Journal of Structural and Construction Engineering, 10(7), 2023, pp. 153-181

Journal of Structural and Construction Engineering

www.jsce.ir

Development of a fuzzy evaluation system to determine the effectiveness of incentive policies influenced on the promotion of green buildings

Farshid Zandi[1], Alireza Lork[2*], Babak Aminnejad[3]

1- Ph.D Candidate, Department of Civil Engineering, Kish International Branch, Islamic Azad University, Kish Island, Iran

2- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Kish International Branch, Isalamic Azad University, Kish Island, Iran

ABSTRACT

Although the concept of green building alone can open the way to achieve such goals, a mechanism for its implementation must also be provided. Therefore, identifying and evaluating the necessary incentives for the development of green buildings has a key role. The main goal of this paper is to evaluate the effectiveness of the incentive measures (policies) influenced on the promotion of green buildings. By reviewing and summarizing the results of the research literature to identify relevant policies in the field of green construction based on different phases of the project's life cycle, a database consisting of 6 major goals and 42 incentive actions (policies) effective on the promotion of green buildings was identified. By developing the comprehensive fuzzy evaluation method and forming the policy-action matrix, policies and policies were evaluated in the direction of further development of green buildings. Based on the results, adopting and implementing economic incentives in the decision-making phase, strengthening supervision and management for the supply of new technologies and products, and decommissioning old and obsolete products in the production/material supply phase, improving the standard and evaluation system for design and construction, and A sustainable tool for the gradual establishment of rules and regulations for entering the construction industry market in the design and construction phase, gradual renovation of existing buildings and providing incentive policies for users in the operation and maintenance phase and strengthening demolition supervision to reduce environmental pollution and construction waste in the demolition phase and recycling were identified as the most key policies for the development of green buildings. Regulatory measures play an important role in all five phases of the life cycle of green buildings. Incentive policies in the decision-making phase of development, improvement of technical standards and evaluation system, and transformation into an integrated design model in the market and technology are ranked higher than regulatory policies. The results of the present research provide a clear understanding of the adoption of effective incentive policies on the promotion of green buildings.

ARTICLE INFO

Receive Date: 03 October 2022
Revise Date: 18 November 2022
Accept Date: 14 December 2022

Keywords:
Incentive policies
Green buildings
Fuzzy evaluation system
Objectives-actions matrix
Effectiveness.

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

doi: https://doi.org/10.22065/jsce.2022.361044.2930

*Corresponding author: Alireza Lork
Email address: alireza.lork@iau.ac.ir

نشریه مهندسی سازه و ساخت
(علمی - پژوهشی)
www.jsce.ir

Journal of Structural and Construction Engineering
JSCE
نشریه علمی-پژوهشی مهندسی سازه و ساخت

توسعه یک سیستم ارزیابی فازی جهت تعیین اثربخشی سیاست‌گذاری‌های تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز

فرشید زندی[۱]، علیرضا لرک[۲*]، بابک امین‌نژاد[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد بین‌المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، جزیره کیش، ایران

چکیده

اگرچه مفهوم ساختمان سبز به تنهایی می‌تواند راهگشای دستیابی به اهداف توسعه پایدار باشد، اما باید سازوکار پیاده‌سازی آن نیز فراهم گردد. از همین رو شناسایی و ارزیابی مشوق‌های لازم برای توسعه ساختمان‌های سبز، از نقشی کلیدی برخوردار است. هدف اصلی مقاله حاضر ارزیابی اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز است. با مرور و جمع‌بندی نتایج حاصل از ادبیات تحقیق برای شناسایی سیاست‌های مربوطه در زمینه ساخت و ساز سبز براساس فازهای مختلف چرخه عمر پروژه، پایگاه داده‌ای متشکل از ۶ هدف عمده و ۴۲ اقدام (سیاست) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان سبز شناسایی شد. با توسعه روش ارزیابی فازی جامع و تشکیل ماتریس سیاست-اقدامات به ارزیابی سیاست‌گذاری‌ها و خط مشی‌های توسعه ساختمان‌های سبز پرداخته شد. براساس نتایج، اتخاذ و پیاده‌سازی مشوق‌های اقتصادی در فاز تصمیم‌گیری، تقویت نظارت و مدیریت برای عرضه فناوری‌ها و محصولات جدید و از رده خارج کردن محصولات قدیمی و منسوخ در فاز تولید/ تامین مصالح، بهبود سیستم استاندارد و ارزیابی برای طراحی و ساخت و ساز پایدار جهت ایجاد تدریج قوانین و مقررات ورود به بازار صنعت ساخت در فاز طراحی و ساخت، بازسازی تدریجی ساختمان‌های موجود و ارائه سیاست‌های تشویقی برای کاربران در فاز بهره‌برداری و نگهداری و تقویت نظارت بر تخریب برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و زباله‌های ساختمانی در فاز تخریب و بازیافت به‌عنوان کلیدی‌ترین سیاست‌گذاری‌ها برای توسعه ساختمان‌های سبز شناسایی شدند. اقدامات نظارتی نقش مهمی را در هر پنج فاز چرخه عمر ساختمان‌های سبز ایفا می‌کنند. سیاست‌های تشویقی در فاز تصمیم‌گیری توسعه، بهبود استانداردهای فنی و سیستم ارزیابی و تبدیل به مدل طراحی یکپارچه در بازار و فناوری بالاتر از سیاست‌های نظارتی رتبه‌بندی شده‌اند. نتایج تحقیق حاضر درک واضحی را از اتخاذ سیاست‌گذاری‌های تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز ارائه می‌نماید.

کلمات کلیدی: سیاست‌گذاری‌های تشویقی، ساختمان‌های سبز، سیستم ارزیابی فازی، ماتریس اهداف-اقدامات، اثربخشی.

سابقه مقاله:					شناسه دیجیتال:
دریافت	بازنگری	پذیرش	انتشار آنلاین	چاپ	https://doi.org/10.22065/jsce.2022.361044.2930
۱۴۰۱/۰۷/۱۱	۱۴۰۱/۰۸/۲۷	۱۴۰۱/۰۹/۲۳	۱۴۰۱/۰۹/۲۳	۱۴۰۲/۰۷/۳۰	doi: 10.22065/jsce.2022.361044.2930

*نویسنده مسئول: علیرضا لرک

پست الکترونیکی: alireza.lork@iau.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه افزایش مداوم جمعیت کره زمین از یک سو و بهره‌برداری بی‌رویه بشر از منابع انرژی از سوی دیگر، بسیاری از کشورهای جهان را با مشکلات عدیده مواجه ساخته است [۱ و ۲]. این موضوع مشکلاتی از قبیل کمبود منابع انرژی، گرم شدن کره زمین، آلودگی هوا و افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، فراوانی محل‌های دفن زباله، کمبود آب و بیماری و موارد دیگری از این قبیل را به‌عنوان میراثی از زندگی بشریت در قرن بیست و یکم بر جای خواهد گذاشت و حیات بشر در حال و آینده را به شدت در معرض تهدید قرار خواهد داد [۳]. علیرغم مصرف زیاد انرژی در صنایع گوناگون، صنعت ساخت و ساز همواره به‌عنوان یکی از صنایع اصلی تاثیرگذار در این خصوص مطرح بوده است [۴ و ۵]. تا جایی که براساس آمار منتشر شده از سوی برنامه‌های زیست محیطی سازمان ملل (UNEP)، صنعت ساختمان در حدود ۴۰ درصد از مصرف انرژی جهانی و ۳۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی را به خود اختصاص داده است [۶ و ۷]. طی دهه‌های گذشته، علیرغم نقش بسزای صنعت ساختمان در رشد اقتصاد ملی جوامع، توسعه این صنعت منجر به ایجاد خسارات جبران‌ناپذیری بر پیکره محیط زیست شده است [۸]. اثر قابل ملاحظه فعالیت‌های صنعت ساختمان بر جنبه‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی، توجه به پتانسیل‌های این صنعت در کمک به حفاظت از محیط زیست و پیاده‌سازی هرچه بهتر مسائل مرتبط با توسعه پایدار را به مسئله‌ای ضروری تبدیل نموده است [۹]. از همین رو امروزه بسیاری از دولت‌ها در تدوین برنامه‌های استراتژیک برای رشد اقتصادی، بهره‌گیری از رویکردهای جدید همچون ساختمان‌های سبز را به‌عنوان یکی از سرلوحه‌های توسعه قتصادی در نظر گرفته‌اند [۱۰ و ۱۱]. از سوی دیگر، دغدغه‌های فراوان پیرامون حفاظت از انرژی، افزایش گرمایش جهانی، تقلیل منابع تجدیدناپذیر کره زمین، موجب توجه روزافزون جوامع به ساختمان‌های سبز گشته است [۱۲ و ۱۳].

ایده اصلی توسعه ساختمان‌های سبز، فرایندی برای احداث ساختمان‌های سازگار با محیط زیست و حفظ انرژی به شمار می‌رود [۱۴]. این فرآیند در راستای دستیابی به اهدافی همچون ذخیره‌سازی و کاهش مصرف انرژی، حفاظت از محیط زیست، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، پایداری ساختمان‌ها، زیبایی‌شناسی، کنترل برخی از بحران‌های طبیعی، صیانت از آلودگی و تغییرات نامطلوب شرایط اقلیمی و آب و هوایی، بالا بردن سرانه فضای سبز، تعدیل فضای روانی جامعه، ایجاد عایق صوتی و گرمایی و مواردی از این دست گام برمی‌دارد [۱۵]. توسعه صنعت ساختمان‌های سبز برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار جهانی قابل توجه است [۱۶]. بر این اساس می‌توان گفت که ساختمان‌های سبز، پرچم‌دار توسعه پایدار و ایجاد تعادل بین مسائل مربوط به سلامت محیطی، اقتصادی و اجتماعی به شمار می‌روند [۱۷]. به منظور توسعه ساختمان‌های سبز، قبل از هر چیز شناسایی انگیزه‌ها و مشوق‌های مختلف برای ترویج استفاده از این نوع ساختمان‌ها در صنعت ساخت بسیار ضروری است [۱۸]. امروزه مزایایی همچون صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت بخصوص هزینه انرژی، کاهش کربن و انتشار گازهای گلخانه‌ای، صرفه‌جویی در مصرف آب، کاهش ضایعات، افزایش تقاضای بازار برای ساختمان‌های سبز، حق بیمه کمتر، دوام بیشتر، پایین بودن هزینه نهایی ساختمان با وجود بالا بودن هزینه‌های اولیه و برخورد مسئولانه با محیط زیست به انگیزه‌های مضاعفی برای جوامع و دولت‌ها در بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان برای حرکت به سوی ساختمان‌های سبز تبدیل شده است [۱۹]. علیرغم فواید و انگیزه‌های مذکور، اما هنوز هم در کشورهای در حال توسعه همچون ایران، تلاش‌های محدودی در رابطه با استفاده از ایده‌های ساختمان سبز در راستای حرکت به سمت توسعه پایدار در صنعت ساخت صورت گرفته است [۲۰ و ۲۱].

اگرچه مفهوم ساختمان سبز به تنهایی می‌تواند راهگشای دستیابی به مزایای مذکور باشد، اما باید سازوکار پیاده‌سازی آن نیز فراهم گردد [۲۲ و ۲۳]. برای این منظور در نظر گرفتن مشوق‌های لازم برای توسعه ساختمان‌های سبز، از نقشی کلیدی برخوردار است [۲۴]. مشوق‌های ساختمان سبز به رفع موانع توسعه این ساختمان‌ها کمک می‌کنند [8] و یکی از مؤلفه‌های اصلی برنامه‌ریزی سیاست‌های انرژی به شمار رفته و نقشی حیاتی در ارتقاء توسعه پایدار و استراتژی‌های کاهش کربن به همراه دارند [11]. پس از سال‌های متمادی، بازار ساختمان سبز در حال بالغ شدن است. بنابراین انگیزه‌ها و مشوق‌های توسعه این ساختمان‌ها باید متناسب با تحولات بازار تنظیم شوند. شناخت چگونگی تنظیم این مشوق‌ها و اثربخشی آنها می‌تواند بر نگرش سهامداران نسبت به ساختمان‌های سبز تأثیر بسزایی داشته باشد

[16]. از همین رو، بازگشت به اصول و درک چگونگی عملکرد یک طرح تشویقی قبل از اجرای هرگونه تعدیل برای سیاست‌گذاران بسیار حائز اهمیت است [8].

امروزه دولت‌ها و توسعه‌دهندگان ساختمان‌های سبز به درستی به اهمیت وجود مشوق‌ها و نقش آنها بر اثربخشی انگیزه جهت توسعه این نوع ساختمان‌ها پی برده‌اند. از همین رو در بسیاری از کشورهای پیشرفته، مطالعات گسترده‌ای درخصوص اثربخشی مشوق‌ها ازطریق روش‌های مختلف صورت گرفته است [16]. با وجود حضور مشوق‌های متعدد ساختمان‌های سبز، اما هنوز هم درک درستی از توزیع و اثربخشی آنها صورت نگرفته است. تا جایی که هنوز هم مکانیزم‌های تصمیم‌گیری دولت‌ها، توسعه‌دهندگان و سهامداران ساختمان‌های سبز در یک روند تعاملی مورد بررسی قرار نگرفته است [۲۵].

امروزه مطالعات درخصوص ارزیابی مشوق‌ها و تاثیرگذاری آنها بر ارتقاء ساختمان‌های سبز به‌صورت گسترده در بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان در حال انجام می‌باشد. علیرغم وجود پتانسیل‌های بالقوه در کشورهای در حال توسعه همچون ایران به منظور توسعه ساختمان‌های سبز از یک سو و عدم آگاهی کافی از مشوق‌ها و پیش‌نیازهای دستیابی به این فرآیند، توسعه مدل‌های هدفمند به منظور ارزیابی مشوق‌های موثر در گرایش هرچه بیشتر کشور ایران به سمت ساختمان‌های سبز بسیار ضروری می‌نماید [23 و ۲۶]. علیرغم اهمیت این موضوع، اما هنوز هم در کشور ایران، ضعف اجرای قوانین و مقررات ساختمان، عدم وجود یک استاندارد ملی در زمینه ساختمان‌های سبز و همچنین عدم ایجاد مشوق‌های اقتصادی و غیراقتصادی، منجر به افزایش بی‌رویه ساخت و سازهای ناسازگار با محیط زیست، مصرف منابع انرژی و در نتیجه آلودگی روزافزون محیط زیست شده است [۲۷ و ۲۸]. با این همه هنوز هم تحقیق عمیقی در این زمینه در کشور صورت نگرفته است و هنوز هم درک درستی از اثربخشی مشوق‌ها وجود ندارد. براساس برخی گزارش‌ها، صنعت ساختمان در کشور ایران حدود ۴۰٪ از منابع طبیعی استخراج، ۱۷٪ از برق و ۱۲٪ از آب آشامیدنی را مورد استفاده قرار می‌دهد و حدود ۴۵٪ الی ۶۵٪ زباله ها را تولید می‌کند. نزدیک به ۵۰٪ هزینه‌های مربوط به انرژی در کشورهای توسعه یافته در بخش ساخت و ساز و فرآیندهای پس از ساخت صرف می‌شود. صنعت ساخت از لحاظ تولید گازهای گلخانه ای در رتبه نخست قرار دارد [۲۹]. این آمارها به وضوح گواه اهمیت و ضرورت ارزیابی مشوق‌ها و تعیین میزان اثر آنها بر روند توسعه ساختمان‌های سبز در کشور ایران است. بر همین اساس در پژوهش حاضر تلاش خواهد شد تا ضمن شناسایی و معرفی مهمترین مشوق‌های موثر توسعه ساختمان‌های سبز در کشور، مدلی برای تعیین میزان اهمیت و نقش این مشوق‌ها در دستیابی به اهداف اجرایی ساختمان‌های سبز به‌صورت گسترده در کشور ارائه گردد. به عبارت دیگر، این پژوهش به دنبال ارائه الگویی به منظور ارزیابی و تداوم الگوی ارتباطی بین مشوق‌ها و توسعه هرچه بیشتر ساختمان‌های سبز در کشور می‌باشد. باید خاطرنشان کرد که استراتژی‌های دولت‌ها و نظرات توسعه‌دهندگان در راستای اثربخشی هرچه بیشتر مشوق‌ها ممکن است با گذشت زمان تغییر کند [8] و از همین رو با عدم قطعیت‌ها و ابهامات زیادی همراه باشد. این در حالی است که در ارزیابی اثربخشی مشوق‌ها، کمتر به مسئله وجود عدم قطعیت‌ها و ابهامات در نظرات و استراتژی‌های دولت‌ها و توسعه‌دهندگان ساختمان‌های سبز مورد توجه قرار گرفته است. لذا با توجه به وجود عدم قطعیت‌های زیاد در ارزیابی این مشوق‌ها، در این مطالعه تلاش شده است تا با استفاده از تکنیک‌های ارزیابی فازی با قابلیت لحاظ کردن عدم قطعیت‌ها در فرآیند تصمیم‌گیری، به ارزیابی اهداف و اقدامات و اثربخشی مشوق‌های موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز ارائه گردد.

۲- متدولوژی

پایه هر علمی روش‌شناسی آن است و اعتبار و ارزش قوانین علمی به روش شناختی مبتنی است که در آن علم به کار می‌رود [۳۰]. به‌طوری که از روش تحقیق به‌عنوان "استراتژی بازجویی و جستجو" در راستای دستیابی به اهداف تحقیق یاد می‌شود [۳۱]. روش‌های تحقیق در یک پژوهش علمی را می‌توان به‌عنوان راهنمای جستجوها در جهت دستیابی به واقعیت و اهداف از پیش تعیین شده، برمبنای هدف، شیوه گردآوری و نوع داده‌های تحقیق طبقه‌بندی نمود [۳۲]. پژوهش حاضر یک تحقیق پیمایشی از نوع مطالعه با ماهیت مقطعی به شمار می‌رود. چراکه ضمن شناسایی مهمترین مشوق‌های موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز، الگویی را برای ارزیابی و تداوم الگوی ارتباطی بین مشوق‌ها و توسعه هرچه بیشتر ساختمان‌های سبز در کشور ایران ارائه می‌نماید. راهبرد پژوهش حاضر، آمیخته یا ترکیبی از روش‌های

کیفی و کمی می‌باشد. کیفی از آن جهت که برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات (شناسایی مشوق‌های موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز) از منابع کتابخانه‌ای منطبق بر اهداف تحقیق بهره گرفته شده است. از سوی دیگر، با توجه به اینکه جهت تحلیل مشوق‌های شناسایی شده، از تکنیک‌های ارزیابی فازی بهره گرفته می‌شود، می‌توان تحقیق حاضر را جزو تحقیقات کمی به شمار آورد.

۲-۱- پرسشنامه و راستی‌آزمایی آن

پرسشنامه شامل مجموعه‌ای از سؤالات هدفمند از قبل تدوین شده است که با بهره‌گیری از مقیاس‌های گوناگون، نظرات فرد پاسخگو را مورد سنجش قرار می‌دهد و با استفاده از آن، پاسخ‌دهندگان، پاسخ‌های خود را درون دامنه‌ای از گزینه‌های معین انتخاب می‌کنند [۳۳]. پرسشنامه روشی مطلوب برای مطالعه نگرش‌ها و افکار عمومی در موضوعات تصمیم‌گیری به شمار می‌رود [۳۴]. انواع سؤالات قابل طرح در پرسشنامه به‌صورت بسته‌پاسخ[1] و بازپاسخ[2] می‌باشد. همچنین پرسشنامه‌ها می‌توانند به‌صورت حضوری، پستی و یا الکترونیکی به اجرا درآیند [۳۵]. با توجه به توسعه اینترنت و شبکه‌های مجازی و سایت‌های معتبر علمی از یک سو و محدودیت‌های مراجعات حضوری برای دریافت نظرات، در تحقیق حاضر برای توزیع پرسشنامه از شبکه‌های مجازی و توزیع پرسشنامه به‌صورت الکترونیکی بهره گرفته شده است. در این روش نسخه الکترونیکی پرسشنامه که قابلیت تکمیل آن به‌صورت برون خط وجود دارد، تهیه شده و ازطریق فضای مجازی ارسال و دریافت گردیده است.

پرسشنامه طراحی‌شده در تحقیق حاضر برای سنجش کارآمدی و اثربخشی فازهای مختلف چرخه عمر پروژه، اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر توسعه ساختمان‌های سبز و برمبنای سؤالات بسته‌پاسخ تنظیم شده است. بدین منظور با استفاده از متغیرهای زبانی که در بخش‌های بعدی معرفی خواهد شد، میزان اهمیت و اثربخشی مشوق‌های شناسایی شده بر ارتقاء ساختمان‌های سبز توسط گروهی از خبرگان تعیین می‌گردد. بر این اساس پاسخ‌دهندگان ترجیحات خود در میان مجموعه گزینه‌های موجود در یک گویه از پرسشنامه را با یک پارامتر اسمی یا متغیر زبانی مطرح می‌نمایند.

یکی از نکات مهم در بهره‌گیری از پرسشنامه، راستی‌آزمایی آن ازطریق تعیین روایی و پایایی است. اعتبارسنجی تعیین‌کننده میزان یکسان بودن نتایج ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان می‌باشد. این فرآیند کمک می‌کند که در صورت عدم تأیید و عدم دقت کافی سؤالات مندرج در پرسشنامه براساس نظرات خبرگان، محقق اقدام به تنظیم مجدد آنها نماید. روایی به این پرسش پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد در سنجش خصیصه مورد نظر در رسیدن به اهداف پژوهش مفید بوده است [32]. برای تعیین روایی، روش‌های متعددی وجود دارد که در این تحقیق از روش روایی محتوایی و تعیین ضریب روایی CVR [36] برای دو سری از فاکتورهای اصلی در یک آزمون پایلوت بهره گرفته شده است. برای تعیین CVR از متخصصان درخواست شد تا اهمیت هر یک از آیتم‌های شناسایی شده را براساس نظرسنجی مبتنی بر یک طیف سه گزینه‌ای شامل "ضروی است"، "مفید است، ولی ضرورتی ندارد" و "ضرورتی ندارد" تعیین نمایند. سپس طبق نظرات متخصصین، از معادله ۱ برای تعیین CVR استفاده شد.

$$CVR = \frac{n_E - (N/2)}{N/2} \qquad (۱)$$

که در این معادله، n_E تعداد متخصصان با نظر ضروری و N نیز تعداد کل متخصصان پاسخگو می‌باشند.

اگر مقدار محاسبه‌شده برای CVR از مقدار ارائه شده در جدول ۱ بزرگتر باشد، اعتبار محتوای آن آیتم پذیرفته می‌شود. در غیر این صورت نیاز به بازنگری و یا تغییر آیتم شناسایی شده خواهد بود.

1 Closed-Ended Questions
2 Open-Ended Questions

جدول ۱: مبنای تصمیم گیری در مورد روایی محتوایی براساس مقدار ضریب *CVR*

تعداد افراد پانل متخصصان	حداقل مقدار روایی	تعداد افراد پانل متخصصان	حداقل مقدار روایی	تعداد افراد پانل متخصصان	حداقل مقدار روایی
۵	۰/۹۹	۹	۰/۷۸	۲۵	۰/۳۷
۶	۰/۹۹	۱۰	۰/۶۲	۳۰	۰/۳۳
۷	۰/۹۹	۱۵	۰/۴۹	۴۰	۰/۲۹
۸	۰/۸۵	۲۰	۰/۴۲	۵۰	۰/۲۴

پایایی یکی از ویژگی‌های فنی ابزار اندازه‌گیری است و بیانگر یکسانی نتایج حاصل از ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان می‌باشد [33]. به عبارت دیگر، پایایی، ثبات و هماهنگی منطقی بین پاسخ‌های ارائه شده برای گویه‌های موجود در ابزار اندازه‌گیری داده‌های یک تحقیق را نشان می‌دهد. برای محاسبه پایایی روش‌های مختلفی ارائه شده است که ازجمله آنها می‌توان به روش بازآزمایی، روش موازی یا همتا و روش آلفای کرونباخ[3] اشاره نمود. در این تحقیق جهت تعیین پایایی درونی آزمون، از روش آلفای کرونباخ به‌عنوان متداول‌ترین روش در پژوهش‌های مدیریتی و تعیین ضریب r_α طبق معادله ۲ استفاده شده است.

$$r_\alpha = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1-\frac{\sum\sigma_j^2}{\sigma^2}\right) \qquad (۲)$$

که در این معادله، r_α ضریب پایایی کل آزمون، k تعداد کل سؤالات آزمون، σ_j^2 واریانس نمرات سؤال jام و σ^2 واریانس نمرات کل سؤالات می‌باشد. هرچه میزان r_α بیشتر باشد، به این معنی است که طرح سؤالات دارای قابلیت اطمینان بالاتری می‌باشد. اگر r_α بیشتر از ۰,۷ باشد، پرسشنامه از پایایی قابل قبولی برخوردار است. در غیر این صورت سؤالات پرسشنامه نیازمند تجدید نظر است. لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر از نظرات ۴۰ نفر از خبرگان در یک آزمون پایلوت برای سنجش روایی محتوایی و پایایی پرسشنامه‌ها بهره گرفته شد. همچنین نظرات این خبرگان برحسب پرسشنامه‌های اولیه و با تبدیل عبارات کلامی ارائه شده توسط آنها به طیف پنج گزینه‌ای لیکرت (خیلی کم = ۱، کم = ۲، متوسط = ۳، زیاد = ۴ و خیلی زیاد = ۵) مورد سنجش قرار گرفت. بر این اساس ضمن تحلیل‌های آماری اولیه در نرم‌افزار SPSS، پایایی و روایی پرسشنامه‌ها راستی‌آزمایی شد.

۲-۲- جامعه آماری و نمونه پژوهش

جامعه مورد مطالعه در پژوهش حاضر یک جامعه با حجم نامحدود است. در چنین مواردی بهتر است که از تعداد مشخصی از افراد شناسایی شده در جامعه به‌عنوان نمونه استفاده گردد. به عبارت بهتر کار کردن بر روی نمونه‌ها به جای یک جامعه آماری گسترده به‌خصوص در مواقعی که حجم جامعه آماری بالاست، کفایت لازم را برای تحقیق ایجاد می‌نماید [32]. برای تعیین اندازه حجم نمونه آماری در مواری که مشابه تحقیق حاضر، حجم جامعه آماری مورد مطالعه خیلی وسیع بوده و تعداد دقیق آن مشخص نیست، بهتر است که از روش کوکران طبق معادله ۳ اقدام نمود.

$$n = \frac{Z^2 P(1-P)}{d^2} \qquad (۳)$$

که در این معادله، n حجم نمونه مورد نیاز از یک جامعه آماری با حجم نامحدود، Z مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۹۶ می‌باشد. پارامتر P نیز مقدار نسبت صفت موجود در جامعه بوده و اگر در اختیار نباشد، به‌صورت پیش‌فرض می‌توان آن را ۰/۵ در نظر گرفت. پارامتر d نیز مقدار اشتباه مجاز در تعیین سطح استاندارد بوده و در پژوهش‌های آماری معمولاً برابر با ۰/۰۹۹ در نظر گرفته می‌شود [31]. با توجه به پارامترهای مذکور، حجم نمونه (تعداد افراد مورد نیاز برای پاسخگویی به پرسشنامه‌های تهیه شده در این پژوهش) برابر با ۹۸ نفر انتخاب شده است. لذا به همین تعداد پرسشنامه آماده شده و ازطریق لینک آنلاین در شبکه‌های اجتماعی و ارسال پست الکترونیکی برای خبرگان ارسال شد. از ۹۸ پرسشنامه توزیع‌شده، ۸۴ پرسشنامه به‌طور کاملاً صحیح و

3 Cronbach's Coefficient Alpha

بدون هیچگونه نقصی جمع‌آوری گردید. ازطریق یک آزمون پایلوت سنجش کفایت نمونه، مشاهده شد که ۸۵/۷۱ درصد از پرسشنامه‌ها معتبر بوده و بنابر تحقیقات گذشته، این مقدار برای کفایت نمونه‌ها بسیار مطلوب می‌باشد [۳۶]. پس از تعیین حجم نمونه، اقدام به نمونه‌گیری و شناسایی پانل خبرگان شد. هدف از نمونه‌گیری، فراهم‌سازی راهکارهایی عملی برای جمع‌آوری داده و پردازش اجرای پژوهش و اطمینان از متناسب بودن نمونه نماینده از جامعه است [۳۷]. با توجه به حیطه موضوعی پژوهش حاضر، پرسش‌شوندگان به گونه‌ای انتخاب شدند که اولاً از تجربه و دانش کافی در حوزه ساخت و ساز سبز برخوردار باشند. ثانیاً ضمن تمایل به شرکت در همه‌پرسی، زمان کافی نیز برای پاسخگویی داشته باشند. همچنین هر یک از خبرگان منتخب در سازمان‌های خود دارای یک موقعیت ارشد همچون مقامات دولتی، موسسات طراحی، کارفرمایان، پیمانکاران و مهندسین ناظر می‌باشند. عناوین خبرگان نیز از مهندس ناظر ارشد، سرپرست کارگاه تا مدیر ارشد پروژه متغیر است. خلاصه‌ای از اطلاعات جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان منتخب به‌عنوان پانل خبرگان برحسب پنج خصوصیت تحصیلات آکادمیک، سابقه و تجربه کاری، سمت کاری، حوزه کاری و میزان مهارت و تخصص در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: اطلاعات جمعیت شناختی خبرگان منتخب به‌عنوان نمونه آماری

پارامتر	مؤلفه	فراوانی	درصد فراوانی
تحصیلات آکادمیک	کارشناسی	۲۸	۳۳/۳۴
	کارشناسی ارشد	۳۹	۴۶/۴۲
	دکترا و بالاتر	۱۷	۲۰/۲۴
سابقه و تجربه کاری مرتبط با ساختمان سبز	بین ۵ تا ۱۰ سال	۲۱	۲۵/۰۰
	بین ۱۰ تا ۲۰ سال	۴۰	۴۷/۶۲
	بیش از ۲۰ سال	۲۳	۲۷/۳۸
سمت کاری	مهندس ناظر ارشد پروژه	۳۷	۴۴/۰۵
	سرپرست کارگاه	۱۸	۲۱/۴۳
	مدیر ارشد پروژه	۲۹	۳۴/۵۲
حوزه کاری	کارفرما	۱۵	۱۷/۸۶
	پیمانکار	۳۰	۳۵/۷۲
	مشاور	۳۹	۴۶/۴۲
مهارت و تخصص در رابطه با ساخت و ساز سبز	تعداد ورکشاپ‌ها و سمینارهای آموزشی مرتبط با ساختمان سبز		حداقل ۱۱۹
	تعداد مشارکت در اجرای پروژه‌های ساخت و ساز سبز		حداقل ۱۴۲
	تعداد مشارکت در تحلیل مسائل ساخت و ساز سبز		حداقل ۱۸۱

۳- فرآیند حل مسئله

امروزه مزایا، کارکردها، چالش‌ها و استراتژی‌های مورد نیاز جهت ارتقاء، اجرا و استفاده از ساختمان‌های سبز در کشورهای مختلف دنیا به‌طور گسترده‌ای در مطالعات قبلی به اثبات رسیده است [1، 2، 4، 5، 10، 15، 17، 16، 20، 22، 24، 7، 14، 19، ،۳۸، ۳۹، ۴۰ و ۴۱]. براساس استانداردهای توسعه یافته برای ارزیابی ساختمان‌های سبز، کارکردهای اصلی این ساختمان‌ها شامل حفاظت از منابع طبیعی (انرژی، زمین، آب و مصالح) می‌باشد [6]. چنین کارکردهایی، ضمن حفاظت از محیط زیست، کاهش آلودگی، یک محیط زیست سالم و راحت را برای کاربران فراهم می‌نماید. به‌عنوان یک اصل، ساختمان سبز به همزیستی هماهنگ طبیعی بین انسان و محیط ساخته شده در فازهای مختلف چرخه حیات ساختمان تمرکز دارد [8]. ساختمان سبز تنها به صنعت ساخت مربوط نیست، بلکه بر سایر صنایع نیز اثرگذار بوده و محیط گسترده‌تری را در معنای عمیق‌تر تحت تأثیر قرار می‌دهد. امروزه تقاضای بازار یعنی کاربران و خریداران در صنعت ساخت به سمت ساختمان‌های سبز بسیار افزایش یافته است. از همین رو توجه به این مطالبات از مهمترین جنبه‌های دولت‌ها برای تضمین کیفیت زندگی مردم و توسعه هماهنگ جامعه تبدیل گردیده است [20]. علاوه بر این، مسائل مرتبط با افزایش انگیزه و ترویج مشوق‌های مختلف مالیاتی، سیاستی، قانونی، سرمایه‌گذاری و غیره برای حرکت صنعت ساختمان به سمت ساختمان‌های سبز در تحقیقات محققین مختلفی در کشورهای مختلف دنیا مورد بررسی قرار گرفته است [2 و 16]. این در حالی است که مسئله توسعه مدل‌های ارزیابی درخصوص اثربخشی هرچه بیشتر اهداف (خط مشی‌ها) و اقدامات (سیاست‌های تشویقی) ساختمان‌های سبز با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها و ابهامات

موجود کمتر مورد توجه قرار گرفته است. حال آنکه رفع ابهامات موجود ناشی از عدم قطعیت‌ها و ابهامات زیاد در نظرات و استراتژی‌های دولت‌ها و توسعه‌دهندگان ساختمان‌های سبز در راستای اثربخشی مشوق‌های موثر بر ارتقاء این ساختمان‌ها، زمینه را برای توسعه هرچه بیشتر و سریعتر آنها فراهم می‌سازد. بر همین اساس در پژوهش حاضر سعی بر آن است تا به ارزیابی اثربخشی مشوق‌های موثر بر ارتقاء توسعه ساختمان‌های سبز پرداخته شود. بدین منظور در پژوهش حاضر از یک رویکرد منسجم مبتنی بر یک پروتکل سه مرحله‌ای (گام) مطابق شکل ۱ در فرآیند حل مسئله بهره گرفته شده است.

در طی این فرآیند که روش اجرایی هر یک از گام‌های آن به‌طور مبسوط در ادامه تشریح گردیده، پس از شناسایی، تفکیک و دسته‌بندی اهداف و اقدامات تشویقی مختلف در گام اول، در گام دوم تلاش خواهد شد تا با استفاده از تکنیک دلفی فازی[4] (FDM) به ارزیابی اولیه و غربالگری سیاست‌های تشویقی پرداخته شود تا بدین طریق فاکتورهای کارآمدتر در این خصوص شناسایی گردد. در گام سوم با استفاده از رویکرد ماتریس ارزیابی اثر فازی، به تحلیل اثربخشی اهداف و سیاست‌های تشویقی موثر بر توسعه ساختمان‌های سبز مطابق با اهداف "سند چشم‌انداز توسعه" کشور ایران پرداخته می‌شود. در این گام ضمن اولویت‌بندی اهداف و سیاست‌های کارآمد استخراج شده از گام قبلی، با استفاده از رویکرد قضاوت فازی شهودی، اثربخشی مشوق‌ها تعیین می‌گردد و به بحث و بررسی نتایج پرداخته می‌شود.

شکل ۱: فلوچارت ساختار مدل مفهومی در فرآیند حل مسئله در مطالعه حاضر

4 Fuzzy Delphi

۳-۱- گام اول: تهیه پایگاه داده (شناسایی و تفکیک مشوق‌ها)

در گام اول مطالعه اقدام به تشکیل پایگاه داده گردیده است. پایگاه داده متشکل از کلیه اهداف (خط مشی‌ها) و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز است. برای تشکیل چنین پایگاه داده‌ای اقدام به شناسایی و تفکیک اهداف اصلی براساس "سند چشم‌انداز توسعه" در کشور ایران و مهمترین اقدامات تشویقی شد. متداول‌ترین تکنیک برای شناسایی و دسته‌بندی پارامترهای موثر بر یک مسئله در پروژه‌های صنعت ساخت، استفاده از یافته‌های حاصل از تحقیقات قبلی، شهود و قضاوت‌های شخصی و تجارب خبرگان در این پروژه‌هاست [9 و ۴۲]. در تحقیق حاضر، برای شناسایی مهمترین اهداف (خط مشی‌ها) و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز، همزمان با مطالعه منابع کتابخانه‌ای و مطالعه استانداردها، دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های اجرای ساختمان‌های سبز، اطلاعات اولیه مورد نیاز درخصوص موضوع مورد بحث برمبنای کلیدواژه‌های ساختمان سبز، اهداف و خط مشی‌های سبز، توسعه ساختمان سبز و اقدامات و سیاست‌ها و مشوق‌های موثر بر این نوع ساختمان‌ها جمع‌آوری گردید.

۳-۲- گام دوم: غربالگری اهداف و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی با تکنیک دلفی فازی (FDM)

در گام دوم به پالایش و غربالگری اهداف و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی پرداخته شد. هدف از این گام، غربال و تائید نهایی اهداف و سیاست‌های تشویقی شناسایی‌شده دارای اهمیت بیشتر است. بدین منظور با استفاده از پیمایش میدانی و بهره‌گیری از ابزار پرسشنامه در ساختمان‌های سبز در حال اجرا در کشور ایران، اقدام به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز جهت تحلیل آنها شد. سپس با بهره‌گیری از داده‌های خام حاصل از پرسشنامه‌ها، روایی و پایایی (تأیید اعتبار) پرسشنامه‌ها تعیین شد. در ادامه با استفاده از تکنیک FDM، ضمن تعیین اولویت اولیه اهداف و سیاست‌های شناسایی شده، فاکتورهای کارآمدتر مشخص گردید.

مراحل اجرایی روش FDM درواقع ترکیبی از اجرای روش دلفی و انجام تحلیل‌ها بر روی اطلاعات با استفاده از تعاریف تئوری مجموعه‌های فازی [۴۳] است. روش FDM به منظور غربالگری عوامل نامناسب و اجتناب از تأثیر مقادیر انتهایی، میانگین هندسی را مبنای گروه تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. همچنین این روش به تصمیم‌گیرندگان امکان ارزیابی فازی بودن فرایند تصمیم‌گیری و دستیابی به نتیجه بهتر در انتخاب عامل را می‌دهد [۴۴]. در روش FDM، اطلاعات در قالب زبان نوشتاری از خبرگان دریافت شده و به‌صورت فازی تحلیل می‌شود [۴۵]. از روش FDM در دو حالت (۱) پیش‌بینی و (۲) غربالگری می‌توان استفاده نمود. اگر هدف پیش‌بینی باشد عموماً روش دلفی در چند دور انجام گرفته و اطلاعات به‌دست آمده در انتهای هر دور، تحلیل می‌شود. ولی حالت غربالگری در یک دور نیز قابل انجام است [۴۶]. هر یک از این رویکردها در تکنیک FDM تا رسیدن به نتیجه مطلوب (اجماع خبرگان) از فرآیند شناسایی و استخراج فاکتورهای نهایی درخصوص مسئله ادامه می‌یابد [۴۷].

تئوری مجموعه‌های فازی یک روش موثر و کارآمد برای مسائل بهینه‌سازی چندهدفه با در نظر گرفتن درجه‌ای از عدم قطعیت ذهنی تصمیم‌گیرندگان به شمار می‌رود [۴۸]. به عبارت دیگر، نظریه فازی ارتباط بین قضاوت ذهنی و تحلیل عینی را فراهم می‌کند. با به کارگیری این رویکرد، از یک‌سو قضاوت ارزشی برای تعیین ارزش اقدامات (سیاست‌های) تشویقی با فرآیند امتیازدهی فازی اتخاذ می‌گردد. از سوی دیگر، تحلیل ریاضی ازطریق ایجاد یک مدل ارزیابی فازی ارائه می‌شود [50].

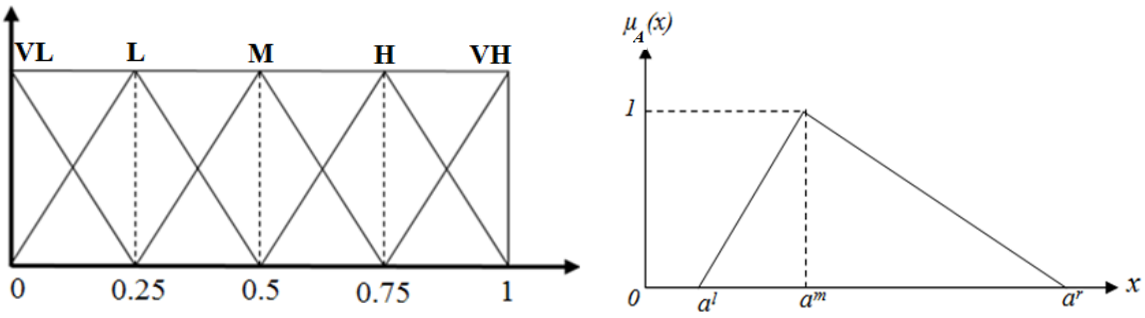
برای ارزیابی اولیه و غربالگری اهداف و سیاست‌های تشویقی شناسایی شده از یک عدد فازی مثلثی[5] (*TFN*) استفاده شد. عدد فازی مثلثی به دلیل محاسبه ساده و درک آسان آن به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است [۴۹ ، ۵۰ و ۵۱]. مطابق شکل ۲-الف، A یک زیرمجموعه فازی در دامنه R، x عنصری در A و تابع عضویت تکه‌ای خطی آن (μ_x) به‌صورت معادله ۴ تعریف می‌شود:

$$\mu_A(x)=\begin{cases}(x-a^l)/(a^m-a^l) & a^l \le x < a^m \\ 1 & x=a^m \\ (a^r-x)/(a^r-a^m) & a^m < x \le a^r \\ 0 & otherwise\end{cases} \qquad (۴)$$

5 Triangular Fuzzy Number

یک عدد فازی همچون $A(a_l, a_m, a_r)$ به یک *TFN* گفته می‌شود که پارامترهای a_l، a_m و a_r به‌ترتیب نشان‌دهنده حد پایین (کمترین)، حد محتمل (امیدوارکننده‌ترین) و حد بالا (بزرگترین) مقدار ممکن است که یک رویداد فازی را توصیف می‌کند. طبق قرارداد وقتی که $a_l = a_m = a_r$ باشد، A یک عدد غیرفازی است. همچنین زمانی که $x = a_m$ باشد، آنگاه $\mu_A(x) = 1$ است. عملیات جبری بر روی دو عدد فازی مثلثی را می‌توان در مراجع [۵۲] یافت. استفاده از اعداد فازی در ارزیابی‌های کیفی تصمیم‌گیرنده برای بیان ارزش یک شیء به سهولت امکان‌پذیر است. از همین رو، استفاده از اعداد فازی در روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه گسترش زیادی یافته است [۵۳].

در این گام، از تکنیک FDM با کسب نظرات ۸۴ نفر از خبرگان در سه دور بهره گرفته شد. در دورهای اول و دوم، برخی از اهداف و سیاست‌های تشویقی که دارای محتوای تکراری و همپوشانی مفهومی هستند، از لیست اولیه حذف و ادغام گردیدند. به علاوه برخی از سیاست‌های تشویقی جامانده و جدید براساس نظرات خبرگان به لیست اضافه می‌شوند. در دور دوم، پس از تأیید سیاست‌های تشویقی، اقدام به‌دسته‌بندی و تفکیک آنها شد. در دور سوم با توزیع پرسشنامه، میزان اهمیت هر یک از سیاست‌های تشویقی برحسب نظرات خبرگان و با استفاده از عبارت‌های کلامی مبتنی بر طیف لیکرت تعیین شد. در این مطالعه عبارت‌های کلامی برای تعیین اهمیت فاکتورها مطابق با اعداد فازی مثلثی نشان داده شده در شکل ۲-ب و جدول ۴ فازی‌سازی شده است.



شکل ۲: (الف) تابع عضویت فازی مثلثی و (ب) توابع عضویت فازی [52]

جدول ۴: متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی متناظر آنها مبتنی بر طیف پنج‌درجه‌ای [52]

میزان اهمیت (عبارت کلامی)	مقدار فازی	عدد فازی مثلثی
خیلی کم یا خیلی بی‌اثر (VL)	$\tilde{1}$	(0,0,0.25)
کم سا بی‌اثر (L)	$\tilde{2}$	(0,0.25,0.5)
متوسط یا اثربخشی متوسط (M)	$\tilde{3}$	(0.25,0.5,0.75)
زیاد یا اثربخش (H)	$\tilde{4}$	(0.5,0.75,1)
خیلی زیاد یا خیلی اثربخش (VH)	$\tilde{5}$	(0.75,1,1)

پس از گردآوری نظرات خبرگان از n پرسشنامه، میانگین فازی نظرات برای هر یک از اهداف و سیاست‌های تشویقی طبق معادله ۵ محاسبه می‌گردد:

$$\tilde{\tilde{A}} = \left(\bar{a}^l, \bar{a}^m, \bar{a}^u\right) = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} a^l}{n} + \frac{\sum_{i=1}^{n} a^m}{n} + \frac{\sum_{i=1}^{n} a^u}{n}\right) \qquad (۵)$$

در ادامه با فازی‌زدایی، عدد قطعی[6] مربوط به میزان اهمیت هر یک از اهداف و سیاست‌های تشویقی شناسایی‌شده تعیین شد. به‌طور کلی روش‌های مختلفی برای فازی‌زدایی وجود دارد [۵۴]. در تحقیق حاضر، از روش مرکز ثقل[7] (CoG) برای فازی‌دایی استفاده شد. در روش CoG، اگر $A(a_l, a_m, a_r)$ یک عدد فازی مثلثی باشد، مقدار قطعی آن (a) طبق معادله ۶ قابل محاسبه است [54]:

6 Crisp number
7 Center of Gravity

$$\left.\begin{aligned} x_{\max}^{l} &= \left(a^{l}+a^{m}+a^{u}\right)/3 \\ x_{\max}^{m} &= \left(a^{l}+4a^{m}+a^{u}\right)/6 \\ x_{\max}^{u} &= \left(a^{l}+2a^{m}+a^{u}\right)/4 \end{aligned}\right\} \xrightarrow{\text{Crisp number}} a=\max\left(x_{\max}^{l}, x_{\max}^{m}, x_{\max}^{u}\right) \qquad (۶)$$

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر از تکنیک FDM برای غربالگری اهداف و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز بهره گرفته شد، از همین رو به‌عنوان یک رویکرد قراردادی، هر فاکتوری (اهداف و سیاست‌های تشویقی) که دارای مقدار عدد قطعی بزرگتر از یک مقدار حدی (۰/۵) باشند، جزء فاکتورهای کارآمد در زمینه ارتقاء ساختمان‌های سبز به شمار می‌روند. همچنین فاکتورهای دارای مقدار قطعی کمتر از ۰/۵ به‌عنوان فاکتورهای ناکارآمد از ورود به چرخه محاسبات در گام بعدی حذف شدند.

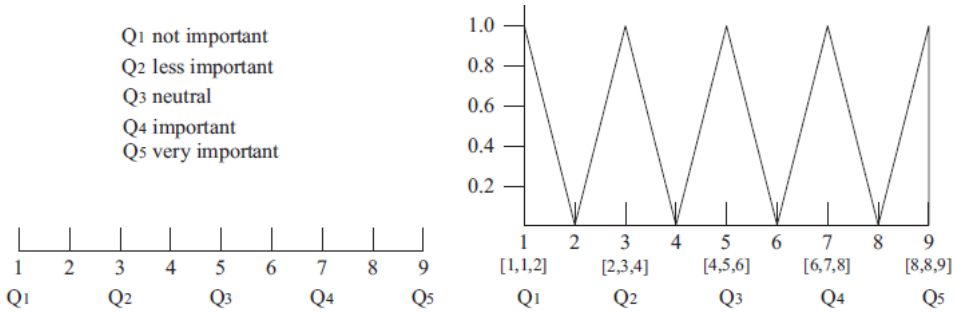
۳-۳- گام سوم: تحلیل اثربخشی اهداف و اقدامات تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز با روش ماتریس تبدیل فازی

ارزیابی اهداف و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء توسعه ساختمان‌های سبز به ترکیبی از تحلیل‌های تجربی و ارزشمندی نیاز دارد. پس از غربالگری اولیه و شناسایی اهداف و سیاست‌های تشویقی کارآمد در گام‌های اول و دوم، در ادامه و در گام سوم از رویکرد ماتریس تبدیل فازی برای ایجاد مدل ارزیابی اثربخشی اهداف و اقدامات تشویقی جهت ارتقاء ساختمان‌های سبز در راستای اهداف "سند چشم‌انداز توسعه" در کشور ایران بهره گرفته شد. جهت اجرای این گام، رویکرد پیشنهادشده توسط لی [۵۵] و کو و همکاران [19] برای ایجاد مدل ارزیابی فازی اهداف و سیاست‌های تشویقی ساختمان سبز با توجه به ماتریس تبدیل اهداف- اقدامات اتخاذ شد [۵۶ و ۵۷] که در ادامه چگونگی اجرای این رویکرد تشریح گردیده است.

۳-۳-۱- پیاده‌سازی روش ماتریس تبدیل فازی جهت اولویت‌بندی اهداف و سیاست‌های تشویقی

با توجه به مدل تبدیل ماتریسی با استفاده از اعداد فازی مثلثی که در شکل ۳ نشان داده شده است، تعیین وزن و اولویت اهداف سیاست‌گذاری و سیاست‌های تشویقی جهت ارتقاء ساختمان‌های سبز را می‌توان به مراحل زیر تقسیم کرد:

۱) شناسایی اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری برای ارتقاء ساختمان‌های سبز، شناسایی و تفکیک اقدامات (سیاست‌های) تشویقی وابسته به هر یک از اهداف (این شناسایی و تفکیک که تحت عنوان تشکیل پایگاه داده شناخته می‌شود، در گام اول اجرا می‌گردد).
۲) تعیین وزن اهداف (خط مشی‌ها)
۳) تشکیل ماتریس همبستگی اهداف- اقدامات (سیاست‌های) تشویقی
۴) محاسبه وزن اقدامات (سیاست‌های) تشویقی با استفاده از ماتریس همبستگی و اولویت‌بندی آنها



شکل ۳: مکانیزم درجه‌بندی و اعداد فازی مثلثی

گام کلیدی در اجرای مراحل فوق، تعیین وزن اهداف سیاست‌گذاری و تشکیل ماتریس همبستگی اهداف سیاست‌گذاری- اقدامات (سیاست‌های) تشویقی است. برای این منظور از رویکرد پیشنهادشده توسط شی و همکاران [38] به شرح زیر بهره گرفته شد.

ابتدا وزن اهداف ازطریق روش امتیازدهی خبرگان با امتیازی از ۱ تا ۹ در پنج سطح تعیین می‌گردد. به‌طوری که اعداد ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ به‌ترتیب نشان‌دهنده متغیرهای زبانی "بی‌اهمیت"، "کم‌اهمیت"، "خنثی"، "مهم" و "بسیار مهم" هستند. سپس با اتخاذ نظریه اعداد فازی مثلثی، امتیاز هر یک از اهداف سیاست‌گذاری که توسط کارشناسان درجه بندی شده است، محاسبه می‌شود. این کار با محاسبه میانگین وزن فازی درجه‌بندی شده توسط P نفر از خبرگان برای آیتم I از اهداف سیاست‌گذاری انجام می‌شود. متعاقباً، وزن میانگین فازی نهایی برای آیتم I به‌دست می‌آید.

اگر فرض کنیم P نفر از خبرگان به N اقدام سیاست‌گذاری وزن اختصاص دهند، ماتریس وزنی متخصصین به‌صورت معادله ۷ در نظر گرفته می‌شود:

$$w^q = \left(w_1^q; w_2^q; ...; w_n^q\right)^T \quad (۷)$$

که در این رابطه w_i^q وزن اصلی است.

ماتریس فازی متناظر به‌صورت معادله ۸ تعیین می‌گردد:

$$\delta^q = \left(\delta_1^q; \delta_2^q; ...; \delta_n^q\right)^T \quad (۸)$$

که در آن δ_i^q عدد فازی مثلثی مربوط به w_i^q است.

به‌طور کلی، δ_i^q را می‌توان به‌صورت معادله ۹ بیان کرد:

$$\delta_i^q = \left(L\delta_i^q, M\delta_i^q, U\delta_i^q\right) \quad (۹)$$

که در این رابطه $L\delta_i^q$، $M\delta_i^q$ و $U\delta_i^q$ به‌ترتیب بیانگر حد پایین، حد متوسط و حد بالای δ_i^q هستند. در هنگام بهره‌گیری از یک عدد فازی مثلثی، اگر خبره qام، وزن iامین اقدام سیاست‌گذاری (w_i^q) را با یکی از اعداد ۱ تا ۹ اختصاص دهد، با توجه به معادلات فوق، عدد فازی مثلثی متناظر (δ_i^q) به‌صورت جدول ۵ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵: مقیاس مرتبط با متغیرهای زبانی، مقادیر فازی متناظر آنها

متغیرهای زبانی	وزن فازی (w_i^q)	عدد فازی مثلثی متناظر (δ_i^q)
بی اهمیت (Q1)	۱	(۲، ۱، ۱)
کم اهمیت (Q2)	۳	(۴، ۳، ۲)
خنثی (Q3)	۵	(۶، ۵، ۴)
مهم (Q4)	۷	(۹، ۷، ۶)
بسیار مهم (Q5)	۹	(۹، ۸، ۸)

در نتیجه، وزن فازی نهایی اندازه‌گیری اقدام (سیاست) تشویقی iام با محاسبه میانگین وزن فازی به ازای نظرات P خبره در این اقدام طبق معادله ۱۰ به‌دست می‌آید:

$$\delta_i = \left(L\delta_i, M\delta_i, U\delta_i\right) = \left(\frac{1}{p}\sum_{q=1}^{p} L\delta_i^q, \frac{1}{p}\sum_{q=1}^{p} M\delta_i^q, \frac{1}{p}\sum_{q=1}^{p} U\delta_i^q\right) \quad (۱۰)$$

در ادامه ماتریس همبستگی هدف-اقدام مشابه فرآیند تعیین وزن اهداف سیاست‌گذاری ازطریق فرآیند درجه‌بندی خبره تشکیل می‌شود. در طی این فرآیند، اعداد ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ به‌ترتیب بیانگر عدم ارتباط، غیرمرتبط، خنثی، مرتبط، بسیار مرتبط هستند. تئوری اعداد فازی مثلثی برای محاسبه امتیاز همبستگی بین هر زوج اهداف و اقدامات تشویقی درجه‌بندی شده توسط خبرگان استفاده می‌شود.

پس از تشکیل ماتریس همبستگی اهداف-اقدامات تشویقی، براساس قانون ضرب ماتریس و ضرب اعداد فازی مثلثی، می‌توان ماتریس فازی (E_i^j) را طبق معادله ۱۱ محاسبه نمود:

$$E_i^j = S_i^j \otimes \delta_i \quad (۱۱)$$

که در این رابطه S_i^j امتیاز همبستگی فازی بین هدف سیاست‌گذاری I و اقدام تشویقی jام است، δ_i وزن میانگین فازی آیتم i از اهداف سیاست‌گذاری است. در طی این فرآیند، E_i^j ماتریس فازی است. این فرآیند با رویکرد فازی‌زدایی یعنی تبدیل عدد فازی مثلثی به ارزش قطعی (u_i^j) دنبال می‌گردد. برای این کار همچون معادله ۶ از روش CoG استفاده شد [54].

با فرض اینکه $A_i^j(x)$ تابع درجه عضویت از عدد فازی مثلثی e_i^j بین ستون Iام و ردیف jام در ماتریس فازی (E_i^j) است، ارزش قطعی (u_i^j) پس از فازی زدایی به عدد فازی مثلثی e_i^j طبق معادله ۱۲ قابل تعیین است:

$$u_i^j = \frac{\int_x^b x.A_i^j(x)dx}{\int_x^a A_i^j(x)dx} \quad (۱۲)$$

به‌طوری که a و b به‌ترتیب حد پایین و حد بالای عدد فازی مثلثی e_i^j هستند.

در ادامه از معادله ۱۳ برای نرمال‌سازی ارزش قطعی (u_i^j) به‌دست آمده برای هر یک از اقدامات تشویقی استفاده می‌شود.

$$w_j = \frac{\sum_i u_i^j}{\sum_j \sum_i u_i^j} \quad (۱۳)$$

درنهایت، وزن مربوط به هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی محاسبه شده و اولویت آنها برحسب وزن تعیین می‌گردد.

۳-۳-۲- پیاده‌سازی روش مجموعه‌های فازی شهودی برای ارزیابی اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی

پس از اجرای روش رتبه‌بندی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی جهت ارتقاء ساختمان سبز مطابق با "سند چشم‌انداز توسعه" در کشور ایران با استفاده از روش ماتریس تبدیل فازی در بخش قبلی، در ادامه این گام به ارزیابی اثربخشی اقدامات برتر شناسایی شده با استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی پرداخته می‌شود. برای مجموعه فازی معمولی A، درجه عضویت $\mu_A(x)$ المان x مقداری بین ۰ و ۱ است، در حالی که این مقدار فرض می‌کند که درجه عدم عضویت برای المان x، $1-\mu_A(x)$ است. با این حال، در عمل، درجه عدم عضویت به‌طور مطلق برابر با مقدار فوق نیست؛ چراکه به دلیل دارا بودن یک فضای تردید نامشخص (یعنی فضای احتمالی نامشخص) اغلب درجه عدم عضویت کمتر از $1-\mu_A(x)$ می‌باشد. آتاناسوف[۸] [50] نظریه مجموعه فازی اولیه را گسترش داد و مفهوم جدیدی به نام "مجموعه‌های فازی شهودی" را با معرفی درجه تردید بین درجه عضویت و درجه عدم عضویت پیشنهاد کرد [۵۸].

با فرض X به‌عنوان یک مجموعه مشخص، مجموعه‌های فازی شهودی A در مجموعه X را می‌توان به‌صورت معادله ۱۴ تعریف نمود:

$$A = \{< x, \mu_A(x), \nu_A(x) > | x \in X\}$$
$$\mu_A(x): X \to [0,1],\ \nu_A(x): X \to [0,1] \quad (۱۴)$$

با در نظر گرفتن معادله زیر:

$$0 \le \mu_A(x) + \nu_A(x) \le 1,\ x \in X \quad (۱۵)$$

می‌توان گفت که $\mu_A(x)$ و $\nu_A(x)$ به‌ترتیب درجات عضویت و عدم عضویت المان x به مجموعه A هستند. همچنین عبارت $\lambda_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x)$ به‌عنوان درجه تردید المان x به مجموعه A شناخته می‌شود. برای هر $x \epsilon X$، $0 \le \lambda_A(x) \le 1$؛ زمانی که مجموعه‌های فازی شهودی به مجموعه‌های فازی معمولی تبدیل می‌شوند، داریم: $\lambda_A(x) = 0$.

8 Atanassov

برای اجرای روش مذکور در تحقیق حاضر، ابتدا نظرات خبرگان در زمینه میزان اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی ارجح‌تر که در مرحله قبلی انتخاب شدند، با استفاده از پرسشنامه و برمبنای یک قضاوت شهودی فازی اخذ گردید. برای قضاوت شهودی از متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی متناظر آنها مطابق با جدول ۴ (که پیش از این در روش دلفی فازی معرفی شده است) بهره گرفته شد. در ادامه با انجام محاسبات مربوطه، نرخ اثربخشی هر یک از اقدامات تعیین گردید.

۴- نتایج آنالیز داده‌ها

۴-۱- نتایج گام اول: تشکیل پایگاه داده (شناسایی و تفکیک مشوق‌ها)

همواره بهترین راه حل جهت هدف‌گذاری برای توسعه یک رویکرد یا به عبارت دیگر، تعیین اهداف و خط مشی‌های موثر بر یک رویکرد، نیازمند شناسایی موانع، چالش‌ها و مشوق‌های موجود در راستای ارتقاء آن رویکرد است [8]. بدین منظور جهت شناسایی اهداف موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز، مهمترین چالش‌ها و مشوق‌های اجرای این ساختمان‌ها با مطالعه تحقیقات قبلی شناسایی شد. مطالعه تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که تاکنون محققین مختلف، موانع مختلف و به تبع آن سیاست‌های تشویقی زیادی را به منظور افزایش ساخت و ساز سبز پیشنهاد کرده‌اند که توسط دولت‌ها قابل استفاده است [17]. به‌طور مثال سیرکو[9] [4] با استفاده از روش پیمایشی به بررسی چگونگی استفاده از اختیارات و مشوق‌ها برای ارتقاء ساخت و سازهای پایدار و پروژه‌های ساختمانی سبز در بخش خصوصی در ایالات متحده پرداخته است. گنگ و دوبرشتاین[10] [48] مهمترین موانع توسعه ساختمان‌های سبز را در سه حوزه کلی شامل (۱) حوزه فناوری (شامل فقدان پیشرفت های انقلابی علم و فناوری برای کمک به دستیابی به اهداف ساختمان سبز)، (۲) حوزه سیاست (چنددستگی سیستم مقررات از نوآوری های ساختمان سبز) و (۳) حوزه مشارکت عمومی (کمبود منابع برای آموزش عمومی در مورد مسائل پایداری و مزایای ساختمان سبز) تقسیم‌بندی کرده‌اند. براون[11] و همکاران [17] به بررسی تاثیر امتیازات مالیاتی بر بهره‌وری انرژی و ساختمان سبز در آمریکا پرداخته‌اند. ژانگ[12] و همکاران [49] موانع اصلی ساختمان‌های سبز را شامل آگاهی عمومی، عوامل سازمانی، عوامل تکنولوژیکی و هزینه‌های اولیه بالا برشمرده‌اند. علاوه بر این مطالعه ژانگ و همکاران [۵۹] نشان داد که هزینه بالاتر یکی از مهمترین موانع توسعه مسکن سبز است. این محققین همچنین پیشنهاد کرده‌اند که «تضاد منافع بین سهامداران مختلف» ممکن است مانع اجرای مؤثر توسعه‌های املاک سبز شود. تمایل مشتریان به پذیرش و پرداخت ویژگی های سبز نیز بسیار مهم است. بنابراین، حفظ ارتباط و همکاری بین ذینفعان ضروری است [39]. شازمین[13] و همکاران [2] مشوق‌های مالیاتی برای ساختمان سبز را به دو دسته اصلی (۱) مشوق‌های مالیاتی شامل تخفیف، معافیت از مالیات و نحوه بازپرداخت و (۲) مشوق‌های ساختاری شامل درجه‌بندی گواهینامه ساختمان سبز دسته‌بندی کرده‌اند. اولوبونمی[14] و همکاران [1] مشوق‌های ساختمان سبز را به دو دسته اصلی (۱) مشوق‌های خارجی و داخلی تقسیم‌بندی کرده‌اند. مشوق‌های خارجی که عمدتاً از طرف دولت تأمین می‌شود، به مشوق‌های مالی و غیرمالی تقسیم‌بندی می‌شوند. کو و همکاران [12] با ارزیابی سیاست‌های هوشمند ساختمان سبز، کنترل اجباری ساختمان‌های عمومی و الزام اجباری خرید مصالح ساختمانی سبز را به‌عنوان موثرترین اقدامات سیاستی در زمینه توسعه این ساختمان‌ها تعیین نموده‌اند. ان‌گوین[15] و همکاران [۶۰] ۴۱ مانع اصلی برای توسعه ساختمان سبز در کشور ویتنام را شناسایی نموده و این موانع را مشتمل بر موانع قانونی و نهادی[16] و موانع اجتماعی و شناختی[17] دانسته‌اند. اونوها[18] و همکاران [5] براساس مطالعات خود با استفاده از روش مدلسازی معادلات ساختاری دریافتند که مشوق‌های مالیاتی پولی سبز و مهارت‌های سبز اثرات علیتی مهمی بر عرضه ساختمان‌های سبز دارند. در میان این عوامل، انگیزه‌های صرفه‌جویی در هزینه‌های زندگی، سیاست‌های

9 Circo
10 Geng and Doberstein
11 Brown
12 Zhang
13 Shazmin
14 Olubunmi
15 Nguyen
16 Legislative and institutional barriers
17 Social and cognitive barriers
18 Onuoha

دولت، صدور گواهینامه سبز، نرخ بازده مورد انتظار توسعه‌دهندگان و انگیزه‌های سود استراتژی بازار قابل توجه می‌باشد. با این حال، محرک های مالیاتی پولی سبز مهمترین تأثیر را در تأمین املاک تجاری سبز و سرمایه‌گذاری داشته‌اند. یادگاری‌دهکردی و همکاران [20] با استفاده از رویکرد DEMATEL فازی، به ارزیابی شاخص‌های موثر بر ساختمان سبز در کشور مالزی پرداخته‌اند. این محققین دریافتند که "بهره‌وری انرژی" و "کیفیت محیط داخلی" مهمترین و "بهره‌وری آب" و "نوآوری" کم‌اهمیت‌ترین معیارها در ارزیابی ساختمان سبز در کشور مالزی به شمار می‌روند. فان و هوی[19] [24] با ارزیابی سازوکارهای تصمیم‌گیری دولت‌ها و توسعه‌دهندگان برای مشوق‌های ساختمان سبز با استفاده از آنالیز تئوری بازی‌های تکاملی، وجود چهار نوع تعامل تأثیرگذار بر اثربخشی مشوق‌ها بین دولت‌ها و توسعه‌دهندگان را شامل وابستگی استراتژی‌های دولت‌ها به انتخاب توسعه‌دهندگان، متکی بودن استراتژی‌های توسعه‌دهندگان به انتخاب دولت‌ها، مستقل بودن استراتژی‌های دولت‌ها و توسعه‌دهندگان و وابستگی استراتژی‌های غالب آنها به هم تعیین نموده‌اند. وانگ[20] و همکاران [۶۱] با استفاده از یک روش تحلیلی، مهمترین عوامل موثر بر توسعه ساختمان سبز در کشور چین را در پنج دسته اصلی ورودی علم و فناوری، اندازه صنعتی، پتانسیل صنعت، مشوق‌های سیاستی و حمایت‌های مالی سبز تقسیم‌بندی کرده‌اند. کالیانا چاکراوارثی[21] و همکاران [۶۲] در تحقیق خود مهمترین موانعی را که سازندگان ساختمان سبز با آن روبرو هستند و همچنین شیوه‌های مدیریت پروژه که باید برای دستیابی به هدف سبز اتخاذ شود شامل ۲۴ معیار اصلی تعیین نموده‌اند. رانا[22] و همکاران [25] مشوق‌های توسعه ساختمان‌های سبز در کانادا را به چهار دسته مختلف شامل مالیات، وام، کمک‌های بلاعوض و تخفیف تقسیم کرده‌اند. هه و چان[23] [22] با بررسی اثرات تشویقی سیاست‌های مختلف یارانه‌ای ارائه شده توسط دولت‌ها برای توسعه ساختمان‌های سبز، یارانه‌های دولتی را انگیزه‌ای مثبت برای این توسعه قلمداد نموده‌اند. گان[24] و همکاران [40] هنجارهای اجتماعی سنتی ساخت و ساز مسکن روستایی، کمبود نیروی متخصص/ کارگر ماهر، محبوبیت مدل بومی و خودساخته برای ساختمان، فقدان سیاست و مقررات برای پذیرش فناوری‌های سبز در مناطق روستایی، استانداردها یا سیستم‌های فنی ناقص، عدم اهمیت دادن توسط دولت و عدم وجود انگیزه‌ها و پاداش‌های مالی را به‌عنوان مهمترین موانع توسعه اینگونه ساختمان‌ها برشمرده‌اند.

با جمع‌بندی نتایج حاصل از ادبیات تحقیق، درنهایت پایگاه داده‌ای متشکل از مهمترین اهداف و سیاست‌های تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان سبز شناسایی شد. اهداف اصلی جهت اتخاذ خط مشی‌های سیاست‌گذاری برای تشویق به توسعه ساختمان سبز شامل ۶ هدف عمده به شرح زیر تعیین گردید:

۱) ایجاد مشوق‌های اقتصادی برای تحریک و فعال نمودن تحولات ساختمان سبز (Goal 1)
۲) ایجاد مشوق‌های حقوقی جهت ایجاد بستری یکپارچه برای تشویق و نظارت بر توسعه ساختمان سبز (Goal 2)
۳) ارائه‌ی استانداردهای فنی پیشرفته و قوی برای هدایت تحولات ساختمان سبز (Goal 3)
۴) افزایش آگاهی و دانش عمومی درخصوص مزیت‌های ساختمان‌های سبز (Goal 4)
۵) مشوق‌های آموزشی جهت افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به پذیرش و پرداخت هزینه برای بهبود کارایی ساختمان سبز (Goal 5)
۶) تشویق رویکردهای جدید تحویل و مدیریت توسعه ساختمان سبز ازطریق مشارکت ذینفعان مختلف (Goal 6)

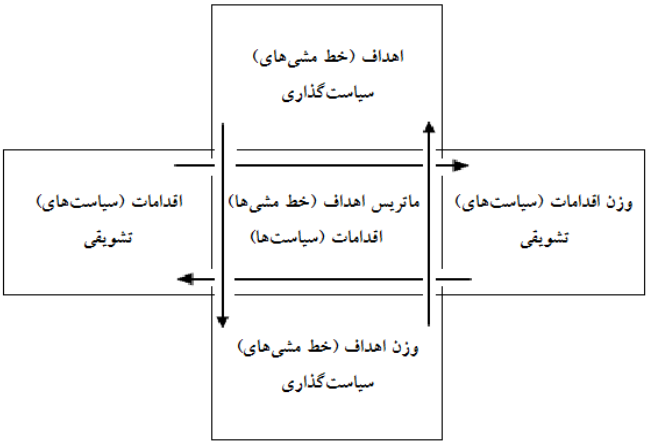
علاوه بر این، با بازنگری انتقادی ادبیات و دستورالعمل‌های توسعه ساختمان سبز در کشور ایران، برخی از مهمترین اقدامات (سیاست‌های) تشویقی مربوط به توسعه این نوع ساختمان‌ها در فازهای مختلف چرخه عمر پروژه یعنی فازهای (۱) تصمیم گیری توسعه، (۲) تولید/ تامین مصالح، (۳) طراحی و ساخت، (۴) بهره‌برداری و نگهداری و (۵) تخریب و بازیافت تعیین شد. لازم به ذکر است که در تعیین سیاست‌های تشویقی، درک شهودی محققین (نویسندگان) نیز تاثیرگذار بوده است. براساس نتایج، سیستم سیاست‌گذاری ارتقاء ساختمان سبز مبتنی بر چرخه عمر شامل پنج فاز مذکور و ۴۲ اقدام (سیاست) تشویقی شناسایی شده مطابق با جداول ۶ است. فاکتورهای

19 Fan and Wu
20 Wang
21 Kalyana Chakravarthy
22 Rana
23 Rana
24 Gan

شناسایی شده در این گام به‌عنوان ورودی‌های کلیدی برای ارزیابی اولویت مشوق‌های موثر بر توسعه ساختمان سبز براساس ماتریس اهداف- اقدامات (سیاست‌های) تشویقی (مطابق شکل ۴)، در نظر گرفته می‌شوند.

جدول ۶: اقدامات (سیاست‌های) تشوبقی موثر بر ارتقاء ساختمان سبز در فازهای مختلف چرخه عمر پروژه

فاز ساخت	سیاست‌های تشویقی	نماد
تصمیم‌گیری توسعه (S1)	بهبود سیستم حقوقی برای کنترل شدید روش تأیید پروژه برای بهره‌وری انرژی ساختمان	S1-1
	نیاز دولت به تغییر مسیر رویکرد خود در زمینه ارائه مشوق‌ها جهت تشویق مالکان به ساختن ساختمان‌های سبز	S1-2
	اتخاذ و پیاده‌سازی مشوق‌های اقتصادی (مشوق‌های مثبت همچون کاهش مالیات یا یارانه‌ها و مشوق‌های منفی مانند وضع مالیات‌های ناشی از آلودگی ساختمان)	S1-3
	اتخاذ سیاست‌های تشویقی جهت استخدام مدیران، متخصصین و کارگران ماهر مبتنی بر فناوری سبز	S1-4
	ترویج مداوم پروژه‌های عملی و تأسیس بنیادهای اجراییِ درازمدت و متمرکز برای ساختمان سبز	S1-5
	داشتن مدیریت هماهنگ و منسجم در مراحل مختلف طراحی و ساخت سبز	S1-6
	مشوق‌های الهام بخش و متقاعدکننده بشردوستانه درخصوص بهبود وضعیت تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر روی مردم و محیط زیست	S1-7
	توسعه مشوق‌های ایجاد ساختمان سبز از سطح ساختمان فردی به جوامع پایدار و سطح پایداری شهری و ترویج ساختمان سبز در مناطق روستایی با توجه به شرایط بومی	S1-8
	ارائه یارانه‌ها (همچون کمک بلاعوض، وام یا مالیات) برای ارتقا/ بهسازی انرژی توسط بهره وران با نرخی کمتر از قیمت بازار	S1-9
	افزایش نسبت مسکن مقرون بصرفه به مسکن موجود و گنجاندن ویژگی‌های پایداری در مسکن مقرون بصرفه	S1-10
تولید/ تامین مصالح (S2)	ایجاد انگیزه‌های پولی در زمینه صرفه‌جویی در هزینه‌های زندگی، صدور گواهینامه سبز، نرخ بازده مورد انتظار توسعه‌دهندگان	S2-1
	ترویج تحقیق و توسعه در مورد مصالح و تجهیزات پایدار	S2-2
	تهیه یک برنامه تدارکاتی برای استفاده از مصالح و تجهیزات سبز	S2-3
	بهبود سیستم استاندارد فنی، سیستم برچسب انرژی و سیستم صدور گواهینامه‌های استاندارد برای مصالح و تجهیزات پایدار	S2-4
	حاشیه سود تولید مصالح و فناوری‌های سبز در صنعت ساختمان	S2-5
	تقویت نظارت و مدیریت برای عرضه فناوری‌ها و محصولات جدید و از رده خارج کردن محصولات قدیمی و منسوخ	S2-6
	راه‌اندازی اقدامات تشویقی برای تولید و عرضه‌ی مصالح و تجهیزات پایدار	S2-7
طراحی و ساخت (S3)	بهبود سیستم استاندارد و ارزیابی برای طراحی و ساخت و ساز پایدار جهت ایجاد تدریج قوانین و مقررات ورود به بازار صنعت ساخت	S3-1
	تقویت روحیه پذیرش جهت ارزیابی و نظارت بر طراحی و ساخت و ساز پایدار	S3-2
	تشویق برای آموزش بیشتر، همکاری و مشارکت در طراحی و ساخت و ساز پایدار	S3-3
	افزایش میزان ارزیابی مالیات بر دارایی برای ساختمان سبز	S3-4
	ارتقاء دانش فنی نیروی متخصص/ کارگر ماهر برای ساخت سبز	S3-5
	ارتقاء رویکردهای طراحی یکپارچه و توسعه دانش حرفه‌ای مشاوران	S3-6
	ارائه سیاست‌های آموزش ساخت و ساز سبز	S3-7
	ارائه مشوق‌هایی برای توسعه نوآوری‌های مدیریت ساخت و ساز (مانند تکنولوژی‌های مدلسازی و صنعتی‌سازی قراردادهای کلید در دست و ...)	S3-8
	تمایل به پرداخت و ارزش اجاره بهای بیشتر ساختمان سبز نسبت به ساختمان‌های معمولی	S3-9
بهره‌برداری و نگهداری (S4)	استقرار سیستم نظارت بر مصرف انرژی برای ساختمان‌های عمومی (مانند نظارت، حسابرسی، ابلاغیه‌ی رسمی و مدیریت سهمیه مصرف)	S4-1
	تضمین دریافت گواهینامه برای ساختمان‌ها توسط سیستم رتبه‌بندی ساختمان سبز	S4-2
	اجباری کردن انتشار داده‌های مرتبط با پایداری و تضمین تعمیر و نگهداری و نظارت بر عملکرد بهره‌برداری ساختمان برای توسعه‌دهندگان	S4-3
	سرمایه‌گذاری مالی سبز در پروژه‌های ساخت، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان سبز	S4-4
	ترویج انعقاد قرارداد مدیریت انرژی ازطریق شرکت‌های ارائه دهنده خدمات انرژی، مشاوران مدیریت تسهیلات و دارایی‌ها و انجمن‌های صنعتی	S4-5
	ارائه دستورالعمل‌های بهبود ظرفیت بهره‌برداری و نگهداری ساختمان سبز	S4-6
	ایجاد انگیزه‌های اقتصادی برای متقاضیان ساختمان‌های پایدار و/یا مصرف‌کنندگان محصولات	S4-7
	ترویج مشوق‌های مرتبط با سلامت، ایمنی و رفاه انسان	S4-8
	بازسازی تدریجی ساختمان‌های موجود و ارائه سیاست‌های تشویقی برای کاربران	S4-9
	توجیه سرمایه‌گذاری زمان و هزینه برای طراحی سبز	S4-10
	آموزش برای بهبود مصرف پایدار و سبک زندگی عموم	S4-11
تخریب و بازیافت (S5)	افزایش عمر مفید ساختمان‌ها و جلوگیری از تخریب‌های غیرضروری	S5-1
	سرمایه‌گذاری مالی سبز در پروژه‌های بازسازی سبز ساختمان‌های موجود	S5-2
	تشویق جهت تحقیق و توسعه در رابطه با بازیافت یا فناوری‌های تجدیدپذیر و توسعه‌ی استانداردهای فنّی مربوطه	S5-3
	راه‌اندازی سیاست‌های تشویقی اقتصادی و توسعه‌ی بازار استفاده‌ی مجدد و بازیافت برای نخاله‌های حاصل از ساخت و تخریب	S5-4
	تقویت نظارت بر تخریب برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و زباله‌های ساختمانی	S5-5



شکل ۴: ماتریس اهداف (خط‌مشی‌ها) - اقدامات (سیاست‌های) تشویقی برای توسعه ساختمان‌های سبز

۴-۲- نتایج گام دوم: پایش و غربالگری اهداف و سیاست‌های تشویقی

در این گام پس از انجام پیمایش میدانی و جمع‌آوری نظرات خبرگان با استفاده از پرسشنامه‌های تنظیم شده اولیه، اقدام به راستی‌آزمایی نتایج پرسشنامه و در ادامه پایش و غربالگری فازهای مختلف چرخه عمر پروژه، اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز شد. ابتدا جهت راستی‌آزمایی (تعیین ثبات و پایایی) نتایج به‌دست آمده، پس از انجام تحلیل‌های آماری بر روی فاکتورهای شناسایی شده به‌عنوان فازهای چرخه عمر پروژه و اهداف سیاست‌گذاری، روایی و پایایی این فاکتورها براساس نظرات کارشناسی گروه‌های خبره از آزمون پایلوت و ازطریق ضریب روایی (CVR) (معادله ۲) و ضریب آلفای کرونباخ (r_α) (معادله ۱) تعیین شد. نتایج تحلیل‌های آماری و مقادیر ضرایب مذکور برای هر یک از فاکتورهای مربوط به فازهای چرخه عمر پروژه و اهداف سیاست‌گذاری در جداول ۷ و ۸ آمده است. با توجه به انتخاب تعداد ۴۰ خبره جهت انجام آزمون پایلوت، حداقل مقدار CVR با این تعداد خبره برای هر یک از آیتم‌های مورد بررسی می‌بایست ۰/۲۹ یا بالاتر باشد تا تأیید شود (براساس مقادیر ارائه شده در جدول ۳). از سوی دیگر شرط تأیید شدن پایایی ابزار، بالاتر شدن مقدار r_α از ۰/۷ می‌باشد. براساس نتایج مشاهده می‌شود که مقادیر r_α و CVR برای تمامی فاکتورهای مذکور به‌ترتیب بالاتر از ۰/۷ به‌دست آمده است؛ این نتایج نشان می‌دهد که پرسشنامه‌های طراحی شده از پایایی (قابلیت اعتماد) و روایی (اعتبار) کافی برخوردار می‌باشند.

جدول ۷: نتایج تحلیل آماری و راستی‌آزمایی (تعیین روایی و پایایی) فازهای مختلف چرخه عمر پروژه

فازهای چرخه عمر پروژه	میانگین	واریانس	انحراف معیار	کشیدگی	چولگی	r_α	CVR
تصمیم‌گیری توسعه (S1)	۳/۳۸۷۵	۱/۰۲۵	۱/۰۱۲۵	-۰/۲۴۸	-۰/۲۹۸	۰/۷۵۹	۰/۶۷۸
تولید/ تامین مصالح (S2)	۳/۶۸۷۵	۱/۱۸	۱/۰۸۶۰۹	-۰/۳۱۶	-۰/۶۹۷	۰/۹۰۷	۰/۵۷۸
طراحی و ساخت (S3)	۳/۵۳۷۵	۰/۸۰۹	۰/۸۹۹۲۸	-۰/۰۰۸	-۰/۷۲۶	۰/۹۲۲	۰/۸۱۱
بهره‌برداری و نگهداری (S4)	۳/۴۸۷۵	۰/۹۶۲	۰/۹۸۰۷۵	-۰/۲۱۲	-۰/۲۸۱	۰/۸۵۴	۰/۹۰۱
تخریب و بازیافت (S5)	۳/۳۱۲۵	۱/۵۰۹	۱/۲۲۸۲۹	-۰/۳۳۱	-۰/۷۶۹	۰/۸۰۸	۰/۸۹۲

جدول ۸: نتایج تحلیل آماری و راستی‌آزمایی (تعیین روایی و پایایی) اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز

اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری	میانگین	واریانس	انحراف معیار	کشیدگی	چولگی	r_α	CVR
ایجاد مشوق‌های اقتصادی برای تحریک و فعال نمودن تحولات ساختمان سبز (G1)	۳/۸۷۵	۰/۸۴۵	۰/۹۱۹۲	-۰/۳۴۸	-۰/۷۵۸	۰/۸۳۲	۰/۹۲۶
ایجاد مشوق‌های حقوقی جهت ایجاد بستری یکپارچه برای تشویق و نظارت بر توسعه ساختمان سبز (G2)	۳/۴۶۲۵	۱/۰۳۷	۱/۰۱۸۱۱	-۰/۳۰۲	-۰/۲۲۴	۰/۹۱۴	۱
ارائه‌ی استانداردهای فنی پیشرفته و قوی برای هدایت تحولات ساختمان سبز (G3)	۳/۳۸۷۵	۰/۷۷۲	۰/۸۷۸۶۳	۰/۰۶۶	-۰/۶۶۸	۰/۸۵۶	۰/۸۵۲
افزایش آگاهی و دانش عمومی درخصوص مزیت‌های ساختمان‌های سبز (G4)	۳/۳۵	۰/۹۶۵	۰/۹۸۲۱۲	-۰/۰۲	-۰/۳۷۵	۰/۸۶۱	۰/۶۷۶
مشوق‌های آموزشی جهت افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به پذیرش و پرداخت هزینه برای بهبود کارایی ساختمان سبز (G5)	۳/۴۲۵	۰/۹۵۶	۰/۹۷۷۹۲	-۰/۴۵۱	۰/۲۹۸	۰/۷۶۹	۰/۷۵۶
تشویق رویکردهای جدید تحویل و مدیریت توسعه ساختمان سبز ازطریق مشارکت ذینفعان مختلف (G6)	۳/۱۸۷۵	۰/۸۸۸	۰/۹۴۲۵۸	-۰/۱۰۹	-۰/۱۵۳	۰/۸۰۲	۰/۸۴۴

در ادامه این گام، به پالایش و غربالگری فازهای مختلف چرخه عمر پروژه، اهداف (خط‌مشی‌های) سیاست‌گذاری و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز با استفاده از تکنیک FDM پرداخته شده است. در طی این فرآیند، کارآمدی کلیه فاکتورهای شناسایی شده براساس نظرات خبرگان مورد سنجش قرار گرفت تا ضمن حذف فاکتورهای ناکارآمد، فاکتورهای دارای تشابه مفهومی نیز در یکدیگر ادغام شوند. جداول ۹ و ۱۰ نتایج مقادیر میانگین فازی و اعداد قطعی درخصوص میزان اهمیت و نوع فاکتور (کارآمدی/ ناکارآمدی) را به‌ترتیب به ازای هر یک از فازهای مختلف چرخه عمر پروژه و اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری جهت ارتقاء ساختمان‌های سبز نشان می‌دهد. براساس نتایج به‌دست آمده در جدول ۹، هر پنج فاز چرخه عمر پروژه با دارا بودن عدد قطعی بیشتر از ۰/۵ از کارآمدی و تاثیرگذاری بالایی در ارتقاء ساختمان‌های سبز برخوردار هستند. به عبارت دیگر جهت ترویج ساخت و ساز سبز، پیگیری مشوق‌ها در هر یک از پنج فاز مذکور از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند. جدول ۱۰ تأییدکننده نتایج مشابه برای هر یک از اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز می‌باشد. در جدول ۱۱ نتایج مقادیر میانگین فازی و اعداد قطعی درخصوص میزان اهمیت و نوع فاکتور (کارآمدی/ ناکارآمدی) اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز به‌ترتیب به ازای هر یک از فازهای مختلف چرخه عمر پروژه ارائه شده است.

جدول ۹: نتایج میانگین فازی، اعداد قطعی، کارآمدی و رتبه فازهای مختلف تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز

فازهای چرخه عمر پروژه	میانگین فازی نظرات			فازی‌زدایی			عد قطعی	نوع فاکتور
	$\bar{a}^l$	$\bar{a}^m$	$\bar{a}^u$	$x^l_{\max}$	$x^m_{\max}$	$x^u_{\max}$		
تصمیم‌گیری توسعه (S1)	۰/۳۳۳	۰/۵۸۳	۰/۸۳۳	۰/۵۸۳۳	۰/۵۸۳۳	۰/۵۶۲۵	۰/۵۸۳۳	کارآمد
تولید/ تامین مصالح (S2)	۰/۲۹۲	۰/۵۴۲	۰/۷۹۲	۰/۵۴۱۷	۰/۵۴۱۷	۰/۵۳۱۳	۰/۵۴۱۷	کارآمد
طراحی و ساخت (S3)	۰/۳۹۶	۰/۵۸۳	۰/۷۵۰	۰/۵۷۶۴	۰/۵۷۹۹	۰/۵۲۰۸	۰/۵۷۹۹	کارآمد
بهره‌برداری و نگهداری (S4)	۰/۳۹۶	۰/۵۸۳	۰/۷۹۲	۰/۵۹۰۳	۰/۵۸۶۸	۰/۵۴۱۷	۰/۵۹۰۳	کارآمد
تخریب و بازیافت (S5)	۰/۳۳۳	۰/۵۶۳	۰/۸۱۳	۰/۵۶۹۴	۰/۵۶۶۰	۰/۵۴۶۹	۰/۵۶۹۴	کارآمد

جدول ۱۰: نتایج میانگین فازی، اعداد قطعی، کارآمدی و رتبه اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز

اهداف (خط مشی‌های) سیاست‌گذاری	میانگین فازی نظرات			فازی‌زدایی			عد قطعی
	$\bar{a}^l$	$\bar{a}^m$	$\bar{a}^u$	$x^l_{\max}$	$x^m_{\max}$	$x^u_{\max}$	
ایجاد مشوق‌های اقتصادی برای تحریک و فعال نمودن تحولات ساختمان سبز (G1)	۰/۳۱۳	۰/۵۶۳	۰/۸۱۳	۰/۵۶۲۵	۰/۵۶۲۵	۰/۵۴۶۹	۰/۵۶۲۵
ایجاد مشوق‌های حقوقی جهت ایجاد بستری یکپارچه برای تشویق و نظارت بر توسعه ساختمان سبز (G2)	۰/۳۷۵	۰/۵۶۳	۰/۷۲۹	۰/۵۵۵۶	۰/۵۵۹۰	۰/۵۰۵۲	۰/۵۵۹۰
ارائه‌ی استانداردهای فنی پیشرفته و قوی برای هدایت تحولات ساختمان سبز (G3)	۰/۲۹۲	۰/۵۴۲	۰/۷۹۲	۰/۵۴۱۷	۰/۵۴۱۷	۰/۵۳۱۳	۰/۵۴۱۷
افزایش آگاهی و دانش عمومی درخصوص مزیت‌های ساختمان‌های سبز (G4)	۰/۲۷۱	۰/۵۲۱	۰/۷۷۱	۰/۵۲۰۸	۰/۵۲۰۸	۰/۵۱۵۶	۰/۵۲۰۸
مشوق‌های آموزشی جهت افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به پذیرش و پرداخت هزینه برای بهبود کارایی ساختمان سبز (G5)	۰/۲۷۱	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰	۰/۵۰۶۹	۰/۵۰۳۵	۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۶۹
تشویق رویکردهای جدید تحویل و مدیریت توسعه ساختمان سبز ازطریق مشارکت ذینفعان مختلف (G6)	۰/۳۵۴	۰/۵۲۱	۰/۷۲۹	۰/۵۳۴۷	۰/۵۲۷۸	۰/۴۹۴۸	۰/۵۳۴۷

جدول ۱۱: نتایج میانگین فازی، اعداد قطعی، کارآمدی و رتبه سیاست‌های تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز در فازهای مختلف چرخه عمر پروژه

فازهای ساخت	سیاست‌های تشویقی	میانگین فازی نظرات			فازی‌زدایی			عدد	نوع	رتبه نزولی	
		$\bar{a}^{l}$	$\bar{a}^{m}$	$\bar{a}^{u}$	$x^{l}_{\max}$	$x^{m}_{\max}$	$x^{u}_{\max}$	قطعی	فاکتور	در فاز مربوطه	در کل فازها
تصمیم‌گیری توسعه (S1)	S1-1	۰/۲۷۱	۰/۵۲۱	۰/۷۷۱	۰/۵۲۰۸	۰/۵۲۰۸	۰/۵۱۵۶	۰/۵۲۰۸	کارآمد	۵	۲۰
	S1-2	۰/۲۰۸	۰/۴۵۸	۰/۷۰۸	۰/۴۵۸۳	۰/۴۵۸۳	۰/۴۶۸۸	۰/۴۶۸۸	ناکارآمد	۶	۳۱
	S1-3	۰/۳۹۶	۰/۵۸۳	۰/۷۵۰	۰/۵۷۶۴	۰/۵۷۹۹	۰/۵۲۰۸	۰/۵۷۹۹	کارآمد	۱	۲
	S1-4	۰/۲۷۱	۰/۳۹۶	۰/۶۰۴	۰/۴۲۳۶	۰/۴۰۹۷	۰/۴۰۱۰	۰/۴۲۳۶	ناکارآمد	۹	۴۰
	S1-5	۰/۲۹۲	۰/۵۴۲	۰/۷۹۲	۰/۵۴۱۷	۰/۵۴۱۷	۰/۵۳۱۳	۰/۵۴۱۷	کارآمد	۳	۱۳
	S1-6	۰/۱۰۴	۰/۲۹۲	۰/۵۴۲	۰/۳۱۲۵	۰/۳۰۲۱	۰/۳۴۳۸	۰/۳۴۳۸	ناکارآمد	۱۰	۴۲
	S1-7	۰/۲۲۹	۰/۴۵۸	۰/۶۶۷	۰/۴۵۱۴	۰/۴۵۴۹	۰/۴۴۷۹	۰/۴۵۴۹	ناکارآمد	۷	۳۴
	S1-8	۰/۳۷۵	۰/۵۶۳	۰/۷۲۹	۰/۵۵۵۶	۰/۵۵۹۰	۰/۵۰۵۲	۰/۵۵۹۰	کارآمد	۲	۱۰
	S1-9	۰/۲۲۹	۰/۴۱۷	۰/۶۲۵	۰/۴۲۳۶	۰/۴۲۰۱	۰/۴۱۶۷	۰/۴۲۳۶	ناکارآمد	۸	۳۹
	S1-10	۰/۲۹۲	۰/۵۲۱	۰/۷۷۱	۰/۵۲۷۸	۰/۵۲۴۳	۰/۵۱۵۶	۰/۵۲۷۸	کارآمد	۴	۱۸
تولید/ تامین مصالح (S2)	S2-1	۰/۲۷۱	۰/۴۷۹	۰/۷۰۸	۰/۴۸۶۱	۰/۴۸۲۶	۰/۴۷۴۰	۰/۴۸۶۱	ناکارآمد	۶	۲۶
	S2-2	۰/۲۹۲	۰/۵۴۲	۰/۷۷۱	۰/۵۳۴۷	۰/۵۳۸۲	۰/۵۲۰۸	۰/۵۳۸۲	کارآمد	۳	۱۵
	S2-3	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۷۰۸	۰/۴۸۶۱	۰/۴۹۳۱	۰/۴۷۹۲	۰/۴۹۳۱	ناکارآمد	۵	۲۵
	S2-4	۰/۳۹۶	۰/۵۸۳	۰/۷۵۰	۰/۵۷۶۴	۰/۵۷۹۹	۰/۵۲۰۸	۰/۵۷۹۹	کارآمد	۲	۲
	S2-5	۰/۲۵۰	۰/۴۱۷	۰/۶۲۵	۰/۴۳۰۶	۰/۴۲۳۶	۰/۴۱۶۷	۰/۴۳۰۶	ناکارآمد	۷	۳۶
	S2-6	۰/۳۷۵	۰/۵۸۳	۰/۷۹۲	۰/۵۸۳۳	۰/۵۸۳۳	۰/۵۴۱۷	۰/۵۸۳۳	کارآمد	۱	۱
	S2-7	۰/۲۷۱	۰/۵۲۱	۰/۷۷۱	۰/۵۲۰۸	۰/۵۲۰۸	۰/۵۱۵۶	۰/۵۲۰۸	کارآمد	۴	۲۰
طراحی و ساخت (S3)	S3-1	۰/۳۷۵	۰/۵۶۳	۰/۷۹۲	۰/۵۷۶۴	۰/۵۶۹۴	۰/۵۳۶۵	۰/۵۷۶۴	کارآمد	۱	۶
	S3-2	۰/۳۳۳	۰/۵۶۳	۰/۷۵۰	۰/۵۴۸۶	۰/۵۵۵۶	۰/۵۱۵۶	۰/۵۵۵۶	کارآمد	۳	۱۱
	S3-3	۰/۳۳۳	۰/۵۶۳	۰/۷۹۲	۰/۵۶۲۵	۰/۵۶۲۵	۰/۵۳۶۵	۰/۵۶۲۵	کارآمد	۲	۸
	S3-4	۰/۲۷۱	۰/۴۷۹	۰/۶۴۶	۰/۴۶۵۳	۰/۴۷۲۲	۰/۴۴۲۷	۰/۴۷۲۲	ناکارآمد	۸	۳۰
	S3-5	۰/۲۹۲	۰/۴۵۸	۰/۶۸۸	۰/۴۷۹۲	۰/۴۶۸۸	۰/۴۵۸۳	۰/۴۷۹۲	ناکارآمد	۷	۲۸
	S3-6	۰/۲۹۲	۰/۵۲۱	۰/۷۰۸	۰/۵۰۶۹	۰/۵۱۳۹	۰/۴۸۴۴	۰/۵۱۳۹	کارآمد	۵	۲۳
	S3-7	۰/۲۹۲	۰/۴۷۹	۰/۶۸۸	۰/۴۸۶۱	۰/۴۸۲۶	۰/۴۶۳۵	۰/۴۸۶۱	ناکارآمد	۶	۲۶
	S3-8	۰/۳۱۳	۰/۵۴۲	۰/۷۷۱	۰/۵۴۱۷	۰/۵۴۱۷	۰/۵۲۰۸	۰/۵۴۱۷	کارآمد	۴	۱۳
	S3-9	۰/۲۰۸	۰/۴۱۷	۰/۶۴۶	۰/۴۲۳۶	۰/۴۲۰۱	۰/۴۲۷۱	۰/۴۲۷۱	ناکارآمد	۹	۳۸
بهره‌برداری و نگهداری (S4)	S4-1	۰/۳۱۳	۰/۵۲۱	۰/۷۰۸	۰/۵۱۳۹	۰/۵۱۷۴	۰/۴۸۴۴	۰/۵۱۷۴	کارآمد	۶	۲۲
	S4-2	۰/۲۰۸	۰/۴۳۸	۰/۶۶۷	۰/۴۳۷۵	۰/۴۳۷۵	۰/۴۴۲۷	۰/۴۴۲۷	ناکارآمد	۱۰	۳۵
	S4-3	۰/۳۱۳	۰/۵۴۲	۰/۷۲۹	۰/۵۲۷۸	۰/۵۳۴۷	۰/۵۰۰۰	۰/۵۳۴۷	کارآمد	۴	۱۷
	S4-4	۰/۱۸۸	۰/۳۹۶	۰/۶۲۵	۰/۴۰۲۸	۰/۳۹۹۳	۰/۴۱۱۵	۰/۴۱۱۵	ناکارآمد	۱۱	۴۱
	S4-5	۰/۳۳۳	۰/۵۶۳	۰/۷۹۲	۰/۵۶۲۵	۰/۵۶۲۵	۰/۵۳۶۵	۰/۵۶۲۵	کارآمد	۳	۸
	S4-6	۰/۲۵۰	۰/۴۵۸	۰/۶۶۷	۰/۴۵۸۳	۰/۴۵۸۳	۰/۴۴۷۹	۰/۴۵۸۳	ناکارآمد	۹	۳۳
	S4-7	۰/۳۳۳	۰/۵۶۳	۰/۸۱۳	۰/۵۶۹۴	۰/۵۶۶۰	۰/۵۴۶۹	۰/۵۶۹۴	کارآمد	۲	۷
	S4-8	۰/۲۹۲	۰/۴۵۸	۰/۶۴۶	۰/۴۶۵۳	۰/۴۶۱۸	۰/۴۳۷۵	۰/۴۶۵۳	ناکارآمد	۸	۳۲
	S4-9	۰/۳۵۴	۰/۵۸۳	۰/۷۷۱	۰/۵۶۹۴	۰/۵۷۶۴	۰/۵۳۱۳	۰/۵۷۶۴	کارآمد	۱	۵
	S4-10	۰/۲۷۱	۰/۴۷۹	۰/۶۸۸	۰/۴۷۹۲	۰/۴۷۹۲	۰/۴۶۳۵	۰/۴۷۹۲	ناکارآمد	۷	۲۸
	S4-11	۰/۳۳۳	۰/۵۲۱	۰/۷۲۹	۰/۵۲۷۸	۰/۵۲۴۳	۰/۴۹۴۸	۰/۵۲۷۸	کارآمد	۵	۱۸
تخریب و بازیافت (S5)	S5-1	۰/۳۱۳	۰/۵۴۲	۰/۷۵۰	۰/۵۳۴۷	۰/۵۳۸۲	۰/۵۱۰۴	۰/۵۳۸۲	کارآمد	۳	۱۵
	S5-2	۰/۲۲۹	۰/۴۱۷	۰/۶۴۶	۰/۴۳۰۶	۰/۴۲۳۶	۰/۴۲۷۱	۰/۴۳۰۶	ناکارآمد	۵	۳۶
	S5-3	۰/۳۱۳	۰/۵۰۰	۰/۷۰۸	۰/۵۰۶۹	۰/۵۰۳۵	۰/۴۷۹۲	۰/۵۰۶۹	کارآمد	۴	۲۴
	S5-4	۰/۳۷۵	۰/۵۸۳	۰/۷۷۱	۰/۵۷۶۴	۰/۵۷۹۹	۰/۵۳۱۳	۰/۵۷۹۹	کارآمد	۱	۲
	S5-5	۰/۳۱۳	۰/۵۴۲	۰/۷۹۲	۰/۵۴۸۶	۰/۵۴۵۱	۰/۵۳۱۳	۰/۵۴۸۶	کارآمد	۲	۱۲

براساس نتایج به‌دست آمده، در مجموع ۲۴ اقدام (سیاست) تشویقی در پنج فاز چرخه عمر پروژه با مقدار قطعی بیشتر از ۰/۵ به‌عنوان سیاست‌های تشویقی کارآمد برای ارتقاء ساخت و ساز سبز تعیین شده‌اند. برای ارزیابی اثربخشی اهداف و اقدامات تشویقی شناسایی شده در گام سوم از این ۲۴ اقدام کارآمد استخراج شده به‌عنوان ورودی سیستم بهره گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که اقدامات بهبود سیستم حقوقی برای کنترل شدید روش تأیید پروژه برای بهره‌وری انرژی ساختمان (S1-1)، اتخاذ و پیاده‌سازی مشوق‌های اقتصادی (مشوق‌های مثبت همچون کاهش مالیات یا یارانه‌ها و مشوق‌های منفی مانند وضع مالیات‌های ناشی از آلودگی ساختمان) (S1-3)، ترویج مداوم پروژه‌های عملی و تأسیس بنیادهای اجراییِ درازمدت و متمرکز برای ساختمان سبز (S1-5)، توسعه مشوق‌های ایجاد ساختمان سبز از سطح ساختمان فردی به جوامع پایدار و سطح پایداری شهری و ترویج ساختمان سبز در مناطق روستایی با توجه به شرایط بومی (S1-8) و افزایش نسبت مسکن مقرون به‌صرفه به مسکن موجود و گنجاندن ویژگی‌های پایداری در مسکن مقرون به‌صرفه (S1-10) در فاز تصمیم‌گیری توسعه (S1) به‌ترتیب با اعداد قطعی ۰/۵۲۰۸، ۰/۵۷۹۹، ۰/۵۴۱۷، ۰/۵۵۹۰ و ۰/۵۲۷۸ به‌عنوان اقدامات کارآمد شناسایی شده‌اند. نتایج نشان داد که سیاست‌های ترویج تحقیق و توسعه در مورد مصالح و تجهیزات پایدار (S2-2)، بهبود سیستم استاندارد فنی، سیستم برچسب انرژی و سیستم صدور گواهینامه‌های استاندارد برای مصالح و تجهیزات پایدار (S2-4)، تقویت نظارت و مدیریت برای عرضه فناوری‌ها و محصولات جدید و از رده خارج کردن محصولات قدیمی و منسوخ (S2-6) و راه‌اندازی اقدامات تشویقی برای تولید و عرضه‌ی مصالح و تجهیزات پایدار (S2-7) در فاز تولید/ تامین مصالح (S2) به‌ترتیب با اعداد قطعی ۰/۵۳۸۲، ۰/۵۷۹۹، ۰/۵۸۳۳ و ۰/۵۲۰۸ به‌عنوان سیاست‌های کارآمد شناسایی شده‌اند. در فاز طراحی و ساخت (S3)، سیاست‌های تشویقی بهبود سیستم استاندارد و ارزیابی برای طراحی و ساخت و ساز پایدار جهت ایجاد تدریج قوانین و مقررات ورود به بازار صنعت ساخت (S3-1)، تقویت روحیه پذیرش جهت ارزیابی و نظارت بر طراحی و ساخت و ساز پایدار (S3-2)، تشویق برای آموزش بیشتر. همکاری و مشارکت در طراحی و ساخت و ساز پایدار (S3-3)، ارتقاء رویکردهای طراحی یکپارچه و توسعه دانش حرفه‌ای مشاوران (S3-6) و ارائه مشوق‌هایی برای توسعه نوآوری‌های مدیریت ساخت و ساز (مانند تکنولوژی‌های مدلسازی و صنعتی‌سازی قراردادهای کلید در دست و ...) (S3-8) به‌ترتیب با اعداد قطعی ۰/۵۷۶۴، ۰/۵۵۵۶، ۰/۵۶۲۵، ۰/۵۱۳۹، ۰/۵۴۱۷ اهمیت بیشتری را کسب نموده و به‌عنوان اقدامات کارآمد در این فاز شناسایی شده‌اند. سیاست‌های تشویقی استقرار سیستم نظارت بر مصرف انرژی برای ساختمان‌های عمومی (مانند نظارت، حسابرسی، ابلاغیه‌ی رسمی و مدیریت سهمیه مصرف) (S4-1)، اجباری کردن انتشار داده‌های مرتبط با پایداری و تضمین تعمیر و نگهداری و نظارت بر عملکرد بهره‌برداری ساختمان برای توسعه‌دهندگان (S4-3)، ترویج انعقاد قرارداد مدیریت انرژی ازطریق شرکت‌های ارائه دهنده خدمات انرژی، مشاوران مدیریت تسهیلات و دارایی‌ها و انجمن‌های صنعتی (S4-5)، ایجاد انگیزه‌های اقتصادی برای متقاضیان ساختمان‌های پایدار و/یا مصرف‌کنندگان محصولات (S4-7)، بازسازی تدریجی ساختمان‌های موجود و ارائه سیاست‌های تشویقی برای کاربران (S4-9) و آموزش برای بهبود مصرف پایدار و سبک زندگی عموم (S4-11) به‌ترتیب با اعداد قطعی ۰/۵۱۷۴، ۰/۵۳۴۷، ۰/۵۶۲۵، ۰/۵۶۹۴، ۰/۵۷۶۴ و ۰/۵۲۷۸ در فاز اصلی بهره‌برداری و نگهداری (S4) به‌عنوان کارآمدترین اقدامات در این گام شناسایی شده‌اند. درنهایت در فاز تخریب و بازیافت (S5)، سیاست‌های تشویقی افزایش عمر مفید ساختمان‌ها و جلوگیری از تخریب‌های غیرضروری (S5-1)، تشویق جهت تحقیق و توسعه در رابطه با بازیافت یا فناوری‌های تجدیدپذیر و توسعه استانداردهای فنی مربوطه (S5-3)، راه‌اندازی سیاست‌های تشویقی اقتصادی و توسعه بازار استفاده مجدد و بازیافت برای نخاله‌های حاصل از ساخت و تخریب (S5-4) و تقویت نظارت بر تخریب برای کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و زباله‌های ساختمانی (S5-5) به‌ترتیب با اعداد قطعی ۰/۵۳۸۲، ۰/۵۰۶۹، ۰/۵۷۹۹ و ۰/۵۴۸۶ به‌عنوان اقدامات کارآمد در این فاز از چرخه عمر پروژه استخراج شدند.

۴-۳- نتایج گام سوم: تحلیل اثربخشی اهداف و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی با روش ماتریس تبدیل فازی

با توجه به اهمیت توسعه ساختمان‌های سبز در کشور ایران در سال‌های اخیر، ارزیابی و تحلیل اثربخشی سیاست‌های اتخاذشده برای اجرای این ساختمان‌ها مطابق با اهداف "سند چشم‌انداز توسعه" کشور ایران و دستورالعمل‌های صادره در این زمینه به ویژه دستورالعمل "شورای راهبری مدیریت سبز" از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. در این گام نتایج ارزیابی اهداف و اقدامات (سیاست‌های) تشویقی شناسایی شده برمبنای روش ماتریس تبدیل فازی (که در گام دوم روش‌شناسی تحقیق شرح داده شد)، ارائه گردیده است.

۴-۳-۱- اولویت‌بندی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی جهت ارتقاء ساختمان سبز براساس ماتریس تبدیل فازی

پس از جمع‌آوری نظرات ۸۴ خبره درخصوص میزان امتیاز تخصیص‌یافته به اهداف سیاست‌گذاری با استفاده از معادله ۱۰، مقدار میانگین وزن امتیازات برای هر یک از اهداف طبق جدول ۱۲ محاسبه شد. براساس نتایج، شش هدف سیاست‌گذاری از نظر اولویت وزنی به‌ترتیب شامل ایجاد مشوق‌های اقتصادی برای تحریک و فعال نمودن تحولات ساختمان سبز (G1) با امتیاز ۶/۹۰، ایجاد مشوق‌های حقوقی سالم جهت توسعه بستری یکپارچه برای تشویق و نظارت بر توسعه ساختمان سبز (G2) با امتیاز ۶/۸۴، ارائه‌ی استانداردهای فنی پیشرفته و قوی برای هدایت تحولات ساختمان سبز (G3) با امتیاز ۶/۷۶، مشوق‌های آموزشی جهت افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به پذیرش و پرداخت هزینه برای بهبود کارایی ساختمان سبز (G6) با امتیاز ۶/۷۰، افزایش آگاهی و دانش عمومی درخصوص ساختمان‌های سبز (G4) با امتیاز ۶/۴۲ و تشویق رویکردهای جدید تحویل و مدیریت توسعه ساختمان سبز ازطریق مشارکت ذینفعان مختلف (G5) با امتیاز ۵/۹۶ تعیین شدند. این نتایج نشان می‌دهد که خبرگان در مجموع اولویت بیشتری را به اهداف مشوق‌های اقتصادی، مشوق‌های حقوقی، فناوری‌های مرتبط و توجه به خواسته‌های مصرف‌کنندگان برای سیاست‌گذاری ساختمان سبز اختصاص داده‌اند. در ادامه براساس نمرات اختصاص داده شده توسط ۸۴ خبره و معادله ۱۱، ماتریس همبستگی اهداف- اقدامات (سیاست‌های) تشویقی برای هر یک از اقدامات (P_i) در مقابل اهداف (G_i) از پیش تعیین شده در فازهای مختلف مطابق با جداول ۱۳ تا ۱۷ به‌دست آمد.

جدول ۱۲: میانگین امتیازات برای هر یک از اهداف سیاست‌گذاری ساختمان سبز

اهداف سیاست‌گذاری	میانگین امتیازات فازی	عدد قطعی	رتبه
G1	(۶/۰۰, ۶/۹۸, ۷/۴۷)	۶/۹۰	۱
G2	(۵/۹۴, ۶/۹۱, ۷/۴۹)	۶/۸۴	۲
G3	(۵/۸۵, ۵/۹۹, ۶/۸۲)	۶/۷۶	۳
G4	(۵/۴۹, ۶/۴۸, ۷/۱۱)	۶/۴۲	۵
G5	(۵/۰۱, ۵/۹۹, ۶/۸۲)	۵/۹۶	۶
G6	(۵/۷۸, ۶/۷۶, ۷/۳۹)	۶/۷۰	۴

جدول ۱۳: ماتریس همبستگی اهداف-اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در فاز تصمیم‌گیری توسعه

هدف/اقدام	S1-1	S1-3	S1-5	S1-8	S1-10
G1	(۵/۱۶, ۶/۱۳, ۶/۹۴)	(۵/۷۲, ۶/۶۹, ۷/۳۳)	(۴/۲۹, ۵/۲۱, ۶/۰۰)	(۴/۷۲, ۵/۶۸, ۶/۵۲)	(۵/۱۳, ۶/۰۸, ۶/۷۶)
G2	(۵/۱۱, ۶/۰۶, ۶/۸۲)	(۵/۶۶, ۶/۶۲, ۷/۲۶)	(۴/۳۵, ۵/۲۶, ۶/۰۵)	(۵/۰۱, ۵/۹۹, ۶/۸۰)	(۴/۹۴, ۵/۵۹, ۶/۶۶)
G3	(۵/۳۲, ۶/۲۹, ۷/۰۹)	(۵/۴۰, ۶/۳۴, ۷/۰۱)	(۴/۲۷, ۵/۱۶, ۵/۹۶)	(۵/۱۶, ۶/۱۵, ۶/۹۳)	(۵/۴۷, ۶/۴۴, ۷/۰۵)
G4	(۵/۵۴, ۶/۵۳, ۷/۲۹)	(۵/۱۶, ۶/۱۱, ۶/۷۸)	(۵/۴۷, ۶/۴۶, ۷/۰۴)	(۵/۷۹, ۶/۷۹, ۷/۴۸)	(۵/۶۵, ۶/۶۲, ۷/۱۴)
G5	(۵/۷۳, ۶/۷۲, ۷/۴۶)	(۵/۴۹, ۶/۴۱, ۷/۰۲)	(۳/۸۵, ۴/۷۴, ۵/۵۶)	(۴/۴۶, ۵/۴۵, ۶/۳۸)	(۵/۴۰, ۶/۳۹, ۷/۰۱)
G6	(۵/۳۹, ۶/۳۶, ۷/۱۸)	(۶/۲۷, ۷/۲۶, ۷/۸۲)	(۴/۶۹, ۵/۵۹, ۶/۲۲)	(۵/۴۷, ۶/۴۶, ۷/۱۱)	(۵/۲۸, ۶/۲۷, ۶/۸۴)

جدول ۱۴: ماتریس همبستگی اهداف-اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در فاز تولید/تامین مصالح

هدف/اقدام	S2-2	S2-4	S2-6	S2-7
G1	(۵/۱۱, ۶/۰۶, ۶/۸۴)	(۵/۱۶, ۶/۱۱, ۶/۷۳)	(۵/۲۹, ۶/۲۷, ۷/۰۶)	(۵/۵۸, ۶/۵۵, ۷/۱۳)
G2	(۵/۳۶, ۶/۳۴, ۷/۰۱)	(۵/۴۵, ۶/۳۲, ۶/۸۰)	(۵/۱۱, ۶/۱۱, ۶/۸۹)	(۵/۸۴, ۶/۸۴, ۷/۴۲)
G3	(۵/۴۷, ۶/۴۶, ۷/۱۴)	(۵/۵۹, ۶/۵۱, ۶/۹۹)	(۵/۸۵, ۶/۸۴, ۷/۴۵)	(۵/۸۶, ۶/۸۶, ۷/۳۸)
G4	(۵/۱۲, ۶/۰۸, ۶/۷۸)	(۵/۴۸, ۶/۲۹, ۶/۷۲)	(۵/۹۴, ۶/۹۳, ۷/۵۵)	(۵/۹۳, ۶/۹۳, ۷/۴۵)
G5	(۵/۲۱, ۶/۲۰, ۶/۹۴)	(۴/۹۱, ۵/۷۳, ۶/۳۳)	(۵/۳۳, ۶/۳۲, ۷/۱۲)	(۵/۱۴, ۶/۰۶, ۶/۶۵)
G6	(۵/۰۸, ۶/۰۶, ۶/۷۸)	(۴/۵۲, ۵/۴۰, ۶/۰۶)	(۵/۳۵, ۶/۳۴, ۷/۱۴)	(۴/۶۲, ۵/۵۲, ۶/۱۶)

جدول ۱۵: ماتریس همبستگی اهداف-اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در فاز طراحی و ساخت

هدف/اقدام	S3-1	S3-2	S3-3	S3-6	S3-8
G1	(۵/۴۴, ۶/۴۱, ۷/۱۳)	(۴/۹۱, ۵/۸۵, ۶/۵۴)	(۵/۵۲, ۶/۵۱, ۷/۲۷)	(۵/۶۵, ۶/۶۲, ۷/۲۰)	(۵/۵۶, ۶/۵۵, ۷/۳۲)
G2	(۵/۳۶, ۶/۳۶, ۷/۰۶)	(۴/۴۱, ۵/۳۱, ۶/۰۷)	(۵/۶۶, ۶/۶۵, ۷/۳۶)	(۵/۴۰, ۶/۳۶, ۷/۰۴)	(۵/۶۷, ۶/۶۷, ۷/۴۴)
G3	(۵/۷۸, ۶/۷۶, ۷/۴۱)	(۴/۴۹, ۵/۴۲, ۶/۱۸)	(۵/۰۰, ۵/۹۹, ۶/۸۴)	(۵/۹۸, ۶/۹۸, ۷/۵۲)	(۵/۴۷, ۶/۴۶, ۷/۲۶)
G4	(۵/۷۲, ۶/۷۲, ۷/۳۶)	(۴/۶۹, ۵/۵۶, ۶/۲۶)	(۶/۰۰, ۷/۰۰, ۷/۶۲)	(۶/۰۲, ۷/۰۲, ۷/۵۳)	(۵/۵۹, ۶/۵۸, ۷/۳۶)
G5	(۶/۰۵, ۷/۰۵, ۷/۶۶)	(۴/۲۴, ۵/۰۷, ۵/۸۰)	(۵/۸۴, ۶/۸۴, ۷/۵۴)	(۵/۴۲, ۶/۳۴, ۶/۹۴)	(۵/۲۴, ۶/۲۲, ۷/۰۴)
G6	(۵/۸۸, ۶/۸۶, ۷/۵۳)	(۵/۵۱, ۶/۴۶, ۶/۹۶)	(۵/۸۴, ۶/۸۴, ۶/۹۶)	(۴/۵۶, ۵/۴۵, ۶/۱۲)	(۵/۲۴, ۶/۲۲, ۷/۰۴)

جدول ۱۶: ماتریس همبستگی اهداف-اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در فاز بهره‌برداری و نگهداری

هدف/اقدام	S4-1	S4-3	S4-5	S4-7	S4-9	S4-11
G1	(۵/۶۲, ۶/۵۸, ۷/۱۸)	(۵/۱۶, ۶/۱۳, ۶/۹۴)	(۵/۳۸, ۶/۳۴, ۶/۹۵)	(۵/۲۶, ۶/۲۵, ۷/۰۶)	(۴/۷۸, ۵/۷۳, ۶/۴۶)	(۵/۵۶, ۶/۵۳, ۷/۱۸)
G2	(۵/۵۸, ۶/۵۱, ۷/۱۲)	(۶/۰۸, ۷/۰۷, ۷/۷۶)	(۵/۴۴, ۶/۳۴, ۷/۰۰)	(۵/۰۷, ۶/۰۶, ۶/۹۲)	(۵/۰۶, ۶/۰۴, ۶/۶۸)	(۵/۵۴, ۶/۵۱, ۷/۱۴)
G3	(۵/۳۲, ۶/۲۲, ۶/۸۹)	(۵/۴۶, ۶/۸۸, ۷/۲۲)	(۴/۹۶, ۵/۸۹, ۶/۵۱)	(۵/۲۰, ۶/۲۰, ۷/۰۶)	(۴/۸۱, ۵/۸۰, ۶/۵۶)	(۶/۳۲, ۷/۳۱, ۷/۸۱)
G4	(۵/۸۰, ۶/۷۴, ۷/۳۲)	(۵/۷۲, ۶/۷۲, ۷/۴۱)	(۵/۹۸, ۶/۹۸, ۷/۵۲)	(۵/۷۲, ۶/۷۲, ۷/۴۴)	(۴/۷۸, ۵/۷۱, ۶/۳۶)	(۵/۹۸, ۶/۹۸, ۷/۶۵)
G5	(۵/۳۸, ۶/۲۹, ۶/۸۸)	(۵/۷۳, ۶/۷۲, ۷/۴۶)	(۵/۵۲, ۶/۵۱, ۷/۰۵)	(۵/۲۶, ۶/۲۵, ۷/۰۵)	(۴/۷۵, ۵/۶۶, ۶/۳۲)	(۶/۱۱, ۷/۰۹, ۶/۶۷)
G6	(۵/۹۸, ۶/۹۵, ۷/۵۱)	(۵/۹۳, ۶/۹۱, ۷/۶۴)	(۵/۲۶, ۶/۲۵, ۶/۸۱)	(۵/۴۷, ۶/۴۶, ۷/۲۰)	(۴/۵۸, ۵/۴۷, ۶/۱۸)	(۶/۴۵, ۷/۴۲, ۷/۸۸)

جدول ۱۷: ماتریس همبستگی اهداف-اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در فاز تخریب و بازیافت

هدف/اقدام	S5-1	S5-3	S5-4	S5-5
G1	(۵/۷۲, ۶/۶۹, ۷/۳۳)	(۵/۱۶, ۶/۱۳, ۶/۹۴)	(۵/۴۲, ۶/۴۱, ۷/۰۴)	(۴/۵۹, ۵/۵۶, ۶/۴۶)
G2	(۵/۲۹, ۶/۲۲, ۶/۸۸)	(۵/۷۹, ۶/۷۹, ۷/۵۳)	(۵/۶۰, ۶/۶۰, ۷/۱۶)	(۴/۵۱, ۵/۴۹, ۶/۴۴)
G3	(۵/۰۶, ۵/۹۶, ۶/۶۷)	(۴/۹۴, ۵/۹۲, ۶/۷۶)	(۵/۱۴, ۶/۰۶, ۶/۷۱)	(۴/۶۲, ۵/۶۱, ۶/۴۹)
G4	(۶/۰۰, ۷/۰۰, ۷/۵۴)	(۶/۲۲, ۷/۲۱, ۷/۷۸)	(۵/۶۸, ۶/۶۷, ۷/۲۶)	(۴/۸۷, ۵/۸۷, ۶/۶۲)
G5	(۵/۴۹, ۶/۴۱, ۷/۰۲)	(۵/۷۳, ۶/۷۲, ۷/۴۶)	(۵/۷۱, ۶/۶۹, ۷/۲۱)	(۴/۸۴, ۵/۸۲, ۶/۶۸)
G6	(۶/۲۷, ۷/۲۶, ۷/۸۲)	(۵/۹۳, ۶/۹۱, ۷/۶۴)	(۵/۴۱, ۶/۴۱, ۶/۹۵)	(۵/۳۱, ۶/۲۹, ۷/۰۲)

در ادامه به منظور اولویت‌بندی اقدامات سیاست‌گذاری، وزن هر یک از اقدامات با استفاده از معادلات ۱۰ تا ۱۳ تعیین گردید. سپس برحسب وزن تعیین شده، به اولویت‌بندی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی برحسب اوزان کل نرمالایزشده پرداخته شد. نتایج مربوط به اوزان انباشته و نرمالایزشده برای هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در راستای توسعه ساختمان سبز و اولویت‌های آنها در جدول ۱۸ ارائه شده است. به منظور سهولت درک، نتایج رتبه‌بندی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی به‌ترتیب برحسب اوزان نرمال شده غیرفازی در زیرگروه و وزن کلی به‌صورت نمودارهای هیستوگرام در شکل ۵- الف و ب نشان داده شده است.

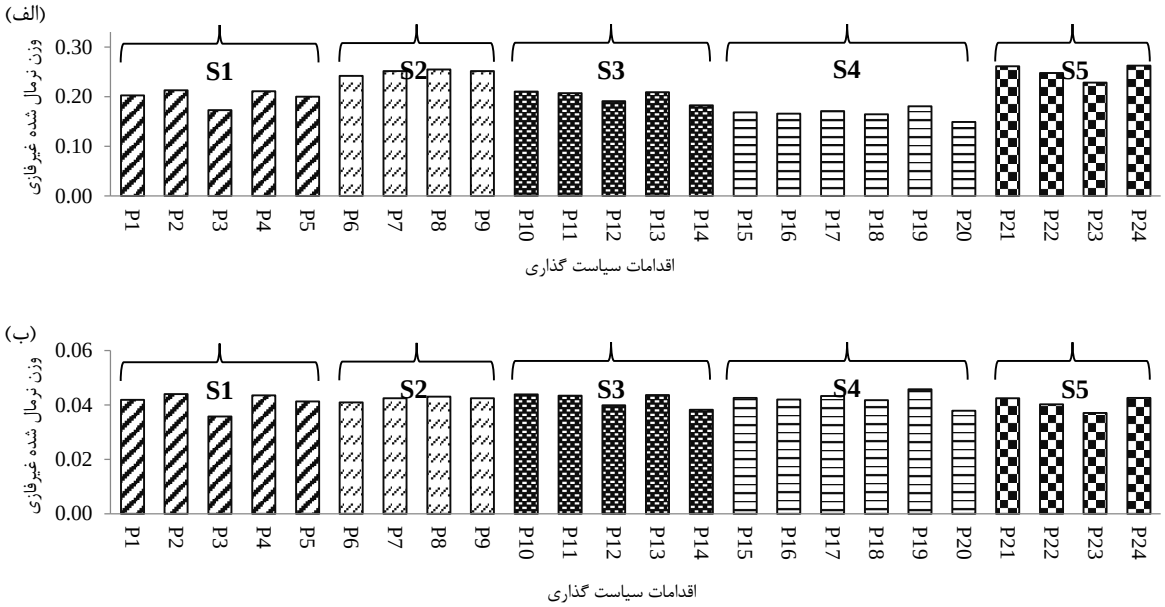
براساس نتایج رتبه‌بندی در این گام، سه اقدام سیاست‌گذاری با رتبه بالاتر در هر یک از فازهای مختلف توسعه ساختمان‌های سبز به‌عنوان اقدامات نسبتاً مهمتر در راستای ارتقاء این ساختمان‌ها در کشور ایران انتخاب شده‌اند. بر همین اساس نتایج نشان داد که اقدامات اتخاذ و پیاده‌سازی مشوق‌های اقتصادی (مشوق‌های مثبت همچون کاهش مالیات یا یارانه‌ها و مشوق‌های منفی مانند وضع مالیات‌های ناشی از آلودگی ساختمان) (S1-3)، توسعه مشوق‌های ایجاد ساختمان سبز از سطح ساختمان فردی به جوامع پایدار و سطح پایداری شهری و ترویج ساختمان سبز در مناطق روستایی با توجه به شرایط بومی (S1-8) و بهبود سیستم حقوقی برای کنترل شدید روش تأیید پروژه برای بهره‌وری انرژی ساختمان (S1-1) به‌ترتیب با اوزان نرمالایزشده غیرفازی ۰/۲۱۳۱۴، ۰/۲۱۱۰۸ و ۰/۲۰۲۸۳ رتبه‌های اول تا سوم سیاست‌گذاری‌ها را در فاز تصمیم‌گیری برای توسعه ساختمان‌های سبز به خود اختصاص داده‌اند. اقدامات تقویت نظارت و مدیریت برای عرضه فناوری‌ها و محصولات جدید و از رده خارج کردن محصولات قدیمی و منسوخ (S2-6)، بهبود سیستم استاندارد فنی، سیستم برچسب انرژی و سیستم صدور گواهینامه‌های استاندارد برای مصالح و تجهیزات پایدار (S2-4) و راه‌اندازی اقدامات تشویقی برای تولید و عرضه‌ی مصالح و تجهیزات پایدار (S2-7) به‌ترتیب با به‌ترتیب با اوزان نرمال شده غیرفازی ۰/۲۵۵۱۲، ۰/۲۵۱۴۸ و ۰/۲۵۱۳۸ بیشترین اهمیت را در

فاز تولید/ تامین مصالح برای ساختمان‌های سبز کسب نموده و به‌عنوان سیاست‌گذاری‌های کلیدی در این فاز شناسایی شده‌اند. در فاز طراحی و ساخت ساختمان‌های سبز، اقدامات بهبود سیستم استاندارد و ارزیابی برای طراحی و ساخت و ساز پایدار جهت ایجاد تدریج قوانین و مقررات ورود به بازار صنعت ساخت (S3-1)، ارتقاء رویکردهای طراحی یکپارچه و توسعه دانش حرفه‌ای مشاوران (S3-6) و تقویت روحیه پذیرش جهت ارزیابی و نظارت بر طراحی و ساخت و ساز پایدار (S3-2) به‌ترتیب با به‌ترتیب با اوزان نرمال شده غیرفازی ۰/۲۱۰۱۷، ۰/۲۰۹۰۰ و ۰/۲۰۷۴۱ رتبه‌های اول تا سوم سیاست‌گذاری‌های کلیدی را در این فاز کسب نموده‌اند. اقدامات بازسازی تدریجی ساختمان‌های موجود و ارائه سیاست‌های تشویقی برای کاربران (S4-9)، ترویج انعقاد قرارداد مدیریت انرژی ازطریق شرکت‌های ارائه دهنده خدمات انرژی، مشاوران مدیریت تسهیلات و دارایی‌ها و انجمن‌های صنعتی (S4-5) و استقرار سیستم نظارت بر مصرف انرژی برای ساختمان‌های عمومی (مانند نظارت، حسابرسی، ابلاغیه‌ی رسمی و مدیریت سهمیه مصرف) (S4-1) به‌ترتیب با اوزان نرمالایزشده غیرفازی ۰/۱۸۰۷۶، ۰/۱۷۰۹۸ و ۰/۱۶۸۳۸ از فاز بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌های سبز به‌عنوان کلیدی‌ترین سیاست‌گذاری‌ها در این فاز شناسایی شدند. درنهایت در فاز تخریب و بازیافت، اقدامات تقویت نظارت بر تخریب برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و زباله‌های ساختمانی (S5-5)، افزایش عمر مفید ساختمان‌ها و جلوگیری از تخریب‌های غیرضروری (S5-1) و تشویق جهت تحقیق و توسعه در رابطه با بازیافت یا فناوری‌های تجدیدپذیر و توسعه‌ی استانداردهای فنّی مربوطه (S5-3) با به‌ترتیب با اوزان نرمال شده غیرفازی ۰/۲۶۲۴۶، ۰/۲۶۱۵۲ و ۰/۲۴۷۶۵ به‌عنوان کلیدی‌ترین سیاست‌گذاری‌ها در این گروه شناسایی شده‌اند.

جدول ۱۸: اولویت اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساخت و ساز سبز از دیدگاه چرخه عمر پروژه

فازهای چرخه عمر پروژه	سیاست‌های تشویقی (کد)	وزن انباشته غیرفازی	وزن نرمال شده غیرفازی در مرحله اول	رتبه در زیرگروه	وزن نرمالایزشده کل	رتبه کلی
تصمیم‌گیری توسعه (S1)	S1-1	۲۵۱/۱۰	۰/۲۰۲۸۳	۳	۰/۰۴۱۸۷	۱۵
	S1-3	۲۶۳/۸۷	۰/۲۱۳۱۴	۱	۰/۰۴۴۰۰	۲
	S1-5	۲۱۴/۲۰	۰/۱۷۳۰۲	۵	۰/۰۳۵۷۲	۲۴
	S1-8	۲۶۱/۳۱	۰/۲۱۱۰۸	۲	۰/۰۴۳۵۷	۵
	S1-10	۲۴۷/۵۱	۰/۱۹۹۹۳	۴	۰/۰۴۱۲۷	۱۷
تولید/ تامین مصالح (S2)	S2-2	۲۴۵/۱۵	۰/۲۴۲۰۲	۴	۰/۰۴۰۸۸	۱۸
	S2-4	۲۵۴/۷۳	۰/۲۵۱۴۸	۲	۰/۰۴۲۴۷	۱۲
	S2-6	۲۵۸/۴۲	۰/۲۵۵۱۲	۱	۰/۰۴۳۰۹	۸
	S2-7	۲۵۴/۶۳	۰/۲۵۱۳۸	۳	۰/۰۴۲۴۶	۱۳
طراحی و ساخت (S3)	S3-1	۲۶۳/۴۸	۰/۲۱۰۱۷	۱	۰/۰۴۳۹۳	۳
	S3-2	۲۶۰/۰۲	۰/۲۰۷۴۱	۳	۰/۰۴۳۳۶	۶
	S3-3	۲۳۹/۰۹	۰/۱۹۰۷۱	۴	۰/۰۳۹۸۷	۲۰
	S3-6	۲۶۲/۰۳	۰/۲۰۹۰۰	۲	۰/۰۴۳۶۹	۴
	S3-8	۲۲۹/۰۶	۰/۱۸۲۷۱	۵	۰/۰۳۸۱۹	۲۱
بهره‌برداری و نگهداری (S4)	S4-1	۲۵۵/۶۹	۰/۱۶۸۳۸	۳	۰/۰۴۲۶۳	۹
	S4-3	۲۵۱/۶۰	۰/۱۶۵۶۹	۴	۰/۰۴۱۹۵	۱۴
	S4-5	۲۵۹/۶۳	۰/۱۷۰۹۸	۲	۰/۰۴۳۲۹	۷
	S4-7	۲۵۰/۳۱	۰/۱۶۴۸۴	۵	۰/۰۴۱۷۴	۱۶
	S4-9	۲۷۴/۴۸	۰/۱۸۰۷۶	۱	۰/۰۴۵۷۷	۱
	S4-11	۲۲۶/۷۸	۰/۱۴۹۳۵	۶	۰/۰۳۷۸۱	۲۲
تخریب و بازیافت (S5)	S5-1	۲۵۴/۷۴	۰/۲۶۱۵۲	۲	۰/۰۴۲۴۸	۱۱
	S5-3	۲۴۱/۲۳	۰/۲۴۷۶۵	۳	۰/۰۴۰۲۲	۱۹
	S5-4	۲۲۲/۴۴	۰/۲۲۸۳۶	۴	۰/۰۳۷۰۹	۲۳
	S5-5	۲۵۵/۶۵	۰/۲۶۲۴۶	۱	۰/۰۴۲۶۳	۱۰

به‌عنوان یک نتیجه کلی، اقدامات (سیاست‌های) تشویقی برحسب وزن نرمال شده کل نیز رتبه‌بندی شده‌اند. یافته‌های حاصل از رتبه‌بندی کلی نشان داد که ۱۲ اقدام شامل S4-9، S1-3، S3-1، S3-6، S1-8، S3-2، S4-5، S2-6، S4-1، S5-5، S5-1 و S2-4 به‌ترتیب ارجحیت به‌عنوان اقدامات نسبتاً مهمتر در راستای ارتقاء ساختمان‌های سبز در کشور ایران انتخاب شده‌اند.



شکل ۵: نتایج تحلیل اولویت اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز در فازهای مختلف چرخه عمر پروژه برحسب اوزان نرمال شده غیرفازی؛ (الف) در زیرگروه، (ب) وزن کلی

۴-۳-۲- ارزیابی اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی کلیدی

براساس نتایج رتبه‌بندی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در بخش قبلی، ۱۲ مورد از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی به‌عنوان اقدامات نسبتاً مهمتر برای اجرای ساختمان‌های سبز مطابق با اهداف "سند چشم‌انداز توسعه" کشور ایران شناسایی شد. علیرغم تعیین رتبه اقدامات شناسایی شده، با این حال، اثربخشی این سیاست‌ها در سند چشم‌انداز توسعه کشور ایران طی سال‌های آتی بی‌پاسخ ماند. از اینرو ارزیابی اثربخشی سیاست‌گذاری‌ها در این خصوص بسیار ضروری است. به همین منظور در این بخش تلاش شد تا با استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی به ارزیابی سیاست‌گذاری‌های ساختمان سبز مطابق با اهداف سند چشم‌انداز توسعه در کشور ایران پرداخته شود. جهت دستیابی به این هدف از خبرگان منتخب قبلی درخواست شد تا نظرات خود را درخصوص میزان اثربخشی ۱۲ اقدام سیاست‌گذاری نسبتاً مهم‌تر (جدول ۲۰) که به‌ترتیب رتبه و براساس ترتیب چرخه عمر پروژه فهرست شده‌اند، با استفاده از یک قضاوت شهودی فازی ارائه نمایند. برای قضاوت شهودی فازی مطابق با جدول ۶ از متغیرهای زبانی و مقادیر فازی متناظر با آنها بهره گرفته شد.

پس از ارائه توضیحات دقیق توسط محققین به خبرگان منتخب، نظرات آنها درخصوص میزان شناسایی[۲۵] و عدم شناسایی[۲۶] اثربخشی هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی اجراشده در دوره "سند چشم‌انداز توسعه" کشور ایران با استفاده از پرسشنامه اخذ گردید. مجموع این دو مقدار باید کمتر یا مساوی ۱ باشد. براساس پاسخ پرسشنامه‌ها، مقدار میانگین درجه شناسایی اثربخشی ($\overline{\mu_A}(x)$) و درجه عدم شناسایی اثربخشی ($\overline{\nu_A}(x)$) برای هر یک از آیتم‌های سیاست‌گذاری محاسبه شد. در نتیجه مقدار میانگین تردید[۲۷] درخصوص اثربخشی ($\overline{\lambda_A}(x)$) برای هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی به‌صورت معادله ۱۶ تعیین گردید:

$$\overline{\lambda_A}(x) = 1 - \overline{\mu_A}(x) - \overline{\nu_A}(x) \qquad (۱۶)$$

به‌طوری که در این رابطه، پارامترهای $\overline{\mu_A}(x)$، $\overline{\nu_A}(x)$ و $\overline{\lambda_A}(x)$ به‌ترتیب معرف درجه شناسایی، درجه عدم شناسایی و درجه تردید درخصوص اثربخشی برای هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز می‌باشند.

[25] Recognizing
[26] Non-recognizing
[27] Average value of hesitation

به منظور دریافت خروجی‌های قابل درک از اثربخشی اقدامات سیاست‌گذاری، مقادیری به شرح ذیل به فرآیند قضاوت خبرگان اختصاص داده شد:

- ✓ اگر خبرگان تشخیص دهند «این اقدام در دوره "سند چشم‌انداز توسعه" به‌طور کامل با نتایج موثر اجرا شده است»، درجه عضویت ۵ امتیازی به آن اختصاص می‌یابد.
- ✓ اگر خبرگان تشخیص دهند «این اقدام در دوره "سند چشم‌انداز توسعه" به‌طور کامل با نتایج مؤثر اجرا نشده است»، درجه عدم عضویت ۱ امتیازی به آن تعلق می‌گیرد.
- ✓ برای قضاوت‌های شهودی نامشخص برای هر یک از اقدامات نیز درجه عدم عضویت ۳ امتیازی به آن اختصاص داده می‌شود.

سپس امتیاز ارزیابی (S_i) برای هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در راستای ارتقاء ساختمان سبز طبق معادله ۱۷ تعیین می‌گردد:

$$S_i = \overline{\mu_A}(x)\times 5 + \overline{\lambda_A}(x)\times 3 + \overline{\nu_A}(x)\times 1 \qquad (۱۷)$$

براساس معادله ۱۷، امتیاز هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی محاسبه گردیده و نتایج حاصله در جدول ۱۹ ارائه شده است. شکل ۶ نتایج درجه عضویت، درجه عدم عضویت و درجه تردید درخصوص اثربخشی هر یک از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی ساختمان سبز در "سند چشم‌انداز توسعه" را نشان می‌دهد. علاوه بر این به منظور سهولت درک نتایج، شکل ۷ نتایج میزان اثربخشی هر یک از ۱۲ اقدام سیاست‌گذاری انتخاب شده برحسب مقدار امتیاز ارزیابی (S_i) را نشان می‌دهد.

براساس وزن حاصله برای هر یک از اقدامات سیاست‌گذاری، مجموع امتیاز جامع سیستم سیاست‌گذاری برای توسعه ساختمان سبز در دوره «سند چشم‌انداز توسعه» کشور ایران به شرح زیر محاسبه گردیده است:

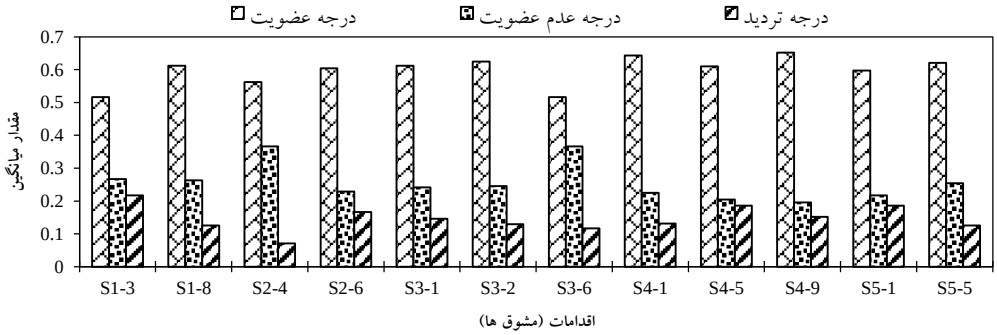
$$Total\ Score = \sum_i S_i \times \omega_i = \begin{pmatrix} 3.925\times 0.044 + 3.975\times 0.04357 + \\ \ldots + 3.8\times 0.04263 \end{pmatrix} = 2.0425 \qquad (۱۸)$$

با توجه به مقدار حدی به‌دست آمده برای امتیاز جامع از رابطه فوق، می‌توان دریافت که کمتر از نیمی از اقدامات (سیاست‌های) تشویقی برای ارتقاء ساختمان‌های سبز در دوره «سند چشم‌انداز توسعه» مؤثر شناخته شده‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که علیرغم پیاده‌سازی برخی از اقدامات و مشوق‌های سیاست‌گذاری در راستای توسعه ساختمان سبز و دستاوردهای قابل توجه در این زمینه، تلاش‌های بیشتری برای بهبود چارچوب سیاست‌گذاری‌ها در کشور ایران مورد نیاز است.

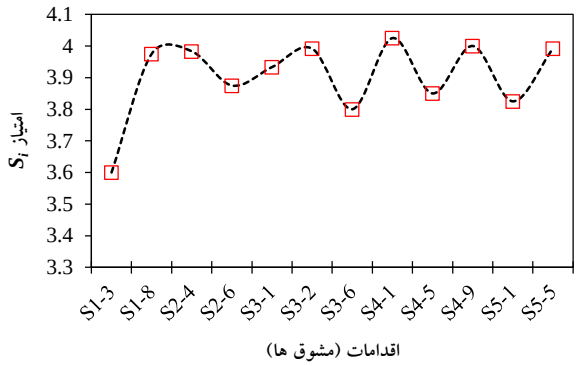
جدول ۱۹: ارزیابی فازی اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی ساختمان سبز طی دوره "سند چشم‌انداز توسعه"

فازهای چرخه عمر پروژه	اقدامات سیاست‌گذاری	وزن نرمالایزشده (ω_i)	$\overline{\mu_A}(x)$	$\overline{\lambda_A}(x)$	$\overline{\nu_A}(x)$	امتیاز S_i	رتبه نهایی
تصمیم‌گیری توسعه (S1)	S1-3	۰/۰۴۴۰۰	۰/۵۱۶۶۶۷	۰/۲۶۶۶۶۷	۰/۲۱۶۶۶۷	۳/۶۰۰۰۰۰	۱۲
	S1-8	۰/۰۴۳۵۷	۰/۶۱۲۵۰۰	۰/۲۶۲۵۰۰	۰/۱۲۵۰۰۰	۳/۹۷۵۰۰۰	۶
تولید/ تامین مصالح (S2)	S2-4	۰/۰۴۲۴۷	۰/۵۶۲۵۰۰	۰/۳۶۶۶۶۷	۰/۰۷۰۸۳۳	۳/۹۸۳۳۳۳	۵
	S2-6	۰/۰۴۳۰۹	۰/۶۰۴۱۶۷	۰/۲۲۹۱۶۷	۰/۱۶۶۶۶۷	۳/۸۷۵۰۰۰	۸
طراحی و ساخت (S3)	S3-1	۰/۰۴۳۹۳	۰/۶۱۲۵۰۰	۰/۲۴۱۶۶۷	۰/۱۴۵۸۳۳	۳/۹۳۳۳۳۳	۷
	S3-2	۰/۰۴۳۳۶	۰/۶۲۵۰۰۰	۰/۲۴۵۸۳۳	۰/۱۲۹۱۶۷	۳/۹۹۱۶۶۷	۴
	S3-6	۰/۰۴۳۶۹	۰/۵۱۶۶۶۷	۰/۳۶۶۶۶۷	۰/۱۱۶۶۶۷	۳/۸۰۰۰۰۰	۱۱
بهره‌برداری و نگهداری (S4)	S4-1	۰/۰۴۲۶۳	۰/۶۴۳۷۵۰	۰/۲۲۵۰۰۰	۰/۱۳۱۲۵۰	۴/۰۲۵۰۰۰	۱
	S4-5	۰/۰۴۳۲۹	۰/۶۱۰۴۱۷	۰/۲۰۴۱۶۷	۰/۱۸۵۴۱۷	۳/۸۵۰۰۰۰	۹
	S4-9	۰/۰۴۵۷۷	۰/۶۵۲۰۸۳	۰/۱۹۵۸۳۳	۰/۱۵۲۰۸۳	۴/۰۰۰۰۰۰	۲
تخریب و بازیافت (S5)	S5-1	۰/۰۴۲۴۸	۰/۵۹۷۹۱۷	۰/۲۱۶۶۶۷	۰/۱۸۵۴۱۷	۳/۸۲۵۰۰۰	۱۰

S5-5	۰/۰۴۲۶۳	۰/۶۲۰۸۳۳	۰/۲۵۴۱۶۷	۰/۱۲۵۰۰۰	۳/۹۹۱۶۶۷	۳



شکل ۶: نتایج درجه عضویت، درجه عدم عضویت و درجه تردید درخصوص اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی ساختمان سبز در "سند چشم‌انداز"



شکل ۷: نتایج امتیاز S_i برای رتبه‌بندی اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی ساختمان سبز در "سند چشم‌انداز توسعه"

۵- نتیجه‌گیری

این مطالعه بر ارزیابی اثربخشی اقدامات (سیاست‌های) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان‌های سبز تمرکز دارد. با مرور و جمع‌بندی نتایج حاصل از ادبیات تحقیق برای شناسایی سیاست‌های مربوطه در زمینه ساخت و ساز سبز براساس فازهای مختلف چرخه عمر پروژه (یعنی فازهای تصمیم گیری توسعه، تولید/ تامین مصالح، طراحی و ساخت، بهره‌برداری و نگهداری و تخریب و بازیافت)، پایگاه داده‌ای متشکل از ۶ هدف عمده و همچنین ۴۲ اقدام (سیاست) تشویقی موثر بر ارتقاء ساختمان سبز شناسایی شد. با توسعه روش ارزیابی فازی جامع و تشکیل ماتریس سیاست-اقدامات به ارزیابی و تحلیل اولویت خط‌مشی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها در راستای توسعه بیشتر ساختمان‌های سبز پرداخته شد. همچنین اثربخشی سیاست‌های مربوطه در دوره «سند چشم‌انداز توسعه» کشور ایران براساس اولویت هر یک از اهداف و اقدامات به‌دست آمد. نتایج کلیدی حاصل از مطالعه حاضر به‌طور خلاصه به شرح زیر قابل استخراج است:

۱) توجه بیشتر ساختمان سبز به فاز طراحی، فاز ساخت و فاز بهره‌برداری و نگهداری معطوف شده است. این موضوع به دلیل تأثیرات قابل توجه این فازها در خود ساختمان و محیط اطراف آن است. در مقابل، توجه نسبتاً کمی به فاز بازیافت و تخریب شده است.

۲) در فاز تصمیم‌گیری برای توسعه ساختمان‌های سبز، تاکید کلیدی بر ارائه مشوق‌های مالی و گسترش مقیاس این ساختمان‌ها با هدف الهام بخشیدن به انگیزه سازندگان برای ساخت و کاربران برای خرید ساختمان سبز در بازار است.

۳) مشابه فاز طراحی و ساخت، اقدامات (سیاست‌های) تشویقی در فاز تولید و عرضه ساختمان سبز عمدتاً بر بهبود استانداردهای فنی و سیاست‌های نظارتی متمرکز می‌باشد.

۴) در فاز بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری، اولویت اصلی بر روی مقاوم‌سازی ساختمان سبز است؛ زیرا بخش بزرگی از ساختمان‌های موجود ساختمان سبز نیستند. اولویت دوم بر نوآوری مدیریت خرد متمرکز با بهره‌گیری از رویکردهایی همچون توسعه بازار ساختمان‌های سبز ازطریق رویکرد پیمانکاری مدیریت انرژی می‌باشد. اولویت سوم، کنترل نظارتی ساختمان‌های عمومی است. آگاهی عمومی از صرفه‌جویی در انرژی به‌طور قابل توجهی بهبود یافته است، با این حال بسیاری از ساختمان‌های عمومی مقدار قابل توجهی انرژی مصرف می‌کنند. بنابراین، سیاست‌های ساختمان سبز باید بر نظارت دقیق بر عملکرد پایدار ساختمان‌های عمومی متمرکز شود.

۵) در فاز بازیافت و تخریب، تلاش برای تقویت نظارت و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی و تولید زباله‌های ساختمانی ضروری شناخته شده است. افزایش عمر ساختمان‌ها یکی دیگر از سیاست‌های حیاتی در راستای توسعه اقدامات (سیاست‌های) تشویقی است. در حال حاضر، میانگین عمر مفید ساختمان‌ها در کشور ایران بین ۲۰ تا ۳۰ سال تخمین زده می‌شود که این مقدار کمتر از عمر مفید استاندارد ساختمان یعنی ۵۰ سال است. از همین رو اقدامات موجود در این فاز، به‌طور قابل توجهی بر حفظ انرژی و حفاظت از محیط زیست ازطریق کاهش دفعات تخریب ساختمان اثرگذار می‌باشد.

۶) اقدامات نظارتی نقش مهمی را در هر پنج فاز از چرخه عمر ساختمان‌های سبز ایفا می‌کند. با این حال، نباید از این موضوع غافل شد که با توجه به موانع ایجاد شده ازطریق سیاست‌های نظارتی برای بازار آینده ساختمان سبز، ممکن است این سیاست‌ها بهترین رویکرد برای توسعه ساختمان سبز نباشد. توسعه پایدار برای ساخت ساختمان‌های سبز باید در نتیجه رقابت بازار ایجاد گردد و صرفاً ازطریق الزامات اجباری قوانین و مقررات صورت نپذیرد؛ چراکه در این صورت امکان ایجاد نتایج برخلاف اهداف "سند چشم‌انداز توسعه" متصور بوده است. اقدامات تشویقی مانند مشوق‌های مالی برای فاز تصمیم‌گیری توسعه، بهبود استانداردهای فنی و سیستم ارزیابی و تبدیل به مدل طراحی یکپارچه در بازار و فناوری بالاتر از سیاست‌های نظارتی رتبه‌بندی شده‌اند. علاوه بر این، سیاست مقاوم‌سازی ساختمان و سیاست گسترش مقیاس ساختمان سبز را می‌توان به‌عنوان فرصت‌هایی برای توسعه بازار آینده صنعت ساخت در نظر گرفت. اگر دولت بتواند با در نظر گرفتن تقاضا، مسیر رشد و توسعه بازار را در این زمینه فراهم سازد، آینده‌ای مطلوب برای توسعه ساختمان‌های سبز در کشور ایران وجود خواهد داشت.

مراجع

[۱] Olubunmi, O.A., Xia, P.B., and Skitmore, M. (2016). Green building incentives: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1611–1621.

[۲] Shazmin, A.A., Sipan, I., and Sapri, M. (2016). Property tax assessment incentives for green building: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 536–548.

[۳] Yin, S., and Li, B. (2018). Transferring green building technologies from academic research institutes to building enterprises in the development of urban green building: a stochastic differential game approach, *Sustainable Cities and Society*, 39, 631–8.

[٤] Circo, C.J. (2007). Using mandates and incentives to promote sustainable construction and green building projects in the private sector: a call for more state land use policy initiatives, *Penn State Law Review*, 112, 731-740.

[۵] Onuoha, I.J., Aliagha, G.U., and Rahman, M.S.A. (2018). Modelling the effects of green building incentives and green building skills on supply factors affecting green commercial property investment, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 814-823.

[٦] UNEP, 2009, *Buildings and Climate Change Summary for Decision-Makers*, ed. Paris-France: United Nations Environment Programme.

[۷] Cansino, J.M., Pablo-Romero, M., Román, R., and Yñiguez, R., 2011, Promoting renewable energy sources for heating

and cooling in EU-27 countries, *Energy Policy*, 39(6), 3803-3812.
[۸] Fan, K., and Wu, Z. (2020). Incentive mechanism design for promoting high-level green buildings, *Building and Environment*, 184, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107230.
[۹] Kibert, C.J. (2012). *Sustainable construction: green building design and delivery*, John Wiley & Sons.
[۱۰] Sangkakool, T., Techato, K., Zaman, R., and Brudermann, T. (2018). Prospects of green roofs in urban Thailand – A multi-criteria decision analysis, *Journal of Cleaner Production*, 196, 400-410.
[۱۱] Zhu, Q., Sarkis, J., and Lai, K. (2013). Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(2), 106-117.
[۱۲] Kuo, C.-F.J., Lin, C.-H., Hsu, M.-W., and Li, M.-H. (2017). Evaluation of intelligent green building policies in Taiwan – Using fuzzy analytic hierarchical process and fuzzy transformation matrix, *Energy and Buildings*, 139, 146-159.
[۱۳] Carter, T., and Keeler, A. (2008). Life-cycle cost–benefit analysis of extensive vegetated roof systems, *Journal of Environmental Management*, 87(3), 350-363.
[۱٤] Zuo, J., and Zhao, Z-Y. (2014). Green building research–current status and future agenda: a review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 271–81.
[۱٥] Simcoe, T., and Toffel, M.W. (2014). Government green procurement spillovers: Evidence from municipal building policies in California, *Journal of Environmental Economics and Management*, 68(3), 411-434.
[۱٦] Fu, Y., Dong, N., Ge, Q., Xiong, F., and Gong, C. (2020). Driving-paths of green buildings industry (GBI) from stakeholders' green behavior based on the network analysis, *Journal of Cleaner Production*, 273, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122883.
[۱۷] Brown, E., Sachs, H., Quinlan, P., and Williams, D. (2010). Tax Credits for Energy Efficiency and Green Buildings: Opportunities for State Action, *Energy and Environmental Policy*, 9, 15-27.
[۱۸] Lu, W., Chi, B., Bao, Z., and Zetkulic, A. (2019). Evaluating the effects of green building on construction waste management: A comparative study of three green building rating systems, *Building and Environment*, 155, 247-256.
[۱۹] Kuo, J., Lin, C.H., Hsu, M.-W., and Li, M.-H. (2017). Evaluation of Intelligent Green Building Policies in Taiwan Using Fuzzy Analytic Hierarchical Process and Fuzzy Transformation Matrix, *Energy and Buildings*, 135, 146-159.
[۲۰] Yadegaridehkordi, E., Hourmand, M., Nilashi, M., Alsolami, E., Samad, S., Mahmoud, M., Alarood, A.A., Zainol, A., Majeed, H.D., and Shuib, L. (2020). Assessment of sustainability indicators for green building manufacturing using fuzzy multi-criteria decision making approach, *Journal of Cleaner Production*, 277, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122905.
[۲۱] Li, H., and Yi, H. (2014). Multilevel governance and deployment of Solar PV panels, *Energy Policy*, 69, 19-27.
[۲۲] He, L., and Chen, L. (2021). The incentive effects of different government subsidy policies on green buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110123.
[۲۳] Majrohi Sardoroud, J., Haji Aghabozorgi, H., and Cheherzad, M. (2016). evaluation of rating criteria for green buildings in the proposed world standards and a proposal for compiling the Iranian standard, *Journal of Civil and Environmental Engineering of Tabriz University*, 47(89) , 47-60 (In Persian).
[۲٤] Fan, K., and Hui, E.C.M. (2020). Evolutionary game theory analysis for understanding the decision-making mechanisms of governments and developers on green building incentives, *Building and Environment*, 179, doi:10.1016/j.buildenv.2020.106972.
[۲٥] Rana, A., Sadiq, R., Alam, M.S., Karunathilake, H., and Hewage, K. (2021). Evaluation of financial incentives for green buildings in Canadian landscape, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110199.
[۲٦] Ghaffari, S., and Abbasian Jahormi, H.R. (2018). Evaluating the general conditions of the agreement from the point of view of compliance with the concepts of green buildings and providing solutions to improve it, *Sharif Civil Engineering Journal*, 35.2(3.1), 47-57 (In Persian).

[۲۷] Moulayi, M.M., Pilehchiha, P., and Afshar, A. (2017). Energy efficiency evaluation of green roof in Iran; Case example: cities of Tehran, Tabriz, Ramsar, Bandar Abbas, Urban Management Journal, 17(52), 21-34 (In Persian).

[۲۸] Mohammadpour Zarandi, H., Abbaspour, M., and Arjamandi R. (2015). Compilation of management strategies for the development of green buildings (case study: District 1 of Tehran Municipality). *Scientific-Research Quarterly of Economics and Urban Management*, 4(16), 71-86. (In Persian).

[۲۹] Ravanshadnia, M., and Ghanbari, M. (2014). *Green building information modeling; Sustainable and successful design using BIM*, Simaye Danesh Publications (In Persian).

[۳۰] SamDaniel, P., and Sam, G.A. (2011). *Research Methodology*, Gyan Publishing House.

[۳۱] Myers, M. (2009). *Qualitative Research in Business & Management*, SAGE.

[۳۲] Sekaran, U. (2003). *Research methods for business*, Hoboken: NJ: John Wiley & Sons.

[۳۳] Creswell, W.J. (2013). *Research design qualitative quantitative and mixed methods approaches*, Sage Publication.

[۳٤] Sanders, J.A., and Wiseman, R.L. (1990). The effects of verbal and nonverbal teacher immediacy on perceived cognitive, affective, and behavioral learning in the multicultural classroom, *Communication Education*, 39(4), 341-353.

[۳۵] Saunders, M., Lewis, P., and Thornhill, A. (2009). Research methods for business students: Pearson education.

[۳٦] Blaikie, N. (2003). *Analyzing quantitative data: From description to explanation*, SAGE Publications Ltd.

[۳۷] Sekaran, U., and Bougie, R. (2009). *Research Methods for business*, 5th Edition, John Wiley & Sons Ltd. United Kingdom.

[۳۸] Shi, Q. Zuo, J. Huang, R. Huang, J. and Pullen, S. (2014). Identifying the critical factors for green construction–an empirical study in China, Habitat international, 40, 1-8, 2013.

[۳۹] Abdelaal, F., and Guo, B.H.W. (2021). Knowledge, attitude and practice of green building design and assessment: New Zealand case, Building and Environment, 201, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107960.

[٤۰] Gan, X., Liu, L., Wen, T., and Webber, R. 2022. Modelling interrelationships between barriers to adopting green building technologies in China's rural housing via grey-DEMATEL, *Technology in Society*, 70, https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102042.

[٤۱] Mustaffa, N.K., Isa, C.M.M., Ibrahim, C.K.I.C. (2021). Top-down bottom-up strategic green building development framework: Case studies in Malaysia, *Building and Environment*, 203, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108052.

[٤۲] Michelsen, O., and deBoer, L. (2009). Green procurement in Norway: a survey of practices at the municipal and county level, *Journal of Environtal Management*, 91(1), 160–167.

[٤۳] Zadeh, L.A. (1975), The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning, Information Sciences, 8(3), 199-249.

[٤٤] Sanayeei, A., Ghazifard, A., and Sobhanmanesh, F. (2011). Factors affecting the development of identification technology by radio frequency in Electronic supply chain management, *Journal of New Marketing Research*, 1(1), 41-70 (in Persian).

[٤۵] Yuan, T., and Chen, P. (2012). Data mining applications in e-government information security, *Procedia Engineering*, 29, 235–240.

[٤٦] Rowe, G., and Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis, *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353-375.

[٤۷] Dalkey, N., and Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts, *Management Science*, 9(3), 458–467.

[٤۸] Geng, Y., and Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development', *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 15(3), 231-239.

[٤٩] Zhang, X., Shen, L., and Wu, Y. (2011). Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: a China study, *Journal of Cleaner Production*, 19(2), 157–67.

[٥٠] Atanassov, K.T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets, *Fuzzy Sets System*, 20(1), 87–96.

[٥١] Lam, P.T., Chan, E.H.,Chau, C.K., Poon, C.S., Chun, K.P. (2009). Integrating green specifications in construction and overcoming barriers in the iruse. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 135(4), 142–152.

[٥٢] Rashvandi, H. (2006). *Fuzzy set theory and its application in industrial engineering and management*, First Edition, Tehran: Basic Science Publication.

[٥٣] Kwong, C.K., and Bai, H. (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach, *IIE Transactions*, 35(7), 619-626.

[٥٤] Huang, H.Z., Gu, Y.K., and Du, X. (2006). An interactive fuzzy multi-objective optimization method for engineering design, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 19(5), 451–460.

[٥٥] Li, R.J. (1999). Fuzzy method in group decision making, *Computers & Mathematics with Applications*, 38: 91–101.

[٥٦] Arenas Parra, M., Bilbao Terol, A., Rodrıguez Urıa, M.V. (2001). A fuzzy goal programming approach to portfolio selection, *European Journal of Operational Research*, 133(2), 287–97.

[٥٧] Liu, J.Y., Low, S.P., He, X. (2012). Green practices in the Chinese building industry: drivers and impediments, *Journal of Technology Management in China*, 7(1), 50-63.

[٥٨] Van Laarhoven, P.J.M., and Pedrycz, W. 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory, *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1), 199–227.

[٥٩] Zhang, X., Platten, A., and Shen, L. 2011. Green property development practice in China: costs and barriers, *Building and Environment*, 46(11), 2153–2160.

[٦٠] Nguyen, H.-T., Skitmore, M., Gray, M., Zhang, X., and Olanipekun, A.O. (2017). Will green building development take off? An exploratory study of barriers to green building in Vietnam, *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 8-20.

[٦١] Wang, W., Tian, Z., Xi, W., Rong Tan, Y., and Deng, Y. (2021). The influencing factors of China's green building development: An analysis using RBF-WINGS method, *Building and Environment*, 188, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107425.

[٦٢] Kalyana Chakravarthy, P.R., Suganya, R., Nivedhitha, M., Parthiban, A., and Sivaganesan, S. (2022). Barriers and project management practices in green buildings, *Materials Today: Proceedings*, 52(3), 1131-1134.