ارزیابی اقتصادی کاربرد انرژی خورشیدی در بخش روستایی و کشاورزی ایران

Economic evaluation of solar energy in Iran's agricultural and rural sector

علیرضا حمداللهی[۱]، هادی محمدی[۲]، محمدعلی خطیب سمنانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱۲ *تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۸*

چکیده

با توجه به اینکه کشور ایران دارای مناطق مستعد برای انرژی خورشیدی می باشد و منابع انرژی فسیلی دچار محدودیت های زیادی مانند آلودگی و محدودیت استفاده هستند، استفاده از انرژی های نو خصوصاً انرژی خورشیدی اهمیت زیادی پیدا می کند. با توجه به پتانسیل های آب و هوایی ایران، در عمده مناطق کشور می توان از این انرژی پاک و ارزشمند و تمام نشدنی، استفاده کرد. لذا در این مقاله با بهره گیری از روش تحلیلی توصیفی و اطلاعات کتابخانه ای مطالب جمع آوری شده و با استفاده از روش های ارزیابی اقتصادی (روش هزینه یکنواخت سالیانه) به کمک نرم‌افزار Excel ارزیابی صورت گرفته است. روستای نمونه ۱۵ خانواری با مصرف ۳٦ کیلووات ساعت برق در فاصله ۵ کیلومتری شبکه در نظر گرفته شده است. سناریوی اول نرخ تورم ۳۰ و نرخ بهره ۲۵ درصد و سناریوی دوم با ۱۷ درصد نرخ تورم و ۲۰ درصد نرخ بهره صورت گرفته است. نتایج بیانگر آن است که تحت سناریوی اول در بخش روستایی و کشاورزی تا فاصله ٤ کیلومتری شبکه استفاده از شبکه برق صرفه اقتصادی داشته اما از این فاصله به بعد استفاده از انرژی خورشیدی توجیه اقتصادی دارد. همچنین در سناریوی دوم تا فاصله ٤/۸ کیلومتری شبکه استفاده از شبکه برق توجیه اقتصادی داشته و از آن فاصله به بعد استفاده از انرژی خورشیدی توجیه اقتصادی دارد.

واژه های کلیدی: انرژی‌های تجدیدپذیر، سیستم های فتوولتائیک، امکان‌سنجی اقتصادی

مقدمه و بررسی منابع

در این پژوهش کاربرد انرژی خورشیدی در بخش روستایی و کشاورزی ایران بررسی شده و هدف ارزیابی اقتصادی کاربرد این انرژی پاک در بخش روستایی می‌باشد. در کشور ایران پتانسیل های خوبی برای استفاده از

---

[۱]. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، گروه اقتصاد

[۲]. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، گروه اقتصاد ،"نویسنده مسئول"، mohamady@iauctb.ac.ir

[۳]. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، گروه اقتصاد

این منابع انرژی وجود دارد و با توجه به اینکه انرژی های پاک می توانند نقش بسزایی در صرفه جویی و کاهش هزینه تولید داشته باشند، ارزیابی اقتصادی جایگزینی آن ها با انرژی های آلاینده می تواند مفید و حیاتی باشد. در این راستا باید نکاتی را نیز مد نظر قرار داد. استفاده و بکارگیری این انرژی ها باید با شرایط و ویژگی های مکان هایی که می خواهیم در آنها از این انرژی ها بهره گیری کنیم تناسب و سازگاری داشته باشد، پس باید ویژگی ها و شرایط آب و هوایی روستاها و مناطق مورد نظر را بررسی کرده و اطلاعات لازم را بدست آورد. نکته دیگری که باید در نظر داشت توجیه اقتصادی و محدودیت های مالی و تأمین سرمایه لازم است که از ضروری ترین موارد تأثیر گذار در بکارگیری و گسترش انرژی های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی ایران می باشد. به همین دلیل بررسی می شود که آیا استفاده از انرژی خورشیدی در بخش کشاورزی ایران قابل توجیه هست یا خیر. در این پژوهش با استفاده از روش هزینه یکنواخت سالیانه ارزیابی اقتصادی صورت گرفته و با دو سناریو ارزیابی صورت می‌گیرد. همچنین این ارزیابی برای دو حالت گسترش شبکه برق و ایجاد سیستم های فتوولتائیک خورشیدی می‌باشد که پس از ارزیابی با ارائه جدول و نمودار بدست آمده مقایسه خواهند شد.

وابستگی شدید و نیاز فزاینده جهان به منابع انرژی که به عنوان عامل اساسی رشد و فعالیت های اقتصادی محسوب می شود از یک طرف و محدودیت ذخایر نفتی و سایر سوخت های فسیلی از طرف دیگر، جهان را در سال های اخیر با مسئله بسیار پیچیده چگونگی تأمین انرژی مورد نیاز آینده مواجه ساخته است، از این رو جهان در تکاپوی گذر از این تنگنای انرژی به منابع تجدید شونده چشم دوخته است. با توجه به اهمیت بخش کشاورزی و همچنین پتانسیل های خوب تولید و صادرات محصولات کشاورزی در ایران، بکارگیری انرژی های تجدیدپذیر و جدید اهمیت زیادی پیدا می کند؛ زیرا با استفاده از این قبیل انرژی ها، مواجه شدن با کاهش هزینه و کاهش بیکاری و افزایش ارزش افزوده و صادرات بهتر، دست یافتنی تر خواهد بود. با حذف حامل های انرژی و استفاده از انرژی خورشیدی و سایر انرژی های پاک در بخش کشاورزی به عنوان سوخت مفید و ارزان می توان شاهد تحول بزرگی در این بخش شد. بکارگیری فن آوری های روز جهت استفاده از این انرژی ها به عنوان یک منبع سالم و بی خطر از قبیل انرژی برای گرم کردن گلخانه های کشاورزی، استفاده از انرژی خورشیدی توسط زنبورداران و استفاده در سایر بخش های کشاورزی گامی مهم در صرفه جویی سوخت های فسیلی به شمار می رود. استفاده از انرژی های نو در بخش کشاورزی ضمن افزایش امنیت عرضه انرژی، کاهش میزان گرمایش جهانی، تحریک رشد اقتصادی، ایجاد اشتغال، افزایش میزان درآمد سرانه، افزایش عدالت اجتماعی و حفاظت از محیط زیست در تمام زمینه ها خواهد شد.

زارع جاه سرخی(Zareh Jahsorkhi, 2007) به ارزیابی اقتصادی استفاده از انرژی های نو در بخش کشاورزی ایران پرداخته است و در این پایان نامه از روش هزینه یکنواخت سالیانه استفاده کرده است. نویسنده تأمین برق روستاهای پراکنده استان های کویری را از طریق سیستم فتوولتائیک و برای روستاهای دور افتاده استان های زنجان، گیلان، مازندران، کردستان و آذربایجان شرقی و غربی استفاده از نیروگاه برق آبی کوچک را توصیه کرده و استفاده از بیوگاز را با صرفه ندانسته است.

آقاپور علیشاهی (Aghapouralishahi, 2004) در پژوهشی به بررسی فنی و اقتصادی و نحوه بکارگیری و کاربرد بهینه انرژی خورشیدی در شرکت مخابرات ایران پرداخته شده است. همچنین در نتایج آن بیان شده است که کشور ما ایران از پتانسیل بسیار بالایی برای استفاده از انرژی خورشیدی برخوردار است. بنابراین می توانیم در توسعه کاربرد انرژی خورشیدی بخصوص در سیستم های ارتباطی و حرارتی در طیف گسترده فعالیت نمائیم.

کُرد (Kord, 2000) در بررسی خود ابتدا جهت آشنایی با مشکلات تأمین انرژی روستاها، تصویری کلان از انرژی روستایی در کشور را ارائه کرده است سپس نتیجه گرفته است که در زمینه انرژی خورشیدی کشور ما به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین مناطق مختلف جهان با توجه به اینکه بالاترین منطقه تابش ایران رقمی بین ۵/۲ تا ۵/۴ کیلو وات ساعت بر متر مربع می‌باشد، در بالاترین رده ها قرار دارد.

کاظمی (Kazemi, 1998) در پژوهشی به ارزیابی اقتصادی تولید انرژی در نیروگاه های برق آبی کوچک (مطالعه موردی نیروگاه یاسوج) پرداخته شده است. در مطالعه خود به ارزیابی تولید انرژی از نیروگاه های برق آبی کوچک و مطالعه موردی نیروگاه مذکور پرداخته است.

مقدم (Moghadam, 1998) در مطالعه ای به بررسی امکانات بهره گیری از انرژی خورشیدی در ایران (در مطالعه موردی جزیره کیش) اقدام شده است که مطابق نتایج این پایان نامه، استفاده از سلول های فتوولتائیک نسبت به گسترش شبکه برق به صرفه تر تشخیص داده شده است.

عبدی (Abdi, 1998) در پژوهش خود بکارگیری انرژی خورشیدی در بخش روستایی ایران را مورد بررسی قرار داده است. در این مطالعه برق رسانی به روستاهای دور افتاده با استفاده از سلول های فتوولتائیک توصیه می شود.

خلیلیان (Khalilian, 1996) هدف از پژوهش خود را ارائه یک هدف کَمی از مزیت بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش ها در اقتصاد ایران و تحلیل جایگاه منابع طبیعی در آن دانسته است، همچنین در بازده به مقیاس بخش کشاورزی و مسیر توسعه آن با توجه به منابع طبیعی تجدید شونده محاسبه و تعیین شده است. نویسنده نتیجه گرفته است که در حال حاضر کمتر از ۵۰ درصد از امکانات منابع طبیعی موجود مورد استفاده قرار می گیرد و امکانات بالقوه زیادی برای توسعه بخش کشاورزی وجود دارد .

شورای جهانی انرژی (World Energy Council, 2005) منابع انرژی تجدیدپذیر نوین در مناطق مختلف جهان را مورد مطالعه جدی قرار داده است. هدف از این مطالعه یافتن جایگاهی برای منابع انرژی تجدیدپذیر نوین، در مصرف کلی انرژی جهانی و بررسی جنبه های زیست‌محیطی و کاربردهای روستایی انرژی نو در مناطق مختلف جهان است.

بیسواس و گوسوامی (Biswas & Goswami, 2000) در پژوهشی به بررسی انرژی روستایی در هندوستان پرداخته اند. انرژی روستایی در این گزارش به دو بخش انرژی های تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید تقسیم شده است و وضعیت انرژی های نو در مناطق روستایی هندوستان شرح داده شده است .

بانک جهانی (World Bank, 1996) در گزارشی تحت عنوان انرژی روستایی و توسعه نقش انرژی های نو در تأمین انرژی و توسعه روستاها را مورد بررسی قرار داده است. در این مجموعه مزایای انرژی های نو در تأمین

انرژی روستایی مناطق مختلف جهان شرح داده شده و از میان انرژی های نو، برق خورشیدی، برق آبی کوچک و باد مورد تأکید قرار گرفته است. این گزارش توسط دکتر عباس صدیقی ترجمه و تحت عنوان انرژی روستایی و توسعه عرضه شده است.

مواد و روش ها

روش ارزش فعلی خالص NPV[1]: روش ارزش فعلی خالص روش استانداردی در ارزیابی پروژه های سرمایه گذاری بلند مدت است. ارزش فعلی خالص پروژه از تفاضل ارزش فعلی جریان نقدی ورودی و خروجی آن بدست می آید. در واقع ارزش فعلی خالص برابر است با ارزش فعلی جریان نقدی ورودی منهای ارزش فعلی جریان نقدی خروجی. در این روش، جریان نقدینگی (درآمدها و هزینه‌ها) بر پایه زمان وقوع (درآمد یا هزینه) به نرخ روز تنزیل می‌شود. به این ترتیب در جریان نقدینگی، ارزش زمان انجام هزینه یا به دست‌آمدن درآمد نیز لحاظ می گردد. ارزش خالص فعلی در محاسبات اقتصادی، اقتصاد مهندسی، بودجه کشورها و مباحث اقتصاد خرد و اقتصاد کلان، تجارت و صنعت به‌طور گسترده‌ای به‌کار می‌رود (Oskounejad, 2012).

اگر NPV بزرگتر از صفر باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی است.

اگر NPV کوچکتر از صفر باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی نیست.

اگر NPV برابر با صفر باشد، در اجرای پروژه بی تفاوت هستیم.

در این فرمول B_t ارزش منافع در سال t و C_t ارزش مخارج در سال t و i نرخ تنزیل و n تعداد دوره ها می باشد.

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

روش هزینه یکنواخت سالانه EUAC[2]: در این روش درآمد ها و هزینه ها به دریافت یا پرداخت سالیانه یکنواخت تبدیل می شوند (Oskounejad, 2012).

اگر NEUA۳ بزرگتر از صفر باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی است. اگر NEUA کوچکتر از صفر باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی نیست. اگر NEUA برابر با صفر باشد، در اجرای پروژه بی تفاوت هستیم. این تکنیک با توجه به اطلاعات طرح تحت نام «هزینه یکنواخت سالیانه» شناخته می شود.

نرخ بازده داخلی IRR[4]: فلسفه زیربنایی این روش عبارت است از تلاش برای یافتن نرخی که ارزش فعلی عایدات نقدی پروژه را با ارزش فعلی هزینه های آن برابر سازد؛ به عبارت دیگر، ارزش فعلی خالص آن را مساوی صفر کند. این نرخ ارتباطی با نرخ بهره حاکم در بازار سرمایه ندارد. به همین دلیل است که به آن نرخ

---

۱ . Net Present Value (NPV)
۲ . Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC)
۳ . Net Equivalent Uniform Annual
۴ . Internal Rate of Return (IRR) - Minimum Attractive Rate of Return (MARR)

بازده داخلی می گویند یعنی نرخی که داخلی و وابسته به ماهیت درونی (و نه عوامل خارجی) پروژه است و به چیز دیگری به غیر از جریان های نقدی آن پروژه بستگی ندارد. نرخ بازدهی داخلی را نرخ سود واقعی پروژه می دانند. به طور کلی IRR نرخی است که باعث می شود ارزش فعلی خالص (NPV) پروژه مساوی صفر شود. همچنین، نرخ بازده داخلی را می توان حداکثر نرخ بهره ای دانست که طرح می تواند آن را بپردازد و از نظر مالی زیانبار نباشد (Zahedi & Moalemi, 2010).

اگر IRR > MARR باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی است.

اگر IRR < MARR باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی نیست.

اگر IRR = MARR باشد، در اجرای پروژه بی تفاوت هستیم.

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0 \quad i = IRR$$

روش نرخ بازگشت سرمایه[1] ROR: یکی از روش هایی که امروزه در تعیین و انتخاب اقتصادی ترین پروژه ها متداول می باشد روش نرخ بازگشت سرمایه است. در این روش ضابطه قابل قبول یا رد پروژه، براساس معیاری (نرخی) به نام نرخ بازگشت سرمایه می باشد. در حقیقت تعادل درآمدها (درآمدهای سالیانه، ارزش اسقاطی و . . .) و هزینه ها (سرمایه اولیه، هزینه های سالیانه و . . .)، تحت یک نرخ امکان پذیر است (البته نه همیشه با یک نرخ) و آن نرخ (یا نرخ ها) نرخ بازگشت سرمایه می باشد (Oskounejad, 2012). به طور کلی اگر:

ROR ≥ MARR طرح پذیرفته می شود

ROR ≤ MARR طرح پذیرفته نمی شود

روش نسبت منفعت به هزینه[2]: یکی دیگر از تکنیک های اقتصاد مهندسی برای مقایسه اقتصادی طرح ها، روش نسبت منافع به مخارج یا سود به هزینه (B/C) می باشد. این روش علاوه بر بررسی اقتصادی طرح های سرمایه گذاری بخش خصوصی، یک روش کاربردی و معروف در ارزیابی طرح های دولتی محسوب می شود. اشاره می گردد که طرح های دولتی از آنجا که عام المنفعه هستند و نتایج آن عاید مردم می گردد پیش بینی نتایج و بیان آن برحسب پول، از پیچیدگی خاصی برخوردار است (اقلام درآمدی = B و اقلام هزینه ای = C می باشد). (Oskounejad, 2012).

اگر $B/C > 1$ باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی است.

اگر $B/C < 1$ باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی نیست.

اگر $B/C = 1$ باشد، در اجرای پروژه بی تفاوت هستیم.

$$B/C = \frac{\text{ضررها} - \text{منافع}}{\text{مخارج}}$$

---

۱ . Rate of Return (ROR)

۲ . Benefit – Cost Ratio

$$B/C = \frac{PV_B}{PV_C} = \frac{EUAB}{EUAC}$$

در این تحقیق با در نظر گرفتن یک نمونه از روستایی با ۱۵ خانوار و مصرف ۳۶ کیلووات ساعت برق در فاصله ۵ کیلومتری شبکه با میزان تابش خورشید ۵/۳ کیلووات به آزمون این فرضیه پرداخته ایم که استفاده از انرژی خورشیدی در بخش کشاورزی ایران دارای توجیه اقتصادی است. لذا جامعه آماری ما مناطق روستایی و کشاورزی ایران، با پتانسیل استفاده از انرژی خورشیدی در بخش کشاورزی از قبیل استان های فارس، کرمان، یزد و غیره بوده که در سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ از انرژی خورشیدی در امور کشاورزی مانند مزرعه، گلخانه ها، زنبورداریو غیره بهره برداری نموده اند..

در بخش روستایی می توان فعالیت سه بخش مهم اقتصادی یعنی صنعت، کشاورزی و خدمات را یافت اما بیشتر فعالیت ها در روستاها در بخش کشاورزی متمرکز شده است و نیز تفکیک آماری انرژی مصرفی در سه بخش یاد شده به سادگی میسر نیست، در اینجا از انرژی روستایی استفاده نموده ایم. با توجه به اینکه یکی از رایج ترین روش های ارزیابی اقتصادی انرژی ها با یکدیگر، مقایسه قیمت تمام شده آنها می باشد و تولید برق مهمترین کاربرد انرژی های نو است، قیمت تمام شده برق تولیدی فتوولتائیک با قیمت تمام شده برق از طریق گسترش شبکه برق روستاها به روش تحلیلی- توصیفی مقایسه می شود. روش ارزیابی بکار گرفته شده در این مقاله «هزینه یکنواخت سالانه» می باشد. در این روش درآمد ها و هزینه ها به دریافت یا پرداخت سالیانه یکنواخت تبدیل می شوند. یکی از مزایای این روش برخلاف روش ارزش فعلی، این است که عمر پروژه ها تغییری در محاسبات نمی‌دهد و در حقیقت نیازی به تعیین عمر مشترک برای زمانی که پروژه ها دارای عمری نابرابرند نیست (Oskounejad, 2012).

براساس این روش قیمت تولید یک کیلووات ساعت برق از طریق گسترش شبکه برق و انرژی خورشیدی به شرح ذیل محاسبه می گردد. ابتدا کلیه هزینه های سیستم را برآورد کرده و هزینه های سرمایه ای و هزینه های جاری (شامل هزینه های نگهداری، عملیاتی و بهره برداری) را تفکیک می نماییم و براساس نرخ بهره و نرخ تورم و با استفاده از فرمول (۱) نرخ بهره واقعی را برآورد می کنیم، (Taheri, 1995) سپس ارزش فعلی هزینه های جاری در طول عمر اقتصادی پروژه را با استفاده از فرمول (۲) محاسبه کرده و با هزینه های سرمایه ای پروژه جمع می کنیم. بعد از این مراحل با استفاده از فرمول (۳) کل هزینه ها را سالیانه کرده و از فرمول (۴) هزینه یک کیلوات ساعت برق تولیدی را محاسبه می کنیم.

$$\boldsymbol{i_r = \frac{i-f}{1+f}}$$ فرمول (۱)

$$\mathbf{P} = A \times \frac{(1+i_r)^n - 1}{i_r(1+i_r)^n}$$ فرمول (۲)

$$\mathbf{EUAC} = P \times \frac{i_r(1+i_r)^n}{(1+i_r)^n - 1}$$ فرمول (۳)

$$\mathbf{C(U)} = \frac{EUAC}{E}$$ فرمول (۴)

که در روابط فوق در طول این مقاله نمادهای استفاده شده به شرح ذیل تعریف می شوند:

i : نرخ بهره
f : نرخ تورم
i_r : نرخ بهره واقعی
C1 : هزینه های سرمایه گذاری
A یا C(O&M) : هزینه های جاری
P یا PV[C(O&M)] : ارزش فعلی هزینه های پروژه
EUAC : هزینه یکنواخت سالیانه
C(U) : هزینه تولید هر کیلووات ساعت
n : طول عمر پروژه
E : کیلووات ساعت برق تولیدی سالانه

عامل بازیافت سرمایه (سرمایه P را با توجه به نرخ بهره i در مدت n دوره به پرداخت های مساوی یکنواخت توزیع می کند).

$$\frac{\mathbf{A}}{\boldsymbol{P}} = \frac{i_r(1+i_r)^n}{(1+i_r)^n - 1}$$

ارزش فعلی سری یکنواخت (مقدار ارزش فعلی یک سری یکنواخت درآمد یا هزینه مساوی (A) که در پایان هر دوره اتفاق می افتد را با نرخ بهره i تعیین می کند).

$$\frac{\mathbf{P}}{\boldsymbol{A}} = \frac{(1+i_r)^n - 1}{i_r(1+i_r)^n}$$

در کشورهای در حال توسعه تعیین یک نرخ تنزیل در محاسبات بسیار مشکل است. در اغلب کشورهای در حال توسعه در ارزیابی طرحها فرض می شود که نرخ تنزیل بین ۸ تا ۱۵ درصد برحسب واحدهای حقیقی باشد (Gitinger, 1987).

پروژه های مذکور با دو سناریوی زیر ارزیابی می‌شوند:

سناریوی اول:	۳۰ درصد نرخ تورم	۲۵ درصد نرخ بهره
سناریوی دوم:	۱۷ درصد نرخ تورم	۲۰ درصد نرخ بهره

شایان ذکر است که ملاک انتخاب اعداد فوق، در سناریوی اول شرایط فعلی، و در سناریوی دوم، براساس میانگین ده سال گذشته می باشد و جامعه آماری مدنظر مناطق روستایی و کشاورزی ایران با تأکید بر داده های سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ هجری خورشیدی می‌باشد.

ارزیابی اقتصادی گسترش شبکه برق و سیستم فتوولتائیک در روستاها

آژانس بین المللی انرژی بزرگترین مانع در راه توسعه انرژی های تجدیدپذیر و گسترش انرژی های نو را هزینه بالای سرمایه گذاری و هزینه های اقتصادی می داند (Kahrobaeian, 2000). رقابت پذیری اقتصادی منابع انرژی تجدیدپذیر نسبت به منابع مرسوم، از مسائل مهم در راه گسترش کاربرد انرژی های نو است و بدون فراهم آوردن زمینه های اقتصادی شدن، توسعه انرژی های تجدیدپذیر سرعت مناسب را نخواهد داشت. در تحلیل هزینه-فایده ارزیابی اقتصادی، قیمت نقش مهمی را ایفا می کند، زیرا قیمت محصول در بخش عرضه مشخص کننده سطح درآمد می باشد و قیمت نهاده ها، تعیین کننده هزینه برای تولید کننده است. محاسبه قیمت تمام شده این امکان را به ما می دهد که در تخصیص منابع دقت بیشتری داشته باشیم. براین اساس در این بخش، با توجه به اینکه تولید برق از مهمترین کاربردهای انرژی های نو به شمار می رود، به مقایسه قیمت تمام شده برق از طریق گسترش شبکه برق با قیمت تمام شده برق خورشیدی فتوولتائیک می پردازیم.

محاسبه اقتصادی هزینه گسترش شبکه برق

اثر گسترش شبکه توزیع و سطوح مصرف در مناطق مختلف بر روی هزینه برق رسانی روستایی متفاوت است و موقعیت و شرایط روستا نیز بر آن موثر می باشد، براین اساس قیمت تمام شده تولید و انتقال هر کیلووات ساعت و قیمت تمام شده نصب و راه اندازی هر کیلومتر شبکه انتقال و توزیع برق روستایی از شبکه سراسری، از طرف وزارت نیز به شرح جدول ۱ گزارش شده است:

جدول ۱- هزینه های برق رسانی روستایی در ایران

Table1- The cost of rural electrification in Iran

هزینه (ریال) Cost (Rial)	
430	هزینه هر کیلووات ساعت Cost per kWh
۳۴۰ میلیون ریال در مناطق با شرایط متعارف و ۴۰۰ میلیون ریال در مناطق صعب العبور و شرایط خاص جوی 340 million riyals in areas with conventional conditions and 400 Million riyals in impassable areas and specific atmospheric conditions	هزینه انتقال و توزیع هر کیلومتر مسافت از شبکه سراسری تا روستا (شامل شبکه انتقال ۲۰ کیلووات و شبکه توزیع داخلی ۴۰۰ ولت) Transmission and distribution network costs per kilometer distance from the village (Including 20 kW transmission grid and distribution network of 400 V)
۱۵۰ میلیون ریال 150 million riyals	هزینه نصب ایستگاه هوایی و ترانسفورماتور ۴۰۰ ولت در ابتدا یا مرکز روستا The cost of installing air station and transformer 400 volts at the beginning or the village center

مأخذ: وزارت نیرو، شرکت توانیر Source:Ministry of Energy

براساس استانداردهای کاربردی وزارت نیرو، با احتساب ۲۰ سال عمر مفید برای شبکه و در نظر گرفتن روستای نمونه ای با مصرف ۳۶ کیلووات ساعت در شبانه روز که در فاصله ۵ کیلومتری شبکه سراسری قرار دارد (انتخاب ۳۶ kwh بر مبنای مصرف یک روستای ۱۵ خانواری با توجه به مصرف ۲/۴ کیلووات ساعت در شبانه روز برای هر خاوار صورت گرفته است) و با توجه به هزینه های برق رسانی روستایی مطابق جدول شماره ۱ در شرایط متعارف و با نرخ بهره ۲۵ درصد و نرخ تورم ۳۰ درصد (مطابق سناریوی اول) هزینه های برق رسانی را محاسبه می کنیم:

- هزینه تولید و انتقال برق از شبکه سراسری:

C۱ = ۴۳۰×۳۶×۳۶۵ = ۵/۶۵۰/۲۰۰ ریال

- هزینه انتقال و توزیع هر کیلومتر مسافت از شبکه سراسری تا روستا:

C۲ = ۵×۳۴۰/۰۰۰/۰۰۰ = ۱/۷۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال

- هزینه نصب ایستگاه هوایی و ترانسفورماتور:

C۳ = ۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال

جمع سه هزینه فوق به عنوان هزینه های سرمایه ای لحاظ می گردد، البته ذکر این نکته ضروریست که C۲ و C۳ در ابتدای کار هزینه می شوند ولی C۱ یعنی هزینه تولید و انتقال، در طول مدت زمان بهره برداری (۲۰ سال عمر مفید) هزینه می شود و بنابراین باید ارزش فعلی این جریان هزینه ای را محاسبه کنیم، پس خواهیم داشت:

ابتدا با استفاده از فرمول (۱) نرخ بهره واقعی را محاسبه می کنیم:

$$i_r = \frac{i-f}{1+f} = -۰/۰۳۸۵$$

سپس ضریب تبدیل هزینه ها به ارزش فعلی را بدست می آوریم:

$$\frac{P}{A} = \frac{(1+i_r)^n-1}{i_r(1+i_r)^n} = ۳۰/۹۹$$

- ارزش فعلی هزینه تولید و انتقال برق سراسری:

C۱۱ = ۵/۶۵۰/۲۰۰×۳۰/۹۹ = ۱۷۵/۰۹۹/۶۹۸ ریال

حال کل هزینه های سرمایه ای پروژه (هزینه یکنواخت شده) از مجموع C۱۱ و C۲ و C۳ حاصل می شود:

C۱ = ۱۷۵/۰۹۹/۶۹۸+۱/۷۰۰/۰۰۰/۰۰۰+۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ = ۲/۰۲۵/۰۹۹/۶۹۸ ریال

هزینه های پرسنلی، تعمیر و نگهداری سالانه شبکه معادل ۵ درصد هزینه های سرمایه ای برآورد می شود:

C(O&M) = ٪۵×۲/۰۲۵/۰۹۹/۶۹۸ = ۱۰۱/۲۵۴/۹۸۵ ریال

به پیشنهاد بانک جهانی، معادل ۱۵ درصد هزینه های جاری به عنوان هزینه غیرمستقیم آلودگی محیط‌زیست در نظر گرفته می شود (Yazdani Rad & Azizi, 1997). بنابراین مجموع هزینه های جاری تأمین برق روستای مذکور از شبکه با احتساب هزینه های زیست‌محیطی برابر خواهد شد با:

C(ENV.) = ۱۰۱/۲۵۴/۹۸۵+٪۱۵(۱۰۱/۲۵۴/۹۸۵) = ۱۱۶/۴۴۳/۲۳۳ ریال

حال با استفاده از فرمول (۲) ارزش فعلی مجموع هزینه های جاری در طول ۲۰ سال به صورت زیر محاسبه می شود:

$$C2 = PV[C(O\&M)] = C(O\&M) \times \frac{(1+i_r)^n-1}{i_r(1+i_r)^n} = ۱۱۶/۴۴۳/۲۳۳×۳۰/۹۹ = ۳/۶۰۸/۵۷۵/۷۹۱$$ ریال

لازم به ذکر است که هزینه های جاری هر ساله و طی عمر پروژه انجام می گیرند و ارزش فعلی آنها را به منظور مقایسه بدست می آوریم تا ببینیم این جریان هزینه ۲۰ ساله، در زمان حال چقدر ارزش دارد. ارزش فعلی کل هزینه های سرمایه ای و جاری تأمین برق روستای مذکور برابر است با:

P = C۱ + C۲ ⟶ ۲/۰۲۵/۰۹۹/۶۹۸+۳/۶۰۸/۵۷۵/۷۹۱ = ۵/۶۳۳/۶۷۵/۴۸۹ ریال

در اینجا P ارزش حال کل هزینه های سرمایه ای و جاری در طول عمر پروژه است. چنانچه بخواهیم آنرا سالیانه کنیم، یعنی در طی ۲۰ سال آنرا هزینه کنیم، با استفاده از فرمول (۳) هزینه سالیانه را بدست می آوریم:

$$\mathbf{EUAC} = P \times \frac{i_r(1+i_r)^n}{(1+i_r)^n-1} = ۵/۶۳۳/۶۷۵/۴۸۹×۰/۰۳۲۳ = ۱۸۱/۹۶۷/۷۱۸$$ ریال

یعنی در طی ۲۰ سال عمر پروژه باید هرسال معادل این مبلغ سرمایه گذاری انجام شود.

با استفاده از فرمول (۴) هزینه واحد انرژی بدست می آید:

$$C(U) = \frac{EUAC}{E} = \frac{181967718}{13140} = ۱۳۸۴۸$$ ریال

نتایج محاسبه هزینه گسترش شبکه برق در فواصل ۲ تا ۲۰ کیلومتری برای روستاهایی با سطوح مختلف مصرف تحت سناریوی اول و سناریوی دوم (سناریوی دوم براساس نرخ بهره ۲۰ درصد و نرخ تورم ۱۷ درصد محاسبه شده) در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲-هزینه گسترش شبکه برق برای سطوح مختلف مصرف در روستاهای ایران براساس سناریوی اول و سناریوی دوم (ریال بر کیلووات ساعت)

Table2- The cost of electricity for different levels of network expansion in rural Iran According to the first scenario and second scenario – IR Rial per KWh

فاصله از شبکه (کیلومتر) The distance from the network (km*)	سطوح مصرف (کیلووات ساعت) - سناریوی اول Levels of consumption (kWh) - the first scenario				
	12	24	36	48	60
2	18225	9711	6873	5454	4603
5	39150	20174	13848	10685	8788
10	74026	37612	25473	19404	15763
15	108901	55049	37099	28123	22738
20	143777	72487	48724	36842	29713
فاصله از شبکه (کیلومتر) The distance from the network (km*)	سطوح مصرف (کیلووات ساعت) – سناریوی دوم Levels of consumption (kWh) - the second scenario				
	12	24	36	48	60
2	23929	12371	8515	6592	5436
5	52336	26574	17987	13694	11117
10	99682	50248	33769	25530	20587
15	147028	73921	49551	37367	27111
20	194375	97594	65333	49203	39525

مأخذ: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

*kilometer

محاسبه اقتصادی سیستم فتوولتائیک

بکارگیری سیستم های فتوولتائیک جهت تولید برق در کشور به ویژه در مناطق دور افتاده و روستایی، مستلزم آن است که این سیستم ها از نظر اقتصادی و فنی مورد بررسی قرار گیرند. برای تولید ۳۶ کیلووات برق از طریق سیستم فتوولتائیک برای روستا، با میانگین تابش روزانه ۵/۳ کیلووات ساعت بر متر مربع، کل هزینه مورد نیاز شامل تجهیزات مورد نیاز، طراحی، نصب و راه اندازی به طور تقریبی برابر خواهد شد با: ۲/۵۲۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال برای انرژی تولیدی از سیستم فتوولتائیک براساس بهای تجهیزات مورد نیاز برای تولید ۳۶ کیلووات ساعت برق در ناحیه مذکور. (وزارت نیرو، دفتر برق روستایی شرکت توانیر، قیمت کل براساس نمونه مذکور (روستای با مصرف ۳۶ کیلووات ساعت در شبانه روز) استخراج شده است).

همچنین قطعات مورد نیاز برای راه اندازی این سیستم به شرح ذیل می باشد:

- ماژول ها
- سازه فلزی

- ❖ تابلوی شارژ
- ❖ تابلوی قدرت
- ❖ باطری ساکن
- ❖ اینورتر
- ❖ سایر هزینه ها (شامل جعبه اتصالات، کابل، نصب و راه اندازی و . . .).

طبق اظهار نظر کارشناسان مجتمع تولید فیبر نوری، ۲/۳ درصد هزینه های سرمایه ای به عنوان هزینه های عملیاتی و جاری سالانه یک سیستم فتوولتائیک برآورد می شود: (Integrated fiber optics and solar power, 2010)

C(O&M) = ٪۲/۳×۲/۵۲۰/۰۰۰/۰۰۰ = ۵۷/۹۶۰/۰۰۰ ریال

فتوولتائیک خورشیدی نسبت به سایر انرژی های نو یکی از کم هزینه ترین سیستم ها می باشد. اما با این حال سالانه هزینه هایی بوجود خواهد آمد. برای مثال راه اندازی یک سیستم فتوولتائیک در بخش روستایی نیازمند این است که یک کارشناس به روستا و یا مناطق مورد نظر سرکشی کند که بدلیل دورافتاده بودن برخی روستاها و مناطق کشاورزی ایران خصوصاً در نیمه جنوبی و شرقی ایران و همچنین پهناور بودن کشور ایران، این مورد هزینه هایی را به دنبال خواهد داشت. اگر بخواهیم برای این مورد راهکاری ارائه کنیم که هزینه ها تا حد قابل توجهی کاهش یابد می توان هنگام ایجاد پروژه در روستای مورد نظر، در آموزش به افراد بومی کوشش نمود تا کمتر نیاز به ارسال کارشناس باشد و این خود موجب کاهش هزینه ها می شود.

با در نظر گرفتن ۲۰ سال عمر مفید برای سیستم و در نظر گرفتن روستای نمونه ای با مصرف ۳۶ کیلووات ساعت در شبانه روز و نرخ بهره ۲۵ درصد و نرخ تورم ۳۰ درصد (سناریوی اول) ارزش فعلی هزینه های جاری با استفاده از فرمول (۲) برابر خواهد شد با:

PV[C(O&M)] = ۵۷/۹۶۰/۰۰۰×۳۰/۹۹ = ۱/۷۹۶/۱۸۰/۴۰۰ ریال

بنابراین مجموع ارزش فعلی کل هزینه ها برابر خواهد شد با:

P = ۲/۵۲۰/۰۰۰/۰۰۰ + ۱/۷۹۶/۱۸۰/۴۰۰ = ۴/۳۱۶/۱۸۰/۴۰۰ ریال

عدد ۳۰/۹۹ در واقع ضریب تبدیل هزینه ها به ارزش فعلی (فرمول ۲) می باشد که در بالا محاسبه گردید که پس از ضرب در هزینه های عملیاتی، ارزش فعلی هزینه های جاری بدست می آید که در ادامه اگر مقدار بدست آمده را با هزینه اولیه جمع نمائیم به مجموع ارزش فعلی کل هزینه ها می رسیم.

تکنولوژی بکار رفته در ساخت مدول های فتوولتاییک از مصالح بادوامی است. در گذشته دوام سیستم ها را حدود ۱۰ سال در نظر می گرفتند. اما با پیشرفت های انجام شده، متوسط عمر مفید این سیستم ها به بیش از ۲۰ سال رسیده است.

حال با استفاده از فرمول (۳) ارزش فعلی کل هزینه ها را سالیانه می کنیم:

$$\mathbf{EUAC} = P \times \frac{i_r(1+i_r)^n}{(1+i_r)^n-1}$$ = ۴/۳۱۶/۱۸۰/۴۰۰×۰/۰۳۲۳ = ۱۳۹/۴۱۲/۶۲۷ ریال

فرمول (۳) در واقع هزینه یکنواخت سالیانه می باشد که با استفاده از این فرمول مقداری که در بالا بدست آوردیم (مجموع ارزش فعلی کل هزینه ها) را سالیانه می نمائیم. در واقع مقدار بدست آمده ارزش فعلی سالیانه کل هزینه ها می باشد.

با استفاده از فرمول (۴) هزینه واحد انرژی (یک کیلووات) برق تولیدی از سیستم فتوولتائیک بدست می آید:

$$C(U) = \frac{EUAC}{E} = \frac{139412627}{13140} = ۱۰۶۱۰$$

در نهایت برای بدست آوردن هزینه واحد انرژی به کیلووات بایستی هزینه سالیانه بدست آمده را تقسیم بر ۱۳۱۴۰ نمائیم. این عدد در واقع ضرب تعداد روزهای سال یعنی ۳۶۵ در عدد ۳۶ می باشد که عدد ۳۶ همان مقدار کیلووات روستای فرضی می باشد که به نمونه در نظر گرفته شده بود.

عدد بدست آمده در واقع هزینه یک کیلووات ساعت می باشد اما این عدد با فروض سناریوی اول و با فرض روستای نمونه ۱۵ خانواری با ۳۶ کیلووات مصرف بود.

برای اینکه بتوان مقایسه و نتیجه گیری منسجم تری داشت اولاً در ۲ سناریو اعداد استخراج گردیده و همچنین برای مقایسه بهتر ظرفیت های متفاوت نیز در نظر گرفته شده اند و صرفاً به نمونه ۳۶ کیلووات بسنده نشده است. به دیگر سخن، ظرفیت های ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۶۰ کیلووات در قالب هردو سناریو محاسبه شده و اعداد آن نیز در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۳- هزینه واحد انرژی سیستم فتوولتائیک تحت دو سناریوی اول و دوم

Table3- The cost of photovoltaic energy systems - First and second scenarios

سناریو Scenario ظرفیت (کیلو وات) Cpasity(kW*)	سناریوی اول The first scenario	سناریوی دوم The second scenario
12	31829	50339
24	15915	25169
36	10610	16780
48	7957	12585
60	6366	10068

مأخذ: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

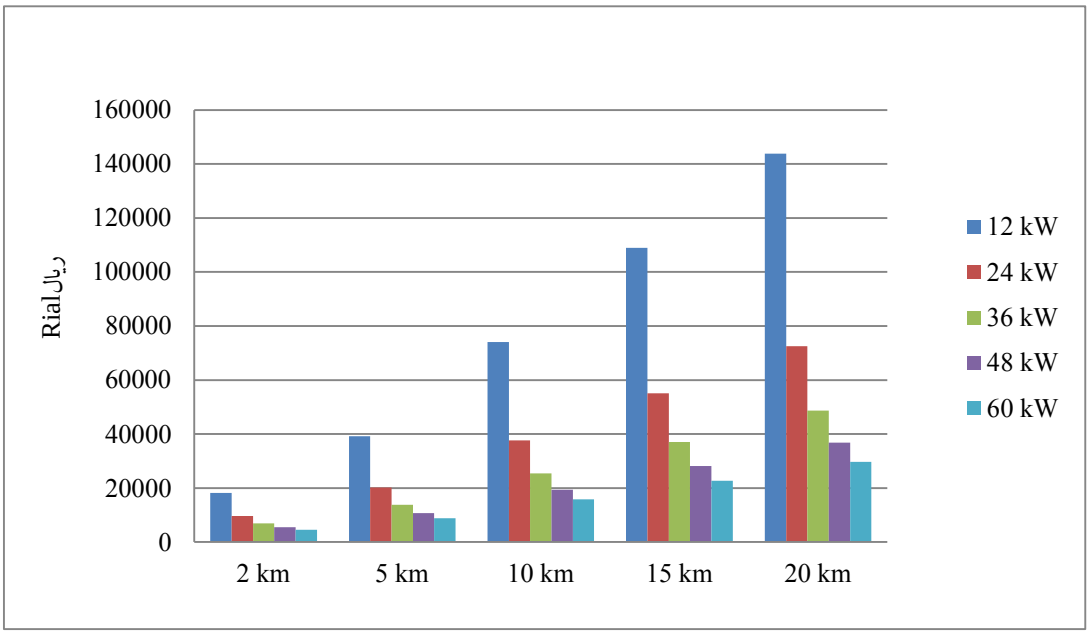
*Kilowatt

تحلیل نموداری قیمت های استخراجی گسترش شبکه برق و فتوولتائیک

هزینه واحد انرژی در یک روستا بستگی به کل مصرف روستا و یا به عبارتی تعداد خانوارهای ساکن در آن روستا دارد. در مورد سیستم فتوولتائیک عامل دیگر، میزان تابش خورشیدی است. همچنین تکنولوژی هرچه بیشتر (راندمان دستگاه و قطعات مربوط به سیستم) موجب کمتر شدن هزینه ها خواهد شد.

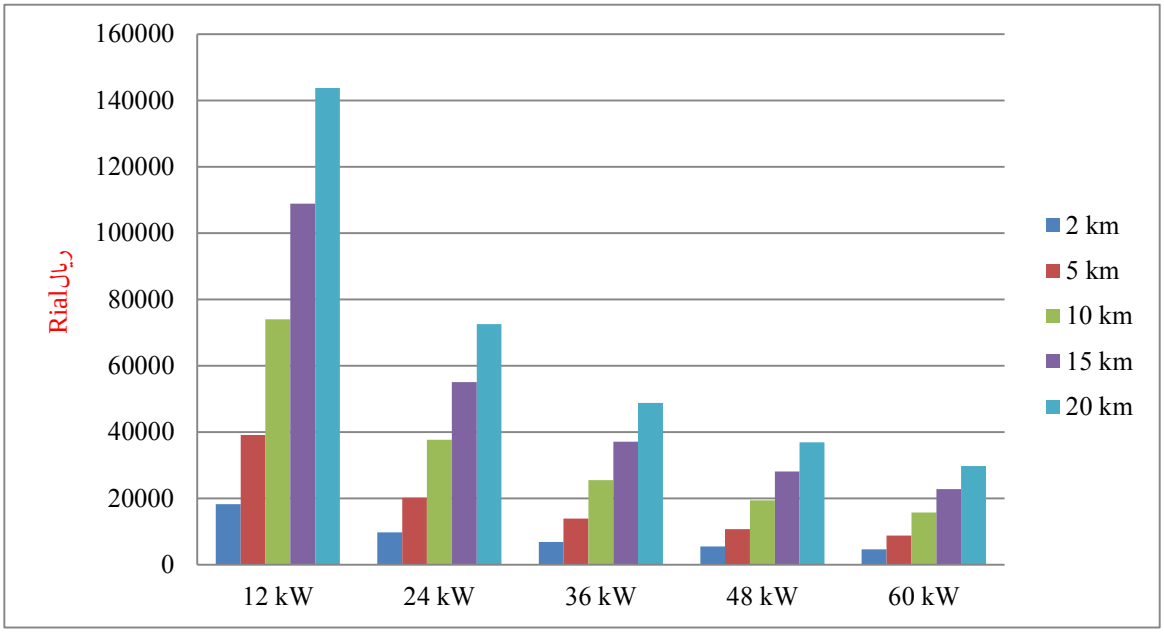
در مورد گسترش شبکه برق به روستا، هزینه واحد انرژی بستگی زیادی به فاصله روستا تا نزدیک ترین خط انتقال یا پست دارد، هرچه فاصله بیشتر باشد هزینه واحد انرژی افزایش خواهد یافت. پارامتر مهم دیگر مصرف روستا می باشد، هرچه مصرف انرژی روستا (تعداد خانوار) بیشتر باشد هزینه واحد انرژی گسترش شبکه برق کاهش می یابد. در مورد سیستم فتوولتائیک علاوه بر میزان تابش خورشید، عامل دیگر سطح مصرف کل روستا می باشد، هرچه مصرف کل روستا کمتر باشد هزینه واحد انرژی کمتر خواهد شد. (Moghadam, 1998).

به منظور مقایسه نتایج حاصل از برآورد هزینه کیلووات برق تولیدی از طریق گسترش شبکه سراسری و سیستم فتوولتائیک برای روستای نمونه با مصرف ۳۶ کیلووات ساعت در شبانه روز، هزینه کیلووات برق تولیدی از سیستم فتوولتائیک و هزینه کیلووات برق تولیدی از گسترش شبکه برای فواصل ۲ تا ۲۰ کیلومتر تحت دو سناریوی مفروض، در نمودارهای زیر رسم شده است:



نمودار ۱- هزینه گسترش شبکه برق براساس سناریوی اول برحسب فاصله کیلومتری و توان تولیدی نیروگاه

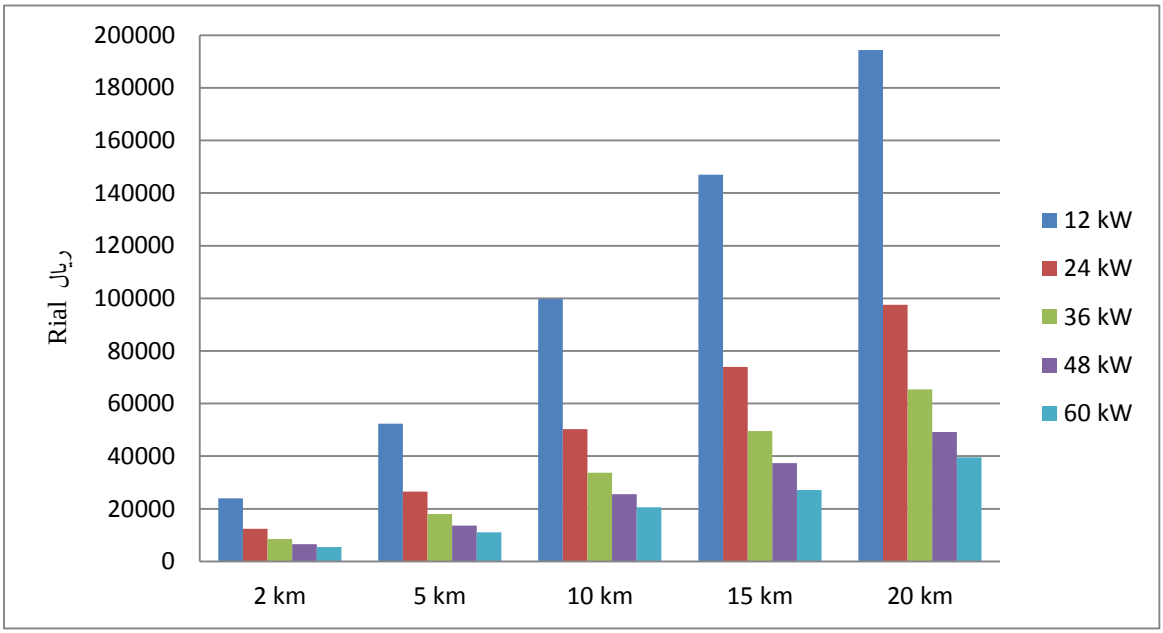
Chart 1- The cost of extending the grid based on the first scenario in terms of distance kilometers and plant production capacity



نمودار۲- هزینه گسترش شبکه برق در روستاهای ایران براساس سناریوی دوم

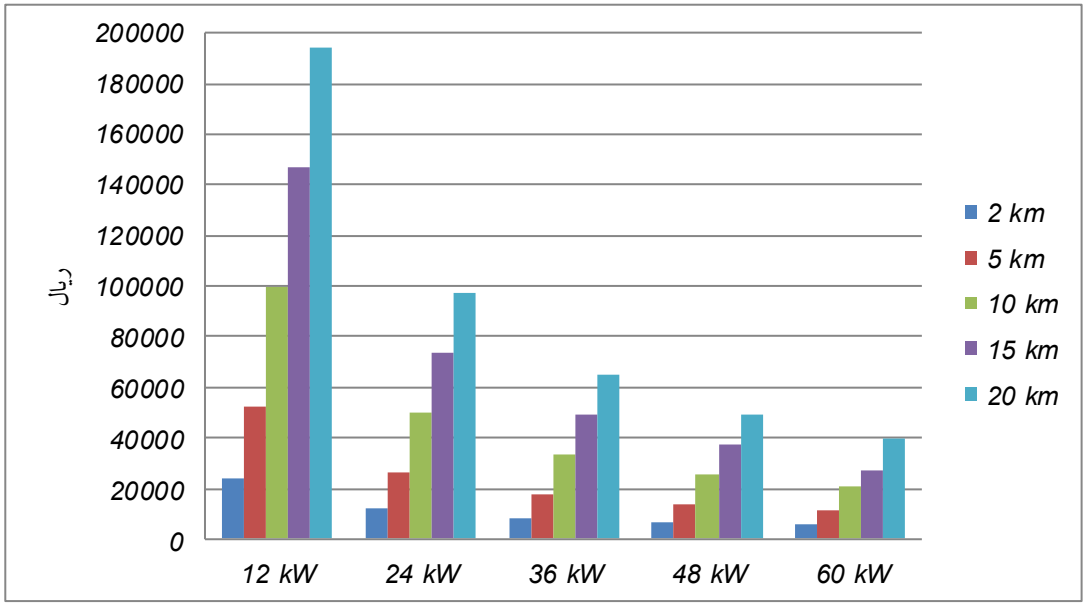
Chart 2- The cost of extending the grid in the villages of Iran, according to the second scenario

هر سناریو با دو نمودار نشان داده شده است. بدین جهت که یکبار به تفکیک ظرفیت مورد استفاده (کیلووات) و یکبار نیز به تفکیک فاصله روستا یا بخش کشاورزی مد نظر از شبکه نشان داده شده است. دلیل نمایش نمودارها به این صورت این است که هم روند افزایش قیمت را هنگامی که فاصله از شبکه بیشتر شده بررسی کرده و هم روند کاهش قیمت را زمانی که ظرفیت انتقالی (کیلووات) برای روستا یا بخش کشاورزی بیشتر می شود را مورد بررسی و تحلیل قرار دهیم.



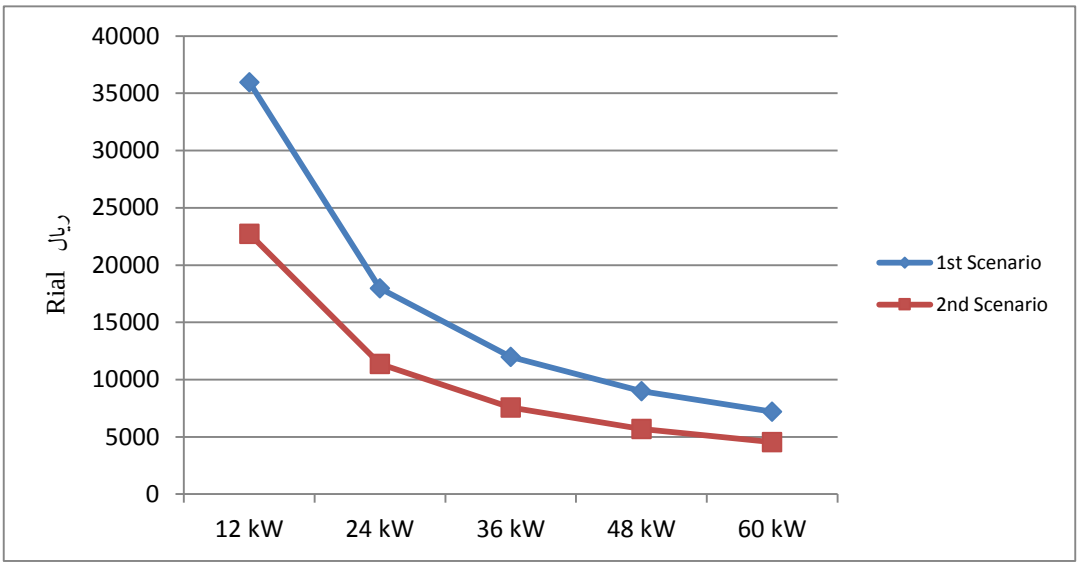
نمودار ۳ – فاصله کیلومتری

Chart 3- By distance kilometers



نمودار ٤ – توان تولیدی نیروگاه

Chart 4 - Plant production capacity



نمودار ٥ – هزینه واحد انرژی سیستم فتوولتائیک تحت دو سناریوی اول و دوم

Chart 5- Energy unit cost of photovoltaic systems under the first and second scenarios

در ایجاد سیستم های فتوولتائیک هم طبیعی است رابطه معکوس افزایش ظرفیت (کیلووات) و کاهش هزینه ها وجود داشته باشد که دلیل آن نیز سرشکن شدن بیشتر هزینه ها می باشد و در واقع هرچقدر ظرفیت کیلوواتی و تکنولوژی بالاتر در دستور کار قرار گیرد هزینه ها نیز کاهش می یابند. همانگونه که در نمودار بالا دیده می شود هر دو سناریو مطروحه در ظرفیت ۱۲ کیلووات هزینه های بیشتر و متقابلاً در ظرفیت های بالاتر، قیمت های پائین

تر مشاهده می شود. پس هرچه در روستا یا بخش کشاورزی مورد نظر، ظرفیت (کیلووات) بیشتر شده هزینه ها نیز کاهش می یابد.

نتیجه گیری کلی

انتخاب بهترین منبع انرژی روستایی و کشاورزی

مقایسه و ارزیابی اقتصادی بین گسترش شبکه برق و ایجاد سیستم فتوولتائیک در روستاها با نمونه فوق الذکر زمانی صورت می گیرد که قیمت های استخراج شده گسترش برق و سیستم فتوولتائیک مورد سنجش قرار گیرند. با توجه به جداول و نمودارهای ارائه شده قیمت های استخراجی را مورد تحلیل قرار می دهیم:

بررسی توجیهی سناریوی اول

مطابق سناریوی اول و با توجه به روستای نمونه (۳۶ کیلووات در فاصله ۵ کیلومتری) قیمت استخراج شده ۱۳۸۴۸ ریال می باشد. حال آنکه این قیمت برای ظرفیت ۳۶ کیلووات در فاصله ۵ کیلومتری برای ایجاد سیستم های فتوولتائیک ۱۰۶۱۰ ریال استخراج شده است. پس می توان گفت در این شرایط استفاده از سیستم فتوولتائیک به صرفه می باشد. ذکر این نکته ضروری است که برای تحلیل بهتر شرایط، بایستی نقطه ای که هزینه ها برابر شده اند را مورد توجه قرار داد. به عبارت دیگر در سناریوی اول تا ۴ کیلومتر استفاده از گسترش شبکه برق صرفه اقتصادی داشته اما از این فاصله به بعد استفاده از انرژی خورشیدی صرفه اقتصادی بیشتری خواهد داشت. زیرا قیمت استخراجی سیستم فتوولتائیک از این فاصله به بعد از قیمت گسترش شبکه برق کمتر خواهد بود. در واقع با نگاه به نمودار سناریوی اول و مقایسه آن با قیمت های انرژی خورشیدی درمی‌یابیم که نقاط ۴ کیلومتر به بعد هزینه استفاده از انرژی خورشیدی کمتر از هزینه گسترش شبکه برق می باشد.

بررسی توجیهی سناریوی دوم

در سناریوی دوم مطابق نمونه ۳۶ کیلووات در فاصله ۵ کیلومتری (مطابق جدول ۲) مشاهده می شود که هزینه گسترش شبکه برق ۱۷۹۸۷ ریال می باشد. اما قیمت ایجاد سیستم فتوولتائیک ۳۶ کیلووات (مطابق جدول ۳) ۱۶۷۸۰ ریال می باشد. در سناریوی دوم تا ۴/۸ کیلومتر مسافت، استفاده و گسترش شبکه برق دارای توجیه اقتصادی می باشد اما از این فاصله به بعد استفاده از انرژی خورشیدی به صرفه می باشد. پس در این سناریو نیز استفاده از سیستم های فتوولتائیک در نمونه مذکور توجیه اقتصادی داشته، به علاوه اینکه با توجه به جداول و نمودارهای سناریوی دوم مشاهده می شود که در فواصل بیشتر نیز استفاده از سیستم های فتوولتائیک توجیه اقتصادی بیشتری نسبت به گسترش شبکه برق را دارا می باشد. مثلا برای ۴۸ کیلووات در سناریوی دوم عدد استخراج شده سیستم فتوولتائیک ۱۲۵۸۵ ریال می باشد. حال آنکه ظرفیت ۴۸ کیلووات برای گسترش شبکه برق در همین سناریو عدد ۱۳۶۹۴ برای فاصله ۵ کیلومتری، عدد ۲۵۵۳۰ برای فاصله ۱۰ کیلومتری، عدد ۳۷۳۶۷ برای فاصله ۱۵ کیلومتری و عدد ۴۹۲۰۳ برای فاصله ۲۰ کیلومتری می باشد. هرچه فاصله از شبکه دورتر می شود هزینه های گسترش شبکه برق به مقدار قابل توجهی بالا می رود و دلیل عمده آن هم هزینه های سنگین انتقال شبکه برق می باشد.

الگوبرداری از کشورهای موفق در زمینه تولید و توسعه مصرف انرژی های نو و استفاده از تجربه های موفق این کشورها. ترویج و اشاعه انواع انرژی های نو بوسیله بالا بودن فرهنگ و بینش مردم نسبت به روش های نوین تأمین انرژی و بیان مزایای انرژی های نو نقش بسزایی در رواج استفاده از این انرژی ها خواهد داشت. لذا لازم است همسو با مطالعات فنی و اقتصادی، مطالعات فرهنگی-اجتماعی و ارائه آموزش های لازم نیز مورد عنایت کافی قرار گیرد.

با توجه به نتایج تحقیق و آمار ارائه شده، کشور ایران به لحاظ شرایط اقلیمی پتانسیل بیشتری در استفاده از انرژی خورشیدی (و بعد از آن، برق آبی کوچک و انرژی باد) دارد. از آنجا که تأمین برق روستاهای دور افتاده و کم جمعیت همواره با مشکلاتی مواجه بوده است، باید با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و امکانات موجود، اقتصادی ترین روش جهت برق رسانی به این روستاها را انتخاب نمود. لذا توصیه می شود برنامه ریزی مناسب در جهت بومی کردن ساخت تجهیزات استفاده از این انرژی ها به منظور استفاده وسیع و پایدار از پتانسیل موجود بعمل آید.

بکارگیری انرژی های نو نه فقط از جنبه محدود بودن سوخت های فسیلی بلکه با توجه به الزامات بین المللی در زمینه حفظ محیط زیست، یک ضرورت است. لذا در انتخاب انرژی های نو نباید تنها به مسئله اقتصادی بودن توجه شود، مسائل اجتماعی، فرهنگی، زیست محیطی، اهمیت کمتری از میزان سرمایه گذاری و بازدهی کمی پروژه ها ندارند.

داشتن برنامه و استراتژی های موثر، اصولی و مطالعه شده به منظور تسریع در ورود انرژی های تجدیدپذیر در سبد انرژی مصرفی کشور. با توجه به قیمت پائین سوخت های فسیلی و از طرفی بالا بودن هزینه اولیه انرژی های نو، استفاده از ابزارهای اقتصادی مثل اعطای وام های بلندمدت و کم بهره، سیاست های تشویقی و . . . برای گسترش کاربرد انرژی های نو ضروری می باشد.

با عنایت به خدمات جانبی برق، سرانه مصرف برق یکی از معیارهای توسعه یافتگی و رفاه مردم یک کشور است. با توجه به پائین بودن این سرانه در کشور در مقایسه با کشورهای توسعه یافته، کاربرد وسیع انرژی خورشیدی خصوصاً در مناطق روستایی علاوه بر رفع نیاز برق این مناطق موجب نزدیک شدن سرانه مصرف برق کشور به استانداردهای جهانی خواهد شد.

در راستای کاهش هزینه ها، توصیه می شود بعد از راه اندازی سیستم های خورشیدی در روستاها، بهره برداری و نگهداری از آنها را تا حد ممکن به اهالی روستاها و کشاورزان آموزش داده شود. این امر کاهش هزینه و افزایش ایمنی کار را در بر دارد، زیرا در این شرایط دیگر نیاز چندانی به ارسال متخصص از نقاط دیگر برای سرکشی و تعمیر و نگهداری این سیستم ها نیست.

References

Abdi, H. (1998), The use of solar energy in rural Iran, Master's thesis, Tehran, Tarbiat Modares University.

Aghapouralishahi, M. (2004), Technical and economic studies and the optimal use of solar energy in Telecommunication Company of Iran, Master's thesis, Islamic azad university of Tehran.

Anonymous, International Energy Agency, World Energy Outlook. (2012).

Biswas D. K. and Goswami T. K., (2000), Rural Energy Central Fuel Research Institute Dhanbad, CSIR, Min of Science & Technologies Government India's.

Gitinger, P. (1987) Economic analysis of agricultural projects, translate by Majid Koopahi, Second Edition, university of Tehran publication.

Integrated fiber optics and solar power, Tehran. (2010).

Kahrobaeian, A. (2000), The prospects for change in the mix of energy sources, Keynote speeches Iran's National Energy Conference, Tehran, Ministry of power and energy.

Kazemi, S. H. (1998), Economic evaluation of energy production in small hydroelectric power plants (Yasouj powerhouse), Master's thesis, Islamic azad university of Tehran.

Khalilian, S. (1996), Analyzing the role of natural resources in the development of the agricultural sector, Master's thesis, Tehran, Tarbiat Modares University.

Kord, B. (2000), Renewable energy's role in providing rural energy, Master's thesis, Tehran, Tarbiat Modares University.

Ministry of power and energy, Tavanir Company. Access in http://www.amar.tavanir.org.ir

Ministry of power and energy, Tavanir Company. Balance sheet of energy (2011).

Moghadam, M. S. (1998), Examine the possibility of using solar energy in Iran (case study in Kish island), Master's thesis, Islamic azad university of Tehran.

Oskounejad, M. M. (2012), Economic Engineering, Tehran, 39th edition, Amir Kabir Publication.

Taheri, S. (1995), Economic evaluation of plans, first edition, Tehran, Kavir publication.

World Bank (1996), Rural Energy and Development, impairing Energy Supplies for two billion People, Washington D.C, September

World Energy Council, (2005), New renewable energy sources, translate by Tavanir Company, Tehran, Ministry of power and energy.

Yazdanirad, R. (1997), Economic evaluation and expansion of the electricity grid photovoltaic energy systems for rural electricity supply in Iran, Proceedings of the Seminar on Development of Renewable Energy, Tehran, Ministry of power and energy.

Zahedi, M. and Moallemi, M. (2011), Economic evaluation of plans, Tehran, Payam Noor University.

Zareh Jahsorkhi, M. (2007), The use of new energy potentials in the agricultural sector in Iran, Master's thesis, Islamic azad university of Tehran.