

"اول دفتر به نام ایزد دانا"

چالشهای مالی و سرمایه گذاری در مسیر احداث طرحهای انرژی خورشیدی در ایران و ارائه راهکارهایی برای کاهش یا حذف آنها

نگارش:

نوید ریاحی مهابادی^۱

اساتید راهنما:

دکتر محسن مهرآرا^۲

دکتر سجاد برخوردار^۳

^۱. دانشجوی دکتری تخصصی Ph.D. در رشته اقتصاد پولی - مالی دانشگاه تهران - تلفن: ۰۹۳۹۲۶۹۱۹۶۹ - ایمیل: navidriyahi@gmail.com

^۲. استاد اقتصاد دانشگاه تهران - تلفن: ۰۹۱۲۳۸۰۹۷۴۹ - ایمیل: mmehrara@ut.ac.ir

^۳. دانشیار دانشگاه تهران - تلفن: ۰۹۱۲۴۳۹۰۹۶۲ - ایمیل: barkhordari@ut.ac.ir

چکیده

گسترش بهره‌برداری از طرح‌های مرتبط با انرژی‌های سبز و بالاخص انرژی خورشیدی در کشورهای مختلف آسیایی با توجه به محدودیتهای موجود، به گونه‌ای متفاوت بوده است. این محدودیتهای طیف گسترده‌ای را شامل می‌شوند اما در این میان محدودیت مالی و سرمایه‌گذاری تنها عامل کلیدی و تعیین کننده است که براساس آن کشور تصمیم می‌گیرد طرح‌های انرژی خورشیدی خود را اجرا کند. این در شرایطی است که ناپایداری سوختهای فسیلی در عرصه زیست‌محیطی و اقتصادی بر کسی پوشیده نیست. شاید یکی از موانع عمده، سلطه بانکها بر سرمایه‌گذاری و تأمین مالی باشد. در شرایطی که بازار سرمایه در عرصه انرژی‌های تجدیدپذیر چندان پیشرفت نکرده است، بانکها تنها منبع تأمین مالی و سرمایه‌گذاری در این زمینه می‌باشند. مسئله مهم دیگر اینست که سرمایه‌گذاری در این پروژه‌ها بسیار پرریسک است و به طور متوسط، نرخ بازدهی کمی نسبت به سایر طرح‌های سرمایه‌گذاری دارند. از این رو سرمایه‌گذاران انگیزه چندان برای ورود به پروژه‌های انرژی خورشیدی ندارد. شناسایی این چالشها برای کاهش و حذف محدودیتهای سرمایه‌گذاری در عرصه انرژی خورشیدی ضروری و راهگشاست. در این مقاله چالشهای تأمین مالی و سرمایه‌گذاری در مسیر پروژه‌های مرتبط با انرژی خورشیدی در ایران، با توجه به شرایط منطقه‌ای و جهانی شناسایی شده و برخی راه‌حل‌های کاربردی ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: تأمین مالی انرژی خورشیدی، توسعه پایدار، انرژی پایدار، چالشهای سرمایه‌گذاری

طبقه بندی JEL: Q01- G23

Abstract

Nowadays using green energy, and in particular solar power is expanding and considering in most Asian countries. However, there is a wide spectrum of challenges and barriers regarding establishing and manipulating these projects. Among all these barriers, financial ones have a key role. Financial and investment climate determine whether countries begin using solar power or continue using pollutant energy resources, such as fossil fuels. On the other hand, nonrenewable energy resources are economically and environmentally unstable. One of the most important barriers to the way of establishment of solar power projects is the bank's domination of financing and funding projects in Iran. Also the stock market hasn't developed so much that could help fund new solar power projects in Iran. Banks are the main source of financing, for large-scale projects. Another important issue is investment in renewable energy projects is considered risky and investors usually have little motivation to enter this field. Renewable energy projects have a lower rate of return compared to conventional energy projects. We have tried to recognize these financial challenges in Iran and Asian countries, and then introduce solutions to reduce or eliminate the barriers to reach a better environmental, social, and economic state for the country region continent finally the whole world.

Key words: Financing solar energy, sustainable development, sustainable energy, investment challenges

JEL Classification: Q01, G23

۱. مقدمه:

علی‌رغم باور عمومی، انرژی تجدیدپذیر مترادف انرژی سبز یا انرژی سازگار با محیط‌زیست نیست. چراکه برخی از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر منتشر کننده آلاینده‌های زیست محیطی هستند (نظیر انرژی زیست توده). به همین دلیل است که صرف افزایش بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر خبر خوبی برای کاهش روند گرمایش زمین و سایر چالشهای زیست محیطی نیست، مگر اینکه از انواع غیر آلاینده انرژی-های تجدیدپذیر استفاده شود (انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی و...).

منطقه آسیا بزرگترین اقتصاد جهان با بالاترین نرخ رشد به شمار می‌آید و به این ترتیب آینده اقتصادی درخشانی در پیش رو دارد. جمعیت آسیا رو به رشد است و استانداردهای زندگی روز به روز در حال افزایش است. طبق آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۶، آسیا با مصرف حدود شش هزار و ششصد و دو (۶۶۰۲،۲) میلیون تن نفت و معادل آن از سایر اقسام انرژی، پرمصرف‌ترین قاره جهان به شمار می‌آید. لذا ایجاد منابع انرژی پایدار از ضروریات آینده این منطقه محسوب می‌گردد. این در حالی است که عمده انرژی در قاره آسیا از منابع سوختهای فسیلی تأمین می‌شود. تنها نکته‌ای که تقریباً تمامی کشورهای پنج قاره بر سر آن اتفاق نظر دارند، نیاز به اضافه کردن منابع انرژی سبز به سبد انرژی است.

کشورهای قاره آسیا هریک به نحوی در تلاش برای دستیابی به منابع انرژی تجدیدپذیر و بالخصوص انرژی‌های سبز هستند ولی با اینهمه همچنان از این منظر با سایر قاره‌ها فاصله زیادی دارند. قطعاً دلیل ایجاد چنین شکافی یک یا چند عامل محدود نیست ولی در این میان عوامل مالی تأثیر قابل توجهی دارد. ارزان‌تر و در دسترس بودن سوختهای فسیلی و اشتیاق سرمایه‌گذاران برای استحصال آن مهمترین عامل عدم موفقیت کشورهای آسیایی در مسیر گسترش انرژی‌های سبز و تجدیدپذیر بوده است. در این میان کشورهایی نظیر چین و هند گام‌های موثری برای تغییر این رویه برداشته‌اند. تأمین مالی پروژه‌های انرژی خورشیدی چالش اصلی بر سر راه احداث اینگونه طرحهای تأمین انرژی است. چراکه این طرح‌ها به طور چشمگیری سرمایه‌بر هستند و عمدتاً نیاز به استقرار در مقیاس گسترده دارد. و این در حالیست که بازارهای سرمایه و به خصوص مفهوم سرمایه خطرپذیر^۴ در عمده کشورهای آسیایی و به ویژه کشور ایران چندان گسترش نیافته است و تأمین مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری غالباً توسط بانکها صورت می‌گیرد. بدیهی است که در شرایط فعلی اقتصاد ایران و وجود رکود تورمی و کمبود منابع مالی برای سرمایه‌گذاری و بالخصوص بر روی استارت‌آپ‌ها و طرح‌های کم‌بازده، بانکها تمایل چندانی برای ورود به چنین پروژه‌هایی از خود نشان نمی‌دهند (چکیده آمارهای اقتصادی، ۱۴۰۱). در نتیجه عدم تأمین بودجه لازم موجب شده طرح‌های احداث نیروگاه‌ها و پروژه‌های تأمین انرژی برق با استفاده از انرژی خورشیدی چندان مورد توجه قرار نگیرد و حتی آن دست از افرادی که داعیه حمایت از محیط زیست و سیاره زمین را دارند نیز بعد از مدتی انگیزه‌های خود را از دست می‌دهند. در ایران توسعه و به روزرسانی نیروگاه‌های مبتنی بر سوختهای فسیلی نسبت به احداث طرح‌های سرمایه‌بر خورشیدی بسیار کم‌هزینه‌تر و اقتصادی‌تر است و از این رو گزینه بهتری برای سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود. این شرایط موجب شده گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر سازگار با محیط زیست تا زمانی نامعلوم در آینده به تعویق بیوفتد. در این میان اثرات مخرب سوختهای فسیلی برای سلامت، محیط‌زیست و اقتصاد به طور کلی نادیده گرفته می‌شود.

با اینهمه می‌توان با استفاده از ابزارهای متعددی با این محدودیتها مواجه شد. برخی از این ابزارهای مالی شامل راه‌حل‌های مالی غیربانکی و ابزارهایی نظیر اوراق سبز^۵، اعتبارپژوهی سبز^۶ و تأمین مالی اجتماع محور^۷ می‌باشد.

^۴. Venture capital

^۵. Green bonds

^۶. Green credit rating

^۷. Community based financing

۲. وضعیت کلی کشورهای آسیایی

قاره آسیا قاره‌ای همگن نیست و به مناطق مختلف و زیرمناطق مختلف (از جمله غرب و جنوب غرب آسیا، آسیای شرقی و ...) تقسیم‌بندی می‌شود و از این رو کشورهای مختلف از نقطه نظر درجه توسعه‌یافتگی زیرساختها، پیشرفته بودن صنعتی و علمی، منابع انسانی متخصص و کارآزموده و ابزارهای مالی ضروری برای آغاز پروژه‌های انرژی خورشیدی با هم تفاوت عمده دارند.

وجود این عوامل نقش عمده‌ای در اولویت‌بندی پروژه‌های انرژی خورشیدی دارد و موجب شده ضرورتی برای گذار به انرژی‌های سبز از سوی عمده کشورهای آسیایی مشاهده نگردد. این واقعیت در آماری که از سبد انرژی کشورهای آسیایی گردآوری شده نیز به وضوح قابل مشاهده است. همانطور که انتظار می‌رود عمده انرژی کشورهای آسیایی از سوختهای فسیلی تأمین می‌شود. جدول ۱، ترکیب انرژی بخشهای مختلف قاره آسیا که بزرگترین منطقه تولید و صادرکننده سوختهای فسیلی یعنی خاورمیانه و بزرگترین مصرف‌کننده آن یعنی آسیا و اقیانوسیه را نیز در بر می‌گیرد، نشان می‌دهد.

فارغ از اینکه کدام بخش از قاره پهناور آسیا را مورد بررسی قرار دهیم و جدا از وسعت سرزمین، جمعیت، درآمد و سطح توسعه یافتگی اقتصادی، سهم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (چه آلوده کننده محیط زیست و چه انرژی‌های سبز) بسیار ناچیز است.

	نفت	گاز	زغالسنگ	انرژی هسته‌ای	انرژی برق آبی	تجدیدپذیرها	مجموع انرژی تجدیدپذیر	مجموع مصرف	درصد انرژی تجدیدپذیر
آسیا و اقیانوسیه	۱,۵۰۱/۸	۶۰۹/۱	۲,۷۰۸/۶	۱۰۵/۹	۳۵۸/۲	۱۳۶/۷	۴۹۴/۹	۵,۴۲۰/۳	۹/۱۳
آسیای مرکزی	۲۲/۷	۸۴/۸	۳۶/۶	۰	۴/۸	۰/۱	۴/۹	۱۴۸/۹	۳/۲
خاورمیانه	۴۵۹/۰	۴۹۹/۰	۴۷/۷	۱/۴	۱۹/۹	۵/۹	۳۵/۸	۱,۰۳۳/۰	۳/۴۶
کل آسیا	۱,۹۸۷/۲	۱,۱۹۲/۹	۲,۷۹۲/۹	۱۰۷/۳	۳۸۲/۹	۱۴۲/۷	۵۳۵/۶	۶,۶۰۲/۰	۸/۱۱

جدول ۱- مصرف انرژی در آسیا در سال ۲۰۲۰^۸

در جدول ۲ مصرف انرژی در برخی از کشورهای آسیایی از جمله ایران را در سال ۲۰۲۰ مشاهده می‌کنیم. برخی از کشورها نظیر ویتنام با وجود وسعت کم، در سبد انرژی خود سهم بیشتری از انرژی‌های تجدیدپذیر دارند اما این مقدار همچنان برای از گردونه خارج کردن سوختهای فسیلی کافی نیست.

	نفت	گاز	زغالسنگ	انرژی هسته‌ای	انرژی برق آبی	تجدیدپذیرها	مجموع انرژی تجدیدپذیر	مجموع مصرف	درصد انرژی تجدیدپذیر
چین	۵۷۸/۷	۱۸۹/۳	۱,۸۸۷/۶	۴۸/۲	۲۶۳/۱	۸۶/۱	۳۴۹/۲	۳,۰۵۳/۰	۱۱/۴۳
هند	۲۱۲/۷	۴۵/۱	۴۱۱/۹	۸/۶	۲۹/۱	۱۶/۵	۴۵/۶	۷۲۳/۹	۶/۲۹
اندونزی	۷۲/۶	۳۳/۹	۶۲/۷	-	۳/۳	۲/۶	۵/۹	۱۷۵/۰	۳/۳
ایران	۸۳/۸	۱۸۰/۷	۱/۷	۱/۴	۲/۹	۰/۱	۳/۰	۲۷۰/۷	۱/۱۰
ژاپن	۱۸۴/۳	۱۰۰/۱	۱۱۹/۹	۴/۰	۱۸/۱	۱۸/۸	۳۶/۹	۴۴۵/۳	۸/۲۸
پاکستان	۲۷/۵	۴۰/۹	۵/۴	۱/۳	۷/۷	۰/۴	۸/۱	۸۳/۲	۹/۷

^۸ . The BP Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/2020>

عربستان سعودی	۱۶۷/۹	۹۸/۴	۰/۱	-	-	-	-	۲۶۶/۵	۰/۰
سنگاپور	۷۲/۷	۱۱/۳	۰/۴	-	-	۰/۲	۰/۲	۸۴/۱	۰/۲۳
جمهوری کره	۱۲۲/۱	۴۰/۹	۸۱/۶	۳۶/۷	۰/۶	۴/۳	۴/۹	۲۸۶/۲	۱/۷۱
ترکیه	۴۱/۲	۳۷/۹	۳۸/۴	-	۱۵/۲	۵/۲	۲۰/۴	۱۳۷/۹	۱۴/۷۹
ویتنام	۲۰/۱	۹/۶	۲۱/۳	-	۱۳/۷	۰/۱	۱۳/۸	۶۴/۸	۲۱/۲۹

جدول ۲- مصرف انرژی در کشورهای منتخب آسیا در سال ۲۰۲۰^۹

اعداد ارائه شده وضعیت موجود را نشان می‌دهد و تلاش کشورهای آسیایی را برای کاهش سهم سوخت‌های فسیلی و افزایش بهره‌برداری از انرژی تجدیدپذیر و سوخت هسته‌ای در نظر نمی‌گیرد. بخشی از این تلاش‌ها حاصل فعالیتهای سازمانهای مردم‌نهاد و برخی دیگر در نتیجه تعهداتی است که کشورها در نتیجه عضویت در سازمانهای همچون ASEAN^{۱۰} و APEC^{۱۱} بر عهده دارند. برای نمونه، همانگونه که در اعلامیه رهبران اقتصادی APEC در سال ۲۰۱۴ تصریح گردیده، سهم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در میان کشورهای عضو تا سال ۲۰۳۰ می‌بایست به ۲ برابر افزایش پیدا کند. به هر ترتیب تأثیر کلی چنین سیاستهایی بیش از حد واقع نشان داده می‌شود. چراکه سهم منابع انرژی تجدیدپذیر سبز و آلوده کننده محیط زیست در کشورهای عضو APEC تا سال ۲۰۱۶ حدود ۱۱/۸ درصد بوده که این عدد شامل اعضای غیر آسیایی APEC یعنی کانادا، شیلی، مکزیک، پرو و ایالات متحد نیز می‌باشد. در این راستا برخی کشورهای آسیایی ابتکار عمل را بدست گرفته‌اند. همچون کشورهای هند و چین که دستاوردهای قابل توجهی را در گسترش سهم تجدیدپذیرها از سبد انرژی خود کسب کرده‌اند. به عنوان نمونه، کشور چین در مدت زمان کوتاهی به بزرگترین تولیدکننده توربین‌های بادی و صفحات خورشیدی تبدیل شده است (Pham, 2017). چین همچنین در سال ۲۰۱۶ برای تبدیل شدن به بزرگترین تولیدکننده انرژی تجدیدپذیر از سایر کشورهای آسیایی سبقت گرفته است (The BP Statistical Review of World Energy).

در مجموع، آسیا عرصه اصلی رشد بلندمدت انرژی‌های سبز تجدیدپذیر و مشخصاً انرژی خورشیدی محسوب می‌شود. منطقه آسیا و اقیانوسیه تاکنون در این حوزه پیشتاز بوده است. به نحوی که ۶۰ درصد از رشد جهانی تولید انرژی خورشیدی مربوط به این منطقه می‌باشد (The BP Statistical Review of World Energy).

۳. موانع و محدودیتهای مالی

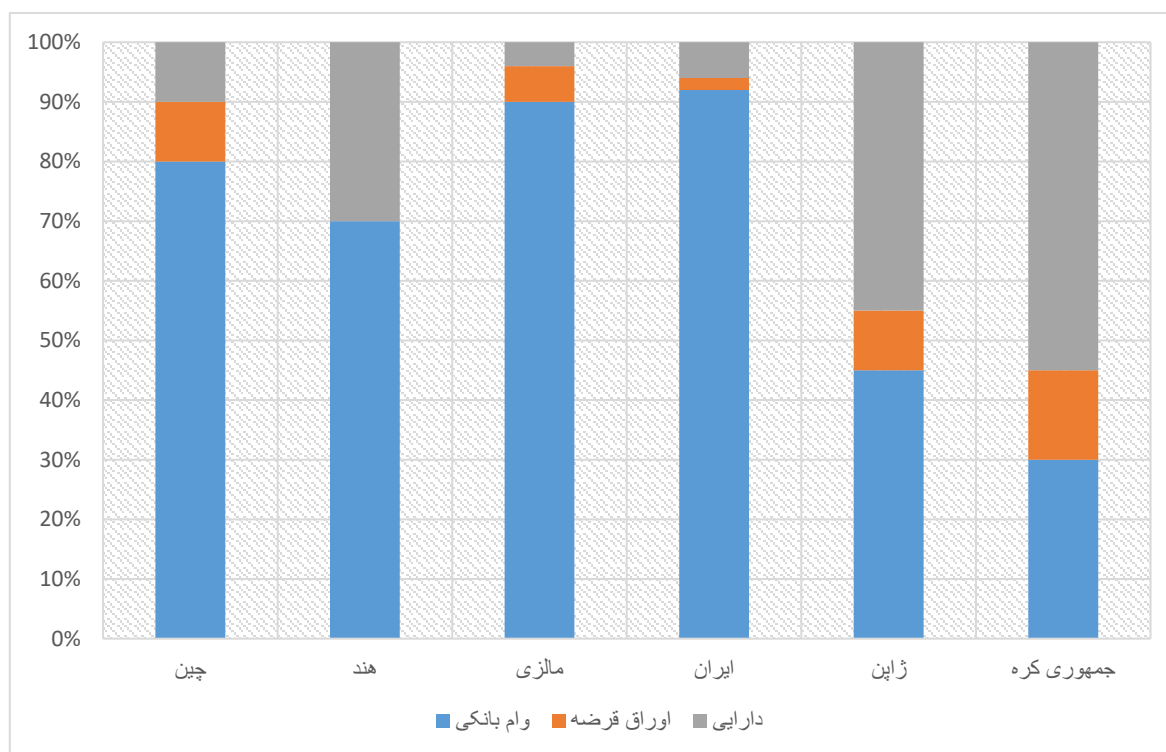
موانع مالی مهمترین محدودیت در مسیر اجرای پروژه‌های انرژی خورشیدی می‌باشد. با وجود اینکه به طور کلی ماهیت موانع مالی در کشورهای مختلف متفاوت است ولی در کشورهای آسیایی، غلبه تأمین مالی بانکی بر سایر روش‌ها ضعف عمده محسوب می‌شود. در کشور ایران نیز این اشکال مهم وجود دارد که تأمین مالی پروژه‌های کلان اقتصادی یا توسط بانکهای تجاری با نرخ سود بالا و یا توسط دولت صورت می‌گیرد (مرکز پردازش اطلاعات مالی ایران، ۱۴۰۲). این عامل انگیزه و خلاقیت را از سرمایه‌گذاران سلب می‌کند. همچنین وجود چنین نظام مالی مانع از توسعه بازارهای سرمایه کارآمد و در نتیجه دسترسی به سرمایه‌های خطرپذیر می‌شود. یاشیرو و تقی‌زاده حصارای نیز در مطالعه‌ای به ابعاد وسیع سرمایه‌گذاری بانکی در آسیا پرداخته‌اند (Yoshino, N., and Taghizadeh-Hesary, F, December 2014). در این

^۹. <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review>

^{۱۰}. اتحادیه کشورهای جنوب شرق آسیا

^{۱۱}. سازمان همکاری‌های اقتصادی آسیا-پاسفیک

مطالعه سهم و ترکیب اجزای بازارهای مالی در کشورهای منتخب آسیایی مشخص شده است. ما نیز برای مقایسه بهتر سهم بخش‌های متلف بازارهای مالی در ایران را به این ارقام افزوده‌ایم و نمای کلی در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱- سهم دارایی، اوراق قرضه و وام بانکی به درصد^{۱۲}

با توجه به شکل، اگرچه سهم سیطره وام بانکی در میان ۶ کشور منتخب آسیایی متفاوت است، این ویژگی در نظام مالی دو کشور بزرگ و در حال رشد آسیا یعنی چین و هند و نیز کشور مالزی کاملاً نمایان است. در مقابل، کشورهای توسعه یافته ژاپن و جمهوری کره نظام مالی پیشرفته‌تری دارند و وام‌های بانکی در تأمین مالی پروژه‌های سرمایه‌بر سهم کمتری دارد. این یعنی بازار سرمایه توسعه یافته‌ای که تنها محدود به وام‌های بانکی نیست.

وام‌های بانکی مناسب تأمین مالی پروژه‌های با افق زمانی کوتاه تا متوسط است چراکه منبع تأمین این وام‌های سپرده‌های بانکی است که معمولاً در بازه‌های زمانی کوتاه و متوسط در اختیار بانک قرار دارند. (سپرده‌های بانکی اغلب ۱ تا ۲ سال و حداکثر ۵ سال نزد بانک سپرده می‌شود. مواردی که سپرده‌های بیش از ۵ سال نزد بانک نگهداری شود نادر است). به این ترتیب اگر بانک اعتبارات خود را در اختیار پروژه‌های بلندمدت نظیر ساخت پل‌ها، بنادر، فرودگاه و یا ابرپروژه‌های انرژی نظیر نیروگاه خورشیدی قرار دهد دچار ناترازی قابل توجه در حسابهای خود می‌شود. شرکت‌های بیمه و صندوق‌های بازنشستگی جایگزین بسیار مناسبی برای وام‌های بانکی در تأمین مالی پروژه‌های زمان‌بر و دیربازده انرژی خورشیدی هستند (پایگاه خبری اتاق بازرگانی، صنایع معادن و کشاورزی ایران، ۱۴۰۲).

چون بانکها منبع اصلی تأمین مالی طرح‌های خورشیدی هستند، اجرا و عدم اجرا و نحوه و کیفیت اجرای آنها را نیز تعیین می‌کنند. و چون اعتبارات بانک کوتاه مدت هستند، بانکها عمدتاً به سراغ پروژه‌های کوچک و کوتاه مدت انرژی خورشیدی می‌روند که این خود دلیلی بر عدم

^{۱۲} . Source: Shigesuke Kashiwagi, Nomura Holdings Inc., FSA Financial Research Center International Conference, Tokyo, Japan

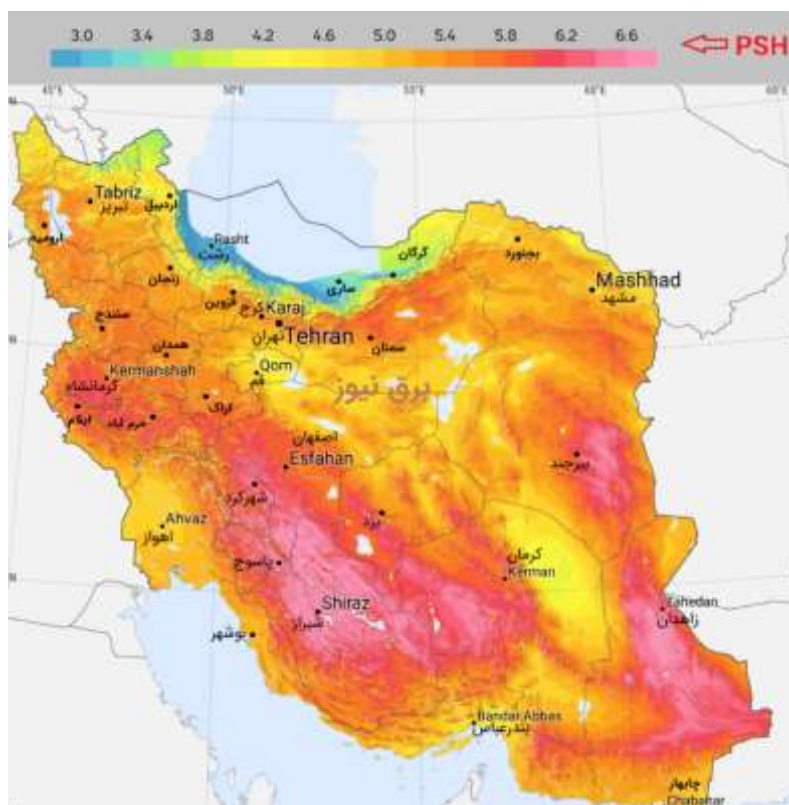
گسترش طرح‌های عظیم انرژی خورشیدی در ایران است. به این ترتیب سیاست‌گذاری کلان اقتصادی به جای توجه به نیازهای زیست‌محیطی، منابع تأمین انرژی را براساس منافع خود دیکته و تعیین می‌کند.

در دل چنین بازار محدود مالی، دسترسی به منابع برای تأمین مالی پروژه‌های خورشیدی به واسطه ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران عمده یعنی بانکهای تجاری محدودتر نیز شده است. فقدان سرمایه‌های ریسک‌پذیر مشکلات عمده‌ای را برای کسب و کارهای نوپا، شرکت‌های کوچک و متوسط مقیاس و استارت‌آپ‌ها و همچنین طرح‌های کلان انرژی خورشیدی ایجاد کرده است (Yoshino, N., and Taghizadeh, Hesary, F, December 2014). احتیاط بانکها بعد از بحران مالی ۱۹۹۶ آسیا بیشتر نیز شده است. به همین دلیل بانکها به ندرت اعتبارات خود را در اختیار طرح‌های نوین و دیربازده قرار می‌دهند، حتی اگر این طرح‌ها دارای توجیه اقتصادی و بازدهی مناسب باشند و در صورت اجرایی شدن نقش مهمی را در توسعه فعالیتهای اقتصادی و افزایش تولید ملی ایفا کنند. در این میان استارت‌آپ‌ها با موانع بیشتری در مسیر دریافت اعتبار از بانک مواجه هستند و بر اساس سند سوم بازل درمورد کفایت سرمایه بانکها^{۱۳} پروژه‌های خطرپذیرتر به مراتب بیشتری نیز در پیش رو دارند.

بنا بر دلایل عدیده، یکی از مهمترین طرح‌های پرریسک طرح‌های انرژی خورشیدی هستند. این دلایل شامل ریسک تکنولوژی می‌شود (به دلیل جدید بودن فناوری‌های مرتب و عدم بهره‌برداری از آنها در سطح کلان و غیرقابل اطمینان بودن). این در حالی است که فناوری‌های مرتب با انرژی خورشیدی در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده قرار گرفته و کارایی خوبی از خود نشان داده است.

یکی دیگر از چالش‌های مالی طرح‌های انرژی خورشیدی از ماهیت متناوب این انرژی ناشی می‌شود. به این معنی که طبیعت ذاتی این انرژی قابل اتکا نیست و به سختی می‌تواند به عنوان منبعی پایدار برای تأمین برق شبکه مورد استفاده قرار بگیرد و همین امر موجب می‌شود که استحصال و استفاده از انرژی خورشیدی نیازمند استفاده از تجهیزات پیشرفته باشد. به این ترتیب حتی اگر قیمت خود تجهیزات هم مناسب باشد بهره‌برداری از این تجهیزات گران تمام خواهد شد. نور خورشید در تمامی روزهای سال در دسترس نیست و به همین جهت نمی‌توان از آنها به عنوان منابع اصلی و پایه تأمین انرژی استفاده کرد. از طرفی بخشهایی از کشور ایران که روزهای آفتابی بیشتری دارند اغلب در نقاط دور دست واقع شده‌اند و همین موضوع هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری از نیروگاه‌های خورشیدی، و همچنین انتقال برق به مناطق شهری و مرکزی را بالا می‌برد (برق نیوز، ۱۴۰۲). اغلب برای حل این مشکل و برطرف کردن شکاف، از منابع تولید انرژی برق فسیلی به عنوان پشتیبان نیروگاه‌های خورشیدی استفاده می‌شود. بدیهی است نصب ژنراتورهای فسیلی برای تأمین برق در محل نیروگاه‌های خورشیدی هزینه مازادی به این طرح‌ها تحمیل می‌کند. همچنین ژنراتورهای فسیلی آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجاد می‌کنند که خود در بلندمدت برای منطقه هزینه‌های اقتصادی و محیط زیستی به همراه دارد.

^{۱۳} Basel capital requirements



شکل ۲- نقشه پتانسیل تابشی مناطق مختلف کشور ایران ۱۴۰۲

همانطور که شکل ۲ مشاهده می شود بر اساس شاخص PSH^{15} پتانسیل تابشی در مناطق شهری و مرکزی کمتر از نقاط دور دست می باشد. یکی دیگر از محدودیتها، نرخ بازدهی کمتر انرژی خورشیدی در مقایسه با سوختهای فسیلی است. این موضوع را می توان از جوانب مختلف بررسی کرد. به عنوان نمونه می توان به هزینه های بالای بهره برداری از طرح های خورشیدی، هزینه بالای تولید برق به وسیله نیروگاه خورشیدی و کاهش قدرت رقابت با سوختهای فسیلی و همچنین محدود بودن حمایت های دولتی برای بهره برداری از طرح های انرژی خورشیدی اشاره کرد (ساتبا، ۱۴۰۲). با اینهمه بر اساس گزارش سازمان بین المللی انرژی (IEA, 2023) رشد چشمگیر استفاده از انرژی خورشیدی در اقصی نقاط جهان نشان دهنده افزایش مزیت های بهره برداری از طرح های انرژی خورشیدی در مقایسه با سوخت های فسیلی است. این سازمان همچنین گزارش داده رقابت پذیری انرژی خورشیدی در کشورهای آسیایی نظیر چین، هند و امارات متحده عربی در حال افزایش است. بر همین اساس نیاز است تا سیاست های جدیدی در ایران اعمال گردد تا بانک های ریسک گریز ایران، با تشریفات کمتر و سازوکاری آسان تر طرح های انرژی خورشیدی در ایران را تأمین مالی کنند.

به این ترتیب با توجه به هزینه های بالای تأسیس و استفاده از انرژی خورشیدی و همچنین عدم پذیرش جامعه سرمایه گذاری و بالاخص بانک های تجاری برای همکاری در تأمین مالی این طرح ها، محدودیت های مالی مهمترین مانع بر سر راه انرژی خورشیدی در ایران محسوب می شود. بر این اساس نیاز است انگیزه های محیط زیستی بر انگیزه های اقتصادی سرمایه گذاران برتری یابد تا هزینه مورد نیاز برای استقرار تجهیزات پیشرفته انرژی خورشیدی که اغلب یا به در دسترس نیست و یا خرید و نصب آنها بسیار هزینه بر است، تأمین گردد.

^{۱۴} . <https://barghnews.com/>

^{۱۵} . Peak sun hours

۴. دسترسی به فناوری روز

دسترسی به تجهیزات پیشرفته انرژی خورشیدی در بسیاری از کشورهای آسیایی از جمله ایران محدود است. همچنین تولیدکنندگان منطقه‌ای این تجهیزات نیز به جز در برخی کشورها نظیر ژاپن، چین تایپه، کره جنوبی و جمهوری خلق چین، در اکثر کشورهای آسیایی با محدودیتهای زیادی مواجه هستند. به این ترتیب کشورهایی نظیر هند و ایران که ظرفیتهای صنعتی بالایی دارند و تاحدی موفق شده‌اند تولید تجهیزات انرژی خورشیدی را در داخل کشور بومی‌سازی کنند، عمدتاً برای تأمین این تجهیزات با فناوری روز به واردات متکی هستند. همین مسئله موجب شده هزینه‌های تولید برق بر پایه انرژی خورشیدی در کشور ایران بالا باشد، بالاخص در مورد پروژه‌های با مقیاس گسترده (Sarkar, 2017).

نکته مهم دیگر اینست که هزینه گذار از سوخت فسیلی به انرژی خورشیدی حتی برای کشورهای تولیدکننده تجهیزات خورشیدی و پیشرفته صنعتی نیز بالاست و این مسئله در مورد ایران بسیار چشمگیر است. چراکه گزینه سوختهای فسیلی با هزینه کمتر همچنان در دسترس است. مورد اخیر برای این کشورها به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است. به این ترتیب با وجود آلودگی برای محیط زیست و مشکلات جهانی و منطقه‌ای، بسیاری از کشورها همچنان ترجیح می‌دهند سوختهای فسیلی را به عنوان منبع پایه و اولیه تولید انرژی برق مورد استفاده قرار دهند (C Shearer, N Ghio, L Myllyvirta, A Yu, T Nace, 2017).

۵. برخی مسائل مالی مرتبط

علاوه بر عامل مالی ذکر شده که مهمترین مانع بر سر راه توسعه طرح‌های انرژی خورشیدی در ایران محسوب می‌شود، برخی از ملاحظات مالی دیگر هم بر تصمیمات اثر سوء دارد، نه تنها در ایران و کشورهای آسیایی با درآمد پائین بلکه در کشورها صنعتی و پیشرفته. یکی از این عوامل هزینه بالای واقعی یا احتمالی جایگزینی ژنراتورهای بر پایه سوختهای فسیلی (نظیر نفت، گاز، زغالسنگ) با انرژی سبز است، به نحوی که استفاده از سوختهای فسیلی برای تولید برق در بخشهای صنعتی، تجاری، کشاورزی، خدمات، حمل و نقل و خانوار به طور چشمگیری کاهش پیدا کند. بر این اساس، نگرانی اصلی هزینه‌های اولیه است که اغلب برای ژنراتورهای فسیلی ارزانتر است. این شاهد مهمترین عامل بازدارنده در ایران و سایر کشورهای آسیایی باشد. چراکه افزایش هزینه‌های تأمین برق بر پایه انرژی خورشیدی به طور قطع قیمت کالاها و خدمات تولید شده در چرخه اقتصادی را افزایش داده و علاوه بر تأثیر بر بازارهای داخلی، توان رقابتی کشور را در بازارهای صادرات نیز کاهش می‌دهد.

در نتیجه، این مسئله نه تنها بر کشورهای با درآمد پائین و واردکننده تکنولوژی بلکه بر کشورهای صنعتی نیز تأثیرگذار است. به نحوی که کشورهای کره جنوبی و ژاپن با در اختیار داشتن ظرفیتهای بالای تولید تجهیزات انرژی خورشیدی، هزینه‌های اولیه اجرای این طرح‌ها را بسیار مدنظر قرار می‌دهند. حادثه نیروگاه فوکوشیما در ژاپن در سال ۲۰۱۱ این نگرانی را آشکار کرد. بعد از تعطیلی نیروگاه فوکوشیما که حدود ۳۰ درصد از انرژی برق کشور ژاپن را تأمین می‌کرد و همچنین پس از کاهش ۱۱ درصدی مصرف انرژی ناشی از عوامل جمعیت شناختی (نظیر نرخ زاد و ولد منفی و کاهش جمعیت و افزایش میانگین سنی)، کشور ژاپن برای تأمین انرژی جایگزین به طور قابل توجهی به سراغ سوختهای فسیلی رفت. و همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، در این بازه زمانی تغییر چشمگیری در استفاده از انرژی خورشیدی و سایر انرژی‌های سبز به وجود نیامد.

سال	نفت	گاز	زغالسنگ	انرژی هسته‌ای	برق آبی	تجدیدپذیرها	کل مصرف انرژی
۲۰۱۰	۲۰۰/۳	۸۵/۱	۱۲۳/۷	۶۶/۲	۲۰/۶	۷/۲	۵۰۳/۰
۲۰۱۶	۱۸۴/۳	۱۰۰/۱	۱۱۹/۹	۴/۰	۱۸/۱	۱۸/۸	۴۴۵/۳

جدول ۳- مصرف انرژی در ژاپن در سالهای ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ معادل میلیون تن مصرف نفت (MTOE)^{۱۶}

با در نظر گرفتن تجربه کشور ژاپن، هزینه اولیه بالا سواتانی را درمورد تصمیم دولت ژاپن پیرامون جایگزین کردن انرژی خورشیدی با گاز طبیعی مایع و تجدیدپذیرها طی چند دهه آینده مطرح کرد (Korea's nuclear phase-out policy takes shape, 2019). از آنجایی که این تصمیم به لحاظ فنی قابل دستیابی است به نظر می‌رسد مصرف انواع سوخت‌های فسیلی آلاینده در این کشور کاهش خواهد یافت ولی سهم انرژی خورشیدی و سایر اقلام انرژی‌های سبز جایگزین در این بین کم خواهد بود و به نظر می‌رسد بیشترین سهم به مصرف گاز طبیعی مایع که ارزان‌تر است تعلق خواهد گرفت.

در این میان کشور ایران احتمالاً دغدغه‌های بیشتری نیز در این زمینه خواهد داشت. یکی از مهمترین آنها فقدان ابزارهای مالی داخلی مکفی و همچنین عدم دسترسی به فناوری‌های روز برای احداث پروژه‌های عظیم انرژی خورشیدی است. در این مورد می‌توان علاوه بر استفاده از اعتبارات خارجی، احداث طرح‌های با مقیاس کوچک که می‌توان آنها را با هزینه‌های پائین اجرایی کرد را مورد توجه قرارداد. به عنوان نمونه می‌توان به وام ۲۰۰ میلیون دلاری بانک توسعه آسیایی^{۱۷} به هیئت مدیره شرکت برق سیلون بزرگترین تأمین کننده برق سری لانکا برای احداث اولین نیروگاه بادی ۱۰۰ مگاواتی این کشور اشاره کرد.

۶. هزینه عدم جایگزینی برق فسیلی با تجدیدپذیرها

گسترش سهم انرژی تجدیدپذیر و به خصوص انرژی خورشیدی در تأمین انرژی کشور مسئله‌ای است که کشور ایران و تمامی کشورهای جهان می‌بایست مدنظر قرار دهند. اگرچه با توجه به وضعیت موجود یعنی سلطه سوخت‌های فسیلی در ترکیب انرژی کشور ایران قطعاً هزینه‌های چشمگیری را در آینده اقتصاد و محیط زیست کشور به همراه خواهد داشت. این هزینه‌های می‌تواند آبی، کوتاه، میان یا بلندمدت باشند. گرمایش زمین نمونه آشکاری از خسارتی است که انتشار گازهای گلخانه‌ای بدلیل مصرف عمده سوخت‌های فسیلی که منتشر کننده گاز کربن دی اکسید هستند، طی دو قرن گذشته می‌باشد. اگرچه همواره هزینه‌های اقتصادی در مقایسه با هزینه‌ها و مخاطرات زیست محیطی بسیار بیشتر مورد توجه بوده‌اند، ولی باید دانست که این دو مقوله از یکدیگر جدا نیستند و هزینه‌های محیط زیستی قطعاً هزینه‌های اقتصادی در بر خواهد داشت. بسیاری از تحقیقات و گزارش‌های منتشر شده جنبه‌های مستقیم و غیرمستقیم اثرات منفی این پدیده بر اقتصاد را مورد بررسی قرار داده‌اند که یکی از مهمترین آنها توسط هیئت بین دولتی تغییر اقلیم^{۱۸} انجام گرفته است. جدیدترین نسخه این ارزیابی تحت عنوان "اثرات، سازگاری و آسیب-پذیری"^{۱۹} در ماه فوریه سال ۲۰۲۲ منتشر شده است (IPCC, 2022). این گزارش به جنبه‌های گوناگون مخرب استفاده از سوخت‌های فسیلی پرداخته که ما در اینجا تنها چند مورد را عنوان می‌کنیم.

^{۱۶}. BP (2012) The BP Statistical Review of World Energy, p. 41. https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_at/pdfs/20120620_statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf;

BP (2017) The BP Statistical Review of World Energy, p. 9.

<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>.

^{۱۷}. Asian Development Bank

^{۱۸}. Intergovernmental panel on climate change (IPCC)

^{۱۹}. Impacts, Adaptation, and Vulnerability

گرمایش زمین به طرق مختلف بر کشاورزی اثرات سوء خواهد داشت. اولین مورد کاهش آبهای شیرین زمین به دلیل تسریع در تبخیر و خشکسالی که در نهایت به کمیابی منابع آب و افزایش هزینه‌های آبیاری منجر می‌شود. مورد دیگر افزایش طول عمر حشراتی است که افت محصولات کشاورزی هستند. همین دو مورد هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی مورد نیاز برای تأمین خوراک روزانه ساکنین شهرها را تا حد زیادی افزایش می‌دهد. همچنین هزینه تولید مواد اولیه صنایع و هزینه‌های واسطه تولیدات را افزایش می‌دهد و منجر به تحمیل هزینه‌های مازاد بر جوامع می‌شود و همین امر موجب کاهش رقابت‌پذیری می‌گردد.

افزایش سطح آب دریاها نواحی ساحلی کشورهایی که با آبهای آزاد مرز مشترک دارند را دچار مشکلات عدیده می‌کند. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. بحران افزایش سطح آب دریاها مناطق مسکونی، زیرساختها و بخشهای صنعتی و تجاری را تحت تأثیرات منفی قرار می‌دهد. اگر اقدام جدی برای مقابله با این بحران صورت نگیرد تا سال ۲۰۵۰ تمامی مناطق ساحلی آسیا به طور جدی آسیب می‌بینند. همچنین بر اساس گزارش سازمان ملل متحد جان حدود ۱۰۰ میلیون نفر در آسیا به خطر می‌افتد (Global Environment Outlook GEO-6: Regional Assessment for Asia and the Pacific, 2016).

به طور خلاصه، موانع مالی به طور قطع مانع گسترش انرژی خورشیدی می‌شود که قطعاً فشار مالی زیادی را در آینده بر کشور تحمیل می‌کند. این فشار در طول زمان در نتیجه خسارات وارد آمده به محیط زیست در پی مصرف سوختهای فسیلی چندین برابر خواهد شد. به این ترتیب ارتباط مستقیمی میان خسارات زیست محیطی و فشار مالی در کشور ایران وجود دارد.

۷. اقدامات ممکن برای غلبه بر موانع مالی

با وجود اینکه موانع مالی بسیار چشمگیر و مهم هستند اما از طریق برخی اقدامات می‌توانند کاهش یافته و حتی از بین بروند. عمده این اقدامات بر تأمین مالی غیربانکی متمرکز است. از جمله این موارد می‌توان به قیمت‌گذاری کربن، تأمین مالی فناوری سبز و تأمین مالی جامعه-محور اشاره کرد.

۷-۱ سازوکارهای سرمایه‌گذاری و تأمین مالی انرژی خورشیدی

تأمین مالی انرژی خورشیدی از دو منظر می‌تواند مورد توجه قرار بگیرد. اول اینکه می‌تواند در کاهش خسارات زیست‌محیطی نقش مهمی ایفا کند، به خصوص در کاهش تأثیر منفی تغییرات اقلیمی بر اقتصاد و جوامع انسانی. براساس گزارش هیئت بین دولتی تغییرات اقلیمی IPCC تغییرات اقلیمی خطرات موجود را تشدید کرده و برای زیستگاه‌های انسانی و طبیعی خطرات جدیدی ایجاد می‌کند. بعد از بررسی‌های انجام شده و سنجش راهکارهای ممکن برای مقابله با تغییرات اقلیمی، حمایت‌های مالی و اقتصادی یکی از مهمترین راهکارها شناخته شده است.

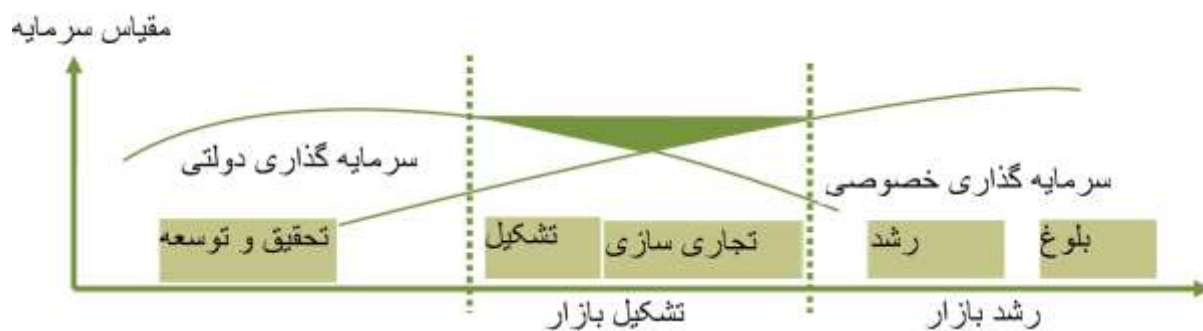
دوم اینکه تأمین مالی طرح‌های انرژی خورشیدی می‌تواند ضریب رشد انرژی‌های سبز را بالا ببرد. از آنجایی که اخیراً رشد انرژی‌های سبز بخش مهمی از رشد اقتصادی محسوب می‌شود - که ترکیبی از پایداری زیست‌محیطی و رشد اقتصادی است - تأمین مالی انرژی خورشیدی می‌تواند سرمایه مورد نیاز برای صنعت انرژی خورشیدی و تشکیلات مرتبط با آن را فراهم کند.

نقش دولت در این زمینه اهمیت زیادی دارد. دولت می‌بایست طرح‌های انرژی خورشیدی را در مراحل اولیه مورد حمایت مالی قرار دهد. نظر به اینکه دولت ایران محدودیتهای مالی و همچنین قوانین دست و پا گیر و بروکراسی فراوانی دارد، احتمالاً حمایت مستمر و کرامت از سمت دولت چندان عملی نیست. تحت این شرایط دولت می‌بایست ابزارهای تأمین مالی و سرمایه‌گذاری نوینی را مرتبط با بخش خصوصی معرفی کند. به علاوه از نقطه نظر سرمایه‌گذاری خصوصی، تأمین مالی دیون^{۲۰} از سمت بانک گونه مناسبی از سرمایه‌گذاری خصوصی به حساب نمی‌آید. دلیل آن هم اینست که بانکها مسئول تضمین اصل سپرده‌ها هستند در نتیجه قادر به سرمایه‌گذاری با استفاده از ابزارهای پرریسک و

^{۲۰} Debt financing.

خطرپذیر نیستند. به این ترتیب دولت می‌بایست فضایی برای شکل‌گیری بازارهای سرمایه و نظام‌های حمایتی از طرح‌های انرژی خورشیدی فراهم کند. دو رویکرد متفاوت برای تشویق سرمایه‌گذاری خصوصی وجود دارد (شکل ۳).

رویکرد اول ایجاد بازار با قابلیت سرمایه‌گذاری از طریق سرمایه‌گذاری خصوصی است. در این رابطه در مرحله اول، سرمایه‌گذاری دولتی ضروری است چراکه در این مرحله به دلیل ریسک بالا سرمایه‌های خصوصی به خوبی جذب نمی‌شود. بعد از اینکه بازار انرژی خورشیدی تشکیل و تجاری‌سازی شد به مرور سرمایه‌های خصوصی هم وارد بازار می‌شود و طبیعت و ذات بازار به تدریج سرمایه‌گذاری خصوصی خواهد شد.



شکل ۳- سازوکارهای تأمین مالی طرح‌های انرژی خورشیدی

رویکرد دوم ایجاد فضایی برای مشارکت بخش خصوصی و دولتی است. روش‌های زیادی در این راستا وجود دارد از جمله صندوق سرمایه-گذاری در درون صندوق‌های سرمایه‌گذاری^{۲۱} و مدل یوزما^{۲۲}.

برای بهره‌گیری از این روش‌ها برای تأمین مالی طرح‌های انرژی خورشیدی و جذب سرمایه‌های خصوصی نیاز است دولت توسعه پروژه‌های خورشیدی را آغاز کند و به این ترتیب انگیزه‌های زیادی را برای سرمایه‌گذاران خصوصی ایجاد کند.

۷-۲ مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای بازنگری شده برای انرژی خورشیدی^{۲۳}

۷-۲-۱ انواع مختلف سرمایه‌گذاران

طیف گسترده‌ای از سرمایه‌گذاران بالقوه برای طرح‌های انرژی خورشیدی وجود دارد (شکل ۴). مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای CAPM که بر مبنای بازدهی اقتصادی سنتی معرفی شده می‌تواند براساس ارزش‌گذاری طرح‌های خورشیدی مورد بازنگری قرار گیرد. در این رویکرد جدید سرمایه‌گذاری، بازدهی اقتصادی مشابه مدل قبلی است اما ارزش‌گذاری براساس انرژی خورشیدی (بازدهی سبز یا زیست محیطی) را نیز مدنظر قرار می‌دهد.

۷-۲-۲ نرخ بازدهی انتظاری برای سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی^{۲۴}

نرخ بازدهی انتظاری برای سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی از مجموع بازدهی اقتصادی (R) و بازدهی سبز (GR) که از ارزش‌گذاری سازگاری با محیط زیست حاصل می‌شود، محاسبه می‌گردد و آن را به صورت بازدهی کل (TR) درنشر می‌گیریم. بازدهی اقتصادی مجموع

^{۲۱} . Fund of funds

^{۲۲} . Yozma model

^{۲۳} . Revised Capital Asset Pricing Model for Solar Investment

^{۲۴} . Expected Rate of Return for Solar Investment

تغییرات قیمتی سرمایه گذاری (P) به علاوه سود سهام (D) می باشد. بازدهی سبز همان ارزش افزوده سبز می باشد. برای نمونه اگر یک پروژه انرژی خورشیدی انتشار کربن را کاهش دهد، مقدار تقلیل یافته از گازهای منتشر شده همان بازدهی سبز است (Noh, 2019).

$$\tilde{TR}_{t+1} (\tilde{P}_{t+1} - P_t + \tilde{D}_{t+1}) / P_t + GR_{t+1}$$

بازدهی سبز (GR) به عنوان متغیر غیر احتمالی در نظر گرفته می شود که از پیش تعیین شده است. بازدهی انتظاری طرح های انرژی خورشیدی می تواند به شکل زیر نوشته شود:

$$E(\tilde{TR}_{t+1}) = E[(\tilde{P}_{t+1} - P_t + \tilde{D}_{t+1}) / P_t] + GR_{t+1}$$



شکل ۴- گونه های مختلف سرمایه گذاران

۳-۲- تابع مطلوبیت و بی تفاوتی مطلوبیت همراه با متغیر سبز

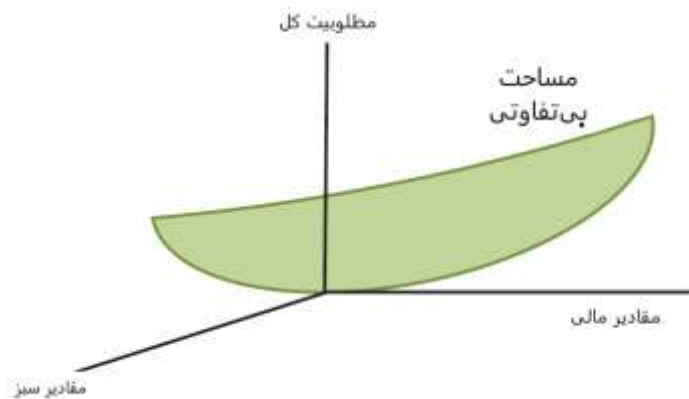
تابع مطلوبیت سبز می تواند به صورت زیر تعریف شود:

$$U(\tilde{TR}) = a + b\tilde{R} + c\tilde{R}^2 + dGR.$$

مطلوبیت سرمایه گذاران در پروژه های خورشیدی تابعی از نرخ بازدهی کل و ریسک نوسان قیمت است (Noh, 2019):

$$E(U(\tilde{TR})) = E[a + b\tilde{R} + c(\sigma^2 \tilde{R}) + \tilde{R}^2] + dGR.$$

منحنی بی تفاوتی سرمایه گذار انرژی خورشیدی به صورت ترکیبی از مقادیر مالی و سبز تعریف می گردد. به این ترتیب که مطلوبیت به دست آمده براساس مقادیر مالی و سبز برای رسم مساحت بی تفاوتی با هم ترکیب می شود. سرمایه گذاران طرح های خورشیدی که به متغیرهای مالی نیز گرایش دارند، وزن قابل توجهی به بازدهی اقتصادی می دهند، درحالیکه سرمایه گذارانی که گرایش بیشتر به متغیرهای سبز دارند تأکید بیشتری بر بازدهی سبز خواهند داشت (شکل ۵).



شکل ۵- مطلوبیت سرمایه‌گذاران انرژی خورشیدی

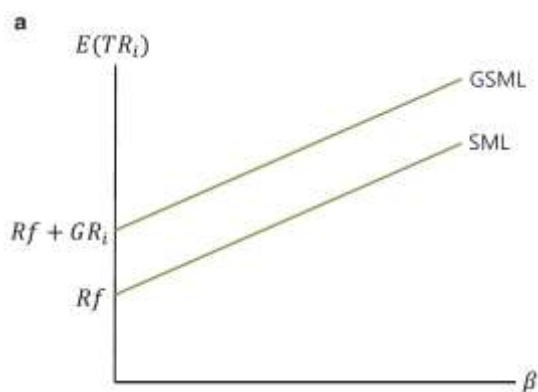
۷-۲-۴ مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای بازنگری شده برای سرمایه‌گذاری انرژی خورشیدی

فرض‌های پایه ما اینست که سرمایه‌گذاران در طرح‌های انرژی خورشیدی در پی کسب هر دو نوع بازدهی اقتصادی و سبز هستند، سرمایه‌گذاران مقادیر مربوط به بازدهی سبز را پیش از آغاز سرمایه‌گذاری در اختیار دارند و از پیش تعیین شده است. سایر فرض‌ها مشابه مدل سنتی در نظریه CAPM می‌باشد.

خط بازار اوراق سبز^{۲۵} (GSML) رابطه خطی میان نرخ بازدهی کل انتظاری و کواریانس آن با بازدهی بازار را نشان می‌دهد (شکل ۶). با فرض اینکه مقادیر سبز قابل اندازه‌گیری و مقداردهی باشند، GSML به صورت زیر تعریف می‌شود:

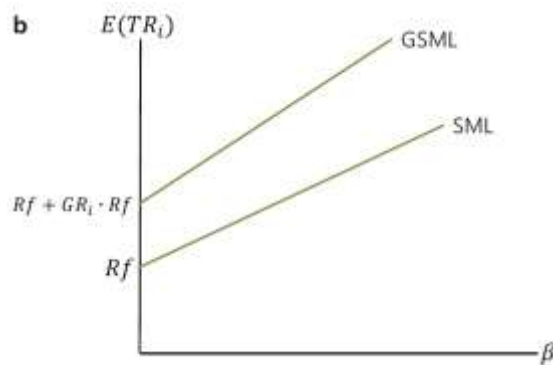
$$E(TR_i) = GR_i + E(R_i) = GR_i + [Rf + \beta_i(E(R_m) - Rf)]$$

تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری به محل قرارگیری هدف سرمایه‌گذاری بستگی دارد. زمانی که هدف سرمایه‌گذاری بالای GSML قرار بگیرد خرید انجام می‌شود و زمانی که هدف سرمایه‌گذاری زیر خط GSML قرار می‌گیرد، سرمایه‌گذار تصمیم به فروش می‌گیرد.



شکل ۶- خط بازار اوراق سبز a

^{۲۵} . Green security market line



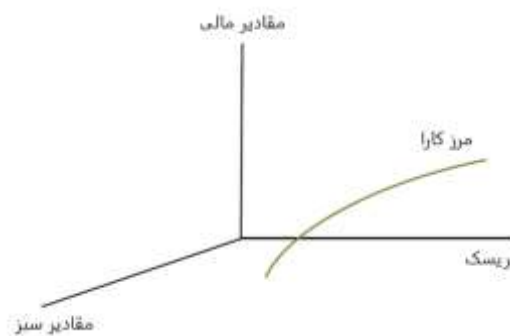
شکل ۷- خط بازار اوراق سبز b

زمانی که مقادیر سبز قابل اندازه گیری و مقداردهی نباشند، ارزیابی نرخ بازدهی سبز برای هر شرکت متناسب با مقادیر مالی آن انجام می شود. به این منظور محاسبات زیر انجام می شود (شکل ۷):

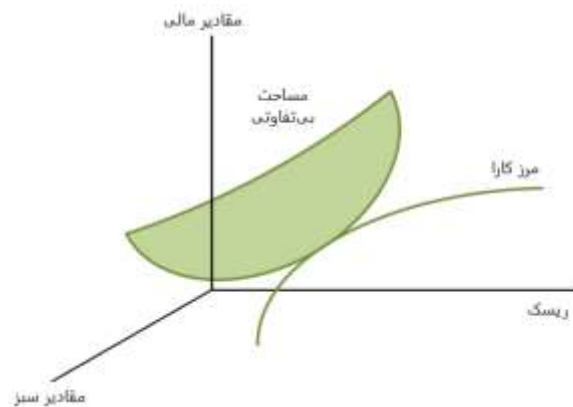
$$\begin{aligned}
 E(TR_i) &= E(R_i) + R_i \cdot E(R_i) \\
 &= (1 + GR_i) \cdot E(R_i) \\
 &= (1 + GR_i) \cdot [Rf + \beta_i [E(R_m) - Rf]] \\
 &= (1 + GR_i) \cdot Rf + (1 + GR_i) \cdot \beta_i [E(R_m) - Rf]
 \end{aligned}$$

مرز کارایی CAPM بازنگری شده برای سرمایه گذاری سبز: فرض کنید در سطح ریسک یکسان، مرز کارا با تعیین اولین گروه از اوراق با ارزش مالی بالا قابل رسم خواهد بود. پس از آن اوراقی که از میان آنها بالاترین ارزش سبز را دارد انتخاب می گردد (شکل ۸).

تعیین سبد سهام سبز بهینه: سبد سهام (اوراق) سبز بهینه در محل تماس مساحت بی تفاوتی مطلوبیت و مرز کارا تعیین می شود. برخلاف سرمایه گذاران سنتی، سرمایه گذاران در طرح های انرژی خورشیدی از مقادیر سبز نیز مطلوبیت کسب می کنند (شکل ۹).



شکل ۸- مرز کارا در مدل CAPM بازنگری شده برای سرمایه گذاری انرژی خورشیدی



شکل ۹- تعیین سبد سهام بهینه

بنگاه‌هایی که بازدهی سبز بیشتری ایجاد کنند فرصت‌های سرمایه‌گذاری بیشتری کسب خواهند کرد. هرچه بازدهی سبز بیشتر باشد، به تناسب مطلوبیت سرمایه‌گذاران طرح‌های انرژی خورشیدی نیز بیشتر خواهد بود. ضمناً برای تثبیت کردن سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی، قوانین و مقررات مرتبط نظیر حمایت از سرمایه‌گذاری در مراحل اولیه، می‌بایست توسط دولت اتخاذ گردد (Noh, 2019).

۳-۷ بهره‌گیری از سرمایه‌گذاری از طریق سپرده‌های امانی و مالیات‌های سرریز شده

همانطور که پیشتر اشاره شد، مهمترین چالش سرمایه‌گذاری در طرح‌های انرژی خورشیدی نرخ پایین بازگشت سرمایه در مقایسه با سوخت‌های فسیلی است. تعرفه‌های انرژی برق به عنوان یک کالای ضروری برای مصرف خانگی پائین در نظر گرفته می‌شود. این درحالی است که درآمد عمده برق خورشیدی از محل پرداخت‌های مصرف‌کنندگان انرژی تأمین می‌شود و از این رو سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی برای سرمایه‌گذاران جذاب نیست. در این بخش مدلی معرفی می‌گردد تا از طریق آن بتوان بخشی از درآمد پروژه‌های جدید انرژی خورشیدی از طریق مالیات‌های سرریز شده در اختیار سرمایه‌گذاران قرار گیرد. همچنین طرحی برای تأمین مالی جامعه محور برای پروژه‌های خورشیدی با مقیاس کوچک و متوسط ارائه می‌گردد. به این ترتیب می‌توان نرخ بازگشت سرمایه در تأمین مالی طرح‌های خورشیدی را افزایش داد و این طرح‌ها را برای سرمایه‌گذاران جذاب‌تر کرد.

به منظور افزایش مشوق‌های سرمایه‌گذاری می‌بایست از تأثیرات سرریز بهره گرفت به این ترتیب بخشی از درآمدهای مالیاتی به سرمایه‌گذاران تعلق می‌گیرد. با شکل‌گیری تأسیسات انرژی خورشیدی کارخانه‌ها و کسب و کارهایی پیرامون آن ایجاد می‌شود. مناطق مسکونی جدیدی در این مناطق ساخته شده و ارزش ملک و دارایی افزایش می‌یابد. درآمد شرکت‌ها و مالیات بر فروش افزایش می‌یابد. این مالیات‌ها از طریق دولت جمع‌آوری می‌شود و در اختیار سرمایه‌گذاران اولیه طرح‌های انرژی خورشیدی قرار نمی‌گیرد. و این درحالی است که درآمد سرمایه‌گذاران تماماً بر مبالغ پرداختی توسط مصرف‌کنندگان متکی است. اگر بخشی از مالیات‌های سرریز شده حاصل از ایجاد پروژه خورشیدی در منطقه، به سرمایه‌گذاران این پروژه‌ها بازگردانده شود، نرخ بازگشت سرمایه برای آنها نه تنها در کوتاه مدت، بلکه در بلندمدت نیز افزایش یافته و هزینه‌های تعمیر و نگهداری این طرح‌ها در بلندمدت تأمین می‌گردد.

یکی از روش‌های جدید تأمین مالی طرح‌های انرژی خورشیدی تأمین مالی از طریق سرمایه‌گذاری در محل زندگی با استفاده از سپرده‌های امانی^{۲۶} (HITS) می‌باشد. در این روش، سرمایه‌گذاران طرح‌های موردنظر خود را در محل زندگی یا زادگاه خود انتخاب کرده و از طریق اینترنت سرمایه‌گذاری می‌کنند. مبالغ سرمایه‌گذاری می‌تواند از ۱۰۰ تا ۵۰۰۰ دلار متغیر باشد. معرفی این طرح‌ها و جذب سرمایه‌گذار از طریق پلتفرم‌های اینترنتی انجام می‌شود. بانک‌ها میزان سرمایه‌گذاری‌های انجام شده و داده‌های مربوط به سرمایه‌گذاران را مورد بررسی قرار می‌دهد و

^{۲۶} . Hometown Investment Trust Funds

در صورت تأیید، وام‌های بانکی با مبالغ بالا را در اختیار طرح‌های خورشیدی قرار می‌دهد. به این ترتیب، طرح‌های خورشیدی از طریق HITS پشتیبانی می‌شود و بانک با همین پشتوانه به این طرح‌ها اعتبار می‌دهد. در نتیجه در کشوری نظیر ایران که عمده سرمایه‌گذاری از طریق وام‌های بانکی صرف صورت می‌گیرد، طرح‌های خورشیدی با پشتوانه HITS می‌تواند گسترش یابد.

۷-۳-۱ روش HITS برای پروژه‌های خورشیدی

تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار (خانوار) به نرخ بازدهی و درجه ریسک وابسته است. معادله ۷-۱ تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار را نشان می‌دهد که تابعی از نرخ بازدهی و ریسک است:

$$U = U(r_t, \sigma_t) = r_t - \beta \sigma_t^2$$

معادله ۷-۱

در این تابع r_t نرخ بازدهی، σ_t ریسک و β وزن ریسک است. اگر سرمایه‌گذار وزن بیشتری به ریسک بدهد β بزرگتر می‌شود. β کوچکتر نشان می‌دهد سرمایه‌گذار ریسک‌پذیر است.

معادله ۷-۲ نرخ بازگشت سرمایه کل را برای سرمایه‌گذاری خانوار را نشان می‌دهد. فرض می‌شود خانوار پول خود را یا در بانک و یا در HITS سرمایه‌گذاری می‌کنند و از آن طریق در طرح‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$r_t = \alpha_t r_t^D + (1 - \alpha_t) r_t^E$$

معادله ۷-۲

در این معادله فرض می‌شود خانوار α درصد از پول خود را در بانک با نرخ سود سپرده r_t^D و $(1 - \alpha)$ درصد آن را در HITS با نرخ بازدهی r_t^E سرمایه‌گذاری می‌کند.

$$\sigma_t = \alpha_t \sigma_t^D + (1 - \alpha_t) \sigma_t^E$$

معادله ۷-۳

معادله ۷-۳ ریسک تجمع شده (کل) را نشان می‌دهد. دو نوع ریس در ارتباط با سرمایه‌گذاری خانوار وجود دارد. اولین نوع ریسک مربوط به سپرده‌ها (σ_t^D) و دومین ریسک مرتبط با سرمایه‌گذاری در قالب HITS (σ_t^E) می‌باشد. اگر نرخ سود سپرده‌ها ثابت و غیرنوسانی در نظر گرفته شود، در نتیجه σ_t^D صفر خواهد بود.

جدول ۴ مبادله میان بازدهی و ریسک را در سرمایه‌گذاری خانوار نشان می‌دهد. اگر خانوار روی دارایی کم ریسک (در اینجا سپرده) سرمایه‌گذاری کند بازدهی r_t^D و ریسک σ_t^D خواهد بود. اگر خانوار در پروژه انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری کند که ریسک بیشتری دارد (σ_t^E) در نتیجه انتظار بازدهی بیشتری را نیز دارد (r_t^E).

ریسک	بازدهی	
σ_t^D	r_t^D	دارایی کم ریسک
σ_t^E	r_t^E	پروژه انرژی خورشیدی

معادله ۴-۷ تابع رفاه پویا و دو قید مربوط به آن را نشان می‌دهد.

$$W = \int_0^{\infty} e^{-\theta t} U(r_t, \sigma_t)$$

$$s.t. \quad r_t = \alpha_t r_t^D + (1 - \alpha_t) r_t^E$$

$$\sigma_t = \alpha_t \sigma_t^D + (1 - \alpha_t) \sigma_t^E$$

معادله ۴-۷ و قیدهای آن

در قدم بعدی، رابطه همیلتون^{۲۸} را به شکل معادله ۵-۷ بازنویسی می‌کنیم. عبارت داخل پرانتز همان تابع مطلوبیت است.

$$H = e^{-\theta t} (r_t - \beta \sigma_t^2)$$

$$= e^{-\theta t} \left[\{ \alpha_t r_t^D + (1 - \alpha_t) r_t^E \} - \beta \{ \alpha_t \sigma_t^D + (1 - \alpha_t) \sigma_t^E \}^2 \right]$$

معادله ۵-۷

در این رابطه، α سهم تخصیص سپرده‌ها و HITS در پروژه‌های انرژی خورشیدی است. اگر $\alpha=1$ باشد به این معنی است که خانوار تمام پول خود را در قالب سپرده‌های بانکی سرمایه‌گذاری کرده است. هرچقدر α کاهش یابد، نرخ سرمایه‌گذاری در HITS و در نتیجه انرژی خورشیدی افزایش می‌یابد. در مرحله بعد، معادله همیلتون بر حسب α حداکثرسازی می‌شود که نتیجه در رابطه ۶-۷ نشان داده شده است.

$$\frac{\partial H}{\partial \alpha_t} = e^{-\theta t} [(r_t^D - r_t^E) - 2\beta \{ \alpha_t \sigma_t^D + (1 - \alpha_t) \sigma_t^E \} (\sigma_t^D - \sigma_t^E)]$$

$$(r_t^D - r_t^E) - 2\beta \alpha_t (\sigma_t^D - \sigma_t^E)^2 - 2\beta \sigma_t^E (\sigma_t^D - \sigma_t^E) = 0$$

معادله ۶-۷

معادله ۷-۷ α بدست آمده از حل حداکثرسازی همیلتون را نشان می‌دهد.

$$\alpha_t = \frac{(r_t^D - r_t^E) - 2\beta \sigma_t^E (\sigma_t^D - \sigma_t^E)}{2\beta (\sigma_t^D - \sigma_t^E)^2}$$

معادله ۷-۷

می‌توان معادله ۷-۷ را با تقسیم صورت و مخرج به 2β بازنویسی کنیم که به در معادله ۸-۷ نشان داده شده است.

^{۲۷} . (N Yoshino , F Taghizadeh-Hesary, 2018)

^{۲۸} . Hamiltonian

$$\alpha_t = \frac{\frac{1}{2\beta}(r_t^D - r_t^E) - \sigma_t^E(\sigma_t^D - \sigma_t^E)}{(\sigma_t^D - \sigma_t^E)^2}$$

معادله ۷-۸

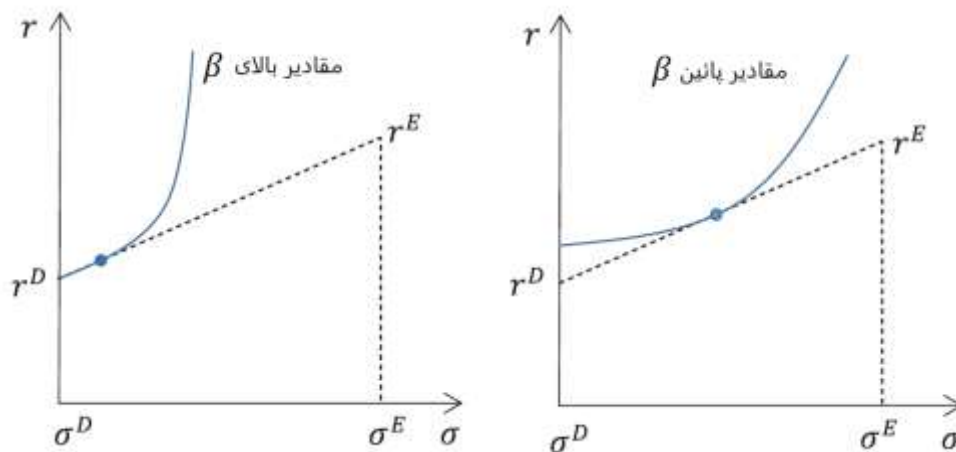
معادله ۷-۹ تغییرات α_t را نسبت به β نشان می‌دهد.

$$\frac{\partial \alpha_t}{\partial \beta} = -\frac{1}{2\beta^2} \cdot \frac{(r_t^D - r_t^E)}{(\sigma_t^D - \sigma_t^E)^2} > 0$$

معادله ۷-۹

معادله ۷-۹ نشان می‌دهد که اگر وزن ریسک (β) افزایش یابد، یا به عبارتی خانوار ریسک‌گریزتر شود و به دنبال دارایی‌های با ریسک کم باشد، α_t که سهم سپرده‌های بانکی از کل دارایی‌ها است افزایش خواهد یافت و در نتیجه خانوار به میزان کمتری در پروژه‌های انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری می‌کند.

شکل ۱۰ دو گونه متفاوت از تابع مطلوبیت را با توجه به دو سطح متفاوت از پذیرش ریسک نشان می‌دهد. در سمت چپ β عدد بزرگی است که به معنی ریسک‌گریز بودن خانوار است. در نتیجه سپرده بانکی بخش عمده‌ای از دارایی‌های آنها را تشکیل می‌دهد که ریسک صفر دارد و بخش ناچیزی از دارایی آنها به شکل HITS می‌باشد. در سمت راست β عدد کوچکی است که نشان دهنده ریسک‌پذیر بودن خانوار است، در نتیجه تابع مطلوبیت در مقایسه با مورد قبل کم‌شیب‌تر می‌شود. خانوار در مورد اخیر بخش قابل توجهی از دارایی خود را در HITS سرمایه‌گذاری می‌کنند که بازدهی r^E و ریسک σ^E را برایشان در پی دارد.



شکل ۱۰- تابع مطلوبیت با توجه به مقادیر مختلف ریسک‌پذیری^{۲۹}

معادله ۷-۱۰ نشان می‌دهد که α_t چطور در واکنش به نرخ سود سپرده r_t^D افزایش می‌یابد.

^{۲۹} . (N Yoshino , F Taghizadeh-Hesary, 2018)

$$\frac{\partial \alpha_t}{\partial r_t^D} = \frac{1}{2\beta(\sigma_t^D - \sigma_t^E)^2} > 0$$

معادله ۷-۱۰

معادله ۷-۱۰ نشان می‌دهد که اگر نرخ سود سپرده افزایش یابد سهم سپرده‌های بانکی افزایش پیدا می‌کند.

معادله ۷-۱۱ نشان می‌دهد که اگر نرخ بازدهی HITS برای پروژه‌های انرژی خورشیدی r_t^E افزایش یابد، سهم سپرده‌گذاری در بانک α_t کاهش می‌یابد. به این معنی که خانوار تمایلی به سپرده‌گذاری در بانک ندارد و در عوض مایل است در HITS برای پروژه‌های انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری کند. اگر درآمد مالیاتی سرریز در اختیار سرمایه‌گذاران قرار گیرد نرخ بازدهی r_t^E افزایش و سهم α_t برای HITS نیز افزایش می‌یابد. به این ترتیب سرمایه‌گذاران خصوصی پول بیشتری را در انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری می‌کنند.

$$\frac{\partial \alpha_t}{\partial r_t^E} = \frac{-\frac{1}{2\beta}}{(\sigma_t^D - \sigma_t^E)^2} < 0$$

معادله ۷-۱۱

معادله ۷-۱۲ نشان می‌دهد که اگر ریسک سرمایه‌گذاری در HITS برای انرژی خورشیدی افزایش یابد، سهم سپرده‌گذاری یا $\partial \alpha_t$ افزایش می‌یابد. شکل ۱۱ نشان می‌دهد هرچه نرخ بازدهی انرژی خورشیدی بالاتر باشد سهم سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی خورشیدی افزایش می‌یابد.

$$\frac{\partial \alpha_t}{\partial \sigma_t^E} = \frac{[-(\sigma_t^D - \sigma_t^E) + \sigma_t^E](\sigma_t^D - \sigma_t^E) - [(r_t^D - r_t^E) - 2\beta\sigma_t^E(\sigma_t^D - \sigma_t^E)](-2\sigma_t^D + 2\sigma_t^E)}{(\sigma_t^D - \sigma_t^E)^2} > 0$$

معادله ۷-۱۲

شکل ۱۱ تمامی معادلات طرح شده در این بخش را به صورت خلاصه نشان می‌دهد. تابع مطلوبیت خانوار به نرخ بازدهی و میزان ریسک وابسته است. تابع مطلوبیت خانوار به نرخ بازدهی و ریسک که به ترتیب با r و σ نشان داده می‌شود، بستگی دارد. در این شکل ۴ مورد مختلف نشان داده شده است. دو نمودار بالا جایی است که $\alpha < 1$. به این معنی که خانوار دارایی‌های خود را به دو شکل سپرده بانکی و HITS برای انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری می‌کند. مورد اول خانوار ریسک‌گریز را نشان می‌دهد (جایی که β بزرگ است). این خانوار سپرده بانکی را به HITS ترجیح می‌دهد. مورد دوم خانوار ریسک‌پذیر است (مقادیر β کوچک) که بیشتر در HITS سرمایه‌گذاری می‌کنند و در نتیجه بازدهی بیشتر نسبت به مورد اول کسب می‌کنند. دو نمودار پائین (موارد سوم و چهارم) جایی است که $\alpha = 1$ یعنی خانوار تنها در بانک سپرده‌گذاری می‌کند و به سراغ سرمایه‌گذاری‌های پرریسک (پروژه‌های انرژی خورشیدی) نمی‌روند. این زمانی اتفاق می‌افتد که نرخ بازدهی طرح‌های انرژی خورشیدی از نرخ سود سپرده‌های بانکی کمتر باشد.

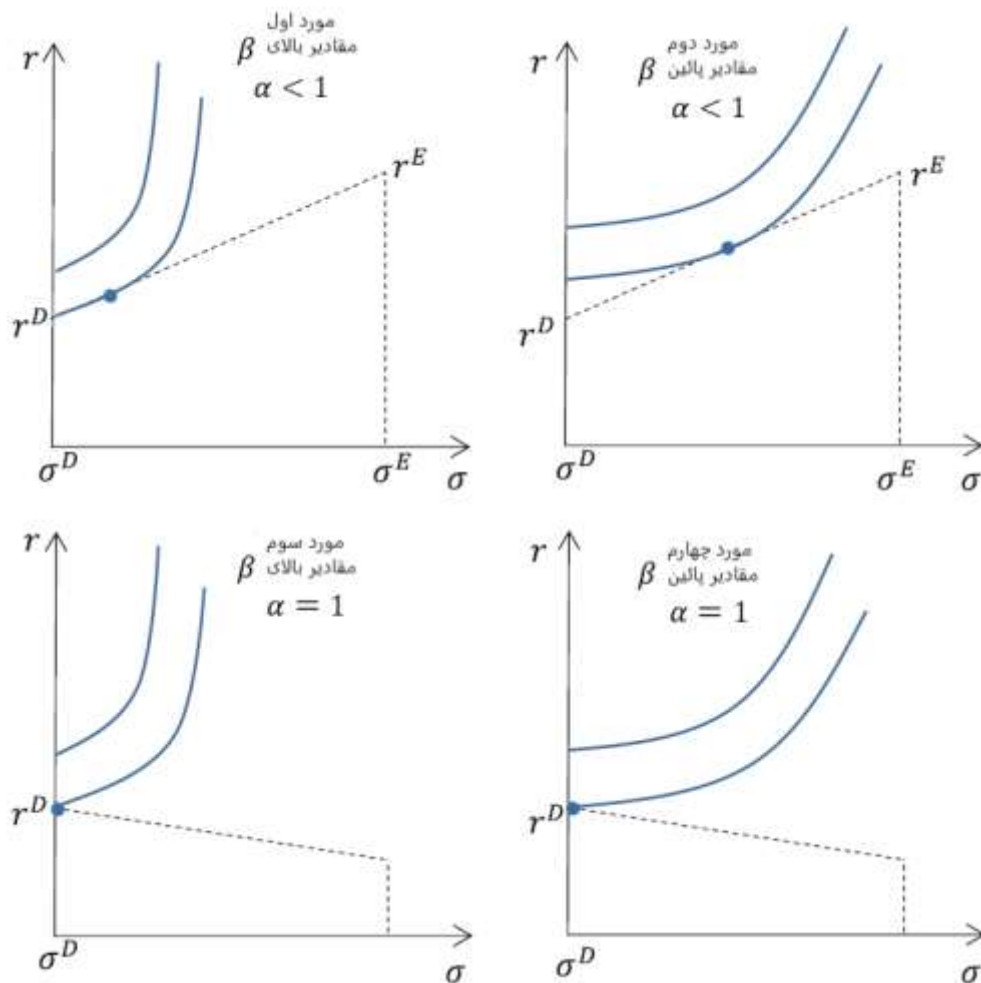
$$r = 1.r_D + 0.r_E$$

معادله ۷-۱۳

$$\sigma = 1.\sigma_D + 0.\sigma_E$$

معادله ۷-۱۴

معادله ۷-۱۳ و معادله ۷-۱۴ مربوط به موارد سوم و چهارم است که خانوار پول خود را تنها در دارایی‌های بدون ریسک (سپرده بانکی) سرمایه‌گذاری می‌کنند و سهم سرمایه‌گذاری آنها در HITS انرژی خورشیدی صفر است.



شکل ۱۱- ترجیحات سرما به گذاری خانوار^{۳۰}

۸. توسعه فناوری‌های متناسب منطقه‌ای

از آنجایی که ایران و بسیاری از کشورهای آسیایی جز کشورهای در حال توسعه هستند، منطقی به نظر می‌رسد که توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی را به برنامه‌های توسعه خود اضافه کنند. در نتیجه این پروژه‌ها نه تنها به عنوان توسعه انرژی سبز بلکه به عنوان بخشی از برنامه توسعه پایدار این کشورها مدنظر قرار خواهد گرفت و در کنار برطرف ساختن نیازهای انرژی، موجب اشتغال‌زایی در بخش‌های صنعتی و رشد

^{۳۰} . (N Yoshino , F Taghizadeh-Hesary, 2018)

درآمد ناخالص ملی خواهد شد. به این ترتیب می‌توان دولت را به جای بانکهای تجاری متولی توسعه پروژه‌های انرژی دانست و می‌بایست انتظار داشت بخشی از بودجه دولتی که به توسعه پایدار و رشد اقتصادی تعلق دارد صرف اجرای طرح‌های انرژی خورشیدی شود.

بر این اساس توسعه پروژه‌های انرژی خورشیدی در مقیاس منطقه‌ای موجب سودآوری سرمایه‌گذاری دولتی در قالب تأمین برق با منبع نور خورشید و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و آلاینده‌های محیط زیستی شده و به عنوان یک مشوق مهم اقتصادی و عامل توسعه پایدار کشور مطرح می‌شود و همچنین موجب رشد و گسترش فعالیتهای صنعتی و رشد اشتغال پایدار و مولد خواهد بود.

۹. نتیجه‌گیری

همچون سایر پدیده‌ها، موارد عدیده‌ای مانع توسعه و گسترش طرح‌های انرژی خورشیدی در ایران شده است. با اینهمه در این بین موانع مالی نقش مهم و اصلی را دارد. ماهیت بانک محور نظام مالی و سرمایه‌گذاری در ایران ریشه و اساس این محدودیت بزرگ است. به علاوه عدم توسعه بازارهای مالی و به خصوص بازارهای مالی‌ای که عمده آن از طریق سرمایه‌های خصوصی شکل گرفته باشد، مسیر سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی خورشیدی را دشوارتر کرده است. در غیاب سرمایه‌های ریسک‌پذیر و همینطور محدودیت وجوه سرمایه‌ای دولتی، تدوین طرح‌های توجیهی انرژی خورشیدی که مشوق سرمایه‌گذاری باشد به مراتب دشوارتر است. عدم دسترسی به تکنولوژی روز و نیاز به واردات عمده تجهیزات از کشورهای دیگر، و مسئله تأمین ارز مورد نیاز برای وارد و دشواری‌های موجود در این زمینه مانع مهم دیگر است. قوانین و مقررات دولتی و تعرفه‌های انرژی نیز هم‌راستا با توسعه انرژی خورشیدی نیست. چراکه انرژی برق جز موارد اساسی نیازمندی‌های خانوار است و امکان افزایش قیمت آنها وجود ندارد. این در حالی است که بخش عمده‌ای از منافع سرمایه‌گذاران از محل فروش انرژی برق خورشیدی تأمین می‌شود. همین عامل نرخ بازدهی طرح‌های خورشیدی را پائین می‌آورد، گاهی پائین‌تر از نرخ سود سپرده‌های بانکی.

با اینهمه، تبدیل طرح‌های انرژی خورشیدی به پروژه‌های توجیه‌پذیر با بازدهی بالا غیرممکن نیست و در این نوشتار سعی گردید برخی از راه‌حل‌های منطقه‌ای و جهانی برای کاهش یا حذف موانع موجود ارائه گردد. مهمترین راهکار اضافه کردن بازدهی سبز (منافع زیست‌محیطی) به بازدهی اقتصادی است. همچنین قوانین دولتی می‌بایست به نحوی تدوین یابند که توسعه برق خورشیدی بخشی از تولید ناخالص داخلی و رشد اقتصادی کشور در نظر گرفته شود و به این ترتیب سالانه بودجه قابل توجهی به آن اختصاص یابد. مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای بازنگری شده برای انرژی خورشیدی (CAPM) و بهره‌گیری از سرمایه‌گذاری از طریق سپرده‌های امانی در محل زندگی (HITS) و مالیاتهای سرریز شده چند نمونه از راهکارهای مالی در راستای کاهش موانع موجود است که به تفصیل به آنها پرداخته شد.

- C Shearer, N Ghio, L Myllyvirta, A Yu, T Nace .(۲۰۱۷). *Boom and Bust 2017: Tracking the Global Coal Plant Pipeline* . بازایی از Endcoal: <http://endcoal.org/wp-content/uploads/2017/03/BoomBust2017-English-Final.pdf>
- . (۲۰۱۶). *Global Environment Outlook GEO-6: Regional Assessment for Asia and the Pacific* . بازایی از United Nations Environment Programme (UNEP): <http://web.unep.org/geo/assessments/regional-assessments/regional-assessment-asia-and-pacific>
- International Energy Agency: <https://www.iea.org/> . بازایی از IEA (۲۰۲۳).
- . بازایی از IPCC, W. G .(۲۰۲۲). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* . Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- . بازایی از World Nuclear News: <http://www.world-nuclear-news.org/> .(۲۰۱۹). *Korea's nuclear phase-out policy takes shape*
- N Yoshino , F Taghizadeh-Hesary .(۲۰۱۸). Alternatives to private finance: role of fiscal policy reforms and energy taxation in development of renewable energy projects در K. K. V Anbumozhi , *Financing for low-carbon energy transition: unlocking the potential of private capital* -۳۳۵ (ص). ۳۵۷Singapore: Springer.
- H. J. Noh , *Handbook of Green Finance* .H. J. Noh در Financial Strategies to Accelerate Green (۲۰۱۹). H. J. Noh .(۲۰۱۹). Springer. (ص. ۷۲۶).
- Pham, S. a. (2017). *China is crushing the U.S. in renewable energy*. Retrieved from CNN Tech: <http://money.cnn.com/2017/07/18/technology/china-us-clean-energy-solar-farm/index.html>
- Quartz: بازایی از Sarkar, S .(۲۰۱۷). *India's solar dreams, too, are made in China* : <https://qz.com/760079/indias-solar-dreams-too-are-made-in-china/>
- .BP. 2017: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> . بازایی از *The BP Statistical Review of World Energy* (بدون تاریخ).
- Yoshino, N., and Taghizadeh-Hesary, F) .December 2014 .(Analytical Framework on Credit Risks for Financing Small and Medium-Sized Enterprises in Asia *Asia-Pacific Development Journal*, Vol. 21, No. 2. ۱-۲۱ ,
- برق نیوز. (۱۴۰۲). بازایی از برق نیوز: <http://www.barghnews.com>
- چکیده آمارهای اقتصادی. (۱۴۰۱, مهرماه). بازایی از بانک اطلاعات پژوهشی اتاق ایران: research.chambertrust.i

ساتبا. (۱۴۰۲). بازیابی از سایت سازمان انرژی های تجدیدپذیر ایران: [/https://www.satba.gov.ir](https://www.satba.gov.ir)

مرکز پردازش اطلاعات مالی ایران. (۱۴۰۲). بازیابی از شرکت مدیریت فناوری بورس تهران: [/https://www.fipiran.com](https://www.fipiran.com)

(۱۴۰۲). بازیابی از پایگاه خبری اتاق بازرگانی، صنایع معادن و کشاورزی ایران: Otaghiranonline.ir