

پتانسیل بالقوه سواحل مکران در استحصال انرژی های تجدید شونده

مرتضی حیدرزاده^۱، شهروزخان معصومی^۲، علی محمدی^۳^۱ استاد دانشکده مهندسی ناوبری و فرماندهی کشتی^۲ معاون آموزشی دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (نوشهر)^۳ رئیس آموزش و مدرس دانشکده مهندسی ناوبری و فرماندهی کشتی

چکیده

سواحل و آب های کرانه دریای عمان، فرصت مناسبی برای استحصال انرژی های نو می باشد. با توجه به محدودیت و اتمام سوخت های فسیلی، بسیاری از کشورها امروزه درصدد استفاده از انرژی های نو می باشند. سواحل مکران و همجواری و ارتباط با پهنه های آبی آزاد، شرایط ایده آلی را برای استفاده و بهره برداری از انواع انرژی های تجدید شونده فراهم نموده است. بهره برداری از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی امواج، جریان های دریایی، جزر و مد و باد در توسعه اقتصادی و رفاه منطقه دارای اهمیت بسیار می باشد. شرایط اقلیمی و موقعیت جغرافیایی مکران، سبب گردیده تا بتوان از همه ی پتانسیل های موجود بهره برداری نمود. در کشورهایی که فاقد منابع فسیلی می باشند، مطالعه های بسیاری جهت تولید برق از جریان های دریایی، باد، جزر و مد و امواج انجام گرفته است. مکران بعنوان یکی از مناطق بکر و مستعد جهت بهره برداری از این منابع، نیازمندی به گسترش مطالعات و اجرایی نمودن محصول نتایج تحقیقات بار احساس می شود. بکارگیری نتایج پژوهش ها و عملیاتی کردن آن، به یقین در ارتقا سطح زندگی، ایجاد شغل، گسترش صنایع دریایی و افزایش قدرت دریایی در منطقه موثر خواهد بود.

واژه های کلیدی: انرژی های تجدید شونده، انرژی امواج، جریان های دریایی، جزر و مد و باد، گسترش صنایع دریایی، افزایش قدرت دریایی.

۱- مقدمه:

دریا منبع عظیمی از انرژی است. دریا و زمین واقع در زیر دریا قادر است تمام انرژی مورد نیاز جهان را در سال های آینده تأمین کند. با توجه به نیاز روزافزون به انرژی و روند نزولی منابع سوخت فسیلی و گازهای طبیعی و همچنین آلودگی های ناشی از این سوخت ها باید به سرعت به سوی منابع جایگزین رفت. یکی از بهترین گزینه ها منابع انرژی تجدیدشونده دریا است. اقیانوس ها تقریباً سه چهارم سطح زمین را اشغال می کنند. اقیانوس و زمین زیر آن می تواند تمام انرژی مورد نیاز جهان را برای سالیان آتی تأمین کند. خورشید در هر ثانیه با تابش خود انرژی بیش از انرژی مورد نیاز جهان تولید می کند. تنها قسمتی از این انرژی به زمین می رسد. حدود ۱۵ درصد از انرژی تابشی که به زمین می رسد بازتاب شده و به فضا بر می گردد. ۳۰ درصد از این انرژی برای تبخیر آب استفاده می شود و باعث بارش باران می شود. انرژی تابشی توسط گیاهان، اجرام زمینی و اقیانوس ها جذب می شود. اقیانوس ها ۷۰ درصد از سطح زمین را می پوشانند و اکثر انرژی اقیانوس از خورشید گرفته می شود. تنها انرژی جذر و مد که توسط گرانش ماه حاصل می شود و انرژی ژئو حرارتی زیر اقیانوس خورشیدی نیستند.

۲- انرژی تجدید شونده

انرژی تجدید شونده از منابع انرژی که پیوسته توسط طبیعت جایگزین می شوند، خورشید، باد، آب، گرمای زمین و درختان و نباتات بدست می آید. قبل از پیشرفت صنعت این منابع تنها شکل انرژی قابل استفاده توسط انسان بود. طی ۱۵۰ سال اخیر، شهرنشینی به طور روز افزون وابسته به سوخت های فسیلی، زغال سنگ و گازهای طبیعی شده است. تکنولوژی انرژی تجدید شونده این سوخت ها به انرژی قابل استفاده، اغلب به صورت الکتریسیته، گرما، مواد شیمیایی و توان مکانیکی تبدیل می شود. به طور کلی استفاده از انرژی تجدید پذیر فوائد بسیاری دارد، در نگاهی کلی، موارد زیر را شامل می شود:

(۱) استفاده از منابع ایمن، محلی و دوباره تجدید شونده

(۲) کاهش وابستگی به انرژی های تجدید ناپذیر

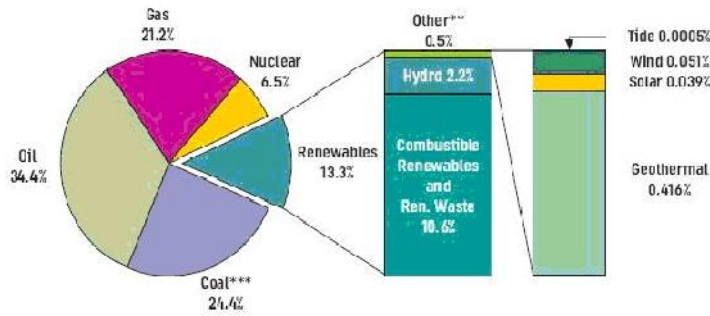
(۳) کمک به پاکیزه نگه داشتن هوا، آب و خاک

(۴) کاهش تولید دی اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه ای

(۵) ایجاد اشتغال در صنعت

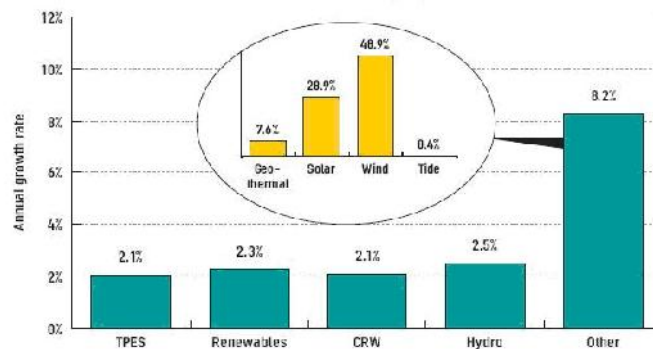
۳- بررسی آماری

(شکل-۱) انرژی حاصل از منابع مختلف را در جهان نشان می دهد. ۱۳,۳ درصد از این سوخت ها از انرژی تجدید پذیر بوده که ۲,۲ درصد آن از انرژی توان آبی ۱۰,۶ درصد از مواد سوختی تجدید شونده و ۰,۵ درصد دیگر از منابع تجدیدپذیر شامل ۰,۰۰۵ درصد جذر و مدی، ۰,۰۵۱ درصد باد، ۰,۰۳۹ درصد خورشید و ۰,۴۱۶ درصد ژئو حرارتی است.



شکل ۱- تولید انرژی از منابع مختلف در جهان

منابع تجدیدپذیر طی ۳۳ سال اخیر رشد سالیانه ۲,۳ درصدی داشته اند. گونه دیگر انرژی تجدیدپذیر در نمودار (شکل-۲) که از آن به تجدید شونده های جدید یاد می شود، نشان داده شده، که شامل: ژئو حرارتی، خورشیدی، بادی و جذر و مد است که سالیانه ۸ درصد رشد داشته است.



شکل ۲- انرژی های تجدید شونده های جدید

منابع تجدید پذیر سومین رتبه در تولید الکتریسیته جهانی را دارد. در سال ۲۰۰۳ سهم آنها ۱۸ درصد بوده است که پس از زغال سنگ (۴۰ درصد) و گاز طبیعی (۱۹ درصد) و قبل از منابع هسته ای (۱۶ درصد) و نفت (۷ درصد) قرار دارند.

۴- انرژی های قابل استحصال

انرژی قابل استحصال از اقیانوس را می توان به چهار صورت استخراج کرد :

۱- انرژی ناشی از اختلاف گرمایی اقیانوس Ocean thermal energy conversion

۲- انرژی امواج Energy Wave

۳- انرژی جذر و مد Energy tidal

۴- انرژی جریان های آبی Marine current energy

اما با توجه به اهمیت مبحث فوق در باب استخراج برق و ارتباط با سواحل دریایی مکران، هر یک از موضوعات را به اختصار تشریح می نمائیم .

۴-۱ انرژی ناشی از اختلاف گرمایی اقیانوس (OTEC) Ocean Thermal Energy Conversion

این نیروگاه ها با بهره برداری از اختلاف دمای میان سطح و عمق اقیانوس یک سیکل حرارتی باد و چشمه عظیم گرم و سرد تشکیل می دهند و از این راه می توان با استفاده از ایجاد بخار و تقطیر موادی مانند پروپان با آمونیاک سیکل حرارتی کاملی را تشکیل داد و بوسیله تجهیزات ویژه های انرژی مکانیکی و در نهایت انرژی الکتریکی تولید نمود.

۴-۲ انرژی امواج

انرژی امواج عمدتاً ناشی از تاثیر باد بروی سطح دریاست و باد، خود حالت خاصی از انرژی خورشیدی ست که به عنوان منبع انرژی پاک و تجدیدپذیر می تواند نقش مهمی در تامین نیازهای روزافزون انرژی جهان ایفا نماید. انرژی امواج نامنظم، نوسانی و دارای فرکانس پایین هستند که قبل از اضافه شدن به شبکه باید به فرکانس ۶۰ هرتز تبدیل شود. بر اساس برآوردهای انجام شده، کل انرژی امواج در جهان ۲ تراوات (۲ میلیون مگاوات) انرژی الکتریکی باشد. به طور تقریبی حداکثر ۲۰ درصد از این انرژی قابل استحصال است. تا اواسط دهه ۹۰ بیش از ۱۲ سامانه متمایز برای استحصال این انرژی پیشنهاد گردیده و اکنون تعداد بیشتری از سامانه های جدید معرفی شده اند که بهره برداری از تنها تعداد کمی از آنها از نظر اقتصادی و فنی امکان پذیر میباشد.

انرژی امواج را نمی توان در هر نقطه ای استحصال کرد. بهترین مناطق جهت احداث نیروگاه، نقاطی است که در آن ارتفاع موج زیاد باشد مناطق بادخیز عموماً بین عرض های جغرافیایی ۴۰ و ۶۰ درجه و یا تنگه های باریک، حاشیه جزایر و قطعات خشکی مرتفع کنار دریا محسوب می شوند. سواحل غربی اسکاتلند، شمال کانادا، جنوب آفریقا، و سواحل شمال شرقی و شمال غربی ایالات متحده آمریکا از نظر پتانسیل انرژی امواج غنی هستند. برآوردها حاکی از آن است که تنها در شمال غربی اقیانوس آرام امکان تولید ۴۰ تا ۷۰ کیلووات انرژی الکتریکی از هر متر از سواحل غربی وجود دارد. این سواحل بیش از ۱۶۰۰ کیلومتر طول دارند که به طور متوسط از هر کیلومتر از ساحل حداقل می توان ۱۰ مگاوات انرژی تولید کرد. فن آوری تولید انرژی از امواج شامل تهیه انرژی از موج و تبدیل آن به انرژی الکتریکی از طریق تبدیل اولیه، تبدیل با واسطه، تولید انرژی و انتقال انرژی است. مبدل های اولیه انرژی در طول سال های شروع تحقیقات، بسیار سریع توسعه یافتند. به طور کلی می توان مبدل های اولیه را به ۵ گروه تقسیم کرد.

جسم متحرک: این روش از انرژی موج برای حرکت دادن یک جسم و تبدیل حرکت آن به انرژی الکتریکی بهره می جوید. ستون نوسانگر آب (OWC): ستونی از آب در یک لوله بدون کف یا جعبه شناور روی سطح دریا بالا و پایین می رود و این حرکت تولید جریانی از هوا با سرعت زیاد می نماید که می تواند توربین را به حرکت در آورد. سطح فشرده شونده: از تغییرات فشار آب برای ایجاد هوای فشرده درون یک سامانه مغروق استفاده می کند. این فشار می تواند تبدیل به جریانی از هوا یا آب شود و به انرژی الکتریکی تبدیل گردد.

دستگاه سرریز کننده موج: در این روش، ارتفاع موج با کم کردن عمق آب افزایش پیدا کرده و آب تا ارتفاع بیشتری به بالا پمپ میشود. دستگاه های متمرکز کننده موج: تراز متوسط آب دریا را در نقاط مشخص افزایش داده و از روش های سازه های کیفی شکل و به تله انداختن امواج بلند استفاده می نماید.

این تقسیم بندی ها را می توان از لحاظ مکان نصب به صورت فراساحلی، نزدیک ساحل و در ساحل نیز در نظر گرفت. این سامانه ها ممکن است به حالت های مختلفی نصب شوند. ثابت در کف دریا، شناور روی آب، غوطه ور در زیر آب در مناطق فراساحلی و یا در بستر دریا در مناطق کم عمق ساحلی. می توان آنها را در منطقه فراساحلی به صورت کاملاً مغروق نصب کرد که در این صورت تاسیسات را می توان تا سطح آب هم امتداد داد. البته در عمل به جز بویه های ناوبری که از امواج برای تامین انرژی خود استفاده می کنند، بیشتر نمونه های عملی این سامانه ها در نزدیکی ساحل ساخته می شوند. با ساخت تاسیسات تبدیل انرژی موج در منطقه فراساحلی می تواند ۳ تا ۸ برابر بیشتر از مناطق ساحلی انرژی الکتریکی برداشت کرد اما هزینه های ساخت تاسیسات فراساحلی و خطوط انتقال برق فراساحلی آنقدر زیاد است که پروژه را غیر عملی می سازد.

۴-۳ انرژی جزرو مد

تاریخچه استفاده از انرژی جزر و مد به قرن یازدهم میلادی برمی گردد، سدهای متعدد کوچکی در دهانه نهرها ساخته می شد و از آب پشت آنها جهت آسیاب کردن غلات و گندم استفاده می گردید. انرژی جزر و مد معمولاً توسط سامانه هایی شبیه سدهای هیدرولیکی معمولی مهار می شود. در هنگام بالا آمدن آب مخازنی در ساحل پر شده و آبی که در آن به دام افتاده است در هنگام پایین رفتن تراز آب از دریچه های سد عبور داده می شود و توربین های آبی را برای تولید برق می چرخاند. البته می توان در صورت وجود شرایط مناسب منطقه ای و تاسیسات لازم، در هنگام بالا بودن تراز آب هم عکس این عمل را انجام داد و از یک جزر و مد دو بار انرژی استحصال کرد.



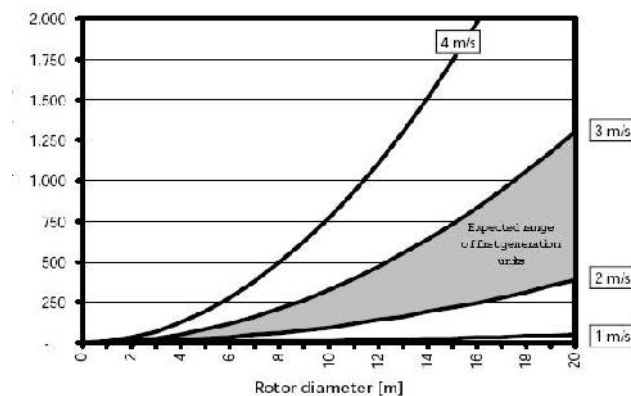
شکل ۳- نیروگاه جزر و مدی در فرانسه با ظرفیت MW۲۴۰ و تولید ۶۰۰ گیگاوات ساعت برق

برای بهره برداری اقتصادی از این سامانه ها، اختلاف تراز آب در حالت جزر و حالت مد باید متوسطی معادل حداقل ۵ متر داشته باشد که طبق مطالعات تنها ۴۰ نقطه در دنیا چنین اختلاف تراز را تجربه می کنند. نود درصد کل انرژی که در دنیا به این روش تولید می شود تنها در یک

کشور و در منطقه La Rance فرانسه است که اولین نیروگاه جزر ومدی جهان نیز به شمار می آید. این نیروگاه در طول ۶ سال از ۱۹۶۰ تا ۱۹۶۶ ساخته شده و ۲۴۰ مگاوات ظرفیت تولید برق دارد.

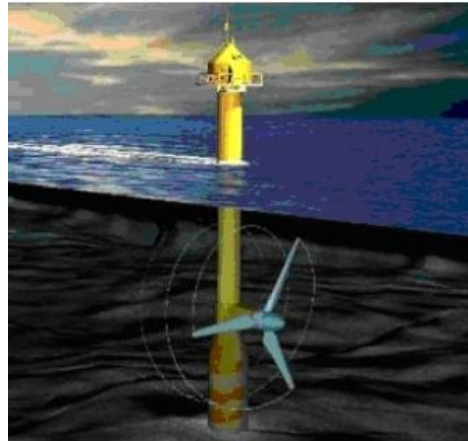
۴-۴ انرژی جریان های آبی

آب اقیانوس مدام در حال حرکت است. جریان های اقیانوسی در الگوهای مختلفی حرکت می کنند که تحت تاثیر باد، شوری آب، دما، ساختمان کف اقیانوس و چرخش زمین قرار دارد. جریانات اقیانوسی توسط باد و گرمای آب نزدیک استوا در اثر خورشید ایجاد می شوند. البته، برخی از این جریانات نیز از اختلاف چگالی و شوری آب حاصل می شوند. این جریانات نسبتاً ثابت اند و تنها در یک جهت جریان دارند. جریانات اقیانوسی با سرعت کمتر از سرعت باد حرکت می کنند ولی بخاطر چگالی زیاد آب مقدار قابل توجهی انرژی حمل می کند. آب ۸۰۰ برابر چگالتر از هواس است بنابراین برای مساحت سطح یکسان، آب با سرعت ۱۲ مایل بر ساعت، همان فشاری را اعمال می کند که باد با سرعت ۱۱۰ مایل بر ساعت. توان کلی جریانات اقیانوسی حدوداً در همان حد مصرف الکتریسیته جهانی می باشد. استخراج انرژی تنها در نواحی محدودی که جریانات نزدیک محیط اقیانوس (سواحل) متمرکز است، عملی بوده و یا در تنگه ها و گذرگاه های باریک بین جزایر و پستی و بلندی ها. بنابراین تنها بخشی کوچکی از انرژی کل، قابل تبدیل به انرژی الکتریکی و یا صور دیگر انرژی است. توان جریان، متناسب با مکعب سرعت جریان است. برای جریانات جذر و مدی نزدیک ساحل مدخل رودخانه و در کانال های بین خشکی و جزیره، سرعت جریان به صورت سینوسی با زمان تغییر می کند، با پیروی که بستگی به مولفه های مختلف جذر و مدی دارد. سایت هایی که برای بهره برداری مناسب اند (مقرون به صرفه بودن از لحاظ اقتصادی) ماکزیمم سرعت جریان های بیش از ۱/۵ دارند. برای سایت های با جریانات غیر نوسانی، ماکزیمم سرعت جریان ممکن است ۱ باشد، منابع مناسب جهت بهره برداری از انرژی جریان های آبی در بیشتر اروپا و در اطراف انگلستان، ایرلند، یونان، فرانسه و ایتالیا قرار دارند. در این نواحی ۱۰۶ محل مشخص شده و تخمین زده می شود که با استفاده از تکنولوژی روز بتوان ۴۸ (تریلیون وات ساعت بر سال) از برق اروپا را تامین کرد. لازم به تذکر است که، محل هایی با پتانسیل بالا در فیلیپین، ژاپن، استرالیا، آفریقای شمالی و آمریکای جنوبی شناسایی شده اند. سریعترین جریانات غیر جذر و مدی اقیانوسی با فرآیندهای پیچیده شامل جذب تابش خورشیدی توسط اتمسفر و اقیانوس انجام می شود. این امر با تبدیل و توزیع مجدد از استوا به سمت قطب ها با حرکت جریان های هوا و آب و در نهایت تمرکز جریانات اقیانوسی روی لبه های غربی اقیانوس (یا سواحل شرقی) با چرخش زمین انجام می شود. Gulf stream در اقیانوس اطلس، kuroshi در اقیانوس آرام (ژاپن) و Agul as-somali در سواحل شرقی آفریقا سیستم های جریان دریایی اصلی را تشکیل می دهند. روش بسیار متداول برای بهره برداری از جریانات استفاده از توربین است که عمود بر جهت جریان در بستر دریا قرار می گیرد و یا از سکوی شناوری آویزان می شود. توان قابل استخراج بصورت تابعی از قطر پروانه توربین برای چندین سرعت جریان در نمودار (شکل-۴) آمده است.



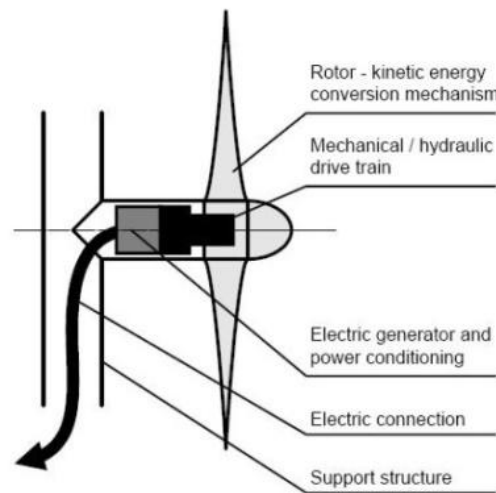
شکل ۴ - توان قابل استخراج بصورت تابعی از قطر چرخنده توربین برای چندین سرعت جریان

(شکل-۵) یک توربین جریان محوری را نشان می دهد. در آب های کم عمق (عمق ۲۰-۳۰ متر) قرار دادن توربین در بستر دریا مناسب تر و ساختار توربین شناور در آب های عمیق (عمق بیش از ۵۰ متر) مناسب می باشد.



شکل ۵ - نمایی از یک توربین جریان محور

(شکل- ۶) دستگاهی را در انگلستان با 300 kw بنام sea flow نشان می دهد، سرعت جریان در این سایت ۲/۵ متر بر ثانیه است .



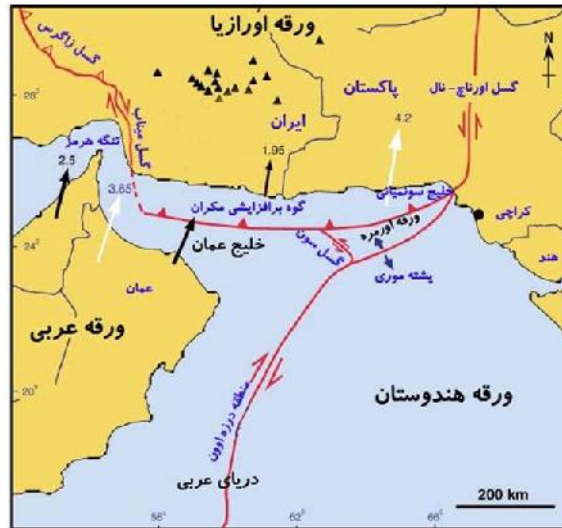
شکل ۶ - دستگاهی با 300 kw بنام sea flow

چالش های موجود در استفاده از انرژی جریان های دریایی :

- ۱) ایجاد کاویتاسیون (cavitation) روی دستگاه ها باعث خوردگی قطعات و افت بازدهی می شود
- ۲) تاثیر بروی محیط زیست دریا و تغییر الگوی انتقال رسوب و رسوبگذاری
- ۳) قابلیت اطمینان از مدت کاربری (به دلیل هزینه نگهداری بالا)
- ۴) خوردگی و فرسایش دستگاه ها در آب به علت شوری محیط

۵- ویژگی های سواحل مکران و دریای عمان

دریای عمان با شکل مثلثی بین کشورهای ایران، عمان و پاکستان قرار دارد. حداکثر طول آن از شمال غرب تا جنوب شرق ۹۵۰ کیلومتر و حداکثر پهنا آن از شمال شرق به جنوب غرب حدود ۳۴۰ کیلومتر است. این حوضه کوچک اقیانوسی، باقیمانده یک اقیانوس وسیع قدیمی به نام نئوتتیس است که به علت برخورد ورقه عربی به اوراسیا کوچک شده است. دریای ژرف عمان، از راه تنگه هرمز به خلیج فارس که یک دریای اپی کنتیننتال کم ژرفا است، متصل می شود. در مرکز حوضه، یک خیز قاره ای باریک و یک پهنه عمیق وسیع وجود دارد. پهنه عمیق دریای عمان بیش از ۳۴۰۰ متر ژرفا دارد. (شکل-۷)



شکل-۷ دریای عمان و کرانه های مکران

دریای عمان در ارتباط مستقیم و گسترده با دریای عرب و اقیانوس هند است و جزو دریاهاى عمیق محسوب می شود. آب دریای عمان بطور میانگین شوری ۳۷ PSU دارد. حداکثر دمای سطح آب در مرداد ماه به ۳۲ و حداقل دمای سطح آب در دی ماه به حدود ۱۹/۸ درجه سانتیگراد می رسد .

جزر و مد در دریای عمان نامنظم است و از شرق به غرب بیشتر می شود. در بخش شرقی حدود دو متر و در دهانه تنگه هرمز به حدود ۳/۵ متر می رسد. اختلاف ارتفاع حالت جزر و مد در قسمت شرقی دریای عمان حدود ۳ متر است که هر چه به سمت تنگه هرمز پیشروی شود این اختلاف بیشتر می شود تا اینکه در تنگه هرمز به حدود ۵،۵ متر می رسد. توان نهفته در امواج با مراجعه به دامنه و دوره تناوب حرکت موج متناسب می باشد. لذا امواجی با دوره تناوب و دامنه بزرگ به منظور استحصال انرژی از کاربرد بیشتری برخوردارند. اختلاف ارتفاع بین آب دریا و زمان مد (بالا آمدن آب) و در زمان جزر (پایین رفتن آب) سبب ایجاد منبع بالقوه ای کشور ایران با توجه به جزر و مدهای قوی در مناطق ساحلی جنوب کشور از جمله شمال خلیج همیشه فارس و دریای عمان توان تولید انرژی که ناشی از جزر و مد دریاها و اقیانوس ها می باشد جهت کسب انرژی می گردد. استخراج چنین انرژی زمانی عملی می باشد که از سویی انرژی زیادی در اثر جزر و مدهای بزرگ متمرکز گردیده باشد و از سوی دیگر شرایط جغرافیایی محل نیز امکان احداث نیروگاه جزر و مدی را فراهم آورده باشد. بادهای موسمی در کرانه های ساحلی به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) بادهای موسمی شمال شرقی در طی فصل زمستان

ب) بادهای موسمی جنوب غرب در طی فصل تابستان

در حاشیه شمالی سیستم های جوی گرمسیری قرار دارد بطوریکه این دریا در معرض وزش بادهای موسمی مونسون قرار می گیرد. از آنجا که تغییرات فصلی در این دریا چندان طولانی نیست لذا این تغییرات موجب جریان های دریایی نمی گردد. جهت جریان های سطحی آب در مکران در همه جا یکسان نیست و کاملاً به جهت وزش باد بستگی دارد.

در فصل تابستان که بادهای موسمی جنوب غربی در دریای عمان حاکم هستند آب به داخل دریای عمان در جهت شمال غربی جریان دارد و یک جریان سطحی از دریای عمان به خلیج فارس وجود دارد. در فصل زمستان که بادهای موسمی شمال شرقی حاکم می شوند آب به خارج دریای عمان جریان می یابد. بادهای شدید در دریای عمان در بهار و زمستان می وزند که شدت وزش این بادهای در ماه های دی و بهمن بیش از سایر ماه ها است.

۶- نتیجه گیری

۱- موقعیت سواحل مکران و شرایط خاص جغرافیایی آن ، می تواند فرصت خوبی را برای مطالعات گسترده در زمینه انواع انرژی های پاک را فراهم آورد

۲- با توجه ارزش استحصال انرژی های پاک ، مطالعات گسترده و کاربردی در کشورهای مختلف ، مطالعات در این زمینه و هم راستا با طرح های توسعه ای منطقه مکران بسیار سودمند خواهد بود .

۳- یکی از مشکلات ناشی از استفاده از انرژی های تجدید شونده این مسئله است که فقط نقاط خاصی در پهنه های آبی دارای پتانسیل استفاده از آن را دارا می باشد که لزوماً در نزدیکی محل های مصرف نمی باشد لذا ساخت تأسیسات کوچک در محل های مناسب می تواند باعث مصرف انرژی در همان منطقه باشد.

۴- ارائه شرایط مساعد برای بخش خصوص جهت مطالعه و اجرای پروژه های متناسب با منطقه مورد نظر می تواند فرصت خوبی جهت ایجاد یک پایگاه بزرگ علمی کاربردی را در کشور ایجاد نماید .

مراجع:

- ۱- احمدی نژاد . مهیار. تکنولوژی های استحصال انرژی الکتریکی از جریان های دریایی. شرکت مهندسی مشاور نیروی آذربایجان. ۱۳۸۰.
- ۲- کریمی پور. یدالله / محمدی. حمیدرضا / تفاوت های راهبردی سواحل ایران / پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی / آذرماه ۱۳۸۹
- ۳- حسن زاده . اسماعیل . نجار . حسن . مطالعه دمای سطح آب و انتقال اکمن در ناحیه خلیج فارس . مجله پژوهش فیزیک ایران، جلد ۳ . شماره ۳ . ۱۳۸۱ .
- ۴- دلاوری. احسان . قره باغی. احمدرضا . چناقلو. محمدرضا. مطالعه پدیده شکست امواج دریا و ارائه روابطی جهت پیش بینی مشخصات امواج شکننا. پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران. ۱۳۸۹ .
- ۵- رئیس السادات. سید محمد رضا . بنزاده ماهانی. محمدرضا. مدلی برای گردش آب ها در خلیج فارس. مجله علمی و فنی سازمان هواشناسی ((نیوار)). شماره ۵۰ ، ۱۳۸۲ .
- ۶- حیدرزاده. مرتضی. حسینی ارانی. امیر. اقیانوس شناسی. دانشگاه علوم دریایی امام خمینی. ۱۳۸۹
- ۷- آزموده اردلان . علیرضا. تعیین توپوگرافی سطح آب در خلیج فارس و دریای عمان از طریق تلفیق مشاهدات GIS و اطلاعات تاییدگیج ها. نشریه دانشکده فنی. جلد ۳۷ ، شماره ۲، شهریور ماه ۱۳ .
- ۸- حسنزاده، ح. خدابخش، ف. حسینی بالام و ش. ناهید. اثرات النینو روی پارامترهای فیزیکی و جوی در دریای عمان. کنفرانس فیزیک ایران، سبزوار. شهریور ۱۳۸۰
- ۹- آصفی، وحید؛ هاشمی، علی؛ تبدیل انرژی موج دریا به انرژی الکتریکی، تز کارشناسی زیر نظر دکتر فرداد، دانشکده مکانیک، دانشگاه علم و صنعت، مهر ۱۳۷۵

1-Hoexter . Michael .The Renewable Electron Economy Part V.6: Marine Renewable Energy 5 September, 2007.

2- Levitus, Climatology Atlas of the World Ocean ,National Oceanic and Atmospheric Administration ,Washington D C (1994).

3- G L Pickard, and W J Emery, "An introduction to descriptive physical oceanography" 5th (SI) Enlarged Edition (1995).

<http://terraverde.wordpress.com>

<http://www.parsmine.com>

<http://www.inio.ac.ir>