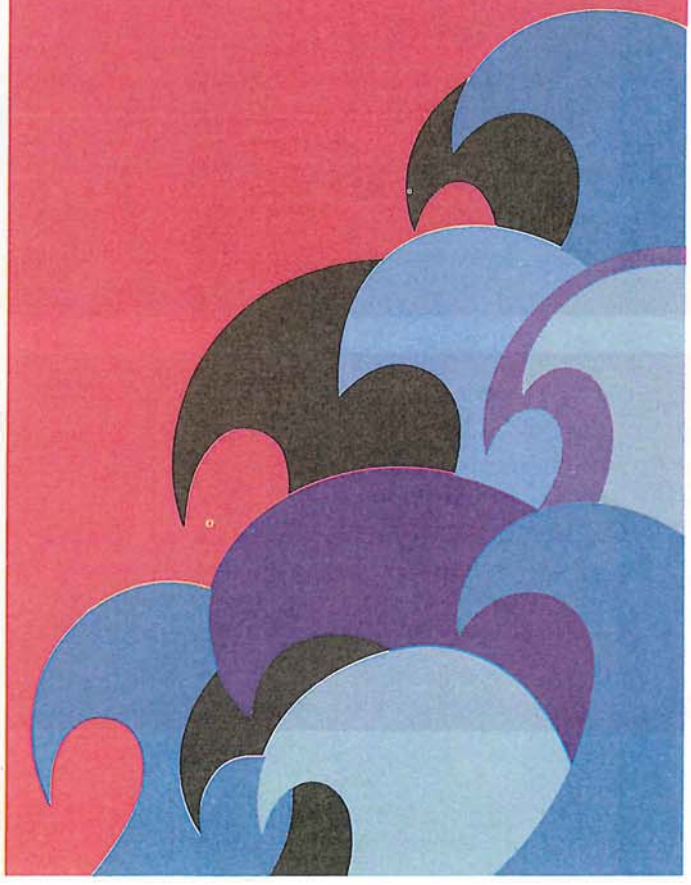
طاقة المياه

عدنان جمال الساعاتي

تعود محاولات الإنسان لاستغلال طاقة المياه إلى عهود قديمة . فقد عرفت بعض الأمم القديمة الدواليب المائية واستعملتها في رفع المياه من الأنهار لأعمال الري ، وفي طحن الحبوب ، وأسهم العلماء والمهندسون المسلمون بنصيب وافر في تطوير الدواليب المائية ـ بنوعيها الرأسي والأفقي ـ والنواعير ، وفي توسيع مجالات تطبيقاتها وانتشارها لتشمل مع ازدهار الحضارة الإسلامية أعمال صناعة السكر وصناعة الورق . كما كان المهندسون المسلمون من أوائل من استعمل السدود لتحسين أداء الدواليب في مجاري الأنهار ، وذلك بزيادة سرعة سريان الماء والتحكم في كميته المتدفقة . ولايزال أحد هذه الأعمال قائماً بالقرب من قرطبة على نهر Guadalquivir في الأندلس ، والتي كانت مركزاً رئيساً لانتقال هذه التقنيات وانتشارها في أوروبا . وليس الهدف من هذا المقال سرد تطور استغلال طاقة المياه ، ولكن التعريف بطرق الاستفادة من حركة الماء في انتاج الطاقة في العصر الحديث ، وهي أنواع ثلاثة : الطاقة الهيدروكهربائية وطاقة المد والجزر وطاقة الأمواج البحرية .



الطاقة الهيدروكهربائية

يقصد بالطاقة الهيدروكهربائية طاقة المياه الساقطة عبر توربينات يتم عن طريقها تحويل الطاقة الميكانيكية الناتجة إلى تيار كهربائي باستخدام المولدات الكهربائية كما في الشكل (١).

ويعود تاريخ انشاء أول محطة لتوليد الكهرباء باستخدام طاقة المياه الساقطة من السدود إلى عام ١٨٨٢م ، حيث تم انتاج طاقة كهربائية متواضعة مقدارها ٢٠٠ كيلوواط استعملت في إنارة مدينة أبلتون بولاية وسكنسن الأمريكية .

ومنذ ذلك التاريخ نمت الطاقة الانتاجية لهذا النوع من الطاقة بشكل سريع في الدول المتقدمة صناعياً ، وتصل نسبتها للطاقة الإجمالية في الوقت الحاضر إلى ٢٥٪ في أوروبا و ١٥٪ في اليابان ، وحوالي ١٠٪ في الولايات المتحدة . وقد ساعد على الاهتمام بهذا المصدر كونه مصدر متجدد ، لا تحتاج محطاته إلى وقود وبالتالي لا يصاحب انتاج الكهرباء منها تلوث بيئي . كما ساهم التقدم التقني في فروع الهندسة المدنية المختلفة إلى بناء سدود ضخمة لحجز كميات هائلة من المياه ، فسد هوفر المشهور في الولايات المتحدة الأمريكية والذي تم تشييده عام ١٩٣٦م يبلغ ارتفاعه حوالي ٢٢٠ متراً ، وتقدر الطاقة الكهربائية التي ينتجها حوالي مليون كيلوواط ، ويجري الآن تنفيذ بعض السدود في كندا وروسيا ، تصل ارتفاعاتها إلى أكثر من ٣٠٠ متر .

ويلعب ارتفاع السد ـ وبالتالي منسوب المياه الساقطة من حوض التخزين ـ دوراً رئيساً في تحديد كمية الطاقة الكهربائية التي يمكن انتاجها في موقع ما . ويمكن تقدير هذه الطاقة بالكيلوواط بضرب ارتفاع المياه الساقطة Water head مقدراً بالأمتار في التدفق Discharge مقدراً بالأمتار المكعبة في الثانية ثم ضرب الناتج في معامل يساوي ٩,٨٠ تقريباً بفرض أن فاعلية توليد الكهرباء الإجمالية Overall efficiency تصل إلى ٨٠٪ .

ويمكن تقسيم محطات توليد الطاقة الهيدروكهربائية أربعة أنواع هي : ـ

أ) محطات سريان الماء :

وفي هذا النوع يتم انتاج الطاقة تبعاً لمعدل التدفق في النهر دون حجز أو تخزين للمياه ، ولا يعول على هذا النوع في انتاج طاقة ثابتة .

ب) محطات التخزين Storage

وتعتمد هذه المحطات على تخزين المياه أمام السد ومن ثم التحكم في استعمالها تبعاً للاحتياجات . وهذا هو النوع السائد من أنواع محطات توليد الطاقة الهيدروكهربائية ، وتجدر الإشارة هنا إلى أن حجز مياه الأنهار غالباً مايحقق أهدافاً أخرى كتوفير المياه لأغراض الشرب والزراعة والصناعة ، أو درء أخطار الفيضانات أو تكوين بيئة ترفيهية أمام السد .

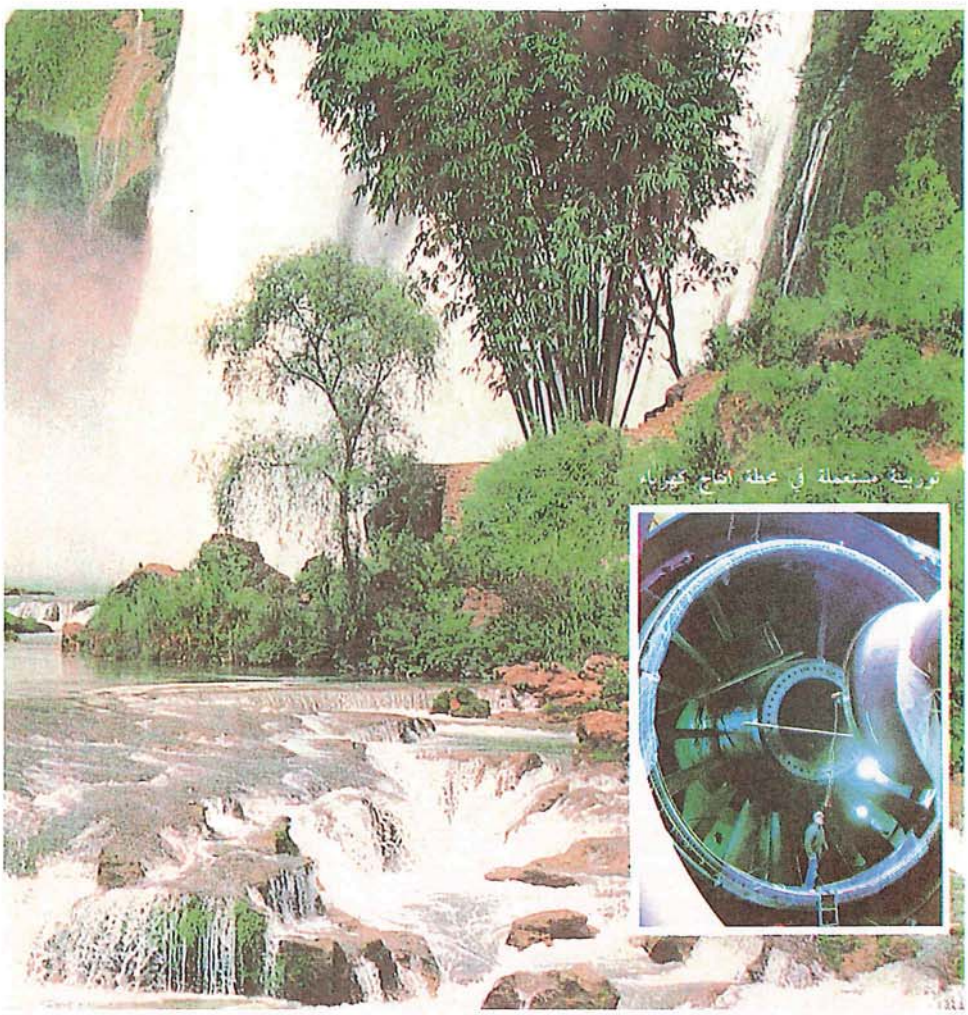
جـ) محطات تخزين المياه بعد ضخها

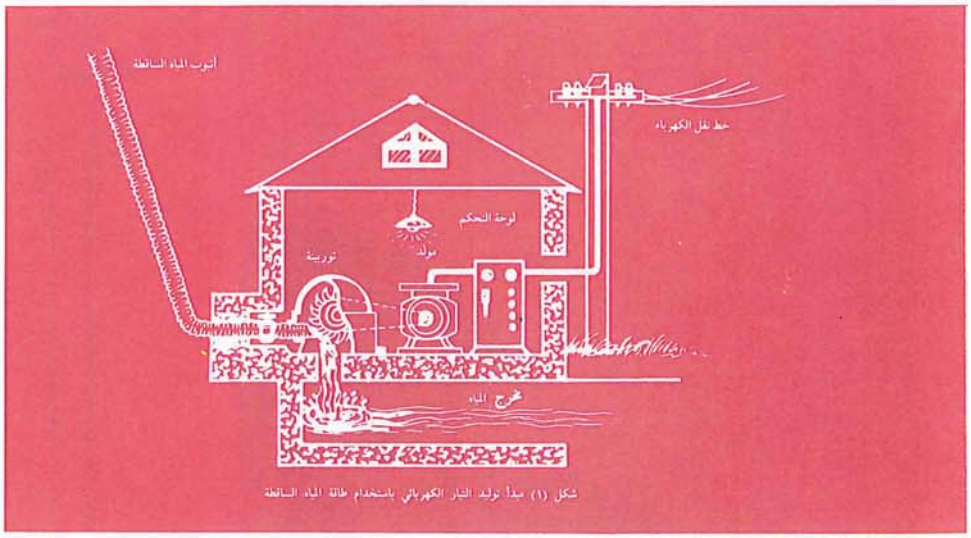
والغرض من انشاء هذا النوع من المحطات هو الإستفادة من الطاقة الفائضة في محطات توليد الكهرباء التقليدية خلال فترة الاحمال المنخفضة كساعات الليل ، حيث تضخ المياه من خزان سفلي إلى آخر علوي كما في الشكل (٢) . ثم يعاد اسقاط المياه عبر توربينات توليد الطاقة الهيدروكهربائية لتغطية احمال الذروة Peak loads نظراً لسرعة توليد الكهرباء من هذا المصدر . ويؤدي هذا النظام التكافلي إلى خفض التكلفة الإجمالية لإنتاج الكهرباء .

د) محطات ارتفاعات السقوط المنخفضة

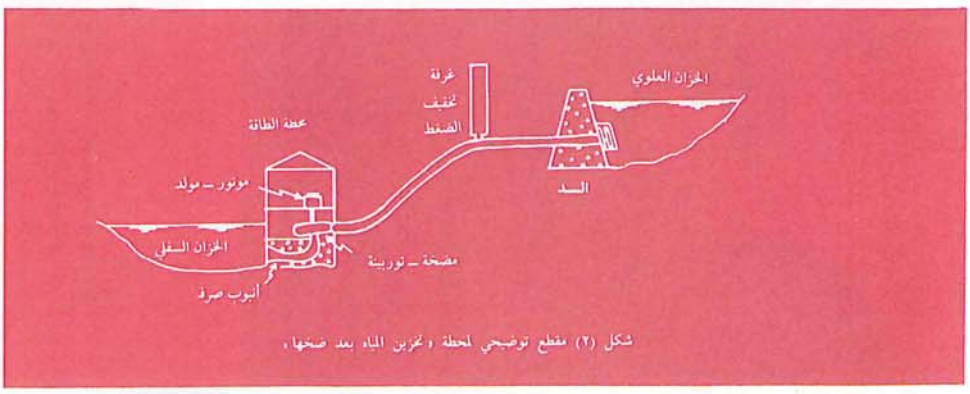
وهي محطات لايزيد ارتفاع المياه الساقطة فيها عن ٢٠ متراً ، وغالباً ماتنشأ على مجاري الأنهار الصغيرة . وطبعي أن يكون مقدار الطاقة المنتجة محدوداً وعادة مايكون بين حوالي ١٠٠ إلى ١,٥٠٠ كيلوواط . ولقد تزايد تنفيذ هذا النوع من المحطات على المستوى العالمي وخاصة في بعض الدول النامية وذلك لأسباب عدة منها :

تعاظم الآثار البيئية المصاحبة لبناء السدود الضخمة ، وتطوير اجيال من التوربينات التي تعمل بكفاية عالية مع ارتفاعات سقوط المياه المنخفضة ، إضافة إلى قلة تكاليف انتاج الكهرباء . فلقد تم تشييد أقل المحطات تكلفة من هذا النوع في الباكستان وبما يعادل الدولار الأمريكي الواحد لكل ٣٥٠-٥٠٠ كيلوواط/ساعة نتيجة استخدام المواد المحلية والتصاميم المناسبة لبيئة المناطق التي تم تنفيذ المحطات فيها .





شكل (١) مبدأ توليد التيار الكهربائي باستخدام طاقة المياه الساقطة



شكل (٢) مقطع توضيحي لمحطة وتخزين المياه بعد ضخها .

طاقة المد والجزر

تبدو فكرة استغلال طاقة المد والجزر لتوليد الطاقة الكهربائية ممكنة نظراً لارتفاع مستوى الماء في البحار وقت حدوث المد ومن ثم انخفاضه وقت حدوث الجزر . ويتم ذلك عن طريق بناء سد عند مدخل خليج مائي يمكن الاستفادة منه كبركة تملأ بالماء عن طريق بوابات التحكم على السد Sluiceways عند ارتفاع الماء حيث تقفل هذه البوابات في أقصى المد . ثم يعاد الماء إلى البحر عبر توربينات توليد الطاقة عند انحسار الماء وانخفاض منسوبه وقت الجزر . من عيوب استخدام الطاقة المصاحبة لهذه الظاهرة أن انتاجها متقطع . إذ لا يتجاوز مدته أكثر من نصف زمن الظاهرة ، أي الزمن الذي يكون فيه ارتفاع الماء في بركة التخزين أعلى من منسوب ماء البحر . إضافة إلى ذلك فإن زمن انتاج الطاقة يتبع « اليوم القمري » والذي يكمل فيه القمر دورة حول الأرض في حوالي ٢٤ ساعة و ٥٠ دقيقة . وهذا يعني أن فترة انتاج الحد الأعلى من الطاقة يتغير من يوم لآخر . ويترتب على ذلك ضرورة وجود محطة اضافية لانتاج الطاقة بالطرق التقليدية لتغطية النقص في متطلبات الطاقة عندما تكون مبرمجة وفقاً لليوم المألوف والمقدر بـ ٢٤ ساعة حسب التقويم الشمسي ، وهذا يعني زيادة تكاليف الانتاج .

غير أن أهم عوائق الاستفادة من هذا النوع من الطاقة هو مقدار المدى المدي أي الفرق في مستوى الماء بين أعلى منسوب يبلغه وقت المد وأقل منسوب يصله وقت الجزر . فكلما ازداد مقداره أمكن زيادة كمية الماء التي يمكن تخزينها . إضافة إلى أن مقدار الطاقة التي يمكن توليدها يعتمد على الارتفاع الذي يسقطه الماء عند مروره بالتوربينات ، وفي معظم البحار والمحيطات لا يزيد مقدار المدى المديّ عن متر واحد ، غير أنه يصل في بعض المواقع إلى ٣ ــ ٦ أمتار . ويصل في خليج فندي Bay of Fundy الواقع بين الولايات المتحدة وكندا عادة إلى حوالي ١٢ متراً . وقد داعب ارتفاع المد في الموقع الأخير خيال الكثير ، إذ طرحت منذ عام ١٩٣٠م عدة تصورات لمشاريع عملاقة لاستغلال طاقة المد في انتاج مايزيد عن الألف ميجاواط كهرباء ، أي الطاقة التي يمكن أن تنتجها محطة نووية كبيرة . وتدرس السلطات الكندية ، على سبيل المثال ، امكان انشاء سد بطول يزيد عن سبعة كيلات لايجاد بركة تخزين في الطرف الأعلى من الخليج المذكور ، وذلك من أجل انتاج حوالي أربعة آلاف ميجاواط عن طريق أكثر من مائة توربينة توليد . ورغم أن الجدوى الاقتصادية لهذا المشروع غير مؤكدة إلا أن الآثار البيئية الناجمة من بناء هذا المشروع العملاق ومنها منع هجرة الأسماك إلى مناطق صيدها قد تعني بالضرورة عدم السماح بتنفيذه .

وللتخفيف من الآثار البيئية السلبية فإن هناك اتجاه لبناء محطات بديلة صغيرة الحجم . وقد تم فعلاً ــ ومنذ حوالي العشرين عاماً ــ بناء محطة توليد للكهرباء باستغلال ظاهرة المد في منطقة لارانس بشمال فرنسا ، تنتج كحد أقصى طاقة مقدارها ٢٤٠ ميجاواط . وهناك محطة أخرى في الاتحاد السوفيتي أنشأت عام ١٩٦٧م لانتاج حوالي ٤٠٠ كيلوواط كهرباء .

طاقة أمواج المحيطات والبحار

تشكل أمواج المحيطات والبحار مصدراً هائلاً من مصادر الطاقة ، إذ تقدر طاقة الأمواج المتكسرة على شواطىء العالم بنحو مليون إلى عشرة ملايين ميجاواط ، أو مايعادل تقريباً الاستهلاك العالمي الحالي من الطاقة .

وتنشأ الأمواج نتيجة لحركة الرياح . فطاقة الأمواج اذن من أنواع الطاقة المنتشرة والموزعة على مساحات شاسعة مثل طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية . وتنتج الأمواج في الأحوال الاعتيادية طاقة بين عشرة إلى مائة كيلوواط لكل متر من الشاطيء في المناطق متوسطة البعد عن خط الاستواء . لذا فإن الاستغلال الاقتصادي لطاقة الأمواج الميكانيكية يتطلب وجود عدد كبير من أجهزة أو وسائل جمع هذه الطاقة ، ومن ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية مثلاً . وللاستفادة من الطاقة الكهربائية المنتجة فلا بد من وجود خطوط نقل للتيار الكهربائي عبر قاع المحيط إلى الشاطيء ، ومن ثم إلى نقاط الربط بشبكة توزيع الطاقة . كما أنه يجب تثبيت أجهزة استغلال طاقة الأمواج وحمايتها في بيئة بحرية صعبة تزداد حدتها بوجود العواصف العاتية . ورغم امكان تذليل كل هذه الصعوبات من الناحية الهندسية ، يظل العيب الرئيس لهذا المصدر وهو أن الطاقة لا يمكن انتاجها بشكل مستمر .

ولاستغلال هذا المصدر المجاني والمتجدد من مصادر الطاقة فقد اقترح العديد من الأنظمة ، وجربت مئات النماذج والتصاميم . وهناك برامج بحوث رائدة في اليابان وبعض الدول الأوروبية لفحص وتطوير عدد من الأجهزة الحديثة ودراسة اقتصادياتها . فعلى سبيل المثال ، يجري حالياً في النرويج تقويم فكرة تصميم مايعرف بعدسات الموج والتي تهدف إلى تجميع طاقة الأمواج على غرار العدسات البصرية المجمعة لأشعة الشمس ، وذلك باستعمال أشكال اسطوانية مغمورة ومصممة بحيث تساعد على تغيير مسار الموجات القادمة ومن ثم تركيزها في بؤرة لتسهيل عملية تحويلها إلى طاقة ميكانيكية .

غير أن الجهاز الأكثر تقدماً والأكبر حجماً للاستفادة من طاقة الأمواج هو ذلك الذي بناه مركز علوم وتقنية البحار الياباني . وهو عبارة عن سفينة طولها ٨٠ متراً ، وتعمل كمختبر لفحص عدد من الأنظمة التي تعمل بالهواء المضغوط Pneumatic systems ويوجد بالسفينة غرف مملوءة بالهواء ، ومفتوحة من الأسفل ولكنها محكمة الغلق بواسطة توربينات في أعاليها . وعند مرور موجة أسفل السفينة فإن الماء المرتفع يجبر الهواء في كل غرفة للخروج بسرعة عن طريق التوربينات . وعند انحسار الموجة تفتح صمامات اعادة الهواء إلى الغرف لتعاد الدورة من جديد . ويتوقع بهذه الطريقة توليد طاقة مقدارها حوالي ٢ ميجاواط كهرباء .

ورغم كل الجهود المبذولة فإنه لم يتم التوصل إلى تطوير تقنية مناسبة لاستغلال طاقة الأمواج بشكل فعال واقتصادي . إذ لا تزال تكلفة انتاج الكيلوواط/ساعة من الكهرباء أقل تكلفة عند استعمال مصادر الطاقة التقليدية . وهذا يعني أن المستقبل المنتظر سوف لن يشهد اتساعاً في تنفيذ مشاريع استغلال طاقة الأمواج .