

## الموارد المائية في السودان في حالة الانفصال

د. عباس محمد شراقي

قسم الموارد الطبيعية - معهد البحوث والدراسات الأفريقية - جامعة القاهرة

### ملخص البحث:

تتكون الموارد المائية في السودان من مياه الأمطار والمياه السطحية والمياه الجوفية، وتقدر كمية المياه العذبة المتجددة السطحية في السودان بمقدار ١٤٩ مليار متر مكعب سنوياً، منها ٨٠% تأتي عبر الحدود من دول المنبع، والباقي ٢٠% داخليا من الأمطار التي تصل إلى ١٠٤٢ مليار متر مكعب سنوياً، يتركز معظمها في جنوب السودان. وتناقش هذه الورقة توزيع المياه السطحية في السودان وعلاقته بالطبيعة الجيولوجية لكل من الشمال والجنوب، ومدى احتياج كل منهما لهذه المياه، وكذلك مناقشة التوزيع الجغرافي لمياه الأمطار ومدى الاستفادة منها. وفي حالة انفصال الجنوب، ما هو مدى احتياج الجنوب للمياه السطحية؟ وما هي الظروف الطبيعية خاصة الجيولوجية في منطقة الجنوب؟ وما هو مدى تحكم الجنوب في توزيع المياه؟ وتناقش هذه الورقة أيضاً تقييم السدود الحالية في السودان، ومناقشة أهم المشروعات المائية المستقبلية في السودان والتي من شأنها زيادة كمية الموارد المائية والطاقة الكهربائية لكل من مصر والسودان (شمالاً وجنوباً).

### مقدمة:

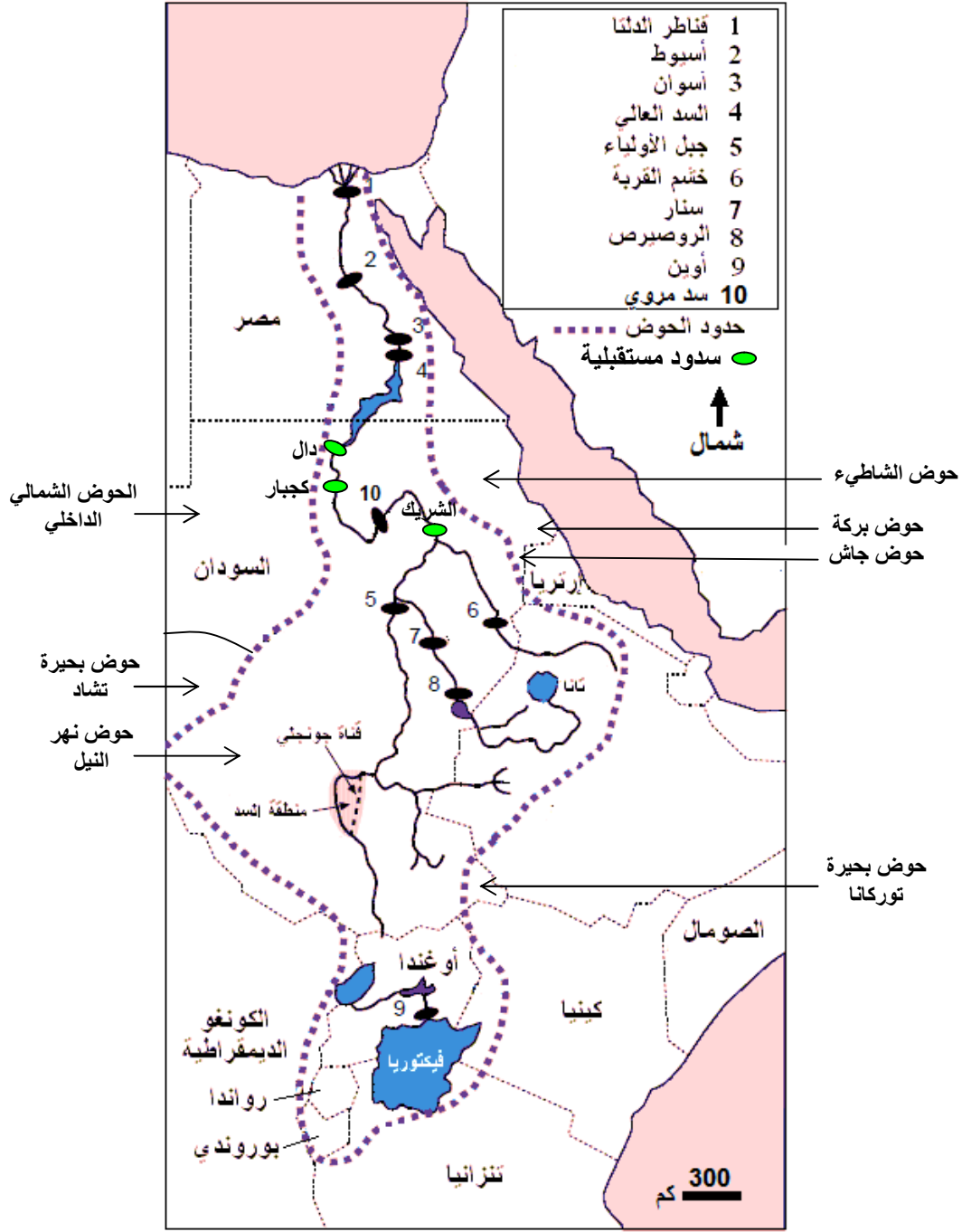
يعد السودان الموحد أكبر دولة أفريقية من حيث المساحة التي تقدر بحوالي ٢,٥ مليون كم<sup>٢</sup>، يسكنها نحو ٤٣,٢ مليون نسمة (PRB, 2010) موزعون علي ٢٥ ولاية، منهم ١٠ ولايات في إقليم جنوب السودان الذي تصل مساحته إلي حوالي ٦٤٠ ألف كم<sup>٢</sup> (٢٥% من إجمالي مساحة السودان)، ويقدر عدد سكان الجنوب ما بين ٧,٥ - ٩,٧ مليون نسمة. تتميز السودان بوفرة الموارد الطبيعية مثل المياه العذبة والأراضي الزراعية والغابات والثروة الحيوانية والسمكية والمعادن والبتترول. الموارد المائية في السودان متنوعة من حيث التوزيع المكاني والزمني، وهي تشمل الأمطار، مياه النيل وبعض الأنهار الأخرى، بالإضافة

إلى المياه الجوفية. ومع ذلك فإن السودان يحتل مرتبة متأخرة طبقاً لتصنيف برنامج الأمم المتحدة للتنمية حيث تأتي في المرتبة رقم ١٥٤ من أصل ١٦٩ دولة في عام ٢٠١٠ (UNDP, 2010a) رغم زيادة إنتاج البترول في ٢٠١٠ إلى حوالي نصف مليون برميل يوميا، ويرجع ذلك لعدة عوامل طبيعية مثل التقلبات المناخية، والأخري بشرية مثل إزالة الغابات، والصراع في دارفور، وجنوب السودان الذي استمر ٢٢ عاماً حتى إجراء اتفاق السلام الشامل (نيفاشا) في ٩ يناير ٢٠٠٥ بكينيا (UNEP, 2007)، والذي بمقتضاه تم منح فترة إنتقالية مدتها ٦ سنوات، تنتهي بإجراء استفتاء حق تقرير المصير لإقليم جنوب السودان في ٩ يناير ٢٠١١.

والسؤال الذي يطرح نفسه في حال الانفصال كيف سيتم توزيع الثروات الطبيعية بين الشمال والجنوب؟ وهل المياه تدخل في هذا النطاق؟ وماهي قدرة الجنوب في التحكم في مياه النيل؟  
حوض نهر النيل:

نهر النيل هو أطول أنهار العالم حيث يبلغ طوله ٦٦٥٠ كم، ويمتد من دائرة العرض ٤ درجة جنوباً إلى ٣٢ درجة شمالاً، ويغطي حوض النيل مساحة ٣,٤ مليون كم<sup>٢</sup> في ١٠ دول أفريقية هي من المنبع إلى المصب: تنزانيا - الكونغو الديمقراطية - أوغندا - كينيا - بورندي - رواندا - إثيوبيا - إرتريا - السودان - مصر (شكل ١)، ورغم ذلك فإن تصرفه عند أسوان من أقل التصرفات النهريّة (٨٤ مليار م<sup>٣</sup> فقط) علي مستوي العالم.

وينبع نهر النيل من مصدرين رئيسيين مروراً بمنطقة السد في جنوب السودان هما:  
أ- هضبة البحيرات الاستوائية والتي تشارك بحوالي ١٣ مليار م<sup>٣</sup> (١٥%) من إيراد نهر النيل (عند أسوان)، تشمل بحيرات فيكتوريا - كيوجا - إدوارد - جورج - ألبرت.  
ب- الهضبة الإثيوبية والتي تشارك بحوالي ٧١ مليار م<sup>٣</sup> 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<sup>٣</sup>) ونهر السوايط (بارو-أكوبو في إثيوبيا، ١١ مليار م<sup>٣</sup>) ونهر عطبرة (تاكيزي في إثيوبيا، ١٠ مليار م<sup>٣</sup>).  
ويضم إقليم جنوب السودان ١٠ ولايات مكونة ثلاث مديريات (أعالي النيل - بحر الغزال - المديرية الاستوائية، شكل ٢).



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

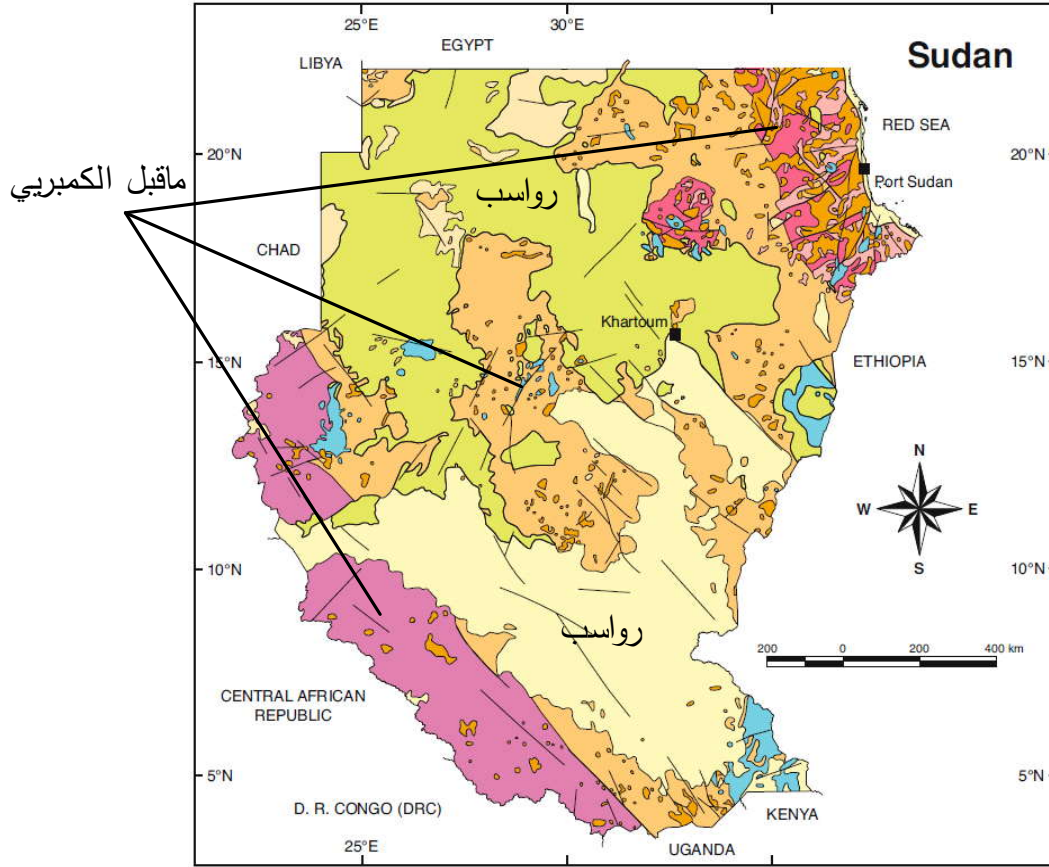


(شكل ٢) مديات وولايات شمال وجنوب السودان طبقاً لحدود ١٩٥٦.

<http://www.alhadag.com/investigations1.php?id=1131>

### جيولوجية السودان:

تنتشر بالسودان صخور ما قبل الكامبري (Pre-Cambrian) الصلبة (شكل ٣) والتي تتكون من الجرانيت والنيس (Vail, 1974) خاصة في مناطق الجنوب الغربي والوسط والشمال الشرقي، وهي تشكل ٥٠% من الصخور السطحية في السودان. وقد حدث تنشيط وتكوين صخور نارية أخرى مصحوبة بترسيبات تعدينية مصاحبة للنشاط التكتوني الحراري منذ حوالي ٥٠٠ مليون سنة (فترة المنظومة الأفريقية - Pan-Africa). تغطي مناطق الشمال الغربي بتتابع رسوبي قاري continental clastic يسمى الحجر الرملي النوبي والذي يرجع إلى العصر الطباشيري، وتمتد هذه الصخور إلى مصر وليبيا وتشاد مكونة أكبر خزان للمياه الجوفية في أفريقيا. تنتشر رسوبيات العصرين الثالث Tertiary والرابع Quaternary في



(شكل ٣) جيولوجية السودان (Anonymous, 1981).

الجنوب الشرقي للسودان والتي تحتوي علي معظم المكونات البترولية في السودان وتسمى أم روابة (رمال وظمي) والكوز (رمال)، علي الترتيب. ويوجد في الوسط كتلة ضخمة من صخور ما قبل الكمبري والتي تفصل بين رسوبيات الشمال الحاملة للمياه الجوية عن الرسوبيات الجنوبية الحاملة للبتروول. كما يوجد في الجنوب أيضا وعلي الحدود الإثيوبية الصخور البركانية البازلتية التي تكونت في العصر الثالث. وتتميز المناطق التي يمر بها نهر النيل خاصة من الخرطوم إلي جوبا ومنطقة السد في الجنوب بالسهول النهرية الحديثة المكونة من الطمي.

#### سطح الأرض والتضاريس:

تتميز السودان عامة بمستوي سهلي فسيح وجبال منخفضة في الشمال الشرقي بالقرب من البحر الأحمر (سلاسل جبال البحر الأحمر)، وجبال عالية في غرب دارفور "جبل مرة"

(٣٠٤٢ م)، جبال النوبة في جنوب وسط السودان، وسلسلة الجبال الجنوبية علي الحدود مع أفريقيا الوسطي والكونغو وأوغندا وكينيا وإثيوبيا. ساعدت الطبيعة الجيولوجية والجيومورفولوجية علي جريان أمطار الجنوب وأنهار بحر الجبل وبحر العرب والزراف والغزال والسواياظ لتنساب في جنوب السودان علي هيئة بحيرات ومستنقعات في منطقة السد ومنطقة مشار مما يؤدي إلي فقد أكثر من ٤٠ مليار م<sup>٣</sup> من المياه السطحية في جنوب السودان.

### مناخ السودان:

يقع السودان في المنطقة المدارية وتتنوع به الأقاليم المناخية من المناخ الصحراوي الحار في الشمال إلى المناخ الاستوائي في أقصى الجنوب. وتقسم السودان إلي خمسة أقاليم كالآتي:

- ١- المنطقة الصحراوية: تقع شمال دائرة العرض ١٦ شمال، وتقدر مساحتها بحوالي ٢٩% من المساحة الكلية، ويندر فيها هطول الامطار وتنحصر الزراعة علي جانبي النيل.
- ٢- المنطقة شبة الصحراوية: تمتد بين دائرتي عرض ١٤ - ١٦ شمال، وتغطي حوالي ٢٠% من المساحة الكلية، تتفاوت الامطار فيها بين ٧٥ - ٣٠٠ مم/سنة، وتتسم بتقلبات الامطار مما يعرضها لموجات من الجفاف والتصحر.
- ٣- منطقة السافانا خفيفة الامطار: تقع بين دائرتي عرض ١٢-١٤ درجة شمال، تتفاوت كمية الامطار فيها بين ٣٠٠ - ٤٠٠ مم/سنة، وتغطي حوالي ١٣% من المساحة الكلية.
- ٤- مناخ السافانا متوسطة الامطار: تمتد بين دائرتي ١٠-١٢ درجة شمال تشمل السهول الطينية الوسطي في مساحة تقدر ب ١٤% من المساحة الكلية تتفاوت الامطار فيها بين ٤٠٠-٨٨٠ مم/سنة. تمارس فيها الزراعة المطرية الالية والزراعة التقليدية والانتاج الغابي (الصمغ العربي) وتوجد فيها المشاريع المروية الكبرى.
- ٥- مناخ السافانا غنية الأمطار: وتشمل جنوب السودان حيث الأمطار الغزيرة طول العام عدا ثلاثة أشهر في الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير)، وتمتد هذه المنطقة بين دائرتي عرض ٤ - ١٠ درجة شمال، وتشكل ١٣,٨% من المساحة الكلية وتتفاوت الامطار فيها ما بين ٨٠٠-١٦٠٠ مم/سنة.

## الموارد المائية في السودان:

الموارد المائية في السودان متعددة وتتكون من مياه الأمطار والمياه السطحية والمياه الجوفية، وتقدر كمية المياه المتجددة بـ ١٤٩ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً (FAO, 2005)، حوالي ١١٩ مليار م<sup>٣</sup> (٨٠%) من المياه السودانية يأتي من الخارج عبر الحدود من الدول المجاورة، والباقي (٣٠ مليار م<sup>٣</sup>) داخلياً من مياه الأمطار. ويقدر كمية ما هو متاح من هذه المياه للاستخدام المستدام في السودان حوالي ٣٠ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً (٢٠,٥ مليار م<sup>٣</sup> من نهر النيل، ٥,٥ مليار م<sup>٣</sup> من أنهار أخرى، حوالي ٤ مليار م<sup>٣</sup> من المياه الجوفية المتجددة (FAO, 2005).

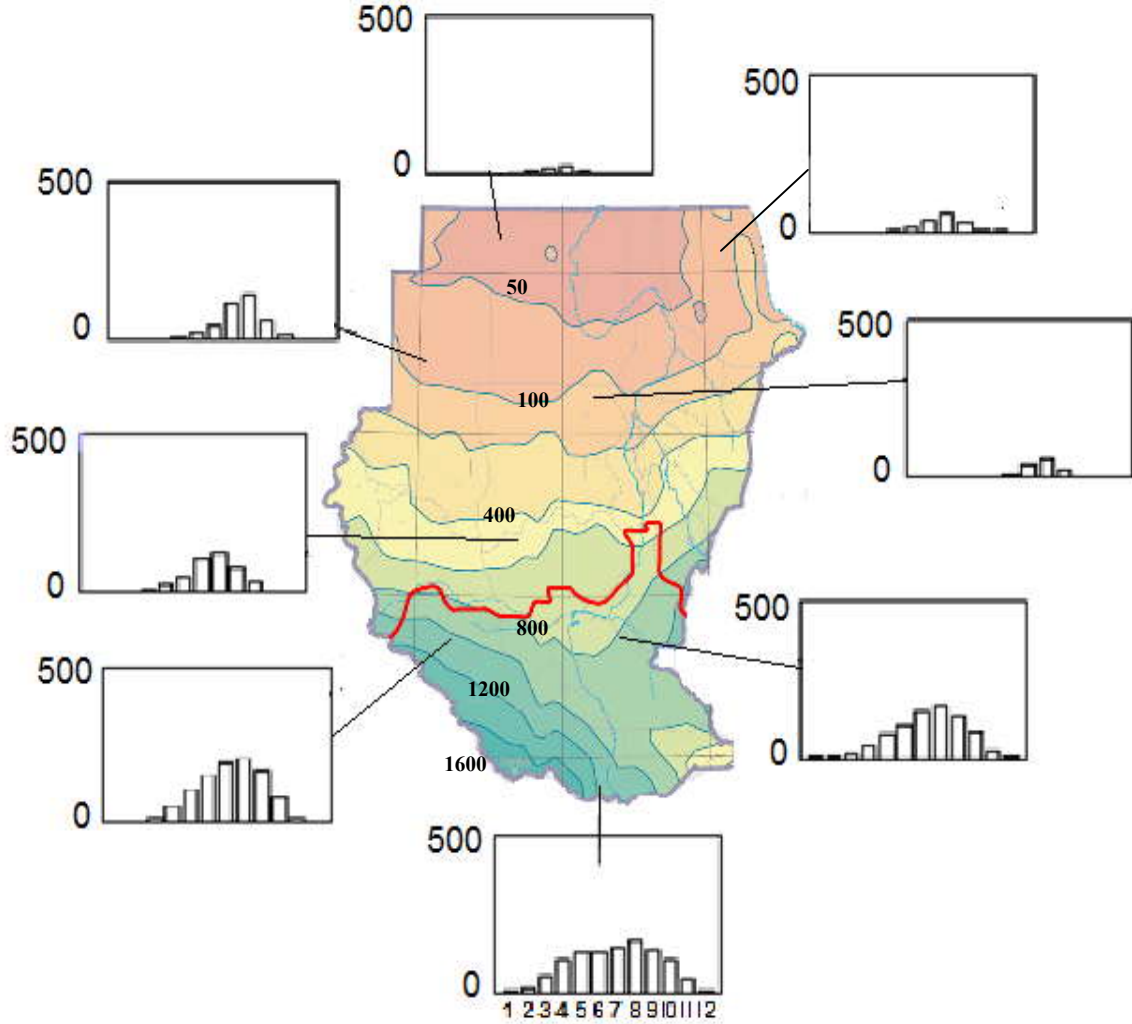
### ١ - مياه الأمطار:

تتباين كميات الأمطار في السودان من الندرة في الشمال إلى الوفرة في الجنوب، ويقدر متوسط هطول الأمطار في السودان ٤١٦ مم/سنة، بإجمالي ١٠٩٣ مليار م<sup>٣</sup> (Omer, 2010) وهي أكبر كمية في دول حوض النيل، يليها إثيوبيا ٩٣٦ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً. يحظى جنوب السودان بمعظم هذه المياه والتي تقدر بحوالي ٨٠٠ مليار م<sup>٣</sup> (٧٥%). ويتراوح المطر بين ٢٥ مم/سنة في الشمال الجاف، وأكثر من ١٦٠٠ مم/سنة في الغابات الاستوائية المطيرة في الجنوب (شكل ٤). ويتميز جنوب السودان بموسم مطر طويل يصل إلى أكثر من تسعة أشهر (مارس - نوفمبر)، على عكس إثيوبيا التي يقصر فيها موسم المطر إلى حوالي ثلاثة أشهر (يوليو - سبتمبر)، مما يجعل جنوب السودان يعتمد كلياً على مياه الأمطار.

### ٢ - المياه السطحية:

تشارك السودان في ٧ أحواض نهريّة هي:

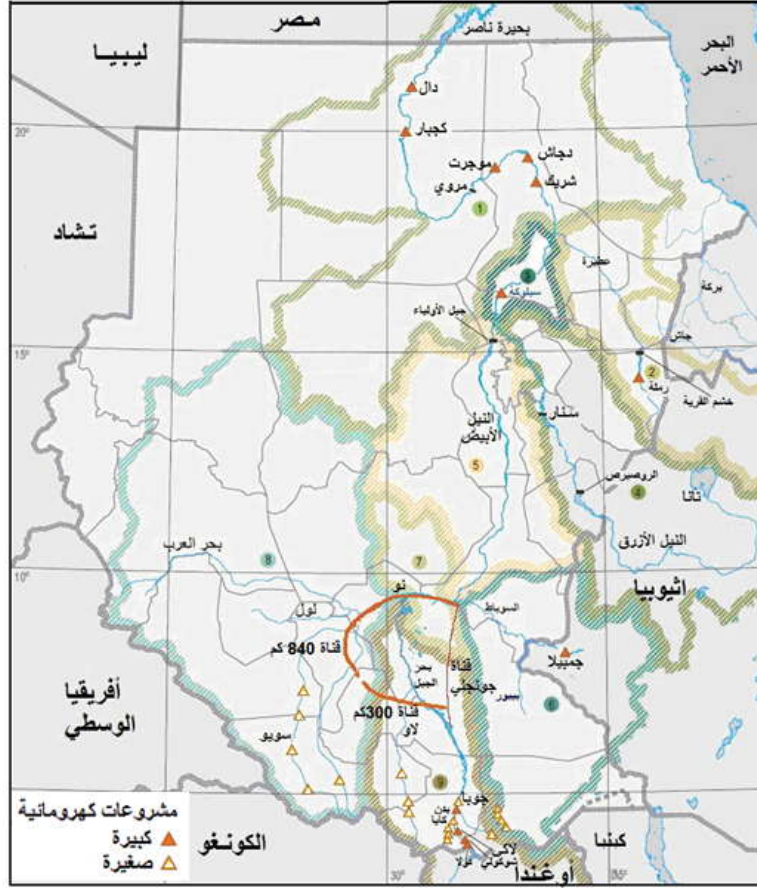
١ - حوض نهر النيل: مساحة الأراضي السودانية التي تقع داخل حوض نهر النيل تبلغ حوالي ٢ مليون كم<sup>٢</sup> (٨٠% من الأراضي السودانية، ٦٠% من مساحة الحوض، شكل ١)، ١,٤ مليون كم<sup>٢</sup> (٦٩%) من شمال السودان، ٦٢٥ ألف كم<sup>٢</sup> (٣١%) من جنوب السودان، و هذه المساحة تشكل حوالي ٩٨% من مساحة جنوب السودان (شكل ٥).



(شكل ٤) متوسط المطر الشهري بالمليمتر في ٨ مناطق، خطوط تساوي المطر في السودان (مم/سنة) (FAO, 2005; UNEP, 2007).

- ٢- أحواض الشمال الداخلية تغطي ٣١٣,٤ كم<sup>٢</sup> في الشمال الغربي من السودان، وهي تشكل ١٢,٥% من مساحة السودان.
- ٣- حوض بحيرة تشاد في غرب السودان على طول الحدود مع تشاد وجمهورية أفريقيا الوسطى، ويغطي ١٠١ ألف كم<sup>٢</sup> (٤% من مساحة السودان).
- ٤- حوضي الساحل الشمالي الشرقي: وهو ما يمثل قطاع طولي على ساحل البحر الأحمر بمساحة ٩٦,٥ ألف كم<sup>٢</sup> (٣,٩% من مساحة السودان).



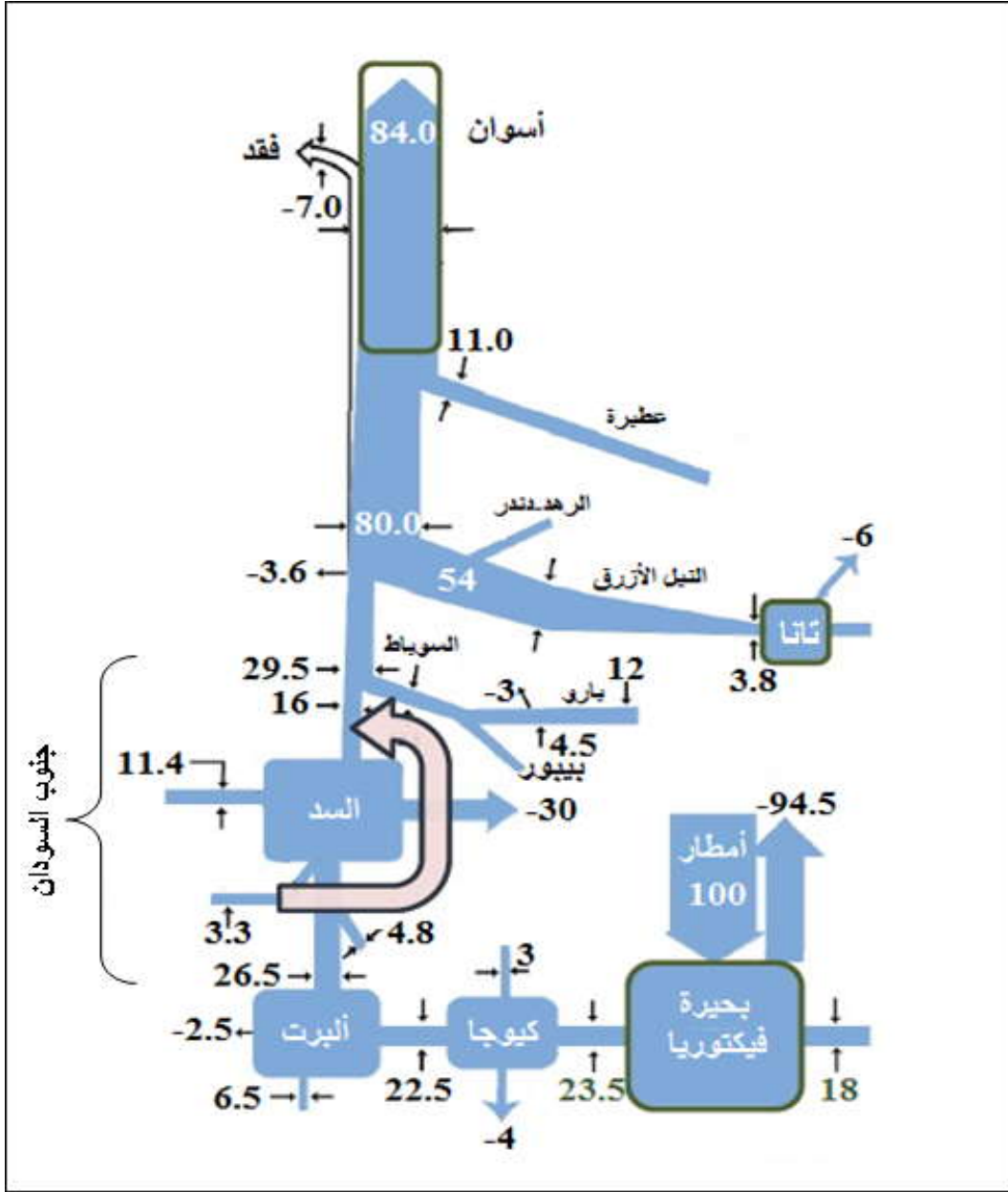


(شكل ٥) أحواض الأنهار في السودان، وأهم المشروعات المائية الحالية والمقترحة في السودان. (UNEP, 2007).

- ٥- حوض بحيرة توركانا في الجزء الجنوبي الشرقي من السودان على الحدود مع إثيوبيا وكينيا، والتي تغطي ١٦,٤ ألف كم<sup>٢</sup> (٧,٠% من مساحة السودان).
- ٦- حوض نهر جاش عند كسلا شرق السودان على الحدود مع إريتريا.
- ٧- حوض بركة شرق السودان على الحدود مع إريتريا.

#### نهر النيل في السودان:

يقدر متوسط تصريف نهر النيل السنوي ٨٤ مليار م<sup>٣</sup> عند أسوان (شكل ٦)، و يبلغ نصيب مصر منها ٥٥,٥ مليار م<sup>٣</sup> ونصيب السودان ١٨,٥ مليار م<sup>٣</sup> بينما قدرت ١٠ مليار م<sup>٣</sup> للبحر، وذلك حسب إتفاقيه مياه النيل لعام ١٩٥٩م. أما نصيب السودان فيقدر بـ ٢٠,٥ مليار م<sup>٣</sup>/سنة عند سنار.



المصادر: Morrice and Allan, 1959; Nile Sector, 1961;

**بحر الجبل:** يخرج من بحيرة ألبرت نحو ٣٢,٧ مليار م<sup>٣</sup>، يفقد منها نتيجة البخر حوالي ٦,٢ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً ليصبح الإيراد المائي الصافي السنوي الذي يخرج من البحيرة ويدخل الحدود السودانية الجنوبية عند نمولي ٢٦,٥ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً، وعندئذ يسمى النهر ببحر الجبل الذي يتجه شمالاً، وبعد حوالي ٢٠ كم يلتقي عند شلالات فولابنهر أشوا من الشرق

والذي ينبع من أوغندا، ويستمر بحر الجبل في سريانه حتى يصل إلى بلدة منقلا حيث يكتسب ٤,٨ مليار م<sup>٣</sup> ثم ٣,٢ مليار م<sup>٣</sup> من الروافد الغربية (النعام - لاو)، فيبلغ إيراده ٣٤,٥ مليار م<sup>٣</sup> عند منقلا، وبعد ذلك يصبح النهر بطئ بسبب الانحدار الخفيف ليكون منطقة المستنقعات أو مايسمى بإقليم السد (السدود) الذي يمتد شمالاً لمسافة ٥٠٠ كم حتى ملكال، ثم ٢٥٠ كم شرقاً إلى نقطة التقاء بحر الغزال مع بحر العرب ونهر الجور غرباً. يفقد النهر في منطقة السد أكثر من ٤٦% من التصريف السنوي للنهر عند منقلا نتيجة المستنقعات والبحر ونتج النباتات ليصبح ١٥,٩ مليار م<sup>٣</sup> (Howell et al., 1988).

**بحر الغزال:** بحر الغزال هو نهر قصير مع حوض كبير نسبياً تصل مساحته ٥٢٠ ألف كم<sup>٢</sup>، وهو بذلك يعتبر أكبر الأحوض الفرعية في حوض نهر النيل. يبلغ متوسط المطر السنوي في شمال الحوض (١٢٠٠-١٤٠٠ مم)، بإجمالي إيراد سنوي ١١,٣ مليار م<sup>٣</sup> (Sutcliffe and Parks, 1994) يفقد معظمها ليصبح الإيراد عند بحيرة نو ٠,٦ مليار م<sup>٣</sup> فقط (Shahin, 2002). توجد مساحات شاسعة من المستنقعات على امتداد شرق بحر الغزال. عند بحيرة نو يلتقي بحر الغزال مع بحر الجبل ليكونا النيل الأبيض. ينضم بحر الزراف إلى النيل الأبيض بعد حوالي ٦٥ كم شرق بحيرة نو، وبعد مسافة قصيرة (٥٠ كم) يبدأ النيل الأبيض في تغيير مساره حتى ينضم إليه نهر السواط لیتجه شمالاً نحو مدينة ملكال.

**نهر السواط:** تبلغ مساحة حوض نهر السواط حوالي ٢٢٥ ألف كم<sup>٢</sup>، وهو يشمل معظم المناطق الشرقية من بحر الجبل وبحر الزراف، وأجزاء من جبال الحبشة وهضبة البحيرات. ومن أهم روافد نهر السواط الرئيسية بارو (إثيوبيا) و بيبور (السودان)، وتبلغ المساحة السطحية لهما ٤١,٤، ١٠ ألف كم<sup>٢</sup>، علي الترتيب (Shahin, 2002). وبعد مسافة قصيرة من نقطة تقابل نهري بارو وبيبور، يفيض جزء من مياة بارو خلال خور مشار لتغذية منطقة واسعة تعرف باسم مستنقعات مشار، التي تعتبر مصدراً دائماً لفقد المياة من بارو. يبلغ متوسط سقوط الأمطار في حوض بارو من ١٣٠٠ مم/سنة عند جامبيلا إلى ٢٣٧٠ مم/سنة عند جوري الإثيوبية، بينما تقل الأمطار نسبياً في حوض بيبور لتصل إلى ٩٥٠ مم/سنة (Sutcliffe and Parks, 1999).

يساهم نهر السوبات وروافده بحوالي ١٣,٦ مليار م<sup>٣</sup> في مياه النيل، أي نصف إيراد النيل الأبيض تقريباً (٢٧ مليار م<sup>٣</sup>). يبلغ إيراد نهر بارو ١٣,٤ مليار م<sup>٣</sup> عند جامبيلا الإثيوبية، ثم ينخفض إلي ١٢ مليار م<sup>٣</sup> عند دخوله السودان، ثم يفقد ٢,٥ مليار م<sup>٣</sup> في مستنقعات مشار ليصبح ٩,٥ مليار م<sup>٣</sup> عند إلتقائه بنهر بيبور الذي يساهم بحوالي ٤,٥ مليار م<sup>٣</sup> من داخل السودان، وبالتالي فإن إجمالي إيراد النيل الأبيض عند ملكال هو ١٣,٥ مليار م<sup>٣</sup> من نهر السوبات، بالإضافة إلي إيراد النيل الأبيض (١٦ مليار م<sup>٣</sup> عند بحيرة نو) يصبح ٢٩,٥ مليار م<sup>٣</sup>.

النيل الأبيض: يبلغ طول النيل الأبيض حوالي ٩٧٠ كم، ويبدأ من بحيرة نو، حيث يلتقي نهري بحر الجبل وبحر الغزال ويتجه غرباً لمسافة ٢٤٠ كم إلي أن يلتقي بنهر السوبات ، ثم يتجه شمالاً ماراً بمدينة ملكال بانحدار خفيف ومجري ضيق وواضح لا يوجد به روافد أو بحيرات، ويتسع هذا المجري تدريجياً إلي أن يصل إلي ٢ كم عند مدينة الخرطوم حيث يلتقي بالنيل الأزرق. يفقد النهر حوالي ١,٦ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً خلال المسافة من ملكال إلي الخرطوم، كما يفقد أيضاً حوالي ١,٩ مليار م<sup>٣</sup> من خزان جبل الأولياء نتيجة البخر والتسرب في الطبقات الصخرية لقاع وجوانب الخزان، ليصل إيراده السنوي عند الخرطوم ٢٦ مليار م<sup>٣</sup>.

النيل الأزرق: يساهم النيل الأزرق بحوالي ٥٤ مليار م<sup>٣</sup> (٦٧,٥%) في مياه نهر النيل عند الخرطوم. ينبع النيل الأزرق من المرتفعات الإثيوبية، وتصل المياه إليه في الصيف فقط بعد الأمطار الموسمية علي الهضبة الإثيوبية، بينما لا يشكل في باقي العام نسبة كبيرة حيث تكون المياه فيه ضعيفة أو جافة تقريبا. ينبع هذا النهر من بحيرة تانا الواقعة في مرتفعات إثيوبيا بشرق القارة. بينما يطلق عليه اسم "النيل الأزرق" في السودان، ففي إثيوبيا يطلق عليه اسم "آبباي". ويستمر هذا النيل حاملاً اسمه السوداني في مسار طوله ١٤٠٠ كم حتى يلتقي النيل الأبيض ليشكلا معا ما يعرف باسم "النيل الرئيسي" حتى المصب في البحر المتوسط. يلتقي النيل الأزرق في طريقه بجموعة من الروافد التي تغذيه بالمياه، وجميعها ينبع من إثيوبيا. أهم هذه الروافد نهري الدندر والرهد، وهما يساهمان بحوالي ٤ مليار م<sup>٣</sup> في مياه النيل الأزرق (٥٤ مليار م<sup>٣</sup>).

**نهر عطبرة:** نهر عطبرة هو آخر الروافد النهرية الكبرى التي تغذي نهر النيل، وهو ينبع من شمال بحيرة تانا (إثيوبيا) بحوالي ٥٠ كم، ويقطع نحو ٨٣٠ كم حتي إلتقائه بالنيل الرئيسي عند مدينة عطبرة التي تقع شمال الخرطوم بحوالي ٣١٠ كم. يساهم نهر عطبرة سنوياً بحوالي ١١ مليار م<sup>٣</sup> (١٢%) في مياه نهر النيل (Sutcliffe and Parks, 1999). يتجه نهر النيل بعد ذلك شمالاً نحو أسوان لمسافة ١٨٨٥ كم، ويفقد النهر خلال تلك الرحلة حوالي ٧ مليار م<sup>٣</sup>، ليصبح صافي إيراد نهر النيل عند أسوان ٨٤ مليار م<sup>٣</sup>.

مما سبق يتضح أن إجمالي الإيراد الخارجي للنيل الأبيض عند ملكال، والذي يتمثل في نيل ألبرت (٢٦,٥ مليار م<sup>٣</sup>) ونهر السوبات عند الحدود السودانية (١٢ مليار م<sup>٣</sup>) يبلغ ٣٨,٥ مليار م<sup>٣</sup>، بينما الذي يخرج من الجنوب السوداني عند ملكال يبلغ ٢٩,٥ مليار م<sup>٣</sup> (٣٠% من الإيراد الكلي لنهر النيل)، بفاقد قدره ٩ مليار م<sup>٣</sup>، هذا بالإضافة إلي فقد المياه الداخلية بالكامل التي ترد من بحر الغزال والزراف وبحر الجبل بإجمالي ٢١ مليار م<sup>٣</sup>، وحوالي ٣ مليار م<sup>٣</sup> أخرى من نهر بارو في مستنقعات مشار، ليصبح إجمالي المياه السطحية المفقودة سنوياً في جنوب السودان حوالي ٣٣ مليار م<sup>٣</sup>. ومن هنا تأتي مشروعات تنمية الموارد المائية التي تعتمد علي تقليل الفاقد في إقليم السد ومستنقعات مشار. وبالتالي فإنه من الممكن وصف جنوب السودان بأنه منطقة معبر وفقد لمياه النيل أكثر منه منطقة منبع أو مصيب.

### مياه سطحية أخرى غير نهر النيل:

بالإضافة إلي نصيب السودان من مياه النيل (٢٠,٥ مليار م<sup>٣</sup> أو ٢٢% من مياه النيل)، فإن السودان يحتوي علي العديد من الأنهار والروافد التي لاتصل إلي النيل مثل جاش وبركة علي الحدود مع إثيوبيا، وأزوم وهوار مع تشاد. يتراوح متوسط الإيراد السنوي من هذه الروافد من ٧ مليار م<sup>٣</sup>، منهم ٥ مليار م<sup>٣</sup> من داخل السودان (FAO, 2005).

### المياه الجوفية في السودان:

توجد المياه الجوفية أكثر من ٥٠% من مساحة السودان، علي أعماق تتراوح بين ٤٠ إلي ١٤٠ م. وتقدر كمية المياه الجوفية في السودان بحوالي ٢٦٠ مليار م<sup>٣</sup>، لا يستخدم منها إلا حوالي ١% فقط في الوقت الحالي (Omer, 2010)، وتقدر كمية المياه المتجددة

بحوالي ٦ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً (FAO, 2007). ومن أهم خزانات المياه الجوفية في السودان خزان الحجر الرملي النوبي في الشمال الغربي وخزان أم روابة في جنوب السودان، بالإضافة إلى بعض الخزانات الأخرى في مناطق الأنهار مثل النيل الأزرق وعطبرة ومنطقة الجزيرة.

١- خزان الحجر الرملي النوبي: هو خزان حفري غير متجدد يتكون من رواسب العصر الطباشيري، ويمتد في أربع دول تشمل مصر - ليبيا - السودان - تشاد بمساحة أكبر من ٢,٢ مليون كم<sup>٢</sup>، موزعة كالتالي: حوالي ٨٢٦ ألف كم<sup>٢</sup> (٣٧,٥%) في مصر، ٧٦٠ ألف كم<sup>٢</sup> (٣٤,٦%) في جنوب غربي ليبيا، ٣٧٦ ألف كم<sup>٢</sup> (١٧,١%) شمال شرقي السودان، ٢٣٥ ألف كم<sup>٢</sup> (١٠,٧%) شمال غربي تشاد. يتراوح سمك خزان الحجر الرملي النوبي بين ١٤٠-٢٣٠ م، وهو بذلك أكبر خزان جوفي علي مستوي العالم، حيث يصل إجمالي كمية المياه المخزنة به أكثر من ١٥٠ ترليون م<sup>٣</sup> (Ambrogi, 1966)، أو مايعادل ما يأتي به نهر النيل في حوالي ١٨٠٠ عام. يعتمد سكان الواحات في مصر (الخارجة - الداخلة - الفرافرة - البحرية - سيوة) علي خزان الحجر الرملي النوبي بالإضافة إلي مشروع شرق العوينات، وليبيا تعتمد عليه بنسبة ٩٥%، ويعتمد شمال دارفور أيضاً عليه ، ويمكن حل كثير من مشاكل دارفور التنموية عن طريق حفر مجموعة من الآبار الجوفية طبقاً للدراسات العلمية. الإستخدامات المائية من هذا الخزان محدود في تشاد ( Abu-Zeid and Abdel Meguid, 2003).

٢- خزانات أم روابة: توجد المياه الجوفية في رواسب العصرين الثالث والرابع ( Tertiary and Quaternary) والمركزة في جنوب السودان في أحواض البقارة والسد في جنوب السودان، والمتمثلة أساساً في تكوين أم روابة.

أ- حوض البقارة: يغطي حوض البقارة مساحة ١٢٠ ألف كم<sup>٢</sup>، ويشمل الأجزاء الشمالية من ولايتي بحر الغزال والوحدة، وجزء من ولاية كوردفان وجنوب دارفور، ويمتد إلي دولة جمهورية أفريقيا الوسطي ، ويتكون من تكوين أم روابة الذي يعطو تكوين النوبة. ويتراوح سمك الرواسب من ٣٠٠ إلي ٤٠٠ م، قد يصل في الجزء الأوسط حيث التكوينات البترولية إلي ٣٠٠٠ م. تقدر كمية المياه في خزان البقارة حوالي ١,٧ مليار م<sup>٣</sup> علي أعماق تتراوح بين ١٠-٧٥ م، وبنوعية مياه عذبة تتراوح ملوحتها من ٥٠٠ إلي ٨٠٠ جزء في المليون

(Yousif and Abdalla, 2010)، يتجدد منها حوالي ١٥٥ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً، ويستخدم منها حوالي ١١,٩ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً (Omer, 2010).

ب- حوض السد: هو أكبر حوض جوفي في جنوب السودان حيث تبلغ مساحته حوالي ٣٦٥ ألف كم<sup>٢</sup>، ويتكون جيولوجياً من رواسب أم روبة. وتقدر كمية المياه المخزنة بحوالي ١,٨ مليار م<sup>٣</sup>، علي أعماق تتراوح بين ١٠-٢٥ م، وبنوعية مياه عذبة إلي غدقة تتراوح ملوحتها من ٢٠٠ إلي ٥٠٠٠ جزء في المليون، يتجدد منها حوالي ٣٤١ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً، ويستخدم منها حوالي ١,٨ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً فقط (Yousif and Abdalla, 2010).

### الزراعة:

تشكل الزراعة أكبر قطاع اقتصادي في السودان، حيث يعيش حوالي ٨٠% من السكان في المناطق الريفية، ويشكل الرعاة والمزارعون حوالي ٤٥٪، بينما الصيادون يشكلون ١٢% (FAO, 2005).

الزراعة المروية: طبقاً لتقديرات منظمة الأغذية العالمية (FAO, 2005)، فإن مساحة الأراضي القابلة للزراعة في السودان حوالي ١٠٥ مليون هكتار (٤٢% من المساحة الكلية)، والمزروع فعلياً يصل إلي ٨ مليون هكتار (٧% من المساحة القابلة للزراعة، ٣% من المساحة الكلية للسودان)، يروي منهم حوالي ٢ مليون هكتار (٢٦% من الأراضي المنزرعة) (FAO, 1997; Evans-Pritchard, 2008) والأراضي القابلة للري في السودان ليست شاسعة أو غير محدودة كما هو شائع، بل إنها لا تزيد علي ٢,٨ مليون هكتار آخذين في الاعتبار كمية المياه المتاحة (FAO, 1997). يستهلك شمال السودان حوالي ٢٧ مليار م<sup>٣</sup> (Conway, 2000) لأغراض الزراعة المروية، بفائض قدره ٣ مليار م<sup>٣</sup> من إجمالي المياه المتجددة سنوياً (٣٠ مليار م<sup>٣</sup>).

ويعد نهر النيل وروافده المصدر الرئيسي لحوالي ٩٣% من الأراضي المروية في السودان، النيل الأزرق وحده يمثل نحو ٦٧%. وسريان مياه الري بالجاذبية هو الشكل الرئيسي لتدفق مياه الري، ولكن نحو ثلث الأراضي المروية تحتاج إلي مضخات لرفع المياه (Metz, 1999). يتم استخدام المياه الجوفية في ري مايقرب من ٤% من الأراضي المروية (FAO, 1997).

- توجد جميع الأراضي الزراعية المروية في شمال السودان موزعة في عدة مناطق أهمها:
- (١) أرض الجزيرة الواقعة بين النيل الأزرق والنيل الأبيض، حيث يتم ري وزراعة حوالي مليون هكتار اعتماداً على سد سنار.
  - (٢) أرض الرهد التي تستقبل مياة الري من سد الروصيرص على النيل الأزرق، بمساحة ٢٥٠ ألف هكتار.
  - (٣) مشروع حلفا الجديد (المعروف بخشم القرية) على نهر عطبرة شرق السودان، بمساحة حوالي ١٥٠ ألف هكتار (FAO, 1997).
  - (٤) أراضي دلتا الجاش وطوكر في شمال شرق السودان (خارج اطار حوض نهر النيل)، والتي تصل مساحتها إلي مايقرب من ١٠٠ ألف هكتار.
- الزراعة المطرية:

تتركز أراضي الزراعة المطرية الحالية والتي تصل مساحتها إلي أكثر من ٦ مليون هكتار في وسط وجنوب السودان، في نطاق ٤٠٠ حتي ٨٠٠ مم/سنة من الأمطار، والتي تسمى منطقة حزام السافانا، بين دائرتي عرض ١٠ و ١٤ درجة شمالاً، ويمكن ان تصل هذه المساحة إلي ١٢ مليون هكتار (Catterson et al., 2003) (شكل ٤). إقليم جنوب السودان يزرع حوالي مليون هكتار في عام ٢٠٠٨ اعتماداً على الزراعة المطرية، هذه المساحة قابلة للتوسع لتصل إلي حوالي ٩٠% من مساحة الإقليم (USAID, 2009).

#### السدود في السودان:

يوجد حالياً خمسة سدود كبيرة عاملة في السودان، الروصيرص وسنار على النيل الأزرق، وكلاهما متعدد الأغراض، بالإضافة إلى جبل الأولياء على النيل الأبيض، خشم القرية على نهر عطبرة، ومروي أحدث السدود على النيل الرئيسي (جدول ١). علاوة على ذلك، هناك مشروعات مائية مستقبلية لإنشاء ثلاثة سدود أخرى بغرض انتاج طاقة كهربائية هي: دال عند الجندل الثاني، كجبار عند بلدة كجبار والتي تقع شمال دنقلا عند الجندل الثالث، سيتيت علي نهر عطبرة والشريك عند الجندل الخامس شمال مدينة عطبرة (شكل ٥).



(جدول ١) أهم المشروعات المائية في السودان.

اسم السد	تاريخ الانشاء	النهر	الغرض	سعة الخزان (مليار م <sup>٣</sup> )			الكهرباء (ميغاوات)
				عند الانشاء	الحالية	نسبة الفقد %	
<b>المشروعات القائمة</b>							
سنار	١٩٢٥	النيل الأزرق	متعدد	٠,٩٣	٠,٣٧	٦٠	٣٠
جبل الأولياء	١٩٣٧	النيل الأبيض	كهرباء	٣	٣	صفر	٣٥
خشم القرية	١٩٦٤	عطبرة	متعدد	١,٣	٠,٥٦	٥٤	١٣
الروصيرص	١٩٦٦	النيل الأزرق	متعدد	٣,٣٥	٢,٢	٣٤	٢٨٠
مروي	٢٠٠٩	النيل الرئيسي	متعدد	١٢,٥	١٢,٥	صفر	١٢٥٠
<b>المشروعات المستقبلية</b>							
دال	-	النيل الرئيسي	كهرباء	-	-	-	٢٠٠
كاجبار	-	النيل الرئيسي	كهرباء	-	-	-	٣٠٠
الشريك	-	النيل الرئيسي	كهرباء	-	-	-	٣٥٠

المصادر: UNEP/DEWA/GRID, 2000

يصل مجموع المياه التي يمكن تخزينها في السودان حالياً ١٨,٦٣ مليار م<sup>٣</sup> من الخمسة سدود الرئيسية. تعاني جميع السدود في السودان (عدا جبل الأولياء) من الإطماء في الأنهار التي تأتي من الهضبة الإثيوبية، مما يؤدي إلى خفض السعة التخزينية للسدود والتي تتراوح من ٣٤% عند سد الروصيرص إلى ٦٠% عند سد سنار.

المشروعات المقترحة لزيادة الموارد المائية في جنوب السودان:

تقدر فواقد المياه السطحية في جنوب السودان بأكثر من ٣٣ مليار م<sup>٣</sup> من المياه السطحية في مستنقعات منطقة السدود ومستنقعات مشار. حوالي ٥٠% من هذه المياه المفقودة يأتي من خارج السودان عن طريق بحر الجبل والسوايط، والباقي محلي من بحر الغزال وروافده التي تتبع من المرتفعات الجنوبية الغربية والجنوبية.

وتكمن المشروعات المقترحة في تقليل المياه المفقودة نتيجة البخر الجوي وبخر النباتات والتسرب المائي في الطبقات الصخرية المحيطة عن طريق إنشاء قنوات محددة

الجانبين للتحكم في سريان المياه في مناطق المستنقعات، أو إقامة بعض السدود الصغيرة للتحكم في كمية المياه.

يوجد أكثر من ٢٢ مشروعاً مائياً صغيراً ومتوسطاً في جنوب السودان، وحوالي ٨ مشروعات أخرى في شمال السودان بغرض إنتاج كهرباء، كما أن هناك العديد من المشروعات المقترحة، والتي تم دراستها في القرون الماضية، وخاصة في النصف الأول من القرن الماضي بغرض زيادة إيراد مائة نهر النيل عن طريق تقليل الفواقد التي تحدث في جنوب السودان.

تواجه المشروعات المائية في معظم دول لعالم وأفريقيا خاصة بمعوقات بيئية وبشرية، حيث أنه لا يوجد مشروع إنشاء سد إلا وقوبل بالرفض من كثير من متخصصي البيئة، وسكان المناطق المتضررة من السد. وقد هذا حدث عند إنشاء السد العالي في مصر وماواجهه من معارضة من أهالي النوبة في مصر والسودان، وماواجهه أيضاً سد مروحي في السودان مؤخراً. بالإضافة إلي الخلافات الدولية في حالة الأنهار المشتركة بين أكثر من دولة.

وفيما يلي أهم هذه المشروعات المقترحة لزيادة إيراد نهر النيل لكل من مصر والسودان:

#### أولاً: مشروعات مشتركة مع الدول المجاورة:

١- مشروع إنشاء سد للتحكم في مياه بحر الجبل قبل دخوله جنوب السودان، حيث أنه يفقد ٥٠% من مياهه في منطقة السدود. وهناك موقعان مقترحان: الأول سد موتير Mutir dam علي نيل ألبرت (٨٠ كم شمال بحيرة ألبرت) في أوغندا التي تعارض هذا الاقتراح نظراً لتأثيره الضار علي سكان المنطقة. الموقع الثاني هو عند نيمولي ولكن تظل نفس المشكلة في الموقع الأول وهي معارضة أوغندا نظراً لوقوع الخزان في أراضيها.

٢- مشروع سد جمبيلا Gambella علي نهر بارو (السوبايط) في إثيوبيا علي الحدود مع السودان حيث يفقد هذا النهر حوالي ٣ مليار م<sup>٣</sup> بمجرد دخوله السودان في مستنقعات مشار، وذلك لأن مجري النهر لايتحمل مرور أكثر من ١,٨ مليار م<sup>٣</sup> شهرياً (Morrice and Allen, 1959)، علماً بأن مجموع إيراد نهر بارو هو ١٣,٥ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً، ولكن هذه الكمية تمر خلال فترة قصيرة تتراوح من ثلاثة إلي أربعة أشهر فقط (يونيو -

سبتمبر)، وهي شهور موسم المطر في إثيوبيا، وبالتالي يحدث الفيضان في منطقة مشار. وتقدر السعة التخزينية لسد جمبيلا حوالي ٥,٥ مليار م<sup>٣</sup> (Morrice and Allen, 1959).

كما هو الحال في أوغندا، فإن إثيوبيا أيضاً سوف تعترض علي إنشائه حماية لسكان المنطقة بالإضافة إلي وجود محمية جمبيلا الطبيعية التي تعتبر أكبر محمية طبيعية في إثيوبيا. البديل لهذا المشروع يمكن أن يأتي عن طريق تعميق مجري النهر وتحديد جوانبه في منطقة مشار لمضاعفة كمية المياه المارة به، حتي يصل إلي المجري الرئيسي لنهر السوبات، وتقدر هذه المسافة بحوالي ١٠٠ كم بين إثيوبيا وجنوب السودان، ويقدر العائد من هذا المشروع بحوالي ١,٧-٢ مليار م<sup>٣</sup>/سنة.

#### ثانياً: مشروعات داخل جنوب السودان:

##### ١- استكمال مشروع قناة جونجلي:

يهدف مشروع قناة جونجلي إلي التحكم في انسياب مياه بحر الجبل (٣٤,٥ مليار م<sup>٣</sup>) التي يفقد حوالي ٥٠% منها في منطقة السدود نتيجة اتساع وضحالة مجري النهر، وذلك عن طريق شق قناة بطول ٣٦٠ كم من مدينة بور إلي مدينة ملكال، وعرض ٢٨-٥٠ م، وعمق ٤-٧ م، وانحدار قدره ٧-١٢,٥ سم/كم، لنقل ٢٥ مليون م<sup>٣</sup>/يوم (Johnson, 2006). وقد تضمن المشروع في مرحلته الأولى توفير نحو ٤,٤ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً، ٧,٦ مليار م<sup>٣</sup> عند أسوان في المرحلة الثانية بعد زيادة التخزين في بحيرة ألبرت (Nicol, 2003). بدأ العمل في المشروع بداية الثمانينات ١٩٧٨، تم حفر الجزء الأكبر ٢٦٠ كم من الشمال بواسطة شركة فرنسية، لكن توقف العمل في المشروع عند قرية الكونقر نتيجة نشوب الحرب الأهلية بين الجنوب والشمال عام ١٩٨٣.

علاوة علي كمية المياه التي يمكن توفيرها من هذا المشروع، فإنه سوف يدخل جنوب السودان في نشاط الزراعة المروية بعد تحويل المستنقعات إلي أراضي زراعية، وتحسين شبكة الطرق علي طول القناة، ورفع مستوي المعيشة، وإعادة الحياة للأجزاء التي تعرضت للجفاف، وتقليل نسبة الأمراض سواء للإنسان أو للحيوان من خلال الحد من المستنقعات وتوفير مياه الشرب النقية، بالإضافة إلي حماية السكان من الفيضانات السنوية. النشاط

الزراعي الجديد كفيل بتعويض السكان المتضررين الذين يعتمدون علي الصيد من المستنقعات، أو الرعي في مناطق السافانا.

٢- قناة دائرية حول منطقة السدود جنوب السودان:

يفقد في منطقة السد في جنوب السودان حوالي ٥٠% من إيراد بحر الجبل، بالإضافة إلي أكثر من ٩٥% من إيراد بحر الغزال، بإجمالي أكثر من ٣٠ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً (شكل ٦). يجمع بحر الغزال مياهه من خلال ٨ أنهار رئيسية تتبع من المرتفعات الجنوبية والجنوبية الشرقية لجبال مرة، جنوب غرب دارفور، والمرتفعات الجنوبية الغربية بطول الحدود مع أفريقيا الوسطي وجمهورية الكونغو عند خط تقسيم المياه الفاصل، بين حوض النيل وحوض الكونغو. وهناك مقترحات لإنشاء قناة دائرية حول بحر الجبل وبحر الغزال تكون قناة جونجلي الجزء الشرق منها (شكل ٥). وتتكون هذه القناة من جزئين:

أولاً: القناة الجنوبية لجمع مياه أنهار التونج، النعام، لاو، ونقل المياه شرقاً إلى قناة جونقلي عند بلدة جونجلي، ويصل طولها إلي ٣٠٠ كم (Chan and Eagleson, 1980).

ثانياً: القناة الشمالية تبدأ من تونج وتتجه شمالاً حتي أويل ثم شرقاً مع بحر العرب إلي بحيرة نو ثم النيل الأبيض إلي أن تصل إلي شمال قناة جونجلي عند ملكال. تجمع القناة الشمالية المياه من أنهار جور، لول، بحر الغزال، ونقلها إلي ملكال في رحلة طولها ٨٠٠ كم (Chan and Eagleson, 1980). ويقدر إجمالي المياه المكتسبة من هذا المشروع بحوالي ١٥ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً، بخلاف ما يوفره مشروع قناة جونجلي في مرحلته الأولى ٤,٤ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً.

الخلاصة:

١- الوضع الجيولوجي والجغرافي يجعل جنوب السودان ملائماً تماماً للزراعة المطرية، حيث الأمطار الغزيرة (متوسط ١٢٠٠ مم/سنة)، ذات التوزيع المتجانس مكانياً وزمانياً (٩ أشهر) بإجمالي حوالي ٨٥٠ مليار م<sup>٣</sup>/سنة (٧٥% من أمطار السودان)، والسهول الفيضية الواسعة.

٢- توجد جميع الأراضي المروية في شمال السودان، والتي تقدر بحوالي ٢ مليون هكتار، وهي تمثل ثلثي الأراضي القابلة للري، وحوالي ٢٦% من الأراضي المنزرعة في السودان.

- ٣- يبلغ إجمالي المياه المتجددة المتاحة للإستخدام المستدام في السودان حوالي ٣٠ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً (٢٠,٥ مليار م<sup>٣</sup> من نهر النيل عند سنار، ٥,٥ مليار م<sup>٣</sup> من أنهار أخرى، حوالي ٤ مليار م<sup>٣</sup> من المياه الجوفية المتجددة). يستخدم منهم سنوياً أقل من ٢٧ مليار م<sup>٣</sup>، معظمهم في شمال السودان، والجنوب لا يحتاج إلي مياه النيل نظراً لاعتماده علي مياه الأمطار الغزيرة، ولكنه قد يحتاج إلي القليل جداً (أقل من نصف مليار) لإغراض الشرب، ويمكن تعويض ذلك من المياه الجوفية المتجددة.
- ٤- جنوب السودان يعتبر منطقة معبر لمياه النيل، بل هو أقرب أن يكون منطقة فقد للمياه عنه منطقة منبع أو مصب، حيث يدخله من المنابع الاستوائية ٢٦,٥ ، ١٢ مليار م<sup>٣</sup> من المنابع الاستوائية والإثيوبية، علي الترتيب، بإجمالي سنوي ٣٨,٥ مليار م<sup>٣</sup>، وتخرج المياه عند ملكال بمقدار ٢٩,٥ مليار م<sup>٣</sup> (٣٥% من إيراد النيل عند أسوان)، بفاقد قدره ٩ مليار م<sup>٣</sup>. بالإضافة إلي فقد مجموع إيراد الروافد الداخلية من بحر العرب والغزال والزراف وغيرهم والتي تقدر بأكثر من ٢٤ مليار م<sup>٣</sup> سنوياً.
- ٥- جنوب السودان هو منطقة الأمل في المشروعات المائية المستقبلية لزيادة الإيراد السنوي لنهر النيل، والتي تعتمد علي تقليل الفواقد في جنوب السودان (٣٣ مليار م<sup>٣</sup>).
- ٦- صعوبة إقامة مشروعات مائية كبرى للتخزين القرني في جنوب السودان نظراً للطبيعة الجيولوجية وغازة الأمطار معظم شهور السنة،
- ٧- السودان شمالاً وجنوباً ليس به مشكل مياه، وليس من المتوقع أن يحدث صراعاً أو خلافاً نتيجة الإحتياج المائي لأي منهما، اللهم إذا استخدمت الموارد المائية كذريعة للحصول علي مكاسب سياسية أو إقتصادية أخرى.
- ٨- تعاون مصر والسودان (شمالاً وجنوباً) ضروري لجميع الأطراف وخاصة جنوب السودان، لتنفيذ المشروعات المائية لزيادة الحصة المائية لكل من مصر وشمال السودان، واستفادة الجنوب في الحصول علي طاقة كهربائية وأراضي زراعية جديدة، والحماية من أخطار الفيضانات السنوية، والحد من إنتشار الأمراض نتيجة المستنقعات، ومايتبع هذه المشروعات من إنشاء شبكة طرق وبنية أساسية، ومحطات مياه شرب نقية، وتشغيل عمالة سودانية.

٩- التعاون بين دول حوض النيل عامة، ومصر والسودان مع إثيوبيا وأوغندا بصفة خاصة لتنفيذ بعض المشروعات المائية المشتركة وخاصة سدي جمبيلا (إثيوبيا)، موتير (أوغندا).

#### المراجع:

- Abu-Zeid, K. and Abdel Meguid, A., 2003?, *Pioneering Action in Managing the Transboundary Nubian Sandstone*,  
<http://water.cedare.int/cedare.int/files15%5CFile2813.pdf>
- Anonymous (1981): *Geological Map of the Sudan, 1:2,000,000.- Geological and Mineral Resources Department (G. M. R. D. Khartoum), R. S. C. Jeddah, B. R. G. M. Orleans.*
- Catterson, T., Ejigu, M. Doka, M., Tongun, J., and Ojok, L.I., 2003, *USAID Integrated Strategic Plan in the Sudan 2003 – 2005, Environmental Threats and Opportunities Assessment, USAID/REDSO/NPC and the USAID Sudan Task Force, Washington, 146 p.*
- Chan, S. and Eagleson, P.S. 1980, *Water balance studies of the Bahr el Ghazal swamp, MIT, Civil Engineering Department, Technical Report No. 261, December 1980.*
- Chapin Metz, H. (1991). *Sudan: A Country Study. Washington, DC: Library of Congress*
- Conway, P., 2000, *Sudan and the Exploitation of the Waters of the Nile*,  
<http://www.unc.edu/home/pconway/aea2000/Water.pdf>
- Evans-Pritchard, B, 2008, "Can Local Investors Beat Foreign Investment?"  
Inter Press Service News Agency, Dec. 18, 2008.  
<http://ipsnews.net/africa/nota.asp?idnews=45165> (accessed May 24, 2010).
- FAO, 2005, *Aquastat Information System on Water and Agriculture. Sudan Country Profile*  
<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/countries/sudan/index.stm>
- Gaudet, S.C. and Eagleson, P.S., 1984, *Surface area variability of the Bahr el Ghazal swamp in the presence of perimeter canals, Massachusetts Institute of Technology, 121 p.*
- Gischler, C.E., 1976, *Present and future trends in water resources development in Arab countries. UNESCO report.*
- Johnson, D.H., 2006, *African Issues: The Root Causes of Sudan's Civil Wars. Bloomington & Indianapolis, USA: Indiana University Press.*
- Metz, H.C., *Sudan: A Country Study. Washington: GPO for the Library of Congress, 1991. http://countrystudies.us/sudan/*
- Morrice, H.A.W and Allan, W.N., 1959, *Planning for the ultimate hydraulic development of the Nile Valley, The Institution of Civil Engineers Great George Street, London, 156 p.*

- Nicol, A., 2003, *The Nile: Moving Beyond Cooperation*.  
[http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=133301&set=491535C1\\_0\\_4&gp=0&lin=1](http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=133301&set=491535C1_0_4&gp=0&lin=1)
- Nile Sector, Ministry of Water Resources and Irrigation, 1961, *First Annual Report 1960/1961, Permanent Joint Technical Cooperation for Development*. United Nations, New York, USA.
- Omer, A.M., 2010, *Water resources management and sustainable development in Sudan*, *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 2:190-207.
- PRB (Population Reference Bureau), 2010, *World Population Data Sheet*, [www.prb.org](http://www.prb.org).
- Sutcliffe, J. V. & Parks, Y. P., 1994, *The role of modern data processing in the Nile basin*. In: 2nd Nile 2002 Conf. (Khartoum), 403-417.
- Sutcliffe, J. V. and Parks, Y. P., 1999. *The hydrology of the Nile*. IAHS Special Publication 5, IAHS, Wallingford, UK.
- UNDP, 2010a, *Human Development Report 2010, 20th Anniversary Edition*, 227 p.
- UNDP , 2010b, *Regional Water Intelligence Report, The Nile Basin and the Southern Sudan Referendum*, Stockholm, 53 p.
- UNEP, 2007, *Sudan Post-Conflict Environmental Assessment*, 354 p.
- UNEP/DEWA/GRID, 2000. *Water Sharing in the Nile River Valley*, PROJECT GNV011 UNEP, Nairobi.
- USAID, 2009, *Expanding Agriculture and Food Security Activities in Southern Sudan. Assessment Report for USAID/Sudan Economic Growth Team*, 87 p.
- Vail, J. R. (1974): *Geological map of the Democratic Republic of Sudan and adjacent areas, Scale 1:2,000,000.- British Directorate Overseas Serv. Maps 2103A, 2103 B; London*.
- Waterwiki, 2010, *Water Conflict and Cooperation/Nile River Basin*, [http://waterwiki.net/index.php/Water\\_Conflict\\_and\\_Cooperation/Nile\\_Rivr\\_Basin](http://waterwiki.net/index.php/Water_Conflict_and_Cooperation/Nile_Rivr_Basin).
- Wu, X. and Whittington, D., 2006, *Incentive compatibility and conflict resolution in international river basins: a case study of the Nile Basin*, *Water Resources*, 42, doi: 10.1029/2005WR004238, 4342.
- Yousif, M.A. and Abdalla, S.H., 2010, *Integrated Shared Aquifer Resource Management (ISARM) for IGAD region*, Meeting 23-25 February 2010 Addis Ababa, Ethiopia.