بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية هندسة المياه والبيئة

قسم موارد المياه

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس في هندسة موارد المياه

بعنوان :

تقييم حصاد المياه

(دراسة حالة حفير الفريشة)

إعداد الطلاب :-

أحمد عثمان عبد الواحد ابوبكر

خالد محمد الريح عبد القادر

سهيل عصام أحمد عبد الحفيظ

محمد آدم عثمان عبد الله

إشراف :-

أ/ تيسير يحيى مصطفي

وبمساعدة

أ.د / عباس عبد الله إبراهيم

2015م

الآيـــة

بسم الله الرحمن الرحيم

(وَهُوَ ٱلَّذِى يُرۡسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشۡرَۢا بَيۡنَ يَدَىۡ رَحۡمَتِهِۦۤ ﷺ
حَتَّىٰٓ إِذَآ أَقَلَّتۡ سَحَابًا ثِقَالاً سُقۡنَٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنزَلۡنَا بِهِ
ٱلۡمَآءَ فَأَخۡرَجۡنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِۚ كَذَٰلِكَ نُخۡرِجُ
ٱلۡمَوۡتَىٰ لَعَلَّكُمۡ تَذَكَّرُونَ ﴿٥٧﴾)

صدق الله العظيم

(سورة الأعراف، الآية ﴿٥٧﴾)

الإهداء

إلي أغلي من في الوجود محمد بن عبد الله النبي الأمي صلى الله عليه وآله وصحبه وسلم ...

إلي من هم سندي وقوتي أمي وأبي حفظكم الله و رعاكم ...

إلي إخوتي الأعزاء ومن اظهروا لي كل ما هو جميل في الحياة ... زملائي ..

إلي الذين مهدوا لنا طريق العلم و المعرفة .....

إلي أساتذتنا الأفاضل ....

الشكر و العرفان

قبل ان نمضي و نخطو خطوتنا الاخيرة في الحياة الجامعية نقدم أسمي آيات الشكر و الامتنان والتقدير والمحبة الي الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة...

الي الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة...

الشكر أجزله للّه تعالي الذي وفقنا لإكمال هذا البحث . ثم لأولئك الذين غرسوا زهرا جميلا في طريقنا ومنحونا كل سبل العلم لتخطي الصعاب ... ونختص بالشكر

الأستاذه / تيسير يحي مصطفي

التي أشرفت علي هذا البحث حق إشراف ولها منا كل الاحترام والتقدير ودوام الصحة والعافية .

والشكر موصول أيضا إلي

البروفيسور / عباس عبدالله إبراهيم

الذي ساعدنا في اكمال هذا البحث فله جزيل الشكر وجزاه اللّه عنا كل خير

الفهرس

البند	الموضوع	رقم الصفحة
1	الآية	I
2	الإهداء	II
3	الشكر و العرفان	III
4	الفهرس	IV
5	فهرس الأشكال	VI
6	فهرس الجداول	VI
7	المستخلص	VII
8	Abstract	VIII
الباب الأول		
1	**المقدمة**	1
1.1	مقدمة عامة	1
2.1	الأهداف	1
1.2.1	الهدف العام	1
2.2.1	أهداف خاصة	1
3.1	مشكلة البحث	2
4.1	منطقة الدراسة	2
1.4.1	الموقع	2
2.4.1	المناخ	2
3.4.1	جيولوجية المنطقة	2
4.4.1	الجريان السطحي	2
5.4.1	الجريان الجوفي	2
6.4.1	المقومات الاقتصادية	2
الباب الثاني		
2	**الإطار النظري والدراسات السابقة**	5
1.2	حصاد المياه	5
1.1.2	استخدامات مياه حصاد المياه	5
2.1.2	مكونات نظام حصاد المياه	6

3.1.2	أهداف حصاد المياه	6
4.1.2	تقانات حصاد المياه	7
5.1.2	المعلومات والدراسات المطلوبة لحصاد المياه	9
6.1.2	العوامل المؤثرة على كميات الحصاد المائي	9
2.2	الحفائر والخزانات	10
1.2.2	انواع الحفائر	11
2.2.2	طريقة تصميم الحفائر	12
3.2.2	تحسين الحفائر	13
4.2.2	التنقية ونوعية المياه	15
5.2.2	اقتصاديات الحفير	15
الباب الثالث		
3	**الطريقة و المواد المستخدمة في الدراسة**	16
1.3	مكونات الحفير الأساسية	16
2.3	طريقة الدراسة	17
3.3	المعادلة التصميمية	21
الباب الرابع		
4	**النتائج و المناقشة**	22
1.4	النتائج	22
2.4	المناقشة	22
الباب الخامس		
5	**الإستنتاجات و التوصيات**	23
1.5	الإستنتاجات	23
2.5	التوصيات	23
3.5	المراجع	24
	الملاحق	

فهرس الأشكال

البند	الموضوع	رقم الصفحة
1.1	خريطة السودان	3
2.1	ولاية الخرطوم	3
3.1	موقع الدراسة	4
1.3	خط حركة سير المياه من حوض الراحة	23
2.3	بئر التحكم	23
3.3	حوض الراحة	23

فهرس الجداول

البند	الموضوع	رقم الصفحة
1.2	أنواع تقانات حصاد مياه الأمطار	7
2.2	أنواع تقانات حصاد مياه فيضان الأمطار والأودية	8
1.3	اختبار التربة رقم(1)	18
2.3	اختبار التربة رقم(2)	19
3.3	اختبار التربة رقم (3)	20

المستخلص

تطرقنا في هذا البحث لطرق وتقانات حصاد وتجميع المياه والطريقة المثلي لاستخدامها وتحسينها وتطويرها بالصورة التي تحقق أهداف حصاد المياه المتمثلة في الاستفادة القصوى من مياه الجريان السطحي للأمطار لتعويض النقص الحاد في المياه الصالحة للشرب و الري و الاستعمالات الأخرى بالإضافة إلى التقليل من خطر الفيضان و بالتالي تحقيق إدارة متكاملة للموارد المائية .

وقد تم التركيز في هذا البحث علي دراسة حالة حفير الفريشة وتمت مناقشة العيوب التصميمية والتنفيذية التي أدت إلى عدم حجز الحفير للمياه بالصورة التي تغطي الاحتياجات المائية للمنطقة و قد توصلنا إلى أن التربة الموجودة في حوض التخزين غير قادرة علي حجز و تخزين المياه لفترة طويلة , كما أن طول الجناح الذي يقوم بحجز مياه الوادي غير مطابق للتصميم المرفق الذي تم التحصل عليه من وحدة تنفيذ السدود والذي حال دون عمل الحفير بصورته المطلوبة وتم تقديم عدد من التوصيات التي تعالج تلك العيوب وتساعد في تلافي الأخطاء المستقبلية عند إنشاء حفائر أخري .

Abstract

In this research we have overviewed water gathering (harvesting) and technologies methods and the ideal way of its applications , improvement and development in a way that provides target achievement for water gathering which resembles the maximum benefit of runoff flow to compensate the maximum shortage of potable water , irrigation and other applications . in addition , we look forward to minimize the hazard of floods and as such fulfillment of integrated water resources management .

Through the research we have concentrated on the study of the condition of HAFEER AlFREESHA were designed deformities and implementation which have been discussed , resulted in detention of the HAFEERS water in a way that doesn't cover water needs for the region .

We discovered that the storage bed soil doesn't have the ability to preserved water for along time . as well as the design of the length of the wing which constrains with the valley's water , is not conformal with the attached design which was obtained from the D.I.U . This resulted in malfunction with the desired way .

A number of recommendations as been submitted which settled this defaults and help to avoid future problems for construction of other HAFEERS .

الباب الأول

المقدمة

الباب الأول

المقدمة

(1.1) مقدمة عامة :

يعتبر توفر خدمات المياه الصالحة لشرب الإنسان والحيوان و الاستخدامات الأخرى كالزراعة والصناعة و غيرهما , من بين أهم البنيات الأساسية اللازمة لإحداث التنمية الاقتصادية والاجتماعية في قطر شاسع كالسودان , الذي تبلغ مساحته 1,882,000 كلم مربع , وتتباين فيه النطاقات المناخية التي تمتد من النطاق الصحراوي والشبه صحراوي شمالا حتى النطاق الجاف والشبه جاف جنوبا , و هذا الانتشار الشاسع يعطي مجالا اكبر لتنوع الموارد المائية السطحية و الجوفية في هذا القطر المترامي الأطراف الذي يوجد به نهر النيل و روافده المتعددة فبالرغم من ذلك لا تستفيد منها إلا مساحات قليلة من السودان تتمثل في الشريط النيلي , بيد أن معظم مساحة السودان المتبقية البعيدة عن النيل و روافده تعتمد كليا على مياه الآبار الجوفية , وعلى المياه السطحية الجارية في الأودية و الخيران الناتجة من الأمطار و السيول و الفيضانات التي يتم تجميعها في المناطق المنخفضة بواسطة تقنيات حصاد المياه مثل السدود الترابية و الحفائر , و ذلك في حالة تعسر الحصول على المياه الجوفية .

إذاً فإن استغلال موارد المياه المتعددة بالصورة الأمثل و استخدامها لسد نقص الاحتياجات المائية بالنسبة للإنسان و الزراعة و الثروة الحيوانية و الصناعة و غيرها من الاستخدامات الأخرى يقود إلى طفرة اقتصادية و تحقيق الاستقرار الأمني و منع الاحتكاكات القبلية و صدامات الرعاة و المزارعينفضلاً على تأمين مياه الشرب بمناطق الزراعة .

(2.1) الأهداف :

(1.2.1) الهدف العام:

- ❖ الاستفادة القصوى من الموارد المائية في التنمية.
- ❖ الحماية من الفيضانات والتقليل من الآثار الناتجة من مياه السيول والأمطار.
- ❖ إدارة مياه الأمطار والسيول للتصدي لشح المياه .

(2.2.1) الأهداف الخاصة:

تأهيل حفير الفريشة لتغطية الاحتياجات المائية لسكان المنطقة من خلال توفير مياه للشرب وللاستعمالات الأخرى لكل من الإنسان والحيوان .

(3.1) مشكلة البحث:

- ❖ تعاني المنطقة من شح المياه .
- ❖ بعد المنطقة من نهر النيل .
- ❖ عدم إمكانية حفر الآبار الجوفية .

(4.1) منطقة الدراسة:

(1.4.1) الموقع :

تقع منطقة الدراسة في السودان في الاتجاه الشمالي الشرقي من ولاية الخرطوم ضمن محلية ريفي شمال بحري حيث تبعد حوالي 30 كيلومتر شرق مصفاة الجيلي و تقع في إحداثيي طول و عرض (16.10536111) (32.92094444) . و تشتمل المنطقة علي عددية سكان تقدر بحوالي 330 نسمة.

(2.4.1) المناخ:

تقع المنطقة في الإقليم شبه الصحراوي و طبيعة المناخ تكون حارة صيفا و شتاء جاف بارد. و تكون فترة موسم الأمطار قصيرة بين شهري يونيو و سبتمبر و عادة تتأثر مياه الأمطار المتجمعة بالتبخر بفعل درجات الحرارة العالية و بالتالي تقلل من كمية المياه المتجمعة علي السطح .

(3.4.1) جيولوجية المنطقة:

التكوين الجيولوجي لمنطقة الفريشة يتكون من تكوين الصخور الأساسية التي كانت السبب الأساسي في عمل الحفير للمنطقة بغرض توفير مياه الشرب بدلا من حفر بئر نسبة لطبيعة التركيب الجيولوجي للمنطقة و تعذر حفر بئر جوفي .

(4.4.1) الجريان السطحي:

تتميز المنطقة المحيطة بالموقع بوجود تصريف لمياه الأمطار في شكل وديان و التي بدورها تقوم بتصريف المياه باتجاه نهر النيل الذي يبعد مسافة بعيدة من منطقة الفريشة .

(5.4.1) الجريان الجوفي:

تتميز المنطقة بطبيعة جيولوجية ذات صخور أساسية و يكون الخزان الجوفي في أعماق بعيدة و ذو إنتاجية ضعيفة و لذلك يتعذر حفر الآبار بالمنطقة لاستخراج المياه الجوفية .

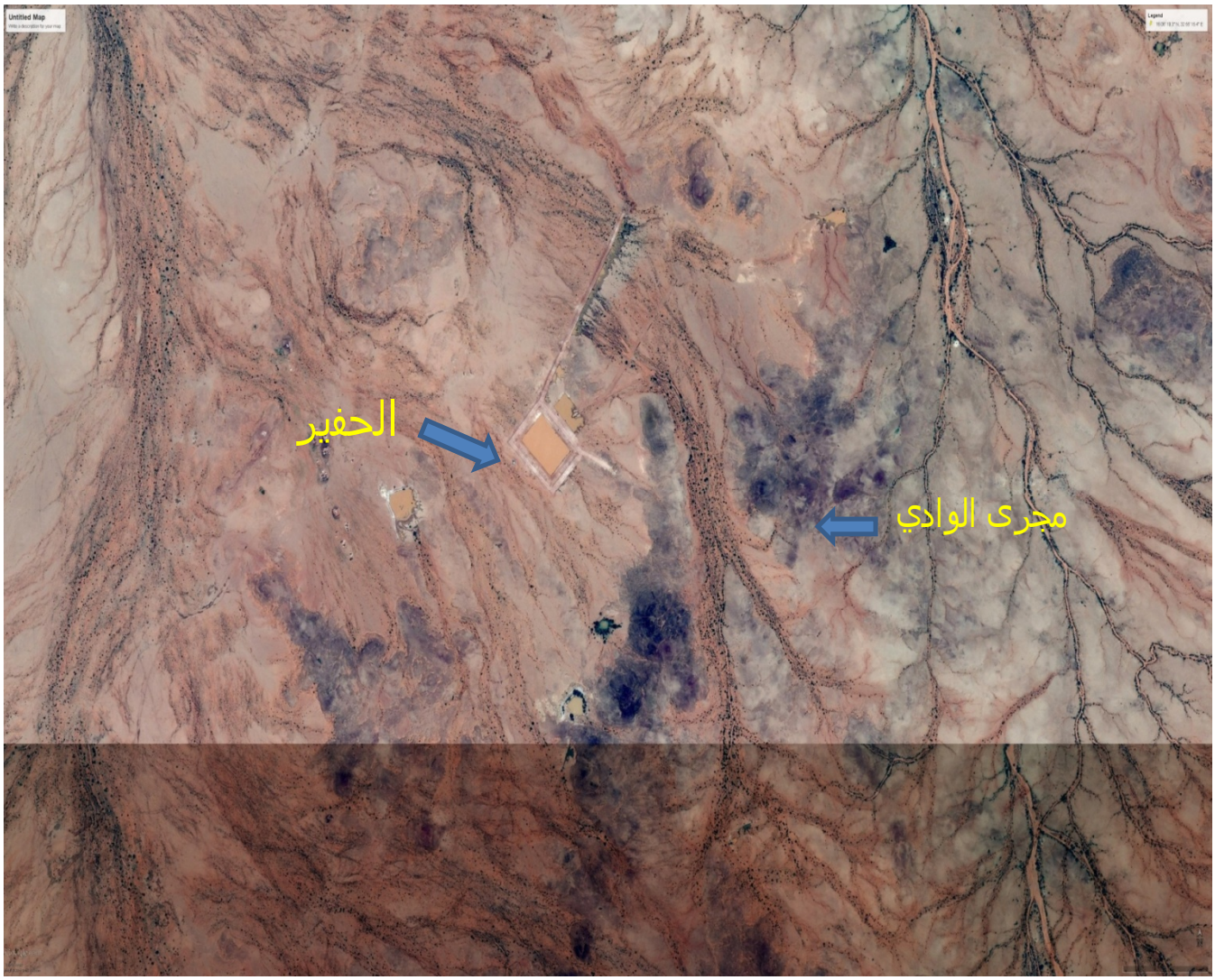
(6.4.1) المقومات الاقتصادية:

طبيعة عمل السكان تتمثل في الرعي و قليل من الزراعة كوسيلة أساسية لكسب العيش كما تفتقر المنطقة لخدمات الصحة والتعليم . كما تحتوي المنطقة علي عدة محاجر - منطقة استخراج الأحجار - تضم عدد من أفراد المنطقة كعمال بها .

شكل رقم (1.1) يوضح صورة موقع خريطة السودان

شكل رقم (2.1) يوضح صورة موقع الدراسة بولاية الخرطوم

شكل رقم (3.1) يوضح صورة موقع الدراسة



الباب الثاني

الإطار النظري

والدراسات السابقة

الباب الثاني

الإطار النظري و الدراسات السابقة

(1.2) حصاد المياه :

نظراً للتدهور البيئي الذي صاحب دورات الجفاف المتعاقبة على الكرة الأرضية بالإضافة إلى تزايد عدد السكان واحتياجاتهم للماء والضغط الشديد على الموارد المائية المتاحة مع صعوبة استغلالها في بعض الأحيان لارتفاع التكلفة و للحفاظ على منسوب المياه في المخازن الجوفية العميقة، فقد أخذت تقنيات حصاد (مياه الأمطار و السيول)_ التي تعرف بأنها تلك التقنية التي تستخدم في حجز وتخزين مياه الأمطار والسيول 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 _ نصيبا وافرا من الاهتمام خاصة في المناطق الجافة و شبه الجافة و المناطق ذات المناخ المتذبذب .[1]

وتستخدم العديد من الدول العربية تقانات حصاد المياه منذ القدم خاصة سكان المناطق المرتفعة على سفوح الجبال ، حيث يتم حفر قنوات تحول إليها مياه الجريان السطحي الناتجة عن هطل الأمطار ، وتحفظ في برك أو مستودعات لتستخدم للشرب ولأغراض الري بعد فترة انتهاء الهطول المطري.[2]

بصورة عامة يعتبر الحصاد المائي هو من الوسائل المثلى للحصول على المياه عندما لا تكون مصادر المياه الأخرى متوفرة وخاصة في المناطق الجافة التي لا تتوفر بها مصادر المياه الدائمة الجريان ، وحتى لو توفرت هذه المياه تكون على شكل مياه جوفية غير متجددة ويكون من الأفضل عدم استخدامها بدون دراسات وأسس علمية .

(1.1.2) استخدامات مياه حصاد المياه:

إن الهدف الأساسي لعملية حصاد المياه تجميع مياه الأمطار والسيول لاستخدامها في غايات تختلف باختلاف احتياجها للمياه . أو إعادة استخدامها عند الحاجة إليها سواء :

- للشرب .
- للري التكميلي .
- في تغذية المياه الجوفية.
- للاستخدامات الأخرى مثل منع انجراف التربة وغيرها من الاستخدامات .[2]

(2.1.2) مكونات نظام حصاد المياه:

تعتبر المكونات الرئيسة لنظم حصاد المياه كما يلي:

❖ **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 معبد.[3]

❖ **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.[3]

❖ **المنطقة المستهدفة:**

وهي المنطقة التي تستخدم فيها المياه التي تم حصادها. ففي الإنتاج الزراعي، يتمثل الهدف في النبات أو الحيوان، بينما في الاستخدام المنزلي، فإن احتياجات الإنسان في الأوجه المختلفة هي الهدف .[3]

(3.1.2) أهداف حصاد المياه:

تلعب تقنيات حصاد المياه دوراً هاماً في التنمية من الموارد المائية وتعد من أنجع السبل في تحقيق مجموعة من الأهداف منها:

❖ **الأهداف الإستراتيجية:**

* السبق لتأمين استغلال مصادر المياه الموسمية للأحواض المشتركة.
* المساهمة في تحقيق الأمن الغذائي من خلال الاكتفاء الذاتي.
* المساهمة في تنمية المراعي الطبيعية والغابات.
* تنمية الثروة الحيوانية والغابية .
* الاستغلال الكفء والمرشد للموارد الطبيعية خاصة موردي المياه والأرض .
* زيادة الاقتصاد الكلي (المستوى القومي).

❖ **الأهداف الاجتماعية:**

* تطوير المناطق الريفية وخلق فرص عمل إضافية لمواطني الريف للاستقرار بمناطقهم.
* محاربة الفقر والجوع والبطالـــة .
* زيادة الدخل ورفع مستوى المعيشــة .
* تشجيع الاستثمارات في تقانة حصاد المياه .
* الحد من النزوح للمدن والمراكز الحضرية .

على ضوء الأهداف المذكورة أعلاه فإن قضية مثل هذه تدعم حسن استغلال الموارد الطبيعية من خلال استخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار تظل من القضايا الهامة التي تفرض نفسها ، كما أن واقع الحال فيما يتعلق بالفيضانات الناتجة من سيول الأمطار وتأثيرها السلبي الكبير على حياة الإنسان يفرض بعداً آخر عن أهمية استخدام هذه التقانات للحماية من مثل هذه السيول.[3]

(4.1.2) تقانات حصاد المياه :

❖ **تقانات حصاد مياه الأمطار:**

تعتمد تقانات حصاد مياه الأمطار لتوفير مياه إضافية على حسب الغرض، إما للاستخدام في مياه الشرب أو الاستخدام لتوفير مياه لري أراضي زراعية . ويبين الجدول رقم (1.2) أنواع تقانات حصاد مياه الأمطار ومناطق انتشارها في الدول العربية .(2)

جدول (1.2) لأنواع تقانات حصاد مياه الأمطار

نوع التقانة	وصف عام	مناطق انتشارها
1- حصاد المياه في التربة	هذا النظام يعتمد على منطقة تجمع وتركز (Catchment and Concentration area) وبالتالي فإن حجم منطقة التجميع يقسم هذا النظام إلى نوعين ، الأول نظم حصاد مياه بمناطق تجميع صغيرة Micro والثاني نظم حصاد مياه بمناطق تجميع كبيرة Macro catchment Water harvesting systems	الأردن – تونس – السودان – سوريا – المغرب – اليمن
2- المدرجات	هي أحد أقدم المنشآت المائية التي شيدت على المرتفعات . وتتكون من جدار من الصخور بعرض 50 سم وارتفاع 50 سم بأطوال متفاوتة حيث تخزن مياه الأمطار .	الأردن – تونس – السودان – المغرب – اليمن
3- الحفائر	عرفت الحفائر من زمن بعيد وبصورة خاصة في المجتمعات التي تعيش في البيئة شبه الجافة ، وتعتبر الحفائر خزانات اصطناعية ودائماً ما يتم حفرها تحت سطح الأرض وفي تربة تكون في معظم الأحوال لا تسمح بتسرب المياه أو يتم معالجتها لتكون صلدة أو صلبة	السودان – سوريا – اليمن
4- التجميع من أسطح المنازل	ويتم ذلك من خلال عمل أسطح للمنازل مائلة أو عمل ما يسمى بالسبلوقات حيث تؤدي غرضين : الغرض الأول هو تصريف الأمطار من أسطح المنازل بينما الغرض الثاني هو تجميع مياه الأمطار وتخزينها في مواعين لاستخدامها في الأغراض المختلفة .	الأردن – تونس – السودان – سوريا – المغرب – اليمن
5- الصهاريج	وهي عبارة عن خزانات أرضية في بعض الدول العربية تسمى "المطفيات" ، يتراوح حجمها ما بين 10 إلى 50 م3 وصهاريج جماعية قد تصل سعتها التخزينية إلى ما يقارب 5000 م3	تونس – المغرب

❖ **تقانات حصاد مياه فيضان الأمطار (الأودية) :**

وهذه تعتبر من أهم تقانات حصاد المياه خاصة إذا ما كان جريان مياه الوادي بكميات كبيرة وتشمل هذه التقانات السدود ، البحيرات الجبلية ، المساقي ، الافلاج أو الخطارات. ويبين الجدول (2.2) أنواع هذه التقانات ووصف تفصيلي لها وأماكن انتشارها في المنطقة العربية .

وبالنسبة إلى التحكم في مياه هذه التقانات من حيث استخدامها فانه يمكن تصنيف ذلك على النحو التالي :

* نثر المياه بدون تحكم أو غير المحكومة Uncontrolled Water Spreading
* نثر المياه بتحكم أو المياه المحكومة Controlled Water Spreading
* نثر المياه بالغمر Water Spreading by Bonding
* جمع المياه بواسطة السدود Collection of Runoff by check Dams

جدول رقم (2.2) أنواع تقانات حصاد مياه فيضان الأمطار أو الأودية .

نوع التقانة	وصف عام	مناطق انتشارها
1- السدود	تقام هذه السدود بعرض الوادي في أضيق المناطق. وهي إما أن تكون سدوداً ترابية أو حجرية أو أسمنتيةفي غالبيتها سدوداً تحويلية وتتكون من جسم السد ، بحيرة التخزين ، مصرف الفائض	**الأردن – تونس – السودان – سوريا – المغرب – اليمن**
2- البحيرات الجبلية	هي عبارة عن سد من الحجم الصغير بين مجموعة جبال تمكن من تجميع جريان مياه الأمطار في شكل برك صغيرة تتفاوت سعتها من بضع آلاف من الأمتار المكعبة إلى عشرات الآلاف .	**تونس - سوريا – المغرب السودان (نيالا , جبل مره)**
3- المساقي	يتمثل هذا النظام في بناء الطوابي في السهول مما يمكن تقسيمها إلى قطع من الأرض تزرع بأنواع مختلفة من المزروعات . وينجرف الماء من قطعة إلى قطعة في اتجاه الانحدار ووفقاً على نوعية الأرض وكمية الهطول المطري .	**تونس – السودان – سوريا**
4- الأفلاج أو الخطارات	الافلاج عبارة عن نفق باطني تنقل فيه المياه الجوفية بفعل الجاذبية إلى سطح الأرض لتستعمل لأغراض السقي أو الشرب ، وظهرت هذه التقنية لأول مرة بإيران	**تونس – المغرب**
5- التغذية الصناعية للمياه الجوفية	تتم عملية التغذية الصناعية لطبقات المياه الجوفية عن طريق شحن المياه السطحية في باطن الأرض بواسطة آبار بإقامة سدود وحواجز في انجراف مجاري الأودية	**الأردن - السودان – المغرب**

(5.1.2) المعلومات والدراسات المطلوبة لحصاد المياه وهذه تشمل:

❖ **المعلومات والدراسات الطبوغرافية:**

- صور الأقمار الصناعية التي تغطي السودان لإنتاج خريطة التصريف المائي (الموجه).
- الخرائط الطبوغرافيـة للمناطق المستهدفة.

❖ **المعلومات المترولوجية والهيدرولوجية:**

- الأمطار (المعدلات، التوزيـع، الكميـات).
- معدل الجريان أو التصريفات المقاسة.
- العوامل المناخية (الحرارة، الرياح، التبخر).
- معامـــل الجـــريان.

❖ **المعلومات والدراسات الجيولوجية (في حالة إنشاء السدود):**

- الدراسات الجيولوجيـــة
- الدراسات الجيوفيزيائية لموقع السد
- دراســـــات التـربـة
- تحديد مواقع مواد بناء السد

❖ **دراسات الجدوى الاقتصادية والاجتماعية .**

❖ **الـدراســـات البيئيـة .**

(6.1.2)العوامل المؤثرة على كميات الحصاد المائي:

من العوامل المؤثرة بشكل رئيسي على كميات تخزين المياه ما يلي :

خصائص التربة , نوع التربة و خصائص الهطولات المطرية .

- **خصائص سطح التربة:**

تؤثر خصـائص سطح التجميع بشكل مباشر علـى كميـة و معدل الميـاه المخزنـة من خـلال العوامل التالية:

❖ الميل : يجب ألا يتجاوز ميل سطح الحجز عن 5% .

❖ طول السطح : يؤثر طول السطح (التربة) بشكل مباشر على مساحة سطح التخزين .

❖ الغطاء النباتي : يؤثر الغطاء النباتي من خلال :

- يزيد من الناقلية الهيدروليكية .
- يزيد من ظهور ظاهرة البقع المائية و بالتالي تزيد عملية البخر .

- **نوع التربة :**

يؤثر نوع التربة التي تتساقط عليها الأمطار على كمية المياه المحجوزة و يلعب قوام التربة دورًا رئيسياً في ذلك .

- **خصائص الهطولات المطرية:**

تؤثر بشكل رئيسي على معدلات الارتشاح وبالتالي على كمية المياه المحجوزة و من أهم هذه الخصائص ما يلي :

❖ **كمية الهطولات:**

و يقصد بها كمية الهطولات المطرية لمرة واحدة خلال فترة زمنية معينة و التي تحدث بشكل متتابع في منطقة حجز معينة وتقاس بالمليمتر ماء .

❖ **شدة هطول المطر :**

و يقصد بها كمية الهطول المطري في مدة معينة و تقاس بالمليمتر ماء لكل ساعة و ذلك خلال فترة زمنية معينة . إذا تجاوزت شدة الهطل معدل الترشيح فان ذلك يزيد من إمكانية حصاد الماء .

❖ **توزيع الهطولات المطرية :**

يتأثر توزيع الهطولات المطرية بوجود رطوبة مسبقة في تربة مكان حجز الماء . [1]

(2.2) الحفائر و الخزانات:

تتألف الخزانات عادة من أحواض ترابية يتم حفرها في الأراضي في مناطق قليلة الانحدار تستقبل مياه الجريان القادمة إما من الوادي أو من منطقة مستجمع مائي كبير ، وتعرف هذه الخزانات في بعض الدول بالبرك الرومانية ، ويتم بناؤها عادة بعمل جدران حجرية ، وتتراوح الطاقة التخزينية لهذه البرك من بضع مئات من الأمتار المكعبة. سمى هذه الحفائر بالخزانات أيضاً وهي ذات انتشار واسع في معظم الدول العربية، لكن التسمية تختلف من بلد إلى آخر ، فهي تنتشر في حوض البادية السورية ، ولكن انتشارها الواسع في السودان وخبرة السودان كبيرة في هذا المجال ، وقد عرفت الحفائر منذ زمن بعيد وبصورة خاصة في المجتمعات التي تعيش في البيئات الجافة وشبه الجافة.

تعتبر الحفائر خزانات أرضية اصطناعية ، ودائماً ما يتم حفرها تحت سطح الأرض في تربة تكون في معظم الحالات كتمية أو يتم معالجتها لتصبح كتمية . في الماضي كان يتم حفر الحفائر باليد ، بينما الآن يتم حفرها بالآليات الثقيلة .

(1.2.2)أنواع الحفائر:

❖ **حفير التجميع الذاتي:**

هذا النوع من الحفاير التقليدية يتم إنشاؤه في منخفض طبيعي ذو أرض طينية ويقوم بجمع المياه من المناطق ذات المناسيب العالية حول الحفير .ولزيادة معدل جريان المياه لجمع أكبر كمية من مياه الأمطار ، فانه يتم إنشاء نظم قنوات تجميع وجسور لتوجه المياه السطحية لملأ الحفير. وينتشر هذا النوع في معظم أنحاء السودان وهو شبيه بنظام" الفولة "الذي ورد ذكره في الباب الثاني ولكن بصورة أكثر حداثة.

❖ **حفير التجميع الجبلي:**

يتم إنشاء هذا النوع من الحفاير بالقرب من قدم الجبل Foot of Mountain"" أو التلال ، ويقوم بتجميع كل المياه التي تنحدر من الجبل في جانب الحفير .يتم توجيه المياه من خلال جسور وقنوات ومنشآت مائية .والغرض من هذه المنشآت هو تأمين ملأ الحفير حتى منسوب معين والسماح للمياه الفائضة بالمرور من خلال قناة تصريف وينتشر هذا النوع في منطقة الفاو بولاية القضارف شرق السودان وولايات دارفور غرب السودان.

❖ **حفير مغذى من خور:**

تتم تغذية هذا النوع من الحفاير بواسطة قناة تغذية من خور موسمي . وفي معظم الأحيان فان القناة تأخذ المياه من الخور بالراحة ومن ثم تغذية الحفير .وفي بعض الأحيان عندما يكون منسوب المياه بالخور منخفضاً فانه يتم عمل هدارات Weirs خلف مأخذ الحفير لرفع منسوب المياه بالخور.

❖ **حفير مغذى من النهر(النيل في السودان):**

هذا النوع من الحفاير يتم إنشاؤه بالمشاريع الزراعية المروية لقرى المزارعين .ويتم إنشاء حفاير صغيرة تغذي من قنوات الري .تحدد أو تصمم سعة الحفير لتستوعب احتياجات القرية من المياه خلال فترة الصيف .ويتواجد مثل هذا النوع من الحفاير في السودان في مشاريع الجزيرة ، الرهد والنيل الأبيض .ومعظم هذه الحفاير تنشأ معها مرشحات رملية.

❖ **حفير مبطن:**

في بعض المناطق في شمال كردفان ، ودارفور ، والبحر الأحمر بالسودان حيث من الصعوبة وجود مياه جوفية ، هذا بجانب عدم وجود تربة صلدة ، فانه يتم إنشاء هذا النوع من الحفائر حيث وجد أن تبطين الحفير هو الحل المناسب لعمل حفائر يمكن تخزين المياه فيها .وغالباً ما يتم التبطين بالتربة الطينية أو غشاء بوليثين .Polythene membrane يتم حفر الحفير

بانحدارات مناسبة ومن ثم يبطن بواسطة طبقتين من أغلفة البوليثين .Polythene Sheets ولقد واجه هذا النوع بعض المشاكل حيث تقوم" الأرضة "Termites بعمل ثقوب في البوليثين مما يتسبب في تسريب المياه وفقدان الحفير لمياهه المخزنة . وقد تم القضاء على هذه الظاهرة برش بودرة ال D.D.T تحت طبقة البوليتين وبينها .أثبتت هذه التجربة نجاحها حيث يتجمع الأطماء كل عام وبين الفينة والأخرى ويؤدي ذلك إلى توقف المياه المتسربة من الحفير تماماً .لكن رغم ذلك فان الحفائر المبطنة لا تستخدم كثيراً نظراً لتكلفتها العالية.

❖ **حفير تخزين فوق الأرض:**

يتم إنشاء هذا النوع من الحفائر عند الحاجة إلى تخزين مياه بكميات كبيرة ، ويتم رفع منسوب المياه خارج الحفير بواسطة هدار، ولتخزين المياه في مناسيب أعلى فانه يتم ضخ المياه إلى الحفير.

(2.2.2) طريقة تصميم الحفائر:

يعتمد إنشاء الحفير بصورة أساسية على توفر المياه ووجود الأرض الكتمية أو التربة ذات الطبقة الكتمية منخفضة النفاذية .وفي معظم الأحيان فانه يتم اختيار الحفير بناء على الظواهر والظروف الطبيعية ، ويحتاج كل حفير لعمل دراسات تفصيلية تشمل الآتي:

❖ **اختيار الموقع:**

يتم عمل زيارات استطلاعية لاختيار موقع مناسب لعمل الحفير من حيث خلوه من الأشجار والمرتفعات وقربه من الاستغلال المتوقع.

❖ **اختبار التربة:**

يتم عمل حفريات للتربة بواسطة الأيدي أو بعض المعدات Auger لتحديد نوعية وعمق التربة . يتم أخذ عينات كل 50 سم واختبارها حقلياً لتحديد صنف التربة ، نوع التربة ، لون التربة ومحتويات رطوبة التربة.

❖ **المسح الطبوغرافي:**

يتم إجراء مسح طبوغرافي بوضع الحفير حتى مدخل المورد المائي بالموقع إذا كان خور أو منطقة تجميع ذاتي لمياه الأمطار .ويجب أن يوضح المسح طبوغرافية المنطقة أو الموقع ، والجبال والقيزان واتجاه سريان المياه هذا بالإضافة إلى عمل قطاع للخور أو الوادي.

❖ **الحسابات الهيدروليكية:**

لابد من جمع البيانات اللازمة لحساب الموازنة المائية للحفير .وفي هذه الحالة فان بعض البيانات يمكن جمعها عن طريق طرح الأسئلة لسكان المنطقة ، والمتعلقة بكثافة وطول فترة الهطول المطري ، عدد الخيران ، عدد مرات الفيضانات وارتفاعها .ومن الناحية الأخرى فانه يتم جمع قطاعات عرضية وطولية للخور وأثار المياه.

كما أنه من اللازم إيجاد الاحتياجات المائية للمنطقة المستهدفة والمراد تصميم الحفير بها و يتم حسابها عن طريق معادلة (1.2) إيجاد عدد السكان بعد فترة زمنية معينة (النمو السكاني) و معادلة (2.2) الاحتياجات المائية للسكان و الحيوانات .

معادلة (1.2) لحساب عدد السكان بعد فترة زمنية :

$$Pn = p\ (1 + r)^n \qquad (1.2)$$

Pn ← تعداد السكان بعد n سنه

P ← التعداد الحالي للسكان

r ← نسبة الزيادة السكانية

n ← عدد السنين التصميمية

معادلة (2.2) لحساب الاحتياجات المائية من الحفير :

تستخدم معادلة (2.2) في حساب كمية المياه المطلوبة لعدد Pn من السكان بافتراض استخدام محدد للفرد للمياه يقدر ب q لتر لليوم ومن ثم إيجادها للسنة بالضرب في عدد أيام السنة 365 يوم و من ثم تحويل الكمية بالمتر المكعب لمعرفة المياه المراد تخزينها في الحفير.

$$Q = Pn * q \qquad (2.2)$$

Q ← احتياجات المياه الكلية

q ← احتياج الفرد للمياه لليوم

❖ **التقرير الفنـــي :**

ويشمل التقرير خلفية عن الموارد المائية التقليدية ، عدد السكان والحيوانات ، معدل النمو ، معدل استخدام المياه والإسقاطات.

(3.2.2) تحسين الحفائر Promotion of Hafirs :

هنالك عدة تحسينات تجرى على الحفائر بغرض معالجة بعض المشاكل التي تواجه الجانب التشغيلي و من أهم المشاكل التي يمكن أن تحدث في الحفائر ما يلي :

❖ **الإطمـــاء:**

يتم تصميم الحفير في شكل مستطيل بعمق 2 متر وبسعة تساوي حوالي 5000 إلى 10000 متر مكعب .ويحفر الحفير بواسطة آليات الحفر في منطقة منخفض طبيعي .ويسوى التراب المحفور ويضغط على ثلاث جوانب بالحفير في شكل حدوه حصان.

لتجنب بعض الإطماء وإبقاء المواد العالقة خارج الحفير فانه تم تطوير وترقية الحفير وذلك بعمل جسر أو ردمية في الجانب الرابع للحفير ومن ثم عمل قناة تغذية بالحفير. ويتم تنظيم

جريان المياه بالقناة بواسطة منظم في الغالب يكون مصنوع من الخشب . أثبتت التجربة أنه رغم التحسين على الحفير وذلك بتخفيض كميات الطمي الداخل وزيادة العمر الافتراضي للحفير إلا أن العكورة العالية للمياه وصغر حجم الحفير فان العمر الافتراضي للحفير يكون في حدود 15 – 10 عام.

في آخر تصميمات للحفير فقد تم إدخال العديد من التحسينات وذلك لتقليل كميات الإطماء الداخلة وتقليل التلوث بصورة أساسية وذلك من خلال عمل الآتي:

- ألا تقل سعة الحفير عن 30000 متر مكعب وذلك بناءاً على توصيات مؤتمر المهندسين المدنيين للمياه السطحية الذي انعقد في كردفان في العام1970 .

- عمل مستنقع أو حوض للطمي (Silt Pool) بقطر 100 متر وذلك لجمعp المياه قبل دخولها الحفير والاحتفاظ بها لزمن كافي لترسيب المواد العالق.
- دخول المياه للحفير من حوض الترسيب من خلال أنبوب بقطر 14 بوصة.

أثبت هذا النظام تقليل كميات الأطماء الداخلة للحفير وتمديد العمر الافتراضي للحفير حوالي 25عام.

❖ **التبخر:**

يعتبر الصيف في السودان جافاً وفترته طويلة بحيث أن معدل التبخر عالياً يتعدى ال 10 مليمترات في اليوم .يؤدي ذلك إلى تبخر مياه الحفائر ونقصان سعتها بمعدلات قد تصل إلى نسبة 25% من السعة الكلية للحفير .وقد تم إدخال بعض التحسينات في طريقة تصميم الحفير تتضمن التالي :

- تخفيض مساحة سطح الحفير ما أمكن ذلك.
- زيادة عمق الحفير وذلك لجعل حرارة المياه منخفضة.
- الجانب الطويل من الحفير يكون بعيداً عن اتجاه الرياح.
- تعلية الجسور حول الحفير مع زراعة بعض الأشجار.

و قد استنبط هاربك Harbeck المعادلة (3.2) لإيجاد التبخر :

$$E_o = 0.291\ A^{0.05}\ u_2\ (e_s - e) \quad (3.2)$$

حيث:

E_o = البخر (ملم/يوم) .

A = المساحة ($م^2$) .

u_2 = سرعة الرياح علي ارتفاع 2 متر (م/ث) .

$e_s - e$ = d (ملليبار) .

e_s = ضغط البخار المتشبع عند درجة حرارة السطح .

e = ضغط البخار الحقيقي علي الارتفاع المطلوب اعلي السطح .

❖ **التســـرب:**

معظم مشاكل التسرب بالحفائر ناتجة عن الاختبارات غير الدقيقة للتربة .ويمكن تجنب ذلك بعمل الاختبارات المناسبة والدقيقة للتربة خلال فترة الدراسة .ويمكن معالجة التسرب بعد الإنشاء بعمل مجرى حول الحفير أو تبطين الحفير بالطين.

و تعبر سعة التسرب عن أعلى معدل يحدث عنده التخلخل عند سطح التربة في مدة زمنية محددة ويقاس بالسنتمتر/ساعة أو ما يماثلها من الوحدات , و لمعرفة معدل سعة التسرب أهمية كبيرة في تصميم الحفائر بهدف إجراء المعالجة اللازمة للتربة للتقليل من فقد المياه و تبين معادلة هورتون (4.2) الطريقة الحسابية لتقدير منحنى سعة التسرب .

$$f= f_e + (f_o - f_e)^{-kt} \qquad (4.2)$$

f = سعة التخلخل (التسرب) للزمن t

K = معدل تناقص سعة التسرب (ثابت)

f_o = سعة التسرب الابتدائية

f_e = سعة التسرب النهائية

e = أساس الخوارزم الطبيعي

t = الزمن .

(4.2.2) التنقية ونوعية المياه:

في الحفائر التقليدية القديمة لا يوجد نظام لأخذ المياه بل أن الإنسان والحيوان يدخل الحفير لأخذ احتياجاته من المياه .ويمثل ذلك المصدر الأساسي لتلوث المياه .ولوقف مشاكل التلوث فانه تم إدخال بعض التحسينات على النحو التالي:

- دخول المياه للحفير عبر مواسير وذلك للتخلص من التركيز العالي للأطماء.
- سحب المياه من الحفير عبر مخرج مواسير إلى بئر خارج الحفير.
- تسوير الحفير بواسطة سلك لمنع دخول الإنسان والحيوان.
- إلحاق مرشح رملي بالحفير خاصة في الحفاير التي تستخدمها مجتمعات كبيرة من الأهالي.

(5.2.2) اقتصاديات الحفير:

رغم أن العمر الافتراضي للحفير في حدود 25 عام وليس هنالك تكلفة تسيير أو تشغيل لكن التكلفة الرأسمالية عالية خاصة في الوقت الراهن .وأن تكلفة المتر المكعب من المياه قد تصل 4 دولارات وهذا ناتج عن أسعار الحفر العالية .لكن في الوقت الحالي ونتيجة للانخفاض النسبي لأسعار البترول ودخول شركات حفريات منافسة فمن المتوقع أن تنخفض هذه التكلفة إلى أكثر من 50% .

الباب الثالث

الطريقة والمواد المستخدمة في الدراسة

الباب الثالث

الطريقة والمواد المستخدمة في الدراسة

(1.3) مكونات الحفير الأساسية :

1- الجناح:

ويكون عبارة عن سد ترابي يكون مائل بزاوية معينة بحيث تعمل علي تقليل سرعة مياه الوادي بهدف حصرها وتجميعها اتجاه حوض الراحة.

2- حوض الراحة:

يعمل عي تخزين كمية المياه لفترة مؤقتة بحيث يقلل من كمية الطمي المحمولة في الوادي ومن ثم يسمح بمرور المياه إلي داخل حوض التخزين.

3- حوض التخزين:

ويعتبر الجسم الرئيسي في الحفير بحيث يتم فيه تجميع المياه وتخزينها ودائما ما يصمم علي ان يكون الجانب الطويل لحوض التخزين بعيداً عن اتجاه الرياح للتقليل من كمية المياه المتبخرة.

4- بئر التحكم:

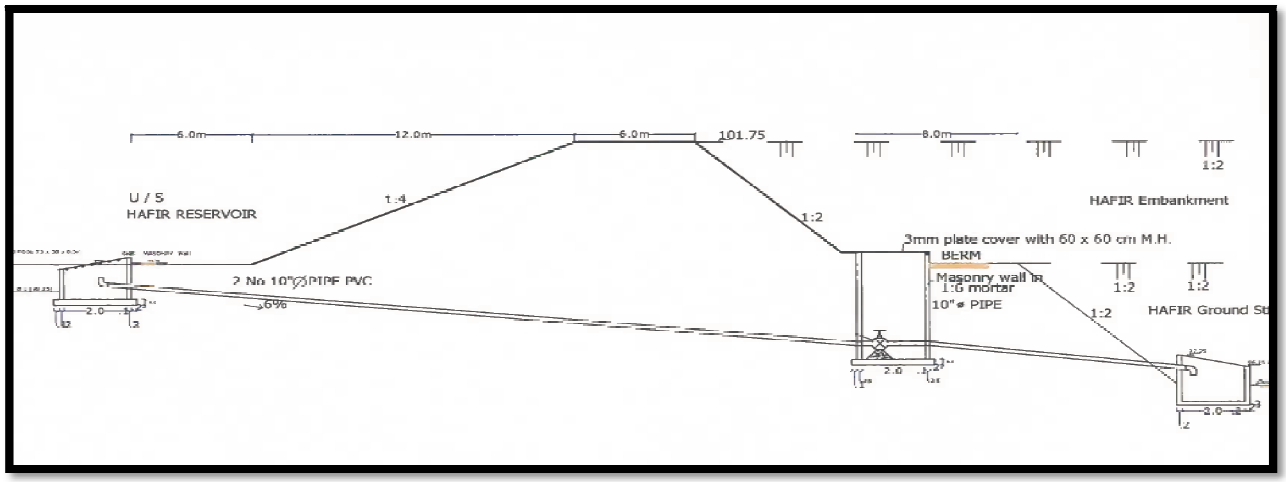
وهو بئر يتحكم في كمية المياه الداخلة من حوض الراحة الي حوض التخزين.

5- بئر الخروج:

و هو بئر يكون في الجهة الأخرى من الحفير و توجد به مرشحات رملية بهدف تنقية المياه و منها تحول لبئر التوزيع لتكون المياه جاهزة للاستخدام .

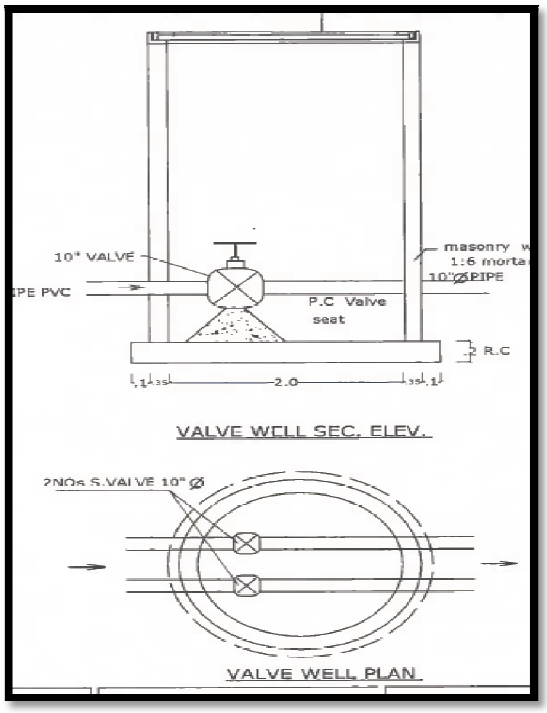
و توضح الأشكال (1.3) ، (2.3) ، (3.3) بعض مكونات الحفير الأساسية .

شكل(1.3) يوضح خط حركة سير المياه من حوض الراحة الى حوض التخزين مروراً ببئر التحكم

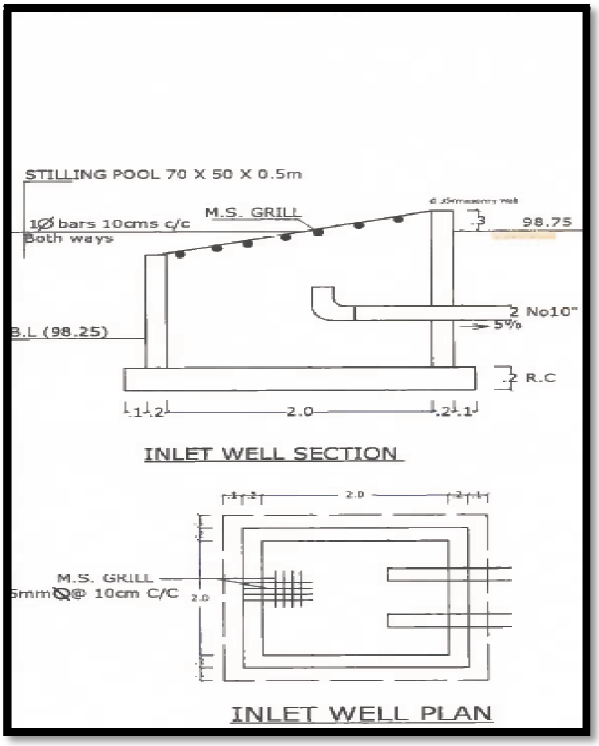


.

شكل (2.3) يوضح بئر التحكم



شكل (3.3) يوضح حوض الراحة



(2.3) طريقة الدراسة:

تمت زيارة مكتبية لوحدة تنفيذ السدود وقد وكان هنالك تعاون من المهندسين حيث تم الإمداد بالمعلومات الكافية عن حصاد المياه وطرقه وكيفية تصميم الحفائر والإجراءات التي يتم إتباعها في عملية التنفيذ و تم الاطلاع علي عدد من التصاميم من ضمنها التصميم الحالي للحفير حيث تم التحصل علي معلومات و إحداثيات الحفير الآتية :

- السعة التخزينية للحفير $33000\ m^3$
- طول جناح الحفير 700m
- أبعاد القمة 150*100 m
- أبعاد القاع 130*90 m
- عمق الحفير 2.5 m
- أبعاد حوض الراحة 70*50*0.5 m
- الميلان الطولي لجابي الحفير 1:2
- الميلان العرضي لجانبي الحفير 1:4
- قطر أنبوب دخول المياه 14"
- قطر أنبوب خروج المياه 8"

و قد تم الحصول علي نتائج فحص التربة والتي تم أخذ العينات لها بواقع عينة كل نصف متر لعمق 3 أمتار و قد تم حفر ثلاثة حفر و تم التحصل على النتائج التي تم توضيحها في الجداول (1.3) ، (2.3) ، (3.3) و كانت كالآتي :

جدول رقم (1.3) اختبار التربة رقم (1)

Name of Site : ELFERASHA **Test Pit No (1)**		**State:ElKhartoum** **Locality:ELKhartoum North**		**Long. 32° 05** **Lat: 16° 53** **R.L**	
Depth in (m)	**Type of soil**	**Color**	**Humidity**	**Class**	**Remarks**
0.50	Clay Sand	Brown	Day	2	
1.00	Gravel Clay	Brown	Day	3	
1.50	Gravel	Brown	Day	3	
2.00	Gravel	Brown	Day	3	
2.50	Gravel Clay	Brown	Day	4	
3.00	Stone	Brown	Day	5	
3.50					
4.00					
4.50					
5.00					
5.50					
6.00					
6.50					
7.00					
Results: No suitable					

جدول رقم (2.3) اختبار التربة رقم (2)

Name of Site : ELFERASHA **Test Pit No (2)**		**State:ElKhartoum** **Locality:ELKhartoum North**		**Long. 32 05** **Lat: 16 53** **R.L**	
Depth in (m)	**Type of soil**	**Color**	**Humidity**	**Class**	**Remarks**
0.50	Clay Sand	Brown	Day	2	
1.00	Gravel Clay	Brown	Day	3	
1.50	Gravel Clay	Brown	Day	3	
2.00	Gravel Clay	Brown	Day	3	
2.50	Gravel	Brown	Day	4	
3.00	Stone	Brown	Day	5	
3.50					
4.00					
4.50					
5.00					
5.50					
6.00					
6.50					
7.00					
Results: No suitable					

جدول رقم (3.3) اختبار التربة رقم (3)

Name of Site : ELFERASHA **Test Pit No (3)**		**State:ElKhartoum** **Locality:ELKhartoum North**		**Long. 32̊ 05̊** **Lat: 16̊ 53̊** **R.L**	
Depth in (m)	**Type of soil**	**Color**	**Humidity**	**Class**	**Remarks**
0.50	Clay Sand	Brown	Day	4	
1.00	Gravel Clay	Brown	Day	3	
1.50	Gravel Clay	Brown	Day	3	
2.00	Gravel Clay	Brown	Day	3	
2.50	Lime Stone	Brown	Day	3	
3.00	Lime Stone	Brown	Day	4	
3.50					
4.00					
4.50					
5.00					
5.50					
6.00					
6.50					
7.00					
Results: No suitable					

و قد تم التمكن من القيام بزيارة حقلية للمنطقة قيد الدراسة بإشراف مهندس مياه و تم استفسار أهالي المنطقة عن مشاكل الحفير وأسباب عدم حجزه للمياه بالصورة المطلوبة وتم تدوين الملاحظات الآتية :

- ❖ طول جناح الحفير m500 .
- ❖ قطر أنبوب دخول المياه 8" .
- ❖ قطر أنبوب خروج المياه 4" .

وقد اشتكي أهالي المنطقة من عدة مشاكل منها:

- ❖ الحفير لا يمتلئ تماما أثناء جريان الماء في الوادي .
- ❖ طول الجناح غير كافي ولا يستطيع حجز المياه بالصورة الكافية .
- ❖ سور الحفير يسمح بدخول البهائم إلي داخله .
- ❖ عدم حجز الحفير للمياه .

(3.3) المعادلات التصميمية:

باستخدام فترة تصميمية تقدر بعشر سنوات 10 years و التعداد الحالي للسكان يقدر بحوالي 330 نسمة و بمعدل زيادة 0.02 تكون الزيادة علي النحو التالي :

حساب عدد السكان بعد فترة زمنية :

$$Pn = p\ (1 + r)^n$$

$$Pn = 330\ (1 + 0.02)^{10}$$

$$Pn = 410 \text{ نسمة}$$

حساب الاحتياجات المائية من الحفير :

$$Q = 410 * 140 = 57400 \text{ litter/day}$$

$$= 57400 * 365 /1000 = 21000 m^3/year$$

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

الباب الرابع

النتائج و المناقشة

(1.4) النتائج :

مع العلم مسبقاً من خلال الزيارة الميدانية بأن كمية المياه عن طريق الوادي كافية جداً لملئ الحفير ومن خلال الإطلاع على معلومات و التي تأتي أبعاد الحفير المتحصل عليها مكتبياً و التي تمت مراجعتها حقلياً فقد تم الحصول على بعض النقاط المهمة :

البند	المقترح في التصميم	المنفذ في الحقل
طول الجناح	700m	500m
قطر أنابيب الدخول	14"	8"

(2.4) المناقشة :

- ❖ طول الجناح غير كافي لحجز المياه .
- ❖ أقطار أنابيب دخول المياه من حوض الراحة لداخل الحفير غير مطابقة للمعايير التصميمية .
- ❖ من خلال النتائج المتحصل عليها من فحص التربة فقد اتضح أن نوع التربة داخل الحفير غير صالحة لتخزين المياه لفترة طويلة .
- ❖ المياه داخل الحفير عرضة للتلوث و ذلك بسبب سهولة دخول البهائم إلى داخل الحفير و يعزى ذلك لسوء تصميم السور .

الباب الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

الباب الخامس

الاستنتاجات و التوصيات

(1.5) الاستنتاجات:

- ❖ الحفير القائم بصورته الحالية لا يفي بالاحتياجات المائية للمنطقة نظرا لتسرب المياه من خلال التربة.
- ❖ التربة الموجودة في حوض التخزين لا تفي بالغرض وغير قادرة علي حجز وتخزين المياه لفترات طويلة.
- ❖ كمية المياه الواردة للوادي كافية جدا لملئ الحفير إلا أنها لا يتم حجزها بالصورة الصحيحة.
- ❖ المياه التي يتم تخزينها في الحفير عرضة للتلوث من قبل الحيوانات التي تدخل الحفير عبر السياج الذي لا يؤدي عمله بالصورة المطلوبة في منع الحيوانات من الدخول.
- ❖ التقصير الواضح من الجهات المختصة والقائمة بأمر الحفير وذلك لسوء الإشراف والمتابعة لعمليات تنفيذ المشروع الذي لم يتم تنفيذه بصورة مطابقة للتصميم المقترح .

(2.5) التوصيات :

- ❖ زيادة طول الجناح من 500 م 700م حتى يقوم بحجز المياه التي تأتي من الوادي بكفاءة اكبر و بالصورة المطلوبة .
- ❖ إزالة الطبقة الجيرية في قاع الحفير لعمق نصف متر و استبدالها بطبقة طينية Silt Clay ، و القيام بعمليات الدمك و التسوية بصورة جيدة لتقليل عمليات التسرب بأكبر صورة ممكنة .
- ❖ تغيير أقطار أنابيب الدخول المستخدمة من "8 ل "14 .
- ❖ زراعة الأشجار حول منطقة الحفير لتقليل الحرارة و توفير الظلال و تقليل سرعة الرياح و بالتالي تقليل التبخر .
- ❖ زيادة كثافة السلك الشائك في سور الحفير .
- ❖ عمل أحواض لشرب المواشي لضمان عدم تلوث مياه الحفير.
- ❖ الصيانة الدورية للفلاتر و المرشحات و جميع أجزاء الحفير من مضخات و صمامات .
- ❖ تدريب و تأهيل السكان المحليين لطريقة التشغيل و توفير المعدات الأساسية للصيانة .

(3.5) المراجع:

(1) عبد الملك بن عبد الرحمن آل الشيخ، حصاد مياه الأمطار والسيول وأهميته للموارد المائية، (المملكة العربية السعودية ، المؤتمر الثاني للموارد المائية ، 2006 .).

(2) صديق عيسى أحمد و آخرون، تعزيز استخدام تقانات حصاد المياه في الدول العربية، (منتدى مستقبل المياه في السودان، مايو 2006).

(3) محمد بحر الدين عبد الله، حصاد المياه في السودان، www.watersexpert.se.

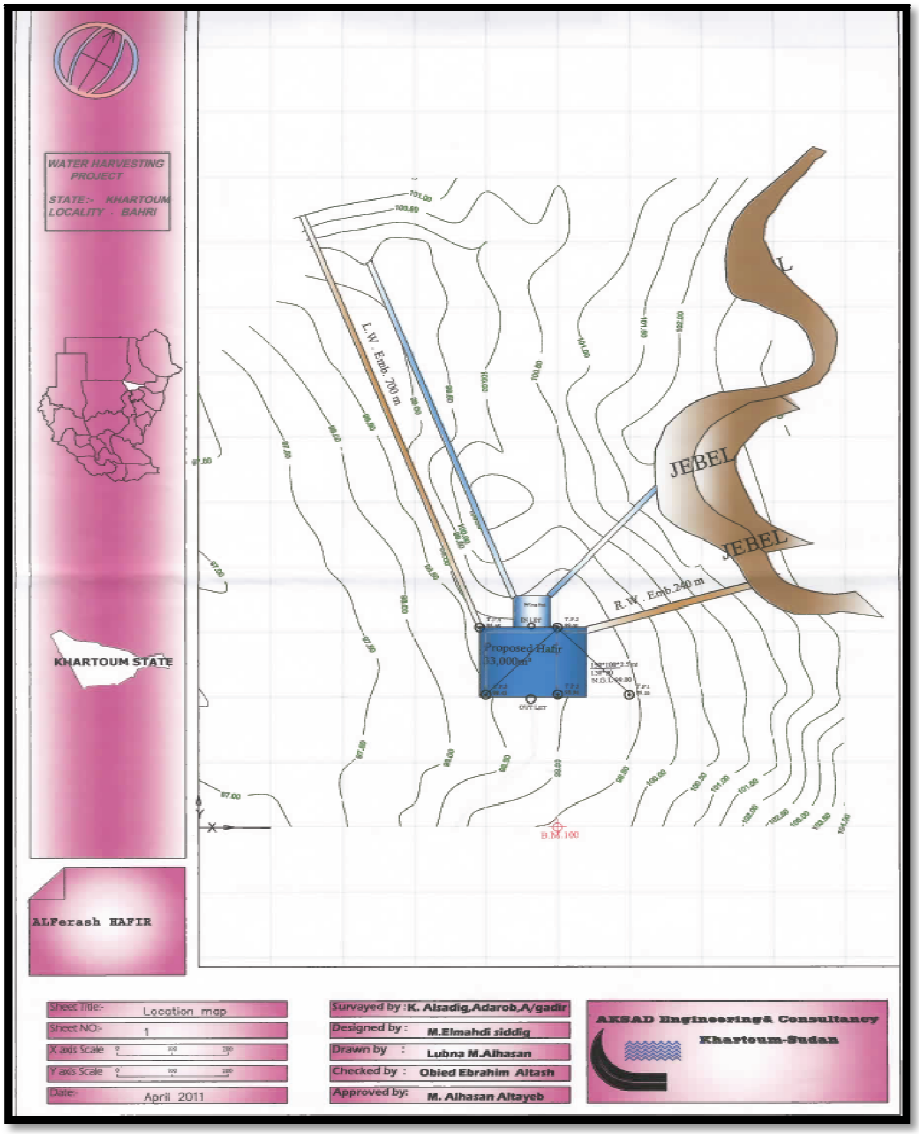
الملاحة

الملاحق :

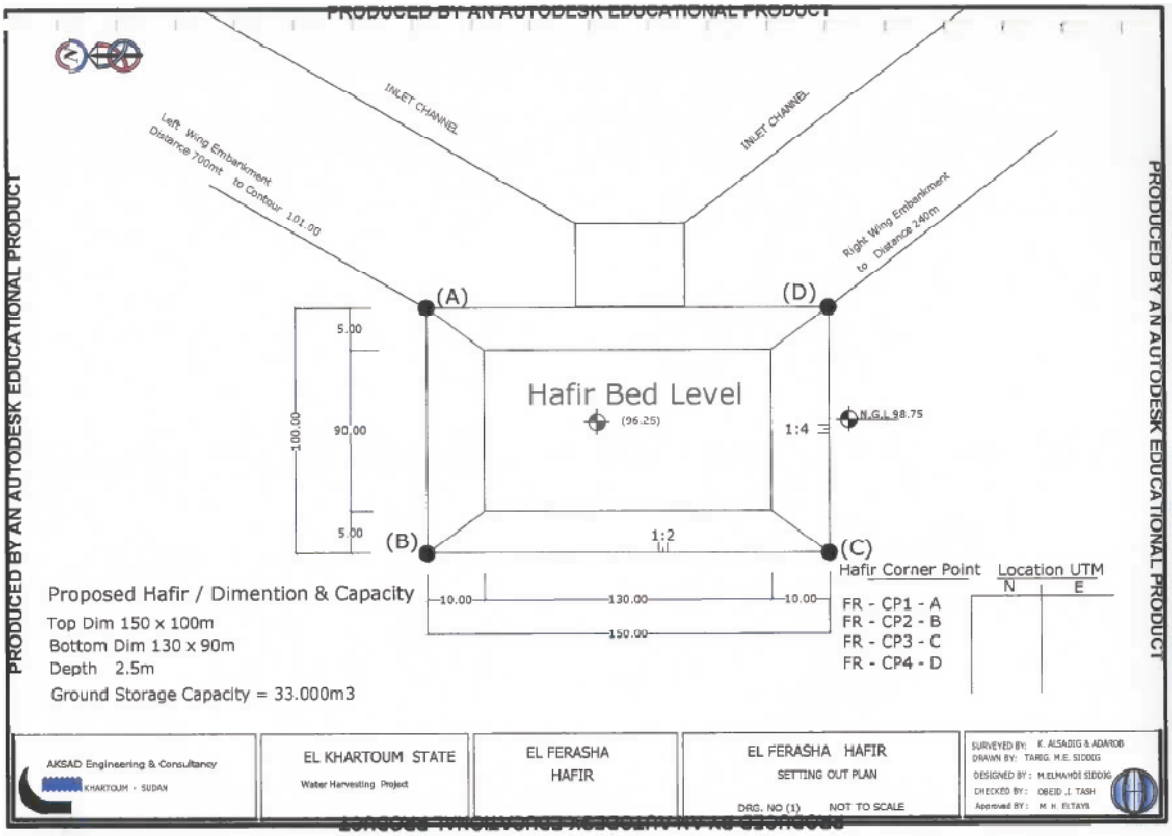
أشكال توضح صور الوضع الحالي لحفير الفريشة

أشكال توضح صور الوضع الحالي لحفير الفريشة

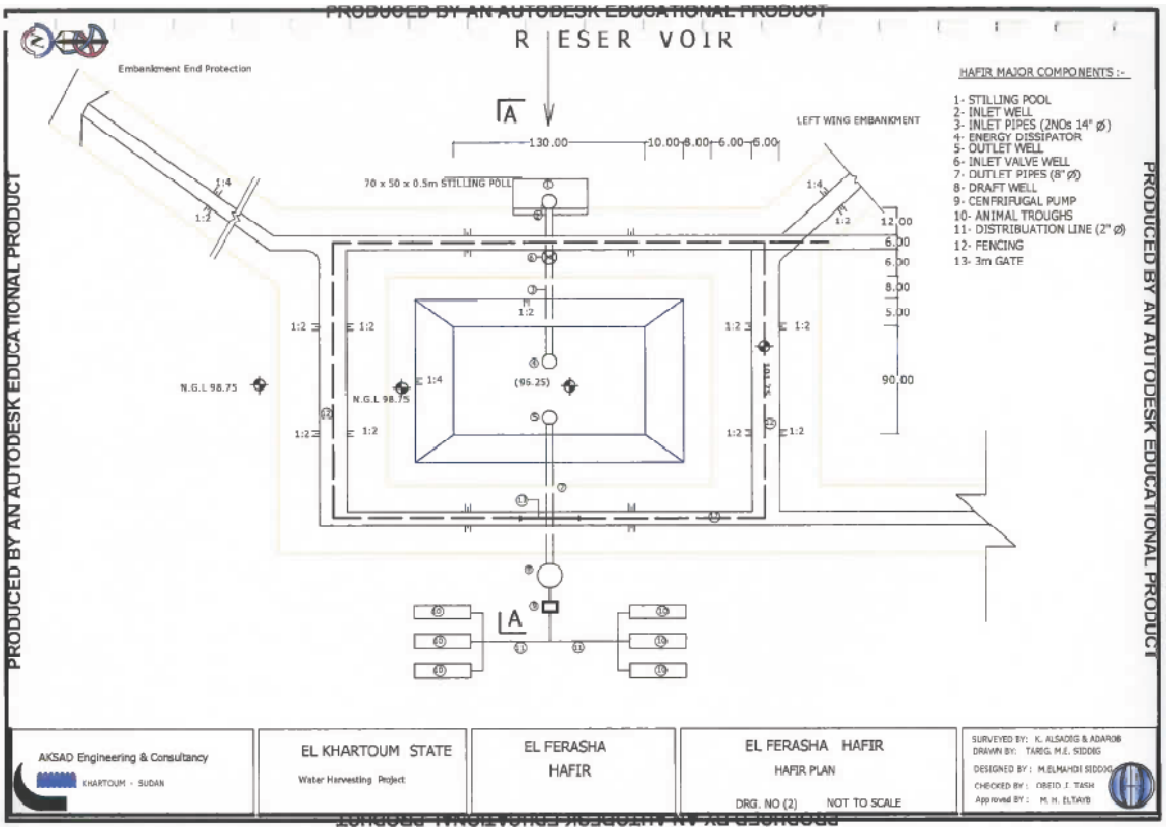
أشكال توضح تصاميم للحفير تم التحصل عليها من وحدة تنفيذ السدود



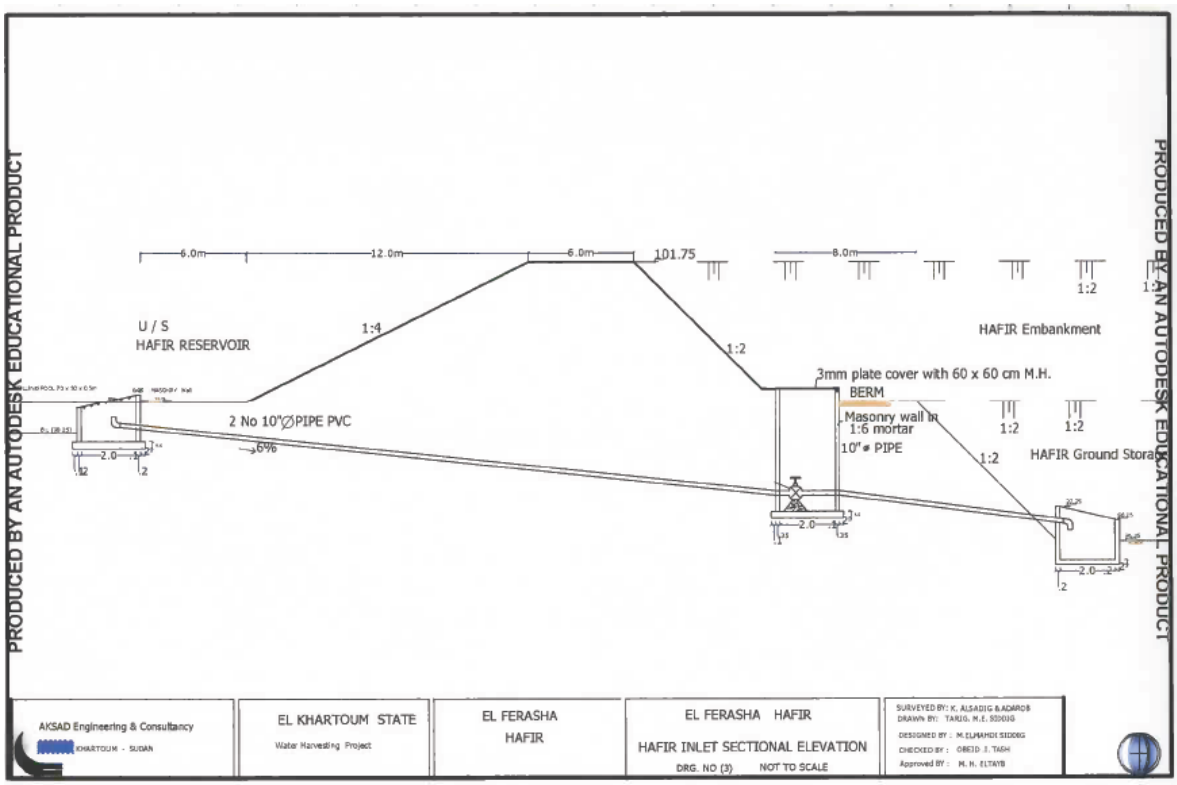
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

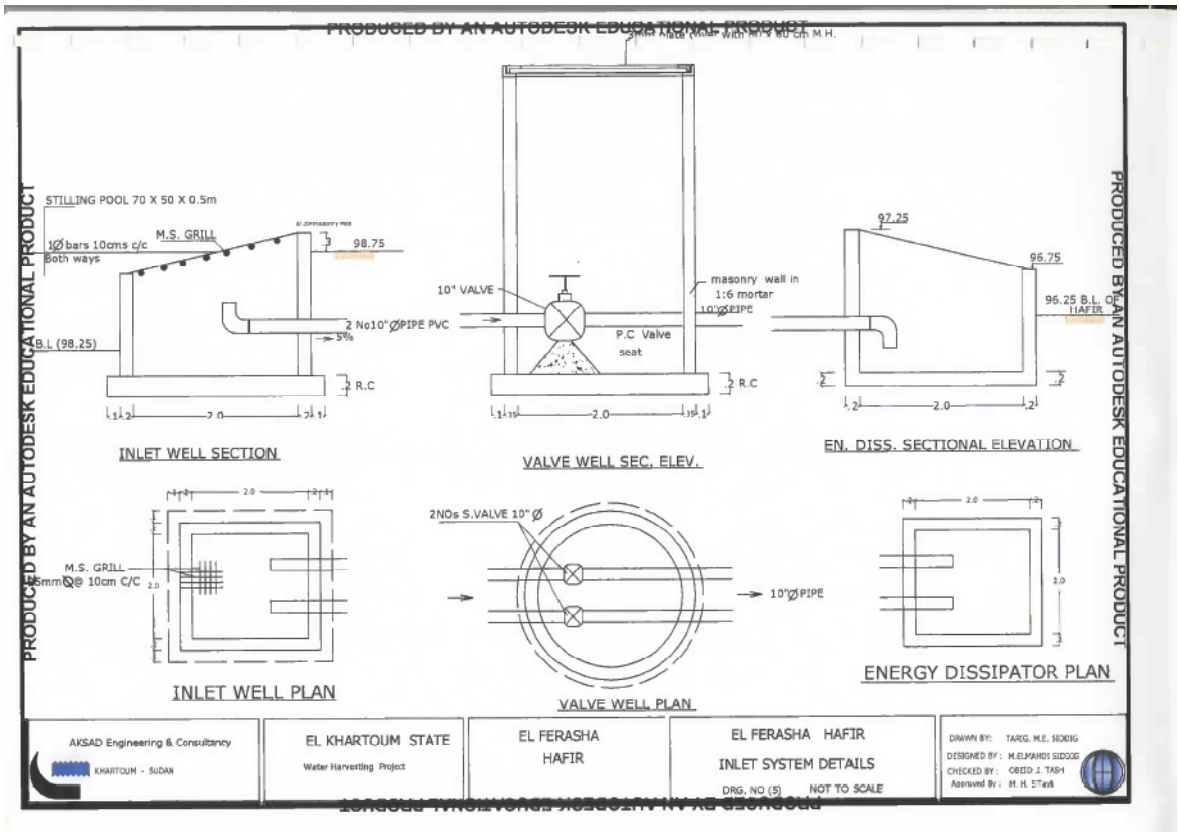


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT
6.0m
12.0m
6.0m
101.75
8.0m
U / S
HAFIR RESERVOIR
1:4
1:2
HAFIR Embankment
3mm plate cover with 60 x 60 cm M.H.
BERM
Masonry wall in
1:6 mortar
10" ø PIPE
2 No 10"ØPIPE PVC
6%
HAFIR Ground Storage
2.0
AKSAD Engineering & Consultancy
KHARTOUM - SUDAN
EL KHARTOUM STATE
Water Harvesting Project
EL FERASHA
HAFIR
EL FERASHA HAFIR
HAFIR INLET SECTIONAL ELEVATION
DRG. NO (3) NOT TO SCALE
SURVEYED BY: K. ALSADIG & ADAM
DRAWN BY: TARIG. M.E. SIDDIG
DESIGNED BY : M.ELMAHDI SIDDIG
CHECKED BY : OBEID .J. TASH
Approved BY : M. H. ELTAYB


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT
STILLING POOL 70 X 50 X 0.5m
1Ø bars 10cms c/c
Both ways
M.S. GRILL
98.75
2 No10"ØPIPE PVC
5%
B.L (98.25)
R.C
INLET WELL SECTION
10" VALVE
masonry wall in
1:6 mortar
10"ØPIPE
P.C Valve
seat
VALVE WELL SEC. ELEV.
97.25
96.75
96.25 B.L. OF
HAFIR
EN. DISS. SECTIONAL ELEVATION
M.S. GRILL
5mmØ@ 10cm C/C
INLET WELL PLAN
2NOs S.VALVE 10" Ø
10"ØPIPE
VALVE WELL PLAN
ENERGY DISSIPATOR PLAN
AKSAD Engineering & Consultancy
KHARTOUM - SUDAN
EL KHARTOUM STATE
Water Harvesting Project
EL FERASHA
HAFIR
EL FERASHA HAFIR
INLET SYSTEM DETAILS
DRG. NO (5) NOT TO SCALE
DRAWN BY: TARIG. M.E. SIDDIG
DESIGNED BY : M.ELMAHDI SIDDIG
CHECKED BY : OBEID J. TASH
Approved By : M. H. ELTAYB