سد لوسط بمنطقة الجحي – دوعن – حضرموت
وآثاره الاقتصادية والاجتماعية

د/محمد أبوبكر مقيبل* وعبد الله حسين مقيبل*

ملخص الدراسة

تناولت الدراسة إحدى محاور التنمية المستدامة التي تُعنى بحصاد مياه الأمطار والسيول .فقد اشتملت الدراسة على مقدمة احتوت على أهمية بناء السد في حياة أهل المنطقة لما يقدمه من حفظ للمياه النقية البالغة نحو 48000م^3، خالية من آثار التلوث، فضلا عن ذلك فإن مياه السد تعتبر مورداً طبيعياً متجدداً، كما احتوت الدراسة على تحديد المشكلة وأسبابها ودوافعها وأهميتها، ومن ثم تمّ التطرق إلى الخصائص الجغرافية، و إلى البداية الأولى لفكرة بناء السد وسير العمل فيه، والصعوبات التي رافقت عملية سير تنفيذ المشروع، والرؤية المستقبلية للمشروع، والمتمثلة في زيادة كمية مياه السد للاستفادة منها في حياة الإنسان والحيوان والري التكميلي للنخيل بنظام التنقيط.

المقدمة:

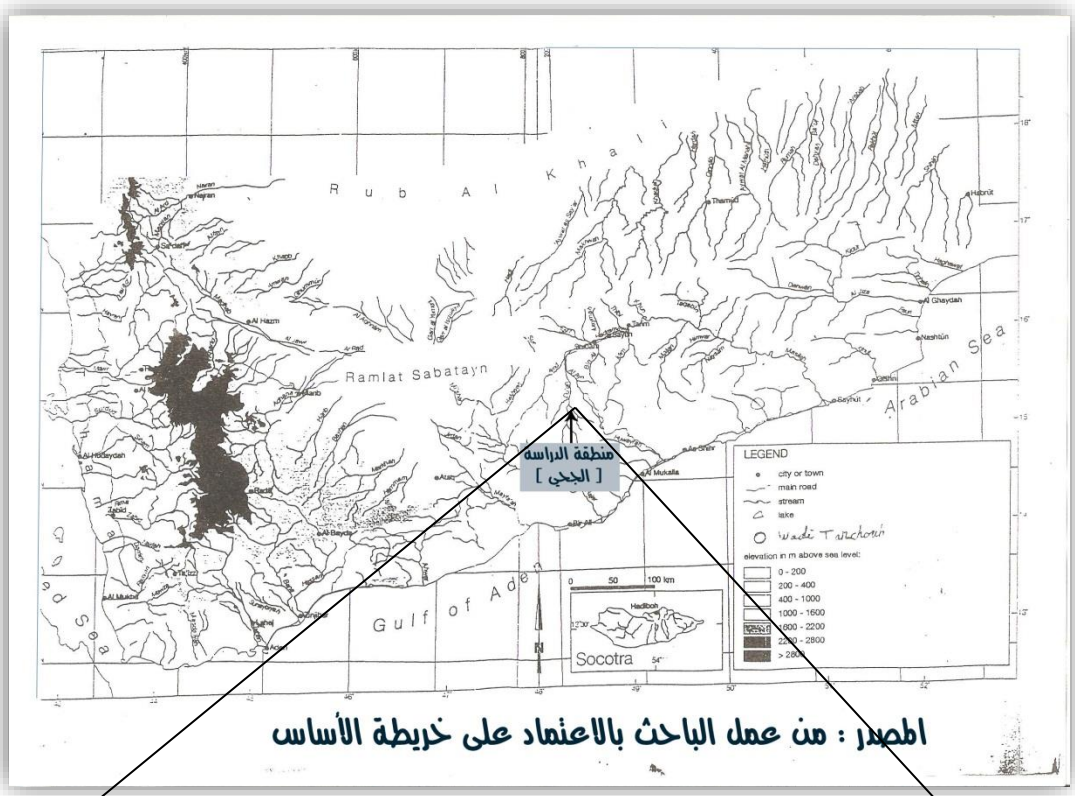
تقع منطقة الجحي على دائرة عرض 15,14°شمالاً وخط طول 48,20°شرقاًفي وادي دوعن بحضرموت شرق اليمن وتقع في المنطقة المدارية الجافة ، والتي ترتفع فيها درجة الحرارة في فصل الصيف (يوليو) إلى أكثر من 34م° مما يؤدي إلى جفاف الهواء و زيادة المياه المفقودة أثناء عملية التبخر، ويصل التبخر السنوي إلى أكثر من 3000 ملم بينما لا يزيد تساقط الأمطار عن 100 – 200 ملم[(1)].

ووفقا لمشروع الألفية التابع للأمم المتحدة , فإن هناك500 مليون أسرة زراعية تعاني من الفقر المدقع , نتيجة لاعتمادها في معيشتها على مساحات صغيرة من الأرض تعتمد على الري من مياه الأمطار غالبا.

ولهذا فقد جاءت فكره بناء سد لوسط ـ منطقة الدراسة ـ سواء من قبل المفكرين في المشروع أو الداعمين ((أهل الخير)) لكي لا تنضم نحو2500نسمه مستفيدة من المشروع إلى الأسر التي تعاني من الفقر المدقع.

لقد ارتقى هؤلاء إلى المنهج اللين في تنمية مصادر المياه والذي يعتمد على التقنيات الجديدة وعلى الوسائل التقليدية في تخزين المياه في وقت واحد ,حيث أن السد يخزن مياه بقدر 48000 م^3، ويقدر طوله بـ 120متراً وعمقه بـ 10أمتار وعرض بـ 40 متراً ،بهذه المياه النقية ستصبح هذه الأسر المستفيدة من المشروع بعيدة عن ما يعانيه نصف سكان البلاد الفقيرة من مشكلات صحية نتيجة لتلوث المياه وسوء خدمات الصرف الصحي . ويذكر أنّ 1,8مليون طفل يموتون سنويا من الإسهال ،وهذاالعدد من الوفيات يفوق عدد هؤلاء الذين يلقون مصرعهم جراء الصراعات المسلحة[2].

وحيث ان اللجنة العالمية للمياه بمستقبل المياه على سطح الأرض , حذرت أن نصف سكان العالم سيعيشون تحت ظروف ، تتسم بالنقص الشديد في المياه بحلول منتصف القرن الحالي وعلية جاءت فكرة حصاد مياه السيول في المنطقة ، للاستفادة منها للإنسان والحيوان ومن ثم الاستفادة من المياه المستهلكة للزراعة . والجدير بالذكر أنه تم العمل بحصاد المياه منذ ما يربو عن 1000سنه خلت في دوعن خاصة شكل (1) واليمن عامة . فقنوات الري في حضرموت على الرغم من أنها قديمة يمكن وصفها بأنها ذات قيمة وخصوصاً في أودية المنطقة ومنها وادي دوعن.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة شرق اليمن

مشكلة البحث:

ارتفاع كلفة سعر المياه للمتر المكعب و الأضرار الناتجة عن استخدام المياه الجوفية. ويمكن تلخيص مشكلة البحث بالأسئلة الآتية :

س1) هل طبيعة الصخور ستساعد على حجز مياه الأمطار والسيول؟

س2) هل حصاد مياه السيول ستوفر قدرا من الماء لخفض كلفة سعر المتر المكعب؟

س3) ما هي الآثار الاقتصادية، والاجتماعية ، والصحية المترتبة على حصاد المياه في المنطقة؟

أهداف البحث:

وتتمثل هذه الأهداف في ما يلي :

1) معرفة قدرة حجز الصخور لمياه الأمطار والسيول .
2) التأكد من أن مياه السيول ستساعد على خفض كلفة سعر المتر المكعب.
3) التعرف على الآثار الاقتصادية والاجتماعية والصحية المترتبة على المياه الجوفية .

أسباب اختيار الموضوع وأهميته:

1. المعاناة من شحة المياه النقية للشرب.
2. توفير مبالغ تصل إلى (500,000 ريال يمني) شهريا يدفعها الأهالي مقابل قيمة صرف استهلاك الكهرباء لتشغيل المضخات ، سيتم الاستغناء عنها بالسد إن شاء الله .
3. انتشار الآثار الصحية السلبية الناتجة من المياه الجوفية وخاصة أمراض الكلى .
4. الاستفادة من تدفق مياه الأمطار والسيول من هضبة حضرموت الجنوبية .

فرضيات البحث:

1- عدم توفر مياه طبيعية تؤدي إلى ارتفاع قيمة المياه المستهلكة في المنطقة .

2- الاعتماد على المياه الجوفية يؤدي إلى ارتفاع كلفة الماء المستهلكة في المنطقة .

3- توفر مياه السيول سيقلل من كلفة قيمة المياه.

طرق ومواد البحث:

اعتمدت الدراسة على الملاحظة واستقراء المشاهدات وتدوين الملاحظات الحقلية لمشاهدة سطح منطقة المشروع، فضلاً عن ذلك النزول الميداني خلال موسم الأمطار والسيول، حيث تم الاستطلاع للموقع

وانتهاء بتنفيذ المشروع والمراحل التي تمت من خلالها تنفيذ المشروع .

ويبدو أن هذه الصور ستكون فاتحة لأبحاث أخرى لدراسة جيومرفولوجية السطح ومناخ المنطقة. كما استعانت الدراسة بما كتب عن حصاد المياه لتحليل وفهم إمكانية أثر حصاد مياه الأمطار السيول الاقتصادية والاجتماعية.

حدود البحث:

وتشتمل حدود البحث على المكان والزمان :

1) **المكان** : منطقة الجحي التي تعد ذات أهمية جغرافية لكونها تقع على مفترق منافذ الجهة اليسرى والجهة اليمنى لوادي دوعن وبها أول منفذ (عقبة الجحي) من وادي حضرموت إلى ساحلها المكلا.
2) **الزمان** : شملت فترة الدراسة، مرحلة تنفيذ مشروع بناء السد التي حددت بعام كامل حسب الاتفاقية، أي خلال2012م.

أولاً : الخصائص الجغرافية :

تقع منطقة الدراسة بالقرب من ملتقى الوادي الأيسر (الجهة الشرقية) والوادي الأيمن (الجهة الغربية) ويعد سطح المنطقة وتركيبها الجيولوجي جزء لا يتجزأ من خصائص وادي دوعن الذي يعد أحد الفروع الغربية لوادي حضرموت الشاغل الثنية المقعرة بين هضبة حضرموت الشمالية والجنوبية وستتضح ملامح السطح بانحداره الشديد الناتج عن أخاديد انكسارية[3]، من خلال الصورة المبينة لكيفية شق الطريق إلى السد.

ويقع وادي حضرموت في النطاق الصحراوي الذي يتميز بطقسه القاري الجاف , وتتميز الأمطار الساقطة بأنها قد تسقط بشكل زخات قصيرة الأمد مركزة تبعاً لسقوط المطر بشكل فجائي خلال انخفاض درجة الحرارة[4]، وتتراوح كمية المطر السنوي بوادي حضرموت ما بين 50 – 100 ملم مما يؤدي إلى اشتداد القارية والجفاف عن بقية الأقاليم الأخرى[5]، بينما يتميز ساحل حضرموت بطقسه الحار الرطب , وعليه تبرز الحاجة في وادي حضرموت ودوعن خاصة إلى حصاد مياه الأمطار والسيول الذي يعد نظاما قديما منذ ألف سنة خلت، وذلك في فترات سقوطها بطرق تختلف باختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هطولها وإعادة استخدامها عند الحاجة إليها سواء للشرب أو للري التكميلي أو لتغذية المياه الجوفية .

جدول رقم (1) معدل الهطول المطري بالوطن العربي بالمليار(متر مكعب / السنة)

القطر	إجمالي الهطول بالمليار مترمكعب سنوي
الأردن	8,5
الإمارات	2,5
البحرين	0,1
جيبوتي	4,0
السعودية	126,8
السودان	1000
سوريا	48,5
الصومال	190,6
العراق	99,8
سلطنة عمان	15,0
فلسطين	8,1
قطر	0,1
الكويت*	–
لبنان	9,2
ليبيا	49,0
مصر	15,3
المغرب	150,0
موريتانيا	157,2
اليمن	68,0
إجمالي الوطن العربي	2180,1

المصدر : دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية 1994

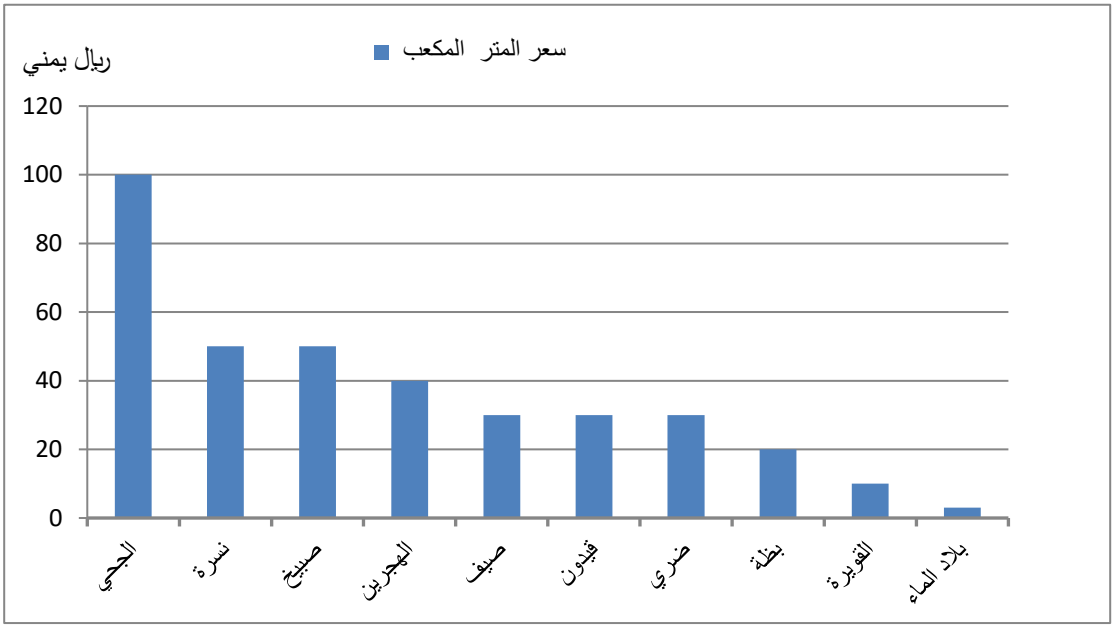
*تم تحديث هذه البيانات بناء على الدراسات القطرية حول استخدام تقنيات حصاد المياه 2002 .

ومع تزايد السكان يعتبر حصاد مياه الأمطار والسيول مهماً لزيادة الموارد المائية سواء للاستخدامات الحالية او للأجيال القادمة مما يؤدي إلى انخفاض كلفة المتر المكعب لهذا النوع من مصادر المياه جدول(2) بينما يظهر ارتفاع أسعار المتر المكعب لمياه الآبار الجوفية لعمق الآبار الجوفية بنحو 250 م عن سطح البحر، المنتشرة في مديرية دوعن التي تقدر مساحتها نحو3546 كم^2 وسكانها حوالي 43836 نسمة حسب تعداد عام 2004م .

جدول (2)أسعار مصادر المياه بالمتر المكعب في عدد من مناطق وادي دوعن لعام2012.

أسم المنطقة	مصدر المياه		سعر المتر المكعب المقرر للفرد / ريال	سعر الزيادة عن المقرر للفرد
	آبار جوفية	مياه سطحية (سدود)		
الجحي	%80	%20	100	150
قيدون	%60	%40	30	60
بظة	%30	%70	20	40
نسرة	%70	%30	50	50
بلاد الماء	%15	%85	3	40
الهجرين	%70	%30	40	60
صيف	%80	%20	30	60
القويرة	%15	%85	10	70
صبيخ	%80	%20	50	70
ضري	%30	%70	30	70

مصدر : سجلات لجنة الماء في بعض مناطق وادي دوعنلدراسة.



شكل (2) قيمة المتر المكعب في بعض مناطق وادي دوعن بالاعتماد على الجدول (2)

يلاحظ من الجدول (2) والشكل(2)أعلاه أن أكثر المناطق ارتفاعاً لكلفة المتر المكعب هي منطقة الدراسة (منطقة الجحي) .

تليها منطقة نسرة وصبيخ ثم الهجرين على التوالي 100ريال لكل متر مكعب ، 50 ريال لكل متر مكعب ، 40 ريال لكل متر مكعب المحدد للفرد بينما قيمة المتر المكعب للزيادة في صرفية الماء مرتفعة في كل المناطق باستثناء بضة والقويره ، وبلاد الماء فهي منخفضة على التوالي 20، 10، 3 ريال لكل متر مكعب ويرجع السبب لكثرة اعتماد أهالي هذه المناطق على المياه السطحية (مياه الأمطار والسيول . السدود، ومياه العيون) التي تساهم في نحو 70% ، 85% ، 85% ، من المياه الطبيعية على التوالي . كما تبين من الجدول أن معظم المناطق في دوعن تعتمد على مصادر المياه الجوفية بشكل كبير جداً .وهي كما يلي : منطقة الجحي 80% ، صيف 80% ، صبيخ 80% والهجرين 70% ، وقيدون 60% بينما تعتمد بعض المناطق بشكل قليل على المياه الجوفية وهي بضة 30% ضري 30% بلاد الماء 15% القويرة 15% .

ونخلص بالقول كلما زاد الاعتماد على الموارد السطحية (مياه السدود) قل سعر تكلفة المتر المكعب والعكس يرتفع سعر كلفة المتر المكعب كلما زاد الاعتماد على مصادر المياه الجوفية التي لها آثار سلبية لاحتوائها على رواسب كلسية كما تبينه الصورة (2).

صورة (2) أثر الترسبات الناتجة عن استخدام المياه الجوفية

هذا ما دفع المشرفون والمانحون ببذل الجهد بكل أنواعه إلى الاتجاه نحو حصاد مياه الأمطار والسيول وخصوصاً بناء السدود كما هو الحال في منطقة الدراسة .

ثانياً : نظام حصاد المياه في منطقة السد

تتلخص مكونات نظام حصاد المياه في أجزاء ثلاثة هي :

أ- منطقة حجز المياه Catchment area :-

ويقصد بها حجز المياه بشكل مؤقت تمهيداً لنقلها إلى منطقة التخزين .

ب- وسيلة التخزين Collection device :-

وهو المكان الذي تحتجز به المياه من وقت جمعها وحتى استخدامها . وتختلف أحجام هذه الأماكن تبعاً لكمية الهطول المطري السنوي . وقد تكون هذه الخزانات عبارة عن حفر تحت أرضية (النقبة) أو خزانات إسمنتية (سد) صورة(1) أو بلاستيكية.

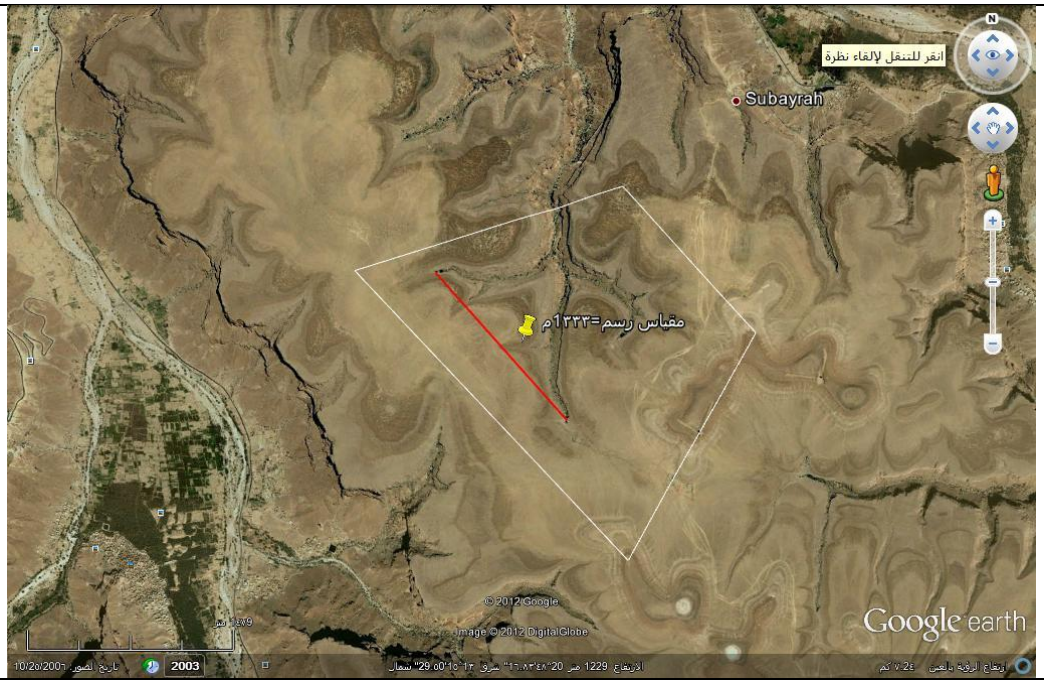
ج- نظام النقل Conveyance System :-

حيث تتطلب أنظمة حصاد المياه في بعض الأحيان ونقلها من منطقة الحجز إلى منطقة التجميع عن طريق قنوات أو أخاديد (الضمر- حواجز ترابية- المنتشرة في وادي دوعن).

ومما لا يخفى على أحد أن الماء هو العامل المحدد لتركيب السكاني والزراعي حيث أن نصيب المواطن في الوطن العربي من الماء في العام ألف متر مكعب يقل هذا الرقم إلى ما دون 350 م^3/ فرد / سنه في بعض الدول جدول (1) ومنها السعودية واليمن[6].

ثالثاً: المواصفات الفنية للسد وخصائصه الهيدرولوجية وتتمثل في:

يبلغ عرض السد 40 مترا ،والارتفاع 10 أمتارا وطول بحيرة السد تصل إلى 120 مترا لذا يمكن تحديد حجم كمية المياه التي يمكن حفظها بإذن الله تعالى بنحو 120×40×10 =(48000 م^3) تقريبا. وهذه الكمية ستكفي لاستهلاك 8 شهور، بقدر استهلاك شهري6000 م^{3*} لمناطق الجحي والعرسمة وضواحيها البالغ سكانها نحو 2500 نسمة .أي أن السد سيلبي حاجة السكان بحوالي 76% في السنة في حالة نزول المطر مرة واحدة و امتلاء السد إلى حد السعة التخزينية الكلية*[7] (Totol reservoir Cabacity) . وإذا ما تمّ الأخذ في الاعتبار لأثر التبخر على مياه السد، فقد تمّ احتساب التبخر نحو5760 م^{3**} خلال 7 أشهر فضلا عن ذلك استهلاك الفرد الذي تمّ احتسابه في منطقة الدراسة بنحو70 لتر /يوم/فرد،42000م^3 ، بناء على احتساب استهلاك الفرد في وادي حضرموت77 لتر/يوم/فرد[8] ، فيصبح إجمالي الاستهلاك 47760 م^3, أي يقترب من السعة الكلية لبحيرة السد فسيبقى العجز خلال العام نحو 14760 م^{3***} أي بنسبة 24%.وما يعادل بنحو ربع حاجة السكان التي يتمّ تعويضها بمشيئة الله تعالى , من خلال هطول الأمطار على حوض السد صورة(3) في عدد من شهور السنة (إبريل، أغسطس)، ولاستفادة الجزئية من الآبار الجوفية في المنطقة .



صورة (3) حوض السد.

رابعاً : مراحل بناء السد ونتائجها:

أ- صلاحية السد

1) جوانب السدأي جدران السد 90% حيث أنها جبلية وحافظة للماء.

2) تقارب المسافة بين الجبلين تبلغ 32 مترا (موقع قيام الحاجز) صورة(4).

صورة(4) موقع إقامة السد.

3) امتداد الصفي (الصخور الصماء غير النافذة للمياه) بين طرفي الجبلين إلى الأرض وهذا من مميزات السد ومؤشر لصلاحية الأرضية .

4) أرضية السد تصل إلى 80% من صلاحيتها ويسهل تتبع أي تهريب .

5) طول الموقع المتوقع صلاحية أرضيته يصل إلى 120 م وهذه المسافة كبيرة لخزن المياه .

ب- سهولة الوصول إلى السد :

تتميز منطقة الدراسة بعدة مميزات منها :

– قلة تكاليف نقل المواد بواسطة السيارات بدلا عن اليد العاملة والخرة (آلة لحمل المواد) من الجول إلى الأسفل.

– وصول الآلات الثقيلة صورة(5)لتصفية أرضية السد وهذا يساعد على كشف أي تهريب وسرعة سدها و تسهيل صيانتها في حالة التهريب لاسمح الله فيما بعد.

صورة (5) مرحلة شق الطريق

- خزن كمية كبيرة جدا للماء نتيجة تصفية الأرضية من الأشجار والأحجار وغيرها
- تسهيل عملية أي زيادة مستقبلا خاصة وأن السد قابل للزيادة.

بدأ العمل في بداية المحرم 1433الموافق ديسمبر 2011م وتم استكمال شق الطريق والوصول إلى السد لمدة ثلاثة أشهر.

وتمت تصفية الأرضية التي كانت حسب المتوقع والحمد لله وبناء جزء من الحاجز والعمل مستمر فيه صورة (6) .

صورة (6) بداية العمل في السد (الصورة من داخل السد)

صورة (7) منتصف العمل في السد

خامساً: الرؤية المستقبلية للسد

بصفة عامة يمكن أن توصف الأمطار في منطقة الدراسة بتساقطها خلال الأشهر مارس ، وابريل ، يوليو ، وأغسطس (الربيع والخريف والصيف) ويختلف التساقط وكذلك الكمية خلال هذه الفترة على حين لم يلاحظ أو يشاهد سقوط الأمطار خلال فصل الشتاء إلا نادراً . كما تبين من خلال المشاهدة الميدانية تسرب بسيط في موقع تم تحديده من السد في بداية إنشائه عند نزول مياه الأمطار و السيول ثم ظهورها على السطح لمسافة معينة مما يبين عدم تسرب المياه إلى باطن الأرض في هذه المنطقة بسبب وجود الأرض الصلبة وعليه يمكن تحديد الرؤية المستقبلية للسد بتطويره إلى ثلاثة أضعاف السد الحالي ولهذه الرؤية آثار إيجابية منها:

1) الاهتمام بالزراعة و انتشار المراعي النحلية كشجرة السدر التي يعد إنتاجها مصدرا لعسل البغيّة المشهور عالميا فضلا عن ذلك انتشار أشجار النخيل والأشجار الأخرى.
2) استخدام الطرق الحديثة كالري بالتقطير .
3) القضاء على البطالة والاستفادة من طاقات الشباب الذين لم تتوفر لهم فرص عمل . وكذلك المتقاعدين عن العمل .
4) الاستفادة من الدراسة لكونها وثقت مراحل إنشاء السد ليسهل تعميم التجربة ، الأمر الذي سيساعد على إقبال المانحين على بناء السدود .

الخاتمة:

تحتوي الدراسة علي إبراز ما تم التوصل إليه من أهم النتائج ، والتوصيات والمقترحات كمايلي:

اولاً – النتائج:

1) من خلال النزول الميداني إلى السد عقب نزول الأمطار والسيول تبين سلامة أرض السد .
2) إمكانية حجز كميات كبيرة من المياه في هذا السد خاصة إذا ما تمت إضافة ثلاثة إضعاف طول السد .
3) ارتفاع مستوى وعي الناس بأهمية السد في حياتهم مما يشجعهم في الاستمرار باستثمار مياهه وتطلعهم للمزيد من هذه الحواجز .
4) شق الطريق خلال بناء السد ستساعد على قلة تكلفة تطوير السد.

ثانيا: التوصيات:

1) توصي الدراسة بتطوير السد لزيادة حجز كميات أكبر من مياه الأمطار والسيول باستخدامها في ري أشجار النخيل بنظام الري بالتنقيط .

2) توصي الدراسة بحماية الطريق من الخراب عند هطول الأمطار وجريان السيول , لمنفعتها الاقتصادية والاجتماعية .

3) تشجيع المانحين لعمل مزيد من السدود للتغلب على أهم المشاكل المستقبلية المتمثلة في الصراع على مصادر المياه.

4) مشاركة الأهالي وذوي الخبرة في إقامة المشاريع ودراستها.

المراجع العربية والأجنبية :

1)أحمد سالم صالح ، السيول في الصحاري نظرياً وعملياً ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة ، 1999

2)سالم عمر الخضر الخنبشي ، عبده عبد الله بن بدر .. نظام الري التقليدي بالسيول في دوعن تقنية – قوانينه – أعرافة، مطابع المنار الحديثة للأفست، المكلا، حضرموت، (بدون تاريخ).

3)عبد الحكيم محمد يوسف ، الظروف المناخية لوادي حضرموت ، مجلة جامعة حضرموت ، المجلد الثامن ، العدد 17 ديسمبر 2009م .

4) عبدالملك بن عبد الرحمن آلا لشيخ . حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية . المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة. كلية علوم الأغذية والزراعة – جامعة الملك سعود –الريا – السعودية، 2006م.

5) عبود أحمد بالطيف . الموارد المائية واستغلالها في وادي حضرموت . رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة صنعاء ، 2003.

6) جودة حسنين جودة. شبة الجزيرة العربية دراسة في الجغرافيا الإقليمية. دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2001.

(7www.icarda.org/arabic/

8) Republic yemen , Mikistry of oil and MineralOf Resources around water resources available for development , sana,a 1995 .

9) Dr.MahmudFawzi Abdel- Aziz. Diction NARY of water engimeering English – French – Arabic . Editod and Revised by Dr. Mohamad Debs Dr. Anwar Abdelwahed ACADEMIA Beirut . Lebanon.1992.

Abstract

The study speaks about one of sustainable development sectors , that is the harvest of plants and seeds due to rainwater and floods in Lawsat dam – Aljahi , Dauwan.

The study encapsouls an introduction that speaks about the importance of building the dam in the lives of the people and the region for its conservation of 48,000 cubic meters of pure water free from the effects of pollution. Besides the water in the dam is a natural renewed resource of water. The study determines the problem and its causes and motives and significance , and to address the very beginning of the idea of building the dam and its operation, the difficulties that accompanied the progress of implementation of the project, the future vision of the project, and of increasing the amount of water the dam for use in human life, animal and supplementary irrigation for palm system drip.

---

* محمد أبوبكر مقيبل : أستاذ مساعد بقسم الجغرافية بكلية الآداب، ورئيس قسم معلم مجال اجتماعيات بكلية التربية المكلا ، جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا .

*أ .عبد الله حسين مقيبل. شغل منصب أمين عام المجلس المحلي بدوعن، وكذلك مديرمكتب التربية والتعليم بالمديرية.

(1)عباس فاضل السعدي . التحليل الجغرافي لمشكلة الغذاء . مجلة دراسات الخليج العربي ، العدد 43 ، 1985م ، ص140 .

(2):www.siironline.org/alabwab// .

(3)جودة حسنين جودة. شبة الجزيرة العربية دراسة في الجغرافيا الإقليمية. دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2001،ص 122 .

(4)أحمد سالم صالح ، السيول في الصحاري نظرياً وعملياً ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة ، 1999 ، ص117– 118 .

(5)عبد الحكيم محمد يوسف ، الظروف المناخية لوادي حضرموت ، مجلة جامعة حضرموت ، المجلة الثامنة ، العدد 17 ديسمبر 2009م ص70 .

*لا توجد بينات عن الكويت حسب ما ورد في المرجع .

(6)عبد الملك بن عبد الرحمن آل الشيخ . حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميتها للموارد المائية في المملكة العربية السعودية . المؤتمرالدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة 2006 م . كلية علوم الأغذية والزراعة–جامعة الملك سعود–الرياض– السعودية .

*حسب الرجوع إلى تقارير الاستهلاك الشهري للمشروع الأهلي .

(7)Dr.MahmudFawzi Abdel– Aziz. Diction NARY of water engimeering English – French – Arabic . Editod and Revised by Dr. Mohamad Debs Dr. Anwar Abdelwahed ACADEMIA Beirut . Lebanon

**بناء على احتساب التبخر بمعادلة إيفانوف وهي : خ = 0,0018 (ح +25)2 (100 – رن) حيث : خ = التبخر الشهري المحتمل / ملم ، ح = المعدل الشهري لدرجات الحرارة /0م ، رن = معدل الرطوبة النسبية الشهرية % . خ = 0,0018 2(25+ 22,7) (100 – 58,4) = 0,0018 (2275) (41,6) = 0,0018 (94640) = 170,4 / 30,5 يوم = 5,59 ملم . وعليه تم احتساب مجموع التبخر في السد بنحو 5 ملم كما يلي : 5 ملم x 240 يوماً = 1200ملم / 1000 = 1,2 متراً . ويصبح مجموع التبخر في السد 1,2 x 4800 = 5760 ملم ,

(8) عبود أحمد بالطيف . الموارد المائية واستغلالها في وادي حضرموت . رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة صنعاء ، صنعاء ، 2003 ص139 .