Journal of Libyan Academy Bani Walid 2026
مجلة الأكاديمية الليبية بني وليد
e-ISSN: 3104-3860
Volume 2, Issue 1, 2026, Pages: 430-449
Website: https://journals.labjournal.ly/index.php/Jlabw/index

Hydropower as a Clean and Renewable Energy Source and Its Role in Achieving Sustainable Development

Kareemah Amhimmid Mohammed Altakteek *
Department of Classroom Teacher, Faculty of education– janzuor, University of Tripoli, Libya
*Email: k.eltkitik@uot.edu.ly

الطاقة الكهرومائية كمصدر نظيف ومتجدد للطاقة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة

كريمة امحمد محمد التكيتك *
قسم معلم فصل، كلية التربية - جنزور، جامعة طرابلس، ليبيا

Received: 15-11-2025	**Accepted:** 08-01-2026	**Published:** 27-01-2026
Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

The increasing demand for energy on one hand, and the need to preserve the environment on the other, necessitate the search for new energy sources and their efficient utilization. The global energy crisis has led to the establishment of companies specializing in renewable energy, investing millions of dollars in developing technologies aimed at this goal. Numerous studies have been conducted in universities and research centers, and notable scientists and business figures have emerged, alongside international conferences organized under the guidance of policymakers to explore alternatives to conventional energy sources.

This became particularly evident in the 1970s during the energy crisis of 1973 and the Arab oil embargo, which stimulated research and initiatives focused on finding alternatives to petroleum. The transition to new energy sources is part of a historical trend, as humanity has gradually shifted from relying on wood, to coal, and then to oil. Hydropower is considered one of the most promising renewable sources, capable of meeting growing human energy needs while preserving the environment from pollution. Therefore, it is essential to develop this resource to contribute more effectively to the global energy structure, with industrialized and developing countries collaborating to reassess their resources, provide financial and technical support, and implement major hydropower projects, while addressing all issues arising in river basins.

The future of energy will largely depend on technological advancements, particularly the ability to control and transmit electricity over long distances, similar to current oil and gas

networks. Projects such as harnessing the waterfalls of the Congo River and transmitting their energy to Europe via the Sahara and the Mediterranean, reaching Italy, are considered vital and economically feasible, with political stability being the primary challenge in production and transmission regions.

Keywords: Hydropower, Renewable Energy, Electricity Generation, Environmental Sustainability.

الملخص

أن الحاجات المتزايدة إلى مصادر الطاقة من ناحية والحفاظ على البيئة من ناحية أخرى يستدعي البحث عن مصادر جديدة واستغلالها وأن مشكلة الطاقة التي بدأت تطل على العالم قد خلقت عاملاً جديداً فقد تأسست شركات جديدة تخصصت في مصادر الطاقة المتجددة ورصدت الملايين من الدولارات لتطوير تكنولوجيات تستهدف الغرض نفسه كما أجريت العديد من الدراسات في الجامعات ومراكز البحوث ولمعت أسماء لعلماء وأخرى لرجال أعمال وعقدت الكثير من المؤتمرات الدولية ووقفت وراء كل ذلك رجال السياسة، وقد برز هذا في السبعينات من القرن الماضي عندما احتدت أزمة الطاقة إبان الحرب عام 1973 وحظر البترول العربي ، فنشطت الدعوات والدراسات التي تتناول إيجاد بدائل البترول وعلى العالم أن يستبعد للتحول إلى مصادر جديدة للطاقة وعملية التحول هذه ليست بجديدة في التاريخ بل قديمة فقد تحول الإنسان من الاعتماد على الخشب إلى الفحم إلى البترول ويعتقد البعض بأن التحول لم يتم على الأقل مدة الخمسين سنة القادمة وأن مدة التحول قد تطور وقد تكون الطاقة الكهرومائية من أبرز المصادر التي تكبر حاجات الإنسان وتحفظ له بيئته من التلوث لذلك فإنه من الضروري تطوير هذا المصدر ليساهم بقدر أكثر فاعلية في هيكل الطاقة العالمي ومن هنا فإنه من الضروري تعاون الأقطار الصناعية والنامية على إعادة تقييم مواردها ومحاولة مساعدة تلك الأقطار مادياً وفنياً على إقامة مشروعات كبرى للطاقة الكهرومائية وضرورة حل جميع المشكلات التي تنشأ في أحواض الأنهار.

ويبدو لنا أيضاً أن المستقبل سيكون مرهون بالتطور التقني للإنسان ولدى تمكنه من السيطرة على الكهرباء ونقلها لألاف الكيلومترات مثلما هو في مجال النفط والغاز فإن استغلال شلالات نهر الكونغو ونقل إنتاجها إلى أوروبا عبر الصحراء والبحر المتوسط وإيطاليا تعتبر من المشروعات الحيوية المقترحة و التي تثبت جدواها الاقتصادية ولا يعرقله إلا ظروف عدم الاستقرار السياسي في المناطق التي يتم فيها الإنتاج وتعبرها خطوط النقل .

الكلمات المفتاحية: الطاقة الكهرومائية، الطاقة المتجددة، توليد الكهرباء، الاستدامة البيئية .

المقدمة

يرجع استخدام الإنسان للطاقة المستمدة من المصادر المائية إلى القرن الأول الميلادي، حيث استُخدمت مياه الأنهار آنذاك في تشغيل النواعير التي كانت تؤدي دورًا أساسيًا في تشغيل مطاحن الدقيق. وتميزت النواعير الأولى بكونها أفقية الحركة، إذ كان دورانها يتم في مستوى أفقي. ومع حلول القرن الرابع الميلادي ظهر تطور مهم تمثّل في انتشار الناعورة العمودية، خاصة في مناطق الشرق الأوسط على امتداد نهر الفرات في كل من سوريا والعراق، ومع انطلاق الثورة الصناعية شهدت أوروبا انتشارًا واسعًا لاستخدام النواعير، قبل أن تنتقل هذه التكنولوجيا لاحقًا إلى الولايات المتحدة . (عياش:1981م:ص172)

ويعتمد إنتاج الطاقة الكهرومائية على قوة سقوط المياه وانحدارها الشديد في إدارة التوربينات Turbines التي بدورها تدير المولدات Generators فتتولد القوى الكهربائية التي توزع بعد ذلك لاستخدامها في الأغراض المختلفة، وتقوم المحطات الكهرومائية عند المساقط الطبيعية أن السدود الاصطناعية عند

الأجزاء الوسطى من الأنهار الكبيرة أو قرب منابع المجاري المائية الأخرى في المناطق الجبلية، وتطورت تكنولوجيا توليد الطاقة الكهرومائية بعد ذلك تطوراً كبيراً باستخدام الاسمنت المائي في إقامة الخزانات والسدود كما ساعد اقتراع التوربين الكهربائي (الدينامو)على توليد الطاقة الكهربائية حتى لو كان تساقط المياه ضعيفاً ، وليست كل الأنهار متشابهة في إمكانياتها لتوليد الطاقة فالأنهار الموسمية الجريان لا يستفاد منها إلا في حدود معينة وبعد انتشار سدود عليها لتكوين بحيرات نهرية ثابتة التعريف وحتى على إنها دائمة الجريان فلا بد من إقامة إنشاءات هندسية لتثبيت كمية التصريف المائي وأحسن المناطق التي يمكن الاستفادة منها لتوليد الطاقة دون جهد كبير هي المجاري المائية بقدر الإمكان وعلى ذلك فلا بد من توفر عدة شروط طبيعية واقتصادية حتى تصبح عملية توليد الطاقة الكهرومائية ممكنة واقتصادية في آن واحد وأبرز هذه شروط توفر كمية المياه ومدى انتظام تدفقها ووجود موقع ملائم المحطة التوليد ثم مستوى الطلب الحالي الكامن على الكهرباء المنتجة . (أبوعيانة:2004م:ص469)

وتعود فكرة إنشاء محطات الطاقة على مساقط الأنهار إلى أواخر القرن الثامن عشر حوالي عام 1870م حين طرحت فكرة إنشاء محطة توليد الطاقة عند شلالات نياجارا وقد بدأ العمل في المحطة المذكورة في عام 1886م وتم تشغيلها في عام 1985م وكانت طاقتها تعادل 3.75 ميغا وات وفي ذات الوقت كانت يجرى العمل على إقامة بعض المحطات الأخرى في أوروبا .

تعتمد كمية الطاقة الكامنة في محطات التوليد المائية على حجم كمية الماء وعلى مسافة سقوط الماء فكلما ارتفعت قيمة إلى من العاملين المذكورين ارتفعت قيمة الطاقة الكامنة في المحطة وتعمل محطات الطاقة المائية بكفاءة عالية تصل إلى 80 – 90% بالمقارنة مع محطات توليد الطاقة الحرارية التي تستعمل الوقود الاحفوري والتي تعمل بكفاءة لا تزيد عن 30% في العادة .

ومن الطبيعي توفر مصادر الطاقة المائية في تلك المناطق التي تتوفر منها الخصائص الطبوغرافية الملائمة لإقامة السدود تكوين البحيرات مع توفر ارتفاع ملائم لسقوط المياه ولا توجد تحديدات معينة على الارتفاع الأمثل لسقوط الماء ذلك أن هناك أنواعاً مختلفة من التوربينات التي تلائم مختلف ارتفاعات مسقط المياه . (أبوعيانة:مرجع سابق: ص 21)

وقد استعادت القوى المائية أهميتها في أواخر القرن التاسع عشر بعد أن أمكن تحويلها إلى قوة كهربائية أطلق عليها القوى الكهرومائية .

Hydro Electric power يسهل نقلها لمسافات بعيدة وتوزيعها على المدن والمصانع وساعد ذلك على عدم ارتباط الصناعة بمواقع مساقط المياه . (عقيل:1998م:ص182)

ولذلك فان الدراسة تتناول في هذا البحث المحور الأول سيدرس المياه الجارية كمصدر طاقة: طرق توليد الطاقة، ومواقعها ومميزاتها ومعوقاتها وتطور استغلالها .

أما المحور الثاني ستناول فيه أهم الظروف الطبيعية والاقتصادية الملائمة لإستغلال الطاقة المائية ومناطق توزيعها في العالم والوطن العربي ومستقبلها .

مشكلة الدراسة :

يواجه العالم بعض المشكلات الاقتصادية والسياسية مثل مشكلة تزايد السكان مشكلة الغذاء، مشكلة تلوث البيئة، مشكلة التضخم الحاد وارتفاع الأسعار، منافسة البدائل المغلقة للسلع الصناعية مشكلة الفقر في الدول المختلفة، مشكلة التفرقة العنصرية ومشكلة السلاح النووي ومشكلة الطاقة ومعلوم أن الطاقة هي دم الحضارة الحديثة فهي ضرورية للحصول على كم كبير من الإنتاج بتكلفة معقولة أو اقتصادية بغض النظر عن ارتفاع أسعارها مؤخراً وتجدر الإشارة إلى أن مشكلة الطاقة لا تخص مصدراً بعينه دون غيره مثلا البترول أو المصادر غير المتجددة أو المصادر التجارية منها لا تستخدم في الدول المتقدمة وفي القطاع الحديث والمدن و الأقطار المختلفة ولكن المشكلة أساساً في البترول إذ يلاحظ أن البترول أكثر انتشاراً

جغرافياً عن الفحم وعن الكهرباء المائية والنووية إنتاجاً واستهلاكاً وأوسع انتشاراً عن أي مصدر أخر من مصادر الطاقة الرخصة وسهولة نقله وتعدد مشتقاته و ملائمته لاستخدامات كثيرة .

وبالمثل أيضاً مشكلة الطاقة الكهرومائية وهي أحد مصادر الطاقة المتجددة و يرتبط إنتاجها ارتباطاً جغرافياً قوياً باستهلاكها بمعنى أي إنها لا تدخل منها شيء على الإطلاق في التجارة الدولية وحتى لو عبرت الكهرباء الحدود فإن ذلك يكون في نطاق إقليمي فقط وذلك لصعوبة نقلها لمسافات طويلة بتكلفة اقتصادية ويرتبط إنتاج الكهرباء المائية بظروف طبيعية تتعلق بالمناخ والتضاريس الأرضية والأنهار ومساقط المياه من حيث نظام جريانه ووفرة المياه وهذا النوع من الكهرباء باهظ التكاليف يستدعي رأس مال ضخم ومن المشاكل التي تأتي منه مثل هذا النوع من الطاقات وهي الخلافات السياسية بين الأقطار المشتركة في أحواض الأنهار، وهيمنة الدول الاستعمارية وفرض سيطرتها على الدول المتخلفة وخاصة في وسط إفريقيا وما تعانيه هذه القارة من تخلف بشري وتقني ونقص الأموال وارتفاع فوائد رأس المال فسيؤذي هذا إلى إبطاء المشاريع والبحث عن الطاقة الجديدة والمتجددة .

اهمية الدراسة :

وتكمن أهمية هذه الدراسة في أن الطاقة الكهرومائية من أهم مصادر الطاقة المتجددة في العالم لما تقدمه من فوائد بيئية واجتماعية واقتصادية واستراتيجية، فهي تسهم في توليد الكهرباء بطريقة نظيفة تقلل من الانبعاثات الكربونية وتحافظ على نقاء الغلاف الجوي، مما يجعلها عنصراً اساسياً في مواجهة التغير المناخي كما تعد من أكثر مصادر الطاقة استقراراً وكفاءة نظراً لإمكانية التحكم في انتاجها عبر السدود وتنظيم تدفق المياه .

الى جانب ذلك تساهم الطاقة الكهرومائية في تحقيق الامن المالي والغذائي من خلال تخزين المياه لاستخدامها في الري والزراعة وتعمل ايضاً على دعم التنمية المحلية عبر توفير فرص العمل وتحسين البنية التحتية في المناطق التي تقام فيها مشاريعها في كونها مصادر للطاقة لا تنضب.

وبفضل هذه المزايا المتعددة اصبحت الطاقة الكهرومائية ركيزة اساسية في خطط التنمية المستدامة وتوجهات العالم نحو اقتصاد أكثر توازناً واستدامة .

اهداف الدراسة :

وتهدف هذه الدراسة الى تسليط الضوء على أهم المجالات العلمية الحيوية التي تسهم في تطوير منظومة الطاقة المستدامة عالمياً، على انها تساهم في تقليل استخدام الوقود الاحفوري والحفاظ على البيئة وتقليل التلوث بالاعتماد على حركة المياه دون انبعاث الغازات الملوثة للبيئة، وايضاً تستغل في تحقيق التنمية المستدامة بطريقة متوازنة تلبي احتياجات الحاضر و تحافظ على حقوق الأجيال القادمة، وتسهم في خلق فرص عمل أثناء مراحل البناء و التشغيل و تنشيط الاقتصاد المحلي، كما تساعد السدود ومحطات الطاقة الكهرومائية في تنظيم تدفق الأنهار والتحكم في الفيضانات، اضافة الى تخزين المياه لاستخدامها في الزراعة والشرب والصناعة، وتساهم في تنويع مصادر الطاقة في الدولة وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة المستوردة .

منهجية البحث :

تم استخدام المنهج الوصفي من حيث تعريف الطاقة الكهرومائية ومواقعها وما يميز الطاقة الكهرومائية عن غيرها من مصادر الطاقة، كما ساعد هذا المنهج عندما تم التعرض لمعوقات استخدامها والظروف الطبيعية والاقتصادية الملائمة لاستغلال الطاقة المائية ومناطق توزيعها في العالم والوطن العربي وتحليل الارقام والنسب التي تم سردها، وكذلك المنهج التاريخي لان دراسة هذا الموضوع تتطلب وصفاً للظاهرة

كيف كانت في الماضي ثم تتبع ما حدث عليها من تطور نتيجة للاختراعات والتحسينات واستغلالها على نطاق واسع منذ أواخر القرن التاسع عشر.

المفاهيم والمصطلحات :

1- الطاقة المتجددة: هي الطاقة التي تُستمد من الموارد الطبيعية غير القابلة للنفاد، وتمتاز بكونها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة ولا يترتب على استخدامها أي ملوثات تُذكر. وتُعد من أهم البدائل المستدامة لمصادر الطاقة التقليدية.(الخفاف:2007م: ص345)

2- الطاقة الكهرومائية: هي الكهرباء الناتجة عن تحويل طاقة المياه الجارية أو المخزونة خلف السدود إلى طاقة كهربائية، وذلك من خلال استغلال قوة تدفق الماء في تشغيل التوربينات المولدة للكهرباء. (طنطيش: 1999م:ص132)

ويشير زهران الى أن الطاقة الكهرومائية هي القدرة المستمدة من حركة المياه المستخدمة في تشغيل التوربينات لإنتاج الكهرباء (زهران:2005م:ص 46)

3- طاقة الماء : هي نوع من الطاقة المتجددة ينتج من استغلال حركة المياه الطبيعية لتشغيل التوربينات المولدة للطاقة الكهربائية.(عبدالفتاح: 2010م:ص 30)

4- الوات : هو وحدة قياس القدرة الكهربائية أي أن الوات هو جول لكل ثانية، وهو الشغل المبذول لتحريك كيلوجرام مسافة متر في الثانية، ويستخدم الوات كوحدة قياس في حسابات الطاقة الكهربائية المنتجة والمستهلكة، كما يمثل الوات الوحدة المستخدمة في حسابات الفاتورة الشهرية للقدرة الكهربائية المستهلكة .(طاهر: 2009م:ص108)

الدراسات السابقة:

جاءت دراسة عبدالعزيز2006م بعنوان ((دراسة الأثار البيئية الناتجة عن مشروعات محطات الطاقة المائية بجمهورية مصر العربية)) تناول فيها البحث الأثار البيئية الناتجة من مشروعات الطاقة حيث توجد أثار محسوسة واخرى غير محسوسة يمكن أن يظهر أثرها على المدى الطويل منها تهجير بعض السكان بمنطقة انشاء المحطة وتأثير على مياه الجوفية بمنطقة المشروع نتيجة كميات الحفر اللازمة وتغيير الميزان البيئي للحياة البحرية خلف المنشأة الهيدرويكي أمام المحطات نظرا لحجز كميات كبيرة من المياه لفترة طويلة واختلاف الميزان البيئي للحياة النباتية بمنطقة المشروع والذي ينتج عنها اندثار بعض الأنواع مع ظهور أنواع أخرى على سبيل المثال نمو الطحالب والتلوث الهوائي الناتج من عمليات الحفر ونقل الأتربة وضوضاء الناتجة عن تشغيل الالات، وقد خلص البحث الى عدة نتائج منها يمكن استخدام التكنولوجيا الحديثة في محطات توليد الحالية لتلاشئ الأثار البيئية السلبية الناتجة من تشغيلها واستخدام التقنيات الحديثة الخاصة بتطوير المحطات وذلك باستخدام أنواع توربينات جديدة صديقة للبيئة .(عبدالعزيز:2006م:ص ص 6، 160)

وتناول الصديق 2021م ((دراسة قياسية لأثر انتاج الكهرباء من الطاقة المائية على النمو الاقتصادي لمجموعة من الدول العربية الإفريقية خلال فترة 2000-2018م)) تهدف هذه الورقة البحثية إلى محاولة تسليط الضوء على مصدر بديل لإنتاج الكهرباء والمتمثل في الطاقة المائية باعتبارها مصدرا مهما من مصادر الطاقات المتجددة، والتي قد هيمنت عليها الطاقات التقليدية بالإضافة إلى تناولنا لواقع أهم التكنولوجيات المختلفة للمصادر البديلة في الدول العربية الإفريقية ومعرفة السياسات المتبعة وتوجهاتها الاستثمارية. ولتحقيق هدف الدراسة تم استخدام نماذج بانل (panel)الذي يحتل موقعا رئيسيا في الدراسات القياسية الحديثة، من أجل قياس أثر إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية على النمو الاقتصادي لمجموعة من الدول العربية الإفريقية للفترة 2000-2018، حيث بينت الدراسة أن النموذج المناسب لبيانات العينة هو نموذج الأثر الثابت، مما أثبت وجود تأثير إيجابي بين المتغيرين مع تباين التأثير بينها، مما يدل على

مساهمة الكهرباء المائية في تحقيق أهم الدعائم الأساسية لنمو الاقتصادي لهذه الدول.(الصديق:2021م:ص153)

وجاءت دراسة صالح 2024م ((تقييم جدوى تسخير الطاقة الكهرومائية من أنابيب شرب النهر الإصطناعي في ليبيا – فرصة للطاقة المتجددة)) الماء عنصر أساسي في حياة الإنسان اليومية ومورد طبيعي محدود، تمثل الطاقة الكهرومائية الصغيرة شكلاً فعالاً وموثوقًا للطاقة النظيفة والمتجددة، إنها صديقة للبيئة وسهلة التشغيل مع تكاليف تشغيل منخفضة إن مسألة ما إذا كان النهر الاصطناعي العامل في ليبيا يمكنه تحديث شبكتها الواسعة من أنابيب مياه الشرب باستخدام توربينات الطاقة الكهرومائية هي مسألة مثيرة للاهتمام، ومع ذلك لم تتم الإجابة على هذا السؤال على نطاق واسع. ومع ذلك، يهدف البحث المقدم في هذا المقال إلى معالجة هذه المشكلة من خلال استكشاف الإمكانات غير المستغلة لأنابيب الشرب النهرية الاصطناعية في ليبيا كمصدر للطاقة وفي ليبيا وحدها هناك 3700 كيلومتر من خطوط أنابيب مياه الشرب تجري تحت النهر الاصطناعي لليبي لقد سبق أن نشرنا هذه الدراسة من خلال تصميم وتحليل نموذج الطاقة الكهرومائية للأنهار الاصطناعية في ليبيا(LMR HEM) في مختبر الطاقة المتجددة بجامعة النجم الساطع بالإضافة إلى ذلك تم تطوير توربينات الأنابيب الدقيقة (MPT) واستخدامها في خطوط انابيب مياه الصنبور، يتم التشغيل بالطاقة الحركية للمياه والتي تدفع المولد لإنتاج طاقة كهربائية قابلة للاستخدام من خلال عمود التوصيل، يتم بعد ذلك استخدام هذه الطاقة لشحن بطارية كاشف خط أنابيب إمداد المياه (WSP) بعد إرسال إشارة كهربائية تيار متردد وفي نهاية المطاف يحقق هذا النظام تحويل الطاقة الحركية للسوائل إلى طاقة ميكانيكية. (صالح :2024م:ص326)

الطاقة الكهرومائية

المبحث الأول: مميزات الطاقة الكهرومائية ومعوقاتها وتطور استغلالها

حاول الإنسان منذ أزمنة بعيدة السيطرة على المياه الجارية في أحواض الأنهار، حيث استقر بالقرب منها، ومارس الزراعة، وأنشأ مراكز عمرانية مستقرة. فقد شكّلت الأنهار مصدرًا للحياة، ووسيلة لنقل الأفراد والبضائع. ونظرًا لأن الأنهار في معظمها كانت تتعرض للجفاف أو الفيضان في بعض المواسم، فقد سعى الإنسان إلى التحكم في هذه الظاهرة من خلال إقامة السدود والقنوات والمصارف، ومع مرور العصور وخصوصًا في أوروبا، بدأ الإنسان يستغل المياه الجارية مباشرة في تشغيل طواحين الحبوب، ومعامل غسل وغزل الصوف، وصناعة المنسوجات بوجه عام، إضافة إلى صناعة الحديد والصلب، حيث كان يُستخدم دفع الهواء إلى أفران الصهر، وكذلك في أعمال قطع الأخشاب ونجارتها. وهكذا أصبحت الأنهار عامل جذب للصناعات التي تستقر على ضفافها، باعتبارها مصدرًا مهمًا للطاقة، إلا أن الوضع تغيّر بعد اكتشاف الكهرباء، إذ حاول الإنسان استخدام المياه الجارية في تشغيل المولدات الكهربائية. وقد تحقق ذلك في الربع الأخير من القرن التاسع عشر عندما أُنشئت في جزيرة مانهاتن بنيويورك أول محطة لتوليد الكهرباء من المياه الجارية سنة 1882، والتي عُرفت آنذاك بمشروع محطة إديسون.

وبسبب اعتماد الكهرباء في ذلك الوقت على نقل التيار المستمر منخفض الضغط، لم تكن تلك المحطة قادرة على تغذية سوى المناطق القريبة منها ضمن نطاق لا يتجاوز 2 كيلومتر. ومع التطور اللاحق في تقنيات نقل الطاقة، بدأ الإنسان يتمكن من إيصال الكهرباء إلى مسافات أبعد بكفاءة أكبر.

أسهم التطور الذي شهدته صناعة المحولات في تسعينيات ذلك القرن، إلى جانب اكتشاف التيار المتردد، في تمكين نقل الطاقة الكهربائية لمسافات تصل إلى نحو 50 كيلومترًا مع خسارة لا تتجاوز 25%. وقد أدى هذا التقدم التقني في توليد الكهرباء ونقلها إلى انتشار المشاريع الكهرومائية في أمريكا الشمالية وأوروبا ومناطق أخرى من العالم، وذلك في الأماكن التي تتوفر فيها أنهار ملائمة، أي تلك التي يتميز مجراها بانحدار كافٍ يمنح المياه قوة اندفاع كبيرة، أو التي تحتوي على شلالات ومساقط مائية، أو يمكن إقامة السدود عليها(عجمية:1970:ص486)

طرق توليد الطاقة الكهربائية:

بدأ استخدام الكهرباء يأخذ أهميته منذ سنة 1890 ولكن استخدام الكهرباء على نطاق واسع لا يرجع لأربعين ثمانين سنة خلت، وتعتبر الطاقة الكهربائية من طرق استغلال موارد الوقود الأساسية ولقد غير استخدامها من نظام استخدام الوقود والقوى المحركة اللازمة للصناعة كما غير من توزيع مراكز الصناعة قد نشأت عند مناطق توليد الطاقة مباشرة حيث أن مد خطوط الكهرباء مسافات طويلة لم يكن ممكناً بعد وقد أدى ذلك إلى نشأة مدن صناعية صغيرة في مناطق جغرافية منعزلة كما هو الحال في داخل الأودية الجبلية المنعزلة في الترويج . (حسن:2002م:ص77)

وهناك طريقتان لتوليد الطاقة الكهربائية هما:

أولاً: الطاقة الكهربائية الهيدرولوجية Hydroelectricity.

ثانياً: الطاقة الكهربائية الحرارية Thermoelectricity.

تعتمد المحطات الكهربائية الهيدرولوجية على قوة سقوط المياه في إدارة التوربينات المولدة للطاقة الكهربائية وهذا النوع باهظ التكاليف يستدعي رأس مال ضخماً ويتطلب وقتاً طويلاً لإنشاء المحطة الكهرومائية وملحقاتها إلا أن تكاليف الإنتاج بعد إنشاء المحطة أقل بكثير من تكلفة المحطات الحرارية والطاقة المائية تستغل فقط حيث تتوفر ظروف طبيعية تتعلق بالمناخ والتضاريس الأرضية والنهر الذي يقوم عليه المحطة من حيث نظام جريانه ووفرة مياهه .

مواقع المحطات الكهرومائية :

يشترط في تحديد المحطات الكهرومائية شروط طبيعية واقتصادية فمن الناحية الطبيعية لا بد من إقامة هذه المحطات في الأجزاء العليا من الأنهار حيث يكون اندفاع الماء قوياً بفضل انحدار الأرض، كما يجب أن يكون النهر غزير المياه ودائم الجريان وأن تكون الأمطار في حوض النهر موزعة على جميع فصول السنة وعند وجود فصل جاف طويل يشترط إنشاء البحيرات الاصطناعية التي تهدف إلى تنظيم جريان الماء طول العام في النهر وهذه البحيرات التي تمثل خزانات طبيعية لمياه يشترط أن تنشأ في المناطق التي تكون فيها القشرة الأرضية مستمرة لا تتعرض للزلازل والحركات الأرضية كما يحسن أن تكون درجة الحرارة معتدلة لأن تجمد المياه يحول دون جريانها ومن ثم يعوق استغلالها في توليد الطاقة الكهربائية، ومن الناحية الاقتصادية يشترط أن تقع المحطات الكهرومائية ضمن مسافة معقولة من مراكز استهلاك الطاقة الكهرومائية وهي عادة مراكز تجمع السكان أو مراكز الصناعة لكي تكون عملية نقل القدرة الكهربائية اقتصادية . (رسول :2021: ص ص 45،46)

وقد لا تسمح الظروف الاقتصادية لجعل منطقة توليد القوى المائية مركزاً صناعياً أو مركز للاستهلاك في حين يمكن نقل مواد الوقود وإذا لم تكن المنطقة صالحة للصناعة فقد تصبح من المستحيل استغلال موارد القوى المائية استغلال طيباً خاصة وأن نقل الكهرباء مسافات طويلة أمر يزيد من الفاقد من الكهرباء، كما إن وجود البحيرات مفيد في اتخاذها كخزانات طبيعية للمياه كما أنه يجب أيضا أن تقع مشروعات توليد الكهرباء خلال مسافة معقولة من مناطق استهلاك الكهرباء حتى يكون نقل التيار الكهربائي عملية اقتصادية، وتبدأ لهذه الظروف فإن الكهرباء الهيدرولوجية يمكن أن تسهم بنصيب كبير في مصادر الطاقة المستعملة، ففي النرويج تبلغ نسبة الكهرباء المولدة من محطات هيدرولوجية حوالي 99% من الطاقة الكهربائية المستعملة بها، وفي سويسرا تصل النسبة إلى نحو 97%، وغير ذلك نجد دولاً أخرى تعتمد اعتماداً كبيراً على الطاقة الكهربائية المولدة من مشاريع هيدرولوجية وأهمها كندا والسويد وإيطاليا والنمسا ونيوزلندا وفرنسا واليابان ومصر بعد إتمام مشروع السد العالي، وكثير من هذه الدول تعاني من نقص في مصادر الطاقة المعدنية ومن ثم كان لا بد من تطوير القوة الهيدرولوجية واستغلالها في توليد الكهرباء حتى تقابل حاجة الاستهلاك المحلى من الطاقة، وحتى في الدول الغنية بمصادر الطاقة المعدنية فإنها أخذت تهتم بإنشاء المشاريع الهيدرولوجية سواء مشاريع هيدرولوجية سواء مشاريع مزدوجة للاستفادة منها في الري وتوليد

الكهرباء أو مشاريع هيدرولوجية لاستغلال الطاقة الكهربائية فقط و من أضخم هذه المشاريع ذات الغرض الواحد مشروع براتك على نهر أنجار أحد روافد نهر ينسي بالاتحاد السوفيتي (روسيا) . (البنا :1984م: ص ص 474،475)

ومع ذلك فقد نجح العديد من الدول الرئيسية المنتجة لهذا النوع من الطاقة وبالخصوص دول الدرجة الأولى والثانية في إيجاد نوع من الانسجام بين مواقع توليد الطاقة الكهرومائية وبين مواقع ومتطلبات الصناعات لديها كما هو الحال بالنسبة للصناعات الكبرى القائمة عند نطاق خط السقوف شرق الأبلاشيان بالولايات المتحدة الأمريكية والتي تتقدم معظم دول العالم في مجموع ما تنتجه من هذا النوع من أنواع الطاقة . (حسن:المرجع السابق : ص ص 77،78)

مميزات الطاقة الكهرومائية :

تلعب القوى المائية دوراً كبيراً في تنمية الصناعة في الوقت الحاضر ولقد اهتدى الإنسان إلى معرفة واستخدام القوى المائية والسيطرة عليها قبل معرفته المواد القوى والوقود المعدني بزمن طويل ويرى بعض الباحثين أن انحدار الماء كان أول مصدر غير صالح للطاقة استخدام الإنسان إذ استغل منذ القدم قوة اندفاع المياه السريعة لتدير آلات معامل الغزل والنسيج وساهمت بذلك في تقدم الصناعة في كثير من جهات العالم لقد ازدادت أهمية الطاقة المائية بشكل كبير جداً بعد أن تمكن الإنسان من الاستفادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية.

أن أهم ما يميز الطاقة المائية عن غيرها من مصادر الطاقة ما يلي:

1. إنها طاقة متجددة وليست معرضة للفناء إذ تعتمد على الأمطار والثلوج التي تسقط بانتظام على مساحات كبيرة من سطح الأرض وتتجمع مياهها مكونة سيلان ومجاري مائية تنحدر من المرتفعات إلى المنخفضات حتى تصل إلى البحار و المحيطات فتهدأ سرعتها ثم تتسلط أشعة الشمس على هذه المحيطات المائية العظيمة المساحة فتتبخر بعض مياهها لتسقط الأمطار والثلوج من جديد وهكذا .

2. أن الطاقة الكهربائية المولدة من قوة اندفاع وانحدار المياه هي الأخرى تمتاز ببعض المميزات لعل من أهمها:

أ- سهولة التحكم في الطاقة الكهربائية وتقسيمها حسب الحاجة مما له أهمية في الصناعة الحديثة إذ أن ضبط سرعة الآلات أو الحرارة في الأفران من الأهمية بحيث أن كثير من الصناعات لا تجد لنفسها في موقع الاختيار بين استخدام الطاقة الكهربائية أو نوع أخر من مصادر الطاقة كما هو الحال في بعض الصناعات الكهربائية كصناعة الأسمدة الأزوتية القائمة على تحليل الماء والهواء وصناعة الألمونيوم واستخراجه من البوكسيت وصناعة لب الخشب والورق وصناعة تقنية الفلزات غير الحديدية من الشوائب كالنحاس والرصاص والزنك وما إلى ذلك .

ب- سرعتها القائمة في الانتقال والتوزيع ومرونتها التي لا نظير لها في الاستخدام إذ يتحكم فيها زر صغير يضغط عليه نحو جهة فتعمل ويضغط عليه من جهة أخرى فيتوقف عن العمل وعندما نتوقف تصبح لا وجود لها.

ج-نظافتها المطلقة إذ أن استخدام الطاقة الكهربائية لا يخلف فضلات ضارة بالجو أو الآلات المستخدمة وتعتبر هذه ميزة هامة في الوقت الحاضر الذي يعاني العالم و (بالأخص العالم الصناعي) من مشكلة تلوث البيئة .

د- أن الحصول على الطاقة الكهربائية من المحطات المائية رخيصة وهي :-

1. أن المحطة بعد أن تنشأ تستمر تعطي طاقة كهربائية وقتاً طويلاً قد يصل إلى أكثر 200 سنة لا تستخدم في خلاله وقوداً ودون خوف من نفاذ الماء .

2. إن حاجتها للصيانة قليلة حيث أن آلاتها تستديم مدة طويلة دون أن يصيبها التلف بالإضافة إلى أنها لا تسبب معاناة مشكلة الرماد المتخلف الذي تعاني منه المحطات الحرارية التي تستخدم الفحم أو اللبد النباتي وقوداً لها .
3. أنها لا تحتاج الا لأعداد قليلة من الأيدي العاملة للإشراف على تشغيلها وإدارتها.
4. أن إنشاء محطة مائية يعد عادةً مشروعاً ضخماً متعدد الأغراض، فمثلاً محطة الكهرباء التي أنشئت عند سد دار بند خان في ديالى تعد مثلاً على ذلك، إذ تتكون من مشاريع تشمل توليد الكهرباء والتحكم في مياه فيضانات نهر ديالى، إضافة إلى توفير مياه الري لزراعة منطقة الروز، كما تستخدم مياه السد لتطوير الثروة السمكية، أما سد دوكان فهو مشروع آخر يهدف إلى توليد الكهرباء وتنظيم جريان المياه في نهر الزاب الأسفل والتحكم في فيضاناته، إلى جانب حماية الأراضي الزراعية وتحسين الملاحة في نهر دجلة، كذلك يعد مشروع سد فولتا آخر يهدف إلى توليد الطاقة الكهربائية اللازمة لاستخلاص الألمونيوم من البوكسيت، إلى جانب استثمار الموارد الطبيعية وتوفير فرص العمل والثروة السمكية، كما ساهمت هذه المشاريع في توفير مياه الري والشرب للسكان في المدن المجاورة .
تعد الكهرباء الناتجة من المحطات المائية ذات كفاءة عالية من حيث الإنتاج، كما أنها توفر طاقة نظيفة واقتصادية، نظراً لقلة تكاليف التشغيل والصيانة مقارنةً بمحطات توليد الكهرباء الأخرى التي تعتمد على الوقود الاحفوري .
5. الكهرباء غير قابلة للتخزين اذ تستهلك في لحظة انتاجها ويعد ذلك ميزة حسنة من ناحية لأنها توفر تكاليف انشاء منشآت للتخزين، وسيئة من ناحية أخرى لأنها تتطلب انتاجاً مستمراً لتلبية الطلب .
(السماك: 1981م:ص ص 444،442)

معوقات استخدام الطاقة الكهرومائية:

1. إنشاء المحطات الكهرومائية مكلف إلى درجة كبيرة قدرت في السبعينات بنحو 100 – 600 دولار لكل الكيلومترات من الطاقة الكلية للمحطة .
2. يلاحظ أن نمو المحطات بطيء إذاما قورن بمعدلات نمو المحطات الحرارية ذلك أن الأخيرة تبني المواجهة التطور الكبير في السكان والأنشطة الاقتصادية خاصة الصناعية منها وهناك لا بد من الإشارة إلى أنه بينما تنجذب الصناعة إلى المحطات الكهرومائية تجذب الصناعة المحطات الحرارية .
3. قد تتعرض المحطات الكهرومائية للتوقف فترة من السنة نتيجة لتجمد مياه الأنهار التي تقام عليها وانخفاض معدلات جريان المياه به في مواسم الجفاف.
4. تعتبر الخلافات السياسية بين الأقطار لمصادر الطاقة في أحوض الأنهار من العوامل المعرقلة لاستغلالها إلى ان عمل كهذا يستدعي تعاون جميع أقطار الحوض وقد يؤدي احتكار أحد هذه الأقطار لمصادر الطاقة بالنهر إلى الأضرار ببقية أقطار ذلك الحوض كما هو الحال في حوض نهر الفرات حيث استغلت تركيا هذا النهر في أراضيها مما أخر بالعراق وسوريا سواء في كمية المياه الوافدة لها أو في الطاقة الموفدة في سدودها عليه، وكذلك الحال فإن الاضطرابات السياسية داخل الدولة الواحدة قد تعرقل استغلال تلك الدولة لإمكاناتها مثلما هو في حوض الكنغو والصومال والسودان وغيرها (طنطيش : 1999م:ص135)
5. الكهرباء غير قابلة للتخزين حيث لا يمكن خزنتها اقتصادياً على مقياس واسع لأن البطاريات لها طاقة محدودة مستنفذ وهذه الحالة سيئة لأن إنتاجها يجب أن يستمر بقوة المحطة التي تولدها في جميع الأوقات حتى في الأوقات التي يضعف فيها استهلاكها ومن ناحية أخرى إنها تضع أصحاب الصناعات تحت رحمة أي مؤثر خارجي ما دام لا يتوفر لديها فيها مدخر للظروف الطارئة ومع ذلك فقد يكون من الممكن التغلب على هذه السيئة جزئياً عن طريق:

1. بيع الكهرباء أو تبادلها عبر الحدود السياسية حيث يتم بيع الكهرباء أو تبادلها بين الدول المجاورة على أساس وجود فائض عند أحداها وعجز عند الأخرى أو على أساس وجود اختلاف بينها في أوقات شروق الشمس وغروبها أو في طول النهار أو في درجة الحرارة .
2. تلجأ بعض الدول (بلغاريا مثلاً) لسد حاجتها من الطاقة الكهربائية والاستفادة من الطاقة المولدة وعدم هدرها بتوزيع عطلة نهاية الأسبوع للمعامل والمصانع في المحافظات المختلفة على جميع أنحاء الدولة فمعامل ومصانع محافظة (أ) مثلاً تتمتع بعطلها يوم الأحد بينما معامل ومصانع محافظة (ب) يوم الاثنين ومحافظة (جـ) يوم الثلاثاء ..... وهكذا .
3. تأسيس محطات متفرقة وربطها بشبكة توزيع واحدة وتشغيلها جميعاً في وقت ذروة الطلب على الكهرباء وتشغيل بعضها في وقت انخفاضه من عيوب هذه الطريقة إنها تزيد من تكاليف الإنتاج ولكن لا تكون أجور الكهرباء المائية رخيصة يجب أن تكون المحطة المولدة كبيرة .
4. ضخ المياه إلى مستودعات مرتفعة كما في تسهيل في سويسرا بحيث يمكن استخدام طاقة الإمكانيات المختزنة مرة أخرى حسب الطلب ولقد تم اختيار محطتين مائيتين كبيرتين في الجزر البريطانية في فستيج في شمال ويلز ولوخ أوو في اسكتلندا لتزيد الطاقة المتاحة وتلجأ بعض الدول أيضاً بضخ المياه إلى مستودعات مرتفعة ليلاً حيث يقل الطلب على الكهرباء للاستفادة منها في توليد الطاقة خلال النهار .
5. من عيوب الكهرباء أنه بالنسبة للظروف الحالية لا يمكن نقل الكهرباء اقتصادياً إلى مسافة تزيد على 1000 كم ومما يزيد من هذه المشكلة أن المحطات المائية لتوليد الكهرباء أنها مقيدة بمواقع معينة على مجارى الأنهار وغالباً ما تكون في أماكن وعرة وقليلة السكان وبعيدة من الأسواق الاستهلاكية والمراكز الصناعية.(السماك:المرجع السابق : ص443)

تطور استغلال الطاقة المائية :

لقد بدأ الإنسان باستغلال الطاقة المائية قبل أن يبدأ باستغلال أنواع الوقود الأخرى كالفحم والبترول فاستخدام طاقة الماء الساقطة دون تحويلها إلى طاقة كهربائية في توليد القدرة اللازمة لتشغيل في تخزين الحديد ورشه وفي تحريك أنوال النسيج وفي طواحين طحن الحبوب وفي إدارة العجلات الخشبية لرفع الماء من الأنهار لغرض الري وعندما تقدم فن الهندسة بعض الهندسة بعض الشيء أخذ يبني السدود من الصخر والأخشاب لكي يحدث شلالات ماء اصطناعية تساعد على إدارة تلك الطواحين أن الاستخدام المباشر للطاقة المائية ساهم إلى حد كبير في تقدم الصناعة في كثير من جهات العالم قبل الانقلاب الصناعي العظيم إلا أن الإنسان في عمله هذا واجه في عمله هذا واجه عدة مشاكل والتي سببها كان يحد من التوسع في استخدامها وهذه المشاكل هي :

1. ضرورة إنشاء الطواحين والمعامل حيث توجد المساقط المائية أو الأنهار السريعة الجريان وهذه كثير ما توجد في مناطق غير مناسبة (مناطق متعددة التضاريس بعيدة عن السهول ومناطق الزراعة والعمران وتركز السكان بحيث لا تلائم أغراض الصناعة ونجاحها ومن الصعب الوصول إليها).
2. أن الطواحين والمصانع كادت تغلق أبوابها عند حدوث الفيضانات العالية وحتى عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما يقارب التجمد .
3. كانت تلك الطواحين والمصانع البسيطة لا تشتغل في أوقات انخفاض منسوب المياه لعدم وجود مياه كافية لأدارتها .
4. لم يكن في الإمكان استغلال المجاري ذات المساقط المائية القوية عن طريق بناء سدود صخرية أو خشبية.

هذا فليس غريباً أن قيمة تلك الطواحين والمصانع بعد اختراع الآلات والمكائن التي تسير بقوة النجار أو الاحتراق الداخلي وذلك باستعمال الفحم فتوقف قسم كبير منها عن العمل ونقل قسم الأخر قريباً من الأسواق حيث يمكن الحصول على الفحم بسهول كما أن المصانع والمعامل الجديدة هي الأخرى أصبحت

تتركز في مناطق حقول الفحم أو على السواحل حيث يسهل الحصول عليها بواسطة النقل المائي الرخيص نسبياً وساعد على التوسع في استخدام الفحم اختراع الآلات التجارية العديدة التي استغلت في أغراض الزراعة والتعدين والصناعات المختلفة واستخدمه كقوة محركة في وسائل النقل البري والبحري وبخاصة في غرب أوروبا وشرق أمريكا الشمالية .

أن الاستخدام المباشر للطاقة المائية كانت مرحلة صناعية هامة استمرت قروناً عديدة والقدرة الرئيسية المحركة في الصناعة، وأخذت الطاقة المائية تستعيد مكانتها ورجعت لتركز القوى المائية أهميتها وبدأ استغلالها على نطاق واسع في أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرون بعد أن أمكن تحويلها إلى قوى كهربائية و كان هذا الانقلاب الكبير نتيجة لعدد من الاختراعات والتحسينات أهمها:

1. صناعة اسمنت الذي يستعمل في بناء السدود فقد كان استخدام اسمنت عاملاً رئيسياً في السيطرة على المجاري المائية الكبيرة إذ أصبح في الإمكان إنشاء السدود والخزانات الضخمة وبذلك أمكن من رفع مستوى المياه في الأنهار ارتفاعاً كبيراً مما أدى إلى تكوين شلالات مائية اصطناعية يسقط فيها الماء من علو كبير كذلك فإن السدود والخزانات يقوم بخزن المياه فيمكن استخدامها عندما تنخفض مستويات الأنهار أي أنها تعمل على تنظيم استخدام القوى المائية .
2. اختراع التوربينات Turbines أن التوربينات ساعدت على استغلال الضغط المتولد نتيجة سقوط الماء على أسفل المجرى المائي بدلاً من استغلال نقل الماء فقط أن استخدام التوربينات جعل في الإمكان استغلال أي كمية من المياه تسقط من ارتفاع بسيط .
3. المولد الكهربائي Generator الذي يدار بواسطة التوربين ويساعد على تحويل الطاقة الحركية الناتجة عن سقوط الماء إلى طاقة كهربائية يمكن نقلها إلى مصانع و المعامل .
4. الدينامو Dynamo ويقوم بتحويل الطاقة الكهربائية ثانية إلى طاقة حركية دارة المحركات والآلات في المعامل والمصانع .
5. الأسلاك المعدنية شديدة المقاومة لنقل التيار الكهربائي أن الأسلاك المعدنية شديدة المقاومة ساعدت على نقل الطاقة الكهربائية بسرعة فائقة إلى مساحات شاسعة .

لقد تطورت صناعة توليد الطاقة من مساقط المياه في الخمسين عاماً الأخيرة تطوراً كبيراً، أن هذا التطور كان نتيجة عوامل عديدة منها :

1. زادت مساقط المياه نتيجة لإمكان التيار الكهربائي المسافات طويلة وهذا يختلف عما كان عليه الوضع قديما حيث لم يكن بالإمكان نقل التيار الكهربائي ولذلك كان لا بد على الصناعة أن تتوطن على مساقط كما حدث في الصناعة في انكلترا و الصناعات في ولايات نيو إنجلند بالولايات المتحدة الأمريكية أم الآن فإن الطاقة الكهربائية فإن الطاقة الكهربائية المولدة من المساقط المياه يمكن نقلها لمسافة تبلغ 1000 كم أي يمكن الاستفادة منها في دائرة يبلغ نصف قطرها 1000 كم ومساحتها أكثر من (3.142.857) كم^2، كما أن التطور العلمي والتكنولوجي كفيل بزيادة المسافة التي يمكن للتيار الكهربائي ان ينقل إليها في المستقبل.
2. ارتفاع أسعار موارد الطاقة الأخرى (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي) واحتمال زيادتها دعي إلى الاهتمام بالطاقة المولدة من مساقط المياه أن ارتفاع أسعار موارد الطاقة الأخرى نتيجة لعوامل عديدة أدى إلى زيادة الاهتمام بالطاقة المولدة من مساقط المياه أن ارتفاع أسعار موارد الطاقة الأخرى نتيجة لعوامل عديدة أدى إلى زيادة الاهتمام بالموارد المائية واستغلالها كمصدر للطاقة .
3. الخوف من نضوب مصادر الطاقة الرئيسية (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي) والتي هي من مصادر غير متجددة والرغبة في الحصول على مصدر دائم ومتجدد للطاقة (الطاقة المائية) أدى إلى زيادة اهتمام الحكومات والهيئات المختلفة باستغلال القوى المائية في توليد الطاقة .
4. أن استخدام القوى المائية في توليد الطاقة الكهربائية أصبح ضرورياً وعلى الأخص بالنسبة إلى مجموعة من الصناعات التي تحتاج إلى طاقة كهربائية كبيرة و رخيصة و لا يمكن لطاقة أخرى أن

تحل محلها منها الصناعات الكيماوية كصناعة الأسمدة الأزوتية القائمة على تحليل المياه والهواء وصناعة الألمونيوم واستخراجه من البوكسيت وصناعة لب الخشب والورق وصناعة تقنية الفلزات غير الحديدية كالنحاس والرصاص والزنك.

5. بروز مشكلة تلوث البيئة في العالم الصناعي واهتمام الحكومات والهيئات المختلفة بالمحافظة على البيئة من التلوث شجع زيادة استخدام القوى المائية في توليد الطاقة الكهربائية التي تتصف بنظافتها المطلقة على العكس من مصادر الطاقة الأخرى الرئيسية (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي) التي تشكل إحدى مصادر تلوث البيئة .
6. اهتمام الحكومات والهيئات المختلفة بالمحافظة على الموارد الطبيعية ومحاولة الاستفادة منها وصيانتها أي (استغلالها استغلالاً عقلانياً بشكل يضمن حاجات الإنسان بشكل أدق وأحسن لمدة أطول من الزمن) شجعت الحكومات على بناء الخزانات على المجاري المائية للاستغلال الموارد المائية على الوجه الأكمل و الأفضل. (السماك:المرجع السابق :ص ص 445،448)

المبحث الثاني: الظروف الطبيعية والاقتصادية الملائمة لاستغلال الطاقة المائية ومناطق توزيعها ومستقبلها:

يشترط لاستغلال الطاقة المائية في توليد الكهرباء استغلالاً اقتصادياً توفر شروط طبيعية خاصة وشروط اقتصادية متنوعة والتي بدورها تشكل الظروف الملائمة لاستغلال الطاقة المائية فليس كل مجرى مائي صالح لتوليد الطاقة الكهربائية وليس كل موقع ولصلح الإنتاج الكهرباء ملائم من الناحية الاقتصادية و فيما يلي أهم الظروف الطبيعية والاقتصادية الملائمة لاستغلال الطاقة المائية:

- **أولاً: الظروف الطبيعية:**

1. أن يكون هناك انحدار كافٍ بحيث يسمح باندفاع المياه وسقوطها من الجهات المرتفعة إلى الجهات المنخفضة وكلما إزداد تعقد مظاهر السطح وازداد الارتفاع ازدادت إمكانية توليد الكهرباء من الطاقة المائية حيث هناك علاقة طردية بين شدة انحدار مجاري المياه وارتفاع نقطة سقوط هذه المياه من جهة والقوة المتولدة من تدفق المياه من جهة أخرى فالموقع المثالي هو السقوط عمودياً بناء على هذا من التوقع أن تعد الأقاليم الجبلية حيث يهبط انحدار مجاري الأنهار مئات الأمتار في مسافات قصيرة وحيث تكثر الشلالات والجنادل والمندفعات من أحسن الجهات لتوليد الكهرباء (كما في جبال الألب في شمال إيطاليا وفي سويسرا وفي غرب الولايات المتحدة الأمريكية وكندا) بينما تقل هذه الإمكانات في الأنهار والتي تجرى في سهول منبسطة لمسافات كبيرة كالأنهار التي تجرى في السهل الأوروبي الشمالي ونهر الأمازون في سهل الأمازون (السلفا).
2. كمية المياه الجارية في النهر بالنسبة لارتفاع معين تعتمد على القوة المتولدة من تدفق المياه على كمية الماء المتدفق فلا بد أن تكون المياه في النهر دافقة أو بمعني يكون المجرى مليئاً بالمياه وأيضاً لا بد أن يكون جريان المياه مستمراً .

أن الأنهار التي تعتمد في مياهها على أمطار وفيرة ومستمرة طول العام تقريباً بحيث لا توجد تغيرات فصلية كبيرة واضحة ويتصف بجريان منتظم في جميع فصول السنة كما هو الحال في أنهار الأقاليم الاستوائية وغرب أوروبا وشرق الولايات المتحدة الأمريكية أكثر صلاحية من غيرها لتوليد الطاقة الكهربائية على عكس الأنهار التي تعتمد في مياهها على الأمطار الفصلية (الأقاليم الموسمية صيفاً) وإقليم البحر المتوسط شتاءاً التي تجري مياهها بعد موسم الأمطار .

ثانياً: الظروف الاقتصادية:

ليس كل نهر صالح لتوليد الطاقة الكهربائية من الناحية الطبيعية ملائم للاستغلال الاقتصادي لأن هذا تحدده للعوامل الاقتصادية التي لا تقل أهمية أن لم تزد عن العوامل الطبيعية في استغلال الطاقة المائية .

فالظروف الاقتصادية الملائمة تلعب دوراً كبيراً في استغلال الطاقة المائية جداً لإنتاج الطاقة الكهربائية الرخيصة من مساقط المياه، ألا أن العوامل الاقتصادية لا يحبذ استغلالها كما هو الحال في المناطق الجبلية في إفريقيا وأمريكا الجنوبية .

ويمكن أن تحمل الظروف الاقتصادية الملائمة لاستغلال الطاقة المائية فيما يلي :

1. قرب منطقة السد من سوق الاستهلاك التيار الكهربائي وذلك لصعوبة نقل الطاقة الكهربائية الناتجة لمسافات طويلة وذلك لأن الطاقة الكهربائية تفقد بطول المسافة كما انه كلما بعدت المسافة كلما احتاجت القوى الكهربائية إلى ضغط عالٍ أقوى .

ويقدّر أن نقل الكهرباء لمسافة 1.6 كم يحتاج إلى (100) فولت زيادة وهذا يستدعى بناء محطات للتكثيف والضغط وهذه ترفع من نفقات إنتاج الكهرباء وهكذا يجب ألا تكون الطاقة المائية المستغلة بعيدة عن الأسواق وهي عادة مراكز تجمع السكان ذو المستوى المعيشي المرتفع ومراكز الصناعة .

ولذلك فالقوى المائية الكامنة في أسيا المدارية وفي أمريكا الجنوبية وفي أفريقيا وفي سيبيريا وفي بعض المناطق الجبلية الوعرة لم تستغل بعد إلا على نطاق محدود جداً بسبب بعدها عن أسواق الاستهلاك .

2. حجم السوق أن إنتاج الكهرباء من المساقط المائية يحتاج إلى سوق ذو حجم كبير وحجم السوق هنا يعتمد على كثافة السكان ومستوى معيشتهم ونوع النشاط الاقتصادي الذي يزاولونه .

فالمناطق التي تتصف بكثافة سكانية عالية ومستوى معيشي مرتفع لسكانها و نشاط اقتصادي صناعي وبالأخص الصناعات التي تعتمد اعتماداً رئيسياً على وجود طاقة كهربائية رخيصة ومن قبيل ذلك الصناعات التي تعتمد اعتماداً رئيسياً على وجود طاقة كهربائية رخيصة ومن قبيل ذلك صناعات الورق ولب الخشب و الحرير الصناعي والأسمدة والألمونيوم "إقليم نيو انجلند والبحيرات العظمى في الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً وإقليم الجنوب الشرقي (البحيرات في كندا) تملك سوقاً ذو حجم كبير ويزداد الطلب فيها على الطاقة الكهربائية ويصبح ذلك عاملاً مساعداً لاستغلال الطاقة المائية وإنتاج الكهرباء على العكس من الجهات التي تتصف بكثافة سكانية منخفضة ومستوى معيشي منخفض للسكان وتعاني من التخلف الاقتصادي لا تملك العوامل المشجعة لإنتاج الكهرباء من المساقط المائية بسبب صغر حجم السوق وقلة الطلب على الطاقة الكهربائية " .

3. يؤثر في مدى استغلال الطاقة المائية لإنتاج الكهرباء مدى توفر مصادر الطاقة الأخرى (الفحم، البترول، الغاز الطبيعي) بأسعار منخفضة نسبياً بحيث يمكنها منافسة الكهرباء الناتجة من المساقط المائية، وكانت الطاقة المائية بعيدة عن أسواق الاستهلاك فإن ذلك يعطل من إنشاء محطات توليد الكهرباء المائية ويصبح من الأفضل استغلال رأس المال في توليد الكهرباء الحرارية ولعل خير مثال على ذلك الأقطار العربية التي تملك ثروة هائلة من النفط والغاز الطبيعي والمملكة المتحدة التي تملك الفحم في حين أن الدول التي لا تتوفر فيها الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعي بكميات كافية تسد حاجاتها الاستهلاكية قد تطورت قواها المائية الكهربائية حتى ولو كانت بعيدة عن مراكز العمران كما هو الحال في كل من سويسرا، السويد، النرويج، إيطاليا واليابان .

وتنقل الصناعة تبعا لذلك إلى مناطق توليد القوى الكهربائية المائية، ومما يشجع هذا الاتجاه رغبة الكثير من الحكومات بعدم الاعتماد على موارد القوى والوقود الأجنبية فتحرر الدولة بذلك صناعتها الوطنية من الضغط الاقتصادي الأجنبي ويصبح وجود الطاقة المائية في هذه الحالة من أهم العوامل في تدعيم صناعات الدولة وتنمية إقتصادياتها .

4. يرتبط استغلال الطاقة المائية لإنتاج الكهرباء بالتقدم العلمي والتكنولوجي للدول لأنها بحاجة إلى خبرة فنية عالية وذلك لأن استغلال الطاقة المائية لإنتاج الكهرباء مرحلة متقدمة من مراحل التصنيع، فليس من المستغرب أن يتركز إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية تركزاً شديداً في الدول المتقدمة، علمياً وتكنولوجياً حيث نجد 90% من القوى المائية المستغلة في العالم تتركز في خمس مناطق هي دول غرب

أوروبا والولايات المتحدة وكندا واليابان والاتحاد السوفييتي في حين الدول والأقاليم المتخلفة علمياً وتكنولوجياً والتي لا تتوفر فيها الخبرة الفنية اللازمة لا تستغل الطاقة المائية في الوقت الحاضر إلا على نطاق محدود جداً ولعل خير مثال على ذلك حوض الكونغو الغني بمساقط المياه في إفريقيا .

5. توفر رؤوس الأموال الضخمة قد يعتبر البعض أن مواقع القوى المائية مصادر يمكن الحصول على الطاقة منها مجاناً إذ أن كل ما هو متطلب في نظرهم التحكم في مجارى المياه، والواقع أن القوى المائية ليست مصدراً مجانياً للطاقة على الرغم من أنها أرخص مصادر الطاقة جميعاً على المدى البعيد .

إن استغلال القوى المائية لتوليد الطاقة الكهربائية يستلزم نفقات عظيمة تصرف على إنشاء الخزانات والسدود ومحطات توليد الكهرباء ومد خطوط لنق الطاقة الكهربائية ومحطات تحويل الطاقة وتكاليف نفقات التشغيل وغيرها من الأمور كلها تحتاج إلى رأس مال ضخم يفوق ما تحتاج إليه محطات توليد الكهرباء الحرارية و هكذا نجد توفر رؤوس الأموال الضخمة وسهولة الحصول عليها يعتبر من الظروف الاقتصادية الملائمة لاستغلال الطاقة المائية .

مناطق توزيع مصادر الطاقة المائية في العالم و في الوطن العربي:

ترتبط مصادر الطاقة لمائية في العالم ارتباطاً وثيقا بالظروف الطبيعية فالعوامل الطبيعية التساقط (النوعية والموسمية) والتضاريس البيئية الجيولوجية التربة و النبات الطبيعي هي المسئولة عن التوزيع الجغرافي لمصادر الطاقة الكامنة في العالم في حين تتظافر العوامل الاقتصادية مع العوامل الطبيعية في توضيح التوزيع الجغرافي لمصادر الطاقة المستغلة في العالم بل في معظم الحالات تعتبر العوامل الاقتصادية هي المسئولة بالدرجة الأولى عن مدى استغلال مصادر الطاقة المائية في العالم . (السماك:المرجع السابق:ص454)

ويوضح الجدول التالي قارات العالم وما تحويه من الطاقة والمستغلة الــكامنة. (عجمية :1972م:ص426)

جدول(1) الطاقة المائية الكامنة والمستغلة الطاقة الكامنة % الطاقة المستغلة %

القارة	مليون حصان	من الطاقة الكامنة في العالم	مليون حصان	من الطاقة المستغلة في العالم إلى الكامنة	نسبة الطاقة المستغلة
أفريقيا	274	40.6	0.4	0. 4	0.14
آسيا	151	22.4	12.1	11.6	8
أمريكا الشمالية	84	12 .5	35.8	34.4	42.6
أوروبا	78	11.6	52	50	66 .7
أمريكا الجنوبية	67	9.9	2.4	2.3	3. 6
أستراليا و نيوزلندا	20	3	1.3	1.3	6. 5
العالم	674	%100	104	%100	15 .4

و بدراسة الجدول السابق يمكننا استنتاج ما يلي :

1. تتركز معظم القوى المائية الكامنة في العالم (63%) في قارتي أفريقيا وآسيا ويوجد في أفريقيا وحدها أكثر من 40% من الطاقة المائية الكامنة في العالم وتقع معظم الطاقة المائية الأفريقية في المنطقة الاستوائية الغزيرة الأمطار طول العام و التي تتميز بكثرة الهضاب والمرتفعات الداخلية وكثرة المندفعات ومساقط المياه عند انحدار الأنهار من الهضاب إلى السهول، ويعد حوض نهر الكونغو أعظم مناطق العالم التي تتوفر فيها إمكانات الطاقة المائية ويفوق في ذلك أي مجموعة نهرية أخرى في العالم

ويساعد على هذا النظام جريان مياهه لوجود الغابات والمستنقعات في أجزاء كبيرة من مجراه التي تعمل عمل البحيرات في تنظيم جريان المياه في النهر طول العام، واختلاف مواسم فيضانات روافديه التي تتصل به من الشمال والجنوب على جانبي خط الاستواء نتيجة لاختلاف نظام سقوط الأمطار كما يعترض النهر سلسلة من المساقط المائية ينحدر بها النهر نحو 1000 متر قبل وصوله إلى المحيط الأطلسي، ويلي نهر الكونغو من حيث مقدار الطاقة الكامنة فيه في قارة إفريقيا نهر الزمبيزي وروافده ثم أعالي نهر النيل .

2. تمتلك قارة آسيا 22.4% من الطاقة المائية الكامنة في العالم وهي بذلك تحتل المرتبة الثانية بين قارات العالم، وتتوفر الطاقة المائية الكامنة في قارة أسيا التي تشغل الجبال والهضاب بها مساحات كبيرة، كما تحتوي على عدد من الأنهار العظمى التي تزخر بالمياه وتكثر فيها المساقط في منابعها وعند انحدارها من الجبال والهضاب إلى السهول وتكاد تنحصر معظم الطاقة المائية الكامنة في قارة أسيا في :

أ. المناطق الجبلية معقدة التضاريس في جنوب شرق أسيا التي تسقط عليها الأمطار بغزارة وتكثر بها الأنهار الكبرى (الهوانجهو، اليانكستي، الميكونك).

ب. مناطق مرتفعات الأورال .

ج. أقاليم وسط سيبيريا والجبال التي تقع إلى الجنوب منها .

3. تبلغ حصة الأمريكيتين 22.4% من الطاقة المائية الكامنة في العالم وهي بذلك تعادل قارة أسيا (12.5% أمريكا الشمالية و9.9% أمريكا الجنوبية) وتتوفر هذه الطاقة في أمريكا الشمالية في :

أ- المرتفعات الغربية (كوردليرا) التي تغطي قممها الثلوج وتسقط عليها الأمطار الغزيرة نسبياً، كما تتأثر بها الأنهار الكبيرة كنهر فريزر في كندا ونهر كولمبيا وروافده سنيك، سكرامنتو، وسان جواكين ونهر فلوراد وفي الولايات المتحدة الأمريكية والروافد الغربية لنهر المسيسبي .

ب- المرتفعات الشرقية (ابلاشيان) التي تضم عدداً من الأنهار التي تنحدر من جبال الأبالاش (بوتوماك، دلوير، ساسكا هوانا)، حيث يوجد خط مساقط المياه وكذلك نهر تنسي واوهايو (رافد المسيسبي) .

ج- منطقة البحيرات العظمى ونهر سنت لورنس حيث شلالات تياجارا الشهيرة وشلالات سولت سانت ماري بين بحيرتي سويمريور هورند .

د- الهضبة اللورنسية في جنوب مقاطعتي اونتاريوكيبك حيث تكثر المساقط والمندفعات المائية والبحيرات التي تكونت بفعل التعرية الجليدية والتي تنظم جريان المياه .

وفيما يتعلق بأمريكا الجنوبية وتتركز حوالي 50% من إمكانات الطاقة الكامنة المائية في البرازيل وذلك في مجارى روافد الآمازون العليا التي تنحدر من الأنديز وكذلك في الأنهر والمجاري المائية التي تنحدر من هضبة البرازيل وبالأخص نهر (سان فرانسيسكو) أما باقي إمكانات الطاقة المائية في القارة فيوجد في دول الانديز.

4. تحتل أوروبا المرتبة الرابعة من بين قارات العالم امتلاكا للقوى المائية الكامنة في العالم (11.6%) بعد أفريقيا وأسيا وأمريكا الشمالية بعد الانحدار الشديد وخاصة في النرويج والسويد وشرق وغرب إيطاليا وشمالها وسويسرا وسقوط الأمطار والثلوج الغزيرة نسبيا أهم العوامل التي تحدد مواطن الطاقة المائية في القارة يضاف إلى ذلك الشلالات والمندفعات والبحيرات التي تخلفت عن العصر الجليدي في شمال أوروبا .

5. تعد الأوقيانوسية (أستراليا نيوزلندا) أقل القارات حظاً من حيث القوى المائية الكامنة (3% فقط) من الطاقة المائية الكامنة في العالم وتتركز هذه الإمكانات المحدودة في :

أ. الأجزاء الجنوبية الشرقية من قارة أستراليا وجزيرة تسمانيا الواقعة إلى الجنوب منها حيث توجد بعض الجهات المرتفعة للعقد التضاريسية المتوسطة الأمطار .

ب. نيوزيلندا التي تزيد إمكانات الطاقة الكامنة بها على ثلاثة أمثال الطاقة الكامنة التي يمكن الحصول عليها من أستراليا وذلك لغزارة أمطارها نسبياً ولوجود المرتفعات في وسطها في مساحات كبيرة منها

6. التناقض الكبير بين الطاقة المائية المستغلة من جهة والطاقة المائية الكامنة من جهة أخرى حيث بلغت الطاقة المائية المستغلة 51.4% من مجموع الطاقة المائية الكامنة في العالم وهذا معناه أن معظم القوى المائية في العالم ما زالت ثروة سلبية غير مستغلة .

7. باستثناء قارتي أوروبا وأمريكا الشمالية التي تستغل نسبة لا بأس بها من إمكانات الطاقة المائية الكامنة (66.7% و42.6% على التوالي) فإن بقية القارات الأخرى لا تستغل سوى نسبة ضئيلة جدا من إمكاناتها (8% آسيا، 6.5% أستراليا ونيوزيلندا، 3.6% أمريكا الجنوبية وأخيراً فقط 0.14% قارة أفريقيا).

8. التناقض الكبير بين حصص القارات من الطاقة المائية الكامنة في العالم من جهة وحصصها من الطاقة المائية المستغلة من جهة أخرى حيث نرى في الوقت الذي تساهم كل من أفريقيا وآسيا، وأمريكا الجنوبية وأستراليا بـ (40.%، 22.4% ، 9.9%، 3% على التوالي) من الطاقة المائية الكامنة في العالم لم تزد مساهمتها من استغلال الطاقة المائية في العالم عن (0.4%، 11.6%، 2.3%، 1.3%) على العكس من ذلك بالنسبة لقارة أوروبا وأمريكا الشمالية التي تحتكر استغلال الطاقة المائية في العالم (84.4%)، (50% بالنسبة لقارة أوروبا و 34.4% لأمريكا الشمالية) في الوقت الذي لا تملك أكثر من 24.1% من إمكانات الطاقة المائية في العالم (11.6% بالنسبة لأوروبا و12.5% أمريكا الشمالية) .

وإن دل هذا على شيء فإنه يدل على الدور الكبير الذي تلعبه العوامل الاقتصادية في استغلال الطاقة المائية في العالم .

جدول(2) إنتاج الطاقة الكهرومائية ونسبتها إلى جملة الطاقة الكهربائية المولدة في العالم 1992 الكمية بمليار كيلو واط ساعة

الدولـــــة	جملة إنتاج الطاقة الكهرومائية	من الإنتاج العالمي
الولايات المتحدة الأمريكية	255	10.9
كـــندا	308	13.3
الاتحـاد السوفييتي	236	10.1
البـرازيـــل	207	8.9
اليـابـــان	83	3.5
النـرويج	110	4.7
فرنســـا	72	3.1
الســويد	73	3.1
الصـين	123	5.3
إيطـــاليـــا	45	1.9
الهـند	75	3.2
ســويـسرا	32	1.4
اسـبانيـــا	21	0.9
النمســا	32	1.4
يوغسلافيا	36	1.5
دول أخـرى	623	26.7
جمـلة العـالـم	2331	100

أما عن موقع وأهمية الطاقة الكهرومائية في الإنتاج العالمي للكهرباء موزعاً حسب القارات، فيبدو أن أوروبا هي أكبر منتجي الكهرباء المائية، وتساهم بنحو 29.1% من جملة إنتاجها، وتساهم أمريكا الشمالية بنحو 27.1% وأسيا 21.6% وأمريكا الجنوبية بنحو 18.1% ولا تساهم القارة الأفريقية بأكثر من 2.2% وتعتبر كندا أكبر الدول إنتاجا لهذه الطاقة 13.9%من الإنتاج والاستهلاك العالمي لها يليها الولايات المتحدة 13.2% والبرازيل 10.4% والصين 7.3% وروسيا 6.1% .

وتتفاوت نسبة مساهمة الطاقة الكهرومائية في إنتاج الكهرباء من دولة إلى أخرى فتصل إلى 99.9% في النرويج و71% في السويد، والنمسا 67% والبرتغال 60% تنخفض إلى 33% في فرنسا و31% في اسبانيا و29% في إيطاليا و12% في روسيا و6% في ألمانيا وتصل هذه النسبة أيضاً إلى 94% في مصر و92% في البرازيل و96% في نيجيريا و97% في جزائر و94% في تايلاند وتنخفض إلى 39% في الهند و19% في اليابان .

والجدول(3) بين إنتاج الطاقة الكهرومائية في أقطار رئيسية بالعالم، ويبدو واضحاً أن الأقطار ذات الطبيعة الجبلية والتي تتمتع بمياه أمطار غزيرة وتغذي أنهارها بالثلوج هي تلك التي تمكنت من إنتاج ما يسد حاجتها تقريباً0 من الكهرباء ومن أبرز الأمثلة على ذلك النرويج التي استفادت بها في الصناعات الكيماوية والنيتروجين والورق والألمونيوم وغيرها .

أما إنتاج الطاقة الكهرومائية في الوطن العربي فيبلغ جملة إنتاجه منها نحو 14500 جيجاوات تساهم في إنتاجه الأقطار العربية كما يلي :

45% في مصر، 14.6% في العراق 14% في سوريا، 11.1% في المغرب، 4.4%في كل من الجزائر ولبنان، 3.6% في السودان، 1% في كل من تونس وموريتانيا .(منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول:ص74)

جدول(3) إنتاج الطاقة الكهرومائية في دول مختارة بالعالم سنة 1995 (U.N Energy statistics – yearbook 1995 – new York 1997- pp 426-455 .)

الدولة	كمية الإنتاج (مليون ك/ و/ س)*	الدولة	كمية الإنتاج (مليون ك/ و/ س)
مصر	10810	اليابان	91301
غانا	6117	اندونيسيا	10418
نيجيريا	6000	كازاخستان	8331
زامبيا	7750	كوريا	23000
		باكستان	22858
		تركيا	35541
كندا	330834	فرنسا	75922
المكسيك	29255	النمسا	38477
الولايات المتحدة	308281	إيطاليا	41907
		النرويج	122436
		روسيا الاتحادية	177256
		السويد	67029
		سويسرا	35054
		المملكة المتحدة	6836
الأرجنتين	28100		
البرازيل	29255		
كولومبيا	34260		
شيلي	18408		
براجواي	41603		
فنزويلا	55605		
		أستراليا	16240
		نيوزيلندا	272
الصين	190577		
الهند	71665		

الطاقة المائية في الوطن العربي :

على الرغم من عدم وجود الإحصاءات الخاصة بمصادر الطاقة المائية الكامنة في الوطن العربي حيث لم تجري دراسات شاملة ودقيقة لتحديد الإمكانات العربية في هذا المجال .

إلا أننا نستطيع القول استناداً على الظروف الجغرافية الطبيعية بأن الوطن العربي لا يملك سوى إمكانات معتدلة لإنتاج الطاقة الكهربائية وذلك نتيجة لسببين :

1. قلة التساقط في الوطن العربي حيث أن الجزء الأكبر من مساحة الوطن الري تتمتع بمناخ جاف وشبه جاف أما المناطق التي تستلم كميات غزيرة من الأمطار نسبيا فهي الأخرى أمطارها فصيلة (مناخ البحر المتوسط) يستثني ذلك الأجزاء الجنوبية من السودان هذا إضافة إلى ارتفاع درجات الحرارة وخصوصا في فصل الصيف وانعدام الغطاء النباتي .
2. أن معظم مجاري الأنهر الكبيرة في الوطن العربي (النيل، دجلة والفرات) تقع في مناطق سهلية قليلة الانحدار مما تقلل من صلاحية استغلالها لتوليد الطاقة الكهربائية تتوفر الطاقة المائية الكامنة في الوطن العربي في المناطق ذات الظروف الطبيعية الملائمة وهي :

1. مجاري نهر النيل وروافده في السودان ومنطقه الشلالات .
2. المنطقة الجبلية في العراق .
3. لبنان .
4. المناطق الجبلية من المغرب والجزائر. (السماك:1981م:ص207)

مستقبل الطاقة الكهرومائية :

إن حاجات المتزايدة إلى مصادر الطاقة من ناحية والحفاظ على البيئة من ناحية أخرى يستدعى البحث عن مصادر جديدة واستغلالها وقد تكون الطاقة الكهرومائية من أبرز المصادر التي تلبي حاجات الإنسان وتحفظ بيئته من التلوث لذلك فإنه من الضروري تطوير هذا المصدر ليساهم بقدر أكثر فاعلية في هيكل الطاقة العالمي، ومن هنا فإنه من الضروري تعاون الأقطار الصناعية والنامية على إعادة تقييم مواردها ومحاولة مساعدة تلك الأقطار مادياً وفنياً على إقامة مشروعات كبرى للطاقة الكهرومائية، وضرورة حل جميع المشكلات التي تنشأ في أحواض الأنهار .

ويبدو لنا أيضاً أن المستقبل سيكون مرهون بالتطور التقني للإنسان ومدى تمكنه من السيطرة على الكهرباء ونقلها لألاف الكيلومترات مثلما هو في مجال النفط والغاز ومن ثم فإن استغلال شلالات نهر الكونغو ونقل إنتاجها إلى أوروبا عبر الصحراء والبحر المتوسط وإيطاليا تعتبر من المشروعات الحيوية المقترحة والتي تثبت جدواها الاقتصادية ولا يعرقله إلا ظروف عدم الاستقرار السياسي في المناطق التي يتم فيها الإنتاج وتعبرها خطوط النقل .

النتائـــــج

1. أن عدم إيجاد بدائل للطاقة لزيادة الإنتاج والاستهلاك تعد من أهم المشاكل التي تعاني منها بعض الدول وخاصةً الفقيرة منها مما أضطر هذه الدول بالاعتماد على البترول وعدم الاستفادة من بدائل الطاقة وهنا لا بد من القيام بالنحو نمو الاقتصادي واعتماده على استغلال مصادر الطاقة الكامنة به أو نقلها إليه .
2. نقص رأس المال والخبرات البشرية والتكنولوجيا والتقنية كلها ساهمت في عدم جدوى استغلال مصادر الطاقة الكهرومائية ولهذا يجب من توفر رأس المال لأن هذه تحتاج إلى فائض ورصد الملايين من الدولارات لتطوير تكنولوجيا الصناعة لإنتاج هذه الموارد من الطاقة المتجددة .

3. النظر بعين الاعتبار وإيجاد الحلول من المظاهر البيئية والتلوث على اليابس وفي المسطحات المائية وفي الغلاف الجوي كارتفاع كثافة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي يؤدي هذا إلى الاقتباس الحراري ورفع درجة الحرارة ولهذا لا بد أن تنتبه الدول إلى الجانب البيئي لاستهلاك أنواع الطاقة المختلفة .
4. أن فرض السيطرة والهيمنة من بعض الدول الاستعمارية يعد أمراً مساعداً في عملية انخفاض المستوى الاقتصادي والحضاري للدول النامية وخاصة الإفريقية فعليه يجب العمل والاعتماد في توفير الطاقة على مصادر الطاقة الجديدة وهذا سيفسر من كل السياسة الدولية والهيمنة العسكرية .
5. يجب الاستفادة من الطاقة الكهرومائية وهذا يؤدي إلى توفير مصادر الطاقة وذلك من استغلال المساقط المائية والشلالات وأحواض الأنهار وذلك يتم ببناء إقامة المشروعات الكبرى الجديدة من بناء السدود والمحطات الكهربائية لتوليد الكهرباء والصيانة الدورية للقائم والمستغل منها حالياً وذلك للمحافظة على مكانتها بين مصادر الطاقة المتجددة الأخرى .

المصـــادر و المـــراجـــــع

1. أبوعيانة، فتحي محمد، الجغرافيا الاقتصادية، دار المعرفة الجامعية ،الإسكندرية – 2004م.
2. البنا، علي علي، جغرافية الموارد الاقتصادية " الجزء الثاني " مكتبة الأنجلو المصرية 1984م.
3. حسن، سعد جاسم، محمد سالم ضو، الهادي بشير المغيربي، جغرافية الصناعة، أسس وتطبيقات وتوزيعات مكانية، دار شموع إفريقيا ،2002م.
4. الخفاف،عبد علي، ثعبان كاظم خضير، الطاقة وتلوث البيئة، دار المسيرة للطباعة والنشر، عمان، 2007م)
5. رسول، أحمد حبيب، جغرافية الصناعة، دار النهضة العربية، بيروت،2021م.
6. زهران، محمد عبدالعال، مصادر الطاقة: أنواعها واستخداماتها، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية،2005م)
7. السماك، محمد أزهر سعيد، عبد المنعم عبد الوهاب، أزاد محمد أمين جامعة الموصل، جامعة بغداد، جامعة البصرة، جغرافيا النفط والطاقة ،1981م .
8. طاهر، رعد حمدان، الدارات الكهربائية، مطابع دار المسيرة للنشر، عمان، 2009م)
9. طنطيش، جمعة رجب، محمد أزهر السماك، دراسات في جغرافيا مصادر الطاقة منشورات ، elGa ، مالطا، 1999م .
10. عقيل، محمد فاتح، المرجع في الجغرافيا الاقتصادية، جغرافية الموارد، منشأة المعارف، الإسكندرية ،1998م.
11. عياش، سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، عالم المعرفة، الكويت، 1981 .
12. محمود، عبدالفتاح عبدالله، الطاقة المتجددة: الأسس والتطبيقات، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، 2010م)

الرسائل العلمية والمجلات:

1- عبدالعزيز، جمال محمد علي(دراسة الأثار البيئية الناتجة عن مشروعات محطات الطاقة المائية بجمهورية مصر العربية، رسالة ماجستير، معهد الدراسات والبحوث البيئية، علوم الهندسة البيئية، عين شمس،2006م.
2- الصديق، زكراوي، رتيعة محمد (دراسة قياسية لأثر انتاج الكهرباء من الطاقة المائية على النمو الاقتصادي لمجموعة من دول العربية الافريقية خلال فترة 2000-2018م، مجلة الباحث الاقتصادي، سكيكدة، الجزائر، 2021م.

3- صالح، ابراهيم ابريك محمد، خالد المبروك سعيد، عبدالكريم فوزي اكريم (تقييم جدوى تسخير الطاقة الكهرومائية من أنابيب شرب النهر الاصطناعي في ليبيا(فرصة للطاقة المتجددة) المجلة الافريقية للعلوم البحتة والتطبيقية المتقدمة (AJAPAS)، 2024م.

الدوريات:

1- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

(U.N Energy statistics – yearbook 1995 – new York 1997) -2

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JLABW** and/or the editor(s). **JLABW** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.