الباب الأول

المقدمة

1.1 مقدمة عامةGeneral Introduction:

بما أن الماء هو العنصر الأساسي للتنمية الاقتصادية والاجتماعية وبدونه تستحيل الحياة ونسبة للنمو المتسارع في عدد السكان وزيادة إستهلاك المياه الذي يعني تزايد الطلب علي موارد المياه الثمينة، لذا أصبح من الضروري إتخاذ التدابير اللازمة للحفاظ علي المياه لضمان تأمين مصادر المياه عموما والجوفية على وجه الخصوص للاحتياجات المستقبلية وذلك بالتعرف علي المشاكل التي تحول دون إستخراج تلك المياه الجوفية من باطن الأرض بالإنتاجية المطلوبة لتغطية مختلف الاستعمالات. مصدر هذه المياه غالبا الأمطار أو الأنهار الدائمة أو الموسمية أو الجليد الذائب وتتسرب المياه من سطح الأرض إلي داخلها فيما يعرف بالتغذية (Recharge).

هندسة حفر الآبار هي الطريقة الصناعية الوحيدة في الحصول علي المياه الجوفية ويمكن تقسيم آبار المياه حسب عمقها وطريقة الحصول علي الماء منها ، فمن حيث العمق هنالك نوعان من الآبار هي الآبار الضحلة والآبار العميقة أما من حيث طريقة الحصول علي الماء من الآبار فيمكن التمييز بين نوعين من الآبار، النوع الأول تشمل الآبار التي يتم حفرها لاستخراج الماء منها أما النوع الثاني من الآبار فهو الارتوازية التي يتدفق منها الماء تلقائيا.

نتيجة لصلابة الصخور المتفاوتة فقد تم تطوير العديد من طرق الحفر لآبار المياه الجوفية لتتناسب مع نوع الطبقات التي يتم حفرها وصلابتها وعمق البئر وتمثل طرق حفر الآبار العمليات الفعلية التي يتم خلالها ثقب صخور الخزان الجوفي وما يعلوه من صخور طبقية بطرق ميكانيكية مختلفة وهي طريقة الحفر بالآلة السلكية (الدقاق) وطريقة الحفر بالدوران الرحوي وطريقة الحفر بالدوران الرحوي العكسي والآبار المدفوعة (المدقوقة) والآبار المحفورة يدوياً.(**السلاوي ، 1986**)

أثناء الحفر وبعدها تواجهنا مشاكل عديدة وتتراوح نوعيتها من حدود الزيادة الطفيفة في كلفة الحفر إلي أعطال كاملة أو جزئية في إمداد المياه وتمتد تأثيرها إلي المواطنين بشح المياه مما يجعل من هذه المشاكل عقبة لابد من تجاوزها وتنقسم مشاكل الحفر إلي نوعين:-

- مشاكل ناتجة عن الطريقة المتبعة في الحفر وكذلك العناصر التي تعمل علي انجاز البئر.

- مشاكل ناتجة عن الشروط الطبقية وعن محتوي الطبقات التي تخترقها وطبيعتها.

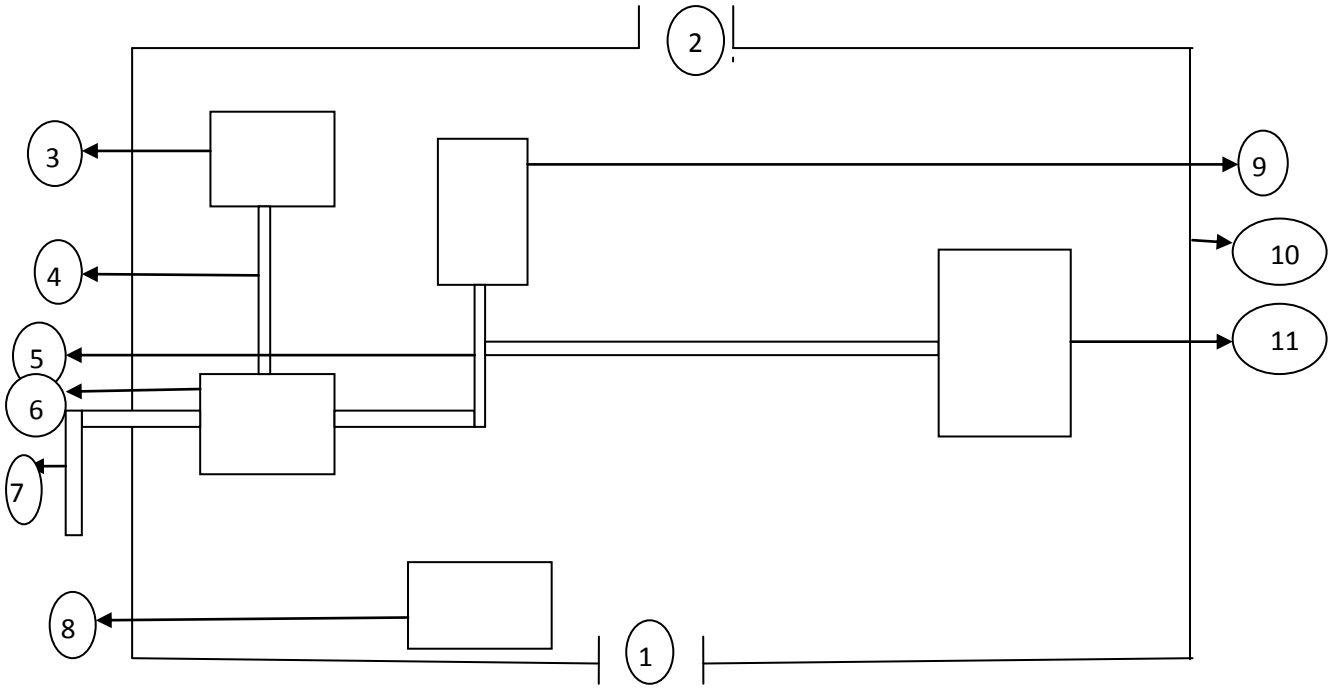
الطرق القديمة في عملية جلب الماء إلى السطح كانت تتم بواسطة طرق شائعة مثل الدلاء وتم تغيرها حديثاً إلي طرق حديثة منها مضخات المياه التي مكنته من رفع كميات كبيرة من الماء من داخل البئر إلى السطح في فترة زمنية قصيرة ومن طبقات عميقة بطريقه سهلة وميسرة وهذا ما سبب زيادة استهلاك المياه الجوفية.

تبطين البئر بحيث لا تسمح بمرور المياه إلى داخل فجوة البئر ، ففي السابق كانت الآبار تبطن بالطوب وغيرها أما حديثاً أصبح البئر يبطن بأنابيب مصمتة تعرف بأنابيب التغليف (Casing) حيث توضع أنابيب التغليف مقابلة للطبقات الجيولوجية غير المنتجة أو التي لا يرغب المستهلك في استغلالها لسبب أو لأخر أما الجزء الآخر من البئر فيحتوي على فتحات تسمح بمرور الماء وتجمعه داخل فجوة البئر والذي أصبح في الوقت الحاضر يبطن بأنابيب معدنية ذات فتحات مقننة ومدروسة جيداً تعرف بالمصافي (Screens) ويتم اختيار نوعها وحجم فتحاتها عند تصميم البئر وتوضع المصافي مقابلة للطبقات الجيولوجية المنتجة للماء والتي يرغب المستهلك في الاستفادة منها. **(إلهيتي وآخرون ، 1988)**

محطات إمداد المياه الجوفية هي عبارة عن حزمة تتكون من البئر الجوفي، المضخة وملحقاتها، غرفة المضخة، الصهريج، طاولة حنفيات التوزيع، غرفة الخفير، السور والبوابات (شكل 1.1).

توجد مشاكل عديدة وأعطال بمحطات المياه الجوفية في السودان عامة وبولاية شمال دارفور على وجه الخصوص حيث توجد بها محطات مياه في حالة تعطل دائم الشئ الذي برر التفكير في القيام بهذه الدراسة ومنها مشكلة إنتاج الرمل في التكوينات الرملية الغير متماسكة (Unconsolidated Formation) نتيجة للإجهادات التي تتعرض لها الطبقة بسبب تدفق المياه من الخزان إلي داخل البئر (Well Bore) والتي تعمل علي تهيج الدقائق الناعمة وإثارتها، وتبعاً لذلك تبدأ هذه الدقائق بالتوضع في حلقة تجويف البئر مكونة ما يعرف

بالجسور الرملية (Sand Bridge) التي تعمل علي تقليل الإنتاجية مع زيادة كمية الرمل المتدفقة نتيجة لتدفق المياه، يبدأ الرمل في الحركة داخل البئر متجهاً إلي السطح مسبباً عدة مشاكل خاصة في المعدات القاعية والسطحية مما يؤثر ذلك سلباً في إستقرارية البئر.



الشكل (1.1): منظر علوي لمكونات محطة المياه (المصدر: المنقوشي، 2008)

1 بوابة دخول

2 بوابة خروج

3 وحدة الضخ (البئر، المضخة، الغرفة)

4 أنابيب توصيل

5 أنابيب توزيع

6 الصهاريج العلوية

7 أنابيب التصريف

8 غرفة الحارس

9 طاولة محتوية علي حنفيات

10 سياج الحماية

11 الصهاريج العلوية (Elevated Supply Tank)

وأيضاً من المشاكل التي تواجهها منطقة الدراسة هي مشكلة تآكل أنابيب التغليف والمصافي والمشاكل التي تحدث نسبة للتصميم الخاطئ للآبار والمشاكل الأمنية .

مشاكل محطات آبار المياه الجوفية لا تتوقف عند مشاكل الآبار فقط بل تتعداه إلي مكونات المحطة الأخرى مثل الخزانات (الصهاريج) وشبكات التوزيع المختلفة وغيرها.

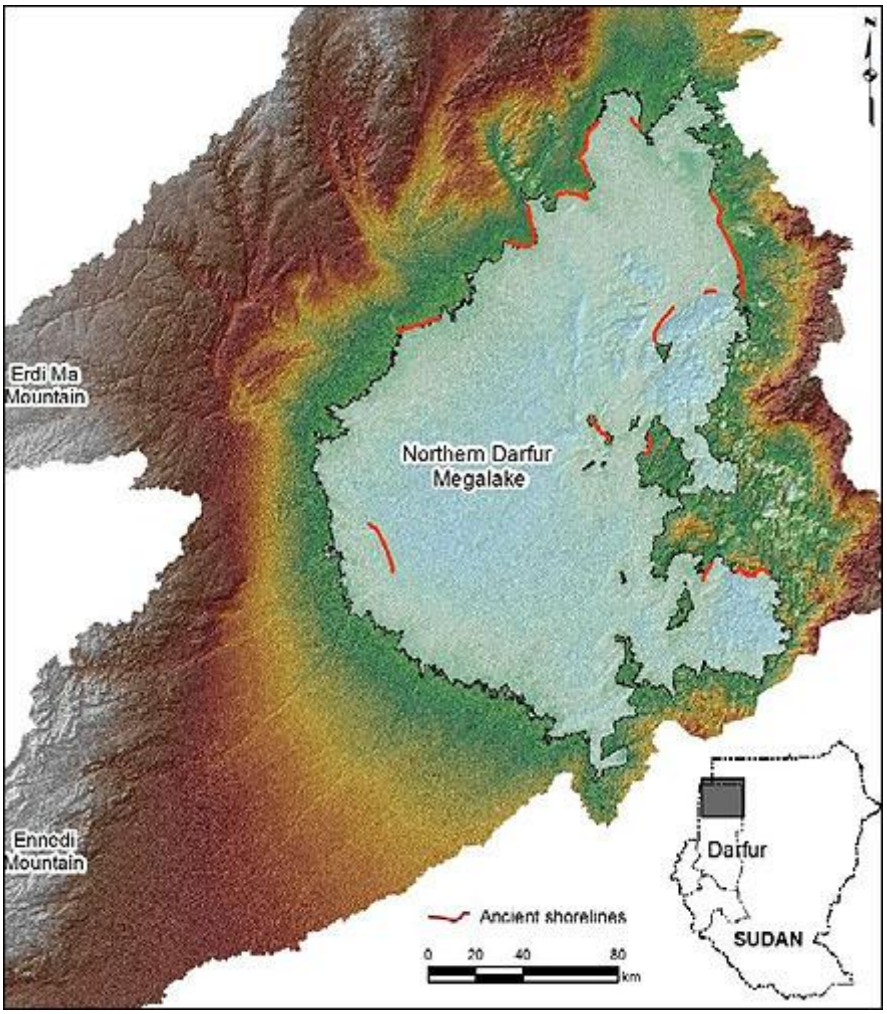
ولكل ما ذكر هنالك ضرورة كافية لإجراء دراسات وبحوث للوقوف علي المشاكل المذكورة أعلاه وإيجاد الحلول المناسبة لها.

2.1 منطقة الدراسة Study Area:

منطقة الدراسة تقع في ولاية شمال دارفور التي تقع في الجزء الغربي من البلاد وتنحصر بين خطي طول (E ´15 º25) و(E ´30 º25) وخطي عرض (N´13 º30) و (N ´13 º45) تحدها الولاية الشمالية من الشمال، ودولة الجماهيرية العربية الليبية من الشمال الغربي ودولة تشاد من الغرب وولاية غرب دارفور من الجنوب الغربي وولاية جنوب دارفور من الجنوب وولاية شمال كردفان من الشرق (الشكل 2.1). **(التخطيط العمراني ، 2013)**

تبلغ مساحة الولاية 292.000 كلم مربع ، وهذه المساحة تعادل حوالي 12% من المساحة الكلية للسودان. **(التخطيط العمراني ، 2013)**

يتنوع المناخ في الولاية حيث يسود المناخ الصحراوي الأجزاء الوسطى ومناخ السافنا الفقيرة ومناخ السافنا الغنية الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية مناخ البحر الأبيض المتوسط يسود في تخوم كبكابية مع جبل مرة وتتراوح معدلات هطول الأمطار بين أقل من 100ملم وأكثر من 300 ملم في السنة وتتراوح درجات الحرارة بين 10 و 45 درجة مئوية . وتتكون مظاهر سطح ولاية شمال دارفور من العديد من المكونات الطبيعية. فتوجد السلاسل الجبلية المتكونة من الصخور الأساسية والرماد البركاني لجبل مرة وجبال الميدوب وجبال البرتي وجبال وانا وجبال فشار وهي مصادر أساسية لأحواض تصريف المياه للأدوية الموسمية المنتشرة في جميع أنحاء الولاية . كما توجد الكثبان الرملية القديمة في شرق دارفور وهي مثبتة بغطاء نباتي متقطع ، وتوجد شريحة الرمال الزاحفة المكونة للكثبان الرملية نتيجة للتعرية الريحية في المناطق الشمالية والشرقية للولاية كما توجد أراضي رملية تمارس فيها الزراعة المكثفة والرعي وسطح الولاية مستوفي الغالب مع بعض التعرجات. وتوجد أحواض طينية نتجت من جريان مياه الأودية الموسمية وهي ذات تربة عالية الخصوبة والإنتاجية. **(الزراعة و الإرصاد الجوي بالفاشر ، 2012)**



الشكل 2.1: خريطة توضح منطقة الدراسة (ولاية شمال دارفور)

(المصدر: موقع World cities 2013)

3.1 مشكلة الدراسة Study Problem:

هنالك عدد لايستهان به من محطات المياه في حالة أعطال تامة مما أثر سلباً علي إمداد المياه الصالحة للشرب و الإستعمالات الأخرى ويمتد تأثيرها على التنمية والإستقرار الإجتماعي والأمني في تلك المنطقة مما يستدعي القيام بدراسة المسببات وإيجاد الحلول لها.

4.1 أهمية الدراسة Study Importance

- المشاركة في حل المشاكل التي تعوق توفير المياه الصالحة الشئ الذي يساهم في تسارع التنمية والإستقرار الإجتماعي والأمني بولاية شمال دارفور.

- مساعدة قطاع المياه الجوفية بإقتراح حلول وتوصيات لمعالجة المحطات المعطلة التي لم تخضع للمعالجة بولاية شمال دارفور.

5.1 منهجية الدراسة Study Methodology:

تم إجراء هذه الدراسة بالاتي:

– تم الحصول علي معلومات البحث عن طريق المراجع والكتب والدوريات والمواقع الإلكترونية المتخصصة وأيضاً تجميع البيانات المختلفة التي تخص منطقة الدراسة من الجهات الرسمية المختلفة.

– زيارات ميدانية لعدد من مواقع المحطات المعطلة بمنطقة الدراسة.

– تحليل البيانات المجمعة وتصفيتها وإختيار البيانات المفيدة منها للبحث.

– إجراء دراسة لحالتين مختلوتين.

– الوصول إلي نتائج وتوصيات لحل مشاكل مناطق الدراسة.

جدول (1.1): خطة العمل Working Plan المتبعة خلال فترة الدراسة

الفترة الزمنية (بالشهور) / النشاط	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
جمع الدراسات السابقة وأدبيات البحث.												
الزيارة الأولي لمنطقة الدراسة والمسح الأولي لجمع المعلومات.												
التحليل الأولي للمعلومات التي تم جمعها.												
الزيارة الثانية لمنطقة الدراسة وجمع المعلومات الميدانية.												
تحليل المعلومات التي تمت جمعها من المحطات.												
الزيارة الثالثة لمنطقة الدراسة والتأكد من المعلومات التي تمت جمعها.												
تحليل المعلومات التي تمت جمعها.												
كتابة الأطروحة النهائية.												

6.1 أهداف الدراسة Study Objectives

1.6.1 الهدف العام General Objective:

المساهمة في حل المشاكل التي تعتري محطات المياه الجوفية بمنطقة الدراسة وعكس الحالة الراهنة لها و إقتراح حلول يستفاد منها بواسطة قطاعات المياه المعنية.

2.6.1 أهداف محددة Specific Objectives:

- مسح لصلاحية منشاءات الآبار الموجودة في محطات المياه وعكس مشاكلها من ناحية تصميمية.

- مراجعة أجزاء المحطات المختلفة من مضخات وتوصيلات وصهاريج وغيرها لمعرفة مشاكلها وإيجاد الحلول لها.
- إختيار حالتين لدراستهما (Two Case Studies) بمناطق مختلفة.
- التنبؤ بالمشاكل التي تحدث للخزان الجوفي والبئر قبل حدوثها بواسطة أجهزة حماية.
- التقليل من مشاكل الآبار وذلك بالتعرف علي الطرق المناسبة التي تؤدي إلي تفادي مشاكل تآكل أنابيب التغليف والمصافي والمضخات (الطلمبات) وسقوط المعدات وإنهدام الآبار وغيرها.

الباب الثاني

الإطار النظري والنظريات السابقة (Literature Review)

1.2 مكونات محطات المياه الجوفية:-

1.1.2 آبار المياه الجوفية:

البئر الجوفي بإعتباره أحد أهم مكونات محطات المياه فقد تم التطرق له كما هو موضح في النقاط التالية :

1.1.1.2 إنشاء البئر:

يعتبر إنشاء البئر من أهم خطوات تنفيذ أي مشروع لذلك تطرقت الدراسة إلي الخطوات التي يجب إتباعها عند الإنشاء:

i. **الحفر:**

يتم حفر الآبار بالعمليات الفعلية التي يتم من خلالها ثقب صخور الخان الجوفي وما يعلوه من صخور طباقية بطرق ميكانيكية مختلفة لذلك فأن هناك طرق مختلفة لحفر الآبار نذكر منها:

❖ **طريقة الحفر بالآلة السلكية (الدقاق):**

عرفت طريقة الحفر بالآلة السلكية أو الدقاق من قبل الصينيين الذين استخدموها منذ حوالي أربعة آلاف سنه مضت واستطاعوا بواسطتها الحفر إلى أعماق كبيرة وصلت حوالي 3000 قدم. وتعتمد هذه الطريقة على إسقاط جسم صلب حاد وارتطامه بالصخور مما يسبب تهشمها وتكسيرها ويؤدي تكرار عملية الارتطام مرات عديدة إلى اختراق الجسم الصخري الصلب و إحداث ثقب أسطواني داخله. لذا فإن الحفر بهذه الطريقة يتطلب استخدام مطرقة ثقيلة يتم رفعها وإسقاطها على الصخور. وتنتهي مطرقة الحفر بطرف حاد يعرف برأس الحفار Drilling Bit وهو الذي يؤدي إلى ثقب الصخور في المكان الذي تسقط عليه المطرقة (الشكل 1.2).

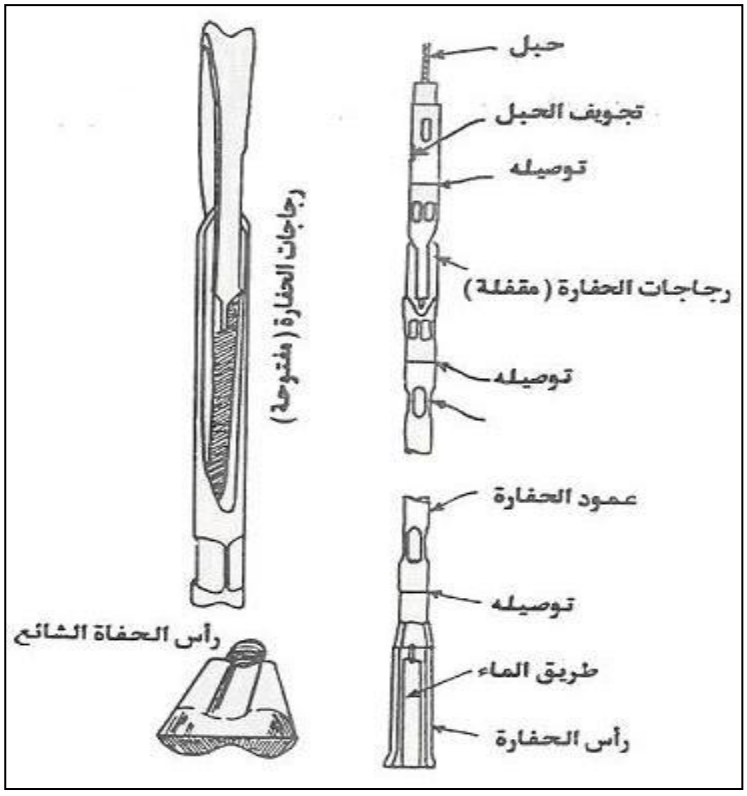
- **مميزات الحفر باستخدام طريقة الحفر الدقاق:**

- يمكن الاعتماد على العينات التي يتم جمعها بواسطة هذه الطريقة وتحديد أعماقها بدقة جيدة.

- يمكن تشغيل الحفارة بواسطة فرد واحد فقط على الرغم من ضرورة وجود شخص آخر ليساعده على تشغيل وإدارة الحفارة.
- بما أن حجم الحفارة غير ضخم (متوسط) فإنه يمكن نقلها إلى بعض المناطق الوعرة التي لا تصلها المعدات المستخدمة في طرق الحفر الأخرى.
- يمكن نزح البئر في أي وقت يريده الحفار وبذلك يمكنه تحديد العطاء النوعي للبئر عند ذلك العمق.
- الطاقة اللازمة لتشغيل الحفارة منخفضة جدا مقارنة بالطرق الأخرى.

- **عيوب الحفر بإستخدام طريقة الحفر الدقاق:**

- انخفاض معدل اختراق الحفارة للطبقات الصخرية مما يتطلب وقتا زمنيا أطول للحفر.
- ارتفاع تكاليف أنابيب التغليف حيث يتطلب الحفر بهذه الطريقة استخدام أنابيب ذات أقطار كبيرة وجدار سميك.



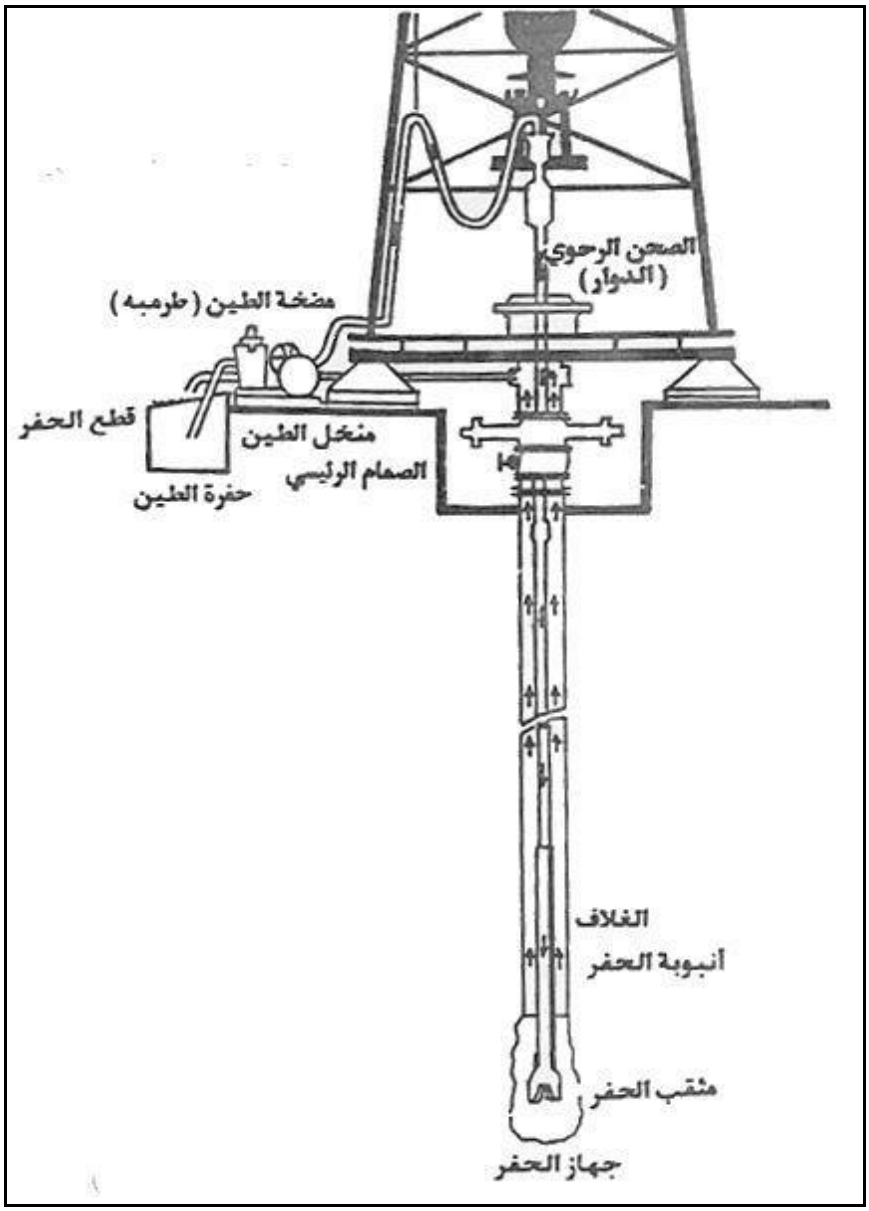
الشكل 1.2: مجموعة معدات الحفر بالآلة السلكية (الدقاق)

(المصدر: موقع Scienceclarifild 2012)

❖ **طريقة الحفر بالدوران الرحوي:**

عندما أصبح لزاما البحث عن مصادر جديدة للماء قد تقع على أعماق كبيرة من سطح الأرض تم تطوير طريقة الدوران الرحوي المباشر لزيادة معدل اختراق الحفارة للطبقات الجيولوجية ولزيادة أعماق الآبار لتصل إلى خزانات جوفية واقعه على أعماق كبيرة لم يستطع الإنسان الوصول إليها قبل تطوير هذه الطريقة. تتلخص طريقة الدوران الرحوي المباشر في أن رأس الحفارة عبارة عن بريمة تدور دورانا رحوياً يؤدي إلى سحق المادة الصخرية التي يخترقها. وتتم إزالة نواتج سحق الصخور باستخدام دوره مستمرة من سائل طيني خاص يستخدم لهذه الطريقة يعرف بسائل الحفر. يضخ سائل الحفر عبر أنبوب الحفر إلى داخل البئر حيث يخرج من خلال فتحات في رأس الحفارة ليأخذ طريقة عبر الفجوة الموجودة بين أنبوب الحفر وجدار البئر حتى يصل إلى السطح. يوجه هذا السائل على السطح إلى حفرة خاصة تعرف بحفرة الترسيب Settling Pit

ويترك في هذه الحفرة حتى يتم ترسيب ما يحمله من فتات الصخور الناتجة عن عملية الحفر ثم يتم نقلة إلى حفرة أخرى ليكون جاهزا للضخ مرة ثانية إلى داخل البئر (الشكل 2.2).



الشكل 2.2: مجموعة معدات الحفر بطريقة الحفر الدوران الرحوي

(المصدر: السلاوي ، 1986)

- **مميزات الحفر بطريقة الدوران الرحوي المباشر:**

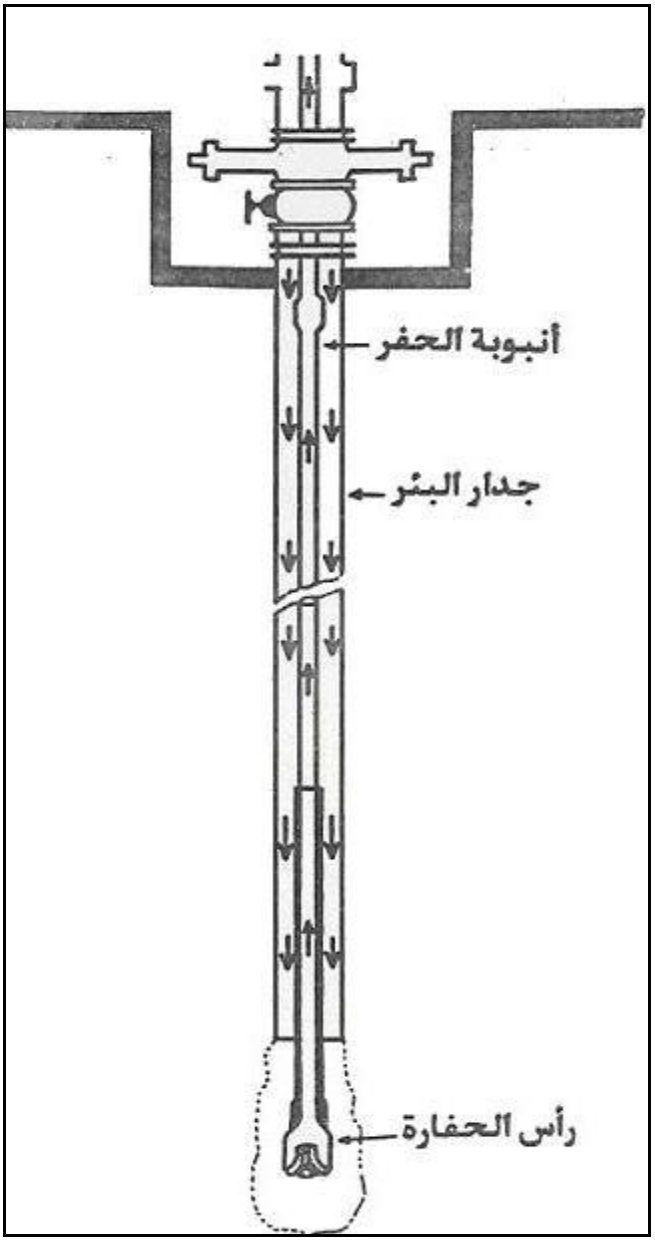
- لا تتطلب هذه العملية تركيب أنابيب التغليف خلال عملية الحفر.
- سهولة إنزال المصافي التي معدل اختراق رأس الحفارة للطبقات الجيولوجية تعتبر جزء من عملية تركيب أنابيب التغليف.
- يمكن نقل وتركيب معدات الحفر بهذه الطريقة بسرعة أكبر من الطرق الأخرى.

- **عيوب الحفر بطريقة الدوران الرحوي المباشر:**

- التكلفة العالية لمعدات الحفر بهذه الطريقة.
- تتطلب معدات الحفر صيانة دقيقه ذات تكلفة اقتصاديه عالية.
- يتطلب جمع عينات الصخور المحفورة وتحديد أعماق هذه العينات إلى عمليات حسابية دقيقة.
- يتطلب تشغيل الحفارة إلى فريق من الحفارين لا يقل عددهم عن شخصين.
- إمكانية انقطاع دورة الطين في المناطق التي تحتوي صخورها على مسامية ثانوية عالية.
- يجب أن تتوفر لدى الحفار الذي يستخدم هذه المعدات خبره ومعلومات علميه جيده عن تحديد الخواص الفيزيائية لسائل الحفر.

❖ **طريقة الحفر بالدوران الرحوي العكسي:**

نتيجة للطاقة المحدودة للمضخات في إزالة نواتج حفر الآبار بطريقة الدوران الرحوي المباشر فإن معظم الآبار المحفورة بالطريقة السابقة لا يزيد قطرها عن 24 بوصه. إضافة إلى ذلك فقد لوحظ أن معدل اختراق الحفارة للطبقات الجيولوجية خلال عملية الحفر بطريقة الدوران الرحوي المباشر تصبح غير مرضية عندما يزداد قطر البئر عن 24 بوصة. وللتغلب على هذه المشاكل فإنه عند الاحتياج لحفر آبار ذات أقطار كبيرة يمكن استخدام طريقة الدوران الرحوي العكسية. لا تختلف هذه الطريقة عن سابقتها كثيرا فتصميم معدات الحفر للطريقتين واحد تقريبا ولكن معدات الحفر بطريقة الدوران الرحوي العكسية أكبر حجما (الشكل 3.2).



الشكل 3.2: مجموعة معدات الحفر بطريقة الحفر الدوراني العكسي

(المصدر: موقع Oceanstaroec 2012)

وهناك اختلاف رئيسي آخر يتعلق بدورة سائل الحفر، لأن سائل الحفر يترك لينساب إلى داخل البئر عبر الفجوة بين جدار البئر وأنبوب الحفر تحت تأثير الجاذبية ثم يمر السائل بعد ذلك عبر فتحات موجودة في رأس الحفارة إلى داخل أنبوب الحفر حيث يضخ إلى السطح، وبذلك تصبح دورة سائل الحفر عكس الطريقة السابقة وهذا هو سبب التسمية لهذه الطريقة.

- **مميزات طريقة الحفر بالدوران الرحوي العكسي:**

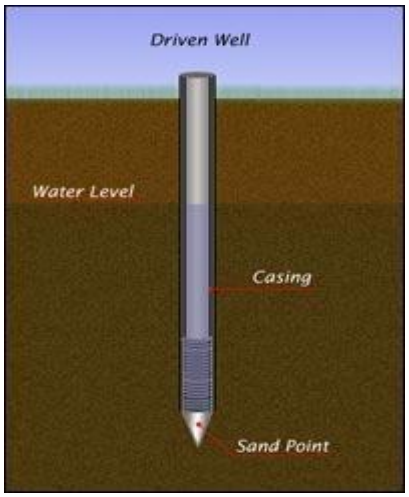
- عدم تأثر مسامية و نفاذية الخزان الجوفي في المنطقة المحيطة بجدار البئر على عكس ما يحدث عند استخدام طريقة الدوران الرحوي المباشر.
- يمكن حفر آبار ذات أقطار كبيرة وبتكلفة اقتصادية مناسبة.
- يمكن الحفر خلال جميع الطبقات الرسوبية ماعدا تلك التي تحتوي على نسبه من الزلط.
- سهولة تركيب أنابيب التغليف والمصافي.

- **عيوب طريقة الحفر بالدوران الرحوي العكسي:**

- الاحتياج إلى كميات وفيرة من الماء خلال عملية الحفر.
- بما أن حجم معدات الحفر كبيرة جدا فإنها ذات تكلفه اقتصاديه عالية.
- الاحتياج إلى مساحات واسعة ومحفورة لاستيعاب سائل الحفر.
- صعوبة نقل معدات الحفر إلى بعض المناطق نتيجة لضخامة حجمها.
- الاحتياج إلى فريق عمل يتكون من عدة أشخاص لإدارة وتشغيل معدات الحفر.

❖ طريقة حفر **الآبار المدفوعة (المدقوقة) Driven Wells :**

هي عبارة عن آبار ضحلة يتراوح عمقها بين 10 و20 مترا، وتتراوح أقطار هذه الآبار بين 1.5 و 4 بوصات (الشكل 4.2).



الشكل 4.2: الآبار المدفوعة (المدقوقة)

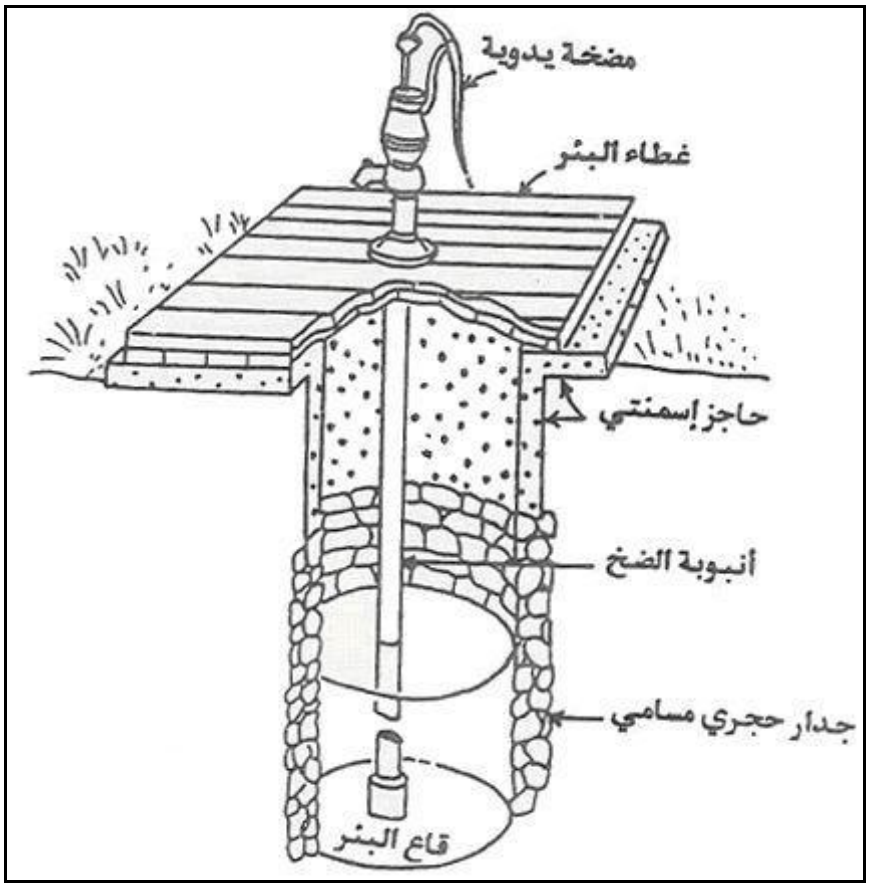
(المصدر: موقع glossary.oil field 2013)

يتم عادة إنشاؤها في التكوينات الرسوبية الهشة ذات الحبيبات الدقيقة والتي لم يتماسك الفتات الصخري المكون لها. يتكون البئر المدفوع من أنبوب أو عدة أنابيب ذات نهاية سفلية مدببه تعرف بسن البئر Well Point وتستخدم لتسهل عملية دفع الأنابيب إلى داخل التربة إما بواسطة اليد أو باستخدام مطرقة حديدية ثقيلة. تشتمل الأنابيب التي يتكون منها البئر على جزء مثقب يمثل المصافي التي تمر خلالها المياه إلى داخل البئر. يتم حفر هذا النوع من الآبار في التكوينات الجيولوجية السطحية الضحلة التي لا يتجاوز عمق مستوى سطح الماء فيها عدة أمتار.

❖ **طريقة حفر الآبار يدوية:**

عرفت الآبار المحفورة يدويا منذ العصور القديمة إذ يتجاوز تاريخها عدة آلاف من السنين ومن الممكن أن تكون قد عرفت منذ وجود الإنسان على وجه الكره الأرضية. تتراوح أعماق الآبار المحفورة بين 10 أمتار وأكثر قليلا من 30 مترا اعتمادا على عمق مستوى سطح الماء في الطبقة غير المحصورة، أما بالنسبة لأقطارها فهي تتراوح بين المتر الواحد والعشرة أمتار. يعتبر المعول و المجرفة هما الأداتان الرئيسيتان المستخدمان في حفر هذه الآبار ولضمان سلامة البئر ومنع جدرانه من الانهيار فإنه عادة ما يبطن ببطانة دائمة من عصي الأخشاب أو الآجر أو الصخور أو من الأسمنت المسلح أو من أنابيب تغليف خاصة بهذه الآبار. وفي أغلب الأحوال يكون الجزء السفلي من هذه البطانة مثقب بحيث يسمح للماء بالمرور من الخزان الجوفي إلى داخل البئر والآبار المحفورة هي عبارة عن فتحه غير منتظمة تمتد من سطح الأرض حتى تصل إلى مستوى سطح الماء في الخزان الجوفي وعندئذ تمتد عدة أمتار تحت هذا المستوى. ونظرا للأقطار الكبيرة التي تتميز بها الآبار المحفورة فإنها يمكن أن تختزن كميات كبيرة من الماء داخل فتحة البئر (الشكل 5.2).

من أهم مساوئ الآبار المحفورة سهولة تلوثها بالمياه السطحية أو الملوثات الموجودة في الغلاف الجوي أو بسقوط بعض الأجسام (مثل الحيوانات السائبة) داخل البئر و موتها ومن ثم تحللها مما يؤدي إلى تلوث الماء. يساعد على تلوث مياه الآبار المحفورة يدويا صعوبة إقفال هذه الآبار لكبر أقطار فتحاتها. **(السلاوي 1986 ، إلهيتي وآخرون 1988)**



الشكل 5.2: بئر محفور يدوي

(المصدر: موقع Science clarified 2012)

ii. الإنزال :

بعد انتهاء الحفر وضع حوالي 10 سم من زلط الفلتر في قاع الحفر ويتم إنزال ماسورة البئر والتي تكون مسدودة من أسفلها وتنقسم إلى جزئيين جزاء مخرم ويسمى screen وجزاء سادة يسمى casing أو الغلاف وقطرها في الغالب من 15 سم إلى 30 سم (أو من 6 إلى 12 بوصة) وغالبا تورد كمواسير طول الواحدة 6 متر وتكون من الحديد أو من PVC بعد إتمام إنزال ماسورة البئر يتم وضع فلتر الزلط وهي عملية مهمة جدا إذ لا بد أن يكون الزلط موزع بانتظام حول الماسورة فلذا يجب أن نتحلى بالصبر في هذه العملية ويجب عمل كل الاحتياط في ذلك ويمكن صب الزلط عن طريق ماسورة أو عدة مواسير قطر 5 سم توضع حول البئر وذلك حتى لا يحدث نتأكد من التوزيع المنتظم حول البئر ولا يحدث انفصال حبيبي segregate ولا يحدث تجمع من الزلط يغلق المنطقة فيترك فراغا لا تملأ وترفع هذه المواسير بالتدريج مع التحريك وقد يستخدم خرطوم ماء لدفع الزلط وعلى كل حال يجب أن

تتم هذه العملية ببطء شديد حتى نحصل على نتيجة جديدة ويتم رفع مواسير حفر البئر بالتتابع أثناء وضع فلتر الزلط بحيث أن يكون الزلط أعلى من أسفل هذه المواسير. وعند اكتمال رفع مواسير الحفر ووضع الفلتر يتم وضع طبقة طينة في أعلى البئر وهذا حتى لا يحدث تنفيس من خارج البئر وهذه السدة مهمة لعملية تنمية البئر وتشغيله وقد يستعمل مخلوط من البنتونايت والأسمنت وذلك لإحكام الغلق ويراعى في هذه الحالة عدم تسرب هذا المخلوط إلى الفلتر حتى لا يسده فتوضع طبقة فاصله. **(إبراهيم حسن حميدة ، 1992)**

iii. تأهيل الآبار الجوفية Boreholes Rehabilitation:

عملية التأهيل هي عبارة عن إعادة أو زيادة إنتاجية البئر سواء كانت هذه البئر جديدة أم قديمة وذلك عن طريق النظافة لإزالة الرمل أو الطين أو الطمي أو أي مخلفات أخري من داخلها وتطهير المصافي من الصدأ والرواسب المعدنية العالقة بها حتي تتفتح فتحاتها لإدخال الماء داخل البئر وتنمية حوض الماء الجوفي.

- **الهدف من التأهيل :**

- صيانة وزيادة عمر البئر.
- زيادة إنتاجية وكفاءة البئر.
- إختيار مقياس وحجم المضخات وإنزال معدات جديدة للبئر ماينا‌سب كمية المياه فيها.
- إختبار الآبار ومعرفة مستوي هبوط الماء واستقراره.

- **الغرض من التأهيل :**

- إزالة الطمي والرمل والطين والحصى وجميع المخلفات من البئر.
- إزالة الرواسب المعدنية والصدأ من المصافي وإعادة فتحاتها لإدخال الماء داخل البئر من الحوض الجوفي.
- لنظافة الحصى حول المصافي وتفتح مسامها لنقل المياه.
- إزالة سائل الحفر المترسبة وتطهيره من البئر.

❖ **طرق تأهيل الآبار :**

هناك عدة طرق تستخدم لنظافة وتأهيل الآبار هي:

- **طريقة ضغط الهواء Compressed Air:**

يتم إستخدام هذه الطريقة بواسطة إدخال تيار الهواء عبر أنبوب ضخ هواء بضبط عالي جداً عن طريق جهاز الكمبريسور إلي داخل البئر خلال أنابيب الهواء Air Line حتي الوصول إلي قاع البئر ليتم نقل هذه المواد المترسبة مع الهواء الضاغط والمياه الموجودة إلي خارج البئر بين أنابيب والجدار الداخلي لأنابيب تغليف البئر (Well Casing) ويستمر عملية الضخ لفترات زمنية طويلة (12 ساعة ــ 72 ساعة أحياناً) حتي تنتهي عملية النظافة بخلو البئر من الرمل والصدأ وغيرها من المخلفات.

- **عملية النزح Bailing:**

عبارة عن دلو كبير الحجم يسمي بالمنزحه Bailer ويتصل بحبل يسمي بخيط الرمل Sand Line ويستخدم في الآبار العميقة ويتم به عملية نزح البئر إخراج المواد المترسبة بالجردل من داخل البئر فيجب أن تكون هذه المواد في هيئة خلطة طينية أو رملية يسهل نزحها ويجب إضافة الماء إلي فجوة البئر أولاً ثم إنزاله داخل البئر ورفعه عند امتلاءه بالخلطة المترسبة ويعتمد سمك خط الرمل علي وزن الخلطة أو الفتات المتوقع رفعه من داخل البئر ويمتد هذا الخيط إلي بكرة توجد في قمة برج الحفر تعرف ببكرة الرمل وهذه البكرة تستخدم في إنزال ورفع الدلو وكذلك إنزال أنابيب التغليف والمصافي في البئر الجديدة التي يتم تركيبها في أغلب الأحوال عند إنتهاء عملية الحفر.

- **الغسيل العكسي Back Washing:**

هذه الطريقة تتم عند عملية حفر بئر جديدة وتستخدم في غسل الحصى حول المصافي ونظافته من سائل الحفر وذلك بإستخدام كمية كبيرة من المياه لفترة تزيد عن 3 أيام حتي تخرج جميع مخلفات سائل الحفر من بين الحصى الموضوع حول المصافي يسهل عملية تنتقل الماء من الحوض الجوفي عبر الحصى إلي داخل البئر بكل يسر وسهولة.

- **إختبار الآبار Pumping Test:**

بعد الإنتهاء من عملية النظافة بالوسائل والطرق المذكورة آنفاً نستخدم عملية إختبار الآبار كأحدي طرق التأهيل لنظافة ماتبقي من الرمال الدقيق Fine Sand والطين العالقة في الماء وتشغيله لفترات طويلة حتي تصبح وتظل البئر خالية من الرمال والطين أي نقية صافية كما يستخدم لتحديد إستقرار مناسيب المياه داخل البئر حتي نتمكن من إختبار حجم المضخة المناسبة (الطلمبة) والعمق المناسب لوضع هذه الطلمبة وذلك لإنتاج كمية مناسبة من الماء

تفي حاجة البشر من جانب وتبقي البئر بصورة جيدة ومحافظة حتي لاتؤثر علي الحوض الجوفي للبئر من جانب آخر.

- **التنمية بالإندفلع Surging:**

وهي ذو فعالية وكفاءة عالية تنتج بواسطة مكبس Plunger فيتحرك بسرعة قوية إلي أسفل وإلي أعلي داخل البئر أعلي المصفاة حتي لاتؤثر هذا الإندلاع علي المصافي والإحتكاك بها ، عند إرتفاع المكبس إلي أعلي يسحب المياه من الطبقات الحاملة للمياه المحيطة بالمصفاة وعندما يندفع إلي أسفل يدفع ويطرد المياه خارج البئر وهكذا يتكرر هذه العملية برفع وإنزال المكبس والذي يسبب في زحزحة حبيبات الرمال الدقيقة والطين الموجودة داخل المصافي وتعمل علي إخراج المواد أو الرواسب المعدنية العالقة علي سطح المواسير والمصافي ثم يدفعها إلي خارج البئر بإستمرار هذه العملية حتي إنتهاء أو خلو البئر من الرمل وغيرها. **(السلاوي 1986 ، إلهيتي وآخرون 1988)**

iv. تركيب الطلمبة:

يتم تركيب الطلمبة والماسورة الخارجة منها " العمود" riser pipe وهذا العمود يتكون من وصلات مواسير طول الواحدة 4متر تربط بفلنشات ويتم تركيب وصلة بعد وصلة أثناء التنزيل في البئر ويجب ربط كابل الكهرباء في العمود حتى لا ينسحب مع الماء الداخل إلى الطلمبة وعمل فجوة في جانب الفلنشات حتى يمر بها الكابل .**(السلاوي 1986 ، إلهيتي وآخرون 1988)**

2.1.1.2 مكونات البئر:

- **أنبوب الضخ Riser Pipe:**

هي الوسيلة التي تنتقل بها المياه الجوفية إلي السطح وهي التي تحتوي على المضخة الغاطسة. وهي عبارة عن ماسورة سادة (غير مخرمة) وتكون مطابقة للمواصفات الفنية وعبارة عن وصلات تتراوح بين 5 و 6 متر طولي ولا يوجد بها أي تطبيق أو انحناءات (الشكل 7.2).

- **ماسورة غلاف البئر Well Casing :**

يغلف جدار البئر من الداخل بأنبوب معدني أو بلاستيك مصمت يسمى غلاف البئر (Casing) فائدته تدعيم جدران البئر و يعمل أيضا كأنبوب لنقل الماء الذي يضخه البئر. وغلاف البئر لا

يغلف كامل عمق البئر لكنة يصل إلي مسافة محددة بعدها تركب المصافي و هي عبارة عن أنبوب من نفس خامة أنبوب الغلاف و لها نفس قطرة لكنها تختلف في كون جدار الأنبوب به فتحات طولية متقاربة. ومن المواد الأكثر شيوعا في تصنيع غلاف البئر هو الصلب قليل الكربون Low Carbon Steel والحديد المجلفن Galvanized Iron واللدائن PVC وتكون الوصلات من القلاووظ أو اللحام حتى يتحقق الكتم المائي وتستخدم المواسير المصنوعة من اللدائن PVC لتجنب حدوث مشاكل الصدأ والتآكل.

- **المصافي Well Screens :**

المصافي عبارة عن ماسورة بها فتحات طولية ضيقة (Slots) أفقية أو رأسية يدخل الماء من خلالها إلي البئر وتستخدم أنواع عديدة من مواسير المصافي لتتناسب مع طبيعة التربة من ناحية ومع قطر وعمق البئر من ناحية أخري. وتستخدم غالبا مواسير مصنعة من الحديد المجلفن أو الاستانليس ستيل والسمك مناسب لا يقل عن 5.5 مم حلزونية اللحام أو لحام طول بأطوال تتراوح بين 5 متر إلي 6 متر خالية من أي انحناءات ذات سنة وجلبة وقلاووظ ويتم تخريم المصافي بقطر 8/5 بوصة وان يكون عدد الاخرام 144 خرم في القدم المربع. ويتم كسوة المصافي بالسلك الشبكي نوع الحصيرة نحاس مجلفن ويتم لحامه طوليا و عرضيا حول الماسورة كما يجب أن لا يقل وزن 1لتر مربع من السلك الشبكي عن 2.5 كجم أما عن تأثير قطر المصافي على إنتاجية البئر والسعة النوعية فلا يكون حاسما أو أساسيا في التصميم فمثلا إذا تضاعف قطر مصفاة من 12 بوصة إلى 24 بوصة فان السعة النوعية تزداد 10% فقط ويوجد أيضا مصافي مصنوعة من اللدائن PVC (الشكل 6.2) .

الشكل 6.2: المصافي Well Screens

(المصدر: موقع en.Wikipedia 2013)

- **مصيدة الرمال Sand Trap:**

وهي عبارة عن ماسورة سادة صماء غير مفرغة توجد أسفل المصافي حيث تتجمع بها الرمال أو أي حبات أخرى من مادة الخزان قد تنفذ من المصافي ويتراوح طولها بين 1 إلى 5 متر.

- **الغلاف الزلطي (الحصوي) Gravel:**

يتم إنزال حبيبات من الزلط ذات قطر يتراوح بين 2 و 4 مم من النوع المائل للاستدارة الصلب الخالي من الشوائب بين جدار حفرة البئر (Borehole) وبين غلاف البئر أو المصافي وهو يستعمل لمنع التكهف للطبقات الجيولوجية الحاملة للماء كما انه يقوم بمنع حبيبات الرمال من الدخول إلى البئر ويتم إنزال الغلاف الحصوي حول المواسير تدريجيا عند طريق السكب لمادة الغلاف في الفراغ الحلقي من السطح مع الرفع أو عن طريق وضع الغلاف الحصوي بواسطة أنبوب التغذية أثناء غسيل البئر بالماء.

- **أذرع التمركز (Centralizers):**

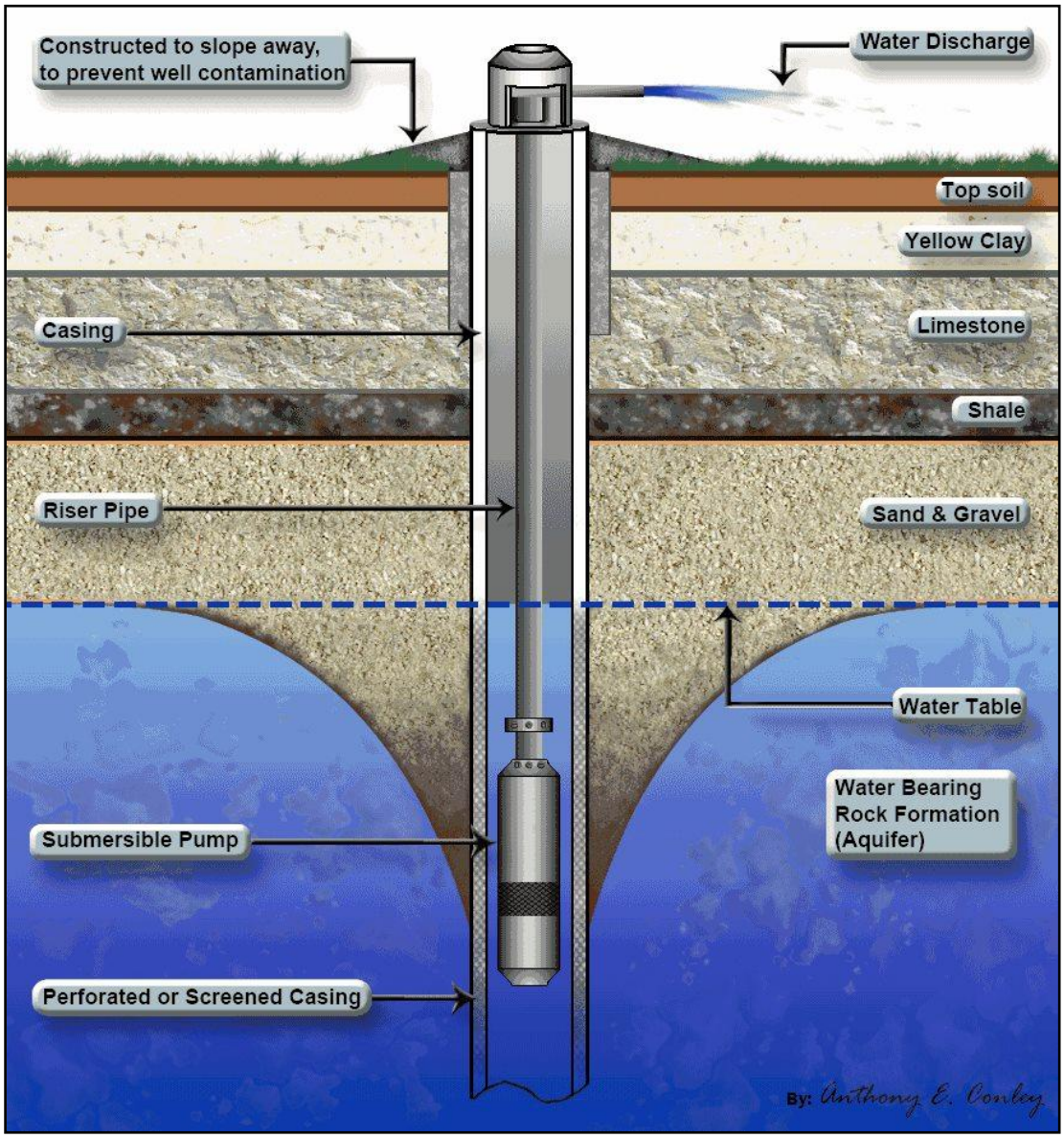
وهي اذرع تثبت بين ماسورة التغليف أو المصافي وبين جدار البئر وذلك أثناء إنزال الغلاف الزلطي العازل لضمان انتظام الغلاف الزلطي.

- **رأس البئر أو فوهة البئر وبيت المضخة (Well Head and Pump House):**

فوهة البئر هي نهاية البئر فوق سطح الأرض ويتم غلقها بإحكام مع وجود ممرات محكمة للكابلات والمواسير لمراقبة مناسيب المياه. كما يتم بناء صخرة من الطوب أو الخرسانة فوق البئر لحماية رأس البئر وهي تضم التركيبات الأخرى مثل لوحة التحكم وعداد المياه وأجهزة قياس الضغط .

- **عزل رأس البئر:**

يتم عزل رأس البئر لمنع دخول أي مواد غريبة داخل البئر بعد إنشاؤه ويتم بذلك تركيب غطاء تحكم لفوهة البئر ويجب أن ترتفع فوهة البئر حوالي 12 بوصة فوق سطح الأرض وإذا كان هناك احتمال وجود فيضانات يجب أن ترتفع من 1 إلى 2 قدم فوق أعلى ارتفاع للمياه قد سجل مسبقا في الموقع و سطح الأرض حول البئر يجب أن ينحدر بعيدا عن رأس البئر وذلك في كل الاتجاهات حتى تمنع تكون برك حول فوهة البئر .**(موقع inspect-ny 2013)**



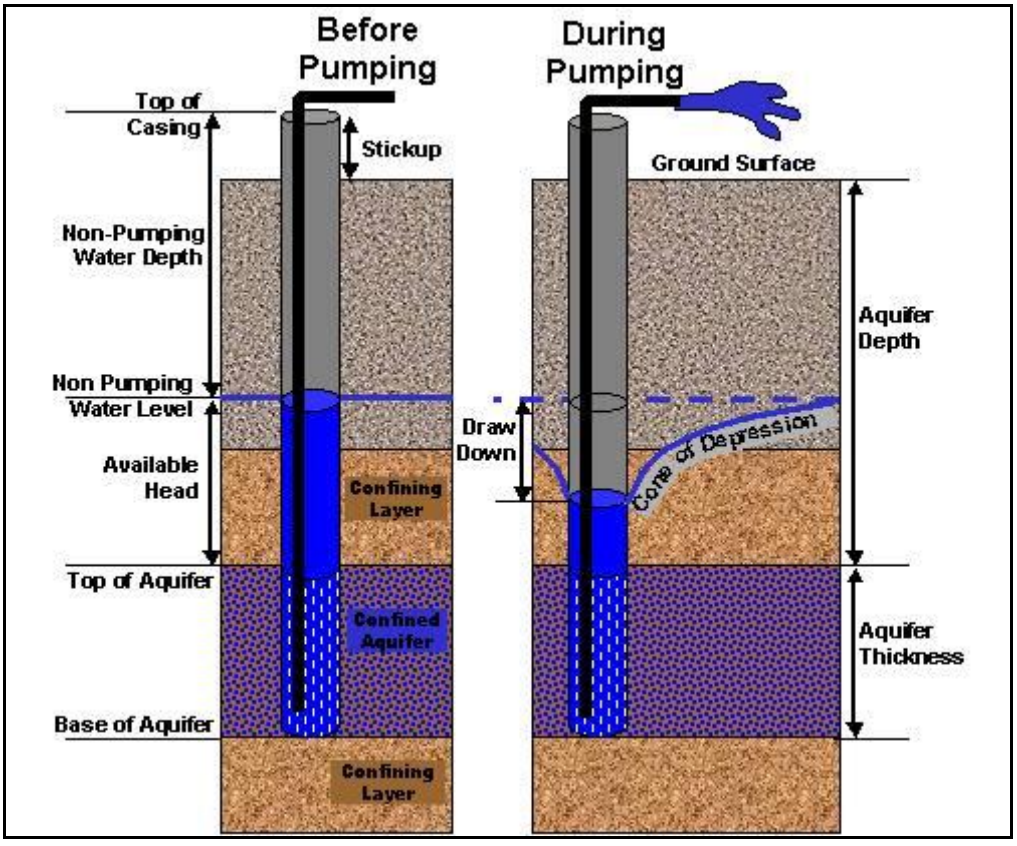
الشكل 7.2: مكونات البئر وهي عاملة أثناء الضخ

(المصدر: موقع inspect-ny 2013)

- **عملية الضخ من البئر:**

يتحرك الماء الجوفي من كل مكان في اتجاه مضخة البئر و تسمى حركة المياه الجوفية هذه بالسريان ألشعاعي و يحدث أيضا هبوط في مستوى السطح الماء الجوفي الذي كان علية قبل عملية الضخ و يكون شكل هذا الهبوط على شكل قمع مركزة في البئر وفى حالة الضخ الزائد سيسحب البئر الماء المالح المتواجد أسفل الماء العذب أما في الحالة الطبيعية

تكون الطبقة الحاملة للمياه الجوفية ممتلئة بالمياه على كامل سعتها التخزينية و تسمى لذلك تلك الطبقة بنطاق التشبع أي أن كل مسامها أو شقوقها مشبعة بالماء و ليس بها هواء و تتلقى الطبقة الحاملة تغذية من ماء المطر أو الماء السطحي و يتحرك الماء الجوفي لكن بسرعة بطيئة نحو منطقة الصرف الطبيعي للخزان الجوفي و هي غالبا البحار و المحيطات و عند تطوير خزان جوفي بحفر أبار فيه ستختلف المعادلة الطبيعية التي يتساوى فيها كم التغذية بالمياه مع كم صرف المياه حيث سيتم سحب جزء من الماء الجوفي بمضخات الآبار وسوف يتلقى الخزان جزء من هذا الماء مرة ثانية عندما تصرفه الأرض المنزرعة على ماء الآبار و في النهاية سيحدث انخفاض لمستوى الماء الجوفي نتيجة الضخ من الآبار بمعنى نقص كمية المياه المخزنة بالطبقة الحاملة لمياه الخزان الجوفي (الشكل 8.2) . **(السلاوي ، 1986)**



الشكل 8.2: مستوي سطح الماء الجوفي قبل وبعد عملية الضخ

(المصدر: الموقع inspect-ny 2013)

3.1.1.2 المشاكل التي تواجه آبار المياه الجوفية:

آبار المياه الجوفية التي لا تُغلَف و لا تُطوّر على أسسٍ علميةٍ صحيحةٍ، كاختبار المصافي ومواسير التغليف وغيرها، تُعطي كمياتٍ ضئيلةٍ من المياه مع مرور الزمن وتقل كفاءتها، وتُعزى مشكلة تراجع كميات المياه إلى الأسباب الآتية:

- إنخفاض مستوى المياه الجوفية.
- تآكل المضخة وتلفها وانسداد أجزائها.
- تآكل المصافي ومواسير التغليف المُثقبة وتلفها وانسدادها بمخلفات التآكل والكائنات الدقيقة.
- انسداد المصافي وثقوب مواسير التغليف بالطين والرمال والأتربة والمواد الناعمة.

(مساوي ، 1985)

1.3.1.1.2 مشكلة التآكل داخل البئر:ـــ

- **التآكل بصورة عامة:**

هو التدهور لخواص المادة الأساسية نتيجة لتفاعل كيميائي أو إلكتروكيميائي مع بيئتها مما يطلق عليها وسط التآكل وليس كنتيجة لعملية ميكانيكية مثل الاحتكاك الحادث في الماكينات وطبقا لهذا التعريف فهناك إمكانية للتآكل ليس فقط المعادن، بل مواد أخرى مثل الزجاج والخرسانة والسيراميك.

- **تآكل البئر (Corrosion):**

عملية تآكل أنابيب تغليف الآبار ومصافي الآبار من الظواهر الخطيرة التي يسببها الماء وتعمل علي تقليل عمر الآبار وأيضاً تقلل كفاءة إنتاجها للمياه وتعمل علي إتلاف مواسير التغليف والمصافي.

إن معدلات تأثير التآكل يعتمد علي درجة حموضة المحلول ووجود أنابيب كعامل مؤكسد وتأثير التحليل الإلكتروني عن درجة حرارة تفاعلات التآكل.

- **المبدأ الالكتروكيميائي لدراسة التآكل:**

غالبية عمليات التآكل تتم كعملية إلكتروكيميائية وخاصة في وجود محلول إليكتروليتي موصل مما يتيح الفرصة لانتقال الشحنات بين معدن ومحلول.

مثال : علي ذلك تفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك:

يعتبر hcl هو العامل الخارجي الذي يسبب التأثير الكيميائي علي مواسير الحديد ويتسبب في تحطيمها وتآكلها بالتدرج ونتيجة التفاعل الكيميائي هو كلوريد الحديد في محلول وغاز الهيدروجين تتصاعد في شكل فقاعات غازية.

$$_2H + {}^{2+}Fe \rightarrow {}^{+}Fe + 2H$$

هذا التفاعل يمكن تقسيمه إلي:

$Fe \rightarrow {}^{2+}Fe + 2e$ تفاعل أنودي (مصعدي)

$2H2 \rightarrow {}^{+}e + {}_2H$ تفاعل كاثودي (مهبطي)

❖ **تصنيف التآكل:**

أولا: من حيث درجة الحرارة يصنف إلى:

- تآكل نتيجة للحرارة المرتفعة.
- تآكل نتيجة للحرارة المنخفضة.
- تآكل جلفاني.

عندما تزيد درجة الحرارة يزداد معدل التفاعل الحادث بين المادة ووسط التآكل لذلك يزداد معدل التآكل. ولذلك بقياس معدل التفاعل يمكن لنا أن نحسب مدة عمر الأداة.

ثانيًا: من حيث البيئة المحيطة يصنف إلى:

- تآكل جاف: يحدث نتيجة لتفاعل كيميائي مباشر (بمعني أنه لا يوجد انتقال للشحنات)، ونواتج التآكل إما أن تكون نواتج متطايرة، ويكون السطح خالي (film free) أو مترسبة مما يؤدي للتراكم على السطح. و من فوائد هذا النوع أنه يحمي السطح من المزيد من التآكل.
- تآكل رطب: نتيجة لانتقال الشحنات خلال السطح الفاصل بين معدنين مختلفين بواسطة محلول إليكتروليتي بمعنى أنه يحدث تفاعل إلكتروكيميائي وتتولد منهما خلية جلفانية أي يشكل أحد المعادن مهبطا ويشكل المعدن الآخر مصعدا.

– تآكل لدن.

❖ **الأشكال المختلفة للتآكل:**

كل أشكال التآكل تصير طبقاً للتأثير الالكتروكيميائي أو الكهروكيميائي وأن وجود الماء ملامساً للمصرف يعتبر أحد العوامل الرئيسية المسببة للتآكل:

- صدأ عام أو الفقد المنتظم للمعدن مع ظهور ثقوب علي بعض الأماكن في سطح الأنابيب الخارجية.
- فقدان أحد عناصر السبيكة تترك بقايا ضعيفة من السبيكة وعلي سبيل المثال فقدان الزنك.
- التآكل عند الوصلات بين معدنين مختلفين وهو ما يسمي بالتآكل الثنائي.
- فقدان بسيط للمعدن يحدث تآكل علي سطحه مما يسبب فتحات وثقوب في الأماكن المعرضة للتآكل.
- شروخ وتشقق ناتجة عن التآكل نتيجة الإجهاد الشديد لبعض الأماكن في البئر أو المصفاة.
- التآكل يحدث عادة في الفجوات التي تكون موجودة تحت الحشوات (اللحام) أو الأطراف المخصصة لمنع التسرب.

أولاً :

الصدأ أو الفقدان المنتظم للمعدن أو الثقوب يكون علي شكل تحطيم منتظم لسطح المعدن وعندما تتآكل مصفاة بهذا الشكل يمكن لفتحات المصفاة أن تزداد في الإتساع تتدريجياً ويتضاعف قطرها إلي درجة كبيرة بحيث تسمح للرمال والحصى بالدخول إلي داخل البئر مع الماء المضخوخ . كما أن درجة قوة المصفاة تنخفض وتقل سماكة المعدن المصنوعة منه وتكون معرضة للإنهيار والكسر (الشكل 9.2).

الشكل 9.2: التآكل الجلفاني للحديد والألمونيوم في وجود ماء مالح

(المصدر: موقع inspect-ny 2013)

ثانياً :

فقدان الزنك (Dezincification) ويسمي بالتآكل الانتقالي إذ أن التأثير علي سبيكة النحاس الأصفر يسبب في فصل وإذابة الزنك عن السبيكة بحيث يترك النحاس الأصفر علي شكل رغوي سامي ويسبب للجزء المتأثر نقص في أبعاد (الشكل والحجم) الجزء الأصل قبل التآكل وبالتالي تنخفض قوة هذا الجزء مقارنة بقوة الجزء الأصل ويمكن أن يحدث إنهيار وتحطيم مفاجئ للجزء المتآكل.

ومن المستحسن أن نقلل نسبة تآكل الزنك في سبيكة النحاس الأصفر بإضافة مانع التآكل لهذه السبيكة وجعلها أكثر مقاومة.

ثالثاً :

التآكل المعدني الثنائي (Bimetallic) يحدث عندما يكون هنالك وصل بين معدنين مختلفين مغموسين في الماء (تكون خلية أو بطارية جلفانية) ويحدث التآكل كتأثير كهروكيميائي للخلية الجلفانية مثل تآكل المصفاة المصنوعة من معدنين مختلفين مثال الصلب الطري والحديد الصلب الذي لا يصدأ ويكون التآكل نتيجة التآكل الجلفاني للصلب الطري و إن فرص تآكل معدن مواسير البئر ومصفاته تكون أكثر إذا ذادت ملوحة المياه الجوفية في الآبار ويسمي (إلكتروليك) ويعرف الإلكتروليك علي أنه محلول أو سائل يحتوي علي أيونات.

ويكون الحديد القطب السالب (الأندر) لفقدان ذرات موجبة الشحنة وهو الذي يعاني من التدمير والتحطيم الناتج عن التآكل الذي يحدث نتيجة وجود معدنين مختلفين في تكوين مصفاة البئر يسمي بالتأثير الجلفاني حيث يسري تيار كهربي نتيجة فرق الجهد الكهربي للمعدنين المختلفين ويمكن لمعدنين من معدن واحد أن تحدثا فرقاً في الجهد الكهربائي كما لو كانا معدنيين مختلفين وإذا بلت ذلك الجزء يتسبب ذلك في تآكل المعدن نتيجة للتأثير الجلفاني بين هاتين النقطتين وذلك نتيجة لإختلاف التركيب والتكوين أو تجهيز سطح أو إختلاف صلابة المعدن من نقطة لأخرى.

حيث تترك أيونات الحديد (F^{++}) سطح المعدن وتدخل محلول الماء لتتحد مع المكونات الكيميائية الموجودة في الماء (الأملاح الذائبة) مع أيون الهيدروكسيد (OH^-) الداخل في تكوين الماء ويتكون هيدروكسيد الحديد وتأكسد جزء من هذا الهيدروكسيد إلي أكسيد حديد بواسطة الأكسجين الذائب في المياه . يخرج هذا الأكسيد من المحلول ويترسب علي سطح المعدن (المواسير) في منطقة الأندر ويحرر هيدروكسيد الحديد ذرة واحدة من غاز الهيدروجين من كل جزي من الماء (H_2O) الذي يتفاعل مع الحديد ذو الشحنة الموجبة.

يحدث التآكل كثيراً عند الوصلات التي تتصل أجزاء الأنابيب فيها ببعضها البعض حيث تعمل الوصلة الملامسة للماء كأندر تقي المنطقة المجاورة لها الماسورة كمنطقة أندر وبالتالي يسري التيار الكهربائي في منطقة الوصلة إلي الجزء المجاور في الماسورة ويتم التآكل عند الوصلات يزداد معدل التآكل وخروج المعدن من منطقة الأندر وتنهار وتتحطم الوصلات بسرعة .

إن جلفنه الصلب تأخذ ظاهرة التأثير الكهروكيميائي في الإعتبار وبالتالي تحمى مواسير الصلب من التآكل خاصة عندما تكون هذه المواسير داخل الماء. **(السلاوي 1986 ، موقع Corronionclinic 2012)**

❖ **طرق الوقاية من التآكل:**

- عمل سبائك لزيادة مقاومة الفلز .
- يغطي الفلز بمادة أخرى ذات مقاومة شديدة للتآكل وقد تكون هذه المادة مكونه من فلز أو مادة عضوية ، والفلزات تنقسم إلى قسمين بالنسبة لمقاومتها للتآكل عند درجة حرارة معينة وتركيز معين:

a. فلزات ثمينة: مثل الذهب، الفضة، البلاتين .

b. فلزات رخيصة وتنقسم أيضا إلي قسمين:-

i. فلزات تقاوم التآكل مثل الألمنيوم، الكروم، الرصاص.

ii. فلزات لا تقاوم التآكل مثل الحديد.

- الطلاءات

يمكن تصنيفها كالأتي:-

- طلاءات عضوية Organic Coating

تشمل البوهيات والطلاء بالراتنج، الورنيش. كما أن هناك مواد عضوية تمنع التآكل كالشحوم والقطران ، لابد من معرفة أن هذه الطلاءات لا تقاوم الحرارة ويمكن أن تحترق أو تتشقق بفعل العوامل الجوية، وقد تم تطوير هذه المركبات بحيث لا تسبب الحرائق .

- طلاءات لا عضوية Inorganic Coating

تشمل المواد الخزفية (فوسفات)، فهي تتحمل الحرارة ومن عيوبها سهلة الكسر وفي محطات حفر الآبار تستخدم اللدائن وتعرف باسم Epoxy polyamide

- طلاءات فلزية Metallic Coating

تستخدم لإعطاء الفلز مواصفات خاصة وهناك نوعان الطلاءات الفلزية وهما:-

- وقاية مهبطيه Cathodic protection

يكون جهد فلز التغطية أعلى من جهد الفلز الأساسي. هذا النوع من التغطية للحديد، الفولاذ، الرصاص، النحاس، النيكل.

- وقاية مصعدية Anodic protection

يكون جهد فلز التغطية أقل من جهد الفلز الأساسي، وهذا النوع من التغطية المصعدية، القصدير، الألمنيوم، الكالسيوم، البوتاسيوم. (موقع 2012 Corronionclinic)

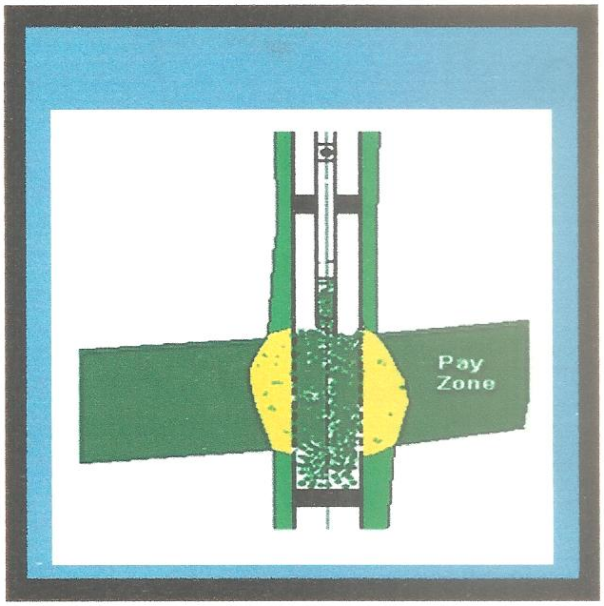
2.3.1.1.2 المشاكل الناتجة عن إنتاج الرمل:

تعتبر عملية إنتاج الرمل من اخطر المشاكل التي تواجه مهندسي المياه في العالم ، وتؤدي هذه المشاكل إلي زيادة تكاليف الإنتاج عن طريق عمليات المعالجة اللاحقة ، وتعتبر هذه العمليات ذات تكلفة عالية ولكنها اقل تكلفة من الأضرار التي تسببها إنتاج الرمل ، لذلك لابد من الحد من هذه المشاكل بصورة أو بإخري .

من هذه المشاكل ما يلي:

- **الحواجز الرملية:**

تتكون الحواجز الرملية داخل أنابيب التغليف أو الإنتاج نتيجة لدخول الماء المنتج وهو محمل بالرمال وبسرعات تكاد تكون منخفضة ليس لها القدرة علي حمل وإيصال الحبيبات ذات الأوزان الثقيلة إلي السطح ، مما ينتج عنه تراكمها داخل الأنابيب . وباستمرار الإنتاج يتم تجمع كميات كبيرة من الرمال الشئ الذي يؤدي إلي تكون الحواجز الرملية داخل الأنابيب ، وبالتالي تمنع حركة الماء المنتج وتحول دون وصوله إلي السطح (10.2).



الشكل 10.2: تكون الحواجز الرملية في قاع البئر

(المصدر: محمد قرشي وآخرون، 2005)

- **تآكل المعدات السطحية وتحت السطحية:**

يعتبر جريان الماء المنتج بسرعات عالية داخل معدات الإنتاج (السطحية والتحت سطحية) وهي محمله بالحبيبات الرملية من أخطر الأسباب التي تؤدي إلي تآكل معدات الإنتاج وذلك بفضل السرعات العالية لمعدلات الإنتاج ، وكذلك الحبيبة ذات النهاية الحادة لها القدرة علي

خدش المعادن . وبالعمل المشترك لهذين العاملين يؤدي إلي تآكل الأسطح الداخلية لمعدات الإنتاج نذكر منها:

i. **المعدات التحت السطحية:**

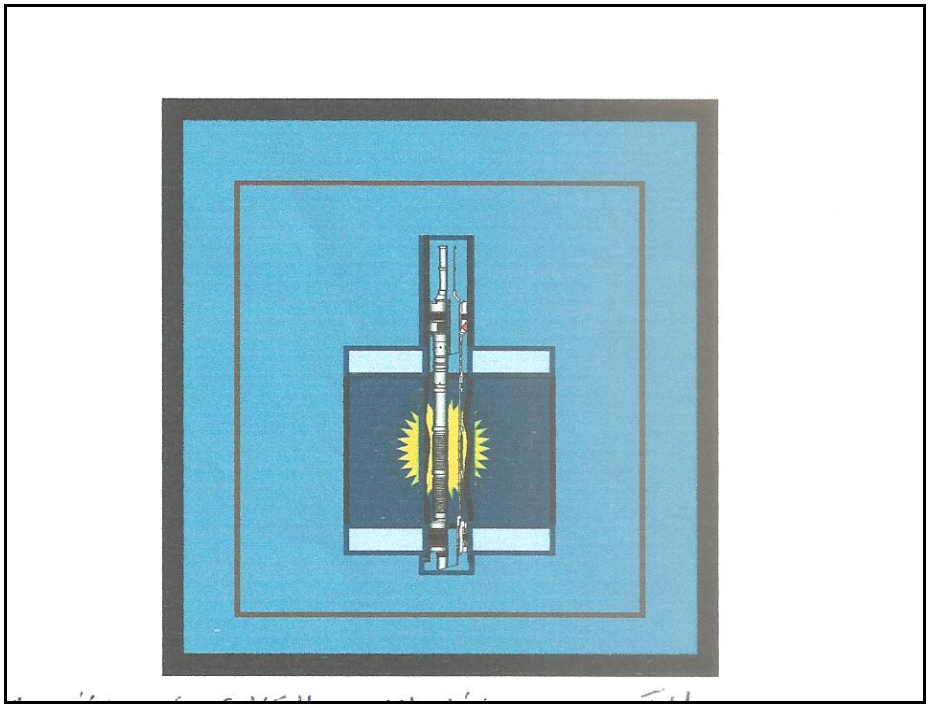
- وصلات التدفق.
- معدات الرفع الصناعي.
- الصمامات القائمة.
- المضخات.
- صمامات الأمان.
- أنابيب الإنتاج.

ii. **المعدات السطحية:**

- الخوانق.
- الأكواع.
- الوصلات علي شكل حرف (T).
- الصمامات السطحية.
- أجهزة القياس.
- معدات رأس البئر.

- **إنهيار أنابيب التغليف:**

تحدث عملية إنبعاج أو إنهيار أنابيب التغليف والأنابيب القاعية نتيجة لتأثير الضغط الهايدروستاتيكي الناتج من الرمال المتحركة والتي تتراكم حول الأنابيب بإستمرار الإنتاج للرمل يؤدي إلي زيادة الضغط علي أنابيب التغليف والأنابيب القاعية الشئ الذي يؤدي إلي تقليل مقاومة جسم الأنابيب وبالتالي يؤدي إلي إنبعاجها (الشكل 11.2).



الشكل 11.2: فشل أنابيب التغليف نتيجة لإنتاج الرمل

(المصدر: محمد قرشي وآخرون، 2005)

- **طرق التحكم بالرمل Sand Control Methods:**

i. حصر معدل الإنتاج Production Rate Restriction:

في بعض التكاوين الرملية الضعيفة مثل تكاوين الحجر الرملي (Sand Stone) فإن الإجهادات التي تنشأ من الإنتاج أو في الانخفاض في الضغط تؤثر علي المادة اللاحمة بين الحبيبات الرملية ونتيجة لذلك تبدأ الطبقة في إنتاج الرمل ، وبالتالي تزداد كميته بإزدياد معدل الإنتاج ، لذلك يتم تقليل كمية الرمل المنتج بإستخدام طريقة حصر معدلات الإنتاج للحصول علي معدل إنتاج الرمل الأقصى (The Maximum Sand Production) الغير مؤثر في إستقرار الطبقات ولتلافي حدوث أضرار جسيمة في البئر.

لذلك نعتبر هذه الطريقة من الطرق قليلة التكاليف والأفضل في الأحيان ، ولكنها غير مقبولة من بعض الشركات بإعتبارها غير اقتصادية ، كما أنها قد تمنع تدفق الرمال من بعض الطبقات نتيجة لتأثير عوامل أخري علي تماسك الحبيبات .

ii. الطرق الميكانيكية Mechanical Methods:

يتم التحكم في الرمل ميكانيكاً عن طريق استخدام المصافي (Screen) أو استخدام طريقة الحاجز الحصوي (Gravel Pack).

عادة يتم استخدام المصافي بصورة مستقلة في البئر (Stand Alone)، أو تستخدم كدعامة ثانوية عند استخدام طريقة الحاجز الحصوي كطريقة أساسية للتحكم في الرمل.

- المصافي بأنواعها Types Of Screens:

تعتبر المصافي (Screens) من الطرق المهمة للتحكم بالرمل (Sand Control) في الآبار ذات التكوينات الرملية (Sand Formation) . وهي تقنية تستخدم مقابل الطبقة الرملية المنتجة كوسيلة لمنع الرمل المنتج (Sand Production) مع الموائع الطبقة (Fluid Formation) من الدخول إلي أنابيب الإنتاج وذلك عن طريق حجز الرمل خارج هذه الأنابيب . حيث تختلف ميكانيكية الحجز حسب أنواع المصافي التي سنستعرضها لاحقاً.

إختيار أي نوع من أنواع المصافي يعتمد علي التقييم الدقيق للبئر والدراسات التي تجرى التكوين لتحديد مثلاً (الضغط – النفاذية – المسامية – الإجهادات الداخلية...الخ) فمثلاً في الآبار العميقة يتم اختيار المصفاة التي تتحمل الضغوط ودرجة الحرارة العالية . كما أن قطر المصفاة يحدد بواسطة أقطار حبيبات الرمل. كذلك نجد أن البيئة الإنشائية (Construction) وشكل المصفاة تؤثر في كمية الرمل المحجوز في الفراغ الحلقي (Annual Space) وبالتالي في كفاءة الجريان للموائع الطبقية.

وخلاصة القول أن نوع المصفاة يؤدي إلي التحكم الأمثل في الرمل وبالتالي زيادة عمر الإنتاج.

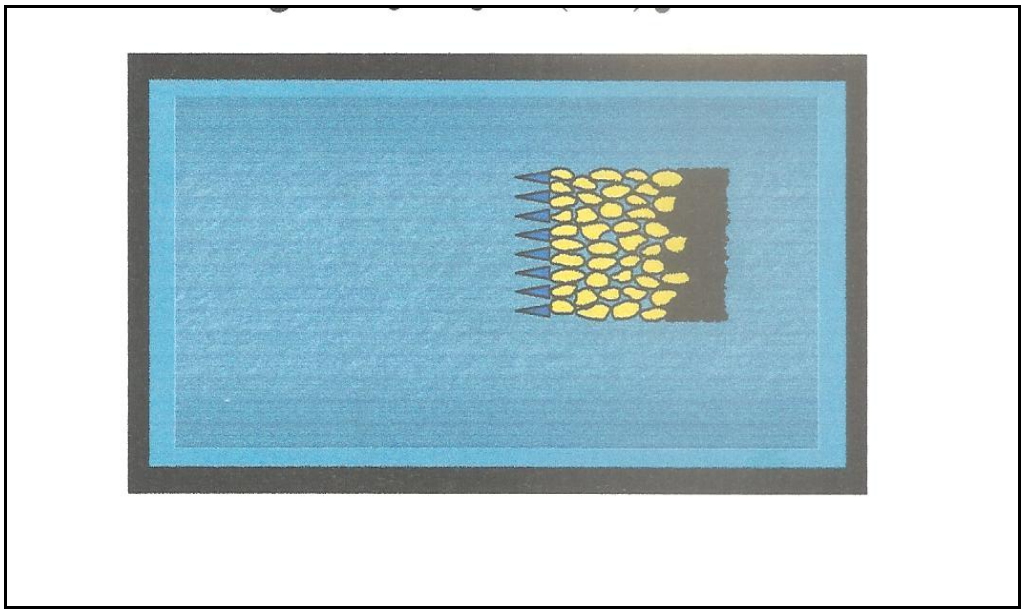
- طريقة الحاجز الحصوي Gravel Packing Method:

تقنية الحاجز الحصوي الترشيحي (Gravel Packing) من أكثر الطرق شيوعاً في الآبار التي يتوقع إنتاج الرمل منها ، من الطبقات الغير متماسكة (Unconsolidated Formations).

هناك نوعان من الحاجز الحصوي :

i. حاجز حصوي طبيعي:

وهذا يتكون طبيعياً في الطبقات ذات الحبيبات المختلفة الأحجام. لذلك نجد أن الحبيبات الرملية الكبيرة سوف تتوضع علي فتحات المصفاة وبمرور الوقت تتوضع الحبيبات الرملية بعضها فوق البعض مشكلة مصفاة ثانوية وذلك لعدم تمكنها من العبور من خلال المصفاة ، وبالابتعاد عن البئر فإن سرعة المياه علي حمل الرمال تقل وبالتالي سوف تتم تصفية طبيعية للحبيبات حسب أقطارها (الشكل 12.2).



الشكل 12.2: الحاجز الحصوي الطبيعي

(المصدر: محمد قرشي وآخرون، 2005)

ii. حاجز حصوي صناعي:

وهذا يتم تجهيزه علي السطح حيث يتم ضخ الحصى إلي داخل البئر بعد خلطه مع مائع المعالجة أو مائع الحمل (Carrier Fluid) حتي يتم وضعه حول الفراغ الحلقي بين المصفاة وجدار البئر في حالة الآبار ذات الإكمال المفتوح (Open Hole) أو الفراغ الحلقي بين المصفاة وأنبوب التغليف في حالة الآبار ذات الإكمال المبطن (Cased Hole) حيث يتم في هذه الحالة توضع الحصى داخل قنوات المثقبة (Channels Perforations) بإستمرار ضخ الخليط (Slurry) فإن مائع الحمل إما أن يتسرب داخل الطبقة أو يعود إلي السطح من خلال المرور في المصفاة.

أن الحاجز الحصوي المكون أمام الطبقة المنتجة يجب أن يكون له نفاذية عالية جداً في حدود (120 دارسي) بحيث تستطيع موائع التكوين المرور من خلاله إلي المصفاة ثم إلي السطح مع

منع رمال التكوين من الدخول إلي البئر . كما أن التوضع المثالي للحاجز الحصوي يؤدي إلي زيادة الانتاجة في البئر. لكن المشكلة التي تواجه هذه الطريقة هي عملية التحكم في رمل الطبقة المنتجة من غير الإخلال الكبير في إنتاجية البئر (Well Productivity).

وتشتمل هذه الطريقة علي إنزال معدات ميكانيكية كالمصافي (Screens) مثل المصافي الحلقية (Wire Wrapped Screen) أو المصافي المشققة (Slotted Liner) مقابل الطبقة المنتجة. هنالك ثلاثة أهداف رئيسية يجب أن تتوفر عند تطبيق طريقة الحاجز الحصوي الترشيحي هي:

- التحكم في الرمل الحر المنتج من الطبقة ومنعه من الدخول إلي البئر.
- الحصول علي عمر إفتراضي كبير لإكمال البئر (Completion Longevity).
- الحصول علي إنتاجية عالية للبئر.

لضمان الوصول لإنجاز هذه الأهداف أعلاه ينبغي علي العاملين الفنين (Operators) أن يكونو ذو معرفة ومؤهلات كافية لأداء هذه الطريقة بصورة سليمة وتامة تحت مدي واسع من الظروف الحقلية (Field Conditions) المختلفة.

إن التحكم الفعال في هذه الطريقة يعتمد علي التصميم والتطبيق الجيد لها ، عن طريق توفير نماذج لعينات (Samples) مختلفة من الطبقة الرملية وأجزاء تحليلات توزيع حجوم الحبيبات عليها ، حيث يتم إعتماداً علي هذه التحليلات إختيار حجم الحصى المثالي وقطر فتحات المصفاة المثالية.

هنالك عوامل أخري تؤثر في فعالية الطريقة كالتجهيزات المطلوبة، اختيار تقنية الإزاحة الفعالة للحصى التي لا تؤدي إلي إنقاص إنتاجية البئر.

وأيضاً عوامل يتم تحديدها للحصول علي كمية تحكم ناجحة للرمال المنتجة عند إستخدام طريقة الحاجز الحصوي تتمثل في:

- تحديد قطر الحصى (Gravel Diameter) اللازم لوقف تحرك الرمال من الطبقة للبئر وقطر فتحات المصفاة.
- تحديد مكان توضع الحصى.

- تحديد الإنتاجية القصوى (Maximum Productivity) من البئر مع تقليل تضرر الطبقة المنتجة بقدر الإمكان.

وضحت التجارب والدراسات الحقلية أن طرق التحكم بالرمل خاصة طريقة الحاجز الحصوي (Gravel Packing) يجب أن تستخدم قبل اضطراب الطبقة نتيجة لإنتاج الرمل ، حيث أن الزيادة في حجم الرمل المنتج تعمل علي زيادة إضطراب الطبقة المنتجة مما يصعب الحصول علي عملية تحكم ناجحة ، لذلك يتم الحصول علي تقارير (Report) لدراسات تجري علي العينات الطبقية لتحديد اضطراب الطبقة.

❖ المكونات الأساسية لطريقة الحاجز الحصوي:

Basic Component of Gravel Packing Method

i. حاجز الحصى Gravel-Pack:

يعتمد طريقة الحاجز الحصوي الترشيحي عند تطبيقها في الآبار ذات الإكمال المبطن أو المفتوح أساساً علي اختيار الحصى اللازم توضعها في المنطقة المستهدفة لتشكيل حاجز ترشيحي أمام الرمل المتدفق . حيث يتضمن التصميم في هذه الحالة اختيار كمية الحصى اللازمة ضخها بالإضافة إلي قطر الحصى اعتماداً علي تحليلات توزيع الحجوم التي تجري علي العينات المأخوذة من الطبقة الرملية وشكل الحصى من ناحية التكور والاستدارة . قطر الحصى المختار يؤثر بصورة كبيرة علي النفاذية قرب تجويف البئر لذلك يتم حساب النسبة مابين قطر الحصى وقطر الرمل (Dg/Ds) التي تؤدي إلي تحقيق نفاذية عالية للحاجز الحصوي.

ii. المصافي Screen:

يتم استخدام المصافي في طريقة الحاجز الحصوي لتوفير دعامة ميكانيكية ثانوية بجانب الحاجز الحصوي المستخدم في التحكم بالرمل المتدفق . وأكثر المصافي استخداماً هي المصافي الحلقية والمصافي ذات القنوات المتناوبة.

إن التصميم الدقيق لاختيار قطر فتحات المصفاة اعتماداً علي قطر الحصى المستخدم يؤدي إلي زيادة فعالية التحكم بالرمل المتدفق.

iii. مائع حمل الحصى Fluid Carrier:

هنالك ثلاث وظائف رئيسيات لمائع حمل الحصى المستخدم في عمليات الحاجز الحصوي (Gravel Backing) هو:

- **نقل الحصى إلي الموقع المستهدف في البئر:**

يجب أن يكون لدي مائع الحمل (Fluid Carrier) المقدرة علي تعليق وحمل الحصى حتي يتم توضعه في المنطقة المستهدفة بين المصفاة وجدار البئر أو أنبوب التغليف .

تعتبر اللزوجة وسرعة الجريان لمائع حمل الحصى عاملان مهمان في تحقيق الشرط أعلاه وبالتالي يجب تحديد هذين العاملين اللذان يحققان فعالية جيدة لنقل وتوضع الحصى عند أداء هذه الطريقة حيث ان التحديد الخاطئ لهما يؤدي إلي حدوث تكوين الحاجز الحصوي في غير الموقع المستهدف بمعني تكونه قبل أوانه (Premature Sand Out) في الممرات الحرجة .

- **الانفصال التلقائي عن حبيبات الحصى:**

إن وظيفة مائع الحمل المستخدم لنقل الحصى عند الوصول إلي الموقع المستهدف تتمثل في الانفصال التلقائي عن حبيبات الحصى وبالتالي توضعه فيه لتحقيق عزل جيد . أما مائع الحمل المفصول إما أن يعود إلي السطح أو يتسرب من خلال الطبقة، ويعتبر الوضع هو الأفضل لتحقيق عملية حجز ناجحة.

أن انفصال مائع الحمل عن الحصى في وقت مبكر جداً عن الوقت المرصود يؤدي إلي تقطع الحصى في غير الموقع المستهدف ، كما أن انفصال مائع الحمل في وقت متأخر عن الوقت المرصود يؤدي إلي حدوث فراغات أو كهوف في الطبقات .وعند انفصال مائع الحمل عن الحصى في الوقت المرصود يؤدي إلي وضع الحصى في المنطقة المستهدفة حيث يترسب بصورة محكمة وتتابعياً مما ينتج عن ذلك تكون حاجز حصوي ترشيحي مثالي مقابل الطبقة المنتجة المراد التحكم بحبيباتها الرملية المتحررة.

- **عودة مائع الحمل من داخل الطبقة عند بدأ الإنتاج:**

الأهمية التي يجب أن يؤديها مائع الحمل هي العودة من الطبقة إلي تجويف البئر عند بدأ الإنتاج دون التقليل من النفاذية ضمن نطاق الطبقة المعالجة بعد وضع الحاجز الحصوي . في الفراغ يبدأ العامل الفني (Operator) في وضع البئر بمرحلة الإنتاج، عندها يبدأ مائع الحمل المتسرب (Fluid Carrier Lost) داخل الطبقة في تغير اتجاه حركته إلي داخل تجويف

البئر. في بعض الأحيان نجد ان خواص مائع المعالجة أو الحمل المطلوب لحمل الحصى تعمل علي تعطيل أو منع عودة مائع الحمل إلي داخل تجويف البئر من الطبقة وكمثال لذلك الموائع ذات اللزوجة العالية التي تبقي داخل الطبقة لمعالجة هذه المشكلة يتم استخدام كاسر الجل (Gel Breaker) بمساعدة مائع الحمل مائع الحمل للعودة إلي تجويف البئر.

من أمثلة موائع الحمل التي تستخدم في عمليات الحاجز الحصوي الترشيحي هي الموائع النيوتونية (Newtonian Fluid) مثل الماء المالح (Brine).

عادة يتم إضافة أنواع من البوليمرات (Polymers) للموائع المالحة لتحقيق فعالية أكثر في نقل وتكوين الحاجز الحصوي. (**محمد قرشي وآخرون، 2005**)

4.1.1.2 طرق إصلاح الآبار ومُعالجتها:

تكون مُعالجة الآبار وإصلاحها بالطريقتين الآتيتين:

- الطريقة الميكانيكية: تعتمد هذه الطريقة على إخراج المعدات من البئر وصيانتها أو استبدالها أو تأهيل البئر بإحدي الطرق التالية (ضغط الهواء ، الغسيل ا لعكسي ، عملية الجردل ، إختبار البئر ، التنمية بالإندلاع) في حالة وجود أي مخلفات ، ثم إعادة المعدات إلى البئر.
- الطريقة الكيماوية: وهي عملية مُعالجة المصافي ومواسير التغليف وأجزاء المضخة المسدودة باستعمال الأحماض والمواد الكيماوية الأخرى من دون إخراجها من البئر. (موقع gattara 2012)

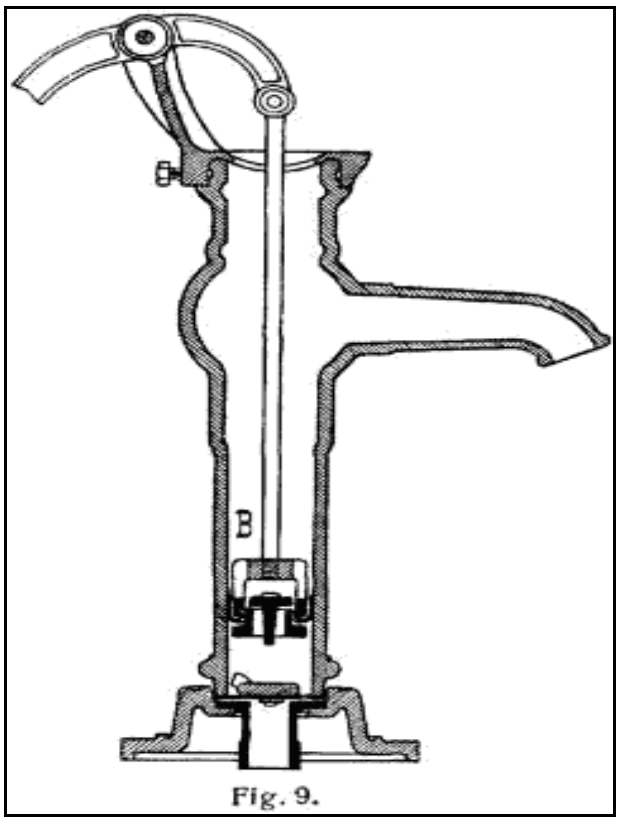
2.1.2 المضخات Pumps:

- **تاريخ المضخات:**

إن أول استخدام للمضخات كان من أجل رفع المياه من مستوى إلى آخر لاستخدامها في عمليات الري و كانت أول وسيلة لذلك ظهرت في بلاد الرافدين نقوش أحادية للشادوف والذي كان يتألف من محور خشبي طويل و يعلق هذا المحور على هيكل خشبي في نقطة ارتكاز تقع في خمس هذا المحور ويعلق في الطرف الأطول دلو و في الطرف الأقصر ثقل من الحجارة وهكذا ينزل مستخدم الشادوف الدلو إلى الساقية لملئه بالماء ليقوم الثقل الموازن برفعه و إفراغه في المكان المناسب.

- **المضخة:**

عبارة عن أداة غرضها تحريك الموائع ضمن نظام الأنابيب ورفع ضغط السائل ويمكن أن تعرف بأنها آلة تستخدم وسائل متعدد ة لنقل الطاقة لزيادة ضغط المائع العامل، تزيح المضخة الحجم بفعل فيزيائي أو ميكانيكي (الشكل 13.2).



الشكل 13.2: مضخة يدوية ماصة كابسة

(المصدر: موقع en.Wikipedia 2013)

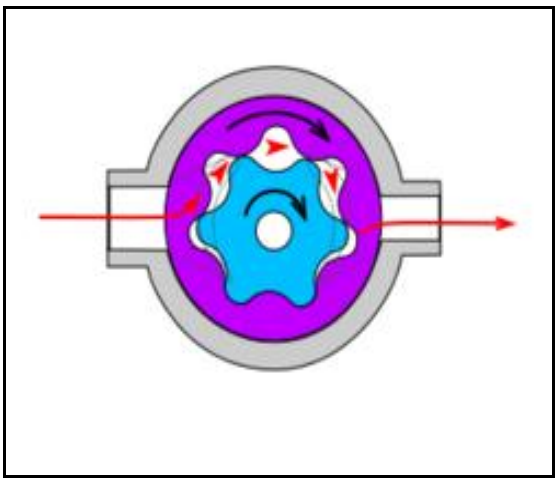
- **أنواع المضخات:**

المضخات بجميع أنواعها تصنف ضمن مجموعتين رئيسيتين:

i. المضخات ذات الإزاحة الإيجابية (Positive Displacement Pumps).
ii. المضخات ذات الحركة الدائرية الديناميكية (Rot Dynamic Pumps).

- المضخة ذات الإزاحة الإيجابية هي التي تعمل بإزاحة المائع (سوائل – غازات) عن طريق حجز كمية ثابتة منه ومن ثم دفعه إلى أنبوب التصريف أو الخروج ومنها:

- مضخات يدوية ماصة كابسة.
- مضخات لولبية يدوية.
- مضخات ذات التروس وقد تكون يدوية أو آلية وتستخدم في ضخ السوائل ذات الكثافة العالية كالزيوت (الشكل 14.2).
- المضخات ذات الغشاء المطاطي Diaphragm وهي تستخدم للأعمال البسيطة، مثل مضخات الدم.



الشكل 14.2: مضخة ذات التروس

(المصدر: موقع en.Wikipedia 2013)

- المضخات ذات الحركة الدائرية الديناميكية (Rot Dynamic Pumps) منها:

i. **مضخة الطرد المركزي** Centrifugal pump:

هي مضخة دوران ديناميكي تستخدم (Impeller أو دفاعة السائل) ووظيفته هي زيادة ضغط السوائل وذلك عن طرق دفع السائل.وتستخدم مضخات الطرد المركزي عادة لنقل السوائل خلال الأنابيب.عند دخول السائل إلي (impeller أو دفاعة السائل)أو يكون بالقرب منه علي طول محور الدوران يتم دفعة بواسطة (impeller أو دفاعة السائل)حيث يتدفق السائل إلي داخل غرفة حلزونية ويتم خروجه بعد ذلك إلي المصب ومنها إلي الأنابيب وتستخدم أيضا

مضخات الطرد المركزي لتصريف كمية كبيرة من المائع (السائل) خلال أنابيب ذات رؤوس صغيرة في نهايتها.

ii. المضخات الغاطسة Submersible Pumps:

بعد التحدث عن المضخات الطاردة المركزية سوف نتحدث عن احد الإنجازات الحديثة في صناعة المضخات إلا وهى المضخات الغاطسة (الشكل 15.2).

الشكل 15.2: المضخات الغاطسة (المصدر: موقع Britannica)

هي في الأصل مضخة طرد مركزية مزود ة بمحرك كهربائي يمكن العمل وهو غاطسا تحت سطح الماء ودائما يكون المحرك الكهربائي في الأسفل.

ويعزى هذا الانتشار الكبير للمضخات لتحسين أداء وعمل المحرك بالإضافة إلى الوصلات والأسلاك الكهربية والسدادات التي تجعل المحرك معزولا عن الماء عندما يكون مغمورا كما إن يمكن لهذه المحركات إن تعمل بكفاءة في أعماق تصل (150) متر تحت سطح الماء أي ما يوازى ضغط إستاتيكي حوالي (6^10* 1.37 باسكال) ومن أهم مزايا المضخة الغاطسة الاستغناء عن عمود الإدارة الطويل ومجموعة كراسي التحميل اللازمة للمضخة التوربينية

الراسية والتي تدور بواسطة الآلة الإدارة أو موتور موضوع فوق سطح الأرض بالإضافة يمكن الاستغناء عن غرفة المضخة اللازمة للمضخة التوربينية ويمكن استخدام المضخات الغاطسة في أعماق الكبيرة جدا حيث يكون تأثيرها قليلا بأي انحراف رأس أو اعوجاج في تصميم البئر.

- **تركيب المضخة وإدارتها:**

تتكون المضخة من مجموعة المضخة والمحرك الكهربائي كوحدة واحدة ثم أنابيب الضخ وأخيرا مجموعة الرأس وكابل أو سلك الكهربائي المغمور تحت سطح الماء.

أولا : مجموعة المضخة والمحرك الكهربائي:

ويصنع عمود الإدارة من الحديد الصلب غير قابل للصدأ وهو قصير جدا ومركب علية الدفاعات المروحية المصنوعة من البرونز وتكون الدفاعات مغلفة أو شبة مغلفة في حالة استخدام ضغطا عاليا ويتم دخول الماء من المرشح أو مصفاة موضوعة بين الموتور الكهربائي والمضخة.

أما المحرك الكهربائي فيكون قطرة مساويا طاسه المضخة ولكنة يتميز بأنة أطول بكثير من المحركات العادية وهو من النوع الحثى المسمى بمحرك قفص السنجاب والذي يمكن أن يكون من النوع الذي يشحم بالزيت أو الماء .. إما إذا كان يشحم بالزيت نجد أن المحرك موجود بداخلة صندوق صلب مملوء بزيت خفيف ذو شدة أو قوة عزل عالية ، ويكون هناك عادة سدادة من الزئبق موجودة فوق الموتور أو عضو الإنتاج الكهربائي وذلك لمنع تسرب الزيت أو دخول الماء عند نقطة مرور عمود الدوران المحرك من خلال العلبة إلى الدفاعات المروحية.

أما إذا كان المحرك من نوع الذي يبرد ويزيت بواسطة الماء ففي هذه الحالة نجد أن مياه البئر يمكن أن تصل إلى المحرك حيث نجد عمود الدوران الخاص بالمحرك وكراسي التحميل تعمل في الواقع داخل المياه إما العضو الساكن من الموتور والذي يتكون من مجموعة من ريش نصف قطرية فنجدها معزولة عن العمود الدوران وذلك بواسطة حشوه رقيقة من الصلب غير قابل للصدأ ويحيط بعمود الدوران مصفاة وذلك لمنع دخول شوائب صلبة إلى داخل المحرك.

ثانياً : إنزال وتشغيل وإدارة المضخات الغاطسة:

إن سهولة تركيب وإنزال المضخة الغاطسة يعتبر ميزة هامة من ميزات هذه المضخات حيث يتم إنزال مجموعة المضخة والمحرك الكهربائي أولا داخل البئر وذلك بإضافة وصلات أنابيب حسب العمق المطلوب إنزال المضخة إليه ولكن قبل عملية إنزال المضخة داخل البئر يجب إجراء تجربة للمضخة للتأكد من مدي صلاحيتها في العمل.

ويجب اخذ الحظر الكامل إثناء إنزال المضخة والأنابيب لتجنب أي تحطيم لغلاف الكابل الكهربائي الخارجي العازل للماء بواسطة اصطدامها أو احتكاكها بأنابيب تغليف البئر أو أنابيب فوهة البئر.

ويجب ربط الكابل الكهربائي وتثبيته إلى خط أنابيب الضخ كل مترين ويثبت خط أنابيب الضخ الحامل للمضخة الغاطسة وذلك بواسطة كماشة أنابيب تكون موجودة على فوهة البئر ويزود أنبوب الضخ بصمام تحكم أو تنظيم على فوهة البئر.

ولا تحتاج المضخة الغاطسة إلى بيت للمضخة والمحرك علي سطح الأرض حيث إن المضخة والمحرك موجودان داخل البئر. ولكن توجد بجانب البئر لوحة التحكم الكهربي المتكونة من مفتاح التشغيل وعداد كهربائي بداخل صندوق مضاد للماء.

ويجب إن تتم مراقبة نوعية المياه المضخوخة في بداية الضخ بحيث يجب إن تكون خالية من الطين أو الرمل أو أي شوائب أخرى وإذا كانت المياه المضخوخة تحت ويعلوه طين أو رمل أو شوائب فمن الخطأ إن توقف المضخة لان ذلك يمكن أن يسبب تراكم حبيبات الرمل أو طين هذه داخل المضخة وعلى قمة صمام عدم الرجوع وهذا ما يسبب تعطيلها . أما الطريقة المثلي في حالة وجود هذه الشوائب فهو جعل صمام تحكم مقفولا جزئيا ويستمر الضخ حتى تصبح المياه المضخوخة نظيفة وخالية من الشوائب السابق ذكره.

ومن ثم يمكن زيادة فتحة صمام التحكم ومراقبة ما إذا كان ازدياد معدل الضخ تسبب في إخراج شوائب أخرى مع مياه البئر المضخوخة وإن وجدت يمكن تعديل فتحة صمام التحكم بحيث تصبح هذه الشوائب اقل ما يمكن ، وتستمر عملية تعديل فتحة صمام التحكم هذه حتي نصل إلى فتح الصمام كاملا وضخ المياه صافيا بدون إن تخرج أي شوائب من البئر في أي وقت هنا فقط يمكن إيقاف المضخة وتكون جاهزة للعمل في أي وقت أخر بصورة جيدة.

ومن المعروف أن المضخات الغاطسة لا تحتاج إلى صيانة إلا بعد حوالي 6000 ساعة عمل أو ما يعادل سنتين شغل وذلك إذا كانت تعمل في ظروف عمل مناسبة وسليمة.

وفى هذه الحالة يتم إخراج المضخة من البئر وعمل الصيانة اللازمة لها طبقا لمواصفات وتوجيهات المصنع. **(فاروق عبداللطيف وموقع 2013 en.wikipedia)**

❖ **الأعطال الشائعة في المضخات الغاطسة:**

من الأعطال الشائعة التي تحدث للمضخات الغاطسة هو إن تعمل المضخة ولكن بتصرف اقل من المقدار لها أو لا تعطى مياه على الإطلاق ومن أسباب هذه الأعطال:

- المحرك يعمل في الاتجاه العكسي وخصوصا في مضخات التي تعمل بنظام الكهرباء ثلاثي أطوار.
- علو الضغط اكبر من طاقة المضخة الممكنة.
- انسداد فتحة السحب الخاصة بالمضخة بواسطة مواد غريبة او ترسبات ملحية أو انهيار جوانب البئر فوق فتحة السحب.
- انسداد المضخة بواسطة فقاعة هواء أو جيب الهواء. حيث يسبب وجود هذا الجيب عدم خروج الماء نهائيا من المضخة.
- انخفاض الجهد الكهربائي عن المقدار المطلوب لتشغيل المضخة.
- انسداد صمام عدم الرجوع الموجود فوق المضخة.
- إنسداد أنابيب الضخ أو التصرف بأي عائق.
- خطا في التوصيل الكهربائي.
- إحتكاك ميكانيكي في المضخة أو المحرك.
- حدوث ثقوب في أنابيب الضخ والتصريف تسبب في تسرب المياه قبل وصولها إلى سطح الأرض. **(حساوي وآخرون**، 1984)

3.1.2 خزانات المياه (الصهاريج) Water Tanks:

خزانات المياه تعد واحده من أهم المكونات التي لابد من إختيارها بعناية بالإضافة إلي جودة نوعية المادة المستعملة فيها لأنها بكل بساطة من أهم أسباب الحفاظ علي الصحة وجعل مياه الشرب على أفضل حال بدون تلوث.

- **تعريف خزان المياه:**

هو مكان يتم فيه تجميع وتخزين مياه الشرب والحفاظ على خواصها الطبيعية والحد من حدوث أي تلوث لها، على أن يكون الخزان مطابقاً للمواصفات الفنية ومن أهم الفوائد في إستخدام الخزانات هي :

- الإستفادة من الماء المخزون في حالة عدم التشغيل أو عند حدوث خلل فني او للصيانة .
- الخزان المائي يعوض الخزان الإستهلاك الدوري ويتم نصب الخزانات الخدمية في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية مع ملائمة موقعه من الناحية الطبوغرافية وهذا الموقع يحدد نوع الخزان المطلوب إستعماله وتكون:

i. خزان عالي علي هيكل حديدي أعلي من مستوي الأرض الطبيعية.
ii. خزان حديدي أو كونكريتي علي أرض طبيعية عالية.

- **تصنيف الخزانات:**

تصنف خزانات المياه إلى عدة أنواع حسب موقعها وطبيعة إنشائها والمواد التي تصنع منها، وحسب استخدامها، ومكان تواجدها، ويتم تصنيفها كالتالي:

i. حسب موقع الخزان:

- الخزان الأرضي :

عبارة عن خزان لجمع المياه يقع في أرضية المنشأة ومصمم ومنفذ حسب المواصفات الفنية، وحجمه يتوافق مع متطلبات عدد السكان في هذه المنشأة.

- الخزان العلوي :

عبارة عن خزان لجمع المياه يقع في الدور الأعلى للمنشأة التي يتبعها الخزان ومصمم ومنفذ حسب المواصفات الفنية، وحجمه يتوافق مع متطلبات عدد السكان في هذه المنشأة، أو أن يكون الخزان منفصلاً عن المبنى وبارتفاع مناسب.

ii. حسب المواد التي يصنع منها الخزان:

- خزان من الخرسانة المسلحة:

عبارة عن خزان أرضي أو علوي لجمع المياه، منشأ من الخرسانة المسلحة، ومنفذ حسب المواصفات الفنية.

- **الخزانات الصلب (الصهاريج الفولاذ):**

خزانات حديدية تختلف بطريقة تركيبها منها:

i. صفائح حديدية تربط بواسطة اللحام.
ii. صفائح حديدية تربط بواسطة البراغي (صامولة).
iii. صفائح حديدية تربط بواسطة الكبس.

- **خزان الصاج:**

عبارة عن خزان لجمع المياه، مصنوع من مادة الصاج ومطلي من الخارج والداخل بمادة مانعة للصدأ ومطابق للمواصفات الفنية، ويكون إما ثابتاً مثل خزانات المنازل وبرادات مياه الشرب التي في الشوارع أو بعض الأماكن العامة أو متنقلاً

- **خزان البلاستيك الصحي:**

عبارة عن خزان لتجميع المياه، مصنوع من مادة البلاستيك غير الضارة بصحة الإنسان، ومطابق للمواصفات الفنية ويتكون من طبقتين وهي البولي ايثلين الطبقة الخارجية مضاف إليها مادة أكسيد الكربون الأسود بنسبة 2% حيث تقوم هذه المادة بامتصاص الأشعة الفوق البنفسجية ذات التردد العالي والتي يمكن أن تؤثر على مادة الخزان أما الطبقة الداخلية فتتكون من البولي ايثلين النقي وهي بيضاء اللون وذلك حتى يتثنى لمستخدمي الخزانات أن يعرفوا درجة نقاء المياه وهذه الطبقة تكون ملساء وذلك لمنع تكون وتكاثر الطحالب والبكتريا على السطح الداخلي للخزان.

iii. حسب طبيعة الاستخدام:

- **الخزانات العامة:**

وهي خزانات تجميع المياه المستخدمة لإمداد المياه إلى المدن أو القرى أو الجهات الحكومية مثل المدارس، الجامعات، المساجد، المستشفيات.. الخ والمنشأة طبقاً للمواصفات الفنية، ومنها أيضاً الخزانات المنشأة في محلات تقليل الملوحة ومصانع المياه ومصانع الأغذية .

- **الخزانات الخاصة:**

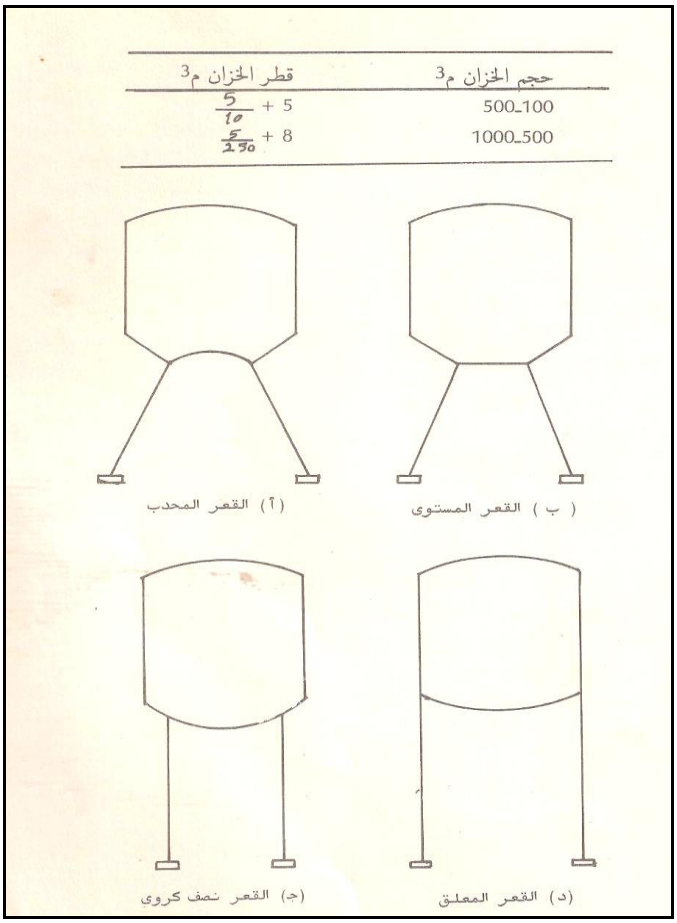
وهي الخزانات التي يتم إنشاؤها في المنازل والمجمعات أو الوحدات السكنية .

- **حجم وشكل خزانات المياه:**

أن حجم الخزانات المائية تحددها طاقة المشاريع فيمكن أن يكون خزان واحد بالنسبة للمشاريع المحدودة القابلية أو عدة خزانات موزعة في مختلف مناطق المدينة بالنسبة للمشاريع ذو الطاقة العالية وتتراوح سعة الخزانات بين (100 – 2000)م^3 أما أشكالها فتكون مختلفة تعتمد علي التصميم والمادة المصنوع منها الخزان.

فالخزانات المصنوعة من الخرسانة أو الفولاذ تكون أسطوانية مع قاعدة يشكل محدب إلي الاعلي أو قاعدة مستوية إما الأحواض الحديدية فتكون القاعدة بشكل نصف كروي أو بشكل قبة وكما موضح في الشكل (16.2).

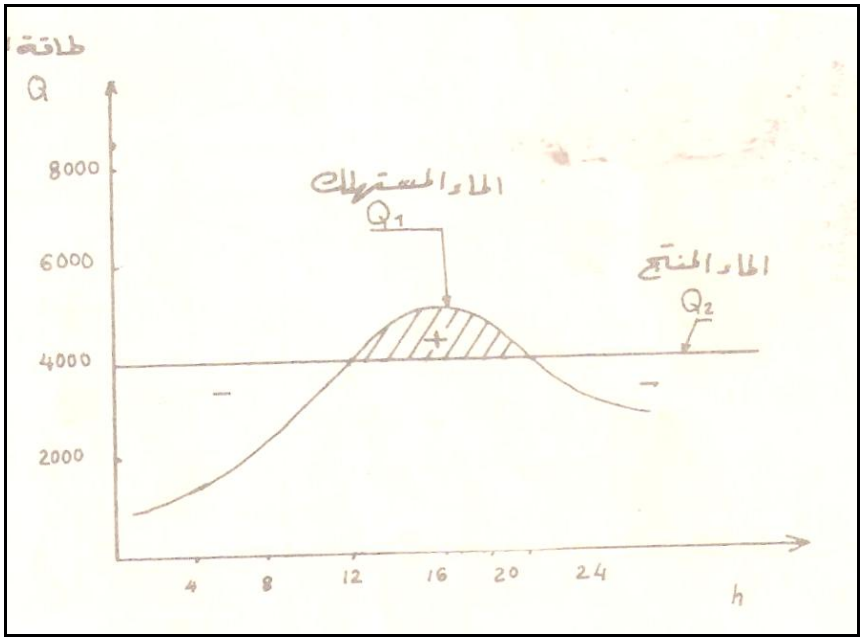
وبسبب الإعتبارات الإنشائية فإن العمق للخزان يبقي مساوياً إلي القطر ويمكن إستعمال المعادلات لمعرفة القطر للأحواض الدائرية.



الشكل 16.2 : أشكال الخزانات المائية العلوية(المصدر: حساوي ، 1984)

- **تحديد سعة الخزانات:**

يتم تحديد سعة الخزانات علي إستهلاك المدينة أو المنطقة للماء بموجب التصاميم المعدة لذلك، وأن سعة الخزان (الخزانات) تساوي مجموع أقصي فائض في ساعات الصباح والليل لتلافي إستهلاك الذروة أثناء النهار (peak demand) و أن كمية المياه المنتجة تكون ثابتة في معظم الحالات أما كمية المياه المستهلكة فتكون غير ثابتة فنراها أحياناً أقل من معدل المياه المنتجة وأحياناً أكثر منها أي (إستهلاك الذروة) إذن سعة الخزان يجب أن تكفي لسد حاجة إستهلاك الذروة والتي لا تقل عن 30% من طاقة المشروع وكما موضح في الشكل (17.2).



الشكل 17.2 : رسم يبين المياه المنتجة والمستهلكة وعلاقتها مع سعة الخزانات

(المصدر: حساوي ، 1984)

- **إختيار مواقع الخزانات:**

موقع الخزان يعتمد علي تصميم الشبكة ويتم إختيار موقع الخزان في مركز الإستهلاك (مركز المدينة) فيكون الضخ مباشرة إلي الخزان ومنه إلي الشبكة وذلك بضخ الماء إلي الخزان بالأنبوب الصاعد ومن ثم إلي الشبكة من الخزان بواسطة الأنبوب النازل كما أنه من الممكن أن يوضح في نهاية الشبكة وفي هذه الحالة يضخ الماء إلي الشبكة مباشرة ومن ثم يضخ الماء الفائض إلي الخزان ثم يرجع إلي الشبكة عند الحاجة كما أنه من الممكن وضع الخزان في بداية الشبكة ويضخ إلي الخزان والشبكة.

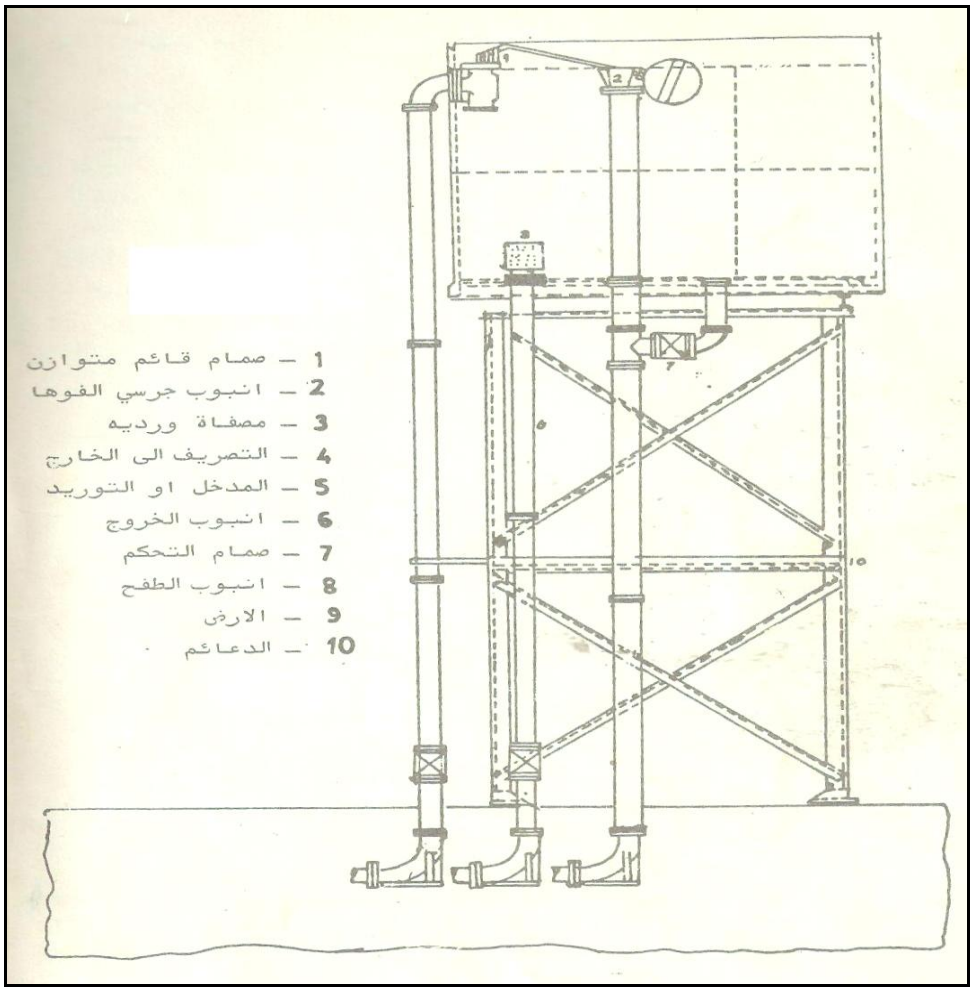
والإختيار الصحيح لموقع الخزان يجب أن يكون في مركز الإستهلاك (مركز المدينة) علماً بأنه من الممكن إختيار موقع الخزان في المنشأت الضخمة كالعمارات والبنايات التحتية ذات الطوابق المتعددة وخاصة في المدن.

- **عمل الخزان:**

كما ذكر في البداية الخزان يقوم بخزن المياه عند الحاجة ويكون عمله كالأتي:

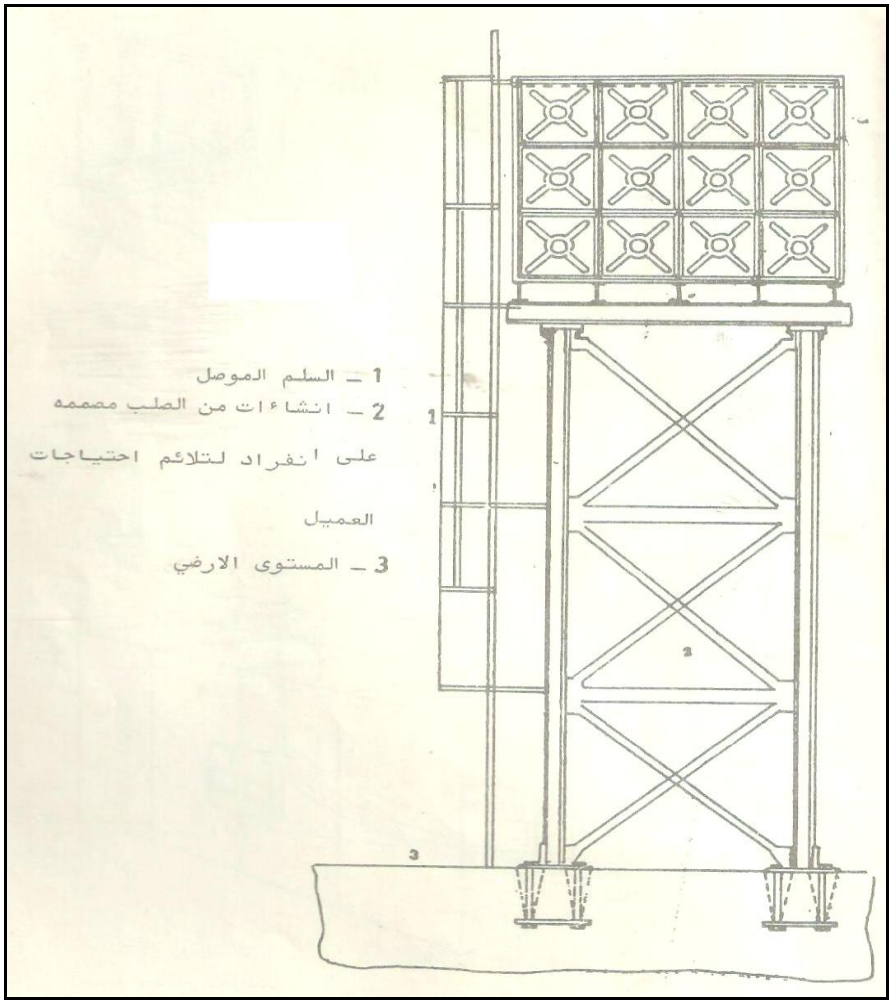
يضخ الماء بواسطة أنبوب رئيسي إلي الخزان ويصعد الماء بواسطة الأنبوب الصاعد إلي القسم العلوي من الخزان ويربط علي الأنبوب الصاعد قفل مانع الرجوع لغرض السيطرة علي الماء وقفل السيطرة لغرض أعمال الصيانة. أما الأنبوب النازل والذي يقوم بتغذية الشبكة بالماء والذي يبدأ في القسم السفلي للخزان ثم ينزل ويرتبط بالشبكة وهناك قفل علي الأنبوب النازل لغرض السيطرة علي المياه في الشبكة كما أن هناك أنبوب الغسيل الذي يثبت في أسفل الخزان وهذا الأنبوب يصرف المواد المترسبة في الخزان ويكون مرتبط بأنبوب تصريف المياه الفائضة ويمكن السيطرة علي هذا الأنبوب بواسطة قفل والذي يمكن إستعماله عند الحاجة لغسل الخزان وتصريف مياه الغسيل.

من الممكن ربط الشبكة بالأنبوب مباشرة بالإضافة إلي ربطها بالأنبوب النازل ووضع قفل مانع الرجوع لغرض الإستفادة من الضخ مباشرة أثناء الحاجة القصوى إلي الشبكة وعندما يقل الإستهلاك في الشبكة يصعد الماء إلي الخزان لغرض الخزن كما موضح في الشكلين (18.2) و(19.2).(**حساوي وآخرون**، 1984)



الشكل 18.2 : نظام عمل الخزان

(المصدر : حساوي ، 1984)



الشكل 19.2 : الخزان العالي (المصدر: حساوي ، 1984)

- **اشتراطات التصميم والتنفيذ والصيانة:**

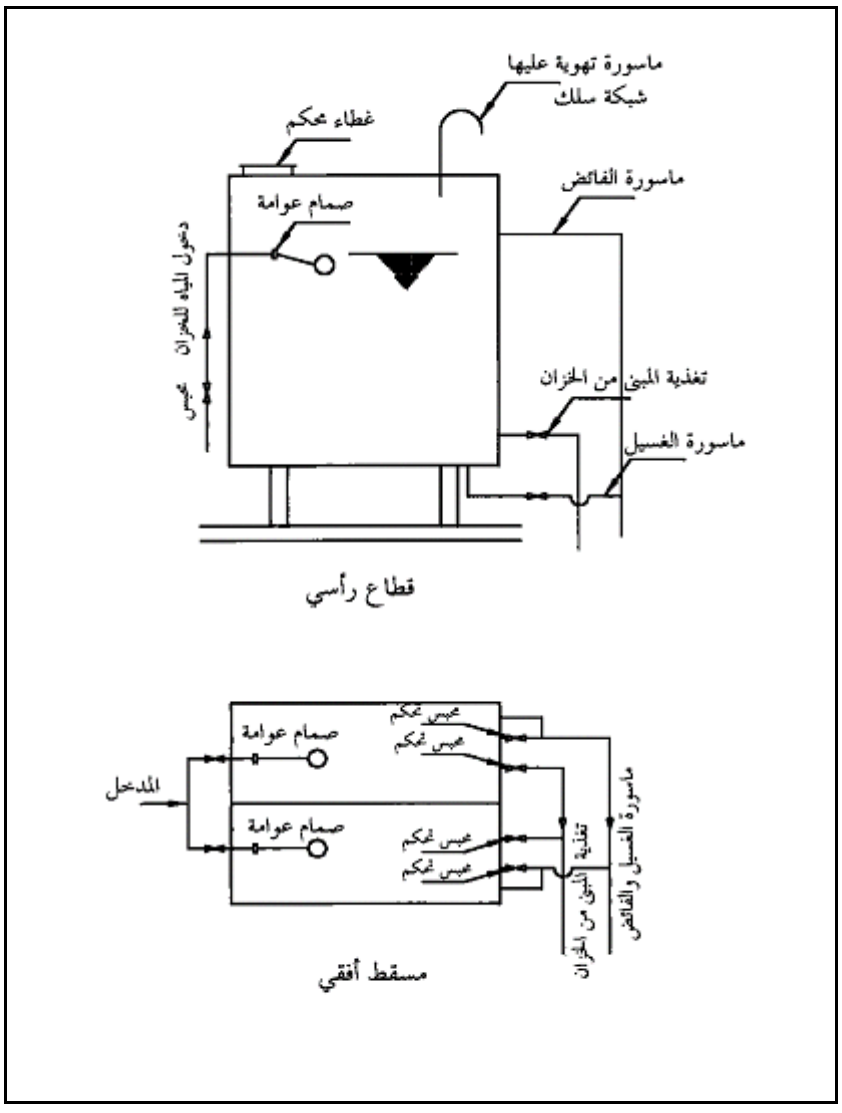
– يراعى دهان حوائط وأرضيات الخزانات من الداخل بمادة مانعة لتكون الطحالب والفطريات والبكتريا وذلك بعد عملية غسيل الخزان من الكلور وكذلك بعد كل عملية تنظيف.

– يجب أن تتوافر في الخزانات مادة عازلة للمياه لمنع رشح المياه من الخزان وأن تكون فتحة الخزان محكمة بحيث لا تسمح بدخول الأتربة والحشرات والقوارض ومانعة لنفاذ أشعة الشمس.

– يزود كل خزان بماسورة للغسيل بقطر يتراوح بين 1 بوصة و 4 بوصات حسب حجم الخزان وتوضع بمستوى قاع الخزان (أرضية) وتوصل إلى ماسورة الفائض مع ضرورة عمل محبس عليها يفتح وقت الغسيل فقط ، ويراعى عند إنشاء هذه الخزانات أن يكون قاعها مائلاً نحو فتحة الغسيل المذكورة بميل 0.5 سم لكل متر على الأقل.

– يزود كل خزان بماسورة أو أكثر للتهوية تتصل بالهواء الخارجي مخترقة سقف الخزان وتنتهي بكوع مقلوب لموازنة الضغط الجوي داخل الخزان منعاً من التضاغط والتخلخل أثناء الملء والتفريغ ويركب على الكوع المذكور شبكة سلك لمنع دخول الحشرات والمواد الغريبة.

– تعمل بسقف الخزان فتحة أو أكثر بأبعاد مناسبة لا تقل عن 70×80 سم للنـــزول داخله لتنظيفه وصيانته ، ويكون لهذه الفتحة غطاء محكم ، كما يجب أن يكون هناك فراغ أسفل الخزان لا يقل ارتفاعه عن 60 سم لسهولة تركيب ماسورة الغسيل ولصيانة الخزان والمواسير والأجهزة الملحقة به كما في الشكل (20.2). **(موقع salamaty 2013)**



شكل 20.2: تفاصيل توصيلات الخزان العلوي

(المصدر: موقع momra.gov.sa 2013)

- **صيانة الخزانات:**

– الخزانات يجب أن تكون لها صيانة مستمرة ولحماية الخزانات يجب أن تطلي من الداخل بأصباغ جيرية غير سامة ومن الخارج بأصباغ فاتحة اللون لتعكس أشعة الشمس.

– تعقيم الماء يحتاج إلي غاز الكلور أو مشتقات الكلور تتم عملية التفاعل لمادة الكلور بالماء لمدة لا تقل عن نصف ساعة فالخزانات الأرضية داخل المشروع يجب أن يكون للخزان الأرضي يكفي (1–2) ساعة أن هذه المدة تكفي للتفاعل مع الكلور ولكي يصل الماء إلي المستهلكين معقم.

– الخزانات من النوع الحديدي المضغوط (PRESSED STEEL) تحتاج إلي معجون خاص يوضع بين الصفائح لملء الفراغات ومنع الخزان من النضوح فإذا فرغت والذي يؤدي إلي نضوح الخزانات وكما في الشكل.

– في موسم الصيف يكون الإستهلاك للماء كبير واعتياديا تكون كمية المياه في الخزانات قليلة خاصة أثناء النهار فبتأثير أشعة الشمس يتبخر قسم من الماء مع الكلور وبالنتيجة تتكون حوامض مثل حامض الهيدروكلوريك (HCL) والذي يقوم بتآكل الحديد وخاصة في المناطق التي لا يوجد فيها الماء ولهذا تكون المناطق العليا من الخزانات أكثر تلفاً من المناطق السفلي.

– إذا دخلت أشعة الشمس إلي الخزان فإن تأثيرها علي الماء يؤدي إلي نمو طحالب أي (Algae) وهذا يفضل أن تكون الخزانات معقمة (مغطاة) بالإضافة إلي إستعمال الكلور الذي يقضي علي البكتريا والطحالب. **(حساوي ، 1984)**

4.1.2 شبكات الإمداد بالمياه:

- تعد الشبكات المركزية للإمداد بالمياه جزءاً أساسياً من البنية التحتية في أي تجمع سكاني معاصر (قرية،مدينة)، حيث أن التقصير في تزويد السكان بالمياه يمكن أن يؤدي إلى المشاكل التالية:
- قيام السكان بتأمين احتياجاتهم من مصادر أخرى قد تكون مياهها غير صالحة .
- إن طريقة إيصال المياه إلى المستهلكين قد يؤدي إلى تلوث المياه (شبكات غير نظامية/صهاريج توزيع مياه/بيع المياه في عبوات غير نظامية) .

- إن عدم وجود شبكات مركزية للإمداد بالمياه، يت وافق مع عدم وجود صرف نظامي للمياه المستخدمة ويؤدي هذا إلى تلوث المياه والتربة.
- إن حدوث فراغات داخل شبكات المياه بسبب عدم التزود المستمر سيؤدي إلى تشكل ضغطاً سلبيا ضمن الشبكة، وهذا يؤدي إلى سحب المياه المحيطة والتي قد تكون ملوثة إلى ضمن الشبكة عبر المواصلات أو الثقوب التي قد تنشأ في الشبكة.

إن وظيفة أي شبكة للإمداد بالمياه هي تأمين المياه اللازمة للاستخدامات البشرية الأساسية والتي تشمل متطلبات النظافة، واستهلاك المياه كمادة أساسية للإنسان.

i. شروط تصميم الشبكة:

يتطلب تصميم شبكة التغذية دراسات خاصة ومتعمقة لتحقيق الاستفادة القصوى من الشبكة، وهذه الدراسات هي:

- حساب التعداد السكاني الحالي والمستقبلي للمنطقة المراد إنشاء شبكة تغذية بها.
- وضع خطط مستقبلية لتطوير الشبكة.
- تحديد الأغراض المختلفة للشبكة.
- اختيار مصادر المياه المناسبة.
- تحديد طرق التجميع والتوزيع.
- حساب معدلات الاستهلاك الحالية والمستقبلية.

ii. مكونات الشبكة:

- محطة معالجة المياه.
- محطة ضخ أو مضخات.
- خزانات علوية أو أرضية.
- خطوط التغذية الرئيسية.

تنقل المياه بكميات كبيرة من محطات الضخ أو الخزانات إلى أجزاء معينة من المنطقة المراد إنشاء الشبكة فيها.

- خطوط التغذية الفرعية: تنقل المياه من خطوط التغذية الرئيسية إلى جميع مناطق المدينة.
- خطوط التوزيع الصغيرة: تنقل المياه من الخطوط الفرعية إلى المستخدمين.
- صمامات: تقوم بتعديل الضغط حسب الحاجة أو لإيقاف المياه . (العدوي)

iii. طرق توزيع المياه:

تنقل المياه من المشاريع إلي المستهلكين بطرق عديدة حسب موقع المشروع والمصدر المائي وموقع الخزان والطبوغرافية وإعتبارات أخري بواسطة أنابيب الضغط بطريقة الجاذبية أو الضخ أو كلاهما وكالاتي:

- التوزيع بواسطة المضخات (الضخ المباشر):

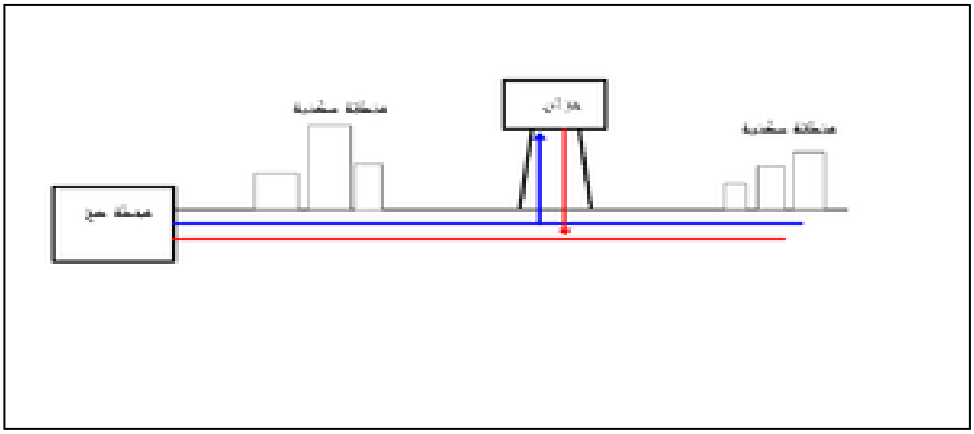
وذلك بضخ الماء من المشروع أو أحواض التجميع مباشرة إلي المستهلكين بواسطة الأنابيب الرئيسية ومحطات الضخ إلا أن هذه الطريقة لها مشاكلها منها عند إنقطاع التيار الكهربائي فإن التجهيز يتوقف بالإضافة إلي الصيانة المستمرة كما مبين في الشكل (21.2).

- التوزيع بواسطة الانحدار (الجريان الذاتي):

تستعمل هذه الطريقة عندما يكون مصدر الماء علي إرتفاع عالي بحيث يتوفر الضغط المطلوب إلي آخر نقطة إستهلاك وهذه أسهل من الناحية التشغيلية والصيانة كما مبين في الشكل (22.2).

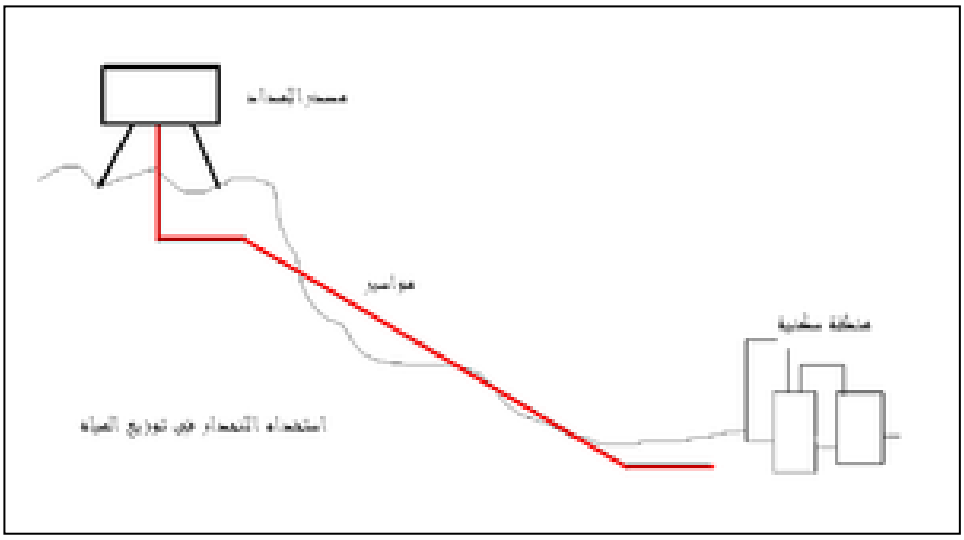
- التوزيع بواسطة التخزين (الضخ إلي الخزان والشبكة):

هذه الطريقة هي جمع مابين الحالة الأولي والثانية وتعتبر الأفضل حيث يضخ الماء إلي الشبكة والخزان ويخزن الماء الفائض عند الإستهلاك الواطئ في الخزان ومن ثم الإستفادة من المياه المخزونة عند الحاجة (الإستهلاك الذروي) اولصيانة المشروع أو عطل في الأنابيب أو غير ذلك. **(حساوي** ، 1984)



شكل21.2: يوضح التوزيع بواسطة الخزانات والمضخات

(المصدر: موقع momra.gov.sa 2013)



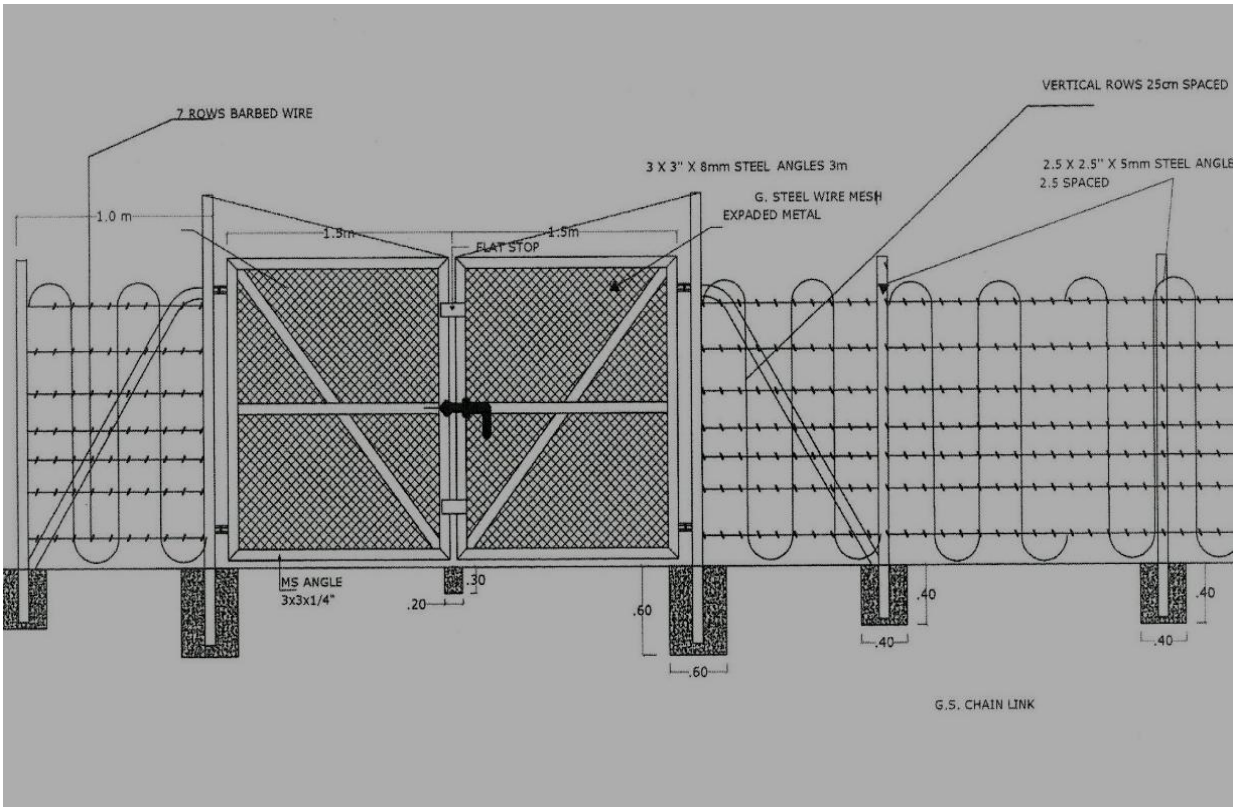
الشكل 22.2: يوضح التوزيع بواسطة الانحدار

(المصدر: موقع momra.gov.sa 2013)

5.1.2 سياج الحماية Protection Fence:

يتم عمل أسلاك شائكة ومواسير مثبتة حول محطة المياه الجوفية للحماية من الحيوانات وحفاظاً علي مكونات المحطة من الضياع بسبب السرقات وذلك لأن معظم المحطات تقع في مناطق غير أمنة ، ويتمّ تصميم السياج مثلاً علي إرتفاع 2 متر حول المحطة وهو مكوّن من أسلاك شائكة ومواسير مثبتة بالخرسانة علي طول وعرض المحطة حيث تبعد

كل ماسورة من الأخرى مسافة 2 متر وتوجد بوابات للدخول والخروج (الشكل 23.2).(**المصدر: موقع mfa.gov.sd 2013**)



شكل 23.2: سور وباب الدخول للمحطة (المصدر: موقع mfa.gov.sd 2013)

الباب الثالث

دراسة حالات (Case Studies)

1.3 دراسة الحالة الأولي Case Study One:

تطرقت دراسة الحالة الأولي إلي المشاكل التي تواجه محطات إمداد مياه منطقة لوابد وكيفية معالجتها واقتراح توصيات لمعالجة الحالات التي لم تخضع للمعالجة.

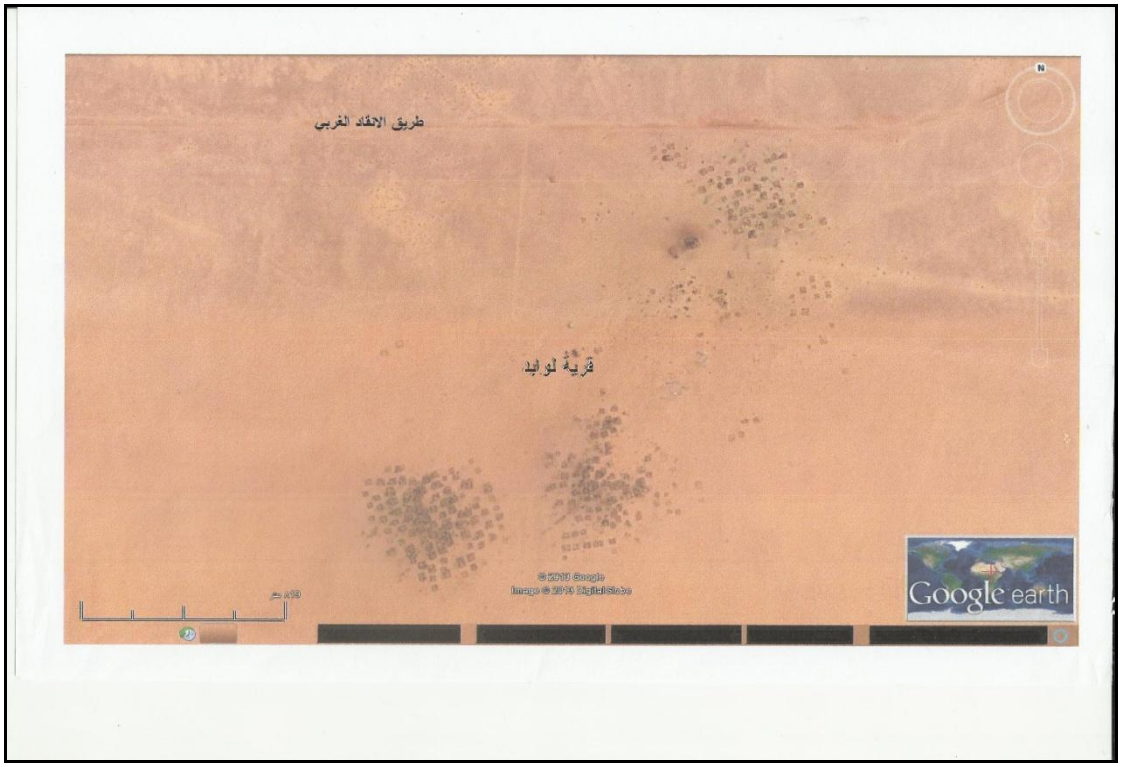
1.1.3 موقع الحالة الأولي:

منطقة لوابد تتبع لريفي الفاشر وتقع علي بعد 65 كيلومتر شرق مدينة الفاشر عاصمة ولاية شمال دارفور وتنحصر بين خط طول (E ´51 °13) ودائرة عرض (N ´53 °25) وأهم القرى الموجودة بها هي جنب رهد ، كرش الفيل ، السد العالي ، أم خير ، ديله ، شويخاب ، أم حرازة ، مرشمبو ، أولاد سنديك ، ملال ، أم راواي ، حي السلام (الشكل 1.3).
تحتل منطقة لوابد مساحة كبيرة من مساحة ولاية شمال دارفور تقدر بحوالي 9828000 متر مربع وتم مسحها في 2008م وبلغ عدد سكانها 5000 نسمة ويحدها من الناحية الشرقية محلية الكومة والتي عدد سكانها 69450 نسمة التي تبعد عن مدينة الفاشر حوالي 79 كيلومتر. ويعتمد اقتصاد المنطقة علي المنتجات الزراعية بشكل أساسي وعلي المواشي أيضاً. **(التخطيط العمراني ، 2013)**

يتنوع المناخ في المنطقة حيث يسود مناخ السافنا الفقيرة، وتتراوح معدلات الأمطار بين (أقل من 100 ملم وأكثر من 300 ملم) في السنة وتتراوح درجات الحرارة بين (10 و 45) درجة مئوية. **(مصلحة الإرصاد الجوي ، 2012)**

تتكون مظاهر سطح المنطقة من العديد من المكونات الطبيعية، فتوجد السلاسل الجبلية المتكونة من الصخور الأساسية والرماد البركانية المكونة لجبال فشار ، كما توجد الكثبان الرملية القديمة وهي مثبتة بغطاء نباتي متقطع وتوجد شريحة الرمال الزاحفة المكونة للكثبان الرملية نتيجة للتعرية وتوجد أراضي رملية تمارس فيها الزراعة والرعي . سطح المنطقة مستو في الغالب مع بعض التعرجات وتربتها عالية الخصوبة والإنتاجية. **(هيئة مياه الشرب – قسم الجيولوجيا ، 2012)**

وهذه المنطقة تعتمد علي آبار المياه الجوفية في قضاء إحتياجات المواطنين الشئ الذي إستدعي دراسة الحالة للوصول إلي طرق مناسبة للحفاظ علي تلك المياه .



الشكل 1.3: خريطة توضح منطقة دراسة الحالة الأولي (قرية لوابد)

(المصدر: موقع Google earth 2013)

2.1.3 مشكلة الحالة الأولي:

يوجد بمنطقة لوابد عدد كبير من المحطات المعطلة ، تم إختيار خمسة منها لدراسة حالات تعطلها والعاملة منها الآن محطتين وتم حفر آبارها في سنوات مختلفة حيث تتراوح أعماقها من (130 – 150 متر) وجميعها تعمل بها طلمبات غاطسة كهربية ماعدا بئر جاكومبا تعمل بطلمبة ترددية (مونو) والجداول التالية توضح الحالا ت الراهنة للآبار من حيث أعماقها وتاريخ حفرها وتاريخ توقفها وشرح حالاتها في جدول (1.3) وأسباب توقفها موضحة في الجدول (2.3) والمعالجات التي تمت في الجدول (3.3).

جدول 1.3: تعريف وشرح الحالة الراهنة للآبار المعطلة في الحالة الأولي

	البئر الغربي	بئر جاكومبا	البئر الشرقي	بئر لوابد القديم	بئر الإنقاذ
تعريف الحالة	تم حفر البئر 2003م بعمق 140 متر بقطر 3بوصة وتم إنزال مواسير ضخ بعدد 46 ماسورة بقطر 2 بوصة وبه طلمبة غاطسة كهربائية بقطر 2 بوصة.	تم حفر البئر من قبل الإيطاليين في 1989م وتم إنزال مواسير إنتاج بعدد 45 ماسورة بقطر 3 بوصة وسيخ بعدد 45 سيخة وطلمبة ترددية (مونو) لاتعمل بالكهرباء.	تم حفر البئر 1995م بعمق 140 متر بقطر 3 بوصة وتم إنزال مواسير إنتاج بعدد 45 ماسورة بقطر 2 بوصة وطلمبة غاطسة كهربائية بقطر 2 بوصة.	حفر البئر 1969م بعمق 480 قدماً بقطر وكان المنسوب الثابت 370 قدم.	عمقه 497 قدم ومنسوب الماء الثابت به 385 قدم.
شرح الحالة	وقف البئر عن العمل في شهر 2013/10م وذلك نتيجة حدوث عطل في المحرك الكهربائي (الموتور) واتضح ذلك أثناء تشغيل البئر يتوقف المولد الكهربائي (يعمل بالديزل لتوليد الطاقة الكهربائية) مباشرة وللتأكد من حدوث العطل تم إخراج المحرك	وقف البئر عن العمل 1998م وأثناء محاولة إخراج أنابيب الضخ للتعرف علي سبب الوقوف تم إخراج 10 من أنابيب الضخ و سقط 35 أنبوب ضخ.	وقف البئر عن العمل 2010م وأثناء محاولة الصيانة وجد أن المضخة و المحرك الكهربائي (الموتور) يعملان بحالة جيدة وأيضاً كل أنابيب الضخ مليئة بالمياه وذلك يدل علي أن المواسير ليست معطوبة واتضح أن توقف البئر يعود إلي إحدي النقطتين: – قلة المياه	سحب كمية من الرمال.	بها كمية كبيرة من البنتونايت والرمال الخشنة والمتوسطة وأيضاً مادة (CMC).

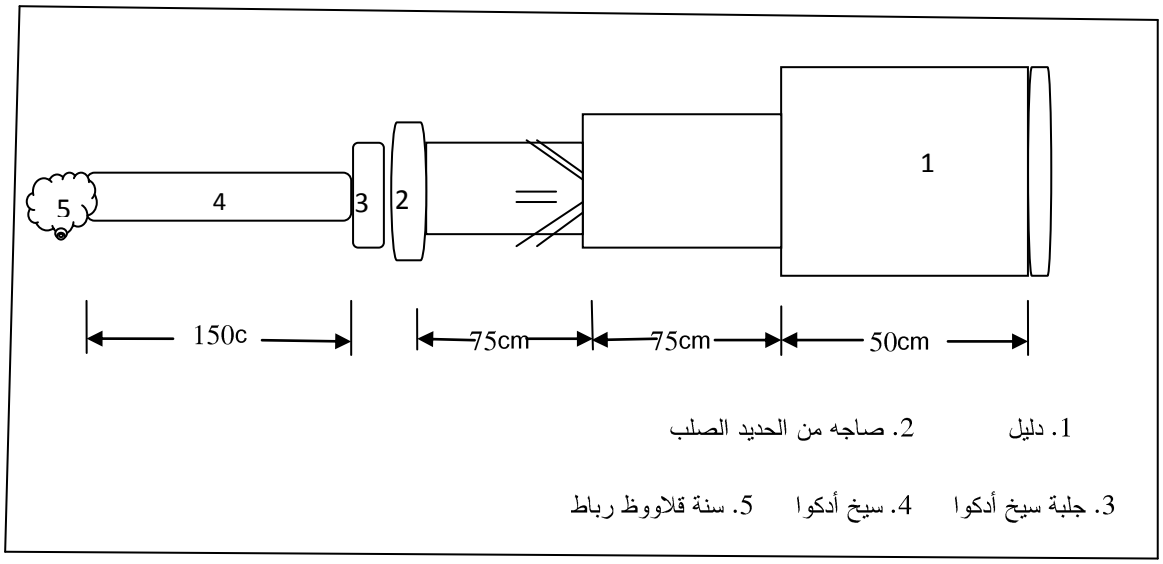
	الكهربائي خارج البئر وتم اختباره فوجد انه لا يعمل.		بالخزان الجوفي لتلك المنطقة. – توقف هذا البئر 2009م وأثناء الصيانة سقط 12 أنبوب ضخ ومضخة وكابل ولم يتم إخراج تلك السواقط وتم إنزال معدات أخري وإشتغل البئر بصورة جيدة ثم توقف مرة أخري في 2010م وهذا يبين احتمالية انسداد الخزان بتلك السواقط.		

جدول 2.3: أسباب حدوث الحالات بالنسبة للآبار المعطلة في الحالة الأولي

	البئر الغربي	**بئر جاكومبا**	**البئر الشرقي**	**بئر لوابد القديم**	**بئر الإنقاذ**
أسباب حدوث الحالة	تم الكشف علي الموتور ونتيجة لتذبذب التيار الكهربائي الذي أدي لقلة القدرة الكهربائية تسبب في حدوث التماس كهربائي داخل الموتور.	عدم الربط الجيد لأنابيب الضخ بسبب تآكل وانتهاء الجلب مع مرور الزمن أدي إلي سقوط أنابيب الضخ والسيخ والمضخة.	سقوط أنابيب الإنتاج والمضخة ويعود ذلك إلي عدم اهتمام العاملين بإتقان العمل أثناء إخراج أنابيب الضخ للصيانة.	– قلة المياه بالخزان الجوفي. – افتراضية إنتهاء العمر الإفتراضى للبئر.	عدم دراسة الطبقات بصورة جيدة مما أدي إلي هروب البنتونايت وغيرها من المخلفات.

جدول 3.3: المعالجات التي تمت للآبار المعطلة في الحالة الأولي

	البئر الغربي	بئر جاكومبا	البئر الشرقي	بئر لوابد القديم	بئر الإنقاذ
المعالجات التي تمت	ــ تم تبدل المحرك الكهربائي (الموتور). ــ لم يتم استبدال أنابيب الضخ القديمة لأنها مازالت بصورة جيدة.	ــ لإخراج السواقط الموجودة داخل البئر تم محاولة اصطياد أنابيب الضخ بخطاف مناسب من حيث القطر (تصنيع خطاف بماسورة 4 بوصة بمواصفات معينة كما موضح بالشكل (2.3)).	ــ لم يتم المعالجة حتي الآن.	ــ لم يتم إجراء أي محاولة للمعالجة.	ــ تم تأهيل البئر بواسطة عملية الجردل حتي أصبح البئر خالي من الرمال ثم مواصلة النظافة بواسطة الضاغط الهوائي حتي أصبح البئر خالي من الرمال وأي ترسبات أخري.



الشكل (2.3): مواصفات الخطاف الساقط ببئر جاكومبا (المصدر: جمعة، 2013)

2.3 دراسة الحالة الثانية Case Study Two:

تتم إمداد مدينة الفاشر بالمياه من محطات مختلفة منها محطات لحفائر سطحية (قولو) ومحطات لآبار مياه جوفية ، وفي هذه الدراسة تطرق ت إلي دراسة المشاكل التي تخص آبار المياه الجوفية الموجودة بشقرة والمضخات اليدوية (Hand Pumps) الموجودة داخل مدينة الفاشر وكيفية معالجة تلك المشاكل واقتراح توصيات لمعالجة تلك الحالات.

1.2.3 الجزء الأول: آبار المياه الجوفية بمنطقة شقرة:

1.1.2.3 موقع الجزء الأول:

تقع هذه المنطقة جنوب غرب مدينة الفاشر وتنحصر بين خط طول (13° 34´ E) ودائرة عرض (24° 49´ N) ، تحتل مساحة كبيرة من ولاية شمال دارفور تقدر بحوالي 3740800 متر مربع ويوجد بجانبها خزان قولو السطحي الذي ينحصر بين خط طول (13° 36´ E) ودائرة عرض (25° 17´ N) ، والذي بدوره يغذي الخزان الجوفي لآبار شقرة بنسبة مقدرة لذلك يجب التطرق علي نشأة هذا الخزان:

تم إنشاءه من قبل الإنجليز في عام 1948م وجاءت تسمية قولو من الكلمة الإنجليزية (go low) بمعني (غرق السكينة إلي تحت) أثناء حفر الخزان وهذا الخزان في البدء كان عبارة عن وادي منتشر وإنشاء له جسور لتثبيت كمية من المياه في شكل خزان وبه بوابات وكباري لخروج المياه الفائضه وحاول الإنجليز تثبيت هذه المياه لفترة عام وفي حالة زيادة المياه تم فتح مصارف لصرف المياه الزائدة وتم رصد حجارة حول الخزان خوفاً من الجرف وأيضا تم إزالة الأعشاب ومنع حرث التربة حول الخزان وذلك لمنع دخول الطمي إلي الخزان.

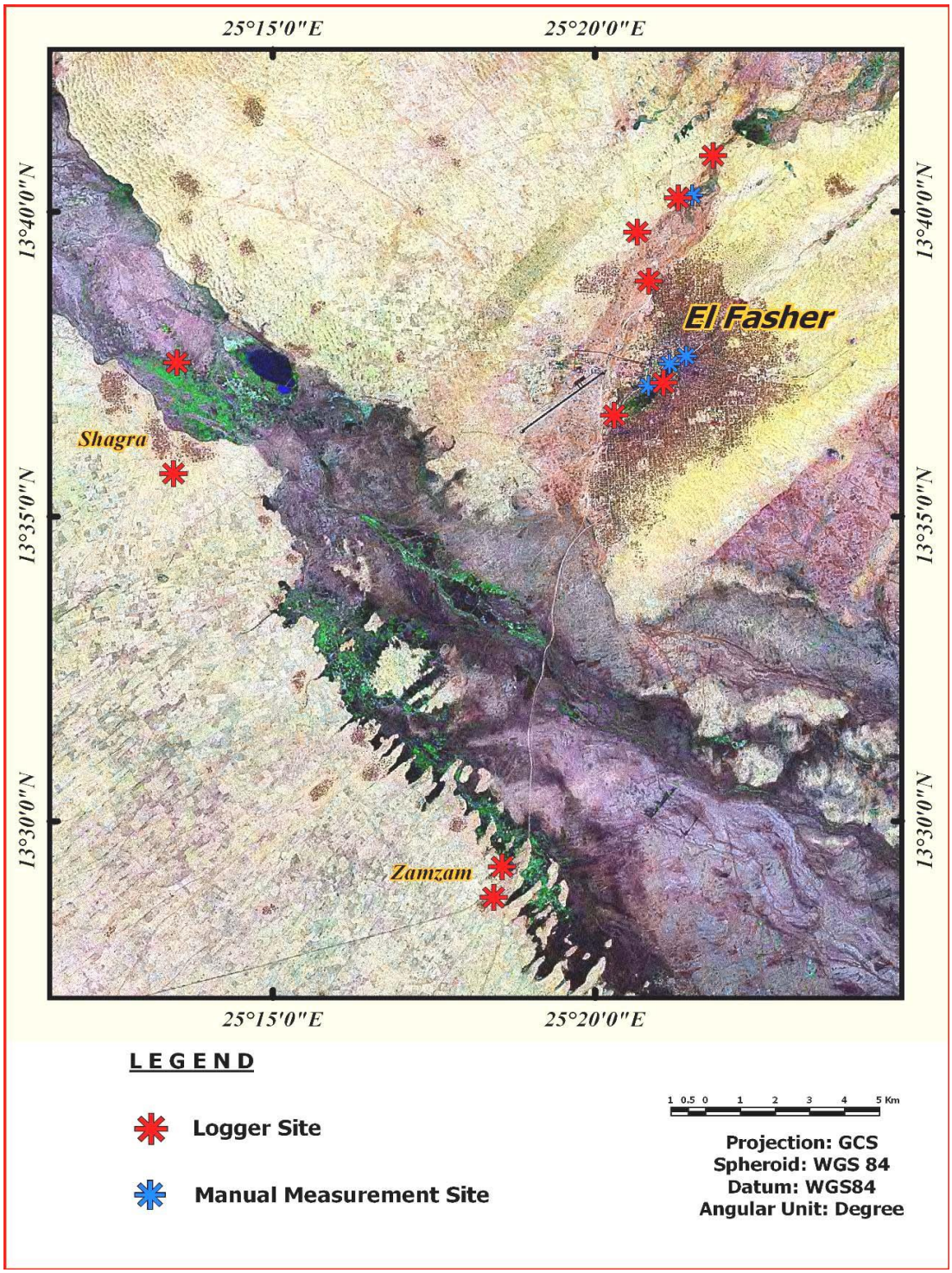
خزان قولو عبارة عن تجمع ثلاثة أودية من ثلاثة اتجاهات وهي وادي كتم مروراً بمجوب وبحير ومنهما إلي قولو من الغرب ومن الشمال وادي كفوت مروراً بخزان أبو دقيس ومنه إلي قولو ووادي طويلة من الجنوب الغربي ويتم تجمع المياه بثلاثة حفائر بسعات مختلفة يوجد حفير بسعة (4 مليون) م³ يغذي حفيرين سعتهما (350 م³ ، 450 م³) والفائض عن حاجة الخزانات يخرج عبر المصارف علي شكل وادي مروراً بكل من (شقرة ــ زمزم ــ ساق النعام ــ ودعة ــ خزان جديد ــ كليكل ــ خزالة جاوزت ــ غرب الضعين ــ أبو مطارق ــ سيبدو ــ بحر العرب (جنوب السودان)).

تم إنشاء محطة شقرة بعد خزان قولو وجاءت تسمية شقرة من إنقسام المنطقة إلي شقين (حي موسي وحي بابكر) وتقع هذه المنطقة أعلي من مدينة الفاشر بحوالي 12م لذلك يضخ منها المياه إلي المدينة ضخ إنسيابي بخطين ناقلين وهما 8″ و6″ وأيضا يوجد خطين ناقلين يقومان بدفع المياه بواسطة الطلمبات الطاردة وهما خط 8″ المصنوع من الفخار وخط 12″ القديم الذي تم إنشاءه 1988م وتبعد هذه المنطقة عن مدينة الفاشر 16كلم ويحدها حي موسي من الجنوب الغربي وحي بابكر جنوباً .**(دريج ، 2013)**

- تنقسم منطقة شقرة إلي:

- شقرة القوز وبها 18 بئر ويوجد بها محطتين وخطين 18″ لنقل المياه الي مدينة الفاشر.
- شقرة الوادي وبها 11 بئر وبها محطة واحدة.

تبعد منطقة شقرة عن مدينة الفاشر 16 كلم ومنطقة شقرة الوادي عن شقرة القوز 3 كلم ومنطقة شقرة عن خزان قولو 5 كلم وخزان قولو عن مدينة الفاشر 8 كلم (الشكل 3.3). (هيئة مياه الشرب ، 2013)

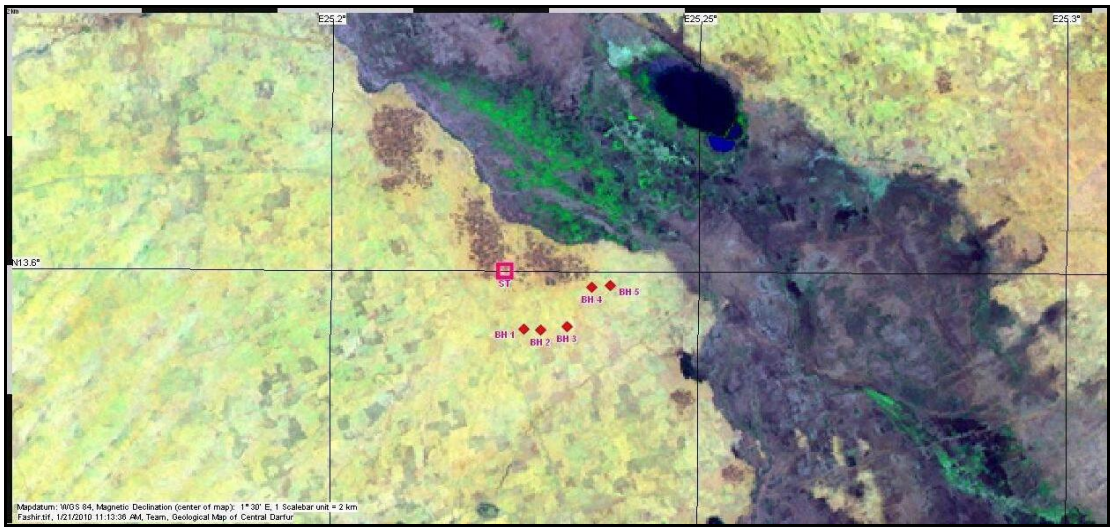


الشكل 3.3: خريطة توضح بعد مدينة الفاشر عن قرية شقرة

(المصدر: إدارة المساحة الفاشر ، 2013)

2.1.2.3 تعريف وشرح حالة الجزء الأول:

عدد الآبار 29 بئراً منها 11 بئر بشقرة الوادي و18 بئر بشقرة القوز والتكوينات الجيولوجية لبعض الآبار تم توضيحها في ملحق (21)، وبهما ثلاثة محطات منها محطة واحدة تعمل بمولدات كهربائية والمحطتين تعملان بكهرباء تم مدها من محطة التوليد بمدينة الفاشر عبر خط ناقل ذو ضغط متوسط (11 ك ف)(الشكل 4.3).



الشكل 4.3: خريطة توضح مواقع الآبار بمنطقة شقرة

(المصدر: إدارة المساحة الفاشر ، 2013)

جميع الآبار الموجودة بشقرة يكمن مشاكلها في إنخفاض وتذبذب التيار الكهربائي وأيضاً عدم إجراء إختبارات وتصاميم مثالية للآبار وذلك لعدم مطابقة مواصفات وتوجيهات المصنع للمعدات المختارة للآبار.

3.1.2.3 أسباب حدوث حالة الجزء الأول:

من خلال الدراسة التي أجريت من قبل القطاع العامل بالمياه في الولاية علي محطات المياه الجوفية الموجودة بمنطقة شقرة فقد تم التعرف علي الأسباب التي تؤدي إلي المشاكل التي تواجه محطات إمداد مياه مدينة الفاشر دون الوقوف علي المعالجات في تلك الفترة كما يلي:

- بعد الخط الناقل للكهرباء (11 ك ف) لا يعطي الجهد الكهربائي المطلوب لتشغيل المضخات.

- بعض المحولات الكهربائية تقع بعيدة عن مواقع الآبار.

- الكابلات غير مناسبة مع قدرة المضخات (الطلمبات) الموجودة داخل البئر.

- أحيانا لا توجد تبريد للمحركات الكهربائية (الموتور) داخل البئر.

- ترسب الأملاح والرمال بالمصافي.

- عدم مطابقة مواصفات وتوجيهات المصنع للمضخات (الطلمبات) بالنسبة لمواصفات البئر.

- حدوث تآكل لأنابيب التغليف والمصافي.

2.2.3 الجزء الثاني: المضخات اليدوية بمدينة الفاشر:

1.2.2.3 موقع الجزء الثاني:

تقع مدينة الفاشر عند النقطة التي تتقاطع عندها خط طول (25° 20′E) و خط عرض(13°38′N) وتحدها من الشمال منطقه حلوف وقوز جليدات ومن الغرب قوز كرقة والغابة الحكومية وقوز كنيبو في الركن الجنوبي الغربي أما من الناحية الجنوبية تحدها قوز بشارية (الشكل 5.3).

هذا الموقع يقدر بحوالي 92 كلم2 من المساحة الكلية للولاية المقدرة بحوالي 292 كلم2 وهى تعادل 12% من المساحة الكلية للسودان قبل انفصال الجنوب ،وترتفع حوالي 740 مترا فوق سطح البحر. **(التخطيط العمراني ، 2013)**

يتسم المناخ في منطقة الدراسة بأنه مناخ جاف نسبه لوقوعها في إقليم شبه صحراوي مما أضاف عليها سمة الجفاف، ويتضح من الحالة العامة للعناصر المناخية التي يتغلب عليها طابع الجفاف مع الثبات النسبي للأحوال المناخية لفترة طويلة حوالي ثلاثون سنة الماضية. إضافة إلي وقوع المنطقة في الساهل الإفريقي وهو نطاق يمتد من المحيط الأطلسي غربا حتى البحر الأحمر شرقا وكل هذا النطاق يسود فيه الجفاف لأسباب طبيعيه. **(وزارة الزراعة والري الفاشر، 2013)**

تهطل أمطار ضعيفة في منطقة الدراسة في الأشهر من أول أبريل وينتهي بنهاية أكتوبر، وهي أمطار تصاعدية في كثير من الأحيان في المساء لعوامل تتعلق بطول فترة التسخين ويرجع إلي طبيعة التربة الرملية وموقع الفاصل المداري من المنطقة ويبلغ متوسط المطر السنوي ما بين 200 إلي 400 ملم تكفي هذه الكمية لزراعة الدخن والذرة بأنواعها والفول السوداني والسمسم. (مصلحة الإرصاد الجوي ، 2013)

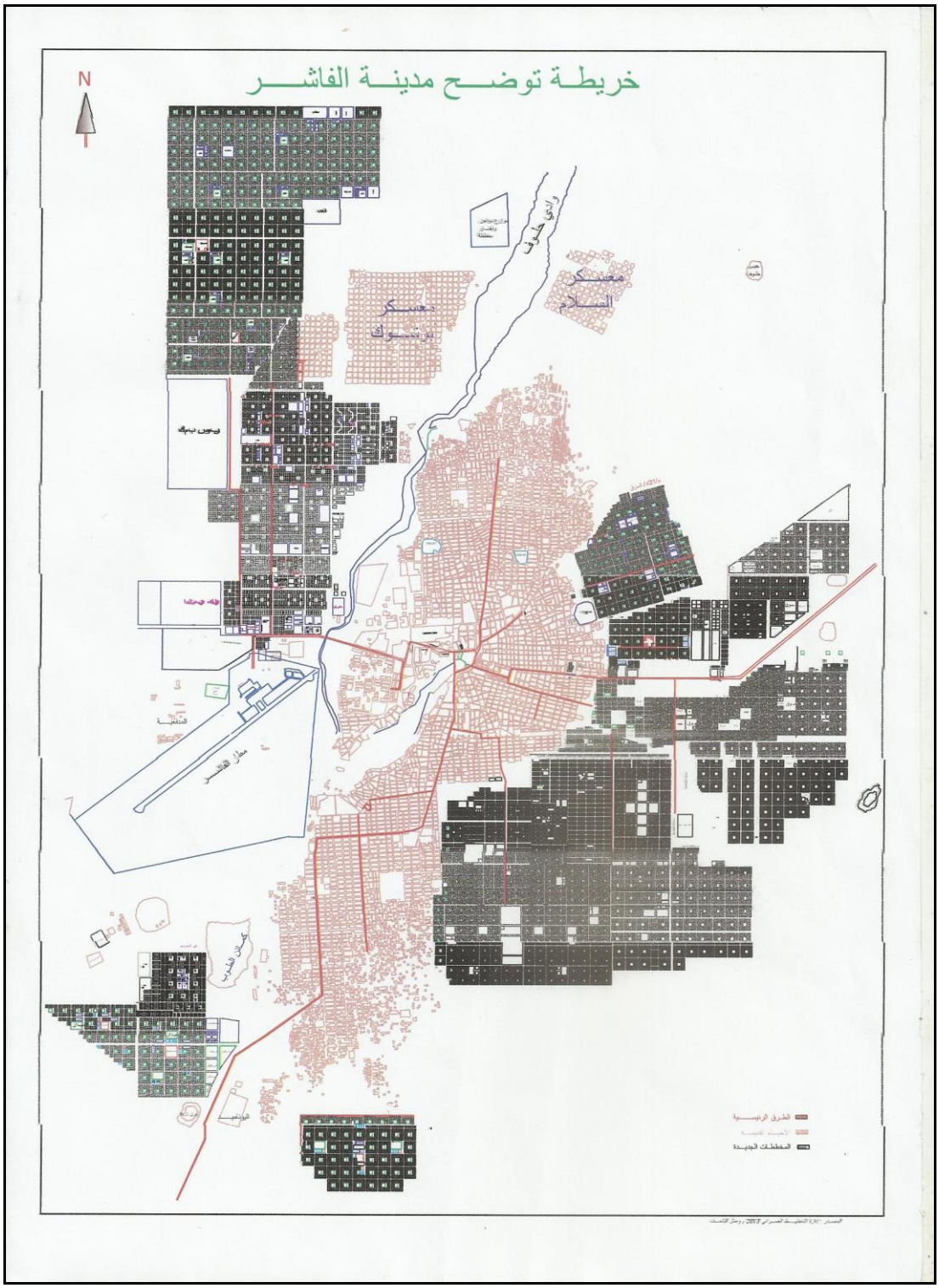
تنتشر الرسوبيات التي تحتوي علي الطين القوز في منطقة الدراسة ، ترسبات القوز عبارة عن تجمعات من الرمل المتحرك . وتعتبر تلك الرواسب السطحية (أو الترسبات Superficial Deposit) مصدر مهم للمياه تملأ الرواسب السطحية بطون الأودية الجافة والأحواض والمنخفضات حيث يتم استخراج المياه منها عن طريق الآبار السطحية (أو الضحلة) حيث نجد أن كثير من مناطق الأودية (حلوف ، وادي الفاشر مصدرا مهما لتغذية الآبار الجوفية).

أما صخر الحجر الرملي النوبي وهو يتكون من طبقات رملية متفاوتة الإحجام (خشن ، متوسط ، ناعم) تغطي هذه الصخور 20% من مساحة السودان وتحتوي علي كميات وافرة من المياه الجوفية نسبة لمساميتها وهذه الصخور تتواجد في إقليم المدينة في كل من حوض شقرة الجوفي وحوض ساق النعام.

معظم أراضي مدينة الفاشر عبارة عن قيزان رمليه مرتفعة تشكل جزءا كبيرا من السطح تغطي الأجزاء الشمالية والشرقية والجنوبية وبعض الأجزاء من المنطقة الوسطي.

يتخلل القيزان الرملية الموجودة بالمنطقة جيوب من الأراضي الطينية ناتجة عن جريان ورسوبيات وادي سويلنقا ووادي الفاشر تجعل المظهر العام للسطح في شكل كثبان رملية مقسمة إلي ثلاثة أجزاء ، جزء في الجنوب وجزء آخر في الشمال وجزء في الغرب، حيث يفصل سهل وادي سويلنقا المنطقة إلي جزئيين شمالي وجنوبي ووادي الفاشر يفصل الجزء الغربي إلي جزئيين الشمالي والجنوبي فمجري وادي سويلنقا من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي ووادي حلوف مجراه من الشمال إلي الجنوب يتفرع منه فرع يدخل المدينة من الاتجاه الجنوبي الغربي يتجه نحو الشمال الشرقي يلاقي مجري وادي سويلنقا في فوله الفاشر.

أما الجزء الآخر من وادي الفاشر يسلك طريقه نحو الجنوب فيلتقي مع وادي قولو القادم من الجنوب الغربي علي بعد ثلاثة كيلومترات جنوب غرب الفاشر حيث يشكلا احد فروع وادي الكوع المتجه نحو الشرق إلي منطقة ساق النعام ومنه إلي خزان جديد حيث ينثر مياهه هناك وأحيانا يصل إلي بحر العرب إذا كانت كمية التساقط عالية. **(هيئة مياه الشرب ، 2013)**



الشكل 5.3: خريطة توضح منطقة دراسة الحالة الثانية (مدينة الفاشر)

(المصدر: التخطيط العمراني ، 2013)

2.2.2.3 مشكلة حالة الجزء الثاني:

ظهرت بولاية شمال دارفور (مدينة الفاشر) في السنوات الأخيرة موجة من الجفاف بسبب إنخفاض منسوب المياه الجوفية وتوقف عمل الآبار.

3.2.2.3 أسباب حدوث مشاكل الحالة الراهنة للآبار المعطلة بالجزء الثاني:

- بالنسبة لإنخفاض منسوب المياه الجوفية حدث بسبب شح الأمطار (هطول أمطار ضعيفة) مما تعذر معها الحصول علي مياه الشرب للإنسان والحيوان.
- بالنسبة لتوقف عمل الآبار الجوفية الذي حدث نتيجة لأعطال في المعدات الإنتاجية المستخدمة في البئر (المضخات (الطلمبات) وأنابيب الضخ) بسبب:

- وجود أعطال جزئية أو كلية في المضخة الأمر الذي يؤدي إلي ضعف الإنتاجية من البئر أو إنعدامها كلياً (عطل صمام – مكبس – إسطوانة ...).
- وجود أعطال بأنابيب الضخ بسبب التآكل الأمر الذي أدي إلي حدوث ثقوب تسبب في تسرب المياه من مواسير الضخ (الرفع) مما قلل من إنتاجية البئر أو إنعدامها كلياً.

4.2.2.3 المعالجات التي تمت لحالات الآبار المعطلة بالجزء الثاني:

قامت الجهات المسؤولة من الإدارة العامة للمياه الجوفية والأودية ومشروع المياه وإصحاح البيئة (WEST) بتأهيل محطات المياه ولضمان الخدمة للمستفيدين قامت المنظمات العاملة في مجال المياه (اليوناميد واليونيسيف وجمعية الهلال الأحمر) بالاهتمام بتأهيل المحطات وإنشاء محطات جديدة لتساهم في سد حاجة الإنسان والحيوان للماء.

ونظراً للضرورة الماسة لجمع البيانات أعتلي قائمة الأولويات العمل علي إستخدام جهاز (Hair Meter) لقياس أعماق ومناسيب المياه الجوفية بالنسبة للآبار المعطلة الموجودة بالمنطقة ويتكون هذا الجهاز من خيط و سلك كهربي مزدوج ملفوف علي بكرة أسطوانية ويوصل هذا السلك الكهربي بجهاز قياس شدة التيار (AMMERER) المثبت علي إحدى جوانب البكرة الأسطوانية . أما الطرف الآخر من السلك الكهربي يوصل بقطب رصاص للتوصيل ليكون دائرة مغلقة وحينما ينزل السلك المنتهي بقطب رصاص حتي يصل إلي مستوي أو منسوب المياه الجوفية تقفل الدائرة الكهربية وعندما يسري التيار الكهربي يتسبب في إصدار صوت ويرفع بعد ذلك السلك الكهربي ويقاس طول السلك لحساب العمق ومنسوب المياه الجوفية كما مبين بالجدول (6.3).

جدول 4.3: معلومات آبار تم رصد بياناتها الحالية داخل مدينة الفاشر

الموقع	المكان	خط العرض	خط الطول	تاريخ التركيب	العمق (بالمتر)	مستوي المياه الجوفية الثابت	نوع البئر	نوع الغلاف	قطر الغلاف (المليمتر)
مدرسة المنار	الفاشر شمال	13° 38′ 38.63″	25° 21′ 13.22″	29-Aug-08	75	66	مضخة يدوية	PVC	133
مدرسة النهضة	الفاشر شمال	13° 38′ 22.62″	25° 21′ 50.49″	28-Jan-05	71	51	مضخة يدوية	PVC	113
الرياض قرب المسجد	الفاشر شمال	13° 39′ 27.23″	25° 21′ 51.16″	09-Jun-09	62	57	مضخة يدوية	PVC	133
الرياض قرب الخلوة	الفاشر شمال	13° 39′ 35.04″	25° 22′ 8.31″	18-Aug-09	65	53	مضخة يدوية	PVC	133
جوار مدرسة أم القرى	الفاشر جنوب				75	47	مضخة يدوية	PVC	113
جوار مدرسة أباذر	الفاشر شمال	13° 39′ 20.42″	25° 21′ 33.13″	01-Jul-11	69		مضخة يدوية	PVC	133
معسكر أبو شوك (1)	الفاشر غرب				70	59	بئر مستخدم	PVC	113
معسكر أبو شوك (2)	الفاشر غرب				66		بئر مستخدم	PVC	113

تم الحصول علي بيانات الآبار المذكورة أعلاه أثناء أخراج المعدات الموجودة داخل البئر وتم إجراء تحليلات لهذه البيانات مما ساهم في زيادة معرفتنا عن الأحواض الجوفية لضخ المياه وتغذيتها وكذلك المشاكل الفنية التي واجهت تلك المعدات وكيفية معالجتها كما موضح بالجدول (7.3).

جدول 5.3: يوضح بعض مشاكل المضخات اليدوية داخل مدينة الفاشر ومعالجتها

الموقع	المكان	إجمالي المواسير قبل الصيانة	إجمالي المواسير بعد الصيانة	إجمالي السيخ قبل الصيانة	إجمالي السيخ بعد الصيانة	نوع الطلمبة	المشكلة	المعالجة	الملاحظات
مدرسة المنار	الفاشر شمال	22	23.5	22	23.5	إسطواني (CYLINDER)	- وجود عطل جزئي في المضخة. - حدوث ثقوب بأنابيب الضخ. -عمق تثبيت المضخة اقل من العمق الموافق لضغط الإشباع.	- تم تبديل المضخة وأنابيب الضخ المثقوبة. - تم إضافة أنبوب ضخ جديد لزيادة عمق المضخة.	- أثناء عملية إختبار البئر (Pumping Test) لم يتم العثور علي المياه وذلك لقلة المياه بالخزان الجوفي.
مدرسة النهضة	الفاشر شمال	20	20	20	20	إسطواني (CYLINDER)	- تعطل صمامات المضخة (السحب والضخ) كلاهما. - توجد بأنابيب الضخ شقوق في منطقة القلاووظ. - تآكل أنابيب الضخ نتيجة احتكاكها مع	- تم تبديل المضخة وأنابيب الضخ وتم ربطهما بصورة جيدة.	- بعد إجراء عملية إختبار البئر (Pumping Test) تم الحصول علي المياه بصورة جيدة.

			أنابيب التغليف.						
الرياض قرب المسجد	الفاشر شمال	19.5	20.5	19.5	20.5	إسطواني (CYLINDER)	– وجود كسر في صمام إمرار المياه داخل السلندر. – عمق تثبيت المضخة غير كافي لإخراج المياه من الخزان الجوفي.	– تم تبديل المضخة. – تم إضافة أنبوب ضخ جديد لزيادة عمق المضخة مع إحكام الربط جيداً.	– بعد إكمال عملية إختبار البئر (Pumping Test) لم يتم العثور علي الماء ويعود ذلك إلي إنخفاض تغذية هذه الأحواض خلال سنوات شح الأمطار.
الرياض قرب الخلوة	الفاشر شمال	20	20	20	20	إسطواني (CYLINDER)	– وجود كسر في بلف إمرار المياه داخل المضخة وأيضاً توقف الحباسات عن عملها بسبب قطع اللساتك. – وجود أجزاء معطوبة في أنابيب الضخ.	– تم تبديل المضخة وكل الأنابيب المعطوبة وتم ربطهما بصورة جيدة.	– لم يتم العثور علي المياه بعد عملية إختبار البئر (Pumping Test) وذلك لقلة المياه بالخزان الجوفي.
جوار مدرسة أم القرى	الفاشر جنوب		19		19	إسطواني (CYLINDER)	– توقف البئر لسبب ما.	– تم إنزال مضخة جديدة وأنابيب ضخ جديدة أيضاً.	– بعد إكمال عملية التركيب تم الانتقال إلي عملية إختبار البئر (Pumping Test) وبحمد الله تم العثور علي المياه بصورة جيدة.
جوار مدرسة	الفاشر شمال	1	1	1	1	إسطواني (CYLINDER)	– وجود كسر في أول سيخة	– تم تغير السيخة	– بعد إكمال عملية إختبار

أباذر								وحدوث ثقب في أنابيب الضخ التي تسبب في تسرب المياه قبل وصولها إلي سطح الأرض.	المكسورة والأنبوب المثقوب.	البئر (Pumping Test) تم الحصول علي المياه بصورة جيدة.
معسكر أبو شوك (1)	الفاشر غرب	23	23				طلمبة غاطسة كهربائية	دخول رمال إلي المحرك الكهربائي (الموتور) عبر المصافي أدي إلي قطع الترس.	– تم إخراج معدات البئر وتم فحص المضخة والموتور. – تم تبديل المضخة.	– تم إختبار الموتور ووجد أن الموتور يعمل بحالة جيدة وبالتالي تم تغير الطلمبة فقط وتم الحصول علي المياه بصورة جيدة.
معسكر أبو شوك (2)	الفاشر غرب	22					طلمبة غاطسة كهربائية	– هدم البئر	– لم يتم المعالجة.	– دخول الرمال بسبب كسر في أنبوب التغليف (Case) أدي إلي إلغاء البئر تماماً.

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

بعد الدراسة النظرية والميدانية ومراجعة النظريات السابقة والمعلومات المجموعة ودراسة الحالات وتحليلها توصلت الدراسة للنتائج التالية :

- وجود الرمل أو الطين أو أي مخلفات أخري داخل البئر أو وجود الصدأ والرواسب المعدنية العالقة بالمصافي تؤدي إلي تقليل عمر البئر وإنتاجيتها.
- أحياناً تتعطل المضخة بسبب قفل صمام التحكم لأنبوب الضخ نتيجة لخروج رمل أو طين أو شوائب مع المياه المضخوخة.
- أفضل المواد التي تصنع منها غلاف البئر هي الصلب قليل الكربون Low Carbon Steel والحديد المجلفن Galvanized Iron واللدائن PVC وتكون وصلاته من القلاووظ أو اللحام.
- مشاكل تراجع كميات المياه الم نتجة يعود إلي إنخفاض مستوي الماء الجوفي ، وتآكل المضخة وتلفها ، وتآكل المصافي ومواسير التغليف وإنسدادها بمخلفات التآكل والكائنات الدقيقة ، وإنسدادها أيضاً بالطين والرمل وغيرها.
- التآكل يحدث لخواص الماد ة الأساسية المكونة لكل من (أنابيب التغليف والمصافي) نتيجة لتفاعل كيميائي أو إلكتروكيميائي مع بيئتها يطلق عليها وسط التآكل (الماء).
- المشاكل الناتجة عن إنتاج الرمل تتمثل في تكون الحواجز الرملية داخل أنابيب التغليف وتآكل المعدات السطحية وتحت السطحية وإنهيار أنابيب التغليف.
- المحرك الكهربائي قطره يكون مساوياً طاسه المضخة ويمكن أن يشحم بالزيت أو بالماء، في حالة المحرك من النوع الذي يشحم بالزيت فإن المحرك يكون به سدادة من الزئبق لمنع تسرب الزيت أو دخول الماء عند نقطة عمود الدوران.
- المضخة الغاطسة تتميز بسهولة تركيبها وإنزالها داخل البئر بإضافة وصلات أنابيب حسب العمق المطلوب إنزال المضخة إليه.
- المضخات الغاطسة التي تعمل في ظروف مناسبة وسليمة لا تحتاج إلي صيانة إلا بعد حوالي 6000 ساعة عمل أو ما يعادل سنتين شغل.

- الأعطال الشائعة التي تحدث للمضخات الغاطسة تتمثل في إنسداد فتحة سحبها وإحتكاك ميكانيكي لأجزائها وإنسداد صمام عدم الرجوع الموجود فوق سطح الأرض وأعطال تتعلق بحركة المحرك العكسي وإنخفاض الجهد الكهربائي.
- يتم حفظ المياه بعد إخراجها من البئر في خزانات (صهاريج) و يطبق عليه كل الإشتراطات اللازمة للتصميم والتنفيذ والصيانة حفاظاً علي الصحة وسهولة توزيع المياه منه ومنع تلوث تلك المياه.
- يكون تصميم الخزان مطابقا للمواصفات الفنية ويركب عليه صمامات لأغراض مختلفة في حالة تغذية شبكة التوزيع وتوجد أسفله مضخات الضغط العالي .
- وظيفة أي شبكة لإمداد المياه هي تأمين المياه اللازمة للإستخدامات البشرية الأساسية والتي تشمل متطلبات النظافة وإستهلاك المياه كمادة أساسية للإنسان.
- وجود عدد كبير من الآبار الجوفية تعمل علي إمداد السكان بالمياه عبر خطوط ناقلة تضخ منها المياه ضخ انسيابي وأحياناً يتم دفع المياه بواسطة الطلمبات الطاردة المركزية.
- توزيع المياه للمستخدمين يتم بعدة طرق (الإنحدار ، المضخات ، التخزين).
- يتم حماية محطات المياه الجوفية بسياج للمحافظة علي مكوناتها ومنع دخول الحيوانات وتلوث مياهها.
- معظم الآبار الموجودة بالمنطقة تكمن مشاكلها في إنخفاض وتذبذب التيار الكهربي وكذلك عدم مطابقة مواصفات المعدات المختارة لتصميم الآبار.
- إحتواء بعض المناطق علي نسبة كبيرة من الأملاح تترسب هذه الأملاح والرمال بالمصافي مما يسبب تآكل لأنابيب التغليف والمصافي وغيرها.
- معظم الأعطال التي تحدث للآبار تتمثل في (أعطال المحركات الكهربائية، سقوط المعدات، قلة المياه الجوفية (جفاف الخزان)، سحب الرمال).
- تم إستخدام جهاز (Hair Meter) لقياس أعماق ومناسيب المياه الجوفية وساعد علي معرفة مستوي هبوط المياه واستقراره بالنسبة للآبار المعطلة بمنطقة الدراسة.

❖ نتائج ومناقشة الحالة الأولي:

- معظم الآبار تعمل بها مضخات غاطسة كهربائية عدا القليل منها تعمل بمضخات ترددية وأعماقها تتراوح مابين (130 – 140متر).
- معظم الأعطال بالآبار تتمثل في (عطل المحرك الكهربائي، سقوط المعدات، قلة المياه الجوفية (جفاف الخزان)، سحب الرمال).

- حدوث سقوط للكابلات الكهربائية ولمعدات البئر بسبب تآكل الجلب وعدم الربط الجيد لمواسير الضخ والكابلات وعدم إهتمام العاملين بإتقان العمل أثناء إخراج المواسير وإعادة إنزالها.
- تم تأهيل البئر بواسطة الجردل والضاغط الهوائي في حالة سحب الرمال وتم الوصول إلي نتائج جيدة.
- إنسداد الخزان الجوفي نتيجة وجود سواقط قديمة بالبئر ووجود مواسير ضخ (رفع) معطوبة ومحرك كهربائي متعطل تم استبدالهما.
- من خلال الدراسة والمعالجات التي أجريت للآبار المعطلة بمنطقة لوابد لقد تم الوصول إلي النتائج الموضحة بالجدول (4.3).

جدول 1.4 : نتائج الحالات التي تخص الآبار المعطلة في الحالة الأولي

	البئر الغربي	بئر جاكومبا	البئر الشرقي	بئر لوابد القديم	بئر الإنقاذ
النتائج	– بعد عملية المعالجة تم العثور علي المياه بصورة جيدة.	– أثناء محاولة إصطياد السواقط بواسطة الخطاف انكسر السيخ وبالتالي باءت المحاولة بالفشل وتم إلغاء البئر تماماً .	– تم تأجيل صيانة البئر نسبة لتكلفتها العالية.	– لم يتم المعالجة .	– تم نظافة البئر من البنتونايت و الرمال وغيرها وكان عمق البئر قبل النظافة 465 قدم وأصبح عمق البئر بعد النظافة 495 قدم.

❖ نتائج ومناقشة الحالة الثانية ــ الجزء الأول:

بناءاً علي التحليل الذي سبق فقد توصلت الدراسة إلي:

- الخط الناقل للكهرباء يشترك فيه كثير من المصالح الحكومية مما يؤثر سلباً علي الإمداد الكهربائي وبالتالي لا يعطي الجهد الكهربائي المطلوب لتشغيل المضخات.
- بعد المحولات الكهربائية عن مواقع الآبار تعطي تيار منخفض أي لا تعطي الجهد الكهربائي المطلوب لتشغيل المضخات وذلك يتسبب في قلة إنتاج المياه أو إنعدامها تماماً.

- حدوث تآكل لغلاف الكابل الكهربائي الخارجي العازل للماء عند اصطدامها أو احتكاكها بأنابيب تغليف البئر.
- معظم الكابلات العاملة بآبار شقرة ضعيفة أي لا تتناسب مع قدرة المضخة ومعظمها يتم إتلافها من قبل المواطنين.
- المحرك الكهربائي (الموتور) يمكن أن يكون من النوع الذي يشحم بالزيت أو الماء:

- إذا كان يشحم بالزيت نجد أن المحرك موجود بداخله صندوق صلب مملوء بزيت خفيف ذو قوة عزل عالية ، ويكون هناك عادة سدادة من الزئبق فوق عضو الإنتاج الكهربائي وذلك لمنع تسرب الزيت أو دخول الماء عند نقطة مرور عمود الدوران المتحرك من خلال العلبة إلي الدفاعات المروحية.
- أما إذا كان المحرك من النوع الذي يبرد ويزيت بواسطة الماء ففي هذه الحالة نجد أن مياه البئر يمكن أن تصل إلي المحرك حيث نجد أن عمود الدوران تعمل في الواقع داخل المياه أما العضو الساكن الخاص بالمحرك يتكون من مجموعة من ريش نصف قطرية فنجدها معزولة عن عمود الدوران بواسطة حشوه رقيقة من الصلب غير قابل للصدأ أو يحيط بعمود الدوران مصفاة لمنع دخول شوائب صلبة إلي داخل المحرك.

- يحدث حرق لعضو الإنتاج الكهربائي (الموتور) لعدة أسباب ويمكن تفاديه كما موضح بالجدول (5.3).

جدول (2.4) يوضح أسباب حرق عضو الإنتاج الكهربائي (الموتور) وكيفية تفاديه في الجزء الأول من الحالة الثانية

الرقم	أسباب حرق الموتور	كيفيه تفادي حرق الموتور
1	إنخفاض الجهد الكهربائي أو العكس.	ضبط الجهد الكهربائي (الفولت) حسب مواصفات وتوجيهات المصنع مثلاً الجهد المطلوب 415 فولت والزيادة تكون 15% والنقصان 10% Max= 415+(415*15/100). Min=415-(415*10/100).
2	الحمل الزايد (Over Load) الذي يحدث نتيجة:	يجب مطابقة الإرتفاع (H) والقوة الهيدروليكية للمحرك الكهربائي (HPm) مواصفات

	- زيادة الإرتفاع (H) الذي يرفع إليه المياه. - القوة الهيدروليكية للمحرك الكهربائي أقل من قوة المضخة (HPm HPp) HPm≡ Horse Power of Motor. HPp≡ Horse Power of Pump.	المصنع والقوة الهيدروليكية للمضخة (HPp) يمكن حسابها من المعادلة التالية: القوة الهيدروليكية للمضخة (HPp) = Qلتر/ثانية x Hمتر 75 xكفاءة المضخة عند نقطة التشغيل ويجب أن تكون (HPp≤ HPm) .
3	وجود شوائب في حالة توقف الآبار.	يجب تأهيل الآبار.
4	إنخفاض منسوب المياه الجوفية.	وجود عوامة داخل البئر لمعرفة موقع المحرك الكهربائي داخل البئر.
5	جفاف الخزان.	إيقاف البئر لضمان سلامة المحرك الكهربائي.

- تذبذب التيار الكهربائي يؤدي إلي تراكم حبيبات الرمل والطين والشوائب داخل المضخة وحول المصافي.
- منطقة شقرة توجد بها نسبة كبيرة من الأملاح الذي يساعد علي تآكل أنابيب التغليف والمصافي.
- قلة إنتاجية البئر يعود إلي الدوران المعكوس للمحرك الكهربائي لآن كل المضخات تعمل بنظام الكهرباء ثلاثي الأطوار وحدوث أي تغير أو تبديل في مواقع الخطوط (Lines) بالأعمدة الناقلة للكهرباء يسبب نقص في كمية المياه الخارجة من البئر.
- للتأكد من الحالة الراهنة للبئر يجب مرأقبة لوحة التحكم الكهربائي الموجودة بقرب البئر وتتكون من مفتاح التشغيل و (Phase Fouler, Over Load, Conductor, Water Level).

❖ النتائج والمناقشةالحالة الثانية ــ الجزء الثاني:

- هطول أمطار ضعيفة في الأشهر من أول أبريل وينتهي بنهاية أكتوبر الشئ الذي أدي إلي شح المياه بالمنطقة.
- قامت الجهات المسؤولة من الإدارة العامة للمياه الجوفية والأودية ومشروع المياه وإصحاح البيئة (WEST) والمنظمات العاملة في مجال المياه بتأهيل بعض محطات الآبار الجوفية وإنشاء محطات جديدة لتساهم في سد حاجة الإنسان والحيوان للماء.
- تم إستخدام جهاز (Hair Meter) لقياس أعماق ومناسيب مستوي المياه الجوفية وساعد في معرفة هبوط منسوب المياه بمنطقة الدراسة.
- معظم الآبار تعمل بمضخات ترددية (سلندر CYLINDER) وأعماقها تتراوح (من 60 – 75 متر).
- وجود أعطال جزئية بالمضخة (عطل صمامات السحب والضخ ، بلف إمرار المياه ، الحباسات).
- وجود أجزاء معطوبة بمواسير الضخ و بالسيخ الذي يعمل علي تحريك المكبس.
- توقف بعض الآبار نتيجة لإنخفاض مستوي الماء الجوفي (D.D).
- دخول الرمال عبر المصافي أدي إلي تعطل المحركات الكهربائيةِ وأيضاً دخول الرمال سبب كسر بأنابيب التغليف (Casing) أدي إلي هدم البئر.
- بعد إتمام عمليات الصيانة تم العثور علي المياه من بعض الآبار وبعضها لم يتم العثور علي المياه منها بسبب قلة المياه بالخزان الجوفي وذلك يعود إلي شح الأمطار بالمنطقة.

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

1.5 الخلاصة (Conclusions):

أوضحت الدراسة أن عملية معالجة المشاكل الفنية التي تؤدي إلي تدهور محطات إمداد المياه الجوفية تتطلب تكثف جهود من مهندسين ذو خبرة وعمال مهرة ووحدات صيانة مجهزة بصورة جيدة مع ضرورة الإلمام بالجوانب الفنية التي يمكن أن تحدث مشاكل أثناء الصيانة وتم التعرف علي ذلك من خلال الزيارات المختلفة لمحطات المياه المعطلة بمنطقة الدراسة.

من خلال زيارة موقعي الدراسة (مدينة الفاشر ، منطقة لوابد) وجد أن مشاكل آبار المياه الجوفية تكمن في سقوط معدات البئر (مواسير الضخ ، والمضخات) وعدم التحكم في الرمل الذي تسبب في تآكل أنابيب التغليف والمصافي وأيضاً تآكل معدات الرفع الموجودة داخل البئر.

أما منطقة شقرة تكمن مشاكلها في تذبذب الإمداد الكهربائي (التيار الكهربائي) مما تسبب في حرق المحركات الكهربائية الموجودة داخل البئر ومشاكل ناتجة عن عدم مطابقة معدات الآبار لموصفات المصنع وعدم الإهتمام بالجوانب الفنية أثناء الصيانة مما تسبب أيضاً في حدوث مشاكل أخرى.

2.5 التوصيات (Recommendations):

من خلال تحليل وإستقراء النتائج العامة والنتائج التي تخص دراسة الحالات توصلت الدراسة إلي التوصيات التالية:

- تأهيل الآبار Borehole Rehabilitation في حالة ترسب الأملاح والرمال بالمصافي بطرق التنمية ذات الكفاءة.
- ضرورة التأكد من خروج المياه خالية من الرمال والرواسب أثناء عملية التنمية وذلك لضمان عدم تضرر المضخات.
- في حالة وجود رمال ناعمة ورواسب أثناء ضخ المضخة يجب الإيقاف الفوري للمضخة وإخراج المضخة ونظافتها ومعالجة مشكلة خروج الرمال من داخل البئر.

- ضرورة دراسة الحالة الجيوكيميائية للمياه في المنطقة لإستعمال أنابيب PVC بدلاً عن أنابيب الحديد في حالات توقع حدوث التفاعلات الكيميائية المسببة للصدأ والتآكل .
- ضرورة إختيار الطريقة المناسبة من طرق التنمية المختلفة حسب نوعية المشكلة للمنطقة سواء كانت طرق معالجة ميكانيكية أو كيميائية للتأهيل .
- للتحكم بالرمل Sand Control يجب مراجعة سلامة المصافي Screen وسلامة إختيار وإنزال الغلاف الحصوي Gravel Packing.
- الإستخدام الصحيح للغلاف الحصوي Gravel Packing Method يجب أن يتم إختياره عن طريقة علمية كطريقة التحليل المنخلي (Sieve Analysis).
- ضرورة مراعاة النوع الذي يبرد به عضو الإنتاج الكهربائي (الزيت أو الماء) حسب مواصفات المصنع.
- الحرص علي إختيار مواصفات المضخة بالطريقة العلمية التي تناسب إنتاج البئر .
- التعامل مع مضخات المياه بما هو موضح في كتالوجات جهات التصنيع .
- ضرورة مراعاة إختيار مادة تصنيع الصهاريج لنوعية المياه بإستعمال مواد مستحدثة تتحمل الصدأ والتآكل كالفايبرقلاس.
- ضرورة صيانة أي تسريبات أو تدفقات من الصهاريج وأنابيب التوصيل لتقليل فاقد المياه.
- إجراء دراسات خاصة لتصميم شبكة التغذية وذلك للإستفادة القصوى من الشبكة وتحاشي التسريب والإنفجار.
- في حالة عدم وجود حماية للمحطات يجب ضرورة وجود سياج لحماية المحطة تتكون من أسلاك شائكة ومواسير تثبت بالخرسانة وصيانة سياجات المحطات المتهالكة وذلك لمنع الدخول العشوائي للحيوانات وحفاظاً علي بيئة محطة المياه.
- تقوية الإمداد الكهرباء في حالة تذبذب التيار الكهربائي مع تركيب م نظمات رافعة وخافضة بالنسبة للآبار في مناطق الإمداد الكهرباء الضعيف لتفادي المشاكل التي تنتج عن سوء الإمداد الكهربائي.
- تبديل الشبكات ذات المواد الحديدية القديمة بمواد تتحمل التآكل والصدأ كالمواد البلاستيكية.
- ضرورة إستعمال الخطافات المناسبة للسواقط في داخل البئر لإنجاح عمليات الإصطياد (Fishing) وتوفيراً للزمن والتكلفة.
- ضرورة الإستفادة من تقنية حصاد المياه (Water Harvesting) لتغذية المناطق التي حدثت بها إنخفاض لمناسيب المياه.

- ضرورة عمل دراسة ميزانية للمياه (Water Balance) للمنطقة التي حدث بها هبوط في منسوب المياه وذلك لمعرفة ما إذا كانت الكميات المستخرجة من الخزان الجوفي تتجاوز الكميات المغذية للخزان الجوفي وإصدار الضوابط اللازمة لهذا الأمر.
- يوصي البحث بعمل دراسة مستقبلية في تأثير الجانب الإداري علي الجانب الفني لصيانة وتأهيل محطات المياه.

❖ التوصيات المقترحة لمعالجة الحالات التي تمت دراستهافي الحالة الأولي:

من خلال ما توصلت له دراسة الحالة الأولي من نتائج فإن الدراسة توصي بالاتي:

- ربط مواسير الإنتاج جيداً لتفادي سقوط المعدات ولإتقان العمل يجب أن يتم العمل من قبل مهندسين ذو خبرة وعمال مهرة.
- في حالة وجود سواقط (معدات البئر والكابلات الكهربائية) داخل البئر توصي بإصطياد السواقط بواسطة خطاف يكون ذو قطر أكبر من قطر الماسورة الساقطة وذلك لضمان عدم إنسداد الخزان الجوفي بتلك السواقط.
- ضرورة إختيار الطريقة المناسبة من طرق التنمية المختلفة حسب نوعية المشكلة للمنطقة سواء كانت طرق معالجة ميكانيكية أو كيميائية للتأهيل .
- عمل كشف دوري للمحرك الكهربائي ومواسير الإنتاج وإستبعاد المعطوبة منها.
- بالنسبة لبئر جاكومبا توصي بإعادة صنع خطاف جديد بقطر 5 بوصة ومحاولة إصطياد الخطاف الساقط أولاً من ثم محاولة إصطياد السواقط مرة أخري.
- بالنسبة للبئر الشرقي توصي الدراسة بنظافة البئر وذلك بإصطياد السواقط بواسطة الخطاف والكابل بواسطة ما يسمي بالحربة مع مراعاة أن إصطياد الكابل يحتاج لرمي الحربة مراراً وتكراراً وأيضاً توصي الدراسة بتغير المحرك الكهربائي (الموتور) وكل أنابيب الضخ وذلك لضمان سلامة الأنابيب لفترة طويلة.
- بالنسبة لبئر لوابد القديم توصي الدراسة بتأهيل البئر Borehole Rehabilitation في حالة ترسب الأملاح والرمال بالمصافي بطرق التنمية ذات الكفاءة.

❖ التوصيات المقترحة لمعالجة الحالات التي تمت دراستها بالحالة الثانية ــ الجزء الأول:

من خلال ما توصلت له دراسة الحالة الثانية من نتائج فإن الدراسة توصي بالاتي:

- توصيل خط ناقل للكهرباء خاص بمنطقة شقرة من داخل محطة التوليد بمدينة الفاشر وتقويتها من (11 ك ف إلي 33 ك ف) وتركيب Poster Transform وتحسين سمك قطر السلك الناقل من (35 ملم إلي 70 ملم).
- تركيب محول رافع High Tension في حالة إنخفاض الكهرباء ومحول خافض Low Tension في حالة إرتفاع الكهرباء ويجب مراعاة طول الكابل في الكهربائي في حالة بعد المحول عن البئر.
- إختيار كابلات تناسب قدرة الطلمبات ، بإختيار كابلات (7ml ، 5ml) لطلمبات (2″ ، ½″ ، ¼ ″) وكابلات مسلحة لطلمبات (3″، 4″) وتوصي بتوعية المواطنين بعدم قطع الكابلات للأغراض الشخصية.
- لتفادي حرق المحركات الكهربائية توصي بضرورة مطابقة مواصفات وتوجيهات المصنع في ضبط الجهد الكهربائي والارتفاع (H) والقوة الهيدروليكية (HP) ، و أيضاً تأهيل الآبار في حالة وجود شوائب ، والتأكد من وجود العوامة داخل البئر للتعرف علي إنخفاض المنسوب أو جفاف الخزان.
- تبديل الشبكات ذات المواد الحديدية القديمة بمواد تتحمل التآكل والصدأ كالمواد البلاستيكية.
- في حالة قلة الإنتاج ية توصي بتصحيح وضع مواقع توصيلات التيار الكهربائي (تبديل الخطوط (Lines)) الموجود داخل مفتاح التحكم عندما يكون المضخات من النوع ال ذي يعمل بنظام الكهرباء ثلاثي الأطوار.
- مراعاة مواصفات المضخة (الطلمبة) بعد إختبار البئر Pumping Test بحيث تكون مطابقة لمواصفات البئر من ناحية الإنتاجية (Q) والارتفاع (H) وذلك لضمان إستمرارية أداء البئر.

❖ التوصيات المقترحة لمعالجة الحالات التي تمت دراستها بالحالة الثانية ــ الجزء الثاني:

من خلال ما توصلت إليه الدراسة من معالجات ونتائج فإن الدراسة تقترح توصيات كما يلي:

- تأهيل الآبار Borehole Rehabilitation في حالة ترسب الأملاح والرمال بالمصافي بطرق التنمية ذات الكفاءة وذلك للحصول علي مياه الشرب للإنسان والحيوان.
- تغير المضخة إذا كانت أعطالها كلية أما إذا كانت جزئية يتم فتح المضخة مع إصلاح الجزء المعطوب وتبديل الجزء التآلف منها وتغير مواسير الإنتاج المعطوبة والسيخ أيضاً.

- في حالة حدوث إنخفاض في مستوي الماء الجوفي توصي الدراسة بتعميق المضخة حتي تتناسب مع عمق الإشباع وذلك بإضافة مواسير ضخ (رفع).
- في حالة حدوث كسر في أنابيب التغليف (Casing) توصي الدراسة بإلغاء البئر لتفادي المشاكل المختلفة التي تتعلق بدخول الرمال.

المراجع

1. **التخطيط العمراني ، الفاشر (2013):** معلومات الموقع والإحداثيات.

2. **السلاوي، محمود (1986):** المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، رقم الإيداع 174، طرابلس.

3. **السيد خليل، محمد أحمد (2010):** خطوط نقل مواسير وتوزيع المياه.

4. **العدوي، محمد صادق (سنة النشر: بدون) :** هندسة الإمداد بالمياه – هندسة صحية (1) ، كلية الهندسة جامعة الإسكندرية.

5. **القيسي، مصطفي محمد (2010):** هندسة وتقنيات حفر الآبار.

6. **المنقوشي ، حامد عبدالعال (2008):** Groundwater Supply Systems Situation, Impacts Mitigation، ورقة علمية ، النشر بدون تاريخ.

7. **إلهيتي، أكرم حمدي عبدالوهاب وآخرون (1988):** هندسة حفر الآبار النفطية، المرحلة الثالثة والرابعة، رقم الإيداع 1366، المكتبة الوطنية بغداد.

8. **إمام، حسن فهمي وآخرون (1968):** الجيولوجيا الهندسية، القاهرة.

9. **حساوي، غانم سعد الله (1984):** محاضرات في تركيب وتشغيل وصيانة مشاريع المياه.

10. **حميدة ، إبراهيم حسن و حبيب ، إبراهيم محمد (1992):** الهيدرولوجيا والمياه الجوفية.

11. **عبداللطيف، فاروق (2005):** المضخات الجزء الأول والثاني، رقم الإيداع 13562، 13561 علي التوالي.

12. **محمد قرشي ، خالد عبد الله وآخرون (2005) :** الحسابات اللازمة للتحكم بإنتاج الرمل – مشروع تخرج – جامعة السودان – كلية هندسة النفط.

13. **مساوي، غانم سعد (1985):** دفاتر ومحاضرات في المياه الجوفية والحفر، رقم الإيداع 439، المكتبة الوطنية بغداد.

14. مصلحة الإرصاد الجوي ، الفاشر (2013): معلومات المناخ التي تخص منطقة الدراسة.

15. هيئة مياه الشرب، الفاشر (2012): معلومات عن جيولوجيا المنطقة.

16. وزارة الزراعة والري ، الفاشر(2012): معلومات المناخ وجيولوجية منطقة الدراسة.

17. **Alexandre Perrat (2010)**: Energy Efficiency for Machines.
18. AlFashir" (description), Encyclopedia Britannica, 2007 ".
19. **Bob, (Isam Abdul wahab and others (2007):** An Assessment of Groundwater Potential for Investigation Guidelines in Greater Darfur, International Center for African Study (ICAS).
20.**Elgharbawi .M. R. l (1986**): Principles of Geology, physical & Applied.
21. **Elhassan B. M & Majed M.E (1986)**: water supply in Sudan.
22. Johnson (1986): Ground Water and Wells, second edition.

23. Johnson (2008): Groundwater & Wells, Third Edition.

24. Nelsom (2005): Pump Characteristics and Application.

25. **Whitman A.J (1971):** The Geology of the Republic of the Sudan, Oxford Press, London.
26. **Woodson**. **R (2003):** Water Wells & Septic Systems Handbook.

27. **http://www**.britannica.com/EBchecked(2013).

28. **http://www**.Corrosionclinic.com (2012-07-15).

29.**http://www**.en.wikipedia.org/wiki/Thermodynamic_pump_testing(2013).

30. **http://www**.flickr.com/photos(2012).

31. **http://www**.google.com(2012).

32. **http://www**.mfa.gov.sd/arabic/images(2013).

33. **http://www**.momra.gov.sa/images(2012).

34. **http://www**.oceanstaroec.com/fame/2003/Drilling.htm(2013).

35. **http://** www.qattara.com(2013).

36. **http://ww**w.salamaty.com(2013) .

37. **http://www**.scienceclarified.com/Mu-Oi/Oil-Drilling.htm(2012).

38. **http://www.**weatherbase.com/weather(2013).

39. **http://www**.worldcities.us/El-Fasher(2012).

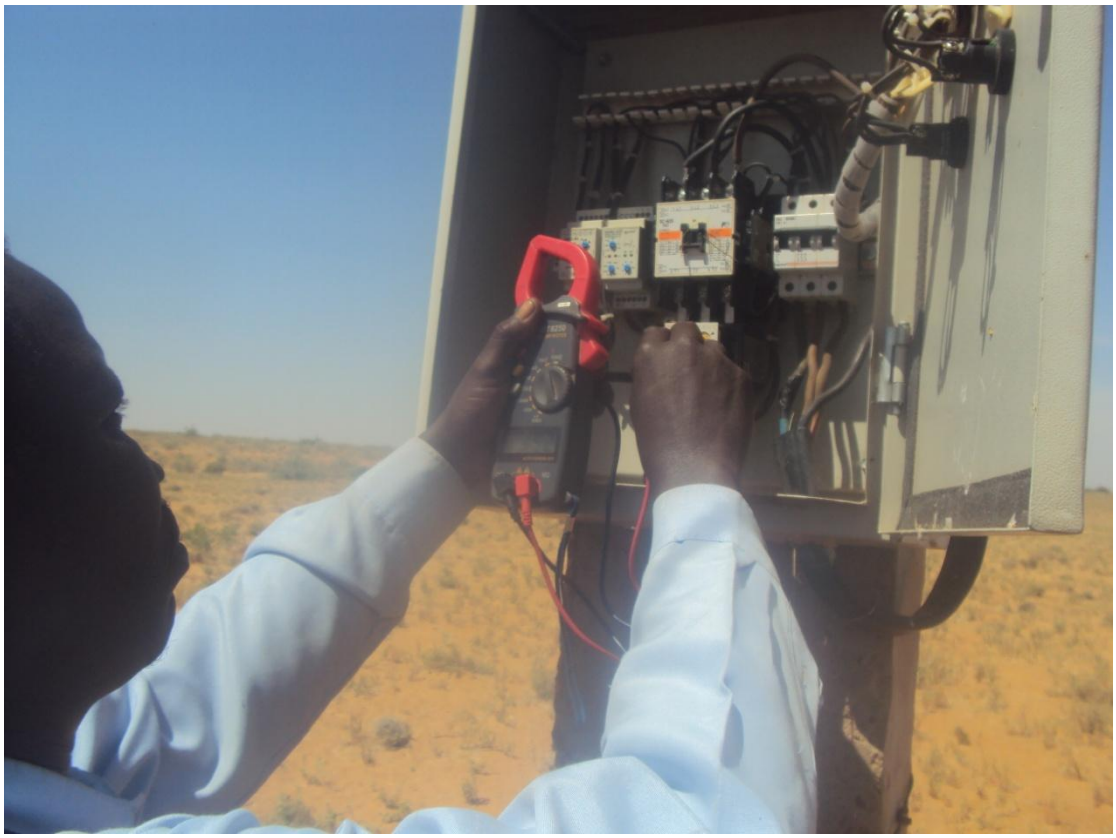
40. **http://www**.yahoo.com (2012).

ملحق (1): عملية فحص المضخة الغاطسة والمحرك الكهربائي (الموتور) بمدينة الفاشر

ملحق (2): مشاركة الدارسة في عملية إعادة إنزال معدات البئر بمنطقة لوابد

ملحق (3): الخطاف الساقط ببئر جاكومبا

ملحق (4): الصهريج العلوي بمحطة مياه منطقة لوابد

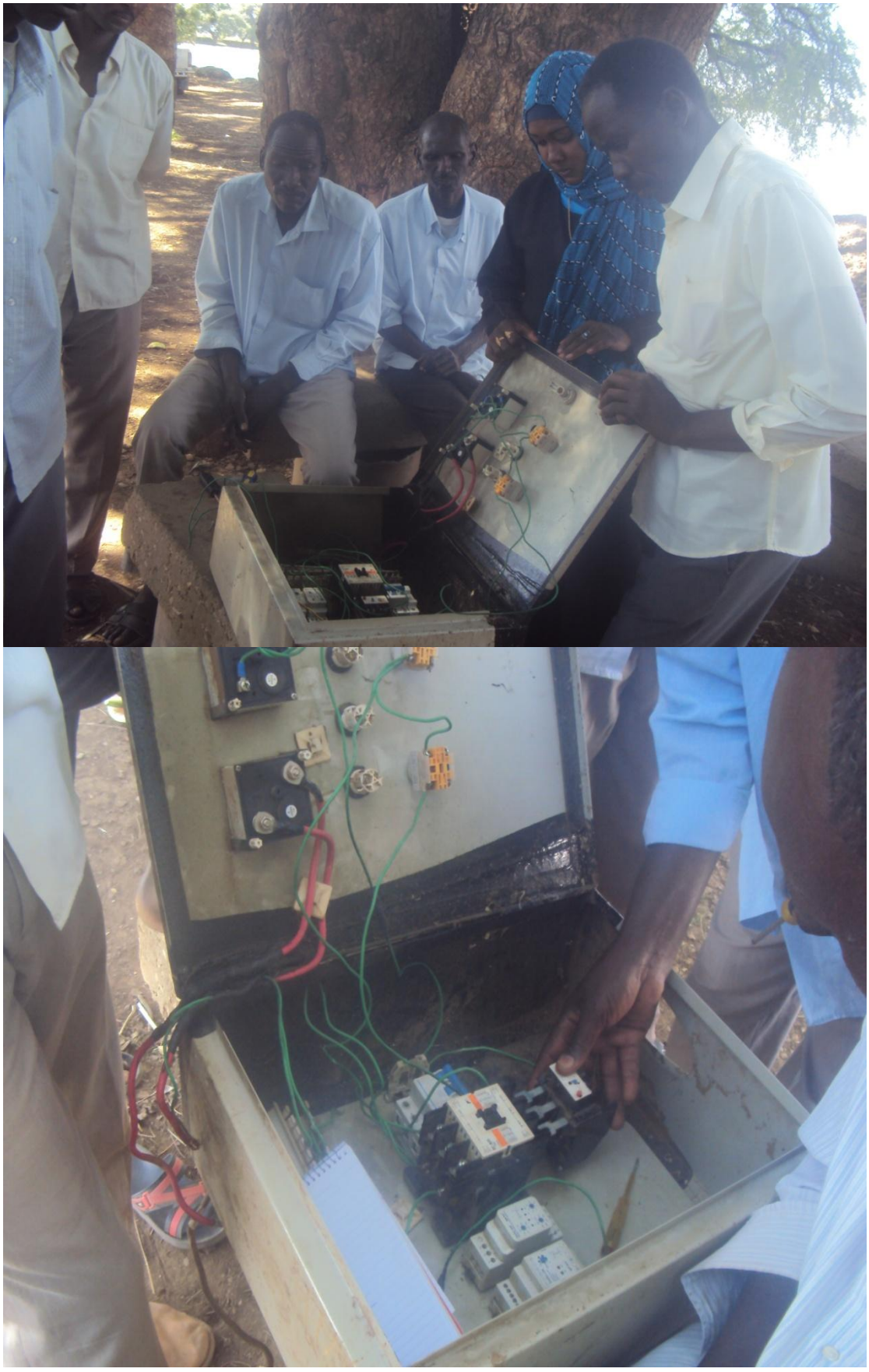


ملحق (5): التأكد من تذبذب الجهد الكهربي بمنطقة شقرة

ملحق (6): فحص الكابلات الكهربائية بمنطقة شقرة

ملحق (7): فحص المضخات الغاطسة بمنطقة شقرة

ملحق (8): البئر ولوحة التحكم الكهربائي(المفتاح الكهربائي) بمنطقة شقرة



ملحق (9): مشاركة الدارسة في معرفة كيفية تفادي حرق عضو الإنتاج الكهربائي

ملحق (10): عملية إخراج أنابيب الضخ والمضخة اليدوية بمدينة الفاشر

ملحق (11): عملية فك السيخ وإخراج أنابيب الضخ بمدينة الفاشر

ملحق (12): جهاز (Hair Meter) لقياس مستوي الماء يدوياً بمدينة الفاشر

ملحق (13): عملية فحص المضخة اليدوية بعد إخراجها بمدينة الفاشر

ملحق (14): عملية تبديل المضخة اليدوية وأنابيب الضخ المثقوبة بمدينة الفاشر

ملحق (15): مشاركة الدارسة في عملية ربط المضخة اليدوية بمدينة الفاشر

ملحق (16): الدارسة تشارك في عملية إعادة إنزال المضخة الجديدة وأنابيب الضخ

ملحق (17): نجاح عملية إختبار البئر Pumping Test بمدينة الفاشر

ملحق (18): بئر أبو شوك (2) بمنطقة دارسة الحالة الثانية

ملحق (19) : تقرير المهندس مبارك عبدالرحمن عبدالله عن إصلاح المضخات اليدوية بمنطقة دراسة الحالة الثانية (مدينة الفاشر)

Hand pump repair Report

Alfashir town

24th June to 02nd July.2013

I. EXECUTIVE SUMMARY

WatHab/ ALJ team visited Alfasher town with goal of hand pump repairing with in Alfasher town, prior the repair an agreement reached between ICRC/ ALF and WES, regarding the repair of the broken hand pumps in the town. The team managed to repair 12 broken HPs benefited approximately 7000 person, and networked with interlocutors. Main concern of the community leader relates to lack of spare parts for hand pump (HP) repair as most of the community already trained in HP repair by NGOs present in ALF.

2.Aims of the Repair

- Increase the water quantity in the town, as the dry season is approaching
- Capacity building with WES & community leaders in ALF, through having such kind of projects
- Visibility of ICRC in the town, gives more acceptance

3. ICRC Participants

Name	Function
Mobark Abdulrrahman Abdallah	Team leader – Water & Habitat Engineer
Musa & Abdulhalim	WatHab ALF technicians
Mohammed Issa Abdulmajeed	WatHab ALJ technician
Mohamed Mahmoud	Truck driver
Amy Awad	Trios driver

4. Important interlocutors

Name	Function
Hanaa Elhaj Yousif Bokhary	New Engineer Under training (WES)
Ahmed Adam Abdallah	Sheikh of Hay Alnasr A
Yagoub Ali Hasabo	Sheikh of Hay Alnasr B
Abubaker Hassan	Teacher of Aunm Ayman school
Abdulrahman Mohamed	Sheikh of Hay Alriyad North
Ibrahim Hamid	Sheikh of Althowra Shomal
Adam Hassan Adam	Teacher in JogoJogo School
Omer Ibrahim Musa	Imtidad Altiganiya
Abdulrahman Saind	Um Alghora
Ibrahim Adam Osman	Hay Alserra
Jaafar Ismaeel	Al hilla Aljadida

5. General Situation and Activities

The general water situation in Alfasher town seems to be stable, most of the communities depend on UWC for their water needs, UWC have many deep boreholes, equipped with submersible pumps and good net working system in the town, however, there are some sectors in the town not covered by UWC, those sectors highly depend on hand pumps to withdraw ground water and donkey carts from private vendors.

The ground water in ALF town is very deep, approximately 50m, which needed at least 20 hand pump pipes, to reach the water level that is affecting by way or other in the pipe threading, and for sure leads to pump damage.

6. Activity table

Town	Sector	Latitude N	Longitude E	Repairs done	Date of repairs
Alfasher	Hay Alnsr HP	13° 38` 40.36"	025° 21` 10.16"	5 GI pipes, 3 connecting rods, Cylinder and 4 bolts & nuts replaced	24.06.2013
Alfasher	ALmanar School HP	13° 38` 38.63"	025° 21` 13.22"	7 GI pipes, 2 connecting rods and cylinder replaced	25.06.2013 (No water found)
Alfasher	AlNahda School HP	13° 38` 22.62"	025° 21` 50.49"	6 GI pipes, 2 connecting rods, cylinder and head assembly replaced	26.06.2013
Alfasher	JogoJogo Basic School HP	13° 37` 43.39"	025° 22` 14.08"	Water tank, chain coupling and 4 bolts & nuts replaced.	26.06.2013
Alfasher	JogoJogo Secondary School HP	13° 37` 42.05"	025° 22` 18.9"	5 GI pipes, 5 connecting rods, head assembly and 4 bolts & nuts replaced.	27.06.2013 (No water found)
Alfasher	Hay Alnasr HP	Nil	Nil	5 GI pipes, 5 connecting rod sand cylinder replaced	27.06.2013
Alfasher	Alshaheed Trio HP	13° 35` 20.42"	025° 20` 6.56"	2 GI pipes,2 connecting rods and 4 bolts & nuts replaced.	30.06.2013
Alfasher	Hay Alriyad HP	13° 39` 27.23"	025° 21` 51.16"	Cylinder, 5 GI pipes and 5 connecting rods replaced. Bag of cement donated for Apron repair	30.06.2013
Alfasher	Hay Alriyad-Alkhalwa HP	13° 39` 35.04"	025° 22` 8.31"	Cylinder, 2 GI pipes, 2 connecting rods and 8 bolts & nuts replaced	01.07.2013 (No water found)
Alfasher	Abu Zar School HP	13° 39` 20.42"	025° 21`33.13"	Head Assembly, connecting rod and 4 bolts & nuts replaced Bag of cement donated	02.07.2013

				for Apron repair		
Alfasher	Hay Alriyad South HP	Nil	Nil	2 GI pipes, 2 connecting rods, 8 bolts &nuts and pump cylinder replaced	02.07.2013	
Alfasher	Um ALGura HP	13° 35` 31.26"	025° 20` 47.64"	12 GI pipes, 9 connecting rods, 8 bolts & nuts and head assembly replaced.	03.07.2013	

7.CONCLUSION

- Hand pump training needed, especially for the sectors not covered by UWC network
- The hand pumps in ALF are not live long, due to deep distances of ground water.
- ALF team to continue the HP repairing in the town as agreed with WES

8. FOLLOW-UP

ALF team to monitor the repaired HPs with out water, during Aug & Sept, and report the situation.

Thinks

Mobarak Abdulrrahman Abdallah

Water & Habitat Engineer

ملحق (20) : تقرير المهندس عبدالغفار عبدالله عن تدريب وإصلاح المضخات بمنطقة دراسة الحالة الثانية (منطقة شقرة)

Pumps repair & training Report:

To: Mr Nihal SAMARASINGHE 7 Nov 2013

Project Manager/ UNOPS

Findings:

Power supply main:

The main issue usually cause failure is the power supply instability, high tension from town to Shagra bore-field less than 11KV need to be upgrade and observer indicate the followings:

- Record voltage at boreholes end 352V Shagra Goz
- Record voltage 369 volt at transformer end Waddy

Pumps:

- Pump motors burned due power instability
- Protection to panels need to be install to all boreholes
- Cables selection 130-150m need to be provide to match motor specifications
- Conduct regular inspections to all electrical panels
- Through head electric Eng. Need to update all technician on maintenances need
- Require electric tools 2 set minimum Shagra Waddy / El Goz

Recommendations

1- Replacement of all 9 motors with complete motor starter(22 KW)
2- Supply of suitable cables to suit motors specification

3- Upgrade power supply by means of supply poster transformers (13 Nr @ 200 KVA) or upgrade 11 KV line to 33 KV in consultation with NEC
4- Motor Protection to all boreholes
5- Supply electric tools

By: AbdelGhafar Abdalla

Cc: Yahia salim UNOPS
CC; Hitham Ahmed/ Nureldien Adam (UWA)

ملحق (21): يوضح التكوينات الجيولوجية لبعض آبار المياه الجوفية التي تمت دراستها

Well litho logy

Site: shagera Algoz well No (3)

Top (m)	Bottom (m)	Description
0-	12	Goz sand reddish
12	32	Goz sand yellowish
32	40	Clay sand
40	54	Clay
54	64	Gravel
64	66	Coarse sand
66	78	calcareous sandstone reddish
78	84	calcareous sandstone brownish
84	88	Medium sand dirty
88	90	Gravel
90	140	Medium sand light color
140	150	Medium to coarse sand light color
150	188	coarse sand light color
188	194	medium sand light color
194	203	Mudstone

Well profile

0 ---------- 154m plain casing

154 ---------- 160 m Screen

160---------- 178m plain casing

178 ---------- 190m Screen

190----------196m sand trap

196----------203m hanging

Gravel backing: through above the filter

Well litho logy

Site: shagera alwadi well No(1)

Top (m)	Bottom (m)	Description
0-	14	Clay gray color
14	18	coarse Sand
18	26	Sandy clay
26	32	Gravel
32	58	Rock fragment
58	62	Sandy clay gray color
62	68	Sandy clay dark color
68	72	Weathered rock
72	88	Medium sand white
88	140	Basalt

140	150	Medium to coarse sand light
150	156	Basalt
156	178	Medium to coarse sand
178	188	Coarse sand light
188	206	Medium to coarse sand light
206	228	Coarse sand light
228	238	Mudstone

Well profile

0 ---------- 181m plain casing

181 ---------- 187m Screen

187---------- 217m plain casing

217 ---------- 229m Screen

229----------235m sand trap

235----------238m hanging

Gravel backing: filling all through