دراسة حصاد المياه بولاية الخرطوم

(دراسة حالة) وادي القيعة (2)

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة (المدنية)

إعداد:

إســـــلام فارس عبدالله أحمد

إنعام الهادي عبدالله عبدالقادر

خـــــالد السيد الصادق أبوزيد

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبد الله البدري

مارس- 2022

الآيــة

قال تعالى:

﴿وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَى ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ (18) فَأَنْشَأْنَا لَكُمْ بِهِ جَنَّاتٍ مِنْ نَخِيلٍ وَأَعْنَابٍ لَكُمْ فِيهَا فَوَاكِهُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ (19)﴾

صدق الله العظيم

سورة المؤمنون الآيات(18- 19)

الإهداء

الى من علمونا كيف نصبر على مصائب الدنيا ..... أباؤنا الاعزاء

إلى من كان دعائهن سر نجاحنا ... امهاتنا الحبيبات

إلى زميلاتنا العزيزات

إلى زملائنا الافاضل

إلى اساتذتنا الاجلاء

الشكر والعرفان

في البداية الشكر والحمد لله جل في علاه ، فإليه ينسب الفضل كله في إكمال (الكمال لله وحده) هذا العمل .

لابد لنا ونحن نخطو خطو خطوتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلي أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا لبكثير باذلين بذلك جهودا كثيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد.

وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر والإمتنان والتقدير والمحبة إلي الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة.

إلي الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة ..إلي جميع أساتذتنا الأفاضل.." كن علما ..فإن لم تستطع فكن متعلما.فإن لم تستطع فأحب العلماء .فإن لم تستطع فلاتبغضهم"

وأخص بالتقدير والشكر إلي الدكتور / **أبوبكر أحمد عثمان.**

الذي نقول له بشراك قول رسول الله صلي الله عليه وسلم :(إن الحوت في البحر،والطير في السماء ،ليصلون علي معلم الناس الخير) كما أننا نتوجه له بخاص الشكر لراعي الهندسة ومربيها في جامعة الشيخ عبدالله البدري ،إلي من علمنا التفاؤل والمضي إلي الأمام ،إلي من رعانا وحافظ علينا إلي من وقف إلي جانبنا عندما ضللنا الطريق..

الذين كانوا عونا لنا في بحثنا هذا ونورا يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانا في طريقنا.

إلي الذين زرعوا التفاؤل في دربنا وقدموا لنا المساعدات والتسهيلات والافكار والمعلومات،ربما دون يشعروا بدورهم بذلك فلهم منا كل الشكر.

الشكر كل الشكر ل **وزارة البنية التحتية بولاية الخرطوم** بكل أقسامها ومهندسيها والعاملين عليها

وكذلك نشكر كل من ساعد علي إتمام هذا البحث وقدم لنا العون وهذا البحث وقدم لنا يد المساعدة وزودنا بالمعلومات اللأزمة لإتمام هذا البحث.

الفهارس

الرقم	المحتويات	الصفحة
	الأية	I
	الإهداء	II
	الشكر والعرفان	III
	فهرس الموضوعات	IV
	فهرس الجداول	IX
	فهرس الأشكال	X
	فهرس الرموز	XI
	المستخلص	XIII
	Abstract	XIV
الفصل الاول		
1-1	المقدمة	1
2-1	مشكلة البحث	1

3-1	أهداف البحث	2
4-1	منهجية البحث	2
5-1	منطقة البحث	3
الفصل الثاني		
1-2	حصاد المياه	5
1-1-2	تعريف حصاد المياه	5
2-1-2	لمحة تاريخية عن الحصاد المائي	6
3-1-2	مكونات نظم الحصاد المائي	6
4-1-2	طرق وأساليب حصاد ونثر المياه	7
5-1-2	المعلومات والدراسات المطلوبة لحصاد المياه	9
6-1-2	أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية	10
7-1-2	العوامل التي تؤثر علي حصاد المياه	11
2-2	أنواع حصاد المياه	13
1-2-2	حصاد مياه الفيضانات	13

2-2-2	حصاد مياه الأمطار	14
3-2-2	حصاد المياه الجوفية	15
4-2-2	نظام إعادة توجيه مياه الفيضانات	17
3-2	حصاد المياه في السودان	17
1-3-2	ممارسات حصاد المياه	18
2-3-2	دواعي حصاد المياه	19
3-3-2	المناطق المناخية ومصادر المياه في السودان	21
4-2	البرامج	25
1-4-2	برنامجGoogle Earth	25
2-4-2	موقعOpen Topography	25
3-4-2	برنامج ArcGIS	25
1-3-4-2	برنامج ArcMap	26
4-4-2	برنامج Surfer	26
5-4-2	برنامج Excel	26

الباب الثالث		
3-1	دراسة حصاد المياه في ولاية الخرطوم	27
3-2	عملية تحميل خرطة الديم بوادي القيعة	28
3-3	التخريط	30
3-4	دراسة الخصائص الطبغرافية لمنطقة السد	31
3-5	الدراسة الهيدرولوجية	33
3-5-1	حساب التصريف الأقصي	33
3-5-2	حساب حجم المياه السنوي	35
3-6	التصميم الهيدروليكي	36
3-7	التصميم الإنشائي	39
الباب الرابع		
4-1	النتائج	41
4-2	المقارنة	42
الباب الخامس		

1-5	الخلاصة	44
2-5	التوصيات	44
	المراجع	45

فهرس الجداول:

الرقم	إسم الجدول	رقم الصفحة
3-1	مواقع السدود وسعاتها التخزينية في ولاية الخرطوم	27
3-2	العلاقة بين مناسيب النقاط والأحجام والمساحة	32
3-3	العلاقة بين نسبة التصريف وفتحة القطر وعدد المواسير	38
4-1	النتائج المتحصل عليها	41
4-2	المقارنة بين الدراسة الحالية والنموزج المقترح	42

فهرس الاشكال:

رقم الشكل	إسم الشكل	رقم الصفحة
1-1	المنطقة الحمراء توضح موقع سد وادي القيعة2	4
1-2	مكونات نظم حصاد المياه	6
2-2	طرق وأساليب حصاد المياه	9
3-2	خريطة كنتورية لحصاد المياه بخور شلالوب	23
4-2	خريطة كنتورية لتنمية خور كبريت(وادي أودي)	23
5-2	خريطة كنتورية لتنمية خور جراوية بجنوب كردفان	24
1-3	طريقة إدخال إحداثيات موقع السد في Open topography	28
2-3	إدخال موقع السد داخل الموقع	29
3-3	شكل الديم بعد إجراء عملية التخريط	31
4-3	العلاقة بين الحجم(v) والمنسوب (level) والمساحة(A)	33
5-3	IDF Curve	35
6-3	طريقة إستخراج الاحجام والمساحات من برنامج Surfer	37
1-4	التصميم الإنشائي للسد	43

فهرس الرموز:

S_{ov}	الميل الطولي
S_{ch}	الميل العرضي
N	معامل كرباي
Q	التصريف الأقصي
C	معامل التربة
I	الشدة المطرية
A	المساحة
Tov	زمن تجميع المياه
Tch	زمن التجميع داخل الحوض
P	المطر السنوي
CN	معامل الجريان
S	التصريف السنوي
Pe	سمك الجريان
V	الحجم
Q_{sp}	أبعاد البوابات العلوية

Cd	معامل التصريف
L	عرض البوابات
H	إرتفاع الماء الحر فوق الباب
Q_{sc}	ابعاد البوابات السفلية
A	مساحة السد
H	فرق المنسوب
Lac	الطول الحقيقي لنظرية بلاي
Lth	الطول النظري لنظرية بلاي
C	معامل بلاي
D	عرض السد
B	طول السد
T	سمك الأساس
H	إرتفاع البوابات
G	الوزن النوعي لمادة الأساس
X	بعد النقطة عن تسرب المياه

المستخلص:

يهدف هذا البحث الى دراسة حصاد المياه بولاية الخرطوم وتصميم سد وادي القيعة2 بمنطقة وادي القيعة جنوب امدرمان حيث تم الإستفادة من برنامج نظم المعلومات الجفرافية في معالجة نموزج الإرتفاعات الرقمية وذلك بانشاء حدود الحوض الجابي وشبكة المجاري لوادي القيعة عند منطقة السد.

تمت دراسة الخصائص الطبوغرافية لمنطقة السد حيث تم إنشاء مخططات الحجم والمساحة السطحية المقابلة للمنسوب وذلك بإستخدام برنامج Surfer ، ايضا تم اجراء دراسة هيدرولوجية لمنطقة السد حيث تم حساب التصريف الأقصي بالصيغة العقلانية حيث بلغت قيمته ($651\ ^{m^3}/_{sec}$). وتم حساب حجم الإيراد المائي السنوي للوادي عند منطقة السد بإستخدام لجنة خدمة حماية التربة Soil Conservation Service (SCS) وبلغت قيمته حوالي $20{,}800{,}000\ m^3$ ، وتم تصميم السد وذلك بحساب أبعاد الأساس حيث وجد أن طول الاساس على المجرى (16 m) واقصى سمك للاساس (4 m) والطول الكلي لبوابة المفيض (375 m) وعدد البوبات السفلية (8 pipe) بقطر (35cm).

Abstract:

This research aims to study water harvesting in Khartoum State and the design of Algeia 2 Valley's dam at Algeia Valley area south of Omdurman, where the Geographic Information System Program was used to treat the digital elevation models by establishing the collector basin borders and the sewage network for Algeia Valley at the dam area.

The topographical characteristics of the dam area were studied, as volume and surface area charts corresponding to the height were generated using the surfer program. Also hydrological study was carried out for the dam area, where the maximum discharge was calculated using the rational formula that its valley reached ($651\,m^3/\text{sec}$), and the annual water revenue of the Valley at the dam area was calculated using Soil Conservation Protection (SCS), and its value reached around ($20{,}800{,}000m^3$), and the dam was designed by calculating the dimensions of the foundation, where it was found that the length of the foundation on the stream is (16 m), the maximum thickness of the foundation (4 m), the total length of the spillway gate is (375 m), and the number of the lower gates (8 pipes) with a diameter of (35cm).

الفصل الأول

1.المقدمة

1-1 مقدمة:

تعتبر المياه أحد العناصـــر الضـــرورية للحياة علي كوكب الأرض ،ويعتبر الغلاف المائي أحد الأغلفة الرئيسية التي تتكون منها الكرة الأرضية ،الذي يعتبر علما واسعا يشمل كل أشكال المياه وطرق تجميعها علي سطح الأرض.

وتشكل ندرة الموارد المائية في الدول العربية هاجسا يحد من تنفيذ الخطط والبرامج الإنمائية ،وقد أثر ذلك علي رفاهية الإنسان وإنتاجيته وصحته وبيئته،كما أن مستوي إستخدامات المياه أصبح معيارا حقيقيا لتحديد مدى تقدم المجتمعات وتطورها.

تعتبر إدارة مياه الأمطار عن طريق مايعرف بحصاد المياه من الوسائل المتاحة للتصدي لشح المياه .فقد إعتمدت الحضارات الإنسانية منذ نشأتها علي مصادر المياه العذبة التي تمثلها الأنهار والبحيرات ،وأقامت أقدم الحضارات في أودية الأنهار الكبري.

تعتبر السدودمن أعظم وأضخم المنشآت المدنية التي يبنيها الإنسان علي الإطلاق ،غيرت هذه السدود معالم الحضارة البشرية.

السدود هي إحدي المنشآت المائية التي تؤسس لحفظ المياه وتخزينها وإعدادها للإستهلاك.

1-2مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث في النقاط التالية:

- تعاني منطقة وادي القيعة كغيرها من مناطق الوسط من طول فصل الجفاف وقلة تدفق المياه السطحية الإفي حالات ذات تكرار متباعد إذ إنها تقع ضمن المناخ الصحراوي وشبه الصحراوي.

- نظرا لإنحدار الأرض الشديد نحو الغرب وطبيعة التربة غير المسامية في جزء مقدر من الحوض الجابي للوادي يكون تأثير السيول ذو طبيعة مدمرة للمناطق المحيطة
- من المعلوم أن الامطار في هذه المنطقة ضمن الامطار الموسمية لسهول السودان الوسطي إذ إن هذه المنطقة تقع جنوب الفاصل المداري وبالتالي تكون عرضة للامطار الصيفية الناتجة من الرياح الجنوبية الرطبة.اما بالنسبة للتبخر فيبلغ أعلي معدل له حوالي 10.0ملم في اليوم ويحدث ذلك خلال الفترة من إبريل حتي يونيو.
- تعاني منطقة الحوض الجابي للوادي من شح في مياه الشرب خاصة في فصل الصيف ويصبح المصدر الوحيد للمياه المحلية يتمثل في المياه الجوفية التي تسحب من الآبار الجوفية العميقة .
- تتعرض منطقة الصالحة لسيول مدمرة خاصة منطقة الدراسة التي تقع جنوب غرب الصالحة فتشمل المنطقة المجاورة للقيعة وهي تحتل المنطقة الشرقية لوادي القيعة.

1-3أهداف الدراسة:

تتمثل أهداف الدراسة في الاتي:

- دراسة حصاد المياه والحماية من الفيضانات في الاودية في المناطق الجافة وشبه الجافة بولاية الخرطوم.
- تخطيط وتصميم سد وادي القيعة 2.
- مقارنة التصميم مع النموزج المقترح المعد من قبل وزارة البنية التحتية لولاية الخرطوم .

1-4 منهجية الدراسة :

إن منهجية الدراسة ترتكز علي الخطوات التالية :

- جمع المعلومات النظرية من المراجع والدراسات السابقة والمواقع الإلكترونية.
- جمع المعلومات الضرورية لمنطقة الدراسة وتشمل :

❖ تنزيل خرطة المناسيب الرقمية لمنطقة المشروع من موقع Open Topography.

❖ جمع المعلومات الجيولوجية وعناصر المناخ ومعلومات التربة لمنطقة الدراسة من الدراسات السابقة وبرنامج Google Earth.

❖ عمل تخريط باستخدام برنامج ArcMap لتحديد حدود الحوض الجابي (Catchment area) ومسارات المجاري.

❖ حساب التصريف التصميمي الاقصي لفترة التردد المناسبة لتصميم جسم السد(Design Flood for an appropriate return period) باستخدام الصيغة العقلانية.

❖ حساب كميات المياه الواردة للوادي باستخدام طريقة لجنة خدمة حماية .

- التصميم الهيدروليكي للسد ويشمل ذلك :-

❖ تصميم اساس السد وتحديد أبعاده .

❖ تصميم ابعاد جسم السد .

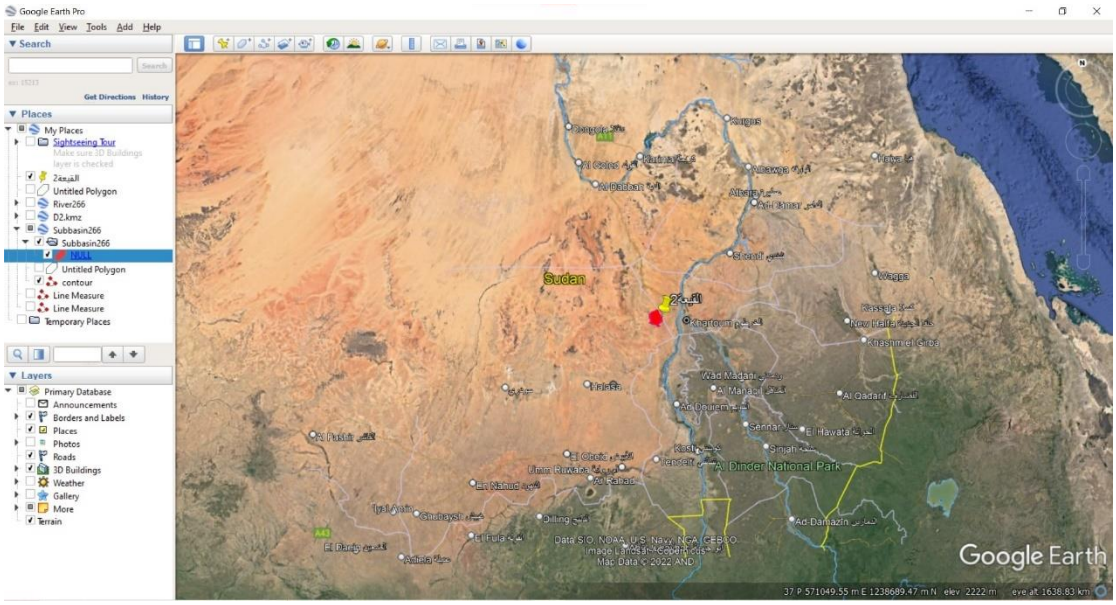
❖ تصميم ابعاد المفيض(Spillway).

❖ تصميم البوابات السفلية (Sluice Gates)

1-5 منطقة الدراسة:

منطقة ادي القيعة تقع في ولاية الخرطوم جنوب محلية أم درمان وجنوب غرب منطقة الصالحة بين خطي (X 32.19 ,Y 15.77)، حيث ينبع وادي القيعة من ولاية شمال كردفان في هضبة شمال كردفان، يمر ويصب في النيل الابيض، ويضم مخطط سكني لحي النور، يعتبر سد وادي القيعة المقترح من قبل وزارة

البنى التحتية ولاية الخرطوم من السدود الحجرية ذات الجوانب الترابية (سد ترابي) ضمن ثلاثة سدود تقع في نفس الوادي وهي (سد الرواكيب، سد القيعة1 (مقترح)، سد القيعة2 (مقترح))



شكل رقم (1-1) المنطقة الحمراء توضح موقع سد وادي القيعة2

الفصل الثاني

2.الخلفية العلمية

2-1 حصاد المياه :

هنالك عدة أساليب يجب استصحابها لإدارة الموارد المائية إدارة متكاملة وإستغلالها في المناطق الجافة و شبه الجافة حتى تصبح مصدراً للخير والنماء وتسهم في تخفيف ودرء آثار الكوارث (فيضانات – جفاف) و حدتها و من بين هذه الأساليب تقانة حصاد المياه.

2-1-1تعريف حصاد المياه:

تعرف عملية حصاد مياه الامطار والسيول بأنها تلك التقنية التي تستخدم في حجز وتخزين مياه الامطار والسيول في فترات سقوطها بطرق تختلف بإختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هطولها وإعادة إستخدامها عند الحاجة اليها سواء للشرب أوللرى التكميلي أو لتغذية المياه الجوفية

أيضا من الممكن تعريف الحصاد المائي بأنه :

تجميع مياه الجريان السطحي لاغراض إنتاجية نافعة ويمكن إعتباره (من منظور حفظ التربة) وسيلة لتجميع وتخزين مياه الامطار والجريان السطحي في مكان محدد،في جميع الحالات لايشمل هذا التعريف جريان المياه في الأنهار الدائمة.

إن العنصر الرئيسي لتقنيات حصاد مياه الأمطار هو النسبة مابين مساحة جريان المياه ومساحة تجميع المياه ،حيث تكون مساحة جريان المياه مثالية إذا كان لها معامل جريان سطحي كافي ومساحة لتجميع المياه.وعادة يتم تخزين المياه وزراعة النباتات (في المناطق المزروعة) بشرط أن تكون لهذه التربة القدرة الكافية للإحتفاظ بالمياه لتزويد المحصول المزروع بها لحين سقوط الامطار.

2-1-2لمحة تاريخية عن الحصاد المائي:

استخدم جمع مياه الأمطار منذ العصور القديمة، في اليونان القديمة وفلسطين وروما في حوالي القرن الثالث قبل الميلاد.

في ولاية تاميلالتاميل القديمة في الهند، تم القيام بجمع مياه الأمطار من قبل ملوك تشولا وقد تم جمع مياه الأمطار من معبد Brihadeeswarar في خزان Sivaganga في حضارة وادي السند.

استخدمت كهوف إليفانتا وكهوف Kanheri في تجميع مياه الأمطار في مومباي لتوفير الاحتياجات المتكررة للمياه.

2-1-3 مكونات نظم حصاد المياه:

تعتبر المكونات الرئيسة لنظم حصاد المياه كما يلي:

شكل رقم (2-1) يوضح مكونات نظم حصاد المياه

- **منطقة المستجمع المائي:**

وهي جزء من الأرض يسهم في بعض أو كامل حصته من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدفة الواقعة خارج أو ضمن حدود ذلك الجزء. ويمكن أن تكون منطقة الجمع صغيرة لا تتجاوز بضعة أمتار مربعة أو كبيرة تصل إلى عدة كيلومترات مربعة. ويمكن أن تكون أرضاً زراعية، أو صخرية، أو هامشية، أو حتى سطح منزل أو طريقاً معبدة.

- **مرفق التخزين:**

وهو المكان الذي تحتجز فيه المياه الجارية من وقت جمعها وحتى استخدامها. ويمكن أن يكون التخزين في خزانات سطحية أو تحت الأرض ، أو في التربة ذاتها كرطوبة تربة، أو في مكامن المياه الجوفية.

- **المنطقة المستهدفة:**

و هي المنطقة التي تستخدم فيها المياه التي تم حصادها. ففي الإنتاج الزراعي، يتمثل الهدف في النبات أو الحيوان، بينما في الإستخدام المنزلي، فإن إحتياجات الإنسان في الأوجه المختلفة هي الهدف .

2-1-4 طرق وأساليب حصاد و نثر المياه :

- تعتمد أساليب و طرق حصاد و نثر المياه فنياً على الآتي :
- الخصائص الكنتورية للمنطقة.
- طبيعة التربة و خصائصها.
- طبيعة الجريان.
- الهدف من برنامج الحصاد.
- الموارد المتاحة.

- التكلفة المالية.

كما تنقسم وسائل وطرق حصاد ونثر المياه في المستجمعات الكبيرة والسيول إلي نظامين أساسيين هما:

- نظم التحكم في المياه في قرار الوادي (سهل و مجرى الوادي).
- نظم التحكم في المياه أو توجيهها خارج الوادي.

و تشمل هذه الطرق بصفة عامة علي كل من :

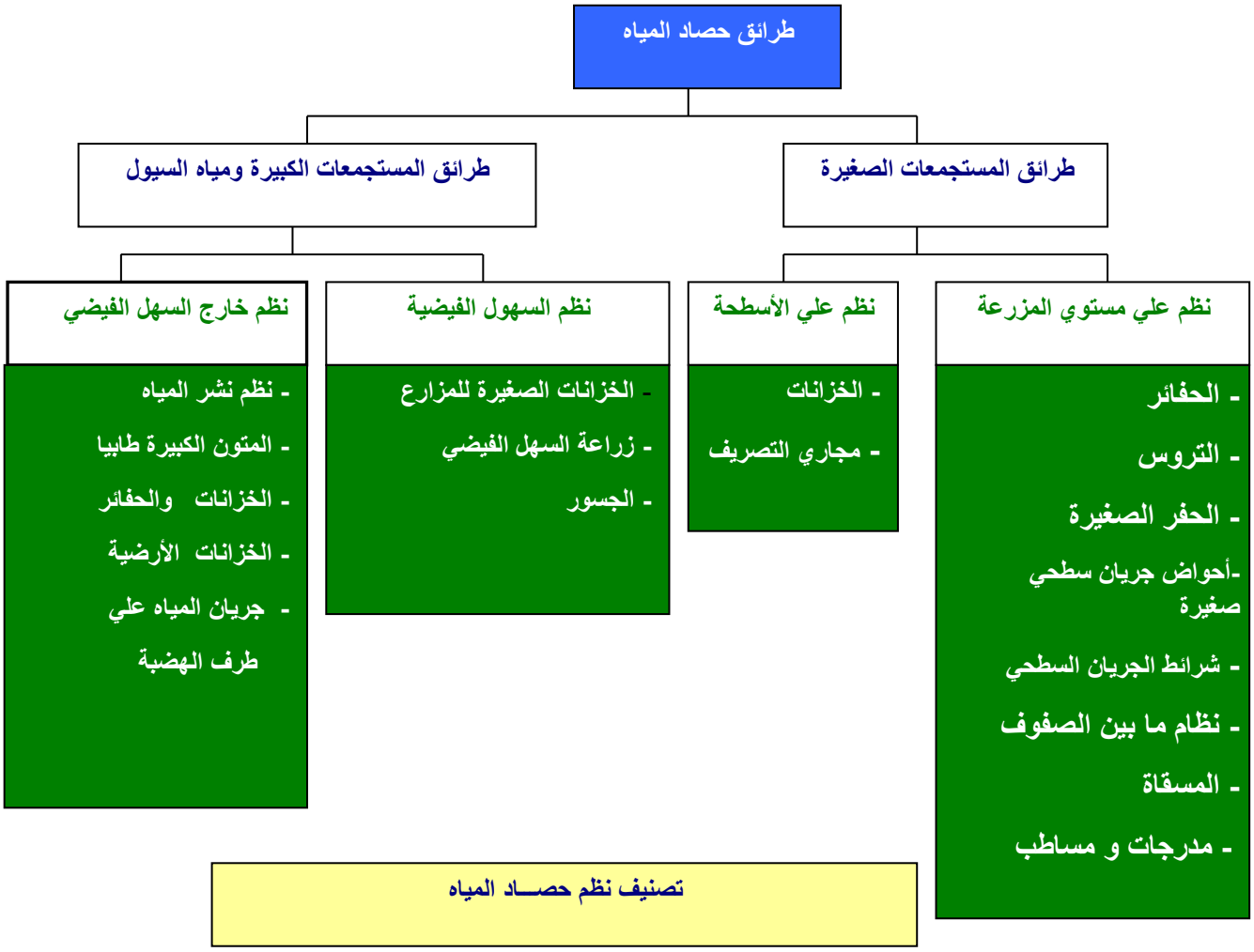
- سدود ترابية ومصدات بمختلف أشكالها وأحجامها (لتوجيه المياه وتقليل حركة الجريان) بغرض تغذية المياه الجوفية و إثراء الغطاء النباتي والحماية والتقليل من حدة الموجة.

- تسريب الأرض بمختلف أنواع و أحجام التروس وأشكالها (لتقليل حركة جريان المياه في الأراضي السهلية) للتمكين من تغذية التربة بغرض كفاية النباتات وتغذية المياه الجوفية.

- الخزانات والحفائر السطحية بمختلف أشكالها وأحجامها ومواقعها من المجاري الرئيسية.

- الخزانات الأرضية.

- المدرجات والمساطب علي سفوح الجبال والمناطق المنحدرة.



شكل رقم (2-2) يوضح طرق وأساليب حصاد المياه

2-1-5 المعلومات والدراسات المطلوبة لحصاد المياه وهذه تشمل:

1) المعلومات والدراسات الطبوغرافية:

- صور الأقمار الصناعية التي تغطي المنطقة لإنتاج خريطة التصريف المائي (الموجه)
- الخرائط الطبوغرافية للمناطق المستهدفة

2) المعلومات المترولوجية والهيدرولوجية:

- الأمطار (المعدلات، التوزيع، الكميات)

- معدل الجريان أو التصريفات المقاسة.
- العوامل المناخية (الحرارة، الرياح، التبخر)
- معامل الجريان

3) المعلومات والدراسات الجيولوجية (في حالة إنشاء السدود):

- الدراسات الجيولوجية
- الدراسات الجيوفيزيائية لموقع السد
- دراسات التربة
- تحديد مواقع مواد بناء السد

4) دراسات الجدوى الإقتصادية والإجتماعية:

- الدراسات البيئية

2-1-6 أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية :

بصوره عامه يعتبر الحصاد المائي هو من الوسائل المثلى للحصول علي المياه عندما لا تكون مصادر المياه الاخري متوفره وخاصه في المناطق الجافه التي لا تتوفر بها مصادرالمياه الدائمة الجريان، وحتي لو توفرت هذه المياه تكون علي شكل مياه جوفيه غير متجدده ويكون من الافضل عدم استخدامها بدون دراسات وأسس علمية.

وخلق نظام ري تكميلي داعم للإنتاج الزراعي، فإن أهميته خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة تعتمد علي الاسس التالية:

- ضرورة أن يكون الحصاد المائي مصدرا مكملا (ري تكميلي) للنقص في الموارد المائية وليس المصدر الوحيد للمحاصيل ذات الاحتياجات المائية العالية.

- تحقيق فرص اضافية لتوفير المياه بغرض زيادة الانتاج والإنتاجية للمحاصيل الزراعية المطرية.
- تحقيق زيادة كفاءة إستخدام الموارد الأرضية غير المستعملة.

ولاقامة مشاريع الحصاد المائي والري التكميلي يجب أن يكون وفق الإعتبارات التالية:

- الاختيار للمواقع الصحيحه لتطبيق الحصاد المائي.
- الاختيار السليم لتقانة الحصاد المائي التي يمكن الاعتماد عليها بحيث تكون سهلة التطبيق وقليلة التكاليف مع إمكانية صيانتها بشكل دوري .
- التطبيق السليم لتقنية الإنتاج الزراعي الملائمة لزراعة المحصول المناسب في حالة الإستخدام الزراعي.
- أهمية توفير المعلومات حول الهيدرولوجيا وخواص الاراضي وإمكانية الاستثمار حتي تتاح فرص التطبيق السليم لتقانات حصاد المياه.
- ضرور وجود وعي وسط المنتفعين يشير إلي تقديرهم لأهمية المشاركة في كل مراحل الإنشاء والتشغيل والصيانة.
- التأكيد علي النواحي الإقتصادية والإجتماعية والبيئية التي يركز عليها إختيار التقانة الملائمة .

وفي الأخير فإن أهمية الحصاد المائي تمكن في محاسنه الإقتصادية والبيئية في التأثير علي زيادة وتتحسين إنتاجية المحاصيل الزراعية بتوفير مياه إضافية بكلفة قليلة تستخدم كري تكميلي. كما أن هذه المياه قد تكون المصدر الأساسي الوحيد لكثير من التجمعات السكانية في بعض المناطق التي تتميز بالجفاف لفترات طويلة من السنة لسد حاجة الإنسان والحيوان من المياه.

2-1-7 العوامل التي تؤثر علي حصاد المياه :

هنالك عوامل مختلفة تؤثر علي الحصاد المائي وهي تختلف من منطقة لآخرئ، ولكن أهمها:

- **خصائص التربة:**

تؤثر خصائص سطح التجميع بشكل مباشر علي كمية ومعدل المياه المخزنة من خلال العوامل التالية:

i.الميل: عند إختيار منطقة الحجز يجب أن لايتجاوز ميل سطح الحجز بمقدار 5% وفي حالة زيادة الميل عن ذلك سوف يؤدي ذلك إلي عمليات إنجراف التربة.

ii.طول السطح: يؤثر طول السطح بشكل مباشر علي مساحة التخزين وعلي الفترة الزمنية اللأزمة للتخزين .

iii.الغطاء النباتي: وهو يزيد من الناقلية الهيدروليكية، ويزيد من ظهور البقع المائية والتي بدورها تزيد من عمليات التبخر، كما أنها تشكل حواجز أمام المياه وبالتالي زيادة كمية الماء المتبخرة .

- **نوع التربة:**

يؤثر نوع التربة التي تتساقط عليها الأمطار علي كمية المياه المحجوزة ويلعب قوام التربة دورا رئيسيا في ذلك، فقوام التربة تؤثر علي معدل الإرتشاح والناقلة الهيدروليكية للتربة، فالتربة الرملية والحصوية يزيد فيها معدل الإرتشاح مقارنة بالتربة الطينية، كما أن وجود مسامات وبقايا جذوع الأشجار يؤثر علي عملية الإرتشاح.

- **خصائص هطول الأمطار :**

تؤثر خصائص هطول الأمطار بشكل رئيسي علي معدلات الإرتشاح وبالتالي علي كمية المياه المحجوزة، وأهم تلك الخصائص:

i. كمية الماء الهاطل: كلما زادت كمية الهطول المطري تزداد رطوبة التربة ويمكن أن تتحول فيما بعد إلي مياه مخزنة .

ii. شدة الهطول المطري: يقصد بها كمية الهطل المطري في مدة معينة وتقاس بالملميتر ماء لكل ساعة وذلك خلال فترة زمنية معينة، وعادة ماتكون شدة الهطل قليلة في البداية ثم تزداد مع الزمن، فإذا ماتجاوزت شدة الهطل معدل الترشيح فإن ذلك يزيد من إمكانية حصاد المياه .

توزيع الهطولات المطرية بوجود رطوبة مسبقة في تربة مكان حجز المياه، وغالبا مايحدث ذلك عند الفترات المطرية المتباعدة علي أرض جافة ممايسبب تسرب هذه المياه خلال الشقوق وبالتالي نقص كمية المياه المحجوزة لها.

مما تقدم فإن أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند تصميم أنظمة الحصاد المائي ما يلي:

- توزيع الأمطار علي مدار الموسم الزراعي .
- شدة سقوط الإمطار.
- خصائص الجريان السطحي للتربة السطحية ونفاذية التربة .
- قدرة التربة علي تخزين الماء (عمق التربة وقوامها).
- تضاريس المنطقة المعنية .
- نوع وحجم الأستخدام .

2-2أنواع حصاد المياه:-

إن مصطلح حصاد المياه ينحدر تحته العديد من أنواع وطرق حصاد المياه تتمثل في مايلي:

2-2-1 حصاد مياه الفيضانات :-

ويسمى أيضا نظام إعادة توجيه مياه الفيضانات وفيه يجب أن تكون المناطق الزراعية موزعة ومتدرجة الإرتفاع ضمن المسقط المائي.هذا النظام يعيد توجيه مياه الفيضانات إلي المناطق الزراعية المستهدفة عن طريق مجاري حجرية أو بيتونية، والحواف الجانبية تتكفل بتوزيع مياه الجريان ضمن المنطقة المستهدفة، إن إعادة توجيه مياه الفيضانات تناسب كل أنواع المحاصيل .

2-2-2 حصاد مياه الأمطار:

في حصاد مياه الامطار يجب أن نميز بين :

2-2-2-1حصاد المياه من أسقف المنازل:

حصاد المياه من الأسطح ومن الباحات يتطلب تركيب بعض التجهيزات علي الابنية وفيما حولها لتسهيل عملية جمع مياه الامطار، ويمكن إستخدامها في الشرب والإستعمالات المنزلية والري(مثل في البيوت البلاستيكية) وقد تستخدم لشحن المياه الجوفية. ينصح بتطبيق حصاد المياه من الأسطح والباحات في المناطق ذات هطول مطري يتجاوز 200مم/السنة. يتحقق جريان بمعدل 70-90% من الهاطل علي الاسطح والبيوت البلاستيكية، وذلك تبعا للمادة المستخدمة في تنفيذ الاسقف وكذلك ميولها.

ولتجميع المياه في خزانات التجميع يجب أن يكون الخزان بالمواصفات التالية:

- أن يكون محمي من الحشرات والبعوض .
- يجب إستبعاد الاضاءة حتي لاتنمو الاشنيات.
- يجب أن تكون بيئة الخزان سهولة الوصول والتنظيف.
- يجب أن يكون به بعض التهوية لمنع التحلل اللأهوائي.

يمكن إستخدام المياه المجمعة من الأسقف لعدة أغراض تتمثل في:

- تستعمل كخزانات للاستخدام المنزلي (وهنا يجب عمل نظام للتنظيف الذاتي).
- شحن المياه الجوفية وذلك بعمل حوض تجميع وشحن أو بعمل أبار.
- ري المزروعات أو نباتات الزينة(وتعتبر البيوت البلاستيكية مكانا مناسبا لتطبيق حصاد المياه من الاسقف ،ويمكن تخزين المياه في خزانات أو برك).

2-2-2-2 حصاد مياه الامطار في الزراعة:

❖ الحصاد علي مستوى المساقط المائية الصغيرة:

الحصاد علي مستوى المساقط الصغيرة يتضمن شريحة واسعة من التقنيات علي مستوي المزرعة .حيث يحدث الجريان السطحي من مسقط مائي صغير ويخزن مباشرة في منطقة الجزور وفي هذه التقنية تكون مساحة المسقط المائي صغيرة من 2–500 مترمربع، ونسبة المساحة المزروعة إلي مساحة المسقط هي 1:1 وقد تصل إلي 1:25. ومن مميزاته أنه:

3 سهل التصميم .

4 قليل التكلفة.

5 سهل الاستنساخ والتعديل .

6 له معامل جريان كبير .

7 لايحتاج إلي نقل الماء .

8 مناسب لأي محصول وأي ميل.

9 يقع كل من المسقط والمنطقة المستهدفة في المزرعة.

❖ حصاد المياه علي مستوى المساقط الكبيرة:

تسمي هذه الطريقة أيضا بحصاد المياه من المنحدرات الطويلة، أو الحصاد من خارج منظومة المسقط. الجريان من المنحدر يعاد نشره بإتجاه أراضي زراعية في أسفل المنحدر علي أرض مستوية. إن المياه تخزن عادة في التربة في حالة المسقط الصغير، أما في حالة المسقط الكبير فإن بركة سوف تتولد لكي تساهم لاحقا في الري التكميلي خلال فترة إنقطاع الهطولات أو خلالها، ومساحة المسقط هنا تتراوح مابين 1000متر مربع وحتي 200هكتار .

2–2–3حصاد المياه الجوفية :

إن مصطلح حصاد المياه الجوفية يتضمن الطرائق التقليدية وغير التقليدية للإستخراج، علي سبيل المثال الإستخدام بدون إستخراجها (القنوات) أو بحجزها تحت الارض (السدود تحت الارض).

2-2-3-1 حصاد المياه الجوفية بواسطة الأقنية:

وهي تقنية قديمة تجدد الاهتمام بها في كل من عمان والمغرب .وتتكون من قناة وهذه القناة عبارة عن نفق طوله يصل إلي 30كم، ويمكن أن تجمع هذه الأقنية المياه الجوفية بغزارة تصل إلي 5-60لتر/ثانية، وهنالك الكثير من الاقنية التي جفت بسبب إنخفاض منسوب المياه الجوفية نتيجة حفر الكثير من الابار.

2-2-3-2 حصاد المياه الجوفية بواسطة سدود المياه الجوفية:

إذا كان الجريان السطحي في الاودية يستمر لساعات أو أيام فإن جريان المياه الجوفية في الاودية يستمر لعدة أسابيع، توفر هذه السدود العديد من الفوائد علي صعيد تخزين المياه معدل تبخر منخفض، مع إمكانية تلوث شبه معدومة، ولاتجمع الحشرات. بإي حال لابد أن يكون سرير النهر مؤلف من حصى أو رمل خشن (المحتوي الرطوبي 35%) وليس من رمل ناعم (المتوي الرطوبي 5%). هذا النوع من السدود منتشر بكثرة في شرق إفريقيا والبرازيل ولكنها غير منتشرة في المنطقة العربية. ويمكن التمييز بين نوعين من السدود الجوفية:

1) السد الرملي (Sand Dam):

ينشأ السد الرملي علي عدة مراحل، تنفذ منطقة مكونة من الرمل الخشن قبل السد بعنى إنشاء حامل صناعي للمياه مباشرة قبل السد والذي يعمل علي تخزين المياه في فترة الهطول .

2) السد الجوفي (Sub-surface Dam):

ولتفيذه يتم حفر نفق بشكل عمودي علي مجري الوادي حتي الوصول إلي الصخرة الام، يبنى جسم السد من الحجارة أو البيتون، ويمكن تنفيذ الاعمال بشكل يدوي أو بإستخدام معدات وآليات ثقيلة. ومثال لسد جوفي :

في دولة النيجر تم إنشاء سد جوفي من قبل السكان المحليين تحت إشراف وتمويل منظمة غير حكومية، كان السد بطول 120م وبإرتفاع 2م، وبعد هطول مطري واحد تجمع حوالي 25000 م3 من الماء خلف السد علي إمتداد 300م علي طول مجري الوادي .

2-2-4 نظام إعادة توجيه مياه الفيضانات:

وفيه يجب أن تكون المناطف الزراعية موزعة ومتدرجة الإرتفاع ضمن المسقط المائي.هذا النظام يعيد توجيه مياه الفيضانات إلي المناطق الزراعية المستهدفة عن طريق مجاري حجرية أو بيتونية، والحواف الجانبية تتكفل بتوزيع مياه الجريان ضمن المنطقة المستهدفة، إن إعادة توجيه مياه الفيضانات تناسب كل أنواع المحاصيل .

2-3حصاد المياه في السودان:-

إن الموارد المائية فى السودان متعددة المصادر ، " أمطار ، مياه نيل ، وديان ومياه جوفية"، ومع ذلك فأن مياه النيل تتأثر به مساحات قليلة من السودان تتمثل في الشريط النيلي الممتد من الجنوب الي الشمال حول ضفتي النيل وروافده بيد أن معظم مساحة السودان المتبقية تعتمد كلياً علي مياه الأمطار وجريانها السطحي المحلي بالاضافة إلى جريان الخيران والأودية المحلية والعابرة.

يرجع تاريخ إستخدام تقانات حصاد المياه في السودان ربما إلي الثلاث قرون الأخيرة .وتستخدم بشكل محدود لأغراض الزراعة علي نطاق ضيق وأيضا لأستخدمات الشرب للإنسان والحيوان .وأستخدمت العديد من أنواع تقانات حصاد المياه البسيطة والتي مازال معظمها متبعا في كثير من قرى كردفان ودارفور في وسط وغرب السودان.

2-3-1 ممارسات حصاد المياه :

لقد مارس الانسان السوداني أنماط عدة من النظم والاساليب منذ قديم الزمان في الاستفادة من مياه الامطار والاودية والخيران وهي ممارسات تقليدية تتنوع تبعاً لمصادر المياه الاتي :

- السدود الترابية:

تتمثل هذه التقنية في بناء السدود بعرض مجاري الوديان لتحويل المياه حسب الكنتور لاكبر مساحة من الارض لإتاحة الفرصة لتشبع التربة بالمياه ورفع قابليتها للزراعة لفترة أطول.

- سدود الري بالانحسار:

تتمثل في بناء سد حجري او ترابي لحجز مياه الوادي لفترة أطول حيث تغمر مساحات واسعة أمام السد ويتم الاستصلاح عن طريق الانحسار امام السد والزراعة عن طريق قنوات تحويلية خلف السد إضافة إلي الإستفادة من المياه المخزنة لشرب الانسان والحيوان .كما تستخدم تقانات حصاد مياه الامطار لأغراض الإستخدام الزراعي بغرض ري المحاصيل وذلك بعمل المتاريس، وخاصة في المناطق الجبلية والمرتفعة في ولايات دارفور بغرب السودان أو عمل السرابات بعرض وأعماق أكبر والتي تنتشر بصورة أساسية في كثير من المواقع بالسودان .بمافي ذلك الاراضي الزراعية بالمشاريع المروية خارج الدورة الزراعية .

- سدود نثر المياه:

يستخدم لحصاد وتوزيع مياه السيول في مساحات واسعة أو السهول الفيضية التي يكونها الوادي وفق قابليتها للزراعة .يتم نثر المياه عن طريق اقامة حواجز ترابية علي مجري الوادي ويناسب هذا النمط المناطق الجافة وشبه الجافة.

- نظام الحفائر:

عرفت الحفائر من زمن بعيد وبصورة خاصة في المجتمعات التي تعيش في البيئة شبه الجافة، وتعتبر الحفائر خزانات إصطناعية ودائما مايتم حفرها تحت سطح الأرض وفي تربة تكون في معظم الأحوال لاتسمح بتسرب المياه أو يتم معالجتها لتكون صلدة أو صلبة.

- السدود الترشيحية :

تعمل علي تغذية المياه الجوفية، ويستخدم هذا النمط في المناطق الجافة وشبه الجافة لإعتماد السكان في الشرب علي الابار السطحية باعماق لاتزيد عن 20 م وتحفر هذه الأبار ببطن الوادي أو علي جانبيه، فسرعة إنسياب المياه في الأودية في موسم الأمطار لايتيح الفرصة لنفاذ أكبر كمية من المياه إلي باطن الأرض لتغذية المياه الجوفية لذا يتم بناء السدود لتقليل سرعة جريان المياه ولزيادة التخزين.

- أشجار التبلدي:

يستخدم في بعض الاحيان تجويف سيقان بعض الاشجار مثل شجرة التبلدي في كردفان، وهي أشجارلها كبيرة الجزوع بها تجويف تساعد في حفظ المياه لتستخدم في أوقات الجفاف ويتفاوت حجم المياه المخزونة تبعاً لحجم الشجرة حيث تتراوح ما بين3 إلى5م .

2-3-2 دواعي حصاد المياه:

لقد تلاحظ في السنوات الأخيرة ونتيجة للتقلبات المناخية حدوث موجات من الجفاف أحياناً كثيرة وكذلك موجات مدمرة من الأمطار والفيضانات أحياناً أخري.آثار هذه السيول وموجات الجفاف تلك كانت سالبة علي الاستقرار والتنمية في كل الريف السوداني بل وقد أدت إلي تدمير كثير من البنى التحتية وتسببت في النزوح والهجرة إلي المدن .

على سبيل المثال فقد حدثت خلال هذا العام 2007م وفي بداية موسم الأمطار سيول وفيضانات نورد منها الآتي :.

- السيول من هضبة البطانة على منطقة أم ضواً بان بولاية الخرطوم وعلى مشروع التفتيش العاشر (مشروع الرهد الزراعي) بولاية الجزيرة.
- السيول من هضبة البطانة وتأثيرها على مناطق بالقرب من شندي بولاية نهر النيـل.
- السيول من هضبة المناقل على مشروع الجزيرة والمناقل والعديد من القرى بمعتمدية المناقل بما في ذلك المناقل المدينة.
- السيول بهضبة شمال كردفان وآثارها على المناطق السكنية بحمرة الشيخ بولاية شمال كردفان.
- السيول من هضبة شمال كردفان بكل من خور بقرة، تردة الرهد وقطع الطريق القومي بين أم روابة وتندلتي.
- السيول من هضبة جبال موية على المناطق السكنية بولاية النيل الأبيض (ربك) وقطع حركة المرور طريق الخرطوم ربك.
- فيضان نهر القاش وتهديده لأحياء بمدينة كسلا والجنائن.
- فيضان خور أبو حبل وأثرها على مناطق الغبشة.

وبالرغم من الآثار السالبة لهذه السيول إلا أنه من المتوقع أن تكون قد ساهمت في نثر المياه في مساحات شاسعة من الأراضي في بعض المناطق التي غمرتها المياه وقد يصلح ذلك في زراعتها بعد إنحسار مناسيب المياه بالمناطق المغمورة.

مما تقدم يتضح أن تقنية حصاد المياه يظل أحد الآليات الهامة لتنمية الموارد المائية الموسمية والمتمثلة في مياه الأمطار (الأودية، الخيران، المنخفضات الطبيعية الخ..) حتى نتمكن من الاستفادة منها في الإستخدامات الحياتية المختلفة في توفير مياه الشرب للإنسان والحيوان والزراعة وإثراء الغطاء النباتي والاستخدامات المنزلية المختلفة . كماأن إستخدام هذه التقنيات يمكن أن يلعب دوراً هاماً في حماية القرى

والمدن والبنيات التحتية من طرق وسكك حديدية بالاضافة إلى حماية المنشآت والمشروعات الزراعية من السيول والفيضانات .

2-3-3المناطق المناخية ومصادر المياه بالسودان:

- المناطق المناخية:

يتميز السودان بتعدد مناخاته من الصحراوي (45% من مساحة السودان)، شبه الصحراوي الجاف، السافنا والمناخ الرطب . ويتراوح معدلالأمطار في هذه البيئة متعددة المناخات من صفر ملم في العام في أقاصي الشمال إلى حوالي 1000 ملم في أقاصي الجنوب. بينما معدل الأمطار في أواسط القطر يتراوح ما بين 200 ملم في شمال الأواسط إلى حوالي 500 ملم في جنوب الأواسط وتتميز منطقة الأواسط بالهضاب والخيران التي تمثل مصادر مياه الشرب للإنسان والحيوان في كثير من ولايات السودان، وتعتبر هذه الأودية الموسمية أحد أهم مصادر المياه في السودان خاصة مناطق:

- الصخور الأساسية (Basement Complex Formation) .
- مناطق المياه المالحة .
- المناطق البعيدة عن النيل وروافده.

- **مصادر الأحواض المائية الموسمية الأساسية بالسودان:**

- هضبة جبال النوبة (جنوب غرب).
- مرتفعات البحر الأحمر (الشرق).
- جبال الأنقسنا (جنوب شرق).
- جبل مرة(الغرب).
- هضبة جبال البطانة (الوسط).
- الهضبة الأثيوبية القاش وخور بركة (الشرق).

- هضبة المناقل وجبال موية.

ويحتوي كل نظام حوض من المذكورة في عاليه على مجموعة أودية وخيران ذات تصرفات وأحجام تتراوح ما بين 100 مليون متر مكعب/ اليوم إلى أقل من 1 مليون متر مكعب/اليوم. هذه الأحواض تمثل أهمية بالغة في توفير المياه بالإضافة إلى أنها قد تمثل خطراً يؤدي إلى تدمير المدن والقرى والمنشآت والبنيات التحتية الأساسية.

2-3-3نماذج لمشاريع حصاد المياه بالسودان:

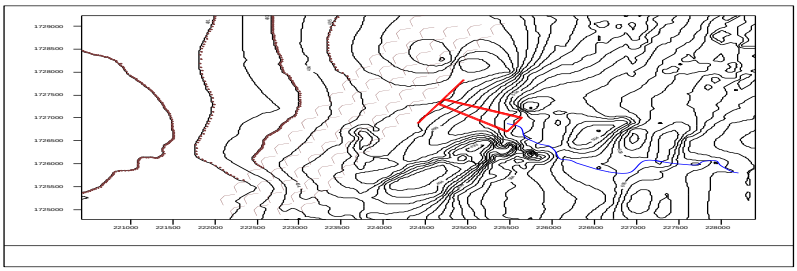
لقد قامت وزارة الري والموارد المائية بأذرعها المختلفة بدراسة مشاريع حصاد و نثر مياه لعدة مواقع بالسودان و قد تم الشروع في تنفيذ بعض منها وما يلي بعض النماذج لهذه الدراسات:

- **تنمية دلتا خور شولالوب –شمال شرق مدينة كسلا:**

الهدف: نثر المياه بغرض الزراعة وتوفير مياه الشرب .

ملامح التصميم:

- قناة مجمعة لمياه الخور بطول تقريبي 1000م.
- هدار منظم (فتحتين بعرض2م) عند نهاية القناة المجمعة.
- ردميات ترابية جانبية للهدار بطول كلي تقريبي 900م.
- تروس ترابية علي شكل شبه منحرف لتغطي 50%من المساحة المستهدفة مع تروس (مصدات) حجرية لتغطي متبقي ال50% من المساحة.



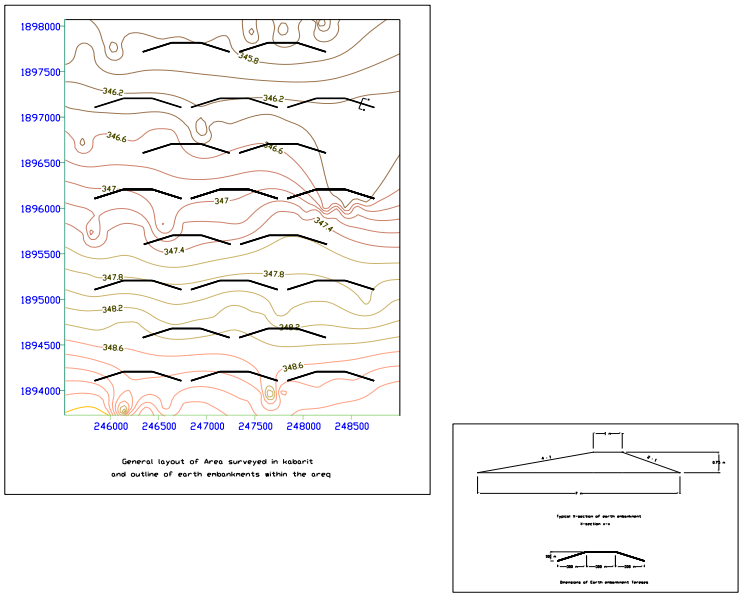
شكل رقم (2-3) خرطة كنتورية لحصاد المياه بخور شلالوب

- **تنمية منطقة خور كبريت (أودي) – منطقة همشكوريب:**

الهدف: نثر المياه بغرض الزراعة لمساحة مستهدفة 3،000 فدان قابلة للإمتداد لمساحة 10،000 فدان.

ملامح التصميم:

- تروس ترابية علي شكل شبه منحرف بعرض 300 متر و عمق 100 متر.
- يشمل ذلك التكسية الحجرية عند نهايتي كل ترس.
- يبلغ عدد التروس 20 ترساً موزعة علي ثمانية صفوف المسافة بين الصف و الآخر حوالي 500 متر.



شكل رقم(2-4) يوضح خرطة كنتورية لتنمية خور كبريت (وادي خرطة أودي)

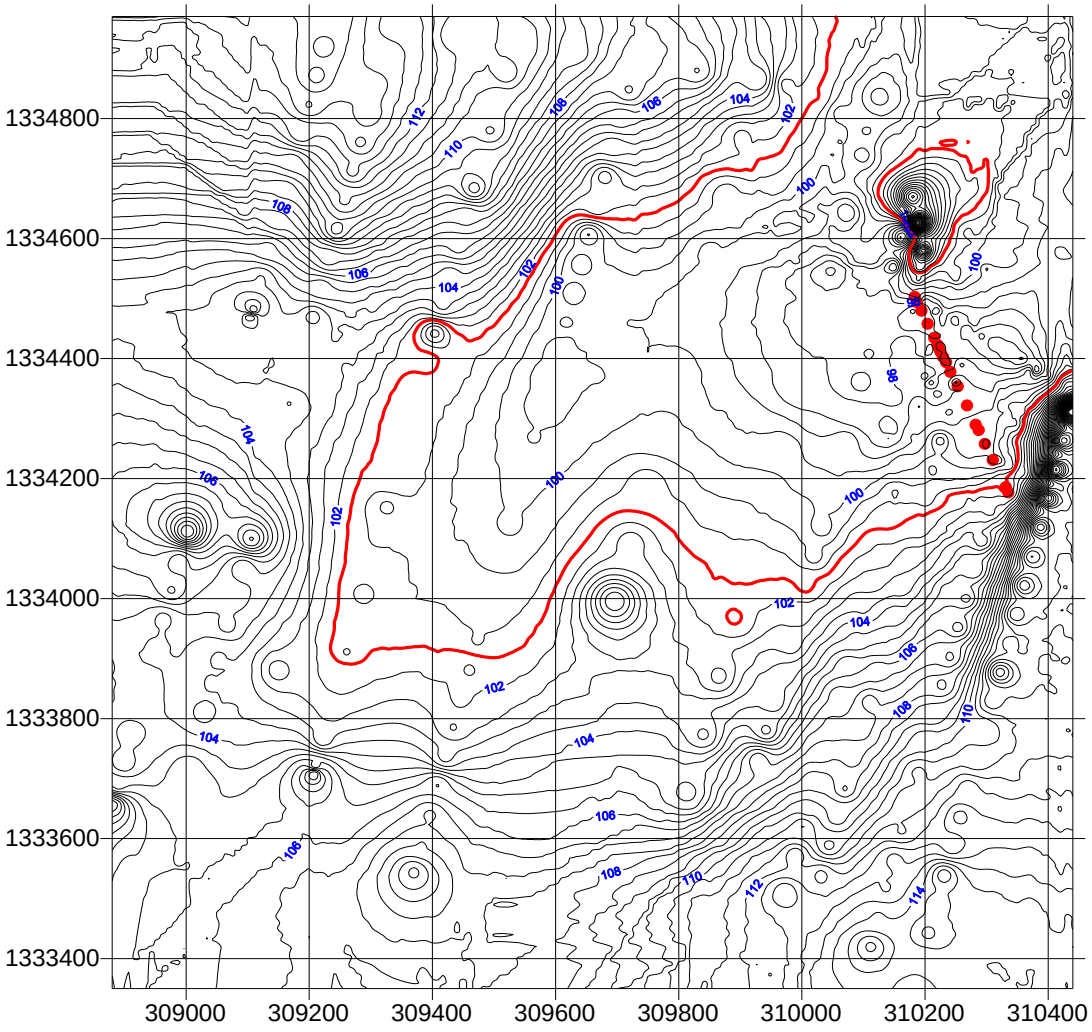
- **تنمية منطقة خور جرواية – جنوب كردفان:**

الهدف: جمع و نثر المياه بغرض الزراعة و توفير مياه الشرب.

ملامح التصميم:

- جسم حجري مزود بهدار بطول 39 متر لاغراض التنفيس .

- عدد اثنان باب مفيض (فتحتين بابعاد 2.5*3.0 متر) لاغراض النظافة من العوالق.
- ردميات ترابية جانبية بطول كلي تقريبي 250 متر.



2-5 شكل يوضح خرطة كنتورية لتنمية خور جرواية بجنوب كردفان

2-4 البرامج:

2-4-1برنامج Google earth :

هوبرنامج خرائطي جغرافي معلوماتي كان يطلق عليه في الاصل Earthveiwer3D.يرسم البرنامج خريطه الارض عن طريق تركيب الصور التي تم الحصول عليها من صور الاقمار الاصطناعيه ونظم المعلومات الجغرافيه ثلاثية الابعاد.

2-4-2 موقع Open Topography:

تتمثل مهمه في اضفاء الطابع الديموقراطي علي الوصول عبر الإنترنت الي البيانات الطبوغرافية عاليه الدقه (المقاس من المتر الي المتر الفرعي) بإستخدام تقنيه الليدر وغيرها من من التقنيات.

تسخير البنية التحتيه الإلكترونية المتطوره لتوفير إمكانات الويب والتي تكون قابلة للتطوير وقابلة للتوسيع ومبتكرة.

تعزيز إكتشاف أدوات البيانات والبرامج من خلال كاتلوجات البيانات الوصفية الأهوله للمجتمع .

تعزيز التفاعل وتبادل المعرفة في مجتمع مستخدمي ليدر لعلوم الأرض

2-4-3 برنامج ArcGIS:

هو نظام معلومات جغرافية للعمل مع الخرائط والمعلومات بصورة متكاملة تصدرة شركة معهد بحوث انظمة يتكون هذا النظام كنظام (ESRI) البيئية. يتم استخدامة لإنشاء الخرائط واستخدامها وتجميع المعلومات الجغرافية وتحليل المعلومات المعينة واستخدام الخرائط والمعلومات الجغرافية ف مجموعة من التطبيقات . وينقسم الي ثلاثة اجزاءرئيسية وهي:

1-Arc GIS Desktop:وهي النسخة المكتبية لنظام المعلومات الجغرافية وهي عبارة عن مجموعة متكاملة لتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية.

2-Arc SDE :وهو عبارة عن واجهة لإدارة قواعد البيانات الجغرافية.

Arc IMS-3: وهو عبارة عن برنامج نظام معلومات جغرافية خاص ليعمل علي الشبكة العنكبوتية (الإنترنت).

2-4-3-1برنامج ArcMap:

وهو أحد التطبيقات المركزية المســـتخدمة في ArcGIS Desktop هو المكان الذي تقوم فيه بعرض واستكشاف مجموعات بيانات GIS لمنطقة الدراسة، حيث يتم تعيين الرموز، وإنشاء تخطيطات الخريطة للطباعة أو النشر. ArcMapهو أيضًا التطبيق الذي يستخدمه لإنشاء مجموعات البيانات وتحريرها. يمثل ArcMapالمعلومات الجغرافية كمجموعة من الطبقات والعناصـــر الأخرى في الخريطة. تتضـــمن عناصـــر الخريطة الشـــائعة إطار البيانات الذي يحتوي على طبقات الخريطة لمدى معين بالإضـــافة إلى شريط مقياس وسهم شمالي وعنوان ونصي وصفي ووسيلة لإيضاح الرموز وماإلي ذلك.

2-4-4 برنامج Surfer :

من البرامج الخاصة بالاعمال المساحية من حيث عمل الخرائط الكنتورية وحساب الميول وحساب الكميات من سطح واحد أو سطحين.

2-4-5 برنامج Excel :

هو برنامج يتيح للمستخدمين تنظيم ةتنسيق وحساب البيانات بإستخدام صيغ مختلفة عبر نظام الجداول وتتميز بالقدرة علي إجراء العمليات الحسابية الأساسية وإنشاء الجداول المحورية.

الباب الثالث

3. الخلفية العلمية

3-1 دراسة حصاد المياه في ولاية الخرطوم:

تمت دراسة مشاريع حصاد المياه بولاية الخرطوم وتتمثل في السدود والحفائر، وهي تغطي كامل مساحة الولاية في شرق وغرب الولاية بمحليات شرق النيل ،بحري، كرري وأم درمان.

ونجد أن المعلومات المتوافرة عن السدود، حيث تم الحصول علي بيانات 12سد موضحة في الجدول(3-1).

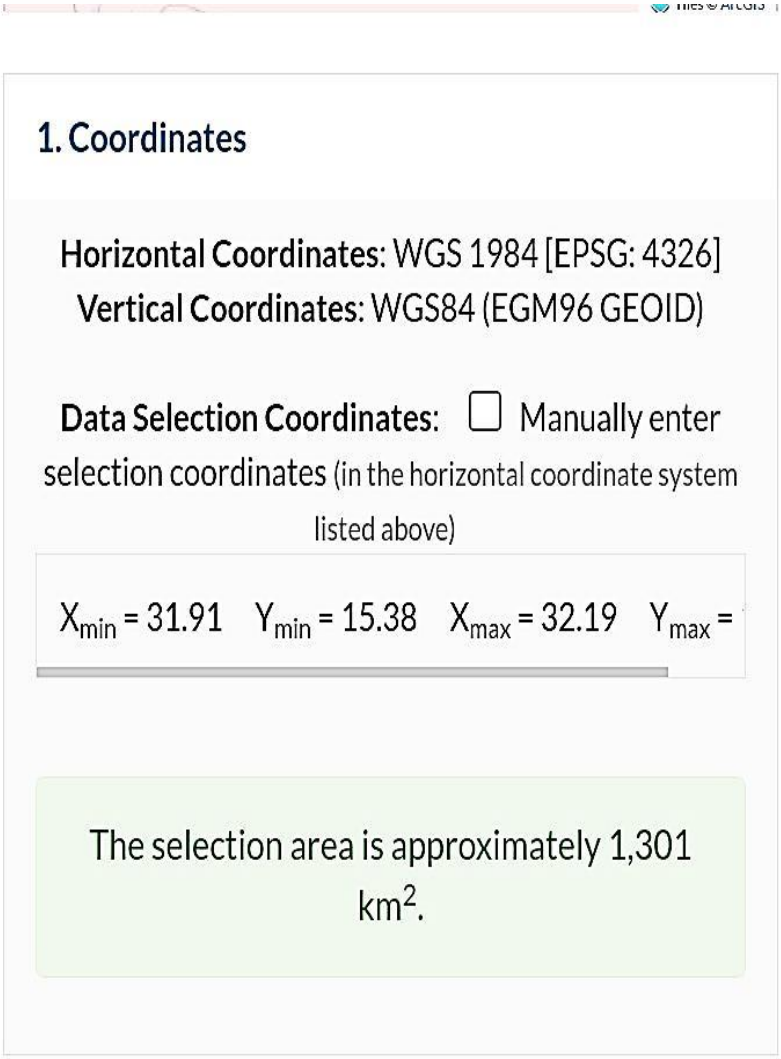
جدول رقم(3-1) يوضح مواقع السدود وسعاتها التخزينية في ولاية الخرطوم

موقع السد			سعة السد التخزينية(m^3)
شرق الولاية	محلية شرق النيل	سد وادي حسيب	11,000,000
		سد برتا	1,500,000
		سد الإنقاذ	2,500,000
	المجموع		15,000,000
	محلية بحري	سد السليد	3,500,000
		سد الكباشي	1,000,000
		سد الكنقر	8,000,000
		عد الدلجة	2,500,000
	المجموع		15,000,000
غرب الولاية	محلية أم درمان	سد المنصوراب	4,500,000
		سد الرواكيب	3,000,000
	المجموع		7,500,000
	محلية كرري	خور شمبات	4,500,000
		الوادي الأبيض	4,500,000
		وادي سيدنا	3,500,000
	المجموع		13,500,000

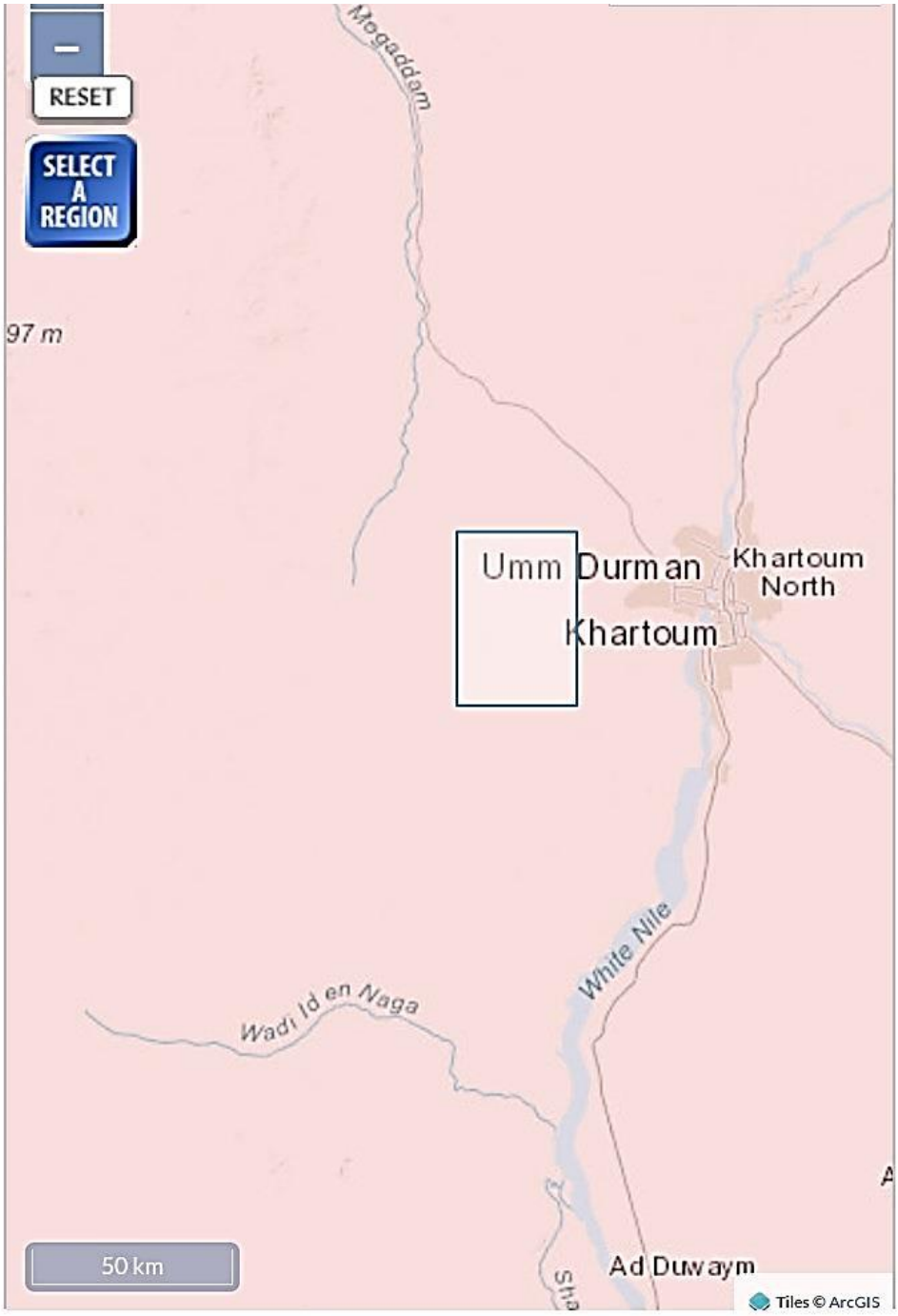
3-2تحميل خرطة الديم لوادي القيعة:

اولاً: تم تحديد إحداثيات موقع السد المقترح وتوقيعه على برنامج Google Earth واستخراج حدود منطقة وادي القيعة .

ثانياً: استخدام الاحداثيات لتحميل الخرطة من موقع Open Topography شكل رقم (3-2):



3-1 شكل يوضح طريقة إدخال إحداثيات موقع السد في موقعOpen Topography



شكل رقم(3–2) يوضح موقع السد داخل الموقع

3.3التخريط Preprocessing :

يتم استخدام برنامج ArcMap لإجراء التخريط (هو عملية إنشاء الحدود للوادي والمجاري)، وتتمثل بناءا على موقع السد كمخرج للوادي في إنشاء الطبقات التالية:

1) Fill Sinks :

وهي عملية ردم التشوهات.

2) Flow Direction:

وهي عملية تحديد إتجاه الجريان للمياه في السد.

3) Flow Accumulation:

هو عملية معرفة تراكم الجريان .

4) Stream Definition:

وهي عملية تتم لتعريف الجريان.

5) Stream Segmentation:

يتم إستخدامها لمعرفة أدني نقطة في كل مستجمع المياه وتعيين معرفات مائية فريدة لكل جزء.

6) Catchment Grid Delineation:

تستخدم لتحديد شبكة مستجمعات المياه.

7) Catchment Polygon Processing:

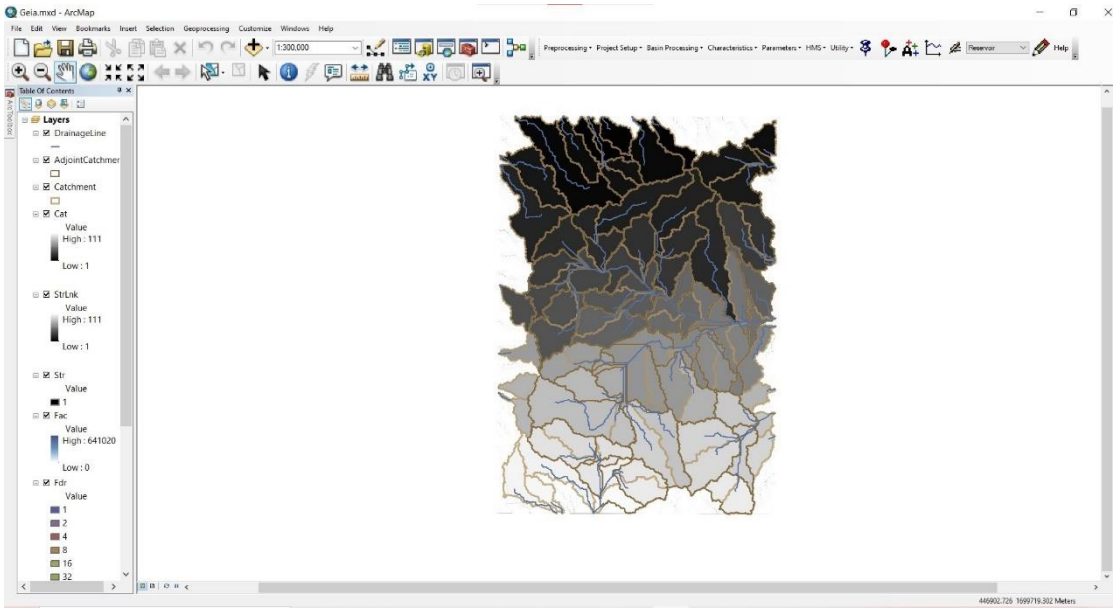
تستخدم لتحسين دقة ومعالجة مضلع مستجمعات المياه.

8) Drainage Line Processing

يستخدم لمعالجة خط صرف المياه.

9) Adjoint Catchment Processing:

يستخدم لمعالجة مستجمعات المياه المجمعة.



شكل رقم (3-3) يوضح الديم بعد إجراء عملية التخريط

ومن ثم تعريف Characteristics:

وفيه يتم معرفه أطوال المجاري River Length وميل المجاري River Slope، ومن هذه المنطقه تم الحصول علي أكبر منسوب وأصغر منسوب .

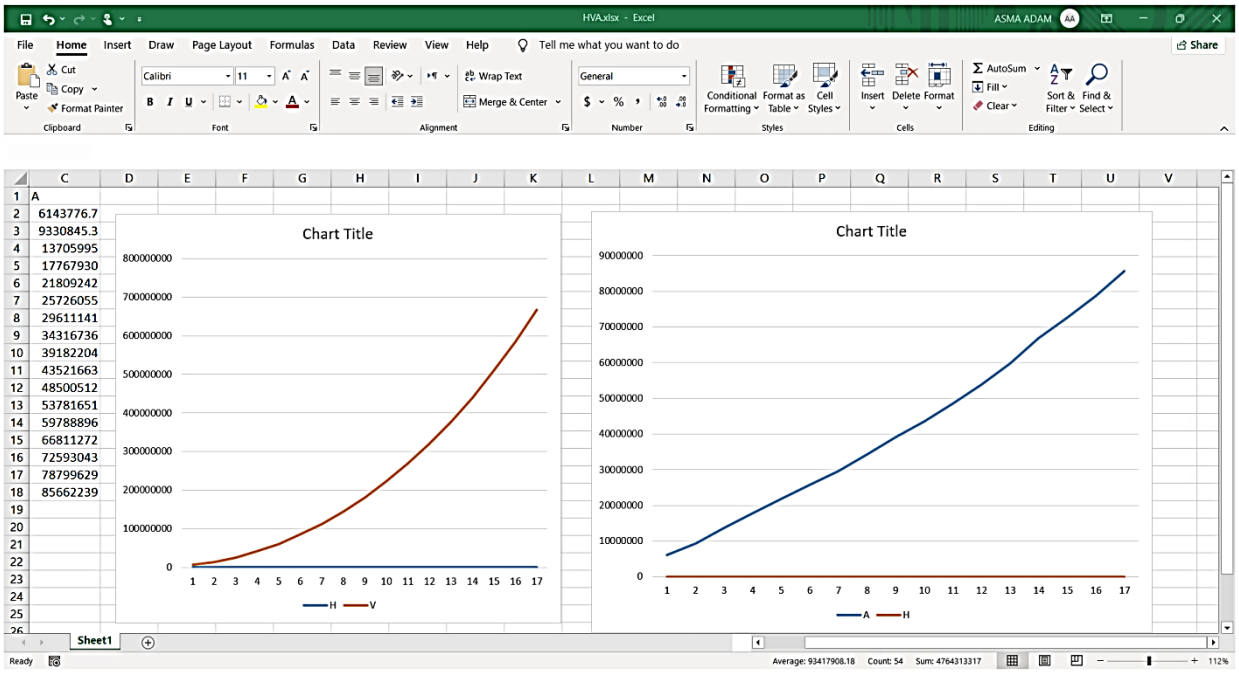
3-4 دراسة الخصائص الطبغرافية لمنطقة السد :

أولا: تمت الإستفادة من خرطة الديم في إيجاد مناسيب مجموعة من النقاط تقع في منطقة السد بإستخدام برنامج ArcMap وذلك لعدم توفر المساحة الارضية لتحديد المناسيب.

ثانيا: تم الإستفادة من مناسيب (وهي مناسيب منسوبة إلي البينشمارك الموجود بمدينةالإسكندرية بدولة مصر) (Level) هذه النقاط في إستخراج مخططات الحجم والمساحة السطحية مقابل المناسيب بإستخدام برنامج Surfer و شكل (3-2) وجدول (3-1) يوضح العلاقة بينهم، حيث تم إعتبار منسوب قاع السد من منسوب صفر هو414 وأقصى إرتفاع 418.

جدول رقم (3–2)يوضح العلاقة بين مناسيب النقاط والأحجام والمساحة

Level (m)	$V\ (m^3\ )$	$A\ (m^2\ )$
414	6123784.55	6143776.69
415	13947740.8	9330845.3
416	25343810.9	13705995.3
417	41090994.3	17767930.2
418	60920194.4	21809242.3
419	84691319	25726054.8
420	112359636	29611140.6
421	144213700	34316736.4
422	181059204	39182203.7
423	222388956	43521662.7
424	268414377	48500512.2
425	319480828	53781651.2
426	376192131	59788896.2
427	439632159	66811271.5
428	509276655	72593043.3
429	584940578	78799628.9
430	667177247	85662238.7



شكل رقم(3-4)يوضح العلاقة بين الحجم(v) والمنسوب (Level) والمساحة(A)

3-5 الدراسة الهيدرولوجية:

تمت دراسة متوسط معدلات هطول الأمطار بولاية الخرطوم منطقه (الصالحه) في السنين العشر الماضية وإتضح أن معدل هطول الامطار لم يتجاوز كحد اقصى (105mm)، وتتمثل الدراسة الهيدرولوجية في ايجاد التصريف الأقصي ، حساب حجم المياه السنوي المار بالوادي، حساب منسوب التخزين الأقصي وحساب ارتفاع الماء في بحيرة السد .

3-5-1حساب التصريف الأقصي Q :

يتم استخدام الصيغة العقلانية لحساب التصريف الأقصى كالأتي:

$$Q = \frac{C * i * A}{3.6}$$

حساب الشدة المطرية (i) عن طريق مخطط IDF Curve يتم حساب الاتي :

- حساب الميل العرضي للحوض الجابي:

$$S_{ov} = \frac{447 - 417}{13200} = 0.0023$$

- الميل الطولي للمجرى:

$$\boldsymbol{S}ch = \frac{474 - 416}{35000} = 0.0016$$

حساب زمن التركيز

$$t_c = t_{ov} + t_{ch}$$

يتم حساب t_{ov} حسب طريقة كيرباي:

Kerby Method:

$$t_{ov} = k(L * N)^{0.467} * S^{-0.235}$$

$$K = 1.44$$

$$= 1.44 * (13200 * 0.2)^{0.467} * 0.0023^{-0.235} = 237 \ min$$

يتم حساب t_{ch} حسب طريقة كاربج:

Kirpich Method:

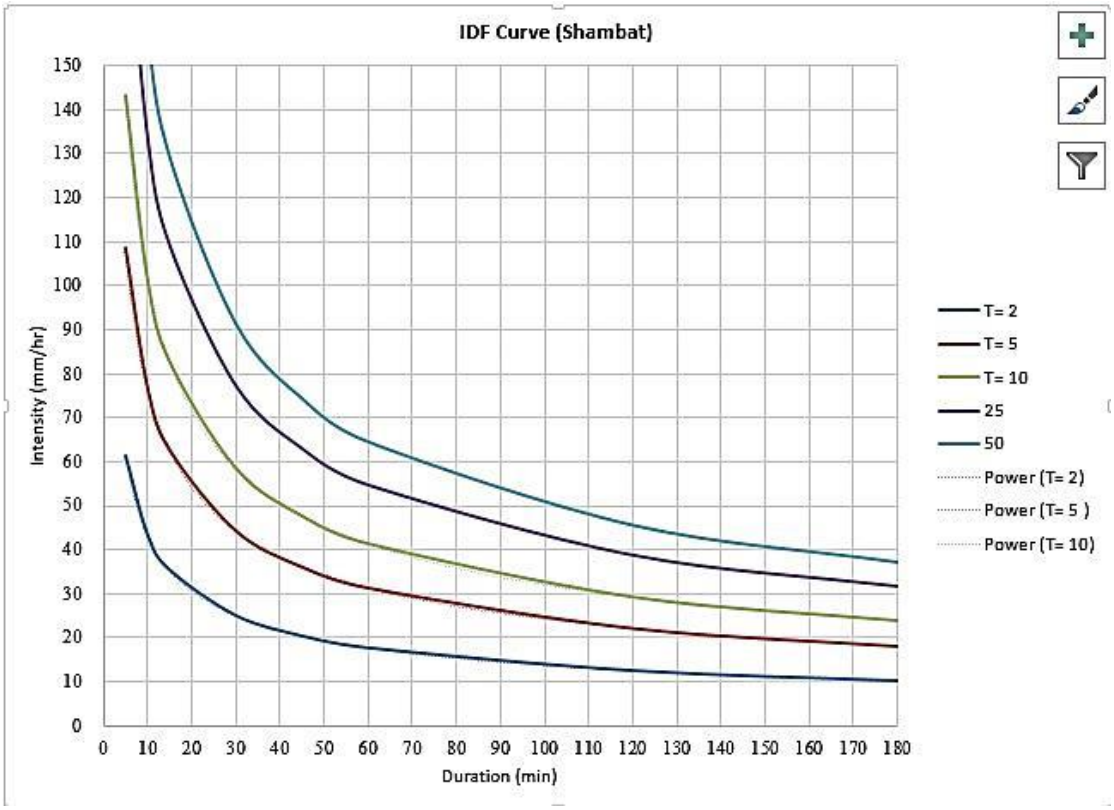
$$t_{ch} = KL^{0.77} * S^{-0.385}$$

$$K = 0.0195$$

$$= 0.0195 * 35000^{0.77} * 0.0016^{-0.385} = 302 \ min$$

$$t_c = 302 + 237 = 539 min$$

يتم إيجاد الشدة المطرية (i) حسب قيمة (t_c) التي يتم إيجادها من منحني IDF



شكل رقم(3-5) يوضح IDF Curve

$$i = 40\, mm/hr$$

$$c = 0.2 \quad \text{From Table}$$

$$A = 293 m^2$$

$$Q = \frac{40 \times 293 \times 0.2}{3.6} = 651\ m^3\backslash s$$

3-5-2حساب حجم المياه السنوي:

لحساب حجم المياه السنوي يتم استخدام طريقة لجنة خدمة حماية التربة Soil Conservation Service (SCS) تستخدم هذه الطريقة نظام الوحدات البريطاني (البوصة) وقد تم حساب الامطار كالاتي:

$$P = \mathbf{105}\, mm$$

$$P = \frac{105}{25.4} = 4.13 in$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

ويؤخذ معامل الجريان(CN) من الجدول حسب نوع التربة وهي(Poor Grass)

$$CN = 70$$

$$S = \frac{1000}{70} - 10 = 4.28\ in$$

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

$$P_e = \frac{(4.13 - 0.2 \times 4.28)^2}{(4.13 + 0.8 \times 4.28)} = 1.42\ in$$

$$P_e = 1.42 * 25.4 = 36.06\ mm$$

يتم حساب الحجم بإستخدام طريقة لجنة خدمة حماية التربة (SCS) وهو :

$$V = Pe * A$$

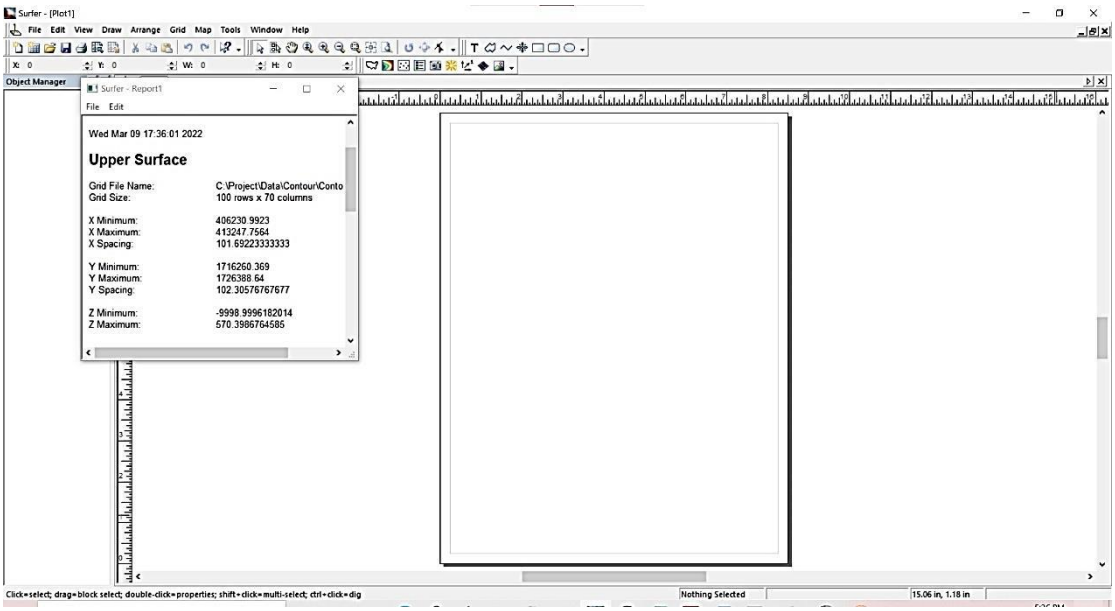
$$V = 36.06 * 756.8 = 20{،}840{،}022 m^3$$

3-6: التصميم الهيدروليكي:

حيث يتم حساب الميل العرضي والميل الطولي للنموذج المختار لإيجاد مواصفات السد المطلوبه وتصميم انشائي للسد .

اولا: حساب ارتفاع السد :

تم إستخدام برنامج (Surfar) لإيجاد الحجم (volum) والمساحه (Area) لايجاد قيمة الارتفاع التي منها يتم تصميم بوابات السد .



شكل رقم(3−6) يوضح طريقة إستخراج الاحجام والمساحات من برنامج Surfer

ثانيا: حساب ابعاد البوابات العلويه (Spillway):

تستخدم البوابات العلويه لتمرير المياه الفائضه في فترة الخريف وهي مفتوحة من أعلي، إي أن سطح الماء فيها حر وتستخدم العلاقه التاليه لتصميم فتحه البوابه :

$$Qsp = cd * L * H^{1.5}$$

معامل التصريف cd قيمته $(1.6 - 1.9)$

بإفترض أن معامل التصريف يساوي 1.9 نجد أن طول البوابات العلوية (المفيض) :

$$711 = 1.9 * L * 1$$

$$L = 375m$$

ثالثا: حساب ابعاد البوابات السفليه (Sluice Gates):

توجد أسفل جسم السد والتخزين أسفل منها ويسمي بالتخزين الميت، تستخدم البوابات السفلية للأغراض التالية:

- تمرير المياه المطلوبه بعد السد(التحكم في المياه).
- تركب عليها توربينات التوليد الكهربائي .

- غسيل الطمي.

تستخدم العلاقة التالية لتصميم البوابات السفلية:-

$$Qsc = cd * A * H^{0.5}$$

بإفتراض أن البوابات السفلية تمرر 20% من التصريف الأقصي :

$$Qsc = 711 * 0.2 = 142\, {}^{m^3}/_{s}$$

$$142 = 3 * A * 3^{0.5}$$

$$A = 27m$$

بإفتراض البوابة ماسورة دائرية قطرها 1m :

$$a = \frac{\pi * 1^2}{4} = 0.78$$

$$N = \frac{A}{a}$$

$$N = \frac{27}{0.78} = 34pipe$$

يتم تطبيق الخطوات أعلاه للحصول علي النتائج المتبقية في الجدول أدناه:

جدول رقم (3-3)يوضح العلاقة بين نسبة التصريف وفتحة القطر وعدد المواسير

عدد المواسير (pipe)	فتحة القطر (cm)	نسبة التصريف (%)
34	142	%20
17	71	%10
8	35	%5
3	14	%2
2	7	%1

تم إختيار المواسير التي تمرر 5% من التصريف الأقصي التي عددها 8pipe

3-7التصميم الانشائي:

أولاً: حساب طول الاساس:

يتم تصميم طول الاساس ليمنع حدوث الظاهرة الانبوبية والتي تنشأ من خروج حبيبات التربة مع المياة المتسربه اسفل الأساس وتستخدم عده طرق لحساب طول الأساس الأمن منها نظرية بلاي.

تنص النظرية علي أن يكون الطول الفعلي (Lac) اكبر من او يساوي الطول النظري (Lth).

$$Lac \geq Lth$$

$$Lac = 4d + \frac{1}{3}b$$

بإفتراض قيمة $b = 20$

قيمة $d(2-3)$

$$d = 2.5$$

$$Lac = 4 * 2.5 + \frac{1}{3} * 20 = 16$$

$$Lth = CH$$

C: معامل بلاي وقيمته (5)

$$Lth = 3 * 5 = 15$$

ثانياً : حساب سمك الأساس:

يتم تصميم الأساس ليقاوم ظاهرة التمزق التي تنشأ من فرق الضغط بين قوة وزن الأساس وقوى الرفع المائي .

وتستخدم العلاقه التاليه لحساب سمك الاساس:

$$t = \frac{4}{3} * \frac{hx}{G-1}$$

حيث $G = 24$ وهي الوزن النوعي لمادة الأساس(الحجر) :

$$hx = H\left(1 - \frac{x}{L}\right)$$

$$L = Lac$$

تمثل بعد النقطة من بداية التسرب(x)

النقطة(1) :

$$x = 2d$$

$$x = 2 * 2.5 = 5$$

$$hx = 3\left(1 - \frac{5}{16}\right) = 2$$

$$t = \frac{4}{3} * \frac{2}{1.4} = 1.9m$$

النقطة(2) :

$$x = 2d + \frac{b}{2}$$

$$x = 2 * 2.5 + \frac{20}{2} = 15$$

$$hx = 3(1 - \frac{15}{16}) = 0.88$$

$$t = \frac{4}{3} * \frac{0.88}{1.4} = 0.95m$$

النقطة(3):

$$x = 2d + b$$

$$x = 2 * 2.5 + 20 = 25$$

$$hx = 3\left(1 - \frac{25}{16}\right) = 1.6$$

$$t = \frac{4}{3} * \frac{1.6}{1.4} = .46m$$

$$\boldsymbol{T} = 1.9 + 0.95 + 0.46 = 4m$$

الباب الرابع

4.مناقشة النتائج

4-1 النتائج:

من خلال الخطوات المتبعة لحماية منطقة وادي القيعة (2) وماجاورها من مناطق وذلك بإنشاء سد للوادي للإستفادة من هذه المياه تم الحصول علي هذه النتائج:

جدول رقم(4-1) يوضح النتائج المتحصل عليها

البند		القيمة
التصميم الهيدروليكي	التصريف الأقصي (m3/sec)	651
	التصريف السنوي (m3/sec)	711
	حجم الايراد المائي (m^3)	20,800,000
	المساحة الكلية (km)	293
	طول بوابة المفيض (m)	375
	عدد البوابات السفلية بقطر (35 cm)	8
التصميم الإنشائي	طول الاساس (m)	16
	سمك الاساس الاقصى عند الحائط m	4

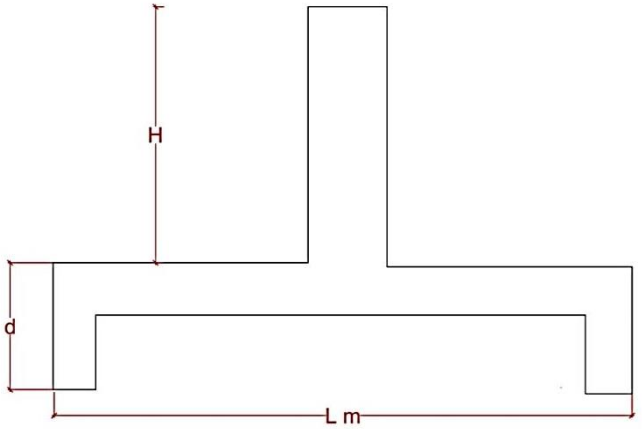
4-2 المقارنة:

تمت المقارنة بين النتائج العلمية التي تحصلنا عليها والنتائج المتحصل عليها بواسطة النموذج المقترح من وزارة البنية التحتية في ولاية الخرطوم.

جدول رقم(4-2) يوضح المقارنة بين الدراسة الحالية والنموذج المقترح

البند		الدراسة الحالية	النموذج المقترح
التصريف الأقصي(m^3/sec)		651	777
الحجم(m^3)		20,800,000	3.8
التصريف السنوي(m^3/sec)		711	777
أبعاد السد	طول السد(m)	1321	1950
	عدد خطوط العبارات(pipe)	8	4
	المساحة الحرة(m)	1	0.5
	اعلي منسوب للبحيرة(m)	418	416
	ارتفاع الماء عند البحيرة(m)	417	417.2

توصلت الدراسة إلي أن الدراسة الحالية لسد وادي القيعة (2) هي الأفضل وذلك لأنه تم إستخرج جميع قيمهاعن طريق البرامج الحديثة مثل Surfer وArc Map، وتحديد دقيق للموقع وإستخراج إحداثياته ببرنامج Google Earth.



شكل رقم (4-1) يوضح التصميم الإنشائي للسد

الباب الخامس

5. الخلاصة والتوصيات

5-1 الخلاصة:

توصلت الدراسة الي عدد من النتائج أهمها تصلح لحصاد المياه وحماية المناطق الحفرية ضد الفيضانات في هذه الدراسة تم تصميم سد وادي القيعة المقترح ووجد ان التصريف الأقصى هو $651 m^3/s$ ، حجم المياه هو $20,800,000 m^3$، المساحة الكلية 576.8km وارتفاع السد هو $3m$ وفي التصميم الهيدروليكي وجد ان الطول الحقيقي هو $16m$، الطول النظري $15m$، سمك الأساس4m وعرض السد $20m$.

5-2 التوصيات :

a) نوصي باستخدام خرطة كنتورية دقيقه للمساحات الأرضية.

b) الأستفادة من تقنيات Ark GIS الأستشعار عن بعد في حصاد المياه متمثلة في تطبيق برنامج Arc Map ،برنامج Surfer وموانع الخط الوهمي.

c) عمل دراسة في بحث أخر يحديد مدي الاستفاده من حصاد المياه في الزراعة او الشرب او تغذيه المياه الجوفية .

d) عمل دراسات بيئية لدراسة الاثر البيئي الناتج من السد.

e) عمل دراسة لسيناريو إنهيار السد

المراجع:

- Texas Department of Transportation-Hydraulic Design Manual- Texas Department of Transportation – 2019.
- الدليل الإرشادي للحصاد المائي– المكتبة الوطنية الاردنية الهاشمية–2015.
- ورقة حول حصاد المياه في السودان–محمد بحرالدين عبدالله.
- ورقة بحثية حول حصاد المياه في السودان– ملتقي إقتصاديات المياه والتنمية المستدامة– نحو تحقيق الأمن المائي– 2011/ 1/12–30/11.
- حصاد المياه–ويكيبيديا .
- إعداد بيانات في برنامج ArcGIS Desktop–Arc GIS-

https://www.arcgis.com/home/item.html?id=a9e4d9586df44d9a83502fe64d5119cc