مروری بر فناوری نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک

حامد مرادی[۱]، محسن سلیمانی[*۲]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مکانیزاسیون، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (hamed.moradi@ut.ac.ir)
۲. استادیار، گروه مهندسی مکانیزاسیون، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران (m.soleymani@scu.ac.ir)

چکیده

تأمین برق پایدار و پاک نه تنها از رفاه اجتماعی و پیشرفت اقتصادی حمایت می‌کند بلکه تعادل محیط‌زیست و تغییرات آب و هوی جهانی ا را نیز تنظیم می‌کند. استحصال انرژی موجود در آب روان رودها به خصوص رودخانه‌های کوچک و تبدیل آن به انرژی برق، توسط نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک محقق می‌شود. این انرژی قدیمی‌ترین انرژی تجدیدپذیر مورد استفاده در جهان است با توجه به پتانسیل بزرگ و استفاده نشده‌ی نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک در بسیاری از نقاط جهان، این نیروگاه‌ها می‌توانند مشارکت مهمی در تأمین انرژی مورد نیاز کشورها در آینده داشته باشند. در این مقاله، فناوری نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک مرور شده است. فناوری برق‌آبی کوچک یک انرژی پاک و پایدار است که در تولید برق روستایی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فناوری به کند شدن تغییرات آب و هوایی و ایجاد فرصت‌های شغلی کمک می‌کند. در کشور ما نیز روستاهایی هستند که به دلیل صعب‌العبور بودن، به شبکه برق دسترسی ندارند اما از منابع آب کافی باری تأمین برق خود از طریق نیروگاه برق‌آبی کوچک برخوردارند.

کلمات کلیدی: *برق‌آبی کوچک، انرژی، توسعه، فناوری*

*نویسنده مسئول: m.soleymani@scu.ac.ir

مروری بر نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک

مقدمه

انرژی یکی از اساسی‌ترین بخش‌ها برای پیشرفت و بقای یک ملت است. برای فعالیت‌های عمرانی، ارتقاء آموزش، بهداشت، حمل‌ونقل و زیرساخت‌ها برای دستیابی به یک استاندارد معقول زندگی و همچنین یک عامل مهم برای توسعه اقتصادی و اشتغال است [۱۱،۲۳]. در حال حاضر، اقتصادهای جهانی به دنبال راه‌هایی برای افزایش تولید انرژی پاک‌تر و پایدارتر هستند [۱۶]. روند تقاضای برق در بخش‌های صنعت، خانوار و خدمات در کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، جهت تقویت توسعه اقتصادی - اجتماعی در حال افزایش است [۲۴]. پراکندگی جغرافیایی وسیع شهرها و روستاهای ایران و مشکلات برق‌رسانی موجب شده تا توسعه روستاهای دورافتاده کند شود و مشکلات تأمین انرژی مردم این روستاها لاینحل مانده و مردم ناگزیر جهت تحصیل امکانات بیشتر به شهرها مهاجرت کنند که این پدیده موجب صدمه دیدن دامپروری و کشاورزی در روستاها و مشکلات ترافیکی و بیکاری و گرانی در شهرها شده است [۳، ۱۸].

انرژی نهفته در آب روان یکی از پاک‌ترین [۲۲]، منابع انرژی تجدیدپذیر محسوب می‌گردد و تا زمانی که سیکل پیوسته گردش آب در زمین وجود دارد، این منبع انرژی به آخر نخواهد رسید [۲]. طبق اعلام اتحادیه انرژی آبی کوچک اروپا، "یک گیگاوات ساعت برق تولید شده توسط نیروگاه برق‌آبی کوچک (SHP[1]) به معنای کاهش انتشار CO2 به میزان ۴۸۰ تن است [۲۶]. این نوع انرژی، در مقایسه با انواع دیگر انرژی مقرون به‌صرفه‌تر هستند. البته اگرچه هزینه ساخت آن بالاتر است، اما پس از راه‌اندازی، به شرط شرایط بارندگی مطلوب، هزینه‌های عملیاتی و نگهداری نسبتاً کمی دارند [۵]. همچنین دارای مزایای بسیاری به عنوان مثال پتانسیل اتصال مستقیم به شبکه، عملکرد مستقل آن‌ها، قابلیت اطمینان بالا، کیفیت عالی انرژی، پایین نگه‌داشتن انتشار آلاینده‌ها و غیره هستند [۲۰]. این نوع فناوری، به دلیل مستقل بودن می‌تواند برای تأمین برق روستاهای دور از شبکه و دارای پتانسیل، بسیار مفید باشد.

با توجه به پیاّش[2] (۲۰۰۲) [۲۱]،پتانسیل ی فراونی در جهان به خصوص در مناطق در حال توسعه برای احداث نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک وجود دارد. چین و هند، کشورهای پیشرو در این فناوری هستند[۲۴]. آگولیارو[3] و همکارن (۲۰۱۷) [۵]، با بررسی نیروگاه‌های برق کوچک در اروپا در سال ، دریافتند که اکثر کشورهای توسعه‌یافته این نوع انرژی را به بهره‌برداری رسانده‌اند و نیاز به انتقال این فناوری به بقیه کشورها را مهم می‌دانند.

برق‌رسانی روستایی

تقریباً ۱/۲ میلیارد نفر (۱۷٪ از جمعیت جهان) امروز بدون دسترسی به برق زندگی می‌کنند. اکثریت قریب به اتفاق این افراد (تقریباً ۹۵٪) در مناطق در حال توسعه آسیا و کشورهای جنوب صحرای آفریقا زندگی می‌کنند [۹]. علاوه بر این، حدود ۲/۷ میلیارد نفر، ۳۸٪ از جمعیت جهان زیست‌توده (معمولاً چوب) را برای تأمین انرژی می‌سوزانند [۲۶]. برق می‌تواند به کاهش فقر و ایجاد اشتغال منجر شود و تولید ناخالص داخلی یک کشور را افزایش دهد [۸]. منابع انرژی سنتی (زیست‌توده و دیزل) می‌توانند بسیار گران باشند، بنابراین داشتن یک منبع قابل اعتماد و پایدار انرژی مانند نیروگاه‌های

1 Small Hydro Power
2 Paish
3 Agugliaro

برق‌آبی کوچک می‌تواند هزینه‌های انرژی را کاهش دهد. بنابراین منابع مالی برای هزینه در سایر صنایع آزاد می‌شوند [۲۶]. پروژه‌های نیروگاه برق‌آبی کوچک از نیروی محلی برای ساخت‌وسازها و تعمیرات استفاده می‌کنند. علاوه بر اشتغال ایجاد شده ، نیروگاه آبی کوچک یک شبکه انرژی قابل اعتماد برای پشتیبانی از صنایع کوچک محلی و کشاورزی فراهم می‌کند [۲۴]. با این حال، ایجاد برق قابل اعتماد نه‌تنها یک نگرانی اقتصادی، بلکه امری بشردوستانه است [۱۷]. نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک، انرژی تمیزتری از انرژی با پایه زیست‌توده فراهم می‌کند بنابراین می‌تواند مانع از مهاجرت روستاییان شده و در توسعه روستایی نقش اساسی ایفا کند[۲۶].

نیروگاه برق‌آبی

آب با ایجاد "چرخه" خود در طبیعت، هنگامی که در نواحی با ارتفاع زیاد قرار دارد، دارای انرژی پویا[4] است که با جریان یافتن آب به مناطق پایین‌تر، به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. با سازه‌های آبی (مخزن، سد، هیدرو توربین، ژنراتور) از انرژی آب برای تولید برق استفاده می‌شود که برای مصرف مستقیم و یا به شبکه می‌رود. انرژی برق‌آبی در مقیاس بزرگ و کوچک طبقه‌بندی می‌شود. انرژی آبی در مقیاس کوچک از نظر تأثیر زیست‌محیطی با مقیاس بزرگ تفاوت زیادی دارد. نیروگاه‌های آبی بزرگ با احداث سدها و مخازن عظیم، تأثیر قابل‌توجهی بر محیط دارند [۲،۲۰]. اگرچه به طور کلی نیروی برق‌آبی یک منبع تجدیدپذیر تصور می‌شود، در مقیاس‌های بزرگ ممکن است در آسیب‌های زیست‌محیطی و همچنین مشکلات اجتماعی پایین دست ایستگاه‌های برق‌آبی مشارکت داشته باشد. مخازن بزرگ سدها، به صورت غیرمستقیم در انتشار گازهای گلخانه‌ای، ویژه متان (CH_4) و دی‌اکسید کربن (CO_2) مشارکت دارند. اسکان مجدد انسان‌های آواره شده به دلیل سدسازی و تقاضای مصرف آب در بین بخش‌های مختلف (مولد برق، کشاورزان، مصرف‌کنندگان خانوار و برای حفظ حیات‌وحش) از اصلی‌ترین درگیری‌های اجتماعی مرتبط با این پروژه‌های بزرگ برق‌آبی است [۱۰].

نیروگاه برق‌آبی کوچک

تاریخچه

نیروی برق‌آبی اولین منبع تولید انرژی در جهان بوده است. برق‌آبی با آسیاب‌های آبی، از جنس چوب در یونان شروع به کار کرد. آسیاب‌های آبی مختلف در حدود ۲۰۰۰ سال است که در بسیاری از مناطق اروپا و آسیا بیشتر برای آسیاب دانه مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۲،۲۱]. در اوایل قرن نوزدهم، آمریکایی‌ها و اروپایی‌ها از آسیاب‌آبی جهت تأمین توان موردنیاز ماشین‌های خود استفاده می‌کردند. در اروپا، دو تا سه دهه پس از جنگ جهانی دوم زا می‌توان به عنوان دوره طلایی پروژه‌های برقابی توصیف کرد زیرا استفاده گسترده از نیروی هیدرولیک موجود با واحدهای بزرگی با توان بالا (هر یک تا چند صد مگاوات) انجام شده است [۲۰]. در اواخر قرن نوزدهم، انرژی آب در حال ریزش، جهت تولید توان برق مورد استفاده قرار گرفت. اولین نیروگاه برق‌آبی دنیا در سال ۱۸۷۹ در آبشار نیاگارا ساخته شد [۶].با بروز بحران انرژی در سال‌های دهه ۱۹۷۰، تمایل و توجه به نیروگاه‌های برق‌آبی مجدداً از سر گرفته شد و استفاده از انرژی موجود در آب رودخانه‌های کوچک همانند بسیاری از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و نو از قبیل انرژی خورشیدی، انرژی باد و ... مورد

4 Dynamic

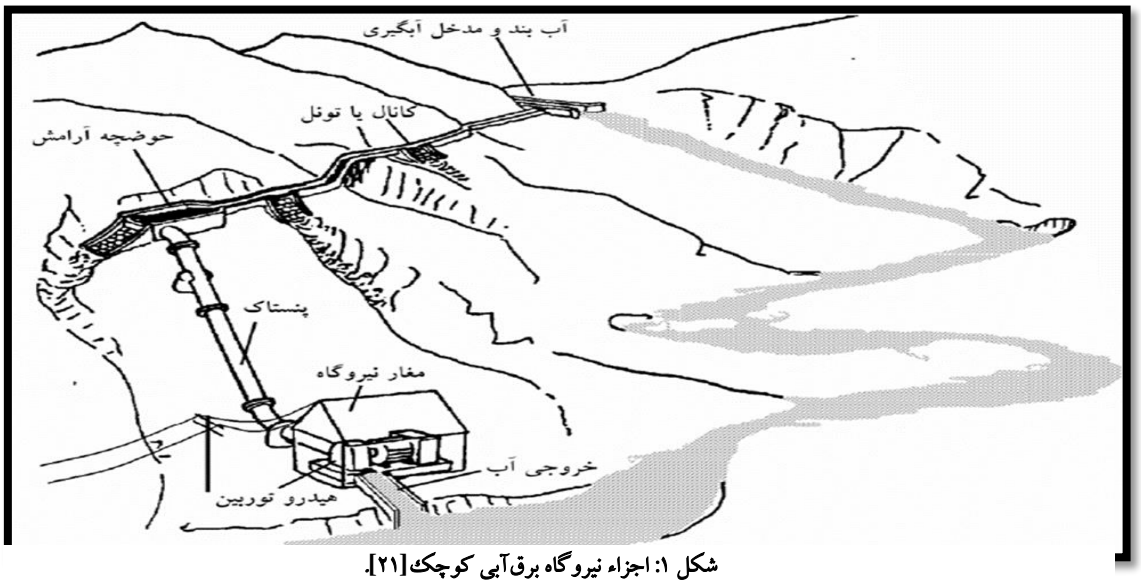
توجه قرار گرفت. این دسته از نیروگاه‌های برق‌آبی که با حجم تولید محدود و نسبتاً کوچک پا به عرصه ظهور گذاشتند، یکی از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و نو محسوب می‌شوند [۲،۲۰].

تعریف

تعریفی کاملاً پذیرفته از اصطلاح "نیروگاه برق‌آبی کوچک" وجود ندارد [۲۱،۲۴،۲۶]. به صورت معمول در صنعت، به نیروگاه‌های با ظرفیت تولیدی ۱۰ مگاوات، برق‌آبی کوچک، به طرح‌های زیر ۲ مگاوات، مینی هیدرو، زیر ۵۰۰ کیلووات، میکرو هیدرو، و زیر ۱۰ کیلووات، پیکو هیدرو می‌گویند. این تقسیمات، دلخواه هستند و در کشورهای مختلف متفاوت می‌باشند [۱۳،۲۰،۲۴]. به عنوان مثال در هند به نیروگاه‌های با ظرفیت کمتر از ۲۵ مگاوات، در چین، کمتر از ۵۰ مگاوات و در ایالات‌متحده، کمتر از ۳۰ مگاوات ... را کوچک می‌نامند [۱۴]. بهترین مناطق جغرافیایی برای نصب سیستم‌های نیروگاه برق‌آبی کوچک مناطقی هستند که دارای رودخانه‌های شیب‌دار، نهرها، کانال یا چشمه‌هایی هستند که در طول سال جریان دارند (مانند مناطق مرتفع و با بارندگی کافی در طول سال) [۶]. اجزاء اصلی تشکیل‌دهنده بخش هیدرولیک نیروگاه برق‌آبی در شکل ۱ نشان داده شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها کانال یا تونل، پنستاک و توربین آبی می‌باشند.

پنستاک؛ هدایت آب از آبگیر به نیروگاه، وظیفه پنستاک هست. پنستاک‌ها را می‌توان روی زمین و یا زیرزمین نصب کرد که این امر به برگ خریدهایی مانند طبیعت زمین، جنس پنستاک، دما و شرایط دیگر محیطی بستگی دارد [۲].

توربین آبی؛ تمامی توربین‌های آبی، انرژی آب در حال ریزش را به انرژی مکانیکی دورانی تبدیل می‌کنند. انتخاب توربین مناسب برای یک نیروگاه مشخص به مشخصات سایت موردنظر برای نصب تجهیزات، ارتفاع و دبی در دسترس، سرعت مطلوب گردش ژنراتور و نوسانات دبی رودخانه موردنظر بستگی دارد [۱۵].



شکل ۱: اجزاء نیروگاه برق‌آبی کوچک[۲۱].

وضعیت جهانی

برق‌آبی کوچک (SHP)، یک فناوری بزرگ است. پتانسیل آن، در درجه اول با ژئومورفولوژی حوزه آبخیز، منظره زمین و شدت و میزان توزیع بارندگی بستگی دارد [۲۴]. پتانسیل برق‌آبی کوچک استفاده نشده در سراسر جهان، می‌تواند تا ۱۷۳ گیگاوات (GW) باشد [۲۶]. بیشتر این مقدار، در آسیا و آفریقا و بیشترین پتانسیل جهانی آن مربوط به کشور چین است [۲۴].بر اساس گزارش دفتر فن‌آوری‌های انرژی بادی و آبی وزارت انرژی ایالات‌متحده، این کشور می‌تواند تا سال ۲۰۵۰ نیروگاه برق را از ۱۰۱ گیگاوات به ۱۵۰ گیگاوات افزایش دهد [۲۵]. اروپا بیشترین پتانسیل خود را از نیروگاه‌های برق‌آبی به بهره‌برداری رسانده است [۵].

وضعیت ایران

فعالیت نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک در ایران به سال‌های اخیر بر می‌گردد، به نظر می‌رسد دلیل این تاخیر در بهره‌برداری، وجود نفت و سوخت‌های فسیلی به مقدار فراوان و عدم نیاز کشور به استفاده از نیروی آب باشد. ولی با گذشت زمان و افزایش جمعیت و همچنین در نظر گرفتن عوامل زیست‌محیطی، از ۲۰ سال پیش تمایل به ایجاد این نوع نیروگاه‌ها بیشتر شد و از آن زمان به بعد تعداد زیادی نیروگاه برق‌آبی کوچک ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر، حرکتی سریع در جهت ساخت این نوع نیروگاه‌ها در حال شکل‌گیری است. در حال حاضر مجموع ظرفیت‌های نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک در حال بهره‌برداری ۶۴/۱۲ مگاوات می‌باشد که این مقدار از میزان قابل بهره‌برداری در ایران بسیار کمتر می‌باشد [۲]. ظرفیت بالقوه و عملی تولید انرژی برق‌آبی در کشور ما چیزی حدود ۱۱/۳ گیگاوات ساعت تخمین زده شده است که می‌تواند ۱۴/۶٪ برق مورد نیاز فعلی کشور را تأمین کند [۱].

مزایا و معایب نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک

به طور خلاصه، مهم‌ترین مزایای انرژی برق‌آبی در مقیاس کوچک عبارت‌اند از:

- در مقایسه با منابع تجدیدپذیر دیگر راندمان انرژی بالایی دارند، به این معنی که انرژی تولید شده در طول عمر آن‌ها بسیار بالاتر از انرژی مورد نیاز برای ساخت، نگهداری و بهره‌برداری آن‌هاست.
- با توجه به اینکه این نیروگاه‌ها در مناطق کوهستانی دور ساخته می‌شوند، مزاحمت ناشی از آن‌ها حداقل است [۲۰].
- انرژی در دسترس، قابل پیش‌بینی است [۲].
- معمولاً در صورت تقاضا، به طور مداوم در دسترس است.
- مصرف سوخت ندارند و به نگهداری محدودی نیاز دارند.
- یک فناوری با عمر طولانی مدت است.
- تقریباً هیچ تأثیر زیست‌محیطی مخربی ندارند [۲۴].

در برابر این‌ها، کاستی‌های اصلی:

- این فناوری نیازمند یک سایت خاص است و معمولاً اماکنی که هم از نظر بهره‌برداری از توان آب مناسب باشند و هم در مکانی نزدیک باشند، کمتر در دسترس هستند.

- جریان رودخانه‌ها در فصول مختلف به خصوص در شرایطی که آب‌وهوای نوع موسمی وجود دارد، متفاوت است و این قضیه می‌تواند قدرت تولید نیروگاه را از خروجی اوج ممکن، کاهش دهد.
- در طرح‌های با هد کم، با منافع شیلات و در طرح‌های هد بالا، با نیازهای آبیاری می‌تواند منافات وجود داشته باشد.
- عدم آشنایی با فناوری و چگونگی استفاده از آن مانع بهره‌برداری از منابع آبی در بسیاری از مناطق می‌شود [۲،۲۰،۲۴].

دسته‌بندی نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک

به‌طورکلی انواع طرح‌های برق‌آبی کوچک را نیز می‌توان به صورت زیر تعریف کرد [۲،۱۹،۲۰،۲۴]

- ✓ طرح‌های جریان رودخانه‌ای[5]
- ✓ طرح‌هایی با نیروگاه در پائین سد[6]
- ✓ طرح‌های کانال آبیاری[7]
- ✓ طرح‌های سیستم آبرسانی[8]

طرح جریان رودخانه‌ای

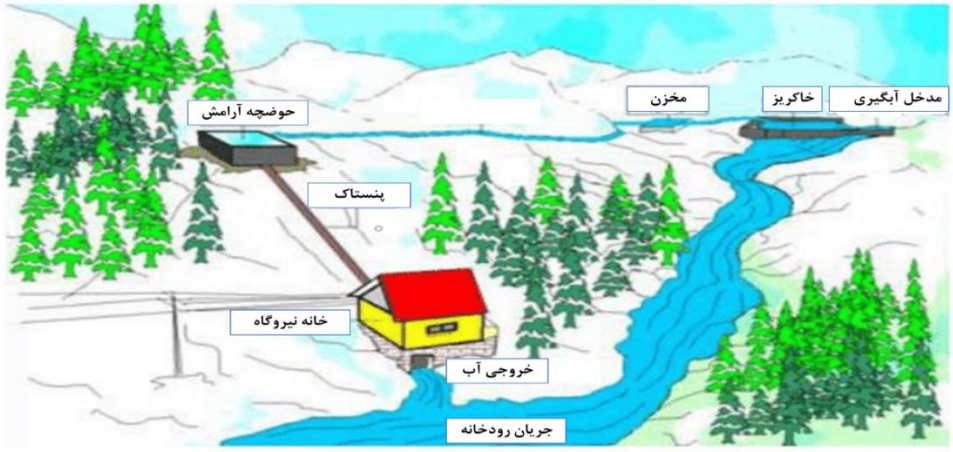
قطعاً طرح جریان رودخانه‌ای بیشترین کاربرد را در بین نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک به خود اختصاص داده است [۱۲]، زیرا عدم وجود مخازن، جریان مداوم پایین دست را برای حرکت آبزیان حفظ می‌کند و هزینه سرمایه‌گذاری در هر کیلووات برق نسبتاً کم است [۲۴]. این نیروگاه‌ها عموماً تا زمانی که آب رودخانه به کمتر از حد موردنیاز توربین نرسیده باشد، به فعالیت خود ادامه می‌دهد ولی با کاهش آب رودخانه به کمتر از حد موردنیاز توربین، کار نیروگاه متوقف می‌شود. در این ساختار، عموماً سدی وجود ندارد و یا اگر هم وجود دارد یک آب‌بند کوچک می‌باشد(شکل ۲) [۲۴].

برخی از نیروگاه‌های جریان رودخانه‌ای از نوع مجزا از شبکه می‌باشند اما این نیروگاه‌ها در اکثر موارد به شبکه برق سراسری وصل می‌شوند چراکه در حالت ایزوله، به‌طور دائم و ثابت قادر به تأمین برق مورد نیاز مصرف‌کنندگان خود نخواهد بود مگر آنکه کمترین مقدار تولید توان آن در کمترین جریان رودخانه نیاز مصرف‌کنندگان را برآورده سازد. در برخی موارد، برای غلبه بر چنین معضلی از یک دریاچه کوچک و یا یک ذخیره کننده استفاده می‌شود [۱۲].

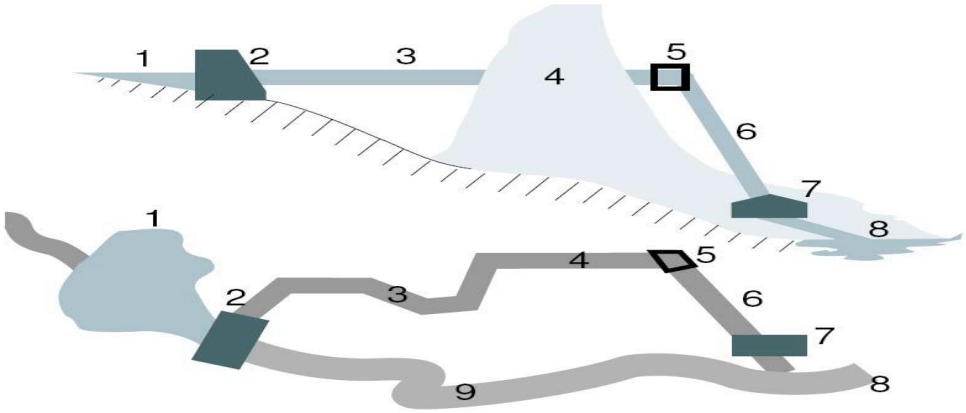
یکی دیگر از مزایای اتصال این دسته از نیروگاه‌ها به شبکه سراسری امکان فروش برق آن به شبکه می‌باشد. نیروگاه‌های جریان رودخانه‌ای را می‌توان به سه نوع طرح‌هایی با هد بالا، متوسط و کم طبقه‌بندی کرد [۴،۲۴]:

طرح‌هایی با هد بالا و متوسط: این طرح‌ها برای منحرف نمودن آب به سمت مدخل آبگیری، از آب‌بند یا سد استفاده می‌کنند. سپس آب موجود در مدخل آبگیری از طریق لوله تحت‌فشار یا همان پنستاک به توربین انتقال داده می‌شود. از آنجائی که پنستاک‌ها معمولاً گران‌قیمت هستند، بنابراین این طرح‌ها عموماً اقتصادی و مقرون به‌صرفه نمی‌باشند. یک راه‌حل برای این مسئله آن است که آب رودخانه از طریق یک کانال با شیب کم به مدخل آبگیری تحت‌فشار انتقال یابد و از آنجا آب از طریق یک پنستاک کوتاه به توربین‌ها تزریق گردد [۲].

5 Run of River schemes
6 Schemes with the powerhouse located at the base of a dam
7 Canal Pipe
8 Water Supply

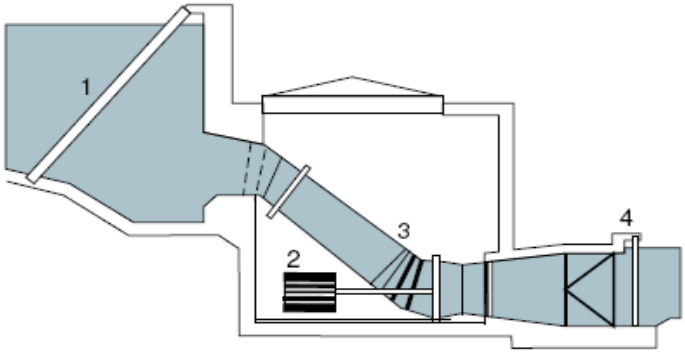


شکل ۲: نیروگاه برق‌آبی کوچک از نوع جریان رودخانه‌ای



شکل ۳: نیروگاه برق‌آبی کوچک با طرح جریانی هد بالا و متوسط (۱- دریاچه ۲- سد یا آب‌بند ۳- کانال ۴- تونل ۵- مدخل آبگیری ۶- پنستاک ۷- مغار نیروگاه ۸- محل خروج آب از نیروگاه ۹- رودخانه)[۱۲]

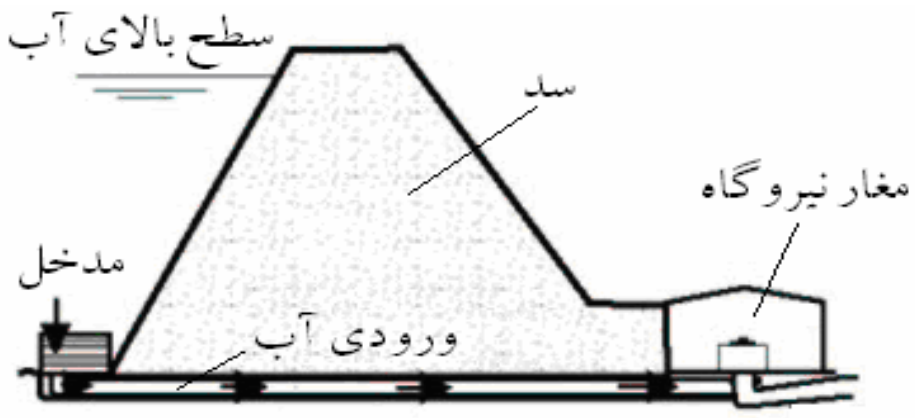
طرح‌هایی با هد کم: این طرح‌ها را معمولاً در گودی رودخانه‌ها احداث می‌کنند و دو راه برای ساخت آن‌ها وجود دارد؛ یا آب را به‌وسیله یک پنستاک کوتاه به مغار نیروگاه انتقال می‌دهند و یا ارتفاع توسط آب‌بند یا سدی کوچک تأمین می‌گردد [۲].



شکل ۴: طرح جریان رودخانه‌ای ارتفاع کم با انتقال آب به مغار نیروگاه توسط پنستاک کوتاه (۱-آشغال‌گیر ۲- ژنراتور ۳- پنستاک ۴- خروج آب از نیروگاه) [۱۲].

طرح‌هایی با نیروگاه در پی سد

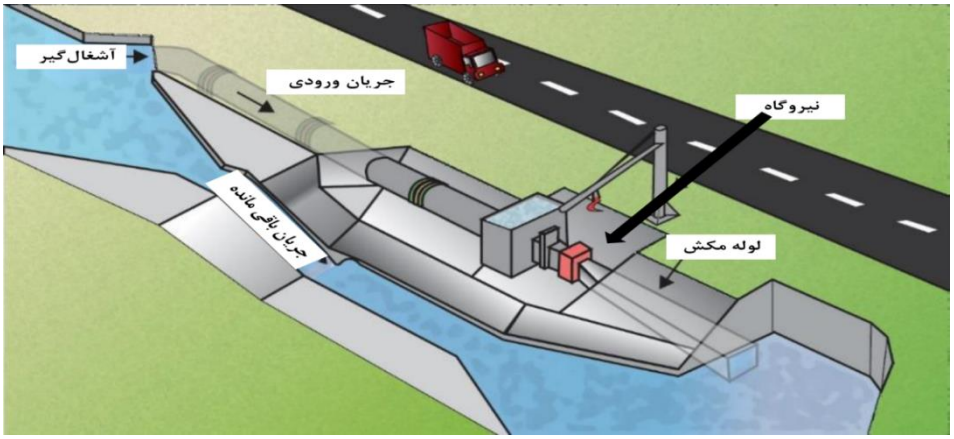
یک طرح نیروگاه آبی کوچک نمی‌تواند یک مخزن بزرگ را برای نیروگاه در هنگام مناسب‌ترین کار فراهم کند، هزینه یک سد نسبتاً بزرگ و لوازم جانبی هیدرولیکی آن بسیار بالا خواهد بود تا از نظر اقتصادی قابل دوام باشد؛ اما اگر مخزن قبلاً برای اهداف دیگری مانند آبیاری، ذخیره آب جهت انحراف و غیره ساخته شده باشد، می‌توان با استفاده از تخلیه سازگار با کاربرد اساسی آن یا جریان مخزن، تولید برق کرد [۲۴]. در این گونه طرح‌ها، مهم‌ترین مسئله همانا ایجاد یک مسیر مناسب بین مدخل آبگیر و بخش خروجی نیروگاه و قرار دادن توربین در این مسیر می‌باشد. اگر سد دارای یک مسیر عبور آب در بخش زیرین خود باشد، مورد استفاده می‌گردد [۲].



شکل ۵: طرح نیروگاه برق‌آبی کوچک در پی سد[۲۴]

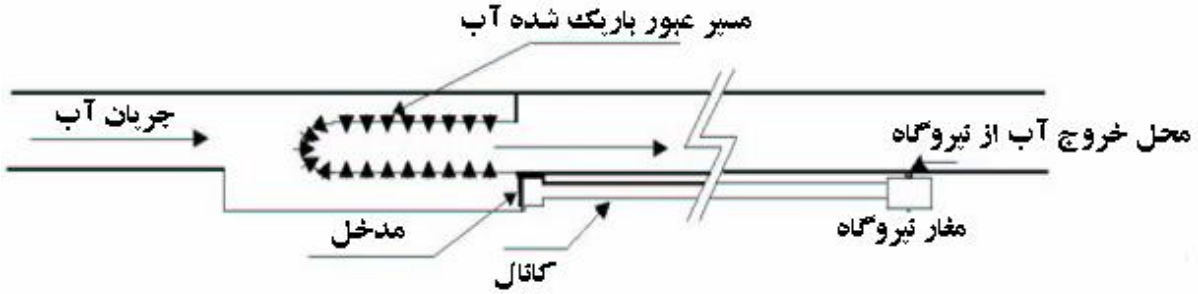
طرح کانال آبیاری

حالت اول: در این حالت کانال بایستی به اندازه‌ای که بتواند آبگیر، ایستگاه تولید برق، خروجی و راه‌های دسترسی را در بر بگیرد، بزرگ یا عریض گردد. به منظور محافظت از منبع آب موجود برای امر کشاورزی باید یک گذرگاه فرعی در جنب آن تعبیه گردد تا در مواقعی که نیروگاه از مدار خارج شده، تمام آب موجود از طریق این گذرگاه برای مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. در این حالت به دلیل هزینه زیاد، عریض کردن کانال در هنگام پر آب بودن آن در این نیروگاه‌ها، به هنگام تعیین محل نیروگاه‌ها و استفاده از این نیروگاه‌ها و همچنین طراحی اولیه کانال، به این موضوع توجه می‌گردد. شکل ۵ زیر یک نمونه از این نیروگاه‌ها را نشان می‌دهد که در آن مغار نیروگاه با یک توربین کاپلان به‌صورت زاویه عمود در آب تعبیه‌شده است [۲،۲۴].



شکل ۶: طرح یکپارچه با استفاده از کانال آبیاری [۲۴]

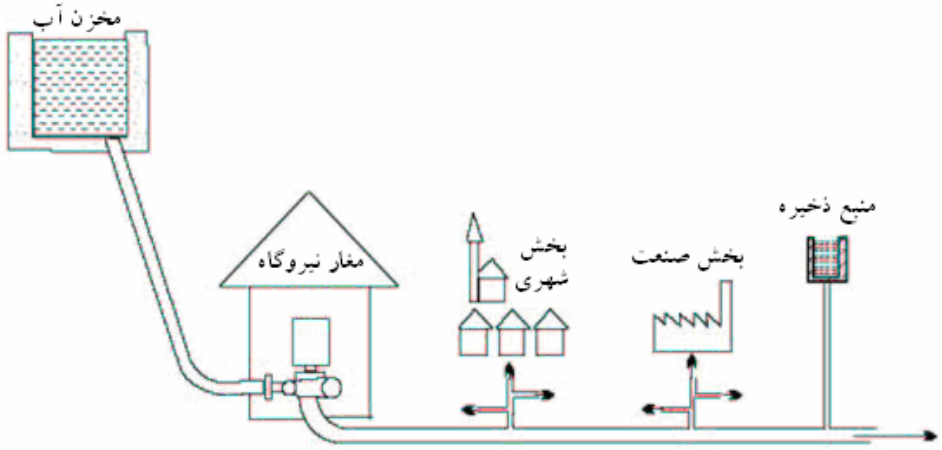
حالت دوم: هنگامی که کانال آبی از قبل وجود داشته باشد، طرح دیگری که در شکل نشان داده شده است مناسب خواهد بود. در این حالت کانال موجود باید به اندازه‌ای عریض گردد تا بتوان مدخل آبگیری و محل عبور آب از گذرگاه را در آن تعبیه کرد. معمولاً این مقدار افزایش عرض رودخانه بسیار زیاد نمی‌باشد. در این ساختار باید تا حد امکان عرض مدخل آبگیری کوچک باشد تا نیازی به افزایش بیش از حد عرض رودخانه نباشد. پس از مدخل آبگیری، در امتداد کانال یک پنستاک قرار گرفته تا آب را با فشار مناسب به توربین انتقال دهد. آب از توربین گذشته و سپس به مسیر رودخانه بازمی‌گردد [۲،۲۴].



شکل ۷: طرح سر ریز طویل با استفاده از کانال آبیاری(کانال از قبل بوده) [۷]

طرح‌های سیستم آبرسانی

آب آشامیدنی بر اساس انتقال آب از یک مخزن سرچشمه از طریق یک لوله فشار به شهر عرضه می‌شود [۲۶]. عموماً در این ساختار، با توجه به شیرهای خاصی که در انتهای مسیر آب و در مدخل آب به مراکز مصرف وجود دارد، اتلاف انرژی رخ می‌دهد. قرار دادن یک توربین در انتهای لوله برای تبدیل انرژی فشاری آب به انرژی برق، می‌تواند کار مفید و جالبی باشد که با این کار می‌توان از ضربه‌ی آب که سبب آسیب لوله‌ها می‌شود، جلوگیری کرد. در این سیستم‌ها برای حصول اطمینان از در دسترس بودن همیشگی آب مصرف‌کنندگان، یک گذرگاه جانبی برای نیروگاه در نظر گرفته می‌شود[۷].



شکل ۸: نیروگاه برق‌آبی کوچک در مسیر سیستم آبرسانی[۲]

نتیجه‌گیری

در این مطالعه ما به بررسی سیستم نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک پرداخته شد. برق‌آبی کوچک "دسترسی به انرژی مقرون به‌صرفه، قابل اعتماد، پایدار و مدرن" را برای شهروندان کشورهای صنعتی و نوظهور فراهم می‌کند. در جایی که یک منبع نیروگاه برق‌آبی وجود داشته باشد، تجربه نشان داده است که هیچ وسیله مقرون به‌صرفه‌تر، قابل اطمینان و زیست‌محیطی‌ای مناسب برای تأمین برق از یک سیستم برق‌آبی وجود ندارد. کشورهای نوظهور می‌توانند از هزینه کم و انعطاف‌پذیری آن برای تأمین برق جوامع روستایی که یا برق ندارند و یا از دیزل برای تولید برق یا سوزاندن چوب استفاده می‌کنند برای پخت‌وپز و گرم کردن خانه‌های خود استفاده کنند. برق تمیز و در دسترس این نیروگاه‌ها می‌توانند به کاهش فقر و ایجاد شغل‌هایی منجر شود که تولید ناخالص داخلی یک کشور را افزایش می‌دهد. همچنین می‌توانند با استفاده از نیروی کار محلی برای ساخت‌وساز، نصب، تعمیرات، تعمیر و نگهداری و نظارت شغلی ایجاد کند. علاوه بر این، می‌توانند برخی از مشکلات بهداشتی را که همراه با کمبود برق یا استفاده از زیست‌توده برای پخت‌وپز، گرمایش و روشنایی است، مهار کند.

منابع

۱. سلطانی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی فنی، اقتصادی و اجتماعی نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک در استان خراسان رضوی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت. دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. عباس زاده ناصری، ۱۳۸۷. شناسایی و کنترل نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک (تولید پراکنده) و مطالعه موردی نیروگاه ناو گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد(مهندسی برق- کنترل). دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)، دانشکده برق و کنترل.

۳. مرادی، ح.، ۱۳۹۶. تولید بیوگاز از کود گاوی و گوسفندی و ذخیره آن در کپسول‌های بیوگاز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

۴. نگهداری، ن. ۱۳۹۴. اثر مصرف برق از منابع تجدیدپذیر (به ویژه انرژی برق‌آبی کوچک) بر سطح رشد اقتصادی کشور ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه آزاد واحد مرودشت.

5. Agugliaro, F.M., Tahera, M., Sierraa, A. Z., Juaidia A., (2017). An overview of research and energy evolution for small hydropower in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 75, Pages 476-489.
6. Anaza, S. O., Abdulazeez, M. S. Yisah, Y. A. Yusuf, Y. O.. Salawu, B. U. Momoh, S. U. 2017. Micro Hydro-Electric Energy Generation- An Overview. American Journal of Engineering Research (AJER).e-ISSN: 2320-0847 p-ISSN: 2320-0936. Volume-6, Issue-2, pp-05-12.
7. Anonymous., 2004 European Small Hydropower Association, “Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant.”
8. Anonymous, 2014. The Potential of Small Hydro for Rural Electrification, ALLIANCE FOR RURAL ELECTRIFICATION 6–7.
9. Anonymous, 2016. World Energy Outlook: Energy Access Database, IEA, http://www.worldenergyoutlook. org/resources/energy development/energy access data base/ (last visited Sept. 21, 2016).
10. Bhushan C., Hamberg J. & Goya A. 2013. Green Norms for Green Energy, Small Hydropower Centre for Science and Environment, New Delhi.
11. Bilal A. N. (2013). Design of Micro - Hydro - Electric Power Station‖ International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) Volume-2, Issue-5, pp 39-47.
12. Bobrowicz W. 2006 “Small Hydro Power - Investor Guide”, European Copper Institute and Koncern Energetyczny SA., Autumn.
13. Carrasco, J.L., 2016. Hydropower (Small-scale), SUSTAINABLE SANITATION AND WATER MGMT., http://www.sswm.info/content/hydropower-small-scale (last visited Sept.22).
14. IEA, 2008 supra note 3, at 15; EUROPEAN SMALL HYDROPOWER ASS’N [ESHA], SMALL HYDROPOWER FOR DEVELOPING COUNTRIES 4, https://kunaifien.files.wordpress. com/2008/12/small-hydropower-for-developing-countries1.pdf (last visited Dec. 29, 2016).
15. Izena A., Kihara H., , 2006, “Practical Hydraulic Turbine Model”, IEEE Trans. on Power Systems, vol. 2, pp. 467- 474.
16. Juscelino F. Colares, (2013). The Dynamics and Global Implications of Subglobal Carbon-Restricting Regimes, 25 GEO. INT’L ENVTL. L. REV. 417.

17. Kirk R. Smith .2000. Indoor Air Pollution in Developing Countries and Acute Lower Respiratory Infections in Children, 55 THORAX 518.
18. Noorollahi, Y,. Kheirrouz, M,. FarabiAsl, H,. Yousefi, H,. Hajinezhad, A,. (2015)., Biogas production potential from livestock manure in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews50. pages 748–754.
19. Okot, D. K., (2013) Review of small hydropower technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews (26) 515–520.
20. Panagiota, G., (2018). Energy production by small hydropower plants in Greece. Selected case study. Master of Science (MSc) in Energy Systems. SCHOOL OF SCIENCE & TECHNOLOGY.
21. Paish, O., (2002). Small hydro power: technology and current status. Renewable and Sustainable Energy Reviews 6, 537–556.
22. Ravi S. M. and Tanweer D. (2016). Spatial Technology for Mapping Suitable Sites for Run-of-River http://www.rspublication.com/ijeted/ijeted_index.htm.
23. Rifat A. and Mahzuba I. (2014). A Case Study and Model of Micro Hydro Power Plant Using the Kinetic Energy of Flowing Water of Surma and Meghna Rivers of Bangladesh‖ The International Journal Of Science & Technology volume 2 issue1. pp 87-95.www.theijst.com.
24. Silva, E.I.L., Silva, E.N.S, (2016). Small Hydropower Development and Environment: A Case Study on Sri Lanka. Water Resources Science and Technology (WRST).
25. U.S. DEP'T OF ENERGY, HYDROPOWER VISION: EXECUTIVE SUMMARY (2016), http://energy.gov/sites/prod/files/2016/07/f33/Hydropower-Vision-Executive-Summary.pdf.
26. WARREN S. G., (2017). Small Hydropower, Big Potential: Considerations for Responsible Global Development, 53 IDAHO L. REV. 149.

Technology Overview of Small Hydro Power Plants

Abstract

Sustainable and clean electricity not only supports social welfare and economic progress but also regulates the balance of the environment and global climate change. The extraction of energy in runoff, especially small rivers and converting it into electricity, is accomplished by small hydroelectric power plants. This energy is the oldest renewable energy used in the world Due to the large and unused potential of small hydroelectric power plants in many parts of the world, these plants can play an important part in providing the energy needed by countries in the future. In this article, the technology of small hydroelectric power plants is reviewed. Small hydroelectric technology is a clean, sustainable energy that is used in rural electricity generation in developed and developing countries. This technology helps slow down climate change and create job opportunities. There are also villages in our country that do not have access to the electricity grid because of their impasse, but they do not have enough water to supply their electricity through a small hydropower plant.

Key words: Small hydro power, energy, development, technology

*Corresponding author
E-mail: m.soleymani@scu.ac.ir