18th International Power System Conference

۱۸ کنفرانس بین‌المللی برق

98-F-REN-554

پتانسیلهای نیروگاههای برق آبی کوچک دراستان خوزستان

توران نیکو ،مهری علی‌محمدی، وحید رضایی

سازمان آب وبرق‌خوزستان
ایران

واژه‌های کلیدی: نیروگاههای برق آبی کوچک-انرژی تجدیدپذیر-برق-ظرفیت-تامین انرژی

چکیده:

نیروگاههای برق آبی کوچک یک پتانسیل بزرگ جهانی تولید برق می‌باشد که مشکلات زیست محیطی کمی به همراه دارتد.این نیروگاهها با وجود عدم آلوده سازی محیط طبیعی و زیست، پایان ناپذیری منبع تامین انرژی، توسعه مناطق و اشتغال‌زایی در بازار انرژی جهانی تنها نزدیک به ۴٪ ظرفیت کل نیروگاههای برق آبی را تشکیل می‌دهند. در کشور ما ایران بیش از ۲۵۰۰ منطقه جهت احداث این نیروگاهها شناسایی شده و ۹۴۴ نقطه با ظرفیت ۱,۴ میلیون کیلووات مناسب تشخیص داده شده است .که حدود ۴۹ منطقه از آن با ظرفیت ۴۵۷۵۶,۴۴ کیلووات در استان خوزستان واقع است.احداث این نیروگاهها در استان علاوه بر اینکه کمک شایانی به اقتصاد منطقه می‌نماید، از مهاجرت روستاییان به نواحی جلگه‌ای نیز جلوگیری می کندهمچنین این تیروگاهها دارای هزینه سرمایه گذاری بالا و هزینه بهره‌برداری کم می‌باشند که چنانچه پتانسیل‌یابی محل با دقت کافی به عمل آمده و اثرات منفی آن تا حد امکان کاهش پیدا کند، در نقاطی از استان که به دلیل ویژگی منطقه دارای امکانات بالقوه انرژی آب هستند، بسیار حائز اهمیت می‌باشند.

مقدمه:

فن بهره برداری از نیروی هیدروالکتریک به عنوان انرژی تجدیدشدنی از نظر تاریخی پیش ازبهره برداری ازسوخت های فسیلی وجود داشته ودر حال حاضر حدود ۲۰ درصد برق جهان را تولیدمی کند[۱].

نیروگاههای برق آبی کوچک یک پتانسیل بزرگ جهانی تولید برق می باشد که مشکلات زیست محیطی کمی به همراه دارد. این نیروگاهها بر خلاف

Archive of SID

www.SID.ir

نیروگاههای بزرگ که معمولا با استفاده از سدهای مخزنی احداث می گردند در مسیر آبی که از ارتفاعات کوهستانی به پایین جریان دارد قرار می گیرند و به دلیل اینکه منابع انرژی های طبیعی را مهارکرده ،سپس انرژی الکتریسیته را به برق تبدیل می کندوهیچگونه آلودگی به ازای تولید الکتریسیته وارد اتمسفرنمی کنند.

بنابراین چنانچه پتانسیل یابی محل با دقت کافی به عمل آمده و اثرات منفی آن تا حد امکان کاهش پیدا کند، در مناطق دور دست کوهستانی که نیاز به مخزن جهت ذخیره آب ندارد و نقاطی که به دلیل ویژگی منطقه از امکانات بالقوه انرژی آب برخوردارند و همچنین نیاز به سرمایه گذاری کم برای تاسیسات زیربنایی (سد و کانال کشی و...) دارند می توان استفاده نمود.

انواع نیروگاههای برق آبی کوچک :

نیروگاههای برق آبی کوچک بر اساس ظرفیت آنها مطابق جدول (۱) طبقه بندی می شوند:

جدول (۱)- انواع نیروگاههای برق آبی کوچک[۲] [۳]

توان	نوع نیروگاه
کمتراز ۱۰۰ کیلووات	میکرو
۱۰۰-۱۰۰۰ کیلووات	مینی
۱۰۰۰ -۱۰۰۰۰ کیلووات	کوچک*

***این محدوده برای کشورهای مختلف متفاوت است**

اجزای نیروگاههای برق آبی کوچک :

نیروگاههای برق آبی کوچک هیچگونه مخزنی برای ذخیره آب نداشته و از آب تنها در هنگام جریان آن استفاده می نمایند.این نیروگاهها بدلیل عدم وجود ذخیره آب ظرفیت ثابت فقط به کمترین شدت جریان آب محدود خواهد شد.نیروگاههای جریانی و نیروگاه کانال انحرافی دو شکل متفاوت نیروگاههای برق آبی کوچک می باشند.

این نیروگاهها شامل اجزای زیر میباشد(شکل(۱))

- بند یا سد انحرافی
- سازه‌های انحرافی (آشغالگیر، دریچه،خروجی آب[1] ، خطوط لوله، کانل حفاری، تونل زیرزمینی، پن استاک ،شیرهاودریچه‌های ورودی و خروجی توربین،راه ماهی)
- سازه های اتاق کنترل
- سیستم انتقال (ترانسفورماتورها، سوئیچ یاردها، کابلها)
- تاسیسات الکتریکی و مکانیکی(اتاقک ژنراتور، توربین) که انواع توربینهای قابل کاربردشامل:

الف- توربینهای عکس العملی

(فرانسیس[2] ،کاپلان[3] ،توربین تیغه ثابت[4]) برای هد کم تا متوسط مورد استفاده قرار می گیرد.

ب- توربینهای ضربه‌ای

پلتون[5] ، تورگو[6]،جریان مورب[7] برای هد بالا بکار برده می شوند.

طی سالهای اخیر تلاشهای زیادی پیرامون ساخت توربینها و برخی از تجهیزات الکترومکانیکی مورد استفاده در نیروگاههای آبی کوچک در کشور صورت گرفته است که از آن جمله توربین پلتون کوچکی با قدرت تولید (HP-130-150) و توربین آبی جریان محوری Agnew می‌باشد. بررسیهای بعمل آمده نشان می دهد که در مورد ساخت چنین توربینهای کوچکی تا ۸۰ درصد ساخت اجزا آن در داخل کشور امکان‌پذیر است.

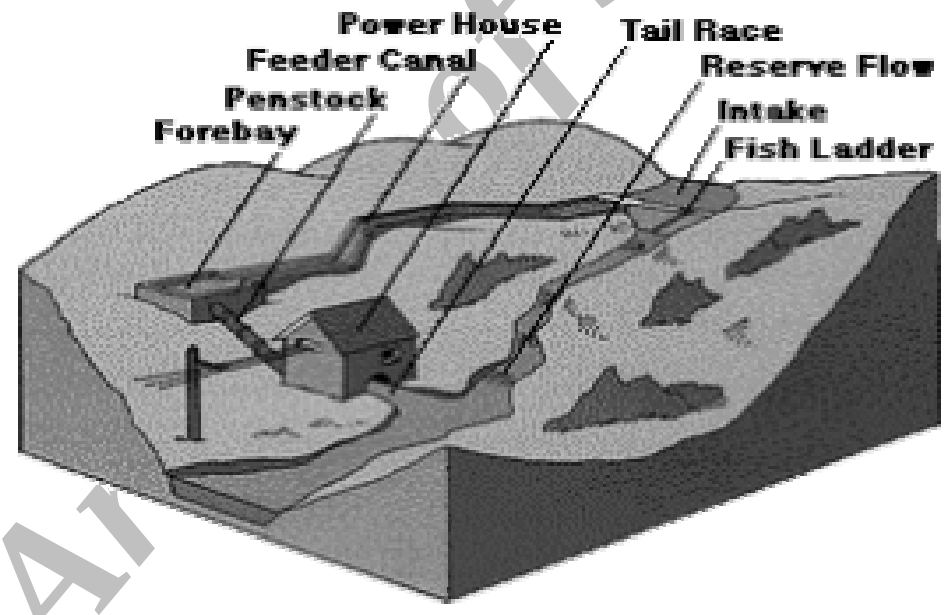
1. tailerace
2. Francis
3. Kaplan
4. fixed pitch propeller
5. pelton
6. Turgo
7. crossflow

Archive of SID
www.SID.ir

شمای کلی نیروگاه برق آبی کوچک:

در مناطق کوهستانی که شیب رودخانه‌ها زیاد است، در موقعیت مناسبی از نظر توپوگرافی و زمین شناسی بند انحرافی احداث می شود تا آب را از مسیرطبیعی منحرف کرده، وارد سیستم انتقال آب (کانال باز یا بسته، تونل ،سیفون و ...) بنماید. کانال پس از طی مسافتی در یک موقعیت مناسب به حوضچه تنظیم (Forbay) متصل می‌گردد. در این محل سیستم تحت فشار که عموماً لوله می‌باشد ،آب رابه پره‌های توربین رسانده و بدین شکل آب تحت فشار توربین را به چرخش درمی‌آورد. نتیجتا انرژی آبی تبدیل به انرژی مکانیکی می‌شود و از طریق پست به شبکه توزیع هدایت می‌شود (شکل (۱)). چنانچه رودخانه دارای موقعیت مناسبی از نظر توپوگرافی باشد تعدادی از این نیروگاهها پشت سرهم قرار گرفته و بطوریکه خروجی پایاب نیروگاه اولی وارد کانال انتقال نیروگاه دومی شده و این سیکل تا نیروگاه آخری ادامه خواهد یافت که اصطلاحا این نیروگاه را زنجیره‌ای می‌گویند.

شکل(۱):نمایی از اجزای نیروگاههای برق آبی کوچک [۴]



مزایای نیروگاههای برق آبی کوچک:

اسفاده از پتانسیل های آبی کوچک در کشور ، بخصوص در مناطق دورافتاده و روستایی می تواند منشا تاثیرات اجتماعی – اقتصادی بسیاری باشد که برخی از این مزایا و تاثیرات شامل مناطق دورافتاده و برخی دیگر، اقتصاد کشور را متاثر خواهد نمود که عبارتند از:

۱) پایان ناپذیری منبع انرژی ، که این انرژی بطور رایگان و همیشگی وجودخواهدداشت.

۲) راندمان کلی این سیستم تولید انرژی بسیاربالا می‌باشد.

۳) عمرطولانی بهره برداری و تعمیرات ساده، که در مقایسه بانیروگاههای دیزلی در مناطق دورافتاده از مزایای قابل توجهی برخوردار است.

www.SID.ir

۴) بی نیازی به سوختهای فسیلی، که شرایط جغرافیایی ایران و هزینه فرصت این نوع انرژی که بسیار بالاست، مزیت دیگراین نوع نیروگاهها می باشد.
۵) گسترش صنایع روستایی از طریق انتقال برق.
۶) عدم پیچیدگی در طراحی و احداث این نوع نیروگاهها .
۷) چند منظوره بودن نیروگاههای برق آبی کوچک، بعضا با توجه به شرایط جغرافیایی ، احداث این نیروگاههامی تواند در راستای استفاده مطلوب از آب منطقه و همچنین هدایت سیلابهای فصلی قرار گیرد.
۸) امکان ساخت تجهیزات این نوع نیروگاهها در داخل کشور که با احداث و نمونه سازی آنها ، بیشتر و سریعتر از روشهای دیگر فراهم می باشد.
۹) با توجه به مشکلات تولید انرژی در کشور ، استفاده از این پتانسیلها کمکی به شبکه تولید انرژی الکتریکی در کشورخواهد نمود.
۱۰) در مقایسه با تولید الکتریسیته ازطریق نیروگاههای حرارتی ، عدم آلودگی محیط زیست توسط ان نیروگاهها را می توان از مزایای قابل ملاحظه آن در نظر گرفت.
۱۱) استفاده از تاسیسات جنبی و یا مخازن ذخیره و غیره را می توان منبع درآمدی برای منطقه در بخش پرورش ماهی و غیره دانست.
۱۲) انتقال این نوع تکنولوژی تولیدی انرژی می تواند بسیاری از باورهای سنتی در زمینه تولید و بهره‌برداری از امکانات محلی را متحول نموده و نوع نگرش به منابع رادر مناطق دورافتاده دگرگون سازد.
۱۳) استفاده از پتانسیلهای برق آبی کوچک در مناطق دورافتاده، از انهدام جنگلهایی که توسط روستاییان از چوب برای سوخت بهره برداری می شود جلوگیری نموده و از بهم خوردن تعادل اکولژیکی منطقه ممانعت خواهد شد.
۱۴) بابکارگیری این نیروگاههای برق آبی کوچک می‌توان از تعداد بیشتری ایستگاههای پمپاژ برای انتقال آب به زمینهای بالادست استفاده نمود و از این طریق زمینهای زراعی را گسترش و تقویت نمود و مقاومت آن را در برابر خشکسالی افزایش داد.
۱۵) این نیروگاهها دارای هزینه بهره‌برداری و نگهداری پایین می باشند.[۱۲] .

محدویتهای توسعه

عوامل اقتصادی و فنی :

هزینه سرمایه گذاری اولیه بالای طرحهای برق آبی به مثابه مانعی در راه گسترش آنها عمل می کند. این امر بویژه در کشورهای در حال توسعه که مشکلات مالی در انها بحرانی تر است با شدت بیشتری مشاهده می شود.

همچنین،خروجی نیروگاهای کوچک به شدت به دبی لحظه ای جریان آب بستگی داشته و بنابراین تابعی از سیکلهای غالب هیدرولوژیکی خواهد بود. این امردر مواردی که یک نیروگاه کوچک آبی منفرد برای پاسخگویی به تقاضای برق در تمام طول سال در نظر گرفته شده است ممکن است مشکل ایجاد کند. در چنین مواردی نیاز به یک نیروگاه پشتیبان یا ذخیره ممکن است ضروری شود که در نتیجه باعث افزایش عمده ای در هزینه های بهره برداری وآلودگی ناشی از تولید برق دیزلی یا حرراتی خواهد شد. ولی این مشکلات در مورد نیروگاههای آبی کوچک که خود بعنوان نیروگاههای ذخیره در یک شبکه بهم پیوسته کار می‌کنند وجود ندارد. جذابیت مالی نیروگاههای کوچک

Archive of SID

www.SID.ir

آبی به شدت تحت تاثیر نرخهای واقعی بهره که در دو دهه اخیر در برخی کشورها بالابود ه است ، تاثیر بازدارنده‌ای بر توسعه نیروگاههای کوچک آبی گذاشته است. از نیروگاههای آبی کوچک هنوز هم گهگاهی به عنوان یک شاخه از نیروگاههای آبی بزرگ یاد می‌شود. و فعالیتعای قبل از سرمایه‌گذاری (نظیر سایت‌یابی و مطالعات امکان‌سنجی) بر اساس تجربه‌های آبی بزرگ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، بنابراین کارهای قبل از سرمایه‌گذاری و هزینه آنها ممکن است نسبت به سایز و اهمیت پروژه بیش از اندازه و غیرمعقول باشند. بویژه در مواردی که مطالعات امکان‌سنجی به تصمیم‌گیری قاطع وروشنی منجر نمی‌شود، و برعکس سرمایه‌گذاری دوباره‌ای برای مرحله دیگری از مطالعات امکان‌سنجی ضروری می‌گردد، این مساله بسیار جدی است که متاسفانه در اغلب اوقات وضعیت بدین گونه است. بعنوان یک قانون سرانگشتی، کارهای قبل از سرمایه گذاری نباید هزینه ای بیش از ۱۰ الی ۱۵ درصد از کل سرمایه لازم برای پروژه را به خوداختصاص دهند و برای اینکه این هزینه ها از این مقادیر فراتر نرود و هزینه‌های نیروگاههای کوچک آبی کاهش پیدا کند حتی در صورت وجود پشتیبانی دولتی یا کمکهای خارجی باز هم تلاشهای عظیمی مورد نیاز خواهد بود. در صورتیکه بتوان هزینه سرمایه گذاری پروژه را کاهش داد، محدودیتهای اقتصادی نیروگاههای کوچک آبی نیز کاهش یافته و پتانسیل قابل توسعه آنها از نظر اقتصادی افزایش خواهد یافت. از جمله راههای کاهش هزینه های نیروگاههای کوچک آبی که در سالهای اخیر بسیار مور دتوجه قرار گرفته است، توسعه ابزارهای طراحی تا جاییکه تخمین هایی از ویژگیهای جریان آب در هرسایت بتوان تهیه کرد، اتوماسیون برخی موارد در مطالعات امکان‌سنجی، و کاستن از هزینه های توربینهای آبی، ژنراتورها و کارهای ساختمانی از طریق استاندارد کردن و ایجاد بهبود در طراحیها. در همین راستا به عنوان مثال توربین آبی Agnew که یکی از توربینهای میکرو جریان محوری است برای نخستین بار در اسکاتلند با همکاری سازمان پژوهشهای ایران طراحی و ساخته شده است تا راندمان توربین ۲۳ درصد افزایش یافته و برای کاربرد درسایتهای مختلف آماده گردد.[۱۳].

عوامل اجتماعی و اقتصادی:

غالبا به مساله آموزش و انتقال تکنولوژی که کشورهای در حال توسعه را قادر به ایفای نقش مستقل و مهمتری در توسعه نیروگاههای کوچک آبی می نماید توجه زیادی می شود، اما نتایج بدست آمده همیشه کاملاً مثبت نبوده است. به عبارت دیگر شکاف تکنولوژیک موجود به اضافه هزینه وارد کردن نیروهای متخصص، مواد وتجهیزات خارجی، حتی اگرکمکهای خارجی نیز وجود داشته باشد، توسعه گسترده نیروگاههای کوچک آبی جلوگیری کرده است.

مزایای اجتماعی و اقتصادی برق رسانی و بهره برداری از منابع محلی کاملا روشن است ، اما نشان دادن آنها با اعداد و ارقام هنوزدر مراحل ابتدایی است و در نتیجه در ارزیابیهای اقتصادی وارد نمی شوند. در نتیجه گاهی پروژه هایی که میتوانند مزایای فراوانی برای جمعیت محلی به ارمغان داشته باشند با تحلیلهای مرسوم و متداول کنار گذاشته می شوند. بیشترین توجه باید به ویژگیهای ثانویه ومشخصاتی که کمتر ملموس هستند معطوف باشد ، چون این ویژگیها ممکن است تحول و حیاتی تازه به شرایط زیستی محل ببخشند. همچنین متمرکز شدن فعالیتهای توسعه ملی کشورهای در حال توسعه در مناطق مرکزی باعث بروزمشکلاتی در تامین اعتبار برنامه های برق رسانی به مناطق دورافتاده و روستایی شده است و در نتیجه توجه

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتری به درگیر کردن بخش خصوصی در ترویج طرحهای آبی کوچک معطوف شده است، که این امر نه لزوما بوسیله شرکتهای تجاری بلکه به کمک جمعیتها و گروههای علاقمند و تعاونیهای محلی نیز امکان پذیر است. برخی طرحهای پایلوت بسیار موفق بوده‌اند و در اینده به احتمال زیاد با تشریک مساعی مستقیم و وسیعتر گروههای ذینفع در برنامه برق رسانی ، توسعه نیروگاههای برق آبی کوچک از تشویقهای بیشتری نیز برخوردار خواهد شد. که سپرده شدن این طرحها به بخش خصوصی یکی ازعوامل کاهش هزینه‌ها می‌باشد. [۶]

عوامل زیست محیطی[۲]:

در بعضی کشورها (بویژه در شمال آمریکا و غرب اروپا) مقررا ت زیست محیطی و کنترلی چنان دست و پاگیر، شدید و پرهزینه شده‌اند که در حال حاضر به عنوان عامل مهم و بازدارنده‌ای در توسعه نیروگاه‌های کوچک آبی به شمار می روند. در بعضی موارد لازم است از موسسات مختلفی با خواسته‌ها ونظریات مختلف و گاه متضاد تاییدیه گرفته شود. هزینه مربوط به این موسسات قانونی و هزینه تحقیقات زیست محیطی ضروری، برای پروژه های کوچک کمرشکن هستند. علاوه بر این هزینه های مستقیم، از هزینه های غیرمستقیم ناشی از تغییرات نیز نباید چشم پوشی کرد.

از دو طریق می توان محدودیت های ناشی از ارزیابی های زیست محیطی را به حداقل رساند:

- انجام تحقیقات درمورد قابلیت اعتماد اندازه گیریها و ارزیابیهای زیست محیطی. تخمین میزان مرگ و میرماهیها و طراحی تجهیزاتی که مسیر ماهیها را منحرف کند.

ایجاد تسهیل در پروژه کسب تایید زیست محیطی.

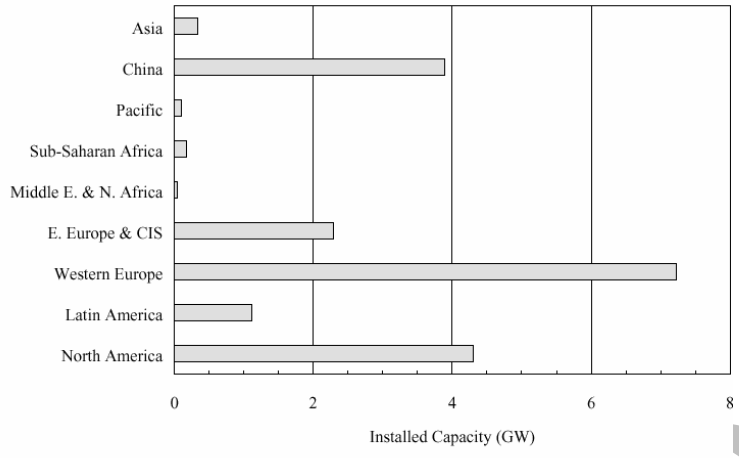
وضعیت نیروگاههای برق آبی کوچک در جهان :

تا پیش از بحران انرژی، اهمیت گرایش عمده در ایجاد نصب نیروگاههای آبی متوجه احداث واحدهای بزرگتر با راندمان هر چه بیشتر بود. تمهید تدابیری برای کاهش سرمایه گذاری اولیه نیروگاههای برق آبی کوچک که خود ثمره بخشی از تلاش گسترده در جستجوی راههای نوین و اقتصادی تامین انرژی بود، ،موجب گردید که این نیروگاهها مجددا در کشورهای صنعتی به منظور بهره وری هر چه کاملتر از انرژی هیدرولیک موجود و در کشورهای در حال رشد عمدتا به منظور برق رسانی آسانتر به نواحی دور افتاده مطرح شوند.امروزه پس از گذشت حدود دو دهه از مطرح شدن مجدد نیروگاههای برق آبی کوچک به دلیل نگرانی ناشی از آلودگی نیروگاههای حرارتی و نیز زمان کوتاه ساخت و هزینه کم توسعه نیروگاههای برق آبی کوچک باعث شده است که کشورهای مختلف به پیشرفتهای صنعتی و اجرایی قابل توجهی در این زمینه نایل گردیده و برخی کشورها تجارب ارزشمندی در توسعه این نیروگاهها به دست آورده اند.

انجمن انرژی جهان (WEC) ظرفیت نصب نیروگاههای برق آبی کوچک را در سال ۱۹۹۰ ، MW ۲۴۰۰۰تولید Twh/year ۸۲ برآورد نموده است .که با توجه به نمودار(۱) بیشتر ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک مربوط به کشورهای عضو IEAو چین می‌باشد (کشورهای عضو IEA با ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک بیشتر از MW ۱۰۰۰ استرالیا، فرانسه، ایتالیا، اسپانیا و آمریکا می‌باشند) همچنین این نیروگاهها نزدیک به ۴٪ ظرفیت کل نیروگاههای برق آبی در جهان را تشکیل می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir



Source: WEC, (1993). **نمودار (۱):ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک در جهان (۱۹۹۰) [۴]**

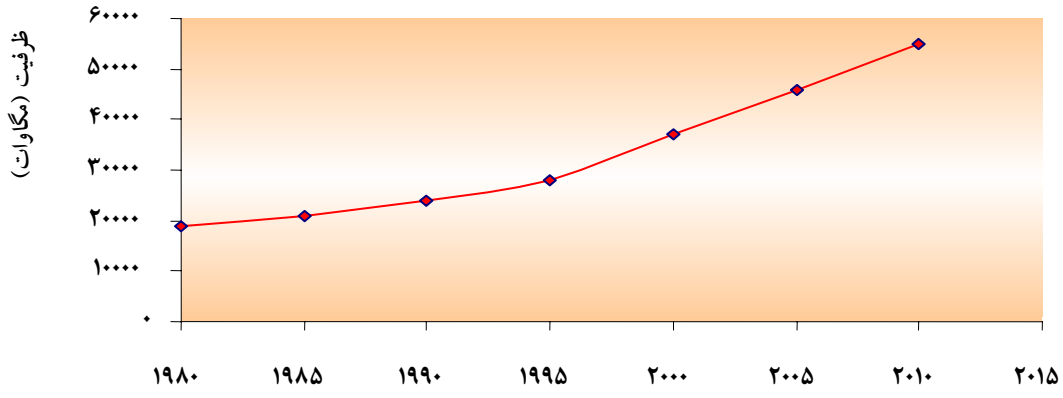
در جدول (۲) ظرفیت و میزان تولید نیروگاههای برق آبی کوچک در نواحی مختلف جهان برای سالهای ۱۹۹۵ و ۲۰۱۰ آورده شده است. که با توجه به آن رشد ۴۰ درصدی در تولید انرژی این نیروگاهها از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ مشاهده می شود.همچنین نشان میدهد که قاره آسیا بیشترین پتانسیلهای برق آبی کوچک در جهان را دارا می باشدکه این امر به دلیل وجود کشور چین در این قاره می باشدکه دارای۴۳۰۲۷ نیروگاه آبی کوچک با ظرفیت ۲۶۲۶۲ مگاوات و تولید انرژی سالیانه ۸۷۱۴۱ گیگاوات ساعت (تا سال ۲۰۰۱) می‌باشد. [۱۴]

جدول(۲): ظرفیت و میزان تولید نیروگاههای برق آبی کوچک در نواحی مختلف جهان برای سالهای ۱۹۹۵ و ۲۰۱۰

منطقه	ظرفیت(مگاوات)		انرژی سالیانه(گیگاوات ساعت)	
	۱۹۹۵	۲۰۱۰	۱۹۹۵	۲۰۱۰
آمریکای شمالی	۴۴۰۰	۵۵۰۰	۱۸۰۰۰	۲۵۰۰۰
آمریکای لاتین	۱۰۰۰	۳۰۰۰	۳۵۰۰	۱۰۰۰۰
اروپای غربی	۹۷۴۰	۱۲۶۰۰	۴۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
شرق اروپا و GIS	۲۰۷۰	۷۰۰۰	۸۵۰۰	۲۸۰۰۰
خاورمیانه و شرق میانه	۱۸۰	۴۰۰	۷۰۰	۱۷۰۰
آفریقا	۴۰۰	۷۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰
اقیانوس آرام	۱۶۰	۷۵۰	۷۰۰	۳۰۰۰
آسیا	۱۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۴۲۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
جمع کل	۴۴۰۰	۴۴۰۰	۴۴۰۰	۴۴۰۰

هم‌چنین بر طبق برآورد انجام شده ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک برای سالهای ۲۰۱۰-۱۹۸۰ (نمودار (۲))روند رو به رشدی را نشان می دهد که این مطلب حاکی از گرایشی بالنسبه قوی در برنامه‌ریزی و سرمایه گذاری در کشورهای جهان برای توسعه این نیروگاهها می باشد..

www.SID.ir



نمودار(۲): ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک برای سالهای ۲۰۱۰-۱۹۸۰

هزینه های نیروگاههای برق آبی کوچک :

نیروگاههای برق آبی کوچک نیاز به سرمایه گذاری اولیه بالا دارند . بر طبق آمار منتشره از بانک جهانی برای هدهای(m) ۱۳/۵ –۲/۳ سرمایه ۸۸۰۰ – ۱۸۰۰دلار برای هر کیلو وات ساعت و برای هدهای (m) ۳۵۰ –۲۷ میزان سرمایه ۳۰۰۰ –۱۰۰ دلارمورد نیاز می باشدکه افزایش هد باعث کاهش هزینه در نیروگاههای برق آبی کوچک می گردد،.همچنین این نیروگاهها با داشتن طراحی ساده جهت سازه های عمرانی به هزینه بهره برداری و نگهداری کم نیاز دارند به طوری که فقط نیاز به یک پیمانکار جهت نگهداری از تجهیزات اصلی و یک بهره بردار پاره وقت می‌باشد.

بنابراین کل هزینه های مربوط به نیروگاههای برق آبی کوچک را می توان به صورت زیر بیان نمود[۴] :

۱- هزینه‌های ساختمانی (سد، کانال، اتاقک الکتریکی یا مکانیکی)

۲- هزینه‌های مربوط به تولید الکتریسیته (توربین، ژنراتور، خطوط برق)

۳- سایر هزینه‌ها (هزینه زمین، هزینه مربوط به بهره‌برداری پاره وقت ، هزینه مربوط به سازه های مهندسی)

نرخ هزینه تجهیزات و اجزای ساختمان های مهندسی ۵۰–۴۰در صد کل هزینه نصب نیروگاه برق آبی می باشد. که به توپوگرافی و ژئولوژی منطقه، روشهای سازهای کاربردی و مواد مورد استفاده بستگی دارد. در جدول (۳)هزینه سرمایه گذاری، هزینه ثابت بهره برداری و نگهداری و قیمت انرژی نیروگاههای آبی کوچک با توجه به ضریب قابلیت دسترسی، ضریب بار بهره برداری، نرخ مصرف داخلی، زمان ساخت و عمر مفید اقتصادی آنهابرای توانهای ۱۰- ۰/۰۰۱ مگاوات در سالهای ۲۰۱۰-۱۹۸۰ ارایه شده است. هزینه های تحقیقات بالا موانع زیادی را در توسعه نیروگاه برق آبی کوچک ایجاد می کند.اما علیرغم این محدودیتها و زمان طولانی برگشت هزینه(۱۰-۷ سال در برخی از کشورها به مانند اسلوواکی)نیروگاههای برق آبی کوچک اغلب دارای هزینه های اجرایی قابل قبول می باشند زیرا این نیروگاهها دارای طول عمر طولانی (در حدود ۴۰ سال ودر برخی کشورها بیش از ۷۰ سال)و هزینه نگهداری کم می باشند،که به طور تقریب ۴-۳ در صد از کل هزینه های نصب نیروگاه برق آبی کوچک را تشکیل می‌دهند [۶].

Archive of SID
www.SID.ir

شرح	۱۹۸۰	۱۹۸۵	۱۹۹۰	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۰
توان نیروگاه برق آبی کوچک (MW)	۰/۰۰۱ -۱۰	۰/۰۰۱ -۱۰	۰/۰۰۱ -۱۰	۰/۰۰۱ -۱۰	۰/۰۰۱ -۱۰	۰/۰۰۱ -۱۰	۰/۰۰۱ -۱۰
ضریب قابلیت دسترسی (٪)	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۵
ضریب بار بهره برداری (٪)	۹۵-۱۵	۹۵-۱۵	۹۵-۱۵	۹۵-۱۵	۹۵-۱۵	۹۵-۱۵	۹۵-۱۵
نرخ مصرف داخلی (خروجی W/MW)	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
زمان ساخت (سال)	۲-۱	۲-۱	۲-۱	۲-۱	۲-۱	۲-۱	۲-۱
عمر مفید اقتصادی (سال)	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
هزینه سرمایه گذاری (ECU [۱۹۹۰] / KW)	۴۵۰۰-۸۵۰	۴۰۰۰-۸۳۰	۳۵۰۰-۸۱۰	۳۰۰۰-۸۰۰	۲۵۰۰-۷۹۰	۲۰۰۰-۷۷۰۰	۱۸۰۰-۷۵۰
هزینه ثابت بهره برداری و نگهداری (ECU [۱۹۹۰] / KW)	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵
قیمت انرژی با استفاده از نرخ تنزیل (٪۸) (ECU / KW)	۰/۰۲-۰/۱۷	۰/۰۲-۰/۱۵	۰/۰۱۹-۰/۱۳	۰/۰۱۹-۰/۱۲	۰/۰۱۹-۰/۱	۰/۰۱۹-۰/۰۸	۰/۰۱۸-۰/۰۷

جدول(۳):هزینه نیروگاه برق آبی کوچک برای سالهای ۲۰۱۰-۱۹۸۰[۵]

ارزیابی اقتصادی -اجتماعی نیروگاههای برق آبی کوچک در ایران:

از آنجائیکه در حال حاضر تکنولوژی پیشرفته تولید انرژی برق - آبی بهره‌برداری از حداقل پتانسیل آبی را فراهم آورده است.درایران نیز با توجه به وضعیت توپوگرافی و اقلیمی و وجود سلسله جبال زاگرس و البرزاز یک طرف ووجود رودخانه های بزرگ و کوچک با سرشاخه های متعدد از سوی دیگر پتانسیلهای آبی فراوانی وجود دارد که امکان احداث نیروگاههای برق آبی کوچک در آن یافت می شود. خط مشی اولیه احداث نیروگاههای برق آبی کوچک در ایران، تأمین انرژی برق مناطق روستایی به منظور ایجاد زیر ساختارهای توسعه پایدار در روستاها و تأمین شرایط زندگی بهتر و ارتقاء سطح فرهنگ و دانش و سلامت روستائیان و نیز اشتغال زایی بوده است.

در همین راستا تاکنون بیش از ۲۵۰۰ منطقه برای ساخت نیروگاههای آبی کوچک در کشور شناسایی و حدود ۹۴۴ نقطه برای احداث نیروگاههای برق آبی کوچک با ظرفیت ۱۴۱۱۱۶۹,۴۴کیلووات (جدول(۴)) مناسب تشخیص داده شده است.

همچنین تاکنون مطالعه ۲۸۰ نیروگاه در مرحله فاز(۱) و ۴۱ نیروگاه در فاز(۲) انجام شده و ۲۳ واحد نیروگاهی کوچک نیز در حال احداث می باشد[۸].

به منظور توسعه پایدار روستاها و برق رسانی به روستاهای دور افتاده و نیز استفاده از پتانسیل آبی هرزرونده در مناطق روستایی از اوائل سال ۱۳۶۲ مطالعه بررسی نیروگاههای برق آبی کوچک آغاز شده و تا پایان نیمه اول سال۱۳۸۱ ،۸ نیروگاه آبی کوچک در کشوربه بهره برداری رسیده ،که انرژی الکتریکی استحصال شده از آنها بالغ بر ۱۶۰ میلیون کیلووات ساعت است . این نیروگاهها علاوه بر تامین برق روستایی به شبکه سراسری و محلی نیز تزریق می شود. تا سال ۱۳۵۷ تنها ۴۳۲۷ روستای کشور را برق رسانی نموده بودند. این تعداد روستا به نسبت کل روستاهای کشور سهمی معادل ۷٪ را دربر داشت و ۱۵٪ جمعیت روستایی در آنجا ساکن بودند. پس از پیروزی انقلاب اسلامی تا پایان سال ۱۳۸۰ به۴۵۳۵۹

Archive of SID
www.SID.ir

روستا با جمعیتی معادل ۴۱۶۵۶۱۷ خانوار برق رسانی شده که سهمی معادل ۶۶/۷درصد کل روستاهای کشور و ۹۶ درصد کل خانوار روستایی را دربرمـــی‌گیرد. از این تعـــداد ۳۵۹۰۴ روستا با جمعیتی معادل ۴۰۶۹۷۰۷ خانوار مربوط به روستاهای بالای بیست خانوار بوده که ۹۸/۳ درصد کل روستاهای بالای بیست خانوار کشور و ۹۹/۸درصد خانوار ساکن در آنها را شامل می شود. یکی دیگر از فعالیتهای بسیار مهم در اقتصاد کشاورزی کشور، برق رسانی به چاه ها و ایستگاههای پمپاژ آب کشاورزی و تبدیل موتور پمپهای دیزلی به برقی است. با این کار معضلاتی ازقبیل تأمین سوخت، تأمین قطعات یدکی، آلوده شدن محیط زیست و عدم کنترل در مصرف آبهای سطحی و زیرزمینی مرتفع گردیده و هزینه تولیدات کشاورزی به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. از سال ۱۳۷۶امر برق رسانی به هر حلقه چاه آب کشاورزی از واردات۰۰۰ ۸دلار گازوئیل بی نیاز شده است ،ضمن آنکه تا ۵۰ میلیون ریال در هزینه پمپاژ آب کشاورزی برای صاحبان چاههای آب صرفه جویی شده است همچنین از محل طرح نیروگاه های برق- آبی کوچک تاکنون ۲۷۶ شغل دائم و ۱۷۴۵ شغل مستقیم در دوره اجرا ایجاد شده ،ضمن آنکه ساخت این نیروگاهها باعث صرفه جویی در مصرف سوخت فسیلی به میزان ۵۱ میلیون لیتر شده است[۸].بنابراین نیروگاه های برق- آبی کوچک،به دلیل پایان ناپذیری منبع تامین انرژی، عدم آلوده سازی محیط طـبیعی و زیـــست، تـوسعـه مناطق روستایی از سـه جنبـه کشـاورزی، صنعتی و اجتماعی، اشتغال‌زایی در محیط‌های روستایی و... را از اهمیت ویژهای برخوردار می‌باشند.

جدول(۴): نیروگاههای آبی کوچک در سطح کشور [۹]

استان	تعداد گزینه های بازدید شده	تعداد گزینه های تایید شده	قدرت کل(کیلووات)	تعداد پتانسیلهای میکرو	قدرت کل(کیلووات)	تعداد پتانسیلهای مینی	قدرت کل (کیلووات)	تعداد پتانسیلهای کوچک	قدرت کل(کیلووات)
آذربایجان غربی	147	37	46746	0	0	22	11186	15	35560
آذربایجان شرقی	35	35	30228	0	0	24	12942	11	17286
اردبیل	18	18	22058	0	0	11	7825	7	14233
اصفهان	80	16	34317	1	43	11	26524	4	7750
خراسان	120	38	2725	30	1140	8	1585	0	0
قزوین	52	28	43500	0	0	9	6950	19	36550
کهگیلویه و بویر احمد	52	64	122336	0	0	20	9136	44	113200
کرمانشاه	122	54	92050	1	50	24	13600	29	78400
کردستان	45	45	60590	0	0	34	15360	11	45230
خوزستان	130	49	45756.44	17	346.44	16	8878.2	16	36531.8
گیلان	563	145	389991	0	0	17	11113	128	378878
گلستان	230	81	34644	10	644	63	23584	8	10416
ایلام	105	33	47440	0	0	9	4890	24	42550
سمنان	80	15	6070	0	0	13	3770	2	2300
لرستان	141	44	33356	0	0	37	18376	7	14980
فارس	27	27	24194	2	130	18	5894	7	18170
همدان	27	2	1574	0	0	2	1574	0	0
چهارمحال و بختیاری	120	27	103180	0	0	9	5320	18	97860
مازندران	245	138	200650	2	133	61	35649	75	164868
تهران	124	48	69764	0	0	21	10294	27	59470
جمع کل	2533	944	1411169.44	63	2486.44	29	234450.2	452	1174232..8

www.SID.ir

پتانسیل‌های‌برق آبی کوچک استان خوزستان:

دشت خوزستان ازشمال به استـــــان لرستـان از خاوربه استان‌های اصفهان وکهگیلویه و بویراحمد، از جنوب به خلیج فارس و از باختر به کشور عراق محدود می شود و با شیب ملایمی از شمال به طرف جنوب گسترده شده است. اختلاف ارتفاع در آن از ۳متر درآبادان تا ۷۶۴ متر درنواحی کوهپایه‌ای مانند ایذه نسبت به سطح دریا می رسد. به طور کلی منطقه را می توان به ۲ بخش متمایز کوهستانی و تپه ماهوری درنواحی شمالی و خاوری و دشت کم ارتفاع درنواحی جنوبی و همجواربه خلیج فارس تقسیم کرد که موقعیت متنوع آب و هوایی را به وجود آورده است. مزر شمالی و خاوری دشت خوزستان را کوه های بلندی مانند چهل پا، منگشت ، تاراز، منار، ساوش، سردوک خاییز و تنگ تکاب احاطه کرده است.

همچنین پنج رودخانه بزرگ کرخه، کارون، دز، جراحی و هندیجان درمسیر جریان خود از دشت خوزستان می گذرند. علاوه بر آنها رودخانه های کوچکی مانند شاوور و سبزآب و سر شاخه های فرعی زیادی چون مال آقا ، رود زرد، علاء، شویند ، سزار، ابوالعباس، سردشت، تالوگ و کتک، و رود شور آبها و روانابهای سطحی منطقه را به رودخانه های بزرگ یا زمینهای قابل زارعت منتقل می سازند. درحدود ۳۱ میلیارد از مجموع ۹۵ میلیارد مترمکعب آبهای سطحی کشور یعنی نزدیک به ۳۰٪ آن درجلگه ۱۳ میلیون هکتاری خوزستان‌جریان‌دارد.بنابراین دراستان خوزستان از پتانسیلهای آبی فراوانی میتوان بهره گرفت.

درحال حاضر با ساخت سدهای بزرگی چون کارون ۳، سد و نیروگاه دوم شهید عباسپور و سد کرخه خوشبختانه بخش بزرگی از ظرفیت آبی استان مورد بهره برداری قرار گرفته است، اما هنوز امکان استفاده از سرشاخه های رودخانه های استان وجود دارد. این امر برای روستاهای دورافتاده استان که از نعمت روشنایی بی بهره اند و چشم به راه استفاده از آن هستند ضروری است. که با ساخـــت نیروگاههای برق آبی کوچک درروستاههای دور افتاده استان علاوه بر اینکه می توان کمک شایانی به اقتصاد استان نمودمی توان از سایرجنبه های گوناگون مثبت آن همچون ویژگیهای زیست محیطی ، هزینه های ساخت و صرفه اقتصادی در استان سود جست[۱۰].

تاکنون بیش از ۱۳۰ منطقه برای ساخت نیروگاههای آبی کوچک در استان شناسایی و حدود ۴۹ نقطه با ظرفیت ۴۵۷۵۶,۴۴کیلووات (جدول(۴)) مناسب تشخیص داده شده است. که پراکندگی این پروژه های موجود در سطح استان برای کلیه پتانسیلهای نیروگاههای آبی کوچک اعم از میکرو (۳۴۶,۴۴کیلووات)، مینی(۸۸۷۸,۲کیلووات) و کوچک (۳۶۵۳۱,۸ کیلو وات) در فاز مطالعاتی اول در جدول (۵) ارایه شده است . همچنین با آغاز مطالعات مربوط به حدود ۲۰ سددر استان ، جهت پتانسیل یابی نیروگاههای برق آبی کوچک در این مناطق با شرکتهای کشاور قرارداد منعقد شده است(آغاز مطالعات سال ۱۳۸۲ می‌باشد)

در استان خوزستان مطالعات اقتصادی مربوط به پنج نیروگاه مال آقا، سادات حسینی ،شیوند و پرتو آغاز شده که مراحل ÷یشرفت کرا و مشخصات کلی این طرحهادر جدول(۶) ارائه شده است. مدت احداث کلیه این ینروگاهها ۲ سال فرض شده است. و توزیع آن به صورتی در نظرگرفته شده که ۳۰ درصد هزینه ای اولیه درسال شروع اجرا و ۷۰ درصد آن در سال دوم اجرا صرف گردد. این مسئله بدان لحاظ در نظر گرفته شده که معمولا تجهیزات مکانیکی و الکتریکی که بخش بزرگی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه را تشکیل

Archive of SID

www.SID.ir

میدهند در سال دوم اجرا خریداری می گردند. همچنین هزینه بهره‌برداری و نگهداری از تاسیسات ۱/۵ درصد سرمایه گذاری اولیه در نظر گرفته شده است و نرخ تورم ۵ درصد در سال افزایش می‌یابد. اعمال نرخ افزایش سالیانه ۵ درصد برای نرخهای فروش برق نیز لحاظ شده است.

که می توان با بهره گیری از کلیه پتانسیلهای موجود در استان باعث جذب فعالیتهای مرتبط اقتصادی- اجتماعی ،همچنین ایجاد کارگاههای برقی جهت برق رسانی به چاه ها و ایستگاههای پمپاژ آب کشاورزی و تبدیل موتور پمپهای دیزلی به برقی شده و در نتیجه با این کار علاوه بر اینکه باعث کاهش معضلاتی ازقبیل تأمین سوخت، تأمین قطعات یدکی، آلوده شدن محیط زیست و عدم کنترل در مصرف آبهای سطحی و زیرزمینی در بخش کشاورزی شد،با ایجاد اشتغال و خدمات رسانی وپایین آوردن نرخ بیکاری و ارتقاء سطح کیفی ساکنین،از مهاجرت روستائیان جلوگیری نمود.

جدول(۵):پتانسیلهای برق آبی کوچک در استان خوزستان [۱۱]

نیروگاه میکرو		نیروگاه مینی		نیروگاه کوچک	
نام جایگاه	**ظرفیت نیروگاه (KW)**	**نام جایگاه**	**ظرفیت نیروگاه (KW)**	**نام جایگاه**	**ظرفیت نیروگاه (KW)**
علمدار	0.75	سردشت	121	رواب۲	1101
کدال دیونی۱	2	کیلرس	123	شیوند	1149
کدال جمخر۲	3	سیگوند	166	سادات حسینی۳	1150
کدال دیونی۳	3.16	تودو	304	صیدون۲	1250
دری گلی	3.3	هلایجان	333	علاء۱	1332.8
به گرمز	3.33	مال آقا۲	412	سادات حسینی۱	1466
کدال دیونی۲	4	ابوالفارس۱	458	سادات حسینی۲	1761
کدال جمخر۱	5	صیدون ۱	485	پوتو	2000
تراز	5	مال آقا۱	500	شیوین	2082
دژ	6.6	ابوالفارس۲	500	هرکش	2134
دورورآب	13	رواب ۱	800	مال آقا۳	2332
تلوک۲	25	مال آقا۴	812	جیرو	2499
امیرسیف	26	مال آقا۵	866	تلوک۱	2665
شهبازان	50	علاء۳	999	سوسن سرخاب	3448
دلی	53	علاء۲	999.6	زال	3498
چل	60	علاء۴	999.6	لباب	6664
کولسی	83.3				
جمع کل(کیلووات)	346.44		8878.2		36531.8

www.SID.ir

جدول(٦): هزینه نیروگاههای برق آبی کوچک در حال مطالعه استان خوزستان[١٦]

نام نیروگاه	گزینه های مختلف	پیشرفت کار	ظرفیت نصب (مگاوات)	هزینه سرمایه گذاری (میلیون ریال)	محاسبه شاخصهای تنزیلی با نرخ تنزیل					
					نرخ تنزیل(درصد)	انرژی حال درآمدها (B)	انرژی حال هزینه ها (C)	B/C	B-C	نرخ بازدهی داخلی (IRR)
پوتو		فاز شناخت به اتمام رسیده	٢,٧٥	١٦٤٣٨,٨	–	–	–	–	–	–
مال آقا	١ توربین	فاز١ به اتمام رسیده	١-٢	٧٦٣٠	٧	٣٧٥٦٢	٩٢٣٠	٤,٠٦	٢٨٣٣٢	٢٢,٩٥
	٢ توربین		١-٢	٧٣٥٦	٧	٣٦٨١٣	١٦٥٧٢٢	٢,٢٢	٢٠٢٤١	١٣,٧٨
	٣ توربین		١-٢	٧٠٨٤	٧	٣٥٣٤٣	١٥٩٥٧	٢,٢١	١٩٣٨٧	١٣,٧٨
سادات حسینی	نیروگاه ٢ واحدی با ظرفیت ٢ مگاوات	فاز١	١	٤٢٠٧	١٠	٦٤٠٥١	٦٠٢١	١٠,٦٤	٦٠٢١	–
	نیروگاه ٢ واحدی با ظرفیت ٤,٥مگاوات		٢,٢٥	٧٣٣٣	١٠	١٥٥٥٥٣	١٠٤٩٧	١٤,٨٢	١٤٥٠٥٦	–
شیوند ایذه		فاز شناخت به اتمام رسیده	٢,٥	٤٢٧٠	١٣	٣١٢٥	١١٨٦٣	٠,٢٦	-٨٧٣٧	–

بحث و نتیجه گیری :

در حال حاضر تحقیق و شناسایی دقیق ظرفیتهای موجود پتانسیلهای برق آبی کوچک کشور به منظور توسعه تکنولوژی مورد استفاده این نیروگاهها و تقویت تولید انرژی در کشور بسیار ضروری به نظر می رسد. زیرا باوجود پتانسیلهای قابل توجه نیروگاههای برق آبی کوچک (٢٥٠٠ سایت) این امر می تواند بستر یک تحول قابل ملاحظه اقتصادی – اجتماعی در مناطق دورافتاده کشور محسوب گردد. بهره برداری از منابع انرژی فوق بیش از پیش رفاه اجتماعی –اقتصادی ساکنین نقاط دورافتاده را در بر گرفته و زمینه های لازم توسعه مناطق دور افتاده کشور بویژه دراستان خوزستان را فراهم می سازد. این موضوع در شرایطی امیدوارکننده تر است که از یک سو تجربه کشورهای مختلف فراسوی ما قرار دارد و ازسوی دیگر امکان ساخت بخش عمده ای از این نیروگاهها در داخل رفته رفته فراهم میگردد. گسترش نیروگاههای فوق توانایی تقویت صنعت برق استان را در زمینه افزایش تولید و همچنین انتقال تکنولوژی استفاده از پتانسیلهای آبی را بسیار افزایش داده و دورنمای این حرکت را رضایت بخش می نماید.

در همین راستا تا کنون در کشور ما ایران بیش از ٢٥٠٠ منطقه برای ساخت نیروگاهها آبی کوچک شناسایی و حدود ٩٤٤ نقطه برای احداث این نیروگاهها با ظرفیت ١٤١١١٦٩٤٤ کیلووات مناسب تشخیص داده شده است و مطالعه ٢٨٠ نیروگاه در مرحله فاز ١ و٤١ نیروگاه در فاز ٢ انجام شده و ٢٦ واحد نیروگاهی کوچک نیز در حال احداث می‌باشد.

نزدیک به ٣١ میلیارد از مجموع ٩٥ میلیارد مترمکعب آبهای سطحی کشور یعنی نزدیک به ٣٠٪ آبهای استان درجلگه ١٣ میلیون هکتاری خوزستان جریان دارد. بنابراین در استان خوزستان از پتانسیل‌های آبی فراوانی میتوان بهره گرفت .

درحال حاضر با ساخت سدهای بزرگی چون

Archive of SID
www.SID.ir

کارون ۳، سد و نیروگاه دوم شهید عباسپور و سد کرخه خوشبختانه بخش بزرگی از ظرفیت آبی استان مورد بهره برداری قرار گرفته است، اما هنوز امکان استفاده از سرشاخه های رودخانه های استان وجود داردکه حدود۴۹ نقطه با ظرفیت ۴۵۷۵۶,۴۴کیلووات برای احداث نیروگاههای آبی کوچک مناسب تشخیص داده شده است. که دارای نیروگاههای میکرو با ظرفیت ۳۴۶,۴۴ کیلووات مینی با ظرفیت ۸۸۷۸,۲ کیلووات و کوچک با ظرفیت ۳۶۵۳۱,۸ کیلووات نیروگاههای آبی کوچک در فاز مطالعاتی اول می‌باشند.

که می توان با بهره گیری از کلیه پتانسیلهای موجود در استان باعث جذب فعالیتهای مرتبط اقتصادی- اجتماعی گردید.

در پایان از سازمان آب و برق خوزستان و شرکت برق منطقه‌ای فارس به خاطر هم‌یاریشان در انجام این پروژه تشکر می‌نمایم.

مراجع و ماخذ:

۱. علیرضا مامن پوش هرندی ،مهدی فصیحی ،"استفاده از نیروگاههای برق آبی کوچک برای آبیاری زمینهای مرتفع کشاورزی" مجله آب و فاضلاب،شماره ۳۹ص۵۲-۵۰ سال ۱۳۸۰

2. www.restscreen.net "small hydro project analysis" 2001-2002
3. M.M.Dandekar, K.N.Sharma, "Water power engineering" , 1999
4. Tung, TP, Adams, RD, and Baraud C", Small-Hydro Development Opportunities, Constraints and Tecnology Outlook", Proceeding of an IEA Conference on Hydropower, Energy and the Environment, Stokholm, 14-16th June, 1993
5. WEC "Renewable Energy Sources : Opportunities and Constraints 1990-2020",World Energy Council, London, 2001
6. www.Energy saving now "Small hydro powerplants"

۷ . مرکزآمار ایران ،سرشماری عمومی نفوس و مسکن شناسنامه آبادیهای کشور ،سال ۱۳۸۰

۸. آمارگزارش اداره کل برق روستایی وزارت جهاد سازندگی،همشهری ۲۵ شهریور ۱۳۸۱ .شماره ۲۸۴۲

۹.ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۰

۱۰. آرش برجسته، رئیس گروه کارشناسان مطالعات ساختمان و منابع آب،سازمان آب و برق خوزستان،جایگاه مطالعات زمین شناسی دربهینه یابی پتانسیل های برق آبی کوچک استان خوزستان ، سال ۱۳۸۰

۱۱ . گزارش جهادکشاورزی ، پتانسیل های برق آبی کوچک استان خوزستان،سال ۸۰

۱۲. حسن کاظمی ، پاایانه نامه کارشناسی ارشد، ارزیابی اقتصادی نیروگاه برق آبی کوچک درایران،دانشگاه علامه طباطبایی، سال ۱۳۷۱

۱۳. منابع انرژی تجدیدپذیر نوین، کمیته ملی منابع انرژی جمهوری اسلامی ایران، شورای جهانی انرژی سال ۱۳۸۰

14. Worldwide Hydropower Development And Capacity Magazin 2001-2002

۱۵. نشریه انرژی ایران –کمیته ملی منابع انرژی جمهوری اسلامی ایران ، شورای جهانی انرژی ، سال ۱۳۸۱

۱۶. گزارشات مطالعات نیروگاههای برق آبی کوچک استان خوزستان – جهاد کشاورزی ، سال ۱۳۸۰

Archive of SID

www.SID.ir