





دانشگاه زابل

مدیریت تحصیلات تکمیلی

دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- مهندسی آب

ارزیابی قابلیت تولید برقابی از جریان رودخانه-مطالعه موردی:

رودخانه کارون در استان خوزستان

اساتید راهنما:

دکتر حسن درخشان

دکتر علی خوش خلق

استاد مشاور:

مهندس محمد سالخورده حقیقی

نگارش:

هادی عباسی

پاییز ۹۳

تقدیم به

استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهربانم

به سبزترین نگاه زندگیم، آغوش پر مهربانم

که هر چه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هر چه بگویم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان را پاس

توانم بگویم.

امروز، منی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشت رضای شما

بوسه بر دستان پر مهرتان

تقدیر و شکر

پاس و ستایش مرخدای جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تلمبان است و انوار حکمت
او در دل شب تار در فشان. آفریدگاری که خویش را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و فرصتی
عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.
از تمامی اساتید و دوستان عزیز که مراد انجام این رساله یاری نمودند میهنیت سپاسگزارم.

مادی عباسی

چکیده

با توجه به محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی و اثرات مخرب زیست‌محیطی حاصل از احداث سدها و همچنین هزینه‌های بالای انتقال انرژی به مناطق دورافتاده، پیش‌بینی می‌شود در آینده استفاده از انرژی جریان رودخانه‌ها برای راه‌اندازی نیروگاه‌های برقابی کوچک گسترش یابد. در این رساله، پتانسیل سنجی تولید برقابی از جریان رودخانه، با انجام مطالعات بر روی قسمتی از رودخانه کارون واقع در استان خوزستان مورد توجه قرار گرفته است. از آنجایی که مطالعات مشابه انجام شده در این زمینه بر روی رودخانه‌هایی با حداقل دبی تقریباً ۱۵۰ مترمکعب بر ثانیه، تراز سطح آب بین تقریباً ۲ تا ۴ متر و سرعت متوسط جریان بین ۱ تا ۲ متر بر ثانیه صورت گرفته است، لذا پس از بررسی‌های اولیه بر روی تعدادی از رودخانه‌های کشور، مشخص شد که رودخانه کارون تا حدودی هر سه فاکتور ذکر شده را دارا می‌باشد. از اینرو این رودخانه بعنوان مطالعه موردی برای تحقیق مذکور انتخاب شد. برای انجام تحقیق مذکور ابتدا دبی و عمق ثبت شده در رودخانه از طریق ایستگاه‌های هیدرومتری موجود، مورد بررسی قرار گرفت سپس با استفاده از مدل عددی دو بعدی MIKE21، ابزاری جهت شبیه‌سازی عددی شرایط هیدرولیکی رودخانه در محدوده مورد بررسی تهیه گردید. با استفاده از این ابزار که بوسیله داده‌های اندازه‌گیری مورد ارزیابی و صحت‌سنجی قرار گرفته است، چگالی انرژی قابل استحصال در نقاط مختلف محدوده مورد بررسی در شرایط هیدرولیکی مختلف شامل حداکثر، متوسط و حداقل دبی ثبت شده محاسبه گردید و در نتیجه مکان‌های با چگالی انرژی مناسب برای تولید انرژی الکتریسیته شناسایی و معرفی شده‌اند. در پایان ملاحظات مربوط به توان تولیدی و همچنین توربین‌های مناسب برای استفاده مورد بررسی قرار می‌گیرند.

کلمات کلیدی: پتانسیل سنجی، انرژی، برقابی، جریان، رودخانه

فهرست مطالب

۱-مقدمه و کلیات.....	۲
۱-۱-مقدمه.....	۲
۲-۱ چشم انداز انرژی جهان و استفاده از انرژی جنبشی آب.....	۳
۳-۱ نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک و انواع آن.....	۷
۴-۱ اهمیت و ضرورت انجام تحقیق.....	۸
۵-۱ اهداف تحقیق.....	۹
۶-۱ ساختار گزارش.....	۱۰
۲ مروری بر مطالعات انجام شده.....	۱۲
۱-۲ مقدمه.....	۱۲
۲-۲ پیشینه استفاده از انرژی آبی در ایران.....	۱۳
۳-۲ سابقه پژوهش‌های نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک جریان انحرافی در ایران.....	۱۴
۴-۲ سابقه پتانسیل سنجی چگالی انرژی الکتریکی.....	۱۷
۵-۲ جمع بندی.....	۲۵
۳ انواع توربین‌های جریان.....	۳۳
۱-۳ مقدمه.....	۳۳
۲-۳ توربین.....	۳۳
۱-۲-۳ انواع توربین‌های جریان آزاد.....	۳۴

۳۸	۳-۳ مفهوم محاسباتی توان جنبشی آب.....
۳۸	۴-۳ تئوری Betz
۳۹	۵-۳ داکت/دیفیوزر.....
۴۰	۶-۳ جریان رودخانه و ملاحظات مکانی.....
۴۲	۷-۳ شرکت‌ها و فناوری‌ها
۴۶	۴ مواد و روش‌ها.....
۴۶	۱-۴ مقدمه
۴۶	۲-۴ روش‌شناسی تحقیق
۴۷	۳-۴ محدوده مورد مطالعه.....
۴۸	۱-۳-۴ بررسی شرایط اقلیمی و جغرافیایی حوضه آبریز دز و کارون در دشت خوزستان ...
۴۹	۲-۳-۴ مشخصات بازه مورد مطالعه از رودخانه
۵۲	۴-۴ جمع‌آوری و آماده‌سازی اطلاعات مورد استفاده
۵۴	۵-۴ معرفی مدل عددی مورد استفاده.....
۵۷	۱-۵-۴ معادلات حاکم.....
۶۱	۲-۵-۴ پارامترهای ورودی مدل
۶۲	۳-۵-۴ تولید فایل مش.....
۶۳	۴-۵-۴ خروجی مدل.....
۶۶	۵-۵-۴ برپایی مدل رودخانه (Model Setup)
۶۹	۵ نتایج و بحث.....

۶۹	۱-۵ مقدمه
۶۹	۲-۵ مقایسه نتایج حاصل از مدل با مقادیر دبی و تراز آب اندازه‌گیری شده
۷۲	۳-۵ تحلیل آماری نتایج
۷۳	۴-۵ تعیین محل‌های مناسب از نظر فاکتورهای سرعت و عمق برای استحصال انرژی
۷۹	۵-۵ محاسبات مربوط به چگالی انرژی در طول محدوده مورد بررسی
۸۲	۶-۵ توربین
۸۲	۱-۶-۵ اضافه نمودن توربین به مدل
۸۸	۷-۵ مطالعه روند تغییرات تراز سطح آب در اثر استحصال انرژی از جریان
۹۱	۸-۵ محاسبه توان متوسط تولیدی سالانه
۹۲	۹-۵ محاسبات مربوط به هزینه-درآمد طرح
۹۹	۶ نتیجه‌گیری
۹۹	۱-۶ مقدمه
۹۹	۲-۶ جمع بندی نتایج
۱۰۱	۳-۶ پیشنهادات
۱۰۳	۷ فهرست منابع

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ مصرف انرژی جهان ۴
- شکل ۲-۱ سمت راست: تولید انرژی جهان در سال ۲۰۱۰ توسط سوخت‌های مختلف، سمت چپ: پیش‌بینی تولید انرژی جهان در سال ۲۰۲۰ توسط سوخت‌های مختلف ۵
- شکل ۳-۱ سمت راست: تولید انرژی جهان در سال ۲۰۱۰ توسط منابع تجدیدپذیر، سمت چپ: پیش‌بینی تولید انرژی جهان در سال ۲۰۲۰ توسط منابع تجدیدپذیر ۵
- شکل ۴-۱ سمت راست: پیش‌بینی ظرفیت انرژی جنبشی در سالهای ۲۰۱۵-۲۰۰۹، سمت چپ: چشم‌انداز ظرفیت انرژی جنبشی سال ۲۰۱۵ توسط فناوری‌های مختلف ۶
- شکل ۱-۳ انواع توربین‌های جریان محوری (Axial Flow) ۳۵
- شکل ۲-۳ انواع توربین‌های جریان عرضی (Cross-Flow) ۳۶
- شکل ۳-۳ مدل یک بعدی Betz در حالت بهینه با راندمان $59/3$ درصد ۳۹
- شکل ۴-۳ نمونه‌هایی از داکت‌ها یا دیفیوزرها ۴۰
- شکل ۵-۳ نمایی شماتیک از یک سیستم مبدل انرژی جنبشی ۴۴
- شکل ۱-۴ موقعیت حوزه کارون و دز در کشور ۴۹
- شکل ۲-۴ بازه مورد مطالعه از رودخانه کارون به همراه موقعیت ایستگاه هیدرومتری فارسیات در بازه مورد مطالعه ۵۰
- شکل ۳-۴ موقعیت بازه مورد مطالعه نسبت به آبادی‌های قجریه و کوت‌المحسن و شهر اهواز ... ۵۱
- شکل ۴-۴ نمونه‌ای از سطح مقطع رودخانه در بازه مورد مطالعه ۵۱
- شکل ۵-۴ نمونه‌ای از مقاطع عرضی رودخانه که شامل تراز سطح آب و تراز ایستابی و ارتفاع نقاط

- از سطح دریا می‌باشد. ۵۲
- شکل ۴-۶ بالا: نقاط برداشت شده مربوط به دو مقطع عرضی از رودخانه و فاصله بین آنها در محیط نرم‌افزار ARC GIS پایین: نقاط حاصل از درون‌یابی با نرم‌افزار ARC GIS در فاصله بین دو مقطع .. ۵۴
- شکل ۴-۷ نمای نزدیک از مش محاسباتی در بخشی از بازه مورد مطالعه در رودخانه کارون ۶۳
- شکل ۴-۸ نمای سطح سه بعدی بخشی از بستر رودخانه پس از انجام اینترپلاسیون داده‌ها بر روی مش محاسباتی ۶۵
- شکل ۵-۱ مقایسه تراز سطح آب حاصل از مدل‌سازی با مقادیر اندازه‌گیری شده در این نقاط ۷۰
- شکل ۵-۲ مقادیر دبی ثبت شده توسط مدل در محل ایستگاه هیدرومتری فارسیات (محور افقی نماینده گام زمانی مدل‌سازی) ۷۱
- شکل ۵-۳ میدان سرعت تخمین زده شده توسط مدل در کل محدوده مورد بررسی و نمایش بازه شناسایی شده شماره ۱ ۷۵
- شکل ۵-۴ میدان سرعت تخمین زده شده توسط مدل در کل محدوده مورد بررسی و نمایش بازه شناسایی شده شماره ۲ ۷۶
- شکل ۵-۵ پروفیل عمق تخمین زده شده توسط مدل در کل محدوده مورد بررسی و نمایش بازه شناسایی شده شماره ۱ ۷۷
- شکل ۵-۶ پروفیل عمق تخمین زده شده توسط مدل در کل محدوده مورد بررسی و نمایش بازه شناسایی شده شماره ۲ ۷۸
- شکل ۵-۷ نمودار تغییرات چگالی انرژی هیدروکینتیک با تغییرات سرعت ۷۹
- شکل ۵-۸ چگالی انرژی هیدروکینتیک تخمین زده شده توسط مدل در کل محدوده مورد بررسی و نمایش بازه شناسایی شده شماره ۱ ۸۰

- شکل ۹-۵ چگالی انرژی هیدروکینتیک تخمین زده شده توسط مدل در کل محدوده مورد بررسی و نمایش بازه شناسایی شده شماره ۲ ۸۱
- شکل ۱۰-۵ نحوه استقرار توربین‌ها در کنار هم در بازه شماره ۱ ۸۳
- شکل ۱۱-۵ نحوه استقرار توربین‌ها در کنار هم در بازه شماره ۲ ۸۵
- شکل ۱۲-۵ بالا: دبی روزانه رودخانه در سال آبی ۱۳۷۶-۱۳۷۷ پایین: دبی روزانه رودخانه در سال‌های آبی ۱۳۸۵-۱۳۷۵ ۸۷
- شکل ۱۳-۵ محل و نحوه استقرار توربین‌ها برای مطالعه تغییرات سطح آب در بالادست توربین‌ها ۸۸
- شکل ۱۴-۵ نمودار تغییرات سطح آب در رودخانه بر اثر استحصال انرژی- مقادیر Cd از ۰/۴ تا ۲ ۹۰
- شکل ۱۵-۵ نمودار تغییرات سطح آب در رودخانه بر اثر استحصال انرژی- در این نمودار سطح آب برای حالت بدون توربین (خط آبی) به صفر رسیده تا تغییرات بهتر مشاهده شود- مقادیر Cd از ۰/۴ تا ۲ ۹۱
- شکل ۱۶-۵ توربین Tocardo R1 ۹۳

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱ ظرفیت فناوری برق آبی تخمین زده شده در ایالات متحده آمریکا (MW) ۶
- جدول ۱-۳ شرکت‌های سازنده توربین محور عمودی و مرحله پیشرفت تکنولوژی آن‌ها ۴۲
- جدول ۲-۳ شرکت‌های سازنده توربین محور افقی و مرحله پیشرفت تکنولوژی آن‌ها ۴۳
- جدول ۱-۴ مشخصات فایل ورودی مدل سازی ۶۶
- جدول ۱-۵ مقایسه تراز سطح آب مشاهداتی و حاصل از مدل ۷۱
- جدول ۲-۵ محاسبات مربوط به میزان توان تولیدی، دبی برابر ۸۰۰ مترمکعب بر ثانیه و cd برابر با ۰/۶ (بازه شماره ۱) ۸۴
- جدول ۳-۵ میزان توان تولیدی برای دو دبی متفاوت- cd برابر با ۰/۶ (بازه شماره ۱) ۸۴
- جدول ۴-۵ میزان برق تولیدی برای دو دبی متفاوت- cd برابر با ۰/۶ (بازه شماره ۲) ۸۵
- جدول ۵-۵ میزان برق تولیدی برای دو دبی متفاوت- cd برابر با ۰/۶ (بازه شماره ۲) ۸۵
- جدول ۶-۵ محاسبات مربوط به میزان توان تولیدی، دبی برابر ۸۰۰ مترمکعب بر ثانیه و cd برابر با ۰/۶ (بازه شماره ۲) ۸۶
- جدول ۷-۵ میزان افزایش سطح آب بر اثر استحصال انرژی الکتریکی در بالادست توربین برای مقادیر مختلف Cd ۸۹
- جدول ۸-۵ مشخصات فنی توربین Tocardo R1 ۹۴
- جدول ۹-۵ مقایسه پروژه رودخانه کارون با ۵ پروژه انجام شده در آلاسکا در سال ۲۰۱۰- کلیه هزینه‌ها به دلار ۲۰۱۵ تبدیل شده‌اند ۹۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱ مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

سرعت افزایش جمعیت جهان، نیازهای رو به رشد انسان‌ها و افزایش مصارف توسط جامعه، نیاز به انرژی را هر روز افزایش می‌دهد (Bilgen *et al.*, 2008). امروزه بخش اعظمی از انرژی مصرفی از سوخت‌های فسیلی تامین می‌شود، که منابع آن‌ها محدود بوده و روز به روز کاهش می‌یابند (Kalts *et al.*, 2007).

در حال حاضر مهم‌ترین نگرانی، حصول اطمینان از وجود زندگی طبیعی و باقی گذاشتن یک محیط قابل زیست و سالم برای نسل‌های بعدی می‌باشد که توسط تمام گروه‌های علاقه‌مند پذیرفته شده است. استفاده از سوخت‌های فسیلی سبب آلودگی محیط زیست، اثرات گلخانه‌ای و انتشار گاز CO₂ می‌شود (Fay and Golomb, 2002). بنابراین محدود سازی استفاده از سوخت‌های فسیلی ضرورتی اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. برای عمل به این اصل، استفاده از سایر منابع جایگزین انرژی حیاتی است (Vanek and Albright, 2008).

به انرژی‌های ناشی از فرآیندهای طبیعی که به طور مداوم احیاء و تجدید می‌گردند، انرژی تجدیدپذیر گویند. یک منبع انرژی ایده‌آل می‌بایست تجدیدپذیر باشد و کمترین اثر منفی را روی محیط زیست داشته باشد (Howard, 2002). استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در راستای تولید انرژی پایدار در آینده ضروری است (Bernard *et al.*, 2003). انرژی آب، باد، خورشیدی و زمین گرمایی را می‌توان به عنوان منابع انرژی تجدیدپذیر ذکر کرد (Güney, 2005). بنظر می‌رسد انرژی آبی و بادی به دلیل دسترسی آسان بهینه‌ترین انتخاب در بین منابع تجدیدپذیر موجود باشند.

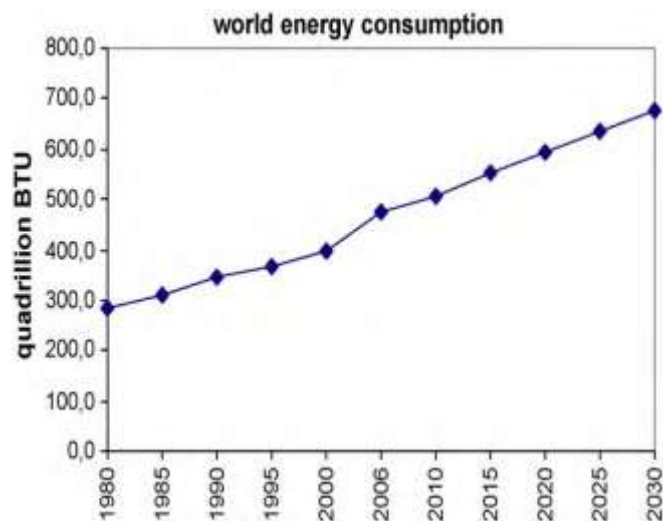
پنج گروه عمده در تکنولوژی انرژی جنبشی آب و دریایی وجود دارد: امواج اقیانوسی، جریان جزر و

مدی، انرژی جنبشی رودخانه، جریان اقیانوسی، گرمای اقیانوسی (Asmus and Wheelock, 2009). امروزه در کلیه کشورها، با توجه به محدودیت ذخایر و فناپذیر بودن منابع فسیلی، مشکلات و مسایل زیست محیطی ناشی از استخراج و احتراق این منابع و غیره، از انرژی‌های جایگزین که تجدیدپذیر، پاک، سهل‌الوصول، فناپذیر و مقرون به صرفه می‌باشند، استفاده می‌گردد. در سال‌های اخیر سهم این منابع در سبد انرژی جهانی با توجه به بحران‌های کنونی انرژی، تنوع بخشی در بخش انرژی، توسعه پایدار، ایجاد امنیت انرژی و غیره افزایش یافته و سبب گردیده است تا کشورها در این بخش سرمایه‌گذاری کرده و ضمن جایگزین کردن منابع کنونی انرژی خود، فرصت‌های شغلی زیادی را نیز فراهم آورند (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۹).

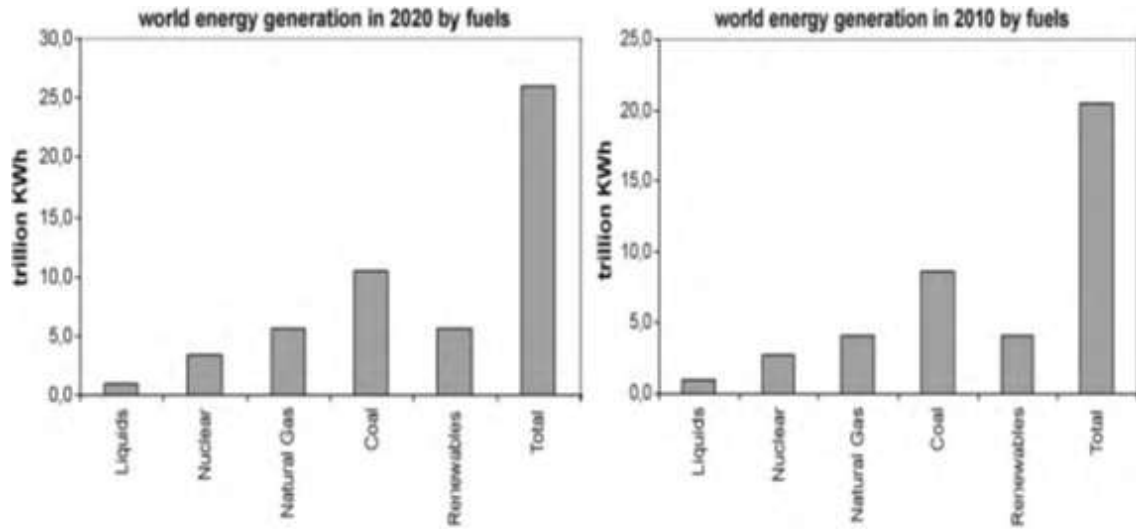
۲-۱ چشم انداز انرژی جهان و استفاده از انرژی جنبشی آب

رشد اقتصادی و خواسته‌های رو به رشد انسان‌ها در میان عوامل بسیار مهم برای رشد مصرف انرژی در جهان، قرار دارند. پیش‌بینی مصرف انرژی جهان در سال ۲۰۳۰ در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. انتظار تولید انرژی با سوخت‌های مختلف و توسعه‌ی آن تا سال ۲۰۲۰ در شکل ۲-۱ نشان داده شده است. با توجه به افزایش قیمت نفت و گاز طبیعی و کاهش مقدار ذخایر نفت جهان، امروزه استفاده از منابع انرژی جایگزین غیر قابل اجتناب است. برآورد تولید انرژی تجدیدپذیر جهان در سال ۲۰۱۰ در شکل ۳-۱ (نمودار سمت راست) ارائه شده است. انتظار می‌رود استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در چند دهه آینده به شدت افزایش یابد و پیش‌بینی آن تا سال ۲۰۲۰ در شکل ۳-۱ (نمودار سمت چپ) ارائه شده است. پیش‌بینی ظرفیت انرژی جنبشی آب در شکل ۴-۱ (سمت راست) نشان داده شده است. پیش‌بینی آینده تولید انرژی جنبشی آب توسط فناوری‌های مختلف در شکل ۴-۱ (سمت چپ) ارائه شده است (ELA, 2009). همه گروه‌های علاقه‌مند امروز رضایت خود را برای استفاده از انرژی‌های

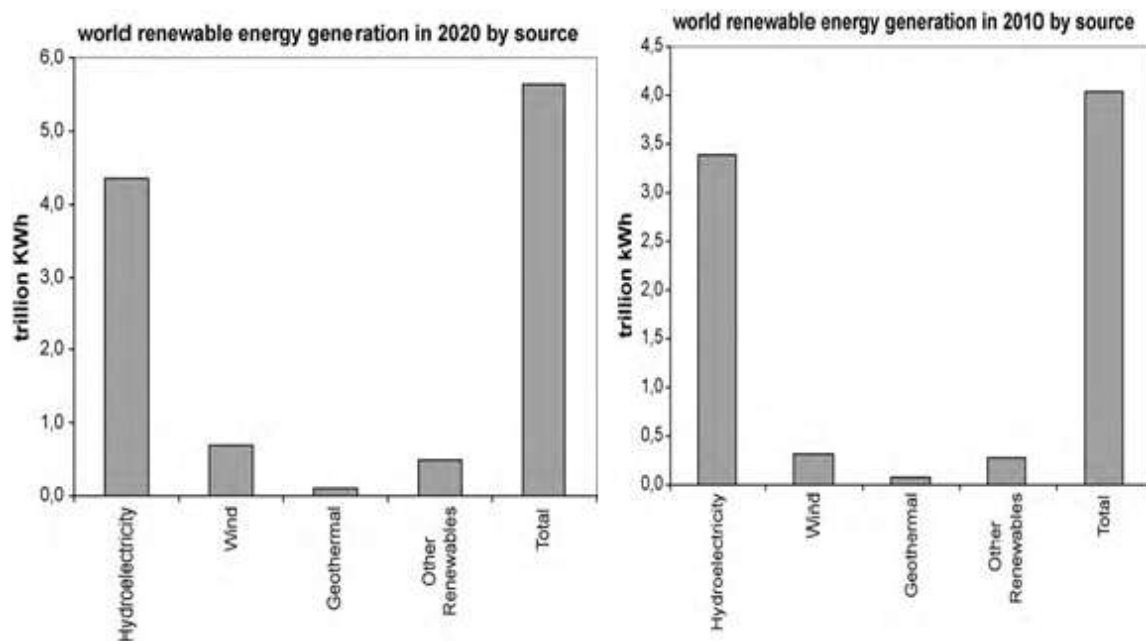
تجدیدپذیر جهت پوشش افزایش کسری انرژی اعلام کرده‌اند. بنابراین تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر در حال حاضر به یکی از مهمترین گرایش‌های تحقیقاتی تبدیل شده است. اقیانوس‌ها و رودخانه‌ها نشان دهنده‌ی منابع دست نخورده گسترده برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند. بر اساس این گزارش از تحقیقات Pike، صنعت انرژی اقیانوس می‌تواند یک منبع جدید قابل توجهی از برق، رسیدن به ظرفیت بالای ۲۰۰ GW از مبدل‌های نصب شده تا سال ۲۰۲۵ باشد. در حال حاضر بیشتر از ۳۰۰ پروژه انرژی جنبشی آب در سراسر جهان در دست اجرا است (Asmus and Wheelock, 2009). برخی از کشورها و اتحادیه‌ها از جمله ایالات متحده آمریکا (جدول ۱-۱) و اروپا به فکر تحمیل مقررات کربن و اهداف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند. در همراهی با این اهداف، تولید انرژی جنبشی آب از اقیانوس و رودخانه‌ها ممکن است در ۵ سال آینده تا ۲۲ GW افزایش یابد (Asmus and Wheelock, 2009). از سوی دیگر، مؤسسه فناوری‌های انرژی گزارش داده است که انرژی دریایی می‌تواند بیش از ۲ GW از تقاضای انرژی انگلستان را تا سال ۲۰۲۰ عرضه کند.



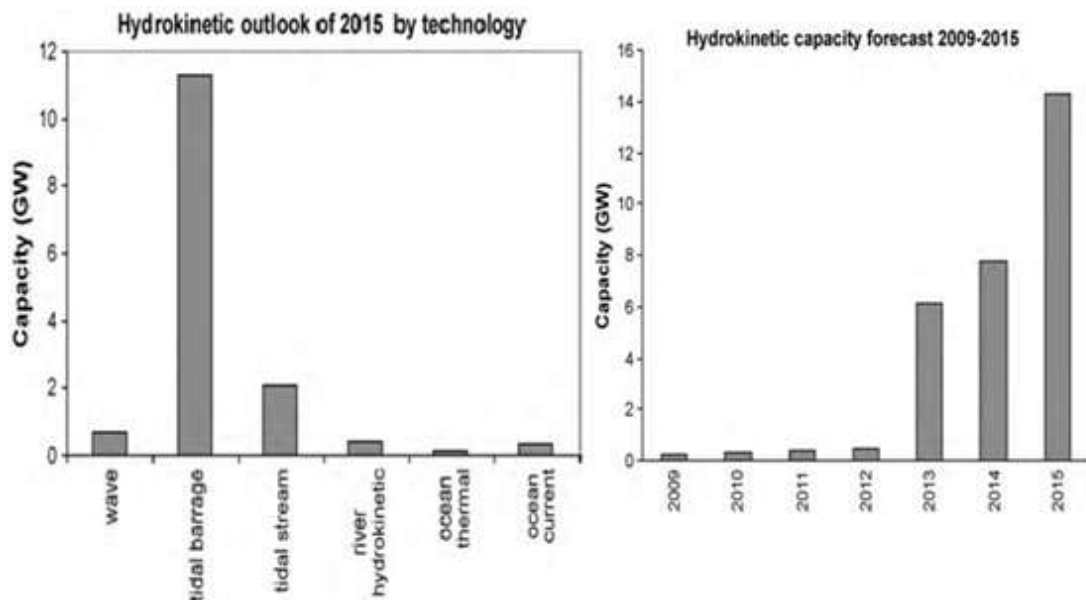
شکل ۱-۱ مصرف انرژی جهان



شکل ۲-۱ سمت راست: تولید انرژی جهان در سال ۲۰۱۰ توسط سوخت‌های مختلف، سمت چپ: پیش‌بینی تولید انرژی جهان در سال ۲۰۲۰ توسط سوخت‌های مختلف (Güney and Kaygusuz, 2010)



شکل ۳-۱ سمت راست: تولید انرژی جهان در سال ۲۰۱۰ توسط منابع تجدیدپذیر، سمت چپ: پیش‌بینی تولید انرژی جهان در سال ۲۰۲۰ توسط منابع تجدیدپذیر (Güney and Kaygusuz, 2010)



شکل ۴-۱ سمت راست: پیش‌بینی ظرفیت انرژی جنبشی در سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱۵، سمت چپ: چشم‌انداز ظرفیت انرژی جنبشی سال ۲۰۱۵ توسط فناوری‌های مختلف (Güney and Kaygasuz, 2010)

جدول ۱-۱ ظرفیت فناوری برق آبی تخمین زده شده در ایالات متحده آمریکا (MW)

Waterpower technology class	2006	2007	2008	2009	2010	Cumulative
Capacity gains at existing hydropower facilities	76	90	75	75	59	375
New hydro at existing dams	-	-	-	-	25	25
Small and low power hydro	-	-	-	50	75	125
Hydrokinetic	-	0.2	-	4.8	110	115
Ocean wave energy	-	-	3	1	80	84
Yearly capacity gain	76	90.2	78	131	395	724

۳-۱ نیروگاه‌های برق آبی کوچک و انواع آن

نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک هیچ گونه مخزنی برای ذخیره آب نداشته و تنها از انرژی جریان آب استفاده می‌نمایند. این نیروگاه‌ها در زمره نیروگاه‌هایی قرار دارند که تولید برق یا به صورت جریان انحراف یافته از مسیر رودخانه و یا به صورت جریانی در مسیر رودخانه (Run Of The River) است.

نیروگاه‌های جریان انحرافی به دو فاکتور اساسی وابسته هستند، یکی جریان آب و دیگری اختلاف در سطح یا دهانه (هد) است. نیاز دهانه ممکن است بین یک دریاچه و یک دره باریک، یا توسط ساختن یک سد کوچک در یک رودخانه که جریان را به سمت نیروگاه منحرف می‌کند، فراهم بشود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

در نیروگاه‌های نوع اول (جریان انحراف یافته) تولید برق متکی به جریان انحراف یافته از رودخانه است و شامل بند انحرافی، سازه آبگیر، سازه رسوب‌گیر، کانال انتقال، راه دسترسی، مخزن ذخیره، حوضچه تعادل، ساختمان نیروگاه و تجهیزات برق و مکانیک می‌باشند. جریان انحراف یافته از رودخانه در محل بند انحرافی پس از طی مسیری به محل حوضچه تعادل و از آنجا از طریق لوله پنستاک به ساختمان نیروگاه وارد می‌شود. موضوع میزان انرژی تولیدی در ساعات مختلف شبانه روز و یا فصول مختلف سال از مهم‌ترین موضوعات قابل بررسی در نیروگاه‌های جریانی است. بعبارت دیگر تعیین ظرفیت نصب بهینه (دبی طراحی بهینه)، از عوامل مهم در طراحی نیروگاه آبی به شمار می‌آید (حسینی و همکاران، ۱۳۸۱). اما نیروگاه‌هایی که به صورت جریانی با هد صفر در مسیر جریان رودخانه و جریان جزرومدی احداث می‌شوند به فاکتور اصلی سرعت جریان وابسته هستند و فاکتور دیگر عمق جریان می‌باشد. این نسل جدید از برق آبی (مبتنی بر جریان و مبتنی بر موج) امکان تولید برق از حرکات آب بدون اثرات مخرب زیست محیطی را می‌دهد (Fraenkel, 2007). این سیستم‌ها تعدادی مزایا را علاوه بر مزایای سیستم‌های جریان انحرافی و سیستم‌های مبتنی بر ذخیره آب در پشت سدها به خصوص با

توجه به اثرات زیست محیطی و هزینه سرمایه طرح‌های مذکور عرضه می‌کنند. به عنوان مثال کارهای عمرانی مورد نیاز برای توسعه طرح‌های جریان انحرافی و ذخیره‌ای اغلب اوقات نماینده بخش بسیار مهمی از توسعه پروژه می‌باشند و حتی می‌توانند یک پروژه را از نظر مالی غیرقابل توجیه نمایند (Natural Resource Canada, 2004). این کار نیاز به بند، دریچه و مشابه آنها ندارد و به همین دلیل هزینه سرمایه آن پایین است اگر چه بازده و ظرفیت تولید برق توربین‌های هیدروکینتیک از نمونه‌های جریان انحرافی و ذخیره‌ای پایین‌تر است. قابل پیش بینی بودن، سازگاری با محیط زیست، سازگاری با حیات منابع آبی، داشتن حداقل تأثیر بصری و بدون سر و صدا بودن از دیگر مزایای سیستم‌های انرژی جنبشی مبتنی بر جریان می‌باشند (EPRI, 2005). در این نیروگاه‌ها توربین‌های جریان در مسیر جریان و در محلهایی که از نظر فاکتور سرعت و عمق جریان مناسب می‌باشند، قرار داده می‌شوند.

۴-۱ اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

با توجه به محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی و اثرات مخرب زیست محیطی آنها و نیز با توجه به افزایش جمعیت در کره زمین و نیاز روزافزون بشر به انرژی مخصوصاً انرژی الکتریکی، تمایل به استفاده از انرژی‌های پاک در تولید برق افزایش یافته است. پیش بینی می‌شود برق حاصله از انرژی‌های نو سهم بیشتری در تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز بشر در سال‌های آینده را داشته باشد. عدم آلاینده‌گی محیط زیست، ایجاد فرصت‌های شغلی و امکان رشد و توسعه مناطق محروم و دورافتاده، کاهش تلفات توزیع و کاهش اثرات مخرب اکولوژیکی ناشی از احداث سدهای بزرگ از مزایای اجرای طرح‌های استفاده از انرژی‌های پاک در تولید برق است.

از طرفی در ایران و سایر کشورهای در حال توسعه، به دلیل هزینه‌های سنگین انتقال نیرو و کمبود تولید، انرژی برق به سختی در دسترس مناطق دورافتاده قرار می‌گیرد. در واقع به علت صعب‌العبور