

نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی

سال هفتم / شماره ۲۲ / بهار ۱۴۰۰ / صفحات ۲۱۴ - ۱۶۹

عوامل موثر بر توسعه کاربرد فناوری فتوولتائیک در تولید برق پراکنده در ایران

مسعود رضائی

دانشجوی دوره دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده مدیریت و اقتصاد

m.rezaei@iranenergy.org.ir

علیرضا بوشهری

دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران (نویسنده مسئول)

arb1148@mut.ac.ir

ناصر باقری مقدم

استادیار مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

bagheri@nrisp.ac.ir

اگرچه کشور ایران، در وضعیت مناسبی به لحاظ بهره‌گیری از انرژی خورشیدی قرار دارد، اما کاربرد آن به دلیل غنی بودن کشور از منابع انرژی فسیلی و قیمت پایین سوخت در ایران محدود بوده است. بنابراین تدوین استراتژی‌ها و سیاست‌های اثربخش برای ارتقاء سطح توسعه و کاربردی کردن این فناوری بسیار مهم است. در این پژوهش، ابتدا کلیه عوامل گوناگون از مرور جامع تجارب ارائه شده در ادبیات مرتبط با موضوع، شامل ۱۴۲ عامل تاثیرگذار، شناسایی شدند. سپس کلیه این عوامل از طریق «مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته» با نظرات ۱۵ نفر از خبرگان سیاست‌گذاری انرژی، بویژه با توجه به شرایط کشور ایران، تقسیم‌بندی و اولویت‌بندی اولیه شدند. تحلیل‌های محتوایی نظرات خبرگان نشان داد که ۵۵ عامل از کل عوامل، برای شرایط کشور ایران در «سطح اثرگذاری سیاست‌گذاران انرژی» مهم هستند. عوامل تاثیرگذار در ۹ دسته عامل کلی، شامل عوامل «سیاستی»، «نهادی»، «اعتباری و بودجه‌ای»، «اقتصادی»، «اقتصاد سیستم و اقتصاد کلان»، «اجتماعی و فرهنگی»، «منابع انسانی»، «قابلیت‌های صنایع، فناوری‌ها و زیرساخت‌های مرتبط»، «جغرافیایی، اقلیمی و محیط زیستی» و «سیاست خارجی» قرار گرفتند. در عین اهمیت بالای قریب به اتفاق عوامل، کشور ایران در اغلب موارد عملکرد مناسبی نداشته و پایین‌تر از حد متوسط عمل نموده است. نتایج نشان می‌دهند میزان اهمیت عوامل «اعتباری و بودجه‌ای» و «سیاستی» بیش از سایر عوامل است و ۳ عامل «نهادی»، «اقتصادی» و «انسانی» در سطح دوم قرار دارند. با محاسبه و ترسیم ماتریس‌های مربوط به «شکاف وضع موجود و مطلوب» با روش IPA، بررسی عوامل تکمیل و برای سیاست‌گذاران حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر آماده گردید.

واژگان کلیدی: انرژی خورشیدی، فناوری فتوولتائیک، تولید پراکنده، تحلیل شکافت

۱. مقدمه

انرژی خورشیدی به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع انرژی تجدیدپذیر، دارای بزرگترین پتانسیل برای برآوردن نیاز جهان در آینده می‌باشد (گزارش سایت سولارجیس^۱، ۲۰۱۶). استفاده از فناوری فتوولتائیک به عنوان تجاری‌شده‌ترین روش بهره‌گیری از انرژی خورشید، یکی از راه‌حل‌های دولت‌ها برای پاسخ به تقاضای انرژی، در مسیر توسعه پایدار به شمار می‌رود. به صورت کلی، نرخ رشد سالانه ترکیبی^۲ برای سیستم‌های فتوولتائیک در بازه سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶، معادل ۴۰٪ بوده است و این نشان‌دهنده بازار به سرعت رو به رشد این فناوری و صنعت است. مطابق آمارهای موسسات IEA و IHS در ابتدای سال ۲۰۱۷، ظرفیت نصب‌شده سیستم‌های فتوولتائیک در دنیا به ۳۲۰ گیگاوات رسیده که معادل ۱/۳٪ از کل برق تولیدی دنیا بوده است. این میزان برای مجموع کشورهای اروپایی، ۱۶۰ گیگاوات، معادل ۳/۴٪ از برق تولیدی آنها و برای کشور آلمان به عنوان یکی از اصلی‌ترین پیشتازها، ۴۱ گیگاوات، معادل ۶/۹٪ از برق تولیدی کشور آلمان بوده است (موسسه فرانهور آلمان، ۲۰۱۶). این در حالیست که، این رقم در ایران تا انتهای سال ۱۳۹۸ یا به عبارت دیگر ماه مارس ۲۰۲۰ میلادی، ۳۶۵ مگاوات می‌باشد (ساتبا، ۱۳۹۸). این آمار نشان می‌دهد که ایران از میزان متوسط دنیا در تولید برق فتوولتائیک در سبد برق پایین‌تر است. در عین حال کشور ایران نیز در نواحی پرتابش واقع است و با وجود میانگین ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم سال و متوسط تابش ۵/۵ - ۴/۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز، یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در زمینه انرژی خورشیدی معرفی شده است (نجفی و همکاران، ۲۰۱۵). از سویی، بر اساس شاخص رتبه‌بندی EPI^۳ که شاخص عملکرد محیط زیستی کشورها را مشخص می‌کند، ایران در سال ۲۰۱۸ در جایگاه ۸۰ کشورها و دهم در بین کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا قرار داشته

-
1. Solargis
 2. Compound Annual Growth Rate
 3. Environmental Performance Index

است. این شاخص کشورها را بر مبنای ۲۵ شاخص نشانگری که سلامت عمومی زیست محیطی و زندگی اکوسیستمی را پوشش می دهد رتبه بندی می کند (شاخص کارایی محیط زیستی، ۲۰۱۸). از سویی ظرفیت های قانونی مناسبی برای توسعه کاربرد این فناوری در ایران وجود دارد که مهمترین آنها، ماده ۵۰ قانون برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران است که بر اساس آن دولت مکلف است سهم نیروگاه های تجدیدپذیر و پاک با اولویت سرمایه گذاری بخش غیردولتی (داخلی و خارجی) با حداکثر استفاده از ظرفیت داخلی را تا پایان اجرای قانون برنامه به حداقل پنج درصد (۵٪) ظرفیت برق کشور برساند.

در مجموع هدف از انجام پژوهشی که در این مقاله به آن پرداخته شده است، مقایسه ابعاد گوناگون فناوری فتولتائیک مانند مقایسه اقتصادی آن با گزینه های رقیب نیست، بلکه پیش فرض تحقیق، بر مبنای آن قرار دارد که بنا به دلایلی از جمله ضرورت های زیست محیطی، امنیت انرژی، قوانین و اسناد بالادستی و... نیاز به توسعه کاربرد این فناوری در اقلیم ایران وجود دارد و پس از این پیش فرض، هدف پژوهش "کشف عوامل تاثیرگذار بر این هدف و ارتباط و اثرگذاری آنها" قرار گرفته است. در عین حال، عامل اقتصادی (شامل اقتصاد کلان کشور بعلاوه اقتصاد صنعت برق و صنعت فتولتائیک)، عوامل سیاسی مانند تحریم های بین المللی و... شناسایی شده و در فرآیند پژوهش، مورد ارزیابی و تحلیل، در کنار سایر عوامل و بر اساس «روش تحقیق» این پژوهش قرار گرفته است.

در عین حال برای بهره گیری موثر از ظرفیت های استفاده از این فناوری، موانع زیادی پیش روی دولت ها و سیاست گذاران ایران همانند سایر کشورها بوده و هست؛ به عنوان مثال، توان رقابت این فناوری با فناوری های مرسوم مانند نیروگاه های حرارتی با سوخت فسیلی، از موانع قلمداد شده است. در نظر گرفته نشدن مزایای متعدد فناوری های پاک مانند تولید برق با استفاده از انرژی خورشید، سبب شده است که دولت ها در سیاست ها و مداخلاتی به منظور محاسبه مزایایی که به صورت صریح و سریع در بعد اقتصادی محاسبه نمی شوند، بکوشند. این سیاست ها تا حدودی برای گزینه های مشابه دیگری مانند توربین های بادی و فناوری زمین گرمایی مشابهت دارند، اما تفاوت ها و تمایزاتی نیز

وجود دارد. مثلاً سیستم‌های فتوولتائیک، قادرند در مقیاس‌های کوچک و خانگی نیز برق تولید کنند، بدین سبب قابلیت‌ها و پیچیدگی‌هایی برای برنامه‌ریزی‌های ویژه خود خواهند داشت. به علاوه، این سیاست‌ها از کشوری به کشور دیگر، و در پاره‌ای موارد از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوتند و باید مطابق با زیست‌بوم یا کشور مورد نظر به عوامل و اهمیت آنها نگریسته شود.

هدف از نگارش این مقاله، شناسایی عوامل تاثیرگذار بر توسعه استفاده از فناوری فتوولتائیک در راستای تولید برق در کشور ایران در مقیاس نیروگاه‌های غیرمتمرکز است تا پس از شناسایی و دسته‌بندی عوامل، میزان «اهمیت» و «وضع موجود» شناسایی و در اختیار پژوهشگران و سیاست‌گذاران برنامه‌ریزی انرژی کشور قرار گیرد.

۲. روش تحقیق

این تحقیق از نوع «ترکیبی کیفی-کمی» بوده و رویکرد آن «اثباتی-توصیفی» می‌باشد. با توجه به پیچیدگی توسعه فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله فناوری فتوولتائیک، باید عوامل تاثیرگذار بر توسعه تولید برق از سامانه‌های فتوولتائیک در مقیاس DG^۱ در ایران مشخص شوند. این موضوع از چند دریچه در مرور ادبیات تعقیب شده است: ۱. عوامل تاثیرگذار کلی در زمینه توسعه برق تجدیدپذیر، چه در دنیا و چه در ایران؛ ۲. عوامل تاثیرگذار بر توسعه صنعت و فناوری فتوولتائیک؛ ۳. چارچوب‌ها و مدل‌های پیشنهادشده و یا استفاده‌شده در کشورهای مختلف با موضوعات مشابه. در این راستا با مطالعات کتابخانه‌ای و بانک‌های اطلاعاتی نظیر اسکوپوس، عوامل تاثیرگذار در زمینه توسعه برق از منابع تجدیدپذیر و به صورت خاص، توسعه کاربرد فناوری فتوولتائیک، شناسایی شده‌اند.

پس از شناسایی اولیه عوامل از ادبیات، این عوامل، در دو فاز مجزا، به بوته نظر خبرگان و متخصصان گذاشته شد. جامعه این پژوهش عبارت است از کسانی که به نحوی به فضای کسب و کار انرژی‌های تجدیدپذیر و بویژه فناوری فتوولتائیک در ایران مرتبط هستند. در بخشی از این

1. Distributed Generation

پژوهش که به صورت کیفی دنبال شده است (فاز اول)، فرآیند «مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته» انجام شده و جامعه مربوط، شامل ۱۵ نفر از «خبرگان سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر» بوده‌اند. در بخش کمی (فاز دوم)، با تهیه و ارائه پرسش‌نامه از جامعه مرتبطین و آگاهان فناوری فتوولتائیک یا متخصصین ذی‌ربط، استعلام پرسش‌نامه‌ها صورت پذیرفته است. برای خبرگان و متخصصین ۳ دسته تخصص در نظر گرفته شد. ۱- صنعتگران مرتبط با تولید، نصب و عرضه سیستم‌های فتوولتائیک؛ ۲- دانشگاهیان مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر (استادان مرتبط و دانشجویان یا فارغ‌التحصیلان تحصیلات تکمیلی)؛ ۳- سیاست‌گذاران دولتی و سیاست‌پژوهان مرتبط با سیاست‌گذاری انرژی و بویژه انرژی‌های تجدیدپذیر، با سابقه کاری بیش از ۱۰ سال.

جامعه مخاطبین برای فاز اول («خبرگان»، برای انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته) کسانی بوده‌اند که حداقل دو شرط از شرایط بالا را دارا بوده‌اند و جامعه فاز دوم («متخصصین»، برای پر کردن پرسش‌نامه‌ها)، کسانی بوده‌اند که حداقل حائز یکی از خصوصیات ذکر شده بوده‌اند.

در فاز اول، ماحصل عوامل مستخرج از مرور ادبیات از طریق «مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان»، برای شرایط کشور ایران، تدقیق و دسته‌بندی گردید. خبرگانی که در فرآیند تحقیق از آنها برای مصاحبه دعوت شد، افراد سرشناس و تصمیم‌گیر در زمینه سیاست‌گذاری انرژی و بویژه آشنا با سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر بوده‌اند. این افراد، علاوه بر احراز ۲ شرط از شروط بالا، مدرک کارشناسی‌ارشد و یا بالاتر داشته و در درجه‌ای از اشتهار به لحاظ جایگاه فعلی یا قبلی، در صنعت یا دانشگاه یا سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر قرار داشته‌اند. برخی از افراد نیز با روش «گلوله برفی» شناسایی شدند. در عین حال مصاحبه‌ها از تعداد مصاحبه دهم به بعد تقریباً به اشباع اطلاعاتی رسید. به این معنی که فرآیند نمونه‌گیری تا زمانی ادامه یافته است که آزمودنی‌های جدید، اطلاعات تازه‌ای به دست نداده‌اند.

در فاز دوم، کسب نظرات جامعه‌ای که حداقل دارای یک شرط از «شروط جامعه» بوده مد نظر قرار گرفت. بدین ترتیب، پژوهشگر به سراغ تعداد قابل قبول متخصصینی رفته است تا برای اعتبارسنجی نتایج و سنجش شرایط آنها در کشور از پرسش‌نامه و نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده

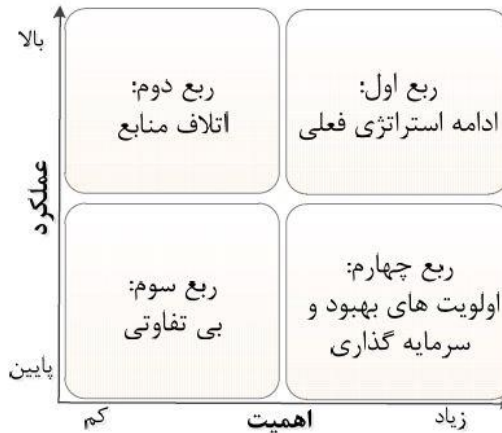
نماید. این تعداد، از استخراج تعداد قابل قبول نمونه‌گیری از طریق «جدول مورگان» به دست آمده است. بر اساس پیش‌بینی، کل افرادی که در جامعه این پژوهش، دارای شرایط ذکر شده باشند، ۳۰۰ نفر تخمین زده شد. مطابق جدول مورگان، برای پوشش نظرات این جامعه باید ۱۶۹ پرسش‌نامه دریافت می‌شد. از آنجا که احتمال عدم پاسخ و یا پاسخ‌های نادرست وجود داشت، ۲۱۰ پرسش‌نامه به متخصصین ارسال و نهایتاً ۱۸۰ پرسش‌نامه مورد تحلیل قرار گرفت.

خروجی فاز اول (بخش کیفی، شامل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته)، علاوه بر معین نمودن عوامل برای ایران و دسته‌بندی بهتر آنها، به شکل دهی یک چارچوب اولیه از عوامل نیز کمک نمود. از خروجی نتایج اولیه که شامل ۱۴۲ عامل اثرگذار در ۹ طبقه موضوعی و ۳ سطح اثرگذاری بود، ۵۵ عامل مربوط به سطح اثرگذاری سیاست‌گذاران صنعت برق احصاء گردید. ارتباط این عوامل با هدف مساله، در فاز دوم (فاز کمی)، از طریق پرسش‌نامه‌های محقق ساخته سنجیده شد.

برای تحلیل کامل تر نتایج و شناخت شکافت وضع موجود از وضع ایده‌آل، از تجزیه و تحلیل اهمیت-عملکرد (IPA) ^۱ به عنوان یکی از روش‌های «تحلیل شکافت» استفاده شده است. تحلیل اهمیت-عملکرد، ابزار مؤثری برای ارزیابی موقعیت رقابتی سازمان، شناسایی فرصت‌های پیشرفت و طراحی استراتژی و ارائه خدمت هدفمند است. نقش شبکه دوبعدی «ماتریس اهمیت/عملکرد» یا ماتریس IP که در واقع از چهار قسمت یا ربع تشکیل شده و در هر ربع استراتژی خاصی قرار دارد، کمک به فرایند تصمیم‌گیری است. از این ماتریس برای شناخت درجه اولویت شاخص‌ها برای بهبود استفاده می‌شود. برای این منظور، ابتدا بر اساس هدف مساله، شاخص‌های تاثیرگذار استخراج می‌شوند و سپس درجه اهمیت عوامل مؤثر مشخص می‌شود. این ارزش‌ها می‌توانند توسط طیف لیکرت مشخص شوند، که در این پژوهش اینگونه بوده است. در گام بعدی، از میانگین هندسی استفاده و نظر همه تصمیم‌گیرندگان یکپارچه می‌شود. بدین ترتیب هر مشخصه دارای یک درجه اهمیت و یک درجه عملکرد است. سپس ارزش آستانه از میانگین حسابی کل اعداد محاسبه می‌شود

1. Importance Performance Analysis

و نهایتاً با استفاده از درجه اهمیت هر شاخص و ارزش آستانه در هر گروه، موقعیت نسبی هر یک از مشخصه‌ها بر روی ماتریس IPA مشخص می‌شود و امکان ترسیم و سپس تحلیل ماتریس IPA مهیا خواهد شد. شکاف اصلی در مدل تجزیه و تحلیل اهمیت-عملکرد، ربع دوم و ربع چهارم است.



شکل ۱. ماتریس اهمیت-عملکرد

۳. شناسایی عوامل اثرگذار بر هدف پژوهش از مرور ادبیات

در این پژوهش، با بررسی بیش از ۸۰ مرجع کتابخانه‌ای شامل مقالات، کتب و گزارشات مختلف از تجربیات جهان و ایران، عوامل بررسی شده موثر بر توسعه فناوری فتوولتائیک، احصاء شده‌اند. با توجه به اینکه فناوری فتوولتائیک به عنوان یکی از انواع فناوری‌های بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر محسوب می‌شود، ابتدا عوامل تاثیرگذار بر توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر به صورت عمومی مورد جستجو و بررسی قرار گرفتند و پس از آن، به صورت خاص مراجعی که فناوری فتوولتائیک را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، واکاوی شدند.

یک برنامه توسعه انرژی پایدار، به یک مداخله چندجانبه نیازمند است که با دیدی شفاف نسبت به موضوعات و البته فراتر از دوره‌های تعهدشده حمایتی، تدوین شود (مولوگتا و نتب، ۲۰۰۰).

«بیرنس»^۱ و همکاران، در مقاله‌ای به موانع و چالش‌های سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر در استرالیا پرداخته‌اند. هزینه‌های اتصال به شبکه، عدم قطعیت سیاست‌گذاری، پذیرش اجتماعی/نهادی و تاثیر شبکه‌ها، روستاها و نقاط منفصل از شبکه، از چالش‌های مهم سیاستی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در استرالیا هستند (بیرنس و همکاران، ۲۰۱۳). «مژر»^۲ و همکاران، اشاره داشته‌اند که تغییرات آب و هوایی و تقلیل سوخت‌های فسیلی، محرک‌های اصلی برای تمرکز اخیر بر منابع تجدیدپذیر محسوب می‌شوند. در عین حال، قیمت بالای فناوری‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر، مانع اصلی انتشار تولید از تجدیدپذیرهاست که مداخله اقتصادی و سیاسی در مورد آنها را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. اهمیت سیاست‌های با ثبات و اصلاح به موقع آنها، حمایت دولت از فناوری‌های گران‌تری که رو به رشد هستند، حل مشکلات اتصال به شبکه و تسهیل تامین مالی، حمایت از تولید صنعتی انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش آگاهی‌های عمومی به عنوان تجربیات مهم ذکر شده است. همچنین به واقعی شدن هزینه تولید برق از طریق سوخت‌های فسیلی با اضافه‌شدن هزینه‌های محیط زیستی، اجتماعی و تعرفه برق نسبت به درآمد سرانه کشور از تاکید شده است (مژر و همکاران، ۲۰۱۲).

«وربروگن»^۳ و همکاران در مطالعه‌ای به این نکته پرداخته‌اند که «نوآوری فناورانه»، «اقتصاد» (هزینه‌ها و قیمت) و «سیاست‌گذاری‌ها» باید به تراز تعدیلی برسند تا زمینه برداشتن موانع رشد انرژی‌های تجدیدپذیر و نیل به استفاده از پتانسیل کامل انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم شود (وربروگن و همکاران، ۲۰۱۰). «ووستنهاگن» و «منیچتی»^۴ به تهییج سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، تفکیک سیاست‌ها و ابزارها برای انواع منابع، فناوری‌ها و حتی ابعاد انرژی تجدیدپذیر اشاره کرده‌اند (ووستنهاگن و منیچتی، ۲۰۱۲). در عین حال، «لیو»^۵ در یک مقاله مروری، تاکید زیادی بر این نکته

-
1. Byrnes
 2. Mezher
 3. Verbruggen
 4. Wüstenhagen and Menichetti
 5. Liu

دارد که ارزیابی پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر پیچیده است و از سویی معیارهای توسعه آنها، هم‌پوشانی گسترده‌ای دارند و می‌بایست در بررسی‌ها این هم‌پوشانی را پذیرفت (لیو، ۲۰۱۴).

«افغان»^۱ در مقاله‌هایی که به ارزیابی سیستم‌های انرژی با معیارهای پایداری پرداخته است، از معیارهای منبع، محیط زیست، اجتماعی و اقتصادی استفاده کرده است. در عین حال، همین پژوهشگر در مقاله دیگری که به دنبال ارزیابی پایداری سیستم‌های انرژی هیدروژنی بوده است، از طبقه‌بندی معیارهای عملکردی، بازاری، محیط زیستی و اجتماعی استفاده نموده و یا در مقاله دیگر این نویسنده نیز که در مورد سیستم‌های زیست توده نوشته شده، به اکوسیستم و سیستم انسانی توجه بیشتری شده است (افغان و همکاران، ۱۹۹۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷). همین موضوع یعنی دو معیار اکوسیستم و مسائل انسانی، در مقالاتی از «فیلیس»^۲ و «حافظنیا»^۳ نیز مورد توجه جدی قرار گرفته است (فیلیس، دیویس، ۲۰۰۹؛ حافظنیا، ۲۰۱۷).

«چن»^۳ و همکاران ایشان به مرور سیاست‌های ۳ کشور شرق آسیا، ژاپن، کره جنوبی و تایوان، و بررسی و مقایسه نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌های (SWOT)^۴ این کشورها در چارچوب ایجاد پیشرفت در سیاست‌ها و فناوری‌های تجدیدپذیر، با لحاظ افزایش میزان نصب در داخل کشور، در کنار یافتن موقعیت صادرات فناوری انرژی‌های پاک به سایر کشورها، پرداخته‌اند (چن و همکاران، ۲۰۱۴). در ژاپن، وجود تعرفه‌های تشویقی، منابع کافی انرژی‌های تجدیدپذیر، متخصصین زیاد و صنایع پیشرفته از نقاط قوت و وابستگی به توان هسته‌ای، کمبود دسترسی به شبکه از نقاط ضعف، و تمایل عمومی به پرداختن به انرژی‌های تجدیدپذیر، بویژه پس از حادثه فوکوشیما، افزایش سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه تجدیدپذیرها از ناحیه بخش‌های کسب و کار، دولت‌های محلی و جوامع غیردولتی، بویژه بر روی PV و باد، ایجاد برنامه‌های چندگانه برای کاهش مقررات بخش انرژی‌های تجدیدپذیر از نقاط فرصت، و راه‌اندازی مجدد نیروگاه‌های هسته‌ای، با استفاده از توان لابی‌گری

1. Afgan

2. Phillis

3. Chen

4. strengths, weaknesses, opportunities, and threats

بالا و افزایش شرکت‌های رقیب خارجی از تهدیدات برشمرده شده است. در کره جنوبی، پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر قابل ملاحظه، تجربه تاریخی صنعتی شدن سریع و تسلط بر فناوری، در اختیار داشتن برخی از فناوری‌های پیشرفته، مانند فناوری اطلاعات و ماشین‌آلات اتوماتیک از نقاط قوت، و هدف محافظه‌کارانه برای استقرار انرژی تجدیدپذیر، قیمت پایین برق در کره، ابهام در کمک مستقیم فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر به اقتصاد، از نقاط ضعف برشمرده شده است. ما در این پژوهش، از کلیه عوامل ذکر شده نیز به عنوان عوامل اولیه استفاده کرده‌ایم.

«درمنی»^۱ در بررسی خود به محرک‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، با تاکید بر نقش نوآوری در چارچوب «نظام نوآورانه فناوری» (TIS^۲) به ۵۰ دسته از پیشران‌های فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر دست یافته است (درمنی و همکاران، ۲۰۱۴): ۱- مشوق‌های بازیگران (اعم از اشخاص یا سازمان‌های دولتی و خصوصی)؛ ۲- مشوق‌های نهادی یا بیرونی؛ شامل نهادهای سخت مانند تنظیم‌گری، سیاستی، استانداردهای فنی، مقررات کاری و استخدامی، مالکیت معنوی و... و نهادهای نرم شامل تقابل‌های غیررسمی مانند شیوه‌ها و ارزش‌های افراد، شرکت‌ها، مناطق و صنایع؛ ۳- مشوق‌های شبکه‌ای؛ روابط بین شرکت‌های مختلف، دولت‌ها، نهادهای دانشی و اشخاص ثالث که به صورت «هماهنگ شده» برای حل یک مساله خاص مانند شبکه‌های استانداردسازی، مشارکت دولتی-خصوصی، مشارکت تامین‌کنندگان و... شکل می‌گیرند؛ ۴- مشوق‌های فناورانه، به عنوان جزء جدایی‌ناپذیر صنایع تکنولوژی محور که در نام و ذات TIS وجود دارند؛ ۵- مشوق‌های منطقه-ای؛ وضعیت منبع تجدیدپذیر در منطقه و تاثیرات استحصال انرژی تجدیدپذیر بر زیست‌بوم منطقه از عوامل اصلی به شمار می‌روند.

«افشارزاده»^۳ و همکاران ایشان در مقاله خود برای تحلیلی از شرایط توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر برای مناطق روستایی ایران چالش‌هایی نظیر زیرساخت‌ها، مسائل اقتصادی، فرهنگی-

1. Darmani
2. Technology Innovation System
3. Afsharzade

اجتماعی و مدیریتی، ذخیره‌سازی انرژی و ایجاد ارتباط بهتر با شبکه برق را ذکر کرده‌اند (افشارزاده و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین «نورالهی» و «یوسفی» در مقاله‌ای که در مورد ظرفیت انرژی زمین-گرمایی در ایران به رشته تحریر درآورده‌اند، تغییر در رویه‌های جاری بخش انرژی، مقررات حمایتی انرژی‌های تجدیدپذیر، آموزش و توسعه منابع انسانی، ایجاد جریان اساسی برای نگهداری و ارتقاء نیروی انسانی، برنامه‌ریزی برای انتقال تکنولوژی از طریق توافقات بین‌المللی را به عنوان اقدامات اصلی توسعه پایدار انرژی ایران به شمار آورده‌اند که همگی در فهرست اولیه عوامل پژوهش حاضر نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند (نورالهی و یوسفی، ۲۰۰۸).

مطابق گزارش «رکای»^۱، که از سوی گروه مشاور Young & Ernst منتشر می‌شود، نیاز به انرژی (مثلاً نیاز در مناطق روستایی)، یکی از محرک‌ها و جذابیت‌های سرمایه‌گذاری بر انرژی‌های تجدیدپذیر است (موسسه رکای، ۲۰۱۷). این گروه انگلیسی که کشورها را بر اساس شاخص "جذابیت در توسعه انرژی تجدیدپذیر"، طبقه‌بندی می‌کنند، از شاخص‌هایی استفاده می‌کنند که می‌توانند به عنوان عوامل موثر بر توسعه فناوری فتوولتائیک در ایران نیز قلمداد شوند. این شاخص‌ها عبارتند از: معیارهای حیاتی کلان (پایداری اقتصادی، فضای سرمایه‌گذاری)، شرایط انرژی (امنیت و عرضه، فاصله انرژی پاک، توان مالی)، توانمندسازی سیاستی (پایداری سیاسی، حمایت از تجدیدپذیرها)، تحویل پروژه (دسترسی به بازار انرژی، زیرساخت‌های تولید پراکنده، مسائل مالی مانند هزینه، دسترسی و جابجایی نقدینگی)، پتانسیل فناوری (منابع طبیعی، جذابیت استحصال توان، حمایت‌های سیاستی، بلوغ فناوری، پیش‌بینی رشد و انتقال).

«براون»^۲ در مقاله‌ای، موانع و شکست‌های مربوط به توسعه انرژی‌های پاک را شامل مشوق‌های نابجا، سیاست‌های مالی و نظارتی منحرف، هزینه‌های نامرئی، سودهای نامرئی، اطلاعات ناکافی و غیردقیق و اولویت پایین مسائل انرژی، موانع بازار سرمایه، بازارهای ناکامل بهره‌وری انرژی، برشمرده است (براون، ۲۰۰۱).

1. Recai (Renewable Energy Country Attractiveness Index)

2. Brown

«اصلانی»^۱ و همکاران ایشان در مقاله‌هایی به شناسایی معیارهای بخش خصوصی برای ورود به حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر همت گماشته‌اند. از آنجا که چنین معیارهایی به عنوان عوامل تاثیرگذار بر این پژوهش نیز قلمداد می‌شوند، از آنها به شرح ذیل استفاده شده است: ۱. معیارهای فنی شامل شاخص بازدهی مهندسی بر حسب نوع منبع تجدیدپذیر، شاخص بهره‌برداری سالانه و پتانسیل انرژی منطقه؛ ۲. شاخص‌های سیاست‌های تجاری و دولتی شامل شاخص مالی، بازار مصرف و تقسیمات بازار و هماهنگی با سیاست‌های حمایتی دولت و ۳. شاخص‌های محیط‌زیستی با شاخص EPR اشاره کرده‌اند. موانع و محدودیت‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از دید «اصلانی» و همکاران ایشان، بودجه و اعتبارات، اطلاعات بازار، تقاضا و پتانسیل‌ها، هماهنگی سیاستی، هزینه نهایی، بازده تبدیل، هزینه‌های عملیات و تعمیر و نگهداری، وجود خدمات در مناطق روستایی، انگیزه‌های کافی (مانند تعرفه‌های تشویقی و معافیت‌های مالیاتی)، وجود سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه تجدیدپذیر، آگاهی‌های عمومی، آشنایی با گواهی‌ها و استانداردهای سبز، امکان ذخیره‌سازی انرژی، ارتباط بین پروژه‌های تحقیقاتی و نیازهای بازار، کیفیت ساخت و بهره‌برداری، نیروی انسانی ماهر، مکان مناسب و در دسترس، بوده‌اند (اصلانی و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۴).

اکنون اگر بخواهیم به مراجعی که خاصاً در مورد عوامل اثرگذار بر فناوری فتوولتائیک اشاره کرده‌اند پردازیم، باید از مقاله «کاراکایا» آغاز کنیم که اعتقاد دارد: «اگرچه سیستم‌های فتوولتائیک، نسبت به گذشته، رقابت‌پذیرتر شده‌اند، اما هنوز «انتشار» و «بکارگیری» این سیستم‌ها در مقایسه با منابع مرسوم انرژی نرخ پایینی دارد و با موانع متعددی روبرو است و پاسخ به شناسایی موانع این سیستم‌ها، در کشورها و شرایط گوناگون، بر حسب مسائلی مانند سطح درآمدی، وضعیت شبکه برق و... متفاوت است» (کاراکایا و سریواناوریت، ۲۰۱۵). در مقاله «امراکاراکایا» و «سریواناوریت»^۲، بررسی مروری گسترده و سیستماتیک بر منابع داده گوناگون اینترنتی انجام شده و با بررسی ۱۰۳

1. Aslani

2. Karakaya and Sriwannawit

مقاله سعی شده تا موانع پیش روی توسعه بهره‌گیری از فناوری PV استخراج شود. این مقالات بر مبنای تجربه ۲۸ کشور از ۴ قاره جهان بوده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که این مشکلات چه برای اقتصادهای کم‌درآمد یا پردرآمد، در چهار بعد وجود دارد: فنی-اجتماعی، اقتصادی، مدیریتی و سیاسی.

«آگوستینو»^۱ و همکاران و همچنین «سریواناویت»^۲، در مقالات خود اشاره کرده‌اند که نقص اطلاعات بین بکارگیرندگان فناوری و آنهایی که هنوز از سیستم استفاده نکرده‌اند، بویژه در مناطق روستایی، نیز یکی از موانع محسوب می‌شود (آگوستینو، ۲۰۱۱؛ سریواناویت، ۲۰۱۲). «ونکاتش»^۳ و «داوویس»^۴ نیز در مقالاتی خاطرنشان کرده‌اند در مناطقی که مصرف‌کنندگان برق، امکان استفاده از برق شبکه را دارند، فائق آمدن بر حس پیچیدگی، دشوارتر نیز هست (ونکاتش، ۲۰۰۰؛ دیویس، ۱۹۸۹). برای نقاط منفصل از شبکه نیز دغدغه‌هایی مانند توان و ذخیره باتری کم نیز وجود دارد (ژای، ۲۰۱۲؛ دروری، ۲۰۱۲). از عوامل دیگری که در برخی از مراجع به آن اشاره شده است، «کیفیت سیستم‌های فتوولتائیک» است (پلیت، ۲۰۱۳). «اوندرازک»^۵ و «آگوستینو» بر تاثیر «عوامل ویژه اجتماعی» بر بکارگیری سیستم‌های فتوولتائیک اشاره کرده‌اند. فواصل دور بین نقاط شهری تا روستایی، عدم تمایل به بکارگیری فناوری‌های جدید، شرایط آموزش، آگاهی و شناخت عمومی چنین مواردی هستند (اوندرازک، ۲۰۱۳؛ آگوستینو و همکاران، ۲۰۱۱). در همین ارتباط، «تونیاورمی»^۶ و همکارش در سال ۲۰۱۶ به ابعاد اجتماعی، فرهنگی و سیاسی برنامه‌های انرژی تجدیدپذیر مستقل از شبکه، در کشورهای در حال توسعه پرداخته‌اند. آنها اشاره کرده‌اند که مطابق برنامه توسعه پایدار سازمان ملل، الزامات یک برق‌رسانی روستایی پایدار، شامل برآورده کردن

1. Agostino
2. Sriwannawit
3. Venkatesh
4. Davis
5. Ondraczek
6. Urnee

پایداری فنی، پایداری اقتصادی، پایداری نهادی یا حکومتی، پایداری محیطی و پایداری اجتماعی و فرهنگی است (تونیاورمی، ۲۰۱۶).

ابعاد معماری، مانند فضای مناسب (کمبود فضا در شهرها)، وضعیت سکونت از حیث مالک و یا مستاجر بودن (زیرا در سهولت و مقدار ظرفیت نصب در شرایط مالکیت بیش از شهرهایی است که مستاجرین زیادی دارند) نیز از جمله عوامل تاثیرگذار فنی-اجتماعی است (پنگ و همکاران، ۲۰۱۲؛ گودینگ و همکاران ۲۰۱۳) که به عنوان عوامل هدف این پژوهش مورد نظر قرار گرفته است. موضوع دیگر، تناسب ظرفیت‌ها با توان مالی افراد برای نصب سیستم و سرمایه‌گذاری است. مثلاً زمانی که سیستم‌هایی با ظرفیت بالا و با پکیج کامل در بازار عرضه شود، برای کسانی که درآمد پایینی دارند قابل استفاده نخواهد بود (باواکیلنو، ۲۰۱۲). علاوه بر این، «موگنبرگ»^۱ و همکاران و «اوندرازک» در مقالاتی به این نکته پرداخته‌اند که بدون تقاضا، انتشار دچار گسست خواهد شد؛ چنانچه در بسیاری از مناطق، در دسترس بودن برق مناسب و ارزان، سبب کاهش انگیزه استفاده از پنل‌های فتوولتائیک بوده است (موگنبرگ و همکاران، ۲۰۱۲؛ اوندرازک، ۲۰۱۳).

ایجاد تعامل مناسب بین دو صنعت ساختمان‌سازی و فتوولتائیک، از تجربیاتی بوده که در اتریش مورد ملاحظه قرار گرفته است. بدین معنا که هر دو بخش نیاز به بازنگری در استراتژی‌های یکدیگر برای هماهنگی مناسب بین خود دارند (کاراکایا و سریواناوریت، ۲۰۱۵). «آگوستینو» همچنین از فقدان یا ضعف خدمات پس از فروش به عنوان مسائل دیگری که بویژه گریبان‌گیر مناطق روستایی بوده است، یاد کرده است (آگوستینو و همکاران، ۲۰۱۱).

وجود ظرفیت و زیرساخت فنی و مرتبط در ابعاد ملی، می‌تواند بر انتشار سیستم‌های فتوولتائیک موثر باشد. این موضوع در کشورهای در حال توسعه، آشکارتر است (اوندرازک؛ ۲۰۱۳؛ باواکیلنو، ۲۰۱۲). این موضوع در مورد کشورهای توسعه‌یافته، در داشتن زیرساخت‌های حمایت از نوآوری‌ها مورد بحث است (کاراکایا و سریواناوریت، ۲۰۱۵).

1. Mügggenburg

«سارزینسکی»^۱ و همکاران به دسته بزرگی از معیارها شامل موانع اقتصادی اشاره کرده‌اند. آنها می‌گویند معیارها یا موانع اقتصادی، عمدتاً بر زمان و مکان مرتبطند (سارزینسکی و همکاران، ۲۰۱۲)؛ در عین حال برداشت بهره‌گیران از قیمت نیز مهم است (کوینگ، ۲۰۱۳). شرایط ناپایدار سیاسی (باواکینلو، ۲۰۱۲)، عدم اطمینان از فرآیند تامین اعتبار اولیه (بردرمن، ۲۰۱۳)، برنامه‌های یارانه‌ای متناقض (واسور و همکاران، ۲۰۱۳) نیز از عوامل موثر بر توسعه کاربرد فناوری فتوولتائیک محسوب شده‌اند.

«ریو» و همکارانش در سال ۲۰۱۶ اشاره کرده‌اند که ارزیابی سیاستی به صورت کلی و ارزیابی حمایت از انرژی خورشیدی به طور خاص، نیاز به در نظر گرفتن چندین عامل، از جمله معیارهای ارزیابی، شکست‌های بازار، حوزه‌های سیاستی برای بررسی این شکست‌ها، چشم‌اندازها، اهداف، فن‌آوری‌ها، ابزار، عناصر طراحی و سطوح مختلف اجرایی دارد. آنها به اهداف بلندمدت، اهداف معین، سیاست‌ها و معیارها در برنامه‌ریزی تاکید دارند (ریو، ۲۰۱۶).

«حافظ‌نیا» و همکاران در مقاله‌ای از ۳ دسته شاخص‌های «جغرافیایی»، «فنی» و «اجتماعی-اقتصادی» استفاده کرده‌اند؛ چراکه آنها معتقدند "اثربخشی سیاست‌های حمایتی دولت برای بکارگیری منابع تجدیدپذیر، به شرایط اجتماعی-اقتصادی، آب و هوایی و جنبه‌های فنی بستگی دارد (حافظ‌نیا و همکاران، ۲۰۱۷). در این مقاله معیار «اجتماعی-اقتصادی» با تلفیقی از ۵ شاخص توسعه اجتماعی، امنیت عمومی، دانش و مهارت، تقاضای برق و مشارکت بخش خصوصی تعریف شده است. معیار آب و هوایی، با دو ویژگی میزان تابش روزانه (افقی) و دمای هوا معرفی شده است. در دسته‌ای از معیارها، با عنوان موضوعات سیاستی، دو گروه موضوعات فنی (مدول، اینورتر و...) و اقتصادی مشتمل بر هزینه‌های اولیه (زمین، BOS و...)، هزینه‌های سالیانه (مانند تعمیر و نگهداری)، پارامترهای مالی (نرخ تورم، مالیات و...)، وام (نرخ بهره، مدت بازگشت و...) که منجر به محاسبه NPV می‌شوند، مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

«یولریچ المر هانسن»^۱ در مقاله‌ای برای مرور سیاست‌ها، مداخلات و انتشار فتوولتائیک در شرق آفریقا، پنج عامل کلیدی تفاوت در بین کشورها را وجود طبقه متوسط رو به رشد، شرایط جغرافیایی، زنجیره محلی تامین کنندگان، حضور قهرمانان محلی و فرهنگ تجاری، ذکر کرده است (یولریچ المر هانسن و همکاران، ۲۰۱۵).

– جمع‌بندی مرور ادبیات و احصاء عوامل تاثیر گذار

اولین نکته از مرور ادبیات، بویژه مطالعه معیارها و مدل‌های موجود، تنوع بسیار زیاد آنها، بسته به نوع مطالعه، شرایط اقلیمی، سیاسی، اجتماعی، سیستمی و... است. در این بین برخی از پژوهشگران نیز به لزوم بومی‌سازی مدل‌ها و چارچوب‌های سیاستی تاکید داشته‌اند.

پس از دسته‌بندی اولیه کلیه عوامل، بر اساس دسته‌بندی‌های مراجعی که از آن عوامل یاد کرده بودند، این عوامل و دسته‌بندی آنها بر اساس شرایط ایران در جلسات مصاحبه با خبرگان اعتبارسنجی شدند که تشریح آن در بخش ۲ (روش تحقیق) ذکر گردید. فهرست نهایی دسته‌های کلی عوامل به شرح زیر بوده است:

۱. عوامل سیاستی: شامل تصمیمات حاکمیتی در زمینه انرژی؛
۲. عوامل سیاسی خارجی: مانند تحریم‌های سیاسی اعمال شده بر ایران؛
۳. عوامل اقتصادی: شامل اقتصاد کلان و اقتصاد سیستم فتوولتائیک، مانند نرخ تورم، تغییرات نرخ ارز و قیمت مدول‌ها، هزینه تعمیر و نگهداری سیستم فتوولتائیک و...؛
۴. عوامل جغرافیایی، اقلیمی، محیط زیستی: مانند دما، وجود منبع، الزامات محیط زیستی و...؛
۵. عوامل مرتبط با توانمندی فناوریانه، صنعتی و زیرساخت‌های مربوط: مانند امکان اتصال به شبکه، افت توان در شبکه انتقال و توزیع، زنجیره تامین و تولید پنل‌های خورشیدی و...؛
۶. عوامل انسانی: شامل نیروی انسانی متخصص در قسمت‌های مختلف زنجیره تامین، تولید و نگهداری؛
۷. عوامل اجتماعی – فرهنگی: شامل سطح آگاهی‌های عمومی؛

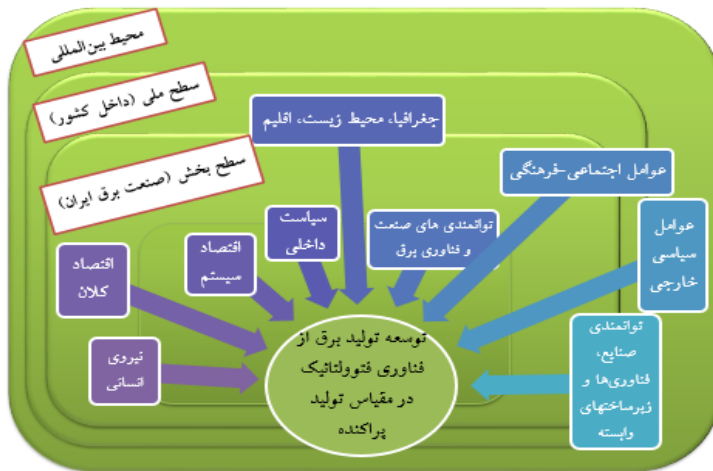
۸. عوامل نهادی: شامل پذیرش و امکانات سازمانی؛

۹. عوامل اعتباری و بودجه‌ای: شامل نوع و میزان و پیوستگی تخصیص اعتبارات و منابع بودجه‌ای.

بر اساس نظر خبرگان، محدوده اثرگذاری بر هر یک از عوامل و مدیریت آنها می‌تواند متفاوت باشد. مثلاً «تعیین روش مناسب برای تشویق بهره‌گیری از سیستم فتوولتائیک» در حیطه اثرگذاری صنعت برق و متولیان آن است، اما «مقررات کار و استخدام» در محدوده سطح بالاتری از حاکمیت می‌باشد. بدین ترتیب باید سطح «سیستم» را برای هر یک از معیارها مشخص نمود. لذا بر اساس تایید و اجماع خبرگان، با تعریف مرز سیستم در ۳ سطح زیر، کلیه عوامل از این حیث نیز تفکیک شدند:

۱. سطح بخش (صنعت برق): شامل تصمیم‌گیران و متولیان این صنعت در بخش خصوصی و دولتی؛
۲. سطح ملی: شامل مسائل داخل مرزهای ایران و در اراده دولت و قوای حاکم بر کشور؛
۳. سطح محیط بین‌المللی: شامل عواملی که در بیرون از حیطه تسلط کشور هستند، مانند تحریم‌های احتمالی سیاسی و محدودیت‌های ناشی از آن.

نهایتاً، از تلفیق این دو دسته‌بندی («طبقات موضوعی» و «سطوح اثرگذاری»)، شکل ۲ به عنوان «چارچوب مفهومی ارتباط عوامل با هدف مساله» ترسیم می‌شود.



شکل ۲. چارچوب مفهومی عوامل اثرگذار بر توسعه تولید برق از فناوری فتوولتائیک در مقیاس تولید پراکنده

به دلیل آنکه میزان تاثیر‌گذاری و امکان تدوین و اجرای سیاست در سطوح مختلف متفاوت است، عملاً باید سیاست‌گذاری بر روی سطحی انجام شود که بیشترین امکان و میزان تغییر (اصلاح یا تکمیل) در آن وجود دارد و این سطح یقیناً سطح بخش (صنعت برق) است. لذا بررسی دقیق‌تر بر روی عوامل این سطح، مورد بررسی قرار گرفته است. از تعداد اولیه عوامل که ۱۴۲ عنوان بودند، عواملی که سیاست‌گذار سطح بخش، قادر به تاثیر‌گذاری بر روی آنها نیست و همچنین برخی از عوامل که برای شرایط کشور ایران حائز اهمیت نیستند، بر اساس کدگذاری نظر خبرگان، حذف شدند و لذا ادامه بررسی در فاز دوم پژوهش، بر روی ۶۰ عامل مهم باقی‌مانده در سطح صنعت برق انجام شد. فهرست و طبقه‌بندی این عوامل، که خروجی فاز کیفی پژوهش است، در جدول ۱ مشاهده می‌شود. این جدول، مبنای طراحی پرسش‌نامه، برای سنجش «اهمیت» و «عملکرد» تک‌تک عوامل قرار گرفته و مطابق طیف لیکرت، در مورد هر یک از عوامل جدول ۱، از متخصصین مرتبط، میزان اهمیت و وضع موجود ایران پرسیده شده است.

جدول ۱. فهرست عوامل تاثیرگذار در سطح صنعت برق

طبقه عوامل	شماره عامل	عوامل و معیارها	طبقه عوامل	شماره عامل	عوامل و معیارها
فهرست عوامل	۳۱	پذیرش اجتماعی تولید برق از فناوری فتوولتائیک	عوامل فرهنگی- اجتماعی	۱	تدوین اهداف و استراتژی‌های متناسب با توسعه تولید برق تجدیدپذیر
	۳۲	وجود برنامه‌های اجتماعی و محیط زیستی برای تشویق استفاده و بکارگیری		۲	وجود سیاست‌های موثر در توسعه انرژی- های تجدیدپذیر در کشور
	۳۳	انتخاب کاربران اولیه مناسب برای ترویج		۳	رسمیت سیاست‌های انرژی، از حیث قانونی و پشتوانه نظارتی و ارزیابی
	۳۴	شبکه روابط بین شرکت‌های مختلف، دولت‌ها، نهادهای دانشی و اشخاص ثالث		۴	پایداری سیاست‌های صنعت برق (مدت- زمان اعتبار سیاست‌های صنعت برق)
	۳۵	شناخت اولیه بکارگرددگان از پیچیدگی، طول عمر، بازدهی، امنیت، پایداری و اقتصاد سیستم		۵	استمرار مشوق‌های دولتی در زمینه انرژی- های تجدیدپذیر
عوامل انسانی	۳۶	سرمایه انسانی متخصص در زمینه طراحی سیستم فتوولتائیک	عوامل نیروی انسانی	۶	سادگی و شفافیت مقررات بخش انرژی‌های تجدیدپذیر
	۳۷	سرمایه انسانی متخصص مرتبط با تعمیر و نگهداری سیستم فتوولتائیک		۷	هماهنگی سیاست‌ها با تقاضای سرمایه- گذاری در صنعت برق و انرژی‌های

طبقه عوامل	شماره عامل	عوامل و معیارها	طبقه عوامل	شماره عامل	عوامل و معیارها
عوامل نهادی	۸	وجود اهداف زیست محیطی در سطوح مختلف سیاست‌ها	عوامل مرتبط با توانمندی تکنولوژیکی، صنعتی و زیرساختی	۳۸	زیرساخت‌های دانش و فناوری و ظرفیت جذب فناوری
	۹	اصلاح به موقع سیاست‌های تشویقی		۳۹	امکان اتصال به شبکه و تضمین آن
	۱۰	تعریف مکانیزم‌های تشویقی		۴۰	امکان ذخیره انرژی
	۱۱	تفکیک مکانیزم‌ها و ابزارهای تشویقی، متناسب با انواع منابع انرژی تجدیدپذیر		۴۱	پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای انتقال برق
	۱۲	حمایت از تولید صنعتی و بومی در زمینه مرتبط با تولید برق از فناوری فتوولتائیک		۴۲	ایجاد یا تجدیدساختار بازار انرژی و برق
	۱۳	وجود پیش‌ران‌های چندجانبه (روش‌های متنوع حمایتی)		۴۳	وجود استانداردهای فنی مرتبط
	۱۴	پذیرش نهادی در سطوح مختلف نهادهای تصمیم‌گیرنده، مانند مجلس، هیات دولت		۴۴	وجود تنوع تکنولوژیکی در سیستم‌های فتوولتائیک
	۱۵	سازوکارهای نهادی و ساختاری مانند حضور سازمان متولی، هماهنگی‌های بین		۴۵	تعمیرات و تعُد نصب سیستم‌ها و روتین‌شدن روال نصب
	۱۶	وجود نهاد تنظیم‌گر برق و انرژی		۴۶	دسترسی تولیدکنندگان به بازار برق
	۱۷	هماهنگی میان ادارات دولتی محلی با جامعه محلی		۴۷	وجود و انتشار اطلاعات مرتبط مانند پتانسیل-های تابش و اطلس پتانسیل انرژی خورشیدی
	۱۸	تغییرات رادیکال در سیاست‌های بخش انرژی؛ مانند ادغام وزارتین نفت و نیرو		۴۸	کیفیت ساخت سیستم‌های قابل عرضه در کشور و طول عمر آنها، بویژه پنل و اینورتر
	۱۹	وجود بودجه و اعتبارات مورد نیاز		۴۹	تعامل مناسب بین دو صنعت ساختمان‌سازی و فتوولتائیک
	عوامل اعتباری و بودجه‌ای	۲۰		اطمینان و پایداری منبع تامین تعرفه‌های تشویقی	۵۰
۲۱		کمک به فرآیند تامین اعتبار اولیه برای سرمایه‌گذاران	۵۱	بازاریابی موثر تولیدکنندگان و واردکنندگان سیستم فتوولتائیک	
۲۲		وجود معافیت‌های مالیاتی برای واردکنندگان پنل و سیستم‌های خورشیدی	۵۲	وجود مراکز تست در داخل کشور	
۲۳		کاهش یارانه به سوخت‌های فسیلی (کاهش حمایت از سایر منابع انرژی)	۵۳	وجود ارائه خدمات و زیرساخت‌های اولیه در مناطق روستایی	

عوامل و معیارها	شماره عامل	طبقه عوامل	عوامل و معیارها	شماره عامل	طبقه عوامل
شناسایی و تفکیک ویژگی‌های هر منطقه از حیث محرک‌ها، پتانسیل‌ها و ریسک‌ها	۵۴	جغرافیایی، اقلیمی و محیط‌زیستی	کاهش هزینه‌های اتصال به شبکه	۲۴	عوامل مرتبط با اقتصاد سیستم و اقتصاد کلان
تناسب مقدار و شکل فضاهای شهری برای پیاده‌سازی پروژه‌ها	۵۵		واقعی شدن هزینه تولید برق	۲۵	
ظرفیت نصب شده سیستم‌های فتوولتائیک غیرمتمرکز نسبت به کل ظرفیت تولید برق	۵۶	عوامل توصیف‌گر	کاهش میزان سرمایه‌گذاری اولیه سیستم‌های فتوولتائیک در مقیاس‌های غیرمتمرکز	۲۶	
روند کاهشی هزینه‌های فروش سامانه و نصب و بهره‌برداری	۵۷	فرآیند تولید انرژی	کاهش مدت بازگشت سرمایه سیستم فتوولتائیک غیرمتمرکز در ایران	۲۷	
تمایل بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری	۵۸		کاهش تغییرات و نوسانات قیمت انرژی و برق در داخل کشور	۲۸	
وجود زنجیره تامین سیستم‌های فتوولتائیک در داخل کشور بویژه تولید پنل و سیستم در ایران	۵۹		پایداری قیمت انرژی در کشور	۲۹	
حضور بازیگران لازم، مانند مشاوران و پیمانکاران	۶۰		وجود بیمه‌های مرتبط با کارایی و طول عمر سیستم‌های فتوولتائیک	۳۰	

۵. نتایج

۵-۱. تحلیل عاملی تاییدی

پس از تنظیم پرسش‌نامه‌هایی بر مبنای ۶۰ عامل جدول ۱، از متخصصین مرتبط در مورد میزان اهمیت هریک از عوامل فوق و همچنین سنجش وضعیت ایران در مورد آنها، بر مبنای طیف ۵ وضعیتی لیکرت سوال پرسیده شد. خروجی پرسش‌نامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Smart PLS تحلیل شد. به اعتبار (روایی) پرسش‌نامه با استفاده از شاخص‌های بار عاملی و روایی همگرا پرداخته شد و با استفاده از آزمون‌های «پایایی ترکیبی» و «آلفای کرونباخ»، پایایی متغیرها ارزیابی شد. از شاخص «میانگین واریانس استخراج شده» (AVE)^۱ نیز برای بررسی اعتبار همگرا استفاده شده است. این شاخص،

1. Average Variance Extracted

مقدار واریانسی را که یک متغیر پنهان از نشانگرهایش بدست می‌آورد را اندازه می‌گیرد (کریمی ۱۳۹۴). برای بررسی اعتبار پرسش‌نامه از «تحلیل عاملی تاییدی مرتبه دوم» استفاده شده است. نتایج مدل استاندارد در جدول ۲ به همراه پایایی ترکیبی، آلفای کرونباخ و میانگین واریانس استخراج شده، آمده است.

دلیل استفاده از رویکرد PLS، جدید و اکتشافی بودن مدل است. پژوهشگران مهم‌ترین انگیزه استفاده از PLS را اکتشاف و پیش‌بینی بیان می‌کنند. متخصصان، مدلیابی مسیر با استفاده از PLS را در مراحل اولیه توسعه نظری به منظور آزمون و معتبر ساختن مدل‌های اکتشافی پیشنهاد نموده‌اند (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین، این روش فرض‌های سخت‌گیرانه کمتری درباره توزیع متغیرها و خطا دارد. بدین معنا که یکی از مزایای این روش، عدم نیاز به نرمال بودن توزیع داده‌ها است زیرا غیروابسته به توزیع می‌باشد و مانند روش‌های کوواریانس (لیزرل و ایموس)، فرض‌های توزیعی نیرومند ندارد (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

مطابق تاکید مراجع، اگر محقق پس از محاسبه بارهای عاملی بین سازه و شاخص‌های آن با مقادیری کمتر از ۰/۴۰ مواجه شود، باید آن شاخص‌ها (سوالات پرسش‌نامه) را اصلاح نموده و یا از مدل پژوهش خود حذف نماید (داوری و رضازاده، ۱۳۹۲). همچنین هیر و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند به طور کلی گویه‌های با بار عاملی کمتر از ۰/۴۰ یعنی آستانه‌ای که معمولاً برای نتایج تحلیل عاملی استفاده می‌شود باید حذف شوند. لذا در این پژوهش حد آستانه بار عاملی، مقدار ۰/۴۰ در نظر گرفته شد و گویه‌هایی که بار عاملی کمتری داشتند حذف شدند. اگر بارهای عاملی برابر یا بیشتر از مقدار ۰/۴۰ شود، موید این مطلب است که اعتبار در مورد آن مدل اندازه‌گیری قابل قبول است.

جدول ۲. نتایج تحلیل عاملی تاییدی: بررسی روایی و پایایی عوامل توصیف‌گر هدف*

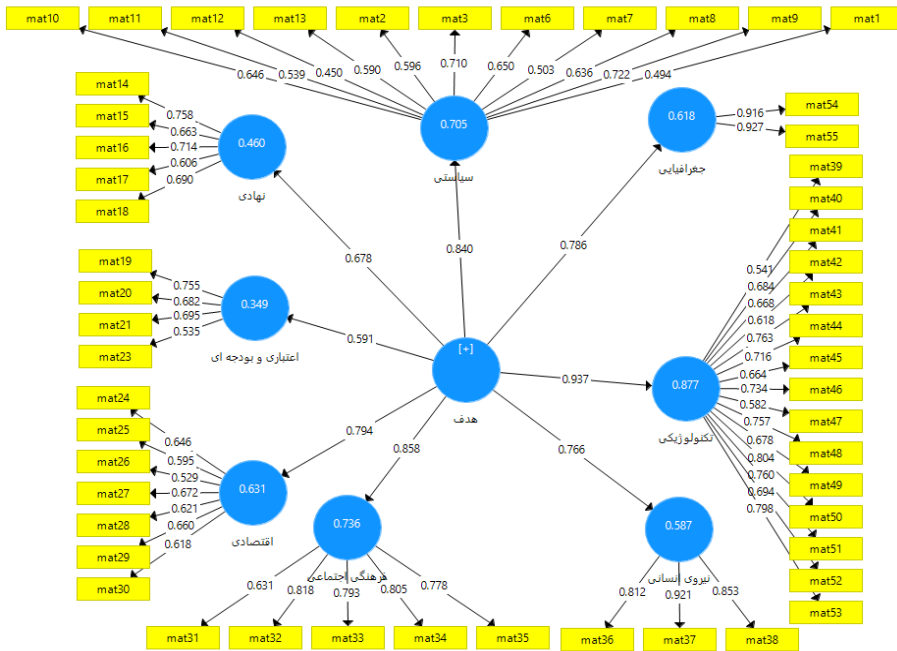
مولفه	شماره سوال	ضریب استاندارد	میانگین واریانس	پایایی ترکیبی	آلفای کرونباخ
سیاستی	۱	۰/۴۹	۰/۳۶	۰/۸۶	۰/۸۲
	۲	۰/۶۰			
	۳	۰/۷۱			
	۶	۰/۶۵			
	۷	۰/۵۰			
	۸	۰/۶۴			
	۹	۰/۷۲			
	۱۰	۰/۶۵			
	۱۱	۰/۵۴			
	۱۲	۰/۴۵			
	۱۳	۰/۵۹			
نهادی	۱۴	۰/۷۶	۰/۴۷	۰/۸۲	۰/۷۲
	۱۵	۰/۶۶			
	۱۶	۰/۷۱			
	۱۷	۰/۶۱			
	۱۸	۰/۶۹			
اعتباری	۱۹	۰/۷۶	۰/۴۵	۰/۷۶	۰/۶۴
	۲۰	۰/۶۸			
	۲۱	۰/۷۰			
اقتصاد	۲۳	۰/۵۴	۰/۳۹	۰/۸۱	۰/۷۴
	۲۴	۰/۶۵			
	۲۵	۰/۶۰			
	۲۶	۰/۵۳			
	۲۷	۰/۶۷			
	۲۸	۰/۶۲			
	۲۹	۰/۶۶			
	۳۰	۰/۶۲			
اجتماعی	۳۱	۰/۶۳	۰/۵۹	۰/۸۸	۰/۸۲
	۳۲	۰/۸۲			
	۳۳	۰/۷۹			
	۳۴	۰/۸۰			
	۳۵	۰/۷۸			

مؤلفه	شماره سوال	ضریب استاندارد	میانگین واریانس	پایایی ترکیبی	آلفای کرونباخ
انسانی	۳۶	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۹۰	۰/۸۳
	۳۷	۰/۹۲			
	۳۸	۰/۸۵			
زیرساختی	۳۹	۰/۵۴	۰/۴۹	۰/۹۴	۰/۹۲
	۴۰	۰/۶۸			
	۴۱	۰/۶۷			
	۴۲	۰/۶۲			
	۴۳	۰/۷۶			
	۴۴	۰/۷۲			
	۴۵	۰/۶۶			
	۴۶	۰/۷۳			
	۴۷	۰/۵۸			
	۴۸	۰/۷۶			
	۴۹	۰/۶۸			
	۵۰	۰/۸۰			
	۵۱	۰/۷۶			
۵۲	۰/۶۹				
۵۳	۰/۸۰				
جغرافیایی	۵۴	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۸۲
	۵۵	۰/۹۳			

* توجه: تمامی بارهای عاملی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار هستند: ($p < ۰/۰۵$) و ($T > ۱/۹۶$)

نتایج نشان داده است که با توجه به مقدار بارهای عاملی بدست آمده، که بیشتر از ۰/۴۰ است و در سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ ($p < ۰/۰۵$) قرار دارند (تمامی مقادیر T بزرگتر از ۱/۹۶ شده است)، اعتبار سازه تمامی سوالات (به جز ۳ سوال ۴، ۵ و ۲۲) تایید می شوند و سوالات، عوامل توصیف گر هدف را توصیف می نمایند. مقدار پایایی ترکیبی از حداقل ۰/۷۶ برای عامل اعتباری و بودجه‌ای تا حداکثر ۰/۹۴ برای عامل زیرساختی بدست آمده است که این مقادیر پایایی ترکیبی بیشتر از مقدار ۰/۷۰ است. این مقادیر پایایی، مقدار مورد تاییدی است و گویای این است که پایایی تمامی ۸ عامل از نظر آماری تایید می شود. همچنین مقادیر آلفای کرونباخ عامل‌ها مقادیر مناسبی است چراکه، تمامی عامل‌ها مقدار آلفای کرونباخ بیشتر از ۰/۷۰ دارند و فقط عامل اعتباری، آلفای

کرونباخ کمتر از ۰/۷۰ دارد که چون تعداد سوالات این عامل کم و فقط سه سوال است و همچنین پرسش‌نامه محقق‌ساخته و جدید است و آلفای کرونباخ این متغیر که برابر با ۰/۶۴ است نیز تایید می‌شود. میانگین واریانس استخراج شده که اعتبار همگرا را می‌سنجد، از حداقل ۰/۳۶ برای عامل سیاستی تا حداکثر ۰/۸۵ برای عامل جغرافیایی بدست آمده است. مقادیر بدست آمده نشان می‌دهند که اعتبار همگرای عامل‌های سیاستی، نهادی، اعتباری، اقتصادی و زیرساختی، مقدار متوسط و اعتبار همگرای سایر عامل‌ها مقدار مطلوبی بدست آمده است. در مجموع نتایج نشان از تایید اعتبار و پایایی تمامی سوالات و عامل‌ها دارد. مدل اندازه‌گیری در حالت بار عاملی (ضریب استاندارد) در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. مدل اندازه‌گیری در حالت ضرایب استاندارد (بار عاملی)

۲-۵. بررسی اهمیت و وضعیت شاخص‌ها و عامل‌ها

برای سنجش میزان «اهمیت» شاخص‌ها و عامل‌ها از آزمون T تک‌نمونه‌ای استفاده شده است. آزمون T تک‌نمونه‌ای زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که یک نمونه از جامعه داشته باشیم و می‌خواهیم میانگین آن را با یک حالت معمول یا استاندارد و یا حتی با یک عدد فرضی و مورد انتظار مورد مقایسه کنیم. در این آزمون ما میانگین نمونه در شرایط اهمیت عوامل را با مقدار ۳/۵ که مقدار متوسط (بین متوسط تا زیاد) در نظر گرفته شده است، مورد مقایسه قرار می‌دهیم. انتخاب مقدار ۳/۵ به دلیل رعایت دقت و سخت‌گیری بیشتر در تشخیص عامل‌های موثر و مهم است. دامنه نمرات از ۱ تا ۵ است و چنانچه میانگینی بیشتر از ۳/۵ باشد، یعنی تاثیر آن شاخص یا عامل زیاد است ($p < 0.05$). برای «وضعیت موجود» از معیار ۳ استفاده شد. نتایج در ادامه به تفکیک وضعیت موجود و اهمیت در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. آزمون T تک‌نمونه‌ای برای مقایسه میانگین متغیرها با مقدار متوسط (معیار = ۳/۵) ($df = 104$)

عامل	وضعیت مطلوب			وضعیت موجود		
	میانگین	تفاوت میانگین	مقدار T	میانگین	تفاوت میانگین	مقدار T
سیاستی	۴/۴۸	۰/۹۷۶	۱۲/۵۳۹	۲/۶۶	-۰/۳۴۰	۴/۰۷۴
	۴/۴۲	۰/۹۱۹	۱۲/۲۴۰	۲/۶۶	-۰/۳۴۰	۵/۳۰۵
	۴/۳۴	۰/۸۴۳	۱۳/۰۳۵	۲/۴۸	-۰/۵۲۴	۶/۳۴۷
	۴/۰۵	۰/۵۴۸	۸/۳۶۸	۲/۹۹	-۰/۱۰	۰/۱۲۳
	۳/۹۸	۰/۴۸۱	۷/۱۱۰	۲/۳۲	-۰/۶۸۰	۱۰/۰۱۰
	۳/۶۴	۰/۱۳۸	۱/۵۳۶	۱/۹۷	-۱/۰۲۹	۱۱/۳۱۵
	۳/۸۶	۰/۳۵۷	۵/۳۳۹	۱/۸۰	-۱/۲۰۴	۱۵/۱۰۷
	۳/۹۰	۰/۴۰۵	۵/۰۹۰	۲/۵۷	-۰/۴۲۷	۴/۱۱۵
	۳/۷۹	۰/۲۹۰	۴/۱۵۴	۲/۴۸	-۰/۵۲۴	۴/۷۹۳
	۳/۶۰	۰/۱۰۰	۱/۲۳۸	۲/۳۱	-۰/۶۸۹	۷/۸۹۷
	۳/۷۹	۰/۲۹۰	۳/۷۵۴	۱/۷۴	-۱/۲۶۲	۱۶/۹۹۸

عامل	وضعیت مطلوب				وضعیت موجود			
	میانگین	تفاوت میانگین	مقدار T	سطح معنی‌داری	میانگین	تفاوت میانگین	مقدار T	سطح معنی‌داری
نهادی	۳/۹۹	۰/۴۹۰	۶/۵۶۳	< ۰/۰۰۱	۲/۶۶	-۰/۳۴۰	۴/۹۷۰	< ۰/۰۰۱
	۳/۹۷	۰/۴۷۱	۶/۲۱۱	< ۰/۰۰۱	۲/۶۰	-۰/۳۹۸	۴/۰۲۶	< ۰/۰۰۱
	۳/۷۹	۰/۲۹۰	۳/۷۵۴	< ۰/۰۰۱	۲/۴۵	-۰/۵۵۳	۵/۶۳۱	< ۰/۰۰۱
	۳/۶۸	۰/۱۷۶	۲/۵۲۹	۰/۰۱۳	۲/۳۱	-۰/۶۸۹	۷/۶۱۶	< ۰/۰۰۱
	۲/۸۴	-۰/۶۶۲	۵/۷۵۹	< ۰/۰۰۱	۱/۷۵	-۱/۲۵۲	۱۵/۸۶۹	< ۰/۰۰۱
اعتباری	۴/۳۲	۰/۸۲۴	۱۰/۵۱۸	< ۰/۰۰۱	۲/۴۸	-۰/۵۲۴	۵/۴۹۳	< ۰/۰۰۱
	۴/۲۵	۰/۷۴۸	۱۰/۴۸۱	< ۰/۰۰۱	۲/۳۷	-۰/۶۳۱	۶/۴۴۴	< ۰/۰۰۱
	۳/۶۰	۰/۱۰۰	۱/۰۸۲	۰/۲۸۲	۱/۶۶	-۱/۳۴۰	۱۷/۸۶۲	< ۰/۰۰۱
	۳/۷۹	۰/۲۹۰	۲/۶۴۸	۰/۰۰۹	۳/۲۶	۰/۲۶۲	۱/۸۳۷	۰/۰۶۹
	۳/۰۹	-۰/۴۱۴	۴/۸۹۵	< ۰/۰۰۱	۲/۷۰	-۰/۳۰۱	۳/۵۴۶	۰/۰۰۱
اقتصادی	۴/۲۳	۰/۷۲۹	۷/۵۲۰	< ۰/۰۰۱	۱/۸۸	-۱/۱۱۷	۱۱/۲۹۸	< ۰/۰۰۱
	۳/۸۲	۰/۳۱۹	۴/۱۱۸	< ۰/۰۰۱	۳/۱۴	۰/۱۳۶	۱/۴۳۶	۰/۱۵۴
	۴/۱۴	۰/۶۴۳	۸/۴۷۳	< ۰/۰۰۱	۲/۷۳	-۰/۲۷۲	۲/۴۷۸	۰/۰۱۵
	۳/۵۴	۰/۰۴۳	۰/۴۱۹	۰/۶۷۶	۲/۵۰	-۰/۵۰۵	۴/۱۲۰	< ۰/۰۰۱
	۳/۵۰	۰/۰۰۵	۰/۰۵۵	۰/۹۵۶	۲/۸۵	-۰/۱۴۶	۱/۴۱۸	۰/۱۵۹
	۳/۴۴	-۰/۰۶۲	۰/۷۴۳	۰/۴۵۹	۱/۶۲	-۱/۳۷۹	۱۷/۶۳۲	< ۰/۰۰۱
اجتماعی	۳/۸۱	۰/۳۱	۳/۷۰۶	< ۰/۰۰۱	۲/۵۱	-۰/۴۸۵	۴/۹۳۳	< ۰/۰۰۱
	۳/۵۱	۰/۰۱۴	۰/۱۶۳	۰/۸۷۱	۱/۹۴	-۱/۰۵۸	۱۰/۳۵۹	< ۰/۰۰۱
	۳/۳۶	-۰/۱۳۸	۱/۳۸۷	۰/۱۶۸	۲/۲۴	-۰/۷۵۷	۷/۲۴۰	< ۰/۰۰۱
	۳/۵۲	۰/۰۲۴	۰/۲۴۶	۰/۸۰۶	۲/۲۱	-۰/۷۸۶	۹/۴۱۵	< ۰/۰۰۱
	۳/۵۵	۰/۰۵۲	۰/۵۷۷	۰/۵۶۵	۲/۳۷	-۰/۶۳۱	۶/۵۳۵	< ۰/۰۰۱

عامل	وضعیت مطلوب				وضعیت موجود			
	میانگین	تفاوت	مقدار T	سطح معنی داری	میانگین	تفاوت	مقدار T	سطح معنی داری
انسانی	۳/۷۷	۰/۲۷۱	۳/۹۱۴	< ۰/۰۰۱	۲/۹۶	-۰/۰۳۹	۰/۳۸۷	۰/۷۰۰
	۳/۷۵	۰/۲۵۲	۲/۷۸۷	۰/۰۰۶	۲/۸۰	-۰/۲۰۴	۱/۷۶۲	۰/۰۸۱
	۳/۵۴	۰/۰۴۳	۰/۴۱۹	۰/۶۷۶	۲/۳۱	-۰/۱۶۸۹	۶/۵۰۳	< ۰/۰۰۱
زیرساختی	۳/۷۳	۰/۲۳۳	۲/۵۹۱	۰/۰۱۱	۳/۱۹	۰/۱۹۴	۲/۴۱۱	۰/۰۱۸
	۳/۱۰	-۰/۳۹۵	۳/۲۴۷	۰/۰۰۲	۱/۸۰	-۱/۲۰۴	۱۱/۱۳۹	< ۰/۰۰۱
	۳/۵۲	۰/۰۲۴	۰/۲۶۲	۰/۷۹۴	۲/۴۸	-۰/۵۲۴	۵/۱۷۸	< ۰/۰۰۱
	۳/۸۲	۰/۳۱۹	۳/۶۰۴	< ۰/۰۰۱	۲/۱۴	-۰/۱۸۶۴	۹/۶۵۸	< ۰/۰۰۱
	۳/۸۴	۰/۳۳۸	۳/۸۴۹	< ۰/۰۰۱	۲/۵۴	-۰/۱۴۵۶	۴/۶۴۱	< ۰/۰۰۱
	۲/۹۸	-۰/۵۱۹	۵/۵۳۷	< ۰/۰۰۱	۲/۱۶	-۰/۱۸۴۵	۹/۲۵۵	< ۰/۰۰۱
	۳/۴۲	-۰/۰۸۱	۰/۹۷۳	۰/۳۳۳	۲/۵۶	-۰/۴۳۷	۵/۲۲۹	< ۰/۰۰۱
	۳/۵۸	۰/۰۸۱	۰/۷۸۰	۰/۴۳۷	۱/۸۹	-۱/۱۰۷	۱۳/۵۷۶	< ۰/۰۰۱
	۳/۵۱	۰/۰۱۴	۰/۱۵۲	۰/۸۷۹	۲/۷۰	-۰/۳۰۱	۲/۸۲۰	۰/۰۰۶
	۴/۰۱	۰/۵۱	۶/۸۱۸	< ۰/۰۰۱	۲/۱۵	-۰/۱۸۵۴	۸/۳۱۹	< ۰/۰۰۱
	۳/۴۴	-۰/۰۶۲	۰/۵۲۲	۰/۶۰۳	۱/۵۱	-۱/۴۸۵	۲۳/۰۲۵	< ۰/۰۰۱
	۳/۳۵	-۰/۱۴۸	۱/۲۸۶	۰/۲۰۱	۱/۸۹	-۱/۱۰۷	۱۲/۱۰۵	< ۰/۰۰۱
	۳/۳۲	-۰/۱۷۶	۱/۹۵۲	۰/۰۵۴	۲/۲۰	-۰/۷۹۶	۹/۰۸۳	< ۰/۰۰۱
	۳/۷۵	۰/۲۵۲	۲/۳۴۹	۰/۰۲۷	۱/۵۳	-۱/۴۶۶	۱۶/۶۳۱	< ۰/۰۰۱
	۳/۲۲	-۰/۲۸۱	۲/۸۲۶	۰/۰۰۶	۱/۸۰	-۱/۲۰۴	۱۵/۸۳۶	< ۰/۰۰۱
جغرافیایی	۳/۵۱	۰/۰۱۴	۰/۱۴۵	۰/۸۸۵	۱/۸۷	-۱/۱۲۶	۱۴/۰۶۵	< ۰/۰۰۱
	۳/۲۴	-۰/۲۶۲	۲/۸۰۷	۰/۰۰۶	۱/۹۹	-۱/۰۱۰	۱۲/۴۶۰	< ۰/۰۰۱

وضعیت مطلوب				وضعیت موجود				عامل	
میانگین	تفاوت	مقدار T	سطح معنی‌داری	میانگین	تفاوت	مقدار T	سطح معنی‌داری		
۵/۰۰	۱/۴۹	۱۵۶/۵۰	< ۰/۰۰۱	۲/۰۰	-۰/۵۳۴	۵/۶۵۶	< ۰/۰۰۱	ظرفیت نصب‌شده سیستم‌های فتوولتائیک	
۳/۹۸	۰/۴۸۱	۵/۳۵۹	< ۰/۰۰۱	۲/۴۷	-۰/۰۶۸	۰/۶۴۵	۰/۵۲۰	روند کاهش هزینه‌ها	
۴/۱۵	۰/۶۵۲	۷/۹۴۹	< ۰/۰۰۱	۳/۰۷	۰/۹۲۲	۱۰/۴۸۰	< ۰/۰۰۱	تمایل بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری	
۳/۵۵	۰/۰۵۲	۰/۵۳۲	۰/۵۹۶	۲/۰۸	۰/۲۳۳	۲/۲۷۳	۰/۰۲۵	وجود زنجیره تامین سیستم‌های فتوولتائیک	
۳/۶۴	۰/۱۳۸	۱/۵۳۶	۰/۱۲۸	۲/۷۷	۰/۴۸۵	۴/۹۳۳	< ۰/۰۰۱	حضور بازیگران لازم، مانند مشاوران	

توصیف‌گر هدف

نتایج نشان می‌دهند که در اکثر شاخص‌ها میزان عملکرد وضعیت مناسبی ندارد و پایین‌تر از حد متوسط هستند و فقط در ۸ شاخص میزان عملکرد مقدار متوسطی بوده است. با استفاده از آزمون T تک‌نمونه‌ای به سنجش عملکرد و اهمیت عوامل اصلی نیز پرداخته شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که تمامی عوامل اصلی در وضعیت عملکرد وضع موجود، میانگینی کمتر از مقدار متوسط دارند؛ به عبارتی، میزان عملکرد در تمامی عامل‌ها کمتر از مقدار متوسط است ($p < 0/05$). بررسی اهمیت عامل‌ها نیز نشان می‌دهد که میزان اهمیت سه عامل فرهنگی/اجتماعی، زیرساختی و جغرافیایی مقدار متوسطی است، چون میانگین آنها در حدود $3/5$ است و اختلاف معنی‌داری با آن ندارد ($p > 0/05$). همچنین نتایج نشان می‌دهند سایر عوامل (سیاستی، نهادی، اعتباری، اقتصادی، انسانی و عوامل توصیف‌گر هدف) میانگین بالاتر از متوسط دارند ($p < 0/05$) که نشان از این دارد که این عوامل از اهمیت بالایی برخوردارند.

۳-۵. تحلیل اهمیت-عملکرد (IPA)

بر اساس روش محاسباتی ذکر شده در قسمت ۲ (روش تحقیق)، جدول ۴، ارزیابی وضعیت کل داده‌های فاز کمی را به صورت مجتمع نشان می‌دهد:

جدول ۴. نتایج محاسبات ماتریس‌های اهمیت-عملکرد

ردیف	عوامل سیاستی	درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه برای بهبود	اولویت بهبود، مطابق هر دسته
		۳.۹۵°	۲.۲۲°			
۱	تدوین اهداف و استراتژی‌های متناسب با توسعه تولید برق تجدیدپذیر	۴.۳۶	۲.۵۲	۱	۸.۰۰	۴
۲	وجود سیاست‌های موثر در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور	۴.۳۶	۲.۵۹	۱	۷.۳۴	۶
۳	رسیمت سیاست‌های انرژی، از حیث قانونی و پشتوانه نظارتی و ارزیابی	۴.۳۰	۲.۳۳	۱	۸.۵۰	۲
۴	پایداری سیاست‌های صنعت برق (مدت‌زمان اعتبار سیاست‌های صنعت برق)	۴.۴۱	۲.۱۳	۴	۱۰.۰۰	۱
۵	استمرار مشوق‌های دولتی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر	۳.۹۵	۲.۴۶	۱	۵.۸۶	۹
۶	سادگی و شفافیت مقررات بخش انرژی‌های تجدیدپذیر	۳.۹۸	۲.۸۹	۱	۴.۳۴	۱۳
۷	هماهنگی سیاست‌ها با تقاضای سرمایه‌گذاری برق	۳.۹۵	۲.۲۰	۴	۶.۸۷	۷
۸	وجود اهداف زیست‌محیطی در سطوح مختلف سیاست‌ها	۳.۴۹	۱.۷۸	۳	۵.۹۹	۸
۹	اصلاح به موقع سیاست‌های تشویقی	۳.۸۱	۱.۶۴	۳	۸.۳۰	۳
۱۰	تعریف مکانیزم‌های تشویقی	۳.۸۳	۲.۳۴	۲	۵.۶۹	۱۱
۱۱	تفکیک مکانیزم‌ها و ابزارهای تشویقی، متناسب با انواع منابع انرژی تجدیدپذیر	۳.۷۳	۲.۲۰	۳	۵.۷۱	۱۰
۱۲	حمایت از تولید صنعتی و بومی در زمینه مرتبط با تولید برق از فناوری فتوولتائیک	۳.۴۶	۲.۱۲	۳	۴.۶۳	۱۲
۱۳	وجود پیش‌ران‌های چندجانبه (روش‌های متنوع حمایتی)	۳.۷۰	۱.۶۰	۳	۷.۷۶	۵

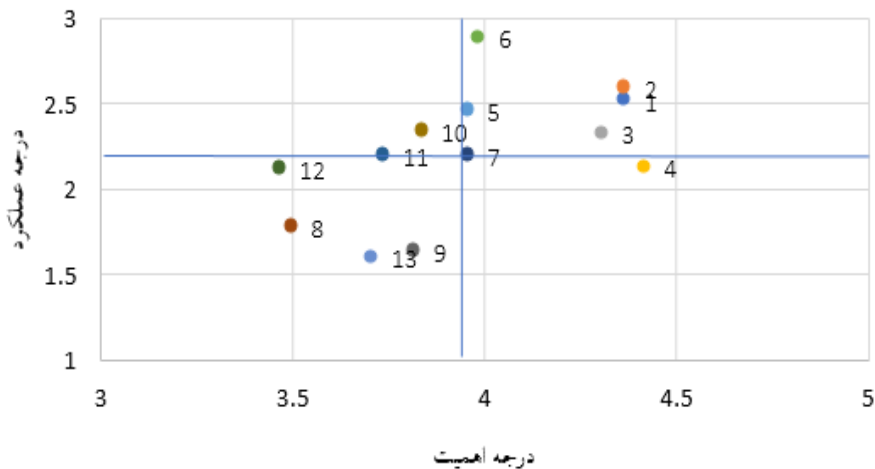
عوامل نهادی		درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه برای بهبود	اولویت بهبود، مطابق هر دسته
۱۴	پذیرش نهادی سطوح مختلف نهادهای تصمیم‌گیرنده، مانند مجلس و هیات دولت	۳۸۸	۲۵۴	۱	۵۲۲	۴
۱۵	سازوکارهای ساختاری مانند حضور سازمان متولی، هماهنگی‌های بین سازمانی و...	۳۸۵	۲۳۸	۱	۵۶۷	۱
۱۶	وجود نهاد تنظیم‌گر برق و انرژی تجدیدپذیر	۳۶۹	۲۲۳	۱	۵۳۵	۲
۱۷	هماهنگی میان ادارات دولتی محلی با جامعه محلی	۳۶۰	۲۱۱	۴	۵۳۵	۳
۱۸	تغییرات رادیکال در سیاست‌های بخش انرژی به سمت یکپارچه‌سازی	۲۵۷	۱۵۷	۳	۲۵۷	۵
عوامل بودجه‌ای و اعتباری		درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه برای بهبود	اولویت بهبود، مطابق هر دسته
۱۹	وجود بودجه و اعتبارات مورد نیاز	۴۲۴	۲۲۴	۱	۸۵۱	۱
۲۰	اطمینان و پایداری منبع تامین تعرفه‌های تشویقی	۴۱۷	۲۱۶	۴	۸۴۳	۲
۲۱	کمک به فرآیند تامین اعتبار اولیه برای سرمایه‌گذاران	۳۶۴	۱۵۲	۳	۶۷۲	۳
۲۲	وجود معافیت‌های مالیاتی برای واردکنندگان پلن و سیستم‌های خورشیدی	۳۲۹	۲۲۶	۲	۳۳۷	۵
۲۳	کاهش بارانه به سوخت‌های فسیلی (کاهش حمایت از سایر منابع انرژی)	۳۵۰	۲۸۲	۲	۲۳۹	۴
عوامل اقتصادی		درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه برای بهبود	اولویت بهبود، مطابق هر دسته
۲۴	کاهش هزینه‌های اتصال به شبکه	۲۹۱	۲۵۴	۲	۱۱۰	۹
۲۵	واقعی‌شدن هزینه تولید برق	۴۰۵	۱۶۶	۴	۹۶۶	۱
۲۶	کاهش میزان سرمایه‌گذاری اولیه سیستم‌های فتوولتائیک در مقیاس‌های غیرمتمرکز	۳۷۰	۲۹۴	۱	۲۸۰	۷
۲۷	کاهش مدت بازگشت سرمایه سیستم فتوولتائیک غیرمتمرکز در ایران	۴۰۳	۲۴۷	۱	۶۲۹	۲
۲۸	کاهش تغییرات و نوسانات قیمت انرژی و برق در داخل کشور	۳۲۸	۲۱۸	۳	۳۶۱	۶
۲۹	روند کاهشی هزینه‌های سیستم‌های فتوولتائیک طی سال‌های اخیر	۳۷۹	۲۸۳	۱	۳۶۳	۵
۳۰	تمایل بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری	۳۹۸	۲۵۰	۱	۵۹۱	۳
۳۱	پایداری قیمت انرژی در کشور	۳۲۸	۲۶۲	۲	۲۱۵	۸
۳۲	وجود بیمه‌های مرتبط با کارایی و طول عمر سیستم‌های فتوولتائیک	۳۲۶	۱۴۸	۳	۵۸۴	۴

عوامل فرهنگی - اجتماعی		درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه برای بهبود	اولویت بهبود، مطابق هر دسته
۳۳	پذیرش اجتماعی تولید برق از فناوری فتولتائیک	۳.۶۶	۲.۳۱	۱	۴.۹۴	۲
۳۴	وجود برنامه‌های اجتماعی و محیط زیستی برای تشویق استفاده و بکارگیری	۳.۳۳	۱.۷۲	۳	۵.۳۶	۱
۳۵	انتخاب کاربران اولیه مناسب برای ترویج	۳.۱۰	۱.۹۹	۳	۳.۴۸	۵
۳۶	شبکه روابط بین شرکت‌های مختلف، دولت‌ها، نهادهای دانشی و اشخاص ثالث	۳.۳۳	۲.۰۵	۳	۴.۲۷	۳
۳۷	نصورت و شناخت اولیه بکارگیرندگان از پیچیدگی، طول عمر، اقتصاد سیستم و...	۳.۳۸	۲.۱۶	۱	۴.۱۱	۴
عوامل انسانی		درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه برای بهبود	اولویت بهبود، مطابق هر دسته
۳۸	سرمایه انسانی متخصص در زمینه طراحی سیستم فتولتائیک	۳.۶۸	۲.۷۵	۱	۳.۴۳	۳
۳۹	سرمایه انسانی متخصص مرتبط با تعمیر و نگهداری سیستم فتولتائیک	۳.۵۷	۲.۵۱	۱	۳.۸۱	۲
۴۰	زیرساخت‌های دانش و فناوری و ظرفیت جذب فناوری	۳.۳۰	۲.۰۵	۳	۴.۱۳	۱
عوامل مرتبط با توانمندی تکنولوژیکی، صنعتی و زیرساختی		درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه برای بهبود	اولویت بهبود، مطابق هر دسته
۴۱	امکان اتصال به شبکه و تضمین آن	۳.۵۷	۳.۰۶	۱	۱.۸۱	۱۷
۴۲	امکان ذخیره انرژی	۲.۷۸	۱.۵۳	۳	۳.۴۸	۱۳
۴۳	پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای انتقال برق	۳.۳۶	۲.۲۳	۱	۳.۷۹	۱۱
۴۴	ایجاد یا تجدیدساختار بازار انرژی و برق	۳.۶۴	۱.۹۲	۴	۶.۲۷	۳
۴۵	وجود زنجیره تامین سیستم‌های فتولتائیک در داخل کشور	۳.۳۳	۱.۹۰	۴	۴.۷۶	۷
۴۶	وجود استانداردهای فنی مرتبط	۳.۶۹	۲.۳۴	۱	۴.۹۸	۶
۴۷	وجود تنوع تکنولوژیکی در سیستم‌های فتولتائیک	۲.۷۹	۱.۹۶	۳	۲.۳۰	۱۶
۴۸	وجود شرکت‌های خدمات انرژی (مشاوران و پیمانکاران مجرب)	۳.۶۴	۲.۲۷	۱	۴.۱۲	۹
۴۹	تعداد نصب سیستم‌ها و رویتین شدن روال نصب و تعمیرات	۳.۲۶	۲.۳۹	۲	۲.۸۴	۱۵
۵۰	دسترسی تولیدکنندگان به بازار برق	۳.۳۶	۱.۷۱	۴	۵.۵۴	۴
۵۱	وجود و انتشار اطلاعات مرتبط مانند پتانسیل‌ها و اطلس تابش	۳.۳۴	۲.۴۴	۱	۲.۹۹	۱۴
۵۲	کیفیت ساخت و طول عمر سیستم‌های قابل عرضه در کشور، بویژه پنل و اینورتر	۳.۹۰	۱.۹۱	۴	۷.۷۵	۱

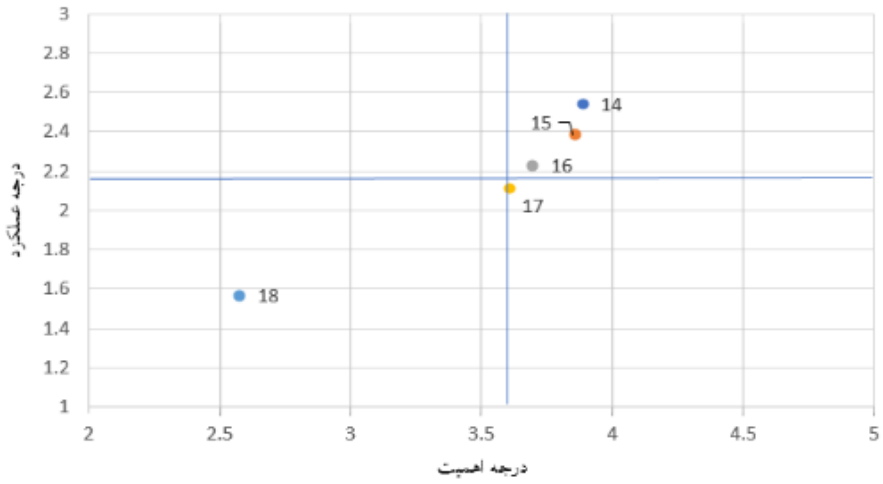
۵۳	تعامل مناسب بین دو صنعت ساختمان‌سازی و فتولتائیک	۳.۱۳	۱.۴۱	۳	۵.۳۸	۵
۵۴	امکان تهیه پیل متناسب با شرایط جغرافیایی هر منطقه	۳.۰۷	۱.۷۰	۳	۴.۱۹	۸
۵۵	بازاریابی موثر تولیدکنندگان و واردکنندگان سیستم فتولتائیک	۳.۱۳	۲.۰۱	۲	۳.۴۹	۱۲
۵۶	وجود مراکز تست در داخل کشور	۳.۴۹	۱.۳۷	۴	۷.۳۷	۲
۵۷	وجود ارائه خدمات و زیرساخت‌های اولیه در مناطق روستایی	۳.۰۰	۱.۶۵	۳	۴.۰۵	۱۰
عوامل جغرافیایی، اقلیمی و محیط‌زیستی						
	درجه اهمیت	درجه عملکرد	ناحیه در ماتریس	وزن مشخصه	اولویت بهبود، مطابق هر دسته	
	۳.۱۷	۱.۷۷				
۵۸	شناسایی و تفکیک ویژگی‌های هر منطقه از حیث محرک‌ها، پتانسیل‌ها و ریسک‌ها	۳.۳۰	۱.۷۲	۴	۵.۲۴	۱
۵۹	تناسب مقدار و شکل فضاهای شهری برای پیاده‌سازی پروژه‌ها	۳.۰۴	۱.۸۳	۲	۳.۶۸	۲

* دو مقدار نوشته شده در ذیل عنوان‌های «درجه اهمیت» و «درجه عملکرد»، مربوط به ارزش آستانه اهمیت و عملکرد هستند.

مطابق نتایج ارزیابی انجام‌شده در جدول فوق، ماتریس‌های نتایج، به منظور آگاهی از قرار گرفتن هر عامل در یکی از ربع‌های ماتریس برای هر دسته عوامل، مطابق اشکال ذیل خواهد بود:

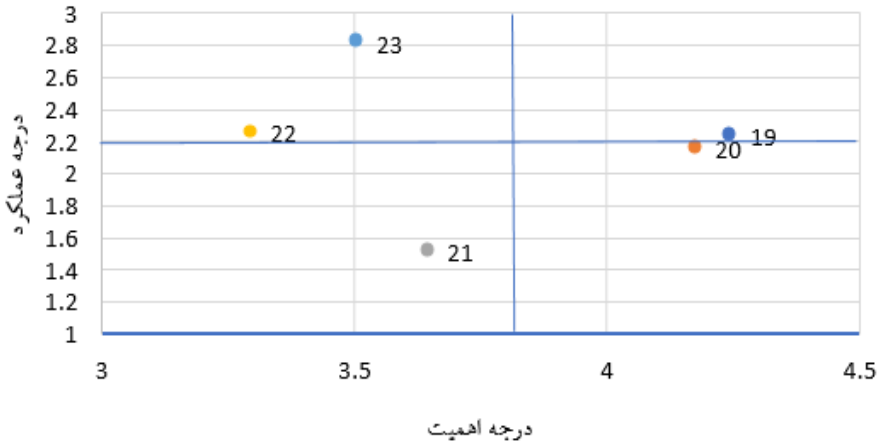


شکل ۴

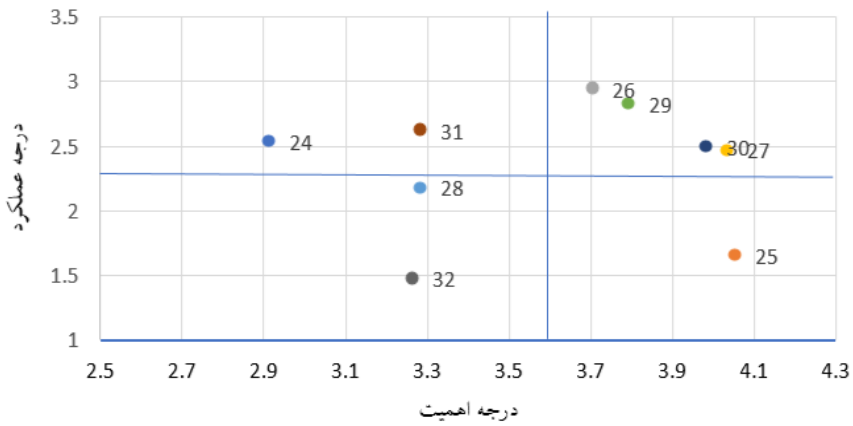


شکل ۵

شکل‌های ۴ و ۵ ماتریس اهمیت عملکرد، برای عوامل سیاستی (راست) و نهادی

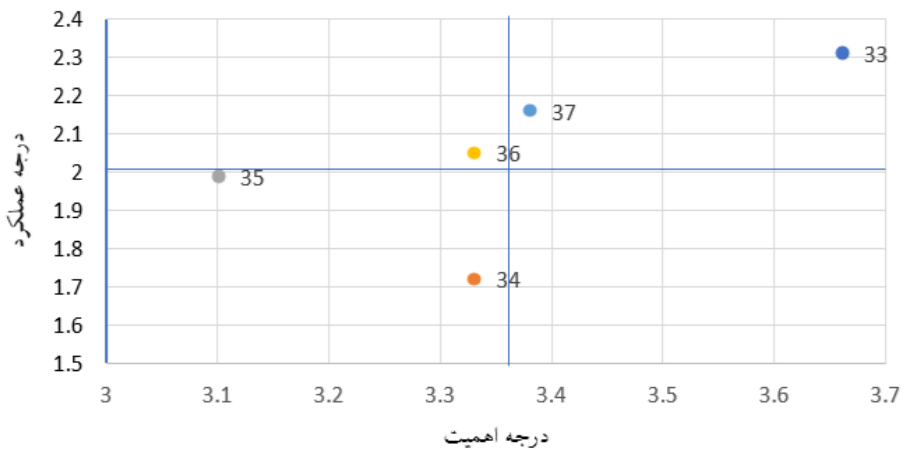


شکل ۶

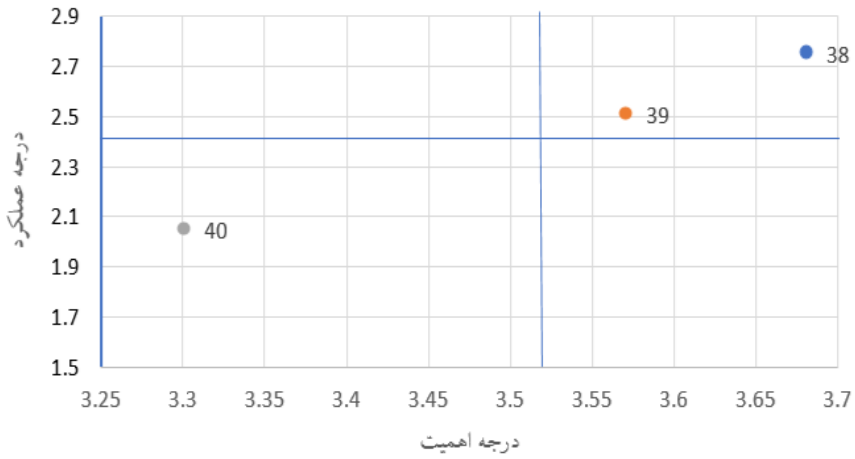


شکل ۷

شکل‌های ۶ و ۷. ماتریس اهمیت عملکرد، برای عوامل بودجه‌ای و اعتباری

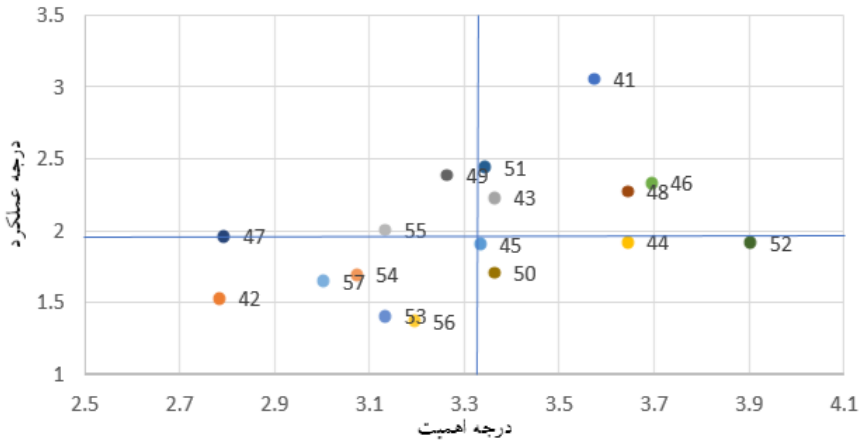


شکل ۸

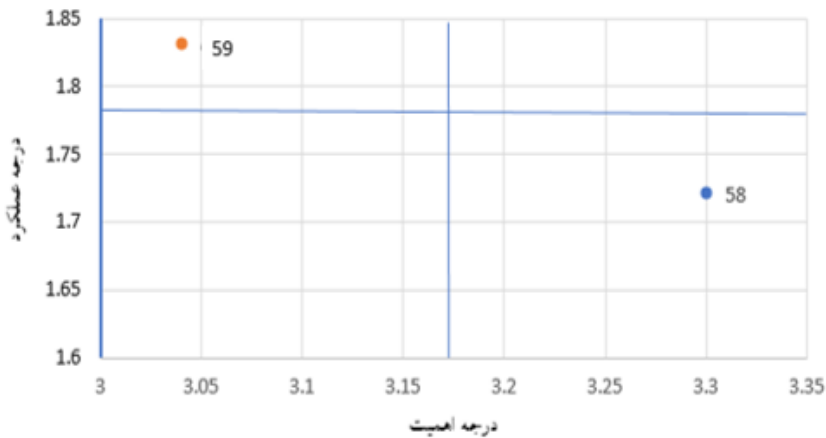


شکل ۹

شکل‌های ۸ و ۹ ماتریس اهمیت عملکرد، برای عوامل اقتصادی (راست) و فرهنگی-اجتماعی (چپ)



شکل ۱۰



شکل ۱۱

شکل‌های ۱۰ و ۱۱. ماتریس اهمیت عملکرد، برای عوامل توانمندی تکنولوژیکی، صنعتی و زیرساختی (راست) و جغرافیایی، اقلیمی و محیط زیستی (چپ)

شکاف اصلی در مدل تجزیه و تحلیل اهمیت- عملکرد ربع دوم و ربع چهارم است. اگر بیشتر شاخص‌ها در ربع دوم قرار گرفته باشد، یعنی سازمان/کشور روی شاخص‌هایی سرمایه‌گذاری کرده است که ارزش چندانی ندارند و عملکرد در زمینه شاخص‌های بی‌اهمیت بالا است. اگر بیشتر شاخص‌ها در ربع چهارم قرار گرفته باشد، یعنی سازمان/کشور در زمینه شاخص‌هایی که اهمیت بالایی دارند عملکرد ضعیفی دارد. استراتژی سازمان/کشور باید درصدد آن باشد که عناصر را از ربع چهارم به ربع اول منتقل کند و تمامی عناصر ربع دوم و سوم را حذف نماید.

۶. تحلیل نتایج

خروجی این پژوهش، علاوه بر معین نمودن کلیه عوامل تاثیرگذار بر توسعه کاربرد (انتشار) فناوری فتوولتائیک در ایران، این عوامل را برای شرایط کشور ایران در حال حاضر، یعنی بازه انجام پژوهش (سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹)، مورد ارزیابی قرارداده و وضعیت کشور را در زمینه آنها مشخص نموده است. به صورت خلاصه، برای موضوع هدف، یعنی «توسعه کاربرد فناوری فتوولتائیک به منظور تولید برق در مقیاس غیرمتمرکز در ایران»، ۱۱۹ عامل اثرگذار احصاء شده است. این عوامل در

۹دسته: ۱. «عوامل مرتبط با سیاست‌های داخلی» (تصمیمات حاکمیتی در زمینه انرژی)، ۲. «نهادی» (شکل‌دهی به زیرساخت‌های سازمانی و نهادی و ارتباطات بین آنها)، ۳. «سیاسی خارجی» (شامل مراودات بین‌المللی و تحریم‌های سیاسی اعمال‌شده بر ایران)، ۴. «اقتصادی» (شامل اقتصاد کلان کشور مانند نرخ تورم و شرایط ارزی؛ و اقتصاد و سودآوری سیستم، مانند قیمت اجزای سیستم PV، هزینه تعمیر و نگهداری)، ۵. «جغرافیایی، اقلیمی و محیط زیستی» (مانند دما، وجود منبع خورشیدی، الزامات محیط زیستی و...)، ۶. «توانمندی‌های صنعت و فناوری کشور» (در ۳ سطح «صنایع و زیرساخت‌های ملی» مانند توان بومی‌سازی فناوری؛ «صنعت برق»، مانند امکان اتصال به شبکه برق؛ و «سطح زنجیره تامین و تولید پنل‌های خورشیدی»)، ۷. «مسائل مرتبط با نیروی انسانی» (شامل نیروی انسانی متخصص در قسمت‌های مختلف زنجیره تامین، تولید و نگهداری)، ۸. «اجتماعی - فرهنگی» (شامل سطح آگاهی‌های عمومی تا پذیرش نهادی) و ۹. «عوامل اعتباری و بودجه‌ای» (شامل نوع، مقدار و پایداری اعتبارات مصوب)، تقسیم‌بندی شدند.

توجه به همه این عوامل، باید مد نظر سیاست‌گذاران حوزه صنعت برق قرار داشته باشد؛ در عین حال، با تفکیک عوامل در سه سطح بین‌المللی، کلان ملی و «صنعت برق»، ۶۰ عامل مهم در سطح تاثیرگذاری سیاست‌گذاران صنعت برق، تفکیک شده و باید بیش از بقیه مورد التفات سیاست‌گذاران این صنعت قرار داشته باشند؛ زیرا عواملی هستند که سیاستگذار صنعت برق، امکان تاثیرگذاری بر روی آنها را دارد. این فهرست شامل مواردی است که در جداول گوناگون حاصل از پرسش‌نامه‌ها مورد تحلیل قرار گرفته است (جدول ۱). اثرگذاری دسته‌عوامل اصلی، بر متغیر هدف (توسعه کاربرد فناوری فتوولتائیک در مقیاس غیرمتمرکز) با استفاده از تحلیل عاملی تاییدی مورد تایید قرار گرفته و لذا می‌تواند مورد استناد محققین و سیاست‌گذاران محترم قرار گیرد. بدین ترتیب که ۸ دسته عامل سیاستی، نهادی، اعتباری، زیرساختی و تکنولوژیکی، نیروی انسانی، جغرافیایی، اقلیمی و محیط زیستی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی، در سطح صنعت برق ایران، مورد تاکید و تایید قرار دارد. از سویی، میزان اهمیت عوامل زیر از مجموع ۵۵ شاخص، مورد تاکید قرار داشته است.

تدوین اهداف، استراتژی‌ها و سیاست‌های متناسب با توسعه تولید برق تجدیدپذیر و رسمیت آنها از حیث قانونی و پشتوانه نظارتی و ارزیابی، بعلاوه پایداری، استمرار، سادگی و هماهنگی آنها با هم، از موارد مهم در طبقه عوامل سیاستی هستند. همچنین تعریف و اصلاح به موقع سیاست‌های تشویقی و تا حد امکان تفکیک و تنوع مکانیزم‌ها و ابزارهای تشویقی نیز در توسعه کاربردی کردن فناوری فتوولتائیک موثر خواهد بود. ایجاد پذیرش نهادی در سطوح مختلف نهادهای تصمیم‌گیرنده، هماهنگی‌های بین سازمانی، وجود نهاد تنظیم‌گر برق و انرژی تجدیدپذیر، هماهنگی میان ادارات دولتی محلی با جامعه محلی نیز از مسائل کلیدی در سطح عامل نهادی هستند. تخصیص بودجه و اعتبارات مورد نیاز، در کنار پایداری منابع از عوامل اعتباری تاثیرگذار هستند که اگر با کمک به فرآیند تامین اعتبار اولیه برای سرمایه‌گذاران و وجود معافیت‌های مالیاتی برای واردکنندگان پنل و کاهش یارانه‌های فسیلی (واقعی شدن هزینه تولید برق) همراه شوند، اثرگذاری مضاعفی را به دنبال خواهند داشت.

تلاش سیاست‌گذاران برای کاهش میزان سرمایه‌گذاری اولیه و مدت زمان بازگشت سرمایه و همچنین تغییرات و نوسانات انرژی و برق در کشور موجب بهبود روند سرمایه‌گذاری‌ها در استفاده از فناوری فتوولتائیک خواهد شد.

پذیرش اجتماعی تولید برق از فناوری فتوولتائیک و وجود برنامه‌های اجتماعی و محیط زیستی برای تشویق استفاده و بکارگیری، در کنار ایجاد شبکه روابط بین شرکت‌های مختلف، دولت‌ها، نهادهای دانشی و اشخاص ثالث و شناخت اولیه بکارگیرندگان از پیچیدگی، طول عمر، بازدهی، امنیت، پایداری و اقتصاد سیستم عناصر اجتماعی و فرهنگی توسعه کاربرد سیستم‌های فتوولتائیک غیرمتمرکز در ایران را افزایش خواهند داد.

در زمینه سرمایه انسانی، نیروی انسانی متخصص در زمینه طراحی و تعمیر و نگهداری بیش از سایر قسمت‌های زنجیره برای توسعه کاربرد اهمیت داشته است.

از سویی توجه به زیرساخت‌های دانش و فناوری و ظرفیت جذب فناوری، امکان اتصال به شبکه و تضمین آن، وجود استانداردهای فنی مرتبط، دسترسی تولیدکنندگان به بازار برق، وجود و

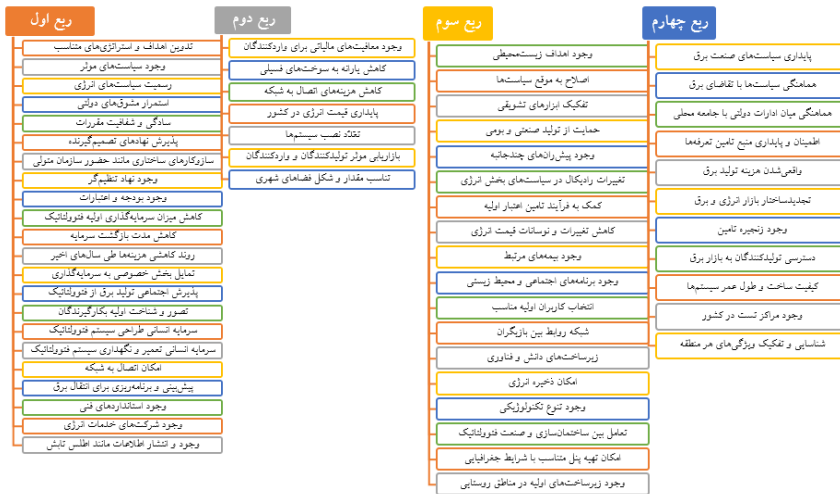
انتشار اطلاعات مرتبط مانند پتانسیل‌های تابش و اطلس پتانسیل انرژی خورشیدی، کیفیت ساخت سیستم‌های قابل عرضه در کشور و طول عمر آنها، بویژه پنل و اینورتر، وجود مراکز تست در داخل کشور از عوامل صنعتی تاثیرگذار شناخته شده‌اند. شناسایی و تفکیک ویژگی‌های هر منطقه از حیث محرک‌ها، پتانسیل‌ها و ریسک‌ها در کنار تناسب مقدار و شکل فضاهای شهری برای پیاده‌سازی پروژه‌ها، از عوامل مهم مکان‌شناسی محسوب می‌شوند.

از سویی برخی از عوامل زیر برای شرایط کنونی ایران، دارای درجه اهمیت کمتری در تاثیرگذاری بر هدف مساله بوده‌اند. به عنوان مثال، انتخاب کاربران اولیه مناسب، به دلیل گذر ایران از مراحل اولیه ترغیب و آگاه‌سازی دارای اهمیت کمتری دانسته شده است. یا تغییرات رادیکال در سیاست‌های بخش انرژی کشور، مانند ادغام وزارتین نفت و نیرو، بر هدف پژوهش اثر کمتری را نشان داده است. هزینه‌های اتصال به شبکه نیز در ایران، عدد بزرگی در سهم سرمایه‌گذاری به شمار نیامده است. امکان ذخیره انرژی، به دلیل توسعه بسیار بالای شبکه برق در کل کشور و قیمت مناسب آن، پارامتر موثری بر خواست سرمایه‌گذاران محسوب نشده است.

در عین اهمیت بالای قریب به اتفاق عوامل، کشور ایران در اغلب موارد عملکرد مناسبی نداشته و پایین‌تر از حد متوسط عمل نموده است. در واقع اگر ۳ شاخصه «کاهش میزان سرمایه‌گذاری اولیه سیستم‌های فتوولتائیک در مقیاس‌های غیرمتمرکز»، «امکان اتصال به شبکه و تضمین آن» و «تمایل بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری» را منها کنیم، میزان عملکرد در سایر عوامل کمتر از حد متوسط بوده است که با نتایج حاصله از هدف (۵ شاخص توصیف‌گر هدف) تطابق دارد.

خوشبختانه در ربع دوم این ماتریس، که عوامل کم‌اهمیت با عملکرد بالا است، عوامل زیادی برای کشورمان ملاحظه نشد و تنها حدود ۱۰٪ عوامل در این ربع قرار داشتند. این بدان معناست، که سرمایه‌گذاری در ایران برای توسعه کاربرد فناوری فتوولتائیک اتلاف نشده است. اما در ربع چهارم، که یکی از قسمت‌های مورد توجه این ماتریس است (اهمیت بالا و عملکرد ضعیف) تعداد زیادی از عوامل ملاحظه شدند. معنای قرارگرفتن این عوامل در این ربع آن است که سیاست‌گذار بخش برق، باید به این عوامل خیلی مهم، توجه زیادی را مبذول بدارد و توجه و نتیجه امر تاکنون کافی

نبوده است. حدود ۱۸٪ از عوامل در این دسته قرار دارند. این عوامل شامل پایداری سیاست‌های صنعت برق (مدت‌زمان اعتبار سیاست‌های صنعت برق)؛ هماهنگی سیاست‌ها با تقاضای سرمایه‌گذاری برق؛ هماهنگی میان ادارات دولتی محلی با جامعه محلی؛ اطمینان و پایداری منبع تامین تعرفه‌های تشویقی؛ واقعی شدن هزینه تولید برق؛ ایجاد یا تجدید ساختار بازار انرژی و برق؛ وجود زنجیره تامین سیستم‌های فوتولتائیک در داخل کشور؛ دسترسی تولیدکنندگان به بازار برق؛ کیفیت ساخت و طول عمر سیستم‌های قابل عرضه در کشور، به‌ویژه پنل و اینورتر؛ وجود مراکز تست در داخل کشور؛ شناسایی و تفکیک ویژگی‌های هر منطقه از حیث محرک‌ها، پتانسیل‌ها و ریسک‌ها می‌باشد.



شکل ۱۲. عوامل بر اساس ربع‌های ماتریس شکافت (اهمیت-عملکرد)

۷. جمع‌بندی

با توجه به ضرورت‌های کنونی برای پرداختن حاکمیت‌ها به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و تامین برق از آنها و اقتضانات و پیچیدگی‌های شرایط سیاسی، اقتصادی، جغرافیایی، فرهنگی، انسانی و توانمندی‌های هر کشور، لزوم بررسی این موضوع برای کشور ایران که دارنده بیشترین منابع فسیلی جهان و دارای شرایط ویژه خود است، آشکار می‌شود.

در این پژوهش سعی شد تا با مرور گسترده ادبیات و تجربیات مربوط به توسعه بهره‌گیری از فناوری فتوولتائیک، این معیارها برای کشور ایران تعریف و طبقه‌بندی شوند. پس از مراجع متعدد که مدل‌ها، معیارها و نگاه‌های مختلفی به روند توسعه این فناوری داشته‌اند، ۱۴۲ معیار برای کشور ایران به دست آمد و این معیارها در ۹ دسته معرفی شده در این مقاله، شامل عوامل سیاسی و سیاستی داخلی، سیاسی خارجی، اقتصاد کلان، اقتصاد سیستم، جغرافیایی، اقلیمی، محیط زیستی، توانمندی صنعت و فناوری برق، توانمندی صنایع، فناوری‌ها و زیرساخت‌های وابسته، انسانی و اجتماعی- فرهنگی و در ۳ سطح بخش (صنعت برق)، ملی و محیط بین‌المللی طبقه‌بندی شدند. این طبقات و دسته‌ها در یک چهارچوب مفهومی نشان داده شدند. بدیهی است که برای برنامه‌ریزی دقیق‌تر، پژوهشگران باید به سراغ عوامل سطح بخش (صنعت برق)، که در حیطه تسلط و نفوذ سیاست‌گذاران صنعت برق دارد بروند و البته به عوامل تاثیرگذار در ۲ سطح دیگر توجه داشته باشند و از محرک‌های مربوط به آنها برای پیشبرد اهداف، استفاده و موانع آنها را تا حد امکان خنثی نمایند. توجه ویژه به عواملی که در ربع چهارم ماتریس شکافت، قرار گرفته‌اند، اهمیت و اثرگذاری بالاتری از سایر عوامل دارند. همچنین به دلیل همپوشانی و تاثیرگذاری بسیاری از عوامل بر یکدیگر، ما با یک سیستم متمرکز روبرو هستیم که بهبود یک عامل بر عوامل دیگر نیز تاثیرگذار خواهد بود.

منابع

- تقوی، ندا ع نیکنام، علی محمدی، سیدعلیرضا میرزاحسینی، لعبت (۱۳۹۴). "فرصتها و چالشهای توسعه پایدار سیستمهای فتوولتائیک در ایران." پایداری، توسعه و محیط زیست دوره دوم، داوری، علی و رضازاده، آرش (۱۳۹۲) مدل سازی معادلات ساختاری با نرم افزار PLS. تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.
- داوری، علی و آرش رضازاده (۱۳۹۶). مدل سازی معادلات ساختاری با نرم افزار PLS. چهارم. جهاد دانشگاهی.
- سید عباس زاده، میرمحمد و امانی، جواد و خضری آذر، هیمن و پاشوی، قاسم (۱۳۹۰). مقدمه‌ای بر مدل یابی معادلات ساختاری به روش PLS و کاربرد آن در علوم رفتاری، انتشارات دانشگاه ارومیه.

کتولی، حسین یوسفی، علیبخش کسائیان، پریسا رنجبران، محمد هادی (۱۳۹۶). "مروری بر معیارهای مکانی احداث نیروگاه‌های خورشیدی در ایران". نشریه علمی- ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی ۲: ۲۵-۳۸.

کریمی، رامین (۱۳۹۴). راهنمای آسان تحلیل آماری با SPSS. انتشارات هنگام.
میرز، لاورنس اس و گامست، گلن و گارینو، ا.جی (۱۳۹۱) پژوهش چندمتغیری کاربردی (طرح و تفسیر)، ترجمه حسن پاشا شریفی و دیگران، تهران: رشد.
وزیر نیرو (۱۳۹۵). مصوبه شماره ۱۴۲۷۳/۹۵/۳۰/۱۰۰ وزیر نیرو، برای تعیین نرخ خرید تضمینی برق تجدیدپذیر و پاک.

Afgan, Naim H., and Maria G. Carvalho. (2004). "Sustainability Assessment of Hydrogen Energy Systems." *International Journal of Hydrogen Energy* 29(13): 1327-42. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319904000175> (July 29, 2018).

Afgan, Naim H., Maria G. Carvalho, and Nikolai V. Hovanov. (2000). "Energy System Assessment with Sustainability Indicators." *Energy Policy* 28(9): 603-12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421500000458> (July 29, 2018).

Afgan, Naim H., Darwish Al Gobaisi, Maria G. Carvalho, and Maurizio Cumo. (1998). "Sustainable Energy Development." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2(3): 235-86. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032198000021> (July 29, 2018).

Afgan Nairn H., Carvalho Maria G., Hovanov Nikolai V. (2005). "Modeling of Energy System Sustainability Index." *Thermal Science* 9(2): 3-16.

Afghan N, Carvalho M, Jovanovic M. (2007). "Biomass-Fired Power Plant: The Sustainability Option." *International Journal of Sustainable Energy* 26(4): 179-93.

Afsharzade, Nashmil, Abdolhamid Papzan, Mehdi Ashjaee, and Sohrab Delangizan. (2016). "Renewable Energy Development in Rural Areas of Iran." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 65: 743-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.042>.

Alagappan, L., R. Orans, and C. K. Woo. (2011). "What Drives Renewable Energy Development?" *Energy Policy* 39(9): 5099-5104. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.003>.

Aslani, Alireza, Marja Naaranoja, and Ali Mohaghar. (2014). "Renewable Energy Industry: Business Aspects." *Encyclopedia of Energy Engineering and Technology, Second Edition* (June 2017): 1567-75. <http://www.crcnetbase.com/doi/10.1081/E-EEE2-120051558>.

- Aslani, Alireza, Marja Naaranoja, and Bahnam Zakeri.** (2012). "The Prime Criteria for Private Sector Participation in Renewable Energy Investment in the Middle East (Case Study: Iran)." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(4): 1977–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.12.015>.
- Atabi, Farhad.** (2004). "Renewable Energy in Iran: Challenges and Opportunities for Sustainable Development." *International Journal of Environmental Science & Technology* 1(1): 69–80. <http://link.springer.com/10.1007/BF03325818>.
- Bawakyillenuo, Simon.** (2012). "Deconstructing the Dichotomies of Solar Photovoltaic (PV) Dissemination Trajectories in Ghana, Kenya and Zimbabwe from the 1960s to 2007." *Energy Policy* 49: 410–21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512005526> (August 1, 2018).
- Blum, Nicola U., Ratri Sryantoro Wakeling, and Tobias S. Schmidt.** (2013). "Rural Electrification through Village Grids—Assessing the Cost Competitiveness of Isolated Renewable Energy Technologies in Indonesia." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 22: 482–96. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211300097X> (August 1, 2018).
- Brent, Alan Colin, and David E. Rogers.** (2010). "Renewable Rural Electrification: Sustainability Assessment of Mini-Hybrid off-Grid Technological Systems in the African Context." *Renewable Energy* 35(1): 257–65. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148109001499> (July 29, 2018).
- Brown, Marilyn A.** (2001). "Market Failures and Barriers as a Basis for Clean Energy Policies." *Energy Policy* 29(April 2001): 1197–1207.
- Brudermann, Thomas et al.** (2013). "Photovoltaics in Agriculture: A Case Study on Decision Making of Farmers." *Energy Policy* 61: 96–103. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513005880> (August 1, 2018).
- Bürer, Mary Jean, and Rolf Wüstenhagen.** (2009). "Which Renewable Energy Policy Is a Venture Capitalist's Best Friend? Empirical Evidence from a Survey of International Cleantech Investors." *Energy Policy* 37(12): 4997–5006.
- Byrnes, Liam, Colin Brown, John Foster, and Liam D. Wagner.** (2013). "Australian Renewable Energy Policy: Barriers and Challenges." *Renewable Energy* 60: 711–21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2013.06.024>.
- Chen, Wei Ming, Hana Kim, and Hideka Yamaguchi.** (2014). "Renewable Energy in Eastern Asia: Renewable Energy Policy Review and Comparative SWOT Analysis for Promoting Renewable Energy in Japan, South Korea, and Taiwan." *Energy Policy* 74(C): 319–29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.019>.
- D'Agostino, Anthony L., Benjamin K. Sovacool, and Malavika Jain Bambawale.** (2011). "And Then What Happened? A Retrospective Appraisal of China's Renewable Energy Development Project (REDP)." *Renewable Energy* 36(11): 3154–65. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148111001315> (August 1, 2018).

- Darmani, Anna, Niklas Arvidsson, Antonio Hidalgo, and Jose Albers.** (2014). "What Drives the Development of Renewable Energy Technologies? Toward a Typology for the Systemic Drivers." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38: 834–47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.023>.
- Davis, Fred D.** (1989). "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology." *MIS Quarterly* 13(3): 319–40. <http://www.jstor.org/stable/249008>.
- Drury, Easan et al.** (2012). "The Transformation of Southern California's Residential Photovoltaics Market through Third-Party Ownership." *Energy Policy* 42: 681–90. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511010536>.
- Environmental Performance Index.** (2018). *2018 Environmental Performance Index*. <https://epi.envirocenter.yale.edu/downloads/epi2018policymakerssummaryv01.pdf>.
- Fraunhofer Institute.** (2016). "Photovoltaics Report." *Annual Energy Outlook* 2013(November): 1–18. [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/er/pdf/0383er\(2014\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/er/pdf/0383er(2014).pdf).
- Gooding, James, Holly Edwards, Jannik Gieseckam, and Rolf Crook.** (2013). "Solar City Indicator: A Methodology to Predict City Level PV Installed Capacity by Combining Physical Capacity and Socio-Economic Factors." *Solar Energy* 95: 325–35. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X13002570> (August 1, 2018).
- Hafeznia, Hamed, Alireza Aslani, Sohail Anwar, and Mahdis Yousefjamali.** (2017). "Analysis of the Effectiveness of National Renewable Energy Policies: A Case of Photovoltaic Policies." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 79(March): 669–80.
- Hansen, Ulrich Elmer, Mathilde Brix Pedersen, and Ivan Nygaard.** (2015). "Review of Solar PV Policies, Interventions and Diffusion in East Africa." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 46: 236–48.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. and Tatham, R.** (2006) *Multivariate Data Analysis*. 6th Edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Huenteler, Joern, Tobias S. Schmidt, and Norichika Kanie.** (2012). "Japan's Post-Fukushima Challenge – Implications from the German Experience on Renewable Energy Policy." *Energy Policy* 45: 6–11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512001589> (August 1, 2018).
- Hyun Jin Julie Yu, Nathalie Popiolek, Patrice Geoffron.** (2014). "Solar Photovoltaic Energy Policy and Globalization: A Multiperspective Approach with Case Studies of Germany, Japan, and China." *PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS Prog. 29TH EU PVSEC, AMSTERDAM, THE NETHERLANDS* 15(February 2013): 659–76. <http://dx.doi.org/10.1002/pip.1160>.
- Jeong, Gicheol.** (2013). "Assessment of Government Support for the Household Adoption of Micro-Generation Systems in Korea." *Energy Policy* 62: 573–81. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513006587> (August 5, 2018).
- Karakaya, Emrah, and Pranpreya Sriwannawit.** (2015). "Barriers to the Adoption of Photovoltaic Systems: The State of the Art." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49: 60–66.

- Karteris, M., and A.M. Papadopoulos.** (2013). "Legislative Framework for Photovoltaics in Greece: A Review of the Sector's Development." *Energy Policy* 55: 296–304. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512010403> (August 1, 2018).
- Koinegg, Johann, Thomas Brudermann, Alfred Posch, and Maximilian Mrotzek.** (2013). "'It Would Be a Shame If We Did Not Take Advantage of the Spirit of the Times ...' An Analysis of Prospects and Barriers of Building Integrated Photovoltaics Adoption." *FORSCHUNG / RESEARCH* 1: 39–45.
- Liu, Gang.** (2014). "Development of a General Sustainability Indicator for Renewable Energy Systems: A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31: 611–21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.038>.
- Mallon, Karl.** (2006). *Renewable Energy Policy and Politics: A Handbook for Decision-Making*. London: Earthscan.
- Mezher, Toufic, Gihan Dawelbait, and Zeina Abbas.** (2012). "Renewable Energy Policy Options for Abu Dhabi: Drivers and Barriers." *Energy Policy* 42: 315–28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.089>.
- Müggenburg, Hannah et al.** (2012). "Social Acceptance of PicoPV Systems as a Means of Rural Electrification — A Socio-Technical Case Study in Ethiopia." *Energy for Sustainable Development* 16(1): 90–97. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082611000792> (August 1, 2018).
- Najafi, G. et al.** (2015). "Solar Energy in Iran: Current State and Outlook." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49: 931–42.
- Noorollahi Y., Yousefi H., Ehara S., Itoi R.** (2008). "Geothermal Energy Development in Iran." In *Proceedings of the Direct Heating Use of Geothermal Resources in Asia Workshop*, Tianjin, China.
- Ondraczek, Janosch.** (2013). "The Sun Rises in the East (of Africa): A Comparison of the Development and Status of Solar Energy Markets in Kenya and Tanzania." *Energy Policy* 56: 407–17. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151300013X>.
- Palit, Debajit.** (2013). "Solar Energy Programs for Rural Electrification: Experiences and Lessons from South Asia." *Energy for Sustainable Development* 17(3): 270–79. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082613000045?via%3Dihub> (August 1, 2018).
- Phillis, Yannis A, and Benjamin J Davis.** (2009). "Assessment of Corporate Sustainability via Fuzzy Logic." *Journal of Intelligent and Robotic Systems* 55(1): 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10846-008-9289-3>.
- Pode, Ramchandra.** (2013). "Financing LED Solar Home Systems in Developing Countries." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 25: 596–629. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113002554> (August 1, 2018).
- Renewable Energy Country Attractiveness Index (Recai).** (2017). <https://emeia.eyvix.com/4864/93958/landing-pages/recai-50-all-pages-interactive-dps-view.pdf>.
- Río, Pere Mir-Artigues Pablo del.** (2016). *The Economics and Policy of Solar Photovoltaic Generation*. Switzerland: Springer.

- Sadirsan, ES, H Siregar, Eriyatno, and EH Legowo.** (2014). "Development Model of Renewable Energy Policy Based on Social Forestry for Sustainable Biomass Industry Using Ism Method." *International Journal of Management Technology* 2(1): 1–28. <http://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Development-Model-of-Renewable-Energy-Policy-Based-on-Social-forestry-for-Sustainable-Biomass-Industry-Using-ISM-Method.pdf>.
- Sarzynski, Andrea, Jeremy Larrieu, and Gireesh Shrimali.** (2012). "The Impact of State Financial Incentives on Market Deployment of Solar Technology." *Energy Policy* 46: 550–57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512003321> (August 1, 2018).
- Shen, Yung-chi, Grace T R Lin, Kuang-pin Li, and Benjamin J C Yuan.** (2010). "An Assessment of Exploiting Renewable Energy Sources with Concerns of Policy and Technology." *Energy Policy* 38(8): 4604–16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.016>.
- Sriwannawit, Pranpreya.** (2012). "Managing the Diffusion of Electrification in Bangladesh." In Taiwan: International Conference on Management of Technology.
- Urmee, Tania, and Anisuzzaman Md.** (2016). "Social, Cultural and Political Dimensions of off-Grid Renewable Energy Programs in Developing Countries." *Renewable Energy* 93: 159–67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.040>.
- Vasseur, Véronique, Linda M. Kamp, and Simona O. Negro.** (2013). "A Comparative Analysis of Photovoltaic Technological Innovation Systems Including International Dimensions: The Cases of Japan and The Netherlands." *Journal of Cleaner Production* 48: 200–210. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261300022X> (August 1, 2018).
- Venkatesh, Viswanath.** (2000). "Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model." *Information Systems Research* 11(4): 342–65. <https://doi.org/10.1287/isre.11.4.342.11872>.
- Verbruggen, Aviel et al.** (2010). "Renewable Energy Costs, Potentials, Barriers: Conceptual Issues." *Energy Policy* 38(2): 850–61.
- World Economic Forum.** (2017). 1 *Global Energy Architecture Performance Index Report 2017*. Geneva, Switzerland. www.weforum.org.
- Wüstenhagen, Rolf, and Emanuela Menichetti.** (2012). "Strategic Choices for Renewable Energy Investment: Conceptual Framework and Opportunities for Further Research." *Energy Policy* 40(1): 1–10.
- Y. Mulugetta, T. Nhete, T. Jackson.** (2000). "Photovoltaics in Zimbabwe: Lessons from the GEF Solar Project." *Energy Policy* 28(14): 1069–80.
- Zhai P., Williams, and ED.** (2012). "Analyzing Consumer Acceptance of Photovoltaics (PV) Using Fuzzy Logic Model." *Renewable Energy* 41: 350–57.
- Zhang, Xiaoling, Liyin Shen, and Sum Yee Chan.** (2012). "The Diffusion of Solar Energy Use in HK: What Are the Barriers?" *Energy Policy* 41: 241–49.