حكايات علمية

٢٧

كهرباء البحار

دكتور مهندس/ سمير محمود والي

دار المعارف

obeikandl.com

obeikandl.com

الناشر: دار المعارف – ١١٩ كورنيش النيل – القاهرة: ج. م. ع.

إعداد الماكيت: أماني والي

الماسة الزرقاء

هب محمد وأماني من نومهما مذعورين على صياح أمهما وهي تنادي: يا محمد.. يا أماني.. استيقظا من نومكما فقد أزف الوقت بنا.

قام محمد ذو الثماني عشر عامًا متكاسلاً، ولحقت به أخته أماني التي تصغره بعامين، وأسرعا نحو الحمام ليغتسلا ويتوضأ كل منهما، ويؤديا الصلاة، ثم يتناول كل منهما طعام الإفطار قبل أن يحزم كل منهما أمتعته استعدادًا للسفر.

وبينما كانت الأم تقوم هي الأخرى بحزم أمتعتها، رن جرس التليفون، حيث كان المتحدث أخو الأم الدكتور حازم، يتعجل الأم وأولادها للتأهب للسفر خلال نصف ساعة، زادت هذه المكالمة من همة الأسرة الصغيرة نحو الإسراع في التأهب للسفر، ولم تكد تمضي نصف الساعة، حتى سمع الجميع بوق سيارة الدكتور حازم معلنًا عن وصوله، وهرولت الأسرة تهبط درجات السلم مثنى وثلاث، وقد ركبوا السيارة التي أخذت تنهب الأرض نهبًا في طريقها نحو مدينة السويس.

تنفس الجميع الصعداء، بعد أن أطمأنوا إلى أن سائق سيارة الدكتور حازم، سيقلهم إلى ميناء السويس، للحاق بالباخرة "نجمة البحار" التي سوف تبحر من ميناء السويس إلى الهند بع توقف في ميناء جدة السعودي، حيث يغادرونها لزيارة الأب الذي يعمل في مدينة جدة بالسعودية، ليقضوا عند شهرًا بأكمله في زيارة ينعمون فيها برؤية الأب، ويتسوقون ويزورون مدينة جدة، كان الأولاد والأم في شوق لرؤية الأب، وكان الدكتور حازم في لهفة للاطمئنان على زوج أخته، لذا قبل أن يرافق الأسرة الصغيرة رغم مشاغله الكثيرة كخبير في طاقة البحار والمحيطات بإحدى الهيئات التابعة للأمم المتحدة، لكنه ضحى بوقته وبمهام عمله كي يسعد أسرة أخته.

وما أن وصل الجميع إلى ميناء السويس حتى أسرعوا بإنهاء الإجراءات الجمركية والصعود إلى الباخرة، ليتعرف كل منهم على حجرته في الباخرة، ويضع فيها أمتعته، ثم يتقابل الجميع في الردهة الرئيسية للباخرة، ليتفقدوا أجزاء كحمام السباحة الرئيسي، وغرفة الطعام الرئيسية، ودار العرض والمسرح، وصالات الألعاب الرياضية، وكذا الألعاب الإلكترونية وخلافه، وقد رافقهم خلال جولتهم أحد أفراد طاقم الباخرة والمسئول عن استضافة الركاب وقد بالغ في الترحيب بهم وأخبرهم أن هذه الباخرة سعتها ٦٠٠ راكبًا ولكن هذه الرحلة سيكون بها ٤٢٠ راكبًا فقط، متجهين إلى المملكة العربية السعودية وأيضًا إلى الهند، ومن بين الركاب "مهراجًا" هندي يمتلك ماسة نادرة لا تقدر بثمن، وقد أودعها خزانة الباخرة لحين وصوله إلى الهند، إن هذه الماسة تزن مائة وخمسين قيراطًا وأنها ذات نقاء لا مثيل له، ولونها شفاف ضارب إلى الزرقة ولها شكل مميز ووحيد بين ماسات العالم، ويبلغ ثمنها حوالي خمسة ملايين دولارًا أمريكيًا، لذا فإن المهراجا قد أمر بوضح حراسة مشددة على خزانة الباخرة.

أبدى الجميع دهشتهم لهذه المعلومات، ثم أكملوا تفقدهم لباقي أجزاء الباخرة، وفي نهاية الجولة خلد كل منهم إلى النوم في حجرته، وهو يحلم بالماسة الزرقاء النادرة، ويتمنى لو كانت هذه الماسة مالكًا خالصًا له.

وفي الصباح الباكر استيقظ محمد وأماني فوجدوا أن الباخرة قد أقلعت من ميناء السويس أثناء نومهم، وبدأت تمخر مياه خليج السويس متجهة جنوبًا، وبينما كان محمد يرقب الأفق البعيد ويرى طيور "النورس البحرية" تحوم حول الماء لتتصيد غذاءها (شكل١) فوجئ بمن يربت على كتفه، فالتفت فإذا خاله الدكتور حازم يلقى عليه تحية الصباح ويسأله: فيما تفكر يا محمد؟ أجاب محمد: في خليج السويس ومدى اتساعه وطوله وزرقة مياهه، ضحك الدكتور حازم قائلاً: ألم تفكر يا محمد في مدى الاستفادة العلمية والعملية التي يمكن أن تعود على مصر خاصة وعلى العرب عامة من الخلجان؟ قالت أماني: استفادة علمية وعملية من الخلجان كيف يمكن ذلك؟ إن مصر والعالم العربي ملئ بآلاف الخلجان المختلفة في الطول والعرض والعمق ولم يستغلها أحد منذ أن خلق الله الأرض ومن عليها إلى الآن.

(شكل ١) طيور النورس البحرية .

قال الدكتور حازم: إن وجود الخلجان هو نعمة كبيرة أنعم الله على مصر والوطن العربي بها، فمصر بها بحران: البحر الأبيض والبحر الأحمر، وهناك دول كثيرة في العالم لا تطل على البحار – على سبيل المثال– دولة "التشيك"، ودولة "السلوفاك"، وكل بحر به أعداد كبيرة من الخلجان ويمكننا أن.. ولم يتم الدكتور حازم جملته حتى سمع الجميع هرجًا ومرجًا وأصواتًا عالية على المركب، وأناسًا تجري من هنا ومن هناك، ذهب الدكتور حازم ومحمد وأماني مسرعين ليستطلعوا سبب هذه الضوضاء فإذا بقبطان الباخرة يقول في انزعاج: لقد سرقت ماسة "المهراجا"...!

عم الوجوم على وجه الدكتور حازم، وعلى محمد وأماني ووالدتهم لهذا الخبر المفاجئ، وجاء إليهم من يقول: لقد خدروا الحرس وكسروا خزانة الباخرة، ويعتقد أنهم ثلاثة أو أربعة لصوص من عصابات سرقة الخزائن!!

قال الدكتور حازم: لا بأس يا محمد فاللصوص –قطعًا– ما زالوا على متن الباخرة ولن يعدم رجال أمن الباخرة في أن يجدوا وسيلة أو أخرى للقبض عليهم واستردادها.

قالت أماني: وهل تظنهم ينجحون في القبض على اللصوص يا خالي؟

قاطعها محمد قائلاً: ليس هذا هو المهم يا أماني، إني متشوق لحديث خالي عن الاستفادة العلمية من الخلجان المصرية والعربية.

قال الدكتور حازم: أعتقد يا محمد أن الوقت حاليًا ليس مناسبًا لاستكمال حديثنا العلمي، دعنا أولًا نذهب لنتابع عن قرب تطورات سرقة الماسة الزرقاء لنرى ماذا سيحدث وغدًا نستكمل حديثنا عن الاستفادة العلمية من الخلجان العربية، قال محمد: لا بأس سأذهب أنا إلى غرفتي وتابع أنت يا خالي مع أماني تطورات حادثة سرقة الماسة وسوف نتقابل في صباح الغد.

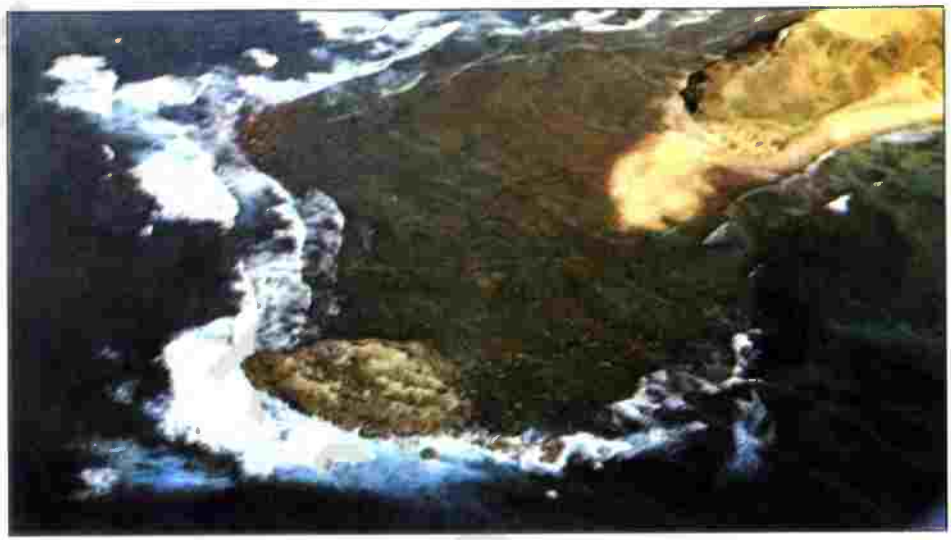
وفي نهاية اليوم، ذهب كل منهم إلى حجرته واستلقى على سريره، يستعرض أحداث يومه ويحلم... كانت أماني تحلم بالأحداث المثيرة لسرقة الماسة الزرقاء ومن يكون اللصوص؟ وكيف سيتم القبض عليهم؟ أما محمد فكان يحلم بمياه الخليج الزرقاء وكيف -كما قال له خاله- يمكن الاستفادة العلمية والعملية من الخلجان العربية حتى يتحقق مستقبل أفضل للشباب العربي. أما الدكتور حازم فكان يحلم باليوم الذي يمكن فيه تنفيذ مشروعات لتوليد الكهرباء من البحار والمحيطات العربية، أسوة بالدول الأوروبية والأمريكتين، حتى تنهض الدول العربية إلى مصاف الدول المتقدمة..

وباتوا جميعًا يحلمون...!

الكهرباء من المد والجزر

مع إشراقه شمس اليوم التالي، نهض الجميع من نومهم الجميع من نومهم وشرعوا يتأهبون لتناول طعام الإفطار في الصالة الرئيسية بمطعم الباخرة، وأثناء تناولهم لإفطارهم سأل محمد في إلحاح: لماذا يا خالي لا تستأنف حديثك الشيق عن الاستفادة العلمية بالخلجان العربية؟

قال الدكتور حازم: هل تعلمون شيئًا عن ظاهرة المد والجزر في البحار والمحيطات؟ قالت أماني: نعلم القليل ونفضل أن توضحها لنا تفصيلاً، قال الدكتور حازم: لا بأس، ظاهر المد والجزر هي ظاهرة من الظواهر الطبيعية المعروفة منذ أن خلق الله الماء واليابسة، شأنها شأن أي ظاهرة طبيعية أخرى كالبرق والمطر والرياح...إلخ، وتتمثل هذه الظاهرة في ارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات عن منسوبها العادي مما يتسبب في زحف المياه على شواطئ اليابسة، وذلك عندما يصير القمر بدرًا، وتسمى هذه الظاهرة "المد"، أما "الجزر" فهو انخفاض منسوب هذه المياه عن منسوبها العادي، مما يتسبب في انحسار هذه المياه عن شواطئ اليابسة إلى داخل البحار والمحيطات، ويحدث ذلك عندما يصير القمر محاقًا (شكل ٢) وفي الواقع فإن ظاهرة "المد والجزر" ليست مقصورة فقط على مياه البحار والمحيطات، بل يقال إنها تشمل الإنسان والحيوان والنبات، فيقال



(شكل ٢) تأثير المد والجزر على جزر استرالية

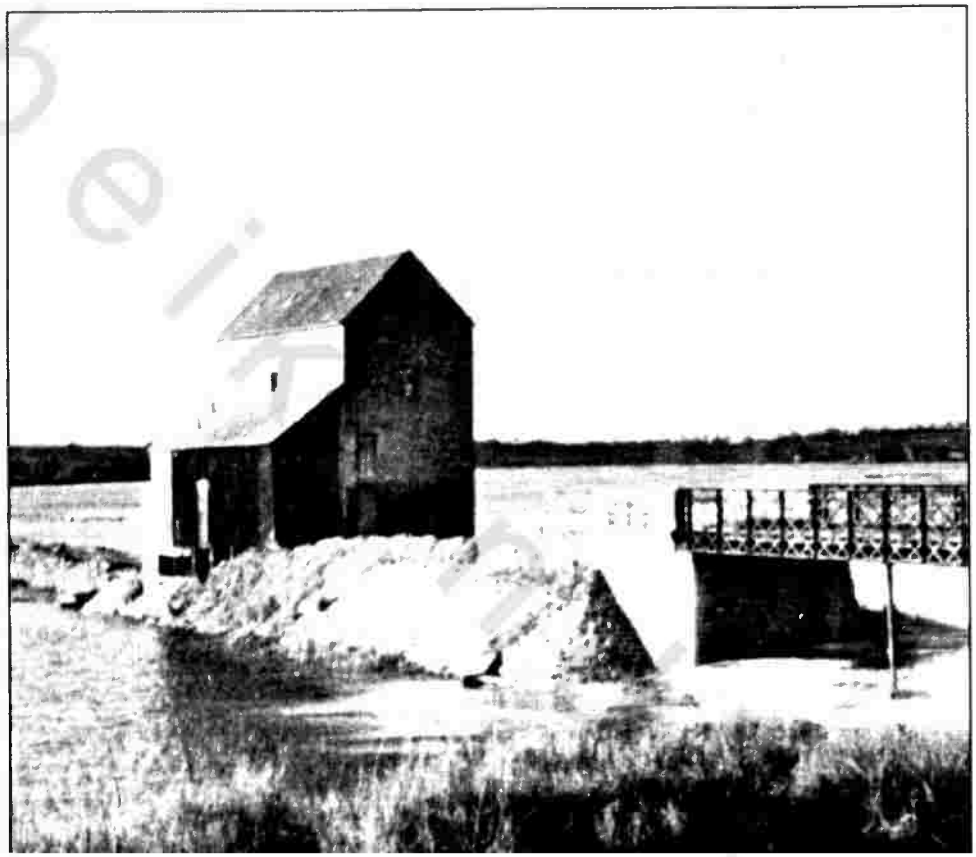
إن السوائل التي في جسد الإنسان – وبالتحديد في مخه – تعاني من نفس الظاهرة، أي زيادة منسوبها عندما يكون القمر بدرًا، وانحسارها عندما يكون القمر محاقًا، وذلك يتسبب في هياج ملحوظٍ لنزلاء مستشفيات الأمراض العصبية والعقلية عند ظهور البدر مكتملاً، واكتئابهم عندما يكون القمر محاقا، وتتعدى تلك الظاهرة نزلاء المستشفيات العقلية والنفسية. وتحدث للإنسان العادي الذي يمر بدورات نفسية متعاقبة، فيكون أحسن ما يكون نفسيًا عند ظهور البدر، ويتضح ذلك بجلاء عند الشعراء والمحبين والكتاب العاطفيين، فنجدهم –قديمًا وحديثًا– يتغنون بضوء البدر على وجه الحبيب.

أما في الحيوان فقد تلاحظ زيادة إدرار اللبن عند الثدييات عمومًا كالبقر والجاموس والماعز وخلافه، وكذا زيادة رغبتها في التكاثر عند ظهور البدر.

أما في النبات فكلنا يعرف "سيموفنية" العزف الرقيقة التي يتمتع بسماعها سكان مدينة حلب السورية حينما تتفتح ثمار الفستق في ليالي اكتمال البدر فتحدث أصواتًا رقيقة في ترتيب عشوائي أشبه بـ"السيمفونيات" فيسر لسماعها عشاق الليالي القمرية.

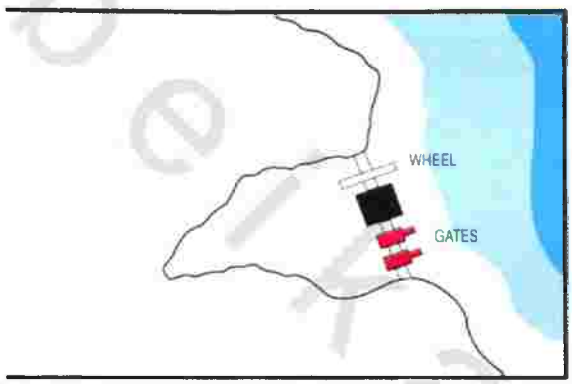
والتفسير العلمي لظاهرة المد والجزر معقد، فهو ينشأ نتيجة تداخل عوامل كثيرة منها: التأثير المشترك الجاذبية الشمس والقمر طبقًا لقوانين الجاذبية وكذا حركة دوران الأرض حول نفسها، وتحرك المحيطات الذي يسبب رنينًا وانعكاسات أمواج المحيط على شواطئ اليابسة.

وقد عرف القدماء منذ القرن الثاني عشر الميلادي إمكانية الاستفادة من طاقة المد والجزر فأقاموا طواحين بدائية لطحن الحبوب والغلاء تعمل بطاقة المد والجزر وكان ذلك في فرنسا في موقع "سانت سالياك" كما يبدو في (شكل ٣)، أما الآن فقد تطور استخدام طاقة المد



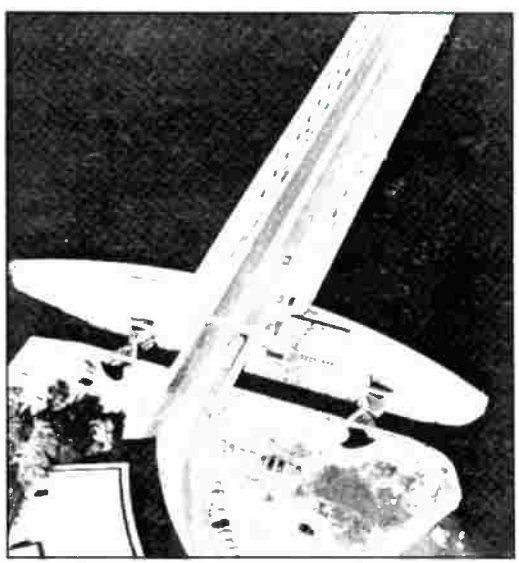
(شكل ٣) أول طاحونة حبوب تعمل بطاقة المد والجزر أقيمت في القرن الـ١٢ الميلادي بموقع (سنانت سالياك) بفرنسا

والجزر من مجرد طحن الحبوب والغلال إلى توليد الكهرباء، حيث يبدأ المهندسون مشروعهم باختيار خليج ذي مواصفاتٍ معينةٍ مثل ذلك الموضح في (شكل ٤) وفي جزء معين على هذا الخليج يقوم المهندسون بتصميم وبناء سد خرساني به فتحات لوضع "التوربينات" المائية بها وكذا فتحة ملاحية لتسهيل مرور السفن من الخليج إلى البحر كما هو واضح في (شكل ٥).



(شكل ٤) شكل الخليج وموقع المحطة عليه .

وعند اكتمال بناء هذا السد يقوم العلماء بفتح جميع فتحات السد عندما يكون القمر محاقًا، حتى يتساوى منسوب المياه أمام وخلف السد، وفي توقيت معين عندما تبدأ مياه البحر في الزيادة بسبب بدء المد، يتم غلق فتحتا السد لعدة أيام حتى


(شكل ٥) السّدّ الخرساني وبجواره تظهر الفتحة الملاحية.

ترتفع مياه البحر في ناحية السد المواجهة للبحر، في حين يظل منسوب المياه ثابتًا في الجانب الآخر من السد المواجهة للخليج.

(شكل ٦) تفريغ المياه من خلال فتحات السد من المنسوب العالي (البحر)

إلى المنسوب المنخفض (الخليج)

وعندما يصل فرق المنسوب أمام وخلف السد إلى أكبر فرق ممكن، يتم تفريغ المياه من المنسوب العالي إلى المنسوب المنخفض، من خلال فتحات السد كما يبدو في (شكل ٦) وخلال عملية تفريغ المياه من فتحات السد، فإنها تمر من خلال "توربينات" مائية من نوع يسمى "كابلان" كما هو واضح في (شكل ٧)، فتدور هذه "التوربينات" بقوة دفع الماء تمامًا كما يحدث في مشروع السد العالي بأسوان في جمهورية مصر العربية. وبالطبع فإن هذه "التوربينات" متصلة ميكانيكيًا بمولدات كهرباء، فإذا دارت "التوربينات" المائية دارت معها مولدات الطاقة الكهربائية، وبذلك تنتج هذه المولدات طاقة كهربائية يتم تغذية الشبكة الكهربائية للدولة بها.

ومثل هذه المحطات لتوليد الكهرباء من طاقة المد والجزر توفر الوقود الذي كان سيستخدم لإنتاج هذه الطاقة الكهربائية.

قاطع محمد قائلاً: هل ما ذكرته يا خالي هو فكرة لمشروعٍ أم أنه حقيقة واقعة؟

أجاب الدكتور حازم: إن ما ذكرته لك يا محمد هو حقيقة نفذتها دول عديدة مثل الولايات المتحدة الأمريكية والأرجنتين والمملكة المتحدة وفرنسا، فمثلاً نفذت فرنسا مشروعاً كهذا في موقع يسمى "لارانس" ينتج ٢٨ مليون كيلوات ساعة سنويًا لكل كيلومتر من طول الخزان.

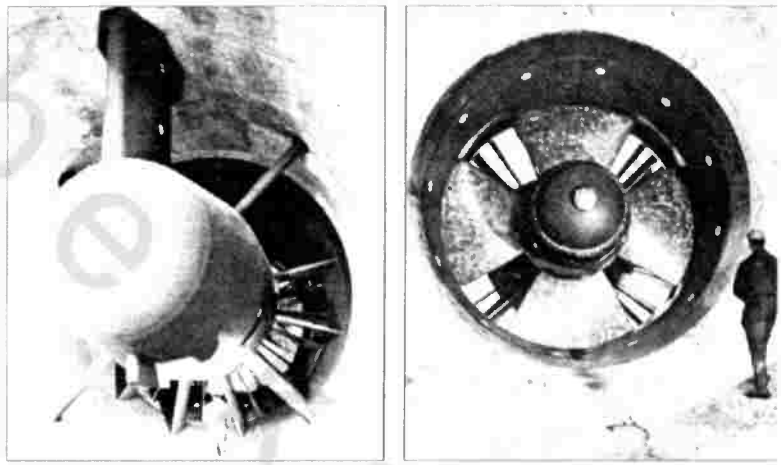
سألت أماني: هل يمكنك يا خالي إعطاءنا تفصيلات عن هذا المشروع المنفذ في فرنسا؟!

أجاب الدكتور حازم: بالطبع فمشروع "لارانس" تم إنشاؤه عام ١٩٦٦ بالمواصفات التالية:

القدرة الكهربائية:	٢٤٠ مليون وات.
الطاقة الكهربائية المنتجة:	٥٤٤ مليون كيلوات ساعة سنويًا.
عدد الفتحات وعدد المولدات:	٢٤
نوع التوربينات المائية:	كابلان.

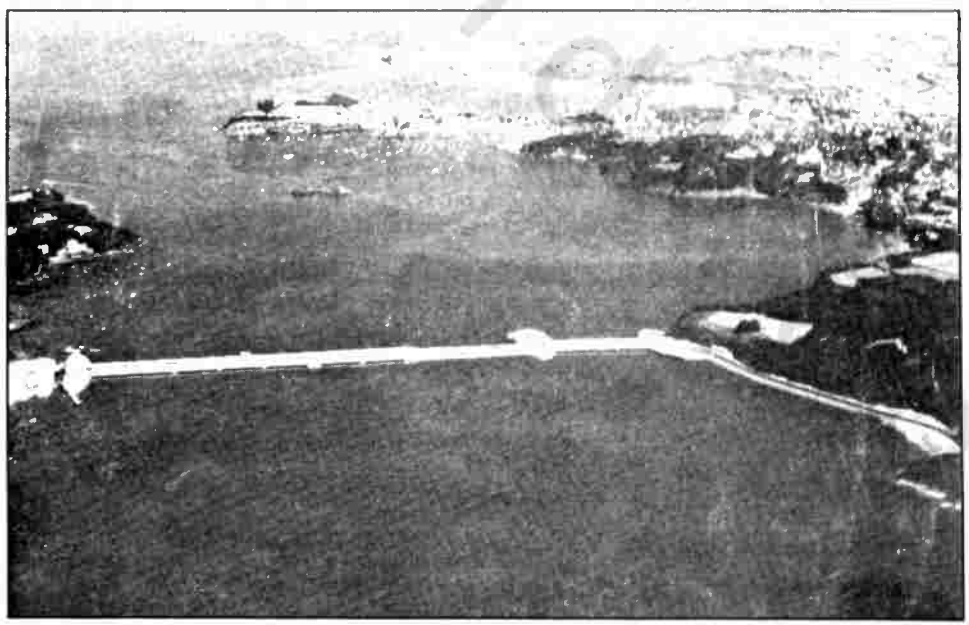
قطر التوربينة:	٥.٣٥ مترا.
عدد ريش التوربينة:	٤ ريشات.
زاوية ميل ريشات التوربينة:	متغير من −٥ إلى +٣٥ درجة.
حدود فرق منسوب المياه:	من ٣ إلى ١١ مترا.
حدود تصرف المياه:	من ١١٠ إلى ٢٠٠ مترا مكعبًا في الثانية.
نوع المولد الكهربائي:	تزامني.
السرعة القانونية للمولد:	٩٣.٧٥ لفة في الدقيقة.
أقصى سرعة للمولد:	٢٦٠ لفة في الدقيقة.
جهد المولد القانوني:	٣٥٠٠ فولت.
تبريد المياه:	هواء مضغوط بضغط ٢ جوي.

obeikandi.com



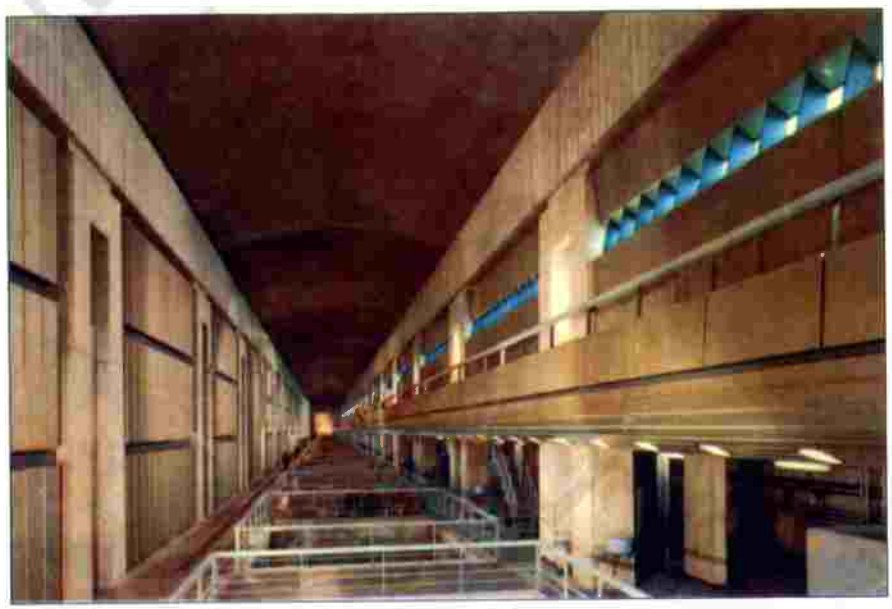
(شكل ٧) منظر أمامى ومنظر خلفى للتوربينات المائية.

ويوضح (شكل ٧) منظرًا أماميًا وخلفيًا للتوربينات المائية، كما يوضح (شكل ٨) منظرًا عامًا لمحطة توليد الكهرباء من طاقة المد



(شكل ٨) منظر عام لمشروع «لارانس» بفرنسا.

والجزر في خليج "لارانس" بفرنسا، أما (شكل ٩) فيوضح منظرًا داخليًا لمحطة توليد الكهرباء في هذا المشروع.



(شكل ٩) منظر داخلي لمحطة توليد الكهرباء بمشروع "لارانس".

قاطع محمد الحديث قائلاً: يا ترى كم عدد الخلجان العربية التي تصلح لإقامة مثل هذه المشروعات؟

رد الدكتور حازم قائلاً: بل يجب أن يكون سؤالك يا محمد كم عدد العلماء والمهندسين العرب المتخصصين في هذا المجال؟

قالت أماني: لا بل كم يبلغ ثمن الوقود الذي يمكن أن توفر مثل هذه المشروعات إذا تم تنفيذها بالوطن العربي؟

قال الدكتور حاز: إذا فرضنا أن ثمن الكيلوات ساعة هو ٠.١ دولارًا أمريكيًا فإن محطة "لارانس" توفر ٥٤.٤ مليونًا من الدولارات سنويًا، أي أنها وفرت حتى الآن منذ إنشائها عام ١٩٦٦ حوالي ٢ مليار دولار، وما زالت تعمل حتى الآن.

قالت الأم: لقد انتهينا من تناول طعام الإفطار، فهيا بنا نغادر المكان.

ولم يكد الجميع يغادرون مكانهم حتى سمعوا صوتًا يقول: لقد رفع رجال الأمن بصمات اللصوص من على خزانة الباخرة، وسيقومون الآن بمضاهاة هذه البصمات على بصمات جميع ركاب الباخرة حتى يتعرفوا على لصوص الماسة.

صاحت أماني مذعورة: أنا لن أسمح لأحدٍ أن يضعني موضع الاتهام، ويأخذ بصماتي فأنا فوق مستوى الشبهات...

قال محمد: ألا تريدين يا أماني مساعدة العدالة؟

قالت أماني: نعم أساعدها، ولكن ليس بكرامتي.

قال الدكتور حازم: هذا مجرد رأي، ولكن أحدًا لم يأت إليك طالبًا رفع بصماتك يا أماني.

ولم يكد الدكتور حازم ينهي عبارته حتى أخذ المركب يعلو ويهبط ويتمايل ذات اليمين وذات اليسار فصاح محمد: ما هذا؟ ماذا حدث؟

قال الدكتور حازم: أظنه موج البحر يتلاعب بالباخرة.

قالت أماني: وهل أمواج البحر قوية لدرجة أنها تتلاعب بباخرة كبيرة كهذه الباخرة؟

قال الدكتور حازم: إن موج البحر قوي للغاية ويمكنه أن يفعل أكثر من ذلك، قال محمد: أكثر من ذلك... كيف؟ رد الخال قائلاً: إن موج البحر يمكنه إدارة محطة توليد كهرباء، صاح محمد وأماني في شغف: كيف ذلك؟

قال الدكتور حازم: ذلك ما سوف أوضحه لكم على مائدة العشاء ليلاً...

أمضى محمد وأماني يومهما يمرحان ويلهوان على متن الباخرة، وهما ينتظران بفارغ الصبر موعد تناول العشاء حتى ينعما بحديث خالهما كيف تولد أمواج البحر الطاقة الكهربائية؟

وفي المساء... اجتمعت الأسرة حول مائدة العشاء واتجهت أنظار محمدٍ وأماني نحو الدكتور حازم انتظارًا لحديثه.

أعتدل الدكتور حازم في جلسته، ثم بدأ حديثه...

الأمواج تولد الكهرباء

قال الدكتور حازم: كما تعلمون جميعًا فإن الحركة الموجية لمياه البحار والمحيطات، تنشأ بتأثير الرياح على سطح هذه المياه على طول مسافات كبيرة قد تصل إلى آلاف الكليومترات، وهذه الحركة الموجية تصاحبها نوعان من الطاقة: إحداهما طاقة حركية، والأخرى طاقة جاذبية، ويبلغ إجمالي هذه الطاقة في المتوسط حوالي ٤٠ كيلوات لكل متر منم عرض الموجة (شكل ١٠) وهذا الكم من الطاقة ليس صغيرًا إذ أنه يعادل طاقة سيارة ركوب

(شكل١٠) طاقة الأمواج .

صغيرة الحجم، فإذا أمكن الحصول على هذه الطاقة بالكامل، وتحويلها إلى صورةٍ أخرى من صور الطاقة مثل الطاقة الكهربائية بحيث تكون كفاءة التحويل من طاقة موجية إلى طاقة كهربائية ١٠٠% (وبالطبع فإن هذا مستحيل) فإن ذلك يعني إمكانية إنشاء محطة توليد للكهرباء بقدرة ١٠٠ ميجاوات (وهي قدرة عالية للغاية) من مجرد إنشاء محطة لتحويل طاقة الأمواج إلى طاقة كهربائية بامتداد حوالي ٢.٥ كليومترًا على طول أي شاطئ، وبالطبع فإن هذا المثال ليس واقعيًا لأنه لا توجد وسيلة تحويل طاقة موجية إلى طاقة كهربائية بكفاءة ١٠٠% وإنما هذا المثال قصد به توضيح ما تمتلك طاقة الأمواج من قدرة.

واستطرد الدكتور حازم قائلاً: إن طاقة الأمواج هي طاقة (شبه عشوائية) بمعنى أنها غير مستديمة على مدار الأربع والعشرين ساعة يوميًا، كما أنها أيضًا غير مضمونة على مدار الـ٣٦٥ يوما في العام، وعبارة (شبه عشوائية) التي توصف بها طاقة الأمواج هي عبارة علمية رياضية وليست تعبيرًا أدبيًا، فالظواهر الطبيعية (وكذا الدوال الرياضية) إما أن تكون محددة ومستديمة مثل الطاقة الشمسية على خط الاستواء مثلا، فالشمس على خط الاستواء تشرق يوميًا في ميعاد محددٍ ومعلومٍ مسبقًا طبقًا لفصول وأيام العام، ويمكن حساب شدة الطاقة الشمسية مسبقًا لأي يوم من أيام السنة وأي ساعة من ساعات هذا اليوم، حيث إنها ظاهرة مؤكدة ومحددة.

أما البراكين والزلازل فهي أيضًا ظواهر طبيعية، ولكنها عشوائية تمامًا بمعنى أن أحدًا لا يستطيع حتى الآن التنبؤ أو تحديد ميعاد هذه الظواهر أو شدتها أو فترة استمرارها مسبقًا لذا فهي عشوائية.

لكن الأمر يختلف بالنسبة لطاقة الأمواج، وكذا طاقة الرياح فهي ظواهر "شبه عشوائية" حيث أننا نستطيع تحديد أماكنها ومواعيدها بصفة ليست مؤكدة، ولكن على وجه التقريب فعلى سبيل المثال نحن نعلم بالتقريب موعد وفترة دوام واتجاه رياح الخماسين في جمهورية مصر العربية، ولكنا لا نستطيع أن نحدد ميعاد ابتدائها أو نهايتها أو فترة دوامها باليوم والساعة والدقيقة، لذا فهي "شبه عشوائية".

وقد كانت الطبيعة شبه العشوائية لطاقة الأمواج سببًا كافيًا، دعا العلماء إلى ابتكار أشكال وأنواع عديدة من أجهزة استغلال طاقة الأمواج، لكن معظم هذه الأجهزة لم يحقق النجاح التجاري والعلمي المأمول فيه، لأن الأسس العلمية التي بنيت عليها هذه الأجهزة لم تراع بقدر كافٍ سرعة المياه على سطح البحر، وسرعة المياه في أعماق البحار، وكذا علاقة سرعة جزيئات الماء مقارنة بسرعة الموجة نفسها.

وعلى الرغم من ذلك توصل العلماء إلى قاعدتين أساسيتين لتصميم أي جهاز يقوم باستغلال طاقة الأمواج.

سأل محمد: وما هما هاتان القاعدتان؟

استكمل الدكتور حازم حديثه قائلاً:

القاعدة الأولى: إنه لتحويل طاقة الأمواج إلى طاقة ميكانيكية (وبالتالي كهربائية) لابد من وجود حركة نسبية داخل جهاز التحويل.. بمعنى أنه لا يكفي أن يكون في الجهاز شيء ما يتحرك بنفس سرعة الأمواج، وإنما لابد من وجود شيء آخر لا يتحرك.. أو يتحرك بسرعة أخرى غير سرعة الأمواج.

أما القاعدة الثانية: فإنه لابد أن يكون بالجهاز عنصر يسمح بالحركة للمياه في اتجاه واحد، وسوء كانت هذه الحركة واحد فقط، ويمنعها من الحركة في الاتجاه المعاكس سواء كانت الحركة إلى أعلى أو إلى أسفل إلى اليمين أو إلى اليسار.

قال محمد: لكنك لم تخبرنا يا خالي هل أسفرت هذه النظريات والقواعد عن ابتكار أجهزة للاستفادة من طاقة الأمواج أم أن الموضوع ما زال طور البحوث والتجارب؟

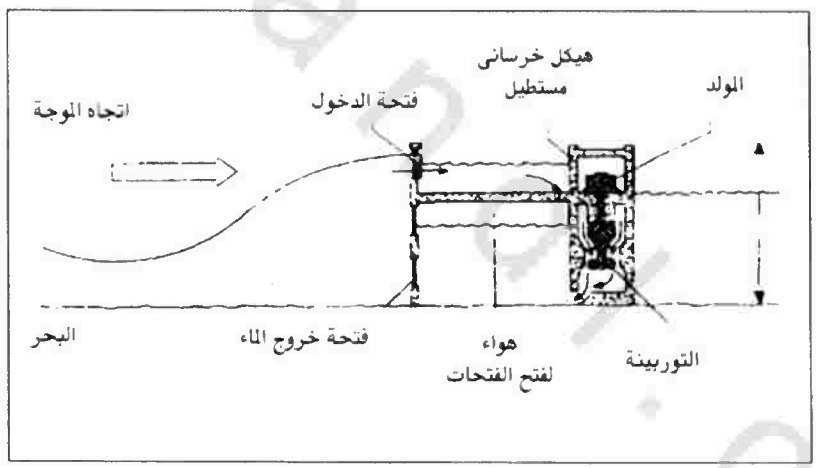
قال الدكتور حازم: نعم أسفر ذلك عن ابتكار خمسة أنواع من هذه الأجهزة، لتحويل طاقة الأمواج إلى طاقة ميكانيكية أو طاقةٍ كهربائية.

سأل محمد: وما هي هذه الأجهزة الخمس؟

أجاب الدكتور حازم: الأجهزة هي كالتالي:

١- المقومات Rectifier:

يوضح (شكل ١١) رسمًا تخطيطيًا لجهاز المقوم ويتكون هذا الجهاز من هيكل خرساني مستطيل الشكل مثبتًا بداخله مولد كهربائي متصل ميكانيكيًا بتوربينة مائية من نوع كابلان السابق ذكره.

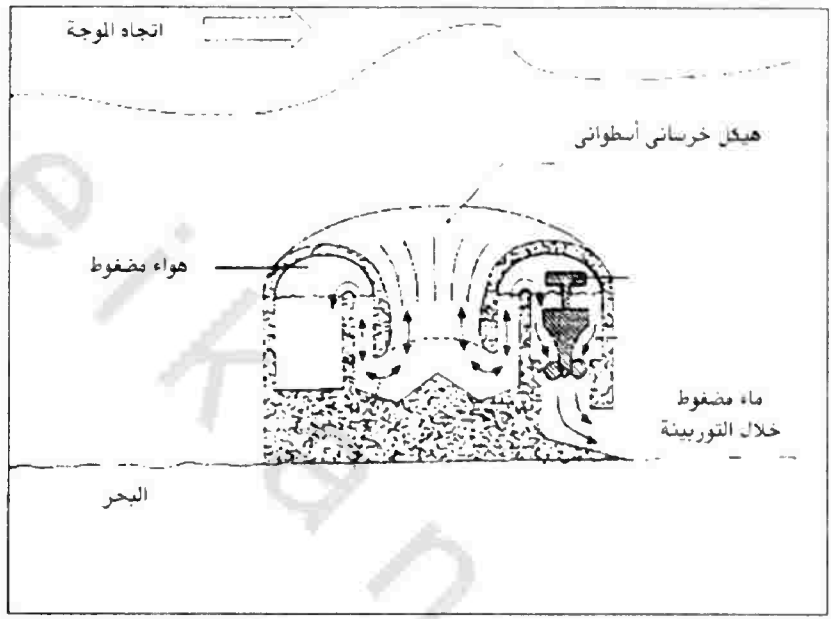


(شكل ١١) المقوم Rectifier .

وتدور هذه التوربينة نتيجة لانسياب تيار الماء من الخزان العلوي إلى الخزان السفلي للجهاز، والخزان العلوي مزود بصمام عدم رجوع بحيث يسمح للماء بدخول الخزان العلوي ولا يسمح له بالخروج من هذا الخزان إلى البحر، كما أن الخزان السفلي له أيضًا صمام عدم رجوع يسمح للماء بالخروج من الخزان السفلي ولا يسمح لماء البحر بدخوله، والخزان السفلي به دائمًا فراغ ممتلئ دائمًا بالهواء أعلى الماء المختزن، ويبلغ ارتفاع الجهاز حوالي ٢٠ مترًا. وطريقة عمل الجهاز تبدأ حين يصل ارتفاع قمة الموجة إلى نفس ارتفاع صمام الخزان العلوي حيث يبدأ ماء البحر في دخول الخزان العلوي، ثم يندفع إلى الخزان السفلي من خلال ريش التوربينة الهيدروليكية فتدور التوربينة ويدور معها المولد الكهربائي المتصل بها ميكانيكيًا، عن طريق صندوق تروس يقوم بزيادة عدد لفات التوربينة بحيث تصبح صالحة لقيام المولد بعمله، فإذا ما دار المولد أنتج لنا طاقة كهربائية يمكن استغلالها في شتى الأغراض.

٢- المجري Duct:

يوضح (شكل ١٢) الرسم التخطيطي لهذا الجهاز وعادة ما يطلق على هذا الجهاز اسم "جهاز عامود المياه المتذبذب في اتجاهات عديدة" ولعل هذا الاسم يوضح عمله.



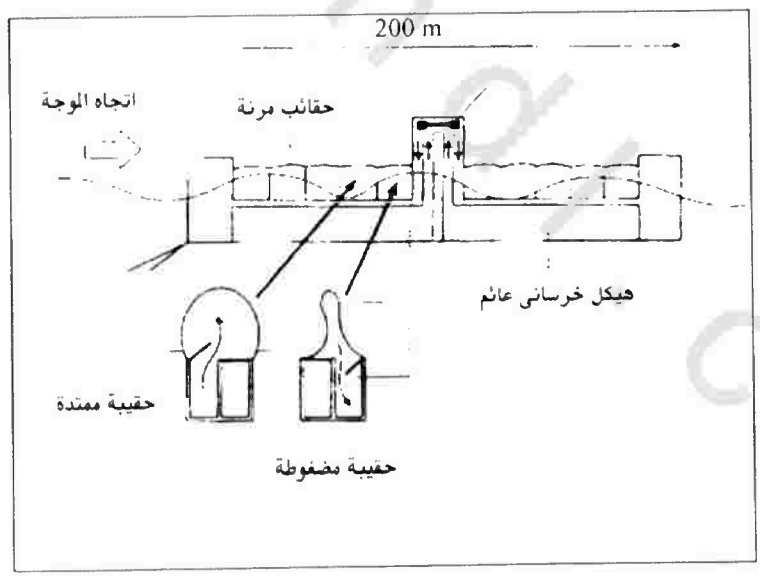
(شكل ١٢) المجرى Duct

ويتكون الجهاز من جسم خرساني إسطواني الشكل له فتحة في مركزه، يتذبذب فيها الماء كلما مرت موجة بحر فوقها، وعند مرور الموجة، فإن الهواء الموجود في قمة الخزان ينضغط فيندفع الهواء بقوة إلى ريش التوربينة لسبب دورانها حول محورها، بعد ذلك يخرج الماء من فتحة خاصة إلى قاع البحر.

فإذا ما دارت التوربينة المتصلة ميكانيكيًا بمولد كهربائي ذي محور رأسي، فإن المولد سوف ينتج طاقة كهربائية طبقًا لقدرة طاقة الأمواج التي تمر فوق الجسم الخرساني للجهاز.

٣- الحقيبة المرنة Flexible bage:

يوضح (شكل ١٣) رسمًا تخطيطيًا لهذا الجهاز، ويتكون هذا الجهاز من هيكل خرساني عائم طوله حوالي ٢٠٠ مترًا وعرضه لا يزيد عن ١٠ أمتار وعلى سطح هذا الهيكل الخرساني توجد توربينة هوائية، وعدد كبير من الحقائب المرنة تتمدد كل منها عندما يمر عليها قاع الموجة، فتسحب الهواء اللازم لتمددها من قناة خاصة في الجسم الخرساني تسمى "قناة الضغط الضغط المنخفض" أما عند مرور قمة هذه الموجة على الحقيبة فإنها تنقلص وتدفع ما بها من هواء إلى قناةٍ أخرى تسمى "قناة الضغط العالي" التي توجد داخل الجسم الخرساني.



(شكل ١٣) الحقيبة المرنة Flexible Bag .

ومع تتابع مرور قمم وقيعان أمواج البحر فإن الحقائب تتمدد وتتقلص في تتابع منتظم، مما ينتج عنه ضغط عال للهواء في قناة الضغط العالي، وكذا ضغط منخفض للهواء في قناة الضغط المنخفض، أي أن هذه الحقائب تعمل كضاغط للهواء.

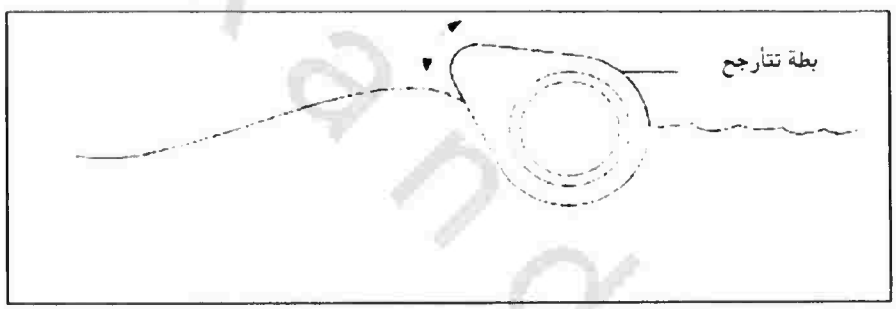
وبدخول الضغط العالي على مدخل الضغط العالي "للتوربينة" الهوائية، وكذا دخول الضغط المنخفض على مخرج التوربينة" الهوائية فإن التوربينة تدور. وبالطبع فإن دوران "التوربينة الهوائية يصاحبه دوران المولد الكهربائي المتصل بها ميكانيكيًا، فتتولد الكهرباء أو يمكن تحميلها بأي حمل ميكانيكي آخر بدلاً من مولد الكهرباء مثل مضخة مياه أو طاحونة لطحن الحبوب، ويتميز هذا النوع من أجهزة استغلال طاقة أمواج البحر على باقي الأنواع بأنه يستخدم "توربينة" هوائية بدلاً من "التروبينة" المائية "الهيدروليكية".

وتمتاز "التوربينة المائية وكذا قدرتها بأنها ذات سرعة دوران ثابتة عكس "التوربينة" المائية وكذا قدرتها على امتصاص وعدم نقل الاهتزازات وذلك لأن الهواء –خلال الهواء– له قابلية للانضغاط الجزئي.

٤– البطة Duck:

يوضح (شكل ١٤) رسمًا تخطيطيًا لجهاز تحويل طاقة أمواج البحار إلى طاقة ميكانيكية والذي يسمى (البطة). والطاقة الميكانيكية الناتجة من هذا الجهاز تكون على شكل

حركة عقدية Noding فعند مرور الأمواج يتحرك الجزء الخارجي لجهاز البطة ويدور حول جزء مركزي ثابت، وبالطبع فإن هذا الجزء يتحرك حركة ترددية، ويمكن تحويل هذا الحركة الترددية إلى حركة دائرية إذا ما رغبنا بواسطة أنظمة تحويل ميكانيكية خاصة مشابهة لتلك الأنظمة الموجودة في قاطرات السكة الحديد القديمة والمثبتة على عجلات القاطرة.

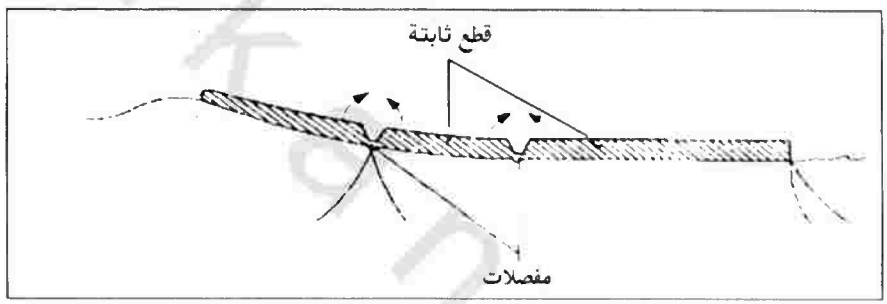


(شكل ١٤) البطة Duck

ويمكن تصنيع هذا الجهاز بأطوال مختلفة تتناسب مع القدرة الميكانيكية المطلوبة، ويصنع هذا الجهاز من مادة مقاومة للصدأ أو التأكل الذي يسببه ماء البحر المالح، وذلك عن طريق معالجة السطح الخارجي للجهاز بمواد مانعة للصدأ والتآكل.

٥- الطواف Raft:

يوضح (شكل ١٥) رسمًا تخطيطيًا لجهاز تحويل طاقة الأمواج إلى طاقة ميكانيكية متأرجحة أو هزازة Rocking.



(شكل ١٥) الطوف Raft

ويتكون هذا الجهاز من ثلاث قطع أو أكثر من مادة يمكنها الطفو على سطح الماء ترتبط ببعضها البعض، بواسطة مفصلات مصنوعة من مواد غير قابلة للصدأ. ويثبت الجهاز إلى قاع البحر بواسطة سلاسل متصلة بالمفصلات حتى لا تجرفه الأمواج بعيدًا عن مكانه. والحركات المتأرجحة لكل قطعةٍ يمكنها تحريك أي جهاز ميكانيكي مثل الطلمبات الترددية وذلك بغرض ضخ المياه.

ثم استطرد الدكتور حازم قائلاً: ويجب أن نعلم جميعًا أن جميع الأجهزة السابق ذكرها هي وحدات تكرارية بمعنى أنه يمكن تكرار أي وحدة منها للحصول على طاقة أو قدرة أكبر.

سأل محمد: وهل هذه الأجهزة مجدية اقتصاديًا؟

أجاب الدكتور حازم: في الواقع أن العمر الافتراضي لهذه المعدات يقدر بحوالي خمسين عامًا. ويتوقع العلماء أن تتم بناء أول محطة متكاملة، من هذه المعدات بحلول ٢٠١٠م لذا فهي من علوم المستقبل.

سألت أماني في إلحاح: إن محمدًا يسألك يا خالي عن جدواها اقتصاديًا، إن محمدًا يسألك يا خالي عن جدواها اقتصاديًا، نظر إليها الدكتور حازم بحدة قائلاً: لقد قدر بعض العلماء الإنجليز تكلفة إنتاج الكيلوات ساعة باستخدام هذه المحطات بمبلغ يتراوح بين ٥ إلى ٢٠ بنسًا إنجليزيًا أي ما يعادل من ٢٨ إلى ١١٤ قرشًا مصريًا بأسعار عام ٢٠٠٠، وهذه الأسعار تعادل حولي ضعف أسعار الكهرباء من المحطات الحرارية المعتادة لتوليد الكهرباء وحوالي ١٠ أضعاف تكلفة إنتاج الكهرباء من المحطات النووية.

قال محمد: إذن لا يمكن استخدامها حاليًا.

رد الدكتور حازم: في الوقت الحالي: نعم ولكن التطورات السريعة في التقنيات الخاصة بهذا النوع من المحطات، وكذا الارتفاع في أسعار الوقود عالميًا عامًا بعد عام، سوف يجعل هذه المحطات اقتصادية بحلول عام ٢٠١٠م لذا يجب أن يكون الشباب العربي ملماً بهذه التكنولوجيات التي هي من علوم المستقبل للقرن الحادي والعشرين، قاطعت أماني الحديث قائلة: ولكن قبل ذلك لابد أن يقوم الوطن العربي بعمل حصر شامل لأماكن تواجد الأمواج القوية على سواحل الوطن العربي.

هنا سمع الجميع صياحًا، وشاهدا جمعًا من الناس يصفقون فسأل محمد: ماذا حدث؟ رد عليه أحد البحارة: لقد قبضوا على أحد لصوص الماسة.

صاح الجميع: كيف كان ذلك؟ رد عليه البحار: هيا بنا لنعرف التفاصيل، قال الدكتور حازمٍ: لقد تأخر الوقت، وأنا متعب وأريد أن أذهب للنوم فلماذا لا نلتقي جميعًا في صباح الغد؟ صاح الجميع: ونحن أيضًا متعبون..فإلى الغد...

obeikandl.com

الكهرباء من فرق درجات الحرارة أو الملوحة في البحار

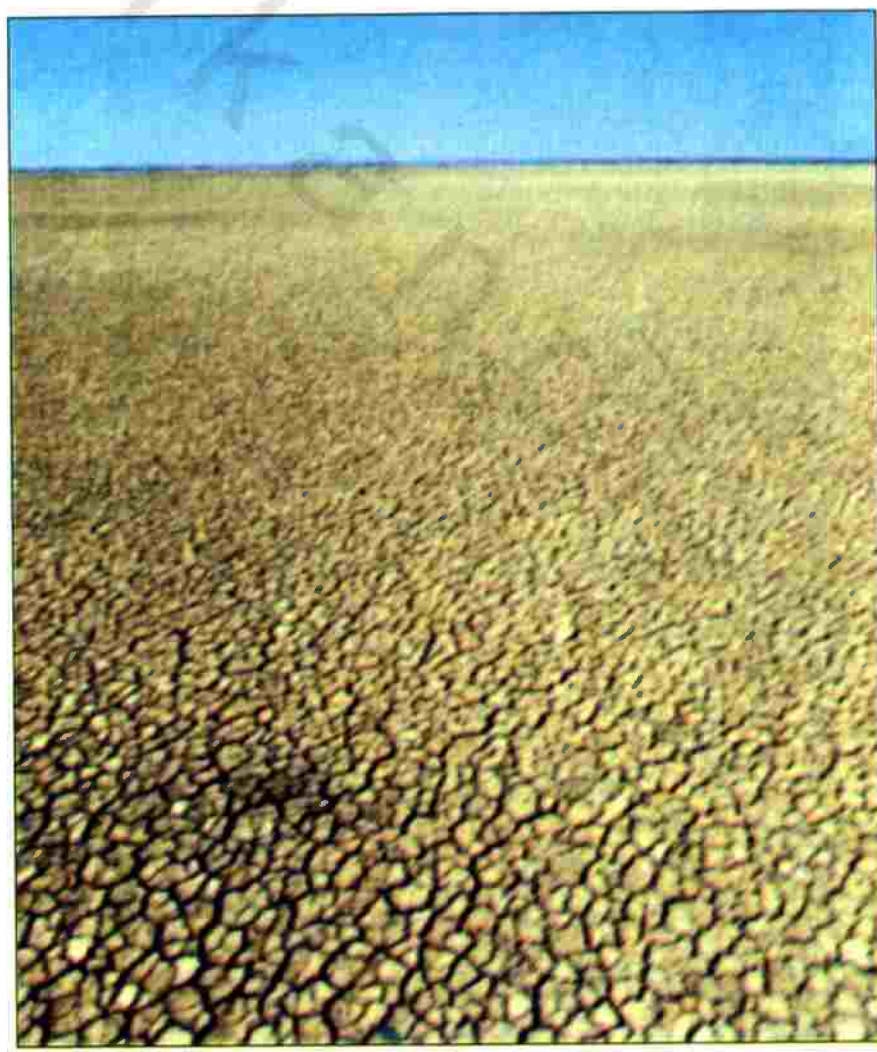
قام الجميع من نومهم متأخرين، وقد قاربت الشمس أن تتوسط كبد السماء، وأخذت ترسل أشعتها القوية الحارة حيث تقابلوا على سطح الباخرة، وهم يقولون: إن الجو اليوم سيكون حارًا وما هي إلا لحظات حتى أبصروا القبطان قادمًا وهو يبتسم فقال له الدكتور حازم: أعتقد أنك سعيد لأني سمعت أنكم قد ألقيتم القبض على أحد لصوص الماسة، قال القبطان: نعم هذا صحيح سأله محمد: وكيف قبضتم عليه؟ أجاب القبطان: إن المجرم لابد أن يترك أثرًا يدل عليه قالت أماني: وهل ترك اللص أثرًا وراءه؟ أجاب القبطان ضاحكًا، نعم وجدنا في جوار الخزانة المسروقة أحد أزرار سترة رجالي ذا شكل مستدير ومصنوع من معدن مذهب وعليه نقش بارز لأسد وقد عثر أحد رجال أمن الباخرة في اليوم التالي على رجل يرتدي سترة عليها نفس شكل الأزرار، إلا أن هذه السترة كانت ناقصة زرار، وبالطبع تم استدعاؤه واستجوابه وقد تمكن المحقق من الإيقاع به أثناء التحقيق واعترف بأنه شارك في الجريمة.

سألت أماني: وهل وجدتم معه الماسة؟ قال القبطان: للأسف لم نجدها معه حيث أنها مع أحد شركائه.. وعمومًا ما يزال التحقيق جاريًا.

قال محمد: إن الشمس قوية على سطح الماء كما ترى (شكل ١٦) وأرى أن نلجأ إلى مكان يحمينا منها، رد القبطان قائلاً: وسوف استأذنكم أنا في الانصراف إلى عملي، علقت أماني قائلة: يهيأ للي أن مياه البحر ستغلي من شدة الحرارة، ضحك الدكتور حازم قائلاً: يا ليت يحدث ذلك.. ستكون نعمة كبيرة، استغرب الجميع من جملة الدكتور حازم، وطلبوا منه الجلوس معهم في مكان ظليل ثم سألوه: كيف تتمنى أن تغلي مياه البحار؟ وتقول إن ذلك سيكون نعمة كبيرة، أجاب الدكتور، نعم بلا شك فكما أن البحيرات المالحة هي نعمة (شكل ١٧) فإن سخونة سطح البحار نعمة لِأن كلنا يعلم أن جزءًا من الطاقة الشمسية الساقطة على البحار والمحيطات يتم امتصاصها في سطح المياه ولا سيما في المناطق الاستوائية، ونتيجة لذلك فإن درجة حرارة سطح هذه المياه عادة ما ترتفع لتستقر عند حوالي ٢٨ درجة مئوية، أما في قاع البحار والمحيطات فإنه توجد تيارات ماء باردة نتيجة لذوبان جليد القطب المتجمد الشمالي والجنوبي خلال فصول الصيف المتعاقبة، وذلك يعني أنه يوجد إمداد دائم بمياه باردة تتراوح درجة حرارتها ما بين ١ إلى ٣ درجات مئوية معظمها تحت سطح المياه على عمق حوالي ٦٠٠ مترًا من تيار المياه الدافئ السابق ذكره، فإذا علمنا أن مساحة قاع المحيطات الاستوائية تبلغ حوالي ١٥٠ مليون كليو مترا مربعًا وأن كلا التيارين البارد في أعماق

(شكل ١٦) الشمس القوية على سطح الماء .

المحيط، والدافئ على سطح المحيط يتم تزويدهما بمصدر لا نهائي من الحرارة: البارد من ذوبان جليد القطب الشمالي والجنوبي والدافئ من السطوع اليومي للشمس، مما يجعل هناك فرق درجة حرارة بينهما ثابتًا ومستديمًا مقداره حوالي ٢٧ درجة مئوية.



(شكل ١٧) البحيرات المالحة .

وفي عام ١٨٨١ أثيرت لأول مرة في التأريخ فكرة استغلال هذا الفرق في درجات الحرارة كاحتمال نظري لمصدر لا نهائي من الطاقة، وقيل إنه حتى لو كان الجهاز الذي سيقوم بتحويل هذا الفرق في درجات الحرارة إلى طاقة كهربائية له كفاءة منخفضة للغاية. فإن ذلك سيعتبر كسبًا علميًا خطيرًا حيث إن كفاءة التحويل عادة ما تكون مهمة إذا كنا ندفع أموالًا مقابل الحصول على هذا الفرق في درجة الحرارة، مثل (غلايات البخار بالمازوت أو السولار أو خلافه) أما في حالتنا هذه فهذا الفرق في درجات الحرارة بين سطح وقاع المحيط هو ظاهرة طبيعية لا نهائية لا ندفع أي شيء مقابل الحصول عليها، لذا فإن كفاءة جهاز التحويل لا تعنينا بالمقام الأول.

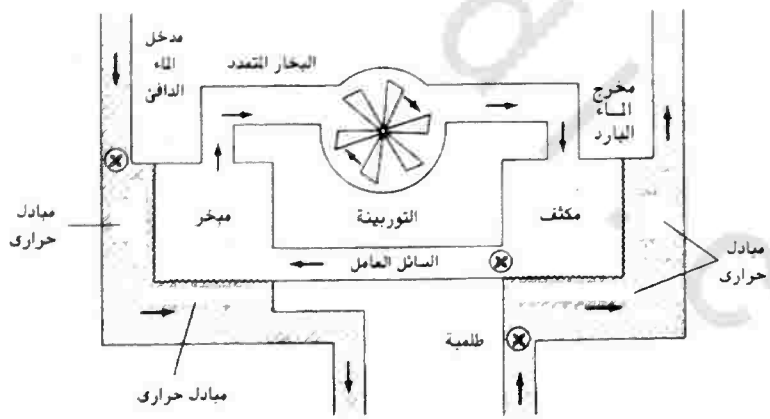
وقد أمكن تنفذ هذه الفكرة عمليًا لأول مرة وعلى المستوى التجريبي عام ١٩٣٠ حيث أمكن تحويل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية باستخدام إحدى طريقتين:

الأولى: الدورة الحرارية المفتوحة. والثانية: الدورة الحرارية المغلقة.

وفي الدورة الحرارية المفتوحة يتم استخدام ماء البحر مباشرة كسائل وسيط وعامل حيث يتم إدخال ماء البحر الدافئ إلى وعاء مفرغ من الهواء، ومن المعلوم أن درجة حرارة غليان وتبخر الماء تعتمد على الضغط الجوي، فالماء يغلي ويتبخر عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية، عند ظروف الضغط الجوي المعتاد، أما إذا تم تفريغ الهواء فيمكن للماء أن يغلي ويتبخر عند درجات حرارة أقل، قد تصل إلى درجة حرارة ٢٥ درجة مئوية مئوية عند ضغط جوي يقارب التفريغ، فإذا ما تبخر الماء واندفع البخار، أمكن إدارة "توربينة"، بخارية متصلة ميكانيكيًا بمولد لتوليد الكهرباء.

أما في الدورة الحرارية المغلقة فإن السائل الوسيط العامل، يكون غاز النشادر أو (البروبان) أو ربما بعض أنواع غاز الفريون، ويتم تبخير هذا السائل العامل بواسطة الماء الدافئ لسطح البحار، حيث يقوم البخار الناتج بدفع "توربينة" خاصة إلى الدوران، وكما حدث في الدورة المفتوحة تدور "التوربينة" المتصلة ميكانيكيًا بمولد كهربائي، ويخرج الغاز من "التوربينة" بعدِ أن يتكثف ويصبح سائلاً ليعاد تبخيره مرة أخرى وهلم جرا..

ويوضح (شكل ١٨) رسمًا تخطيطيًا للدورة الحرارية المغلقة، وفي الواقع أن هذه الدورة تشبه دورة التبريد المستخدمة في الثلاجات ويعتقد العلماء أن الدورة الحرارية المغلقة أفضل عند التنفيذ من الدورة الحرارية المفتوحة.



(شكل ١٨) الدورة الحرارية المغلقة.

سأل محمد: ولكن كيف يتم تنفيذ مثل هذا المشروع؟

أجاب الدكتور حازم: إن تنفيذ مشروع كهذا يتطلب أولاً حسن اختيار الموقع الذي ستنشأ فيه المحطة، وبالطبع فإن أفضل المواقع هي القريبة من خط الاستواء، كما أن الموقع يجب أن يكون قريبًا من الشاطئ لتسهيل عملية الصيانة والتشغيل، وكذا الطول المحدود للكابل الذي سينقل القوى الكهربائية من المحطة إلى الشاطئ سألت أماني: إذن يمكننا اختيار أي موقع في مصر جنوب البحر الأحمر لتنفيذ ذلك المشروع. وليكن مثلاً ميناء (مرسى علم) أقصى جنوب البحر الأحمر والتي توليها الدولة حاليًا أهمية كبيرة لتنميتها.

رد الدكتور حازم قائلاً: لابد أن تعلمي يا أماني أنه قبل اختيار الموقع لابد من عمل قياسات على مدى عام كامل لدرجات الحرارة على سطح وعلى قاع مياه المحيط في الموقع المقترح.

سأل محمد: وهل مثل هذه المشروعات لا يمكن إقامتها إلا في البحار أو المحيطات؟

أجاب الدكتور حازم: ليس تمامًا.. فإن هناك مشروعًا مماثلًا – إلى حد ما– في البحر الميت حيث يقوم علماء دولة معينة بزيادة هذا الفرق بين درجة حرارة قاع وسطح البحر من ٢٧ درجة مئوية على حوالي ٤٠ درجة مئوية عن طريق عمل فرق في درجة الملوحة بين سطح وقاع البحر، عن طريق إذابة أملاح معينة في تدرج محسوب لعمل فرق ملوحة بين سطح وقاع البحر مما يتسبب في زيادة فرق درجات الحرارة الذي ينتج عنه زيادة القدرة فرق درجات الحرارة الذي ينتج عنه زيادة القدرة الكهربائية المولدة، ويهدف هذا المشروع في البحر الميت إلى توليد خمسة آلاف كيلوات على صورة طاقة كهربائية..و...

وهنا سمع الجميع صرخة فرح يطلقها البحارة والقبطان وهم يهللون، سأل محمد: ماذا حدث؟ أجابة القبطان:لقد قبضنا على اللصوص الثلاثة ووجدنا معهم الماسة، وبالمناسبة بعد دقائق قليلة سترسو الباخرة على ميناء جدة السعودية، وأعتقد أنكم ستغادرون المركب.

نظر محمد إلى الدكتور حازم وإلى أخته أماني وإلى والدته في دهشة من المفاجأة وبدءوا جميعًا في حزم أمتعتهم استعدادًا لمغادرة المركب...

obeikandl.com

المراجع

1- Tidal Power – T.J. Gray and O.K. Gashus, Plenum press.

2- Preospectives on Energy – Lon C. Ruedisili, Morris w. Fire baugh, Oxford university press.

٣- الكهرباء من طاقة المد والجزر – د. سمير محمود والي.

الكهرباء العربية – أكتوبر – ديسمبر ١٩٩٣.

٤- الكهرباء من طاقة الأمواج – د. سمير محمود والي

الكهرباء العربية – أكتوبر – ديسمبر ١٩٩٤.

obeikandl.com

الفهرس

الماسة الزرقاء..... ٤

الكهرباء من المد والجزر ١٠

الأمواج تولد الكهرباء ٢٢

الكهرباء من فرق درجات الحرارة أو الملوحة في البحار..... ٣٥

obeikandl.com

رقم الإيداع ٢٠٠١/١٧٦٤٣
الترقيم الدولي I.S.B.N 977-02-6233-1

٧/٢٠٠١/٩٤

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع)

obeikandl.com