



سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی



توسعه واحیای زمینهای ساحلی بندر امام خمینی (ره) با اجرای پروژه تولید برق از انرژی جزر و مد

نادر پسنده

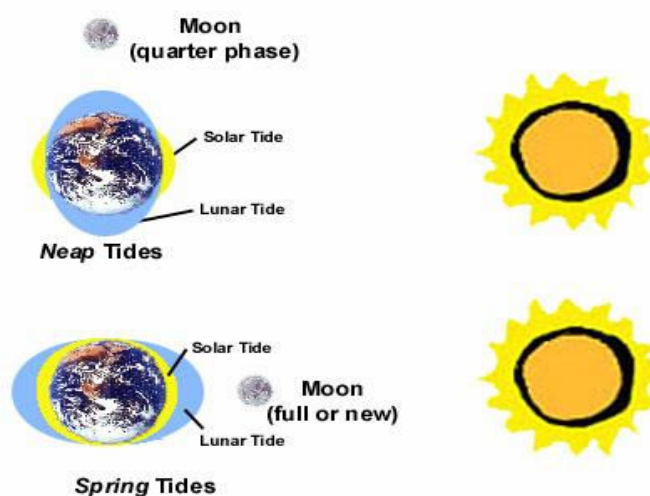
pasandeh@pso.ir

چکیده:

هم اکنون نوار ساحلی بندر امام خمینی در انتهای خور دورق بعنوان یکی از ارزشترین نقاط ساحلی از نظر وضعیت سوق الجیشی و اقتصادی محسوب می گردد، بندر امام خمینی با ۳۴ پست اسکله، منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی بندر امام، اسکله و پسرکانه صنایع فولاد، منطقه شیلات و در خورماشهر پتروشیمی بندر امام، پتروشیمی رازی و نهایتاً پایانه صادرات نفتی ماهشهر همگی منجر گردیده اند که دیگر فضای از نوار ساحلی برای اجرای سایر پروژه ها جدید یا توسعه ای وجود نداشته باشد با بررسیها و تحقیق بعمل آمده مشخص شده است با اجرای پروژه تولید برق از جزر و مد در انتهای خوردورق بعد از انشعاب خور زنگی می توان با ایجاد سدهای مربوطه ضمن مهار ارتفاع آب و تولید برق، سد مذکور را بصورت پل ارتباطی بین جزایر موجود مورد استفاده قرار داد و با ارتباط این جزایر به بخش ساحلی، زمینهای مذکور را بعنوان پسرکانه بندری و توسعه نوار ساحلی جزایر را بعنوان محل توسعه اسکله های بندری مورد استفاده قرار داد، همچنین نظر به امکان مهار آب پشت سد می توان عمق مورد نیاز جهت پهلوگیری کشتیهای بسیار بزرگ را نیز تأمین نمود و بدون نیاز به عملیات لایروبی و فقط با مهار آب مد بیش از ۳ متر به عمق منطقه افزود یکی دیگر از مزایای این پروژه امکان بهره گیری از نوار ساحلی پشت سد به منظور ایجاد پارکها، هتلها و مناطق تفریحی دریایی می باشد، اختلاف تا سطح ۵ متری جزر و مد نیم روزی در این منطقه باعث گردیده بعثت عقب نشینی سریع آب از نوار ساحلی، هر گونه پروژه تفریحات ساحلی در این منطقه بامشکل جدی جزر و مد مواجه گردد، لیکن در پروژه پیشنهادی نظر به کنترل آب پشت سد مشکل مذکور کاملاً تحت کنترل خواهد بود.

مقدمه:

بحران انرژی در جهان و پایان پذیری سوختهای فسیلی، امروزه دستیابی به منابع جدید انرژی را از توجه خاصی برخوردار نموده است، بدیهی است در اوج بحران انرژی تنها آنهایی توان مقاومت خواهند داشت که از قبل تدارکات و مطالعات بهره گیری از انرژی های نوین را انجام داده باشند. یکی از این منابع انرژی پایان ناپذیر، انرژی جزرومد است لیکن معمولاً اجرای اینگونه پروژهها نیاز به سرمایه گذاری اولیه قابل توجه و توجیه اقتصادی قابل رقابت با سایر منابع انرژی در زمان اجرای پروژه دارد لذا در اکثر نقاط دنیا این نوع پروژهها بصورت ترکیبی و استفاده های چند منظوره طراحی می گردد به عنوان مثال سدها نقش پل ارتباطی مناطق اطراف یا کنترل ارتفاع آب جهت دریانوردی یا ایجاد دریاچه های تفریحی یا ماهیگیری یا ایجاد ارتباط با مناطق غیر قابل دسترس را نیز ایفاء خواهند کرد ضمن آنکه این نوع پروژه ها به لحاظ بکار گیری دانش نوین و دوستار طبیعت مورد توجه گردشگران و دانشمندان علوم دریایی نیز می باشند.



مزایای تولید انرژی از جزر و مد :

- ❖ منبع تولید انرژی بدون آلودگی و عدم نیاز به مواد اولیه و استفاده فقط از انرژی چرخش کره زمین.
- ❖ به صرفه بودن هزینه عملیات در مقایسه با سایر منابع انرژی و هزینه سرویس و نگهداری آن ارزاتر است.
- ❖ تولید انرژی از یک منبع جدید که می تواند در کنار سایر منابع قرار گیرد.
- ❖ منبع تولید انرژی برای تاسیسات بندری و مناطق ساحلی و محل هایی که استفاده از سایر سیستمها عملی نباشد

مزایا و امکان توسعه اجرای پروژه:

- ❖ اجرای پروژه پایلوت و دستیابی به فن آوریهای جدید و ایجاد مرکز پژوهشی بهره گیری از انرژی جزر و مد
- ❖ استفاده از حوضچه مد برای طراحی اسکله های با عمق بالا و ۳ الی ۴ متر افزایش عمق ناشی از ارتفاع آب مد
- ❖ طراحی و ساخت امکانات تفریحی و رفاهی در سواحل حوضچه مد
- ❖ ایجاد فضای مناسب جهت پرورش آبزیان
- ❖ توسعه اراضی پشتیبانی و افزایش چندین برابر ارزش اراضی
- ❖ فراهم آمدن مقدمات طرح توسعه بندر امام در ضلع مقابل اسکله های موجود
- ❖ افزایش ساحل قابل دسترسی جهت ساخت حداقل ۱۰ کیلومتر اسکله با عمق زیاد
- ❖ ایجاد جذابیتهای گردشگری در منطقه

خصوصیات مناطق مناسب برای اجرای پروژه :

- ❖ حوضچه می بایست وسیع و دارای ظرفیت و گنجایش آب زیادی باشد.
- ❖ اختلاف جزر و مد می بایست زیاد باشد.
- ❖ محل هایی که دارای دوبار جزر و مد در روز هستند مناسب تر می باشند.
- ❖ به منظور کاهش هزینه ساخت دریچه ها ، حوضچه می بایست دارای دهانه ای تنگ و کم عمق باشد.
- ❖ مسافت منطقه تا مصرف کننده کوتاه باشد.
- ❖ مشکل ترافیک دریانوردی به وجود نیورد.
- ❖ مقایسه نرخ تولید انرژی با سایر منابع انرژی موجود در منطقه انجام شود.
- ❖ حداقل تغییرات در محیط زیست بوجود آید و منطقه جهت اجرای پروژه قابل دسترسی باشد.
- ❖ امکان اجرای پروژه بصورت ترکیبی و ایجاد ارزش افزوده برای اراضی مجاور

❖ تنها محل‌های محدودی در جهان وجود دارند که می‌توانند از نظر تولید این انرژی و دستیابی به سایر مزایای جانبی آن مورد توجه قرار گیرند. حداکثر اختلاف جزر و مد در جهان حدود ۴۵ فوت در خلیج فاندی کانادا می‌باشد. این اختلاف برای Severn estuary در انگلستان ۳۵ فوت در Rance فرانسه ۳۰ فوت و برای Cook Inlet آلاسکا ۲۸ فوت همچنین خلیج مکزیک ۲۵ فوت و در آمریکا، آرژانتین، هند، کره، استرالیا و شمال روسیه نیز نقاط قابل توجهی از نظر تولید انرژی از جزر و مد وجود دارند.



Potential Tidal Power Projects (courtesy of [World Energy Council](#)).

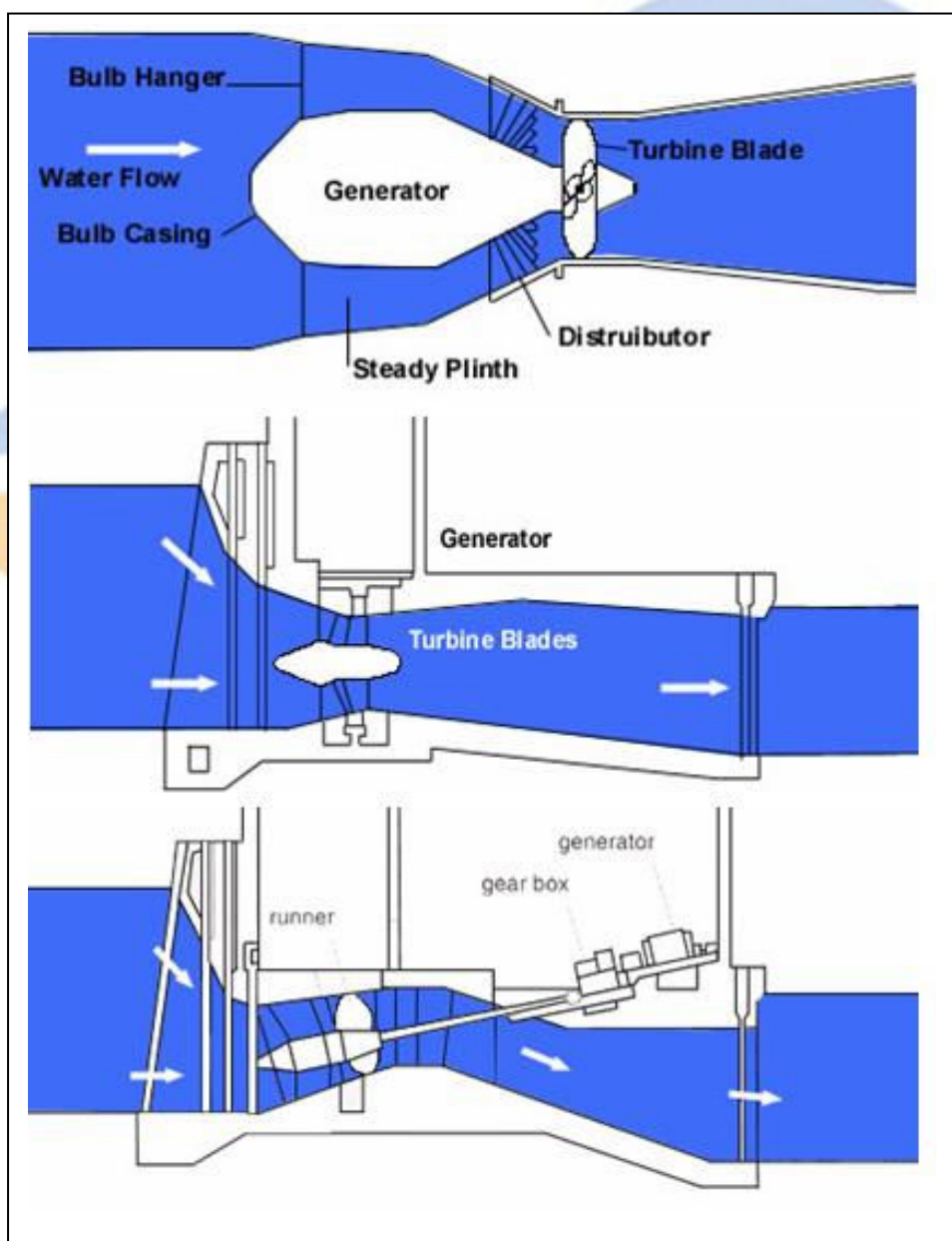
Country	Aera Name	Mean tidal range (m)	Basin area (km ²)	Installed capacity (MW)	Approximate annual output (TWh/year)
Argentina	San José	5.8	778	5 040	9.4
	Golfo Nuevo	3.7	2 376	6 570	16.8
Australia	Secure Bay	7.0	140	1 480	2.9
	Walcott Inlet	7.0	260	2 800	5.4
Canada	Cobequid	12.4	240	5 338	14.0
	Cumberland	10.9	90	1 400	3.4
India	Gulf of Kutch	5.0	170	900	1.6
	Gulf of Khambat	7.0	1 970	7 000	15.0
Korea (Rep.)	Garolim	4.7	100	400	0.836
	Cheonsu	4.5			1.2
UK	Severn	7.0	520	8 640	17.0
	Mersey	6.5	61	700	1.4
USA	Pasamaquoddy	5.5			
	Turnagain Arm	7.5		6 500	16.6
Russian Fed.	Mezen	6.7	2 640	15 000	45
	Tugur *	6.8	1 080	7 800	16.2

در حال حاضر بزرگترین نیروگاه جزر و مدی در خلیج لارنس واقع در شمال فرانسه می باشد که در سال ۱۹۶۶ ساخته شده که با ۲۰۰ توربین بزرگ بیش از ۸۰۰۰ مگاوات برق را تولید و ۷ درصد از انرژی انگلستان و ولز را تامین نموده و در کنار آن مزایای متعدد دیگری از قبیل محافظت از ساحل وسیع در مقابل طوفان همچنین ایجاد پل ارتباطی در منطقه و مرکز مطالعات انرژیهای آبی شده است.

انواع توربینهای قابل استفاده در پروژه های جزر و مدی

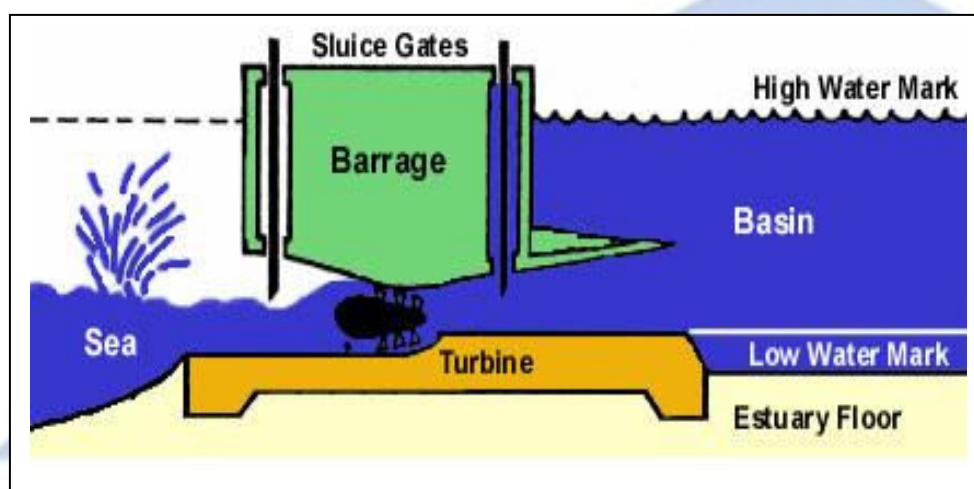
توربینهای مورد استفاده در این پروژه ها دارای سه خصوصیت اصلی می باشند:

- ۱- قابلیت تولید برق در هر دو جهت چرخش
- ۲- قابلیت عمل مانند یک پمپ
- ۳- دارای بازدهی مناسب در اختلاف سطح کم



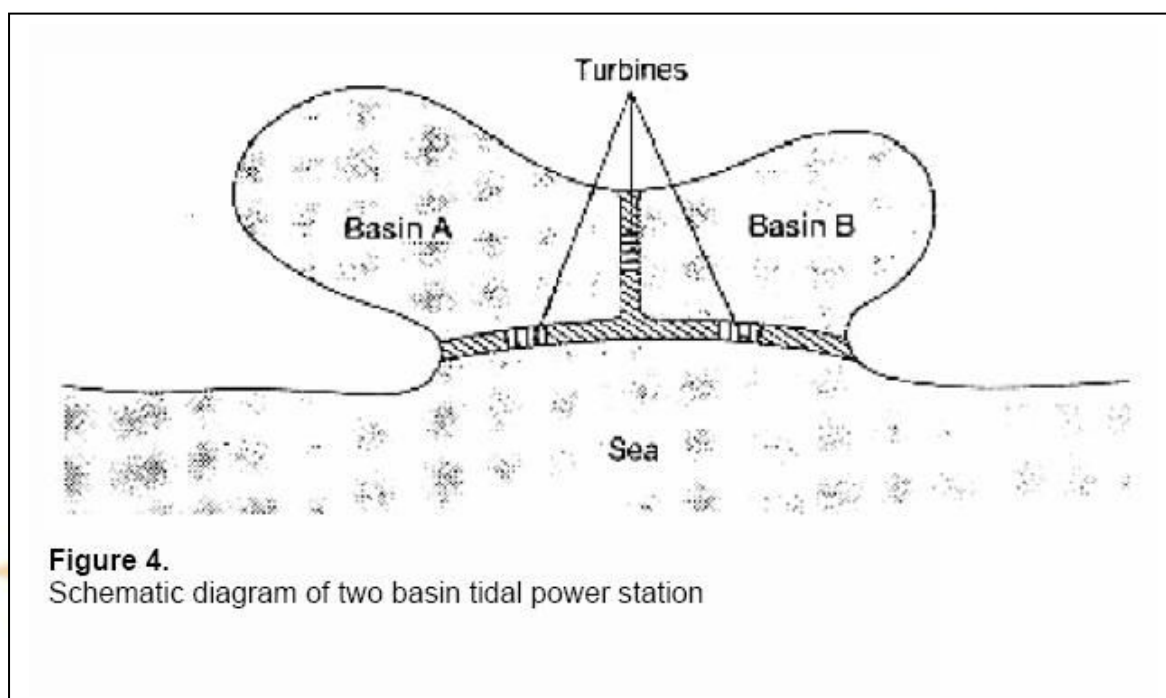
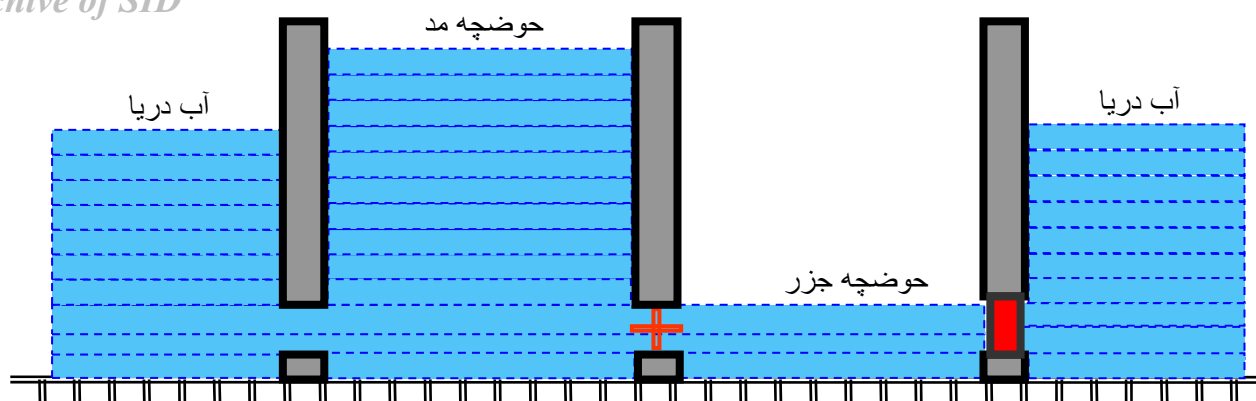
طرح یک حوضچه ای :

یک حوضچه توسط یک سد که می تواند نقش یک پل ارتباطی را نیز ایفا نماید از آبهای آزاد جدا می گردد. دریاچه های عمودی می توانند حوضچه را هم سطح آب مد پر کنند. بخش تولید انرژی نیز شامل ژنراتورها و توربینها است. آب حوضچه پشت سد در سطح آب مد نگهداری می شود و سپس به تدریج و تحت کنترل در هنگام جزر تخلیه می گردد و توربینها و ژنراتورها به چرخش درآمده و برق تولید می گردد. همچنین می توان توربینها را در زمان پرکردن حوضچه نیز به حرکت درآورد و انرژی تولید کرد. در این روش زمان تولید انرژی تابع زمان جزر و مد می باشد در نتیجه بخش عمده ای از تولید در زمان کاهش مصرف مثلاً نیمه های شب تا صبح خواهد بود که نیاز شبکه به تولید کم است پروژه Rance فرانسه از این نوع می باشد لیکن در آن طرح از توربین هایی استفاده گردیده که در یک جهت تولید انرژی نموده و در جهت عکس انرژی را مصرف کرده و به صورت پمپ عمل می نماید ، ضمناً در هر دو حالت پرشدن و خالی شدن حوضچه انرژی تولید می گردد و در زمانی که بار شبکه کم است می توان از انرژی شبکه برای حرکت توربین ها بصورت پمپ استفاده نمود و سطح آب را در حوضچه بالا برد و در ساعات پرمصرف توربینها ژنراتورها را به حرکت درآورد و انرژی تولید شده را به کمک شبکه می فرستند.

**طرح دو حوضچه ای :**

دوحوضچه که یکی از آنها همیشه هم سطح آب مد پر شده و دیگری نیز همیشه هم سطح پائین ترین جزر نگهداشته می شود، این حوضچه های بوسیله سدها و دریاچه های عمودی اجازه ورود یا خروج آب را به حوضچه کنترل میکنند. تاسیسات تولید انرژی ، شامل توربین ها و ژنراتورها نیز در سد بین دوحوضچه قرار گرفته اند و انرژی موردنیاز جهت به حرکت درآوردن توربین ها از اختلاف پتانسیل سطح آب بین دوحوضچه حاصل می شود.

این طرح در پروژه Passamaquoddy آمریکا استفاده گردید، در این طرح نیز توربین ها قادر به عمل پمپ می باشند لذا در ساعات کم مصرف شبکه آب را از حوضچه آب جزر به حوضچه آب مد پمپ میکند که در زمان نیاز شبکه به تولید بیشتر اختلاف پتانسیل بیشتری بین دو حوضچه وجود داشته باشد و توربین ها با قدرت و سرعت بیشتری به حرکت درآمده و انرژی تولیدی خود را به کمک شبکه بفرستند.



قابلیت اجرای طرح دو حوضچه ای در بندر امام خمینی (ره)

بر اساس مطالعات و اندازه گیری های بعمل آمده به جرأت می توان گفت انتهای خوردورق بعد از انشعاب خورجعفری به طرف شادگان بهترین و مناسب ترین محل در شمال خلیج فارس برای اجرای پروژه تولید انرژی از جزر و مد می باشد. با توجه به نیاز تاسیسات بزرگ مصرف کننده انرژی، مانند مجتمع بندری امام خمینی (ره) و شرکتهای پتروشیمی در منطقه، طرح دو حوضچه ای در تمام ساعات قادر به تولید حداقل ۸ مگاوات برق خواهد بود ضمن آنکه بهره گیری از سد ها به عنوان پل ارتباطی بین جزایر اطراف منجر به ایجاد دسترسی و تسهیل در توسعه و افزایش اراضی ساحلی جهت اجرای پروژه های اقتصادی متعدد خواهد شد.



پیشنهاد اجرای طرح دو حوضچه ای در بندر امام خمینی (ره)

در این طرح، یک سد دریچه ای باید در دهانه خوردورق بعد از انشعاب خورجعفری و دومین سد دریچه ای نیز در انتهای خورتیمور در نزدیکی شهر بندر امام قرار گیرند، توسط این دو سد تمام آبهای این خور تحت کنترل خواهد بود. سد سوم شامل تاسیسات تولید انرژی نیز در دهانه خورتیمور بعد از انشعاب خوردورق ساخته می شود و خوردورق تا انتها که توسط جاده آبادان قطع می گردد به عنوان حوضچه ذخیره آب مد و خورتیمور و انشعابات آن به عنوان حوضچه تخلیه آب جزر انتخاب می گردند و تولید انرژی از تخلیه آب حوضچه مد به حوضچه جزر که ناشی از اختلاف پتانسیل بین سطح آب حوضچه ها خواهد بود بدست می آید که نتیجتاً توربین به چرخش درآمده و انرژی بصورت الکتریسیته تولید خواهد شد. برآوردهای اولیه نشانگر امکان تولید حداقل هشت مگاوات برق از این طرح میباشد همچنین سد دریچه ای شمالی و میانی منجر به اتصال اراضی روبروی بندر امام به شهر بندر امام و جاده اصلی بندر می گردد سد نیرو گاهی نیز با اتصال جزیره شرقی به دو جزیره دیگر آن جزیره را با یک ساحل در کنار حوضچه مد و یک ساحل در مجاورت حوضه آب جزر اراضی ایده عالی برای اجرای پروژه های تفریحی بوجد می آورد. در امتداد اسکله های بندر حوضچه مد بصورت دریاچه ای با عمق تحت کنترل و حفظ بیش از ۳ متر آب ناشی از ارتفاع آب مد محیط ایده عالی را برای ساخت اسکله جهت کشتیهای با آبخور زیاد فراهم آورده است.



جزر و مد در منطقه بندر امام خمینی (ره) بر اساس مطالعات ادیبی هریس

حداکثر مد کامل	EHW	۶/۴ متر
حداکثر مد نجومی	HAT	۵/۷ متر
متوسط بالاترین مد	MHHW	۵/۰ متر
متوسط سطح دریا	MSL	۳/۱ متر
متوسط پایین ترین جزر	MLLW	۰/۹ متر
پایین ترین جزر نجومی	LAT	۰/۰ متر
حداقل جزر کامل	ELW	۰/۱ - متر

*** بندر امام دارای جزر و مد ترکیبی و semidurnal با متوسط بالاترین مد ۵/۱ متر و متوسط پایین ترین جزر ۰/۸ متر و متوسط اختلاف جزر و مد ۴/۳ متر است.

حجم آبیگری خور از مد	حداکثر مد (۶/۷ متر)	متوسط مد (۵/۱)	حداقل مد (۳/۸)
متر مکعب	۷۹۱۲۴۶۴۳	۵۷۹۳۲۰۰۶	۴۱۸۰۱۸۶۲

دبی تخلیه (مترمکعب بر ثانیه)	اختلاف سطح آب (متر)	توان قابل تولید (مگا وات)	توان قابل دستیابی (مگا وات)
۲۷۰	۱/۵۴	۴/۲۳۳	۳/۳۸
۲۷۰	۲/۸۴	۷/۸۱۳	۶/۲۵
۲۷۰	۳/۰	۸/۲۴۸	۶/۶۰
۲۷۰	۴/۴۸	۱۲/۳۲۳	۹/۸۵
۲۷۰	۴/۵۴	۱۲/۴۹۰	۱۰/۰۰
۲۷۰	۵/۹۸	۱۶/۴۵۵	۱۳/۱۶

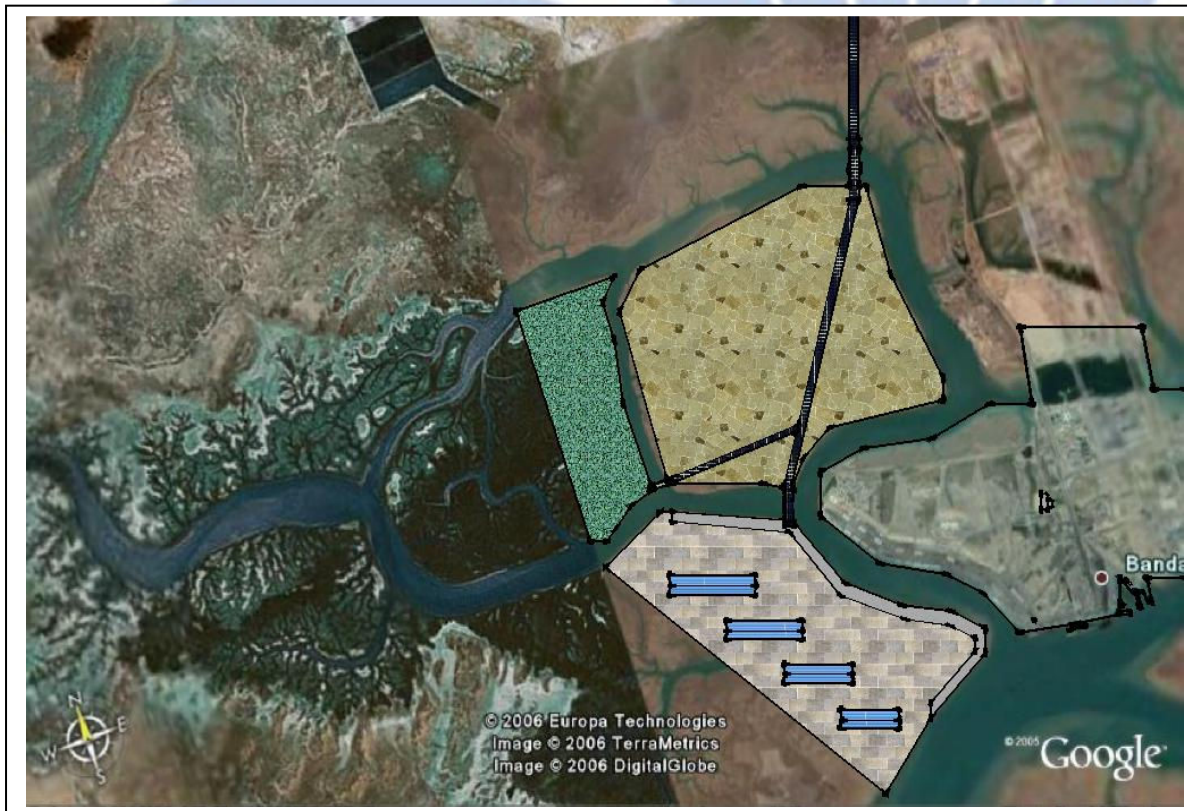
سایر مزایا و امکان توسعه اجرای پروژه:

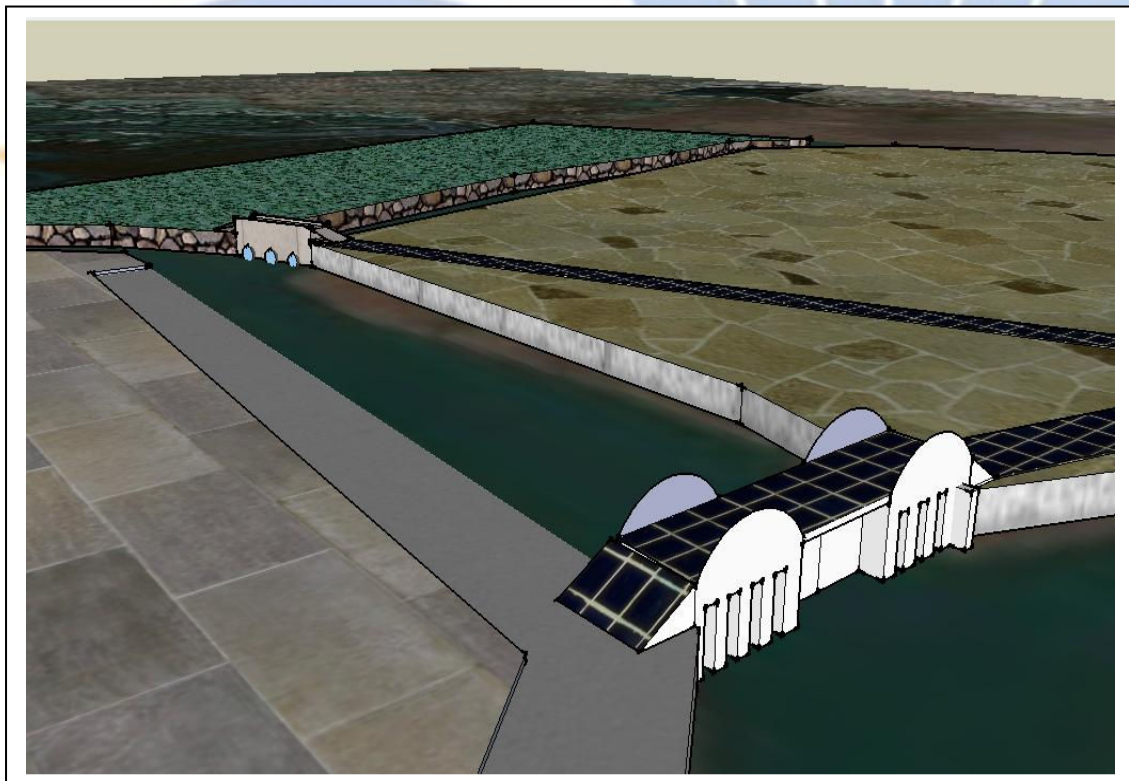
- ۱- ایجاد مرکز پژوهشی بهره گیری از انرژی جزر و مد
- ۲- اجرای پروژه پایلوت و دستیابی به فن آوریهای جدید در این عرصه
- ۳- استفاده از ساحل حوضچه مد برای طراحی اسکله های با عمق بالا و بهره گیری از ۳ الی ۴ متر افزایش عمق ناشی از آب مد
- ۴- طراحی و ساخت امکانات تفریحی و رفاهی در سواحل حوضچه مد
- ۵- ایجاد فضای مناسب جهت پرورش آبزیان
- ۶- توسعه اراضی پشتیبانی و افزایش چندین برابر ارزش اراضی
- ۷- فراهم آمدن مقدمات طرح توسعه بندر امام در ضلع مقابل اسکله های موجود
- ۸- افزایش ساحل قابل دسترسی جهت ساخت حداقل ۱۰ کیلومتر اسکله با عمق زیاد

نتیجه گیری : توسعه واحیای زمینهای ساحلی بندر امام خمینی(ره)

با مشاهده عکسهای هوایی بخوبی موقعیت استراتژیک سه جزیره نزدیک به مجتمع بندر امام خمینی (ره) مشخص می گردد ، مهمترین جزیره در موقعیت غربی اسکله های آن بندر واقع شده که در مطالعات گذشته نیز مهمترین گزینه برای توسعه آن بندر محسوب می شده است و با بهره برداری از این جزیره میتوان به مجتمع جدیدی با ۱۰ کیلو متر امکان ساخت اسکله و توسعه محوطه های بار انداز و ساخت انبار دست پیدا کرد، جزیره بعدی در شمال مجتمع بندر و بین مجتمع تا نزدیکی شهر بندر امام قرار گرفته که بلحاظ نزدیکی به شهر و جاده اصلی و بندر مکتبی ایدآل برای ایجاد کارخانه ها و توسعه مجتمعهای صنعتی خصوصا در بخش پتروشیمی می باشد ، جزیره بعدی نیز در شمال و غرب دو جزیره قبلی تا نزدیکی جاده اصلی آبادان - بندر امام واقع شده که موقعیتی ایدآل برای پروژه های تفریحی و سیاحتی محسوب خواهد شد، در واقع تنها مشکل اساسی جهت بهره برداری از این جزایر عدم امکان دسترسی به آنها خواهد بود که با ادغام پروژه های توسعه زمینهای ساحلی آن بندر با پروژه ساخت نیروگاه جزر و مدی و استفاده از سدهای این پروژه بعنوان پلهای دسترسی بین جزایر ضمن بهره مندی از تمام مزایای این نیروگاه تسهیل جدی در خصوص توسعه اراضی مذکور بعمل خواهد آمد ، حوضچه آب مد که بین جزیره غربی و جزایر شمالی ایجاد خواهد شد با توجه به امکان کنترل سطح آب مد بخوبی میتواند تا بیش از ۳ متر عمق آب ناشی از ارتفاع آب مد را جهت پهلو گیری کشتیهای با آبخور بالا ایجاد نماید بدیهی است این حوضچه قابلیتهای متعدد دیگری از جمله پرورش آبزیان و بهره برداری های تفریحات دریایی را در منطقه ایجاد خواهد کرد، در ادامه این مقاله تصاویر طراحی شده از آینده پروژه پیشنهادی ، ارائه می گردد:









منابع :

علاوه بر اندازه گیریها و مطالعات در محل وجستجو های اینترنتی:
* استاد راهنما: دکتر باسم الرضمان

- Technical report from energy (Clark R.H)
- Technical report from J.I.C.A
- General Energy (Constans J.A)
- Prototype Tidal Power Plant Actieves (Delory R.P)
- Tide In the Persian Gulf (Evans & Roberts)
- Energy Storage Systems (Kalhammer .R)
- Harnessing The Oceans Energy (O Kelly Fred) The Annapolis Tidal Power project (Report No 1323c)

نادر پسنده