الطاقات المتجددة

المحاضرة (٧)

طاقة المياه

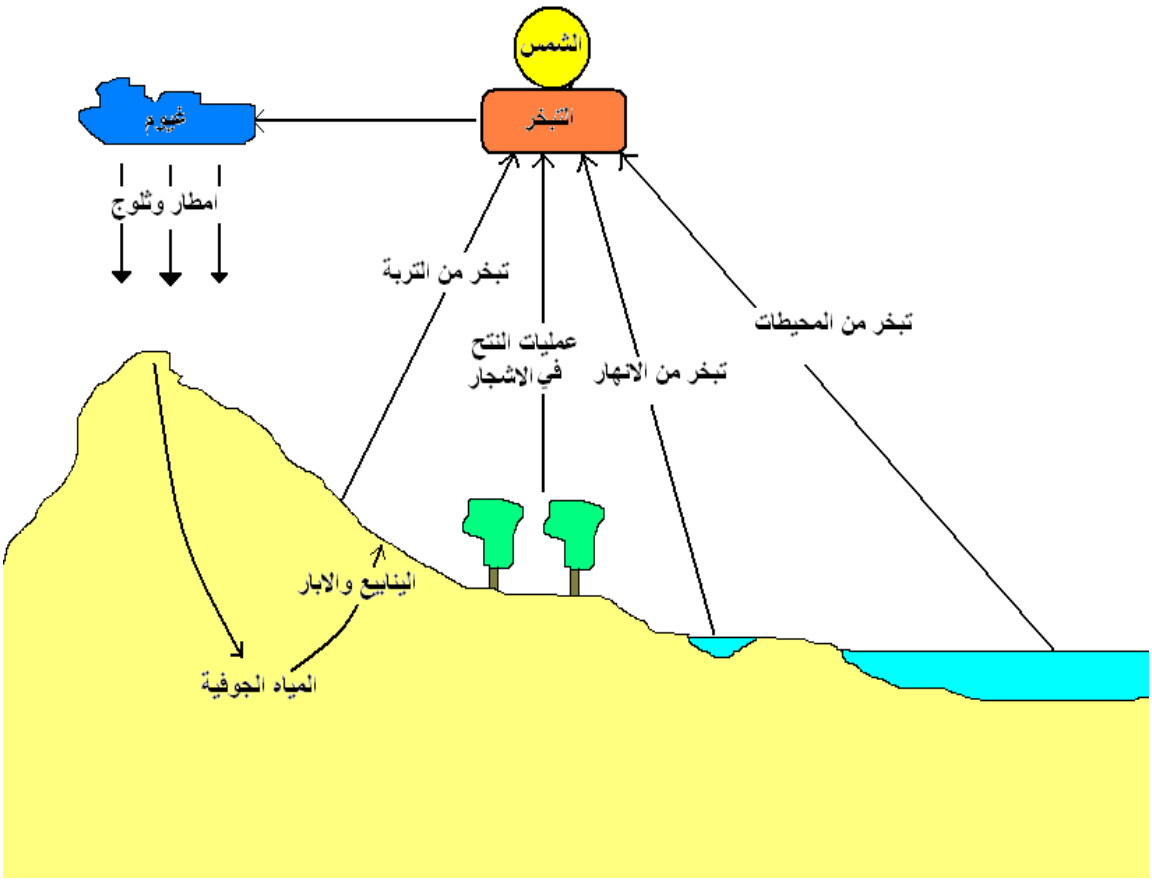
نظري

الدكتور داود ملوك

الطاقة المائية

دورة المياه في الطبيعة Hydrologic cycle

يمكن تعريف دورة المياه في الطبيعة أو ما يسمى بالدورة الهيدرولوجية بأنها سلسة الحوادث التي تحدث للماء في الطبيعة، فالماء يغطي الجزء الاكبر من سطح الكرة الأرضية ويتأثر بالعوامل المناخية ويتبخر جزء من ماء المحيطات والانهار وبقية المسطحات المائية متصاعدا الى الجو على هيئة بخار بالإضافة الى تصاعد بخار الماء من سطح التربة واسطح النباتات نتيجة لعمليات التبخر والنتح إلى الجو، ثم تتكثف هذه الأبخرة وتتساقط مرة أخرى على سطح الارض وفوق المحيطات على شكل امطار او ثلوج أو ندى أو ضباب علماً أن قسما منه لا يصل إلى سطح الارض بل يبقى فوق النبات والابنية ليتبخر مرة ثانية ويعود إلى الجو ويدعى بالخسائر البينية (interception loss). وينساب قسم من المياه التي تصل إلى الأرض عبر جداول وانهار لتصب مرة ثانية في المحيطات، ويترشح قسم أخر إلى باطن الارض ليشكل المياه الجوفية والتي قد تخرج بصورة طبيعية كما في الينابيع والعيون أو يقوم الانسان باستخراجها عن طريق الآبار. والشكل التالي يبين دورة المياه في الطبيعة.



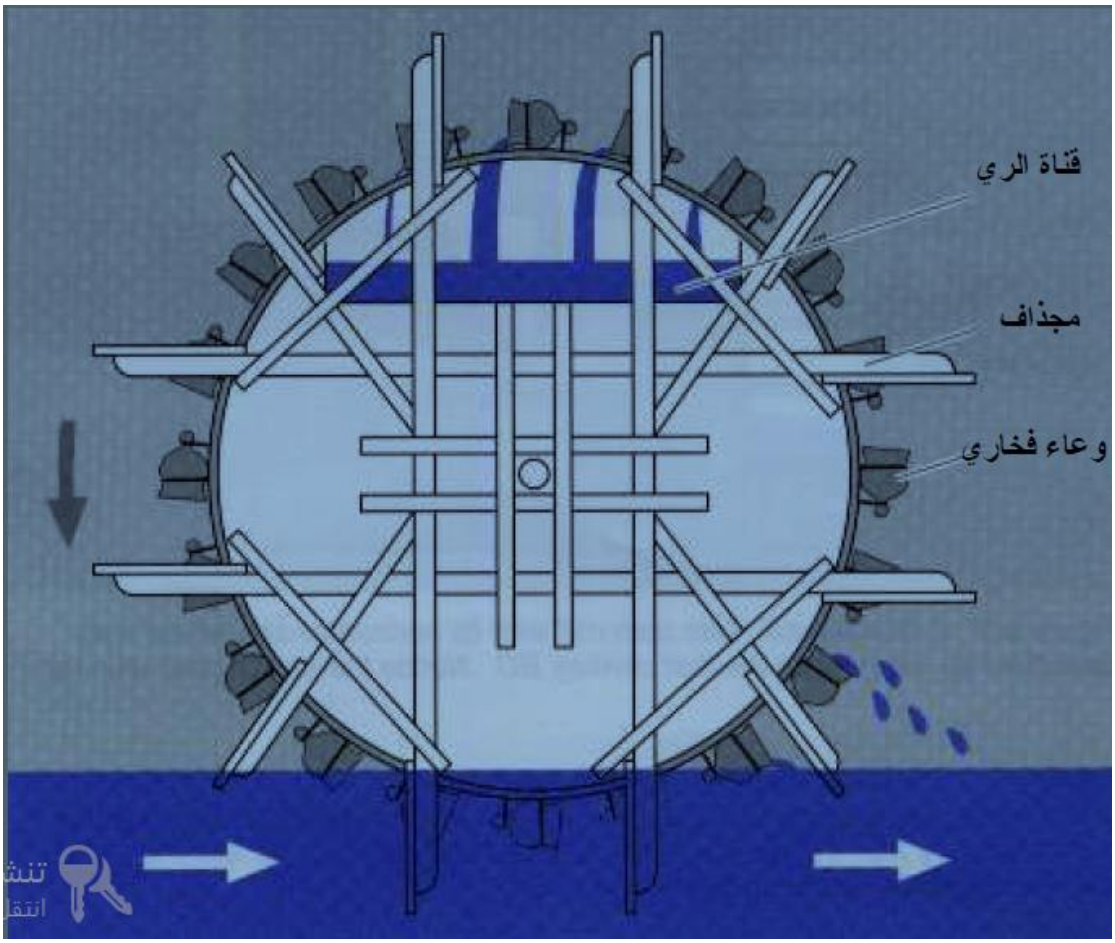
دورة المياه في الطبيعة

طاقة المياه:

تعرف طاقه المياه (Water Energy) بأنها الطاقة الكامنة في المياه والتي تتحرر عند سقوطها من علو أو عند انسيابها بسرعة عالية في الأنهار والجداول. وتنشأ طاقة المياه أيضاً من تلاطم الأمواج في البحار التي تنشأ نتيجة لحركة الرياح، ويمكن استغلالها وتحويلها إلى طاقة كهربائية، حيث تنتج الأمواج في الأحوال العادية طاقة تقدر ب ١٠-١٠٠ كيلو واط لكل متر من الشاطئ في المناطق المتوسطة البعد عن خط الاستواء. يتلخص نظام توليد الكهرباء في المحطات المائية في تعديل مسار كمية من الماء من الخزان أو بشكل مباشر والذي ينتج عنه اندفاع للمياه تحت ضغط عالي لتدوير التوربينات ومن ثم توليد طاقة كهربائية.

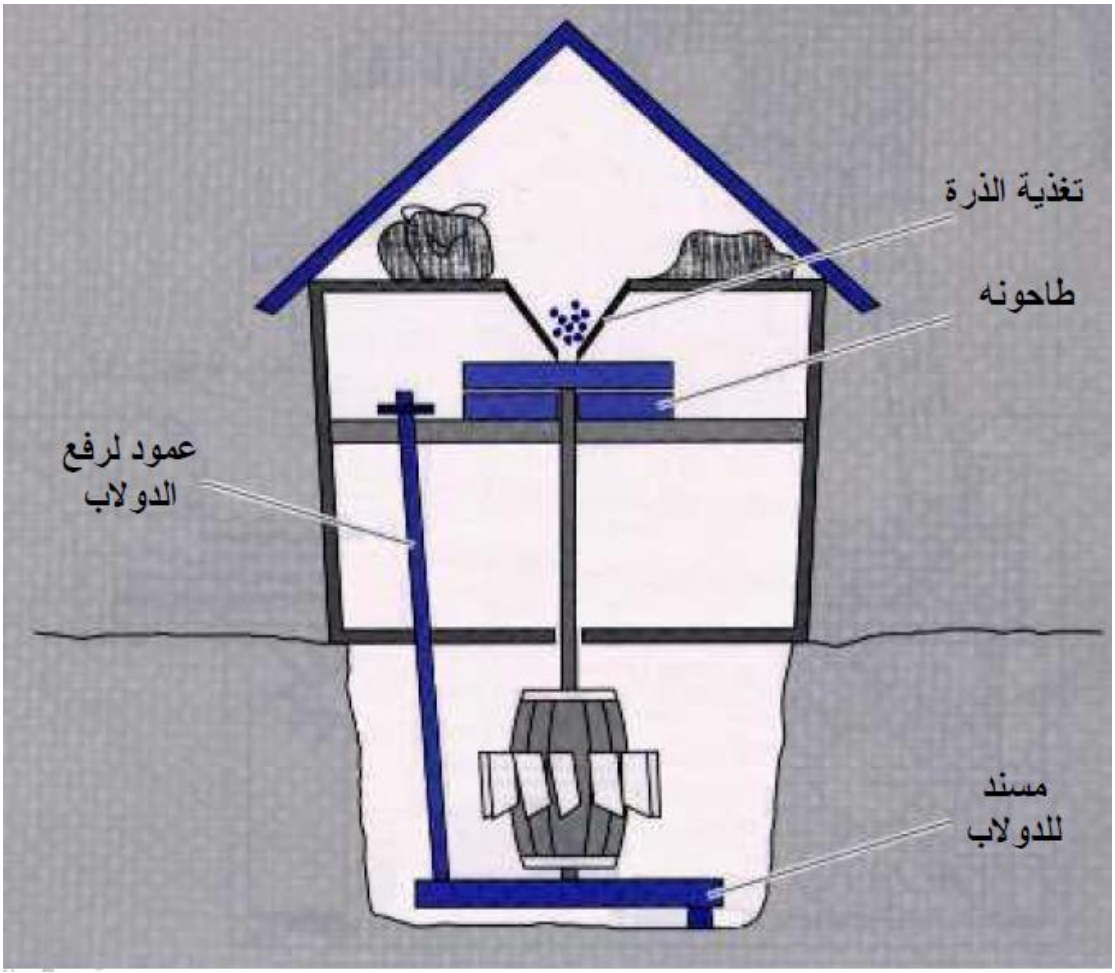
نبذة تاريخية مختصرة عن الطاقة المائية

كان استخدام جريان المياه من أقدم مصادر الطاقة المستخلصة وذلك لتقليل الأحمال على الإنسان والحيوان. ولا أحد يعرف متى تم اختراع الدولاب المائي (Water Will). ولكن منظومات الري كانت موجودة قبل أكثر من 5000 عام. وإن أقدم جهاز كان أسمه نوركا (Norica) وكان يقوم برفع الماء من نهر إلى خزان أو منظومة قنوات.



شكل (١) الدولاب المائي

إن أقدم طاحونة مائية هي طاحونة الذرة العمودية وتدعى نورس (Norse) أو الطاحونة الإغريقية الشكل (٢)، وقد ظهرت في مناطق الشرق الأوسط في القرن الثاني بعد الميلاد، ثم ظهرت بعد عدة قرون في الدول الاسكندنافية. وفي القرون اللاحقة أُنشئت مطاحن مائية في الإمبراطورية الرومانية و ما جاورها من دول الشرق الأوسط وأروبا.
كان رفع المياه وطحن الحبوب عملاً يومياً في معظم مناطق العالم القديم، وفي القرون اللاحقة تطورت التكنولوجيا وبدأ استخدامها في التعدين وصناعة الورق وعمليات متعددة متعلقة بالصوف والقطن.



شكل (٢) الطاحونة الإغريقية (طاحونة نورس)

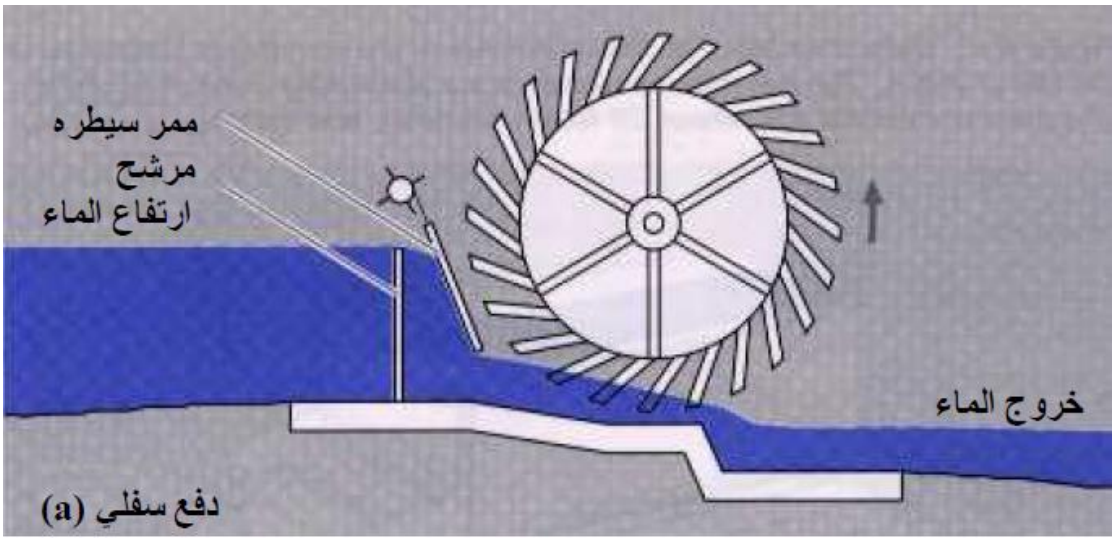
وفي الفترة ما بين 1650 و 1800 ميلادية جريت عدة بحوث علمية لتحسين أداء دواليب المياه. وقد ظهرت عدة تصاميم لدواليب تتراوح قدرتها بين حصان واحد و 60 حصاناً للدواليب الكبيرة. وقد تم الاستنتاج بأنه للحصول على أعلى كفاءة يجب على الماء لمس الشفرات (Blades) ومغادرتها بنعومة وأن يعطي كل طاقته الحركية لها.

أنواع الدواليب المائية

منذ نهاية القرن الثامن عشر استخدمت ثلاثة انواع من الدواليب. وهذه الدواليب هي:

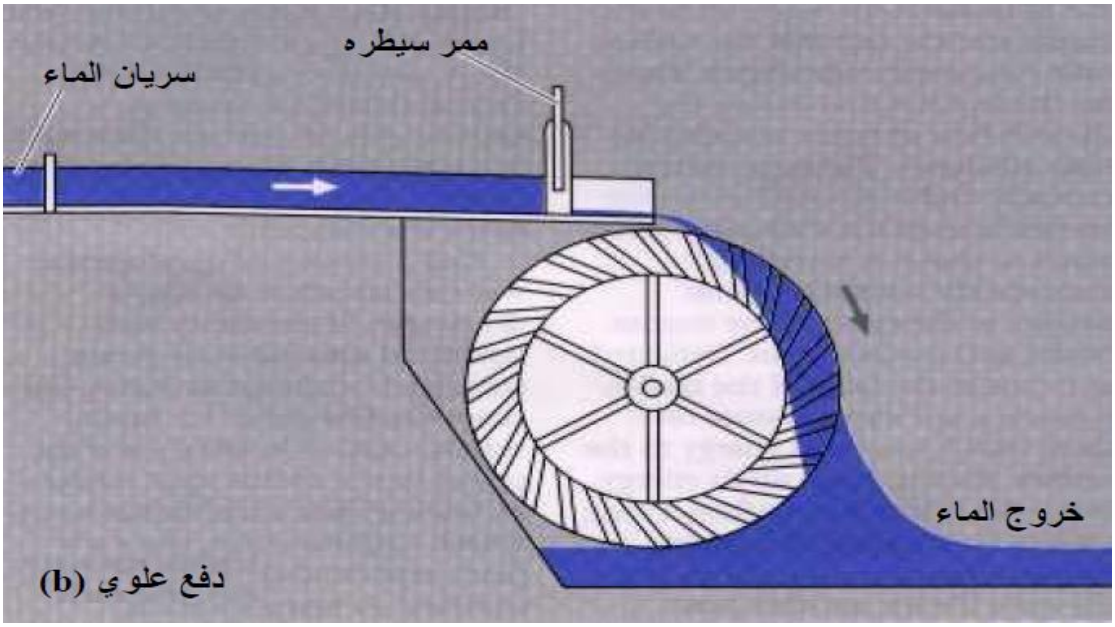
أ- الدولاب المسير بالدفع السفلي

يتحرك الدولاب بواسطة ضغط الماء على الجزء السفلي من الشفرات المغمورة فيه. وفي هذا مزايا جديدة إذ يمكن استخدامه في جدول أو ساقية، ولكن مساوئه تظهر أثناء الفيضانات إذ ينغمر كل الدولاب وتتوقف حركته.



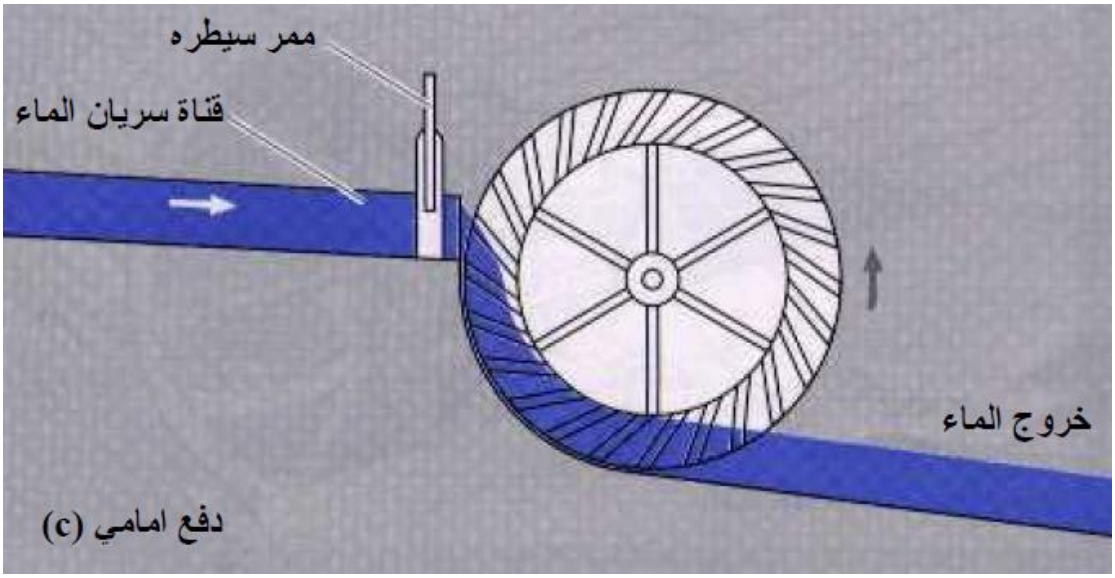
ب- الدولاب المسير بالدفع العلوي

يتحرك الدولاب بواسطة الماء الساقط على الشفرات من الاعلى. والشفرات لها جوانب مغلقة تجعلها تدور كدلو. ولا يعاني الدولاب المسير بالدفع العلوي من مشاكل الفيضان، لكن له حدود هو أن فرق الارتفاع بين دخول الماء وخروجه يجب ان يكون على الأقل مساوياً لقطر الدولاب. وهذا النوع من الدواليب غير ملائم للعمل في الجداول والأنهار ذات التدرج الطبيعي، كما أنه يجب أن يتم صنعه بمتانة لمقاومة وزن الماء الساقط من الأعلى.



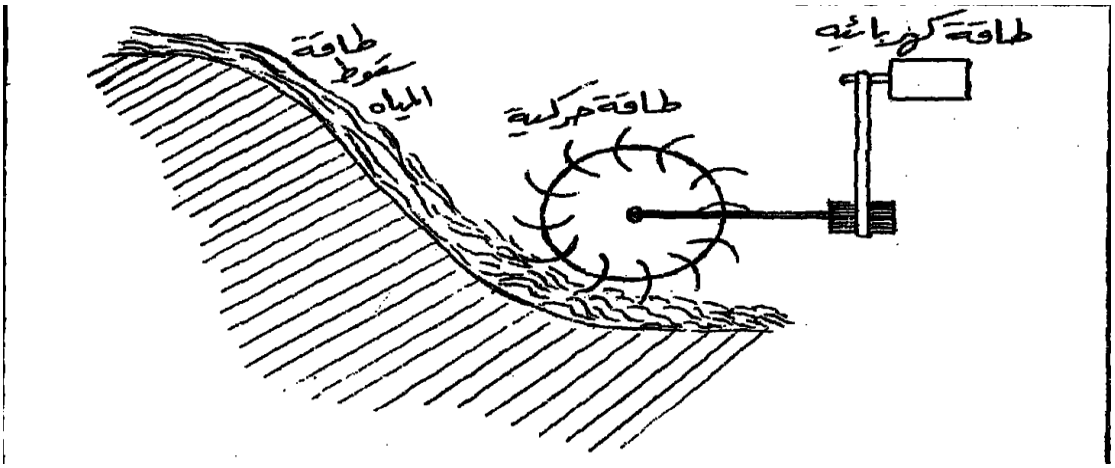
ج- الدولاب المسير بالدفع الامامي

التطوير الأخير للدولاب هو حل وسط بين الدولابين السابقين. فالماء يمر من خلال حيطان متوازية ويضغط على الدولاب بمستوى مساو لمحوره. ولهذا الدولاب حسنات إذ يقوم بتفادي مشكلة الفيضان دون الحاجة إلى مستوى ماء مرتفع ومتانة غير اعتيادية خلافاً لما هو مطلوب في الدولاب المسير بالدفع العلوي.



توليد الكهرباء بالطاقة المائية

بكل بساطة فإنه يمكن الاستفادة من طاقة سقوط المياه – مهما اختلفت طرق استغلالها – سواء كانت عبارة عن دولاب يدور ببطء بواسطة مياه جدول، أو توربين عملاق يزن 100 طن يدور بواسطة مياه أحد الأنهر الكبيرة (النيل مثلاً) أو ماء محتجز خلف سد ضخم. والشكل التالي يبين هذا المبدأ البسيط.



تعتمد طريقة التوليد على تحويل طاقة الوضع (الطاقة الكامنة) للمياه إلى طاقة حركية ، حيث يسقط أو يسيل الماء من ارتفاع ليدير توربين، فيدير بدوره مولد كهربائي وينتج لنا طاقة

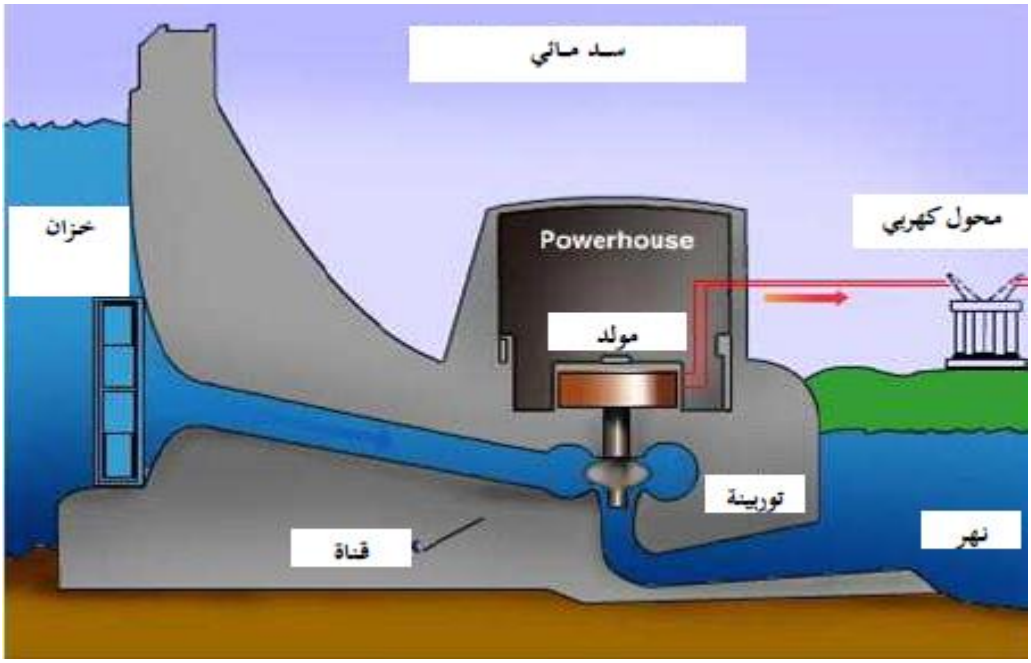
كهربائية. وتعتمد كمية الطاقة الناتجة على كمية الماء المارة بالثانية وعلى ارتفاع الماء، فكلما زاد معدل كمية الماء المار في التوربين زادت الطاقة الناتجة، وكلما زاد ارتفاع الماء زادت الطاقة الناتجة أيضا. يتم عادة بناء سد على مجرى مائي، فيحجز الماء خلفه لتتكون بحيرة اصطناعية عالية بسعة مائية كبيرة. وتعتمد طاقة الوضع في ذلك الخزان الكبير على كمية المياه التي يحتويها (وبالتالي كتلتها)، وعلى ارتفاع منسوب الماء، وعلى الجاذبية الأرضية، طبقا للمعادلة الرياضية:

طاقة الوضع = كتلة × الجاذبية الأرضية × ارتفاع $E = m.g.h$

حيث:

- نقيس الكتلة (m) بالكيلوجرام
- الجاذبية (g): ٩. ٨١ متر/ (الثانية)^{٢}
- الارتفاع (h): بالمتر (ارتفاع منسوب الماء بالنسبة للتوربين)

إذا فإن توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية يعتمد علي تجميع المياه في خزان خلف أحد السدود، بغرض دفع هذه المياه من خلال أنابيب في اتجاه ريش توربينية، مما يؤدي إلي دورانها. وفيما يلي شكل يوضح رسم تخطيطي لمحطة طاقة مائية.



رسم تخطيطي لمحطة طاقة مائية

مسألة:

بحيرة فوق جبل طولها *15 Km* وعرضها *1 Km* وعمقها *200 m* يندفع منها الماء من بوابة للتحكم في أسفل البحيرة وعل ارتفاع *100 m* من عنفة تدير مولداً كهربائياً بالطاقة المائية. احسب الاستطاعة الكهربائية التي يمكن أن تتولد إذا كان *85%* من الطاقة الكامنة المخزونة في المياه ستتحول إلى كهرباء، أي أن كفاءة المولد الكهربائي الهيدرولوجي هي *85%*. علماً أن كثافة الماء $\rho = 1000\ kg/m^3$.

الحل:

حجم الماء المخزون في البحيرة:

$$V = 15000 \times 1000 \times 200 = 3 \times 10^9\ m^3$$

وحيث أن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$

فإن كتلة الماء تساوي:

$$m = \rho \times v = 3 \times 10^{12}$$ *(الكثافة = الكتلة / الحجم)*

وبالتالي فإن الطاقة الكامنة المخزونة في الماء:

$$E = m.g.h = 3 \times 10^{12} \times 9.8 \times 100 = 2.9 \times 10^{15}\ J$$

ومنها نحسب الاستطاعة (القدرة) الكهربائية التي بمكن الحصول عليها:

$$P = \frac{0.85\ \times E}{hr} = \frac{0.85\ \times 2.9\ \times 10^{15}}{60\ \times 60} = 6.8\ \times 10^{11}\ W/hr$$

أو نكتب:

$$p = 6.8\ \times\ 10^8\ KW/hr$$

نهاية المحاضرة