المشروعات المائية في إثيوبيا وآثارها على مستقبل مياه النيل

د. عباس محمد شراقي

قسم الموارد الطبيعية – معهد البحوث والدراسات الأفريقية – جامعة القاهرة

ملخص

إثيوبيا "برج المياه في شرق أفريقيا"، تتدفق منها المياة في جميع الاتجاهات، شمالاً وغربا إلي نهر النيل (السودان ومصر)، وجنوباً الي بحيرة توركانا (كينيا) وشبيلى وجوبا (الصومال)، وشرقاً بحيرة عسل (جيبوتي). تهيمن الطبيعة الجبلية والتضاريس المعقدة علي إثيوبيا. مياة الأمطار وجريانها على المنحدرات الجبلية والتلال هي مصدر المياه السطحية لمعظم الأراضي الإثيوبية.

يناقش هذا البحث الوضع المائي في إثيوبيا بصفتها دولة المنبع الرئيسية والتي تساهم بحوالي ٨٥% في مياه النيل، وأيضاً مناقشة إمكانية إثيوبيا القيام بإنشاء سدود عظمي. وأهم الأسباب الجيولوجية التي تقف وراء فشل كثير من المشروعات المائية في إثيوبيا سواء كانت علي نطاق كبير أو صغير، منها التنوع الزمني والمكاني لسقوط الأمطار، وارتفاع معدل البخر (٨٧%) واختلاف التضاريس، وشدة الانحدارات، وانتشار الصخور البركانية البازلتية الضعيفة والصخور الجيرية المتشققة، وكثرة الصدوع والفوالق نتيجة النشاط الزلزالي المصاحب للأخدود الأفريقي الذي يقسم الهضبة الإثيوبية نصفين، وزيادة معدل التعرية المائية وكذلك الترسيب الطمي الذي يؤثر سلباً علي القدرة التخزينية للسدود.

ويهدف أيضاً إلي تقييم أثر المشروعات المائية القائمة أو التي تحت الإنشاء علي الحصة المائية لكل من مصر والسودان، والتعرف علي المشروعات المائية المستقبلية في إثيوبيا، وذلك من خلال تحليل البيانات والتقارير والأبحاث العلمية السابقة. وفي النهاية إيجاد سبل للخروج من الأزمة الحالية بين دول المنبع من جهة ودول المصب (مصر والسودان) من جهة أخري.

مقدمة:

تسعي مصر دائمًا إلي تنظيم علاقتها بدول حوض النيل والعمل على استخدام الأسلوب الأمثل للإستفادة من مياه نهر النيل بما يعود بالنفع على كل دول الحوض، وتسعي بعض دول المنابع الآن وعلي رأسهم إثيوبيا لزعزعة الاتفاقيات المبرمة بين مصر ودول حوض النيل والتي يبلغ عددها ١٥ اتفاقية بدءً من ١٨٩١ وانتهاءً بمبادرة حوض النيل عام ١٩٩٩. وبعد فشل اجتماع وزراء شئون المياه لدول حوض النيل في إبريل ٢٠١٠ علي الأراضي المصرية بشرم الشيخ، أعلنت دول المنبع عدا إرتريا التمرد وعزمهم علي إنشاء مفوضية جديدة تقوم علي:

١- إلغاء جميع الاتفاقيات السابقة.

٢- إيجاد آلية جديدة لتقاسم مياه النيل علي أساس مايسمي بالاستخدام المنصف.

وبدأت إثيوبيا بالفعل اعلانها عن افتتاح سدود جديدة وعزمها أيضاً علي إنشاء سدود أخري دون موافقة مصر أوحتي استشارتها.

وفيما يلي أهم ملامح الظروف الطبيعية والميزان المائي لإثيوبيا بصفتها الشريك الأكبر مساهمة في نهر النيل والأكثر تأثيراً علي دول المنبع.

حوض نهر النيل:

نهر النيل هو أطول أنهار العالم حيث يبلغ طوله ٦٦٥٠ كم، ويمتد من دائرة العرض ٤ درجة جنوباً إلي ٣٢ درجة شمالاً، ويغطي حوض النيل مساحة ٣,٤ مليون كم^{٢} في ١٠ دول أفريقية هي من المنبع إلي المصب: تنزانيا – الكونغو اليمقراطية – أوغندا – كينيا – بورندي – رواندا – إثيوبيا – إرتريا – السودان – مصر (شكل ١)، ورغم ذلك فإن تصرفه عند أسوان من أقل التصرفات النهرية (٨٤ مليار م^{٣} فقط) علي مستوي العالم. يشكل حوض النيل تنوعا جغرافيا فريداً، بدءاً من المرتفعات المطيرة في الجنوب حتي وصوله إلي سهول صحراوية فسيحة في أقصي الشمال، وهو النهر الوحيد الذي يجري من الجنوب إلي الشمال.

وينبع نهر النيل من مصدرين رئيسيين هما:

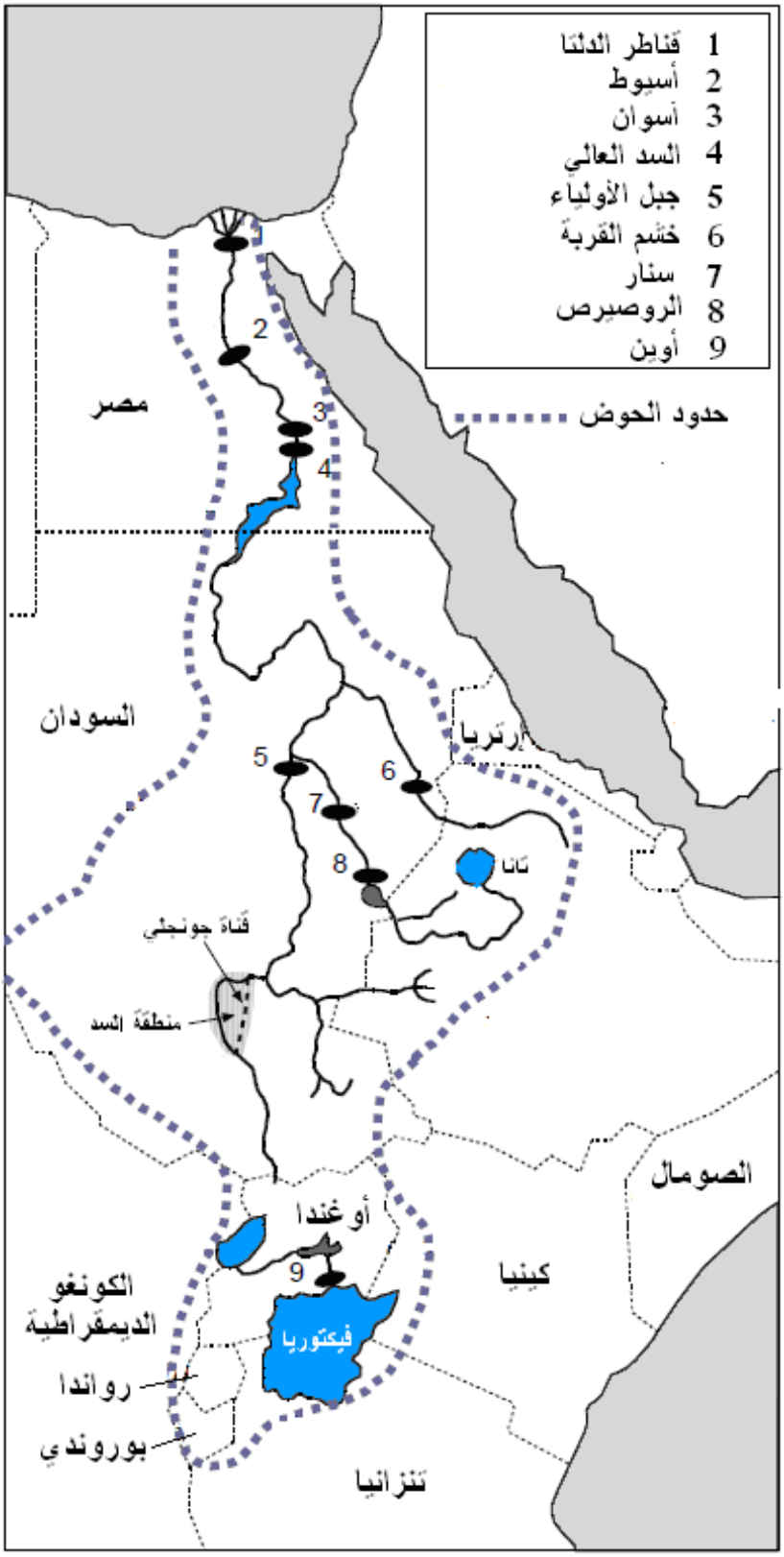
١- هضبة البحيرات الاستوائية والتي تشارك بحوالي ١٣ مليار م^{٣} (١٥% من إيراد نهر النيل عند أسوان)، تشمل بحيرات فيكتوريا – كيوجا – إدوارد – جورج – ألبرت.

٢- الهضبة الإثيوبية والتي تشارك بحوالي ٧١ مليار م^{٣} عند أسوان (٨٥% من إيراد نهر النيل، (Wu and Whittington, 2006) من خلال ثلاث أنهار رئيسية: النيل الأزرق (نهر أباي في إثيوبيا، ٥٠ مليار م^{٣}) ونهر السوباط (بارو-أكوبو في إثيوبيا، ١١ مليار م^{٣}) ونهر عطبرة (تاكيزي في إثيوبيا، ١٠ مليار م^{٣}).

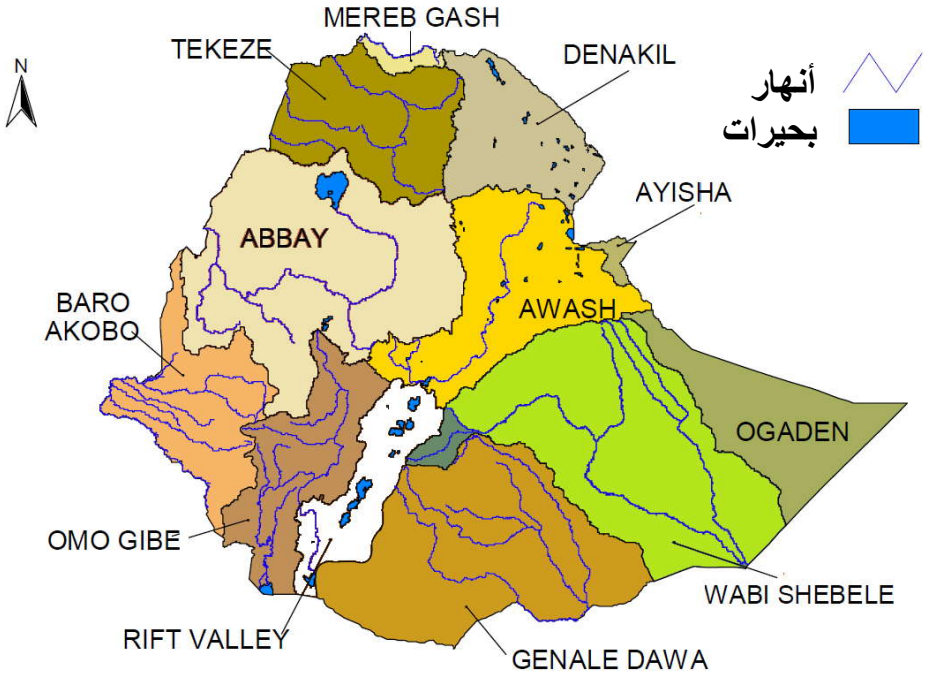
الموارد المائية في إثيوبيا:

يبدو للوهلة الأولي أن إثيوبيا لديها موارد مائية وفيرة، حيث متوسط كمية الأمطار السنوية ٨٤٨ مم/سنة، والذي يصل إجماله السنوي إلي ٩٣٦,٤ مليار م^{٣} (FAO, 2010)، بينما مصر تحتل المرتبة الأخيرة في أفريقيا من حيث متوسط كمية الأمطار السنوية التي تصل إلي ٥١ مم/سنة (FAO, 2005). ويقدر مجموع موارد المياه السطحية المتجددة ١٢٢ مليار م^{٣} سنويا (MoWR, 1999 and FAO, 2010)، تجري من خلال ١٢ حوض نهري رئيسي (شكل ٢).

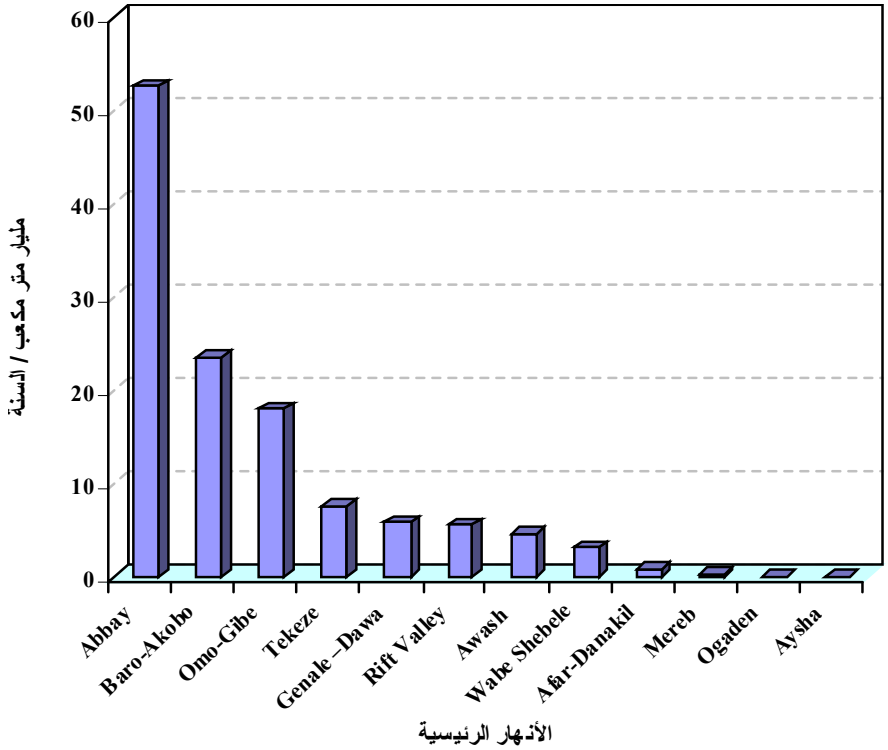
وتساهم أحواض الأربعة أنهار الكبري (أباي Abbay/النيل الأزرق، بارو/أكوبو Baro-Akobo/السوباط، وأومو/جيبي Omo-Gibe) بنسبة ٨٣% من مجموع الجريان السطحي في مناطق تجمع المياه في إثيوبيا (شكل ٣)، علي الرغم من انهم لا يشكلون سوى ٣٢% فقط من



(شكل ١) خريطة حوض النيل (Waterwiki, 2010).



(شكل ٢) أحواض الأنهار الإثيوبية (Awulachew et al., 2007).



(شكل ٣) التصرف السنوي للأنهار الرئيسية في إثيوبيا.

(المصدر: وزارة الموارد المائية الإثيوبية)

المساحة الكلية للبلاد، والتي تقع في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية من إثيوبيا، حيث النسبة الأعلى من هطول الأمطار، بينما أحواض الأنهار الشرقية والتي تشمل عفار-داناكل Afar-Danakil، أياشا Aysha، وأوجادين Ogaden يغلب عليها الجفاف.

ويجري من المياة السطحية (١٢٢ مليار م^3) نحو ٩٧ مليار م^3 خارج الأراضي الإثيوبية كالأتي: ٨٠ مليار م^3 غرباً نحو نهر النيل إلي السودان ومصر، و٨ مليار م^3 جنوباً إلي بحيرة توركانا (كينيا)، و٧ مليار م^3 جنوب شرق إلي الصومال و٢ مليار م^3 شرقاً إلي جيبوتي، ويتبقي ٢٥ مليار م^3 داخل الأراضي الإثيوبية، أي بنسبة ٣% من جملة المياة المتجددة.

إثيوبيا لديها أيضاً ١١ بحيرة عذبة أهمهم وأكبرهم بحيرة تانا منبع النيل الأزرق، ٩ بحيرات مالحة، ٤ بحيرات علي أفواه بركانية، وأكثر من ١٢ منطقة مستنقعات أو أراضي رطبة. وتوجد معظم البحيرات في حوض الوادي المتصدع، وتبلغ المساحة الإجمالية للبحيرات الطبيعية والصناعية في إثيوبيا حوالي ٧٥٠٠ كم^2 (Awulachew et al., 2007). كما أن معظم البحيرات الإثيوبية عدا زيواي Ziway، تانا Tana، لنجانو Langano، أبايا Abbaya وشامو Chamo ليس لديهم منافذ نهرية خارجية، أدي ذلك إلي زيادة الملوحة بهم لدرجة أن بعض البحيرات مثل شالا Shalaوأبياتا Abiyata بهم نسبة عالية من الأملاح الذائبة والتي تستغل حاليا لانتاج أملاح الصودا.

وبالمقارنة مع الموارد المائية السطحية فإن إمكانات المياه الجوفية في إثيوبيا متواضعة للغاية، حيث تقدر بنحو ٢,٦ مليار م^3 سنوياً (Awulachew et al., 2007) وذلك لأسباب جيولوجية تتعلق بنوع الصخور الغير مناسبة لتكوين خزانات جوفية وبعض العوامل الأخري.

رغم وفرة هذه المياه في إثيوبيا إلا أنها لم تستخدم بنسبة أكبر من ٣% من كمية المطر السنوية، ويصل نصيب الفرد من المياه المخزنة سنوياً إلي ٣٨ م^3، وهذا جزء من نصيبه الأصلي من مياة الأمطار خلال فصل المطر، والذي يصل إلي١١٢٧٧ م^3. والرقم الثاني لا يعبر عن الواقع لأن ٨٧% من مياة الأمطار يعود إلي الغلاف الجوي مرة أخري عن طريق البخر.

وطبقاً لتقرير الأمم المتحدة لمؤشر التنمية البشرية لعام ٢٠٠٩ فإن إثيوبيا تحتل المرتبة رقم ١٧١ من أصل ١٨٢ دولة، في حين أن مصر تحتل المرتبة رقم ١٢٣. ويشارك إثيوبيا في مجموعة الدول الـ١١ الأقل تنمية بشرية أربعة دول أخري من دول حوض النيل، هم إريتريا (١٦٥) ورواندا (١٦٧) وبوروندي (١٧٤) والكونغو الديمقراطية (١٧٦). ومن هنا يتضح أن مشاكل المياه في إثيوبيا وعدم القدرة علي استخدامها بطريقة جيدة ليست هي السبب الرئيسي في سوء الأحوال الاقتصادية بدليل أن الكونغو الديمقراطية تشارك إثيوبيا نفس المرتبة من الفقر رغم مالديها من كميات هائلة من المياه، حيث أن لديها نهر الكونغو، وهو ثاني أكبر أنهار العالم من حيث كمية المياه (١٢٥٠ مليار م^3 سنوياً) بعد نهر الأمازون، وأول الأنهار الأفريقية؛ بخلاف مياة الأمطار الأكثر تجانساً من حيث

التوزيع المكاني والزمني علي مدار العام، والتي تذهب معظمها إلي المحيط الأطلنتي لعدم وجود دول مصب أخري. وإذا لم تستخدم مصر والسودان مياه النيل (٨٤ مليار م^{3} سنوياً) لكان مآلها البحر كما هو الحال في مياه الكونغو الديمقراطية.

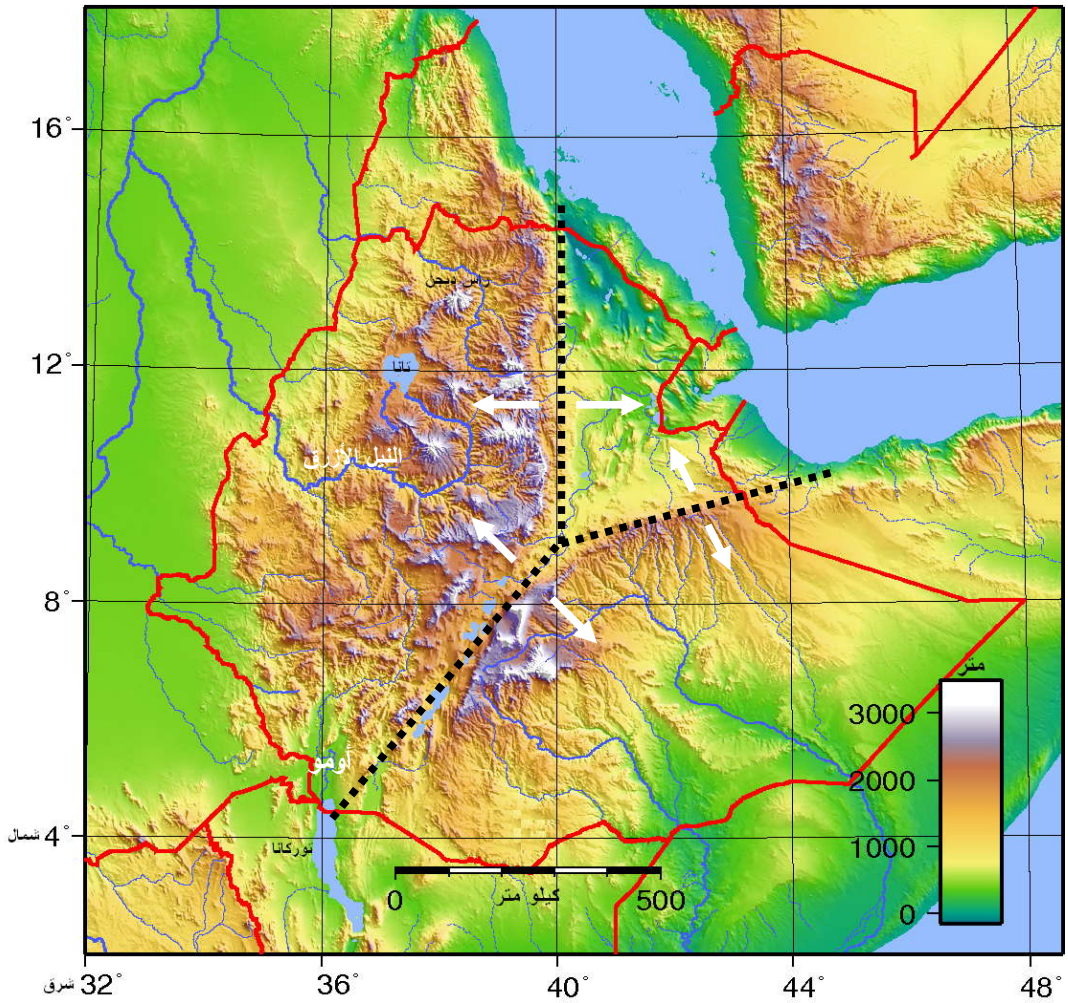
التحديات الطبيعية:

تعاني إثيوبيا من العديد من التحديات او المعوقات الطبيعية الصعبة التى تواجهها عند إقامة مشروعات تنموية سواء كانت مائية أو زراعية، كبيرةً كانت أو صغيرة، أهم هذه المعوقات:

١- التضاريس:

تغطي إثيوبيا مساحة ١,١٣ مليون كم^{2}، منها ٩٩,٣% يابس والباقي ٠,٧% مسطحات مائية معظمها بحيرات (MoWR, 2002). وبعد إنفصال إريتريا عام ١٩٩٣، أصبحت إثيوبيا دولة حبيسة ليس لها أي منافذ بحرية. إثيوبيا عبارة عن هضبة وسطي ضخمة تحيط بها السهول المنخفضة عند حدودها مع الدول المجاورة. ويقسم الأخدود الأفريقي الشرقي الهضبة الإثيوبية إلي كتلتين: الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية. الكتلة الأولي وتشكل حوالي ثلث مساحة إثيوبيا، وتشمل أربعة أحواض نهرية رئيسية: ثلاثة داخل حوض نهر النيل وهم أباي Abbay أو النيل الأزرق، وحوض بارو-أكوبو Baro-Akobo /السوباط، وحوض تاكيزي Tekeze/عطبرة؛ والرابع هو حوض نهر أومو-جيبي/Omo-Gibe الذي ينقل المياة جنوباً إلي بحيرة توركانا أو رودولف سابقاً في كينيا (شكل ٤). أما الكتلة الجنوبية الشرقية فهي تحتوي علي حوضي شبيلي Shebele وجينالي داوا Genale Dawa. ووفقا لبعض التقديرات فإن إثيوبيا تحتوي علي نحو ٥٠% من الجبال الأفريقية الأكثر من ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، والتي تغطي مساحة ٣٧١٤٣٢ كم^{2} (FAO, 1984)، أي مايعادل نحو ثلث مساحة إثيوبيا.

تتراوح الإرتفاعات في إثيوبيا بين أعلي نقطة ٤٦٢٠ م فوق مستوي سطح البحر عند راس ديجن Ras Dejen شمال إثيوبيا، وأقل نقطة ١٢٥ م تحت مستوي سطح في منطقة عفار (شكل ٤). يتراوح إرتفاع الحافة الشرقية من الهضبة بين ٣٠٠٠ – ٤٠٠٠ م فوق سطح البحر، بينما تتراوح بين ١٠٠٠-١٢٠٠ م في الجهة الغربية، ويصل متوسط إرتفاع الكتلة الشمالية الغربية إلي ٢٠٠٠ – ٢٥٠٠ م، وتشمل العديد من الأودية الضيقة العميقة ذات الحوائط شديدة الإنحدار، وتتكون مرتفعات الكتلة الجنوبية الشرقية من قمم بركانية يصل إرتفاعها إلي ٢٥٠٠ م. يمتد الأخدود الرئيسي الإثيوبيي بطول ١٥٠٠ كم بداية من بحيرة توركانا جنوباً حتي الحدود الشرقية مع جيبوتي. ويتميز بمستوي سطحي مخفض، وبالبراكين النشطة والبحيرات ذات الملوحة العالية نتيجة قلة الأمطار وشدة البخر وضحالة العمق. ويزداد هذا الأخدود اتساعا في الجزء الشمالي (٧٠-٨٠ كم) مع إنخفاض مستوي



(شكل ٤) تضاريس إثيوبيا، الخطوط المتقطعة تمثل الأخدود الأفريقي.
(المصدر: Sadalmelik, 2007).

سطح الأرض ليصل إلي ١٢٥ تحت مستوي سطح في منطقة عفار، أما الجزء الجنوبي فهو يتكون من حوض أبايا-شامو Abaya-Chamo (Awulachew et al., 2007).

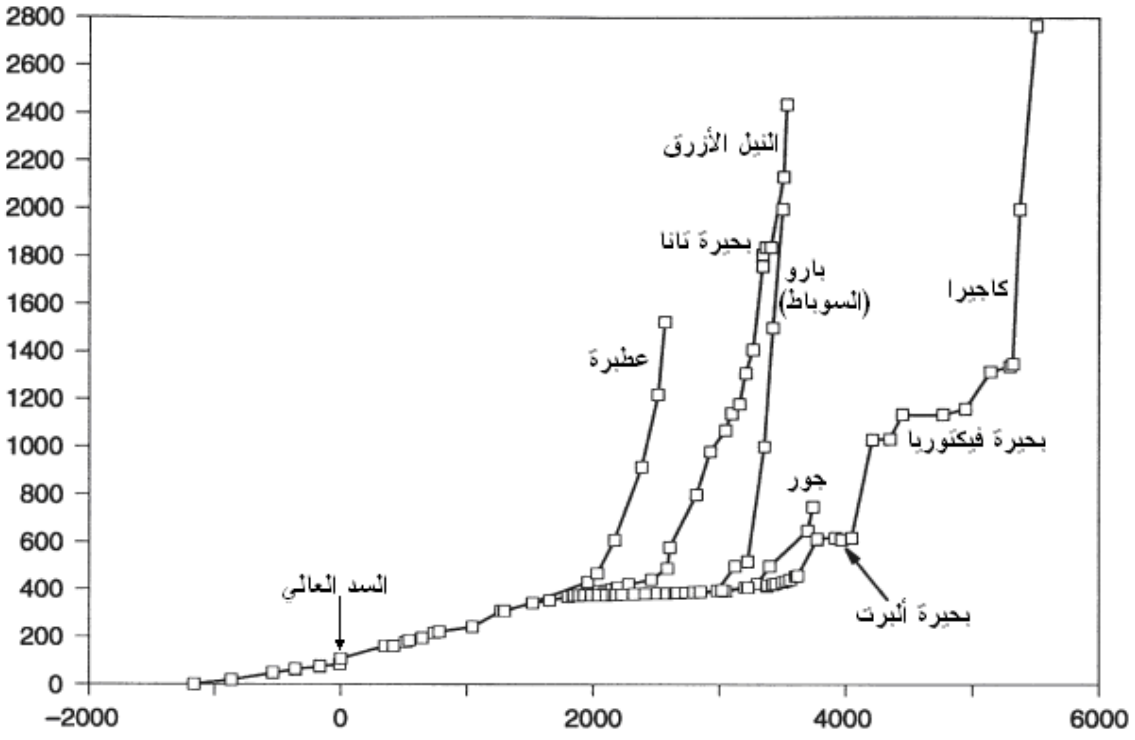
من وجهة النظر الطوبوجرافية، فإن المواقع الأرضية المناسبة لإنشاء سدود مائية عادة ما تكون أودية واسعة النطاق يجري بها أنهار ذات حوائط جانبية حادة تضيق شيئا فشيئا ومن ثم يقل طول السد. وبالمثل، فإن الانحدار الخفيف يزيد من طول خزان السد وبالتالي تزداد السعة التخزينية لنفس الارتفاع من السد. وتتوافر كل هذه العناصر في السد العالي، حيث الانحدار الخفيف (انخفاض ١ م لكل ١٠ كم)، والوادي الواسع (متوسط ١٢ كم عرض)، والذي يضيق عند أسوان (حوالي ٢ كم)، وارتفاع السد (١١١ م)، كل ذلك أدي إلي تكوين خزان كبير طوله ٥٠٠ كم بمتوسط عمق ٢٥ م، وسعة تخزينية قدرها ١٦٢ مليار م^3. بتطبيق المعايير السابقة علي الأراضي الإثيوبية خاصة حوض النيل الأزرق، سنجد أنه عبارة عن خانق gorge عميق نتيجة تعرية المياه من النيل الأزرق وروافده، ويترواح

إنحداره من أعلي نقطة ٤٢٦١ م إلي ٥٠٠ م علي الحدود السودانية، بمسافة قدرها حوالي ١٠٠٠ كم (شكل ٥)، ومساحة ٣٠٥٠ كم^{٢} وتصريف سنوي يصل إلي ٥٥ مليار م^{٣}.

هذا يعني أن سطح الأرض ينخفض بمقدار ٤ م لكل كيلومتر. لو أن هناك سد أقيم علي النيل الأزرق بإرتفاع ضعف السد العالي (حوالي ٢٠٠ م) فإنه سيكون بحيرة طولوها لا يزيد عن ٥٠ كم (نظراً لشدة الانحدار)، بسعة تخزينية قدرها علي أحسن تقدير ٣ مليار م^{٣} عند متوسط ٣٠٠ م عرض الوادي، وستقل بمقدار ٢٥٠ مليون م^{٣} سنوياً نتيجة الاطماء، وبذلك يكون عمر السد تقريباً اقل من ١٠ سنوات، وتقل السعة التخزينية أيضا إذا أخذنا في الاعتبار شدة البخر والتي تصل إلي ٨٠%، وأيضاً نسبة المتسرب من المياة نتيجة نوعية صخور الحوض التي يغلب عليها الصخور البازلتية المتشققة والضعيفة أيضاً علي تحمل أحمال صخرية لسد بارتفاع ٢٠٠ م. ولكل ذلك فإنه من الصعب إقامة سدود كبري علي النيل الأزرق لإسباب هندسية وأخري بيئية مثل شدة الفيضان السنوي خلال شهري يوليو وأغسطس والذي يصل متوسط التصرف النهري فيه إلي أكثر من ٥٣٠ مليون م^{٣} في اليوم الواحد (Ahmed and Ismail, 2008)، وهذا التصرف اليومي يعادل مايمكن أن ترفعه محطة مبارك العملاقة (وهي أكبر محطة رفع في العالم) في توشكا بكامل طاقتها في شهر.

يؤدي اختلاف التضاريس أيضاً إلي صعوبة نقل المياة من مكان إلي آخر، حيث أن مجرى النهر ينخفض بحوالي ٨٠ م عن الأماكن الزراعية في معظم المواقع الصالحة لإقامة مشروعات مائية (COSAERT/WAPCOS 2001). حوض نهر أومو Omo والتي تقع جنوب غرب أديس أبابا (خارج حوض النيل)، عبارة عن هضبة وعرة، يتخللها وادي ضيق جداً (يتسع في منطقتين) وعميق، وهذه المنطقة تقع على ارتفاع أقل من القسم الشمالي الذي يشمل النيل الأزرق، مما يجعلها أكثر ملائمة لعمل مشروعات مائية تخزينية كبري (EELPA, 1982; MME, 1986; EEPCo, 2009). وهذا ما جعل الحكومة الإثيوبية في الاهتمام بإقامة بعض المشروعات المائية لتوليد الكهرباء مثل جيبي١ (١٨٤ ميجاوات) وجيبي٢ (٤٢٠ ميجاوات) وحاليا جيبي٣ متعدد الأغراض لتوليد الكهرباء (١٨٧٠ ميجاوات) وتخزين مياه مقدارها ١١,٧٥ مليار م^{٣} عند مستوي ٨٨٩ متر فوق سطح البحر، في خزان طوله ١٥٥ كم (EEPCo, 2009) علي مدار ثلاث سنوات من تشغيله، وهناك في الخطة جيبي٤ (٢٠٠٠ ميجاوات) وجيبي٥.

ولا تقل بقية روافد النيل في إثيوبيا مثل بارو (السوباط)، وخارج إثيوبيا مثل كاجيرا ونيل فيكتوريا ونيل ألبرت عن النيل الأزرق في شدة الانحدار (شكل ٥) وبالتالي في صعوبة إنشاء سدود مائية كبري (أكبر من مليار م^{٣} تخزين) بغرض تخزين مياة. علي الرغم من التكنولوجيا الحديثة فإن

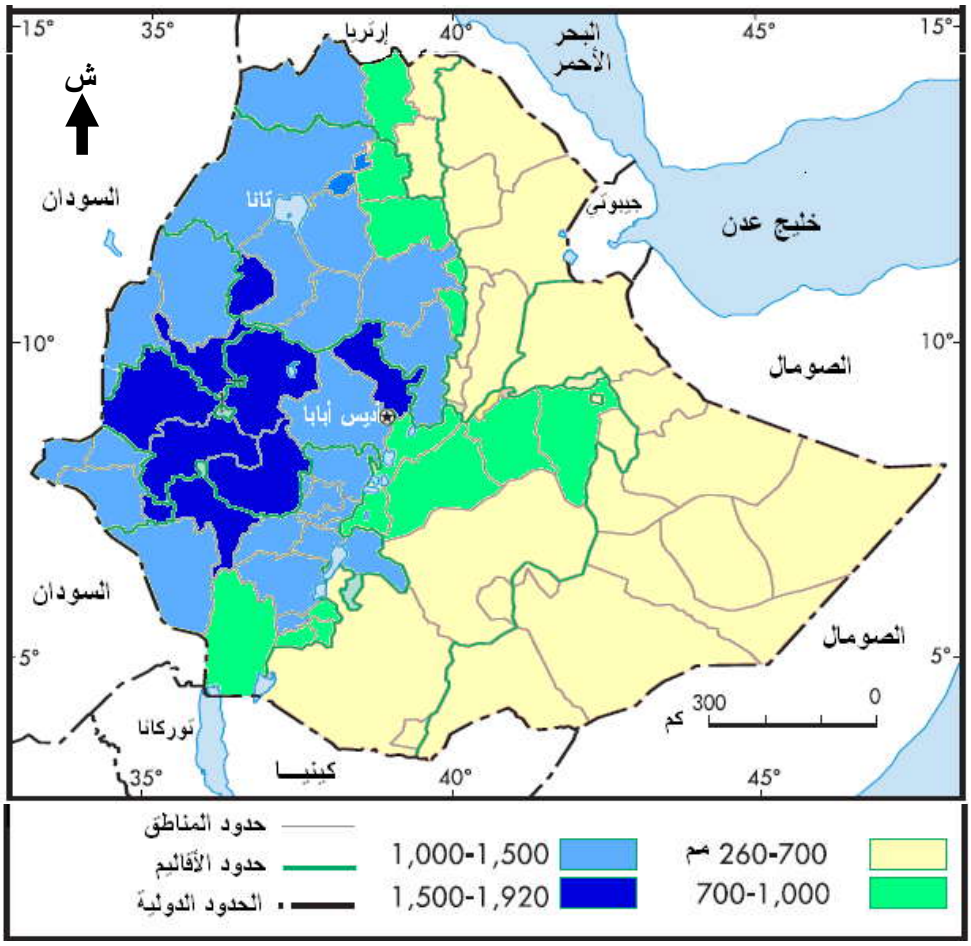


(شكل ٥) قطاع طولي لنهر النيل وروافده (Sutcliffe & Parks, 1999).

المشروعات الكبري بغرض التخزين المراد إقامتها علي الروافد الرئيسية لنهر النيل محكوم عليها بالفشل نظراً للطبيعة الجيولوجية والجغرافية الغير مناسبة. معظم سدود التخزين الموجودة حاليا في دول المنابع تم إنشائها عند مخارج البحيرات الطبيعية مثل سد بهر دار Bahr Dar (إثيوبيا)علي بحيرة تانا، وسد أوين Owen علي بحيرة فيكتوريا (أوغندا). في المقابل فإن هذه الانحدارات الشديدة هي أفضل مايكون لعمل مشروعات مائية بغرض توليد كهرباء دون الحاجة إلي تخزين مياة، عن طريق الاستفادة بفارق المنسوب كما هو الحال في مشروع تانا-بيليز Tana-Biles علي النيل الأزرق والذي أعلن عن افتتاحه في مايو ٢٠١٠، حيث يصل فارق المنسوب إلي حوالي ٤٠٠ م في مسافة أقل من ١٢ كم (Driussi, 2009).

٢- التوزيع المكاني للأمطار:

إختلاف التضاريس في إثيوبيا أنشأ ثلاث مناطق مناخية، والتي كانت معروفة منذ العصور القديمة بالديجا dega، وينا-ديجا weina-dega، والكولا kolla. منطقة الديجا (المنطقة الباردة) تحتل المناطق المرتفعة من وسط الأجزاء الغربية والشرقية من الهضبة الشمالية الغربية (شكل ٦). الارتفاع في هذه المنطقة أعلي من ٢٤٠٠ م، وديجا-وينا أو المنطقة المعتدلة تتراوح ما بين ١٥٠٠ - ٢٤٠٠ م في الارتفاع، وتتكون من أجزاء من الهضبة الوسطى. ، والكولا أو المنطقة



(شكل ٦) متوسط سقوط الأمطار التراكمي في إثيوبيا للفترة ١٩٨٥-٢٠٠٥.

المصدر: الوكالة الوطنية الإثيوبية لخدمات الأرصاد الجوية (من البنك الدولي، ٢٠٠٦).

الساخنة تضم المناطق أقل من ١٥٠٠ م في الارتفاع، وتشمل منخفضDenakil، الأودية المدارية لنهري النيل الأزرق وعطبرة ومناطق الحدود مع السودان وكينيا.

ويبلغ متوسط درجة الحرارة ٢٢.٢°م، وأدنى درجة حرارة تتراوح بين ٤-١٥°م في المرتفعات، وأعلى درجة حرارة هي ٣١°م درجة في المناطق المنخفضة عند دانكيل (GPCC, 2010). وترجع التغيرات في سقوط الأمطار في جميع أنحاء إثيوبيا إلي سببين رئيسيين: اختلاف التضاريس، والتغييرات الموسمية في أنظمة الضغط الجوي التي تتحكم في نظم الرياح السائدة (Gillespie and Gritzner, 2003) طبقاً لوجودها في المنطقة المدارية. يتراوح متوسط سقوط الأمطار السنوي من حوالي ٢٠٠٠ مم في بعض المناطق الجنوبية الغربية إلى حوالي ١٠٠ مم في المنطقة الشمالية

الشرقية (منخفض عفار) والجنوبية الشرقية في إقليم أوجادين، وينخفض معدل هطول الأمطار شمالا وشرقا من المناطق المطيرة في الجنوب الغربي (NMSA, 2006).

كما يبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي علي إثيوبيا حوالي ٨١٢ مم طبقاً للمعدلات السنوية في الفترة ١٩٦١-١٩٩٠)، بإجمالي حوالي ٩٣٦ مليار م^{٣} (FAO, 2010) موزعة توزيعاً مكانياً غير متجانس، حيث يجري ٨٣% من المياة السطحية علي ثلث مساحة إثيوبيا في الجزء الغربي الذي يشمل حوض تاكيزي/عطبرة وأباي/الأزرق وبارو-أكوبو/السوباط، وأومو-جيبي، حيث يعيش في هذه المناطق ٣٠-٤٠% من السكان. ويساهم الثلاثة أحواض الأولي بنسبة ٨٦% من مياة النيل عند أسوان. بينما أحواض الأنهار الشرقية والتي تشمل عفار-داناكل، أياشا، وأوجادين يغلب عليهم الجفاف طول العام. شهدت الفترة من ١٩٨٨-٢٠٠٦، كثير من الفيضانات في كل من أنهار شبيلي (٢٠ فيضان) وجوبا (١٢)، أواش (١١)، وتانا (٩). منها مايتكرر كل سنة مثل شبيلي، ومنها كل سنتين مثل أواش (Bartl and Muller, 2007).

٣- التوزيع الزمني للأمطار:

داخل كل نطاق مناخي توجد تغيرات موسمية لنظام الضغط الجوي تساهم في خلق ثلاثة مواسم مناخية، والتي تعرف باسم Kiremt،Belg، Bega. موسم Kiremt هو موسم الأمطار الرئيسي ويستمر عادة من يونيو الى سبتمبر، والذى يغطى جميع إثيوبيا باستثناء المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية. إثيوبيا دولة زراعية بالدرجة الأولي حيث يعمل حوالي ٨٥% من السكان في الزراعة، ويعتمد الاقتصاد الإثيوبي علي المنتجات الزراعية التي تشكل ٤٧.٧% من إجمالي الناتج القومي. ويساهم فصل المطر بنسبة ٩٠% في إنتاج المحاصيل القومية (Arsano, 2007) ، وتسببت موسمية الأمطار في توقف سد تاكيزي Tekeze، والذي تم افتتاحه في ١٤ نوفمبر ٢٠٠٩، عن إنتاج الكهرباء يوم ٨ مارس ٢٠١٠ لحدوث إنهيار جزئي ولعدم وجود مياة كافية، وهو الآن في إنتظار موسم المطر الجديد لعام ٢٠١٠ والذي يبدأ في شهر يوليو (Ethiopian Review, 2010). موسم Belg هو موسم الأمطار الخفيف ويستمر عادة من مارس إلي مايو، وهو المصدر الرئيسي للمياه في المناطق شحيحة المياة، وهي الجنوب والجنوب الشرقي من إثيوبيا. موسم Bega هو موسم الجفاف ويستمر عادة من أكتوبر إلي فبراير، يسود خلاله الجفاف في كافة أنحاء البلاد، مع استثناء من حين لآخر هطول الأمطار التي يتم تلقيها في الفروع المركزية (Seleshi and Zanke, 2004).

٤- معدل البخر:

إثيوبيا عبارة عن نموذج مصغر للقارة الأفريقية، ففيها الأمطار غزيرة في أماكن وشحيحة في أماكن أخري، تسقط في فترات وتنقطع باقي العام. والتشابه الكبير يتمثل في معدل البخر العالي والذي يصل

في المتوسط إلي ٨٠% علي مستو القارة الأفريقية. ويشكل البخر أحد المشاكل الكبري في حوض نهر النيل عامة وإثيوبيا خاصةً.

تعتمد كمية المياة المتبخرة علي الخصائص الجيولوجية لمناطق الجريان أو التخزين السطحى، وعلي درجات الحرارة وسرعة الرياح، وبطبيعة الحال، متوسط هطول الأمطار في الموقع. وبصفة عامة، فإن المواقع التي يسود فيها ارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض مستوي سطح الأرض، والرياح الشديدة، وانخفاض هطول الأمطار سوف تشهد أعلى معدلات التبخر. تسود هذه العوامل في أماكن عديدية في إثيوبيا مثل المناطق الجنوبية الشرقية والشرقية، حتي الأماكن المرتفعة في إثيوبيا لم تسلم أيضاً من البخر العالي والذي يصل إلي ٦٤% في حوض بحيرة تانا علي سبيل المثال، رغم وجودها علي ارتفاع ١٨٣٠ متر فوق سطح البحر(Vijverberg et al., 2009)، نتيجة الارتفاع النسبي لدرجة الحرارة ولبعض العوامل الجوية الأخري من ضغط ورياح، علي الرغم من كمية الأمطار الغزيرة في المنطقة التي تتراوح بين ١٠٠٠-١٥٠٠ مم/سنة، بينما معدل البخر السطحي يتراوح بين ١٢٠٠-١٣٠٠ مم/سنة، وبالتالي فإن المحصلة النهائية للمياة التي تكتسبها البحيرة مباشرة من الأمطار يعد ضئيلاً (Waterurry, 2002). منسوب المياة في بحيرة تانا يعتمد بنسبة ٩٥% علي الروافد المائية المغذية لها. وهناك ٧ روافد رئيسية تصب في البحيرة، بالاضافة إلي حوالي ٤٠ رافداً صغيراً وموسمياً. النيل الأزرق هو النهر الوحيد الخارج من البحيرة الضحلة (متوسط العمق ٨ م، والحد الأقصى ١٤ م)، وهي أكبر بحيرة في إثيوبيا (٣٠٥٠ كم^{٢})، وتحتوي على ٢٨ مليار م^{٣}، وهذا يعادل٥٢% من جملة المياه العذبة في البحيرات الإثيوبية، وثالث أكبر بحيرة في حوض النيل بعد فيكتوريا. ويصل متوسط المياة المتجددة سنويا إلي ١٠,٣ مليار م^{٣}، ومتوسط التصرف السنوي والذي يعتبر أول إضافة للنيل الأزرق ٣,٧ مليار م^{٣}، بفاقد ضعف التصرف السنوي.

حوض نهر تاكيزي/عطبرة يعاني من فقد شديد في المياه نتيجة زيادة معدل البخر السطحي بمتوسط ١٤٠٠ مم (جدول ١)، في حين يبلغ متوسط سقوط الأمطار ١٠٠٠-١٥٠٠ مم. حوض أباي/النيل الأزرق يظهر مجموعة من معدلات البخر السطحي والتي تتراوح بين ١٣٠٠ مم في المرتفعات إلى ٢٠٠٠ مم في المناطق الأقل ارتفاعا. وفي حوض بارو-أكابو/السوباط في المنطقة الجنوبية الغربية يوجد فائض كبير في صافي المياه المكتسبة، حيث ان متوسط هطول الأمطار حوالي ٢٢٠٠ مم، بينما يبلغ متوسط البخر السطحي ١٠٠٠ مم في المرتفعات، و١٧٠٠ مم في المناطق المنخفضة والمستنقعات (MME, 1986). وتتميز منطقة الاخدود الإثيوبية بارتفاع درجة الملوحة (المواد الصلبة الذائبة) بسبب الدرجة العالية للتفاعل بين المياه والصخور، والبخر وتصريف المياه الحرارية (Alemayehu, 2006).

(جدول ١) الخصائص المناخية ومساحة الأراضي القابلة للري (MoWR, 2010).

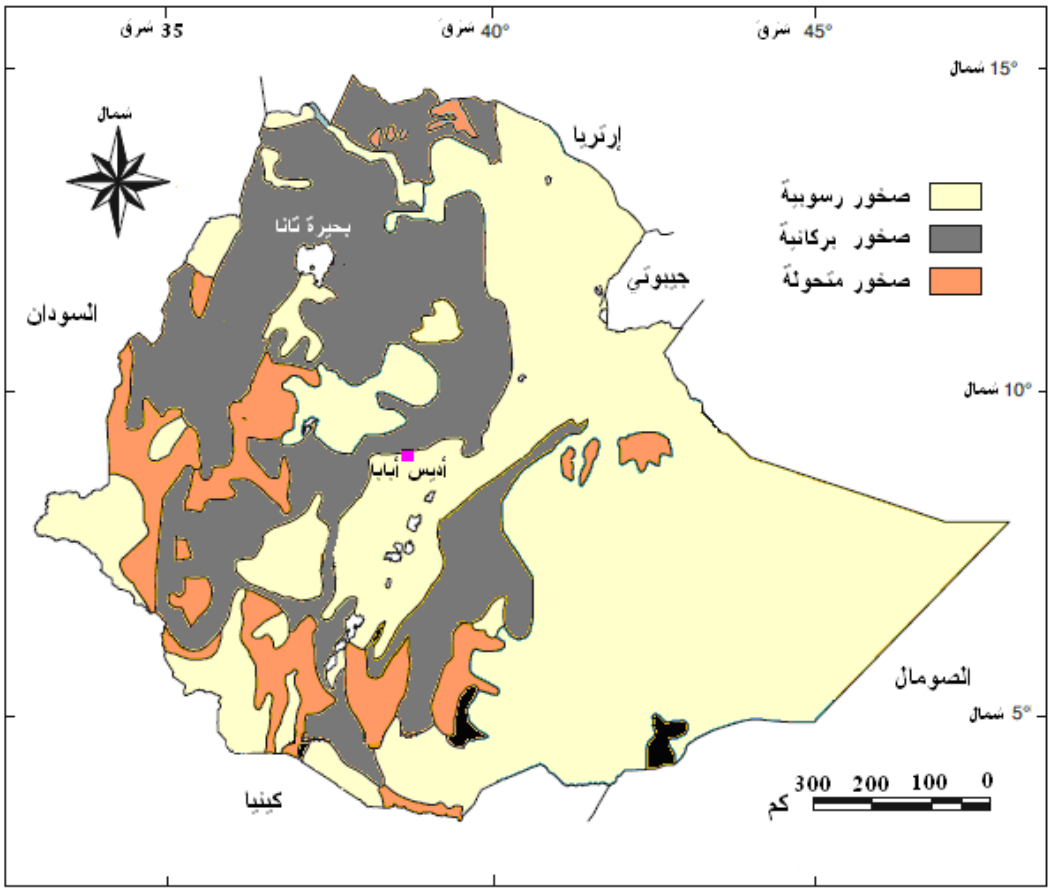
مسلسل	اسم الحوض	المساحة 1000 (كم٢)	الأراضي القابلة للزراعة 1000 هكتار	درجة الحرارة (°م)		المطر (مم)			البخر (مم)	الموارد المائية مليار ملبار (م٣)		
				صغري	عظمي	عظمي	صغري	متوسط	متوسط	سطحية	جوفية	مخزنة
1	Wabishebelle	200	238	6	27	1563	223	425	1500	3.4	2.3	1.1
2	Abbay	200	816	11.4	25.5	2220	800	1420	1300	54.4	na	30
3	Genale Dawa	171	1075	<15	>25	1200	200	528	1450	6.0	na	-
4	Awash	113	134	20.8	29	1600	160	557	1800	4.9	0.8	2.2
5	Tekeze	89	83	<10	>22	1200	600	1300	1400	8.2	na	-
6	Denakil	74	159	5.7	57.3	1500	100	na	na	0.86	na	na
7	Ogaden	77		25	39	800	200	400	na	0	na	-
8	Omo-Ghibe	78	68	17	29	1900	400	1140	1600	16.6	1.0	na
9	Baro-Akobo	74	1020	<17	>28	3000	600	1419	1800	23.23	1	na
10	Rift Lakes	53	140	<10	>27	1800	300	na	1607	5.64	na	56.55
11	Mereb	5.7	68	18	27	2000	680	na	1500	0.72	0.11	-
12	Aysha	2		26	40	500	120	na	na	0	na	-

Source: Respective Basin Master Plan Studies. na: غير متاحة

ويبلغ البخر عند بحيرة السد العالي حوالي ٢٦٨٣ مم/سنة، وهو تقريبا ضعف البخر علي المرتفعات الإثيوبية (١٤٠٠ مم/سنة)، مما جعل البعض يقفون ضد إنشاء السد العالي في مصر، ويفضلون تخزين المياة في إثيوبيا علي المرتفعات بدلاً من الأراضي المنخفضة عالية الحرارة والبخر في مصر أو السودان. ولكن فقد المياة لا يرجع فقط إلي البخر، بل أن هناك عاملاً لا يقل أهمية عن البخر، ألا وهو التسرب الذي يصل إلي أعلي درجاته في الأراضي الإثيوبية، فبحيرة تانا تفقد ٦,٦ مليار م٣ سنوياً بنسبة ٦٤% من المياة، علي الرغم من إرتفاعها عن سطح البحر بحوالي١٨٠٠ م، بينما بحيرة السد العالي التي تقع علي إرتفاع منخفض (١٦٠ م) تفقد حوالي ١٠ مليار م٣، بنسبة ١٠,٩% فقط من إجمالي تصرف نهر النيل عند أسوان (٨٤ مليار م٣)، وهذا يرجع إلي قلة تسرب المياة.

٥- نوعية الصخور:

تلعب الصخور أيضاً دوراً سلبياً بالنسبة لمشروعات تخزين المياه فى إثيوبيا، إذ تغطي صخور ما قبل الكمبري المتحولة حوالي ٢٣% من مساحة السطح في إثيوبيا (شكل ٧)، وتنتشر في أجزاء كبيرة من شمال وغرب إثيوبيا وقليلاً في بعض المناطق جنوب وشرق البلاد. كما تسود الصخور البركانية (البازلتية) التي تنتمي أساسا للعصرالحديث Cenozoic أجزاء كبيرة من غرب إثيوبيا (حوض النيل الأزرق)، وهي تشكل حوالي ٣٥% من مساحة السطح. وتوجد الصخور الرسوبية التي تنتمي للعصرين الوسيط Mesozoic والحديث Cenozoic في الجزء الشرقي من البلاد، بمساحة ٢٥% و١٧% ،علي الترتيب، والتي يكثر فيها الحجر الجيري؛ وتغطي الوادي الأخدودي رواسب البحيرات وبعض الصخور البركانية الحديثة (Merla et al., 1973). صخور ماقبل الكمبري تتكون من



(شكل ٧) خريطة جيولوجية مبسطة لإثيوبيا مستخلصة من Merla et al., 1973 .

وحدتين فرعيتين: الكتلة السفلي (١٥٠٠ م) وتتألف من أكثر من سلسلة سميكة من الصخور البركانية المتحولة، يعلوها الكتلة العليا المكونة من تتابع سميك من الرواسب المتحولة (٢٠٠٠ م) والتي تظهر علي السطح في المناطق الغربية والجنوبية.

المرتفعات الإثيوبية في حوض النيل الأزرق مغطي بتتابع سميك من الصخور البركانية البازلتية وسلسلة من البازلت الفيضي المغطي بتدفق كثيف من الحمم البركانية التي تشكل الدرع الجبلي (Pik et. al., 1998). أما السهول الإثيوبية فتتكون أساسا من صخور القاعدة (ماقبل الكمبري) المتحولة مثل النيس gneiss والرخام.

وتنتشر الصخور البركانية على نطاق واسع في إثيوبيا أكثر من أي مكان آخر في نطاق الأخدود الأفريقي الشرقي (Schluter, 2008). من التركيب الجيولوجي يتضح أن البازلت يشكل أكثر من ٤٠% من مساحة السطح الإثيوبية، وأكثر من ٧٥% من حوض النيل الأزرق (شكل ٧). ويتكون البازلت أساساً من معادن الأولوفين Olivine والبيروكسين Pyroxene والأمفيبول Amphibole،

وهي معادن قاعدية ضعيفة المقاومة لعمليات التعرية إذا ما قورنت بمعادن الجرانيت علي سبيل المثال. كما أن البازلت من أقل الصخور تحملاً للأثقال مثل أجسام السدود، وهذا ما يجعل إنشاء السدود الكبري في حوض النيل الأزرق أمر بالغ الخطورة، ناهيك عن التكلفة المادية المضاعفة لمحاولة التغلب علي هذه المشكلة. ويزيد من ضعف البازلت التشققات التي تسود معظم الصخور الإثيوبية نتيجة نشاط الأخدود الأفريقي. كما ان وجود الصخور البركانية علي هيئة طبقات بازلتية lava flow يزيد من ضعف هذة الصخور علي تحمل أثقال نتيجة التضاغط compaction وهبوطها مع زيادة الحمل. والصخور الرسوبية القليلة في حوض النيل الأزرق والتي معظمها حجر جيري متشقق وملىء بالفراغات، تشكل أيضا تحدياً آخر عند إنشاء المشروعت المائية نظراً لقدرتها العالية علي تسريب leakage المياه، مما يتسبب في فشل السدود وعدم القدرة علي تخزين المياة، وهناك بعض السدود الصغيرة في تيجري Tigray شمال إثيوبيا التي فقدت مياهها نتيجة التسرب (Dejenie et al., 2008; Abay, 2010)، كما أن هذه الصخور أيضا ليست الصخور الملائمة للإحتفاظ بالمياة لتكوين خزان جوفي، ويشاركها أيضا البازلت ضعيف المسامية في تكوين خزانات للمياة الجوفية، عدا المياة المتجمعة في بعض التشققات البينية، والتي يعتمد عليها كثير من الإثيوبيين كمياة للشرب في موسم الجفاف.

٦- التعرية والإطماء:

نواتج تعرية الصخور في حوض الأنهار، وفي جوانب وقيعان المجاري المائية يتم نقلها مع مع المياة الجارية، ويعاد ترسيبها عندما تقل سرعة المياة، ويتم ذلك غالبا في خزانات السدود أو في مناطق المصب. لولا هذه الرواسب ماتكونت التربة الزراعية الخصبة، وفي المقابل تسبب هذه الرواسب مشاكل الإطماء وتقليل السعة التخزينية في خزانات المياة السطحية، كما تؤدي التعرية إلي تآكل التربة، وهو أحد أهم المشاكل البيئية التي تشكل تهديدا للتنمية في إثيوبيا. حيث أنه يؤثر على ٨٢٪ من الأراضي الإثيوبية، ويصل معدل فقد التربة في المرتفعات إلى ٢٠٠-٣٠٠ طن للهكتار الواحد سنوياً.

تحمل الأنهار الإثيوبية نسبة عالية من الطمي، ويقدر كمية الرواسب التي نقلت من حوض النيل الأزرق بقدار ٩٣٢٠٠ مليار م^{٣} خلال ٢٩ مليون سنة الأخيرة (Gani et al., 2007)،

وذلك بسبب إرتفاع سطح الأرض، وشدة الانحدار، وشدة الأمطار، ضعف الصخور (بازلت)، وحديثاً الرعي الجائر (حيث تعد إثيوبيا سابع أكبر دولة في العالم من حيث الثروة الحيوانية "الماشية، إلى جانب إزالة الغابات والممارسات الزراعية غير الملائمة على السفوح الجبلية الشديدة الانحدار. وطبقاً للتقرير الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، فإن ٨٥% من الأراضي الإثيوبية مصنفة في نطاق معتدلة إلى شديدة جدا في التدهور. ويقدر بأن أكثر من ٩٥% من طمي النيل يأتي من المرتفعات الإثيوبية (Tadesse, 2008).

وفي حوض النيل الأزرق، حيث المعدل العالي لفقد التربة خاصة حول الجزء الشمالي الشرقي من بحيرة تانا (٥-٢٥٠ طن/هكتار سنويا)، والذي يقل نسبياً على الجانب الغربي من البحيرة (Teshale, 2003)، وحسب بعض التقديرات، فإن الفاقد السنوي من حوضي أباي/النيل الأزرق وتاكيزي/عطبرة وحدهما يقدر ٥٢٥ مليون م^3، حوالي ٦٦% من هذه الرواسب يأتي من الصخور البازلتية مباشرة أو الأراضي الغير زراعية (Yohannes, 2008). وهذا يؤدي إلي إنخفاض السعة التخزينية للسدود المقامة علي النيل في السودان ومصر (جدول ٢). ولقد انخفضت السعة التخزينية للسدود في السودان انخفاضا شديداً من ٩٠٨٤ مليون م^3 عند الإنشاء إلي ٦٤٣٠ مليون م^3 حتي عام ١٩٩٢ بمتوسط ٣٠%. حيث انخفض التخزين في سد سنار بنسبة ٧١% خلال الفترة ١٩٢٥-١٩٨٦، وحاليا لم يعد يستخدم لتخزين كميات كبيرة من الماء، ولكن لتوليد كمية محدودة من الطاقة الكهرومائية (١٥ ميجاوات) (Awulachew et al., 2008). ولم يتأثر سد جبل الأولياء لأنه يأتي من الهضبة الاستوائية التي تتكون أساساً من صخور الجرانيت الأشد مقاومة للتعرية من البازلت السائد في المرتفعات الإثيوبية، ولأن منطقة السد في جنوب السودان تعمل كمرشح للمياه، ويقدر ما يأتي به النيل الأبيض من كمي لا يتعدي نسبة ٥% من إجمالي طمي نهر النيل (Ahmed and Ismail, 2008)، وتعود هذه الكمية إلي نهر السوباط الذي يأتي من المرتفعات الإثيوبية. ومن هنا جاء أسم النهر النيل الأبيض، علي خلاف النيل الأزرق المحمل بأكثر من بليون طن طمي سنوياً.

كان ترسيب نهر النيل في مصر قبل السد العالي ١٢ مليون طن من الطمي سنويا (Yamauchi, 2000)، وإذا فرض أن هذه الكمية تترسب بالكامل في بحيرة السد العالي، فإن إجمالي ماترسب خلال الأربعين عاما الماضية يكون ٤٨٠ مليون طن، وهذا يعادل حوالي ١٧٨ مليون م^3 (٠,١١% من السعة الأصلية). وفي دراسة أخري ElMonshid et al. (1997)، يقدر كمية الطمي عند أسوان بـ ١٦٠ مليون طن سنويا (٦٠ مليون م^3)، بإجمالي ٢٤٠٠ مليون م^3 (١,٥%).

ويرجع الفضل لقلة كمية الطمي عند أسوان إلي مجموعة السدود المنشأة علي النيل الأزرق ونهر عطبرة وبعض السدود الصغيرة في إثيوبيا، وجميعهم يساعد علي إطالة العمر الافتراضي للسد العالي والذي يقدر بحوالي ٥٠٠ سنة. وهذه الكمية الكبيرة من الطمي تهدد أي سد في أحواض أنهار النيل الإثيوبية، خاصة النيل الأزرق، وتقلل من عمرها الافتراضي، وكما يهدد ترسيب الطمي السدود الكبري (أكبر من ١٥ م ارتفاع، أو سعة تخزين أكبر من مليار م^3)، فهو يهدد بدرجة أكبر السدود الصغري بقصر العمر (حوالي ١٠ سنوات). ولقد تم بناء أكثر من ٧٠ سداً صغيراً في مناطق تيجاري Tigary وأمهرة Amhara (حوض تاكيزي/عطبرة) خلال الخمسة عشر عاما الماضية (Abay, 2010)، معظمهم لم يستند علي دراسات هيدروجيولوجية كافية (Bshar et al., 2005)، تتراوح ارتفاعاتهم من ٩-٢٤ م، والسعة التخزينية من ٠,١ -٣,١ مليون م^3.

(جدول ٢) تغير السعة التخزينية لبعض السدود في مصر والسودان.

السد	النهر	تاريخ الإنشاء	السعة الأصلية مليار م^3	السعة الحالية/السنة مليار م^3	النسبة المئوية للفقد
سنار	النيل الأزرق	١٩٢٥	٠,٩٣	٠,٢٧ (١٩٨٦)	٧١
الروصيرص	النيل الأزرق	١٩٦٦	٣,٣٥٤	٢,١ (١٩٩٢)	٣٦
خشم القربة	عطبرة	١٩٦٤	١,٣٠٠	٠,٥٦	٥٧
جبل الأولياء	النيل الأبيض	١٩٣٧	٣,٥٠٠	٣,٥٠٠	صفر
السد العالي	النيل الرئيسي	١٩٧٠	١٦٢	١٥٩,٥ (٢٠١٠)	١,٥
الإجمالي			١٧١,٨٤	١٦٥,٩٣	٣,٤

المصادر: (Awulachew et al., 2008)، تم حساب الفقد في السد العالي من ElMonshid et al (1997)

ولقد فشل حوالي ٧٠% منهم في تحقيق الغرض المطلوب وهو تخزين المياه، ويرجع ذلك إلي أسباب معظمها جيولوجية أو جيولوجية/هندسية بنسبة ٧٠% (Abay, 2010). وكثيراً من هذه السدود أمتلأ بالطمي في عدة سنوات نتيجة عدم وجود مخارج لنقل الطمي، وكثيراً ما يطاح بهذه السدود بواسطة الفيضانات مما يتطلب إعادة بناؤها سنوياً (Bshar et al., 2005)، وفي أحد أقدم خزانات السدود الهامة في إثيوبيا، وهو سد أواش Awash، أو كوكا Koka والذي أنشيء عام ١٩٦٠، فإنه فقد ٤٠% من سعته التخزينية الأصلية (١,٨ مليار م^3) عام ٢٠٠٠، ولا يستطيع استيعاب الفيضان السنوي، وهو الآن على وشك الوصول الى نهاية سعته التخزينية بسبب الإطماء، ويحتاج إلي مزيد من الأبحاث الهيدرولوجية لدراسة إمكانية زيادة إرتفاع السد. ولا شك في أن أكثر الطرق فعالية في التحكم في كمية الطمي يأتي من خلال المحافظة على مناطق المنابع من مزيد من التعرية، من خلال زيادة المساحات الخضراء والتحكم في الرعي الجائر وتنظيم قطع الأشجار والمحافظة علي الغابات وعمل المدرجات لتخفيف الانحدار.

٧- النشاط الزلزالي والانهيارات الصخرية:

الزلازل ذائغة الشيوع في إثيوبيا، وخصوصافي مثلث عفار وعلى امتداد الاخدود الأفريقي النشط والذي يقسم إثيوبيا نصفين، ويزداد الأخدود اتساعاً نتيجة تباعد الجانبين (شكل ٤). حيث أن الزلازل بشدة أكبر من ٥ ريختر ليست نادرة (Ayele and Arvidsson, 1998)، وأدي ذلك إلي كثرة الفوالق والتشققات في الصخور الإثيوبية ومن ثم الإنهيارات الصخرية، وساعد علي ذلك شدة الأمطار والانحدارت الأرضية ووجود طبقة من الطمي أسفل كتل صخرية مما يساعد علي انزلاقها كما هو الحال في منطقة تيجاري شمال إثيوبيا.

ومن المعتاد أن يمتد تنفيذ السدود في إثيوبيا، وتتأخر عن المواعيد المقررة بمدة لا تقل عن سنة، وذلك غالبا يرجع لأسباب جيولوجية، ولقد أدت الانهيارات الأرضية إلي تحطم جزئي في نفق جيبي٢ (Gibe 2)علي نهر أومو، ووضع محطة الطاقة الكهرومائية خارج الخدمة لمدة قد تصل إلي عام.

المساعدات الدولية في المشروعات المائية:

يدعم قطاع المشروعات المائية الإثيوبية خمس جهات مانحة رئيسية هي: البنك الدولي والحكومة الإيطالية وبنك الاستثمار الأوروبي ومصرف التنمية الأفريقي والحكومة الصينية. وقد قامت الحكومة الإثيوبية بالتعاقد علي بعض المشروعات المائية بطريقة الأمر المباشر، حيث منحت جميع عقود جيبي١، وتانا-بيليز، وجيبي٣، للشركة الإيطالية سالينى Salini، بعد مفاوضات مباشرة بين شركة الطاقة الكهربائية الإثيوبية (EEPCo) وسالينى وبدون مناقصة تنافسية دولية، أو دراسة جدوي اقتصادية أو حتي دراسة بيئية، مخالفةً بذلك لوائح وزارة المالية والتنمية الاقتصادية الإثيوبية بشأن التعاقدات الدولية، وفي المقابل أيضاً قامت الحكومة الإيطالية ووفقا لمجموعة مراقبة البنك الدولي الايطالي (Campagna per la Riforma per la Banca Mondiale (CRBM)، بالموافقة علي العقد بقيمة ٤٩٠ مليون يورو لجيبي٢ (٦٧٠ مليون دولار).

ووافقت الوزارة الإيطالية للتعاون من أجل التنمية علي قرض قدره ٢٢٠ مليون يورو من أموال المساعدات لعقد سالينى، وهو أكبر قرض تمنحه الحكومة الإيطالية، مخالفة بذلك اللوائح الايطالية التي تشترط أن تكون المساعدات الدولية الايطالية للمشروعات التي تم إجراء مناقصات دولية له (International Rivers, 2010).

وفي السنوات الأخيرة حاول البنك الدولي تجنب مزيد من الدعم المالي لإنشاء السدود المائية الكبيرة في إثيوبيا، بعد اتهامه للخطة الإثيوبية للتوسع في توليد الطاقة بأنها غير واقعية، واتجهت اهتمامته في قطاع الطاقة إلي التوسيع في نطاق شبكات التوزيع، وإصلاح القطاعات الجارية (World Bank, 2006b). كما نسحب بنك الاستثمار الأوروبي من تمويل مشروع جيبي٣ بعدما تبين ظهور بعض المشاكل البيئية للمشروع.

امكانات الري في إثيوبيا:

تمتلك إثيوبيا بعض مقومات الري سواء من الأراضي المتاحة أو الموارد المائية. يوجد حاليا ٧٨٤ مشروعاً للري في مختلف المناطق الإثيوبية. وتبلغ المساحة الإجمالية المقدرة للزراعة المروية القائمة في إثيوبيا ٥٩٤ ألف فدان منها ٣٣٢ ألف فدان ري تقليدي، ٢٦٢ ألف فدان ري حديث (شكل ٨أ). تم تحديد ٥٦٠ موقع محتمل للزراعة المروية في العديد من أحواض الأنهار الثانية عشر، وتقدر هذه الأراضي بحوالي ٩ مليون فدان، نصفهم تقريباً في أحواض الأنهار التي تقع في نطاق حوض النيل

(شكل ٨ب)، أباي/الأزرق (٢ مليون فدان، شكل ٩)، تاكيزي/عطبرة (٢٠٠ ألف فدان)، بارو-أكوبو/السوباط (٢.٤ مليون فدان) (Denekew and Awualchew, 2010).

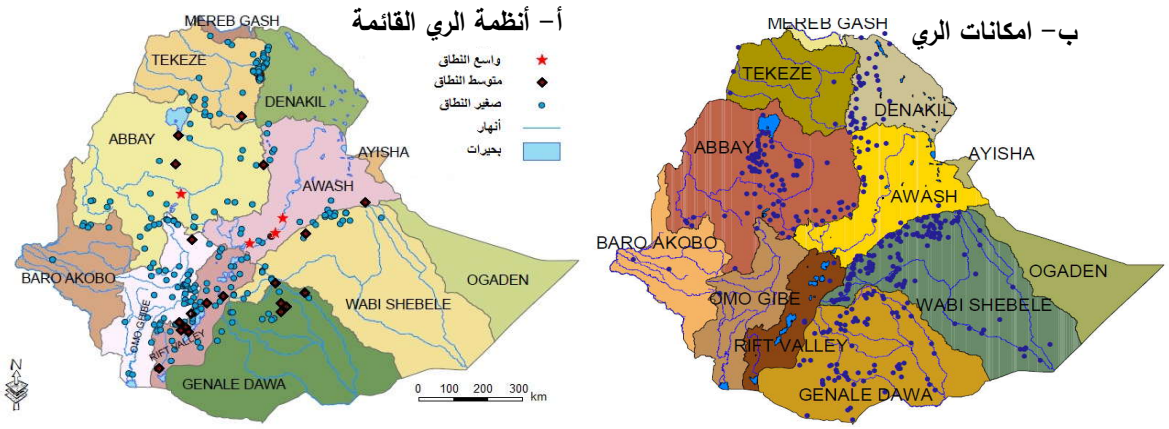
الأراضي القابلة للري في إثيوبيا بصفة عامة وفي حوض النيل الأزرق بصفة خاصة معضمها (٧٥%) يتجاوز انحدارها ٢%، مما يتطلب زيادة الاستثمارات في مجال تكنولوجيات الري، والتي تؤثر على الجدوى الشاملة. وبالإضافة إلى ذلك، مصدر قلق رئيسي هو تدهور التربة وترسب الطمي في السدود والأنهار ، علاوة علي صعوبة رفع المياه سواء من الأنهار أو الخزانات المائية السطحية إلي الأراضي القابلة للري. ولذلك تظل الزراعة المطرية هي المناسبة للظروف الطبيعية في إثيوبيا نظراً لصعوبة نقل مياة الري من مكان إلي آخر نتيجة صعوبة التضاريس. والأفضل أن تتجه إثيوبيا بمساعدة دول حوض النيل خاصة مصر في تطوير الزراعة المطرية والحد من انجراف التربة.

السدود في إثيوبيا:

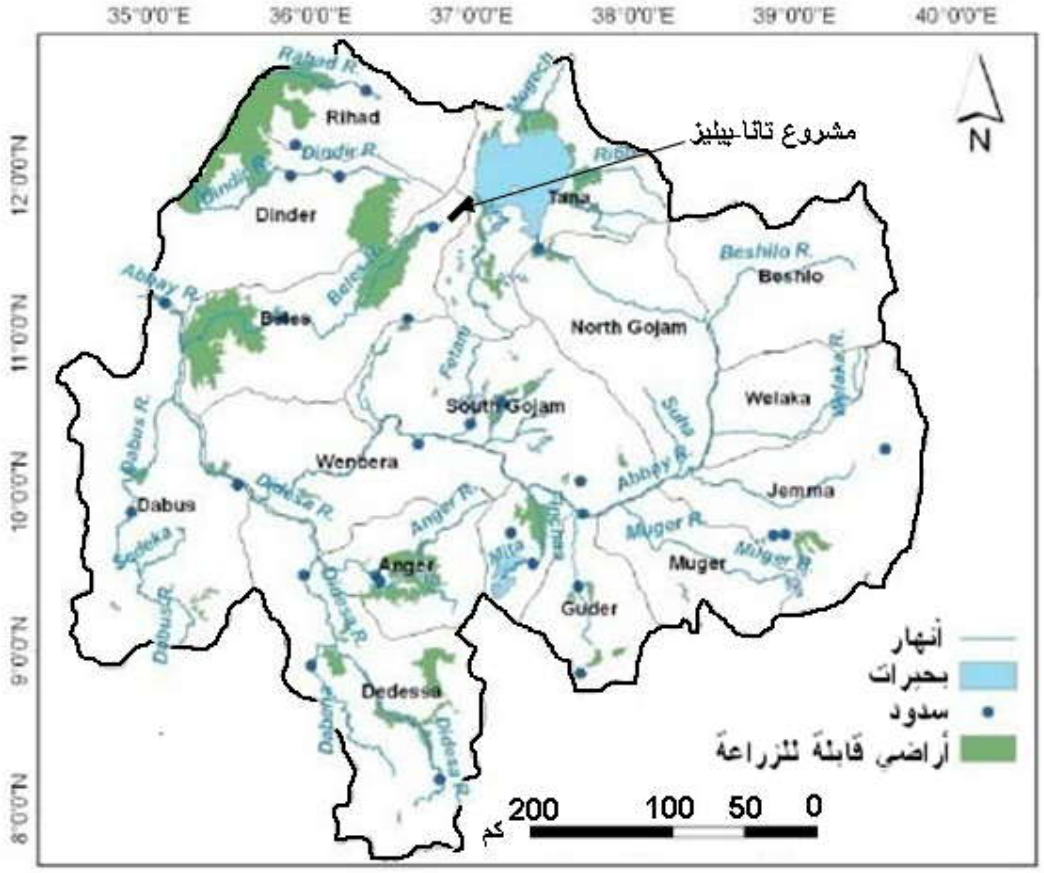
إثيوبيا هي أكثر دول الحوض معاناة من نقص المياة رغم أنها المساهم الرئيسي في مياة النيل، وليس لدول المصب دخل في هذا الوضع، حيث أن طبيعة الأراضي الإثيوبية لاتصلح لإقامة سدود كبري لتخزين المياه مهما كانت التكنولوجيا المستخدمة، ومع ذلك فإن إثيوبيا أكثر دول الحوض ملائمة لعمل مشروعات توليد كهرباء تكفي جميع دول الحوض. علي الرغم من هذه الإمكانات الهائلة للحصول علي الطاقة الكهرومائية إلا أن أكثر من ٨٨٪ من السكان طبقاً لتقرير البنك الدولي يعيشون بدون كهرباء، حتي من يحصل عليها يعاني من انقطاع التيار الكهربائي. طبقا لتقارير البنك الدولي يصل نصيب الفرد من استهلاك الطاقة في عام ٢٠٠٧ حوالي ٢٥ كيلو وات ساعة/سنة علماً بأن متوسط استهلاك الفرد الذي يعيش في مستوي متوسط يقدر ٥٠٠ كيلو وات ساعة/سنة. تشكل الطاقة الكهرومائية حوالي ٨٥% من إجمالي الطاقة الكهربائية في إثيوبيا (٧٦٧ ميجاوات).

نفذ مكتب الاستصلاح الأمريكي دراسة موسعة عن حوض النيل الأزرق أعوام ١٩٥٣ -١٩٦٣، وقد نشرت هذه الدراسة في ١٧ مجلداً (Waterburry, 2002). حددت تلك الدراسة ٢٦ موقعاً لإنشاء سدود متعددة الأغراض على طول النيل الأزرق والروافد الرئيسية. وتحاول إثيوبيا تنفيذ بعضها.

تواجه الحكومة الإثيوبية تحدياً هائلاً متمثلاً في توفير الطاقة لتلبية احتياجات شعبها ودعم النمو الاقتصادي. وفي الخطة الرئيسية تسعي إلي زيادة إنتاج الكهرباء بمقدار خمسة أمثالها على مدى السنوات الخمس المقبلة (جدول ٣)، وتوجد تحت الانشاء خمسة مواقع إضافية للطاقة الكهرومائية بسعة إجمالية قدرها ٣١٢٥ ميجاوات (شكل ١٠). اثنان من هذه المواقع تم افتتاحهما بالفعل إلا أنهما سرعان ما توقفا لأسباب جيولوجية وفنية، وهما تاكيزي (٣٠٠ ميجاوات) وجيبي٢ (٤٨٠ ميجاوات)، وفي مايو ٢٠١٠ تم الإعلان عن الإنتهاء من تانا-بيليز (٤٦٠ ميجاوات). وفيما يلي ملخص سريع لأهم المشروعات الإثيوبية:



(شكل ٨) الزراعة المروية القائمة والممكنة (Denekew and Awualchew, 2010).



(شكل ٩) الزراعة المروية الممكنة في حوض النيل الأزرق (Awualchew, 2008).

أولاً: مشروعات داخل حوض نهر النيل:

١- سد شارا شارا Chara Chara Weir (حوض النيل الأزرق):

إنشا سد شارا شارا علي مخرج بحيرة تانا لكي ينظم تدفق المياة منها إلي النيل الأزرق، والذي يقع عليه المحطة الكهرومائية تيس أباي Tis Abbay I&II، علي بعد حوالي ٣٢ كم من البحيرة، وهذا هو السد الوحيد الذي يقع مباشرة علي المجري الرئيسي للنيل الأزرق، ويبلغ إرتفاعه متر واحد فقط. بدأ بناء السد في عام ١٩٨٤، ثم توقف العمل به، إلي أن بدأ مرة أخري عام ١٩٩٤ واكتمل إلى حد كبير في مايو ١٩٩٦ (McCartney et al., 2009). بدأ هذا السد ببوابتين (٤,٨ م عرض، ٤,٥ م ارتفاع)، تبلغ سعة كل منهما ٧٠ م^{٣}/ث، لإنتاج الكهرباء من تيس اباي ١. وبعد ذلك تم إضافة خمسة بوابات أخري عام ٢٠٠١. وتم الانتهاء من محطة الطاقة الثانية (تيس اباي ٢)، لإنتاج ٧٢ ميجاوات والتي تمثل ١١٪ من إجمالي الكهرباء في إثيوبيا (٧٣١ ميجاوات). تبلغ السعة التخزينية لبحيرة تانا بين منسوبي ١٧٨٤ و ١٧٨٧ م، حوالي ٩,١ مليار م^{٣}، يتصرف إلي النيل الأزرق ٣,٧ مليار م^{٣}/سنة لتشغيل محطتي تيس اباي ٢،١، والباقي يفقد بالبخر والتسرب.

وقد بنيت خلال الفترة ١٩٦٠-١٩٧١ ثلاثة سدود: كوكا وأواش ١ و ٢، بإجمالي طاقة كهربية مقدارها ١٠٧,٢ ميجاوات (Hathaway, 2008)، وتم تمويل السد الأول من إيطاليا.

٢- سد فينشا Fincha (حوض النيل الأزرق):

أنشا سد Fincha عام ١٩٧٣، ويغطي مساحة حوض نهر فينشا نحو ١٣١٨ كم^{٢}، وهو حوض صغير من أحواض النيل الأزرق، علي ارتفاع يتراوح بين ٢٢٠٠ - ٣١٠٠ م. معظم المنطقة (٨٠%) عبارة عن هضبة (٢٢٠٠- ٢٤٠٠ م). سد فينشا يصل ارتفاعه إلي ٢٠ متراً بقمة طولها ٣٤٠ م، مساحة الخزان ٣٩٣ كم^{٢} بسعة تخزينية حوالي ١٨٥ مليون م^{٣}، ويقوم بانتاج طاقة قدرها ١٢٨ ميجاوات (HARZA Engineering Company 1975). تم تحويل نهر Amarti إلي Fincha من خلال نفق عام ١٩٨٧، لتزداد سعته التخزينية إلي ٤٦٠ مليون م^{٣}. ووقعت إثيوبيا والصين على اتفاق ٢٤ سبتمبر ٢٠٠٧ لمنح إثيوبيا قرضاً بقيمة ٢٠٨ مليون دولار للمشاريع بما في ذلك بناء مشروع الطاقة الكهرمائية على نهر نيشي Neshe (Finchaa-Amarti-Neshe) بإجمالي ١٠٠ ميجاوات (HydroWorld, 2007)، واللذان يتكلفان ٢٧٦ مليون دولار أمريكي، علي أن تقوم الحكومة الإثيوبية بتدبير الباقي ٦٨ مليون دولار. ويقدر مقدار الطاقة المنتجه حالياً بحوالي ١٢٧ ميجاوات.

٣- سد تاكيزي Tekeze (حوض تاكيزي/عطبرة):

يقع سد تاكيزي Tekeze على نهر تاكيزي/عطبرة في منطقة تيجري Tigre وعلي الحدود الغربية مع أمهرة Amhara شمال إثيوبيا. ينبع نهر تاكيزي من جبال سيمين Simien. ويعرف نهر تاكيزي بسيتيت Setit في غربي إثيوبيا وإريتريا وشرق السودان. ويصل طول النهر إلي ٦٠٨ كم داخل

إثيوبيا ، ويتميز بعمق مجراه والذي يصل في بعض المناطق إلي أكثر من ٢٠٠٠ متر. تبلغ مساحة منطقة مستجمعات المياه الى نحو ٦٨ ألف كم^{٢} معظمها (٧٠%) تقع علي ارتفاع أكبر من ١٥٠٠م. بينما الأراضي المنخفضة (٥٠٠ إلي ١٠٠٠ متر فوق سطح البحر) تكون شريط عرضه ٣٠ – ١٠٠ كم، بطول ١٥٠ كم على طول الحدود السودانية (Behailu and Nata, 2005).

يتراوح هطول الأمطار السنوي بين ٧٠٠-١٢٠٠ مم بمتوسط ٨٥٠ مم/سنة. حوالي ٩٠% من تدفق النهر يتركز في الفترة من يونيو إلي سبتمبر، كما هو الحال في حوض النيل الأزرق. يقع السد علي إرتفاع حوالي ١١٠٠ م فوق سطح البحر.

ويهدف سد تاكيزي إلي توليد ٣٠٠ ميجاوات كهرباء من خلال ٤ توربينات، وتتراوح سعة التخزين الإجمالية حوالي ٩,٢٣ مليار م^{٣}، وسعة التخزين الميت ٤ مليار م^{٣} (EEPCo, 2010). تبلغ كمية الجريان السطحي السنوي في إقليم تيجري حوالي ٩ مليار م^{٣} (GebreMedhin and Kiflom, 1997)، وعند منطقة السد حوالي ٣,٧٥ مليار م^{٣}، وبالتالي يحتاج الخزان إلي حوالي ٣ سنوات لكي يمتلئ، والأراضي القابلة للري تصل إلي حوالي ٢٠٠ ألف فدان في حوض تاكيزي (Denekew and Awualchew, 2010).

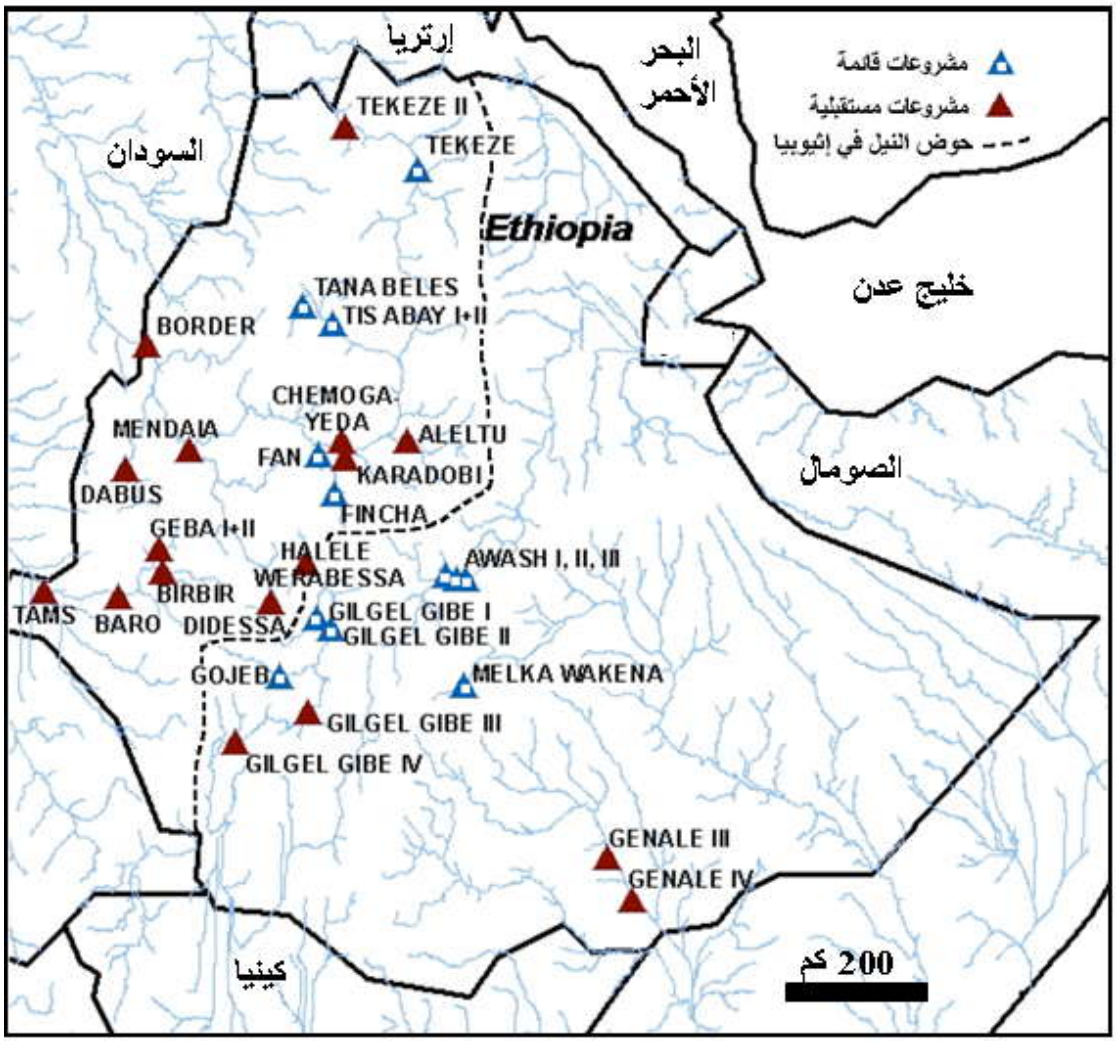
سد تاكيزي من النوع المقوس double curvature arc، ويصل ارتفاعه إلي ١٨٨ م، وهو بذلك أعلي سد حالياً في أفريقيا، متخطياً الرقم القياسي لأعلى سد أفريقي ١٨٥ م وهو لسد كاتسي Katse المقوس في ليسوتو، ويبلغ طول قمة السد ٤٦٠ م.

بدأ العمل في إنشاء سد تاكيزي عام ١٩٩٩، وتم افتتاحه في ١٤ نوفمبر ٢٠٠٩، بعد تأخير حوالي سنتين عن الموعد المقرر، وبتكلفة إضافية قدرها ١٦٠ مليون دولار (٤٤%)، بعد التغلب علي كثير من العوائق الجيولوجية، خاصة الإنهيار الصخري الذي حدث في ابريل ٢٠٠٨ (International Rivers, 2010)، ثم توقف العمل به بعد أشهر قليلة لعدم وجود مياه كافية تتخطي التخزين الميت، وتصل كمية المياة الموجودة حالياً وقبل أمطار ٢٠١٠ إلي٥٢%؛ كما أن هناك إنهيار جزئي في أحد أجزائه، وهو الآن في إنتظار موسم المطر الجديد ٢٠١٠ الذي يبدأ في يوليو. يقدر عمر السد بحوالي ٥٠ عاماً، بمعدل إطماء ٧٥ مليون م^{٣}/سنة، وتخزين ميت ٤٠% (٣,٧ مليار م^{٣}) (Aforki, 2006). ولكن يستنتج من الدراسات السابقة، أن معدل الاطماء في تاكيزي أكبر من ذلك بكثير(Ahmed and Ismail, 2008)، وأن عمر السد لن يتجاوز ٢٥ عاما.

المصدر الرئيسي تمويل هذا المشروع غير معلوم، إلا أن هناك معلومات تفيد بأن التمويل بالكامل جاء من قبل الحكومة الإثيوبية بعدما رفض البنك الدولي دعم المشروع. وبلغت اجمالى تكلفة المشروع ٣٦٥ مليون دولار أمريكي. وأسند هذا المشروع إلي شركة الموارد والطاقة المائية الصينية Sinohydro بنظام الأمر المباشر أيضا كما حدث من قبل في إسناد مشروعات جيبي الثلاثة إلي

(جدول ٣) المشروعات المائية الإثيوبية القائمة والمستقبلية (Wikipedia, 2010).

المشروعات القائمة							
الأسم	السعة الأصلية ميجاوات	الحوض	التكلفة مليون	الممول	الشركة	تاريخ الإنتهاء	ملاحظات
Fincha	134	النيل الأزرق				1973	طاقة – ري
Gibe I	184	أومو	$331	البنك الدولي	Salini (bid)	2004	
Tekeze	300	عطبرة	$365	الصين China Exim Bank ($50 million)	Sinohydro Corporation (bid)	2009	طاقة. ري متوقف لعدم وجود مياة كافية
Tana-Beles	460	النيل الأزرق	$582	إثيوبيا	Salini (no bid)	2010	ري 140,000 ha
Gibe II	420	أومو	$600	إيطاليا- بنك الاستثمار الأوروبي- إثيوبيا (٣٠%)	Salini (no bid)	2010	متوقف لإنهيار جزء من النفق
المشروعات الجارية / المستقبلية							
Gibe III	1870	أومو	Euro 1550	إيطاليا	Salini (no bid)	2012-2013	يواجه إنتقادات بيئية حادة
Fincha Amerti Nesse	100	النيل الأزرق	$276	Exim Bank of China	China Gezhouba Group Co. (CGGC)	?	
Halele Worabese	440	أومو	Euro 470	FairFund?	Sinohydro Corporation	2014	
Gilgel Gibe IV	2000	أومو	$1900	الصين	Sinohydro Corporation	2014	
Chemoga Yeda	278	النيل الأزرق	$555	الصين	Sinohydro Corporation	2013	
Genale Dawa III	256	بين أرومو والصومال	$408	الصين	Chinese CGGC	منح في 2009	



(شكل ١٠) المشروعات المائية في إثيوبيا (Block and Strzepek, 2010).

شركة ساليني الإيطالية. وهناك أقاويل بأن الصين ساهمت بمبلغ ٥٠ مليون دولار ومصدر آخر (Taiwanese news) يفيد بأن الصين تكفلت بجميع التكاليف (Wikipedia, 2010). والسرية التي أحاطت بتمويل مشروع تاكيزي غير عادية، ربما لحساسية المشروع بالنسبة إلي مصر، حيث أن سعة الخزان تعد الأكبر في جميع الخزانات الإثيوبية الحالية، والأكثر تأثيرا علي مياة النيل من الناحية النظرية، أما عمليا فلن يملأ الخزان في عام واحد بل يحتاج إلي ثلاث سنوات علي الأقل في حالة عدم إمرار مياة لتوليد الكهرباء، وهذا لن يحدث لأن الغرض الأساسي هو توليد كهرباء من خلال أربعة توربينات. ولكي تقوم هذه التوربينات بمهمتها لابد من السماح بامرار معظم المياة السنوية (حوالي ٣ مليار م^{٣}). ومن المتوقع أن يبدأ توليد الكهرباء مع أمطار هذا العام (سبتمبر ٢٠١٠) وسوف تتوقف مرة أخري بعد عدة أشهر لعدم كفاية كمية المياة المخزنة، وسوف يستمر هذا الوضع لعدة سنوات إلي أن يمتلئ الخزان بكامل سعته، حينئذ سوف يستمر توليد الكهرباء علي مدار العام.

وبالتالي فإن حصة مصر لن تتأثر كثيراً من حيث كمية المياة المخزنة، وإن حدث فسوف يكون في حدود ١-٢ مليار م^3 في السنوات الأولي نتيجة التخزين وبعض الاستخدامات للري والبخر وأيضا تسرب جزء من المياة، لأن منطقة الخزان ضعيفة جيولوجيا وصخورها (بازالت- حجر جيري- طفلة) تسمح بالتسرب. ولكن الأخطر أن إثيوبيا تعمل علي بناء سد آخر علي نفس النهر وقبل حدودها مع إريتريا ويسمي تاكيزي٢ ، مما قد يحجز جزء آخر من المياة التي تصل إلي السودان ومصر.

أما من حيث توقيت وصول المياة إلي مصر فمن المتوقع أن يتأخر حوالي ٢ مليار م^3 عن الموعد المعتاد (يوليو-أكتوبر) وتتوزع علي باقي العام.

٤- تانا-بيليز Tana-Beles (حوض النيل الأزرق):

يقع مشروع تانا-بيليز في منطقة أمهرة (شمالي غرب إثيوبيا)، علي بعد حوالي ١٥٠ كم من مدينة بهير دار، علي الجانب الجنوب الغربي من بحيرة تانا (شكل ١٠). تانا-بيليز ليس سداً أو وخزاناً للمياه بالمعني المعروف، ولكنه عبارة عن نفق لنقل المياه من حوض بحيرة تانا إلي حوض نهر بيليز بدون تخزين مياة، والإثنان عبارة عن حوضين صغيرين من جملة ١٦ حوض صغير يشكلون حوض النيل الأزرق، وهما معاً يشكلان ١٥% من مساحة الحوض الأكبر.

أي أن نفس كمية المياة سوف تصل إلي مجري النيل الأزرق الرئيسي ولكن عن طريق مختلف ومختصر. تساهم بحيرة تانا بمقدار ٣,٨ مليار م^3 في مياة النيل الأزرق، ونهر بيليز بحوالي ١,١٥ مليار م^3 سنوياً (Ahmed and Ismail, 2008).

ويهدف هذا المشروع إلي إنتاج طاقة كهربية مقدارها ٤٦٠ ميجاوات، من خلال إندفاع المياة من المنسوب الأعلي عند بحيرة تانا (١٨٠٠ م) إلي المنسوب الأقل في حوض بيليز (١٥٣٥ م) بفارق ٢٧٥ م خلال ١٢ كم، بالإضافة إلي ري حوالي ٣٦٠ ألف فدان مستقبلاً (Goor et al., 2010).

تم اسناد المشروع من قبل شركة الطاقة الكهربائية الإثيوبية (EEPCo) عام ٢٠٠٥ إلي الشركة الايطالية ساليني Salini Construttori، بإجمالي تكلفة ٤٦٧ مليون يورو، والتي تعاقدت من الباطن مع شركة SELI بمبلغ ٤٨,٧٩١ مليون يورو لحفر نفقين وتبطينهما بقطاعات خرسانية سابقة الصب (SELI, 2009):

١- نفق في المقدمة يبدأ من بحيرة تانا Headrace طوله ١٢ كم بقطر ٨,١ متر.

٢- نفق في النهاية وبعد محطة الكهرباء Tailrace طوله ٧,٢ كم بقطر ٨,٠٣ متر ويصب في نهر جيهانا Jehana أحد روافد نهر بيليز.

٣- بطانة خرسانية سابقة الصنع بسمك ٣٠ سم.

بدأ تنفيذ المشروع في ٨ يونيو ٢٠٠٦ بحفر النفق في صخور بركانية بازلتية وفتات بركاني phyroclostics، وتم افتتاحه في ١٤ مايو ٢٠١٠ (يوم توقيع اتفاق عنتيبي)، بتأخير عام عن

موعده المحدد (فبراير ٢٠٠٩). وقد تلقت الحكومة الإثيوبية ائتمان من المؤسسة الدولية للتنمية نحو تكلفة مشروع تانا-بيليز. كما أنها أجرت مفاوضات مع الحكومة الفلندية لدعمها في تنمية منطقة المشروع بمبلغ يصل إلي ٢٢,٨ مليون يورو خلال الخمسة سنوات القادمة ٢٠١١-٢٠١٦ (Report, 2010). وإلي الآن لم يعمل المشروع كما هو متوقع منه إلي أن تنتهي الحكومة الإثيوبية من خطوط الكهرباء التي توصله بالشبكة الوطنية (WRR, 2010).

ثانياً: مشروعات خارج حوض نهر النيل:

١- سد كوكا Koka (حوض نهر أواش Awash):

حوض نهر أواش هو من أهم الأحواض في إثيوبيا، حيث يوجد به حوالي ٧٠% من الزراعة المروية في إثيوبيا. ويغطي مساحة ١١٣٠٠٠ كم٢، ويعيش عليه أكثر من ١٠,٥ مليون نسمة، ويتميز بوجود البحيرات المالحة. ينبع نهر أواش من هضبة عالية قرب بلدة جينشيGinchi غرب أديس أبابا، ويتدفق على طول الوادي الأخدودي إلي مثلث عفار بطول ١٢٠٠ كم، حيث ينتهي عند بحيرة أبي Abbe علي الحدود الصومالية. تم إنشاء سد كوكا عام ١٩٦٠ جنوب شرق أديس أبابا بحوالي ١٠٠ كم وعلي إرتفاع ١٥٥١ متر فوق سطح البحر. الأهداف من إنشاء السد هي الحماية من الفيضانات وتوليد كهرباء (٤٣,٢ ميجاوات) (Achamyeleh, 2003) لإنارة أديس أبابا ومدينة دير داوا Dire Dawa، وتخزين حوالي ١,٨٥ مليار م^{٣} في خزان مساحته ٢٣٦ كم^{٢}، لري حوالي ١٧٠ ألف فدان. يصل إرتفاع السد إلي ٤٢ م وطول القمة ٤٢٦ م، معدل سرعة ترسيب الطمي تتراوح بين ١٣-٢٠ مليون م^{٣} سنوياً، أي أن السعة التخزينية انخفضت بمقدار ٧٨,٤% (NBCBN, 2005)، وهو الآن لا يستطيع حماية المنطقة من أخطار الفيضانات. كما أنشأ وحدتان أخرتان لتوليد الكهرباء هما أواش٢ عام ١٩٦٦ بقدرة ٣٢ ميجاوات، وأواش٣ عام ١٩٧٤ بقدرة ٣٢ ميجاوات أيضاً، لتوليد طاقة إجمالية سنوية للثلاث وحدات مقدارها ١٠٧ ميجاوات (١٤% من إجمالي الطاقة الكهرومائية).

٢- جيبي١ Gibe I (حوض نهر أومو):

أنشأ سد جيبي١ (١٨٤ ميجاوات) في عام ٢٠٠٤ بتكلفة قدرها ٣٣١ مليون دولار أمريكي علي نهر جيبي الصغير Gilgel Gibe (أحد روافد نهر جيبي)، وعلي بعد ٢٦٠ كم من أديس أبابا. وقد تم الانتهاء من المشروع في إطار مشروع البنك الدولي ١٩٩٧ بعنوان "الحصول على الطاقة الثاني" (Hathaway, 2008). يصل ارتفاع السد إلي ٤٠ م، وتبلغ مساحة حوض التجميع حوالي ٤٢٠٠ كم^{٢}، ومساحة الخزان حوالي ٦٣ كم^{٢}، بسعة تخزينية قدرها ٩١٧ مليون م^{٣} (The Gilgel Gibe Affair, 2008). أدي تكوين الخزان إلي إزاحة حوالي ١٠ آلاف نسمة، استخدم في بناء هذا السد الركامي اكثر من ثلاثة بليون م^{٣} من الحجارة ويعتبر الأول من نوعه في إثيوبيا. كمية الإطماء السنوي تصل إلي ٤٥ مليون طن، قد تشغل حوالي ٣٧ مليون م^{٣} سنوياً (Devi et al., 2008)، مما يعني

أن بحيرة السد سوف تمتليء تماماً بالرواسب في أقل من ٢٥ عاما إذا لم يتم التخلص ولو علي جزء من هذه الرواسب.

تم تمويل المشروع من قبل البنك الدولي (٢٠٠ مليون دولار)، وبنك الاستثمار الأوروبي (٤١ مليون يورو)، والتعاون الإنمائي النمساوي وحكومة إثيوبيا. وقامت بأعمال البناء شركة سالينى الايطالية Salini Costruttori بالاشتراك مع ١٥ شركة عالمية (The Gilgel Gibe Affair, 2008).

٣ – جيبي٢ Gibe II (حوض نهر أومو):

في عام ٢٠٠٤، منحت اديس ابابا في العقد الثاني لإنشاء جيبي٢ إلى الشركة الإيطالية، سالينى Salini Costruttori، ويقع جيبي٢ علي بعد ٢٤٠ كم جنوب غرب أديس أبابا (شكلى ٩ –١٠). يهدف جيبي٢ إلي إنتاج ٤٢٠ ميجاوات عن طريق سحب المياه من نهر جيبي (خزان جيبي١) المرتفع إلي نهر أومو (المنخفض) من خلال نفق طوله ٢٥.٨ كم داخل جبل فولا Fola، بقطر ٣,٦ م، وتصريف قدره ١٠٠م^{٣}/ث (DeBiase et al., 2009)، وفارق منسوب ٥٠٥ م. ويمر هذا النفق بالكامل في صخور بركانية (غالباً بازلت وتراكيت مع طبقات ضعيفة من صخور الرماد البركاني tuff) بها العديد من الفوالق والتشققات، مما يشكل صعوبات كبيرة في الانشاء. وكان مخططاً أن يكتمل المشروع في نهاية عام ٢٠٠٧، ولكن نظراً للصعوبات الجيولوجية التي أدت إلى تكاليف غير متوقعة، تأخر الافتتاح حتى يناير ٢٠١٠.

بلغت تكلفة المشروع ٦٠٠ مليون دولار، ساهم برنامج التعاون الايطالي للتنمية بقرض ٢٢٠ مليون يورو، و٥٠ مليون يورو قرض من بنك الاستثمار الأوروبي، والباقي تكفلت به الحكومة الإثيوبية. ويعد هذا القرض أكبر القروض التي منحتها إيطاليا منذ إنشاء صندوق مساعدات التنمية الايطالي، لتمويل المشروع الذي كان قد تم التعاقد عليه مع الشركة الإيطالية سالينى بدون عمل مناقصة دولية أو دراسة جدوي، في انتهاك لجميع المعايير الوطنية والدولية على الشفافية والمنافسة العادلة، في مارس ٢٠٠٦ قام مكتب المدعي العام في روما باتخاذ الإجراءات الجنائية المتعلقة بدعم مشروع جيبي٢. ومن المفارقات أن وافقت ايطاليا رسميا علي إلغاء ٣٠٠ مليون يورو ديون مستحقة على إثيوبيا (DeBiase et al., 2009). تم افتتاح مشرع جيبي٢ في ١٣ يناير ٢٠١٠، بعد تأخير أكثر من سنتين عن الموعد المحدد (نهاية ٢٠٠٧). وبعد مرورعشرة أيام من الافتتاح حدث إنهيار في جزء من النفق، أدي إلي توقف المشروع، ومن المتوقع أن يتكلف الإصلاح حوالي ٢٥ مليون دولار (Intenational Rivers, 2010)، ويستغرق أكثر من ٦ أشهر. الإنهيار حدث علي بعد حوالي ٩ كم من بوابة الخروج من جيبي١، وعلي عمق ٨٠٠ م، نتيجة انهيار صخري (غرين – طين – كتل صخرية حتي قطر ٢٣ م) علي امتداد فالق رئيسي، أدي إلي تدمير حوالي ١٥ م من جسم النفق. هذا

الانهيار لم يكن مفاجأة، بل السرعة التي حدث بها هي المفاجأة الحقيقية، خاصة وأن التوقيت لم يكن ذروة فيضان ولم يحدث نشاط زلزالي أو أي سبب أخر من الأسباب المتوقعة. إعادة العمل لمشروع جيبي٢ سوف يضيف أكثر من ٥٠% من جملة الطاقة الكهرومائية في إثيوبيا، إلا أن هذا المشروع وغيره من المشروعات الضخمة في إثيوبيا سوف يظل دائما في خطر نتيجة العوامل الجيولوجية المختلفة، وهذا ما جعل شركة سالليني أن تشترط في العقد بأن لا تكون مسؤلة عن أي مخاطر يكون سببها عوامل جيولوجية، وبالتالي فهي غير مسئولة عن تكلفة الاصلاحات الناجمة عن الفوالق الجيولوجية والانهيارات الصخرية.

٤- **جيبي٣ Gibe III (حوض نهر أومو):**

في ١٩ يوليو ٢٠٠٦، وقعت شركة سالينى وإثيوبيا عقداً جديداً لبناء سد جيبي٣ Gibe III على نهر أومو، وهو أكبر مشروع للطاقة الكهرومائية في إثيوبيا، مع سد ارتفاعه ٢٤٤ مترا، وبذلك يكون أعلي سد في العالم, وسوف يقوم بتوليد ١٨٧٠ ميجاوات، بتكلفة إجمالية قدرها ١,٥٥ بليون يورو. هذا العقد، كنظيره السابق في جيبي٢، قد تم من خلال الأمر المباشر دون إجراء عملية العطاءات الدولية. وارتفاع السد هذا ليس ميزة، حيث فرضت طبيعة الوادي الضيق والعميق هذا الارتفاع، بل هندسياً يزداد المشروع ضعفاً كلما ازداد ارتفاعاً وبالتالي يحتاج إلي تكلفة أكبر للتغلب علي هذه المشكلة. ويقع سد جيبي٣ في منطقة حوض أومو العليا، التي تتميز بهضبة كبيرة مع وادي طويل وضيق نسبيا حيث تدفق مياه النهر الذي يصل انحداره إلي ٣,١ م/كم، وعلي بعد ١٥٠ كم جنوباً من مخرج جيبي٢ (شكل ١٠). سوف يكون هذا السد بحيرة تخزين طولها ١٥٥ كم، وبمساحة سطح قدرها ٢٠٠ كم^{٢}، وسعة تخزينية قدرها ١١,٧٥ مليار م^{٣}. بعد السد يستمر جريان نهر أومو لمسافة ٦٠٠ كم جنوبا مخترقا محمية اومو الطبيعية إلي أن يصل إلي بحيرة توركانا (كينيا)، وهو المصدر الرئيسي (٩٠%) في تغذية البحيرة بالمياة (EEPCo, 2009). ونظراً لحجم الخزان الكبير، فسوف تغرق المياة ١٢٠٠ فدان من الأراضي الزراعية وحوالي ٦٥ ألف فدان من الغابات النهرية والشجرية بالإضافة إلي جوانب النهر التي تستخدم في الرعي، وسوف يتأثر مايقرب من مليون نسمة في كل من إثيوبيا وكينيا. ومن المتوقع أن تنشأ مشكلة سياسية بين الدولتين في حال الاستمرار في تنفيذ هذا المشروع. ويخشي كثير من علماء البيئية من تغير النظام البيئي في المنطقة. وتفكر الحكومة الإثيوبية في إنشاء جيبي٤ عل نفس النهر وتعطيه أيضا لشركة سالليني الايطالية.

ولقد بدأ العمل بالفعل في إنشاء سد جيبي٣ في منتصف ٢٠٠٦ وبنفس الأخطاء التي أرتكبت في جيبي٢ من حيث عدم إجراء البحوث الجيولوجية والبيئية الدقيقة. ويواجه المشروع مشكلة تمويل كبيرة جداً حيث إنسحب بنك الإستثمار الأوروبي، وبالنسبة للحكومة الصينية، لا يدخل هذا المشروع في دائرة اهتمامها، والبنك الدولي لا يرغب في تمويل مشروعات توليد كهرباء لضعف الطلب عليها وبالتالي

عدم جدواها الاقتصادية. بنك التنمية الأفريقي يبدي تعاطفاً مع المشروع وينوي الاشتراك بحوالي ٢٠٠ مليون دولار أمريكي، إلا أنه يتروي حتي يري كيف تتصرف الحكومة الإثيوبية في تدبير التمويل اللازم والذي يصل إلي ١٥٥٠ مليون يورو. موقف الحكومة الإيطالية اقترب رسميا من قبل وزير الشؤون الخارجية الإثيوبية للحصول على قرض ٢٥٠ مليون يورو، ولكن رد فعل ايطاليا الرسمي يقول أن إيطاليا قد توافق على قرض جديد لجيبي٣ فقط بعد الانتهاء من جيبي٢. رفضت وكالة ائتمان الصادرات الايطالية SACE رسميا وكالة تصدير الإئتمان الإيطالية بناء على طلب من سالينى لتصدير ضمان الائتمان، وهو تكرار لقرار عام ٢٠٠٦ بشأن طلب سالينى فيما يتعلق جيبي٢ (DeBiase et al., 2009).

الخلاصة:

تعاني إثيوبيا من العديد من المعوقات الطبيعية التى تواجها عند إقامة مشروعات تنموية منها:

١- التوزيع الزمنى الغير متجانس للأمطار، حيث تهطل الأمطار في فصل واحد فقط وقصير (يونيو ويوليو وأغسطس)، عكس معظم دول المنبع التي تسقط عليها الأمطار معظم العام.

٢- التوزيع الجغرافى الغير متجانس أيضا لسقوط الأمطار.

٣- ارتفاع معدل البخر والذي يصل متوسطه إلي ٨٧%.

٤- صعوبة التضاريس حيث الانحدارات الشديدة (١-٢%) والأودية الضيقة العميقة .

٥- نوع الصخور يلعب أيضاً دوراً سلبياً بالنسبة لمشروعات تخزين المياه فى إثيوبيا، إذ تشكل الصخور الصلبة حوالي ٧٥% من مساحة السطح (بازلت ٥٠% وصخور ماقبل الكمبري المتحولة ٢٥%)، أما الـ٢٥٪ المتبقية فأغلبها صخور رسوبية جيرية متشققة، وبالتالي صخور غير مناسبة لتكوين خزانات مائية سواء كانت سطحية أو جوفية. التعرية الشديدة للصخور ومايصحبها من إطماء حيث يصل المتوسط السنوي لكمية الطمي المنقولة إلي أكثر من ١٢ طن للفدان، وقد تسبب هذا الإطماء في خفض السعة التخزينية للسدود السودانية المنشاة علي الأنهار النابعة من الأراضي الإثيوبية بنسبة ٥٠ إلي ٧٥%، في حين أن السعة التخزينية للسد العالي لم تتأثر كثيراً (حوالي ١,٥% خلال الأربعين عاماً الأخيرة) ويرجع ذلك إلي السدود الإثيوبية والسودانية التي تحجز معظم الطمي قبل أن يصل إلي السد العالي.

٦- كثرة الزلازل نتيجة مرور الأخدود الأفريقي بإثيوبيا والذي يقسمها نصفين وكذلك كثرة الفوالق والتشققات في الصخور الإثيوبية.

المشكلة الحالية تكمن في أن إثيوبيا هي أكثر دول الحوض معاناة من نقص المياة رغم أنها المساهم الرئيسي في مياة النيل، وليس لدول المصب دخل في هذا الوضع، حيث أن طبيعة الأراضي الإثيوبية لاتصلح لإقامة سدود كبري لتخزين المياه، وإذا أقيمت فإنها ستكون معرضة للإنهيار نتيجة المخاطر

الطبيعية الشديدة التي يمكن أن تكون لها آثار وخيمة علي السكان والمنشئات الإثيوبية. أيضاً صعوبة نقل المياه والري السطحي لوعرة التضاريس. وبناء علي هذه الحقائق يأتي تعامل مصر مع دول حوض النيل مبنياً علي روح الأخوة الأفريقية والتعاون المشترك لا للإبتزاز السياسي. وأن يستمر دور مصر في التعاون وتقديم يد العون والمساعدة للدول الأفريقية وخاصة دول حوض النيل في شتي المجالات خاصة التعليم والري والزراعة والكهرباء والصناعة.

المراجع

Abay, A., 2010, Microsoft PowerPoint-experience of dam harvest failure pin Northern Ethiopia.http://www.unipv.eu/on-line/en/Home/InternationalRelations/CICOPS/documento5707.html

Achamyeleh, K. 2003, Integrated flood management case study1 Ethiopia: integrated flood management, the associated programme on flood management, 14p.

Aforki H. G., 2006, Sediment studies for Tekeze hydropower development, University Library (BIBSYS), Norwegian Centre for International Cooperation in Highe Education.

Ahmed, A.A. and Ismail, U.H., 2008, Sediment in the Nile River System, UNESCO, 93p.

Alemayehu, T., 2006, Groundwater occurrence in Ethiopia, UNESCO, 106p.

Arsano, Y., 2007, Ethiopia and the Nile Dilemmas of National and Regional Hydropolitics, Ph.D. Thesis, Faculty of Arts, University of Zurich, 320p.

Awulachew, S.B., McCartney, M., Steenhuis, T.S. and Abdalla A. Ahmed, A.A., 2008, A Review of Hydrology, Sediment and Water Resource Use in the Blue Nile Basin, Working Paper 131, International Water Management Institute, 81p.

Awulachew, S.B., Yilma, A.D., Loulseged, M., Loiskandl, W., Ayana, M. and Tena Alamirew, T., 2007, Water Resources and Irrigation Development in Ethiopia, International Water Management Institute, Working Paper 123, 66p.

Ayele, A., and Arvidsson R., 1998, Fault mechanisms and tectonic implication of the 1985–1987 earthquake sequence in south western Ethiopia, J. Seismol., 1: 383–394.

Bartl, P. and Muller, J., 2007, Horn of Africa Natural Hazard Probability and Risk Analysis, Humanitarian Information Unit U.S. Department of State, 17p. www.preventionweb.net

Behailu, M. and Nata, T., 2005, Monitoring productivity of water in agriculture and interacting systems: the case of Tekeze/Atbara River Basin in Ethiopia, International Water Management Institute, Conference Papers No. h037543.

Block, P., and K. Strzepek, 2010: Economic Analysis of Large-scale Upstream River Basin Development on the Blue Nile in Ethiopia Considering Transient Conditions, Climate Variability, and Climate Change, Journal of Water Resources Planning and Management 136(2): 156-166.

Bshar, K.E., Chane, B., Kizza, M., Abebe, M., Soliman, M.A., Mengiste, A., Gebeyehu, A., Seleshi, Y. and Boeriu, P., 2005, Nile Basin Capacity Building Network "NBCBN", River Structures research Cluster, Group II, Microdams, 30p.

COSAERT/WAPCOS (Commission for Sustainable Agriculture and Environmental Rehabilitation in Tigray and Water and Power Consultancy Services (India) Limited (COSAERT/WAPCOS, 2001, Suluh Valley Integrated Rural, Agriculture and Water Resources Development Study, Identification and Reconnaissance Report. Mekele, Tigray, Ethiopia.

DeBiase, A., Grandori, R., Bertola, P. and Scialpi, M, 2009, Gibe II tunnel project - Ethiopia - 40 bars of mud acting on the TBM "Special designs and measures implemented to face one of the most difficult event in the history of tunneling":http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/Ethiopia GIBE%20III%20Hydroelectric%20Project-Summary%20ESMP.pdf

Dejenie, T., Asmelash, T., De Meester, L., Mulugeta, A., Gebrekidan, A., Risch, S., Pals, A., Van der Gucht, K., Wim, W., Nyssen,, J., Deckers,J., Declerck, S., 2008, Limnological and ecological characteristics of tropical highland reservoirs in Tigray, Northern Ethiopia, Hydrobiologia, 610:193–209.

Denekew and Awualchew, 2010, Irrigation Development and Potential: Ethiopia: http://www.iwmi.cgiar.org/africa/east_africa/

Devi, R., Tesfahune, E., Legesse, W., Deboch, Beyene, A., 2008, Assessment of siltation and nutrient enrichment of Gilgel Gibe dam, Southwest Ethiopia, Bioresource Technology 99: 975–979.

Driussi, I., 2009, Success after mammoth struggles in Ethiopia.

EEPCo, Ethiopian Electric Power Corporation, 2009, Gibe III Hydroelectric Project, Environmental and Social Maanement Plan., 229p.

EEPCo, Ethiopian Electric Power Corporation, 2010, Overview of Tekeze hydroelectric power plant: http://www.eepco.gov.et/files/TEKEZE%20INAGURATION%20BULLETIN.pdf

ElMonshid, B.E.F., ElAwad, O.M.A. and Ahmed, S.E., (1997), "Environmental effect of the Blue Nile sediment on reservoirs and irrigation canals", Int. 5th Nile 2002 Conf., Addis Ababa, Ethiopia

Ethiopian Review, 2010, http://www.ethiopianreview.com/

FAO (Food an Agriculture Organization), 2010, AQUASTAT of global information system on water and agriculture. Ethiopia. http://www.fao.org/nr/aquastat/

FAO (Food an Agriculture Organization), 2005, Irrigation in Africa in figures, AQUASTAT Survey – 2005, Rom. 75p.

FAO (Food an Agriculture Organization), 1984, Geo-morphology and soils. Assistance to land use - Planning Project, Ethiopia. Field Document 2, AG: DP/ETH/781003, Addis Ababa, Ethiopia.

Gani, N.D., Gani, M.R. and Abdelsalam, M.G., 2007, Blue Nile incision on the Ethiopian Plateau: Pulsed plateau growth, Pliocene uplift, and hominin evolution, GSA Today, 17: 1-11.

GebreMedhin, B. and Kiflom, B. (1997). Progress, Potentials and Problems of Small Scale Irrigation Development in Tigray. Paper Presented on the Regional Workshop on Small-Scale Irrigation Development in Tigray. Mekelle, Ethiopia.

Gillespie, C.A. and Gritzner, C.F., 2003, Ethiopia, Chelsea House, New York, 124p.

Goor, Q, Halleux, C., Mohamed, Y. and Tilmant, A., 2010, Optimal operation of a multipurpose multireservoir system in the Eastern Nile River Basin, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 7, 4331–4369.

GPCC (The Global Precipitation Climatology Centre), 2010: http://gpcc.dwd.de

HARZA Engineering Company. 1975. Fincha'a Hydroelectric Project, Ethiopia. Civil Design Memorandum C-1. Washington, DC: HARZA Engineering Company.

Hathaway, T., 2008, What Cost Ethiopia's Dam Boom? A look inside the Expansion of Ethiopia's Energy Sector, International Rivers, 26p.

HydroWorld, 2007, China bank funds Ethiopia's 100MW FinchaaAmartiNeshe: http://www.hydroworld.com

International Rivers, 2010, http://www.internationalrivers.org/

McCartney, M.P., Shiferaw, A. and Seleshi, Y., 2009, Estimating environmental flow requirements downstream of the Chara Chara weir on the Blue Nile River, Hydrological processes , www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/hyp.7254.

Merla, G., Abbate, E., Canuti, P., Sagri, M., and Tacconi, P., 1973, Geological Map of Ethiopia and Somalia, 1:2,000,000.- Consiglio Nazionale delle Ricerche Italy.

MME (Ministry of Mines and Energy, Government of Socialist Ethiopia), 1986, Hydroenergy Resources: Technical Report No. 2. CESEN-ANSALDO/ Finnmecanica Group, Addis Ababa.

MoWR (Ministry of Water Resources), 2010, surface water resources by basin: http://www.mowr.gov.et/wresurfacewatertblclimate.php

MoWR (Ministry of Water Resources), 2002, Water Sector Development Program (WSDP), Addis Ababa: Ethiopia.

MoWR (Ministry of Water Resources), 1999, Water Resource Management Policy (WRMP), Addis Ababa: Ethiopia.

NBCBN (Nile Basin Capacity Building Network), 2005, Assessment of the current state of the Nile Basin Reservoir sedimentation problem, UNESCO-IHE, 59p.

NMSA, National Meteorological Services Agency, 2001, Initial National Communication of Ethiopia to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Addis Ababa, Ethiopia, 113p.

Pik, R., Deniel, C., Coulon, C., Yirgu, G., Hofmann, C., Ayalew,D., 1998. The northwestern Ethiopian Plateau flood basalts: Classification and spatial distribution of magma types. Journal of Volcanology and Geothermal Research 81, 91–111.

PRB (Population Reference Bureau), 2010, World Population Data Sheet, www.prb.org.

Report, 2010, Striving for agriculture-based economic growth in the Tana Beles growth corridor – a concept note jointly prepared by goverments of Ethiopia and Finland: http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/notice/attachment/75782/Annex+B+Concept+Note+Growth+corridor.doc

Sadalmelik, 2007, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ethiopia_Topography.png

Schluter, T., 2008, Geological Atlas of Africa with notes on stratigraphy, tectonics, economic geology, geohazards, geosites and geoscientific education of Each Country, 2nd ed., Springer, 272p.

Seleshi Y, Zanke U. 2004. Recent changes in rainfall and rainy days in Ethiopia. International Journal of Climatology 24: 973–983, DOI: 10.1002/joc.1052.

SELI, 2009, The Tunnel Design, Constraction and Safty Newsletter No. 52: http://www.selitunnel.com/pdf_articoli/N%C2%B052_13-11-2009.PDF.

Sutcliffe, J. V. and Parks, Y. P., 1999. The hydrology of the Nile. IAHS Special Publication 5, IAHS, Wallingford, UK.

Tadesse, D., 2008, The Nile: Is it a curse or blessing?, Institute for Security Studies, ISS Paper 174, November 2008.

Teshale, B., 2003. Influence of sediment on physico-chemical properties of Lake Tana. Workshop Fish and Fisheries of Lake Tana: Management and Conservation'. 6–8 October 2003, Bahir Dar, Ethiopia.

The Gilgel Gibe Affair, 2008, An analysis of the Gilbel Gibe hydroelectric projects in Ethiopia, 29p.

Vijverberg, J., Ferdinand A. Sibbing, J.F. and Dejen, E., 2009, Lake Tana: Source of the Blue Nile, In: Dumont, H.J., ed., The Nile Origin, Environments, Limnology and Human Use, Springer Science+ Business Media B.V., pp. 163-192.

Waterbury, J., 2002, The Nile Basin National Determinants of Collective Action, University Press, London, 211p.

Waterwiki, 2010, Water Conflict and Cooperation/Nile River Basin, http://waterwiki.net/index.php/Water_Conflict_and_Cooperation/Nile_Rivr_Basin

Wikipedia, 2010: Dams and hydropower in Ethiopia: http://en.wikipedia.org/wiki/Dams_and_hydropower_in_Ethiopia

World Bank Agriculture And Rural Development Department, 2006, Ethiopia Managing Water Resources Growth, A World Bank Water Resources Assistance\Strategy for Ethiopia, 91p.

World Bank, 2006b. Implementation Completion Report (# 35573) for Energy II project.

WRR (World River Reviews), 2010, Vol. 27 / No. 3 Sept. 2010. http://www.internationalrivers.org/

Wu, X. and Whittington, D.: Incentive compatibility and conflict resolution in international river basins: a case study of the Nile Basin, Water Resour. Res., 42, doi:10.1029/2005WR004238, 2006. 4342.

Yamauchi, K., 2000, Sedimentation and erosion issues at the High Aswan Dam, http://www.ag.unr.edu/saito/Classes/nres400-05/presentations/yamauchi.pdf

Yohannes, O., 2008, Water Resources and Inter-Riparian Relations in the Nile Basin The Search for an Integrative Discourse, State University of New York Press, 256p.