

پتانسیلهای نیروگاههای برق آبی کوچک در استان خوزستان

توران نیکو، مهتری علی محمدی، وحید رضایی

سازمان آب و برق خوزستان
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 دارد. 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 ۰.۴٪ 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

می‌کنند. همچنین این نیروگاهها دارای هزینه سرمایه گذاری بالا و هزینه بهره‌برداری کم می‌باشند که چنانچه پتانسیل یابی 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 از بهره برداری از سوخت های فسیلی وجود داشته و در حال حاضر حدود ۲۰ درصد برق جهان را تولید می‌کند [۱].
نیروگاههای برق آبی کوچک یک پتانسیل بزرگ جهانی تولید برق می‌باشد که مشکلات زیست محیطی کمی به همراه دارد. این نیروگاهها بر خلاف

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

- بند یا سد انحرافی
- سازه‌های انحرافی (آشغالگیر، دریچه، خروجی آب^۱، خطوط لوله، کانل حفاری، تونل زیرزمینی، پن استاک، شیرها و دریچه‌های ورودی و خروجی توربین، راه ماهی)
- سازه‌های اتاق کنترل
- سیستم انتقال (ترانسفورماتورها، سوئیچ یاردها، کابلها)
- تاسیسات الکتریکی و مکانیکی (اتاقک ژنراتور، توربین) که انواع توربینهای قابل کاربرد شامل:

الف- توربینهای عکس العملی (فرانسیس^۲، کاپلان^۳، توربین تیغه ثابت^۴) برای هد کم تا متوسط مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب- توربینهای ضربه‌ای پلتون^۵، تورگو^۶، جریان مورب^۷ برای هد بالا بکار برده می‌شوند.

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 می‌دهد که در مورد ساخت چنین توربینهای کوچکی تا ۸۰ درصد ساخت اجزا آن در داخل کشور امکان‌پذیر است.

نیروگاههای بزرگ که معمولا با استفاده از سدهای مخزنی احداث می‌گردند در مسیر آبی که از ارتفاعات کوهستانی به پایین جریان دارد قرار می‌گیرند و به دلیل اینکه منابع انرژی‌های طبیعی را مهار کرده، سپس انرژی الکتریسیته را به برق تبدیل می‌کنند و هیچگونه آلودگی به ازای تولید الکتریسیته وارد اتمسفر نمی‌کنند. 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 سرمایه‌گذاری کم برای تاسیسات زیربنایی (سد و کانال کشی و...) دارند می‌توان استفاده نمود.

انواع نیروگاههای برق آبی کوچک :

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

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

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

*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 می‌نمایند. این نیروگاهها بدلیل عدم وجود ذخیره آب ظرفیت ثابت فقط به کمترین شدت جریان آب محدود خواهد شد. نیروگاههای جریان آبی و نیروگاه کانال انحرافی دو شکل متفاوت نیروگاههای برق آبی کوچک می‌باشند.

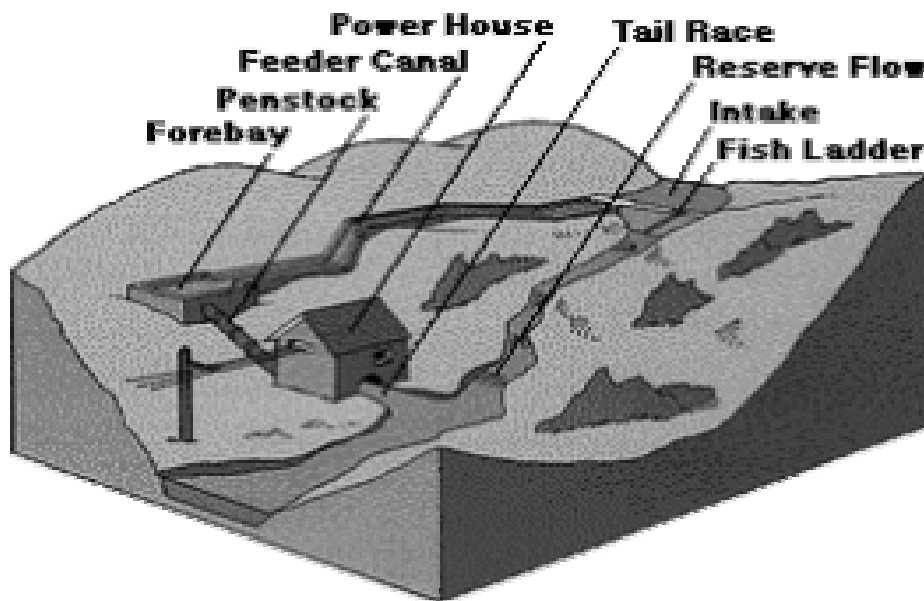
1. tailrace
2. Francis
3. Kaplan
4. fixed pitch propeller
5. pelton
6. Turgo
7. crossflow

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 مسیر طبیعی 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. نتیجتاً 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 اصطلاحاً 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 وجود خواهد داشت.
- ۲) راندمان کلی این سیستم تولید انرژی بسیار بالا می‌باشد.
- ۳) عمر طولانی بهره برداری و تعمیرات ساده، که در مقایسه بانروگاههای دیزلی در مناطق دورافتاده از مزایای قابل توجهی برخوردار است.

جلوگیری نموده و از بهم خوردن تعادل اکولوژیکی منطقه ممانعت خواهد شد.

۱۴) بایکارگیری این نیروگاههای برق آبی کوچک می توان 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 بهره برداری و نگهداری پایین می باشند. [۱۲].

محدودیت‌های 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 آنها بحرانی تر است با شدت بیشتری مشاهده می شود.

همچنین، خروجی نیروگاههای کوچک به شدت به دبی لحظه ای جریان آب بستگی داشته و بنابراین تابعی از سیکلهای غالب هیدرولوژیکی خواهد بود. این امر در 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 و آلودگی ناشی از تولید برق دیزلی یا حرارتی خواهد شد. ولی این مشکلات در مورد نیروگاههای آبی کوچک که خود بعنوان نیروگاههای ذخیره در یک شبکه بهم پیوسته کار می کنند وجود ندارد. جذابیت مالی نیروگاههای کوچک

۴) بی نیازی به سوختهای فسیلی، که شرایط جغرافیایی ایران و هزینه فرصت این نوع انرژی که بسیار بالاست، مزیت دیگر این 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 نیروگاهها می 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 کشور خواهد نمود.

۱۰) در مقایسه با تولید الکتریسیته از طریق نیروگاههای حرارتی ، عدم آلودگی محیط زیست توسط آن 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 بهره برداری 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



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 در سایتهای مختلف آماده گردد. [۱۳].

عوامل اجتماعی و اقتصادی:

غالباً 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 و تجهیزات خارجی، حتی اگر کمکهایی 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 کاملاً روشن است، اما نشان دادن آنها با اعداد و ارقام هنوز در 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 و مشخصاتی 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 بروز مشکلاتی در تامین اعتبار برنامه های برق رسانی به مناطق دورافتاده و روستایی شده است و در نتیجه توجه

آبی به شدت تحت تاثیر نرخهای واقعی بهره که در دو دهه اخیر در برخی کشورها بالا بوده 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 سائز و اهمیت پروژه بیش از اندازه و غیرمعقول باشند. بویژه در مواردی که مطالعات امکان‌سنجی به تصمیم‌گیری قاطع و روشنی 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 کمکهایی 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 مورد توجه قرار گرفته است، توسعه ابزارهای طراحی تا جاییکه تخمین هایی از ویژگیهای جریان آب در هر سایت بتوان تهیه کرد، اتوماسیون برخی موارد در مطالعات امکان‌سنجی، و کاستن از هزینه های توربینهای آبی، ژنراتورها و کارهای ساختمانی از طریق

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.

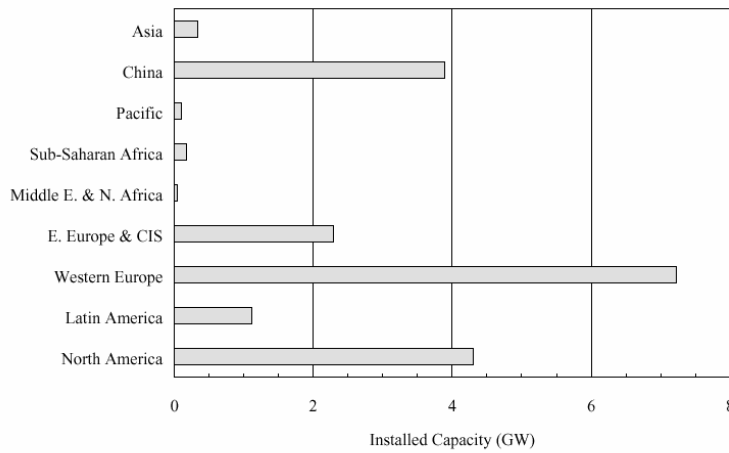
انجمن انرژی جهان (WEC) ظرفیت نصب نیروگاههای برق آبی کوچک را در سال ۱۹۹۰، ۲۴۰۰۰ MW تولید ۸۲ Twh/year برآورد نموده است. که با توجه به نمودار (۱) بیشتر ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک مربوط به کشورهای عضو IEA و چین می باشد (کشورهای عضو IEA با ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک بیشتر از ۱۰۰۰ MW استرالیا، فرانسه،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

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 بوده اند و در آینده 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 از عوامل کاهش هزینهها می باشد. [۶]

عوامل زیست محیطی [۲]:

در بعضی کشورها (بویژه در شمال آمریکا و غرب اروپا) مقررات زیست محیطی و کنترلی چنان دست و پاگیر، شدید و پرهزینه شده اند که در حال حاضر به عنوان عامل مهم و بازدارنده ای در توسعه نیروگاههای کوچک آبی به شمار می روند. در بعضی موارد لازم است از موسسات مختلفی با خواستهها و نظریات 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 میر ماهیها و طراحی تجهیزاتی که مسیر ماهیها را منحرف کند.
- ایجاد تسهیل در پروژه کسب تایید زیست محیطی.



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

جهان را دارا می باشد که این امر به دلیل وجود کشور چین در این قاره می باشد که دارای ۴۳۰۲۷ نیروگاه آبی کوچک با ظرفیت ۲۶۲۶۲ مگاوات و تولید انرژی سالانه ۸۷۱۴۱ گیگاوات ساعت (تا سال ۲۰۰۱) می باشد. [۱۴]

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

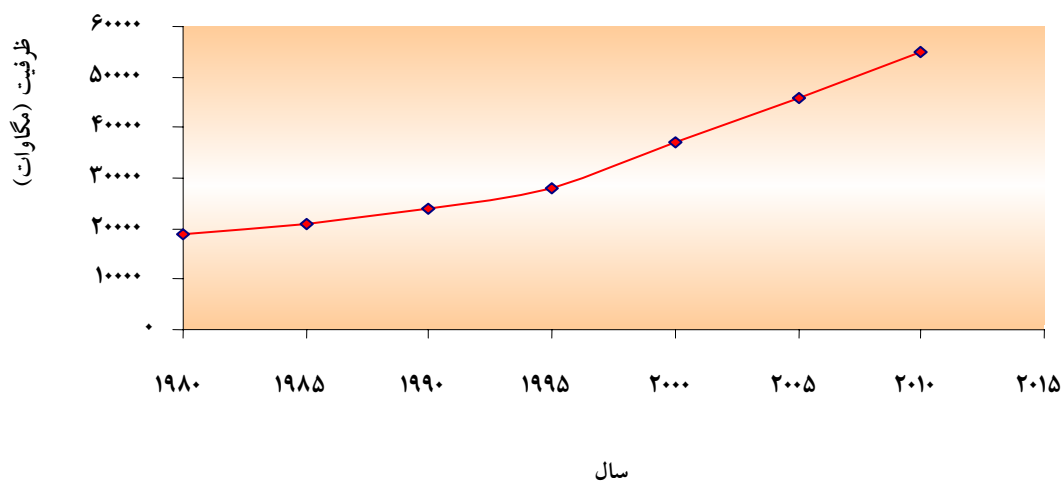
جدول (۲): ظرفیت و میزان تولید نیروگاههای برق آبی کوچک در نواحی مختلف جهان برای سالهای ۱۹۹۵ و ۲۰۱۰

منطقه	ظرفیت (مگاوات)		انرژی سالانه (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 CIS	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

که این مطلب حاکی از گرایش بالانس قوی در برنامه ریزی و سرمایه گذاری در کشورهای جهان برای توسعه این نیروگاهها می باشد...

همچنین بر طبق برآورد انجام شده ظرفیت نیروگاههای برق آبی کوچک برای سالهای ۱۹۸۰-۲۰۱۰ (نمودار (۲)) روند رو به رشدی را نشان

می دهد



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

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 - ۱۸۰۰ دلار برای هر کیلو وات ساعت و برای هدهای (m) ۲۷ - ۳۵۰ میزان سرمایه ۱۰۰ - ۳۰۰۰ دلار مورد نیاز می باشد که 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 می باشد.

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

- ۱- هزینه های ساختمانی (سد، کانال، اتاقک الکتریکی یا مکانیکی)
- ۲- هزینه های مربوط به تولید الکتریسیته (توربین، ژنراتور، خطوط برق)
- ۳- سایر هزینه ها (هزینه زمین، هزینه مربوط به بهره برداری پاره وقت ، هزینه مربوط به سازه های مهندسی)

نرخ هزینه تجهیزات و اجزای ساختمان های مهندسی ۵۰-۴۰ درصد کل هزینه نصب نیروگاه برق آبی می باشد. که به توپوگرافی و ژئولوژی منطقه، روشهای سازه های 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 آنها برای توانهای ۱۰-۰/۰۰۱ مگاوات در سالهای ۱۹۸۰-۲۰۱۰ 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 (۷-۱۰ سال در برخی از کشورها به مانند اسلواکی) نیروگاههای برق آبی کوچک اغلب دارای هزینه های اجرایی قابل قبول می باشند زیرا این نیروگاهها دارای طول عمر طولانی (در حدود ۴۰ سال و در برخی کشورها بیش از ۷۰ سال) و هزینه نگهداری کم می باشند، که به طور تقریب ۳-۴ درصد از کل هزینه های نصب نیروگاه برق آبی کوچک را تشکیل می دهند [۶].

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 (%)	۱۵-۹۵	۱۵-۹۵	۱۵-۹۵	۱۵-۹۵	۱۵-۹۵	۱۵-۹۵	۱۵-۹۵
نرخ مصرف داخلی (خروجی W/MW)	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
زمان ساخت (سال)	۱-۲	۱-۲	۱-۲	۱-۲	۱-۲	۱-۲	۱-۲
عمر مفید اقتصادی (سال)	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
هزینه سرمایه گذاری (ECU [۱۹۹۰] / KW)	۸۵۰-۴۵۰۰	۸۳۰-۴۰۰۰	۸۱۰-۳۵۰۰	۸۰۰-۳۰۰۰	۷۹۰-۲۵۰۰	۷۷۰۰-۲۰۰۰	۷۵۰-۱۸۰۰
هزینه ثابت بهره برداری و نگهداری (ECU [۱۹۹۰] / KW)	۱۵-۲۵	۱۵-۲۵	۱۵-۲۵	۱۵-۲۵	۱۵-۲۵	۱۵-۲۵	۱۵-۲۵
قیمت انرژی با استفاده از نرخ تنزیل (%)(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]

کوچک با ظرفیت ۴۴،۴۱۱۱۶۹ کیلووات (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 سال ۱۳۸۱، ۸، نیروگاه آبی کوچک در کشور به 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 به ۴۵۳۵۹

ارزیابی اقتصادی - اجتماعی نیروگاههای برق آبی کوچک در ایران:

از آنجائیکه در حال حاضر تکنولوژی پیشرفته تولید انرژی برق - آبی بهره برداری از حداقل پتانسیل آبی را فراهم آورده است. در ایران نیز با توجه به وضعیت توپوگرافی و اقلیمی و وجود سلسله جبال زاگرس و البرز از یک طرف و وجود 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

برق رسانی به هر حلقه چاه آب کشاورزی از واردات ۰۰۰ دلار 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 طبیعی و زیست، توسعه مناطق روستایی از سه جنبه کشاورزی، صنعتی و اجتماعی، اشتغالزایی در محیطهای روستایی و... را از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند.

روستا با جمعیتی معادل ۴۱۶۵۶۱۷ خانوار برق رسانی شده که سهمی معادل ۶۶/۷ درصد کل روستاهای کشور و ۹۶ درصد کل خانوار روستایی را دربرمی‌گیرد. از این تعداد 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 ۹۹/۸ درصد خانوار ساکن در آنها را شامل می‌شود. 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 از قبیل 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 می‌یابد. از سال ۱۳۷۶ امر

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



پتانسیل‌های برق آبی کوچک استان خوزستان:

دشت خوزستان از شمال به استان لرستان از خاور به استان‌های اصفهان و کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب به خلیج فارس و از باختر به کشور عراق محدود می‌شود و با شیب ملایمی از شمال به طرف جنوب گسترده شده است. اختلاف ارتفاع در آن از ۳ متر در آبادان تا ۷۶۴ متر در نواحی کوهپایه‌ای مانند ایذه نسبت به سطح دریا می‌رسد. به طور کلی منطقه را می‌توان به ۲ بخش متمایز کوهستانی و تپه ماهوری در نواحی شمالی و خاوری و دشت کم ارتفاع در نواحی جنوبی و همجوار به خلیج فارس تقسیم کرد که موقعیت متنوع آب و هوایی را به وجود آورده است. مزر شمالی و خاوری دشت خوزستان را کوه‌های 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 در مسیر جریان خود از دشت خوزستان می‌گذرند. علاوه بر آنها رودخانه‌های کوچکی مانند شاوور و سبزاب و سرشاخه‌های 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 رودخانه‌های بزرگ یا زمینهای قابل زراعت منتقل می‌سازند. در حدود ۳۱ میلیارد از مجموع ۹۵ میلیارد مترمکعب آبهای سطحی کشور یعنی نزدیک به ۳۰٪ آن در جلگه ۱۳ میلیون هکتاری خوزستان جریان دارد. بنابراین در استان خوزستان از پتانسیلهای آبی فراوانی میتوان بهره گرفت.

در حال 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 سرشاخه‌های رودخانه‌های 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 ساخت نیروگاههای برق آبی کوچک در روستاهای دور افتاده استان علاوه بر اینکه می‌توان کمک شایانی به اقتصاد استان نمودمی توان از سایر جنبه‌های گوناگون مثبت آن همچون ویژگیهای زیست محیطی، هزینه‌های 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،۴۴ کیلووات (جدول (۴)) مناسب تشخیص داده شده است. که پراکندگی این پروژه‌های موجود در سطح استان برای کلیه پتانسیلهای نیروگاههای آبی کوچک اعم از میکرو (۳۴۶،۴۴ کیلووات)، مینی (۸۸۷۸،۲ کیلووات) و کوچک (۳۶۵۳۱،۸ کیلو وات) در فاز مطالعاتی اول در جدول (۵) ارایه شده است. همچنین با آغاز مطالعات مربوط به حدود ۲۰ سدر استان، جهت پتانسیل یابی نیروگاههای برق آبی کوچک در این مناطق با شرکتهای کشاورز 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 پیشرفت کرا و مشخصات کلی این طرحها در جدول (۶) ارائه شده است. مدت احداث کلیه این نیروگاهها ۲ سال فرض شده است. و توزیع آن به صورتی در نظر گرفته شده که ۳۰ درصد هزینه‌های اولیه در سال 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

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 از قبیل 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 و پایین آوردن نرخ بیکاری و ارتقاء سطح کیفی ساکنین، از مهاجرت روستائیان جلوگیری نمود.

میدهند در سال دوم اجرا خریداری می گردند. همچنین هزینه بهره برداری و نگهداری از تاسیسات ۱/۵ درصد سرمایه گذاری اولیه در نظر گرفته شده است و نرخ تورم ۵ درصد در سال افزایش می یابد. 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

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

نیروگاه کوچک		نیروگاه مینی		نیروگاه میکرو	
ظرفیت نیروگاه (KW)	نام جایگاه	ظرفیت نیروگاه (KW)	نام جایگاه	ظرفیت نیروگاه (KW)	نام جایگاه
1101	رواب ۲	121	سردشت	0.75	علمدار
1149	شیوند	123	کیلرس	2	کدال دیونی ۱
1150	سادات حسینی ۳	166	سیگوند	3	کدال جمخرا ۲
1250	صیدون ۲	304	تودو	3.16	کدال دیونی ۳
1332.8	علاء ۱	333	هلایجان	3.3	دری گلی
1466	سادات حسینی ۱	412	مال آقا ۲	3.33	به گرمز
1761	سادات حسینی ۲	458	ابوالفارس ۱	4	کدال دیونی ۲
2000	پوتو	485	صیدون ۱	5	کدال جمخرا ۱
2082	شیوبین	500	مال آقا ۱	5	تراز
2134	هرکش	500	ابوالفارس ۲	6.6	دژ
2332	مال آقا ۳	800	رواب ۱	13	درورآب
2499	جیرو	812	مال آقا ۴	25	تلوک ۲
2665	تلوک ۱	866	مال آقا ۵	26	امیرسیف
3448	سوسن سرخاب	999	علاء ۳	50	شهبازان
3498	زال	999.6	علاء ۲	53	دلی
6664	لباب	999.6	علاء ۴	60	چل
				83.3	کولسی
36531.8		8878.2		346.44	جمع کل (کیلووات)

جدول (۶): هزینه نیروگاههای برق آبی کوچک در حال مطالعه استان خوزستان [۱۶]

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 درآمدها (B)	انرژی های هزینه ها (C)	B/C	نرخ بازدهی داخلی (IRR)
پونو		فاز شناخت به اتمام رسیده	۲,۷۵	۱۶۴۳۸,۱	-	-	-	-	
مال آقا	۱ توربین	فاز ۱ به اتمام رسیده	۱-۲	۷۶۳۰	۷	۳۷۵۶۲	۹۲۳۰	۴,۰۶	۲۲,۹۵
	۲ توربین		۱-۲	۷۳۵۶	۷	۳۸۱۳	۱۶۵۷۲۲	۲,۲۲	۱۳,۷۸
	۳ توربین		۱-۲	۷۰۸۴	۷	۳۵۴۳	۱۵۹۵۷	۲,۲۱	۱۳,۷۸
سادات حسینی	نیروگاه ۲ واحدی با ظرفیت ۲ مگاوات	فاز ۱	۱	۴۲۰۷	۱۰	۶۴۰۵۱	۶۰۲۱	۱۰,۶۴	۶۰۲۱
	نیروگاه ۲ واحدی با ظرفیت ۱,۵ مگاوات		۲,۲۵	۷۳۳۳	۱۰	۱۵۵۵۵۳	۱۰۴۹۷	۱۴,۸۲	۱۴۵۰۵۶
شیوند ایذه		فاز شناخت به اتمام رسیده	۲,۵	۴۲۷۰	۱۳	۳۱۲۵	۱۱۸۶۳	۰,۲۶	-۸۷۳۷

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 (۲۵۰۰ 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 در استان خوزستان را فراهم می سازد. این موضوع در شرایطی امیدوارکننده تر است که از یک سو تجربه کشورهای مختلف فراسوی ما قرار دارد و از سوی 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 ۲۵۰۰ منطقه برای ساخت نیروگاهها آبی کوچک شناسایی و حدود ۹۴۴ نقطه برای احداث این نیروگاهها با ظرفیت ۱۴۱۱۱۶۹۴۴ کیلووات مناسب تشخیص داده شده است و مطالعه ۲۸۰ نیروگاه در مرحله فاز ۱ و ۴۱ نیروگاه در فاز ۲ انجام شده و ۲۶ واحد نیروگاهی کوچک نیز در حال احداث می باشد.

نزدیک به ۳۱ میلیارد از مجموع ۹۵ میلیارد مترمکعب آبهای سطحی کشور یعنی نزدیک به ۳۰٪ آبهای استان در جلگه ۱۳ میلیون هکتاری خوزستان جریان دارد. بنابراین در استان خوزستان از پتانسیل های آبی فراوانی میتوان بهره گرفت .

در حال حاضر با ساخت سدهای بزرگی چون

- 2020", World Energy Council, London, 2001
6. www.Energy saving now "Small hydro powerplants"
۷. مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن شناسنامه آبدیهای 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 دربینه 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، پایانه نامه کارشناسی ارشد، ارزیابی اقتصادی نیروگاه برق آبی کوچک در ایران، 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

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 که حدود ۴۹ نقطه با ظرفیت ۴۴،۴۵۷۵۶ کیلووات 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 می باشند.

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 منطقه ای فارس به خاطر هم یاریشان در انجام این پروژه تشکر می نمایم.

مراجع و ماخذ:

۱. علیرضا مامن پوش هرنندی، مهدی فصیحی، "استفاده از نیروگاههای برق آبی کوچک برای آبیاری زمینهای مرتفع کشاورزی" مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۹ ص ۵۲-۵۰ 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-