

G. Taherian

School of Architecture,
University of Tehran, Tehran,
Iran.

e-mail:

gelare.taherian@ut.ac.ir

S. H. Hosseini Nourzad*

Assistant Professor, School of
Architecture, University of
Tehran, Tehran, Iran.

e-mail: hnourzad@ut.ac.ir

Customizing a Sustainability Assessment Framework for Infrastructure Projects in Iran Based on Envision

Civil infrastructures as the foundation of social, environmental, and economic development are facing many challenges, such as the optimal use of natural resources as a result of population growth and climate change. Therefore, previous standards and methods of development are not capable of meeting future needs and the sustainability of infrastructure projects has become a fundamental issue for developing countries like Iran. To address the need of enhancing the infrastructure's performance, this research aimed at introducing an appropriate tool for sustainability assessment by customizing an infrastructure sustainability rating system (Envision) according to Iran's conditions. Accordingly, the credits' list was firstly investigated through in-depth interviews with experts. Then, the validity for each credit's existence was assessed through the Likert spectrum. Finally, the weights were revised based on the context-specific circumstances using the paired comparison technique. Alongside the five newly added credits, the research's findings regarding the main groups' weights including the Quality of Life, Natural Environment, Resource Allocation, Climate and Resilience, and Leadership highlight the significance of paying more attention to the social aspect of sustainability. The results were structured in a framework consisting of five main groups, 14 subgroups, and 69 credits with new points. The results of this research can be useful in not only the infrastructure's performance improvement but also enhancing the decision-making process for infrastructure development. Accordingly, investigating the implementation of the proposed framework in Iran's infrastructure projects, and its application by policymakers and planners is highly recommended for future studies.

Keywords: Sustainability Assessment, Customized Framework, Iran's Infrastructure Projects, Developing Countries, Envision.

* Corresponding author

Received 14 August 2021, Revised 30 December 2021, Accepted 31 December 2021.

DOI: 10.22091/cer.2021.7248.1286

بومی‌سازی و ارائه چارچوب ارزیابی پایداری پروژه‌های

زیرساختی در ایران بر مبنای چارچوب Envision

زیرساخت‌های عمرانی بنیان اصلی رشد و توسعه اجتماعی، محیط زیستی و اقتصادی جوامع هستند که امروزه در نتیجه افزایش جمعیت و تغییرات اقلیمی با چالش‌های فراوانی مانند بهره‌مندی بهینه از منابع طبیعی مواجه شده‌اند. از این‌رو، استانداردها و روش‌های گذشته پاسخگوی نیازهای آینده نخواهد بود و پایداری پروژه‌های زیرساختی یک مسأله اساسی برای جوامع در حال توسعه محسوب می‌شود که ایران نیز از این شرایط مستثنی نیست. پژوهش حاضر براساس نیاز به افزایش طول عمر و ارتقای عملکرد زیرساخت‌ها، با هدف معرفی ابزار مناسب ارزیابی پایداری، به بازنگری و بومی‌سازی سیستم رتبه‌بندی پایداری زیرساخت‌ها (Envision) مطابق شرایط ایران پرداخته است. پس از بررسی اولیه ساختار چارچوب Envision مطابق نظرات کارشناسان، ضرورت وجود معیارها در آن با طیف لیکرت ارزیابی شد و در نهایت سطوح مختلف با تکنیک مقایسه زوجی وزن‌دهی و اولویت‌بندی شدند. ضمن اضافه شدن پنج معیار به چارچوب بومی‌سازی شده، درصد وزن‌های به‌دست آمده برای گروه‌های اصلی شامل کیفیت‌زندگی (۲۹/۱۹)، محیط‌طبیعی (۲۲/۸۹)، تخصیص منابع (۱۷/۴۸)، اقلیم و تاب‌آوری (۱۵/۴۱) و مدیریت پروژه (۱۵/۰۲) لزوم توجه بیشتر به بعد اجتماعی را در ایران نسبت به کشور توسعه‌دهنده‌ی چارچوب مینا نشان می‌دهد. چارچوب بومی‌سازی شده دارای پنج گروه اصلی، ۱۴ زیرگروه و ۶۹ معیار است که امتیازهایی متفاوت از چارچوب مینا دارند. نتایج این پژوهش و چارچوب بومی‌سازی شده ضمن ارائه راهکاری مناسب برای توسعه و ارتقای عملکرد پایدار زیرساخت‌ها، می‌تواند در بهبود فرآیندهای تصمیم‌سازی نیز مؤثر باشد. بنابراین ضمن لزوم بررسی ابعاد مختلف پیاده‌سازی آن در پروژه‌های زیرساختی در پژوهش‌های آتی، استفاده از آن برای سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و سایر ذی‌نفعان نیز پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: ارزیابی پایداری، چارچوب بومی، پروژه‌های زیرساختی ایران، کشورهای در حال توسعه، Envision

گلاره طاهریان

دانشکده معماری، پردیس
هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.
پست الکترونیک:
gelare.taherian@ut.ac.ir

سید حسین حسینی

نورزاد*

استادیار، دانشکده معماری،
پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه
تهران.
پست الکترونیک:

hnourzad@ut.ac.ir

۱- مقدمه

وابستگی، عواقبی منفی از نظر محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی (ابعاد سه‌گانه پایداری) با نسبت بیشتری در کشورهای در حال توسعه به همراه داشته است که پایداری را خصوصاً در این کشورها به موضوع مهم و پررنگی تبدیل نموده است [۱]. از آنجاکه بیشتر شهرهای پرجمعیت در این کشورها واقع شده‌اند، با ادامه رشد سریع جمعیت چالش‌هایی از جمله مصرف بیش از حد منابع، آلودگی محیط‌زیست و توجه کمتر به حقوق شهروندی نگرانی‌هایی را درباره آینده کشورهای در حال توسعه

با وجود پیشرفت‌های اخیر در فناوری، توسعه و پیشرفت‌های بیشتر در آینده و زندگی انسان‌ها همچنان به سیستم‌های طبیعی و محافظت از آنها بستگی دارد. این

* نویسنده مسئول

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳، بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۰۹، پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۰.
DOI: 10.22091/cer.2021.7248.1286 شناسه دیجیتال

ایجاد کرده‌اند [۲، ۳ و ۴]. یکی دیگر از نگرانی‌های اصلی در سال‌های اخیر در کشورهای در حال توسعه، زیرساخت‌ها هستند. زیرساخت‌ها که خدماتی از جمله تأمین برق، آبرسانی، جمع‌آوری فاضلاب، دفع زباله‌های جامد و گازرسانی را ارائه می‌دهند و شامل تسهیلاتی مانند راه‌آهن، حمل و نقل شهری، سد، تونل، بنادر و فرودگاه‌ها می‌باشند، نقش مهمی در برقراری ارتباط میان جوامع ایفا کرده و برای تأمین نیازها و بقای جوامع تسهیلاتی حیاتی محسوب می‌شوند [۵]. اما در شرایط حاضر از یک طرف، زیرساخت‌های موجود نیاز به بهبود و ارتقای کیفیت دارند و از طرف دیگر، در نتیجه رشد جمعیت و افزایش تقاضا، نیاز به توسعه زیرساخت‌های جدید افزایش یافته است [۶]. زیرساخت‌ها در طول چرخه حیات خود به منابع زیادی نیاز دارند و در برابر تهدیدات مختلف طبیعی نیز حساس هستند، اما در عین حال، توسعه آنها می‌تواند پیامدهای منفی اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی نیز داشته باشد. در نتیجه، به دلیل اهمیت صرفه‌جویی در مصرف منابع و حفظ آن برای آیندگان و نظارت برای جلوگیری از تأثیرات منفی بر جوامع متأثر در آینده، پایداری به هدف قابل توجهی برای زیرساخت‌ها تبدیل شده است [۷]. اگر اصول پایداری در کل چرخه حیات زیرساخت‌ها (برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری) رعایت شود، نه تنها فرصتی را برای استفاده کارآمد از منابع محدود فراهم می‌کنند، بلکه حداکثر کارایی اقتصادی و اجتماعی را به دنبال خواهند داشت و تأثیر تهدیدات طبیعی را بر شبکه زیرساخت‌ها کاهش می‌دهند [۸].

کشور ایران، به عنوان یک کشور در حال توسعه، در دهه‌های اخیر با چالش‌هایی روبه‌رو شده است که همراه با عدم آگاهی عمومی نسبت به ضرورت توسعه پایدار زیرساخت‌ها و مزایای به‌کارگیری چارچوب‌های ارزیابی پایداری، موجب بروز نگرانی‌هایی در مورد آینده زیرساخت‌ها شده است. این چالش‌ها عبارتند از: دارا بودن اقلیمی در حدود ۸۵ درصد خشک و نیمه‌خشک، مصرف

بیش از حد انرژی که حدود ۹۷/۲ درصد آن مربوط به نفت و مشتقات آن است، اقتصادی که بیشتر وابسته به صنعت نفت است و سقوط آن به دلیل تحریم‌ها در سال‌های اخیر و نابرابری اجتماعی در بهره‌مندی از امکانات مانند سیستم حمل‌ونقل ناکافی در مقایسه با جمعیت [۴]. برای مقابله با این چالش‌ها، برخی از پژوهش‌ها در صنعت ساختمان، ارزیابی پایداری و استفاده از چارچوب‌های پایداری را که به عنوان یک چارچوب جدید توسعه یافته‌اند یا براساس یک چارچوب مبنا تدوین شده‌اند، راه‌حل مؤثری دانسته‌اند [۹ و ۱۰]. اما، اختلافات بین ساختمان و زیرساخت‌ها که عموماً از فاکتورهایی مانند ماهیت پروژه‌ها، حیطة تأثیرگذاری، مدیریت قراردادهای و شیوه‌های تأمین منابع ناشی می‌شوند، انجام مطالعات مربوط به ارزیابی پایداری زیرساخت‌ها در ایران و تدوین چارچوب‌های ارزیابی مختص آنها را ضروری می‌سازد که تا به امروز توجه کمتری به این امر شده است [۹].

چارچوب‌های ارزیابی پایداری که از شاخص‌های بومی تشکیل شده‌اند می‌توانند به عنوان یک نقطه شروع برای ترویج شیوه‌های پایدار در طول چرخه حیات دارایی‌های یک کشور عمل کنند [۱۰]. علاوه بر این، دستورالعمل‌های پایداری می‌توانند برای جلوگیری از سردرگمی و تعارضات در تحقق بخشیدن به همه ابعاد پایداری در تمام سطوح مدیریتی به کشورها کمک کنند [۱۱]. بنابراین، برای دستیابی به توسعه پایدار، ایجاد دستورالعمل‌ها و چارچوب‌های مناسب برای ارزیابی پایداری ضروری به نظر می‌رسد.

اخیراً تمرکز گسترده‌ای بر ارزیابی پایداری عملکرد زیرساخت‌ها در سایر کشورهای در حال توسعه وجود داشته است و میان دسته‌بندی‌هایی که برای ارزیابی پایداری در آنها در نظر گرفته می‌شوند، یک دیدگاه مشترک وجود دارد [۱۲-۱۶]. با این حال، به دلایلی از جمله تغییر در اقلیم، محیط‌زیست، تفاوت در فرهنگ و شرایط اقتصادی و اجتماعی، ایده‌هایی در مورد تأکید بر

۲- مروری بر پیشینه پژوهش

اولین تلاش‌ها برای حرکت به سمت توسعه پایدار در سال ۱۹۷۲ میلادی در کنفرانس سازمان ملل با هدف تغییر نگرش نسبت به محدودیت‌های منابع طبیعی آغاز شد. تا به امروز جامع‌ترین تعریف برای توسعه پایدار، «توسعه برای تأمین نیازهای حال حاضر بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهای خود» است که در گزارش آینده مشترک ما^۲ توسط کمیسیون برانتلند^۳ ارائه شده است [۱۸]. در پژوهش صورت گرفته توسط لمن و کاکس^۴، توسعه پایدار چنین تعریف شده است: «فرآیند بهبود اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فناوری همراه با عدالت اجتماعی است، بگونه‌ای که به اکوسیستم آسیب نرساند و منابع طبیعی را از بین نبرد» [۱۹]. همچنین در پژوهش چوگیل^۵ اولویت اول توسعه پایدار، حداقل کردن استفاده از منابع تجدیدناپذیر دانسته شده است [۲۰]. اما روند استفاده از منابع و انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه در کشورهای در حال توسعه رو به افزایش است که موجب کاهش کیفیت زندگی در این جوامع و تمرکز بیشتر بر اهمیت محیط‌زیست و جلوگیری از تخریب بیشتر آن برای بقای جوامع شده است [۱۳] و [۲۱].

زیرساخت‌ها خدمات گسترده‌ای را به جوامع ارائه می‌دهند، همچنین در طول چرخه حیات خود به منابع زیادی نیاز دارند و انتظار می‌رود که برای مدت زمان طولانی ارائه خدمات داشته باشند. از طرف دیگر، ساخت و بهره‌برداری از آنها بر محیط و جوامع اطراف تأثیر می‌گذارد. از این‌رو، برای حمایت از توسعه پایدار، انتظار می‌رود که فرآیندهای توسعه زیرساخت‌ها کمترین تداخل منفی را با محیط و جوامع متأثر داشته باشند [۲۲]. برای

معرفی و بومی‌سازی پایداری به طور خاص برای یک کشور یا منطقه بروز یافته است. علاوه بر این، بدیهی است که انتظار نتیجه یکسان برای پایداری در یک منطقه خاص با تعریف‌ها و شاخص‌های یکسان در سراسر جهان امکان‌پذیر نیست [۱۷].

هدف این پژوهش توسعه یک چارچوب ارزیابی پایداری برای زیرساخت‌ها در ایران برمبنای یک چارچوب کل‌نگر و فرابخشی به نام Envision است که توسط مؤسسه زیرساخت‌های پایدار آمریکا (ISI)^۱ توسعه یافته است. این سیستم می‌تواند با تغییر روش‌های سنتی به توسعه دانش پایداری کمک کند و با ارائه راهکارهای پایداری در تمام مراحل پروژه، به روشی عملکردی برای ارتقای عملکرد زیرساخت‌ها دست یابد. بر این اساس، اهداف اصلی این پژوهش عبارتند از: (۱) بررسی رویکردهای اخیر ارزیابی در زمینه پایداری که برای زیرساخت‌ها و چالش‌های آنها در کشورهای در حال توسعه به کار رفته‌اند؛ (۲) بررسی ساختار Envision و ارزیابی مناسب بودن آن برای بومی‌سازی با هدف بررسی ضرورت افزودن معیارهای جدید یا حذف معیارهای موجود و (۳) اصلاح اهمیت و اولویت معیارها و کمی‌سازی آنها برای چارچوب ارزیابی پایداری در ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه. قابل ذکر است که هدف پژوهش حاضر، ارائه یک چارچوب کاملاً جدید نیست و اگرچه برخی از چارچوب‌های پیش‌تر توسعه‌یافته فقط در یک بخش مانند آب یا حمل‌ونقل متمرکز شده‌اند، اما تمرکز این پژوهش بر روی یک چارچوب فرابخشی برای همه نوع پروژه‌های زیرساختی است که به عنوان یک دستورالعمل یکپارچه در صنعت زیرساخت‌ها عمل کرده و نقش مؤثری در کاهش پیچیدگی فرآیند تصمیم‌سازی، ارزیابی و رجوع به منابع مختلف جهت بررسی میزان پایداری عملکرد پروژه خواهد داشت.

2- Our common future

3- Brundtland report

4- Leman and Cox

5- Choguill

1- Institute for Sustainable Infrastructure

حفظ محیط‌های طبیعی بدون تعریف چارچوب ارزیابی پایداری امکان‌پذیر نخواهد بود.

۲-۱- سیستم‌های ارزیابی پایداری پروژه‌های زیرساختی

بر اساس نتیجه پژوهش‌های پیشین، سیستم‌های ارزیابی پایداری که شامل شاخص‌های کلیدی برای ترجمه مفاهیم پایدار به اهداف مشخص در مقیاس پروژه هستند، باید تکنیک‌های مناسبی برای اندازه‌گیری عملکرد زیرساخت‌ها ارائه دهند [۲۷ و ۲۸]. در پژوهش صورت گرفته توسط آندراس^۶ و همکاران، چارچوبی با قابلیت تصمیم‌گیری ارائه شده است که می‌تواند به طور گسترده‌ای در سازمان‌های اصلی درگیر در پروژه‌های زیرساختی به کار گرفته شود. در نتیجه این پژوهش مبنی بر ارتباط بین زیرساخت‌ها و ابعاد سه‌گانه پایداری، پنج گروه اصلی شامل شاخص‌هایی به‌عنوان پیش‌نویس چارچوب ارزیابی پایداری ارائه شد که هدف آن تشکیل یک چارچوب کاربرپسند و متفاوت از سیستم‌های موجود بود و پایه و اساس چارچوب Envision را بنا نهاد [۲۲].

به طور کلی، مطالعه و بررسی سیستم‌های ارزیابی پایداری نشان می‌دهد که در دهه اخیر، توجه زیادی به تجزیه و تحلیل پایداری در سطح پروژه‌ها و ارائه چارچوب‌های ارزیابی متفاوت در سراسر جهان شده است. هرچند نمونه‌های متعددی از سیستم‌های بخشی (به ویژه برای بخش حمل‌ونقل) تعریف شده‌اند، اما روند توسعه بیانگر تمایل بیشتر به ایجاد سیستم‌های فرابخشی و کلان‌نگر است که توسعه پایدار متوازن را در حوزه زیرساخت‌ها محقق می‌سازند. از جمله چارچوب‌هایی که قادر به اجرای پایداری در تمام بخش‌های زیرساخت‌ها هستند می‌توان به طرح ارزیابی کیفیت محیطی مهندسی عمران (CEEQUAL^۷)، طرح رتبه‌بندی پایداری

دستیابی به پایداری در فرآیند توسعه زیرساخت‌ها، پایداری در سه سطح مهم از توسعه آنها شامل استراتژی‌ها، تاکتیک‌ها و سازوکارها باید در نظر گرفته شود. به عبارت دیگر، تعریف آنچه که باید توسط زیرساخت‌ها ارائه شود (محصولات یا خدمات)، نحوه تولید محصولات و ارائه خدمات (عملیات و رویه‌ها) و محدودیت‌هایی که به واسطه آنها باید زیرساخت‌ها توسعه یابند (منابع) باید همگی همسو با مفاهیم پایداری باشند [۲۳]. هنگامی که یک زیرساخت با استفاده از رویکرد پایدار طراحی، ساخته و بهره‌برداری شود، بسته به نوع خدماتی که ارائه می‌دهد، می‌تواند مزایایی را در طول فعالیتهای برای جوامع متأثر فراهم کند [۲۲].

استفاده از روش‌های ارزیابی یک راه‌حل مؤثر برای پاسخگویی به چالش‌های پیش‌روی توسعه‌دهندگان زیرساخت‌ها در رابطه با پایداری است. برخی از این چالش‌ها عبارتند از اینکه (۱) آیا تصمیمات اتخاذ شده به پایداری زیرساخت‌ها کمک می‌کند، (۲) نحوه ارزیابی عملکرد زیرساخت‌ها در هر یک از ابعاد سه‌گانه پایداری چگونه خواهد بود و (۳) چگونه می‌توان اهداف استراتژیک پایداری را در سطح پروژه‌ها عملکردی ساخت [۱۳، ۲۴ و ۲۵]. به‌طور کلی، هدف از ارزیابی پایداری، کمک به تصمیم‌گیرندگان برای در نظر گرفتن افق‌های بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه‌مدت در توسعه سیستم‌های طبیعی و اجتماعی در سطح منطقه‌ای و جهانی است [۲۶]. سرمایه‌گذاری در پایداری زیرساخت‌ها که زیربنای توسعه اجتماعی و اقتصادی هستند و به یک منطقه وسیع خدمت می‌کنند، به ویژه در کشورهای در حال توسعه که به دنبال رشد و ایجاد امکانات برای جوامع می‌باشند، امری بسیار مهم است [۱۱]. کشور ایران از این قاعده مستثنی نبوده و نیاز آشکاری به توجه به توسعه پایدار زیرساخت‌ها دارد که به توسعه و پیشرفت کشور نیز کمک شایانی خواهد کرد. در این راستا دستیابی به خدمات با کیفیت بالاتر با هدف ایجاد جامعه مطلوب اقتصادی، اجتماعی و

⁶ - Andreas

⁷ - Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme

کشور در حال توسعه مانند آفریقای جنوبی است که اهداف استراتژیک پایداری را در سطح ملی و در قالب اقدامات مشخص در سطح خرد بیان می‌کند [۲۵].

در پژوهشی دیگر، لیستی از شاخص‌های کلیدی ارزیابی (KAI^{۱۲}) پیشنهاد شده است که سه بعد پایداری را با هم ادغام می‌کند تا ارزیابی عملکرد پایداری پروژه‌های زیرساختی را قبل از اجرای آنها هدایت کند. این تحقیق با بررسی ۲۳ گزارش کامل امکان‌سنجی از انواع پروژه‌های زیرساختی در چین ارائه شده است اما در آن نسبت به برخی از عوامل مهم در ارزیابی پایداری مانند میزان انتشار آلاینده‌ها توجهی نشده است [۳۱].

چارچوب رتبه‌بندی زیرساخت‌های پایدار در کشورهای در حال توسعه (SIRSDEC^{۱۳}) با هدف پر کردن شکاف‌های مربوط به چارچوب‌های پایداری برای رتبه‌بندی پروژه‌های زیرساختی در کشورهای در حال توسعه ایجاد شده است [۱۱]. با این حال، پیاده‌سازی آن در پروژه‌های واقعی با چالش‌ها و محدودیت‌هایی روبرو شده است. به عنوان مثال، اگرچه چارچوب SIRSDEC در ابتدا به عنوان ابزاری با کاربرد آسان طراحی شده که به طور گسترده در سراسر جهان مورد استفاده قرار گیرد، اما در برخی از مناطق جغرافیایی ممکن است در موارد خاص به بومی‌سازی و وزندهی مجدد شاخص‌ها نیاز داشته باشد.

سیستم رتبه‌بندی سطوح شهری پایدار (SURSIST^{۱۴}) ابزار دیگری برای ارزیابی پایداری در سطح شهر و اندازه‌گیری سهم پوشش زمین کل شهرها مطابق برآورده ساختن اهداف توسعه پایدار (SDGs^{۱۵}) است [۳۲]. اگرچه استفاده از این چارچوب بسیار آسان است، اما فقط در شهرهای اروپا قابل اجرا است. همچنین،

زیرساخت (IS^۸) و سیستم رتبه‌بندی زیرساخت‌ها در آمریکا (Envision) اشاره کرد. سایر سیستم‌های رتبه‌بندی فقط در بخش‌های خاصی از زیرساخت‌ها قابلیت کاربرد دارند مانند سیستم رتبه‌بندی گرین‌رودز^۹ و ابزار داوطلبانه ارزیابی پایداری زیرساخت (INVEST^{۱۰}) که به ترتیب فقط در پروژه‌های بزرگراهی و سیستم‌های حمل و نقل قابل استفاده هستند [۱۲]. برخی دیگر از پژوهش‌ها در سال‌های اخیر در کشورهای در حال توسعه و با هدف بررسی شرایط محلی و انطباق با مقررات و الزامات قانونی آن کشورها انجام شده‌اند [۱۳]. در واقع، افزایش چشمگیر میزان مصرف منابع طبیعی و آلودگی ایجاد شده در محیط‌زیست به واسطه توسعه زیرساخت‌ها باعث جلب نظر و تشویق دولت‌ها در این کشورها برای در نظر گرفتن اهمیت استراتژی‌ها و راه‌حل‌های پایدار قابل استفاده در سطح خرد گشته است [۲۹]. همچنین برخی چالش‌ها ارزیابی پایداری زیرساخت‌ها را در هر اندازه و فاز از سطح کلان تا خرد، ضروری و حیاتی می‌سازد که این امر، نیازمند تعریف شاخص‌های مناسب مطابق شرایط منطقه‌ای و محلی است. از جمله این چالش‌ها می‌توان به سیستم‌های حمل‌ونقل غیرپایدار اشاره کرد که ظاهر شهرها را تغییر داده و زیست‌پذیری و فضای زنده آنها را زیر سوال برده است. بر همین اساس، منصوریان‌فر و حق‌شناس به لزوم ارزیابی انطباق این سیستم‌ها با توسعه پایدار در ایران پرداخته‌اند [۳۰].

چارچوب ارزیابی پایداری در پروژه‌های زیرساختی (SUSAIP^{۱۱}) که براساس روش‌های محاسباتی و شاخص‌های از قبل موجود برای پایداری زیرساخت‌ها، توسعه یافته است، نوعی دیگر از مدل‌های تصمیم‌سازی برای پیاده‌سازی پایداری در پروژه‌های زیرساختی در یک

¹²- Key Assessment Indicators

¹³- Sustainable Infrastructure Rating System for Developing Countries

¹⁴- Sustainable Urban Surface Rating System

¹⁵- Sustainable Development Goals

⁸- Infrastructure Sustainability Rating Scheme

⁹- Greenroads Rating System

¹⁰- Infrastructure Voluntary Evaluation Sustainability Tool

¹¹- Sustainability Appraisal in Infrastructure Projects

ارزیابی پایداری متناسب با نیازها و شرایط بومی بازنگری شود. هرچند پژوهش‌هایی به ارزیابی موضوعی خاص در ارتباط با پایداری زیرساخت‌ها پرداخته‌اند، اما ارزیابی پایداری در سطح خرد و پروژه‌های زیرساختی از منظر ابعاد سه‌گانه از موضوعاتی کمتر مورد توجه تا به امروز در صنعت ساخت در کشور ایران بوده است. بنابراین هدف این پژوهش توسعه چارچوبی قابل استفاده برای انواع زیرساخت‌ها بر مبنای چارچوبی جامع و از پیش توسعه یافته است که هر سه جنبه اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی را به صورت یکپارچه در نظر گرفته و متناسب با شرایط موجود در کشور ایران بومی‌سازی شده است.

جدول ۱، اطلاعات مقایسه‌ای مربوط به سه سیستم ارزیابی و رتبه‌بندی پایداری شامل CEEQUAL، IS و Envision را نشان می‌دهد که قابلیت کاربرد در تمام بخش‌های زیرساخت‌ها را دارند و گزینه‌های مناسب بومی‌سازی مطابق هدف این پژوهش هستند.

این سیستم به صورت مستقیم از شاخص‌های سند اهداف توسعه پایدار استفاده می‌کند و شامل اقدامات عملی واضحی برای اجرای توسعه پایدار است، اما به دلیل چشم‌انداز خاص زمانی که در توصیف شاخص‌ها در نظر گرفته شده، نیاز به به‌روزرسانی و اصلاح دوره‌ای دارد.

نتیجه این پژوهش‌ها ضرورت توسعه چارچوب‌های ارزیابی پایداری را برای زیرساخت‌ها در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد. اما هرکدام از پژوهش‌های فوق‌الذکر که بر پایداری در برخی فازهای یک پروژه زیرساختی متمرکز هستند، برای نشان دادن کاربردی بودن شاخص‌های ارزیابی کلیدی پیشنهادی خود، روی یک مطالعه موردی متمرکز شده‌اند. بنابراین، اعتبار کارایی این چارچوب‌ها برای سایر بخش‌های زیرساخت‌ها و سایر فازهای پروژه‌ها به عنوان یک احتمال باقی می‌ماند. از سوی دیگر با در نظر گرفتن این امر که هر جامعه تلاش می‌کند تا پایداری را با توجه به مفاهیم و شرایط خاص آن کشور و منطقه دنبال کند، ضروری است که هر سیستم

جدول ۱- اطلاعات اولیه مربوط به سیستم‌های ارزیابی قابل کاربرد برای تمام زیرساخت‌ها

سیستم ارزیابی	کشور توسعه‌دهنده	سال انتشار اولین نسخه	سازمان	مرحله	نشان
Envision	آمریکا	۲۰۱۲	Institute of Sustainable Infrastructure	برنامه‌ریزی طراحی اجرا بهره‌برداری پایان عمر/ تخریب	قابل قبول نقره طلا پلاتین
CEEQUAL	انگلیس	۲۰۰۴	Construction Industry Research and Information Association and Crane Environmental Ltd	برنامه‌ریزی طراحی اجرا	قابل قبول خوب خیلی خوب عالی
IS	استرالیا و نیوزیلند	۲۰۱۲	Infrastructure Sustainability Council of Australia	طراحی اجرا بهره‌برداری	قابل قبول عالی پیشرو

می‌باشد، که دیدگاه جامع‌تر آن نسبت به دو چارچوب دیگر را در همبستگی ابعاد پایداری در همه مراحل عمر زیرساخت‌ها بیان می‌کند. همین ویژگی سبب می‌شود تا این سیستم بتواند نه تنها برای احداث یک زیرساخت بلکه

اگرچه هر سه سیستم ارزیابی پایداری فازهای برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری یک پروژه را پوشش می‌دهند، اما فقط چارچوب Envision شامل فاز پس از بهره‌برداری یعنی تخریب و از رده خارج شدن هم

شاخص‌ها و پارامترهای Envision زیرساخت‌ها را در همه بخش‌ها مانند انرژی، حمل‌ونقل، پسماند، آب، غذا و محیط پیرامونی و محوطه‌سازی پوشش می‌دهد و تا به امروز برای هر نوعی از پروژه‌ها از جمله راه و راه‌آهن، پل، خطوط لوله، فرودگاه، سد، محل‌های دفن زباله و تصفیه خانه‌ها به کار گرفته شده است [۳۴].

چارچوب Envision از زمان انتشار اولین نسخه آن در سال ۲۰۱۳ تا به امروز برای ارزیابی پایداری حدود ۷۹ پروژه زیرساختی مختلف در سراسر جهان به کار گرفته شده است که موفق به کسب سطوح معتبر و جوایز شده‌اند (شکل ۱) [۳۵].

ساختار اصلی سیستم رتبه‌بندی Envision شامل توجه به موضوعاتی نظیر رفاه اجتماعی، بهبود شرایط، توان‌بخشی منابع طبیعی، توجه به ریسک و هزینه‌ها در بلندمدت، ارزیابی چرخه عمر و نوآوری در پروژه‌های زیرساختی است. مطابق شکل ۲، این موضوع‌ها در قالب ۶۴ معیار پایداری و در پنج گروه اصلی شامل کیفیت زندگی^{۱۷}، مدیریت پروژه^{۱۸}، تخصیص منابع^{۱۹}، محیط طبیعی^{۲۰}، اقلیم و تاب‌آوری^{۲۱} دسته‌بندی و در مجموع به ۱۴ زیرگروه تفکیک شده‌اند [۲۴]. چارچوب Envision شامل ۶۴ معیار است که در هر گروه یک معیار برای نوآوری تخصیص داده شده است. هر کدام از ۶۴ معیار دارای سطوح مختلفی هستند که طیفی از اهداف عملکردی احتمالی را برای پروژه نشان می‌دهند و شامل الزاماتی فراتر از تجربیات متعارف هستند. در واقع، با ارزیابی دستاوردها در هر یک از ۶۴ معیار، تیم پروژه تعیین می‌کند که چگونه این پروژه به طیف وسیعی از شاخص‌های پایداری پاسخ می‌دهد و برای دستیابی به عملکرد پایدارتر با چه چالش‌هایی مواجه شده است.

برای نوسازی و بهسازی پروژه‌های زیرساختی موجود کاربرد داشته باشد [۳۳]. چارچوب Envision، که در بخش بعدی به صورت کامل به شرح ساختار آن پرداخته شده است، قابلیت ارزیابی پایداری را با مفهومی فراتر از برآورده کردن حداقل الزامات دارد. در واقع، با تعیین سطوح موفقیت خاص برای هر معیار و الزامات مربوط به هر سطح برای دستیابی به عملکردی بهتر در پایداری، برتری خود را در راستای هدف این پژوهش نسبت به دو چارچوب دیگر اذعان می‌دارد. همچنین نسبت به سیستم‌های دیگر بیشتر به مفهوم مدیریت پروژه و هماهنگی در پروژه‌ها برای دستیابی به پایداری می‌پردازد. در نتیجه تمرکز این پژوهش با هدف رفع شکاف بین اهداف پایداری زیرساخت‌ها و تحقق آنها در سطح پروژه، بر بومی‌سازی سیستم جامع رتبه‌بندی پایداری Envision با توجه به شرایط و اولویت‌های موجود در ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه است.

۲-۲- سیستم ارزیابی پایداری Envision

سیستم رتبه‌بندی Envision طی پروژه‌ای مشترک با همکاری «برنامه زیرساخت پایدار زوفناس»^{۱۶} در دانشکده طراحی دانشگاه هاروارد و مؤسسه زیرساخت پایدار در آمریکا توسعه یافته است. هدف اصلی Envision برای مخاطبان هدف شامل صاحبان زیرساخت‌ها، برنامه‌ریزان شهری، قانون‌گذاران و سایر گروه‌های جامعه بهبود عملکرد پایدار زیرساخت‌ها در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی است. این سیستم با پیشنهاد راه‌حل‌های کاربردی و مؤثر به چالش‌هایی از جمله پایداری بلندمدت، هزینه‌های گزاف و بازدهی منابع در توسعه زیرساخت‌ها، به دنبال ارزیابی میزان مشارکت زیرساخت‌ها در هر نوع و اندازه در پایداری جامعه‌ای است که به آن خدمت می‌کنند.

¹⁷- Quality of Life

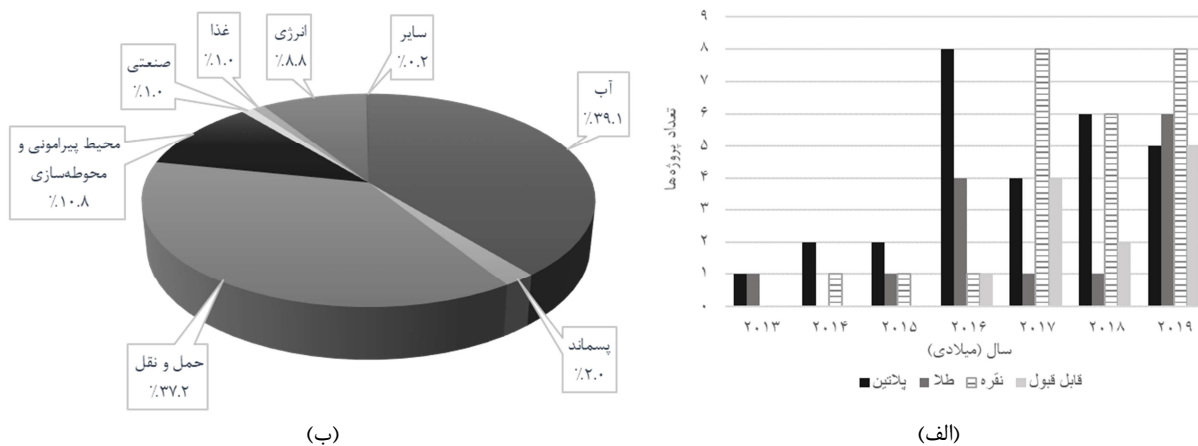
¹⁸- Leadership

¹⁹- Resource Allocation

²⁰- Natural World

²¹- Climate and Resilience

¹⁶- Zofnass Program for Sustainable Infrastructure at the Harvard University Graduate School of Design



شکل ۱- الف) تعداد پروژه‌های موفق به دریافت جوایز و نشان‌های Envision به تفکیک سال و نوع نشان و (ب) پروژه‌های مورد ارزیابی با Envision به تفکیک نوع عملکرد [۳۵]



شکل ۲- ساختار چارچوب ارزیابی پایداری Envision [۲۴]

گروه محیط‌طبیعی، با در نظر گرفتن روش‌هایی که از طریق آنها زیرساخت‌ها می‌توانند با سیستم‌های طبیعی به شیوه مثبت و هم‌افزایی تعامل نمایند، به شناسایی

هریک از پنج گروه اصلی به موضوع خاصی در پایداری اشاره می‌کنند [۲۴]. در گروه کیفیت زندگی، به بررسی تأثیر پروژه بر جوامع میزبان و متأثر شامل سلامت و رفاه هر فرد و رفاه کل جامعه پرداخته شده است. موفقیت پروژه‌های پایدار نیازمند اتخاذ یک رویکرد جدید در زمینه نحوه اجرا و تحویل پروژه‌ها است.

از سوی دیگر، موفقیت حداکثری تیم‌های پروژه زمانی تضمین می‌شود که در ابتدای کار به همکاری و تعامل بپردازند. در گروه مدیریت پروژه، به حمایت از این اقدامات پرداخته می‌شود تا رهبری مؤثر و همکارانه به همراه اقدامات رایج در زمینه پایداری سبب تکمیل پروژه‌ای شود که در حقیقت پایدار است و تأثیر مثبتی بر جهان پیرامون دارد.

گروه تخصیص منابع، به طور کلی مرتبط با مقدار و منشأ منابعی است که برای توسعه زیرساخت‌ها مورد نیاز بوده و موجب ادامه حیات آنها می‌شوند. منابع مورد توجه عبارتند از منابع و مواد فیزیکی (شامل مواد مصرف شده و مواد باقی مانده)، انرژی و آب مصرفی. این منابع محدود بوده و باید با توجه به ارزشی که دارند به نحو پایدار مورد استفاده قرار گیرند.

پروژه‌های زیرساختی بر روی محیط طبیعی اطراف خود از جمله زیستگاه‌ها، گونه‌ها و سیستم‌های طبیعی غیرزنده اثر می‌گذارند.

به دست می‌آید که رتبه پایداری پروژه را تعیین می‌کند و براساس آن پروژه ممکن است از چهار دسته مشخص شده با حداقل امتیاز لازم شامل تأیید شده (۲۰ درصد)، نقره (۳۰ درصد)، طلا (۴۰ درصد) و پلاتین (۵۰ درصد) یک جایزه دریافت کند.

۳- روش شناسی پژوهش

پس از بررسی ادبیات موضوعی و پیشینه کارهای انجام شده در راستای ارزیابی پایداری زیرساخت‌ها در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه و انتخاب سیستم ارزیابی پایداری Envision به عنوان چارچوب مناسب برای بومی‌سازی در ایران به بررسی دقیق و شناخت اولیه آن پرداخته شد. همچنین، گام‌های دستیابی به اهداف این پژوهش و روند کلی بومی‌سازی مطابق شکل ۳ و به شرح زیر ساختاردهی شد. در اولین گام با هدف جمع‌آوری داده و بررسی کفایت معیارهای Envision برای دستیابی به پایداری در ایران، همچنین لزوم اضافه شدن معیار جدیدی به چارچوب با توجه به شرایط و اولویت‌های ایران، لیست معیارها با انجام مصاحبه نیمه‌ساختاریافته مورد ارزیابی کارشناسان قرار گرفت.

در گام دوم به جهت بررسی ضرورت وجود معیارها برای چارچوب ارزیابی در ایران به عنوان کشوری در حال توسعه، لیست موجود معیارها که شامل پنج معیار جدید پیشنهادی از سوی کارشناسان است با پرسشنامه‌ای شامل طیف لیکرت^{۲۷} مورد ارزیابی قرار گرفت و نتیجه با شاخص نسبی (RI^{۲۸}) تحلیل شد. در گام سوم، از روش مقایسه زوجی و تکنیک تحلیل سلسه مراتبی (AHP^{۲۹}) برای تعیین وزن و اولویت‌های معیارها استفاده شد و در نهایت با بررسی نتیجه حاصل از مصاحبه با کارشناسان و تکمیل

اثرات منفی زیرساخت‌ها بر محیط طبیعی و به حداقل رساندن آنها می‌پردازد.

هدف از ارزیابی گروه اقلیم و تاب‌آوری در دو دسته تفکیک می‌شود: اول به حداقل رساندن آلاینده‌هایی که ممکن است به تغییر اقلیم یا افزایش خطرات کوتاه‌مدت و بلندمدت منجر شوند و دوم اطمینان حاصل نمودن از اینکه پروژه‌های زیرساختی در برابر خطرات کوتاه‌مدت مقاوم هستند یا می‌توانند با شرایط متغیر در آینده در طولانی‌مدت سازگار شوند.

به منظور ارزیابی پایداری، عملکرد پروژه‌های زیرساختی در هر معیار در پنج سطح موفقیت سنجیده می‌شود که به نسبت میزان تأثیرشان بر پایداری دارای امتیازهای متفاوتی هستند. سطوح موفقیت به واسطه ماهیت معیار تعیین می‌شوند و سطح و کیفیت عملکرد پروژه در رابطه با هر معیار را مشخص می‌کنند. اما همه معیارها دارای هر پنج سطح موفقیت نیستند. این سطوح موفقیت عبارتند از: بهبودیافته^{۲۲}، ارتقایافته^{۲۳}، برتر^{۲۴}، ابقاکننده^{۲۵} و احیاکننده^{۲۶}. منظور از سطوح بهبودیافته، ارتقاء یافته و برتر افزایش در میزان عملکرد پایدار نسبت به وضعیت رایج است. مفهوم سطح ابقاکننده نداشتن هیچگونه آثار منفی بر پایداری است و در نهایت سطح احیاکننده در هر معیاری که آن را دارا باشد به عملکردی اعطا می‌شود که در معیارهای مذکور نه تنها آثار منفی نداشته، بلکه موفق به احیای سیستم‌های اجتماعی، منابع طبیعی و اکوسیستم‌های آسیب دیده شده است.

برای کسب امتیاز در هر یک از سطوح الزاماتی نیز مشخص شده‌اند که بتوان دریافت برای پیشرفت به سطوح بالاتر پایداری چه اقداماتی باید انجام شوند. سرانجام، با ارزیابی عملکرد پروژه در هر گروه، مجموع امتیازی

22- Improved

23- Enhanced

24- Superior

25- Conserving

26- Restorative

27- Likert

28- Relative Index

29- Analytic Hierarchy Process

اول توزیع شد [۱۰ و ۳۶]. شکل ۴ خلاصه‌ای از اطلاعات کلیدی مربوط به پاسخ‌دهندگان شامل تحصیلات، نوع سازمان و تجربه در پروژه‌های زیرساختی را شامل می‌شود. تعداد پاسخ‌دهندگان از سازمان‌های مشاور در طراحی زیرساخت‌ها به میزان ۵۰ درصد بوده و متخصصان از نهادهای دولتی رتبه دوم را در بالاترین تعداد پاسخ‌دهندگان داشته‌اند که ۴۰ درصد از جمعیت را تشکیل می‌دهند. اکثر متخصصان (۲۳ درصد) در بخش عمرانی در مقایسه با سایر بخش‌های زیرساخت تخصص داشته‌اند و ۲۰ درصد آنها از اساتید دانشگاهی با مدرک دکترا مرتبط با توسعه پایدار یا زیرساخت‌ها بوده‌اند. با توجه به سابقه و تجربه حرفه‌ای، تقریباً ۴۳ درصد افراد بیش از ۱۵ سال تجربه در پروژه‌های زیرساختی داشته و پس از آن، گروه متخصصان با پنج تا ۱۰ سال تجربه ۴۰ درصد از کل جمعیت را تشکیل داده‌اند. همچنین قابل ذکر است که اکثر متخصصان از سطح مدیریت ارشد بوده‌اند.

۳-۱- جمع‌آوری داده

به منظور بررسی و انطباق لیست اولیه معیارهای Envision با شرایط و اولویت‌ها در ایران و ضرورت اضافه شدن معیار جدیدی طی مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، کارشناسان لیست را مورد ارزیابی قرار دادند. برای انجام مصاحبه‌ها پرسشنامه‌ای متشکل از دو بخش تهیه شد. بخش اول شامل بازبینی لیست معیارهای Envision و بخش دوم شامل پیشنهاد بالاترین امتیاز ممکن برای معیار جدید پیشنهادی که با مقایسه اهمیت معیار جدید و سایر معیارها در گروه مربوطه صورت گرفت. همچنین الزامات لازم برای دستیابی به امتیاز سطوح مختلف موفقیت برای معیار جدید و منابعی که ارزیابی براساس آنها باید انجام شود در این بخش پوشش داده شد.

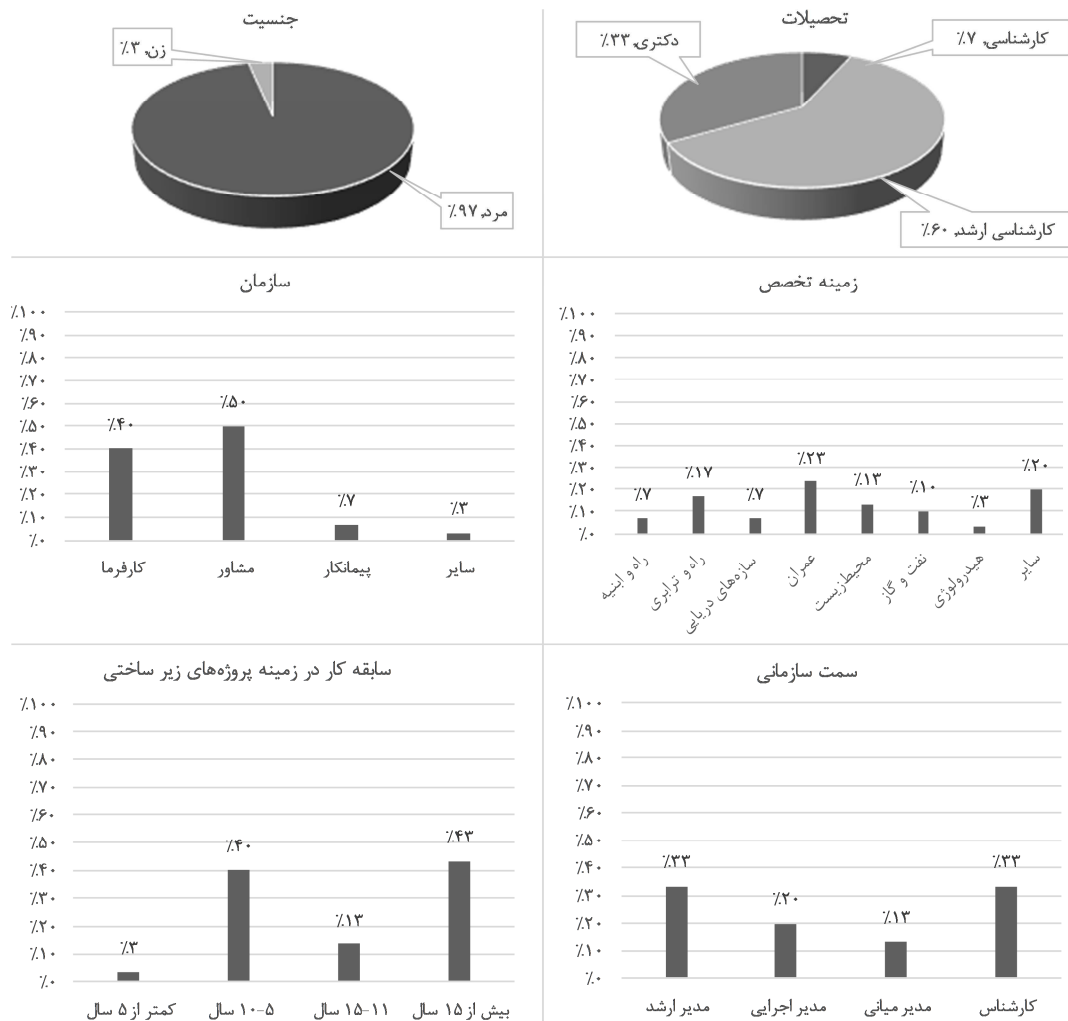
پرسشنامه‌ها در هر گام، چارچوب Envision بومی‌سازی شده شامل معیارهایی با امتیازهای جدید تدوین شد.



شکل ۳- مراحل و شیوه پژوهش

در این پژوهش، کارشناسان براساس تخصص و دانش خود در مورد مسائل پایداری زیرساخت‌ها در هر یک از مراحل چرخه عمر پروژه شامل برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری انتخاب شدند. همانطور که در پژوهش صورت گرفته توسط دورکین^{۳۰} اشاره شده است، مطابق روند اشباع نظری و براساس ماهیت پژوهش، انجام پنج تا ۵۰ مصاحبه برای نتیجه‌گیری کافی است. در اولین گام این پژوهش و بررسی لیست اولیه معیارهای Envision، پس از انجام ۳۰ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با افراد متخصص که به شیوه گلوله‌برفی انتخاب شدند، به اشباع نظری دست یافته و در گام‌های دوم و سوم با تمرکز بر دانش، صلاحیت و تجربه کارشناسان به جای تأکید آماری بر اندازه نمونه، پرسشنامه‌های مربوط به طیف لیکرت و مقایسه زوجی، میان همان ۳۰ متخصص در گام

³⁰- Dworkin



شکل ۴- خلاصه اطلاعات جمعیت شناختی کارشناسان

به دلیل دقت بیشتر و اعتبار قابل توجه تر طیف لیکرت نسبت به سایر طیف‌ها، در این پژوهش از طیف ۱-۹ لیکرت استفاده شد که در آن عدد یک به مفهوم کمترین ضرورت وجود، عدد پنج معادل اهمیت متوسط و عدد نه به مفهوم وجود حتمی معیار در چارچوب برای ایران است [۳۷]. به منظور اطمینان از روایی پرسشنامه از نظرات اساتید در دانشگاه تهران استفاده شد و پس از اعمال اصلاحات لازم، اعتبار آن مورد تایید قرار گرفت. جهت بررسی پایایی پرسشنامه در این گام، آلفای کرونباخ^{۳۱} برای آن محاسبه شد. در این پژوهش ضریب آلفا برای ۶۴ گویه که طی ۳۰ پرسشنامه مورد بررسی

۳-۲- بررسی ضرورت وجود معیارهای چارچوب ارزیابی برای ایران

چارچوب Envision در کشور آمریکا توسعه یافته است. اگرچه معیارهای آن مبنا و پایه‌ای برای ایجاد یک سیستم ارزیابی در ایران در نظر گرفته شده‌اند، اما ارزیابی پایداری در کشورهای در حال توسعه باید مطابق با نیاز و الزامات منطقه‌ای و اولویت‌های آنها باشد [۱۳].

بنابراین در گام دوم پژوهش به بررسی لیست اولیه معیارها شامل معیارهای از قبل موجود و معیارهای جدید اضافه شده در گام پیشین از جنبه ضرورت وجود برای ایران پرداخته شد. در این راستا پرسشنامه‌ای براساس طیف لیکرت شکل داده شد تا نظر کارشناسان درباره ضرورت وجود معیارها مکتوب شود.

³¹- Cronbach's alpha

پرسشنامه مطابق جدول ۲، مشخص می‌سازد که تمام گویه‌ها دارای سازگاری درونی خوبی هستند و پایایی پرسشنامه در محدوده قابل قبول قرار دارد.

قرار گرفته‌اند با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شده است. با توجه به اینکه محدوده قابل قبول برای پایایی مبنی بر ضریب آلفا باید بزرگتر از ۰/۷ باشد، نتایج و مقدار ضریب آلفای به‌دست آمده برای بخش‌های مختلف

جدول ۲- نتایج بررسی پایایی بخش‌های مختلف پرسشنامه گام دوم براساس آلفای کرونباخ

بخش	آلفای کرونباخ	آلفای کرونباخ براساس موارد استاندارد شده	تعداد گویه‌ها
کیفیت‌زندگی	۰/۸۶۵	۰/۸۶۷	۱۳
مدیریت پروژه	۰/۸۶۹	۰/۸۶۹	۱۴
تخصیص منابع	۰/۸۷۰	۰/۸۷۷	۱۳
محیط طبیعی	۰/۸۶۰	۰/۸۶۵	۱۳
اقلیم و تاب‌آوری	۰/۸۵۴	۰/۸۶۰	۱۱

۳-۳- وزن‌دهی و اولویت‌بندی گروه، زیرگروه و معیارها

اگرچه چارچوب‌های ارزیابی ارائه شده در نقاط مختلف دنیا با هدف ساده بودن استفاده توسط کاربران طراحی شده‌اند و اکثر آنها ممکن است قابلیت ارزیابی پروژه‌های مختلف در سراسر جهان را داشته باشند، اما به علت محدودیت‌های ساختاری و اساسی موجود در کشورهای در حال توسعه استفاده از این چارچوب‌ها نیازمند وزن‌دهی مجدد به شاخص‌ها متناسب با شرایط یک کشور خاص خواهد بود. همچنین تعیین وزن برای معیارها از اصلی‌ترین اقدامات در ارزیابی پایداری است. زیرا مجموع امتیازهای معیارها براساس وزن آنها وضعیت نهایی عملکرد پروژه‌ها را از منظر پایداری معین می‌کند [۱۱]. از این‌رو، در گام سوم پژوهش به وزن‌دهی معیارها، زیرگروه‌ها و گروه‌ها پرداخته شد و روش مقایسه زوجی با تکنیک AHP مورد استفاده قرار گرفت. همانطور که در پژوهش صورت گرفته توسط حسینی و همکاران نحوه انجام محاسبات با استفاده از تکنیک AHP به تفصیل شرح داده است، مقایسه زوجی در AHP عبارت است از مقایسه بین شاخص‌ها در سطح بالاتر و تعیین اینکه که کدامیک از دو شاخص به چه میزان مهم‌تر است [۴۴]. اولویت در مقیاس ۱-۹ بیان می‌شود که در آن عدد یک

برای دسته‌بندی نتایج طیف لیکرت در رابطه با این که کدام معیارها برای ایران ضرورت وجود کمتری داشته و باید حذف شوند و کدامیک باید در چارچوب موجود باشند، از تجزیه و تحلیل شاخص RI استفاده شده است تا معیارها براساس اهمیت نسبی درجه بندی شوند [۳۸]. برای محاسبه شاخص نسبی از رابطه (۱) استفاده می‌شود که در آن RI همان شاخص نسبی، W امتیازهای کارشناسان، A حداکثر امتیاز ممکن و N تعداد شرکت‌کنندگان در نظرسنجی که در اینجا ۳۰ شرکت‌کننده است [۳۸-۴۲]:

$$RI = \sum \frac{W}{A} \times N \quad (1)$$

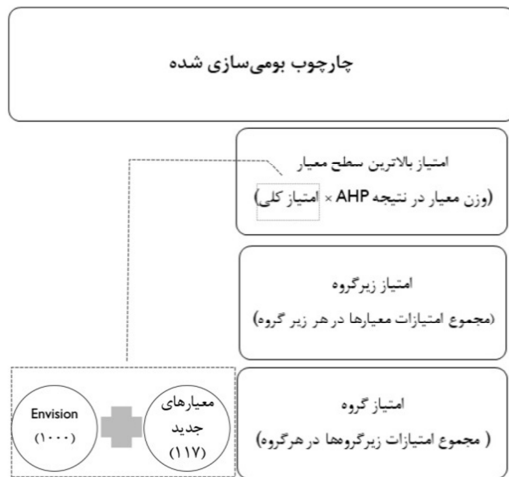
در پژوهش‌های صورت گرفته توسط آکادیری و چن^{۳۲} که به انتخاب مهم‌ترین معیارها پرداخته شده است، مقادیر RI برای طیف لیکرت ۱-۵، در پنج سطح اهمیت دسته‌بندی شده‌اند [۳۸ و ۴۳]. در این پژوهش که از طیف لیکرت ۱-۹ استفاده شده است، سه سطح اصلی برای ضرورت وجود معیارها شامل کم (RI در بازه صفر تا ۰/۳)، متوسط (RI در بازه ۰/۳ تا ۰/۷) و زیاد (RI در بازه ۰/۷ تا ۱) در نظر گرفته شد.

³²- Akadiri and Chen

سطح موفقیت برای هر معیار در Envision و P_{CE} نماینده امتیاز بالاترین سطح موفقیت برای هر معیار در چارچوب بومی سازی شده است که از طریق وزن های AHP به دست آمده است. معادله زیر نحوه محاسبه امتیاز برای سطوح پایین تر امتیازات در هر معیار را بیان می کند:

$$a = \frac{P_{CE}}{P_{CP}} \quad (2)$$

در واقع، نسبت خطی از مقایسه بین امتیازهای بالاترین سطح موفقیت برای هر معیار در Envision و چارچوب بومی سازی شده حاصل می شود. بنابراین، برای امتیاز سطوح پایین تر، امتیازهای موجود در Envision باید در شاخص a ضرب شوند.



شکل ۵- نحوه محاسبه امتیاز هر سطح در چارچوب جدید

۴- یافته های پژوهش

در این بخش به یافته های پژوهش براساس دیدگاه کارشناسان اشاره شده است. در بخش ۴-۱- به ارائه نتیجه بررسی ساختار و نیاز به افزودن معیارهای جدید به چارچوب ارزیابی Envision مطابق اولویت ها در کشور ایران پرداخته شده است. متعاقباً بخش ۴-۲- نتیجه مربوط به ضرورت وجود معیارها را ارائه می دهد و بخش ۴-۳- به اهمیت و وزن معیارها اشاره دارد و هدف اصلی پژوهش را در خصوص ارائه امتیازهای نهایی معیارها در چارچوب بومی سازی شده پوشش می دهد.

نشان دهنده ترجیح برابر بین دو شاخص است، در حالی که عدد \neq نشان می دهد که یک شاخص \neq برابر نسبت به دیگری ارجح است. پس از تشکیل ماتریس های مربوط به نتیجه مقایسه های زوجی در هر سطح (گروه، زیرگروه، معیار) براساس نظرات کارشناسان به عنوان داده های ورودی، برای هماهنگ سازی نظرات و تعیین وزن نهایی هر سطح، ابتدا میانگین هندسی محاسبه شد. سپس برای محاسبه وزن های نهایی، ماتریس ها نرمال شدند. سرانجام، برای بررسی سازگاری مقایسه ها، شاخص نسبت سازگاری (CR^{33}) مورد ارزیابی قرار گرفت که با در نظر گرفتن حداکثر مقدار مجاز ۱۰ درصد، نتیجه ارزیابی نسبت سازگاری در محدوده صفر تا دو درصد قابل قبول بود.

۳-۴- محاسبه امتیازهای نهایی

از آنجا که هدف این پژوهش بومی سازی است و نه توسعه یک چارچوب جدید، امتیازهای معیارهای Envision به عنوان چارچوب مبنا نقش اساسی در محاسبه امتیازهای نهایی برای چارچوب بومی سازی شده دارد. برای محاسبه امتیازهای هر معیار، وزن های به دست آمده در نتیجه مقایسه های زوجی در یک امتیاز کلی ضرب می شوند. این امتیاز کلی در برگیرنده مجموع امتیازها در Envision (۱۰۰۰) و امتیازهای معیارهای جدید (۱۱۷) است که توسط متخصصان در نتیجه گام اول پژوهش اضافه شده اند. همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، ابتدا امتیاز بالاترین سطح موفقیت که احیاکننده است برای هر معیار محاسبه شد و برای معیارهایی که بالاترین سطح موفقیت آنها ابقاکننده یا برتر است، امتیازهای این سطوح در محاسبه در نظر گرفته شد. علاوه بر این، برای تعیین امتیازها برای سایر سطوح موفقیت در هر معیار مطابق رابطه (۲) از یک نسبت خطی (a) استفاده شد که در آن P_{CE} نماینده امتیاز بالاترین

33- Consistency Ratio

۴-۱- معیارهای جدید

مصاحبه‌ها به لیست اضافه شده‌اند. طبق دسته‌بندی شاخص RI در این پژوهش (بخش ۳-۲) و نتیجه محاسبه شاخص مشخص شد که طبق نظر کارشناسان تمامی معیارها علی‌رغم اهمیت‌های نسبی متفاوت باید در چارچوب بومی‌سازی شده برای ایران حتماً وجود داشته باشند. به طور کلی همانطور که توزیع RI همه معیارها در شکل ۶ نشان داده شده است، بیشتر آنها در بازه ۰/۷ تا ۰/۸۵ هستند. به صورت جزئی‌تر، ۹۷ درصد معیارها ضرورت وجود با مقادیر RI در بازه ۰/۶ تا ۰/۹ دارند که بیانگر اتفاق نظر بر ضرورت وجود اکثر معیارها در چارچوب ارزیابی با اهمیت متوسط به بالا است. در میان معیارها، پنج درصد دارای ضرورت وجود متوسط در بازه ۰/۶ تا ۰/۷ هستند، ۵۹ درصد دارای ضرورت وجود زیاد در بازه ۰/۷ تا ۰/۸ و ۳۳ درصد در بازه ۰/۸ تا ۰/۹ و ۳ درصد شامل دو معیار کاهش مصرف آب در دوران بهره‌برداری و حفظ منابع آب دارای بیشترین ضرورت وجود با RI بیشتر از ۰/۹ برای قرار گرفتن در چارچوب ارزیابی ایران هستند. کمترین ضرورت وجود (متوسط) برای معیار کاهش آلودگی نوری با مقدار RI برابر ۰/۶۱ بوده است و معیاری که بیشترین ضرورت وجود برای ایران را دارد کاهش مصرف آب در دوران بهره‌برداری با مقدار RI برابر ۰/۹۲ است.

۴-۳- وزن و امتیازهای سطوح

در این بخش از پژوهش به تحلیل وزن‌های به‌دست آمده و امتیاز سطوح مختلف به تفکیک گروه‌ها پرداخته می‌شود. امتیازهای نهایی معیارها که پایین‌ترین سطح از چارچوب ارزیابی را تشکیل می‌دهند، براساس وزن‌های به‌دست آمده در نتیجه گام سوم پژوهش و مجموع امتیازها در کل چارچوب (۱۱۱۷) محاسبه شده است. در واقع، امتیازها از الگوی وزن‌های به‌دست آمده تبعیت می‌کنند.

سایر پژوهش‌ها که به توسعه سیستم‌های ارزیابی کاملاً جدید پرداخته‌اند در اولین گام به دنبال یافتن شاخص و معیارها و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها بوده‌اند، اما در این پژوهش معیارها از قبل موجود بوده است. چارچوب Envision شامل ۶۴ معیار است که در هر گروه یک معیار برای نوآوری تخصیص داده شده است. بنابراین بدون احتساب معیارهای نوآوری، چارچوب شامل ۵۹ معیار منحصر به فرد است. برای این که لیست معیارها با شرایط ایران سازگار و مطابق شود، از نظر کارشناسان مورد بررسی قرار گرفته تا در صورت لزوم معیار جدید دیگری به آنها اضافه یا تغییراتی در ساختار چارچوب ایجاد شود. طی مصاحبه با کارشناسان که به صورت نیمه‌ساختاریافته و حضوری انجام شد، از کارشناسان درخواست شد در صورت نیاز به افزودن معیار جدید در ابتدا بدون در نظر گرفتن مسئله بومی‌سازی، در مقایسه با سایر معیارهای موجود و امتیازهای آنها، امتیازی برای معیار جدید پیشنهاد دهند و الزامات، استانداردهای مرتبط و فعالیت‌های لازم برای دستیابی به امتیاز پیشنهادی را مشخص و به آنها وزن‌دهی کنند تا بتوان برای معیار جدید همچون سایر معیارهای Envision سطوح موفقیت تعیین کرد. در نتیجه انجام ۳۰ جلسه مصاحبه به شیوه اشباع نظری، ۵۴ معیار پیشنهاد شدند. بنابراین تحلیل‌ها و مقایسه با معیارهای موجود در Envision، از میان ۵۴ معیار پیشنهادی تنها پنج معیار در دو گروه مدیریت پروژه و اقلیم و تاب‌آوری پذیرفته شدند که یا کاملاً جدید هستند یا در مضمون سایر معیارها به برخی از آنها اشاره کوچکی شده اما لازم است که به طور مجزا به چارچوب جدید اضافه شوند (جدول).

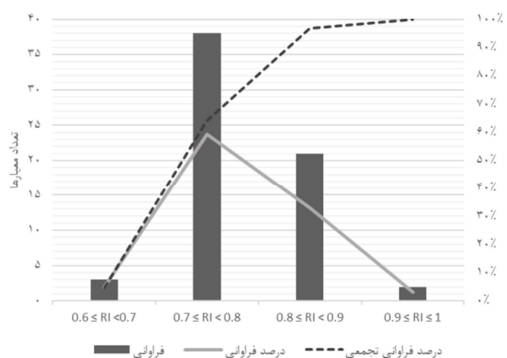
۴-۲- ضرورت وجود معیارها

از میان ۶۴ معیار موجود در لیست جدید، ۵۹ معیار مربوط به چارچوب Envision بوده و پنج معیار طی

جدول ۳- معیارهای جدید پیشنهادی برای چارچوب بومی

ردیف	گروه	زیرگروه	معیار	هدف	امتیاز بالاترین سطح	امتیاز سطوح			
						بهبود یافته	ارتقا یافته	بزرگ	لحاظ کننده
۱	مدیریت پروژه	اقتصاد	میزان توجه به عدالت فضایی در اجرای پروژه	برقراری عدالت در قرارگیری، اجرا و توزیع منافع پروژه در فضاهایی در سطح محله، شهر و منطقه که عاری از پروژه با هدف منظور برای آن هستند.	۲۰	۲	۴	۱۱	۲۰
۲	مدیریت پروژه	اقتصاد	ارزیابی میزان توجه به فاکتورهای آمایش سرزمین	توزیع متوازن و هماهنگ جغرافیای کلیه فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در پهنه سرزمین نسبت به قابلیت‌ها و منابع طبیعی و انسانی. تنظیم رابطه بین انسان، فضا و فعالیت‌های انسان در فضا به منظور بهره‌برداری منطقی از جمع امکانات در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع.	۲۸	۲	۱۰	۱۸	۲۸
۳	مدیریت پروژه	اقتصاد	ارزیابی ظرفیت بهره‌برداری از فاکتورهای محیطی	بهره‌مندی صحیح و مستمر از ظرفیت‌های فعلی محیط زیست به نحوی که ضمن حفظ محیط و تعادل آن زمینه بهبود و پتانسیل رشد اقتصادی را فراهم کند.	۲۸	۴	۱۰	۱۹	۲۸
۴	اقلیم و تاب‌آوری	آلاینده‌ها	کاهش اثر جزیره گرمایی	کاهش انتشار حرارت و تشدید جزایر گرمایی در شهرها و مناطق که منجر به کاهش آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد.	۲۰	۴	۱۱	۲۰	
۵	اقلیم و تاب‌آوری	تاب‌آوری	ارتقای امنیت عمومی (پدافند غیر عامل)	ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مورد نیاز جامعه که باید با یک برنامه‌ریزی در توسعه پایدار کشور نهادینه شود و برای اصلاح زیرساخت‌های فعلی راهکارهایی با مهندسی مجدد اجرا شوند.	۲۱	۶	۱۲	۲۱	

آن در Envision با اختلاف اندکی تقریباً ثابت باقی مانده است.



شکل ۶- توزیع فراوانی شاخص RI برای معیارها در چارچوب جدید

تحلیل نتیجه مقایسه‌های زوجی و وزن‌های به دست آمده برای سطوح چارچوب بومی‌سازی شده براساس شرایط و چالش‌های موجود در پروژه‌های زیرساختی ایران مطابق شکل ۷ نشان می‌دهد که اهمیت گروه کیفیت‌زندگی با وزن جدید ۲۹/۱۹ درصد، ۱/۴۵ برابر بیشتر از اهمیت آن در Envision است. گروه‌های مدیریت پروژه، تخصیص منابع و اقلیم و تاب‌آوری به ترتیب با وزن‌های ۱۵/۴۱ و ۱۷/۴۸، ۱۵/۰۲ تا ۰/۸ تا ۰/۹ کاهش قابل توجه اهمیت داشته‌اند و اهمیت گروه محیط‌طبیعی با وزن ۲۲/۸۹ درصد در مقایسه با اهمیت

به سایر زیرگروه‌ها دارد. طی سال‌های اخیر، پایداری در موضوع ترابری در خصوص زیرساخت‌ها در ایران، روندی نزولی داشته است و عدد پایداری از مقادیر مطلوب در سه دهه ۱۳۴۰، ۱۳۵۰ و ۱۳۶۰ شمسی به مقادیر نامطلوب در دو دهه ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ شمسی کاهش یافته است [۴۵]. بنابراین، افزایش اهمیت و امتیازهای زیرگروه پویایی اشاره به ضرورت توجه بیشتر به مفاهیم مرتبط به دسترسی‌ها و سهولت راه‌یابی به پروژه و زیرساخت‌ها را برای جوامع متأثر در ایران در بردارد. از سوی دیگر، از نظر کارشناسان، معیار ارتقای سلامت و ایمنی عمومی، مهم‌ترین معیار در گروه کیفیت‌زندگی برای ارزیابی پایداری بوده است که رتبه دوم را نیز در چارچوب کلی دارد. زیرساخت‌ها سیستم‌های پیچیده و عظیمی هستند که دارای محدوده وسیع و بازه زمانی طولانی برای خدمات‌دهی هستند. از این جهت اثر آن‌ها بر جوامع مشهود است و همین امر موجب اهمیت زیاد معیار مذکور در گروه کیفیت‌زندگی و چارچوب بومی‌سازی شده است. در واقع، زیرساخت‌هایی که سلامت و ایمنی عمومی را نه تنها در جوامع متأثر بلکه در ابعاد بزرگتری بتوانند ارتقا دهند دارای مقبولیت بیشتری از جانب ذی‌نفعان کلیدی خواهند بود و موجب تغییر نگرش عموم جامعه نسبت به ارزش‌های پروژه زیرساختی می‌شوند. تأثیر این امر در کاهش میزان تضاد و تناقضاتی خواهد بود که عموماً موجب بروز تأخیر در فعالیت‌ها می‌شود.

معیار تشویق به استفاده از حمل و نقل عمومی (پایدار) در گروه کیفیت‌زندگی رتبه دوم و در چارچوب کلی رتبه چهارم را دارد. عدم کفایت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های ترابری و عدم نوسازی ناوگان ترابری زمینی و هوایی در دهه‌های اخیر در ایران، در کنار کیفیت و ایمنی پایین وسایل ترابری شهری، جاده‌ای و هوایی که به آلاینده‌گی و افزایش سوانح و حوادث جاده‌ای و هوایی در این بخش منجر شده است، بیانگر ارتباط علت و معلولی میان کاهش رتبه پایداری در حوزه ترابری ایران [۴۵] و



شکل ۷- اهمیت گروه‌ها در چارچوب بومی‌سازی شده و

Envision

در نتیجه وزن‌های به‌دست آمده مشخص است معیارهای گروه کیفیت‌زندگی که بیشتر مربوط به اثرهای اجتماعی توسعه پروژه‌های زیرساختی بر جوامع متأثر هستند برای ایران به عنوان کشوری در حال توسعه از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار هستند. این امر تأکیدی بر لزوم افزایش توجه به اثرهای اجتماعی زیرساخت‌ها در ایران است. علاوه بر این، پس از گروه محیط‌طبیعی که رتبه دوم اهمیت را در چارچوب دارد، معیارهای گروه تخصیص منابع بیشترین اهمیت و نقش را در توسعه پایدار زیرساخت‌ها در ایران خواهند داشت. به طور خلاصه، گروه‌های اصلی براساس اولویت و اهمیت در چارچوب بومی‌سازی شده به ترتیب از بیشترین به کم‌ترین عبارتند از: کیفیت‌زندگی، محیط‌طبیعی، تخصیص منابع، اقلیم و تاب‌آوری و مدیریت پروژه. جدول نتیجه وزن و امتیازهای به دست آمده برای گروه، زیرگروه و معیارها را نشان می‌دهد.

۴-۳-۱- گروه کیفیت‌زندگی

مقایسه وزن‌های گروه کیفیت‌زندگی در چارچوب بومی‌سازی شده و Envision مطابق جدول ۴ نشان می‌دهد که هرچند دو زیرگروه رفاه و جامعه با اختلاف‌های اندکی کاهش اهمیت داشته‌اند، اما اهمیت زیرگروه پویایی به میزان ۱/۳۱ برابر افزایش داشته است و زیرگروه رفاه در هر دو چارچوب بیشترین وزن‌ها را نسبت

افزایش نسبتاً زیاد اهمیت این معیار در گروه کیفیت زندگی است.

جدول ۴- ساختار چارچوب نهایی بومی سازی شده

گروه	زیرگروه	معیار	وزن معیار در زیرگروه		وزن معیار در چارچوب		رتبه در گروه	امتیاز سطوح				
			وزن	رتبه	چارچوب	مبنا		بهبود یافته	ارتقایافته	برتر	ایفا کننده	احیا کننده
کیفیت زندگی	رفاه	ارتقای سلامت و ایمنی عمومی	۳۱/۷۲	۲۱/۷۴	۴/۱۰	۲/۰۰	۱	۴۶	۳۷	۲۷	۱۶	۵
		بهبود و ارتقای کیفیت زندگی در جوامع متأثر از پروژه	۲۶/۸۳	۲۸/۲۶	۳/۴۷	۲/۶۰	۳	۳۹	۳۰	۱۵	۷	۳
		بهبود ایمنی ساخت و اجرا	۱۷/۵۶	۱۵/۲۲	۲/۲۷	۱/۴۰	۷	-	۲۵	۱۸	۹	۴
		کاهش اثرات منفی ساخت و اجرا بر افراد و محیط	۱۱/۱۳	۸/۷۰	۰/۸۰	۱/۴۴	۱۰	-	۱۶	۸	۴	۱
		کاهش صوت و ارتعاشات	۷/۸۹	۱۳/۰۴	۱/۲۰	۱/۲۰	۱۱	۱۱	۹	۶	۳	۱
		کاهش آلودگی نوری	۴/۸۷	۱۳/۰۴	۱/۲۰	۰/۶۳	۱۳	۷	۶	۴	۲	۱

	پویایی	تشویق به استفاده از حمل و نقل عمومی (پایدار)	۴۲/۶۴	۳۶/۳۶	۳/۶۵	۱/۶۰	۲	۴۱	۳۱	۲۰	۱۳	-
		ارتقای تحرک در جامعه و بهبود امکانات دسترسی به پروژه	۳۱/۰۷	۳۱/۸۲	۲/۶۶	۱/۴۰	۵	۳۰	۲۳	۱۵	۶	۲
		بهبود شرایط راهها و امکان راهیابی به پروژه	۲۶/۲۹	۳۱/۸۲	۲/۲۵	۱/۴۰	۸	-	۲۵	۱۶	۹	۲

اجتماع	حفظ میراث فرهنگی و تاریخی	۳۶/۲۹	۲۸/۱۳	۲/۷۹	۱/۸۰	۴	۳۱	۲۱	۱۲	۳	-	
	ارتقای برابری و عدالت اجتماعی	۳۳/۳۵	۲۸/۱۳	۲/۵۷	۱/۸۰	۶	۲۹	۲۲	۱۶	۱۰	۵	
	حفظ مناظر و هویت محلی	۱۸/۹۴	۲۱/۸۸	۱/۴۶	۱/۴۰	۹	۱۶	۱۳	۸	۳	۱	
	ارتقاء و بهبود بخشیدن امکانات تفریحی و فضاهای عمومی	۱۱/۴۲	۲۱/۸۸	۰/۸۸	۱/۴۰	۱۲	۱۰	۸	۵	۲	۱	

اکولوژی	حفظ و بهبود ویژگی های زیستگاه های آبی سطحی و تالابها	۳۳/۹۱	۲۷/۷۸	۳/۲۰	۲/۰۰	۱	۳۶	۳۲	۲۱	۱۳	۵	
	حفظ و بهبود ویژگی های زیستگاه های خشکی	۲۰/۶۲	۲۵/۰۰	۱/۹۵	۱/۸۰	۴	۲۲	۱۸	۱۱	۶	۲	
	حفظ عملکرد دشت های سیلابی	۱۷/۸۵	۱۹/۴۴	۱/۶۹	۱/۴۰	۸	۱۹	۱۵	۹	۴	۱	
	حفظ ترکیبات و سلامت خاک	۱۴/۸۱	۱۱/۱۱	۱/۴۰	۰/۸۰	۱۰	۱۶	۱۲	۸	۶	۱	
	کنترل گونه های مهاجم	۱۲/۸۱	۱۶/۶۷	۱/۲۱	۱/۲۰	۱۱	۱۴	۱۰	۷	۲	۱	

حفاظت طبیعی	حفظ کیفیت آب های سطحی و زیرزمینی	۳۹/۸۳	۲۵/۶۴	۲/۹۱	۲/۰۰	۲	۳۳	۲۳	۱۵	۸	۳	
	مدیریت سیلابها	۲۶/۰۹	۳۰/۷۷	۱/۹۱	۲/۴۰	۵	۲۱	۱۵	۸	۴	۲	
	حمایت از احیای اراضی متروکه	۲۴/۴۲	۲۸/۲۱	۱/۷۹	۲/۲۰	۶	۲۰	۱۷	۱۵	۱۲	۱۰	
	مدیریت اثرات کود و آفت کش ها	۹/۶۶	۱۵/۳۸	۰/۷۱	۱/۲۰	۱۲	۸	۶	۳	۱	۱	

استقرار	حفظ سایت های حساس از نظر اکولوژیک	۳۸/۱۹	۲۶/۸۳	۲/۳۴	۲/۲۰	۳	۲۶	۱۹	۱۴	۷	۲	
	رعایت حریم اطراف تالابها و آب های سطحی	۲۸/۳۴	۲۴/۳۹	۱/۷۴	۲/۰۰	۷	۱۹	۱۶	۱۰	۵	۲	
	حفظ زمین های زراعی دارای ارزش	۲۳/۸۳	۱۹/۵۱	۱/۴۶	۱/۶۰	۹	۱۶	۱۲	۸	۲	-	
	حفظ زمین های توسعه نیافته (بکر)	۹/۶۴	۲۹/۲۷	۰/۵۹	۲/۴۰	۱۳	۷	۵	۳	۲	۱	

			۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۸/۲۰	۶/۱۳	-	-	-	-	-	

جدول ۴- ادامه

گروه	زیر گروه	معیار	وزن معیار در زیر گروه		وزن معیار در چارچوب		رتبه در گروه	امتیاز سطوح				
			بسیار کم	کم	بسیار کم	کم		بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
تخصیص منابع	آب	حفظ منابع آب (کمی و کیفی)	۲۲/۲۲	۳۹/۵۹	۱/۲۰	۴/۱۶	۱	۱۲	۱۹	۲۷	۳۵	۴۶
		کاهش مصرف آب در دوران ساخت	۱۴/۸۱	۳۵/۰۱	۰/۸۰	۳/۶۸	۲	۵	۱۵	۲۶	۴۱	-
		پایش و نظارت بر سیستم‌های مصرف کننده آب	۲۲/۲۲	۱۲/۷۳	۱/۲۰	۱/۳۴	۵	۱	۴	۷	۱۵	-
		کاهش مصرف آب در دوران بهره‌برداری	۴۰/۷۴	۱۲/۶۷	۲/۲۰	۱/۳۳	۶	۳	۶	۹	۱۱	۱۵
	انرژی	کاهش مصرف انرژی در دوران بهره‌برداری	۳۴/۲۱	۱۲/۷۰	۲/۶۰	۰/۶۲	۸	۲	۳	۵	۷	-
		استفاده از انرژی تجدیدپذیر	۳۱/۵۸	۳۱/۰۰	۲/۴۰	۱/۵۰	۴	۳	۷	۱۰	۱۴	۱۷
		پایش و نظارت بر سیستم‌های مصرف کننده انرژی	۱۸/۴۲	۱۹/۱۱	۱/۴۰	۰/۹۳	۷	۲	۴	۹	۱۰	-
		کاهش مصرف انرژی در دوران ساخت	۱۵/۷۹	۳۷/۱۹	۱/۲۰	۱/۸۰	۳	۲	۷	۱۳	۲۰	-
	مصالح و پسماند	مدیریت پسماند در دوران بهره‌برداری	۲۱/۲۱	۲۵/۷۴	۱/۶۰	۰/۵۵	۹	۲	۳	۴	۶	-
		حمایت از تأمین منابع (تدارکات) پایدار	۱۸/۱۸	۲۳/۲۷	۱/۲۰	۰/۵۰	۱۰	۱	۳	۴	۶	-
		استفاده از مصالح بازیافت شده	۲۴/۲۴	۲۱/۱۰	۱/۶۰	۰/۴۵	۱۱	۱	۲	۳	۵	-
		مدیریت پسماند در دوران ساخت	۲۴/۲۴	۱۷/۸۳	۱/۴۰	۰/۳۸	۱۲	۱	۲	۳	۴	-
برقراری تعادل در برداشت از خاک زمین (خاکریزی و خاکبرداری)		۱۲/۱۲	۱۲/۰۶	۰/۸۰	۰/۲۶	۱۳	۱	۱	۲	۳	-	
کاهش آلاینده‌های هوا		۲۸/۱۳	۳۹/۱۴	۱/۸۰	۳/۵۶	۱	۴	۹	۲۰	۳۱	۴۰	
اقلیم و تاب آوری	آلاینده‌ها	کاهش گازهای گلخانه‌ای	۴۰/۶۳	۳۱/۴۴	۲/۶۰	۲/۸۶	۲	۱۰	۱۷	۲۳	۳۳	
		کاهش کربن خالص نهفته	۳۱/۲۵	۲۲/۰۱	۲/۰۰	۲/۰۰	۳	۶	۱۱	۱۷	۲۲	
		کاهش اثر جزیره گرمایی	-	۷/۴۱	-	۰/۶۷	۱۱	۲	۴	۸	-	
		تعیین اهداف و استراتژی‌های تاب آوری	۱۵/۸۷	۱۶/۵۱	۲/۰۰	۱/۰۴	۴	-	۵	۸	۱۲	
	تاب آوری	ارزیابی ریسک‌ها و تاب آوری	۲۳/۶۳	۱۶/۰۹	۲/۶۰	۱/۰۲	۵	۵	۸	۱۰	۱۱	
		حداکثر ساختن تاب آوری و دوام	۲۳/۶۳	۱۴/۲۶	۲/۶۰	۰/۹۰	۶	۶	۶	۸	۱۰	
		توجه به پدافند غیر عامل	-	۱۴/۲۲	-	۰/۹۰	۷	۳	۶	۱۰	-	
		پیشگیری از توسعه نامناسب بر سایت‌های آسیب پذیر	۱۲/۷۰	۱۳/۲۶	۱/۶۰	۰/۸۴	۸	۲	۴	۵	۷	
		ارزیابی آسیب پذیری پروژه در برابر تغییر اقلیم	۱۵/۸۷	۱۳/۰۴	۲/۰۰	۰/۸۲	۹	۴	۶	۸	۹	
		حفظ و ارتقای یکپارچگی زیرساخت‌ها	۱۴/۲۹	۱۲/۶۲	۱/۸۰	۰/۸۰	۱۰	۱	۲	۴	۶	
مدیریت پروژه	اقتصاد	حمایت از رشد و توسعه اقتصادی	۴۰/۰۰	۳۲/۱۱	۲/۰۰	۲/۰۹	۲	۳	۷	۱۴	۲۳	
		توجه به فاکتورهای آمایش سرزمین	-	۲۵/۴۶	-	۱/۶۵	۴	۱	۷	۱۲	۱۸	
		ارزیابی ظرفیت بهره‌برداری از فاکتورهای محیطی	-	۱۸/۵۴	-	۱/۲۱	۶	۲	۵	۹	۱۳	
		ارزیابی اقتصادی چرخه عمر	۲۸/۰۰	۹/۴۶	۱/۴۰	۰/۶۱	۹	۲	۳	۵	۶	
		ارزیابی حس تعلق به مکان و عدالت فضایی در انتخاب و اجرای پروژه	-	۸/۶۷	-	۰/۵۶	۱۱	۱	۱	۳	۶	
		توسعه قابلیت‌ها و مهارت‌های بومی	۳۲/۰۰	۵/۷۶	۱/۶۰	۰/۳۷	۱۴	۱	۱	۲	۳	
		کاهش آلاینده‌های هوا	۲۸/۱۳	۳۹/۱۴	۱/۸۰	۳/۵۶	۱	۴	۹	۲۰	۳۱	۴۰

جدول ۴- ادامه

گروه	زیرگروه	معیار	وزن معیار در زیرگروه		وزن معیار در چارچوب		رتبه در گروه	امتیاز سطوح					
			۱	۲	۳	۴		۵	۶	۷	۸	۹	
زیست‌بوم	برنامه‌ریزی	برنامه‌ریزی برای داشتن جوامع پایدار	۲۶/۶۷	۴۴/۱۵	۱/۶۰	۲/۴۵	۱	۷	۱۰	۱۵	۲۱	۲۷	
		در نظر گرفتن برنامه‌های برای نظارت و پایش بلندمدت دوران بهره‌برداری	۲۰/۰۰	۳۰/۷۶	۱/۲۰	۱/۷۱	۳	۳	۸	۱۳	۱۹	-	
		استفاده از اصول برنامه مدیریت پایداری (ISO۱۴۰۰۴)	۳۰/۰۰	۱۷/۴۴	۱/۸۰	۰/۹۷	۷	۲	۴	۷	۱۱	-	
		برنامه‌ریزی برای پایان عمر پروژه	۲۳/۳۳	۷/۶۵	۱/۴۰	۰/۴۳	۱۲	۱	۲	۳	۵	-	
	همکاری	-	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۶/۰۰	۵/۵۶	-	-	-	-	-	-	
			فراهم کردن فرصت برای مشارکت ذی‌نفعان	۲۵/۰۰	۴۳/۶۳	۱/۸۰	۱/۲۹	۵	۲	۵	۷	۱۱	۱۴
			فراهم کردن مدیریت متعهد و مؤثر	۲۵/۰۰	۲۲/۲۱	۱/۸۰	۰/۶۶	۸	۱	۲	۵	۷	-
			بهره‌مندی از فرصت‌ها و تولیدات جانبی پروژه	۲۵/۰۰	۲۰/۳۵	۱/۸۰	۰/۶۰	۱۰	۱	۲	۴	۵	۷
			پیشبرد همکاری و کار تیمی	۲۵/۰۰	۱۳/۸۱	۱/۸۰	۰/۴۱	۱۳	۱	۱	۳	۵	-
			۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۷/۲۰	۲/۹۶	-	-	-	-	-	-	-

۴-۳-۲- گروه محیط‌طبیعی

نحوه فرارگیری یک پروژه زیرساختی در میان سیستم‌های طبیعی، عناصر جدیدی که ممکن است به یک سیستم طبیعی معرفی کند و اثرهای ناخواسته‌ای که بر خدمات اکوسیستم خواهد داشت، اصلی‌ترین زمینه‌هایی هستند که در گروه محیط‌طبیعی مورد توجه قرار می‌گیرد. بررسی نتیجه مقایسه‌های زوجی مطابق جدول ۴ نشان می‌دهد که اهمیت این گروه در چارچوب بومی‌سازی شده با اهمیت آن در Envision تفاوت چندانی نداشته است. دلیل این امر می‌تواند شناخته‌تر شدن این بعد از پایداری در اکثر جوامع حتی کشورهای در حال توسعه باشد. در واقع، برای این گروه که متوجه بعد محیط‌زیستی است نسبت به بعد اجتماعی و اقتصادی در ایران برنامه‌ها و دستورالعمل‌های ارزیابی بیشتری وجود دارد. اما تغییر اهمیت و امتیازهای هر یک از زیرگروه‌ها نشان از اهمیت بومی‌سازی دارد. در Envision زیرگروه‌ها نشان از اهمیت و مجموع امتیاز را در گروه محیط‌طبیعی داشته است، اما در چارچوب

بومی‌سازی شده این زیرگروه دارای کمترین اولویت نسبت به دو زیرگروه دیگر است. از نظر کارشناسان، زیرگروه زیست‌بوم که به کاهش اثرها بر سیستم‌های طبیعی مثل زیستگاه‌ها و چرخه‌های هیدرولوژیکی و غذایی می‌پردازد نیازمند توجه بیشتری است. موضوع پایداری زیست‌بوم (اکوسیستم و منابع طبیعی) نه تنها هرگز وضعیت مطلوبی در نیم قرن گذشته در ایران نداشته است، بلکه وضعیت پایداری آن در حال کاهش و بدتر شدن بوده است. این عامل همواره یکی از دلایل عمده کاهش شاخص پایداری کل در ایران بوده و در صورت حفظ روندهای موجود، تخریب زیست‌بوم در ایران موجب بدتر شدن وضعیت پایداری کل خواهد شد [۴۵]. بنابراین، با افزایش اهمیت و وزن این زیرگروه در چارچوب بومی‌سازی شده، از طریق طراحی دقیق و برآورده ساختن الزامات موجود در این زیرگروه، پروژه‌های زیرساختی می‌توانند به امتیاز خوبی از پایداری دست یابند و موجب حفظ، بهبود و کاهش اثرهای منفی بر زیست‌بوم‌ها شامل

پوشش‌های گیاهی، تالاب‌ها، دشت‌های سیلابی و خاک نیز شوند.

سه معیار اول از نظر اهمیت در این گروه به ترتیب عبارتند از: حفظ و بهبود ویژگی‌های زیستگاه‌های آبی سطحی و تالاب‌ها و حفظ کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی و حفظ سایت‌های حساس از نظر اکولوژیک که به ترتیب دارای وزن‌های ۳/۲، ۲/۹۱ و ۲/۳۴ و رتبه‌های هفتم، هشتم و چهاردهم در چارچوب کلی هستند. افزایش اهمیت این معیارها اشاره به پیشینه‌ای در ایجاد زیرساخت‌هایی در ایران دارد که موجب آسیب به اکولوژی شده‌اند. دریای خزر نمونه‌ای از زیستگاه‌های مهم جانوری و دارای ارزش بالای اکولوژیکی است که به دلیل آلودگی حاصل از استخراج نفت از میدان‌های نفتی در دریا، پسماندهای رادیواکتیو نیروگاه‌های هسته‌ای و افزایش حجم فاضلاب‌های تصفیه نشده و زباله‌های صنعتی تحت فشار شدید است [۴۶]. علاوه بر پارامترهای اقلیمی، توسعه پروژه‌های عمرانی از جمله سدسازی بر روی دریاچه‌ها طی سال‌های اخیر در ایران از عمده‌ترین عوامل خشک شدن دریاچه‌هایی دانسته شده است که نقش بسیار مهمی در بقای تنوع ژنتیکی و اکولوژیکی داشته‌اند. دریاچه‌های بختگان و طشک که در استان فارس قرار دارند از نمونه دریاچه‌هایی هستند که سدسازی بر روی آنها اثرهای نامنفی از جمله مرگ گونه‌های جانوری و گیاهی، تبدیل شدن به شوره‌زار و ایجاد طوفان‌های شن و نمک را به دنبال داشته است [۴۷]. بنابراین، اهمیت و امتیاز بالای معیارهای مذکور لزوم توجه بیشتر به پایداری محیط‌زیستی را در بر خواهد داشت.

۳-۳-۴- گروه تخصیص منابع

اگرچه ترتیب اهمیت زیرگروه‌ها مطابق نتیجه مقایسه‌های زوجی و چارچوب Envision در این گروه یکسان است (جدول ۱)، اما باتوجه به اینکه از یک سو زیرساخت‌ها پروژه‌های عظیمی هستند و منابع بسیاری را در حین ساخت و بهره‌برداری مصرف می‌کنند و از سوی

دیگر به دلیل سوء مدیریت در کشورهای در حال توسعه این منابع با محدودیت بیشتری رو به رو شده‌اند، این گروه و زیرگروه‌های آن در چارچوب بومی‌سازی شده اهمیت بسیاری خواهند داشت.

در چارچوب بومی‌سازی شده زیرگروه آب، مهم‌ترین زیرگروه در گروه تخصیص منابع است. این امر نقش مهم در نظر گرفتن شاخص‌های پایداری را در ایران برای حفظ بلندمدت منابع به ویژه منابع آبی نشان می‌دهد. در نیم قرن گذشته نه تنها توجه‌ها به پایداری در زمینه منابع آب در ایران رو به کاهش بوده است، بلکه پایداری در این حوزه از مقادیر نسبتاً مطلوب در دو دهه ۱۳۴۰ و ۱۳۵۰ شمسی به مقادیر بسیار نامطلوب در دهه‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ شمسی کاهش یافته است. همچنین، نتیجه پژوهش‌های مربوط به الگوهای پایداری در دهه ۱۳۸۰ شمسی نشان می‌دهد که در میان حوزه‌های مختلف پایداری، مهم‌ترین زمینه، پایداری آب است و بهبود عملکرد در این زمینه می‌تواند بیشترین تأثیر را در افزایش پایداری کلی داشته باشد [۴۵].

معیارهای این گروه بیشتر متوجه فازهای ساخت و بهره‌برداری پروژه‌ها هستند. از میان ۱۳ معیار در گروه تخصیص منابع، با توجه به بحران آب در ایران، جای تعجب نیست که معیار حفظ منابع آب (کمی و کیفی) نه تنها مهم‌ترین معیار در این گروه بلکه مهم‌ترین در کل چارچوب بومی‌سازی شده است و بیشترین امتیاز (۴۶) در میان سایر معیارها را دارد. پس از آن، معیار کاهش مصرف آب در دوران ساخت با اختلاف بسیاری نسبت به وزن و اهمیت سایر معیارها، در رتبه دوم در این گروه قرار دارد که مجدد اشاره بر بحران مصرف آب و لزوم کاهش آن برای دستیابی به پایداری دارد. افزایش اهمیت معیارهای مذکور نسبت به Envision ضرورت بومی‌سازی را برای کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که در آنها محدودیت‌ها، شرایط و بحران‌ها عواملی با اهمیت‌های متفاوت از کشورهای توسعه‌یافته هستند.

مهم‌ترین معیارها در گروه اقلیم و تاب‌آوری در چارچوب بومی‌سازی شده باشند.

۴-۳-۵- گروه مدیریت پروژه

در میان پنج گروه اصلی در چارچوب بومی‌سازی شده، گروه مدیریت پروژه از نظر وزن و اهمیت در آخرین رتبه قرار دارد. از سوی دیگر، نتیجه مقایسه‌های زوجی مطابق جدول بیان می‌دارد که اولویت و اهمیت زیرگروه‌ها در گروه مدیریت پروژه کاملاً متفاوت از مقادیر آن‌ها در Envision است. اگرچه در Envision به ترتیب زیرگروه‌های همکاری، برنامه‌ریزی و اقتصاد دارای بیشترین اهمیت بوده‌اند، در چارچوب بومی‌سازی شده این روند کاملاً برعکس شده است. به نحوی که زیرگروه همکاری، کمترین و زیرگروه اقتصاد، بیشترین اهمیت را دارد و زیرگروه برنامه‌ریزی در هر دو چارچوب در اولویت دوم قرار دارد، با این تفاوت که در چارچوب بومی‌سازی شده اهمیت آن نسبت به Envision مقدار اندکی کاهش یافته است.

جمعیت زیاد در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، علاوه بر اینکه یک چالش اساسی برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی است، بر توسعه زیرساخت‌ها نیز اثرگذار است. برای دستیابی به ارتباط متعادل میان جمعیت و زیرساخت و محیط طبیعی، از نظر کارشناسان معیارهای این زیرگروه که هدف اصلی آن‌ها ارزیابی اقتصادی چرخه عمر پروژه‌های زیرساختی، توجه به صرف کمترین هزینه‌ها در منابع و کسب بیشترین منافع در جوامع است اهمیت بیشتری برای کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته دارند.

در میان معیارها، نتیجه مقایسه‌های زوجی نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی برای جوامع پایدار با رتبه ۱۳ در کل چارچوب، مهم‌ترین معیار گروه مدیریت پروژه است. زیرساخت‌ها برای مدت طولانی خدمات ارائه می‌دهند و اگر آینده آن‌ها به درست برنامه‌ریزی نشود، با رشد و توسعه جوامع آسیب‌دیده، دامنه انتخاب برای بهبود و

در خصوص اهمیت معیارهای سایر زیرگروه‌ها لازم به ذکر است اگرچه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران روندی افزایشی دارد و ۲۵ درصد از نیروی برق تولید شده در ایران در سال ۲۰۱۹ میلادی از منابع تجدیدپذیر بوده است [۴۸]، اما قرارگیری معیار استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در میان مهم‌ترین پنج معیار در گروه تخصیص منابع و کسب رتبه ششم از میان ۶۴ معیار اصلی در چارچوب بومی‌سازی شده، همچنان تأکید بر اهمیت زیاد تغییر گرایش به استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر برای دستیابی به پایداری زیرساخت‌ها در ایران دارد.

۴-۳-۴- گروه اقلیم و تاب‌آوری

طبق آمار بانک جهانی، ایران در زمینه انتشار دی‌اکسیدکربن روندی افزایشی را از سال ۱۹۹۰ میلادی تا به امروز تجربه کرده است [۴۹]. افزایش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و عدم اقدام مؤثر مسئولان جهت کاهش آن موجب بروز نگرانی‌هایی در خصوص تغییرات اقلیمی در ایران شده است. این امر اثرات منفی چشمگیری از جمله افزایش بیش از حد دما، افزایش نرخ بیابان‌زایی، طوفان‌های مکرر و شدید گرد و غبار به ویژه در استان‌های غربی و بروز خشکسالی در کل کشور را به دنبال داشته و اساساً به نحو نامطلوبی کیفیت زندگی را تحت تأثیر قرار داده است. از این‌رو، موضوع آلاینده‌ها در چارچوب ارزیابی پایداری از موضوعات مهم و حیاتی برای ایران به عنوان کشوری در حال توسعه محسوب می‌شود. بر این اساس نتیجه نظرات کارشناسان نشان می‌دهد برای حرکت به سمت پایداری برای پروژه‌های زیرساختی در ایران زیرگروه آلاینده‌ها در چارچوب بومی‌سازی شده باید حدود ۱/۴ برابر بیشتر از زیرگروه تاب‌آوری دارای اهمیت باشد و همین امر باعث شده است سه معیار شامل کاهش آلاینده‌های هوا، کاهش گازهای گلخانه‌ای و کاهش کربن خالص نهفته در زیرگروه آلاینده‌ها که همگی با چالش‌های مرتبط با آلودگی هوا در ایران مرتبط هستند، به ترتیب

اصلاح زیرساخت‌های موجود محدودتر می‌شود. بر این اساس، اولین قدم برای دستیابی به زیرساخت‌های پایدار، انتخاب پروژه‌ای مناسب از میان گزینه‌های مختلف است که در مرحله اولیه و برنامه‌ریزی برای پایداری آن تصمیم‌گیری می‌شود. بنابراین، هدف معیار فوق‌الذکر مبنی بر نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی از نظر پایداری در مرحله انتخاب پروژه و اثرهای بالقوه آن بر جوامع آسیب‌دیده، با سطح بالای اهمیت آن در چارچوب بومی‌سازی شده مطابقت دارد.

۵- نتیجه‌گیری

زیرساخت‌های عمرانی در طول چرخه حیات خود به منابع زیادی نیاز دارند و در برابر تهدیدهای مختلف طبیعی حساس هستند. اینگونه زیرساخت‌ها اگرچه زیربنای پیشرفت کشور محسوب می‌شوند، اما در عین حال توسعه آنها می‌تواند پیامدهای منفی اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی نیز داشته باشد. در نتیجه، به دلیل اهمیت صرفه‌جویی در مصرف منابع و حفظ آن برای آیندگان و نظارت برای جلوگیری از تأثیرات منفی بر جوامع متأثر در آینده، در سال‌های اخیر پایداری به هدف قابل توجهی برای زیرساخت‌های عمرانی تبدیل شده است. کشور ایران، به عنوان یک کشور در حال توسعه، در دهه‌های اخیر برای نیل به اهداف توسعه‌ای خود نیاز به ارتقای قابل توجه زیرساخت‌های عمرانی داشته است. از طرفی عدم آگاهی عمومی نسبت به ضرورت توسعه پایدار اینگونه زیرساخت‌ها تهدیدی جدی برای آینده به شمار می‌رود. براساس تجربیات متعدد بین‌المللی، یکی از عملیاتی‌ترین روش‌های ارتقای پایداری در زیرساخت‌های عمرانی، به‌کارگیری چارچوب‌های ارزیابی پایداری در فازهای مختلف چرخه حیات پروژه‌ها است. به عبارت دیگر، مطابق هدف این پژوهش، چارچوب‌های ارزیابی پایداری می‌توانند با تغییر روش‌های سنتی به عنوان راه حلی برای مقابله با چالش‌های مرتبط با پایداری عمل کرده و به توسعه دانش پایداری در سطح کشور کمک

کنند. همچنین می‌توانند با ارائه راهکارهای بهبود پایداری در تمام مراحل پروژه، به روشی عملکردی برای توسعه پایدار زیرساخت‌های عمرانی دست یابند. اما لازم است این راهکارهای پایداری با مفاهیم و شرایط بومی هر کشور و منطقه‌ای منطبق شوند. از این رو، پژوهش حاضر به بومی‌سازی یک چارچوب ارزیابی پایداری کل‌نگر و فرابخشی برای انواع زیرساخت‌ها (Envision) پرداخته که گام اولیه‌ای در جهت بهبود پایداری زیرساخت‌های عمرانی در ایران است. چارچوب بومی‌سازی شده، بستری عملیاتی فراهم می‌آورد تا ذی‌نفعان کلیدی پروژه‌های عمرانی بتوانند به ارزیابی پایداری در کل چرخه عمر زیرساخت‌ها بپردازند. اصول پایداری در نظر گرفته شده در این چارچوب در پنج گروه اصلی شامل ۶۹ معیار (۶۴ معیار موجود در Envision و پنج معیار جدید پیشنهاد شده توسط کارشناسان) طبقه‌بندی می‌شوند. این پنج گروه اصلی به ترتیب اهمیت در چارچوب بومی‌سازی شده عبارتند از کیفیت‌زندگی، محیط‌طبیعی، تخصیص منابع، اقلیم و تاب‌آوری و مدیریت پروژه. نتیجه بومی‌سازی چارچوب و اولویت‌دهی به معیارها در آن که با استفاده از یک روش مقایسه زوجی توسط کارشناسان انجام شد، نشان می‌دهد بعد اجتماعی پایداری که بیشتر در گروه کیفیت‌زندگی به آن پرداخته شده است دارای بیشترین اهمیت برای ایران به عنوان کشوری در حال توسعه است. در واقع تغییر وزن‌های گروه‌ها در چارچوب بومی نسبت به چارچوب مبنا ضرورت بومی‌سازی و بازنگری اهمیت‌ها را برای کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد. این امر که بیانگر نامطلوب بودن کارایی چارچوب‌های ارزیابی پایداری بین‌المللی برای زیرساخت‌ها در هر نوع منطقه‌ای با چالش، بحران و اولویت‌های متفاوت است. به طور کلی، چارچوب پیشنهادی قابلیت کاربرد در تمام فازهای پروژه‌های زیرساختی از جمله سدسازی، راهسازی، ساخت تونل و فرودگاه، سیستم‌های تصفیه آب و جمع‌آوری فاضلاب و غیره را دارد. همچنین، می‌تواند در سیاست‌گذاری،

پایداری برای پروژه‌های زیرساختی در ایران و ارتقای عملکرد پایدار آن‌ها، در پژوهش‌های آتی ضمن بررسی دقیق الزامات پیشنهادی برای معیارهای جدید جهت دستیابی به امتیازها، چارچوب بومی‌سازی شده در پروژه‌های موردی پیاده‌سازی شده و نقاط قوت و ضعف آن شناسایی شود.

برنامه‌ریزی، رتبه‌بندی و ارزیابی عملکرد پایدار زیرساخت‌های عمرانی با توجه به مسائل و اولویت‌های پایداری در ایران نقش داشته باشد و به عنوان یک ابزار آموزشی و خودارزیابی برای برنامه‌ریزان، تیم‌های طراحی، گروه‌های اجتماعی، نهادهای نظارتی، سازمان‌های محیط‌زیستی و سیاست‌گذاران عمل کند. بنابراین لازم است جهت به کارگیری گسترده این چارچوب ارزیابی

مراجع

- [1] Diesendorf, M. (2000). "Sustainability and sustainable development", *Sustainability: The corporate challenge of the 21st century*, 2, 19-37.
- [2] UN (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.
- [3] UN (2019). World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423). New York: United Nations.
- [4] Hakiminejad, A., Fu, C., & Mohammadzadeh Titkanlou, H. (2015). "A critical review of sustainable built environment development in Iran", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability*, Thomas Telford Ltd.
- [5] Bank, W. (1994). "World Development Report 1994 : Infrastructure for Development", New York, Oxford University Press.
- [6] Sahely, H. R., Kennedy, C. A., & Adams, B. J. (2005). "Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems", *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(1), 72-85.
- [7] Hendricks, M. D., Meyer, M. A., Gharaibeh, N. G., Van Zandt, S., Masterson, J., Cooper Jr, J. T., Horney, J. A., & Berke, P. (2018). "The development of a participatory assessment technique for infrastructure: Neighborhood-level monitoring towards sustainable infrastructure systems", *Sustainable Cities and Society*, 38, 265-274.
- [8] Keeble, B. R. (1988). "The Brundtland report: 'Our common future'", *Medicine and War*, 4(1), 17-25.
- [9] Ugwu, O., Kumaraswamy, M., Wong, A., & Ng, S. (2006). "Sustainability appraisal in infrastructure projects (SUSAIP): Part 1. Development of indicators and computational methods", *Automation in construction*, 15(2), 239-251.
- [10] Zarghami, E., Azemati, H., Fatourehchi, D., & Karamloo, M. (2018). "Customizing well-known sustainability assessment tools for Iranian residential buildings using Fuzzy Analytic Hierarchy Process", *Building and Environment*, 128, 107-128.
- [11] Diaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., & Castro-Fresno, D. (2017). "Methodology for the development of a new Sustainable Infrastructure Rating System for Developing Countries (SIRSDEC)", *Environmental Science & Policy*, 69, 65-72.
- [12] Clevenger, C. M., Ozbek, M. E., & Simpson, S. (2013). "Review of sustainability rating systems used for infrastructure projects", *49th ASC Annual International Conference Proceedings*.
- [13] Diaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., Alsulami, B., & Castro-Fresno, D. (2016). "Evaluation of existing sustainable infrastructure rating systems for their application in developing countries", *Ecological Indicators* 71(Supplement C), 491-502.
- [14] Griffiths, K., Boyle, C., & Henning, T. (2015). "Infrastructure sustainability rating tools—how they have developed and what we might expect to see in the future", *IPWEA 2015: Sustainable Communities Sharing Knowledge*. Rotorua, New Zealand.
- [15] Griffiths, K. A., Boyle, C., & Henning, T. F. (2017). "Comparative assessment of infrastructure sustainability rating tools", *Proceedings of the Transportation Research Board 96th Annual Meeting, Washington, DC, USA*.
- [16] YJ Siew, R., CA Balatbat, M., & G. Carmichael, D. (2013). "A review of building/infrastructure sustainability reporting tools (SRTs)", *Smart and Sustainable Built Environment*, 2(2), 106-139.
- [17] Rogmans, T., & Ghunaim, M. (2016). "A framework for evaluating sustainability indicators in the real estate industry", *Ecological Indicators*, 66, 603-611.
- [18] Environment, W. C. f., & Development (1987). *Our common future. The Brundtland report*, Oxford University Press Oxford.

- [19] Leman, E., & Cox, J. E. (1991). "Sustainable urban development: Strategic considerations for urbanizing nations", *Ekistics*, 216-224.
- [20] Choguill, C. L. (1993). "Sustainable cities: urban policies for the future", *Habitat International*, 17(3), 1-12.
- [21] Barker, T., Bashmakov, I., Bernstein, L., Bogner, J., Bosch, P., Dave, R., ... & Dadi, Z. (2007). "Summary for policymakers", In *Climate change 2007: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 1-24.
- [22] Andreas, G., Allen, J., Farley, L., Kao, J. K., & Mladenova, I. (2010). "Towards the development of a rating system for sustainable infrastructure: A checklist or a decision-making tool?", *Proceedings of the Water Environment Federation*, 2010(2), 379-391.
- [23] Vanegas, J. A. (2003). "Road map and principles for built environment sustainability", *Environmental science & technology*, 37(23), 5363-5372.
- [24] Institute for Sustainable Infrastructure. (2018). *Envision: Sustainable Infrastructure Framework Guidance Manual*, Washington, DC, ISBN 978-1-7322147-0-5.
- [25] Ugwu, O., & Haupt, T. (2007). "Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability—a South African construction industry perspective", *Building and Environment*, 42(2), 665-680.
- [26] Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). "Categorising tools for sustainability assessment", *Ecological economics*, 60(3), 498-508.
- [27] Ashraf, M., Hossain, M. R., & Griffiths, A. (2012). "A framework for infrastructure sustainability assessment", *Proceedings of the 10th International Conference on Advances in Steel Concrete Composite and Hybrid Structures*, 43-48.
- [28] Lee, J., Edil, T. B., Benson, C. H., & Tinjum, J. M. (2010). "Use if BEST In-Highways for Green Highway Construction Rating in Wisconsin", *Green Streets and Highways 2010: An Interactive Conference on the State of the Art and How to Achieve Sustainable Outcomes*, 480-494.
- [29] Mamipour, S., Yahoo, M., & Jalalvandi, S. (2019). "An empirical analysis of the relationship between the environment, economy, and society: Results of a PCA-VAR model for Iran", *Ecological Indicators*, 102, 760-769.
- [30] Mansourianfar, M. H., & Haghshenas, H. (2018). "Micro-scale sustainability assessment of infrastructure projects on urban transportation systems: Case study of Azadi district, Isfahan, Iran", *Cities*, 72, 149-159.
- [31] Shen, L., Wu, Y., & Zhang, X. (2011). "Key assessment indicators for the sustainability of infrastructure projects", *Journal of construction engineering and management*, 137(6), 441-451.
- [32] Jato-Espino, D., Yiwo, E., Rodriguez-Hernandez, J., & Canteras-Jordana, J. C. (2018). "Design and application of a Sustainable Urban Surface Rating System (SURSIST)", *Ecological Indicators*, 93, 1253-1263.
- [33] Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2009). "An overview of sustainability assessment methodologies", *Ecological Indicators*, 9(2), 189-212.
- [34] Hutson, A. C., & Ickert, R. A. (2012). "Sustainability in water supply", *World Environmental and Water Resources Congress 2012: Crossing Boundaries*, 2856-2872.
- [35] Institute for Sustainable Infrastructure. (2019). *ASCE ICSI Envision Networking Event*, <https://sustainableinfrastructure.org>.
- [36] Dworkin, S. L. (2012). "Sample size policy for qualitative studies using in-depth interviews", *Archives of Sexual Behavior*, 41(6), 1319-1320.
- [37] Cook, D. A., & Beckman, T. J. (2009). "Does scale length matter? A comparison of nine-versus five-point rating scales for the mini-CEX", *Advances in Health Sciences Education*, 14(5), 655-664.
- [38] Akadiri, P. O., & Olomolaiye, P. O. (2012). "Development of sustainable assessment criteria for building materials selection", *Engineering, Construction and Architectural Management*, 19(6), 666-687.
- [39] Braimah, N., & Ndekugri, I. (2009). "Consultants' perceptions on construction delay analysis methodologies", *Journal of construction engineering and management*, 135(12), 1279-1288.
- [40] Chan, D. W., & Kumaraswamy, M. M. (1997). "A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects", *International Journal of project management*, 15(1), 55-63.
- [41] Chinyio, E. A., Olomolaiye, P. O., & Corbett, P. (1998). "Quantification of construction clients' needs through paired comparisons", *Journal of Management in Engineering*, 14(1), 87-92.
- [42] Olomolaiye, P. O., Wahab, K., & Price, A. D. (1987). "Problems influencing craftsmen's productivity in Nigeria", *Building and environment*, 22(4), 317-323.
- [43] Chen, Y., Okudan, G. E., & Riley, D. R. (2010). "Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings", *Automation in construction*, 19(2), 235-244.
- [44] Hosseini, P., & Khalily-Dermany, m. (2020). "A fuzzy decision support system for selecting the roof and the type of structure of the buildings", *Civil Infrastructure Researches*, 6(1), 115-126.
- [45] Fanni, M. A., Hadian, I., & Samadi, A. H. (2016). "An Evaluation of the Structure of Iran's Economy based on Sustainable Development Approach", *Strategic Studies Quarterly*, 19(71), 7-42.

- [46] Financial, Tribune. (2020). "Iran: 25% of Power Output in 2019 From Renewables", <https://financialtribune.com/articles/energy/103700/iran-25-of-power-output-in-2019-from-renewables>.
- [47] Hoseini, Z., Mozafari, M., & Fijani, E. (2021). "Impact of Land Use Changes and Expanding of Irrigation on Drying up of the Bakhtegan and Tashk Lakes", *Civil Infrastructure Researches*, 7(1), 53-65.
- [48] Financial, Tribune. (2020). "Caspian Nations Discuss Shared Concerns", <https://financialtribune.com/articles/energy/103759/caspian-nations-discuss-shared-concerns>.
- [49] Data, Bank. (2020). "World Development Indicators", <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=EN.ATM.CO2E.KT&country>.