إسهام تيارات المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية

إعداد:

أيمن معتصم عبد الله فرج

محمد الطيب عبد المجيد مختوف

بحث كمطلوب تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

أكتوبر 2011م

إسهام تيارات المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية

إعداد:

أيمن معتصم عبد الله فرج 062009

محمد الطيب عبد المجيد مضوي 062024

بحث كمطلوب تكميلي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

أكتوبر 2011م

الآيــــة

قال تعالى في كتابه العزيز:

(هو الذي جعل لكم الشمس ضياء والقمر نوراً وقدره

منازل لتعلموا عدد السنين والحساب ما خلق الله ذلك

إلا بالحق يفصل الآيات لقوم يعلمون)

صدق الله العظيم

سورة يونس الآية (5)

الإهـــداء

إلى من أرضعتني الحنان وعلمتني معنى المحبة والتسامح

**أمي الحنونة **

إلى الذي لم تفتر له عزيمة يوما من حمل شعلة الكفاح سعياً وراء نجاحنا

أبي العزيز

لمن سهروا .... وتعبو من أجل تمهيد طرق العلم لنا

لمن احترقوا ليجعلوا طريق العلم لنا نبراس نقتبس منه حلاوة الحياة ... ولكل من أعطى من غير أن ينتظر ثناء

**أساتذتي الأجلاء **

إلى الذين ما بخلت أياديهم ولم يتوانى حرصهم يوماً في شحذ همتي ودعم وتقويم سيرتي

إخواني وأخواتي

والى رفقاء الدرب الطويل .... وألى أبناء عطبرة الطيبين الذين قضينا معهم أجمل اللحظات التي لا تنسى وتظل عالقة في الوجدان راسخة لا تمحوها الأيام

الزملاء والأصدقاء

إلى كل هؤلاء نهدي ثمرة جهدنا المتواضع آملين أن يكون نواة انطلاق لنا نحو واجبنا تجاه وطننا الحبيب

الباحثان

الشكر و العرفان

الشكر أولاً وأخيراً للمولي عز وجل الذي نعمه علينا لا تحصى ولا تعد ومن

هذه النعم أن وفقنا لإكمال هذا المشروع فلله الحمد والشكر...

هذه محاولة منا قاصرة متواضعة نمشي علي استحياء كل ما نرجوه

هو أن نكون ساهمنا ولو بشيء قليل في عمل هذا المشروع ...

والآن آن لنا أن نتقدم بأجل آيات الشكر والعرفان إلي كل من

وقف بجانبنا وأزجي لنا النصح والإرشاد

وعلي رأسهم الأستاذ الجليل: **أسامة محمد المرضي**

الذي وجدناه زخراً للعلم والمعرفة والذي لم يبخل بشيء من علمه ووقته

كما نتقدم أيضا بالشكر لأسرة كلية الهندسة والتقنية .

ونتقدم أيضا بالشكر لكل الذين مدو

إلينا يد العون لإظهار هذه البحث بالصورة المتواضعة .....

الملخص:-

يتناول هذا البحث إسهام تيارات المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية .حيث تحدث عن تعريف ظاهرة المد والجزر والتفسيرات الفيزيائية لها وظاهرة الرنين.وأيضا تطرق إلي التحدث عن المحطات المدية وطرق توليد الطاقة وشروط الاستخدام . وأيضا احتوى علي دراسة حالة لبيئة للبحر الأحمر كمقترح لمعرفة مدي إمكانية استفادة السودان من هذا المصدر من مصادر الطاقة المتجددة.ومن خلال هذه الدراسة اتضح أن إمكانية إنشاء محطة في البحر الأحمر تعمل بالمد والجزر ضعيفة .

فهرس المحتوي

الرقم	الموضوع	الصفحة
	الايه	I
	الإهداء	II
	الشكر والعرفان	III
	الملخص	V
	فهرس المحتوى	VI
	فهرس الأشكال	VIII
	فهرس الجداول	X
	الفصل الأول المقدمة والأهداف	
1.1	المقدمة	1
2.1	الأهداف	3
	الفصل الثاني البحث النظري	
1.2	تعريف ظاهرة المد والجزر	4
2.2	أنواع المد والجزر	4
3.2	التفسيرات الفيزيائية لظاهرة المد والجزر	6
4.2	الرنين الموقعى	9
5.2	الآفاق المستقبلية لطاقة المد والجزر	10
6.2	الإمكانيات العالمية	12
	الفصل الثالث محطات المد والجزر وطرق التوليد	
1.3	توليد الطاقة	14
2.3	العوامل الفنية	15
3.3	العوامل البيئية	20
4.3	طرق التوليد	20
5.3	شروط الاستخدام	25
6.3	محطات المد والجزر الطافية	25
	الفصل الرابع دراسة حالة البحر الأحمر	
1.4	البحر الأحمر الجيولوجية وتاريخ شكل البحر الأحمر	26
2.4	الحدود والبعد الجغرافي	26
3.4	قياس الأعماق	26
4.4	الأحوال الجوية	28
5.4	نسائم البحر الأحمر	29
6.4	درجة حرارة الرياح	29
7.4	التبخر	30
8.4	الظروف الهيدروغرافية	30
9.4	المد والجزر	31
10.4	تيارات المد والجزر	32
11.4	درجة الحراره	32

فهرس الإشكال

رقم الشكل	الشكل يوضح	رقم الصفحة
1.2	أنواع المد	6
2.2	تأثير الشمس والقمر علي المد والجزر	8
3.2	مخطط لمحطة في بريطانيا تنشاء حاليا	11
4.2	العنفات التي تعمل في اتجاهين	11
5.2	الموقع المؤهلة لاستقلال طاقة المد والجزر	13
1.3	توليد الطاقة الكهربائية من المد والجزر	15
2.3	توليد الفيضان	15
3.3	التوليد في حالة الجزر	16
4.3	التوليد في حالة الفيضان وفي حالة الجزر	16
5.3	صورة فنية لمخطط التوليد	16
6.3	عنفه توربين علي شكل بصلة	17
7.3	توربين توليد داخل إطار	17
8.3	عنفه توربين أنبوبي	18
9.3	أنواع المنظومات التي يستخدم فيها الضخ بين الأحواض	19
10.3	عنفه توربين في حجرة كونكريتيه تحت الماء	19
11.3	مقطع عرضي لمحطة Rance	21
12.3	عنفة توربين الطريقة الشاطئية	21
13.3	مكونات محطة التوليد الشاطئية	23
14.3	طريقة الأبراج	24
15.3	العنفات التي تثبت إلي قاع البحر	24

فهرس الجداول

رقم الجدول	الجدول يوضح	رقم الصفحة
1.2	إمكانيات الطاقة المنتجة في العالم	12

الفصل الأول

مقدمة

1.1 مقدمة عامة :

ظاهرة المد والجزر تحدث بصورة يومية في بحار العالم ومحيطاته ، وتلعب هذه الظاهرة دوراً في تقرير طابع حياة البشر وكسبهم لعيشهم اليومي بل يفرض علي بعضهم تكييف أوقات عمله مع دورة المد والجزر اليومية فالذين اعتادوا علي السفر في الماضي بين المدن الواقعة علي البحار يعرفون إن حركتهم من المواني واليها كانت محكومه بأوقات المد والجزر، ومن هنا كان تأثير حركة المد والجزر في حياة البشر وهنالك احتمال أن تؤثر بشكل اكبر إذا تطورت الأبحاث الحالية في مجال استخدام حركة المد والجزر في إنتاج الطاقة الكهربائية .

يعتمد إنتاج الكهرباء من المد والجزر علي منسوب الماء الذي يرتفع في حالة المد وينخفض في حالة الجزر ونجد أن الفرق في ارتفاع المياه يشكل مصدراً كبيراً للطاقة وخاصة إذا أخذنا في الاعتبار ملاين الأمتار المكعبة من الماء التي تتعرض لهذه الحركة ونجد أن هنالك تشابه بين طرق إنتاج الكهرباء من المصادر الكهرومائية الاخري كالسدود التي تستخدم في الكثير من بلدان العالم وحركة المد والجزر.

في العادة يتم حجز المياه إثناء حالة المد وتمنع من الانحسار عن الشاطئ فتبقي علي مستوي اعلي من مياه البحر الاخري في حالة الجزر هذا الفرق في الارتفاع هو الذي يمكن الاستفادة منه في تشغيل التوربينات لإنتاج الطاقة الكهربائية .

استخدم الإنسان هذا المصدر للطاقة قبل مئات السنين وقبل بدء عصر الكهرباء فقد اعتاد سكان المناطق الساحلية في أوربا " وخاصة تلك التي يتوفر فيها منسوب عالي للمياه إثناء حركة المد " من استعمال طاقة المد في تشغيل طواحين القمح لإنتاج الدقيق وكانت فكرت الأوربيين في العصور

الوسطي تقوم علي حجز المياه حين ارتفاعها في أحواض طبيعية تشبه البرك الكبيرة وكانوا يقومون بإنشاء بوابات علي العنق الواصل بين البحر والبرك . وعندما يرتفع منسوب المياه وقت المد يقومون بإغلاق هذه البوابات وحجز المياه في البرك . بعد ذلك تفتح البوابات الموجودة علي قنوات تصل مابين البرك والطواحين وبهذا كان باستطاعتهم تشغيل مطاحن القمح بواسطة حركة المد .

لا تختلف ألفكره الحالية عن فكرة الأوربيين كثيراً إذ إنها تعمل علي الاستفادة من الفرق في منسوب المياه في حالتي المد والجزر ، وقد أدخلت تحسينات كثيرة علي ألفكره ووضعت مقترحات بزيادة كفاءة استخراج الطاقة .

بعد دخول الإنسان عصر الكهرباء أخذ المهندسون يفكرون في الاستفادة من المد والجزر في إنتاج الكهرباء ففي العام 1919 م أقترح المهندس الأمريكي ديكستركوير بناء محطة كبيره تعمل علي حركة المياه إثناء المد والجزر في خليج باساما كودي في أمريكا ، وكانت فكرة ديكستر كوبر تعتمد علي بناء سد ضخم لحجز المياه في الخليج لكن لم ينفذ هذا المشروع بسب رفض الحكومة الأمريكية من تخصيص إعتمادات لتمويل المشروع .

وفي العام 1940 م دخل المهندس الفرنسي روبرت جبرات حقل توليد الطاقة من المد والجزر في نهر ألران لكنه واجه نفس مصير المشروع الأمريكي،وبعد دراسة للمشروع توصل إلي إن استغلال مصدر الطاقة هذا يحتاج إلي نوع جديد من التوربينات لم يكن موجود في ذلك الوقت فكانت فكرة المهندسين الفرنسيين تقوم علي انه إذا أريد الاستفادة من طاقة المد والجزر فلا بد من تصميم توربين يعمل إثناء حركة المياه في كلا الاتجاهين.

بدأ المهندسون الفرنسيون العمل علي تصميم التوربين الجديد منذ العام 1943وبعد جهود كبيره تمكنوا من إنتاجه وهو ما يعرف بتوربين كابلان .وكانت قوته 9ميغاوات وقد بدءوا في إقامة السد

المطلوب علي نهر ألران وقاموا بتركيب 24 توربينا في المحطة .في العام 1967 اكتمل إنشاء المشروع وبدأ إنتاج الطاقة الكهربائية .

أما المشروع الأخر الذي تم إنشاؤه وينتج الطاقة الكهربائية أيضا يقع في منطقة مرمنسك في كسلابا غوبا في الاتحاد السوفيتي سابقا.وتبلغ الطاقة الانتاجيه لهذا المشروع 2000كيلو واط .وتم الانتهاء منه في العام1969 ويعمل المشروع السوفيتي علي فارق منسوب المياه بين المد والجذر مقداره 11قدما بينما المشروع الفرنسي يعمل علي فارق اكبر.

2.1الهدف من البحث :

يهدف البحث إلي دراسة إمكانية الاستفادة من المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية وذلك بالاستفادة من ارتفاع المياه في حالة المد وانحسارها في حالة الجزر.كذلك يهدف البحث إلي مدي إمكانية إنشاء مشاريع من هذا النوع في السودان.

الفصل الثاني

البحث النظري

1.2تعريف ظاهرة المد والجزر:

تعتبر حركة المد والجزر احدي الظواهر الطبيعية التي تحدث في البحار والمحيطات علي سطح الكرة الأرضية ، طاقة المد والجزر أو الطاقة القمرية هي نوع من طاقة الحركة التي تكون مخزونه في التيارات الناتجة من المد والجذر.

المد:هو ارتفاع الماء في الأحواض المكونة للبحار والمحيطات والجزر هو العكس أي انحسار الماء

مدي المد: هو المسافة الرأسية في مستوي الماء بين أقصي مد وادني جزر .

وتحدث ظاهرة المد والجزر نتيجة لقوتان هما :

1/ قوة الجذب والطرد المركزي للأرض نتيجة لدورانها حول محورها .

2/ قوة الجذب المتبادل بين الأرض والقمر من ناحية وبين الأرض والقمر والشمس من ناحية أخري .

فالأرض تدور حول محورها فتتولد قوة طرد وجذب للأشياء علي سطحها وبما أن الماء كتله مرنه فهو يستجيب لتلك القوي ، ونجد أن عامل الشمس يعمل علي تقوية أو إضعاف قوي القمر، تحرك قوي المد كتل المياه غاية في الضخامة ، وفي تجربه قام بها علماء في خليج فندي وجدوا أن حوالي 100 مليون طن من المياه تتحرك يوميا وتتأثر بقوة المد والجزر .الجدير بالذكر أن كلا من الشمس والقمر يؤثران في ظاهرة المد والجزر ولكن بنسب مختلفة وليس سببها القمر فقط ، حيث تبلغ نسبة تأثير القمر 70% ونسبة تأثير الشمس 30%.

2.2 أنواع المد والجزر:

هنالك أنواع عديدة للمد منها المد العالي والمد المنخفض والمد اليومي وهي موضحه في الشكل (1.2) وهي:

1/المد العالي Spring Tide :

و يحدث هذا النوع من المد مرتين شهريا الأولي عندما يكون القمر(هلال New moon)في بداية الشهر العربي وفيها يكون القمر والأرض والشمس الثلاثة علي استقامة واحدة فتتحد قوي المد بتداخل قوي القمر والشمس ويكون القمر بين الأرض والشمس ،والثانية عندما يكون القمر بدرFull Moon ويكون الثلاثة(الشمس،القمر،الأرض)علي خط واحد لكن هذه المرة الأرض تقع بين الشمس والقمر أي لا يوجد اتحاد في القوي ويكون المد اقل من الحالة الأولي.

2/المد المنخفض أو ألمحاقيNeap Tide :

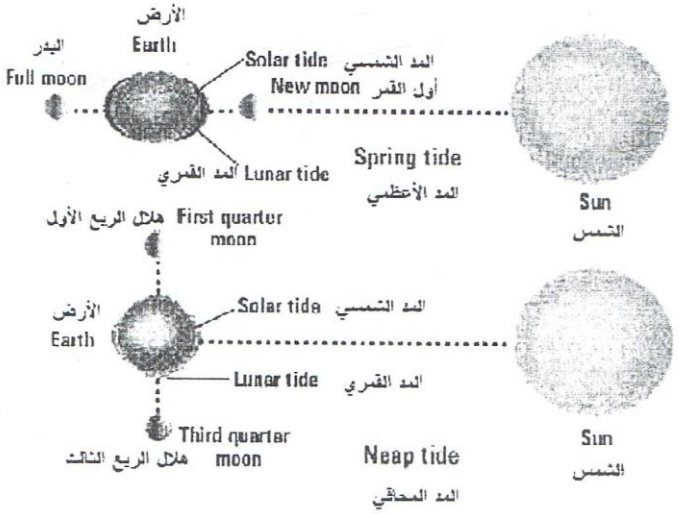
وفيه تكون الأرض والشمس علي خط واحد ولكن القمر يكون عمودي علي الأرض أي يشكل زاوية قائمه Right Angle مع الأرض ويحدث ذلك في بداية الأسبوع الثاني وبداية الأسبوع الرابع من الشهر العربي ويقل ارتفاع الماء بسبب تشتت قوي المد.

3/أنواع المد اليومي:

1/المد النصف يومي ويتكون من مدين وجذرين متساويين في الارتفاع والانخفاض علي التوالي في نفس اليوم القمري كما يحدث في البحر الأحمر والخليج العربي وإن كان الأمر في الخليج العربي معقد.

2/المد اليومي يتكون من مد واحد يليه جزر واحد في نفس اليوم القمري كسواحل ألاسكا وخليج المكسيك.

3/المد المختلط ويتكون من مدين و جزرين متتاليين في اليوم القمري الواحد ولكن المد الأول اعلي ارتفاعا من المد الثاني والجزر الأول يكون الماء فيه أكثر انحسارا من الثاني ويحدث ذلك في المحيط الهندي والأطلسي. يأخذ المد في البحر الأحمر 6 ساعات يليه الجزر 6 ساعات ثم مد ثم جذر في كل دوره يتقدم 40 دقيقه عن ميعاده فمثلا إذا بدأ المد اليوم الساعة 12 ظهرا فانه يبدأ غدا الساعة 11و20 دقيقه.



شكل (1.2)يوضح أنواع المد

3.2التفسيرات الفيزيائية لظاهرة المد والجزر:

تغير ارتفاع الماء أثناء المد والجزر يحدث بصوره أساسية نتيجة للتجاذب بين الأرض والقمر فخلال اليوم الواحد تنتج قوة جذب علي أي نقطة من الكرة الأرضية ويحدث المد والجزر في مياه البحار مرتين في اليوم ويكون اقل من المتوقع بسبب تأثير قوة جذب الشمس للأرض ، وبسبب طبوغرافية كتلة الأرض اليابسة والمحيطات .

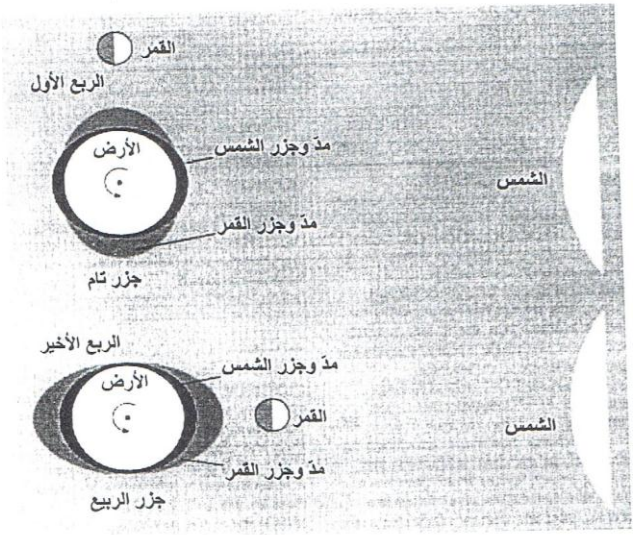
إن التحليل التفصيلي للتجاذب بين الأرض والقمر والشمس معقداً جداً ، ويمكن تبسيط شرحه بدءاً بالجذب بين الأرض والقمر ، فقوة جذب القمر تسحب البحر علي جانب الأرض القريب منها باتجاه القمر ، بينما تكون البحار البعيدة عن الجذب القمري ذات تأثير اقل وتبتعد عن القمر .

وبسبب دوران الأرض حول محورها فان الجذب القمري يقوم بتسلسل المد والجزر بمعدل مرتين في اليوم ، وبما أن القمر يدور في مداره حول الأرض فان توقيت المد العالي في أي نقطة يتغير بحوالي

50 دقيقة كل يوم ، كما أن طلوع القمر يتأخر كل يوم 50 دقيقه يومياً في المتوسط ، وهذا التسلسل الأساسي يتم خفضه من قبل الشمس ، فبالرغم من أن الشمس اكبر كثيراً من القمر ، إلا إنها ابعد كثيراً عن الأرض، وتأثير القمر علي البحار يتجاوز ضعف تأثير الشمس ، والتأثير النهائي يعتمد علي دورانها النسبي.

وعندما يكون القمر والشمس في خط واحد مستقيم مع الأرض فأن تأثير الجذب يكون اشد والنتيجة هي حدوث زيادة في المد المعتاد (مد عالي أو تام spring tide) وعندما يشكل القمر والشمس زاوية قائمة مع الأرض فان النتيجة حدوث خفض في الجزر المعتاد (جزر تام neap tide) والمده بين المد التام والجزر التام يكون حوالي 14يوماً ، وهي تقريباً نصف (29.5 يوم) والتي هي دوره القمر حول الأرض كما في الشكل (2.2) ،والنسبة بين اعلي مد وأوطئ جزر يمكن أن تكون أكثر من اثنين إلي واحد.

إن قوة جذب الشمس اكبر بكثير من قوة جذب القمر بحوالي 177 مره، ولكن تأثيرها علي المد والجزر اقل بكثير ، ذلك لان المسافة بين الأرض والشمس اعلي كثيراً من المسافة بين الأرض والقمر ، وهذا يجعل فرق الجذب عبر الأرض للقمر أكثر منه للشمس ومحصله الفرق بين مجالات الجذب للقمر الشمس في كلا جانبي الأرض يكون هو العامل المؤثر .



شكل (2.2)يوضح الشكل تأثير الشمس والقمر علي المدّ والجزر

هنالك عوامل أخري تعقد تعاقب ظاهرة المد والجزر ولكن تأثيرها اقل ، فمثلا بالرغم من أن الظاهرة غير فصليه إلا إن الظروف الجوية تلعب دورا مؤثراً ، فالرياح العالية والعواصف إذا حدثت في وقت المد العالي تنتج مد عارم يتطلب تصميم حواجز للمياه بحيث تستطيع مقاومة هذا المد .

وهنالك عوامل اخري متعلقة بتوليد الطاقة علي الرغم من تأثيرها اقل ، فمثلاً التعاقب النصف الشهري للمد العالي والجزر الواطي يتأثران ويقلان بسبب كون مدار القمر ليس دائرياً بل علي شكل بيضاوي . وتحدث أيضا تغيرات مدارية طويلة المدى منها مثلاً شبه الدورة السنوية التي يسببها ميلان مدار القمر بالنسبة للأرض (حول الشمس) والتي تسبب اختلافاً بنسبة حوالي 10% بارتفاع المد.

بعيداً عن ذلك فان التأثير العام للتجاذب الأساسي بين الشمس والأرض والقمر يجعل التغير الاعتيادي للمد يصل إلي 0.5 متر في بعض الأحيان، ولكن مستوي ارتفاع المد في المناطق التي تقع علي السواحل في بعض الأوقات يكون متغيراً بشكل واضح ،عند اقتراب المد في السواحل يقل عمق الماء ويزداد جريان

المد إلي حوالي 3 متر أما إذا دخل المد في مضيق أو مصب نهر مناسب فانه يكون علي شكل قمع وعندها يزداد الارتفاع أكثر وقد يصل إلي (10او 15 متراً) ، وتلعب ظاهرة الرنين (resonance effect) دوراً كبيرً في ذلك فالرنين يشبه الذبذبات التي يمكن أن تحدث في الصناديق الصوتية الخاصة بالآلات الموسيقية الخاصة وذلك بتكبير ذبذبات معينة في الصوت الأصلي. ويعتمد وجود أي رنين علي شكل التجويف المكون له وسعة ذلك التجويف ، تأثير الرنين يحدث موقعياً (في مصبات الأنهار أو في وسط المحيطات) وله تأثير كبير علي زيادة مستوي المد،مصب النهر أو قاعدة المحيط يمكن أن تتصرف كفجوة رنين صندوق أو منطقة محصورة يحدث فيها الرنين عندما تتطابق أبعاد الصندوق مع موجة التغيرات المؤثرة والإشارة المترددة فإذا كانت الأبعاد مناسبة فان الموجات تنحصر في الفجوة وتنعكس منها . هذه الموجات المستقرة يمكن أن يكون لها موجات مضاعفه للموجة الأصلية ،كما أن طبيعة الزياد والنقصان في المد والجزر يمكن تمثيلها باشاره متردد أو متذبذبة تساعد علي تكوين رنين مكبر في حوض المحيط أو في الخلجان ذات الأبعاد المناسبة

4.2:الرنين ألموقعي (local resonance):

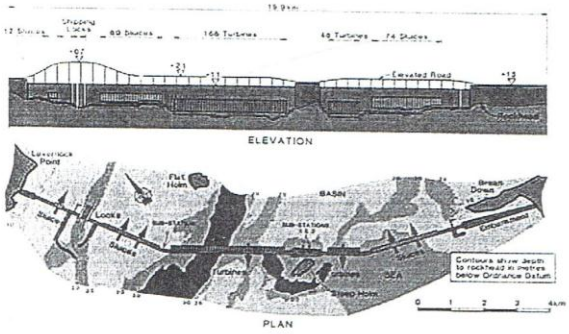
مع الرنين الذي يحدث علي طول حوض المحيط يمكن حدوث رنين موقعي في بعض المناطق الساحلية الضحلة وبذلك يمكن أن يكون لحوض صغير في خليج مستوي مد وجزر يصل إلي حوالي 10متر لمناطق مثل البحر الايرلندي وقناة برستل وخليج سيفرن في المملكة المتحدة التي يمتد طولها إلي 600 كلم رنين طبيعي يحدث كل 6 ساعات تقريباً ، ورنين علي ربع طول الموجه (ضعف ذبذبة موجة المد)،وهنالك أيضا رنين علي نصف طول الموجة في المساحة الواقعة بين منطقة لاندزاند (Lands End) ودوفر(Dover) علي طول القناة الانجليزية التي عرضها 500كيلومتر وبعمق تقريبي 70متراً.

تأثير الرنين يكون كبير في الخلجان لأنها فجوات مغلقة ويكون الرنين معقداً وذلك لتغير العرض والعمق ولطبيعة قاع الخليج التي تضيف فقودات نتيجة للاحتكاك وتكون متغيره عند وجود موقع على شكل قمع فان مستوي المد يزداد عندما يجري المد ضد التيار وعندما يقل عرض الخليج وعمقه .وهناك أيضا تأثيرات احتكاك تكون علي شكل خسائر في الطاقة عندما يجري المد علي مواد مختلفة من قاع الخليج،ففي بعض الأحيان وفي خلجان طويلة تحدث تأثيرات للمد والجزر ضد التيار،فبدلاً من حدوث ارتفاع قليل نسبياً كما هو متوقع في الجزء الكبير من خليج سيفرن (Sevrn Estuary) فان جريان المد ضد التيار يمكن تركيزه ليرتفع بصوره مفاجئه بحيث يمكن أن يرتفع إلي موجة عموديه تسمي ثقب سيفرن(Sevrn Bore).ونفس التأثير يحدث علي طول خلجان أخري بما في ذلك خليج همبر(Humber)،وهوكلي(Hoogly) القربيان من كلكتا في الهند.

5.2 الآفاق المستقبلية لطاقة المد والجزر:

1/بريطانيا:

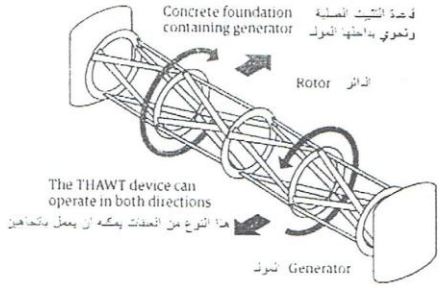
تقوم بريطانيا حالياً بإنشاء أكبر محطة للمد والجزر في العالم كما في الشكل (3.2).تغطي هذه المحطة 5% من احتياجات بريطانيا من الطاقة ، المحطة في نهر السيفيرن وهي عبارة عن حاجز كبير يصل طوله إلي 16 كيلو متر ويحتوي علي عنفات فريدة بإمكانها توليد كهرباء بمقدار 8.6 ميغاوات التي تقابل إنتاج محطة نوويه ، وعددها 216 عنفه بقطر يساوي تسعة أمتار لكل منها ،ارتفاع المد والجزر في النهر يصل إلي 15 متر، في البداية واجه المشروع العديد من المصاعب في مقدمتها التكلفة المادية العالية ولكن مع ألازمه المناخية العالمية وارتفاع أسعار الوقود التقليدي أصبح المشروع جدير بالاهتمام .



الشكل (3.2)يوضح مخطط لحطة في بريطانيا تنشاء حالياً

2/عنفات مديه جديدة :

هذه العنفات يتم تجريبها في "أكسفورد ـــــ بريطانيا " التي يتم توضيحها في الشكل(4.2) تمتاز هذه العنفات بأنها ذات تكلفة مادية اقل وبناؤها أسهل وتتميز أيضا بكفاءتها ورخص تكلفة الصيانة والإنشاء . العنفات التي تعمل اليوم تعمل علي شاكلة العنفات الرياحية التقليدية مع توجيه شفرتها باتجاه تدفق الماء . أما ألعنفه الجديدة فهي مبنية حول محور اسطواني دوار والذي يدور بدوره حول محوره عند حدوث المد.



الشكل(4.2):يوضح العنفات التي تعمل في اتجاهين

3/في اسكتلندا :

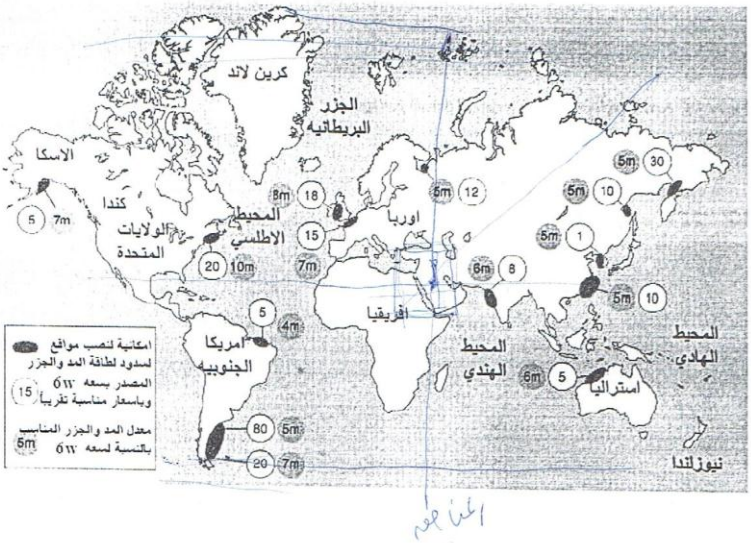
يتم تطوير نوع جديد من العنفات المدية من قبل باحثين من جامعة ستراثكلايد وهذه العنفات من المتوقع أن تحل محل المحطتان النوويتان اللتان تعملان في اسكوتلندا حيث أن 2000 عنفه سوف تربط إلي قاع البحر بالقرب من الشاطئ سيكون بمقدورها توليد 2غيغا وات من الطاقة الكهربائية وهذا يكفي ويزيد عن الحمل الأساسي لاسكوتلندا من الكهرباء .

6.2 الإمكانيات العالمية:

إن إمكانيات استغلال هذا المصدر تعتمد علي المواقع المؤهلة .ويبن الجدول (1.2)مختلف هذه المواقع في مناطق العالم ويتبين من الجدول إن هناك مواقع في دول كثيرة من العالم كروسيا وكندا وأمريكا والأرجنتين وكوريا واستراليا وفرنسا والصين والهند ذات جهد افتراضي يصل إلي 300تيرا واط – ساعة بالسنة (Twhyr-1)والشكل (5.2)يوضح مواقع بعض منها.

الموقع		المساحة كيلو متر مربع	أعلى عمق متر	الطول متر	المدى المتوسط متر	التوربينات (العدد x القطر بالمتر)	الطاقة السنوية تيرا وات -ساعة	كلفة الطاقة بلس امريكي/كيلووات وات -ساعة .
الارجنتين وتشيلي								
خليج سان خوزي	Gulf San Jose	788	25	7000	5.78	270 x 7.5	10.9	2.1
ريو كالو جوز	Rio Gallegos	140	12	3400	7.46	85 x 6	3.27	1.6
سان جوليان	San Julian	77	13	810	5.66	40 x 6	1.04	1.8
ريو سانتا كروز	Rio Santa Cruz	215	32	2070	7.48	60 x 9	5.05	2.3
ريو كويج	Rio Coig	46	12	1800	7.86	30 x 6	0.61	1.9
باهيه سان سيباستيان	Bahia San Sebastian	580	30	19300	6.5	145 x 9	10	3.8
الاتحاد السوفيتي السابق								
زاليف توغورسكي	Zaliv Tugurski	1400	30	26000	4.74	200 x 9	12	4
استراليا								
خليج سكيور	Secure Bay	140	50	1300	7	37 x 9	2.9	3.6
ولكوت انليت	Walcott Inlet	260	75	2500	7	70 x 9	5.4	5.1
كندا								
خليج فوندي	Bay of Fundy	282	42	8000	11.7	106 x 7.5	11.7	2.2
جنوب شرق الصين								
دامو شان	Damao Shan	200	24	3550	4.8	100 x6	2.05	3.7
دونغ انسو	Dong'an Dao	210	21	3900	5.1	100 x 6	2.26	3.2
سانتو او	Santo Ao	680	35	3000	4.8	150 x9	3.7	2.8
الهند								
خليج كامي	Gulf of Cambay	1055	22	25000	6.1	570 x6	16.4	2.5
خليج كاجاه	Gulf of Kachahh	50	18	2000	4.8	24 x 6	0.48	.5
كوريا الجنوبية								
خليج كارولين	Garolim Bay	100	28	1850	4.8	24 x8	0.893	4.5
خليج اسام	Gulf of Asam	130	24	2350	6.06	72 x6	2.05	3.1

الجدول (1.2) إمكانيات الطاقة المنتجة في بعض مناطق العالم



الشكل (5.2):يوضح المؤهلة لاستغلال طاقة المد والجزر

الفصل الثالث

محطات المد والجزر وطرق التوليد

1.3توليد الطاقة :

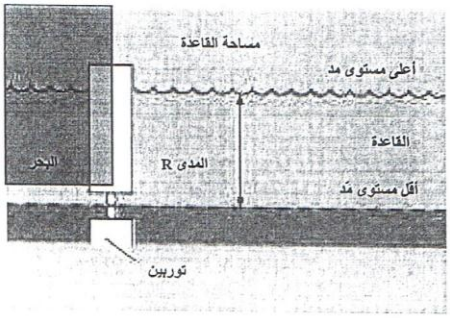
إن الحواجز التي يتم إنشاءها علي الخلجان المناسبة تكون مصممه لإستخلاص الطاقة من ارتفاع الأمواج وانخفاضها ، وذلك باستخدام عنفات "توربينات" تكون منصوبة في الممرات المائية عند الحواجز ، الطاقة الكامنة الناتجة من الاختلاف في مستوي الماء تتحول إلي طاقه حركة علي شكل ماء يمر بسرعة عالية خلال الفتحة فينتج عنها طاقة حركة دواره ناتجة عن حركة شفرات العنفة ،هذه التوربينات يكون موصل معها مولد لإنتاج الكهرباء ،ومعدل القدرة الناتجة من حواجز المد والجزر يتناسب مع مربع مستويات المد والجزر،وان الاشتقاق الرياضي لهذه العلاقة هو كالأتي:

نفترض أن مدي ارتفاع وانخفاض الموجه هو(R) ،وان مساحة الحوض خلف الحاجز ثابتة ومقدارها (A)وهذه تبقي مغطاة بالماء عند الجزر الشكل(1.3).كمية الماء المحصورة تكون تساوي (ρAR) عند مركز الثقل الذي يكون علي عمق R/2 أثناء المد(ρ هي كثافة الماء). وكمية الطاقة الكامنة القصوى (E) المتوفرة عند المد إذا قل الماء إلي ارتفاعR/2 يمكن حسابها من حاصل ضرب الكتلة(ρAR)والارتفاع (R/2)وتسارع الجاذبية الأرضية (g) أي أن (E=Rgm):

$E=\rho ARg(R/2)$ (جول)

أي أن معدل الطاقة خلال زمن مد واحد مقداره T هو$\rho AR^2g/2T$.

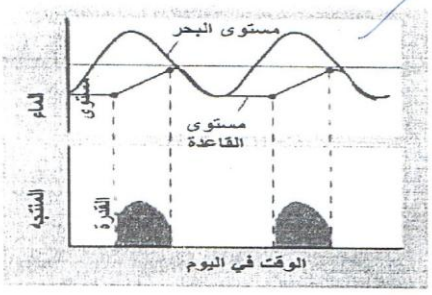
من الواضح أن أي فرق قليل في ارتفاع المد يسبب فرقاً كبيراً في إنتاجية الحاجز وجدواه الاقتصادية.وان معدل ارتفاع مد 5متر يعتبر اقل قيمه مناسبة لتوليد طاقة كهربائية بصورة اقتصادية . والمعادلة السابقة تبين أيضا أن الطاقة الناتجة تتناسب أيضا مع مساحة الماء المحصورة خلف الحاجز . لذا فان جغرافية الموقع مهمة أيضا،وهذا يعني أن نصب الحاجز عامل مهم في الإنتاجية.



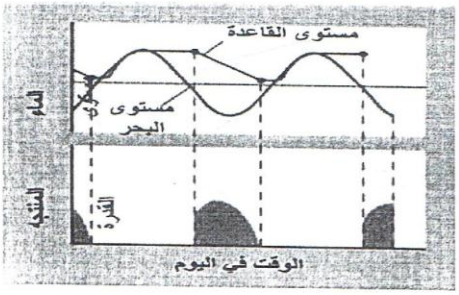
الشكل(1.3):يوضح توليد الطاقة الكهربائية من المد و الجزر

2.3العوامل الفنية :

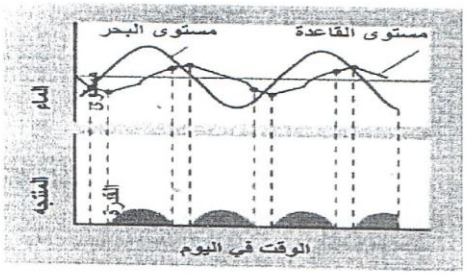
هنالك العديد من العوامل الفنية التي تؤثر في توليد الطاقة الكهربائية من المد والجزر فمثلا الطاقة التي تدخل إلي الحاجز وكذلك ارتفاع المد والجزر وانخفاضه تنتج موجه جيبيه تولد الطاقة إما بإمرار موجه المد خلا توربين منصوب علي الحاجز ويسمي في هذه الحالة بتوليد الفيضان الشكل(2.3) .أو بواسطة السماح للمد بالمرور من الحاجز خلال البوابات بدون توليد وحجز المياه خلف الحاجز بواسطة غلق البوابات،ستتولد الطاقة الكهربائية نتيجة للفرق في الارتفاع بعد السماح للماء بالخروج عبر البوابات خلال فترة الجزر ويسمي في هذه الحالة بتوليد الجزر الشكل (3.3).وتوليد الجزر هو الشائع الاستخدام،لكن التوليد في كلا الحالتين مستخدم ايضاً الشكل(4.3).



الشكل (2.3):يوضح توليد الفيضان

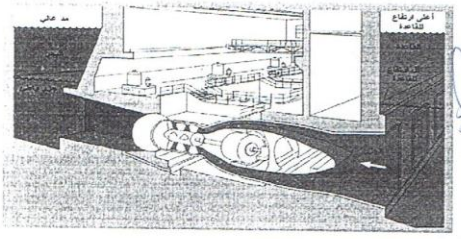


الشكل (3.3):يوضح التوليد في حالة الجزر



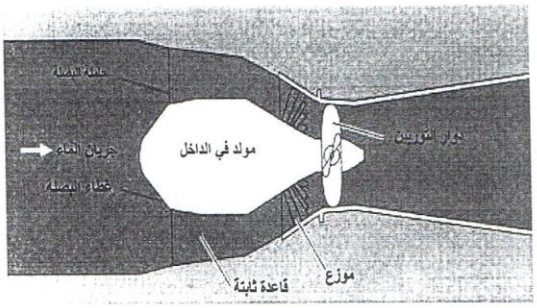
الشكل(4.3):يوضح التوليد في كلا الحالتين

التقنيات الأساسية لتوليد هذه الطاقة متطورة حاليا ولها خصائص مشتركه مع المحطات المائية و الشكل (5.3) يوضح صوره فنيه تصويرية لمخطط التوليد.



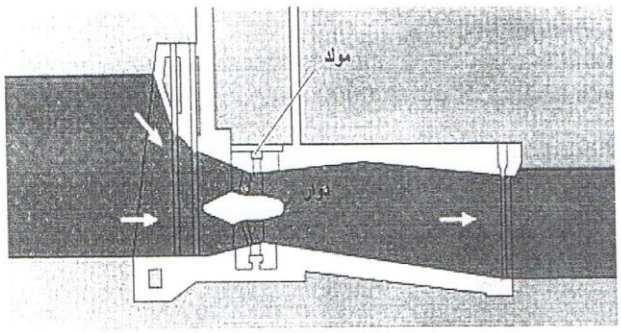
الشكل(5.3):يوضح صورة فنية لمخطط التوليد

هنالك عدد من الإشكال والهيئات إلي يمكن استخدامها في هذا النوع من المحطات.ففي محطة لارانس larance استخدمت منظومة بصلية الشكل يكون فيها التوربين والمولد محفوظين في مجري التيار في منطقة مسجية علي شكل بصلة الشكل(6.3).في هذه الحالة يكون الجريان حول البصلة الكبيرة مع وجود وسيلة للوصول إلي المولد في حالة الصيانة تتضمن قطع سريان مجري الماء.



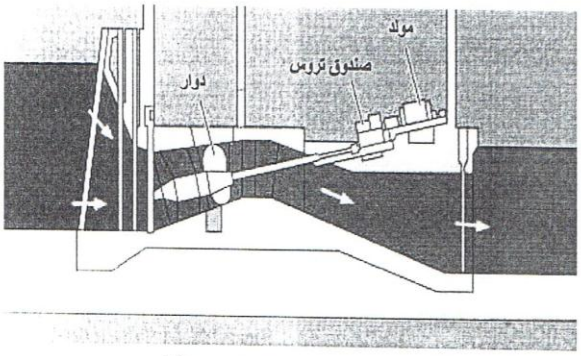
الشكل(6.3):يوضح عنفة (توربين)علي شكل بصلة

هذا النوع تم تطويره في توربين سترافلو Straflo المستخدم في محطةAnnapolis Royal وذلك بنصب المولد بصوره دائرية حول الحافة،والجزء المعرض للتيار يكون الجزء الدوار من العنفه (التوربين)كما في الشكل(7.3).



الشكل(7.3):يوضح عنفة (توربين)توليد داخل إطار

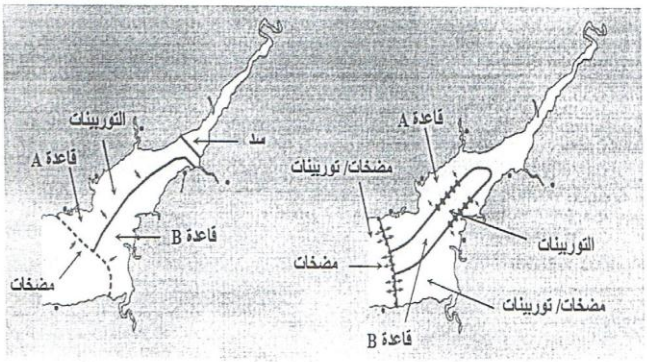
أما النوع الأخر من العنفات هو العنفات الأنبوبية Tubularوفيها يكون الجزء الدوار موضوع بزاوية يتم فيها نقل قدرة الدوران إلي مولد خارجي كما في الشكل(8.3).سرعة دوران العنفة تكون قليله وبالتالي تقل مشاكل الاحتكاك مقارنه بالمحطات المائية ذات الارتفاع العالي .



الشكل (8.3):يوضح عنفة (توربين) أنبوبي

يمكن توليد الطاقة من خلال عمليتي المد والجزر في عمليه ذات اتجاهين وذلك باستخدام عنفه توربين عكسية غاطسه.لكن هذا النوع من العنفات معقد ومكلف وقدرة المولدة منها اقل من قدرة التوليد البسيط في حالة الجزر.

هنالك طريقه أخري تسمي ضخ المد أو (الفيضانFlood Pumping)في هذه الحالة تعمل مولدات التوربين كمحركات ضخ تتغذي من الشبكة الكهربائية وتقوم بضخ الماء خلف الحاجز إلي الحوض لتجهيز ماء إضافي يستخدم للتوليد بالجزر،بالإضافة إلي ذلك هنالك عدة أنواع من منظومات الأحواض المزدوجة الشكل (9.3).ويستخدم احياناً الضخ بين الأحواض،والطاقة الفائضة المتولدة في حالة الحمل الواطئ من قبل توربين ومولد الحوض الأول يمكن استغلالها لضخ ماء إلي الخزان الثاني وذلك لتوليد الطاقة عند الحاجة إليها .

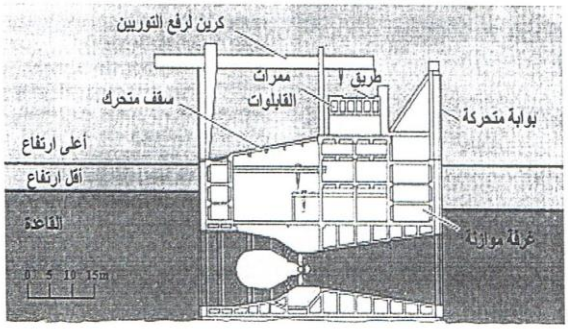


الشكل(9.3):يوضح أنواع المنظومات التي يستخدم فيها الضخ بين الأحواض

مهما كان شكل منظومة توليد الطاقة من المد والجزر فان المعدات الأساسية التي يجب أن تتكون منها المنظومة هي:-

1-التوربينات 2-البوابات

يوضع التوربين عادة في هيكل أسمنتي قوي (كونكريتي)كبير تحت الماء ويمكن أن يتم بناء الهيكل في الشاطي ومن ثم يتم وضعه في مكانه المناسب تحت الماء الشكل(10.3).



الشكل(10.3):يوضح عنفة (توربين)في حجرة كونكريتية تحت الماء

بوابات المرور من الأساسيات التي يجب أن تكون موجودة في الحاجز للسماح للماء بالمرور في حالة المد استعدادا للتوليد في حالة الجزر وتكون منصوبة تحت الماء،إما باقي الحاجز يمكن إنشاؤه من مواد مختلفة فالسد في محطة لارانس مثلا مكون من صخور،وتوجد بعض الطرق الاخري مثل استعمال سد ترابي كبير مغطي بطبقه من الخرسانة أو الصخور.

3.3العوامل البيئية:

إن إنشاء حاجز كبير في خليج لا بد أن يؤثر علي البيئة المجاورة له، وهذه التأثيرات بعضها ايجابي والأخر سلبي ومن الآثار الواضحة هو التأثير الكبير علي الحياة البرية في المحيط في المنطقة وعلي الأسماك بالإضافة إلي أن حجز المياه يؤدي إلي ترسب المواد العالقة ويصبح الماء أكثر نقاء ويؤدي ذلك إلي وصول الإشعاع الشمسي إلي عمق اكبر عند تعرض الماء للإشعاع الشمسي .بالتالي تزيد الانتاجيه البيولوجية للماء ويزيد أيضا غذاء الأسماك والطيور في المنطقة.

كذلك يؤدي إنشاء السدود أو الحواجز علي الخلجان إلي منع مرور السفن بالرغم من وجود مداخل للسفن في بعض السدود إلي أن مستوي الماء العالي خلف السد سيساعد علي تحسين الملاحة في الموانى،والتأثير الحقيقي يعتمد علي دورة المد والجزر والموقع الحقيقي. للسد والميناء،فالسدود يمكن أن تلعب دورا في الحماية من الفيضانات أو العواصف وذلك لكونها تحد من توليد الأمواج.

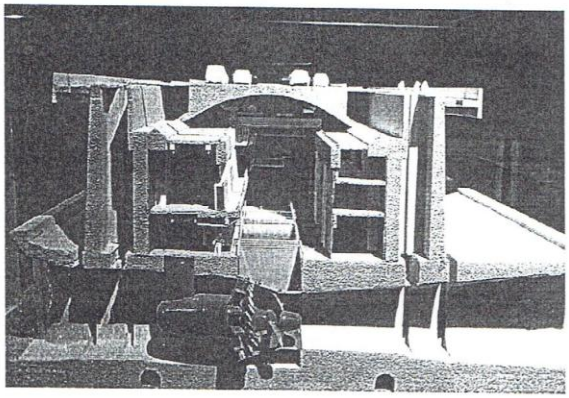
4.3طرق توليد الكهرباء من ظاهرة المد والجزر:

توجد طريقتان أساسيتان لتوليد الطاقة الكهربائية باستغلال ظاهرة المد والجزر:

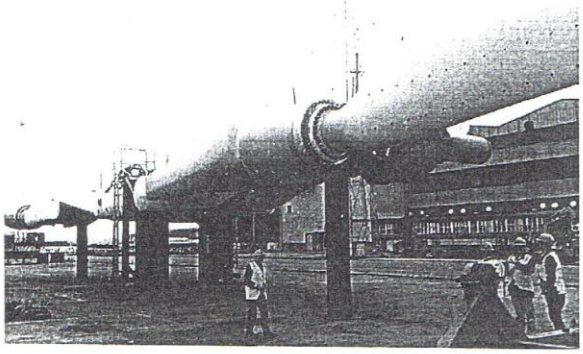
1/ الطريقة الشاطئية : -

وهي طريقة بنا السدود كما هو منفذ في محطة Rance بفرنسا الشكل (11.3) التي بنيت 1966وتعمل بقوة (240)ميغا واط وفيها بني السد للتحكم في التيارات الناتجة عن المد والجزر وتوجيه هذه التيارات بطريقه تمر في فتحات التوربينات وبالتالي تدويرها والحصول علي الطاقة .هذه التوربينات

شبيهة بالعنفات التي تستخدم لتوليد الطاقة من الرياح ولكن في هذه المحطة ثبتت 24 عنفه علي سد بطول إجمالي قدره (750)متر ولحجز 184مليون متر مكعب من الماء كل عنفه متصلة بتوربين يولد قدره 10ميغاواط من الكهرباء .تنصب العنفات تحت سطح المياه في فتحات وبفعل التأثيرات المائية تدور هذه التوربينات وعبر ناقل الحركة تتم مضاعفة عزم الدوران ومن ثم نستفيد من العزم في تحريك المولد .كما في الشكل (12.3)



شكل(11.3):مقطع عرضي لنموذج مصغر لمحطةRance



شكل (12.3):يوضح عنفة توربين الطريقة الشاطئية.

أجزاء ومكونات هذا النوع من محطات المد والجزر:-

مبدأ عمل المحطات المدية يشبه إلي حد ما المحطات الالكترومائية إلا أن السد في محطة المد والجزر يكون اكبر بكثير من المحطة المائية وتتكون محطات المد و الجزر من الأتي:-

1-الحوض المدى أو المصب:

إن إيجاد المكان المناسب الذي يحتوي علي المصب ضروري لنجاح هذه المحطة والمصب لا يكون من صنع الإنسان وإنما يكون طبيعيا ، فالمصب المناسب يجب أن يكون مجسما ضخما من الماء المحاط كليا بالأرض مع فتحة صغيرة إلي البحر ، كذلك حجم المصب يؤثر في كمية الطاقة التي يمكن توليدها من هذه المحطة فكلما زاد حجم المصب زادت كمية الطاقة الممكن توليدها

2-الحاجز المدى:

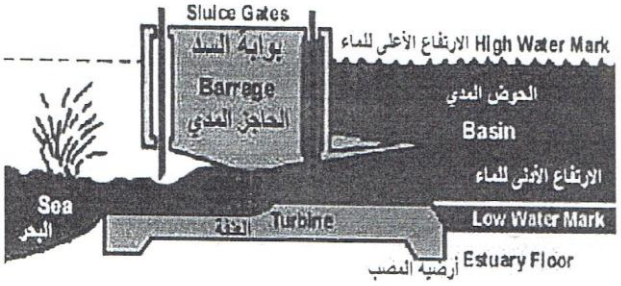
هو ما يفصل الحوض المدى عن باقي البحر ويقوم بقطع مياه البحر عن المصب.

3- بوابات التحكم :

هي مناطق من الحاجز يستطيع الماء أن يتدفق بحريه خلالها من والي خارج المصب ، هذه البوابات ليست مفتوحة بشكل دائم حيث يتم التحكم فيها بواسطة مشغلي مركز الطاقة لتحديد التدفق المناسب من الماء إلي العنفات المدية،هذه البوابات ليس لها موقع محدد علي الحاجز المدى ، البعض منها يكون محدداً بشكل مباشر إمام وخلف العنفات المدية ، ويسمح للماء بالتدفق خلال العنفات وتوليد الكهرباء والبعض الأخر يكون بعيداً عن العنفه للسماح لمشغلي المركز بملء وإفراغ المصب عند الرغبة.

العنفات المدية هذه العنفات مرتبه ضمن الحاجز ألمدي وتستقر بالقرب من قاع أرضية البحر وتصميم هذه العنفات بأسلوب مماثل للعنفة البخارية ، تقع العنفات بين موضع بوابات التحكم علي كلا المصب

وجانب البحر من الحاجز المدى عندما تفتح البوابات يندفع الماء خلالها إلي العنفات ليسرع الشفرات لتوليد الكهرباء كما في الشكل (13.3)



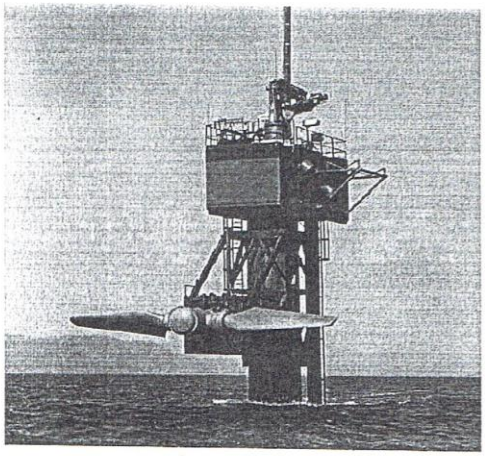
شكل (13.3):يوضح مكونات محطات التوليد الشاطئية

2/ الطريقة البعيدة عن الشاطئ :

تتم هذه الطريقة علي مبدأ تركيب عنفات بعرض البحر بعيداً عن اليابسة ولها عدة نماذج منها العنفات التي تثبت علي الأبراج أو العنفات التي تثبت بقاع البحر .

i/نموذج الأبراج

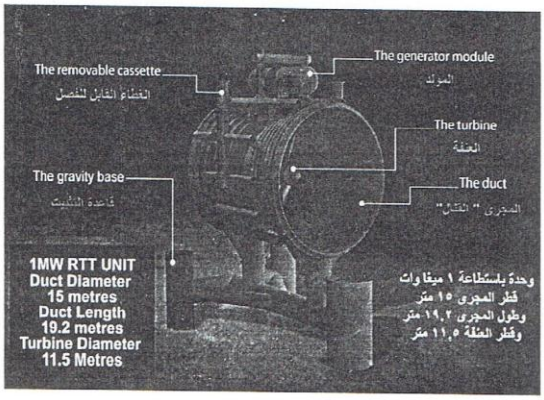
يعتمد هذا النموذج علي تثبيت عنفه أو عنفتين علي برج معين بحيث تكون تلك العنفات تحت سطح الماء . تم تنفيذ هذا النموذج في محطة تجريبية بنيت عام 2002 م شمال ايرلندا وقوتها 300 كيلو وات . أيضا في سترانجفورد بشمال ايرلندا بني برج جديد ويسمي Sea Gen وقد بداء البرج إنتاج الكهرباء من التيارات البحرية والتي تصل سرعات المياه فيها نحو 2.5 متر في الثانية وقد تصل إلي 10 متر في الثانية . البرج يحتوي علي عنفتين وينتج كهرباء تصل إلي حوالي 1.2 ميجاوات . أي إن كل عنفه له تنتج نحو ضعف ما أنتجته ألعنفه السابقة من موديل 2002 ، تستغل تلك الطريقة التيارات المائية ولا تشكل الأبراج عائقاً بحريا كما في حالة بناء السدود كما في الشكل(14.3).



شكل (14.3):يوضح طريقة الأبراج

ii/ العنفات التي تثبت إلي قاع البحر :

لها الشكل(15.3) التالي وهي منتشرة في مناطق مختلفة من العالم وهي مماثله للنوع الأول من العنفات من حيث المبداء والعمل .



شكل (15.3):يوضح العنفات التي تثبت إلي قاع البحر

5.3شروط الاستخدام :

1/ يجب أن يكون ارتفاع المد والجزر لا يقل عن 5 متر ويتوفر هذا الشرط في 100 موقع حول العالم

2/ إن استخدام هذه التقانة في المياه المالحة يعرض القطع المعدنية المستخدمة إلي الصداء وبالتالي لابد من العناية والعناية الدائمة وهذا ما قد يرفع من التكاليف الثابتة وبالتالي تنخفض الإرباح .

6.3محطات المد والجزر الطافية:-

بدلا من إنشاء حاجز مكلف وعنفات (توربينات)في احد الخلجان يمكن استخلاص الطاقة الحركية من تيارات المد و الجزر وذلك بنصب توربينات غاطسة،بلغت القدرة التي تم توليدها من القناة الشمالية للبحر الايرلندي بواسطة هذا النوع من المحطات 66.3ميغاواط ،يتم في هذه الطريقة استخدام صف من الدوارات ذات القطر الكبير مسنده علي عوامات مربوطة في قاع البحر ومثبته في القاع.

الفصل الرابع

دراسة الحالة

1.4البحر الأحمر الجيولوجية وتاريخ تشكل البحر الأحمر:

يتشكل صدع البحر الأحمر نتيجة للكسر الذي نشاء منذ 70مليون سنه مضت في يابسة البلدان الأفريقية والعربية ومع المحيطات الحالية تشكل شكله الحالي،التصدع لم يتوقف وفي النصف الأول من العصر الثالث حدثت حلقات هامة من النشاط البركاني التصدع استؤنف منذ (مليوني إلي خمسة ملاين سنة مضت بمعدلات تصل إلي2cmy^-1 [Sheppard et al. 1992].

2.4الحدود والبعد الجغرافي :

البحر الأحمر هو حوض طويل وضيق يفصل بين افر يقيا واسيا . ويمتد من شمال إلي شمالي غربي SSE بين خطي عرضN 300 لـ(N 12O -30O) في خط مستقيم تقريبا . طوله الإجمالي 1932KM ويبلغ متوسط عرضه 280KM وفي العرض نجد انه يقل من حد أقصي 306Km إلي 26Km بالقرب من مصوع في مضيق باب المندب،منطقة البحر الأحمر4.6x105Km2 وعمقها 5oom.

3.4قياس الأعماق:

يمكن تقسيم تضاريس القاع في البحر الأحمر إلي ستة مناطق :

1/منطقة الشعاب المرجانية:

في البحر الأحمر هنالك مساحة كبيرة تحتلها الشعب المرجانية التي تمتد بكثرة في أعماق اقل من(50m)وتوجد هذه الشعاب في المنطقة الوسطي من البحر والمنطقة الشمالية .استطلاعات الرأي تشير إلي إن الشعاب المرجانية الغنية أيضا توجد في جنوب البحر الأحمر.

2/الرفوف الساحلية:

الرفوف تمتد من الشاطي حتى عمق(300m_600m) تبدأ بالانحدار فجأة ويزداد عمق قاع البحر في منطقة الشعاب المرجانية من السلسلة الضحلة إلي مزيد من العمق ولكن بعد خطوات،الجرف الساحلي يكون واسع في الجانب الأسيوي أما في الجانب الإفريقي تكون الزيادات في الجنوب عند خط عرض 190N.

3/الحوض الرئيسي:

يمتد من عمق 600m إلي 1100m.المياه عند عمق أكثر من1000mتمتد إلي الإطراف الجنوبية من شبه جزيرة سيناء ، العمق جنوب 150Nعموما اقل من 500m مما يدل علي غياب الحوض الرئيسي ،وتوجد فيه جيوب عميقة من الماء معزولة تقع بين260Nو 230N.

4 /الحوض المحوري:

ويقع بين17° Nو 23°N له عمق 1000mضمن عمق مستمر وبين 19°Nو 22°N يكون العمق أكثر من 1500m. أما في أماكن الحوض المحوري يكون العمق أكثر من 2000m واصغر من 20Km. عرض هذه الأربعة تقسيمات يتغير من الشمال إلي الجنوب شمال 20°Nالحوض الرئيسي يكون له عرض بين50Km-100Km ولكن بصفه عامه يكون أضيق جنوب تلك المنطقة والرفوف تكون أضيق في الشمال أما في الجنوب تكون أوسع.

5 /المنطقة الساخنة المالحة من البحر الأحمر:

تكون هذه المنطقة في الجزء الأوسط من الحوض المحوري بين 21°10°N 21°30°N تم العثور علي أعماق اكبر من 2000m.هذه المنخفضات تحتوي علي الماء مع درجات حرارة اكبر من 60°c الملوحة تكون اكبر من 300‰ وتحمل رواسب غنية بالمعادن النادرة.

6 /مضيق باب المندب:

يمتد المضيق بين رأس باب المندب و رأس جزيرةSiyan وينقسم عند جزيرةMiyurn إلي قناتين ويكون صغير علي الجانب الشرقي ويكون عرضه حوالي 4Km، في الجانب الجنوبي يكون له عمق حتى 25m ويكون واسع غرب جزيرة Miyurnيكون عرضه حوالي 20Kmويصل عمقه إلي 300mحتى خليج عدن يكون منحدر لأسفل .الأخاديد تتفرع بعد35Kmإلي قناتين ويضم أخدود عميق (1700m) يمتد غربا إلي خليجTadjura.

4.4الأحوال الجوية:

باب المندب وخليج عدن وجنوب البحر الأحمر من20°N تخضع لاثنين من الإحداث الموسمية سنويا خلال الفترة من أكتوبر إلي مايو تهب رياح موسميه جنوبية غربية وفي خليج عدن تهب الرياح من اتجاه الشرق والي البحر الأحمر من SSE.

خلال الفترة من (يونيو إلي سبتمبر) تهب الرياح الموسمية من المنطقة الجنوبية من البحر الأحمر وتكون شمالية إلي شمالية غربية.وتمر بجنوب غرب خليج عدن مما يسبب موجات متقلبة قويه علي طول البحر الأحمر[Patzert 1974,Morcos and Varley 1990].

فيما يتعلق بظروف الرياح عموما يكون تقسيم الرياح في البحر الأحمر إلي ثلاث تقسيمات:-

1-البحر الأحمر (شمال20°N) تكون الرياح السائدةNNW أساسا علي مدار السنة وتكون في الصيف اقل من الشتاء كذلك خلال بعض أشهر الشتاء تكون الرياح جنوبيه فقط.

2- البحر الأحمر(جنوب20°N) من (مايو إلي سبتمبر) تهب الرياح من الاتجاه ذاته كما في شمال البحر الأحمر وفي أكتوبر الرياح تتغير تدريجيا منSSE والبقاء علي هذا الاتجاه حتى ابريل في المنطقة بين (20°Nو18°N) إلا أنها تقف بعض الشيء في وقت سابق من يناير.

3-تتطور الرياح(تزداد)في فصل الشتاء في المنطقة الوسطي بين NNW من شمال البحر الأحمر وSEE في النصف الجنوبي من البحر وهذا ينتج من تضاريس المنطقة التي تتسبب في انخفاض الضغط الناتج عن مرور الرياح خلال مناطق المرتفعات هذه المنطقة بها تضاريس تختلف في الحجم في وجود المرتفعات.

5.4نسائم البحر الأحمر:

في الصيف النسائم في البحر الأحمر تنشأ بقوه خلال فترة الظهيرة[Sheppard etat1992] وهي لا تسري عموديا علي الشاطي ولكنها تضرب الساحل بزاوية°45 تبعا لانسياب الرياح السائدة علي الشواطئ الأفريقية،نسائم البحر تميل شمال أو شمال شرق بينما علي الشواطي العربية تكون عموما شماليه شرقيه وهذه الرياح تكون ذات طاقه عاليه تتسبب في ارتفاع الموج.في الجزء الأوسط من البحر الأحمر عند الظهيرة الرياح في الصيف تنتج موجات متوسطة الارتفاع بما يقارب الـــ60cm علي طول المنطقة الغير محمية من الحد الخارجي من أواسط البحر الأحمر (مناطق الشعاب المرجانية)[Georeda1982]

6.4 درجة حرارة الرياح:

الرياح في الغالب باردة في الجزء الشمالي من البحر الأحمر طول السنة ولكن جنوبا علي خط26°N درجة الحرارة ترتفع بسرعة،المنطقة الدافئة التي تقع بين20°N و16°N،المنطقة الجنوبية علي خط18°Nوشاطي خليج عدن تعتبر من المناطق التي تتمتع بالدفء أو (سخونة المناخ)علي مستوي العالم [Morcos1970] .في شمال البحر الأحمر متوسط درجة الحرارة في شهر أغسطس°17.5 بينما جنوبا تكون °37.5ترتفع إلي °47في شهر يناير،متوسط درجة الحرارة ينخفض إلي (°20-°15) في شمال البحر الأحمر ،ومابين (°25-°20)جنوبا،عموما ظروف درجة الحرارة في جنوب البحر الأحمر تكون أكثر انتظاما ،مدي درجة الحرارة في شمال البحر الأحمر اكبر من المدى في الجنوب.

7.4التبخر:

يتوقع أن متوسط التبخر في البحر الأحمر يقع في المدى مابين(380cmyr-1-183cmyr-1) [privtt 1959 و[Yegorov 1950].[Morcos1970 and 1990] اعتبر أن متوسط التبخر السنوي من البحر الأحمر ككل هو210cm/year،لكل البحر الأحمر التبخر الاقصي يحدث في شهر نوفمبر والادني في شهر مايو وفي شمال البحر الأحمر(23.30°Nإلي26.30°N)أقصي تبخر يحدث في شهري (يناير وفبراير) بينما في جنوب البحر الأحمر(16°N-13°N)مطلقا الحد الأدنى هو 0.24cmويحدث في شهري نوفمبر يونيو [Privett 1959]

في البحر الأحمر هنالك ميل لان يكون التبخر عالي ويصل إلي اعلي حدوده وأدناها في المنطقة التي في الوسط.هذه الحالة تحدث بصوره واضحة في الفترة مابين ديسمبر وابريل مابين خطي الطول -19°N) 16°N).أما في باقي السنة ينخفض بانتظام من الشمال إلي الجنوب ويكون حدوث القيمة القصوى للتبخر في معظم المناطق الشمالية والجنوبية تبعا لارتفاع سرعة الرياح في هذه المنطقة.[Yegorov1950]

8.4الظروف الهيدروقرافية:

-المتوسط الشهري ومستوي البحر:

العامل المؤثر المسيطر علي مستوي البحر وعلي تقلبات مستوي البحر في البحر الأحمر هو التركيبة الهيدروقرافيه والرياح والضغط الجوي ودوران الأنماط. [Patzert 1972]

في الشمال وفي المنطقة الوسطي الرياح ودوران الأنماط هما المتحكمان في عوامل تغير متوسط مستوي البحر أما في جنوب البحر الأحمر الضغط الجوي والاختلافات الفراغية تسبب اغلب الاختلافات في متوسط البحر.

المتوسط الشهري لمستوي البحر عموما هو اعلي من المتوسط السنوي لكنه اقل في الصيف،المتوسط المطلق للزيادة في حجم ماء البحر يزداد شتاءا وينخفض صيفا في جزيرةMiyurn القيمة الدنيا لمستوي البحر 9cmسجلت في شهر مايو.

في المنطقة الشمالية و الجنوبية من البحر الأحمر القيمة الدنيا تحدث في شهر سبتمبر في حين إن المستوي يكون اقل من المتوسط السنوي بمقدار 16.2cm في السويس و 15cm في جزيرة Miyurn. في وسط البحر الأحمر متوسط مستوي البحر يصل إلي ادني مستوياته (-22cm) في شهر أغسطس .اعلي مدي متوسط لمستوي البحر لوحظ في بور تسودان 35cm بينما اقل مدي (24cm)في جزيرةMiyurn

9.4المد والجزر:

[Morcos1970],[Morely1975]] وصفوا المد والجزر في البحر الأحمر بأنه يتبع نمطا مختلفا عن المد والجزر في المحيط الهندي ،ووجدوا أن المد والجزر داخل الخلجان في البحر الأحمر يختلف من منطقه لآخري.ارتفاع المد و الجزرغير ملحوظ في أي مكان في البحر الأحمر ويتراوح بين cm(25-75) وهي القيمة الأكثر شيوعا.

المد والجزر في البحر الأحمر غير مستقر ويحدث علي فترات والاختلاف يمكن أن يلاحظ من ست ساعات وهو وقت ارتفاع المياه في الشمال والجنوب حيث إن ارتفاع المياه في الطرف الجنوبي للبحر الأحمر يعني انخفاض أو انحسار المياه في شمال البحر الأحمر والعكس صحيح.

المدى المتوسط للمد والجزر في فترة الربيع هو50cm في كلا من الشمال والجنوب ولكن بسبب الانخفاضات من كلا الطرفين نحو المركز بالقرب من بورتسودان وجده لا يوجد تيار ملموس شبه مستمر(semidiurnal tide)، في هذه المنطقة نظامamphidromic عالي الضغط الموجود في المنطقة العقدية الاخري مدي المد والجزر يكون قليل ويحدث فقط في الشمال من باب المندب ،في اتجاه الجنوب

وفي وقت ارتفاع المياه من قبل عدة ساعات والزيادة في الربيع حوالي متر في جزيرةMiyurn، في أماكن المد والجزر حيث التيار نصف نهاري المد يكون ضعيف جدا أثناء تكوّن هذه التيارات وهذا يحدث في المنطقة العقدية حيث تكون بعض أنواع المد و الجزر نصف نهارية ولكن لفترات قصيرة ومحدودة في المناطق الضحلة .

10.4تيارات المد والجزر:

تيارات المد والجزر الموجودة في الحدود القصوى من البحر الأحمر"خليج السويس وباب المندب " و التحرك بعيداً عن هاتين المنطقتين يتناقص نتيجة لشدة التيارات، تيارات المد والجزر تنحسر عند مرورها عبر الجزر المتشكلة وتكون عادةً ذات سرعة (1-2)m/sec [Sheppard et at 1992].

تيارات المد والجزر هي آليات هامة من حركة المياه والمغذيات وهي مهمة لتوفير الحركة اللازمة لنشاط الكائنات الحية ،تيارات المد والجزر العكسية هي السبب في السريان الغير منتظم بالنسبة للتيارات اللامدية وهذا يؤثر علي الانتظام فيما يتعلق بالوقت والسرعة ومدة حدوث التيارات ، و هي في باب المندب اساساً من النوع المختلط والمتفاوت ،السعة الرئيسية لتيارات المد و الجزر تقدر بحوالي 160Nمع إزاحة حوالي 1.5 ساعة في الطور وان السعة تتناقص بسرعة من اتجاه الشمال باتجاه الجنوب نواحي جزيرة دحلب عند تقاطع (15¼°E 3O°N).

11.4 درجة الحرارة:

عموماً هنالك علاقة وثيقة بين الأحوال الجوية ودرجة حرارة سطح البحر،وسجلت أقصي درجة حرارة في البحر الأحمر في السويس وتنخفض عند باب المندب،والمنطقة ذات اعلي درجة حرارة في البحر الأحمر ترتفع فيها درجات الحرارة إلي اعلي من25°cفي الشتاء (ديسمبر إلي فبراير)إلي اعلي من 31°c في الصيف(يونيو إلي سبتمبر)،التغير الموسمي في موقف المنطقة ذات اعلي درجة حرارة يتزامن

مع التغير في درجة الحرارة نتيجة لتغير المدى (علي حسب اعلي وادني درجة حرارة) ،ويكون هذا المدى في فصل الصيف هذا التغير الموسمي يعزي إلي الرياح الموسمية ،خلال فترة الشتاء تهب الرياح من كلا نهايتي البحر الأحمر(جنوب–شمال) نحو المنطقة ذات اعلي درجة حرارة ،وبينما في الصيف الرياح الشمالية الغربية تهيمن علي كل المنطقة [Abdulla 1985],[Morcos 1970] في سطح البحر الأحمر درجة الحرارة تصل إلي اقل قيمة لها في شهر فبراير بينما اعلي درجة حرارة تحدث في شهر أغسطس شمال خط 20°N وفي سبتمبر جنوب خط20°N.

عبر البحر الأحمر هنالك اتجاه لارتفاع درجة حرارة سطح البحر لتكون اعلي قيمة لها في الجانب الأسيوي شتاء بينما في الصيف تكون اعلي في الجانب الإفريقي ، هذا يعزي شكل رئيسي للدوامات في الشتاء وتراكم المياه الدافئة علي طول الشواطي الإفريقية في الصيف تحت تأثير الرياح الشمالية الشمالية الغربية(Morcos1970 Abdlla1985)

التوزيع الراسي لدرجة الحرارة في البحر الأحمر ،يظهر أن التأثير الحراري يمتدا في معظم الحالات إلي عمق 50m إلي 200m والتي تقع خلف المنطقة ذات اعلي درجة حرارة اقوي مما كانت علية شمالا في أي من المنطقتين،خط التأثير الحراري اضعف شتاء مما هو علية في الصيف تبعا للهبوط الحراري، درجة الحرارة تنخفض بانتظام لأقل من 21.6°c ،بينما في المياه الدافئة العميقة السفلية في المحيط يكون هنالك ارتفاع في درجة الحرارة ولكن لا يمكن قياسه، وهذا يعزي للضحالة التي تفصل البحر الأحمر من المياه العميقة في خليج عدن وعلي عكس البحر الأحمر يظهر خليج عدن انخفاض منتظم في درجة الحرارة من (30¼°c–10°c) من عمق (2000m–1000m) هذا نتيجة اتصاله المباشر مع المحيط الهندي [Morcos1970] .

12.4 الملوحة:

مياه البحر الأحمر من أكثر مياه العالم ملوحة و ملوحته تعطي مؤشرات ملوحة اعلي من المحيطات المفتوحة علي نفس خطوط العرض ،الملوحة السطحية تنخفض من (41%-40%) جنوبي جزيرة سينا إلي اقل من 36.5% بالقرب من جزيرة(Miyurn). بالإضافة إلي أن الملوحة في كل خطوط العرض عامة اعلي في الصيف من الشتاء .

التغير السنوي يكون في انخفاض من الشمال إلي الجنوب ويكون أكثر من 1% من الشمال إلي حوالي 0.5% في الجنوب[Morcos1970 Abdulla1985] الزيادة في الشمال تعزي إلي التبخر واختلاط المياه عالية نسبة الملوحة القادمة من خليج عدن خلال السريان السطحي مع المياه العميقة ،خلال اضطراب المياه الملوحة تزداد بشكل رئسي مع العمق.

13.4 الكتل المائية:

يتم تشكل الكتل المائية للبحر الأحمر في إطار تسرب المياه من خليج عدن من خلال باب المندب وجميع العمليات الحيوية التي تحدث في البحر الأحمر، بالإضافة للتفاعل بين الهواء والماء هنالك أربعة أنواع لتكتلات المياه في البحر الأحمر .[Abdullah1985,Kosarev and Maslov 1988] منها:

1/المياه السطحية في البحر الأحمر:

هي تمتد من السطح(100m-50عمق)، تبعا للموقع والموسم ودرجة الحرارة تتراوح بين^{o}c (18.5-33) والملوحة بين ‰(38.5-40.5) .

2/المياه العميقة في البحر الأحمر:

هذه الكتلة المائية تحتل معظم حوض البحر الأحمر في طبقة من m(400-500)إلي قاع البحر الأحمر وهي تتميز بالانتظامية الشديدة والخصائص الهيدروغرافية حيث تكون درجة حرارتها بين (21.8-21.6)

°c والملوحة بين‰(40.5-40.7) ،تتكون المياه العميقة في البحر الأحمر في الجزء الشمالي من البحر الأحمر نتيجة للخلط المتواصل وتبادل المياه مع خليج السويس والعقبة .

14.4 دوامات المياه:

التيارات السطحية :

تيارات السطح هي تيارات يتغير اتجاهها اعتمادا علي الرياح الذي يختلف مع الرياح الموسمية التي تهب علي بحر العرب .(Edwards1987,Morcos1990)

خلال الرياح الموسمية SW(من شهر مايو إلي أكتوبر)التيارات تنساب في أي اتجاه قد تكون و سهله ولكن التي تنحصر مابين الجنوب والجنوب الشرقي تكون سائدة جنوب خط 20°N التيارات الجنوبية تكون اقوي وتصل إلي اعلي معدل لها عند 65cm/s علي مقربه من باب المندب [Morcos 1990].في هذا الوقت المياه السطحية في خليج عدن تسري خارجه إلي بحر العرب وتتجه شرقا وهي تسير كتيارات إحلاليه للمياه السارية من البحر الأحمر عبر باب المندب .

عند مرور الرياح الموسميةNE من (نوفمبر إلي ابريل) التيارات تنعكس وهذا يعني أن السريان خلال سطح المياه يكون في اتجاه الشمال ،خلال هذه الفترة الرياح الموسمية الشمالية الشرقية NE تقوم بتوجيه المياه من البحر العربي إلي خليج عدن في حين أن المياه السطحية لخليج عدن تصب في البحر الأحمر من خلال باب المندب،الرياح التي تسود في البحر الأحمر تكون جنوبيه شرقيه وتعمل علي تعزيز التيارات السطحية الشمالية التي سجلت سرعات مابين (30-60)cm/s [Morcos 1990].

شمال خط 20°N متوسط الاتجاه للتيارات هو شمالي غربي وتسود خلاله الرياح الشمالية الغربية ،ونتيجة لتقارب اتجاه التيارات مع اتجاه الرياح يعمل علي تسهيل تشكيل المياه العميقة في الشتاء

شمالاً،هذا النمط البسيط للتيارات السطحية معقد بالنسبة للتيارات التي تختلف في تشكيلها والتي تكون في شكل gyres and eddies .[Quadfasel and Baunder 1993].

15.4الدوامات العميقة :

الدوامات في أعماق البحر الأحمر تتبع النمط القديم لتدويم الـthermohaline،ارتفاع الملوحة يتكون بالتبخر والتبريد في الجزء الشمالي أثناء الشتاء ،حيث تsinksوتملا حوض بعمق200mضحل علي بعد حوالي 130mبالقرب من باب المندب فائض المياه السنوي يشكل سريان المياه العميقة كخليط من المياه العميقة والقريبة من السطح في المنطقة الضحلة من خليج عدن .

في شمال البحر الأحمر وخصوصا في خليج السويس حيث تكون الملوحة حوالي 42%وهي عادة اعلي من الملوحة في المياه العميقة (40.5%) والتبريد في فصل الشتاء لدرجة حرارة اقل من $20^{o}c$ يجعل كثافة المياه اعلي من تلك المياه العميقة في البحر الأحمر.خليج العقبة أيضا يسهم في العملية من خلال تدفق المياه العميقة ذات الكثافة العالية علي عمق حوالي 300mعند مضيق تيران، المصدر الثالث للمياه الباردة الكثيفة ،هو شمال البحر الأحمر جنوب سينا وهنا تكون درجة التبريد والتسلسل لكميات المياه المتشكلة والعميقة يختلف من فصل الشتاء إلي أخر و أيضا خليج السويس هو صاحب أعظم إسهام والمساحة النسبية لكل مصدر غير معروفة بالتفصيل.[Wyrtki1974]توزيع المياه العميقة في البحر الأحمر يختلف مابين الشتاء والصيف [patzert1972,Abduallah1985 and Morcos1990]

في الصيف حركة مياه سطح البحر الأحمر تزداد في الشمال وتأخذ مكانتها تحت تأثير الرياح NNWنتيجة لتراكم هذه المياه علي السطح في الجنوب فإن الطبقة الدنيا من الأكسجين تظهر علي عمق يتراوح بين (300-600)m،كمؤشر للركوض النسبي لهذه الطبقة التي لا تخضع لخلط المياه العمودية،المياه العميقة لها ملوحة اعلي في خليج عدن تظهر حركتها التي تشبه الزحف في مياه البحر

الأحمر وتميل نحو المنطقة الضحلة من باب المندب وخليج عدن.علي مقربة من باب المندب السريان المتوسط لمياه خليج عدن ذات درجة الحرارة والملوحة المنخفضة مضمن في سريان مياه السطح والقاع التي تسري خارجة من خليج عدن .

في الشتاء التدويم يتسم بسريان المياه ذات الملوحة وهي مياه سطحية تعمل علي سريانها رياح SSEوالزيادة التدريجية في الملوحة كلما اتجهنا شمالا وتشكل المياه العميقة بإحلال مياه السطح بمياه القاع وبالتالي ترتفع الملوحة في القاع وهذا يحدث في شمال البحر الأحمر المياه العميقة التي تتشكل في التحرك المنتظم للمياه الخارجية من البحر الأحمر.

16.4 تبادل المياه في خليج عدن:

التوازن في البحر الأحمر هو سلبي بمعني أن هطول الأمطار السنوي نادرا ما يتجاوز50mmبينما التبخر السنوي حوالي 2m/yr [Morcos1990].بالإضافة لذلك هنالك فقد بسيط شمالا في منطقة قناة السويس ، وهذا يرجع لارتفاع المد والجزر والاختلاف فيه بين البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط [Sheppard al1992].هذا الفقد في المياه من خليج عدن لابد أن يعوض بسريان مياه من خليج عدن هذه المياه التي تسري خلال باب المندب ليست بسيطة. ليس فقط في اتجاه السريان والفقد بالتبخر بل أيضا من المياه الخارجة من المياه العميقة ذات الملوحة العالية.كلا العمليتين تتأثر ب:-

1- ضحل المياه في البحر الأحمر حوالي 130mشمال باب المندب .

2- الرياح القوية التي تحرك سطح المياه خارج البحر الأحمر.

3- الضغط المنتظم في المنطقة الضحلة .

الفصل الخامس

الخاتمة

من خلال ما تم تناوله في هذا البحث نجد أن طاقة المد والجزر تتم الاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية وذلك عن طريق بناء سد عند مدخل خليج متوفر فيه ارتفاع مناسب للمد والجزر وذلك بوضع توربينات في بوابات السد .تعمل التوربينات نتيجة للفرق في منسوب المياه في حالتي المد والجزر .

ونجد أن إمكانية استفادة السودان من هذا المصدر من مصادر الطاقة المتجددة ضعيفة وذلك بسبب عدم توفر أي شرط من شروط الاستخدام الاساسيه لهذا النوع من الطاقة والذي يتمثل في انخفاض ارتفاع المد والجزر في البحر الأحمر والذي يتراوح بين (75-25)cm كقيمة متوسطة بينما يتطلب ادني ارتفاع للمد والجزر لتوليد الطاقة 5m وهذا الارتفاع لا يتوفر إلا في 100 موقع فقط حول العالم ليس من بينها البحر الأحمر .كما إن ارتفاع نسبة الملوحة في البحر الأحمر الذي يتراوح فيما بين (36%-41%) يؤدي إلي ارتفاع تكاليف الصيانة للمحطة وذلك بسبب تعرض القطع المعدنية المستخدمة في المحطة للتآكل عن طريق الصدأ والذي يقلل من العمر الافتراضي لهذه القطع .