

خلاصه گزارش طرح تحقیقاتی

امکان سنجی و طراحی بهینه سیستم ترکیبی انرژی‌های تجدیدپذیر جهت تأمین برق مورد نیاز شبکه و سد یامچی

سازمان مجری: دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل

مجری: غلامرضا اقاچانی

چکیده

همانطور که می‌دانیم ایران یکی از بیشترین پرتوهای خورشیدی را در جهان دریافت می‌کند؛ که این امر کشور را با چالش عمده تبخیر آب مواجه می‌کند کشوری که امروزه با مشکل بحران آب روبرو است. لذا احداث نیروگاه‌های خورشید روی سطح مخازن باز آب (کانال‌های آب یا دریاچه پشت سد)، نه تنها میزان قابل توجهی انرژی پاک تولید و از تولید گازهای گلخانه‌ای جلوگیری می‌شود؛ بلکه جلوی تبخیر مقادیر قابل توجهی از آب گرفته شده و حداقل بخشی از تهدید، به فرصت تبدیل خواهد شد. لذا وجود کانال آب شبکه یامچی و دریاچه پشت سد یامچی اردبیل پتانسیل سرمایه‌گذاری ارزشمندی را در اختیار شرکت آب منطقه‌ای اردبیل جهت مدیریت منابع آب و انرژی الکتریکی قرار می‌دهد. از طرفی پتانسیل بادی حاصل در سایت سد یامچی اردبیل فضای مناسبی را برای نصب توربین‌های بادی در اختیار این شرکت گذاشته است. در این طرح تحقیقاتی هفت مدل تولید انرژی الکتریکی شامل نصب نیروگاه خورشیدی یک مگا وات بر روی کانال‌های آب و نیروگاه ۵.۶ مگا وات در اراضی حاشیه محزنی سد یامچی اردبیل، تامین مصارف روشنایی و تهویه ایستگاه پمپاژ شماره ۱۱، نیروگاه خورشیدی شناور یک مگا وات بر روی دریاچه پشت سد یامچی اردبیل و نصب توربین بادی ۶۶۰ کیلو وات در سایت سد یامچی، نصب توربین بادی با ظرفیت مصرف مورد نیاز در سایت سد یامچی و نیروگاه هیبریدی بادی - خورشیدی ۵.۶ مگا وات مورد بررسی فنی و اقتصادی قرار گرفت. که نتایج حاصل نشان می‌دهد نیروگاه خورشیدی دارای دوره بازگشت سرمایه نه سال و نیروگاه بادی یک دوره هفت ساله را برای این شرکت بدنبال دارد. در ضمن باتوجه به سرمایه گذاری اولیه بالا در این پروژه‌ها پیشنهاد شد که شرکت آب منطقه‌ای می‌تواند در قالب قرار دارد BOT با شرکت آرتا ویل تایر و یا دیگر بخش‌های خصوصی فعال در این زمینه سرمایه گذاری مشترک انجام دهند.

۱ - مقدمه

با توجه به مشکلات پیش رو در زمینه استفاده از منابع انرژی فسیلی، امروزه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی خورشیدی و بادی) از اهمیت بسیاری برخوردار است. با وجود اینکه میزان تابش خورشید در پهنه ایران ۲.۵ برابر بسیاری از کشورهای اروپایی است و شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در بسیاری از مناطق کشور مهیاست. این در حالی است که این انرژی در ایران سهم اندکی دارد. کشور ما به دلیل قرار داشتن بر کمربند تابش خورشیدی از قابلیت خوبی در این زمینه برخوردار است. در ۹۰ درصد خاک ایران، بیش از ۲۸۰ روز آفتابی وجود دارد که میزان تابش خورشیدی در این روزها حدود ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع است. از طرفی مطابق گزارش سازمان انرژی بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) میزان پتانسیل بادی قابل استحصال در کشور در حدود ۱۰۰ هزار مگاوات برآورد گردیده است. لذا استفاده از انرژی‌های خورشیدی و بادی جهت تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز در تمامی مصارف یک امری لازم و ضروری است.

در این میان با توجه به الگوی مصرف انرژی الکتریکی ایستگاه‌های پمپاژ شرکت‌های آب منطقه‌ای که بیشترین میزان مصرف در ماه‌های اردیبهشت تا شهریور را دارند یعنی زمانی که پیک مصرف در شبکه برق سراسری اتفاق می‌افتد از یک طرف و همچنین با توجه به موقعیت طلایی که این قبیل شرکت‌ها با در دسترس داشتن کانال‌های آب و سد (جهت احداث نیروگاه‌های خورشیدی روی کانال آب و نیروگاه‌های خورشیدی شناور روی آب‌های پشت سد) و فضای حفاظت شده در اطراف سدها (جهت احداث توربین‌های بادی) از طرف دیگر، باعث می‌شود شرکت‌های آب منطقه‌ای با این شرایط، از این پتانسیل بالقوه خود جهت درآمدزایی، اشتغال‌زایی، جلوگیری از تبخیر آب (با وجود بحران آب در کشور) و کمک به شبکه برق سراسری مخصوصاً در زمان پیک مصرف انرژی الکتریکی بیش از پیش استفاده کنند.

۲- بیان مسئله

اهمیت وجود ایستگاه‌های پمپاژ آب بر کسی پوشیده نیست. امروزه امنیت غذایی یکی از مهمترین مقوله‌های مطرح در کشورها می‌باشد و بالطبع فراهم نمودن آب مورد نیاز برای مصارف مختلف از جمله مصارف کشاورزی و آشامیدنی و ... دارای اهمیت ویژه‌ای است. این اهمیت تا بدان حد است که اختلال در امر ابرسانی در مناطق روستایی باعث خسارت‌های فراوانی به محصولات کشاورزی می‌گردد. لذا تامین انرژی الکتریکی این ایستگاه‌های پمپاژ یک امر لازم و ضروری است. امروزه در ایران تنها منبع تامین این انرژی، شبکه برق سراسری است. یعنی شبکه الکتریکی که توان الکتریکی خود را از طریق سوزاندن سوخت‌های فسیلی تامین می‌کند. همانطور که می‌دانیم امروزه جوامع بشری به دلایلی از جمله رو به اتمام بودن سوخت‌های فسیلی و الودگی‌های ناشی از آن تمایل چندانی به استفاده از انرژی‌های الکتریکی حاصل از این نوع سوخت‌ها ندارند و در عوض استقبال زیادی به تامین انرژی خود از طریق انرژی‌های پاک از جمله انرژی خورشیدی و بادی دارند. لذا تامین برق مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ آب از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به وجود پتانسیل‌های موجود در شرکت‌های آب منطقه‌ای (به ویژه شرکت آب منطقه‌ای اردبیل با توجه به قطب کشاورزی بودن این منطقه) از جمله وجود کانال‌های آب در نزدیکی ایستگاه‌های پمپاژ آب (در مطالعه موردی ایستگاه‌های پمپاژ آب شبکه و سد یامچی) برای احداث پنل‌های خورشیدی و دریاچه پشت سد جهت احداث نیروگاه خورشیدی شناور و همچنین وجود فضا و پتانسیل‌های بادی مناسب در سایت سد یامچی جهت بهره برداری از انرژی بادی یک امری لازم و ضروری بنظر می‌رسد. از طرفی با توجه به بخشنامه شماره ۷۸۲۵۰/ت ۵۱۹۰۴ ه هیات وزیران در تاریخ ۱۳۹۵/۰۶/۳۱ مبنی بر موظف بودن موسسات و شرکت‌های دولتی و نهادهای عمومی غیردولتی در جهت تامین حداقل بیست درصد از برق مصرفی خود از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر و خرید تضمینی برق از

نیروگاه‌های تجدیدپذیر، ضرورت دیگری بر استفاده شرکت آب منطقه‌ای اردبیل از این پتانسیل بالقوه خود از ایستگاه‌های پمپاژ شبکه و سد یامچی است.

۳- هدف از اجرای تحقیق

در این تحقیق تلاش خواهد شد تا با ارزیابی و تحلیل دقیق شرایط و ملزومات ایستگاه‌های پمپاژ آب شبکه و سد یامچی و امکان سنجی‌های لازم در هر یک از ایستگاه‌های پمپاژ آب و سایت سد یامچی و بدست آوردن میزان و شدت تابش و ساعات متوسط آن در محل این ایستگاه‌ها و همچنین سرعت وزش باد در این منطقه وضعیت تامین برق مورد نیاز ایستگاه‌ها و شبکه توسط انرژی خورشیدی و بادی مورد ارزیابی و آنالیز قرار گیرد و در ادامه، با توجه به وجود کانال‌های آب در کنار ایستگاه‌های پمپاژ شبکه یامچی جهت قرار دادن پنل‌های خورشیدی و با در نظر گرفتن پتانسیل بادی موجود در سایت سد یامچی جهت احداث توربین‌های بادی و همچنین استفاده از فضای موجود در دریاچه پشت سد یامچی جهت قرار دادن پنل‌های خورشیدی شناور و فضای اطراف دریاچه محاسبات فنی و اقتصادی آن بصورت کامل مورد بررسی قرار گیرد. از طرفی حالت انتخاب بهینه سازه نیروگاه خورشیدی و بادی با در نظر گرفتن امکان نصب هر دو نوع سیستم با ظرفیت استاندارد در سایت سد یامچی مورد مطالعه قرار گیرد.

۴- نوآوری تحقیق

یکی از مهمترین مسئله در زمینه احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر بخصوص انرژی خورشیدی نیاز به زمین احداث با مساحت بالا است، بطوریکه این فضای با توجه به بخشنامه شماره ۵۳/۰۲/۲۰۴۶۳۵ وزارت جهاد و

کشاورزی به ازای هر مگا وات انرژی خورشیدی به فضای تقریبی ۲ هکتار و حداکثر مساحت مورد نیاز جهت احداث توربین بادی برابر زمینی به میزان مربع قطر روتور توربین می‌باشد. از طرفی با توجه به وجود کانال اب بطول ۳۶.۵ کیلومتر و عرض حداقل ۷.۶ متر (که با لحاظ کردن حریم این فاصله بین ۱۸ تا ۳۰ متر در طول مسیر متغیر است) می‌توان از این فضا برای قراردادن سازه‌های فلزی و پنل‌های خورشیدی استفاده کرد که این امر از جمله نوآوری‌های این طرح تحقیقاتی بشمار می‌آید.

۵- وضعیت مصرف انرژی در ایستگاه‌های پمپاژ

با توجه به گزارشات اخذ شده از شرکت آب منطقه‌ای اردبیل ساعات کارکرد پمپ‌های الکتریکی ایستگاه‌های شبکه یامچی در سال زارعی ۹۴ مطابق جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱: نحوه کارکرد ایستگاه‌های پمپاژ فعال شبکه یامچی

ردیف	نام ایستگاه	توان قراردادی (kW)	جمع کارکرد (ساعت در سال)	انرژی مصرفی در طول یک سال (kWh/year)
۱	پمپاژ هفت یامچی	۲۳۰	۱۲۷۹	۲۹۴۱۷۰
۲	پمپاژ هشت یامچی	۵۳۰	۳۵۳	۱۸۷۰۹۰
۳	پمپاژ نه یامچی	۲۷۵	۱۸۴۲	۵۰۶۵۵۰
۴	پمپاژ ده یامچی	۲۷۵	۳۵۴	۹۷۳۵۰
۵	پمپاژ یازده یامچی	۳۶۵	۲۵۵۱	۹۳۱۱۱۵
۶	پمپاژ دوازده یامچی	۴۰۰	۱۲۰۴	۴۸۱۶۰۰
۷	پمپاژ سیزده یامچی	۲۷۵	۷۴۷	۲۰۵۴۲۵
۸	پمپاژ چهارده یامچی	۴۰۰	۲۰۱۰	۸۰۴۰۰۰
۹	پمپاژ شانزده یامچی	۴۰۰	۱۶۲۵	۶۵۰۰۰۰
۱۰	پمپاژ هفده یامچی	۲۷۵	۹۸۴	۲۷۰۶۰۰

۷۴۶۰۰۰	۱۸۶۵	۴۰۰	پمپاژ هیجده یامچی	۱۱
۵۴۸۰۰۰	۱۳۷۰	۴۰۰	پمپاژ بیست یامچی	۱۲
۱۶۵۲۷۵	۶۰۱	۲۷۵	پمپاژ بیست و یک یامچی	۱۳
۱۴۵۳۹۰	۴۳۴	۳۳۵	پمپاژ بیست و دو یامچی	۱۴
۶۰۳۲۵۶۵		۴۸۳۵		

مطابق جدول ۱ کل توان الکتریکی مورد نیاز (نصب شده) در ایستگاه‌های پمپاژ فعال برابر ۴۸۳۵ مگا وات است. که حداکثر این میزان توان با توجه به الگوی کشت اراضی منطقه در یک بازه زمانی حدود ۴ ماه (از اواسط اردیبهشت ماه تا اواخر مرداد ماه) مصرف می‌شود.

۶- سیستم‌های پیشنهادی

برای بررسی دقیق توجیه اقتصادی جهت سرمایه‌گذاری شرکت آب منطقه‌ای اردبیل جهت تامین انرژی الکتریکی ایستگاه‌های پمپاژ شبکه و سد یامچی با احداث نیروگاه خورشیدی و بادی مدل‌های زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است برای سود آور بودن طرح احداث نیروگاه خورشیدی به صورت متمرکز در نظر گرفته می‌شود. یعنی به جای اقدام به احداث نیروگاه بصورت مجزا در روی کانال آب هر ایستگاه پمپاژ، فرض می‌کنیم که مجموع پنل‌های خورشیدی مورد نیاز بصورت متمرکز در فضای کانال آب ایستگاه پمپاژ شماره ۱۰ قرار گیرد. که این امر باعث کاهش میزان تلفات سیستم، سهولت در تعمیر و نگهداری آن و کاهش هزینه را بدنبال خواهد داشت.

۱- سیستم خورشیدی با ظرفیت نصب یک مگا وات بر روی کانال آب شبکه یامچی اردبیل

۲- سیستم خورشیدی با ظرفیت نصب مصرف مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ در اراضی حاشیه مخزنی سد

یامچی اردبیل

۳- تامین مصارف روشنایی و تهویه ایستگاه پمپاژ شماره ۱۱ با استفاده از سیستم خورشیدی

۴- سیستم خورشیدی با ظرفیت نصب یک مگا وات بر روی دریاچه پشت سد یامچی اردبیل

۵- سیستم بادی به ظرفیت ۶۶۰ کیلو وات در سایت سد یامچی اردبیل

۶- سیستم بادی با ظرفیت نصب مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ در اراضی حاشیه مخزنی سد یامچی اردبیل

۷- سیستم هیبریدی بادی - خورشیدی با ظرفیت نصب مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ در اراضی حاشیه مخزنی

سد یامچی اردبیل

جدول ۲ خلاصه نتایج حاصل از سناریوهای پیشنهادی را نشان می‌دهد.

جدول ۲: سناریوهای پیشنهادی

شماره	سناریو پیشنهادی	سرمایه گذاری اولیه	مدت زمان لازم برای بازگشت سرمایه	خروجی انرژی الکتریکی نیروگاه در یک سال (مگا وات ساعت در سال)
۱	سیستم خورشیدی با ظرفیت نصب یک مگا وات بر روی کانال آب شبکه یامچی	۱/۰۰۸/۹۴۷ دلار	۹ سال	۱۱۴۹
۲	سیستم خورشیدی با ظرفیت نصب مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ در اراضی حاشیه مخزنی سد یامچی اردبیل (۵.۶ مگا وات)	۵/۸۴۲/۹۵۷ دلار	۹ سال	۶۴۱۱
۳	تامین مصارف روشنایی و تهویه ایستگاه پمپاژ شماره ۱۱ با استفاده از سیستم خورشیدی در حالت منفصل از شبکه	۴۷۱/۰۳۳ دلار	-	۲۰.۵۱
۴	سیستم خورشیدی با ظرفیت نصب یک مگا وات بر روی دریاچه پشت سد یامچی اردبیل	۱/۳۵۰/۰۰۰ دلار	۷ سال	۱۴۷۶
۵	سیستم بادی با ظرفیت ۶۶۰ کیلو وات در سایت سد یامچی اردبیل	۸۳۳/۳۳۳ دلار	۷ سال	۱۴۴۱.۴۴۰

۷۲۰۷.۲	۷ سال	۴/۱۶۶/۶۶۵ دلار	سیستم بادی با ظرفیت نصب مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ در اراضی حاشیه مخزنی سد یامچی اردبیل	۶
۳۲۰۵.۵	۸ سال	۱۱/۲۰۰/۰۰۰ دلار	سیستم هیبریدی بادی - خورشیدی با ظرفیت نصب مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ در اراضی حاشیه مخزنی سد یامچی اردبیل	۷

فهرست منابع

- [۱] مسعود تقوایی و عفت صبحی، "پهنه بندی و مکان‌یابی نیروگاه های خورشیدی در استان اصفهان"، نشریه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هشتم، شماره ۲۸، بهار ۱۳۹۶.
- [۲] مجید رضایی بنفشه، سعید جهانبش، یعقوب دین پروژه و مرضیه اسمعیل پور "امکان سنجی استفاده از انرژی باد در استانهای اردبیل و زنجان"، پژوهشهای جغرافیای طبیعی، سال ۴۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳.
- [۳] فرشید مستوفی، حشین شایقی و حسین کاظمی کارگر، "پتانسیل سنجی و طراحی بهینه سیستم ترکیبی انرژیهای تجدید پذیر جهت تامین برق مورد نیاز ایستگاه‌های پمپاژ آب سایت مشکین شهر"، نشریه انرژی ایران، دروه ۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱.
- [۴] محمد حسین مهدوی عادل، مصطفی سلیمی فر و اعظم قزلباش "ارزیابی اقتصادی استفاده از انرژی برق خورشیدی (فتوولتائیک) و برق فسیلی در مصارف خانگی (مطالعه موردی مجتمع سه واحدی در شهرستان مشهد)"، مجله علمی - پژوهشی سیاست گذاری اقتصادی، سال ششم، شماره یازدهم، بهار و تابستان ۱۳۹۳.
- [۵] مهدی گودرزی و ثریا کریمی "آموزش نرم افزار PVSYST"، انتشارات شرکت لیدو پارس، تهران ۱۳۹۵.
- [6] R.Cazzaniga, M.Cicu, M.Rosa-Clot, P.Rosa-Colt, C.Tina, C.ventura, "Floating Photovoltaic plants: performance analysis and design solutions", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.81, pp. 1730-1741, 2018.
- [7] S.Patill Sujay, M.M.Wagh, N.N.Shinde, "A Reviwe on floating Solar Photovoltaic Power Plants", International journal of Scientific & Engineering Research, Vol.8, Issue 6, pp.789-794, 2017.

[8] Young-Kwan choi, “Astudy on power generation analysis of floating PV system considering environment impact”, International Journal of Software Enegineering and its Applications, Vol.8,No.1,pp.75-84,2014.

[9] [/www.isna.ir](http://www.isna.ir)

[10] www.re.jrc.ec.europa.eu

[11] www.wteo.org