أثر بحيرة سد مروي في تغذية الحوض الجوفي النوبي في الولاية الشمالية- السودان

د. أمير حسن عبد الله محمد د.محمد الشفيع محمد الشيح
جامعة أم درمان الإسلامية، السودان

الملخص: تناولت هذه الدراسة أثر بحيرة سد مروي في تغذية الحوض الجوفي النوبي في بالولاية الشمالية-السودان. حيث هدفت إلى بيان خصائص منطقة الدراسة الجغرافية والتعرف على معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي قبل وبعد قيام سد مروي بصفة عامة وفي المناطق المتأثرة بظاهرة الطفح المائ بصفة خاصة. كذلك هدفت للتعرف على العوامل الأخرى المتمثلة في طرق الري وفيضان النيل ومدى تأثيرها في معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي. استخدمت الدراسة عدة مناهج هي، المنهج التاريخي، المنهج الكمي، المنهج الإقليمي، المنهج الأيكولوجي، المنهج التحليلي، وقد ساعدت استخدام هذه المناهج في جمع وعرض وتحليل وتفسير البيانات المتحصلة عليها من المصادر الأولية والثانوية. وأهم ما توصلت إليه الدراسة هو أن سبب ظهور الطفح المائي في منطقة الدراسة يعزى إلى زيادة معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي من بحيرة سد مروي. وأن الزيادة في المياه الجوفية أدت إلى التوسع في المشاريع الزراعية في التروس العليا في الولاية الشمالية، كما أن تلك الزيادة ساهمت في إنشاء مشاريع ضخمة كمشروعي (الراجحي وأمطار) التي يعتمد الري فيهما على المياه الجوفية. ومن أهم توصيات الدراسة هي: الاستفادة من وجود تلك المياه لتخطيط مشاريع في التروس العليا. وإجراء دراسات لمنطقة الدراسة لوضع خطط مستقبلية تستوعب التغيرات التي حدثت بسبب انتشار ظاهرة الطفح المائي.
الكلمات المفتاحية: بحيرة، سد، مروي، تغذية، الحوض الجوفي، نوبي، مشاريع، طفح.

Abstract: This study addressed the Merowe Dam Lake to feed the Nubian Aquifer in Northern State - Sudan.Where the study aimed to show the geographical characteristics of the study area, and to identify the feed rates to a Nubian aquifer basin before and after the establishment of Merowe Dam in general, and in the areas affected by the apparent meaning of watery overflow in particular. The study also aimed to identify the other factors of irrigation methods and the flooding of the Nile, and the its impact in the feed rates of the Nubian Aquifer.

The study used several methodologies, are: the historical method, quantitative method, the regional method, ecosystem method, the analytical method. They have helped in the analysis and interpretation of data obtained from primary sources and secondary sources.

The most important findings of the study is that the reason for the appearance of overflow of water in the study area, due to increased feed rates of the Nubian Aquifer, from Merowe Dam Lake. And that the

increase in underground water has led to the expansion of agricultural projects in the upper barricades in the northern state. Also, the increase contributed to the establishment of large-scale projects as the two projects (Al Rajhi and Amtar), that depend on underground water for irrigation.

Among the most important recommendations of the study are: Make use of the presence of this water to plan projects in the upper gears. And conducting studies for the study area to develop future plans that accommodate the changes that occurred due to the spread of the water rash phenomenon.

Keywords: Lake. Dam. Merow. Feed. Aquifer. Nubian. Projects. Rash.

مقدمــة:

إن المياه الجوفية في السودان تمثل مورداً مهماً لأن أغلب مناطقه تقع في الإقليم الجاف وشبه الجاف، وتتوزع على معظم أنحاء القطر، وتوجد في أعماق متباينة، تتراوح بين أقل من(10) أمتار وأكثر من (100) متر تحت سطح الأرض. رغم عدم توفر البيانات والمعلومات عن مناسيب المياه الجوفية، إلا أنه يمكن القول أن معظم المخزون الجوفي في السودان "غير متجدد التغذية. والتجديد السنوي ويقدر بحوالي 3.4 مليارات متر مكعب، إلا أن المستخرج منها لا يزيد عن (0.1) مليار متر يستخدم معظمها لأغراض الزراعة". (محمود، 2015). وتوجد عدة أحواض جوفية في السودان تشمل الحوض النوبي، وحوض أم روابه، وغيرها من الأحواض. من أهم هذه الأحواض الحوض النوبي الجوفي موضوع البحث. "الذي يقدر مخزونه بنحو (40) ألف مليار متر مكعب، ويعتبر هذا الخزان من أهم مصادر المياه الجوفية العذبة في العالم" (موسوعة المعرفة، 2016)، ويمتد في السودان وتشاد وليبيا ومصر، ويعتبر من أهم الأحواض الجوفية في شمال أفريقيا. حيث يعتمد عليه جل سكان الصحراء الكبرى في مناطق الواحات في تلك الدول. ويمتد أكبر جزء منه في السودان ورغم ذلك الاستفادة منه قليلة. بعد اكتمال بناء خزان سد مروي الذي "يبلغ طوله (9.2) كيلومتر وبارتفاع يصل إلى (67) متر، ويعتبر أكبر السدود السودانية المنشأة على نهر النيل وروافده في السودان. فقد كون هذا السد بحيرة تغطي مساحة (467) كلم مربع. وينتج السد طاقة كهربائية تقدر بحوالي (1,250) ميغاواط، وسوف يروي مساحة تقدر بحوالي ثلاثمائة ألف فدان، بعد اكتمال القنوات المصاحبة له، كما يساعد في حماية الأراضي الزراعية والمناطق العمرانية من خطر الفيضان. لكن بعد اكتمال التخزين ظهرت بعض المشاكل في أراضي القرى المجاورة للسد تمثلت في ظاهرة الطفح المائي خصوصاً في محلية مروي وبعض القرى الواقعة في محليتي القولد والبرقيق. وقد تم ربط هذه الظاهرة من قبل السكان بأنها نتيجة لاكتمال التخزين في بحيرة السد مما أثار اهتمام الباحث لمعرفة أسباب ظهور هذه الظاهرة وما ترتب على ذلك من آثار اقتصادية واجتماعية. مما يتطلب دراسة الظاهرة بصورة علمية لمعرفة الأسباب الحقيقة لظاهرة الطفح المائي في الولاية الشمالية. لذا يأتي هذه البحث لمعرفة أثر بحيرة سد مروي في تغذية الحوض الجوفي النوبي في الولاية الشمالية التي

تعاني من شح الموارد المائية على الرغم من أن اقتصادها يعتمد على الزراعة بصورة كاملة. وتفسير سبب الطفح المائي.

1.مشكلة البحث:

ظهرت ظاهرة فيض المياه أو ما يعرف - بالطفح المائي - في منطقة الدراسة المحصورة بين منطقة البرقيق شمالاً إلى المنطقة المقام بها سد مروي جنوباً والتي تقع جميعها على الحوض الجوفي النوبي بصورة واضحة ومؤثرة ولكنها أصبحت أكثر وضوحاً وانتشاراً في السنوات الأخيرة منذ عام 2012م، مما يتطلب محاولة التقصي عن الأسباب التي أدت لانتشار الظاهرة. وقد أثرت هذه الظاهرة على مناطق الإنتاج الزراعي والعمراني مما يتطلب دراستها. ولتحديد أسباب ظهور الطفح المائي يمكن الإجابة على الأسئلة التالية:

-ما هي المنطقة التي يمتد فيها الحوض الجوفي النوبي؟

-ما هي الخصائص الجغرافية للمنطقة التي يمتد فيها الحوض؟

-ما هو حجم المخزون الجوفي في منطقة الدراسة خلال السنوات (2005 -2015)؟

-إلى أي مدى أثرت بحيرة سد مروي في تغذية الحوض الجوفي النوبي في منطقة الدراسة ؟

-هل انتشار ظاهرة الطفح المائي نتيجة لمساهمة بحيرة سد مروي في زيادة معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي في منطقة الدراسة أو أن هنالك أسباب أخرى؟

2.فرضيات البحث:

-يرجع سبب ظهور الطفح المائي في المنطقة الممتدة من مروي إلى البرقيق لزيادة في معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي من بحيرة سد مروي.

-أدت زيادة التغذية للخزان الجوفي إلى زيادة في مياه الآبار السطحية والجوفية في منطقة البحث.

-أثرت في الزيادة المياه الجوفية للتوسع في المشاريع الزراعية في التروس العليا في الولاية الشمالية.

3.أهداف البحث: يسعى البحث لتحقيق الأهداف التالية:

-التعرف على معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي قبل وبعد قيام بحيرة سد مروي بصفة عامة وفي المناطق المتأثرة بظاهرة الطفح المائي بصفة خاصة.

-توضيح العوامل الأخرى المتمثلة في طرق الري وفيضان النيل ومدى تأثيرها في معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي.

-تحديد أثر ظاهرة الطفح المائي على الإنتاج الزراعي بصورة عامة والعمران في المنطقة بصورة خاصة.

4.أهمية البحث: تتمثل أهمية هذا البحث في النقاط التالية:

-يوفر البحث قاعدة بيانات علمية للباحثين عن منطقة الحوض الجوفي النوبي والمياه الجوفية بصورة عامة.

-يوفر البحث قاعدة بيانات للجهات ذات الاختصاص من التنفيذيين في مختلف المجالات ذات الصلة بالموضوع كمجال الزراعة والعمران والمياه والتربة والمناخ واستخدام الأرض وعلوم البيئة، للاستفادة منها لوضع حلول لظاهرة الطفح المائي.

-الخطة التي يتم وضعها لمعالجة المشكلة يمكن الاستفادة منها في المناطق الأخرى المشابهة خاصة أن هنالك خطة لإنشاء عدة سدود من أجل تنمية السودان.

-يوفر البحث حقائق علمية يستفيد منها المخططون والمنفذون في استغلال الموارد بمنطقة الدراسة.

-توفير مادة علمية للباحثين مستقبلاً للاستفادة منها في المجالات المختلفة لمنفعة منطقة الدراسة.

-يوفر بيانات ومعلومات تسهم في مجال التخطيط للمشاريع الاقتصادية،ومشاريع البنيات التحتية وتخطيط المراكز الحضرية في المنطقة.

5.مناهج البحث: استخدم البحث عدة مناهج وهي:

المنهج التاريخي: هو عبارة عن إعادة للماضي بواسطة جمع الأدلة وتقويمها، ومن ثم تمحيصها، ليتم عرض الحقائق عرض صحيحاً في مدلولاتها وفي تأليفها. وقد اتبع هذا المنهج في البحث في تتبع الظواهر الطبيعية والبشرية التي توجد في المنطقة خلال الفترة التاريخية.

المنهج التحليلي الكمي: الذي يؤمن استنباطاً دقيقاً للمعلومات ودلالاتها سواء كانت ظاهرة أو باطنة، جزئية أو كلية، وكذلك معرفة مدى تأثيرها وتأثرها ببعضها، مجتمعة أو منفردة. واستخدم هذا المنهج في البحث في جميع البيانات وتصنيفها وعرضها ثم تحليلها. كما استخدم نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج خرائط توضح مناطق الآبار في منطقة الدراسة، مما يفيد في تحديد الاستخدام الحالي للأرض واستنتاج خرائط الاستخدام الحالي والمستقبلي للمياه الجوفية.

المنهج الإقليمي: هو منهج جغرافي يتخذ من الإقليم وحدة للبحث وهذا معناه أن ينطلق الباحث في إطار إقليمي بحت. وقد اتخذ الباحث من الإقليم الإداري تحت مسمى الولاية الشمالية إقليماً للبحث.

المنهج الأيكولوجي: هو المنهج الذي يهتم بدراسة العلاقات القائمة بين مكونات البيئة.

أستخدم هذا المنهج في البحث لمعرفة تأثير الظاهرة بموضوع الدراسة المتمثلة في ظاهرة الطفح المائي وأثرها وعلاقتها بمختلف الكائنات الحية في منطقة الدراسة وتشمل الإنسان والحيوان والنبات.

6.مصادر جمع المعلومات: تم الاعتماد على عدة مصادر في جمع البيانات والمعلومات تمثلت في المصادر الثانوية والأولية.

المصادر الثانوية: تتمثل المصادر الثانوية في الكتب والبحوث والدراسات السابقة والبيانات والمعلومات المتوفرة في مواقع الانترنت عن موضوع البحث.

المصادر الأولية: تتمثل في العمل الميداني لجمع البيانات التي لم يتم الحصول عليها بواسطة المصادر الثانوية، فلجأ الباحثان للعمل الميداني، بالزيارات لمنطقة الدراسة والمقابلات الشخصية.

7.تعريف المياه الجوفية:

المياه الجوفية هي المياه التي تتخلل التربة وما تحتها من صخور، وهي تشكل(14%) تقريباً من الحجم الكلي للماء العذب الموجود على الأرض. ويعرف السطح العلوي للمياه الجوفية بمنسوب الماء الجوفي. وهو خط متغير الارتفاع اعتماداً على طبوغرافية سطح الأرض، حيث يكون

عالي الارتفاع في المناطق الجبلية والتلال وينخفض تدريجياً مع انحدار الأرض حتى يصل إلى الأودية (النقاوي، 2004، ص12).

كما تعرف بأنها "المياه الموجودة تحت سطح الأرض، سواء تلك الموجودة في المناطق المشبعة (المنطقة المملوءة فراغاتها بالكامل بالمياه) أو غير المشبعة (المنطقة الواقعة مباشرة تحت سطح الأرض وتحتوي المواد الجيولوجية المكونة لها المياه والهواء في الفراغات الفاصلة بين حبيبات التربة.(عساف، سعيد،2007، ص4).

كما تعرف بأنها تلك المياه الواقعة تحت سطح الأرض، والتي يمكن تجميعها وسحبها بواسطة الآبار أو المياه التي تتدفق طبيعياً إلى السطح عن طريق التزاز أو عن طريق الينابيع (الجنايني، 1985، ص203). المياه الجوفية هي المياه التي تقع تحت سطح الأرض بأعماق مختلفة، وهي المياه التي تتسرب إلى داخل الأرض من خلال مسامات التربة والشقوق الصخرية وتتجمع في طبقات صخرية مسامية يطلق عليها اسم الطبقات الحاملة للمياه (أومايلة، 1996، ص54). هي تلك المياه التحت سطحية والموجودة تحت سطح الأرض في تكوينات أرضية مختلفة، والتي يمكن تجميعها بوسائل مختلفة مثل الآبار والينابيع والفوارات (شحادة ووهلان، 1999، ص36).

8.مفهوم الحوض الجوفي

هو الحوض الجوفي المتكون من تربة مفتتة كالخليط الرمل والحصى أو صخور تحتوي ماء ويمكن سحب الماء منها بكميات كبيرة وبسهولة ، عادة ما تكون هذه الأحواض ذات نفاذية كبيرة بحيث تسمح لكميات كبيرة من المياه بالحركة داخلها ومنها واليها وتصل نفاذيتها إلى أكبر من 1 متر / اليوم = 10^-5 متر/ الثانية.

9.مفهوم السد:

السد هو إنشاء هندسي يقام فوق واد أو منخفض بهدف حجز المياه. والسدود من أقدم المنشآت المائية التي عرفها الإنسان. وعادة ما يتم تصنيفها حسب أشكالها والمواد التي استخدمت في بنائها والأهداف التي شيدت من أجلها. إن الأنواع الشائعة من السدود هي التي تنشأ من نوع واحد من المواد أو ذات الردم الترابي والردم الصخري مع قالب ترابي، أو ذات الواجهة الخرسانية، والسدود الخرسانية التي تعتمد على الجاذبية أو القوس أو الدعامات الواقية.

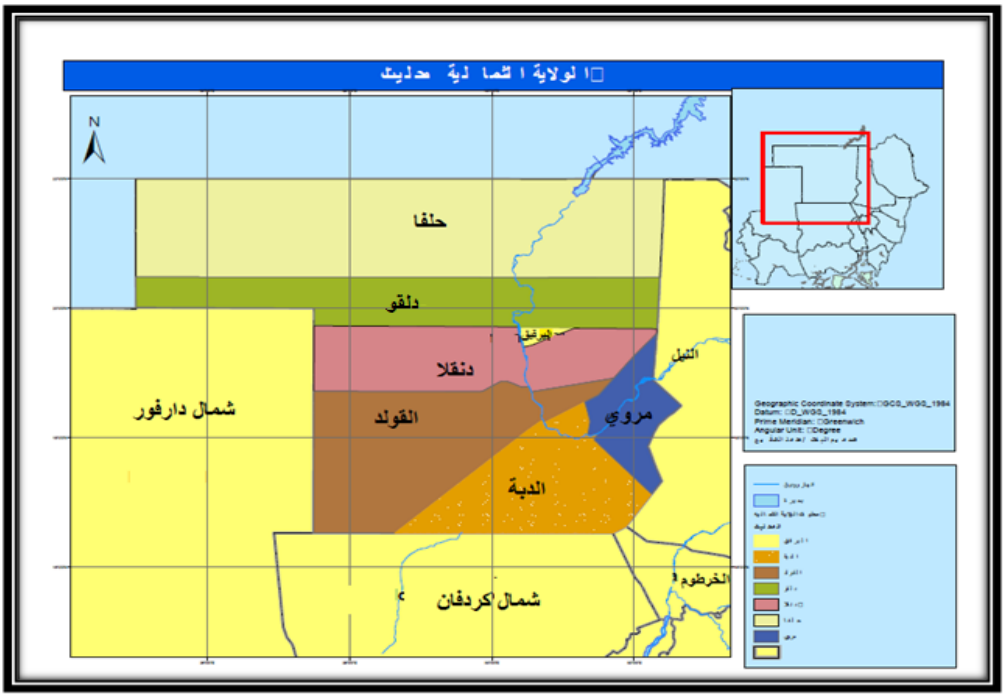
10.جغرافية منطقة الدراسة

أ/ الموقع الفلكي: تقع الولاية الشمالية بين دائرتي عرض (16 – 22) درجة شمالاً وخطي طول (25 –32) درجة شرقاً. هذا الموقع الفلكي جعلها تمتد في الإقليم الصحراوي بصورة كاملة، أنظر الخريطة رقم (1).

ب/ الموقع الجغرافي: يحد الولاية من الشمال جمهورية مصر العربية، ومن الشمال الغربي الجمهورية الليبية، ومن الغرب ولاية شمال دارفور وشرقاً ولاية نهر النيل وجنوباً ولايتي شمال كردفان والخرطوم، أنظر الخريطة (1).

ج/ المساحة: تحتل الولاية الشمالية مساحة تقدر بحوالي (348,697)كم2. ومعظم هذه المساحة خالي من السكان لذلك يتجمع السكان حوالي النيل وبعض الواحات.

د/ التقسيم الإداري: تنقسم الولاية الي سبع محليات هي: وادي حلفا – دلقو – البورقيق - دنقلا – القولد - الدبة – مروي، وتقسم هذه المحليات بعدة وحدات إدارية بلغ مجموعها 23 وحدة إدارية. أنظر الخريطة رقم (1). منطقة الدراسة



المصدر: الباحثان، هيئة المساحة، 2017م، بتصرف.

11.أثر بحيرة سد مروي في تغذية الحوض النوبي

مكونات الحوض النوبي:

تتكون من طبقات متوازية رأسية أو مائلة قليلاً من الحجر الرملي وحجر طيني وقد عرفت تكوينات منطقة الخرطوم – شندي.

1/ كنجولمرات حصوي.2/ كنجولمرات منقول.3/ الحجر الرملي للمرخيات. 4/ الحجر الرملي الكوارتوزي.5/ الحجر الطيني(Kheiralla 1966, p83).

وتتواجد المياه المكونة للحوض النوبي في طبقة الكنجلومرات الحصوي والمرخيات والحجر الرملي والكوارتزي وسمك متكونات النوبة متغاير ولا يزيد عن (1500) قدم. ويعتبر هذا الخزان الحوض المائي من أفضل وأجود الخزانات الجوفية في السودان وأكبرها حجماً وبعيداً عن النهر فإن مستوى الماء يقع بين (300-400) قدم. ويتم التغذية من النهر وبعض تفرعاته ومن سقوط الأمطار وخاصة في أطرافه الجنوبية من هذه المنطقة حيث هطول الأمطار بغزارة.

الخصائص الهيدروليكية للخزان النوبي:

درجة التوصيل الهيدروليكي في الجزء السفلي (رسوبيات – الباليوزي) تصل إلى(5-10)إلى(6-10) والجزء العلوي (الرسوبيات الميزوزي) أقل من(4×6-10)إلى أكثر من(3-10 m/s) والتوصيل النويمي يصل إلى(100 m2/d) بمحاذاة صخور الأساس إلى(1000 m2/d) عن زيادة السمك للطبقات في (3000م).

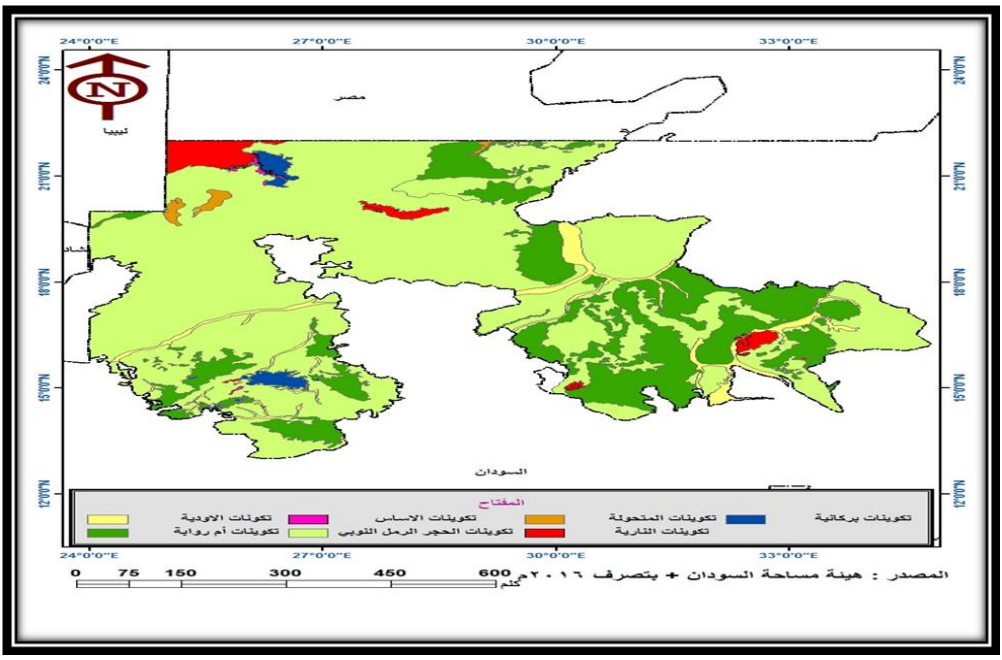
نوعية المياه للخزان النوبي:

تبلغ الأملاح المذابة أقل من (1000) جزء من المليون إلى (500) جزء من المليون وتعد مياه ممتازة وتغير درجة الملوحة جانبياً ورأسياً في الطبقات التي تحمل المياه لعصر الميزوزوي أقل من (2000) جزء من المليون حيث تحتوي على مياه عذبة وهي تكون في الجزء العلوي أما الجزء السفلي حيث طبقات الباليوزي تصبح مالحة نوعاً ما.

الحوض النوبي من أكبر الأحواض في العالم إذ تبلغ مساحته (2.4) مليون كلم2 ومساحة المنطقة الحاملة للمياه (1.8) مليون كلم مربع ويمتاز بنوع مياه جيدة عذبة ذات نسبة ملوحة منخفضة (810-1300) جزء من المليون وبالضغط الهيدروليكي العالية التي تساعد على تصاعد المياه إلى أعلى من خلال الشقوق والفواصل وتتكون من طبقات لتتابع سلسلة صخور الحجر الرملي والطفل يمتد عمرها من الباليورزي إلى العصر الكرتياسي الأسفل وقد استغرق تكوينه فترة زمنية جيولوجية وتاريخ طويل تم أثنائها التغذية والمخزون الإستراتيجي هائل جداً ويمثل الجزء الشمالي الغربي من السودان من منطقة العوينات جزء من الحوض النوبي الذي يمتد إلى جنوب مصر وليبيا وتشاد.

وتكوين القطاع الجيولوجي في هذه المنطقة من صخور الأساس المتبلورة يعلوها صخور الحجر الرملي النوبي التي لا تحتوي على طبقات كتمية مما يجعل المياه حرة الحركة. يتراوح عمق المياه بين(30-20م) ودلت نتائج الضخ التجريبي أن نفاذية الصخور الحاملة للمياه تتراوح بين (20-30/ يوم) وتتراوح الملوحة فيه من(1300-810) جزء في المليون وعلى هذا فهي صالحة للاستخدام المنزلي والزراعي. وقد نجح استخدامها في التسعينات في الولاية الشمالية غرب منطقة سكوت – المحس نجح مشروع زراعة الخضر والفاكهة نجاحاً منقطع النظير ويجب تعميم التجربة على كافة الولاية تتراوح ملوحة المياه من(1150-740) جزء في المليون. (أنظر الخريطة(2).

خريطة (2) جيولوجية الحوض الجوفي النوبي في منطقة الدراسة



12.بحيرة سد مروي:

سد مروي هو سد كهرومائي يقع على مجرى نهر النيل في الولاية الشمالية بالسودان عن جزيرة مروي التي أطلق عليه أسمها، على بعد (350) كلم من الخرطوم و(600) كلم من ميناء بورتسودان. أكتمل بناء السد في 3 مارس 2009م، ويبلغ إجمالي طوله (9.2) كيلومتر فيما يصل ارتفاعه إلى (67) متر، وقد صاحب عملية بنائه عدد من المشاريع التحضيرية، مثل إنشاء عدد من الطرق والجسور وخط للسكة الحديد ومدينة سكنية لإقامة فريق العمل الذي تألف من (5)ألف عامل نصفهم من السودانيين والبقية من الصينيين.(الموسوعة الحرة، 2016م). و تمتد بحيرة السد لمسافة تصل إلى (176) كلم خلف جسد السد، حيث تمتد من جزيرة مروي بمنطقة الحامداب على بعد 34 كيلومتراً شمال مدينة مروي، حتى منطقة أم سقاية جنوب مدينة أبو حمد بولاية نهر النيل (يوسف، 2012، ص13).

صورة رقم(1) سد مروي

صورة رقم(2) جوية لسد مروي

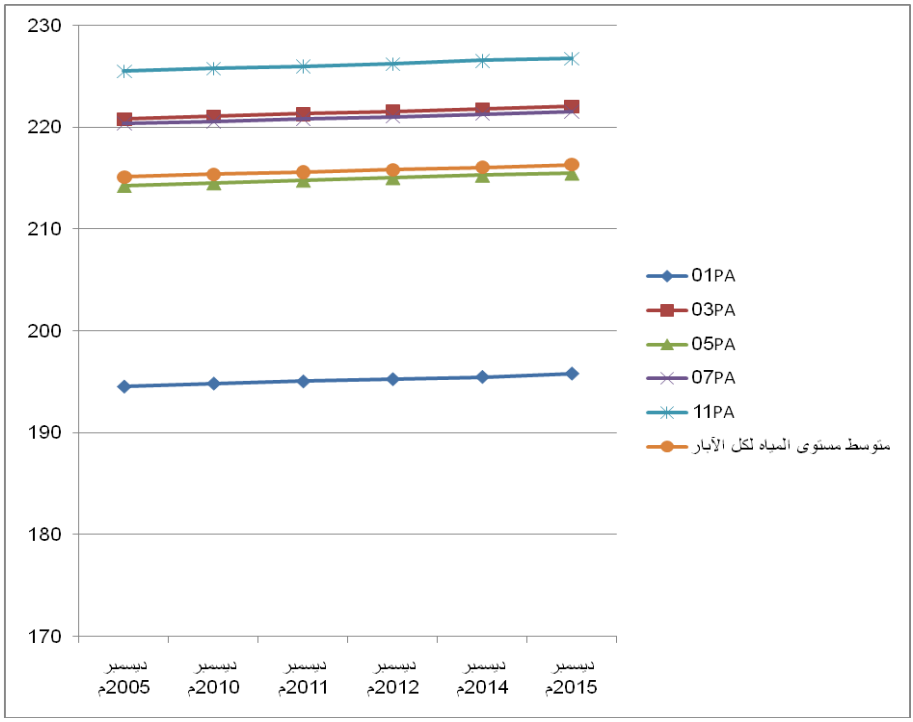
المصدر: عمل الباحثان،2017.

13.زيادة في معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي بالمنطقة من (2005-2015)

لمعرفة معدلات الزيادة في مستوى المياه الجوفية استعان الباحث ببيانات هيئة المياه الجوفية والوديان بالولاية الشمالية، فتم الحصول على بيانات الأعوام (2005، 2010، 2011، 2012م، 2014، 2015) لعدد (35) بئراً في منطقة الدراسة وفقا للمحليات السبعة. كما مبين في الملحق رقم (1).

1/ محلية حلفا:

شكل (1) مستويات مياه الآبار في محلية حلفا

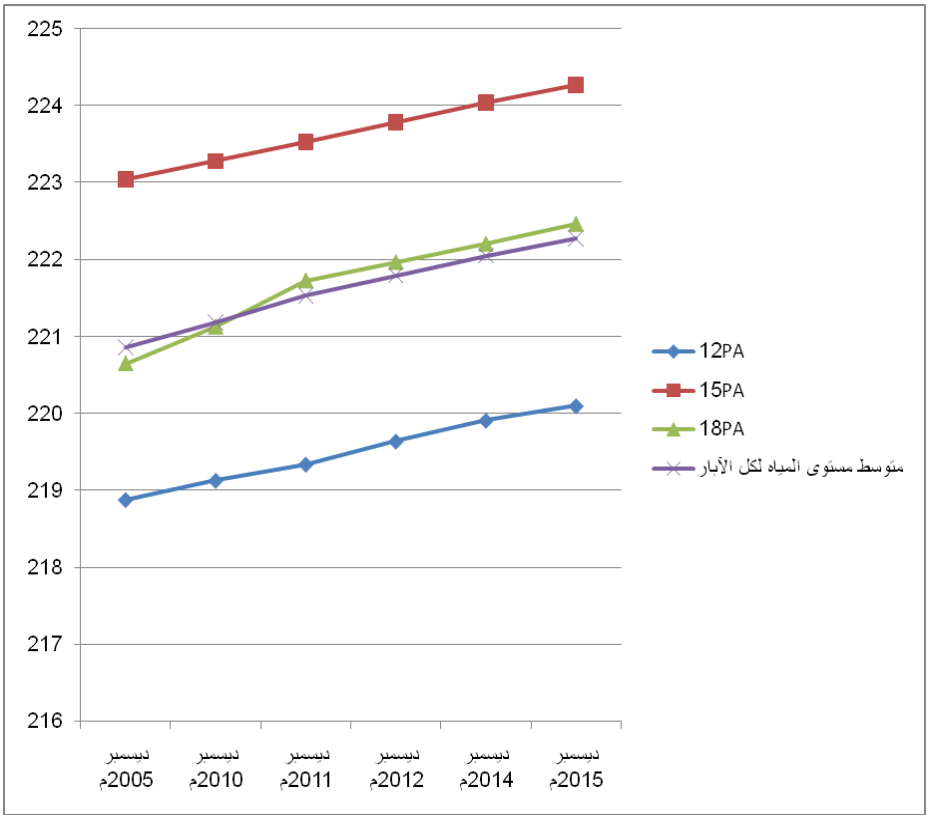


المصدر: عمل الباحثان، من بيانات إدارة المياه الجوفية والوديان، دنقلا،2017.

الشكل (1) يبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه لجميع آبار محلية حلفا، وهذا ما يؤكده متوسط مستوى المياه لجميع الآبار، حيث نجد أن متوسط المياه في العام (2005م) بلغ (215.122 masl) وارتفع إلى(216.346) في العام 2015م، بمعدل زيادة بلغت (0.6%) وزيادة سنوية مقدارها (0.1224 masl).

2/ محلية دلقو:

شكل (2) مستويات مياه الآبار في محلية دلقو

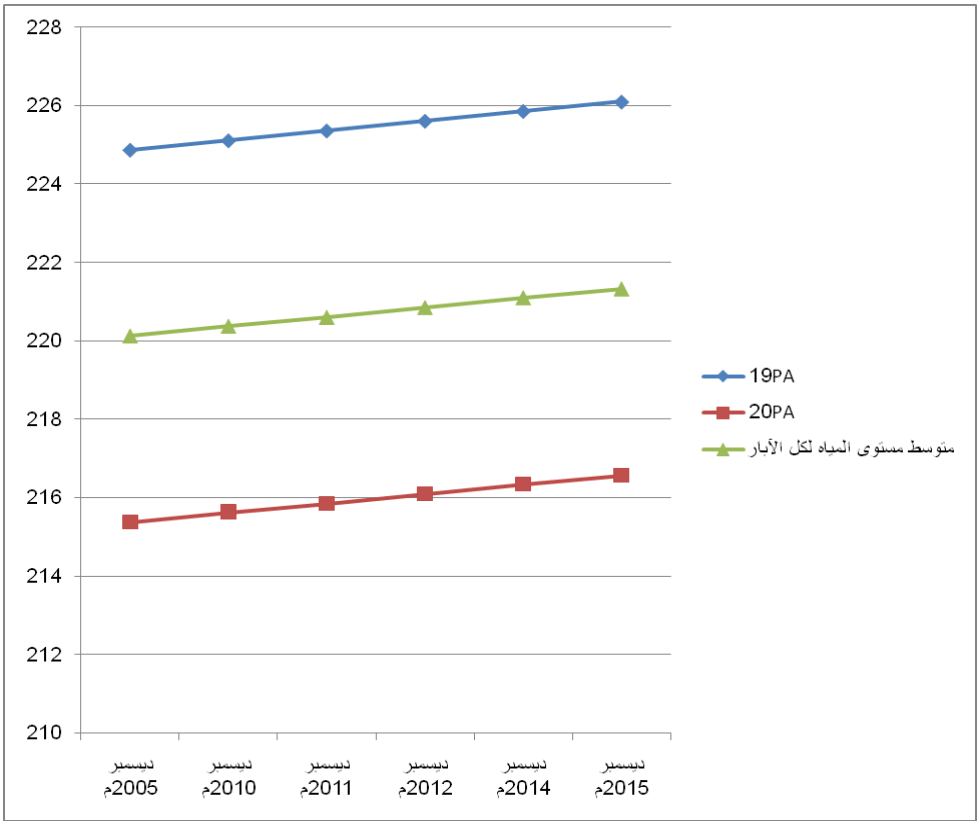


المصدر: عمل الباحثان، من بيانات إدارة المياه الجوفية والوديان، دنقلا، 2017.

الشكل (2) يبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه لجميع آبار محلية دلقو، وهذا ما يؤكده متوسط مستوى المياه لجميع الآبار، حيث نجد أن متوسط المياه في العام (2005) بلغ (657.220 masl) وارتفع إلى (222.28) في العام 2015م، بمعدل زيادة بلغت (0.74%) وزيادة سنوية مقدارها (masl0.1623).

3/ محلية البرقيق:

شكل (3) مستويات مياه الآبار في محلية البرقيق

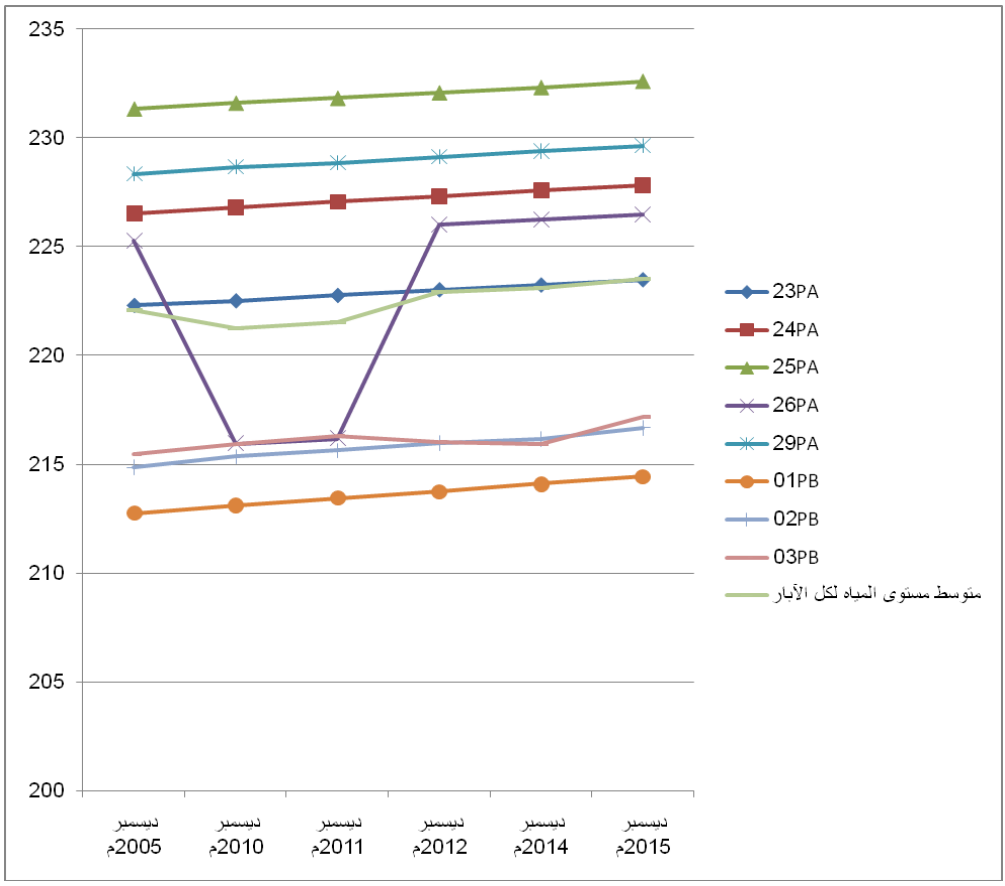


المصدر: عمل الباحثان، من بيانات إدارة المياه الجوفية والوديان، دنقلا، 2017.

الشكل (3) يبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه لجميع آبار محلية البرقيق، وهذا ما يؤكده متوسط مستوى المياه لجميع الآبار، حيث يلاحظ أن متوسط المياه في العام (2005) بلغ (220.125 masl)وارتفع إلى (221.335) في العام 2015م، بمعدل زيادة بلغت (0.55%)، وزيادة سنوية مقدارها (0.121 masl).

4/ محلية دنقلا:

شكل (4) مستويات مياه الآبار في محلية دنقلا

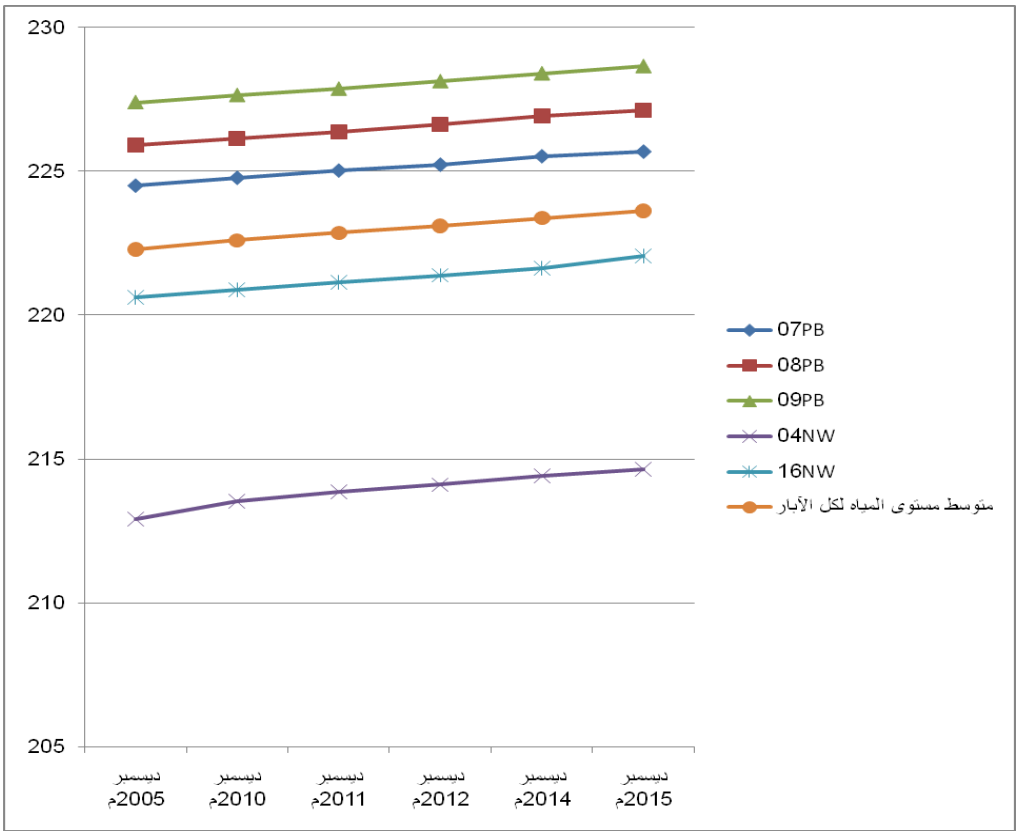


المصدر: عمل الباحثان، من بيانات إدارة المياه الجوفية والوديان، دنقلا، 2017.

الشكل (4) يبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه لجميع آبار محلية دنقلا، وهذا ما يؤكده متوسط مستوى المياه لجميع الآبار، حيث نجد أن متوسط المياه في العام (2005) بلغ (222.103 masl) وارتفع إلى (223.538) في العام 2015م، بمعدل زيادة بلغت(0.65%)، وزيادة سنوية مقدارها (0.144 masl).

5/ محلية القولد:

شكل (5) مستويات مياه الآبار في محلية القولد

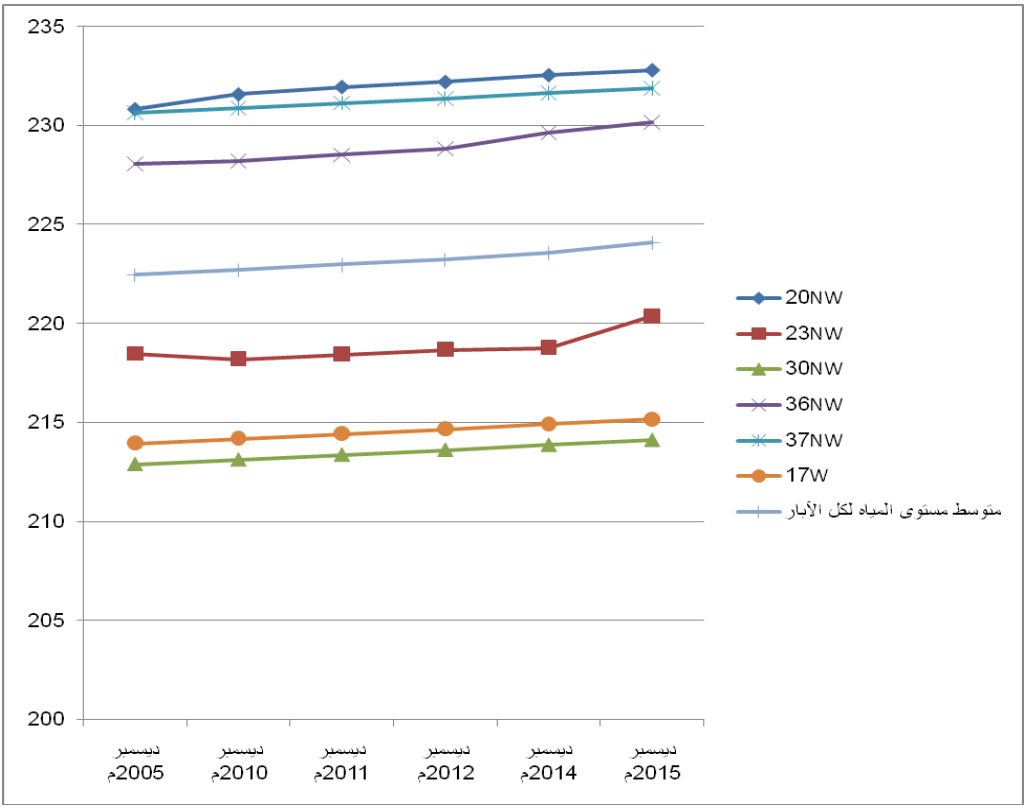


المصدر: عمل الباحثان، من بيانات إدارة المياه الجوفية والوديان، دنقلا.

الشكل (5) يبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه لجميع آبار محلية القولد، وهذا ما يؤكده متوسط مستوى المياه لجميع الآبار، حيث نجد أن متوسط المياه في العام 2005. بلغ (222.272 masl) وارتفع إلى (223.63) في العام 2015م، بمعدل زيادة بلغت (0.61%)، وزيادة سنوية مقدارها (0.136 masl).

6/ محلية الدبة:

شكل (6) مستويات مياه الآبار في محلية الدبة

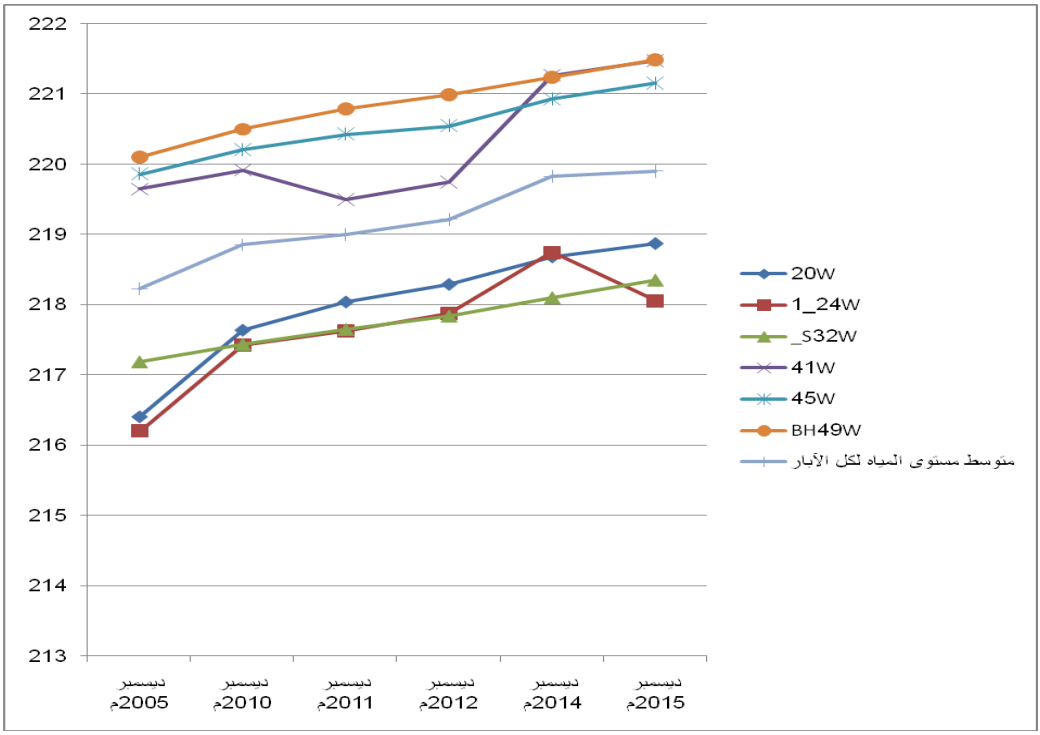


المصدر: عمل الباحثان، من بيانات إدارة المياه الجوفية والوديان، دنقلا.

الشكل (6) يبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه لجميع آبار محلية الدبة، وهذا ما يؤكده متوسط مستوى المياه لجميع الآبار، حيث نجد أن متوسط المياه في العام 2005م. بلغ (222.48 masl) وارتفع إلى (224.09) في العام 2015م، بمعدل زيادة بلغت (0.72%)، وزيادة سنوية مقدارها (0.161 masl).

7/ محلية مروي:

شكل (7) مستويات مياه الآبار في محلية مروي



المصدر: عمل الباحثان، من بيانات إدارة المياه الجوفية والوديان، دنقلا،2017.

الشكل (7) يبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه لجميع آبار محلية مروي، وهذا ما يؤكده متوسط مستوى المياه لجميع الآبار، حيث نجد أن متوسط المياه في العام 2005. بلغ(218.235 masl) وارتفع إلى (219.902) في العام 2015م، بمعدل زيادة بلغت (0.76%)، وزيادة سنوية مقدارها (0.167 masl).

14.أثر البحيرة على تغذية الحوض النوبي:

ظاهرة الطفح المائي:

تبين من الأشكال السابقة أن هنالك زيادة مستمرة في مستويات المياه الجوفية في منطقة الدراسة حيث ارتفعت المياه الجوفية في الفترة من 2005-2015 إلى (1.45 masl)، وتبين كذلك أن الزيادة منذ عام 2012، مقارنة بالعام 2005، هي زيادة دالة إحصائياً. وبذلك فإن ارتفاع مستويات المياه الجوفية في الآبار في منطقة الدراسة لما يقارب المتر والنصف لكل بئر يدلل على ارتفاع المياه الجوفية في المناطق القريبة للنيل، وذلك لتأثير عاملين في تغذية المياه الجوفية، هما عاملي المياه السطحية المتسربة من النيل، ويلاحظ أن ظاهرة الطفح المائي قبل العام 2012م، كانت تعتبر من الظواهر النادرة، ولكن بعد اكتمال ملء بحيرة سد مروي أنتشرت الظاهرة بصورة كبيرة في السنوات 2012-2015.

صور من مناطق الدراسة المتأثرة بالطفح المائي:

(1): منطقة تنقاسي

(2): منطقة مروي

المصدر: العمل الميداني، 2017.

زيادة مستويات المياه في آبار منطقة الدراسة:

من البيانات التي تم جمعها عن مستويات الآبار في منطقة الدراسة تم تحليل مستويات مياه الآبار لبيان الفروق ذات الدلالة الإحصائية عن طريق الوسط الحسابي والانحراف المعياري كما يبين الجدول أدناه.

جدول (1) اختبار (ت) لبيان الفروق ذات الدلالة الإحصائية بين مستويات المياه في الآبار بين العامين 2005 -2015.

السنة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة اختبار (ت)	الدلالة	النتيجة
2005	220.31	7.11	25.683	0.000	توجد فروق ذات دلالة إحصائية
2015	221.76	7.09			

المصدر: عمل الباحثان، الملحق رقم (1).

يبين الجدول (1) أن الفترة الممتدة من 2005-2015م شهدت فروق ذات دلالة إحصائية في مستويات المياه في الآبار الجوفية حيث بلغت قيمة الدلالة المصاحبة لاختبار (ت) (0.000) وهي أقل من(0.05) مما يدلل على أن الفروق دالة إحصائية، مما يبين أن الفترة الممتدة من 2005-2015 شهدت ارتفاع في مستويات المياه الجوفية في منطقة الدراسة بصورة دالة إحصائياً، حيث ارتفع من(220.31) إلى (221.76 masl) بزيادة قدرها (1.45 masl). كما تم التحليل باستخدام GIS لبيان لتغيرات في مستويات في المياه خلال الفترة 2005-2015. والتحليل بالطريقتين تبين أن هنالك زيادة في مستويات المياه الجوفية بلغت (1.45 masl)، ذلك بين أن هنالك فروق ذات دلالة إحصائية في مستويات المياه الجوفية في العام 2015 مقارنة بالعام 2005، مما يدلل على أن هنالك زيادة في معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي في منطقة الدراسة خلال الفترة 2005-2015.

النتائج: يمكن إيجاز أهم نتائج الدراسة في الآتي:

-يرجع سبب ظهور الطفح المائي في المنطقة الممتدة من مروي إلى البرقيق لزيادة في معدلات تغذية الحوض الجوفي النوبي من بحيرة سد مروي. وهذا يحقق فرضية البحث.

-أدت زيادة التغذية من الخزان للزيادة في مياه الآبار السطحية في منطقة البحث.

-أثرت الزيادة في المياه الجوفية زيادة التوسع في المشاريع الزراعية في التروس العليا في الولاية الشمالية.

-قيام سد مروي في منطقة الدراسة أدى إلى تغيرات مناخية.

-زيادة مستويات المياه الجوفية في منطقة الدراسة ساهم في إنشاء مشاريع ضخمة كمشروعي الراجحي وأمطار، التي يعتمدان على المياه الجوفية في الري من الحوض الجوفي.

-تتميز منطقة الدراسة بتوفر المياه الجوفية الجوفية المتجددة عن طريق التغذية من حوض النيل وبحيرة سد مروي.

-معظم آبار منطقة الدراسة هي آبار عادية (سطحية) تعمل في ري المشاريع الصغيرة التي يمتلكها الأهالي، مع انتشار للآبار الارتوازية العميقة التي بدأ استخدامها في ازدياد نتيجة للحوجة لكميات أكبر من المياه.

التوصيات: بعد التوصل إلى نتائج الدراسة يوصي الباحث بالآتي:

-إجراء دراسات لمنطقة الدراسة لوضع معلومات كافية تستوعب التغيرات التي حدثت فيها نتيجة انتشار ظاهرة الطفح المائي وزيادة معدلات هطول الأمطار، بحيث يتم تحديد وتخطيط العمران بصورة تتلاءم والظروف المستجدة.

-الاستفادة من وجود الأراضي الزراعية الملائمة (التروس العليا) والمياه الجوفية، في التوسع الزراعي بصورة تتلاءم وتوفق بين كميات المياه والأراضي، بتحديد المنتجات الزراعية التي تلاءم تلك النسبة.

-التوسع في دراسة التغيرات المناخية في منطقة الدراسة نتيجة إنشاء سد مروي، لتلافي المخاطر الممكنة الحدوث، والاستفادة من الإيجابيات الناتجة من تلك التغيرات.

-لابد من إجراء دراسات دقيقة للمشاريع الزراعية الكبرى التي أنشئت في الولاية الشمالية في السنوات السابقة، وبيان كميات استهلاكها للمياه الجوفية، حيث أن الباحث يرى أن إغفال الدراسات المستمرة لتلك المشاريع ربما يؤدي إلى استهلاك متسارع للمياه الجوفيه في منطقة الدراسة.

-يجب أن يتم استهلاك المياه الجوفية القديمة المنشأ بصورة معتدلة تحفظ للأجيال القادمة حقوقها من الموارد، وذلك عن طريق إنشاء بنك معلومات يهتم بكميات السحب والتغذية بصورة دورية.

-لابد من إجراء دراسات علمية دقيقة للآبار الارتوازية التي بدأ انتشار استخدامها في منطقة الدراسة، لتكون بمثابة إنذار مبكر للسحب المتوسع للمياه الجوفية.

-الإسراع في تنفيذ الترع المصاحبة للبحيرة حتى يتم التقليل نم سحب مياه الحوض الجوفي.

قائمة المراجع:

1.إلهام النقاوي(2004)، الجيولوجيا الاقتصادية، الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب، القاهرة.

2.محمود السلاوي(1986)، المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الدار الجماهيرية للنشر التوزيع والإعلان، طرابلس.

3.هدى عساف، محمد سعيد المصري(2007)، مصادر تلوث المياه الجوفية، منشورات هيئة الطاقة الذرية السورية، دمشق.

4.وزارة الحكم المحلي(2008)، الولاية الشمالية، الدليل التعريفي بالولاية الشمالية. السودان

5.إدارة المياه الجوفية(2017)، الولاية الشمالية، دنقلا. السودان.

6.تقرير إعلامي(2016)، محلية مروي، الولاية الشمالية، نوفمبر. السودان.

7.يوسف فضل حسن(2005)، سد مروي التاريخ والإنجاز، منشورات سد مروي. السودان

8.مقابلة مع المهندس إبراهيم شمعون(2016/10/7)، مهندس المياه الجوفية، محلية الدبة، مقابلة في مكتبه، الدبه، ، الساعة الثانية عشر ونصف ظهراً. السودان.

9.مقابلة مع المهندس عبد الله عمر(2016/10/6)، مدير إدارة المياه الجوفية والوديان بالولاية الشمالية، مقابلة بمكتبه، دنقلا، الساعة العاشرة صباحاً. السودان.
10.سد مروي، موسوعة المعرفة،(2016/4/27)، http://www.marefa.org/index.php/ تاريخ الزيارة، الساعة العاشرة صباحا.

ملحق (1) مستويات المياه في آبار الاستكشاف في الولاية الشمالية

رقم البئر	البئر	المحلية	خط الطول	خط العرض	مستوى مياه في البئر (Level masl)					
					ديسمبر 2005م	ديسمبر 2010م	ديسمبر 2011م	ديسمبر 2012م	ديسمبر 2014م	ديسمبر 2015م
.1	PA01	حلفا	29.95741	19.65826	194.56	194.86	195.07	195.29	195.51	195.84
.2	PA03		29.88556	19.37016	220.83	221.08	221.32	221.57	221.81	222.05
.3	PA05		30.28843	19.42880	214.25	214.51	214.77	215.03	215.27	215.48
.4	PA07		29.89202	19.27488	220.41	220.63	220.87	221.09	221.34	221.59
.5	PA11		29.56771	19.13615	225.56	225.81	226.02	226.27	226.57	226.77
.6	PA12		29.74052	19.07618	218.88	219.13	219.34	219.64	219.91	220.10
.7	PA15	دلقو	29.71172	18.91226	223.04	223.28	223.53	223.78	224.04	224.27
.8	PA18		30.23169	18.94169	220.65	221.13	221.73	221.97	222.21	222.47
.9	PA19		29.71654	18.81625	224.87	225.11	225.36	225.61	225.86	226.10
.10	PA20	البرقيق	29.88092	18.81099	215.38	215.64	215.85	216.10	216.35	216.57
.11	PA23		30.23810	18.70277	222.31	222.52	222.77	223.03	223.25	223.49
.12	PA24		30.09562	18.65278	226.53	226.80	227.06	227.32	227.57	227.82
.13	PA25	دنقلا	29.94888	18.57045	231.32	231.59	231.82	232.07	232.32	232.60
.14	PA26		30.12786	18.53088	225.25	215.95	216.18	226.00	226.24	226.47
.15	PA29		30.36138	18.00217	228.35	228.66	228.86	229.13	229.39	229.64
.16	PB01		30.33569	19.62378	212.75	213.10	213.45	213.74	214.09	214.43
.17	PB02		30.37196	19.50113	214.84	215.33	215.62	215.95	216.14	216.66
.18	PB03		30.39319	19.37934	215.47	215.95	216.29	216.01	215.94	217.19
.19	PB07		30.50077	18.76443	224.51	224.78	225.03	225.23	225.52	225.68
.20	PB08		30.53463	18.63730	225.92	226.14	226.38	226.64	226.93	227.12
.21	PB09		30.49818	18.38847	227.40	227.65	227.87	228.13	228.40	228.65
.22	NW04	الدبة	29.93418	19.06946	212.91	213.53	213.86	214.11	214.41	214.65
.23	NW16		30.13228	18.82538	220.62	220.88	221.13	221.38	221.63	222.05
.24	NW20		30.71958	18.15304	230.85	231.59	231.96	232.21	232.55	232.80
.25	NW23		30.45514	19.17197	218.48	218.20	218.44	218.69	218.78	220.37
.26	NW30		30.25574	19.46731	212.90	213.13	213.38	213.63	213.88	214.13
.27	NW36		30.66964	18.40077	228.07	228.22	228.53	228.84	229.64	230.17

.28	NW37		30.53979	18.16952	230.63	230.89	231.14	231.36	231.65	231.90
.29	W17	مروي	30.17577	19.36760	213.95	214.20	214.43	214.67	214.92	215.17
.30	W20		30.43539	19.31828	216.41	217.64	218.04	218.29	218.68	218.87
.31	W24_1		30.45358	19.20519	216.20	217.43	217.63	217.88	218.75	218.06
.32	W32_S		30.14251	19.09449	217.19	217.44	217.65	217.84	218.10	218.35
.33	W41		30.12072	18.93497	219.65	219.92	219.50	219.75	221.27	221.48
.34	W45		30.19412	18.81105	219.86	220.21	220.43	220.55	220.93	221.16
.35	W49BH		30.21127	18.29340	220.10	220.50	220.79	220.99	221.24	221.49

المصدر: هيئة المياه الجوفية والوديان، الولاية الشمالية، مدينة دنقلا، 2017.