

## مدیریت سرمایه گذاری بر روی انرژی های تجدید پذیر

سید کامران یگانگی<sup>۱</sup>، محمدرضا قاسملو<sup>۲</sup>

استادیار گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران  
 دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران  
 تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۸

## Investment Management on Renewable Energy

Seyed Kamran yeganegi<sup>1</sup>, Mohammad Reza Qasemlou<sup>2</sup><sup>1</sup>Assistant Professor of Industrial Engineering, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran<sup>2</sup>Master's Degree, Department of Industrial Engineering, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran

Received: (24/05/2022)

Accepted: (29/06/2022)

گذارى ، انواع انرژی

چکیده

انتقال به انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ به منظور کاهش تغییرات آب و هوایی یک ضرورت است. امروزه با توجه به رشد سریع بازار تقاضا و مصرف انرژی ایجاد یک محیط رقابتی و مشارکت بخش خصوصی در عرصه بهره برداری انرژی های تجدید پذیر امری اجتناب ناپذیر می باشد. اگر چه بخش خصوصی محرک اکثر صنایع پیشرفته، به روز و کارآمد می باشد اما سرمایه گذاران بخش خصوصی همواره در مورد بازدهی تکنولوژی های جدید بخصوص در زمینه مربوط به انرژی های تجدیدپذیر نگران می باشند. بسیاری از ادبیات آکادمیک شروع به تمرکز بر معقول بودن فنی و اقتصادی چنین انتقالی به انرژی های تجدیدپذیر کرده اند، اما این مطالعات اغلب یک تا چندین سیستم انرژی بالقوه و هزینه ها و مزایای آنها را در مقایسه با سیستم موجود بررسی می کنند. این مقاله پیامدهای چنین تصمیماتی را خلاصه می کند.

## Abstract:

Transfer to large -scale renewable energy is a necessity to reduce climate change. Today, due to the rapid growth of demand and energy consumption, the creation of a competitive environment and the private sector's participation in the field of renewal energy is inevitable. Although the private sector is driving up most of the advanced industries, private sector investors are always concerned about the efficiency of new technologies, especially in renewable energy. The technical and economic transition has made renewable energies, but these studies often examine one to several potential energy systems and their costs and benefits compared to the existing system. This article summarizes the consequences of such decisions.

**Keywords:** renewable energy, management, investment, energy types

واژه های کلیدی: انرژی تجدید پذیر ، مدیریت ، سرمایه

مقدمه

ده ها سال است که انتشار کمتر کربن و کاهش آلاینده ها، به عنوان بزرگترین برتری انرژی های تجدید پذیر دانسته می شود. این انرژی فواید اجتماعی اقتصادی بسیاری دارد که در این دهه ها با گسترش فناوری انرژی های تجدیدپذیر ظاهر شده است. این انرژی با جایگزینی سوخت های فسیلی به کاهش انتشار گاز های گلخانه ای کمک می کند. (<http://www.sangbaad.ir>)

سیاست های انرژی، اهداف آینده انرژی کشور را تعیین می کند. آنها ثبات را در بازار ایجاد می کنند و اعتماد سرمایه گذاران را افزایش می دهند و از این طریق امکان حمایت از انرژی فراهم می شود. بنابراین، سیاست ها نقش مهمی در توسعه آینده فناوری های انرژی (تجدید پذیر) ایفا می کنند. فن آوری های انرژی تجدید پذیر به طور گسترده به عنوان آینده دیده می شود. انرژی پاک با استفاده از منابع نامحدود، کاهش تغییرات آب و هوا، افزایش استقلال انرژی کشورها و همچنین بهبود امنیت انرژی را تامین می کنند. با این حال بسیاری از فن آوری های انرژی تجدید پذیر نسبتاً جدید هستند و هنوز ثبات فناوری های تولید انرژی متداول که سوخت های فسیلی را می سوزانند، را ندارند. دولتها با تغییر ساز و کار های پشتیبانی خود از سوخت های فسیلی به سمت فناوری های انرژی تجدید پذیر، می توانند به رونق این فنآوری ها در کشورهای خود کمک کنند. (Minogue, M, 2013)

درک همبستگی بین توسعه اقتصادها و انتقال انرژی مختلف در طول تاریخ حیاتی است. همچنین درک منطق پشت گذار کنونی به انرژی های تجدیدپذیر و اقتصاد آنها مهم است. (energypedia)

در سال های اخیر، شاهد کاهش هزینه های فناوری های تجدیدپذیر، فناوری های ذخیره سازی جدید و دیجیتالی سازی برای ادغام بهتر بین بخش های برق، گرمایش، سرمایش و حمل و نقل بوده ایم. این ادغام امکان گذار به جهانی را فراهم می کند که کاملاً مبتنی بر انرژی های تجدید پذیر است. در بسیاری از مناطق جهان، نمونه هایی در بخش برق وجود دارد.

کشورهای مختلف مانند کاستاریکا، جیبوتی و سوئد اهدافی را برای تبدیل شدن به ۱۰۰٪ تجدیدپذیر در بخش برق خود در میان بسیاری از کشورها تعیین کرده اند. ایسلند و نروژ در حال حاضر تمام برق خود را از انرژی های تجدید پذیر تولید می کنند. دانمارک با هدف ۱۰۰ درصد انرژی های تجدیدپذیر در خط مقدم این حرکت قرار دارد. (ren21)

## مطالعه ادبیات

اولین مباحث مربوط به اقتصاد انرژی های تجدیدپذیر به شوک نفتی بعد از سال ۱۹۷۳ بر میگردد. در آن زمان، مفهومی چون فناوری باصرفه و پشتیبان مطرح شد که این فناوری نهایتاً جای منابع تمام شدنی و رو به پایان انرژی های تجدیدناپذیر را خواهد گرفت. (نصیر احمدی، ۱۳۹۳) این امر سیاستگذاران را بر آن داشت تا به سمت تامین منابع انرژی جدید کربنی آزاد در عرض چند دهه آینده بروند. البته منابع کربنی آزاد دقیقاً مثل انرژی های تجدیدپذیر نیستند. به عنوان مثال، انرژی هسته ای یک منبع کربن آزاد است، اما به آن مفهوم تجدیدپذیر نمیباشد که مردم در ذهن دارند یا مثلاً زغال سنگ با مفهوم تجدیدپذیر که دوستداران محیط زیست در ذهن دارند، منطبق نیست. به هر حال، انتخاب یکی از این سه منبع انرژی یعنی هسته ای، زغال سنگ و ذخیره سازی انرژی های تجدیدپذیر برای مصارف آینده اجتناب ناپذیر است. (نصیر احمدی، ۱۳۹۳)

انرژی تجدیدپذیر به انواعی از انرژی گفته میشود که بر خلاف انرژی های تجدیدناپذیر قابلیت بازگشت مجدد را به طبیعت دارند. انرژی های بادی، خورشیدی، زمینگرایی، زیست توده، زیست سوخت، نیروی برق آبی از جمله این انرژیها به شمار میروند. پتانسیل منابع انرژی تجدیدپذیر برای برآورده کردن تقاضای انرژی در جهان بسیار زیاد است. این انرژیها جز اثرات پاکت نسبت به سوخت های فسیلی، گزینه های جذابی برای رشد اقتصادی، برآورده کردن نیازهای انرژی، ایجاد اشتغال و ایجاد صنایع تولیدی و خدماتی هستند که به ویژه در کشورهای در حال توسعه می توانند جذابیت زیادی به همراه داشته باشند. (مولدر، ۲۰۱۳)

بهره گیری موثر از انرژی های تجدیدپذیر، وابستگی زیادی به اشاعه فناوری های انرژی از این رو، چه به عنوان یک هدف، یک کارکرد یا یک تجدیدپذیر دارد. (استامبولیس، ۲۰۰۵)

فاز تغییر فناورانه، اهمیت اشاعه فناوری برای توسعه بخش انرژی های تجدیدپذیر، موضوع اجتناب ناپذیر است. شاید به همین سبب است که در دو دهه اخیر، محققان سعی کرده اند با رویکردهای مختلف به مطالعه عوامل موثر بر اشاعه فناوری های تجدیدپذیر بپردازند. (هوئیجیتس، ۲۰۱۲)

نتایج این مطالعات، متنوع و گاه ظاهراً متضادند. برای مثال، پوپ و همکاران (۲۰۱۱) به این نتیجه رسیدند که معاهده کیوتو که در دسامبر ۱۹۹۷ تصویب شد و در آن کشورهای توسعه یافته بر محدود کردن انتشار گازهای گلخانه ای توافق کردند، تاثیر فراوانی بر سرمایه گذاری و اشاعه فناوری در حالی که فرایتناس و همکاران (۲۰۱۲) در انرژی های تجدیدپذیر داشته است. (پوپ، ۲۰۱۱)

بررسی اثر این پیمان بر اشاعه فناوری انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای عضو بریکس ( BRICS: Brazil, Russia, India, )

(China, South Africa)، به این نتیجه رسیدند که سازوکار کیوتو بر ایجاد حمایت از فناوری های موجود، گرچه متضاد با پایداری محیط زیستی باشند، بیشتر از فناوری انرژی های تجدیدپذیر موثر بوده است. (فریتاس، ۲۰۱۲) تجدیدشونده ها در اشکال متعددی وجود دارند و تنها به منابع آبی، خورشیدی، بادی، ساحلی (جزر و مد)، سوخته‌های زیستی و فرایندهای تبدیل ضایعات به انرژی محدود نمیگردد. هر چند این منابع جزو انرژیهای تجدیدپذیر به شمار می‌آیند، اما در اینجا بر مواردی تاکید میشود که در آینده نزدیک بتواند به طور موثر روی تولید الکتریسیته تاثیرگذار باشد. البته همه این موارد برای تجاریسازی، مباحث اقتصادی مربوط به خود را دارند. کلیه منابع نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه بالا قبل از تولید انرژی می باشند، اما هزینه سوختی ندارند. تنها هزینه های جاری آنها مربوط به عملیات نگهداری و البته مقدار ورودی انرژی در حالت تبدیل ضایعات به انرژی میباشد. برعکس نیروگاههای فسیلی که با هزینه بالایی کار میکنند، این انرژیها هزینه بالایی ندارند. بنابراین، تصمیم در مورد تجاریسازی این فناوری بستگی به منافع و هزینه هایی دارد که استفاده کنندگان از آن انتظار دارند. ویژگی های مختلف افراد، سازمانها و کشورها بیشتر بر محاسبات هزینه - منفعت گیرندگان بالقوه اثرگذار است که خود تا حدی تحت تاثیر توانمندی های آنان است، زیرا هزینه های عادی این نوع از انرژی های تجدیدپذیر به هزینه های مربوط به نفت و سایر سوخته‌های فسیلی که معمولاً به هم وابسته اند، هزینه انتشار کربن یا آن مقدار از هزینه های خارجی که درونی شده اند، هزینه های اولیه و وجود انگیزه در تولیدکنندگان الکتریسته سبز بستگی دارد. (برادل، ۲۰۰۸)

سرمایه گذاری درازمدت در نیروگاه هایی با منابع تجدیدپذیر با در نظر گرفتن مقادیر پارامترهای ذکرشده در آینده یک نوع شرط بندی به حساب می آید، زیرا قیمت نفت فرار می باشد. قیمت بالای نفت یکی از عامل هایی بود که در سالهای ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ سرمایه ها را به سمت انرژیهای تجدیدپذیر روانه ساخت و افت این سرمایه گذارها در اواخر ۲۰۰۸ و سال ۲۰۰۹ در حوزه انرژیهای تجدیدپذیر به واسطه افت سریع قیمت نفت بوده است (برادل، ۲۰۰۸). علت این چرخش سریع سرمایه گذاری در انرژی تجدیدپذیر بر اثر نوسانات نفتی را باید در هزینه اولیه تجاری سازی طرحها جستجو نمود، زیرا هزینه های تجاری سازی انرژیهای تجدیدپذیر بسیار بالاست و معمولاً هزینه های اولیه در هر مگاوات بالاتر از نیروگاه فسیلی میباشد. بعلاوه، اهمیت انگیزه های مالی جهت سرمایه‌گذاری کارآفرینان و تجاریسازی در بخش انرژی تجدیدشونده نباید از نظر اقتصاددانان پوشیده بماند. (الهی، ۱۳۹۴)

با این نگاه، یک واقعیت قابل توجه این است که چرا آلمان بالاترین میزان نفوذ بازار را در بخش انرژی خورشیدی در جهان دارد در صورتی که این کشور ساعات تابش خورشید کمتری نسبت به بعضی کشورهای دیگر دارد. در پاسخ باید گفت که به طور قابل توجهی تعیین ترفه های مشخص برای برق خورشیدی منجر به تصمیم دولت برای قادر ساختن آلمان در تولید ابزارهای خورشیدی شده است و این کشور را پیشگام در ساخت وسایل نیروگاه های خورشیدی کرده است. بنابراین، در این بین تنها سیاستهای تنظیمی به واسطه بخشنامه های دستوری مطلوب میباشد. از طرفی، در تجاری سازی طرحهای انرژیهای تجدیدشونده در مقابل سوخته‌های فسیلی بسیاری از منابع تجدیدپذیر فعلی نقاط ضعفی دارند که مانع از نفوذ گسترده طرح تجاری سازی شده در بازار سرمایه و سرمایه گذاری در بخش الکتریسیته میشود. برای مثال، انرژی خورشیدی زمانی به وجود می‌آید که خورشید بتابد و انرژی بادی زمانی فراهم میگردد که باد شروع به وزیدن کند که این موقت بودن مبانی منابع تجدیدپذیر باعث تحمیل هزینه هایی بر روی تاسیسات نیروگاهی استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر میگردد. این مساله در تجاری سازی طرحهای انرژی تجدیدپذیر بسیار اهمیت دارد، زیرا ظرفیت کم و عدم پیوستگی این منابع رقابت پذیری آن را محدودیت میکند. در صنعت برق مفهومی به نام بار پایه وجود دارد که در آن تقاضا از این حد پایین تر نمی آید، پس اگر انرژی های تجدیدپذیر بتوانند زمانی که تقاضایی برای آنها وجود ندارد، ذخیره گردند، با این روش میتوان بر مشکلاتی چون عدم پیوستگی آن فایده آمد و به بازار عرضه کرد. تا زمانی که این چنین ذخیره سازی صورت بگیرد، مطمئناً به طور مداوم درخواستهایی برای انرژیهای سوخته‌های فسیلی به عنوان یک منبع پایدار وجود خواهد داشت. البته تا حدودی با پتل خورشیدی این مشکل ذخیره سازی مدیریت شده است. (نصیر احمدی، ۱۳۹۳)

البته سطح توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها که بر آگاهی از محیط موثر است، بر تصمیم دریافت کنندگان فناوری انرژی جدید موثر است. گرچه کشورهای صنعتی شده سهم بیشتری در انتشار گازهای گلخانه ای دارند، اما از اثرات محیطی فعالیت های فناوریهای انرژی تجدیدپذیر آگاه تر هستند. (فریتاس، ۲۰۱۲) همچنین نتایج پژوهش فریتاس و همکاران (۲۰۱۲) نشان میدهد نرخ بازدهی سرمایه گذاری در فناوری های انرژیهای تجدیدپذیر که در تعامل با مشارکت کنندگان و کارآفرینان خصوصی بنا شده اند، بسیار سریعتر از اقتصاد متمرکز در بخش دولتی بوده است. (فریتاس، ۲۰۱۲) مطالعه سیاست ها در ایران نشان میدهد که مشکل تجاری سازی و ضعف اشاعه صنایع انرژیهای تجدیدپذیر ناشی از برخی مسائل مدیریتی و سیاستی مانند فقدان یک تیم پویا برای مدیریت راهبردی، سیاست های غیرموثر، بکارگیری غیربهبوده نیروی انسانی، ساختار نامناسب سیاستگذاری انرژیهای تجدیدپذیر در ایران است. (فدائی، ۲۰۱۱)

در مورد سرمایه گذاری و ارتباطات خارجی، (اتابی ۲۰۰۴) مدل کسب و کار مبتنی بر همکاری بین المللی صنایع داخلی ایران و شرکتهای

انرژی تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته را به عنوان یک راهبرد مناسب برای اشاعه فناوری های انرژی های تجدید پذیر در ایران پیشنهاد میکند. (اتابی، ۲۰۰۴) همچنین بررسی تاثیر یادگیری فنی بر توسعه فناوری های انرژی های تجدیدپذیر در بخش برق ایران این نتیجه را آشکار کرد که گرچه یادگیری فنی تاثیر چشمگیر و قابل ملاحظه ای بر سهم فناوری های انرژی های تجدیدپذیر در صنعت برق دارد، اما اختلالات قیمتی ناشی از دخالت دولت در سازوکار قیمت گذاری سبب میشود که برخلاف فرض وجود یادگیری فنی، همچنان فناوری های تجدیدپذیر فاقد توان رقابت با سایر فناوری های رایج در بازار باشند. (شریفی و همکاران ۱۳۸۸) البته در دیگر سو، تقاضای شهروندان نیز در استفاده از این نوع انرژی باید در نظر گرفته شود. (هوئیچتس و همکاران ۲۰۱۲) دو نوع پذیرش را برای پذیرش عمومی فناوری های انرژی تجدیدپذیر در نظر گرفتهاند: پذیرش شهروندان و پذیرش مصرف کنندگان پذیرش شهروندان پاسخ رفتاری آنها به وضعیتی است که در آن دولت قصد دارد تجهیزات فناورانه را نزدیک محل سکونت آنها م ستقر کند و پذیرش مصرف کنندگان مربوط به پاسخ رفتاری عموم به دسترسی به فناوری یا به عبارتی خرید و استفاده از محصولات و خدمات آن است. (هوئیچتس، ۲۰۱۲)

علاوه بر این موارد، اعتماد و دانش و تجربه نیز بر پذیرش فناوری های انرژی ت جدید پذیر تاثیرگذارند. هنگامی که مردم در مورد فناوری اطلاعات کمی دارند، پذیرش به طور شدیدی به اعتمادی که نسبت به کنش گران و مسئولان آن وجود دارد، وابسته میشود. همچنین ادراک از بی طرفی فرایند تصمیم گیری و بیطرفی در توزیع هزینه ها، ریسکها و منافع، به پذیرش فناوری انرژی تجدیدپذیر کمک میکند. (هوئیچتس، ۲۰۱۲) با توجه به موارد گفته شده، ایران برای آنکه بتواند به اهداف سند چشم انداز ۲۰ ساله دست یابد و به قطب برتر منطقه تبدیل شود باید در جهت تقویت ارکان و شاخص های رقابت پذیری اقدام کند. افزایش کاربرد خلاقیت و نوآوری در ارائه محصولات متنوع و متفاوت از رقبای مشارکت در زنجیره ارزش در سطح ملی و بین المللی جهت رسیدن به بازارهای جدید در داخل و خارج کشور، شبکه سازی بازار و تلاش در جذب هرچه بیشتر سرمایه گذاری فناورانه از دیگر مولفه هایی هستند که می توانند در تقویت و بهبود شاخص رقابت پذیری موثر باشند. (شفیع زاده، ۱۳۹۳) بنابراین، با در نظر گرفتن وفور انرژی باد و خورشید و دسترسی به دریاهای آزاد، ضرورت توجه به انرژی های تجدیدشونده به عنوان منبع پایدار تامین انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است و تجاری سازی طرح های کارآفرینانه در این حوزه در صورت همراه بودن با حمایت های دولتی میتواند درآمدزایی برای کارآفرینان و سرمایه گذاران و توسعه پایدار را برای جامعه به همراه داشته باشد.

## یافته های پژوهشی

### تجزیه و تحلیل هزینه

رویکرد استاندارد و جامع برای انجام یک تحلیل مالی و اقتصادی، تحلیل هزینه-منفعت (CBA) است. یک CBA شامل درآمدزایی از تمام مزایای اصلی و تمام هزینه های ایجاد شده توسط سرمایه گذاری و ارائه جریان های آنها در طول عمر فناوری است که معمولاً به تعداد سال بیان می شود (جریان نقدی). سپس هزینه ها و منافع را می توان به طور مستقیم بین سناریوهای مختلف و همچنین با جایگزین های معقول برای پروژه پیشنهادی مقایسه کرد.

به طور کلی، اگر مجموع منافع افزایشی مورد انتظار بزرگتر از مجموع تمام هزینه های تعلق گرفته در اجرای پروژه باشد، یک پروژه "قابل اجرا" در نظر گرفته می شود. این را می توان از طریق شاخص های سودآوری ارزیابی کرد. به طور کلی، CBA چهار شاخص اصلی را ارائه می دهد، ارزش فعلی خالص (NPV)، نرخ بازده داخلی (IRR)، نسبت سود به هزینه (B/C) و زمان بازپرداخت. این شاخص ها جذابیت سرمایه گذاری را با مقایسه ارزش فعلی پول با ارزش پول در آینده، با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول (نرخ تنزیل) و بازده سرمایه گذاری ارزیابی می کنند. بنابراین، این شاخص ها ابزارهای مهم تصمیم گیری برای سرمایه گذاران، دولت های ملی و همچنین برای اهداکنندگان مؤسسات مالی بین المللی هستند.

### شاخص های سودآوری

ارزش فعلی خالص (NPV) : شاخص NPV با محاسبه هزینه ها (جریان های نقدی منفی) و منافع (جریان های نقدی مثبت) برای هر دوره از یک سرمایه گذاری و با تنزیل ارزش آنها بر یک نرخ بازده دوره ای تعیین می شود. NPV به عنوان مجموع نتایج زمانی تعریف می شود که هزینه های اولیه سرمایه گذاری از ارزش تنزیل شده سود خالص (درآمد منهای هزینه،  $R_t$ ) کسر شود.

نرخ بازده داخلی: شاخص IRR به عنوان نرخ تنزیلی که در آن NPV برابر با صفر است، تعریف می شود. این نرخ به این معنی است که ارزش فعلی جریان نقدی مثبت پروژه با ارزش فعلی هزینه های آن برابری می کند. اگر IRR بیش از هزینه سرمایه باشد، پروژه ارزشمند است، یعنی انجام آن سودآور است.

شاخص نسبت سود به هزینه (B/C) : نسبت ارزش فعلی منافع به ارزش فعلی هزینه ها در طول عمر پروژه است. نسبت B/C هنگامی که به رتبه بندی پروژه های سرمایه گذاری جایگزین تحت محدودیت های بودجه نیاز است، مزایایی را ارائه می کند. اگر  $B/C \geq 1$  پروژه پذیرفته

می شود. اگر  $B/C < 1$  باشد، پروژه سودآور نیست.

زمان بازپرداخت (PBT): (PBT) زمان مورد نیاز برای برابری جریان نقدی خالص با سرمایه اولیه را اندازه گیری می کند. تعداد سال‌هایی است که برای مجموع تنزیل شده پس‌اندازهای سالانه لازم است تا با هزینه‌های سرمایه‌گذاری تنزیل شده برابر شود، یا به عبارت دیگر بازه زمانی است که پس از آن سرمایه‌گذاری شروع به بازپرداخت می کند.

### مراحل تجزیه و تحلیل هزینه

- ۱- مزایا و هزینه‌ها را برای سناریوهای سرمایه‌گذاری و معیار برای طول عمر آنها شناسایی کنید.
- ۲- جریانهای تنزیل شده مزایا و هزینه‌ها را مقایسه کنید و تفاوت بین نتایج به دست آمده و سناریوی معیار را محاسبه کنید تا منافع افزایشی خالص مداخلات پیشنهادی مشخص شود.
- ۳- شاخص‌های سودآوری مالی پروژه را در هر سناریو محاسبه کنید (یعنی NPV مالی، IRR مالی، نسبت B/C، زمان بازپرداخت)، با استفاده از این معیارهای سرمایه‌گذاری برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری (مثبت یا منفی).

### ابزارهای تحلیل

تجزیه و تحلیل هزینه و سود می‌تواند برای مخاطبان غیر حرفه‌ای غیر دوستانه باشد. چندین ابزار آنلاین برای حمایت از کسب و کارهای کوچک و متوسط در انجام ارزیابی هزینه-فایده سرمایه‌گذاری خود در زمینه انرژی-غذا موجود است. یک لیست غیر جامع با چند نمونه در زیر ارائه شده است:

#### WinDASI

نرم‌افزاری برای تحلیل هزینه-فایده (CBA) پروژه‌های سرمایه‌گذاری: فائو این ابزار را برای انجام محاسبات هزینه-فایده پروژه‌های سرمایه‌گذاری فراهم می‌کند. پس از درج اطلاعات هزینه و سود در پایگاه داده، WinDASI کاربر را راهنمایی می‌کند که چگونه محاسبه کند. علاوه بر این، WinDASI امکان محاسبه و مقایسه سناریوهای جایگزین پروژه‌های مختلف (با پروژه در مقابل بدون پروژه) را فراهم می‌کند. برنامه WinDASI از وب‌سایت FAO EASYPol قابل دانلود است.

#### VCA

نرم‌افزاری برای تجزیه و تحلیل زنجیره ارزش برای ارزیابی اثرات سیاست‌های اجتماعی-اقتصادی و زیست‌محیطی: توسعه یافته توسط فائو، این ابزار امکان ساخت سناریوهای مختلف و تجزیه و تحلیل تاثیر اجتماعی-اقتصادی سیاست‌های مختلف مانند اتخاذ سیاست‌های جدید کم‌کربن را فراهم می‌کند. فناوری‌های کارآمد انرژی یا حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر. اطلاعات در مورد چگونگی تغییر ورودی‌ها و خروجی‌ها قبل و بعد از مداخله، برون‌زا است و می‌تواند از منابع دیگر باشد.

#### SPIS بازپرداخت

این ابزار جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی منابع مختلف انرژی برای آبیاری را ارزیابی می‌کند تا به اپراتورها کمک کند تا مقرون به صرفه بودن گزینه‌های مختلف منبع تغذیه و فناوری‌های پمپاژ آب را ارزیابی کنند. این ابزار اقتصاد مرتبط با منابع مختلف انرژی برای آبیاری از جمله هزینه، قیمت و زمان بازگشت را ارزیابی می‌کند.

#### RETScreen

ابزار تجزیه و تحلیل هزینه و مالی را با در نظر گرفتن به عنوان مثال انجام می‌دهد: هزینه انرژی سیستم موردی پایه (مانند قیمت خرده‌فروشی روغن گرمایش). تامین مالی (به عنوان مثال نسبت بدهی و طول، نرخ بهره). مالیات؛ ویژگی‌های زیست‌محیطی انرژی جایجا شده (به عنوان مثال نفت، گاز طبیعی، برق شبکه). اعتبارات زیست‌محیطی و/یا یارانه‌ها (مانند اعتبارات گازهای گلخانه‌ای، مشوق‌های استقرار). شاخصی مانند دوره بازگشت سرمایه، NPV، ROI، هزینه‌های تولید انرژی. این نرم‌افزار توسط CanmetENERGY توسعه یافته است.

### سرمایه‌گذاری بر روی انرژی تجدیدپذیر

قبل از انجام تحلیل هزینه و فایده، سرمایه‌گذاری باید در چارچوب اقتصادی، نهادی، اجتماعی و فنی برای شناسایی موانع و محدودیت‌های مربوطه در نظر گرفته شود.

- اولین مرحله شناسایی و توصیف سناریوی معیار و سناریوی سرمایه‌گذاری است.
- مرحله دوم، شناسایی نتایج سرمایه‌گذاری، از جمله هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی و مزایای پولی است.

● مرحله سوم، تعیین جریان های خالص افزایشی پروژه است که از مقایسه هزینه ها و منافع پروژه با هزینه ها و منافع سناریوی معیار حاصل می شود. با این عناصر می توان شاخص های سودآوری پروژه های مالی را محاسبه کرد.

گام های بعدی تبدیل قیمت های بازار به قیمت های اقتصادی/سایه ای است. حذف پرداخت های انتقالی (مانند مالیات و یارانه) و کمی کردن اثرات خارجی مثبت و منفی برای محاسبه جریان های اقتصادی.

انجام تجزیه و تحلیل حساسیت به منظور مقابله با خطرات و عدم قطعیت های اصلی که می تواند پروژه پیشنهادی را تحت تاثیر قرار دهد. انتقال سیستم های انرژی به انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ یکی از چالش های اصلی جامعه امروزی است. ما دریافتیم که انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ با استفاده از قیمت های امروزی و شامل تمام هزینه های اجتماعی مقرون به صرفه است. در تمام ۸۶ میلیون ترکیب بالقوه سیستم های انرژی دریافتیم که افزایش نفوذ انرژی تجدیدپذیر به طور قابل توجهی کل هزینه های خالص اجتماعی فعلی را افزایش نمی دهد. با این حال، در تمام تحلیل های حساسیت، تاثیرگذارترین عامل این بود که آیا عوامل خارجی در محاسبات هزینه لحاظ شده اند یا خیر. یک کلید برای تحقیقات آینده، کسب درآمد مناسب از اثرات خارجی سلامت و آب و هوا و توسعه ابزارهای سیاستی برای گنجاندن عوامل خارجی در تصمیمات مرتبط با انرژی است. نگاهی فراتر از آسیب های بهداشتی و آب و هوایی، بسیاری دیگر از هزینه ها و مزایای اجتماعی انتقال سیستم انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته اند و بنابراین در مدل بهینه سازی ما گنجانده نشده اند. گنجاندن این هزینه ها و مزایا احتمالاً آنگیزه بیشتری برای توسعه اجتماعی بهینه انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ خواهد داشت.

### خلاصه و نتیجه گیری

تعداد قابل توجهی از تحقیقات انجام شده است مورد مطالعه که امکان پذیری فنی و اقتصادی برای انتقال به مقادیر زیادی از انرژی های تجدیدپذیر را یافته است، این مطالعات اغلب موانع اجتماعی و قانونی را که ممکن است چنین انتقالی با آن مواجه شود نادیده می گیرند. در حالی که تحقیقات ارائه شده در اینجا نشان می دهد که قابلیت اطمینان فنی و مقرون به صرفه اقتصادی در پس انتقال انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ وجود دارد، موانع دیگر باید بهتر مطالعه و درک شوند تا نه تنها یک انتقال صاف تضمین شود، بلکه چگونه این موانع ممکن است بر ترکیب بهینه انرژی های تجدیدپذیر تأثیر بگذارد. در عین حال، از آنجا که بسیاری از ادبیات بررسی گذار به انرژی های تجدیدپذیر در مقیاس بزرگ، فنی و اقتصادی بوده است، علوم اجتماعی سهم زیادی دارد، به ویژه وقتی صحبت از تعریف ترکیب «بهینه اجتماعی» انرژی های تجدیدپذیر می شود. نتیجه گیری های ارائه شده در این مقاله و همچنین مدل های دیگر، مبتنی بر یک سیستم انرژی است که تا حد زیادی انسان و جامعه را از معادله حذف می کند. به این ترتیب، تصمیم گیری در سرمایه گذاری بر روی انرژی های تجدیدپذیر بر مبنای منابع غیرمرسوم، تحت درجه بالایی از ابهام صورت می گیرد. جنبه های اجتماعی سیستم های انرژی به طور کامل از آنچه که هزینه بهینه در نظر گرفته می شود غایب است. در مدل های بهینه سازی هزینه رفتار، روان شناسی، پذیرش، برابری، عدالت و ریسک، از جمله در توسعه مدل و همچنین تفسیر آن ها از نتایج آن، توجه کمی وجود دارد.

### منابع :

- Atabi, F. (2004), "Renewable Energy in Iran: Challenges and Opportunities for Sustainable Development", International Journal of Environmental Science & Tech .  
energypedia , The Economics of Renewable Energy( مورد انرژی های )  
( تجدیدپذیر، دسترسی به انرژی و موضوعات بهره وری انرژی در کشورهای در حال توسعه است )  
Fadai, D. (2007), "Utilization of Renewable Energy Sources for Power Generation in Iran", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(1), pp.173-181.  
Fadai, D; Esfandabadi, Z. S. and A. Abbasi (2011), "Analyzing the Causes of Nondevelopment of Renewable Energy-related Industries in Iran", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(6), pp. 2690-2695. nology, 1(1), pp.69-80.  
FAO, 2015. Safeguarding land tenure rights in the context of agricultural investment. Governance of Tenure Technical Guide No. 4. FAO 2015.  
FAO, 2014. Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative. Environment and Natural Resources Working Paper No. 58 – FAO, Rome, 2014.

FAO, 2011. Energy-smart food for people and climate. Issue paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Huijts, N; Molin, E; and L. Steg (2012), "Psychological Factors Influencing Sustainable Energy Technology Acceptance: A Review-based Comprehensive Framework", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), pp.525-531.

مزایا و معایب انرژی تجدید پذیر . (2020) . <http://www.sangbaad.ir/>

(شبکه سیاستی انرژی‌های تجدیدپذیر برای قرن بیست و یکم) <https://www.ren21.net>

[2] J.D. Fonseca, M. Camargo, J.M. Commenge, L. Falk, I.D. Gil, Trends in design of distributed energy systems using hydrogen as energy vector: a systematic literature review, *Int. J. Hydrogen Energy* (2019)

Minogue, M. (2013) *Regulatory Governance of Off-Grid Electrification In: Bhattacharyya (ed). Rural Electrification through Decentralised Off-grid Systems in Developing Countries* (pp. 253-270). Springer London.

Reader of the MOOC "Powering Agriculture - Sustainable Energy for Food"

شریفی، ع. م؛ آقائی، ک؛ صادقی، م؛ دلالی، ر، و س. شوالپور ( ۱۳۸۸ ) " تاثیر یادگیری فنی بر توسعه فن آوری ای انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش برق ایران در شرایط اختلالات قیمت انرژی " ، فصلنامه مطالعات اقتصاد ۱۳۷ - انرژی، ۲۱ ، صص ۱.

نصیراحمدی، ساسان ( ۱۳۹۳ ) " انرژی‌های تجدیدپذیر: چشماندازها و محدودیتها" ، مجله پایداری، توسعه و محیط زیست، پیش شماره، بهار ۹۳