

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شهید باهنر کرمان

موضوع پروژه

تولید برق به وسیله جزر و مدی

تهیه کننده:

رویا زنگی آبادی

تابستان 99

چکیده :

دسترسی کشورهای در حال توسعه به انواع منابع جدید انرژی، برای توسعه اقتصادی آنها اهمیت اساسی دارد و پژوهش های جدید نشان داده که بین سطح توسعه یک کشور و میزان مصرف انرژی آن، رابطه مستقیمی برقرار است. با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان فعلی، دیگر نمی توان به منابع موجود انرژی متکی بود.

انرژی های پایان پذیر و آلاینده محیط زیست نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ و انرژی هسته ای، که در حال حاضر عمده ترین منابع تأمین کننده انرژی در جهان هستند، همه دارای آلاینده های زیست محیطی و جبران ناپذیر در زمین و فضا، از قبیل افزایش CO₂، افزایش دمای زمین، ذوب شدن یخ های قطب ها، از بین بردن لایه ازن و... هستند که حرکت دانش بشری برای تأمین انرژی جهان در آینده باید به سوی تأمین انرژی جهان از انرژی های پاک و جانشینی آن با انرژی های آلاینده باشد.

-انرژی های پاک:

امروزه استفاده از انرژی های نو به رغم ناشناخته ماندن، به سرعت در حال گسترش و نفوذ می باشد و غفلت از آن، غیرقابل جبران خواهد بود، انرژی خورشیدی، بادی، آبی، بیوگاز و انرژی زمین گرمایی از عمده ترین منابع انرژی های پاک می باشند.

-انرژی های دریایی:

دریا ها با فرآیندهای مختلف فیزیکی، انرژی را دریافت و ذخیره نموده و سپس آن را از دست می دهند. این انرژی به صورت موج، جزر و مد، اختلاف درجه حرارت و اختلاف غلظت نمک در اعماق مختلف آب دریا وجود دارد که می توان از هر یک از آنها بهره برداری کرد.

در این مبحث سعی شده تا حدودی به شرایط و روش های بدست آوردن انرژی الکتریکی از پدیده ی جزر و مد دریا بپردازیم.

انرژی جزر و مد:

جزر و مد در اثر جاذبه ماه و جاذبه خورشید بر زمین و چرخش ماه و زمین به وجود می آید. در دریاها جاذبه ماه ارتفاع آب را در هر دو طرف زمین یعنی نزدیک ترین و دورترین فاصله ماه نسبت به زمین ، بالا می برد.

آب دریا در اثر مد و گردش زمین به دور خود ، به سمت غرب جریان پیدا می کند و به صورت موج های دریا ظاهر می شود که دامنه آن کمتر از یک متر است. اثر جاذبه خورشید بر زمین به سبب بعد فاصله ، کمتر از اثر ماه است. بدین ترتیب جزر و مد به صورت منظمی در قالب « امواج قمری » ظاهر می شود.

حرکت نسبی زمین نسبت به خورشید و ماه باعث بالا و پایین رفته آب بصورت دوره ای در سیکلهای نیم روزه (12 ساعت و 25 دقیقه) و 14 روز می شود. میزان جزر و مد در مکان های مختلف متفاوت است و مقدار آن بستگی به شیب ساحل، عمق آب در ساحل، اثر تفرق و تأثیر دهانه خلیج بر آن تغییر خواهد کرد. با وجود آنکه خروجی توان پتانسیلی

این انرژی نسبت به مکان و زمان متغیر است اما مقدار این انرژی نسبت به زمان و توان خروجی قابل پیشبینی است. مشکل اصلی در استفاده از این انرژی کمبود مکانهایی است که انرژی جزر و مدی در آن به اندازه کافی برای استخراج انرژی بزرگ باشد. با این وجود در بعضی از مکان ها که تغییرات جزر و مد تا حدود 14 متری رسد این قابلیت وجود دارد.

گرفتن انرژی از جزر و مد آب دریا هنگامی عملی است که انرژی زیادی به صورت جزر و مدهای بزرگ و ذخیره کردن آب به میزان زیاد صورت پذیرد و وضعیت محل برای ایجاد نیروگاه جزر و مدی مناسب باشد. بررسی های اخیر میزان انرژی بالقوه جزر و مدی را که اقتصادی باشد ، 200 TWh در سال برآورد کرده است.

روی کره زمین تقریباً 20 نقطه وجود دارد که از انرژی جزر و مدی بالایی برخوردارند . فقط در چند نقطه از جهان که اختلاف ارتفاع بین جزر و مد بسیار زیاد است ، استفاده از این انرژی از لحاظ اقتصادی با صرفه می باشد ، از جمله بخش هایی از کانال مانش ، آب های ساحلی آمریکای شمالی و استرالیا و... چون تعداد این نقاط از 20 تجاوز نمی کند به سختی می توان جزر و مد را یک منبع انرژی جهان به حساب آورد.

به دلایل فنی کارخانه های تولید برق از جزر و مد تنها با 25 درصد ظرفیتشان می توانند کار کنند ، به همین جهت حداکثر ظرفیت جهانی انرژی جزر و مد 20 GW (گیگاوات) از مجموع 80 GW ظرفیت ممکن است. یک کارخانه بزرگ تولید برق از جزر و مد ساخته شده که در لارانس در ساحل دریای مانش در فرانسه قرار دارد که تولید آن در

حدود 60MW (از مجموع 240MW ظرفیت ممکن آن) است و از نظر اقتصادی با صرفه می باشد .

شایان ذکر است در مکان های مناسب در ساحل ، هنگام مد یعنی بالا آمدن سطح آب ، مقدار زیادی از آب به کانال ها و مخازنی که قبلا ساخته شده است هدایت می گردد . قبل از اینکه جزر رخ دهد و سطح آب پایین رود ، جلوی کانال های ورودی آب را سد می کنند و آب در مخازن باقی می ماند . از اختلاف ارتفاعی که برای سطح آب هنگام جزر کامل به وجود آمده است ، برای به حرکت درآوردن توربین آبی و ژنراتور برق استفاده کرده و انرژی الکتریکی تولید می کنند .

فهرست مطالب

1	مقدمه.....
2	1- انرژی تجدیدپذیر.....
2	1-1 نیروی جزر و مد.....
2	2-1 فیزیک جزر و مد.....
2	3-1 اثرات جاذبه و نیروی گریز از مرکز.....
4	4-1 تولید برق از جزر و مد.....
5	5-1 توربین های استفاده شده در نیروگاههای جزر و مدی.....
6	6-1 پره های جزر و مدی.....
7	7-1 توربین های جزر و مدی.....
8	8-1 محدودیت نیروگاههای جزر و مدی.....
8	9-1 تغییرات جزر و مدی.....
9	10-1 تغییرات اکولوژی.....
9	2- نیروگاههای جزر و مدی: چگونگی کار آنها.....
10	1-2 نیروگاههای جزر و مدی: تاریخچه و محل.....
11	2-2 نیروگاه جزر و مدی: طرح و مشکلات.....
12	3-2 اثرات اجتماعی.....

- 3- نتیجه.....13
- 4- توسعه نیروگاههای جزر و مدی در دهانه رودخانه ها و محیطهای دریای.....14
- 5- انرژی جزر و مد.....17
- 6- جزر و مد: انرژی وابسته به نیروی جاذبه.....18
- 7- بهره برداری از منابع.....20
- 8- انرژی جزر و مدی از جهت اقتصادی.....22
- 9- اثرات محیطی.....23
- 10- نتایج.....24
- 11- روشهای تولید برق.....25
- 11-1 تولید در جزر.....25
- 11-2 تولید در مد.....25
- 11-3 تولید در جزر به علاوه پمپ کردن در زمان مد.....25
- 11-4 تولید برق به روش دوطرفه.....26
- 11-5 تولید با دو آبگیر.....27
- منابع.....28

مقدمه:

رشد رو به تزاید مصرف منابع غیرقابل تجدید انرژی و افزایش آلودگی های ناشی از بهره برداری های بی رویه، توازن این ذخائر پایان پذیر را به مخاطره افکنده و در این رابطه، بررسی راهکارهای عملی استفاده از منابع جدید انرژی (انرژی های تجدیدپذیر) در دستور کار محققان و دانشمندان قرار داده است.

حفظ سلامت محیط زیست و قابلیت بازیافت طبیعی دو خصوصیت مهمی است که در گزینش نهایی این منابع مورد توجه بوده و در این راستا، جذب انرژی مفید از اقیانوس ها، دریاها و رودخانه ها بعنوان یکی از پاکیزه ترین منابع بکر به جهان معرفی گردیده است.

بحران انرژی در دهه 1970 میلادی، فکر دانشمندان را به سوی منابع انرژی مستقل از سوخت فسیلی کشانده که از آن جمله استفاده از انرژی پایان ناپذیر نهفته در دریاها می باشد.

در ابتدا مختصری درباره انرژی های قابل حصول از دریاها گفته شود تا خواننده این پروژه یک دید کلی درباره انرژی های دریایی پیدا نماید. و در ادامه در مورد جزر و مد و چگونگی به وجود آمدن جزر و مد و پارامترهای موثر در جزر و مد مطالبی ارائه گردیده است.

1- انرژی تجدیدپذیر:

1-1 نیروی جزر و مد:

نیروی جزر و مد دوبار در روز بکار گرفته می شود از تغییرات در سطح آب دریا که علت اصلی و عمده آن نیروی جاذبه از طرف ماه و به مقدار خیلی کمتر نیروی جاذبه از طرف خورشید برروی اقیانوسهای جهان است.

چرخش زمین نیز یکی از عامل های تولید جزر و مد می باشد. نیروی جزر و مد یک تفکر جدید نیست بلکه از قرن یازدهم در انگلیس و فرانسه برای آسیاب کردن گندمها مورد استفاده قرار گرفته است.

1-2 فیزیک جزر و مد:

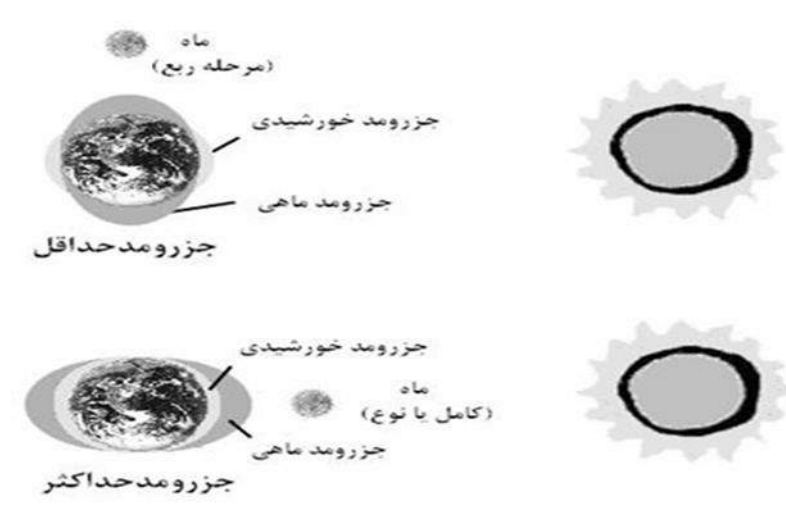
درک این قاعده که جریانات جزر و مدی چگونه بالا می آید، برای توضیح دادن نیروی جزر و مدی یک ضرورت است.

درحالیکه درک کامل این فعل و انفعالات کاملاً پیچیده است در ابتدا برای جزر و مد می توانیم یک شرط کلی بوسیله تحقیق کردن نیروی جاذبه ماه و خورشید برروی اقیانوسها و همچنین تأثیر نیروی گریز از مرکز بیان کنیم.

1-3 اثرات جاذبه و نیروی گریز از مرکز:

اثر متقابل ماه و زمین باعث به وجود آمدن برآمدگی اقیانوسها به سوی ماه می شود. در حالیکه در طرف مقابل اثر نیروی جاذبه خورشید هم نیز باعث بوجود آمدن برآمدگی اقیانوسها به سوی خورشید می شود. برآمدگی های حاصل از نیروی جاذبه ماه برروی سطح اقیانوس ها را جزر و مد ماهی گویند. و برآمدگی های حاصل از نیروی جاذبه خورشید را که مقدار آن خیلی کمتر است را جزر و مد خورشیدی می گویند.

خورشید و ماه دارای موقعیت یکسانی در بین اجسام آسمانی نمی باشند، اما تغییر موقعیت آنها نسبت به یکدیگر برروی دامنه جزر و مد (اختلاف بین کمترین جریانات جزر و مدی و بیشترین جریانات جزر و مدی) تأثیر می گذارد. برای مثال، زمانی که ماه و خورشید در یک سطح یکسان با زمین می باشند. دامنه جزر و مد منطبق با دامنه جزر و مد وابسته به خورشید و جزر و مد وابسته به ماه می باشد. در نتیجه دامنه جزر و مد بیشترین حالت ممکن می شود. (جزر و مد حداکثر) متناوباً زمانی که آنها نسبت به یکدیگر در یک زاویه قائمه هستند. دامنه جزر و مد پائین آمده که نتیجه آن جزر و مد حداقل می باشد. (شکل 1)

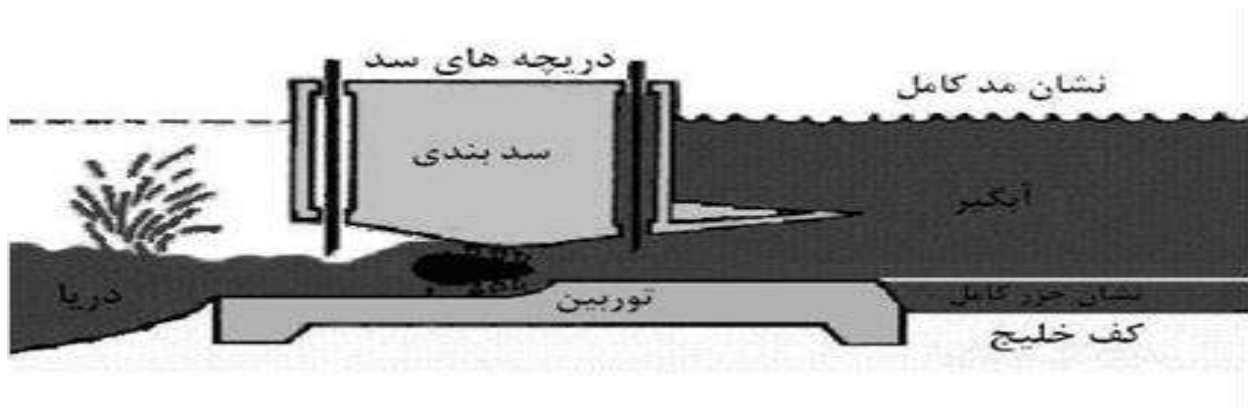


شکل 1- اثر جاذبه خورشید و ماه برروی دامنه جزر و مد

1-4 تولید برق از جزر و مد:

تولید برق از طریق جزر و مد بسیار شبیه تولید برق بوسیله آب یا بخار است. با این تفاوت که آب قابلیت جریان در دو جهت را دارد و باید قبول کرد که یکی از توسعه‌های تولید به حساب می‌آید.

روش ساده تولید از نیروگاه‌های جزر و مدی شناخته شده است با روش تولید در جزر با سدبندی در سرتاسر دهانه رودخانه، آب وارد سد می‌شود. دریچه سد بر روی سد این قابلیت را دارد که آبگیر جزر و مدی را از داخل کردن جریان‌ات جزر و مدی حداکثر پر کند و از میان دستگاه‌های توربین جریان‌ات جزر و مدی به سوی بیرون راهی می‌شوند (معروف به جریان جزر) روش دیگر تولید در مد می‌باشد که تولید نیرو از داخل کردن جریان‌ات مد ممکن می‌باشد. اما این روش کمتر از روش تولید در جزر مورد توجه قرار گرفته است.



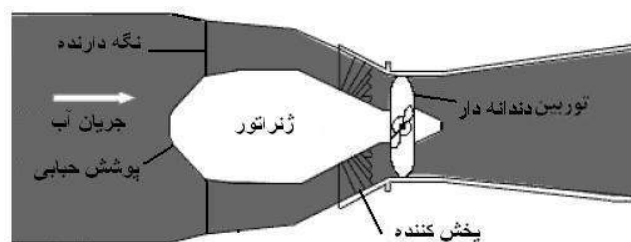
شکل 2- روش تولید در جزر با توربین حبایی

همچنین در روش تولید دوطرفه، تولید برق در دو جهت داخل شدن و خارج شدن جریان‌ات جزر و مدی ممکن می‌باشد.

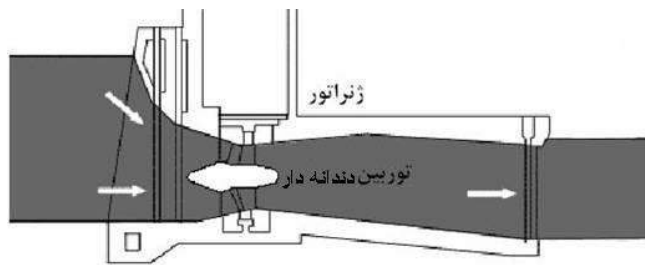
1-5 توربین های استفاده شده در نیروگاههای جزر و مدی:

توربین های متفاوتی از نظر شکل و پیکربندی مورد استفاده قرار می گیرند. برای مثال، در نیروگاه جزر و مدی لارنس در نزدیکی شهر مالو بر روی ساحل بریتانی در فرانسه توربین های حبابی مورد استفاده قرار گرفته است. (شکل 3) در سیستم های با توربین حبابی آب در اطراف توربین جریان دارد و دسترسی به ساختمان توربین برای تعمیر مشکل می باشد. برای تعمیر توربین باید از جریان آب جلوگیری شود. توربین های دندانه دار (شکل 4) مانند توربین های استرافلو در ایالات آنابولیس در نوااسکوتیا در جنوب شرقی کانادا استفاده می شوند. مشکلات ژنراتورها نصب شده در سد بندی این است که در موقعیت قائم نسبت به تیغه های توربین قرار دارند. متأسفانه تنظیم کردن کارآیی این توربین مشکل می باشد و برای استفاده کردن در پمپاژ آب نامناسب می باشند. توربین های لوله ای برای استفاده در طرح جزر و مدی سه ورن در انگلستان پیشنهاد شده است.

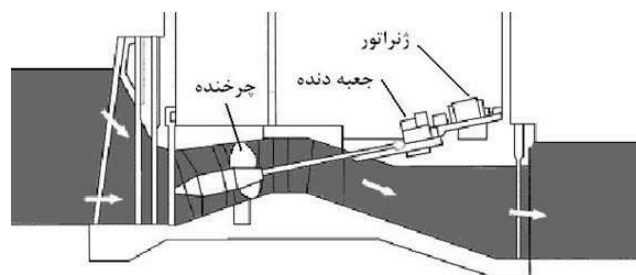
در این پیکربندی (شکل 5) تیغه ها به یک شفت طولانی متصل هستند و زاویه آن آنقدر جهت یابی می شود (تنظیم می شود) که ژنراتور در بالای سدبندی قرار بگیرد.



شکل 3- توربین حبابی



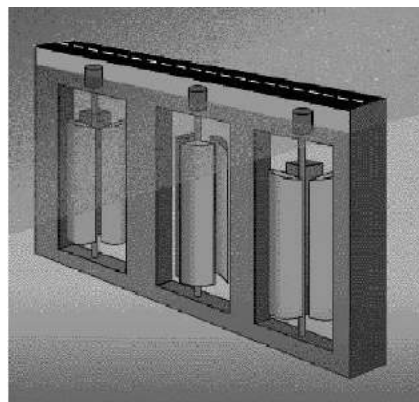
شکل 4- توربین دندانه دار



شکل 5- توربین لوله ای

6-1- پرده های جزر و مدی:

پرده های جزر و مدی یک تفکری است که به وسیله قرقه های غول پیکر کانال را کاملاً مسدود می کند، تمام نیرو آبی که از میان آنها عبور می کند در شکل 6 نشان داده شده است.



شکل 6- پره های جزر و مدی

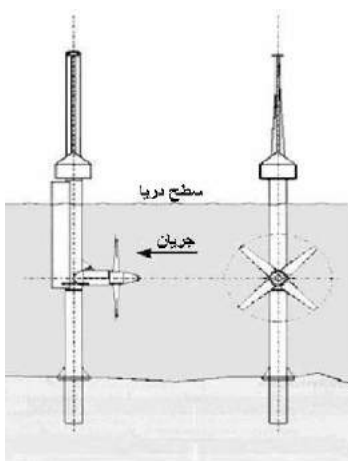
برخلاف سدبندی نیروگاههای جزر و مدی، پره های جزر و مدی می توانند در آبگیرهایی که نامحدود باشند نظیر کانال بین خشکی و ساحل جزیره و یا بین دو جزیره استفاده شوند.

در پره های جزر و مدی از توربین دیویس استفاده می شود که برای تنگه سن برنادینو طراحی شده است.

7-1 توربین های جزر و مدی:

به زودی پس از بحران نفت در سال 1970 توربین های جزر و مدی پیشنهاد شد چرا که تنها آنها مناسب با این واقعیت بودند.

توربین های جزر و مدی پیشنهاد شده برای استفاده بر روی سد بندی و سیستمهای پره های جزر و مدی همانند توربین های بادی دارای مزیت بزرگی بودند و آن کاهش دادن صدمات زیست محیطی است.



شکل 7- طرح نصب توربین دریایی در کف دریا

توربین های جزر و مدی استفاده شده در جریانات جزر و مدی چرخشی با سرعت بین 2 تا 3 متر بر ثانیه دارند که تولیدی بین 4 تا 13 کیلووات بر مترمربع دارند. در چرخش های سریعتر (بیشتر از 3 متر بر ثانیه) باعث بوجود آمدن فشار و تنش های بی مورد بر روی تیغه های توربین می شود، همانند توربوژنراتورهای بادی که در اثر نیروهای باد و طوفانهای شدید آسیب می بینند. البته باید دانست که سرعت پائین هم خیلی اقتصادی نمی باشند.

8-1 محدودیت نیروگاههای جزر و مدی:

ضمن اینکه نیروگاههای جزر و مدی می تواند پیشنهاد مفیدی باشد، برای بهبود بخشیدن حمل و نقل بعلت توسعه دادن ترافیک دریایی یا پل های خط راه آهن در سرتاسر دهانه رودخانه و کاهش دادن انتشار گازهای گلخانه ای با جایگزین کردن نیروی پاک جزر و مد به جای سوخت های فسیلی، همچنین زیانهای زیست محیطی مهمی وجود دارد که باعث شده نیروگاه جزر و مدی کمتر مورد توجه قرار گیرد.

9-1 تغییرات جزر و مدی:

ساختمان سدبندی جزر و مدی در دهانه رودخانه سطح جزر و مد را در آبگیر تغییر می دهد. پیشگویی این تغییرات مشکل است و می تواند منجر به پائین یا بالا آمدن سطح

جزر و مد شود. این تغییرات نیز همچنین تأثیر مشخصی برروی رسوب سازی و گل آلودگی آب داخل آبگیر دارد.

بعلاوه، کشتیرانی می تواند تحت تأثیر قرار بگیرد بعلت تغییر عمق دریا که ناشی از افزایش رسوب سازی در داخل آبگیر است.

بالا آمدن سطوح جزر و مدی می تواند بعلت طوفان در ساحل باشد. که می تواند موقعیت زنجیره غذایی دریایی را تحت تأثیر قرار بدهد.

10-1 تغییرات اکولوژی:

زیان های وسیع بالقوه ای از نیروگاههای جزر و مدی به وجود می آید برروی حیوانات و گیاهانی که در داخل دهانه رودخانه زندگی می کنند. به همان اندازه که سد بندی های جزر و مدی کم ساخته شده اند، مطالعه درباره اثرات و صدمات حاصل از نیروگاههای جزر و مدی برروی محیط محلی بسیار کم می باشد.

نتیجه گرفته می شود که اثرات ناشی از سد بندی جزر و مدی به موقعیت محیط و موقعیت دریایی بسیار وابسته است.

2- نیروگاههای جزر و مدی: چگونگی کار آنها:

مقدار زیادی انرژی در جریانات جزر و مدی ذخیره می شود از داخل و خارج شدن جریانات جزر و مدی ما می توانیم انرژی را از طریق نیروگاههای جزر و مدی تسخیر

کنیم. نیروگاههای جزر و مدی می تواند در سرتاسر دلتا، دهانه رودخانه، ساحل و یا مکانهای تحت تأثیر جریانات جزر و مدی امتداد پیدا کند. سدبندی در ساحل یا رودخانه اولین کار در دست اقدام است.

زمانیکه بیشترین مد داخل می شود، جریان آب از میان توربین عبور می کند و برق را بوجود می آورد. در بعضی از مواقع آب از پشت سدبندی بالاتر می آید. دریچه سد میزان آب سد را کاهش می دهد تا آب به بالای سد برسد.

هنگام آمدن کمترین جزر، دریچه سد بالا رفته و آب به سوی خارج سدبندی جریان می یابد. در ابتدا انرژی از بین توربین ها منتقل می شود. بدین گونه از طریق توربین های دوطرفه برق تولید می شود.

تعدادی از نیروگاههای جزر و مدی توانایی تولید 320 مگاوات برق را دارند.

1-2 نیروگاههای جزر و مدی: تاریخچه و محل:

آسیاب های جزر و مدی در اوایل سال 1900 میلادی اختراع شدند در آن زمان توربین های دوطرفه وجود نداشت. بنابراین آنها فقط در یک جهت جریانات جزر و مدی مورد استفاده قرار می گرفتند. زمانیکه جریانات جزر و مدی وارد می شوند دریچه سد کم کم بسته می شود و آب در بالای آن محصور می شود و سپس هنگامیکه کمترین جزر رخ می دهد دریچه سد بالا رفته و آب، چرخهای آبی را به گردش در می آورد.

نیروگاههای جزر و مدی پیش از این در کانادا، فرانسه، روسیه و چین مورد استفاده قرار گرفته است. بیشترین تولید یک نیروگاه در فرانسه بر روی رودخانه رانس 320 مگاوات

است یک مکان مناسب برای نیروگاه جزر و مدی در خلیج فاندی، بین نیوبرونسوئک و نوواسکوتیا می باشد. اختلاف ارتفاع جریانات جزر و مدی به 50 فوت می رسد.

2-2 نیروگاه جزر و مدی: طرح و مشکلات:

ساخت نیروگاههای جزر و مدی خیلی گران قیمت است و معمولاً آنها هنگامی ساخته می شوند که ما احتیاج بیشتری به برق داریم. جریانات جزر و مدی همواره در حال تغییر هستند، اما نیاز ما به برق در شب نسبت به روز خیلی کمتر است.

نیروگاههای جزر و مدی نیز یکی از مشکلات محیطی به حساب می آیند. بسیاری از گونه های ماهی ها در دهانه رودخانه ها، جایی که سدبندی است شنا می کنند و بوسیله توربین ها کشته می شوند. همچنین سدبندی اقامتگاه پرندگان دریایی، ماهی ها و حیوانات دیگر را ویران می کند.

نیروگاههای جزر و مدی با ساختن مانع در سرتاسر دهانه رودخانه بهره برداری می شوند. گردش جریانات جزر و مدی توربین ها را به چرخش درآورده تا برق تولید کنند. یکی از نیروگاههای جزر و مدی اروپا نزدیک رانس در شمال فرانسه می باشد. تعدادی مکان برای نیروگاه و گاه جزر و مدی در UK (قسمتی از شمال غربی اروپا که شامل انگلیس و شمال ایرلند می باشد) می تواند برای بهره برداری توسعه پیدا کند. اشکال این طرحها اثر گذاشتن به محل سکونت پرندگان دریایی و ماهی ها می باشد. چرا که محل سکونت آنها با جریانات جزر و مدی ویران می شود همچنین سدبندی فقط برای 10 ساعت در روز نیرو فراهم می کند. نیروی برای 14 ساعت دیگر باید از روش های دیگر فراهم شود.

موج های انرژی زیادی دارند، آزمایش بوسیله طرحهای گوناگون و متفاوت بوسیله ژنراتور ثابت کرده است که می توانیم از موج برق تولید کنیم. مشکلاتی وجود دارد برای توسعه دادن و ساختن ژنراتورهای نیروگاههای موجی که هم ارزان و هم کارآمد باشند. آنها باید به اندازه کافی در مقابل طوفان های شدید مستحکم و قوی باشند و آنقدر سبک باشند که با موج های کوچک هم کار کنند. اشکال این طرحها اثر گذاشتن به محل سکونت پرندگان دریایی و ماهی ها می باشند. چرا که محل سکونت آنها با جریانات جزر و مدی ویران می شود.

اگر همه پروژه های معقول در انگلیس برای نیروگاه های جزر و مدی بهره برداری شوند. می تواند راندمان بالای 50 کیلووات ساعت در سال را بوجود آورد. که نشان دهنده 20 درصد از برق مورد تقاضا در انگلیس می باشد. در حدود 90 درصد از این پتانسیل در سه ورن، خلیج مورکمب، سولوای، هامبر و واش قرار دارد.

سد بندی بر روی سه ورن 16 کیلومتر طول دارد. با 216 توربین بزرگ می تواند به اندازه 8640 مگاوات برق تولید کند. که 7 درصد برق انگلیس و ولز را تأمین می کند. این پروژه بزرگ هزینه ای بالای 8000 میلیون دلار دارد. هفت سال سددبندی و تولید اولین برق از آن تولید کشید و دو سال بعد از آن خروجی کامل از آن بدست آمد.

3-2 اثرات اجتماعی:

تولید برق از طریق جزر و مد باعث بوجود آمدن گازهای اسیدی نمی شود. کارهای محیطی و تحقیقات منطقه ای توسعه و افزایش بهره برداری از نیروگاههای جزر و مدی

را تصدیق می کند. سدبندی طول زیادی از خط ساحلی را در برابر موج های بلند حفاظت می کند.

یکی از بزرگترین طرحهای نیروگاه جزر و مدی بهره برداری شده در سطح جهان در دهانه رودخانه رانس بین دیناردو مالو در فرانسه می باشد و خروجی آن 240 مگاوات می باشد. که در سال 1966 به اتمام رسیده است. این طرح آزمایشی برای آینده و برای سدبندی وسیع روی خلیج میچل بسیار مؤثر بود. بعد از برخی از کمیسیون های دشوار درباره توربین های طرح رانس در بهره برداری منظم و قابل اطمینان در 24 سال فرانسوی ها تاکنون هیچ اقدامی برای انجام دادن طرحهای بزرگتر در این زمینه نداشته و ترجیح داده اند در عوض روی نیروگاههای هسته ای سرمایه گذاری نمایند.

نظریات در مورد اثرات محیطی سدبندی جریانات جزر و مدی بزرگ تقسیم می شوند. عده ای گفته اند خسارت جبران ناپذیری بر اکوسیستم از طریق دهانه رودخانه تحمیل می شود در حالیکه عده ای دیگر ادعا کرده اند که هیجان جدیدی برای پرندگان آبی، ماهی ها و گیاهان دریایی به حساب می آید.

3- نتیجه:

زیان نیروگاههای جزر و مدی و نیروگاههای موجی این است که با جریانهای جزر و مدی محل سکونت پرندگان دریایی در آن منطقه تحت تأثیر واقع می شود. و همینطور محل سکونت ماهی ها نیز با تغییرات جزر و مدی تحت تأثیر قرار می گیرد. همچنین نیروگاههای جزر و مدی و موجی می توانند فقط 10 ساعت در روز از 24 ساعت نیرو

تولید کنند. بنابراین آنها باید در 14 ساعت دیگر به روشهای دیگر که گرانتر می باشد نیرو تولید کنند.

اما نیروگاههای جزر و مدی و موجی امتیازهای مهمی دارند. یک امتیاز مهم آنها تولید ارزان است و همچنین ساختن این نیروگاهها محیط زیست را همانند سوخت های فسیلی آلوده نمی کند.

4- توسعه نیروگاههای جزر و مدی در دهانه رودخانه ها و محیط های دریایی

:

تولید برق از طریق تحت کنترل درآوردن نیروی حاصل از جزر و مد اقیانوسها شروع یک آزمایش برای روآوردن به انرژیهای تجدیدپذیر بوسیله کشورهای صنعتی بود. نیروگاههای جزر و مدی از نقطه نظر اقتصادی مناسب می باشند به علت افزایش مداوم قیمت سوخت های فسیلی و همچنین وجود کشورهایی که پیش از این چگونگی طرز کار و تجهیزات تولید برق از طریق جریانهای جزر و مدی را دارا بودند.

نیروگاههای جزر و مدی در اصول علمی همانند تولید نیروگاههای آبی با تجهیزات درون رودخانه ها است. سد و نیروگاه و توربین ها در سرتاسر دهانه رودخانه یا خلیج ساخته می شدند و اندازه ساخت سد در دهانه آبگیر از تولید برق برای یک دوره معقول پیروی می کند. برای طراحی ساده، ساخت آبگیر با پرشدن آن در مدت زمان مد از میان دریچه های سد با چرخش آزادانه توربین ها مطابقت دارد. در حالت جزر نیرو تولید می شود.

توسعه نیروگاههای آبی ممکن است خلیج های بزرگ را احاطه کند و پهنای ژئوگرافی مناطق را تحت تأثیر قرار دهد. نادیده گرفتن و حذف انرژی حاصل از جزر و مد و کاهش مقدار نمک موجود در آب دریا مکان های سدبندی را تغییر می دهد. الگوی گردش آب و رژیم جزر و مدی نیز مکانهای سدبندی را تغییر می دهد. ممکن است طول سدبندی به پیش از 500 کیلومتر از مکان سدبندی به سوی دریا افزایش پیدا کند، برای محدود کردن سیل، اما بخش عمده ای از اطراف ساحل بعثت بالا آمدن دراز مدت سیل در معرض خسارت قرار دارد.

در داخل آبگیر دامنه جریانات جزر و مدی کاهش پیدا می کند، اما سطح متوسط آب بعثت افزایش لایه بندی بالا می آید، تولید بیش از حد این لایه بندی ها برروی گرما و پوشش یخ بندان مناطق معتدل اثر می گذارد. در بسیاری از آبگیرها گل آلودگی کاهش یافته و رسوب سازی و لایه گذاری در حال افزایش است.

کاهش موجهای طوفانی و جریانات جزر و مدی خیلی زیاد، می توانند سیل و فرسایش را کاهش دهند اما تغییرات در دامنه جریانات جزر و مدی ممکن است زهکشی آبهای زیرزمینی را دگرگون کند و به سبب آن، تغییرات در شرایط آب و هوایی منطقه ایجاد شود. نهادهای فرعی در دسترسی یکی از مشکلات حوزه های آبگیر است که می تواند با کاهش دادن زمان های شستشو توسعه پیدا کند.

تغییرات در گل آلودگی و رسوب سازی ممکن است شرایط حیاتی را در حوزه های آبگیر دگرگون کند و گونه های بی مهره تغییر مکان دهند. بدین گونه زنجیره غذایی دگرگون می شود. مکان های صید ماهی تحت تأثیر قرار گرفته از جمله مناطقی که در آن ماهی بسیار فراوان است و ماهی ها بطور گروهی مکرر از آن منطقه عبور می کنند.

معرفی کردن توربین های وابسته به نیروی آب (توربین های آبی) در داخل دهانه های رودخانه ها، مشکلات اساسی برای گذرگاه ماهی ها بوجود آورد چرا که به تأسیسات نیرو در سواحل رودخانه ها متصل است.

چندین اعتراض مهم: در اطراف دهانه رودخانه تعداد زیادی ماهی، انواع ماهی های بزرگ و پستانداران دریایی وجود دارند. صدمات و اثرات محیطی ممکن است باعث تغییر مسیر کوچ آنها شود و تغییرات در دسترسی به مکانیزم غذایی حاصل شود.

سیاست AFS در موضوع توسعه نیروگاههای جزر و مدی در دهانه رودخانه ها و محیط های دریایی بصورت زیر است:

1- ترویج تأثیر منابع اطلاعاتی در رابطه با ساخت مکان نیروگاههای جزر و مدی موجود از قبل می تواند برای تخمین زدن اثرات بالقوه طرحهای پیشنهادی در مقیاس بزرگتر مورد استفاده قرار بگیرد.

2- تشویق همه کشورها و اقوام و ایالتها برای داشتن روابط بین المللی مناسب در مورد بحث موردنظر و رسیدگی کردن به سیاست های گفته شده در مورد نیروگاههای جزر و مدی صرفنظر از قلمرو قدرت تنظیم شده آنها در سرتاسر پروژه، یک سازمان تخصصی از طرف سازمان ملل می تواند برای هماهنگ کردن سیاست ها انتخاب شود.

3- تشویق توسعه مدیریت با برنامه های جهت دار مبتنی بر مدارک علمی در پروژه های پیشنهادی

- 4- تشویق کردن منابع سرمایه گذاری در بلندمدت، در جهت مطالعه منطقه ای و تعیین کردن اثرات اکوسیستم نیروگاههای جزر و مدی هم قبل و هم بعد از ساختن، نظیر مطالعه درباره فهمیدن رئوس کلی هیئت علمی اقیانوسها در دانشگاههای علمی
- 5- تشویق کردن برای پاسخگویی نسبت به پروژه های جزر و مدی همانند دیگر پروژه های بزرگ ساخته شده شامل:

الف) آماده سازی برای اثرات محیطی گفته شده

ب) مشارکت درباره جستجوی منابع و مدیریت در همه مراحل در جهت توسعه نیروگاه جزر و مدی

6- تشویق بیشتر شدن گفتگوهای منظم درباره اثرات پروژه های جزر و مدی در میان مهندسان و کارشناسان صید ماهی.

7- افزایش سرمایه گذاری برای اختصاص دادن به بحث و گفتگوهای علمی و پیوستن جلسات بین المللی مناسب به یکدیگر برای توسعه دادن رضایت عمومی، درباره الویت پژوهش ها برای تخمین زدن اثرات نیروگاههای جزر و مدی و حداقل اطلاعات موردنیاز کافی برای نظارت در بلندمدت .

5- انرژی جزر و مد:

در مناطق ساحلی با جریانات جزر و مدی بزرگ، آبهای جریانهای جزر و مدی دارای مقدار زیادی انرژی ذخیره شده می باشد. تحت کنترل درآوردن این جریانات به تاریخ،

قرن یازدهم در انگلستان بر می گردد. هنگامیکه جریانات جزر و مدی برای چرخاندن چرخهای آبی، برای تولید نیروی مکانیکی مورد استفاده قرار می گرفت. اخیراً بالا و پائین آمدن جریانات جزر و مدی در تولید برق مورد استفاده قرار گرفته است، این روش بسیار شبیه نیروگاههای آبی می باشد.

جرایانات جزر و مدی از حرکت زمین، ماه و خورشید بوجود می آید اگرچه جریانات جزر و مدی اقیانوسها دارای مقدار خیلی زیاد انرژی می باشند. اما کاربرد عملی آنها فقط در مکانهایی استثنائی است که ارتفاع جریانات جزر و مدی زیاد می باشد. نظیر خلیج فاندی در آتلانتیک کانادا که به حدود 17 متر می رسد. و یکی از بهترین نقاط از نظر حداکثر ارتفاع جریانات جزر و مدی در جهان می باشد. انرژی جزر و مدی یک منبع ضروری تجدیدپذیر انرژی است که هیچکدام از اثرات محیطی دیگر منابع برق نظیر سوخت های فسیلی یا نیروگاههای هسته ای را ندارد.

تغییرات جریانات جزر و مدی در مناطق ساحلی می تواند همچنین بر روی زندگی گونه های زیادی از آبزیان اثر بگذارد که باید مورد مطالعه قرار بگیرد.

6- جزر و مد: انرژی وابسته به نیروی جاذبه

جزر و مد، روزانه سطح اقیانوسها نسبت به خط ساحلی بالا و پائین می رود که از نیروهای جاذبه ماه و خورشید و چرخش زمین ناشی می شود. ماه و خورشید هردو نیروی جاذبه بر روی زمین اعمال می کنند. مقدار این کشش جاذبه به جرم و فاصله آنها بستگی

دارد. ماه نیروی جاذبه بیشتری را بر زمین اعمال می کند، اگرچه جرم ماه نسبت به خورشید کمتر است اما ماه خیلی به زمین نزدیکتر است.

این نیروی کششی در اقیانوسها، که 71 درصد سطح زمین را پوشانده، سبب برآمدگی قسمتی از آنها به سمت ماه می شود (شکل 1)

جزر و مد بعثت چرخش زمین نیز بوجود می آید. این نتایج باعث می شود که سطح اقیانوسها بطور تقریباً منظم بالا و پائین برود.

همانگونه که در شکل 1 نشان داده شده است نیروی جاذبه ماه تأثیر بیشتری در بوجود آمدن برآمدگی های جزر و مدی دارد.

کشش جاذبه خورشید نیز در جزر و مد اثر دارد همانند ماه، اما مقدار تأثیر آن خیلی کمتر است. همین طور که برآمدگی هایی بسوی ماه است در اقیانوسها برآمدگی های خیلی کمی نیز بسوی خورشید است .

هنگامی که زمین، ماه و خورشید در یک موقعیت مستقیم نسبت به هم قرار دارند (ماه نو یا کامل)، کشش جاذبه ترکیب شده و جزر و مد حداکثر (بهاری یا مهکشند) بوجود می آید. زمانیکه ماه، خورشید و زمین در یک زاویه قائمه نسبت به یکدیگر قرار دارند جزر و مد حداقل می شود که کهکشند نامیده می شود.

تجربه در مناطق خط ساحلی نشان داده است که در پیود 24 ساعت شبانه روز دوبار جزر و مد حداکثر و دو بار جزر و مد حداقل داریم.

اصطکاک ناشی از برآمدگی اقیانوسها باعث چرخش و دوران تدریجی و آهسته زمین می شود که اثرات مهمی در مدت این بلیون ها سال نداشته است. از اینرو برای اهداف

انسانی انرژی جزر و مدی می تواند بعنوان منبع انرژی تجدیدپذیر و قابل نگهداری مطرح شود.

بطور یقین مناطق ساحلی نسبت به یکدیگر در ارتفاع جزر و مد باهم اختلاف دارند. براساس نتایج موجود افزایش ارتفاع جزر و مد به خصوصیات جغرافیایی محلی خلیج ها و خورها بستگی دارد. حداقل ارتفاع بین حداکثر و حداقل جزر و مد باید 5 متر باشد تا بتوانیم از آن برق کاربردی تولید کنیم. حدود 40 مکان در سرتاسر جهان وجود دارند که دارای دامنه جزر و مدی بزرگی هستند. در کانادا یک مکان کاربردی برای بهره برداری از انرژی جزر و مدی در خلیج فاندی بین نیوبرونسویک و نوااسکوتیا وجود دارد.

هرچقدر دامنه جزر و مد بیشتر باشد برق بیشتری از آن مکان می توان تولید کرد و در نتیجه هزینه تولید برق پائین تر می آید. در سرتاسر جهان حدود 3000 گیگاوات بطور پیوسته از جریانات جزر و مدی در دسترس است. بعلت محدودیت های موجود برآورد شده که 2درصد یا 60 گیگاوات برق می توان تولید کرد.

7- بهره برداری از منابع:

تکنولوژی مورد نیاز برای تبدیل انرژی جزر و مدی به برق بسیار شبیه به تکنولوژی استفاده شده در نیروگاههای آبی مرسوم است. اولین نیاز، ساخت سد یا سدبندی خلیج جزر و مدی یا دهانه رودخانه است. ساختمان سدبندی پروسه گرانقیمتی است، از اینرو بهترین مکانها برای پروژه های جزر و مدی جاهایی می باشد که خلیج دارای دهانه باریک است، بدین گونه طول سد مورد نیاز کاهش می یابد. در جلوی سد دریچه های سد و

توربین ها نصب می شوند. هنگامیکه اختلاف کافی در ارتفاع آب درون مکانهای مختلف سدبندی وجود دارد دریچه ها باز می شوند براساس وجود علم موازنه آبهای ساکن، از جریان آب در میان توربین ها و چرخاندن ژنراتورهای الکتریکی برق تولید می شود.

برق می تواند به وسیله جریان آب در دو جهت داخل شدن و خارج شدن از خلیج تولید شود در مکان هایی که دو مد حداکثر و دو جزر حداقل در هر روز وجود دارد. تولید برق از نیروگاههای جزر و مدی بوسیله پیوند تولید حداکثر در هر 12 ساعت توصیف می شود. متناوباً توربین ها می توانند برای پمپاژ کردن آب های اضافی به داخل آبگیر در پشت سدبندی استفاده شوند در مدت زمانی که تقاضای برق کم است. این آب می تواند سپس رها شود هنگامیکه تقاضای برق زیاد است. به درستی که در این حالت روش کار نیروگاههای جزر و مدی بسیار شبیه مشخصات نیروگاههای تلمبه ذخیره ای می باشد.

تقاضای برق، دریچه های برقی را در زمانهایی از روز تغییر می دهد تولید کردن برق از نیروگاههای جزر و مدی هرگز با تقاضای سیستم مطابقت ندارد اما نیروگاههای جزر و مدی اگرچه متغیر می باشند ولی قابل پیش بینی و قابل اعتماد هستند. برق تولیدی از جزر و مد می تواند جایگزین برق حاصل از سوخت های فسیلی (ذغال سنگ، نفت و گازهای طبیعی) شود، بدرستی که با این روش نشر گازهای اسیدی و گلخانه ای کاهش می یابد.

در حال حاضر اگرچه تکنولوژی مهارکردن و تحت کنترل درآوردن انرژی جزر و مدی موردنیاز است. باید دانست که ساختن نیروگاههای جزر و مدی بسیار گران تمام می شود. یکی از ممتزین نیروگاههای جزر و مدی با خروجی 240 مگاوات به بهره برداری رسیده است. این نیروگاه در دهانه رودخانه لارنس در ساحل شمالی فرانسه قرار دارد.

(نیروگاههای سوختی بزرگ یا نیروگاههای هسته ای حدود 1000 مگاوات برق تولید می کنند) نیروگاه لارنس در سال 1966 به بهره برداری رسید و بعنوان یک منبع خیلی قابل اطمینان برق برای فرانسه بشمار می رود. لارنس یکی از پیشنهادهای مهم برای نیروگاه جزر و مدی در فرانسه بود تا اینکه آنها برنامه های هسته ای را در سال 1960 بیشتر بسط دادند.

در جاهای دیگر، نیروگاه آزمایشی 20 مگاواتی در رویال آناپولیس در نوااسکوتیا و نیروگاه جزر و مدی 0/4 مگاواتی در نزدیکی مورماسک در روسیه وجود دارد.

مطالعه در مورد دیگر مکانهای آزمایشی نیروگاههای جزر و مدی در سرتاسر جهان انجام شده است. تخمین زده شده است که با ساختن سدبندی در سرتاسر رودخانه سه ورن در غرب انگلیس می توان 10 درصد برق مورد نیاز این کشور را تهیه کرد .

(12 گیگاوات) چندین مکان در خلیج فاندی، خورکوک در آلاسکا و دریای سفید در روسیه برای تولید مقدار زیادی برق تأسیس شده است.

8- انرژی جزر و مدی از جهت اقتصادی:

یکی از مانع های اصلی در افزایش استفاده از انرژی جزر و مدی هزینه بالای ساخت نیروگاههای جزر و مدی است برای مثال، هزینه ساخت نیروگاه سه ورن در انگلیس 15 بیلیون دلار تخمین زده شده است. هزینه های عملیاتی و نگهداری نیروگاههای جزر و مدی خیلی کم است زیرا سوخت آن ها (آب دریا) مجانی است اما هزینه کل تولید برق خیلی بالا است.

یک فاکتور مهم در تعیین هزینه بهره‌برداری از نیروگاه‌های جزر و مدی اندازه (طول و ارتفاع) سدبندی مورد نیاز و اختلاف ارتفاع بین مد حداکثر و جزر حداقل (دامنه جزر و مد) می باشد. فاکتور دیگر می تواند بیان شود که نسبت گيبرات مکان نامیده می‌شود نسبت گيبرات نسبتی است بین طول سد بندی برحسب متر به تولید سالانه انرژی برحسب کیلووات ساعت، نسبت گيبرات مکان هرچقدر کمتر باشد آن مکان بیشتر مطلوب برای کار است. بعنوان مثال نسبت گيبرات در لارنس 0/36 در سه ورن 0/87 و در پاساماکودی در خلیج فاندی 0/92 می باشد.

9- اثرات محیطی:

انرژی جزر و مدی یکی از منابع تجدیدپذیر (نوین) برق است که پیامد آن نشر گاز، گرم شدن سطح کره زمین و بوجود آمدن بارانهای اسیدی وابسته به نیروگاههای فسیلی نیست. استفاده از نیروگاههای جزر و مدی همچنین می تواند خطر پرتوافشانی وابسته به نیروگاههای هسته ای را کاهش دهد. تغییرات جریانات جزر و مدی بوسیله سدبندی در خلیج یا آبگیر می تواند اثرات منفی بر روی آبزیان و اکوسیستم خط ساحلی و همچنین کشتیرانی و تفریح بگذارد.

مطالعات اندکی در مورد شناختن اثرات محیطی طرحهای نیروگاه جزر و مدی و معین کردن مکانهای ویژه که اثرات متفاوتی بر روی جغرافیای محلی می گذارد انجام شده است. تغییرات جریانات جزر و مدی محلی کم بعلت سدبندی لارنس و اثرات محیطی قابل چشم پوشی است. اما این علت نمی تواند برای همه مکانهای دیگر هم باشد. در خلیج

فاندی برآورد شده است که نیروگاههای جزر و مدی می توانند جریانات جزر و مدی محل را تا 15 سانتی متر کاهش دهند. تغییرات طبیعی نظیر بادهای می توانند سطح جزر و مد را تا چندین متر تغییر دهند.

مطالعات خیلی کمی درباره تغییرات جزر و مدی که می تواند اثرات باورنکردنی بر روی مجموعه جانوران و گیاهان آبی و اکوسیستم خط ساحلی بگذارد انجام شده است. این ترس در سدبندی جزر و مدی خلیج فاندی وجود دارد که بالآمدن و مخلوط شدن زیاد آب سبب تحریک انرژی نهانی و بوجودآمدن جزر و مد سرخ شود که باعث از کارافتادگی نرمتان می شود. یکی از تنها روشهای افزایش اطلاعات ما درباره اثرات سدبندی جزر و مدی بر روی اکوسیستم با مطالعه اثرات بعد از ساختن تجهیزات امکان پذیر است.

10- نتایج:

پتانسیل انرژی جزر و مدی مقدار خیلی زیادی برق در مکانهای معین در سرتاسر جهان تولید می کند. اگرچه تمام برق مورد نیاز ما نمی تواند به روشهایی از نیروی جزر و مدی بدست آید. اما آن می تواند به عنوان یک منبع با ارزش تجدیدپذیر برای دستگاههای برقی استفاده شود. اثرات زیست محیطی منفی سدبندی جزر و مدی به احتمال زیاد خیلی کمتر از دیگر منابع برق است، اما مطالعات دقیقی در این زمینه انجام نشده است. تکنولوژی انرژی جزر و مدی نیاز به توسعه دارد و مانع اصلی افزایش پیدانکردن نیروگاههای جزر و مدی، هزینه ساخت آنها می باشد.

در آینده هزینه دیگر منابع برق و نگرانی اثرات محیطی آنها، نهایتاً چگونگی تحت کنترل درآوردن نیروی جاذبه از طرف ماه را مشخص می کند.

11- روشهای تولید برق

11-1 تولید در جزر:

در این روش تولید برق در مدت زمان جریانات مستقیم در زمان جزر دریا است. برای بیشترین تولید برق، توربین ها هنگام رهاشدن آب شروع به کار نمی کنند، تا زمانیکه جزر در دریا شروع شود. تقریباً 3 ساعت بعد.

11-2 تولید در مد:

تولید در مد اساسی تر در برابر تولید در جزر است. در این روش در مدت زمان مد برق تولید می شود و توربین ها آب را به داخل آبگیر خالی می کنند.

11-3 تولید در جزر بعلاوه پمپ کردن در زمان مد:

یک تغییر ساده نسبت به تولید در جزر وجود دارد. بعد از یک مد بلند دریچه های سد بسته می شود و توربین ها بصورت معکوس کار می کنند و آب را به داخل آبگیر پمپاژ می کنند. پمپاژ زمانیکه هد آب دریا در حالت جزر است متوقف می شود. در این روش تولید برق نسبت به روش تولید در جزر می تواند زودتر شروع بشود. آب اضافه شده به

وسیله عمل پمپاژ به داخل سد، از بین توربین ها رها می شود. در این روش بوسیله پمپاژ کردن آب، انرژی خیلی زیادی مهار می شود.

معمولاً تیغه های توربین خم می باشد برای آنکه بتوانیم بیشترین بازده را در جهت تولید نیرو داشته باشیم. بنابراین هنگامیکه در جهت معکوس بعنوان پمپ استفاده می شوند بازده آنها به اندازه قابل توجهی کاهش می یابد. برای حل این مشکل توربین ها باید با تیغه های متغیر ساخته شوند تا بازده را در حالت پمپاژ اصلاح کنند. اما باید دانست که ساختن چنین توربین هایی با این کارایی بسیار گران تمام می شود و همچنین هزینه تعمیر و نگهداری آنها نیز زیاد است

4-11 تولید برق به روش دوطرفه:

در روش تولید دوطرفه، برق در دو جهت جزر و مد تولید می شود. تولید در جزر زمانی شروع می شود که سطح آبگیر کمتر است نسبت به تولید برای یک سیکل تنها، تا پایان سیکل تولید دریچه های سد (آبگیر) باز می مانند تا جریان آب از سوی سد به دریا امکان پذیر شود از اینرو سطح آب داخل سد کاهش می یابد. در مرحله تولید به روش مد، اختلاف ارتفاع آب یک ضرورت است. در زمان جزر زمانی که سطح آب دریا و سد برابر شدند دریچه ها بسته می شوند یکبار دیگر که دریا تا ارتفاع مطلوب (مد) بالا آمد تولید آغاز میشود بوسیله به کارانداختن توربین ها در جهت معکوس، در حین تولید دریچه های سد باز می شوند و اجازه داده می شود سطح سد بالا بیاید و به علت بوجود آمدن این ارتفاع کافی سیکل بعدی تولید به روش جزر میسر می شود.

بعلت پائین آمدن هد در مدت هریک از روشهای تولید در مقایسه با روش یکطرفه، آب بیشتری بوسیله بازشدن دریچه تلف می شود از این طریق در سرتاسر سیکل، تولید و بازده بهره برداری از توربین ها در حالت معکوس پائین تر می آید. انرژی تولید شده از روش دوطرفه از انرژی تولیدشده یکطرفه در حالت جزر بیشتر نمی باشد.

5-11 تولید با دو آبگیر:

این روش دارای دو آبگیر می باشد که در مجاور یکدیگر ساخته شده اند و هرکدام از آنها به دریچه سد مجهز می باشند. دارای ساختمان ساده ای می باشند و توربین ها در دیواری که دو آبگیر A و آبگیر B جدا می شوند، قرار دارند.

آبگیر A، آبگیر مد که پر می شود از طریق دریچه ها در هنگام مد و خالی می شود از میان توربین ها به آبگیر B.

آبگیر B، آبگیر جزر است که از بین توربین ها از طریق آبگیر A پر می شود و از میان دریچه ها در زمان جزر خالی می شود. ذخیره سازی معمولاً در هریک از آبگیرها ممکن است و توربین ها نسبت به تک آبگیری، طولانی تر بهره برداری می شوند. در برخی از نمونه ها چرخش مداوم توربین ها امکان پذیر است.

منابع:

- 1- در جستجوی منابع انرژی آب ایران، تألیف مهندس هومان فرزاد
- 2- مطالعات شناسایی و ارزیابی پتانسیل انرژی جزر و مد و امواج دریا جلد اول و دوم - وزارت نیرو، معاونت انرژی - دفتر انرژیهای نو
- 3- منابع انرژی تجدیدپذیر نوین تألیف شورای جهانی انرژی، ترجمه دفتر انرژیهای نو ایران
- 4- دومین کنفرانس سراسری روستا و انرژی 6 و 7 خرداد 1377
عنوان مقاله: امکان بهره برداری از انرژی دریای خزر دکتر سیدعلی نبوی نیاکی
- 5- شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق - تهران
عنوان مقاله: استفاده بهینه از انرژیهای نهفته در دریاهاى ایران مهندس فرشید ذبیحیان
- 6- مجموعه مقالات کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور 6 و 7 خرداد 1382
عنوان مقاله: پتانسیل استفاده از انرژی جزر و مدی در خور دورق (خور موسی) سازمان آب و برق خوزستان
- 7- سایت مهندس یار
www.mohandesyar.com