دوفصلنامه اقتصاد پولی، مالی(دانش وتوسعه سابق) دوره جدید، سال بیست و یکم، شمارۀ۷، بهار و تابستان ۱۳۹۳

بررسی و ارزیابی مالی تولید برق با استفاده از انرژی خورشیدی در ایران

محمدحسین مهدوی عادلی[۱]
استاد و عضو هیات علمی گروه اقتصاد دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد
رضا خواجه نائینی[۲]
دانشجوی دکترای اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد واحد بین الملل

تاریخ دریافت : ۱۳۹۱/۸/۸ تاریخ پذیرش : ۱۳۹۲/۳/۲۸

چکیده

منابع تأمین‌کننده انرژی را می‌توان در ۳ گروه عمده انرژی‌های فسیلی، انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر (باد، خورشید، و...) طبقه‌بندی کرد. پایان یافتن سوخت‌های فسیلی در آینده، استفاده دو دسته دیگر را ضروری می‌کند. امّا استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، نه آلودگی‌ها و تخریب‌های زیست‌محیطی انرژی‌های فسیلی و هسته‌ای را دارند و نه پایان‌پذیر و تمام‌شدنی هستند. پس ضروری است راهبردهایی برای استفاده بیشتر از این منابع تدوین شود.

در این مقاله ابتدا از روش هزینه– فایده و با استفاده از نرم افزار کامفا راحداث نیروگاه فتوولتائیک خورشیدی ۲۵ مگاواتی مورد تحلیل قرار گرفته و سپس تاثیر به کارگیری مشوق‌هایی که در احداث چنین نیروگاه‌هایی در کشورهای مختلف دنیا مورد استفاده قرار گرفته اند، بررسی گردیده است.

نتیجه بررسی‌ها نشان می‌دهد مشوق‌های تعرفه‌های اشتراک بیشترین اثرات را بر بهبود شاخص‌های مالی طرح از خود نشان می‌دهند. میزان مالیات پرداختی بنگاه اقتصادی نیز در رتبه بعدی قرار دارد و ارائه تسهیلات مالی نیز جز درکاهش دادن سهم آورده سرمایه‌گذار تاثیر زیادی در دیگر شاخص‌ها نخواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: منابع تجدیدپذیر، ارزیابی پروژه، انرژی، نرم افزار کامفار

1-mh-mahdavi@um.acir

۲- نویسنده مسئول: Reza_80kh@yahoo.com

طبقه بندی JEL: C88,Q4,Q01,H43 ,Q27

Financial Evaluation of Electricity Generation Using Solar Energy in Iran

Mohammah Hossein Mahdavi Adeli
Professor in Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Reza Khaje Naeini
Ph.D Student in Economics, Ferdowsi University of Mashhad International Branch Mashhad,Iran

Received: 29 Oct 2012 **Accepted:** 18 Jun 2013

Abstract

Energy resources can be classified into three major categories naming fossil fuels, nuclear energy, and renewable energy (wind, solar, and so on). However, fossil fuels depletion in future makes use of the two other categories necessary. Compared to fossil fuels and nuclear energy, the renewable energy does not only bring no pollution and cause no harm to environment, but also consist of infinite resources.
Using COMFAR software and the method of cost-benefit, this article aims to analyze construction of a 25 MW solar photovoltaic power station. Then, it studies the impact of incentives in construction of such a plant in different countries.
Results of this study indicate that feed-in tariff incentiveshave the greatest impact on improving financial indexes of the project. The paid tax of an enterprise isalso considered in ranking. It finally shows that financial aids have no effect but on decreasing theinvestor's share of equity.

Keywords: Renewable resources, Project Evaluation, Energy, COMFAR Software

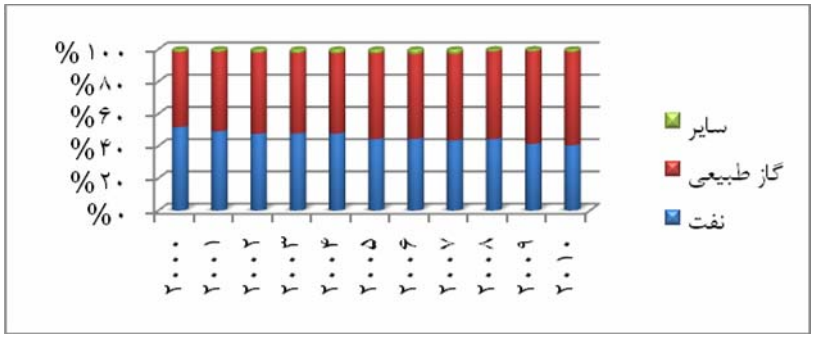
JEL Classification: C88,Q4,Q01,H43 ,Q2

۱. مقدمه

کشور ایران علی‌رغم برخورداری از پتانسیل‌های بالا در منابع تجدیدپذیر، در زمینه به‌کارگیری ظرفیت‌های عملی تولید انرژی از این منابع، به‌طور نسبی از دنیا عقب‌تر است و ادامه این روند، موجب عمیق‌تر شدن شکاف با سایر کشورها می‌گردد. از این رو ضروری است راهبردها و برنامه-های زیربنایی و اصولی برای استفاده هر چه بیشتر از این انرژی‌ها در کشور تدوین شود. تغییرات

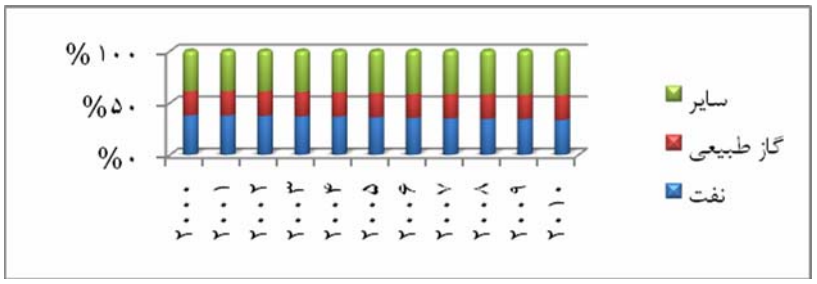
سبد انرژی کشور ایران، کل جهان و تغییرات نقش حامل‌های مختلف در عرضه انرژی اولیه جهانی را در سه نمودار زیر می‌بینیم[۱].

در چشم‌انداز سبد انرژی جهانی، نقش انرژی‌های تجدیدپذیر جهان روز به روز پر رنگ‌تر خواهد بود و این امر یکی از عواملی است که سبب می‌شود سبد انرژی جهانی، به سمت تنوع و استفاده بیش‌تر از منابع انرژی بومی حرکت کند. در این راستا، اتحادیه اروپا در ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۸ طرحی را به تصویب رساند که بر مبنای آن، سهم این انرژی‌ها در افق ۲۰۲۰ در سبد میانگین کشورهای عضو این اتحادیه به ۲۰ درصد برسد[۲].



نمودار (۱)- تغییرات سبد انرژی کشور ایران(۲۰۱۰-۲۰۰۰)

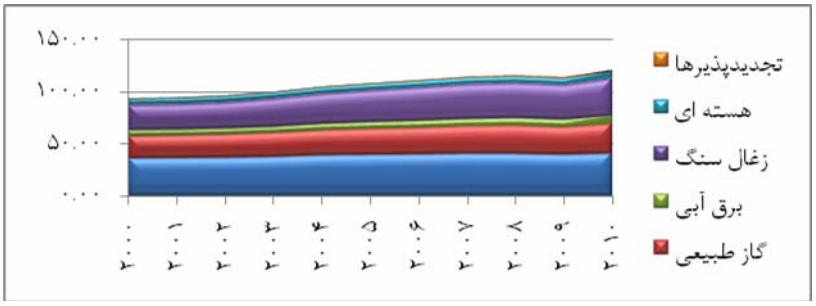
منبع: گزارش بررسی آماری انرژی جهان ، ۲۰۱۱



نمودار (۲) تغییرات سبد انرژی جهان (۲۰۱۰-۲۰۰۰)

همان منبع

1- BP Statistical Review of World Energy,2011
2- BP Statistical Review of World Energy,2011



نمودار (۳)- تغییرات نقش حامل‌ها در عرضه انرژی جهانی(۲۰۱۰-۲۰۰۰)

همان منبع

۲.انرژی خورشیدی

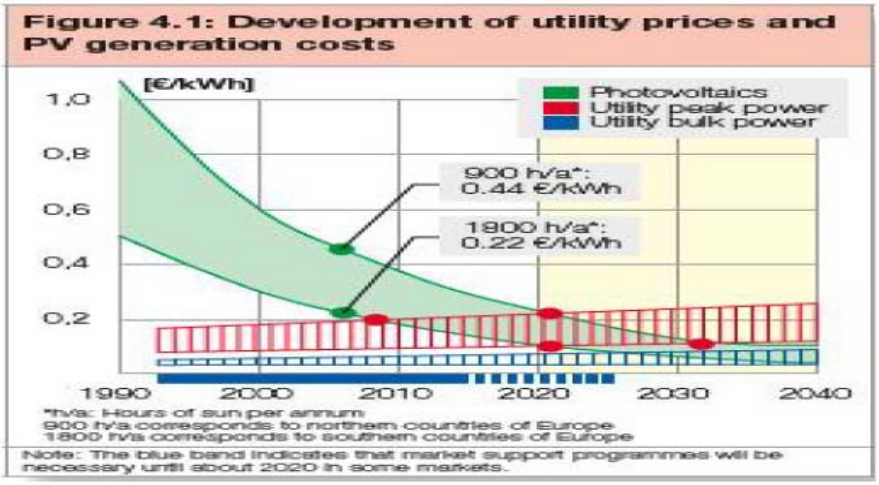
تولید الکتریسته از انرژی خورشید به دو روش مستقیم و غیر مستقیم صورت می‌گیرد. در روش مستقیم، انرژی خورشید مستقیماً توسط سلول‌های خورشیدی تبدیل به الکتریسته می‌شود که به آن سیستم فتوولتائیک می‌گویند. در روش غیر مستقیم، ابتدا انرژی خورشید به انرژی حرارتی تبدیل می‌شود و سپس از طریق یک سیکل ترمودینامیکی انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌گردد، که به آن سیستم حرارتی خورشیدی گفته می‌شود (کهربائیان و دیگران، ۱۳۸۶).

۱,۲. هزینه سیستم های برق خورشیدی

بالا بودن هزینه سرمایه‌گذاری اولیه در سیستم‌های برق خورشیدی مهم‌ترین مسئله در توسعه و ترویج این سیستم‌ها می‌باشد که سیاست‌های تشویقی را می‌طلبد. روند نزولی هزینه تمام شده این سیستم‌ها و پیش‌بینی برابری آن با قیمت‌های پیک شبکه، در سال‌های آتی در نمودار زیر ارائه شده است.

۲,۲. جایگاه انرژی خورشیدی در ایران و جهان

حدود دو دهه پس از ورود سلول‌های فتوولتائیک به عرصه عمومی تولید انرژی، ارتباط تنگاتنگ سیاست و منابع انرژی موجب شد تا دیگر جایی برای توجیه اقتصادی یا فنی برای روی آوردن به سمت بهره‌گیری از انرژی خورشید و الکتریسیته نماند.



نمودار (٤)- روند کاهش هزینه تمام‌شده هر کیلووات ساعت برق حاصل از سیستم های فتوولتائیک و مقایسه آن با هزینه جاری

منبع: منشی پور و خلفی، ۱۳۸۸

جدول(۱)- سرمایه‌گذاری ثابت- متغیر در سیستم‌های برق خورشیدی

سرمایه‌گذاری اولیه	هزینه‌های متغیر
پنل فتوولتائیک	تعویض باطری: براساس طول عمر باطری مورد انتخاب در طراحی سیستم، می‌بایست هزینه تعویض باطری در طول عمر سیستم لحاظ گردد. به‌طور مثال اگر طول عمر باطری ۷ سال در نظر گرفته شود، باطری ۲ بار در طول عمر سیستم تعویض می گردد. تعویض اینورتر: باید در طول عمر سیستم یک‌بار تعویض اینورتر لحاظ گردد. هزینه تعمیر و نگهداری سالانه سیستم های فتوولتائیک: معادل ۱درصد هزینه تجهیزات
باطری	
شارژ کنترل و اینورتر	
ساختار برای نصب پنل ها	
نصب و راه اندازی	

همان منبع

در سال ۱۹۹۸، ظرفیت تولید برق توسط سلول‌های فتوولتائیک در جهان، حدود ۱۲۰ مگاوات برآورد شده است که در مقایسه با ظرفیت ۴۰ مگاوات در سال ۱۹۹۰، رشد سریع و غیر قابل باوری را نشان می‌دهد. تجارت سلول‌های فتوولتائیک نیز، در طی دهه گذشته، به طور متوسط سالانه ۱۵ درصد افزایش یافته است. پیش‌بینی واقع‌بینانه برای دهه آینده، تداوم نرخ رشد ۱۵ درصد می‌باشد که در آن صورت، ظرفیت تولید برق خورشیدی در جهان تا سال ۲۰۱۵ به ۱۵۰۰ مگاوات خواهد

رسید.

کشور ایران، روی کمربند خورشیدی جهان است و یکی از کشورهایی است که از تابش نورخورشید با قدرت و توان مطلوب برخوردار بوده و مستعد برای بهره‌گیری از این انرژی می‌باشد. میزان تابش متوسط روزانه ۴ کیلووات ساعت بر مترمربع می‌رسد و متوسط ساعات آفتابی، از ۲۸۰۰ ساعت در سال بیش‌تر است و در شهرهای کویری کشور ۳۲۰۰ ساعت نیز می‌رسد.

مناطقی که پتانسیل بالایی برای انرژی خورشیدی دارند، عبارتند از: شیراز، تهران، خراسان، یزد و سمنان. احداث نیروگاه ۱۰۰kw سمنان، ۳۰kw طالقان، پایه‌های روشنایی خورشیدی در شهرهای قزوین، زنجان، تبریز و نصب تجهیزات ترافیکی خورشیدی در بسیاری از استان‌ها و راه‌ها و .... از جمله فعالیت‌ها در این زمینه می‌باشند (کهربائیان و دیگران، ۱۳۸۶).

۳.تحلیل هزینه و فایده احداث نیروگاه خورشیدی

بر طبق ماده ۱۳۹ قانون برنامه پنجم، دولت موظف است با حمایت از بخش‌های خصوصی و تعاونی، زمینه تولید پنج هزار مگاوات انرژی بادی و خورشیدی در طول برنامه را فراهم نماید. سؤال این است که این حمایت‌ها به چه صورت باشد تا تحقق اهداف فوق میسر شود و سرمایه‌گذاران به این حوزه جذب شوند؟

در این مقاله با استفاده از روش تحلیل هزینه – فایده به ارزیابی مالی یک نیروگاه های‌فتوولتائیک با ظرفیت ۲۵ مگاوات خواهیم پرداخت. سپس تاثیر به کارگیری مشوق‌هایی که در احداث چنین نیروگاه‌هایی در کشورهای مختلف دنیا مورد استفاده قرار گرفته اند، بررسی گردیده است. بررسی میزان اثرگذاری مشوق‌ها و اعمال یک تغییر در یکی از متغیرها نسبت به مدل پایه تاثیرات مشوق را مشخص می‌کند که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۱،۳. مدل پایه با ظرفیت ۲۵ مگاوات تولید برق

برای تحلیل مالی یک نیروگاه خورشیدی نمونه پس از شناسایی درآمدها و هزینه‌ها در دو فاز ساخت و بهره‌برداری و استخراج جریانات نقدی پروژه، شاخص‌های مالی طرح محاسبه شده و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند.

برای انجام این امر مدل پایه‌ای برای نیروگاه فتوولتائیک خورشیدی در نظرگرفته شده است. با

این فرض مهم که هیچ نوع مشوق و حمایتی از جانب دولت وجود ندارد. تمامی مراحل فوق با استفاده از نرم افزار امکان سنجی مالی، اقتصادی کامفار[1] صورت می‌گیرد که مورد تائید نهادهای بین‌المللی مانند یونیدو، بانک جهانی و ... است.

۱،۱،۳. فرضیات مدل پایه

- برنامه زمانی پروژه: فاز ساخت یک و بهره برداری ۲۵ سال
- نرخ برابری دلار: ۲۹۵۰۰ ریال نرخ برابری یورو: ۴۰۳۰۰ ریال
- ظرفیت اسمی نیروگاه: ۵۰،۵۶۳،۲۰۰ کیلو وات
- امتیاز کاهش آلودگی ($co_۲$): ۰/۰۰۰۶ تن به ازای هرکیلووات
- هزینه پرداختی هر واحد امتیاز کاهش $co_۲$: ۸ دلار
- چون هدف تهیه مدل پایه می‌باشد پس هیچ مشوقی (از جمله وام، خرید تضمینی برق و...) لحاظ نمی‌شود و فرض می‌شود صد درصد تامین مالی پروژه از محل آورده نقدی سهام‌داران باشد.
- متوسط ساعات آفتابی در روز ۵/۵ ساعت درنظر گرفته شده است.
- حداقل نرخ جذب‌کننده (MARR) سرمایه‌گذار یا نرخ تنزیل ۲۰ درصد
- نرخ و روش استهلاک مطابق استانداردهای سیستم مالیاتی کشور

۲،۳. هزینه – درآمدهای پروژه

۱،۲،۳. درآمد فروش سالیانه

قیمت خرید برق در سال ۱۳۹۲برای مدل پایه ۹۰۰ ریال برای هر کیلووات ساعت با نرخ رشد ۲۰٪ سالانه در نظر گرفته شده است.[2] (مشوق خرید تضمینی برق با قیمت‌های بالاتر از منابع تجدیدپذیر لحاظ نشده است و قیمت‌های خرید برق از منابع غیر تجدیدپذیر مبنای مدل پایه قرار گرفته است. هم‌چنین مالیات بر ارزش افزوده ۶ درصد لحاظ شده است.

1- comfar (Computer Model for Feasibility Analysis & Reporting)

2- دستور العمل سال ۹۲ خرید برق از مولدهای CCHP

جدول (۲)- سرمایه‌گذاری ثابت طرح

ردیف	شرح	مبلغ کل (میلیون یورو)	مبلغ کل (میلیون ریال)	نرخ استهلاک سالانه	مدت استهلاک	سهم انواع سرمایه‌گذاری (درصد)
۱	زمین[1]	۰/۴۹	۲۰۰۰۰	٪۴	۲۵ سال	۰/۶۹
۲	امور عمرانی و ساختمان	۱/۲۴	۴۹۰۰۰	٪۲,۵	۴۰ سال	۱/۶۹
۳	ماشین‌آلات و تجهیزات	۶۸/۵	۲۷۶۰۵۵۰	٪۵	۲۰ سال	۹۵/۵
۴	تجهیزات جانبی	۰/۵	۲۰۱۵۰	٪۵	۲۰ سال	۰/۶۹
۵	هزینه‌های احتمالی	۱	۴۰۳۰۰	٪۵	۲۰ سال	۱/۳۹
	هزینه کل سرمایه‌گذاری	71.73	۲۸۹۰۰۰۰			100

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۳)- مخارج پیش از تولید

	شرح	مبلغ کل (میلیون ریال)	نرخ استهلاک	مدت استهلاک (سال)	سهم از کل (درصد)
مخارج پیش از تولید	مطالعات مهندسی کلیه فازها و نظارت بر اجرا	۵۶۰۰۰	٪۵	۲۰	۴۷/۶
	حقوق و دستمزد	۱۰۰۰۰	٪۵	۲۰	۷/۹
	اخذ مجوزها	۵۰۰۰	٪۵	۲۰	۴/۲
	هزینه های مسافرت	۵۰۰۰	٪۵	۲۰	۴/۲
	هزینه دانش فنی	۴۲۰۰۰	٪۵	۲۰	۳۵/۲
	سایر	۱۰۰۰	٪۵	۲۰	۰/۸۴
	کل مخارج قبل از تولید	۱۱۹۰۰۰	٪۵	۲۰	۱۰۰

منبع محاسبات تحقیق

۲,۲,۳.جریانات نقدی ورودیکل مبلغ پروژه یعنی **۳۰۰۹۰۰۰** میلیون ریال از محل آورده نقـدی سهام‌داران خواهد بود.

1- متراژ زمین ۲۰ هکتار بوده و به ارزش ۱۰۰۰۰۰ ریال به ازای هر متر مربع.

۳،۳. نتایج محاسبات مالی

۱،۳،۳. شاخص‌های مالی

جهت بررسی توجیه‌پذیری پروژه شاخص‌های مهم مالی از جمله ارزش فعلی خالص، نرخ بازده داخلی و دوره بازگشت سرمایه محاسبه شده است.

جدول (٤)- هزینه‌های تولید

ردیف	فاکتور هزینه	مبلغ (میلیون ریال)	بخش متغیر	بخش ثابت	نسبت فاکتور هزینه‌ای به کل (درصد)
۱	مواد خام	۱۶۸۰	٪۱۰۰	۰	۷/۶
۲	انرژی	۲۰۰	٪۸۰	٪۲۰	۰/۹۱
۳	قطعات یدکی مصرف شده	۵۴۰۰	٪۷۰	٪۳۰	۲۴/۷
۴	تعمیرات، نگهداری، مواد	۱۰۰۰۰	٪۷۰	٪۳۰	۴۵/۷
۵	دستمزدکارگران غیر ماهر	۳۰۰۰	٪۴۰	٪۶۰	۱۳/۷
۶	هزینه‌های بالاسری حقوق	۳۶۰	٪۴۰	٪۶۰	۱/۶۴
۷	تأسیسات (هزینه سربار کارخانه)	۱۲۰۰	٪۸۰	٪۲۰	۵/۴
جمع		**۲۱۸٤۰**			۱۰۰

منبع محاسبات تحقیق

جدول (۵)- سرمایه در گردش طرح

ردیف	شرح		تعداد روزهای پوشش
۱	موجودی کالا	مواد خام	۳۰ روز
		قطعات یدکی مصرف شده	۳۰ روز
۲	حساب‌های دریافتنی	برق	۳۰ روز
		امتیاز کاهش آلودگی	۱ روز
۳	موجودی نقد		۳۰ روز
۴	حساب‌های پرداختنی	مواد خام	۳۰ روز
		انرژی	۳۰ روز
		قطعات یدکی مصرف‌شده	۳۰ روز
		تعمیرات: نگهداری مواد اولیه	۳۰ روز
		دستمزد کارگران غیر ماهر	۳۰ روز
		هزینه‌های بالاسری دستمزد	۳۰ روز

منبع محاسبات تحقیق

جدول(٦)- شاخص‌های مالی نیروگاه خورشیدی در مدل پایه

ردیف	شرح	مقدار
۱	کل سرمایه‌گذاری ثابت طرح (میلیون ریال)	۲۸۹۰۰۰۰
۲	نرخ بازده داخلی کل طرح (IRR[1])	۹,۳۷ درصد
۳	نرخ بازده داخلی کل تعدیل شده طرح (MIRR)[2]	۹,۳۷درصد
۴	خالص ارزش فعلی کل سرمایه (NPV)[3] در ۲۰ درصد (میلیون ریال)	-۱۸۷۹۵۴۴,۰۲
۵	دوره بازگشت سرمایه (NPP)[4]	۱۶,۴سال
۶	دوره بازگشت سرمایه متحرک در ۲۰درصد (DPP)[5]	ندارد

منبع محاسبات تحقیق

۲,۳,۳. خلاصه نتایج مدل پایه

عدم توجیه‌پذیری پروژه با توجه به شاخص ارزش فعلی خالص

عدم توجیه‌پذیری پروژه با توجه به شاخص نرخ بازده داخلی

عدم توجیه‌پذیری پروژه با توجه به دوره بازگشت متحرک(پویا)

٤,۳. انواع مشوق‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورها

در عمده کشورها، از بسته‌های حمایتی دولتی برای بهبود و توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌شود. موفقیت یک سیاست، تنها به نوع آن سیاست بستگی ندارد، بلکه باید طراحی سیاست و پیاده‌سازی آن نیز به درستی صورت پذیرد.

در دهه‌ی ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، تعداد اندکی از کشورها به اتخاذ چنین سیاست‌هایی روی آورده بودند. امّا طی سال‌های ۲۰۰۵- ۱۹۹۸ و به‌ویژه ۲۰۱۱- ۲۰۰۵ به حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از مشوق‌های مختلف پرداخته‌اند.

درصورتی‌که بخواهیم سهم بیشتری از ترکیبات انرژی را به تجدیدپذیرها اختصاص دهیم،

1- Internal Rate of Return
2- Modified Internal Rate of Return
3- Net Present Value
4- Normal Payback Period
5- Dynamic Payback Period

نیازمند مشوق‌هایی هستیم که موجب تغییرات سیستم انرژی شوند. حداقل ۹۵ کشور دنیا از مشوق‌های مختلف برای حمایت از تولید برق تجدیدپذیر استفاده می‌کنند. در این مقاله فقط مشوق‌هایی ذکر گردیده اند که امکان بررسی تاثیر آنها از طریق روش هزینه – فایده وجود داشته است. جدول ذیل خلاصه‌ای از برخی مشوق‌های مختلفی که در هر کشور مورد استفاده است ارائه می‌گردد. با در نظرگرفتن اهداف سیاست‌گذاری برای انرژی‌های تجدیدپذیر، ایران می‌تواند با استفاده از تجربیات دیگر کشورها در قالب شرایط زیست محیطی و چارچوب قانونی خود به ارائه بسته‌های حمایتی برای توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر بپردازد.

۵،۳. تحلیل اثرگذاری مشوق‌ها بر پروژه خورشیدی

بررسی میزان اثرگذاری مشوق‌ها و اعمال تغییر در یکی از متغیرها نسبت به مدل پایه تاثیرات مشوق را مشخص می‌کند که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

نکته مهم : در مدل پایه ارقام بر اساس جدول شماره ۵، نرخ ارز برای دلار ۲۹۵۰۰ و یورو ۴۰۳۰۰ ریال، قیمت برق در سال پایه ۹۰۰ ریال با رشد سالانه ۲۰٪ و هزینه کاهش آلودگی ۸ دلار (نتایج جدول ۶) در نظر گرفته شده است.

۱،۵،۳. اعمال تغییرات در مدل پایه

نتایج

- در مورد رشد قیمت حالت بدون تغییر قیمت به شدت نتایج را نامناسب می‌کند و حالت رشد سالانه ۲۰ درصد (مدل پایه) نتایج مطلوب‌تری دارد.
- ۲۵ درصد افزایش نرخ ارز بیش از یک درصد نرخ بازده و یک‌سال دوره بازگشت را کاهش می‌دهد و ارزش فعلی را ۵۷۱۰۰۰ میلیون ریال منفی‌تر می‌کند.
- تغییر قیمت از ۹۰۰ به ۴۴۵۰ ریال بربهبود نتایج بسیار موثر است.

برخی از مشوق‌ها در جدول ۷ ذکر شد که تاثیر اجرای هر مشوق بر شاخص‌های ارزیابی مالی مدل پایه پروژه را بررسی می‌کند.

جدول(۷)- تعریف و وضعیت برخی مشوق‌ها در دنیا

نام فارسی	نام لاتین	توضیح مشوق ها
قوانین اشتراک در شبکه برق	Electricity Feed-in Laws	پرداخت به ازای هر kwh[1] تولید توسط تجدیدپذیرها (قیمت تضمینی) یا قراردادهای بلندمدت برحسب هزینه‌های تولید (پایگاه استنادی شبکه جهانی انرژی ،۲۰۱۰)
سیستم سهمیه (گواهینامه ها)	Quota System (Certificates)	این مشوق توسط متولی تجدیدپذیرها در هر کشور منتشر می‌شود و نشان دهنده میزان مشخصی تولید برق توسط انرژی‌های تجدیدپذیر است و می‌تواند در بازار فروخته شود. (تولید انرژیهای پاک در عوض گواهینامه‌های قابل مبادله سبز) (پایگاه استنادی انرژی سبز،۲۰۱۱)
اعتبار مالیاتی تولید	Tax Production Credit (PTC)	مبلغ ثابتی به ازای کیلووات ساعت یا درصدی از دیگر تعرفه‌های خرید برق یا میزان پایه تعرفه است و سعی دارد تولید برق از تجدیدپذیرها را مقرون به صرفه کند (پیام سانا، ۱۳۸۹).
اعتبار مالیاتی سرمایه‌گذاری	Investment tax credit	به سرمایه‌گذاران اجازه می‌دهد تا مالیات خود را با سرمایه‌گذاری در این موضوع جبران نمایند (پایگاه داده‌های مشوق‌های دولت آمریکا برای انرژی‌های تجدیدپذیر،۲۰۱۱).
استهلاک سریع	Accelerated Depreciation	نرخ استهلاک ماشین‌آلات کارخانه‌های تولید برق از انرژی‌های تجدید پذیر در سال‌های اولیه نسبت به سال‌های بعدی بیشتر است (http://www.irs.gov).
کسر مالیات	Tax Deductions	کاهش درصدی از مالیات بر حسب براکت درآمدی (سایت وایس گیک[2])
بخشودگی مالیات درآمد	Income Tax Holidays	اعطاء معافیت‌های مالیاتی چند ساله (سایت وایس گیک)
ضمانت وام	Loan Guarantees	ضمانت وام ، یک تعهد قراردادی میان دولت، وام دهندگان خصوصی و وام‌گیرندگان است که دولت ضمانت وام را بر عهده می‌گیرد و در ریسک‌های مالی شریک می‌شود. این وام‌ها با بهره کم پرداخت می‌شود (قانون بهبود و سرمایه‌گذاری مجدد آمریکا[3]،۲۰۱۲)
تأسیس صندوق‌های ویژه انرژی-های تجدیدپذیر	Special Fund Energy - renewable	تأمین هزینه‌های سرمایه‌گذاری ساخت نیروگاه‌های تجدیدپذیر، اهدا وام‌های کم بهره و ... را برعهده می‌گیرد.
وام‌های بدون بهره یا کم بهره یا کمک‌های بلاعوض	Interest Free Loan-Grants	دولت به منظور خرید تجهیزات پرداخت می‌نمایند.

منبع: گزارش وضعیت جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر ،۲۰۱۱

1 -کیلو وات ساعت

2- http://www.wisegeek.com/what-is-a-tax-deduction.htm

3- (ARRA) The American Recovery and Reinvestment Act

جدول (۸) - تحلیل حساسیت نیروگاه خورشیدی در مدل پایه

سناریو ها	سایر متغیرها		NPV (Million$)	IRR(%)	MIRR(%)	PP عادی	PP پویا
مدل پایه	ارقام مطابق جدول ۲،۳،۴،۵ (مدل پایه)		-۱۸۷۹۵۴۴,۰۲	۹,۳۷	۹,۳۷	۱۶,۴	ندارد
تغییرات مدل	رشدقیمت	سالانه ۰٪	-۲۳۸۲۷۷۹,۳۰	-۸,۱۵	-۸,۱۵	ندارد	ندارد
	نرخ ارز	رشد ۲۵٪	-۲۴۵۱۳۰۲,۶	۸,۱۵	۸,۱۵	۱۷,۳۶	ندارد نشد
	قیمت سال پایه	۴۴۵۰ ریال	۴۴۹۳۵۰,۵۸	۲۱,۶۲	۲۱,۶۲	۹	۲۲

منبع محاسبات تحقیق

۲،۵،۳. اعمال مشوق تعرفه‌های اشتراک (قیمت تضمینی)

این مشوق به دو صورت ثابت و رشد سالانه بر اساس ۴۴۵۰ ریال برای سال پایه درنظر گرفته شد.

نتیجه : (ردیف ۲ و ۳ جدول ۹)

تغییر قیمت سال پایه به ۴۴۵۰ ریال به شیوه رشد سالانه ۲۰ درصد بر مثبت شدن نتایج بسیار موثر است واگررشد صفر باشد نتایج را کمی بهبود می‌بخشد که مطلوب نیست.این مشوق در صورت رشد سالانه مناسب دارای اثرگذاری بالا است.

۳،۵،۳. اعمال مشوق سیستم سهمیه (گواهینامه‌ها)

در این حالت درآمد فروش ناشی از افزایش قیمت امتیاز کاهش دی اکسیدکربن برای مدل پایه را به ۱۰ دلار رسانده و نتایج را بررسی می‌کنیم.

نتیجه : (ردیف٤ جدول ۹)

با وجود افزایش قیمت به ۱۰ دلار نتایج تغییر چندانی ندارد.

این مشوق جزء مشوق‌های با اثرگذاری بالا محسوب نمی‌شود.

٤،۵،۳. اعمال مشوق‌های اعتبار مالیاتی تولیدکننده[1] (PTC)

این اعتبار، معمولاً مبلغ ثابتی به ازای هر کیلووات ساعت بوده، یا درصدی از دیگر تعرفه‌های

1- Production Tax Credit

خرید برق شرکت‌های برق منطقه‌ای و یا میزان پایه تعرفه است. مکانیزم عمل به این شکل است که اگر فردی مشمول اعتبار مالیاتی شود، میزان مالیات پرداختی او کاهش می‌یابد و تولید برق او توجیه پذیر می‌گردد. این نوع از معافیت با درآمد مشمول مالیات فرد، ارتباطی ندارد بلکه به میزان تولید آن بستگی دارد.

فروض کلی این مشوق عبارتند از: اعطای اعتبار به مدت ۱۰ سال، عدم مبادله اعتبار توسط تولید کننده، امکان انباشت اعتبار بهره برداری نشده

نحوه ثبت مشوق به دو صورت برگشت‌پذیر و ناپذیر بدین صورت است:

در برگشت‌پذیر که به نوعی تعویق مالیات بر درآمد محسوب می‌شود، اعتبار دریافت شده در هر سال، پس از سال‌های معینی (در اینجا ۴ سال) برگشت داده می‌شود.

در حالت برگشت‌ناپذیر، اعتبار دریافت شده به ازای تولید به‌صورت معافیت از مالیات بر درآمد برای تولیدکننده منظور می‌شود و مازاد اعتبار قابل انتقال به سال‌های بعد می‌باشد.

در هر دو حالت مشوق اثر خود را از طریق کاهش مالیات بر درآمد نشان داده و ما را به مقادیر مطلوب شاخص‌های مالی طرح نزدیک می‌نماید.

فروض حالت اول:

اعتبار مالیاتی برگشت‌ناپذیر (معافیت مالیات بر درآمد)

اعطای اعتبار به میزان ۰/۰۲ دلار به ازای هر واحد تولید

فروض حالت دوم:

اعتبار مالیاتی برگشت ناپذیر (معافیت مالیات بر درآمد)

اعطای اعتبار به میزان ۰/۰۳ به ازای هر واحد تولید

فروض حالت سوم:

اعتبار مالیاتی برگشت‌پذیر (امکان تعویق ۴ ساله)

اعطای اعتبار به میزان ۰/۰۲ دلار به ازای هر واحد تولید

فروض حالت چهارم:

اعتبار مالیاتی برگشت‌پذیر (امکان تعویق ۴ ساله)

اعطای اعتبار به میزان ۰/۰۳ دلار به ازای هر واحد تولیدی

(http://www.ehow.com)

نتیجه : (ردیف۸-۵ جدول ۹)

حالت برگشت ناپذیر از برگشت‌پذیر تاثیر بهتری روی نتایج دارد.

هر چه اعتبار به ازاء هر واحد بیشتر می‌شود، نتایج مطلوب تر است.

علی رغم دو نتیجه قبل تاثیر مثبت این مشوق‌ها بسیار کم می‌باشد.

جدول (۹)- تحلیل حساسیت نیروگاه خورشیدی با اعمال مشوق‌ها

ردیف	سناریوها	NPV (Million$)	IRR (%)	MIRR (%)	PPعادی سال	PPپویا سال
۱	مدل پایه	-۱۸۷۹۵۴۴,۰۲	۹/۳۷	۹/۳۷	۱۶/۴	ندارد
۲	قیمت برق سال پایه ۴۴۵۰ ریال و رشد سالانه	۴۴۹۳۵۰,۵۸	۲۱/۶۲	۲۱/۶۲	۹	۲۲
۳	قیمت برق سال پایه ۴۴۵۰ ریال و بدون رشد(ثابت)	-۱۷۱۴۵۴۶,۴۴	۳/۷	۳/۷	۱۶/۶	ندارد
۴	هزینه کاهش آلودگی ۱۰ دلار	-۱۸۷۲۸۳۷,۲۳	۹/۴	/۴۹	۱۶/۳	ندارد
۵	PTC در حالت برگشت ناپذیر به ازاء هر واحد تولید ۰/۰۲ دلار	-۱۸۶۳۴۱۹,۸۵	۹/۵۳	۹/۵۳	۱۶	ندارد
۶	PTC در حالت برگشت ناپذیر به ازاء هر واحد تولید ۰/۰۳ دلار	-۱۸۴۲۴۲۰,۸	۹/۸	۹/۸	۱۶	ندارد
۷	PTC در حالت برگشت پذیر به ازاء هر واحد تولید ۰/۰۲ دلار	-۱۸۷۱۲۲۲	۹/۴۲	۹/۴۲	۱۶	ندارد
۸	PTC در حالت برگشت پذیر به ازاء هر واحد تولید ۰/۰۳ دلار	-۱۸۵۹۱۰۸	۹/۵	۹/۵	۱۶	ندارد

۵,۵,۳. اعمال مشوق اعتبار مالیاتی سرمایه‌گذاری[1](ITC)

مطابق این مشوق با دادن اعتبار مالیاتی به سرمایه‌گذاران خصوصی در بخش منابع تجدیدپذیر اجازه داده می‌شود تا مالیات خود را با سرمایه‌گذاری در فعالیت خود جبران نمایند. در واقع میزان مالیاتی را که باید بدهد، در فعالیت خود سرمایه‌گذاری می‌کند. این اعتبار می‌تواند به صورت

1- nvestment tax credit

درصدی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری تعیین گردد. فروض کلی در اعمال این مشوق به صورت زیر است:

عدم مبادله اعتبار توسط سرمایه‌گذار، معافیت مالیات بر درآمد تا سقف ۳۰٪ ارزش سرمایه گذاری ثابت کل پروژه با فرض عدم مبادله اعتبار تا در فاز بهره‌برداری معاف از مالیات بر درآمدگردد.

نتیجه : (ردیف۲ جدول ۱۱)

این مشوق دارای تاثیر مثبت و البته کم بر تمامی متغیرها می‌باشد.

۶,۵,۳.اعمال مشوق استهلاک شتابان

فروض اعمال مشوق استهلاک شتابان بدین صورت است: مستهلک نمودن سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از تولید در ۲ سال اول بهره برداری.

نتیجه : (ردیف۳ جدول ۱۱)

این مشوق دارای تاثیر مثبتی بر تمامی متغیرها به جز ارزش فعلی و در حد بسیار کم می‌باشد و ارزش فعلی را منفی تر می‌کند.

۷,۵,۳. اعمال مشوق کسر مالیات

این مشوق از طریق مالیات بر درآمد بر هزینه‌های فاز بهره برداری تأثیر می‌گذارد. مشوق کسر مالیات در دو حالت و با فروض زیر اعمال می‌شود:

حالت اول: تعریف براکت درآمدی

جدول(۱۰)- تعیین نرخ مالیاتی با حالت تصاعدی

نرخ مالیات(درصد)	سطح درآمدی (میلیون ریال)
۰	۰ - ۵۰،۰۰۰
۵	۵۰،۰۰۱ - ۱۰۰،۰۰۰
۱۰	۱۰۰،۰۰۱ - ۱۵۰،۰۰۰
۱۵	۱۵۰،۰۰۱ - ۳۰۰،۰۰۰
۲۰	۳۰۰،۰۰۱ - ۴۵۰،۰۰۰
۲۵	۴۵۰،۰۰۱ به بالا

منبع: محاسبات تحقیق

حالت دوم: در نتیجه کاهش ۵۰ درصدی نرخ مالیات

نتیجه : (ردیف۴و۵ جدول ۱۱)

این مشوقها دارای تاثیر مثبتی و البته کم بر تمامی می‌باشد.

تاثیر مشوق در حالت دوم بسیار بهتر از حالت اول است .

۸,۵,۳. اعمال مشوق بخشودگی موقت مالیات بر درآمد

اعطای این مشوق نیز در دو حالت و با فروض زیر صورت گرفته است:

حالت اول: با اعمال ۱۰ سال معافیت مالیاتی، هزینه‌های تولید ناشی از اعمال معافیت سالیانه کاهش می‌یابد. بدین صورت که متغیر مستقل (مالیات بر درآمد) کاهش یافته و هزینه‌های سال‌های فاز بهره‌برداری نیز به تناسب کاهش می‌یابند.

حالت دوم: اعطای معافیت مالیاتی به میزان طول عمر پروژه.

نتیجه : (ردیف۶و۷ جدول ۱۱)

مشوق در حالت اول به دلیل زیانده بودن پروژه و سرمایه‌گذاری ثابت بالا در سال‌های اولیه هیچ تاثیری ندارد و در دوم نتایج را کمی بهبود می‌بخشد.

جدول (۱۱) - تحلیل حساسیت نیروگاه خورشیدی با اعمال مشوقها

ردیف	سناریوها	NPV (Million$)	IRR(%)	MIRR(%)	PPعادی سال	PPپویا سال
۱	مدل پایه	-۱۸۷۹۵۴۴,۰۲	۹/۳۷	۹/۳۷	۱۶/۴	ندارد
۲	ITC	-۱۸۴۴۱۴۰,۳	۹/۷	۹/۷	۱۶	ندارد
۳	استهلاک شتابان	-۱۹۰۶۶۳۳,۲۳	۹/۴۲	۹/۴۲	۱۷	ندارد
۴	کسر مالیات حالت اول	-۱۸۶۰۹۸۸,۱	۹/۶	۹/۶	۱۶	ندارد
۵	کسر مالیات حالت دوم	-۱۸۳۹۴۱۰,۲	۱۰	۱۰	۱۶/۲	ندارد
۶	بخشودگی مالیات حالت اول	-۱۸۷۹۵۴۴,۰۲	۹/۳۷	۹/۳۷	۱۶/۴	ندارد
۷	بخشودگی مالیات حالت دوم	-۱۷۹۹۲۷۶,۴۴	۱۰/۶	۱۰/۶	۱۶	ندارد
	میزان تغییرات	۸۰۲۶۷,۵۸	۱/۲۳	۱/۲۳	-۰/۴	ندارد

منبع: محاسبات تحقیق

۹,۵,۳. مشوق تسهیلات تأمین مالی و اوراق مشارکت

تسهیلات تأمین مالی شامل وام‌های کم بهره، وام‌های بدون بهره، تضمین وام و اوراق مشارکت است که منابع مالی پروژه را تأمین کرده و از طریق تغییر در ترکیب منابع تأمین مالی بر شاخص‌های مالی پروژه تأثیر می‌گذارند. در واقع این متغیر از طریق ورود در متغیرهای نحوه تامین مالی پروژه به تحلیل هزینه- فایده وارد می‌شود و تاثیری در هزینه‌ها و درآمدهای پروژه ندارد. ضمن اینکه فروش اوراق مشارکت نیز تاثیراتی مانند اخذ تسهیلات دارد (پایگاه داده‌های مشوق‌های دولت آمریکا برای انرژی‌های تجدیدپذیر،۲۰۱۲).

نتیجه : (ردیف۹-۲ جدول ۱۳)

این مشوق، تغییر قابل توجهی در شاخص‌های مالی ایجاد ننموده است و تسهیلات در قسمت منابع تأمین مالی، جانشین آورده صاحبان سهام می‌گردد و آن را کاهش می‌دهد.

٤- جمع‌بندی و نتیجه گیری

پیاده‌سازی و اعمال ترکیبی از مشوق‌ها (بسته حمایتی) می‌تواند به راحتی شاخص‌های مالی پروژه‌ها را به حد مطلوب و جاذب سرمایه‌گذار برساند. طبیعتاً پروژه نیروگاهی برق خورشیدی با توجه به سرمایه‌گذاری ثابت بالای مورد نیاز به اعمال مشوق‌های بیشتر و کسب حمایت‌های بیشتر برای رسیدن به بازده انتظاری (مطلوب و جاذب سرمایه‌گذار) دارد.

قیمت فروش برق (نرخ خرید از نیروگاه) متغیری کلیدی است که می‌توان با اعمال تغییرات زیاد در آن، شاخص‌های مالی طرح را تا حد مطلوب و جاذب سرمایه‌گذار افزایش داد. به بیانی بهتر این مشوق به تنهایی می‌تواند ما را به هدف مطلوب خود نزدیک گرداند.

البته اگر بخواهیم افزایش نرخ ارز را داشته باشیم، قیمت خرید تضمینی باید افزایش بیشتری داشته باشد.

علاوه بر مشوق تعرفه‌های اشتراک یا خرید تضمینی که تاثیر بسیاری بر اقتصادی تر شدن پروژه دارد به طور کلی مشوق‌هایی که بر میزان مالیات پرداختی بنگاه اقتصادی – چه از طریق کوچک نمودن پایه مالیاتی و چه از طریق کاهش نرخ مالیاتی- اثر می‌گذارند (مانند بخشودگی موقت از مالیات، اعتبار مالیاتی تولیدکننده، کسر مالیات و اعتبار مالیاتی سرمایه‌گذار)، بیشترین اثرات را بر بهبود شاخص‌های مالی طرح از خود نشان می‌دهند که البته نسبت به قیمت تضمینی تاثیر کمتری دارد.

جدول(۱۲)- انواع تسهیلات مالی

۱	مبلغ ۸۰٪ سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از تولید، با بهره ۶٪ ، بدون تنفس و بازپرداخت ۵ ساله	Special Fund Energy[1]
۲	مبلغ ۸۰٪ سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از تولید، با بهره ۶٪ ، بدون تنفس و بازپرداخت ۷ ساله	
۳	مبلغ ۸۰٪ سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از تولید، با بهره ۶٪ و بازپرداخت ۵ ساله و تنفس ۲ ساله	
۴	مبلغ ۸۰٪ سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از تولید، با بهره ۱۴٪ ، بدون تنفس و بازپرداخت ۵ ساله	
۵	مبلغ ۸۰٪ سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از تولید، با بهره ۱۷٪ ، بدون تنفس و بازپرداخت ۵ ساله	
۶	مبلغ ارزش تجهیزات، با بهره ۱٪ ، بدون تنفس و بازپرداخت ۵ ساله	Interest Free Loan[2]
۷	مبلغ ۸۰٪ سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از تولید، با بهره ۴٪ ، بدون تنفس و بازپرداخت ۵ ساله	Grants or Loan Guarantees[3]
۸	اعطای کمک هزینه بلاعوض به میزان ۳۰٪ سرمایه‌گذاری ثابت و مخارج پیش از سرمایه‌گذاری	Loan Guarantees

منبع: گردآوری تحقیق

جدول (۱۳)- تحلیل حساسیت نیروگاه خورشیدی با اعمال مشوقها

ردیف	سناریوها	NPV (Million$)	IRR(%)	MIRR(%)	PPعادی سال	PPپویا سال
۱	مدل پایه	-۱۸۷۹۵۴۴,۰۲	۹/۳۷	۹/۳۷	۱۶/۴	ندارد
۲	تسهیلات مالی (۱)	-۱۸۷۳۸۹۱,۵	۹/۴۲	۹/۴۲	۱۶/۲	ندارد
۳	تسهیلات مالی (۲)	-۱۸۷۱۷۶۴,۴	۹/۴۴	۹/۴۴	۱۶/۱	ندارد
۴	تسهیلات مالی (۳)	-۱۸۷۰۴۰۱,۱	۹/۴۶	۹/۴۶	۱۶/۱	ندارد
۵	تسهیلات مالی (۴)	-۱۸۷۱۱۷۴,۲	۹/۴۵	۹/۴۵	۱۶/۱	ندارد
۶	تسهیلات مالی (۵)	-۱۸۷۰۳۱۴,۳	۹/۴۶	۹/۴۶	۱۶/۱	ندارد
۷	تسهیلات مالی (۶)	-۱۸۷۸۰۲۷,۲	۹/۳۸	۹/۳۸	۱۶/۳	ندارد
۸	تسهیلات مالی (۷)	-۱۸۷۴۹۵۰,۲	۹/۴۱	۹/۴۱	۱۶/۲	ندارد
۹	تسهیلات مالی (۸)	-۱۸۷۹۵۴۴,۰۲	۹/۳۷	۹/۳۷	۱۶/۴	ندارد

منبع: محاسبات تحقیق

---

1 - صندوق ویژه انرژی

2 - وام بدون بهره یا کم بهره

3 - ضمانت وام یا وام بلاعوض

از طرف دیگر مشوق‌هایی که بر سیستم تأمین مالی پروژه‌ها اثر می‌گذارند (مانند وام‌های بلندمدت کم بهره، وام‌های بدون بهره و ضمانت وام) اثر چندانی در بهبود شاخص‌های مالی طرح ندارند. اما اگر از منظری بالاتر به این مشوق‌ها نگریسته شود، در می‌یابیم که این دسته از مشوق‌ها بیش از آنکه بر تصمیم سرمایه‌گذار بر چگونگی اجرای پروژه اثر بگذارند بر تصمیم وی در زمینه اجرا یا عدم اجرا (ورود یا عدم ورود) به پروژه با توجه به آورده مورد نیاز اثرگذار است.

Resources:

1. (Chit Chian, H.2010, "The state of renewable energy in the world and Iran", Report of the Seminar on renewable energy development: the need to protect the environment and achieve sustainable development,2008 (in Persian)
2. Radpour, SR. Irankhah, A. Bagheri Moghaddam,N. Hashemi, S. J. (, "Role of Renewable Energy in energy portfolio of the country in 2025 Vision ", conference on management and optimization of energy consumption, Tehran(in Persian)
3. Kahrobaiyan, A. Porkhial,S. Zamzamian, A. Daraee, N. Nasiri, J. Zafranchy, MT. 2007 ("Renewable Energy", ministry of Energy, Renewable Energy Organization of Iran (SUNA) (in Persian)
4. Monshipour, S. Khalafi, F.(2008) “Introducing solar electric systems (photovoltaics) (Part I)", Journal of Renewable Energy Organization of Iran (SUNA message), second year, No. 9 (in Persian)
5. Monshipour, S. Khalafi, F.(2008) "Understanding solar electric systems (photovoltaics) (Part II)", the message SANA, 3rd year, No 10(in Persian)
6. Nezamivand Chegini, Sh. Bahar, Sh. Bakhsh Sarabi, S. 1388, "The potential of solar radiation survey in Iran", Journal of Renewable Energy Organization of Iran (SUNA message), Third Year, No. 13 (in Persian)
7. Yaghubi, M. Mokhtari, A. (2008) "Sustainable development with renewable energies in Iran", Shiraz University, Department of Mechanical Engineering(in Persian)
8. (the development of renewables in Spain), (2010), Journal of Renewable Energy Organization of Iran (SUNA message) , Fourth year, No 19(in Persian)
9. “Environmental sustainability Index”, (2011),Yale University
10. " Globle status report", (2010), Renewable Energy Policy Network For The 21th Century
11. “International Energy agency", (2011), clean energy progress report, June 2011
12. International Energy agency", (2011), Interaction of "Statistical Review of world Energy", (2011), BP magazine, Group chief executives introduction
13. http://www.dsireusa.org (Database of State Incentives for Renewables and

Agency)
14. http://www.ehow.com
15. www.greenrhinoenergy.com
16. www.geni.org (Global energy network institute)
17. http://www.irs.gov
18. http://www.wisegeek.com/what-is-a-tax-deduction.html