

التحليل المكاني للمردود والأثر البيئي لسد جيبي III

على استدامة التنمية في حوض بحيرة توركانا

Analysis of the environmental impacts of the Gebi III dam on the sustainability of development projects in the model of Lake Turkana Basin

أ.- وائل محمد المتولي إبراهيم

كلية الدراسات الإفريقية العليا - جامعة القاهرة

أ.د. سلطان فولى حسن

كلية الدراسات الإفريقية العليا - جامعة القاهرة

المستشار الثقافي المصري بنيجيريا سابقاً

أ.د. ممدوح عابدين

الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء - القاهرة

المخلص:

لا تستقبل إثيوبيا أية مياه من خارج أراضيها، إضافة إلى طبيعتها الجغرافية التي تحرمها من الإحتفاظ بمياهها؛ مما يؤكد على أهمية بناء السدود على الأنهار داخل حدودها من الناحية الاقتصادية. وجدير بالذكر، أن لكل دولة الحق في بناء السدود داخل أراضيها؛ لتقليل الفجوة المائية أو سد العجز التنموي لديها، مالم تضر الدول المشتركة معها في حوض النهر، بما يحافظ على بقاء المجتمعات التي تعتمد كلياً على مياه النهر.

وبداية من عام 2015 كان من المنتظر أن تتناقص مياه بحيرة توركانا، بالإضافة إلى آثار بيئية أخرى عديدة على الموارد الطبيعية بذلك الجزء من حوض البحيرة الواقع في كينيا؛ نتيجة انتهاء إثيوبيا من بناء سد جيبي الثالث على نهر أومو، والذي يعد المصدر الوحيد لمياه البحيرة؛ حيث تخطط إثيوبيا لاحتجاز معظم هذه المياه لتوليد الطاقة الكهرومائية، وري زراعات السكر، وغيره من المحاصيل الزراعية التجارية، التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه.

ترجع أهمية البحث إلى أن الجوانب المتعددة للتغيرات البيئية الناجمة عن المشروعات التنموية تمثل عائقاً، يواجه مخططات وسياسات التنمية ذاتها بصفة عامة، والتخطيط الإقليمي بصفة خاصة؛ وذلك لما ينجم عنها، ويترتب عليها من مشكلات وتحديات، تواجه عمليات التنمية؛ مما يجعلها جديرة بالدراسة والفهم.

ومن هنا، يهدف البحث إلى الوقوف على الآثار والتغيرات البيئية الناجمة عن بناء سد جيبي الثالث على نهر أومو بحوض بحيرة توركانا، والمشروعات المرتبطة به، وكشف مظاهر التدهور والمشكلات البيئية المحتملة على الموارد الطبيعية بالحوض، وأثارها على الجوانب التنموية بالإقليم. في محاولة للتوصل إلى مجموعة من النتائج لتقييم المردود والأثر البيئي لتوجهات التنمية الحالية والمستقبلية بإقليم الدراسة، يمكن من خلالها وضع توصيات كروية مستقبلية، ورسم خريطة، ومخطط تنموي بيئي لإقليم الدراسة؛ يهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة الشاملة والمتواصلة، والمحافظة على الموارد الطبيعية والثروات البيئية والثقافية بالمنطقة، مع إمكانية الاستفادة من ذلك في مناطق وأقاليم أخرى مماثلة.

ولتحقيق ذلك سيتبع البحث منهج شمولية الواقع الجغرافي، وسيتم استخدام التكامل التطبيقي المدمج بين تطبيقات تقنيتي الاستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية، والنمذجة الكارتوجرافية الرقمية للبيانات المكانية، المتمثلة في: المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات، وبيانات نموذج الارتفاع الرقمي، والخرائط بأنواعها ومقاييس رسمها المختلفة.

الكلمات المفتاحية:

تقييم الأثر البيئي؛ سد جيبي III؛ الموارد الطبيعية؛ حوض بحيرة توركانا.

Abstract:

The dams are engineering installations on the valleys, in order to reserve water and preserve it for various purposes. Especially in regions with varying water discharges from one season to another.

As known, the geographical nature of the state of Ethiopia prevents it from receiving or retaining water outside its territory. Therefore, the government resorts to the establishment of dams to overcome this problem. However, the construction of these dams should not be effect on the right of other countries to use the rivers. Because of completing the construction of the third Gebi III dam on the Omo River since 2015 for holding most of the water for electricity and other agricultural purposes, there are many environmental impacts on the natural resources of Lake Turkana basin in Kenya where the water was expected to decrease.

Therefore, the importance of the research is due to increased demand for water and energy. Dams and reservoirs, as one of the development projects, can meet part of this demand, but the various aspects of the negative environmental changes and impacts resulting from these development projects.

The research aims to identify the environmental impacts and changes resulting from the construction of dams and reservoirs in general, the Gebi III dam in the Lake Turkana Basin, the associated projects, and the manifestations of deterioration and potential environmental problems on the basin's natural resources, as one of the models. The research will follow a comprehensive geographical reality approach using the integrated application between the remote sensing and GIS techniques and cartographic modeling of digital spatial data: Landsat satellite imagery, Digital Elevation Model (DEM) data, and maps of various types with different scales.

Keywords:

Environmental Impact Assessment; Gibe III dam; Natural Resources; The Lake Turkana basin.

- مقدمة:

تناقش هذه الورقة البحثية الفجوة بين ما هو كائن وما ينبغي أن يكون؛ حيث رغبة إثيوبيا في استغلال مياها. خاصة، وأن بها مناطق شديدة الجفاف، بالرغم من أن كثيراً من مرتفعاتها الوسطى كثيرة الأمطار، وتصنف ضمن الأقاليم الرطبة. فقد عانت في سبعينات وثمانينات القرن العشرين من جفاف كارثي، أودى بحياة مئات الآلاف من السكان. وهذا يعني بناء سد على نهر أومو المصدر الرئيسي لمياه بحيرة توركانا؛ والذي يعد مورد مائي بالغ القيمة (والذي يمثل نحو 14% من حجم الجريان السطحي في إثيوبيا)، ولا يمكن إهماله. أي أن الدولة الإثيوبية تعترم حماية نفسها، بما سيؤدي إلى خلق مزيد من المناطق الجافة، وينشر مزيداً من الصحاري عبر الحدود في شمال كينيا (UNEP, 2012).

وليست المشكلة في السد ذاته كبناء -مع العلم بأن كينيا قد أقامت سداً على نهر توركويل، أحد مصادر مياه البحيرة-؛ حيث تكمن تلك المشكلة في أن منبع كل مياه بحيرة توركانا تقريباً (< 95%) يأتي من نهر أومو في إثيوبيا، عبر الحدود الشمالية لكينيا. وتخطط إثيوبيا حالياً لاحتجاز معظم هذه المياه المتدفقة، عن طريق بناء سد جيلجل جيبى الثالث؛ لتوليد الطاقة الكهرومائية، وريّ زراعات السكر، وغيره من المحاصيل الزراعية التجارية، التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه. ورغم أن كينيا لم تُبدِ أيّ تذمر لجارتها الأكبر مساحةً وسكاناً، فإن الباحثين والمتخصصين يحذرون من أن ما هو على وشك الحدوث كارثة على المستوى الهيدرولوجي، والإيكولوجي، والإنساني. حيث أنه من المتوقع أن تفقد البحيرة نصف حجمها على الأقل، ومن الممكن أن تنقل إلى حوضين صغيرين مالحين (Turton, David, 2012 a,b&c). وستحول خمس محميات وطنية، مدرجة ضمن قائمة التراث العالمي منذ 1997، إلى قفار (ثلاثة منها في كينيا، واثنين في إثيوبيا)، وسيواجه نحو نصف مليون شخصاً فقدان الأنظمة الإيكولوجية، التي تدعم وجودهم غير المستقر بذلك الركن النائي من أفريقيا (www.AfricanNaturalHeritage.com).

وكلًا من السد وزراعات السكر يجسدان إشكالية التنمية بالنسبة لإثيوبيا. ويعتقد "وندوسن ميتشاجو سيدي" -إخصائي إثيوبي في الموارد المائية-، أن أعمال التطوير في وادي أومو أمر جيد في المجل؛ فيقول: "لا ينبغي أن نتعامل مع الأمر بسذاجة؛ فالتنمية تصطدم أحيانًا بالمجتمعات المحلية، وعلينا أن نختر ما بين الحفاظ على البيئة وتوليد الكهرباء" (Catherine Fong, 2015) ؛ (مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، 2015).

ومن ثم يمكن تحديد إشكالية الدراسة في مدي تحقق التوازن أو الأمن البيئي بإقليم حوض بحيرة توركانا، في ظل استمرار عمليات التنمية، اعتماداً على مياه نهر أومو العابرة للحدود، والتي تؤثر بدورها على الأمن المائي، الذي سيؤدي بصورة أو بأخرى إلى تداعيات تؤثر على الأمن الغذائي، وكلها عناصر أساسية للأمن الإنساني.

أولاً: منهجية الدراسة.

تتطلب معالجة موضوع البحث تداخل العديد من المناهج، واستخدام العديد من أساليب المعالجة التي تحتاجها جوانب الدراسة؛ وفقاً لما حددته الدراسة من أهداف. ومن تلك المناهج، والأساليب: المنهج الأصولي أو الموضوعي، الذي تم من خلاله دراسة موضوع تقييم المردود والأثر البيئي، إضافةً للأسلوب الوصفي التحليلي، الذي يهدف لدراسة ظاهرة ما في الإقليم، وتفاعلها مع العوامل المؤثرة فيها، وقد تمثلت تلك الظاهرة في مشروعات التنمية بالحوض، ودراسة الآثار البيئية الناجمة عنها. والمنهج الإقليمي، الذي تم من خلاله تحديد منطقة الدراسة، المتمثلة في إقليم حوض بحيرة توركانا.

ومن ثم يمكن القول بأن البحث قد اتبع منهجاً أصولياً تحليلياً إقليمياً مُطبّقاً في معالجته أهم خصائص الجغرافيا، من التأكيد على الموقع والمكان، إضافةً للاهتمام بالتحليل الإقليمي، الذي تنصهر معه النواحي المكانية، والبيئية؛ فيما يعرف بمنهج شمولية الواقع الجغرافي.

اعتمدت منهجية الدراسة بصورة أساسية على الاستقراء، في سيرها من الخاص إلى العام؛ بهدف التوصل إلى قاعدة كلية تحكم الفرعيات أو التفاصيل، التي تم إدراكها. وذلك من خلال ملاحظة الجزئيات والفرعيات موضوع الدراسة، من خلال قراءة الدراسات السابقة؛ لعرض الوضع الراهن لخطة التنمية في إقليم حوض بحيرة توركانا، بطريقة تحليلية؛ لاشتقاق الأطر النظرية؛ من أجل الوصول لمجموعة من النتائج، توضح الصورة العامة لما بعد بناء وتشغيل سد جيبي الثالث على نهر أومو، وإقامة المشروعات التنموية المرتبطة به، وتعميمها في صورة رؤية مستقبلية، من خلال مجموعة من التوصيات.

استمد البحث إطاره النظري من دراسات عديدة سبق وأن تناولت موضوع الدراسة (مدرجة ضمن قائمة المراجع)، والتي تعددت ما بين: بحوث علمية، وتقارير، ومقالات، ونشرات دورية – سيتم إدراجها تبعاً لكل في موضعه من البحث-، وقد أفادت وغيرها البحث؛ حيث ساعدت في فهم الإطار الطبيعي والبشري لإقليم الدراسة؛ مما أتاح رؤية متكاملة، يمكن الاستفادة منها في صناعة ودعم اتخاذ القرار الخاص بالمخططات التنموية الخاصة بهذا الإقليم.

ثانياً: تحديد منطقة الدراسة.

يوضح الشكل (1) حوض بحيرة توركانا، والذي يضم جميع الأراضي التي تقع فيها البحيرة وروافدها التي تنحدر نحوها، بحيث تصرف مياه أمطارها إليها، كذلك الأراضي التي تروى بمائها، ويمكن أن يضاف إلى ذلك الحوض جميع الأراضي التي تضمها حدوده الطبيعية، حتى ولو كان بعضها خالياً من الأمطار، طالما انحدرها العام يتجه نحو مجراها. وكانت بحيرة توركانا تعرف سابقاً باسم بحيرة "رودولف". وتعد إحدى البحيرات الأخدودية، التي تكونت في الزمن الجيولوجي الثالث، متزامنة مع تكوين الأخدود الأفريقي العظيم، ومن ثم فهي شريطية ضيقة متوسط عرضها نحو 30 كم، وتبلغ مساحتها حوالي 7441 كم²، وذلك عند منسوب مياه يبلغ نحو 20 متراً، كمتوسط الفترة بين 1985-2016 م، وهي ذات حوض مستطيل، تبلغ مساحته نحو 148449 كم² Craig S. (Feibel, 2012).

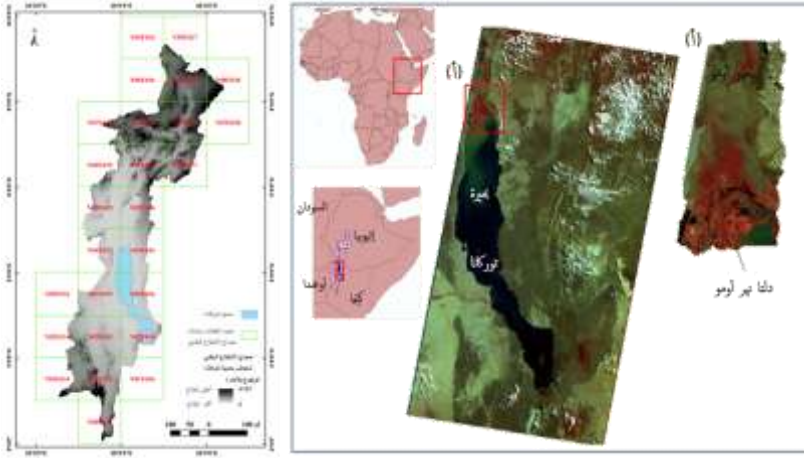
ومن استقراء الشكل (1)، يقع حوض بحيرة توركانا في وسط إقليم شرق أفريقيا، تشترك في مساحته أربع دول هي: إثيوبيا (52.4% من مساحة حوض البحيرة)، كينيا (41.7%)، وجنوب السودان (3.9%)، وأوغندا (1.9%). وتعد توركانا رابع أكبر البحيرات في أفريقيا، وأكبر بحيرة صحراوية في العالم. ويقع معظم البحيرة طويلاً في شمال كينيا (< 95% من طول البحيرة؛ حيث تمتد لمسافة 250 كم)، ويمتد طرفها الشمالي داخل إثيوبيا (Kaijage, Stella and Ngagah, Niceta, 2010). كما أنها بحيرة ذات تصريف داخلي، إضافةً إلى وقوعها في صحراء كينيا شديدة الحرارة، التي تؤدي إلى زيادة نسبة التبخر، ومن ثم ارتفاع نسبة الملوحة (حيث يبلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة 30° م، ومعدل التساقط 200 مم (UNEP, 2010)).

ثالثاً: المردود والآثر البيئي للمشروعات التنموية بحوض بحيرة توركانا:

تتطلب عملية "تقييم الأثر البيئي" للمشروعات التنموية أن تخضع تلك المشروعات التنموية إلى فحص شامل؛ لدراسة التأثيرات المباشرة وغير المباشرة، طويلة أو قصيرة الأجل، على كافة القطاعات والمستويات الاقتصادية، والاجتماعية، سكاناً وعمراً (RTPI, 2001)؛ (Friends of the Earth, 2005)؛ ومن هنا سيقوم البحث بدراسة العناصر التالية:

1- الغطاءات الأرضية بحوض بحيرة توركانا:

يتضح من الشكلين (1)، (2) أهم الغطاءات الأرضية الرئيسية الحالية بحوض بحيرة توركانا، والتي تتمثل في المحميات الوطنية، التي تعتمد على البحيرة في كينيا، والأنهار المغذية لها في إثيوبيا، إضافةً إلى المشروعات التنموية الزراعية المخطط إقامتها، اعتماداً على المياه التي سيوفرها خزان جيبى III في إثيوبيا.



شكل (1): مرئية فضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات، ونموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة.

ويمكن تحميل جميع مرئيات سلسلة القمر الصناعي الأمريكي لاندسات، ونموذج الارتفاع الرقمي من <http://earthexplorer.usgs.gov/>

2-سد جيلجل جيبى الثالث:

بدأ العمل به في عام 2006، وانتهى نهاية عام 2015. ويبلغ ارتفاعه 243 متراً؛ وبذلك يعد أحدث وأكبر سد (ارتفاعاً) ضمن مجموعة من خمسة سدود مخطط بناؤها على نهر أومو. وعلى مدار العامين أو الثلاثة أعوام القادمة، سيمتلى خزان بطول 150 كيلومتراً، أمام الحاجز الخرساني للسد على بعد 600 كم من الطرف الشمالي لبحيرة توركانا (ARWG, 2008 and 2009).



شكل (2): الغطاءات الأرضية الرئيسية، والمشروعات التنموية المخطط لها بحوض بحيرة توركانا.
المصدر: مؤسسة هندواي للتعليم والثقافة، (2015).

ستولد محطة توليد الطاقة ذات التوربينات صينية الصنع، والممولة من قبل بنك التنمية الأفريقي- الخاصة بسد جيلجل جيب الثالث 1870 ميغاوات من الكهرباء؛ ومن ثمّ ستتضاعف القدرة التوليدية لدولة لا تصل الكهرباء فيها إلا لثلث سكانها. وتعرض إثيوبيا بيع حصة من الطاقة التي ستولدها لجزيراتها؛ حيث لا يتوافر الطلب المحلي على الكهرباء المتوقع توليدها من السد، في حين يمول البنك الدولي خط طاقة بطول 1000 كم من محطة السد إلى كينيا (Tegegne, Muse, 2013).

وسيحجز السد ثلثي مياه نهر أومو تقريبا، والتي من دونه كانت تصل إلى بحيرة توركانا. أما الثلث الأخير من مياه النهر فيتغذى من الروافد، مثل نهر الماجو، الذي يصب في مجرى نهر أومو من بعد السد. وهذه أنباء كارثية بالنسبة للبحيرة؛ لأن تسعة أعشار مياهها تأتي من نهر أومو (مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، 2015)؛ (UNEP, 2012)، ويمكن سرد الآثار البيئية لبناء وتشغيل السد فيما يلي:

أن مشروعات التنمية المائية، والتحكم في مياه الأنهار، ومنها سد جيبى الثالث، لها العديد من الجوانب الإيجابية، كإحلال الري الدائم محل ري الحياض، وتوفير المياه؛ للتوسع وزيادة رقعة الأرض الزراعية، وللإستخدامات والأنشطة الاقتصادية الأخرى طوال العام، وزيادة السكان حول هذه المشروعات في كثير من الأحيان، وغيرها من الإيجابيات. إلا أن هذه المشروعات قد يلازمها بعض السلبيات، من أهمها: حجز الطمي أمام السد، وزيادة انتشار مرض البلهارسيا، وارتفاع نسبة الإصابة به، وقد أفادت دراسة لمنظمة الصحة العالمية بأن مشروعات التنمية المائية في القارة الأفريقية تسببت في إصابة أكثر من 75 % من سكان القرى في أماكن المشروعات، وتمتد الإصابة بالمرض إلى مسافة قد تصل إلى 500 كم، وتقل الإصابة بالبعد عن المشروع*.

* وتكاد تجمع معظم الدراسات على أن للمرض بصفة عامة تكلفة كبيرة، تشمل: الفاقد لدى المصابين بسبب المرض، وتكلفة الوقاية والعلاج. وهناك فرق بين التكلفة المباشرة وغير المباشرة للمرض، فالأولى، هي تكلفة العلاج والأدوية، وأجور الأطباء، والجهاز الصحي، والمستشفيات، وغيرها. أما التكلفة غير المباشرة، فهي الفاقد بسبب المرض من عمر المريض الافتراضي، حسب مستوى أمد الحياة في المنطقة الجغرافية التي يعيش فيها، وما كان سوف

أيضاً إن كل السدود الكهرومائية حول العالم تقريباً لها أثر تهدئة مماثل على دورات الفيضان؛ فالغرض من خزانات التخزين الضخمة -في النهاية- هو منع تدفق مياه الفيضانات؛ لضمان وجود مياه تمر عبر التوربينات.

لكن نظراً لأن نهر أومو يصب في بحيرة داخلية، إضافة إلى اعتماد بحيرة توركانا الكامل تقريباً على النهر؛ فإن الآثار التي ستطراً على مجرى النهر، من بعد سد جيلجل جيب الثالث، ستكون أشد وطأةً من آثار معظم السدود الأخرى. ومثل هذه الآثار ربما تكون خافية على السلطات الإثيوبية، التي لم تعلن أبداً عن العواقب المحتملة المترتبة على نشاطاتها عبر الحدود في كينيا. ويمكن إيجاز تلك الآثار فيما يلي:

2-1 خفض منسوب مياه بحيرة توركانا:

يعتمد منسوب المياه في بحيرة توركانا على التوازن بين تدفق المياه من نهر أومو وتبخر المياه من سطح البحيرة؛ إذ أن شمس كينيا القاسية تستنزف مترين ونصف المتر سنوياً من عمق البحيرة. وقد أجرى إيفري -هيدرولوجي ومهندس مدني استشاري مقيم في نيروبي، ذو خبرة في مصادر المياه والعمل مع بناء السدود وخاصة في كينيا وشرق أفريقيا- دراسة هيدرولوجية، فقدّر أنه مع امتلاء الخزان الجديد لسد جيبى III سيؤدي ذلك لخفض منسوب مياه بحيرة توركانا بحوالي مترين على الأقل في المتوسط (Avery, Sean, (T., 2010a,b, and 2012).

وسيؤدي انخفاض منسوب المياه في البحيرة إلى زيادة مساحة الأراضي حول البحيرة، شكل (3)، والتي يتم تحفيها، وينشأ عليها الخلاف؛ من أجل الاستحواذ والزراعة. وسيترتب على ذلك مشكلات أمنية، تتطلب الاستجابة السريعة لها، حتى يمكن تفاديها. ومع استمرار انخفاض المنسوب سيؤدي ذلك إلى خلق مشكلات اقتصادية، ناجمة عن عدم التوازن في الطلب على المياه مع المعروض منها للزراعة والصيد، والذي بدوره سيخلق مشكلات

يكسبه من خلال العمل لو قدر له عدم الإصابة بالمرض، وتختلف التكلفة من مكان لآخر؛ تبعاً لظروف كل منطقة جغرافياً واجتماعياً. أيضاً، تدخل تكلفة برامج مكافحة الأمراض ضمن تكلفة المرض المباشرة (فاتن محمد محمد البناء، 1998: ص 412، ص ص 437-438).

اجتماعية، تدفع السكان للهجرة للمناطق المجاورة؛ سعياً وراء الرزق لتحقيق أمنهم الغذائي. وتذكر بعض الدراسات السابقة بأن هذا المعدل ليس ببالغ السوء؛ حيث تعهد مصممو السد بأنه بعد امتلاء الخزان بأكمله، فإن المياه التي سيضخها عبر توربيناته لن تقل عن ذي قبل. وفي النهاية، ستعود البحيرة إلى منسوبها السابق Salini Costruttosi (S.P.A. & Studio Ing. G. Pietrangeli S.R.L., 2010).

2.2 التغيرات والآثار الهيدرولوجية والجيومورفولوجية:

تفقد البحيرة حالياً 16 تريليون لتراً من مياهها كل عام بالتبخّر، وهو مقدار يكفي لتفريغ البحيرة بأكملها فيما لا يتجاوز 11 عاماً. فإذا قلّ تدفق المياه من نهر أومو بنفس المقدار المتوقع، فسينكمش حجم البحيرة، لتصل في النهاية إلى حالة مستقرة جديدة، حيث يتحقق التوازن بين تبخر المياه من مساحة السطح المتقلص وتدفق المياه المتقلص. ويتوقع "إيفري" أن يؤدي تقلص تدفق المياه بنسبة 50% إلى تقليل حجم البحيرة للنصف، وأن ينخفض منسوب المياه 20 متراً (Avery, Sean, T., 2013 a and b).

وكما يتضح من استقراء الشكل (3) سيبدأ جفاف البحيرة من شمالها الضحل. أما دلنا أومو، التي تمثل غاباتها ومستنقعات البوص فيها موطناً لأفراس النهر، والتماسيح، والطيور المائية، فستجف بعد انخفاض 5 أمتار فقط من منسوب المياه، فيما سيكرر انخفاض منسوب المياه 10 أمتاراً ما حدث خلال فترات الجفاف التي مرت بها مرتفعات إثيوبيا ما بين عامي 1975 و1993، حين فقد حوالي 70% من الكائنات الحية التي تعيش في البحيرة. وأي انخفاض في منسوب المياه في البحيرة يتجاوز 20 متراً سيحيلها إلى بحيرتين صغيرتين شديديتي الملوحة والقلوية، تشغلان أعماق أجزاء الوادي، ستتغذي إحدهما مما سيتبقى من مياه نهر أومو، فيما ستتغذى الأخرى من نهريين صغيرين يصبان في جنوب البحيرة، وهما نهر كيريو وتوركويل (Garcin, Yannick; et al, 2012). وتوضح الصورة (1) الأثر الجيومورفولوجي المتمثل في تغير خط الساحل الناجم عن انخفاض منسوب المياه في بحيرة توركانا.

2.2 تغيرات المظهر الطبيعي للأرض:

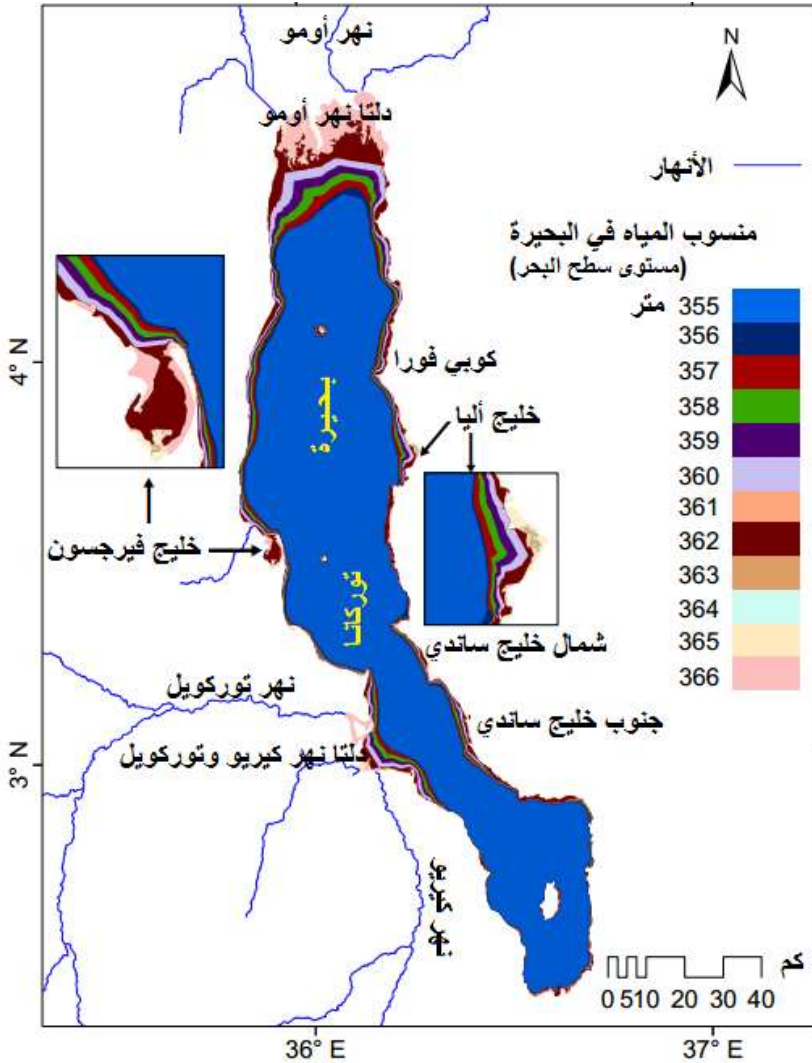
بينما كانت عملية بناء السد تجري، أعلنت الحكومة الإثيوبية فجأة عن خطط كبرى لاستغلال المياه التي سيخزنها السد. وأول هذه الخطط -والتي جرى تنفيذها بالفعل- هي مزرعة "كوراز" ** للسكر التي تبلغ مساحتها 175 ألف هكتاراً***. كذلك خصصت الحكومة حوالي 300 ألف هكتاراً من وادي أومو المنخفض للزراعات التجارية. وهذا يشكل، إضافة للبحيرة التي ستتكون، تغييراً هائلاً في المظهر الطبيعي للأرض، والذي يتكون من أحراش وغابات ومراعى مفتوحة؛ حيث تُبنى الأسوار، وتُحفر قنوات الري، وبذلك ستتضرر الحياة البرية، وستجبر القبائل المحلية على التوطن في مناطق جديدة (فيما يعرف بالتهجير).

ولم يسبق أن نشرت الحكومة الإثيوبية تقييماً بيئياً لأثر المزارع وعمليات استخدام المياه فيها***، لكن يقدر أن مشروع كوراز لقصب السكر وحده يمكن أن يستحوذ على نحو 30% من تدفق النهر بصفة دائمة، تبعاً لمعدل التطوير، وكفاءة الري، وكمية المياه التي تعود للنهر من الصرف الحقل. أما المزارع الأخرى المخطط لها، فستزيد النسبة إلى ما يقرب من 50% من المياه أو أكثر (UNEP, 2012).

** سميت بهذا الاسم تيمناً بموطن شعب داساناش المحلي، والذي ستستحوذ المزرعة على جزء ضخم منه (Avery Sean T., 2013 b).

*** تعد زراعات السكر الضخمة جزءاً من خطة لجعل إثيوبيا أحد أكبر ١٠ دول مصيرة للسكر على مستوى العالم (Catherine Fong, 2015).

**** تقول حكومة إثيوبيا إن البلاد لا يمكنها تحمل الاستغناء عن سد جيلجل جيب الثالث. كذلك من البيهبي أن تزعم كل من شركتي الكهرباء والسكر المملوكتين للدولة أن الأثر البيئي للسد لن يتجاوز الحد (CESI S.P.A and Mid-Day International Consulting Engineers, 2009).



شكل (3): مناسيب مياه بحيرة توركانا (اعتماداً على Aster-DEM 30m) - المناطق الضحلة هي الأكثر إنتاجاً للأسماك.

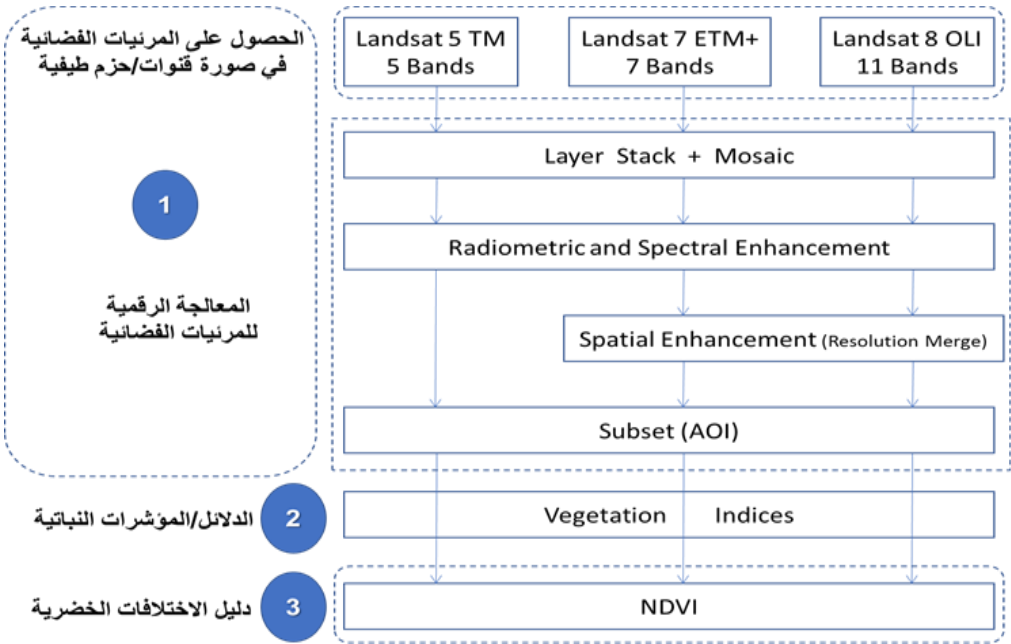
المصدر: بتصريف عن/ (N. M. Velpuri, G. B. Senay, and K. O. Asante,) (2012)



صورة (1): آثار خط الساحل القديم لبحيرة توركانا على الجزيرة الجنوبية بالبحيرة.

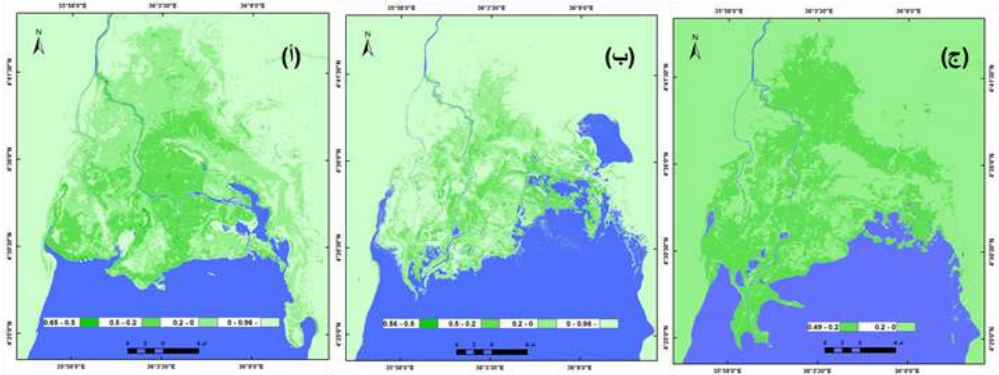
المصدر: (Avery, Sean, T., 2013 b)

يوضح الشكل (4) منهجية إنتاج NDVI لمنطقة دلتا نهر أومو، وبمقارنة الخرائط أ، ب، ج بالشكل (5)، والتي توضح نتائج حساب مؤشر الغطاء النباتي بمنطقة دلتا نهر أومو عن طريق استخدام المرئيات الفضائية المتاحة للمنطقة (TM, ETM+, OLI) في أعوام 1986م، 2001/2000م، 2017 يتضح انخفاض أعلى قيمة للمؤشر من عام 1986م إلى عام 2000م، وذلك لحساب الزيادة في أقل قيمة للمؤشر؛ دليلاً على التغير بالسلب بكثافة الغطاء النباتي في تلك الفترة، وقد حدث عكس ذلك من عام 2000م إلى عام 2017م، ويوضح جدول (1) قيم المؤشر لكل مرئية من المرئيات المستخدمة في الدراسة.



شكل (4): مخطط منهجة إنتاج NDVI باستخدام النمذجة الرقمية الكارتوجرافية

عن طريق التكامل التطبيقي المدمج بين المرنات الفضائية وتقنيات GIS



شكل (5): ناتج تطبيق وحساب مؤشر الاختلافات الخضرية الطبيعي NDVI بمنطقة دلتا نهر أومو:

أ. بالنسبة لمرئية TM 1986.

ب. بالنسبة لمرئية ETM + 2000.

ج. بالنسبة لمرئية OLI 2017.

المصدر: اعتماداً على تحويل قيم مؤشر NDVI من هيئة البيانات الصورية Raster الناتجة عن برنامج ERDAS IMAGINE إلى هيئة البيانات الاتجاهية/الخطية Vector باستخدام أدوات التحويل Conversion Tools ببيئة صندوق الأدوات Arc-Tool Box .10.3

جدول (1): فئات/مدى قيم مؤشر الاختلافات الخضرية NDVI، ومساحتها (كم مربع) بمنطقة دلتا نهر أومو.

OLI 2017	ETM+ 2000	TM 1986	مدى قيم NDVI
—	786.7	662	قيم سالبة
798.2	148.77	299.75	0.19-0.0
299.3	58.6	167.7	0.49-0.2
—	0.04	2.5	0.79-0.5
—	—	—	1-0.8

المصدر: اعتماداً على المساحات بجدول البيانات الوصفية للخرائط الناتجة عن حساب NDVI للمربعات الفضائية المختلفة لمنطقة الدراسة، والمحولة من صورة البيانات الصورية Raster إلى الصورة الاتجاهية/الخطية Vector ومخزنة على هيئة Geo-database Feature Class. مع ملاحظة أن انعكاسية النبات الطبيعي في مربعات TM, and ETM+ أعلى من انعكاسية النبات المنزوع في مرئية OLI.

2.3 الحد من آثار الفيضانات:

حيث أن انخفاض مستويات المياه بالبحيرة، وما سيترتب عليه من تغيرات وآثار ليس المشكلة الوحيدة؛ فمنذ اللحظة التي يبدأ عندها السد في العمل ستحل التغيرات التي تحددها احتياجات إثيوبيا من الكهرباء محل الدورات الموسمية لتدفق المياه، التي تنتج عن موسم الخريف المطير في المرتفعات؛ مما سيؤدي إلى انحسار فيضان النهر السنوي باتجاه المجرى من بعد موقع السد. حتى الآن، يبلغ متوسط جريان المياه في شهر الذروة في النهر ثمانية أمثال ارتفاعه خلال أدنى مستويات جريان المياه شهرياً. ويتوقع مصممو السد أنه بعد تشغيله لن تتجاوز ذروة الجريان ضعف أبداً معدل للجريان.

وتزعم الحكومة الإثيوبية أن تهدئة جريان النهر أمر جيد؛ حيث إنه يحول دون وقوع كوارث الفيضانات، كتلك التي وقعت في منخفض نهر أومو عام 2006، حين غرق أكثر من مائة شخصاً. ويزعم مصممو السد أيضاً أن تخفيف الفيضان سيفيد الأنظمة الإيكولوجية للبحيرة، إلا أن ناقد المشروع يقولون إن فيضان عام 2006 كان استثنائياً، وأنه حدث لا يتكرر سوى مرة كل مائة عام. في الغالب، يكون اندفاع الفيضان السنوي أمراً حيوياً لكل من الطبيعة وأنشطة السكان على طول النهر؛ فهو يروي السهول الفيضية التي تدعم المراعي، وكذلك الغابات المتراصة (Moges, S., Alemu, Y., & Mcfeeters, S., 2010).

ولكن الأثر الإيجابي لاندفاع الفيضان على الأنظمة الإيكولوجية بإقليم البحيرة أكبر، حسبما يقول "بييه كولين" -متخصص علم أحياء الأسماك، بجامعة بيرجن بالنرويج- الذي أجرى دراسة مهمة على مصائد الأسماك الموجودة بالبحيرة في ثمانينيات القرن العشرين؛ فالفيضان يجلب إلى البحيرة مياهًا زاهرة برواسب، ومواد عضوية، ومواد مغذية، يتجمع معظمها من السهول الفيضية. وهذه المواد المفيدة تُحَوَّر من وجود الأسماك ونموها؛ مما يحرك بدورها نظاماً إيكولوجياً شجّع الحكومة الكينية على إقامة ثلاث محميات وطنية تغطي أرض سيبيلوي الواقعة على الشاطئ الشرقي للبحيرة، والجزيرة الجنوبية، والجزيرة الوسطى (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2009).

2.4 التأثير على الأنشطة الاقتصادية بالبحيرة:

إذا قلَّ مستوى البحيرة لأكثر من 3 أمتار، سيجفُّ خليج فيرجسون، وستختفي تلك المنطقة كميناء للصيد. وربما تظهر مصائد أخرى في مناطق ضحلة جديدة من البحيرة، لكنه ليس مُرجحاً أن تكون غزيرة الإنتاج دون اندفاع الفيضان. فقد ظل خليج فيرجسون الضحل، ولا يزال حتى الآن، على الشاطئ الغربي من بحيرة توركانا أحد أكثر مناطق صيد الأسماك ثراءً، وبالرغم من أنه يشغل مساحة أقل من 0.5 % من مساحة البحيرة، فإنه يضم ما يعادل نصف حجم الأسماك التي تعيش قرب شواطئها، حسب ما ذكره "كولين"؛ فخلال السنوات التي يأتي فيها اندفاع الفيضان قوياً، يُحتجز في الخليج ما يصل إلى 16 ألف طنًا من أسماك البلطي (International Rivers, Ojwang W., etal, 2007 and 2010) ؛ (2013) ؛ (Netherlands Development Organization, 2005).

رابعاً: ماذا بعد تنفيذ المشروعات التنموية بحوض البحيرة (رؤية مستقبلية استشرافية).

بعد أن تم التعرض للآثار البيئية لإقامة مشروع سد جبل جيبى الثالث على نهر أومو، المصدر الرئيسي لمياه بحيرة توركانا، تتضح الانعكاسات السلبية للاستثمار على حساب البيئة، واختلال المعادلة بين متطلبات ذلك الاستثمار والبيئة. من هنا تعرض تلك النقطة من البحث للسيناريوهات المتوقعة بعد تشغيل سد جيبى الثالث كرؤية مستقبلية، وذلك من خلال مايلي:

رداً على الانتقادات، وَعَدَّتِ الحكومة الإثيوبية مؤخرًا بإطلاق فيضاناً إيكولوجياً (صناعياً) خلال شهر سبتمبر. ويقول "إيفري" إن هذا قد يكون طوقاً حقيقياً للنجاة في حالة وصول المياه إلى البحيرة، لكنه، وناقدين آخرين، يستبعدون ببساطة وصول المياه إلى البحيرة؛ حيث ستكون المياه لازمة دائماً لغرض تنموي آخر (UNEP, 2012).

ويمكن أن تمثل إدارة المياه المشتركة قوة للسلام أو للصراع، والسياسة وحدها هي التي تحدد المسار الذي سوف تتبعه تلك القوة؛ حيث تمثل المياه جوهر الترابط البشري، وهي أحد الموارد المشتركة التي تخدم الأنشطة الاقتصادية، والأغراض المعيشية، والبيئة. وتُعنى الإدارة الوطنية للمياه بإحداث توازن بين هذه

المجموعات والأنشطة التنافسة على استخدامات المياه، عن طريق سن التشريعات المنظمة لذلك. وعلاوةً على ذلك، فإن المياه تعد أيضاً أكثر الموارد تجاوزاً للحدود، في صورة: أنهار، وبحيرات، ومستودعات للمياه الجوفية، وتعمل تلك المياه العابرة للحدود على تمديد الترابط الهيدرولوجي عبر الحدود الوطنية، والربط بين مستخدمي المياه في مختلف الدول، من خلال نظام مشترك. ولا شك أن إدارة ذلك الترابط هو أحد التحديات الكبرى للتنمية البشرية، التي تتعلق بالمساواة والحد من الفقر، والتي تواجه صانعي السياسات ومتخذي القرارات في المجتمع الدولي.

وفي حالة حدوث ندرة في المياه، مقارنةً بالطلب، يشتد التنافس عبر الحدود على المياه المشتركة، ومع عدم توافر آليات مؤسسية للاستجابة للمشكلات العابرة للحدود، فمن المحتمل أن يفضي هذا التنافس إلى صراعات عنيفة، فيما يعرف "حروب المياه". ومن الممكن أن تكون الاستجابة لمسألة التنافس تلك بقدر من التعاون بدلاً من النزاع؛ وبذلك يعد التنافس المتزايد على المياه بمثابة حافز لمزيد من التعاون في المستقبل. ويتمثل ذلك بإقليم حوض بحيرة توركانا في الصور التالية:

- فربما لا يكون تفرغ نهر أومو أمراً ذا أهمية؛ وذلك اعتماداً على المياه الجوفية التي تم اكتشافها في كينيا غرب بحيرة توركانا، التي من الممكن أن تفتح باباً جديداً لمستقبل أكثر رخاءاً للقبائل التي تعيش حول البحيرة. ذلك بالرغم من أن جزء كبير من المياه يقع تحت عمق 100 م؛ ومن ثم فإن ضخها إلى السطح سيكون باهظ التكلفة، وهذا في حالة أن جودة المياه مأمونة مع التأكد من معدل تجدد المياه (Radar Technologies International, 2013).

- كما يمكن أن تؤدي الاكتشافات البترولية الحديثة حول البحيرة، والتي ذكرها (Catherine Fong, 2015)، إلى طفرة تنموية، تغير من خريطة التنمية بجوانبها المختلفة بالإقليم. فالبتروكيمياويات مصدر رئيسي للطاقة المحركة للآلات، ويدخل كمادة خام في العديد من الصناعات الكيماوية، والبتروكيماوية، وبعض فروع الصناعات الغذائية. كما يعد البترول مادة خام استراتيجية، تظهر فيها بوضوح التداخل بين الاقتصاد والسياسة؛ حيث أنه سلعة

- اقتصادية تؤدي إلى نفوذ سياسي يتحول بدوره إلى قوى ضغط سياسية، في ظل أسعاره المقبولة اقتصادياً.
- هذا بالإضافة لإمكانية استنفادة كينيا من فائض الطاقة الكهرومائية، المولدة عبر توربينات محطة الطاقة التابعة لخزان جيبى الثالث، من خلال الاشتراك في شبكة ربط كهربائي مع جارتها إثيوبيا.
- علاوةً على أنه بمقدور القادة الاعتماد على ركيزة تقدير احتياجات التنمية البشرية والأهداف المشتركة، كركيزة أساسية للتعاون على صعيد الحوض؛ للحد من الفقر، وتهيئة فرص العمل، وإدارة المخاطر، وجعل تلك الركيزة جزءاً لا يتجزأ من سياسة التخطيط، ودعم صناعة اتخاذ القرار لحوض البحيرة.

النتائج والتوصيات:

يتضح مما سبق، أن السيناريو الأفضل للوضع البيئي العام، ووضع المياه بشكل خاص في إقليم حوض بحيرة توركانا هو سيناريو "الإستدامة أولاً"، في محاولة للوصول إلى وضع أفضل، من خلال اتباع استراتيجية التوازن بين التنمية الاقتصادية والمحافظة على البيئة؛ تحقيقاً للأمن البيئي، والأمن المائي، ومن ثم الأمن الغذائي، كعناصر أساسية من عناصر الأمن الإنساني. ولن يتم ذلك إلا عن طريق التخطيط المائي، والتشريع المائي، والبحوث المائية، والتدريب والتوثيق واستخدام نظم المعلومات؛ لبناء الثقة، حيث يمثل عدم صحة ودقة المعلومات أو عدم توفرها عقبة أمام التعاون الوثيق. مع الأخذ بعين الاعتبار كل العوامل المؤثرة والفاعلة في ذلك؛ لتقليل الانعكاسات السلبية على البيئة، والعمل على زيادة العوائد الاقتصادية للمجتمع؛ لإحداث التوازن بين الموارد المتاحة والطلب عليها.

تبعاً للقانون الطبيعي للبيئة، فإن كل مشروع أو إنشاء بشري ضروري (كالسدود) له آثاراً بيئية تختلف باختلاف حجمه، ويجب دراسة تلك الآثار لتلافيها أو التقليل منها؛ ومن ثم فعلى إثيوبيا محاولة تطبيق مبادئ استثمارية مسؤولة، تحافظ على البيئة، تحقيقاً لشروط تحقيق التنمية الشاملة المستدامة والمتواصلة مع العدالة البيئية، وتقديم التقارير عن ما تم إحرازه في تنفيذ تلك المبادئ.

يجب إتباع أسلوب التنمية الموصولة اجتماعياً، ومفتاحها هو: المشاركة، والتنظيم، والتربية، والتمكين للسكان، من خلال استراتيجيات تقوم على الفرد أولاً وأخيراً؛ حيث أنه إذا أُريد للناس أن يتمكنوا من تحقيق التنمية فلا بد أن تكون لهم سلطة، ولا بد أن يكونوا قادرين على التحكم في أوجه نشاطهم داخل مجتمعاتهم.

وينبغي أن يشارك السكان، ليس فقط في العمل المادي الذي تتطلبه التنمية الاقتصادية، بل في التخطيط له، وفي تحديد الأولويات. ثم الانتقال إلى مستوى الحكومات، بالاعتماد على التخطيط والتشريع البيئي، ثم التقييم البيئي، مع الأخذ بعين الاعتبار كل العوامل المؤثرة والفاعلة في ذلك، ولن ينجح ذلك إلا بتنسيق الجهود بين الدول التي تجمعها مصلحة واحدة.

وقد أكد البحث على أن لكل دولة الحق في بناء السدود داخل أراضيها؛ لتقليل الفجوة المائية، أو سد العجز المائي والغذائي والتنموي لديها، أيضاً للوصول إلى عائد اقتصادي واجتماعي، مالم تضر الدول المشتركة معها في حوض النهر طبقاً لمبدأ التكلفة والعائد **Coast and Benefit Analysis**، وتبعاً للاتفاقيات والمعاهدات الدولية، بشأن استخدامات المياه، بما يحافظ على بقاء المجتمعات التي تعتمد كلياً على مياه النهر.

في النهاية، يجب إنشاء مؤسسة/منظمة ذات إدارة مشتركة من دول حوض البحيرة، تتبنى مبدأ الإدارة المتكاملة للموارد المائية؛ لوضع السياسات والمخططات التنموية، وإصدار التشريعات الإقليمية. ذلك إضافة للعديد من المهام، أهمها: إقامة المننديات المحايدة للنقاش والحوار، وتولي مهام تقصي الحقائق، وإجراء الدراسات والبحوث لصالح الدول الأعضاء، ورصد مدى الالتزام بالمعاهدات والاتفاقيات من الدول الأعضاء، وتفعيل الجزاءات المفروضة على الدول التي ترتكب الأخطاء.

ويجب على تلك الدول أن تتحمل جزءاً كبيراً من العبء المالي لإدارة تلك المؤسسة، التي تنظم شئون تلك المياه العابرة للحدود؛ وذلك بغرض تحقيق مصالح الملكية، إضافة لتمويل المانحين، الذي يمثل الجزء الأقل من التمويل. حيث يتمثل الخطر الكامن وراء تمويل المعونات في إمكانية ظهور أجنداث لتحديد الأولويات، تتحكم فيها الإمدادات التمويلية؛ حيث تتحكم أولويات المانحين في برنامج

العمل. وتكون المعونة في غاية الأهمية عند تمويل تكاليف بدء التنفيذ، والتدريب، وتنمية القدرات. بالإضافة إلى ذلك، فإن الطريقة المثلى لتمويل المعونات تتمثل في تقديم المنح وليس القروض؛ حيث أن تكاليف التنسيق بين الدول باهظة، كما أن مسؤولية تسديد الديون أمر صعب (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقرير التنمية البشرية، 2006).

يوفر استخدام وسائل وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية الكثير من الوقت والجهد والتكلفة في رصد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي بمنطقة الدراسة؛ حيث أعطت طريقة التفسير البصري والآلي نتائج جيدة إلى حد ما في تحديد وتمييز مناطق الغطاء النباتي، مع إمكانية فصلها حسب الدرجات اللونية التي تظهر بها في المرئيات الفضائية. وقد وجد أن هناك علاقة طردية قوية بين القيم المحسوبة لمعامل NDVI مع كثافة الغطاء النباتي وحالة تدهوره. وقد نتج تحسن نسبي في قيم المعامل مع مرئية OLI 2017، يرجع إلى عمليات الاستثمار الزراعي بالمنطقة.

المراجع:

- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقرير التنمية البشرية (2006). ما هو أبعد من الندرة: القوة، والفقر، وأزمة المياه العالمية، MERIC، القاهرة.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الكتاب السنوي (2009). علوم وتطورات جديدة في بيئتنا المتغيرة، شعبة الإنذار المبكر والتقييم، نيروبي، كينيا.
- فاتن محمد محمد البنا (1998). الأبعاد الجغرافية للأمراض المرتبطة بالمياه في أفريقيا، المؤتمر الدولي حول مشكلة المياه في أفريقيا، معهد البحوث والدراسات الأفريقية، جامعة القاهرة. ص ص 393-456.
- مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة (2015). مقالة إلكترونية بعنوان: "هل يؤدي جفاف بحيرة توركانا إلى حياة أفضل للملايين؟"

ARWG. (2008). Environmental and Social Impacts of the Proposed Gibe III Hydroelectric Project in Ethiopia's Lower Omo River Basin, A commentary by the African Resources Working Group.

ARWG. (2009). A Commentary on the Environmental, Socioeconomic and Human Rights Impacts of the Proposed Gibe III Dam in the Lower Omo River Basin of Southwest Ethiopia, ARWG-GIBE.org. African Resources Working Group.

Avery Sean T. (2010 a). Assessment of hydrological impacts of Ethiopia's Omo Basin on Kenya's Lake Turkana water levels. Final Report commissioned by the African Development Bank as part of mediation with NGO "Friends of Lake Turkana", http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afd/Documents/Compliance_Review/REPORT_NOV_2010_S_AERY_TURKANA_small_file.pdf.

Avery Sean T. (2010 b). Hydrological impacts of Ethiopia's Omo basin on Kenya's Lake Turkana water levels and Fisheries, The Africa Development Bank, Tunis.

Avery Sean T. (2012). Lake Turkana and the Lower Omo Hydrological Impacts of Gibe III and Lower Omo Irrigation Development, African Studies Center, Vols. I and II, University of Oxford.

Avery Sean T. (2013 a). Dam and Irrigation Development in Ethiopia's Omo Basin and the effects on Kenya's Lake Turkana. Great Lakes Freshwater Forum News, Special Issue, Conservation and Development, Issue No.25, March, Backbone/ le piliet-ARCOS Network.

Avery Sean T. (2013 b). The impact of hydro-power and irrigation development on the world's largest desert lake, what future for lake Turkana?, African Studies Center, School of Interdisciplinary Area Studies, University of Oxford.

Craig S. Feibel (2012). A Geological History of the Turkana Basin, Evolutionary Anthropology, Wiley Periodicals, Inc., Published online in Wiley online library (Wileyonlinelibrary.com).

Catherine Fong (2015). The Scramble for Water, Land and Oil in the Lower Omo Valley, The Consequences of Industrialization on People and the Environment in the Lower Omo Valley and Lake Turkana, International Rivers (People.Water.Life).

CESI S.P.A and Mid-Day International Consulting Engineers (2009). Gibe III Hydro-electric Project: Environmental and Social Impact Assessment, Ethiopian Electric Power Corporation (EEPCo), Addis Ababa.

Friends of the Earth (2005). Environmental Impact Assessment (EIA), a campaigner's guide.

Garcin, Yannick; Melnnic, Daniel; Strecker, Manfred R.; Olago, Daniel; and Tierrecelin, Jean-jacques (2012). East African mid-Holocene wet-dry transition recorded in palaeo-shorelines of lake Turkana, northern Kenya Rift, Earth and Planetary Science Letters.

International Rivers (2013). The downstream impacts of Ethiopia's Gibe III dam: East Africa's "Aral Sea" in the making? <http://www.internationalrivers.org/resources/gibe-iii-s-impacts-on-lake-turkana-7773>.

Kaijage, Stella and Ngagah, Niceta (2010). Socio-Economic Analysis and Public Consultation of Lake Turkana Communities in Northern Kenya. Final Report, African Development Bank, Tunis.

Moges, S., Alemu, Y., and MCFEETERS, S. (2010). Flooding in Ethiopia: Recent history and 2006 flood: Implications for the Nile Basin, Eds. Kloos, H., Legesse, W., Cambria Press, NY.

N. M. Velpuri, G. B. Senay, and K. O. Asante (2012). A multi-source satellite data approach for modeling Lake Turkana water level; calibration and validation using satellite altimetry data, Hydrology and Earth System Sciences, published by Copernicus publications on behalf of the European Geo-sciences Union.

Netherlands Development Organization (SNV) (2005). Lake Turkana Fishery, options for Development of a Sustainable Trade, North Rift Portfolio, Eldoret, Kenya.

Ojwang W., Gichuki J. Getabu A., Wakwabi E., Abila R. (2007). Lake Turkana: Fisheries, People, and the Future, "Intervention for Economic Benefit", Kenya Marine Fisheries Research Institute.

Ojwang W., Ojuok J.E., Omondi R., Malala J., Abila R., Ikmat P. (2010). Impacts of River impoundments: the case of hydro-power Projects on Omo River of Lake Turkana, Samaki News, Department of Fisheries, Kenya.

Radar Technologies International (2013). Advanced Survey of Groundwater Resources of Northern and Central Turkana, Kenya, Final Technical Report.

RTPI (2001). Environmental Impact Assessment, the Royal Town Planning Institute, available online at: www.rtpi.org.uk.

Salini Costruttosi S.P.A. and Studio Ing. G. Pietrangeli S.R.L. (2010). Gibe III impact on Lake Turkana levels, Gibe III Hydro-electric Project Level 2 Design, Ethiopian Electric Power Company, Report No. 500 HYD RSP 002 A.

Tegegne, Muse (2013), Ethiopia`s Gibe III Hydro-power completion likely to delay, New Business Ethiopia.

Turton, David (2012a). Concerns about Gibe 3 Dam, PAMBAZUKA NEWS, 2 January.

<http://pambazuka.org/en/category/features/79590>.

Turton, David (2012b). How not to do it: river basin development in Ethiopia`s Omo valley, Resettlement News, 25. http://indr.org/?page_id=598.

Turton, David (2012c). Ethiopia responds to UNESCO`s World Heritage Committee on Lake Turkana, Mursi online, June 19. <http://www.mursi.org/news-items/ethiopia-responds-to-unesco-world-heritage-committee-on-lake-turkana>.

UNEP (2012). Ethiopia`s Gibe III Dam, It`s Potential Impact on Lake Turkana Water Levels (A case Study using hydrological modeling and multi-source satellite data), United Nation Environment Programme, Nairobi.

UNEP (2010). Africa, water Atlas, Division of Early Warning and Assessment (DEWA), United Nation Environment Programme, Nairobi.

www.AfricanNaturalHeritage.com

<http://earthexplorer.usgs.gov/>