استفاده می‌شود، جایی که شهرها پراکنده می‌شوند و وابستگی به خودرو زیاد است (Ratner & Goetz, 2013). با این حال، TOD به عنوان یک توسعه پایدار شهری به دلیل تامین نکردن اهداف کاهشی، به ویژه در مقایسه با شهرهای فشرده، مورد انتقاد قرار می‌گیرد (Newman et al., 2009). بنابراین TOD لزوماً پایدارترین شکل یک شهر در جهان نیست.

توسعه باغ‌شهرها (۴)

ایده باغ‌شهر در شهرسازی غرب به عنوان ایده‌ای مهم در خلق مجتمع‌های پایدار و برای ارتباط بیشتر با محیط اطراف در قرن نوزدهم ظهور کرد. این در حالی است که در مشرق زمین ایده باغ‌شهر، در برگرنده مفهومی فرامادی است و به عنوان ایده‌ای ناب برای ایجاد بهشت زمینی از قرن شانزدهم مطرح بوده‌است (Haghighatbin et al., 2011). جوهره اصلی ایده باغ‌شهر آمیزش شهر با مناطق روستایی و ساختن خانه‌های تک‌خانواری محصور در باغ و باغچه‌هاست. این ایده را ابنزر هوارد پیشنهاد کرد، کسی که در ۱۸۹۹ میلادی، برای ساخت اولین باغ‌شهر با نام لچ‌وُرت، موسسه باغ‌شهر را نیز تاسیس نمود. او ایده احداث باغ‌شهر را در ۱۸۹۸ میلادی، با چاپ کتاب باغ‌شهرهای فردا مطرح ساخت. هدف او ایجاد جنبش تراکم‌زدایی از مراکز شهری بزرگ و از طریق ایجاد روستا-شهرهایی با محیطی سالم‌تر بود.

شهر هوشمند (۵)

شهر هوشمند به عنوان محور تحول و توسعه هزاره مطرح شده و به معنای گشایش مفاهیمی نو در برنامه‌ریزی شهری است که قابلیت‌های جهان واقعی و مجازی را برای حل مشکلات شهری با هم ترکیب می‌کند (Lacinak et al., 2017). بین رشد هوشمند و شهر هوشمند تفاوت وجود دارد. ایده شهر هوشمند به دلیل دو شرط پویا بوجود آمده‌است: اول افزایش توسعه فناوری و دوم برطرف ساختن نیازهای مردم. مفهوم شهر هوشمند اولین بار توسط دامری و کوچیا در سال ۱۹۹۴ مطرح شد و از سال ۲۰۱۰ شمار انتشارات در مورد شهر هوشمند به سرعت افزایش یافت. رشد هوشمند یکی از تلاش‌های کنترل مصرف منابع طبیعی است. مفهوم اصلی رشد هوشمند بدین قرار است: کاربری زمین

مختلط یا ترکیبی، طراحی فشرده و موثر ساختمان‌ها در شهر، دسترسی آسان به محیط‌زیست با پیاده‌روی، داشتن حس قوی نسبت به مکان یا محیط، حفاظت از فضاهای باز، توسعه برپایه نیازهای جامعه، داشتن حق انتخاب وسایل حمل و نقل، تصمیم برای توسعه منصفانه و مقرون به صرفه و بر اساس توافق مردم و سایر ذینفعان (Susanti et al., 2016). با توجه به تعاریف ذکر شده از شکل‌های مختلف فرم شهر پایدار و با وجود تأثیر زیاد مدل‌ها، برای دستیابی به شکل پایدار شهری، موانع قابل توجهی وجود دارد. هر یک از این مدل‌ها که برای شکل شهر پایدار ارایه شد دارای اهدافی هستند که برای رسیدن به پایداری می‌توانند متناقض باشند. مثلاً، از دهه گذشته سیاست‌های برنامه‌ریزی فضایی در اروپا منحصر برای کاهش تغییرات اقلیمی، بر ایجاد مناطق شهری متراکم (توسعه شهری فشرده) تمرکز کرده‌است (Biesbroek et al., 2010). با این حال، نتیجه‌گیری‌ها نشان می‌دهند بیشتر شدن تراکم شهری باعث افزایش جزایر گرمایی شهری و افزایش خطر سیل به علت کاهش نفوذپذیری سطح می‌شود (Hunt & Watkiss, 2011). باید بدانیم سیستم‌های شهری در آینده با تغییراتی مانند تغییرات اقلیمی ناشی از گرما و خطرات سیل مواجه هستند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل توسط Echenique (2012)، نشان می‌دهد توسعه شهری متراکم منجر به کاهش فواصل سفر و در نتیجه کاهش مصرف انرژی می‌شود، اما اغلب با از دست دادن حق انتخاب مسکن برای شهرنشینان، با افزایش جمعیت همراه خواهد بود. بنابراین، ضروری است برنامه‌ریزان فضایی هنگام طراحی شهرها در آینده هر دو اهداف پایداری کوتاه مدت و بلند مدت را در نظر گیرند (Dawson, 2011). البته، پیگیری همزمان این اهداف برای شهرها نتایج متضادی را به دنبال دارد. به عنوان مثال، سیاست افزایش تراکم شهرها برای کاهش مصرف انرژی حمل و نقل، می‌تواند اثر منفی بر مدیریت خطرات طبیعی داشته باشد (Hunt & Watkiss, 2011). در این راستا، این پژوهش، شاخص‌های مختلف توسعه پایدار شهری را در شهر مشهد، مورد بررسی قرار می‌دهد تا به ارایه مجموعه‌ای از اهداف و شاخص‌های یکپارچه برای رسیدن به توسعه شهری پایدار برسد.

مواد و روش‌ها

روش تعیین شاخص‌های توسعه شهری پایدار

هدف اصلی این پژوهش اولویت‌بندی اهداف و شاخص‌هایی برای دستیابی به شهری پایدار است. در ابتدا فهرستی از شاخص‌های توسعه شهری پایدار با بررسی منابع متعدد تهیه شد. در این پژوهش شاخص‌های مهمی برای توسعه شهری پایدار در شش موضوع: محیط‌زیستی، اقتصادی، منابع، جامعه و سلامت، حمل‌ونقل و سیستم‌های دسترسی و کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری طی بررسی منابع مختلف شناسایی شد و پرسش‌نامه‌ای طراحی گردید. هر یک از این موضوعات دارای زیر مجموعه‌ای از شاخص‌ها هستند که در جدول (۲) ارائه شده است. از بین این شاخص‌ها، ۱۰ شاخص در گروه اقتصادی، ۶ شاخص در گروه منابع، ۱۷ شاخص در گروه محیط‌زیستی، ۸ شاخص در گروه حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی، ۴ شاخص در گروه کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری و ۱۴ شاخص در گروه جامعه و سلامت قرار دارند.

روش بررسی و غربالگری شاخص‌ها

برای اولویت‌بندی شاخص‌های توسعه شهری پایدار، از یک فرایند پیمایش سه مرحله‌ای دلفی استفاده شد. روش دلفی در دهه ۱۹۵۰ برای پیش‌بینی فناوری در پروژه رند توسعه یافت. از روش‌های اجماع دلفی، در تحقیقات منابع طبیعی و مدیریت محیط‌زیستی به دلیل بررسی انواع موضوعات با مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی در بین ذینفعان، استفاده می‌گردد. نوآک^(۶) برای اولین بار پیشنهاد کرد که روش دلفی برای افزایش خلاقیت و دستیابی به سناریوهای معنی‌دار استفاده شود. روش دلفی، با وجود داشتن مزایا و معایب، برای موقعیت‌هایی مناسب است که جمع‌آوری مستقیم داده‌ها امکان پذیر نباشد (Mozuni & Perveen et al., 2020; Jonas, 2018).

پانل متخصصان در دلفی

انتخاب افراد متخصص و پانل خبرگان یکی از مولفه‌های مهم در روش دلفی است، زیرا اعتبار نتایج به قضاوت آن‌ها وابسته است. چهار ویژگی مهم شامل دانش، تجربه در زمینه تخصص کاری، توانایی و تمایل به مشارکت و مهارت ارتباطی باید در انتخاب متخصصان در نظر گرفته شود (Musa et al., 2019). تعداد دوازده نفر از متخصصان در این نظرسنجی شرکت کردند که

اندازه نمونه‌ای قابل مقایسه با مطالعات مبتنی بر نظرسنجی دلفی بود. برخلاف روش‌های تحقیق پایشی، اعتبار روش دلفی به تعداد شرکت کنندگان در تحقیق بستگی ندارد بلکه وابسته به اعتبار علمی متخصصان شرکت‌کننده در پژوهش است (Hadadinia & Danehkar, 2012).

کارشناسان شرکت‌کننده در این پژوهش از میان افراد مسلط به علوم محیط‌زیست، جغرافیا و هنر و مدیریت برنامه‌ریزی شهری که اکثراً دارای حداقل ۵ تا ۱۰ سال سابقه کاری در زمینه تخصصی خود بودند، انتخاب شدند. تکمیل پرسشنامه در مرحله اول حضوری و در مرحله دوم و سوم از طریق ایمیل انجام شد. متخصصان نظر خود را راجع به میزان اهمیت اهداف با یکی از پنج درجه اهمیت (اهمیت بسیار زیاد با امتیاز ۹ معرف دامنه وزن ۸ تا ۱۰، اهمیت زیاد با امتیاز ۷ معرف دامنه وزن ۶ تا ۸، اهمیت متوسط با امتیاز ۵ معرف دامنه وزن ۴ تا ۶، اهمیت کم با امتیاز ۳ معرف دامنه وزن ۲ تا ۴ و اهمیت خیلی کم با امتیاز ۱ معرف دامنه وزن ۰ تا ۲) مشخص نمودند. در مرحله دوم و سوم میانگین نتایج نظرات متخصصان در مراحل قبلی برای هر شاخص ارائه شد. بعد از اتمام مرحله سوم، برای هر یک از شاخص‌ها دو مولفه آماری شامل درصد اهمیت معیار و درجه اهمیت معیار محاسبه شد تا براساس نمودار اهمیت معیار، امکان گزینش شاخص منتخب فراهم شود. درصد و درجه اهمیت هر یک از شاخص‌ها مطابق محاسبات مندرج در رابطه (۱ و ۲) به دست آمدند. در این رابطه (Sharifi et al., 2011) P درصد اهمیت و D درجه اهمیت را نشان می‌دهد.

$$P = \sum Z_i / A * 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$D = \sum (X_i * n_i) / N \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$Y_i = W * X_i / \sum X_i \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$Z_i = Y_i * n \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$A = N * W \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این روابط X_i وزن اولیه، n_i تعداد افرادی که به هر درجه اهمیت رای داده‌اند، N تعداد کل پاسخگویان و W حداکثر وزن تعدیل شده، A حداکثر امتیاز قابل کسب، Z امتیاز وزن‌دار و Y_i وزن تعدیل شده است.

هر معیار براساس درجه اهمیت و درصد اهمیت بر روی نمودار نمایش داده شد و برای گزینش مناسب‌ترین شاخص‌ها از بهترین درجه اهمیت و درصد اهمیت استفاده شد. نمودار بر اساس نصف درجه اهمیت و نصف درصد اهمیت به چهار بخش تقسیم شده و

شاخص‌هایی که دارای حداقل نصف درجه و درصد اهمیت بودند به عنوان بهترین شاخص‌ها تعیین شدند. به طور کلی، بعد از انجام روند غربالگری شاخص‌های مهم از طریق بررسی دلفی انتخاب شدند.

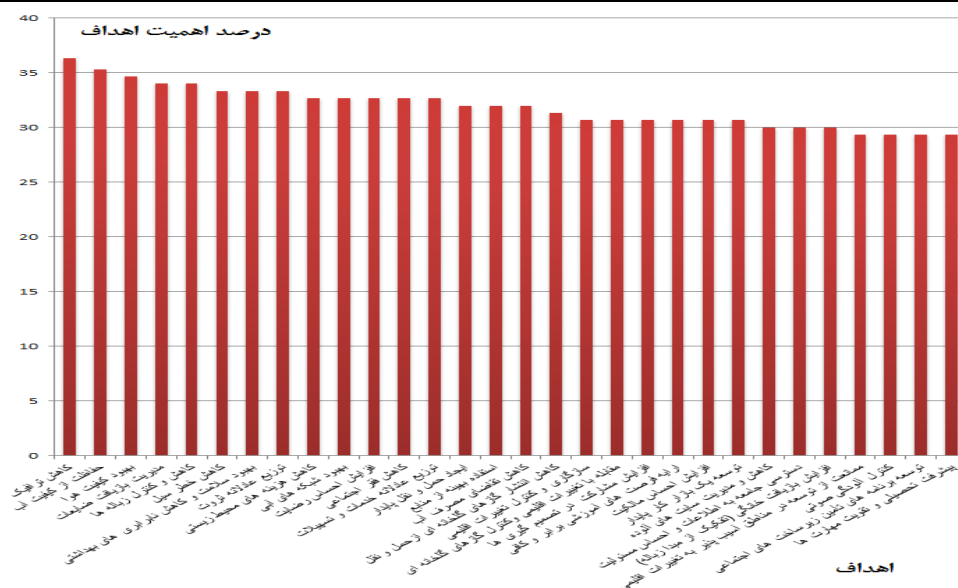
نتایج

در این پژوهش، مجموع ۵۹ معیار مورد بررسی در شش طبقه موضوعی: محیط‌زیستی، اقتصادی، منابع، جامعه و سلامت، حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی و کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری، به عنوان شاخص‌های اصلی برای دستیابی به توسعه شهری پایدار شناسایی و اولویت‌بندی شدند. همان‌طور که گفته شد مولفه‌ای برای الویت‌بندی و سنجش میزان اهمیت شاخص‌ها در این پژوهش با عنوان درصد اهمیت تعیین گردید. بعد از انجام مرحله سوم دلفی درصد اهمیت شاخص‌ها تعیین شدند. نتایج پژوهش نشان داد که شاخص‌های کاهش ترافیک، حفاظت از کیفیت آب، بهبود کیفیت هوا به ترتیب با درصد اهمیت ۳۶/۳، ۳۵/۳ و ۳۴/۶ درصد اولویت اول تا سوم قرار گرفته‌اند. مدیریت بازیافت ضایعات و کاهش کنترل زباله‌ها با درصد اهمیت ۳۴ درصد اولویت چهارم قرار دارند و به دلیل درصد اهمیت برابر در یک اولویت قرار گرفته‌اند. شاخص‌های کاهش خطر سیل و جلوگیری از توسعه شهری در دشت‌های سیلابی، بهبود سلامت و کاهش نابرابری‌های بهداشتی و توزیع عادلانه ثروت با درصد اهمیت ۳۳/۳ درصد اولویت پنجم قرار دارند. شاخص‌های کاهش هزینه‌های محیط‌زیستی توسعه‌های جدید، بهبود شبکه‌های آبی، افزایش احساس رضایت و امید به زندگی، کاهش فقر اجتماعی و توزیع عادلانه خدمات و تسهیلات با درصد اهمیت ۳۲/۶ درصد اولویت ششم قرار دارند. شاخص‌های ایجاد حمل و نقل پایدار، استفاده بهینه از منابع و کاهش تقاضای مصرف آب از طریق روش‌های کارآمد و حفاظت و ابزار مناسب خانگی با درصد اهمیت ۳۲ درصد اولویت هفتم قرار گرفته‌اند. شاخص کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش حمل و نقل عمومی و خصوصی با درصد اهمیت ۳۱/۳ درصد اولویت هشتم قرار گرفته است. سازگاری و کنترل تغییرات اقلیمی، مقابله با تغییرات اقلیمی و کنترل انتشار

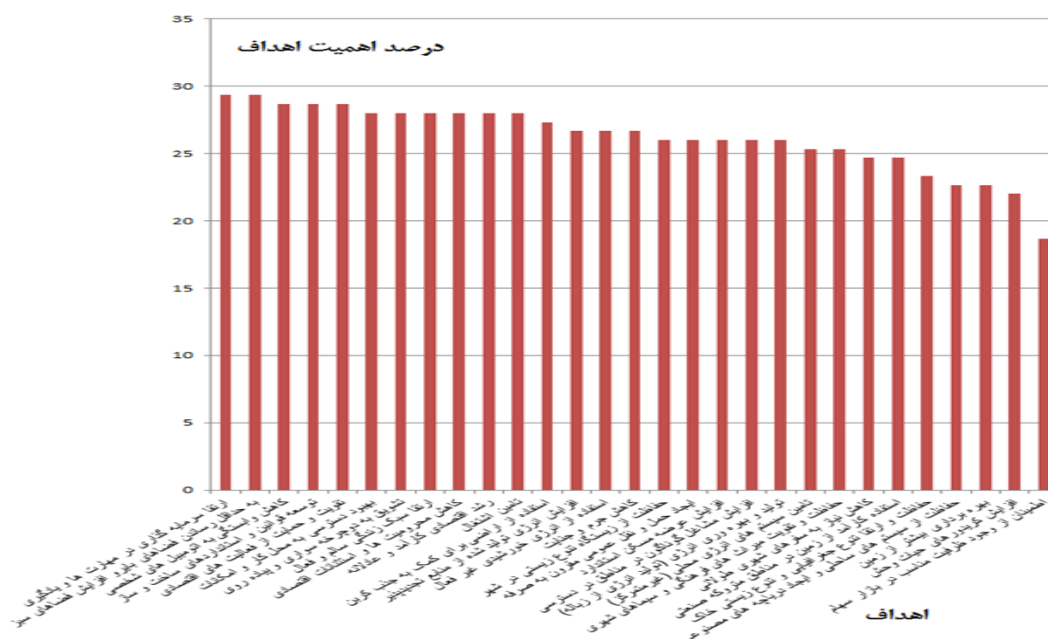
گازهای گلخانه‌ای، افزایش مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌ها، آرایه فرصت‌های آموزشی برابر و کافی و دسترسی به خدمات آموزشی، افزایش احساس مالکیت و مشارکت اجتماعی - عمومی و توسعه یک بازار کار پایدار با درصد اهمیت ۳۰/۶ درصد در اولویت نهم قرار دارند. شاخص‌های کاهش و مدیریت مکان‌ها و سایت‌های آلوده، دسترسی جامعه به اطلاعات و احساس مسئولیت در مسائل مربوط به پایداری و افزایش بازیافت خانگی (تفکیک از مبدا زباله) با درصد اهمیت ۳۰ درصد اولویت دهم قرار گرفته‌اند. سایر شاخص‌ها نیز با توجه به درصد اهمیت آن‌ها در اولویت‌های ۱۱ تا ۲۱ قرار دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که شاخص‌های محیط‌زیستی ۳۴/۲ درصد، شاخص‌های مدیریت منابع ۱۴/۲ درصد، شاخص‌های حمل و نقل ۸/۵۷ درصد، شاخص‌های در گروه جامعه و سلامت ۲۸/۵۷ درصد و شاخص‌های اقتصادی ۱۴/۲۸ درصد سهم در اولویت‌های اول تا دوازدهم شاخص‌ها را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱).

شکل (۲) نمودار اهمیت اهداف یا شاخص‌های تعیین شده برای دستیابی به توسعه پایدار شهری را نشان می‌دهد. در این نمودار، ماتریس درصد اهمیت وزن‌دار اهداف و میانگین وزنی درجه اهمیت شاخص‌ها، نشان داده شده‌است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، هدف اطمینان از وجود ظرفیت توسعه مناسب و کافی در بازار سهام در گروه شاخص‌های اقتصادی با ۱۸/۶ درصد اهمیت از شرایط مورد نظر برای دستیابی به توسعه شهری پایدار برخوردار نیست و حذف می‌شود. طبق این نمودار که نمودار اهمیت اهداف یا شاخص‌ها نام دارد، بعضی از شاخص‌ها دارای درجه اهمیت و درصد اهمیت یکسانی هستند و در نتیجه به صورت همپوشانی در نمودار دیده می‌شوند.

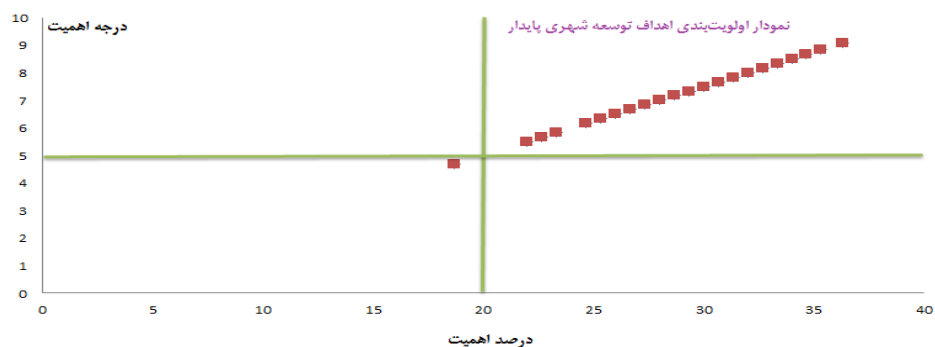
به دلیل مشابه بودن درصد اهمیت و درجه اهمیت برخی از شاخص‌ها، با وجود ۵۸ معیار، ۲۱ رتبه تعیین گردید. شاخص‌ها به ترتیب رتبه در جدول (۲) بیان شده‌اند. جدول (۲) ضرایب و اولویت‌بندی شاخص‌های تعیین شده برای دستیابی به توسعه شهری پایدار را نشان می‌دهد.



شکل (۱): درصد اهمیت اهداف یا شاخص‌های تعیین شده برای دستیابی به توسعه پایدار شهری



ادامه شکل (۱): درصد اهمیت اهداف یا شاخص‌های تعیین شده برای دستیابی به توسعه پایدار شهری



شکل (۲): نمودار اهمیت اهداف یا شاخص‌های تعیین شده برای دستیابی به توسعه پایدار شهری

جدول (۲): ضرایب و اولویت‌بندی اهداف یا شاخص‌های تعیین شده برای دستیابی به توسعه شهری پایدار

موضوع	شاخص‌های توسعه شهری پایدار	درجه اهمیت	درصد اهمیت	رتبه و اولویت شاخص‌ها
محیط‌زیستی	کاهش ترافیک	۹	۳۶/۳	۱
محیط‌زیستی	حفاظت از کیفیت آب	۸/۸	۳۵/۳	۲
محیط‌زیستی	بهبود کیفیت هوا	۸/۶	۳۴/۶	۳
منابع	مدیریت بازیافت ضایعات	۸/۵	۳۴	۴
منابع	کاهش و کنترل زباله‌ها	۸/۵	۳۴	۴
محیط‌زیستی	کاهش خطر سیل و جلوگیری از توسعه شهری در دشت‌های سیلابی	۸/۳	۳۳/۳	۵
جامعه و سلامت	بهبود سلامت و کاهش نابرابری‌های بهداشتی	۸/۳	۳۳/۳	۵
اقتصادی	توزیع عادلانه ثروت	۸/۳	۳۳/۳	۵
محیط‌زیستی	کاهش هزینه‌های محیط‌زیستی توسعه‌های جدید	۸/۱	۳۲/۶	۶
محیط‌زیستی	بهبود شبکه‌های آبی	۸/۱	۳۲/۶	۶
جامعه و سلامت	افزایش احساس رضایت و امید به زندگی	۸/۱	۳۲/۶	۶
جامعه و سلامت	کاهش فقر اجتماعی	۸/۱	۳۲/۶	۶
اقتصادی	توزیع عادلانه خدمات و تسهیلات	۸/۱	۳۲/۶	۶
حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی	ایجاد حمل و نقل پایدار	۸	۳۲	۷
منابع	استفاده بهینه از منابع	۸	۳۲	۷
منابع	کاهش تقاضای مصرف آب از طریق روش‌های کارآمد و حفاظت و ابزار مناسب خانگی	۸	۳۲	۷
حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی	کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش حمل و نقل عمومی و خصوصی	۷/۸	۳۱/۳	۸
محیط‌زیستی	سازگاری و کنترل تغییرات اقلیمی	۷/۶	۳۰/۶	۹
محیط‌زیستی	مقابله با تغییرات اقلیمی و کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای	۷/۶	۳۰/۶	۹
جامعه و سلامت	افزایش مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌ها	۷/۶	۳۰/۶	۹
جامعه و سلامت	ارایه فرصت‌های آموزشی برابر و کافی و دسترسی به خدمات آموزشی	۷/۶	۳۰/۶	۹
جامعه و سلامت	افزایش احساس مالکیت و مشارکت اجتماعی _ عمومی	۷/۶	۳۰/۶	۹
اقتصادی	توسعه یک بازار کار پایدار	۷/۶	۳۰/۶	۹
محیط‌زیستی	کاهش و مدیریت مکان‌ها و سایت‌های آلوده	۷/۵	۳۰	۱۰
جامعه و سلامت	دسترسی جامعه به اطلاعات و احساس مسئولیت در مسائل مربوط به پایداری	۷/۵	۳۰	۱۰
منابع	افزایش بازیافت خانگی (تفکیک از مبدا زباله)	۷/۷	۳۰	۱۰
محیط‌زیستی	به حداقل رساندن فضاهای بایر، افزایش فضاهای سبز شهری و توسعه زیرساخت‌های سبز	۷/۳	۲۹/۳	۱۱
محیط‌زیستی	ممانعت از توسعه‌های جدید در مناطقی که احتمالاً آسیب‌پذیر به تغییرات اقلیمی هستند	۷/۳	۲۹/۳	۱۱
محیط‌زیستی	کنترل آلودگی صوتی	۷/۳	۲۹/۳	۱۱
جامعه و سلامت	پیشرفت تحصیلی و تقویت مهارت‌ها و بهبود نیروی کار متخصص	۷/۳	۲۹/۳	۱۱
اقتصادی	ارتقا سرمایه‌گذاری در مهارت‌ها و یادگیری	۷/۳	۲۹/۳	۱۱
جامعه و سلامت	توسعه برنامه‌های تأمین زیرساخت‌های اجتماعی و خدمات مرتبط	۷/۳	۲۹/۳	۱۱
حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی	کاهش وابستگی به اتومبیل‌های شخصی و ایجاد یک مدل پایدار برای سفرهای شهری (مترو و...)	۷/۱	۲۸/۶	۱۲

جامعه و سلامت	توسعه قوانین و استانداردهای ساخت و ساز ابنیه	۷/۱	۲۸/۶	۱۲
اقتصادی	تقویت و حمایت از فعالیت‌های اقتصادی	۷/۱	۲۸/۶	۱۲
حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی	بهبود دسترسی به محل کار، امکانات، کالاها و خدمات	۷	۲۸	۱۳
حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی	تشویق به دوچرخه سواری و پیاده‌روی به طور بالقوه با طراحی خیابان‌ها برای تقلیل استفاده اتومبیل‌های شخصی	۷	۲۸	۱۳
جامعه و سلامت	ارتقا سبک زندگی سالم و فعال	۷	۲۸	۱۳
اقتصادی	کاهش محرومیت‌ها و استثنائات اقتصادی	۷	۲۸	۱۳
اقتصادی	رشد اقتصادی کارآمد و عادلانه	۷	۲۸	۱۳
اقتصادی	تامین اشتغال	۷	۲۸	۱۳
کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری	استفاده از اراضی برای کمک به جذب کربن (توسعه فضای سبز)	۶/۸	۲۷/۳	۱۴
محیط‌زیستی	استفاده از انرژی خورشیدی غیر فعال (باد، جزر و مد، رودخانه‌های شهری و ...)	۶/۶	۲۶/۶	۱۵
محیط‌زیستی	افزایش انرژی تولید شده از منابع تجدیدپذیر	۶/۶	۲۶/۶	۱۵
جامعه و سلامت	کاهش جرم و جنایت	۶/۶	۲۶/۶	۱۵
محیط‌زیستی	حفاظت از زیستگاه تنوع زیستی (حیات وحش شهری) و زیستگاه‌های شهری	۶/۵	۲۶	۱۶
حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی	ایجاد حمل و نقل عمومی مقرون به صرفه	۶/۵	۲۶	۱۶
اقتصادی	افزایش عرضه مسکن استاندارد	۶/۵	۲۶	۱۶
اقتصادی	افزایش مشاغل گوناگون در مناطق با دسترسی بیشتر	۶/۵	۲۶	۱۶
منابع	تولید و بهره‌وری انرژی از تحولات جدید از طریق برنامه‌ریزی و طراحی (تولید انرژی از زباله)	۶/۵	۲۶	۱۶
کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری	تامین سیستم‌های انرژی محلی (غیرمتمرکز)	۶/۳	۲۵/۳	۱۷
جامعه و سلامت	حفاظت و تقویت میراث‌های فرهنگی، محیط‌های تاریخی و سیمای شهری	۶/۳	۲۵/۳	۱۷
حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی	کاهش نیاز به سفرهای شهری طولانی	۶/۱	۲۴/۶	۱۸
کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری	استفاده کارآمد از زمین از طریق توسعه پایدار در مناطق متروکه صنعتی (Brownfield)	۶/۱	۲۴/۶	۱۸
محیط‌زیستی	حفاظت و ارتقا تنوع جغرافیایی و تنوع زیستی خاک	۵/۸	۲۳/۳	۱۹
محیط‌زیستی	حفاظت از سیستم‌های ساحلی و دریایی و ایجاد دریاچه‌های مصنوعی در شهر	۵/۶	۲۲/۶	۲۰
کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری	بهره‌برداری بیشتر از زمین	۵/۶	۲۲/۶	۲۰
محیط‌زیستی	افزایش کریدورهای حیات وحش (با توسعه فضای سبز خطی و سطحی)	۵/۵	۲۲	۲۱

بحث و نتیجه‌گیری

شهرها باید به عنوان نقاط و کانون‌های اصلی برای حل مشکلات جهانی جهت دستیابی به توسعه پایدار باید مد نظر قرار گیرند. هدف این پژوهش ارایه مجموعه‌ای از شاخص‌های یکپارچه برای رسیدن به توسعه شهری پایدار است. شاخص‌ها جهت دستیابی به توسعه شهری پایدار در ۶ موضوع اصلی، محیط‌زیستی، اقتصادی، منابع، جامعه و سلامت، حمل و نقل و سیستم‌های دسترسی و کاربری اراضی و برنامه‌ریزی شهری طبقه‌بندی گردید. با توجه به این‌که این شاخص‌ها از ارزش و برابری یکسانی برخوردار نمی‌باشند، با استفاده از نظرات کارشناسان و با انجام روش دلفی بعد از سه مرحله مهم‌ترین شاخص‌ها اولویت‌بندی گردید. نتایج پژوهش نشان داد که

شاخص‌های کاهش ترافیک، حفاظت از کیفیت آب، بهبود کیفیت هوا به ترتیب با درصد اهمیت ۳۶/۳، ۳۵/۳ و ۳۴/۶ در اولویت اول تا سوم قرار گرفته‌اند که این یافته با نتایج تحقیقات (Caparros et al., 2016) هماهنگ است. مدیریت بازافت ضایعات و کاهش کنترل زباله‌ها با درصد اهمیت ۳۴ در اولویت چهارم قرار دارند و به دلیل درصد اهمیت برابر در یک اولویت قرار گرفته‌اند که با نتایج (Stossel et al., 2015) هماهنگ است. شاخص‌های کاهش خطر سیل و جلوگیری از توسعه شهری در دشت‌های سیلابی، بهبود سلامت و کاهش نابرابری‌های بهداشتی و توزیع عادلانه ثروت با درصد اهمیت ۳۳/۳ در اولویت پنجم قرار دارند که این یافته با نتایج تحقیقات (Kumar et al., 2017; Wolch & et al., 2014) هماهنگ

یادداشت‌ها

1. Compact City
2. Urban sprawl
3. Transit-Oriented Development
4. Garden City
5. Smart City
6. Nowak

است. این پژوهش، به عنوان ابزاری می‌تواند در ارزیابی و نظارت بر توسعه شهری پایدار به کار گرفته شود و جوامع شهری را در جهت دستیابی به پایداری کمک کند. در انتها توصیه می‌شود، شاخص‌سازی اهداف یا شاخص‌های نهایی برای نقشه‌سازی انجام شود که خارج از هدف این مطالعه قرار دارد و می‌تواند خود موضوع پژوهشی دیگر باشد. همچنین می‌توان برای مقایسه کارآیی روش به کار رفته از روش تحلیل سلسله مراتبی برای اولویت‌بندی شاخص‌ها بهره گرفت.

فهرست منابع

- Belzer, D. & Autler, G. 2002. Transit Oriented Development, A Discussion Paper Prepared for The Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy and The Great American Station Foundation.
- Biesbroek, G.R. & et al. 2010. Europe adapts to climate change: Comparing National Adaptation Strategies, *Global Environmental Change*, 20(3), pp. 440- 450. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378010000269>.
- Breheny, M. 1992. The compact city: an introduction. *Built Environment*, 18(4).
- Brundtland, G. H. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, Oslo, Norway.
- Buxton, M. 2000. Energy, transport and urban form in Australia, In K. Williams, E. Burton, & M. Jenks, eds, *Achieving Sustainable Urban Form*, pp. 54–63.
- Caparros-Midwood, D., Barr, S. & Dawson, R. 2016. Spatially Optimized Sustainable Urban Development Thesis of Doctor, Newcastle University. School of Civil Engineering and Geosciences, 303 page.
- Cecilio, J., Caldeira, F. & Wanzeller, C. 2018. CityMii - An integration and interoperable middleware to manage a Smart City. *Procedia Computer Science*. 130 (2018) 416- 423.
- Cervero, R., Murphy, S., Ferrel, C., Goguts, N., Tsai, Y., Arrington, G.B., Boroski, J., Smith-Heimer, J., Golem, R., Peninger, P., Nakajima, E., Chui, E., Dunphy, R., Myers, M., McKay, S., & Witenstein, N. 2004. Transit-Oriented Development in the united atates: Experiences, challenges, and prospects. *Economics*.
- Dantzig, G. & Saaty, T. 1973. *Compact City: Plan for a Liveable Urban Environment*, San Francisco: W. H. Freeman.
- Dawson, R. J. 2011. Potential pitfalls on the transition to more sustainable cities and how they might be avoided. *Carbon Management*, 2(2), pp.175–188.
- Echenique, M.H. et al. 2012. Growing Cities Sustainably. *Journal of the American Planning Association*, 78(2), pp.121–137. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944363.2012.666731>.
- Elkin, T. et al. 1991. *Receiving the City: Towards Sustainable Urban Development*. Friends of the Earth, London.
- Eremia, T., Sanduleac, Mircea, Lucian & Mihai. 2017. The smart city concept in the 21st century. *Procedia Engineering*, 181 (2017) 12 _ 19.
- European Union Expert Group on the Urban Environment. 2004. *Urban Design for Sustainability*. Final Report of the Working Group on Urban Design for Sustainability.

- Gasparatos, A., El-Haram, M. & Horner, M. 2008. A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 28(4-5), pp.286–311.
- Hadadinia, S. & Danehkar, A. 2012. Prioritization of ecotourism criteria in desert and semi-desert ecosystems by Delphi method. *Regional Geography and Urban Planning*. Second Year, No. 3, pp. 17-30. In Persian.
- Haruna Danladi Musa, Mohd Rusli Yacob, & Ahmad Makmom Abdullah. 2019. Delphi exploration of subjective well-being indicators for strategic urban planning towards sustainable development in Malaysia. *Journal of Urban Management*, 8 (2019) 28–41.
- Haughton, G. 1997. Developing sustainable urban development models, *Cities*, 14(4), pp.189–195.
- Hunt, A. & Watkiss, P. 2011. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. *Climatic Change*, 104(1), pp.13–49. Available at: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10584-010-9975-6>.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change. In B. Metz et al., eds. Cambridge. UK and New York, NY, USA.
- Jenks, M., Burton, E. & Williams, K.(eds). 1996. *The Compact City: A Sustainable Urban Form?* E & FN Spon. An imprint of Chapman and Hall , London.
- Kumar, P., Thakur, P. K., Bansod, B. K. & Debnath, S. K. 2017. Multi-criteria evaluation of hydro-geological and anthropogenic parameters for the groundwater vulnerability assessment. *Environ. Monit. Assess.* 189 (11). <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-017-6267-x>.
- Lacinak, M. & Ristvej, J. 2017. Smart city, Safety and Security. *Procedia Engineering*, (192) 522 - 527.
- Litman, T. 2005. Land Use Impacts on Transport: Originally Published in *World Transport Policy & Practice*, Vol. 1, No. 4.
- Mozuni, M. & Jonas, W. 2018. An Introduction to the Morphological Delphi Method for Design: A Tool for Future-Oriented Design Research, *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, Volume 3, Issue 4, Winter 2017, Pages 303-318, <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2018.02.004>.
- Newman, P. & Kenworthy, J. 2006. “Urban Design to Reduce Automobile Dependence”. *Opolis: An International Journal of Suburban and Metropolitan Studies*, Volume 2, Issue 1.
- Perveen, S., Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M. & Agdas, D. 2020. How can transport impacts of urban growth be modelled? An approach to consider spatial and temporal scales. *Sustainable Cities and Society* (2020). doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102031>.
- Raed Fawzi, M. A. & Monjur, M. 2018. Urban sustainability assessment framework development: The ranking and weighting of Iraqi indicators using analytic hierarchy process (AHP). *Sustainable Cities and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.020>.
- Ratner, K. A., & Goetz, A. R. 2013. The reshaping of land use and urban form in Denver through transit-oriented development. *Cities*, 30(1), pp.31–46, Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2012.08.007>.
- Rosenzweig, C. & et al. 2010. Cities lead the way in climate-change action. *Nature Comment*. 467, pp.909-911.
- Sharifi, N., Danehkar, A., Etemad, V. & Mahmoudi, B. 2011. Identification and Prioritization of Criteria Used for Selecting Protected Areas in Forest Ecosystems Case Study: Iran's Hyrcanian Forests, *Environment and Natural Resources Research*, Vol. 1, No. 1; December 2011, doi:10.5539/enrr.v1n1p189 URL: <http://dx.doi.org/10.5539/enrr.v1n1p189>.
- Stossel, Z., Kissinger, M. & Meir, A. 2015. Measuring the biophysical dimension of urban sustainability. *Ecol. Econ.* 120, 153–163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.010>.

-
- Susanti, R., Soetomo, S., Buchori, I. & Brotosunaryo, P. M. 2016. Smart Growth, smart city and density: in search of the appropriate indicator for residential density in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 227 (2016) 194 -201.
- United Nations. 1992. The Rio Declaration on Environment and Development. In United Nations Conference on Environment & Development.
- Williams. K. E., Burton, & M. Jenks. 2000. "Achieving Sustainable Urban Form: Conclusions". in *Achieving Sustainable Urban Form*. Routledge. London. p. 347-55.
- Wolch, J. R., Byrne, J. & Newell, J. P. 2014. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape. Urban Plan.* 125, 234–244.

Prioritizing Indicators of Sustainable Urban Development Using the Delphi Method (Case Study: Mashhad City)

Narges Arab¹, Abdolrassoul Salman Mahiny^{*2}, Alireza Mikaeili Tabrizi³, Thomas Houet⁴

1. Ph.D. Student of Environmental Science, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
2. Professor of Environment Department, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3. Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
4. Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Geography and Urban Planning, University of Rennes 2, France

(Received: 2021/12/11)

Accepted: 2022/07/11)

Abstract

In the context of urban development, cities; in addition to other components, comprise one of the main focuses for solving global challenges of sustainable development. Despite the obvious clarity of the ecological and environmental problems and their consequences, there is no common ground for a sustainable city pattern or paradigm, and many ambiguities in this regard add to the complexity of the situation. Based on the results of various studies, researchers have argued that the form of cities and the pattern of land use are the main determinants of urban sustainability. To achieve a sustainable city, several conceptual models have been proposed, each with different and sometimes contradictory goals. In this study, by reviewing various references, 59 goals were determined for urban sustainability. Using Delphi method in three stages of receiving information from 12 specialists and experts and calculating the functions, the degree of importance and the percentage of importance of these goals were prioritized. Results showed that of the 59 goals, in the environmental sustainability group, traffic reduction, water quality protection and air quality improvement ranked first to third, with a percentage of importance of 36.3, 35.3 and 34.6, respectively, for sustainable urban development. On the other hand, the goal of ensuring the existence of adequate and sufficient development capacity in the stock market in the economic group with 18/6% importance was not met and eliminated. However, in terms of economic goals, equality in wealth and services distribution were pinpointed as the important criteria.

Keywords: Sustainable Urban Development, Delphi Method, Goal Prioritization, Sustainability, Urbanism.

* Corresponding author

Email: rassoulmahiny@gmail.com