وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة سبها – كليةالعلوم

قسم : علوم الأرض

بحث تخرج لاستكمال متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس بعنـــــــوان:

حفر بئر مياه بواسطة آلة الحفر الدقاقة بمدينة سبها ودراسة الوضع المائي بمنطقة الحفر

أعداد الطالبان:-

محمد السنوسي أحمد الدرازي أيمن علي محمد الصغير

تحت أشراف:-

أ. يوسف عباس عبدالله

العام الجامعي

2015- 2016 ف

1 المقدمة

تقع ليبيا في شمال وسط القارة الأفريقية وتقدر مساحتها بحوالي 1.7مليون كيلومتر مربع وتتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط في مناطق ضيقة بأقصى الشمال ويتغير إلى صحراوي في اتجاه الجنوب وتعتمد ليبيا في تنمية المشاريع (السكانية والزراعية و الصناعية) وغيرها من المشاريع اعتماد كلي على المياه الجوفية التي تشكل حوالي 95% من مصادر المياه وتمثل المياه الجوفية أكثر من 97 % من إجمالي المياه المستهلكة في الأغراض المختلفة وتنقسم المياه الجوفية إلى قسمين رئيسيين متجددة وغير متجددة و تتركز خزانات المياه الجوفية المتجددة أي تلك التي تستقبل تغذية سنوية في الأحواض المائية الشمالية وبالتحديد في أحواض سهل الجفارة والجبل الأخضر و الحماده الحمراء أما خزانات المياه الجوفية الغير متجددة فهي متواجدة في النصف الجنوبي من ليبيا و بالتحديد في حوض مرزق بالجنوب الغربي وحوض الكفرة و السرير بالجنوب الشرقي و يعتبر حوض مرزق (إقليم فزان) أحد المناطق الصحراوية التي تمثل فيها المياه الجوفية المورد المائي الوحيد الذي يعتمد عليه في شتى مجالات الحياة (الشرب و الزراعة و الصناعة) . فبعد أن كان استغلال المياه في السابق يقتصر في الغالب على المياه الجوفية السطحية والينابيع الطبيعية أصبح تدريجيا خلال السنوات الأخيرة يرتكز على مئات الآبار العميقة حيث تم في البحث الإشراف على تنفيذ حفر بئر مياه في مزرعة خالد أبو شيبة بواسطة ألة حفر(cable tool) بمنطقة سبها حسب المواصفات الفنية لحفر بئر بعمق 150 متر.

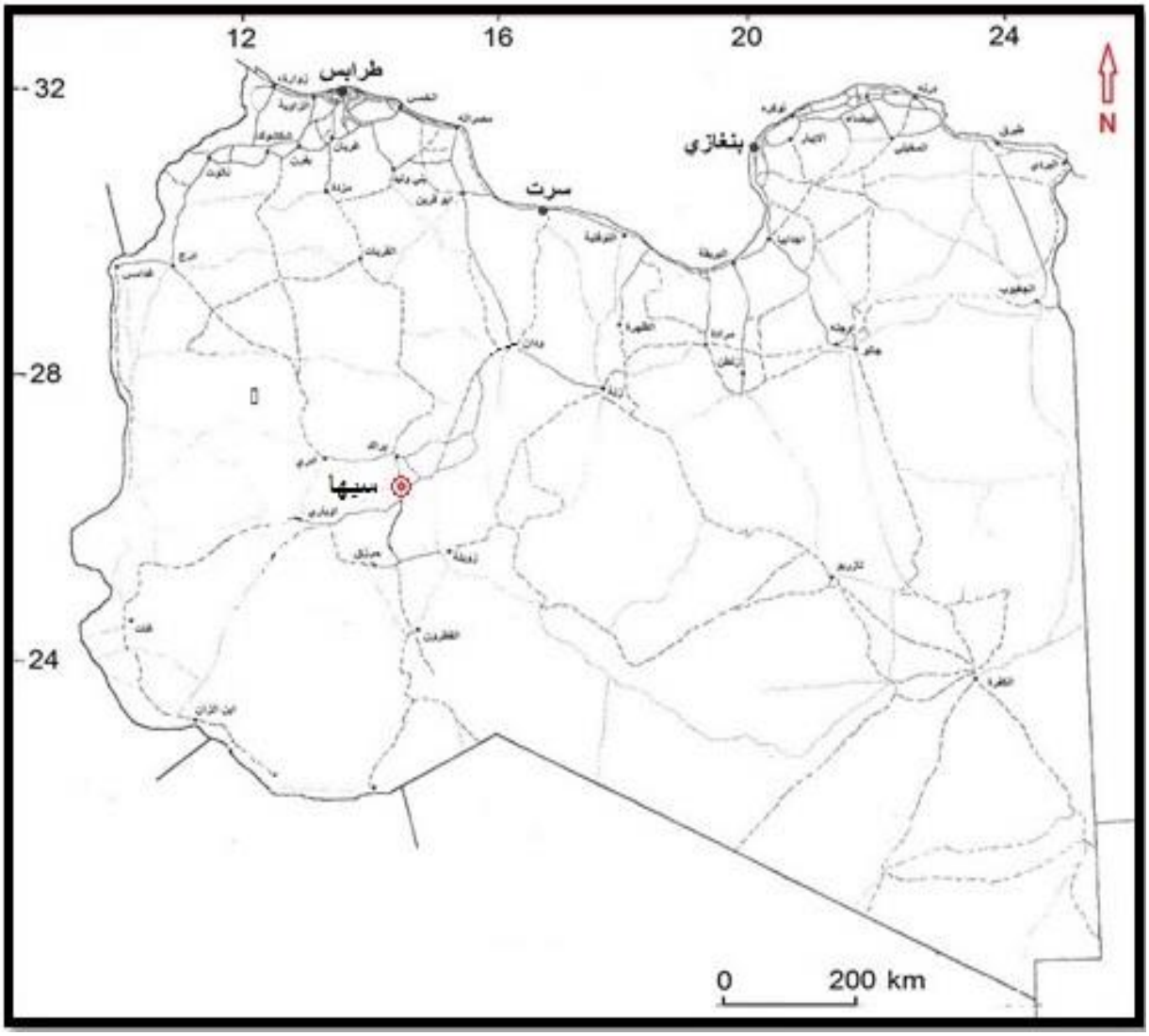
2.1 الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى التدريب في الإشراف على تنفيذ حفر بئر مياه بواسطة آلة الحفر الدقاقة (cable tool) وكيفية أخذ عينات من الفتات الصخري بواقع عينة لكل متر حفر وتنظيف العينة وتحفظ في أكياس مرقمة حسب العمق و إرساء أنابيب التغليف وعمل الحلقة الاسمنتية حول أنابيب التغليف و إرساء أنابيب الإنتاج وتنمية البئر و إجراء تجارب الضخ وأخذ عينة من المياه للتحليل الكيميائي .

3.1 جغرافية منطقة الدراسة

1.3.1 الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في مزرعة خالد بوشيبة شمال مدينة سبها بمسافة (17كيلومتر) باتجاه قرية تمنهنت بجانب مطحن المزرعة للدقيق ويقع موقع منطقة الدراسة عند خط الطول (″99 ´5 º27=N) ودائرة العرض (″46 ´33 º14=E) وعلى إرتفاع (450 m) فوق مستوى سطح البحر.



الشكل (1) خريطة لدولة ليبيا موضح فيها موقع منطقة سبها

الشكل (2) خريطة توضح موقع منطقة الدراسة (المصدر تعديل من برنامج الحاسوب المسجل عالميا باسم (2016 google Earth)

2.3.1 المناخ

1) الحرارة

يمثل مناخ حوض مرزق مناخ المناطق الصحراوية القارية الحارة حيث يكون التغير اليومي في درجات الحرارة كبير للغاية لأن درجة الحرارة تكون مرتفعة للغاية نهارا في حين تنخفض درجة الحرارة خلال الليل حتى تصل في بعض الأحيان لدرجة التجمد وتبلغ درجة الحرارة نهايتها الصغرى قرب الفجر في حين تبلغ درجة الحرارة نهايتها العظمى بين الساعة 12 ظهرا والساعة 2 بعد الظهر وأكثر الشهور حرارة هما شهري (يونيو) و (يوليو) حيث تصل درجة الحرارة إلى ما يقارب 50 درجة مئوية وأكثر الشهور برودة هما شهري (ديسمبر) و(يناير) حيث تصل درجة الحرارة إلى درجة التجمد ويبلغ المتوسط العام لدرجة الحرارة السنوي 22.4 درجة مئوية .

2) الأمطار

سقوط الأمطار نادر ولذلك فإن الصورة العامة هي عدم سقوط الأمطار لعدة سنوات وفجأة تسقط الأمطار على هيئة عواصف مطرية قوية نسبيا وتنهمر خلالها كميات كبيرة خلال فترة زمنية قصيرة هذه الظاهرة مطابقة لما يحدث في كثير من الصحاري في العالم ومن الطبيعي أن تحدث تعرية للتربة السطحية وترسيب الحصى في الوديان أثناء هذه العواصف المطرية ، وهذه العواصف مفيدة جدا في تغذية الخزانات الجوفية القريبة من سطح الأرض.

3) الرطوبة

كما هو متوقع في المناطق الصحراوية مثل حوض مرزق فإن شبه الرطوبة تكون منخفضة في معظم العام ، فيبلغ المتوسط الشهري لها 33.5% وتبلغ أقصى معدلاتها في شهر يناير إلى مايقارب 50% وأدنى معدلاتها في (يونيو) إلى ما يقارب 22% .

4) الرياح

تتعرض المنطقة إلى رياح تكون أحيانا شديدة وتأخذ عدة إتجاهات خلال الموسم الواحد ، والرياح السائدة هي الرياح الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية وأحيانا الشمالية الغربية ، والمتوسط العام لسرعة الرياح 8.94 عقدة / الساعة ، وتنخفض الرياح في شهر (يناير) إلى 7.15 عقدة /الساعة ، وتهب الرياح الرملية الجنوبية الغربية خلال موسمي (الربيع والخريف) .

5) البخر

نظرا لإرتفاع درجة الحرارة وندرة هطول الأمطار فإن عملية البخر تكون شائعة وينتج عن ذلك تبخر حوالي ثلثي مياه الري هذا يساهم بشكل كبير في تركيز الأملاح في التربة حيث يلاحظ بها نسب كبيرة من أملاح (كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم وكربونات الصوديوم) ، ويبلغ معدل البخر حوالي 3.7 متر / السنة .

6) الغطاء النباتي

تتميز منطقة الدراسة بصفة عامة بغطاء نباتي مبعثر (غير مستمر) نتيجة للظروف المناخية والبيئية وهذا الغطاء النباتي يظهر عادة في المناطق المنخفضة حيث ترتفع نسبة الرطوبة وتسمح بنمو هذه النباتات الطبيعية .

2 طرق الدراسة والبحث

اعتمدت هذه الدراسة على الجانب الحقلي والمكتبي و المعملي .

1.2 الجانب الحقلي :- اعتمد الجانب الحقلي على الزيارات الميدانية للمزرعة وتحديد موقع مكان حفر البئر وتركيز ألة الحفر وأخذ عينات من الفتات الصخري ومتابعة عملية الحفر والإشراف علي إرساء أنابيب التغليف وعمل حلقة إسمنتية حول أنابيب التغليف ثم إرساء أنابيب الإنتاج و تنمية البئر و إجراء تجارب الضخ وأخذ عينة من مياه البئر للتحليل الكيميائي .

2.2 الجانب المكتبي :- اشتمل الجانب المكتبي علي إجراء حسابات بيانات الأنابيب والمصافي وحساب كمية الإسمنت وحساب المعاملات الهيدروليكية لتجارب الضخ ثم رسم منحنيات تجارب الضخ ورسم القطاع الليثولوجي وتصميم البئر .

3.2 الجانب المعملي :- اشتمل علي الوصف الصخري لنتائج حفر البئر وإجراء التحليل الكيميائي للعينة المائية لمياه البئر في معمل التحليل الآلي بقسم البيئة كلية التقنية براك .

3 التكوينات الجيولوجية بحوض مرزق

بناءا على المعلومات التي تم الحصول عليها من الآبار التي حفرت ومن الوصف الليثولوجي والتصوير الجيوفيزيائي لها إضافة إلى الدراسات الجيولوجية السابقة فإن الطبقات الجيولوجية تم تقسيمها من الأسفل إلى الأعلى كالآتي :-

1.3 صخور حقبة الحياة القديمة

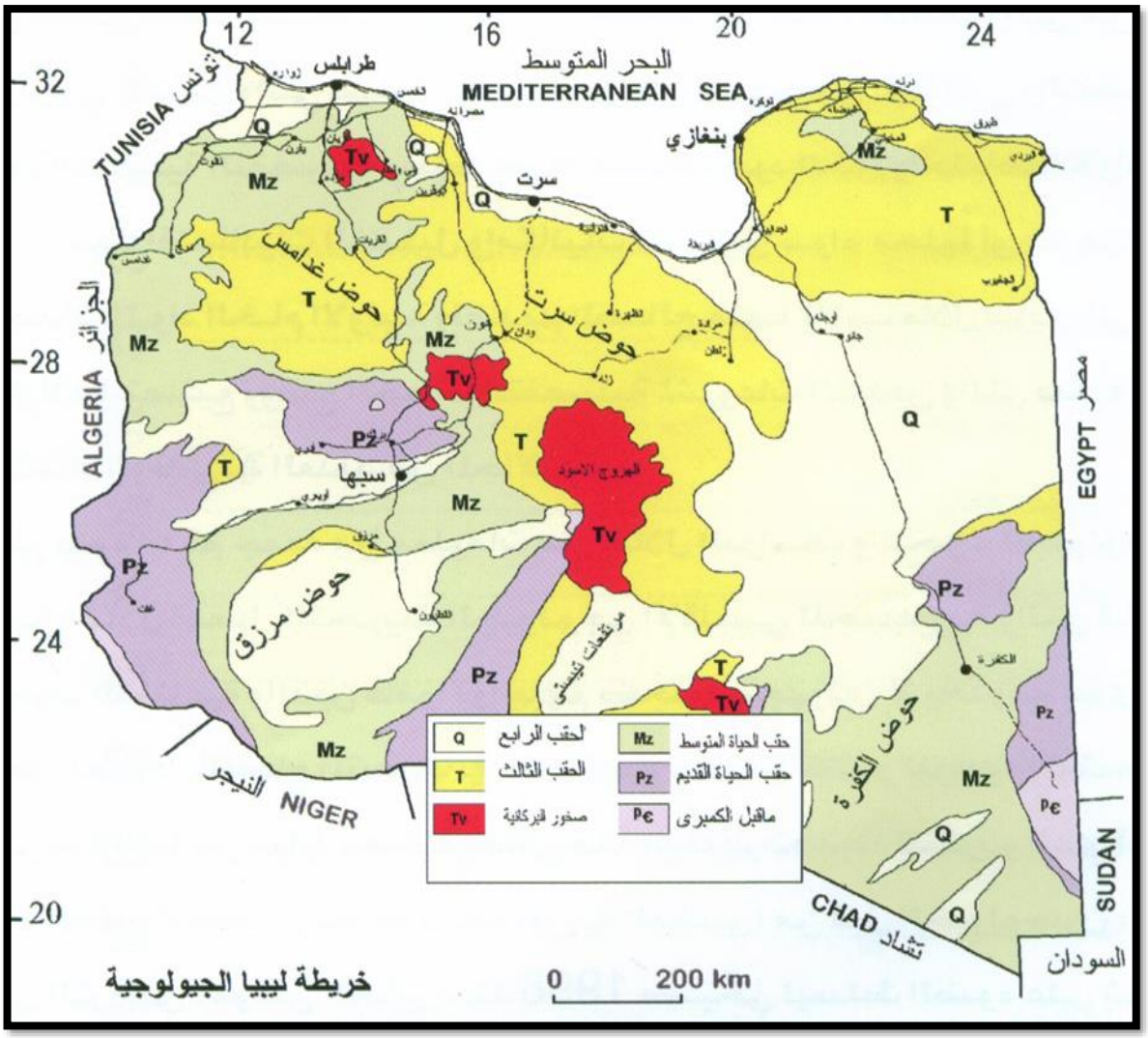
تكوينات حقبة الحياة القديمة تتكشف بأطراف الحوض الخارجية وتتكون في مجملها من أحجار رملية ناعمة إلى متوسطة وأحيانا خشنة الحبيبات وتكون عادة صلبة (الكمبروأوردوفيشي) والأحجار الرملية للسيلوري (تكوين أكاكوس) والديفوني (تكوينات تادرات وعوينات ونين) وتكون عادة الحبيبات بها من خشنة إلى متوسطة هذه الأحجار الرمليةتكوّن خزانات جوفية مائية تحتوي على مياه عذبة بأطراف الحوض الخارجية (وادي الشاطي ووادي الأريل) شمال حوض مرزق (ووادي تنازفت) جنوب غرب حوض مرزق ، والمياه المالحة بوسط الحوض كما أثبتت نتائج حفر بعض من آبار استكشاف النفط التي تم تنفيذها بالمنطقة .

2.3 صخور حقبة الحياة المتوسطة

وهي تتكون بمجملها من تبادل طبقي بين أحجار رملية وطينية وغرينية ذات حبيبات عموما من متوسطة إلى خشنة وتكون عادة هشة إلى متماسكة وقليلة الصلابة والأحجار الرملية بهذه التكوينات تشكل خزانات مائية جوفية هامة يتم إستغلالها بأغلب مناطق حوض مرزق (وادي الآجال وسبها ومرزق) حيث أنها تحتوي غالبا على مياه عذبة .

3.3 صخور حقبة الحياة الحديثة

تتكون من الرواسب ومن الأحجار الرملية والغرينية والأحجار الجيرية والدولوماتية وتتواجد بمناطق متفرقة بحوض مرزق وتحتوي على مياه ذات نوعية وكمية محدودة جدا .



الشكل (3) خريطة جيولوجية لدولة ليبيا.

4.3 جيولوجية منطقة الدراسة

من التكوينات التي تتكشف في منطقة سبها هو تكوين أمساك والذي يرجع إلى الجوراسى والطباشيري السفلي ويتكون من عضوين:

عضو جرمة

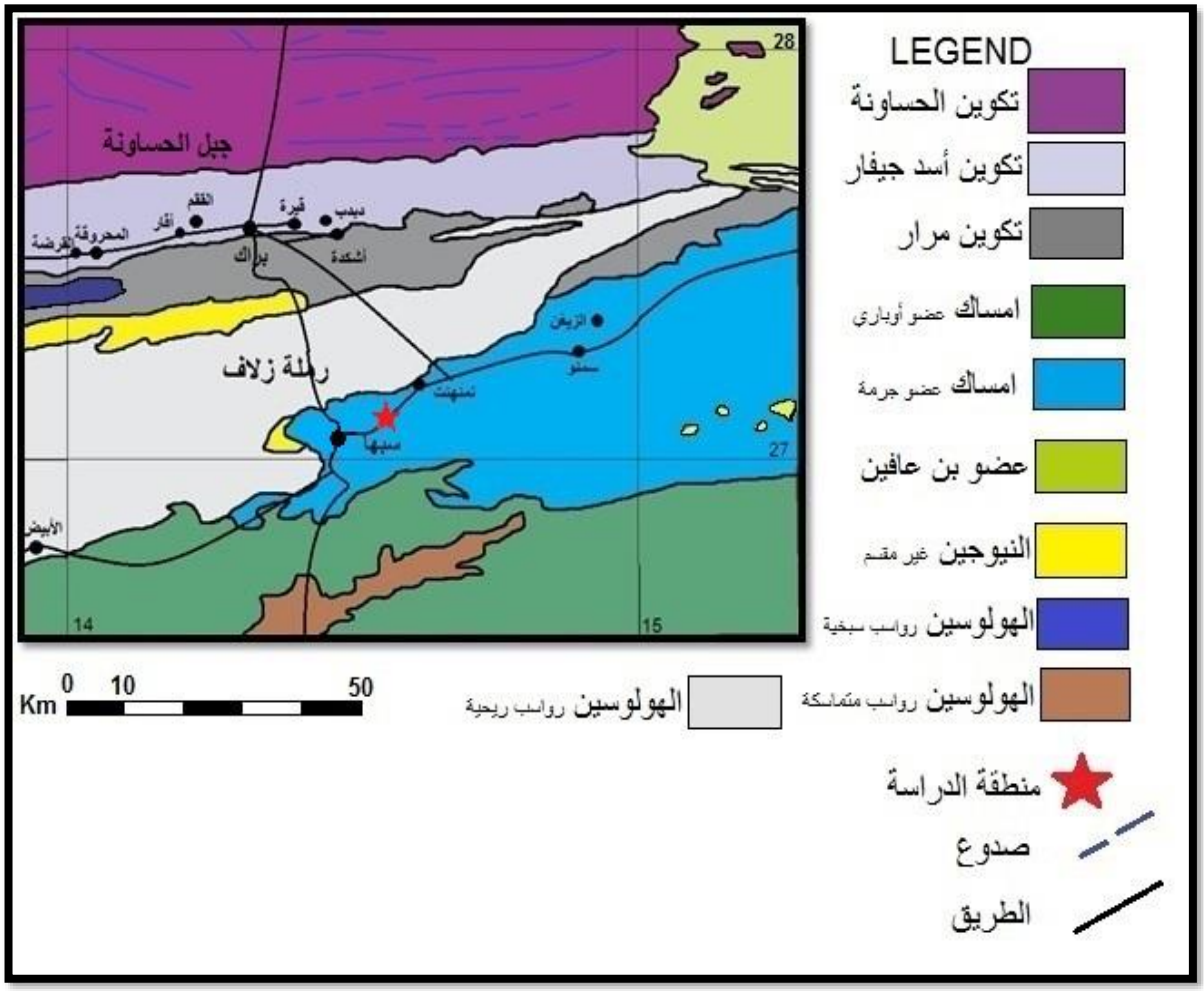
ويمثل الجزء السفلي لتكوين أمساك، حيث يحتوي على تبادلات من الطين والغرين وبه جدوع أشجار، وهو تحديدا المتكشف في مدينة سبها.

عضو أوباري

ويمثل الجزء العلوي، حيث يتكون من الحجر الرملي من متوسط إلى خشن الحبيبات، وهو متكشف جنوبي المدينة على بعد كيلومترات.

رواسب الرباعي

متمثلة في الكثبان الرملية الممتدة من الغرب حتى شمالي المدينة، بالاضافة الى رواسب الوديان والسبخات الشكل(4).



الشكل (4) خريطة جيولوجية لمدينة سبها (المصدر، معدلة من قبل الباحثين من خريطة ليبيا الجيولوجية)

4 المياه الجوفية لحوض مرزق

بناءا على الدراسات التي أجريت على حوض مرزق (PALLAS ، DUBY 1980) و

(الشاعر 1984 - 1987) ، ثم تحديد ثلاثة مستويات تتواجد فيها مياه جوفية قابلة للإستغلال .

- المياه الجوفية المخزنة بالأحجار الرملية بحقبة الحياة القديمة .
- المياه الجوفية المخزنة بالأحجار الرملية بحقبة الحياة المتوسطة .
- المياه الجوفية المخزنة بالأحجار الرملية ورسوبيات حقبة الحياة الحديثة .

1.4 خزانات المياه الجوفية بحقبة الحياة القديمة .

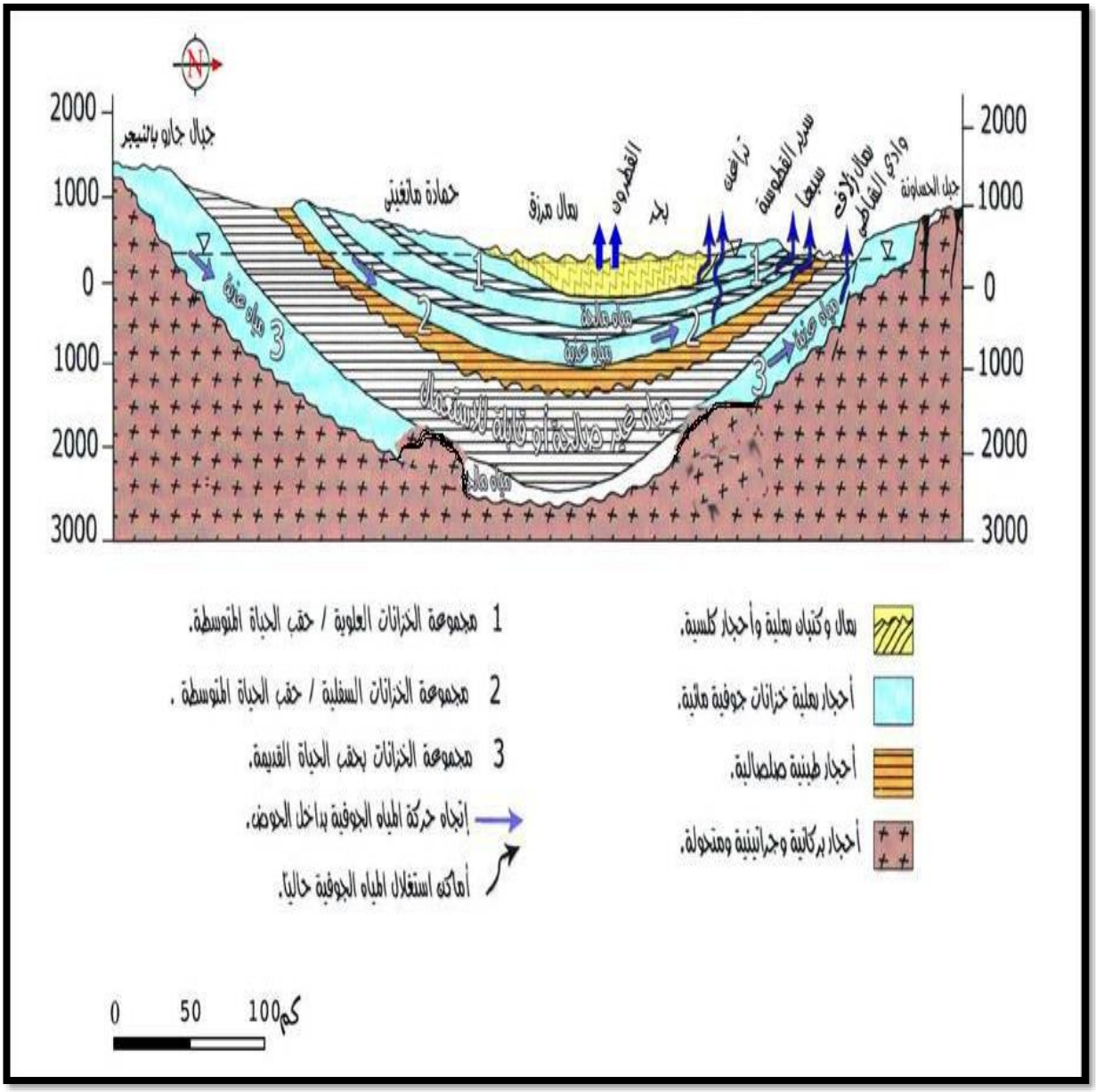
تشتمل على الخزانات الجوفية بالدور الكمبري والأوردوفيشي (تكوين الحساونة، تكوين الشبيات ، تكوين احواز ، تكوين المومنيات ، تكوين ملزشقران) والدور الديفوني (تكوين عوينات ونين) ويعتبر الخزان الكمبروأوردوفيشي أفضل خزان جوفي في حقبة الحياة القديمة نظرا لخصائصه الهيدروليكية والليثولوجية ، حيث تتمتع صخوره بمسامية جيدة ، بالإضافة إلى الفواصل والتشققات الموجودة بهذه الصخور وهي تشكل مسامية ثانوية ومياه هذا الخزان مستغلة في الأطراف الشمالية لحوض (وادي الأريل ووادي الشاطي) ، والأطراف الجنوبية الغربية (بوادي تنازفت) .

2.4 خزانات المياه الجوفية بحقبة الحياة المتوسطة .

المياه الجوفية بتكوينات حقبة الحياة المتوسطة تتواجد بحوض مرزق في مجموعتين رئيسيتين من الخزانات الجوفية وهي مجموعات الخزانات العلوية (المجموعة الأولى) ومجموعة الخزانات السفلية (المجموعة الثانية) وكل مجموعة من هذه الخزانات تتكون من عدة طبقات للأحجار الرملية تتواجد في تبادل طبقي مع أحجار طينية وغرينية ذات سمك محدود ، والمياه الجوفية بحقبة الحياة المتوسطة تعتبر عادة ذات نوعية جيدة حيث تتراوح ملوحتها بين 80-500 مليغرام /اللتر ، ويتم إستغلالها في الأجزاء الوسطى (سبها- وادي الحياة - وادي ايراون "مكنوسة" – وادي عتبة – وادي برجوج - القطرون) إلا أن الطبقات العلوية لهذه التكوينات (مجموعة الخزانات العلوية) تحتوي على مياه مرتفعة الملوحة وخاصة في الطرف الداخلي الشمالي للحوض والشمالي الغربي وأواسط الحوض .

3.4 خزانات المياه الجوفية بحقبة الحياة الحديثة

تكوينات حقبة الحياة الحديثة تتشكل على هيئة خليط من الحصى والطين والأحجار الرملية والرمال والكثبان الرملية وتتواجد بالوديان والمنخفضات ، هذه التكوينات تحتوي على مياه تتفاوت عادة في نوعيتها من الجيدة وصالحة للإستعمال إلى مالحة ومرتفعة الملوحة .



الشكل (5) قطاع هيدرولوجي لحوض مرزق يوضح الخزانات الأساسية للمياه الجوفية في حوض مرزق (الشاعر، 1987).

4.4 الخزانات الجوفية المستغلة في منطقة الدراسة بمدينة سبها .

تنقسم الخزانات الجوفية في منطقة الدراسة إلى الخزان الجوفي العلوي والخزان الجوفي السفلي .

1.4.4 الخزان الجوفي العلوي

يتبع الخزان حقبة الحياة المتوسطة لتكوينات (الترياسي وحتى الطباشيري السفلي) ويتكون من تداخلات من الحجر الرملي والغرين والطين ويميل مستوى المياه الجوفية فيه من الجنوب إلى الشمال الشرقي حسب الدراسات الهيدرولوجية وينقسم هذا الخزان إلى مجموعتان رئيسيتان هما :

أ) خزانات المجموعة الأولى

تتواجد على أعماق ضحلة من العمق 20 متر إلى العمق 70 متر وتستغل بصفة عامة من طرف المواطنين والجهات العامة للزراعة والشرب والصناعة ويزداد سمكها في إتجاه الجنوب والشرق وتقترب من السطح بإتجاه الشمال والغرب ونتيجة لقرب هذه المجموعة من السطح بإعتبارها خزانات (غير مقيدة) يلاحظ بأن مياه هذه الخزانات قد تعرضت للتلوث وأصبحت غير صالحة للشرب .

ب) خزانات المجموعة الثانية

تعتبر هذه الخزانات مقيدة وتتواجد على أعماق تتراوح ما بين 70 متر في إتجاه الشمال و 250 متر في إتجاه الجنوب .

2.4.4 الخزان الجوفي السفلي

يتمثل في تكوين الكمبروأوردوفيشي ويتواجد على أعماق كبيرة ولم يتم إستغلاله حتى الآن .

5.4 الإستهلاك .

1.5.4المياه المستغلة من خزانات المجموعة الثانية بمدينة سبها :-

تقدر كمية المياه المستغلة بواسطة المزارع الخاصة بمدينة سبها بحوالي 250 مليون متر مكعب / السنة من المياه لري 19800 هكتار .

كما تستهلك المشاريع الزراعية بوضعها الحالي حوالي 26 مليون متر مكعب من المياه في السنة موزعة على 77 بئر .

كما هو موضح بالجدول (1) :

المشروع	نوع المشروع	المساحة المروية (شتوي /صيفي)	عدد الآبار المحفورة	عدد الآبار العاملة	الاستهلاك (مليون متر مكعب / السنة)	الملاحظات
مشروع الأبقار	إنتاجي	45/57	8	4	1.2	
مشروع سبها	استيطاني	640	30	25	9.7	5 أبار معطلة
مشروع حمزة	استيطاني	100	10	8	2.8	2 أبار معطلة
المشتل	إنتاجي	10	4	1	0.4	
التسويق الزراعي	إنتاجي	30	3	3	0.7	
مشروع سمنو	استيطاني	120/242	20	20	3.9	
وديان غدوة	إنتاجي	180	16	4	2.18	مستغل للنخيل
مشروع غدوة	استيطاني	240/320	10	4	2.76	6 أبار عاطلة
حطايا النخيل سبها	إنتاجي	–	14	–	–	
جهاز النخيل	إنتاجي	30	2	1	0.27	
حطايا النخيل غدوة	إنتاجي	–	7	1	0.61	بئر مستغل للشرب
المعهد الزراعي	إنتاجي	30	3	3	0.7	
مركز البحوث الزراعية	إنتاجي	100	5	3	0.82	
الإجمالي		1525	132	77	26.04	

جدول (1) يوضح الاستهلاك السنوي من المياه بالمشاريع الزراعية (مليون متر مكعب / السنة)

ويبلغ عدد الأبار المحفورة للشرب بمدينة سبها 64 بئر مستغل ، أما من الناحية الصناعية فإن سبها بها عدد 20 بئر وتستهلك هذه الأبار للشرب والصناعة ما يعادل 22 مليون

متر^3 / السنة .

2.5.4 المياه المستغلة من خزانات المجموعة الأولى بمدينة سبها :-

وتقدر الكمية المستغلة بواسطة المزارع الخاصة بحوالي (264) مليون متر^3/ السنة .

كما هو موضح بالجدول (2) :

الموقع	عدد المزارع	المساحة المروية	الاستهلاك (مليون متر^3/ سنة)
سبها	1200	10800	136.87
تمنهنت	250	2250	28.75
سمنو	433	3897	49.60
الزيغن	180	1620	20.57
غدوة	250	2250	2857
الإجمالي	2313	20817	264.36

جدول (2) يوضح الاستهلاك السنوي بالمزارع الخاصة (مليون متر مكعب / السنة)

وتستهلك المشاريع الزراعية لوضعها الحالي 5 مليون متر مكعب من الماء في السنة على 21 بئرا .

ويبلغ عدد الأبار المحفورة للشرب 10 أبار بمنطقة تمنهنت وسمنو والزيغن وتستهلك حوالي 4 مليون متر مكعب / السنة من المياه ، وهذه الأبار أصبحت غير صالحة للشرب ، وينصح بحفر آبار عميقة تصل إلى الخزان الكمبروأردوفيشي ، مع ضرورة تركيب وحدة معالجة لفصل الحديد والمنجنيز المذاب في الماء .

يصل إجمالي الإستهلاك العام بمنطقة سبها 572 مليون متر^3 / سنة .

6.4 تأثير الإستهلاك :-

نتيجة للإستهلاك المفرط للمياه بمنطقة سبها أدى إلى حدوث هبوط لمنسوب المياه بالخزانات الجوفية سواء كانت المجموعة الأولى أو الثانية بالإضافة إلى تلوث مياه هذه الخزانات .

أ- المجموعة الأولى :-

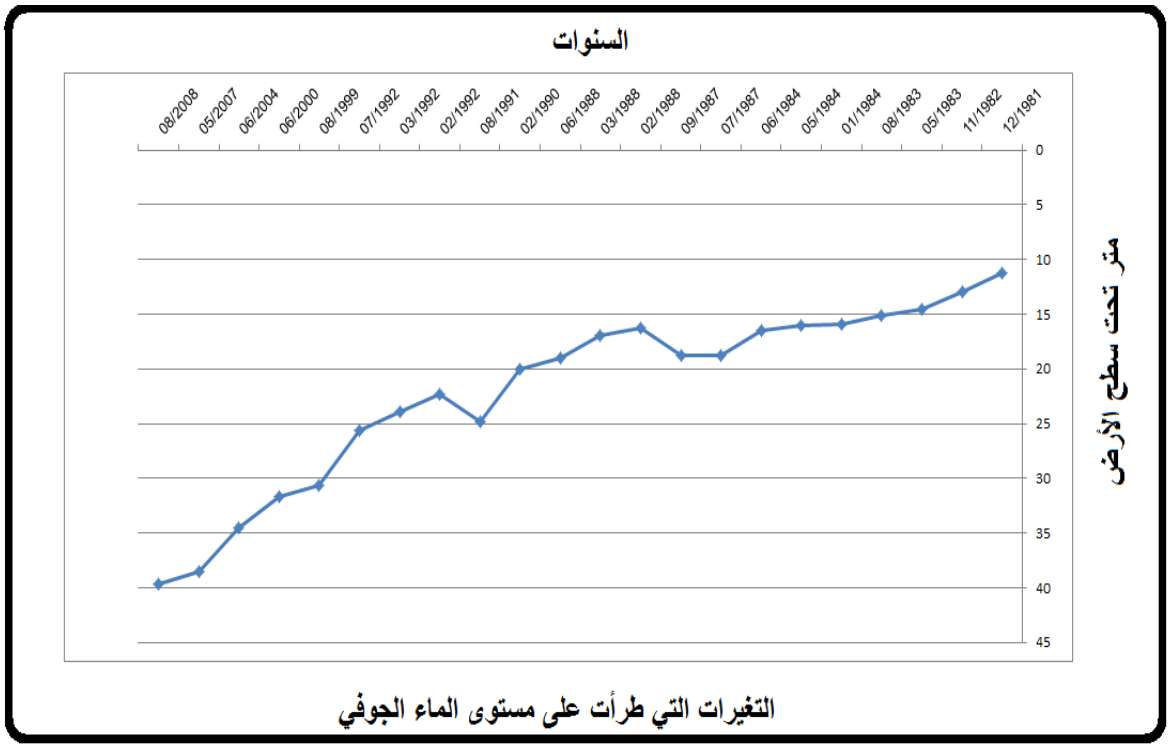
من خلال قياس منسوب المياه لبعض أبار المزارعين أتضح وجود هبوط زاد بمعدل الهبوط السنوي عما كان خلال سنة 1970 من 0.45 متر إلى 0.9 متر خلال سنة 2005 ، بالإضافة إلى تلوث هذه الخزانات بمياه الصرف أو زيادة نسبة الأملاح .

ب- المجموعة الثانية :-

لقد أصبحت هذه الخزانات المصدر المائي الوحيد والمستغل في منطقة سبها ويلاحظ الهبوط في المنسوب في بئر المراقبة الوحيد (4113) بمشروع الأبقار سبها ويتضح مستوى الماء في سنة 1981 ف يساوي 11.25 متر تحت سطح الأرض وأصبح سنة 2004 ف 34 متر تحت سطح الأرض وذلك بمعدل هبوط عام يساوي 23.32 متر ومعدل هبوط سنوي لمنسوب الماء الثابت يصل إلى حوالي 1.02 متر سنة 2004 ف ويعتبر هذا المعدل عاليا جدا ، هذه المياه قديمة دفينة وغير متجددة بالإضافة إلى موقع مدينة سبها في الطرف الشمالي بحوض مرزق حيث يتقلص سمك الخزان .

وفي حالة استمرار استغلال المياه بالمعدلات الحالية من الخزانات العلوية بحقبة الحياة المتوسطة فإن منطقة سبها ستواجه مشكلة حقيقية في توفير مياه الشرب .

والشكل (5) يوضح ذلك:.



شكل (6) يوضح الهبوط السنوي في مستوى الماء في بئر المراقبة (4113) بمشروع الأبقار سبها

5 حفر أبار المياه الجوفية

نتيجة التعامل مع صخور ذات صلابة متفاوتة فقد تم تطوير العديد من طرق حفر آبار المياه الجوفية لتتناسب مع نوع الطبقات التي يتم حفرها وصلابتها وعمق البئر فنجد أن الطرق المستخدمة في حفر الصخور الصلبة تختلف عن الحفر في الصخور الهشة المفككة .

ولذلك فقد أصبح طريقة اختيار حفر الآبار ترتبط ارتباطا وثيقا بمنطقة إنشاء البئر وطبيعة صخورها وأصبحت بعض طرق حفر الآبار أكثر شيوعا ونجاحا في بعض المناطق عنها في المناطق الأخرى .

وعملية الحفر الفعلية التنفيذية تتم خلال مراحل تسمى مراحل الحفر وتتكون هذه المراحل بدورها من خمسة عمليات مختلفة هي :

1- مرحلة الحفر Drilling Stage .
2- مرحلة وضع أنابيب التغليف Casing Installation Stage .
3- مرحلة تركيب المصافي مع وضع حشوة الحصى إذ تطلب إنشاء البئر ذلك Screen Placement Stage .
4- مرحلة تثبيت أنابيب التغليف بواسطة الإسمنت وعزل الأجزاء غير المرغوب في استغلالها Cementing or Grouting Stage.
5- مرحلة تنمية البئر وتجهيزه للإستخدام النهائي Development Stage .

1.5 طرق حفر الآبار :

عرفت الآبار منذ القدم على أنها المصدر الرئيسي لإستخراج المياه الجوفية من داخل الطبقات .
والبئر هو عبارة عن ثقب أنبوبي الشكل يخترق الطبقات الحاملة للمياه حيث يتم إدخالها وتجميع المياه ومن ثم جلبها إلى السطح للاستفادة منها .

في السابق كانت عملية جلب الماء للسطح تتم بواسطة طرق قديمة مثل :- الدلو ، أما في الوقت الحاضر فقد اخترع الإنسان مضخات المياه التي مكنت من رفع كميات كبيرة من الماء داخل البئر إلى السطح في فترة زمنية قصيرة ومن طبقات عميقة بطريقة سهلة وميسرة وهذا ما سبب استهلاك المياه الجوفية .

يتكون بئر الماء من جزئيين رئيسيين :

1- يتم تبطين الجزء الأول بطريقة لا تسمح بمرور المياه إلى داخل فجوة البئر وفي الوقت الحاضر أصبح البئر يبطن بأنابيب التغليف (Casing) حيث توضع أنابيب التغليف مقابلة للطبقات الجيولوجية غير المنتجة أو التي لا يرغب المستهلك في استغلالها لسبب أو لآخر .

2- أما الجزء الثاني من البئر فيحتوي على فتحات تسمح بمرور الماء وتجمعه داخل فجوة البئر والذي أصبح في الوقت الحاضر يبطن بأنابيب معدنية ذات فتحات مقننة ومدروسة جيدا تعرف بالمصافي (Screens) ويتم اختيار نوعها وحجم فتحاتها عند تصميم البئر .

وتوضع المصافي مقابلة للطبقات الجيولوجية المنتجة للماء والتي يرغب المستهلك في الاستفادة منها

تمثل طرق حفر الآبار العمليات الفعلية التي يتم خلالها ثقب صخور الخزان الجوفي وما يعلوه من صخور بطرق ميكانيكية مختلفة لذلك فإن هنالك عدة طرق لحفر الآبار نذكر منها:-

1- طرق حفر الآبار الضحلة .
2- طرق حفر الآبار العميقة .

أولا : طرق حفر الآبار الضحلة :

أ- الآبار المحفورة يدويا Hand-Dug Wells .
ب- الآبار المدفوعة (المدقوقة) Driven Wells .

ثانيا : طرق حفر الآبار العميقة :

أ- طريقة الحفر بالآلة الدقاقة Cable Tool .
ب- طريقة الحفر بالدوران الرحوي Rotary .

أولا :- طرق حفر الآبار الضحلة :

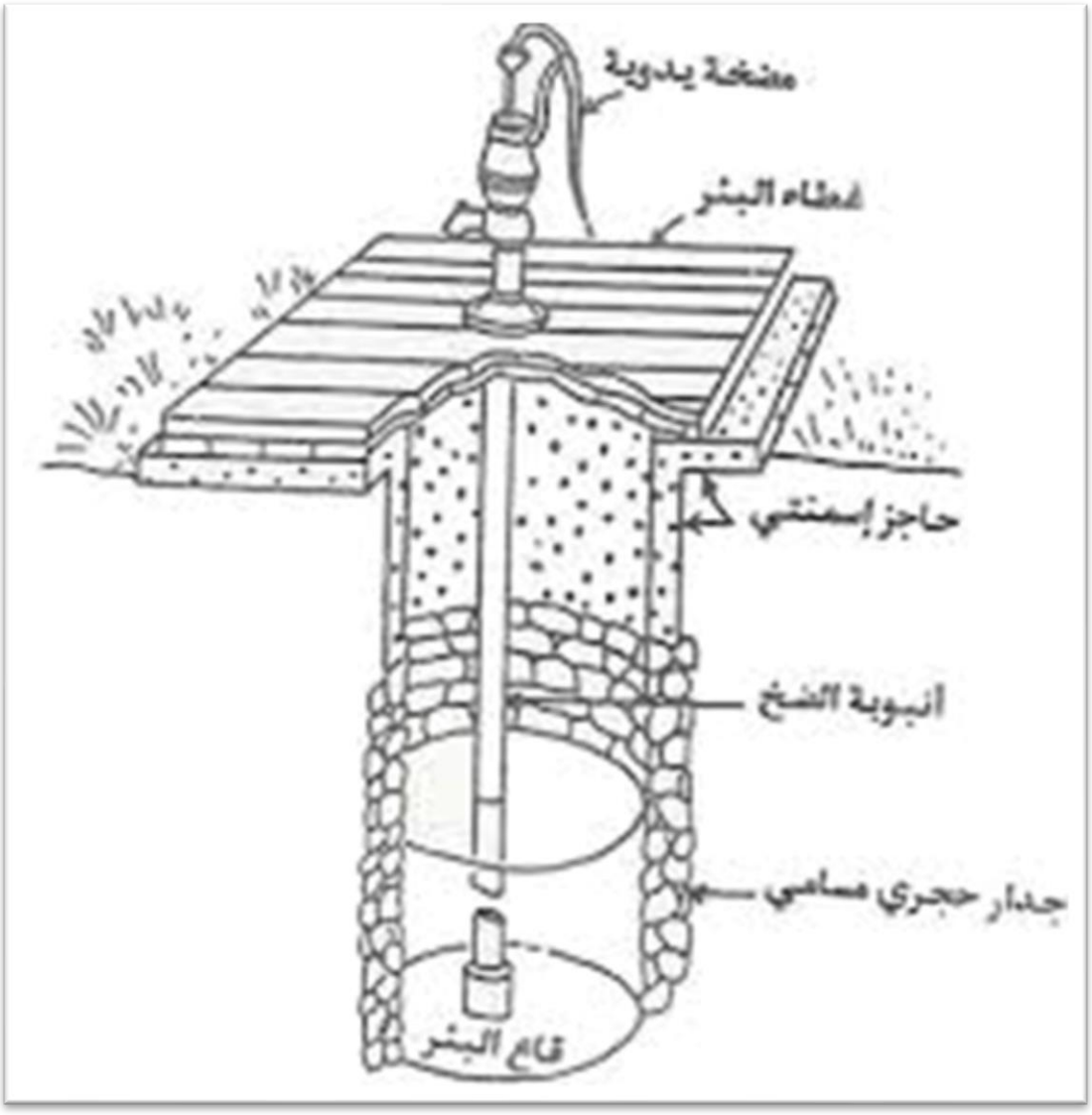
أ- **الآبار المحفورة يدويا Hand-Dug Wells :**

عرفت الآبار المحفورة يدويا منذ العصور القديمة إذ يتجاوز تاريخها عدة آلاف من السنين وقد عرفت منذ وجود الإنسان على وجه الكرة الأرضية تتراوح أعماق الآبار المحفورة يدويا بين عشرة أمتار إلى اكثر من 30متر اعتمادا على عمق سطح الماء في الطبقة أما بالنسبة لأقطارها فهي تتراوح بين المتر الواحد إلى عدة أمتار ويعتبر المعول والمجرفة هما الأداة الرئيستان المستخدمتان في حفر هذه الآبار ولضمان سلامة البئر ومنع جدرانه من الانهيار فإنه عادة ما يبطن ببطانة دائمة من الحصى أو الأخشاب أو الصخور أو من الإسمنت المسلح أو من أنابيب

التغليف خاصة بهذه الآبار وفي أغلب الأحوال يكون الجزء السفلي من هذه البطانة مثقوب حيث يسمح للماء بالمرور من الخزان الجوفي إلى داخل البئر .

من أهم عيوب الآبار المحفورة يدويا :

1) سهولة تلوثها بالمياه السطحية أو الملوثات الموجودة بالغلاف الجوي .
2) سقوط بعض الأجسام (الحيوانات) داخل البئر وموتها ومن ثم تلوثها مما يؤدي إلى تلوث الماء .
3) صعوبة إقفال هذه الآبار لكبر أقطارها .



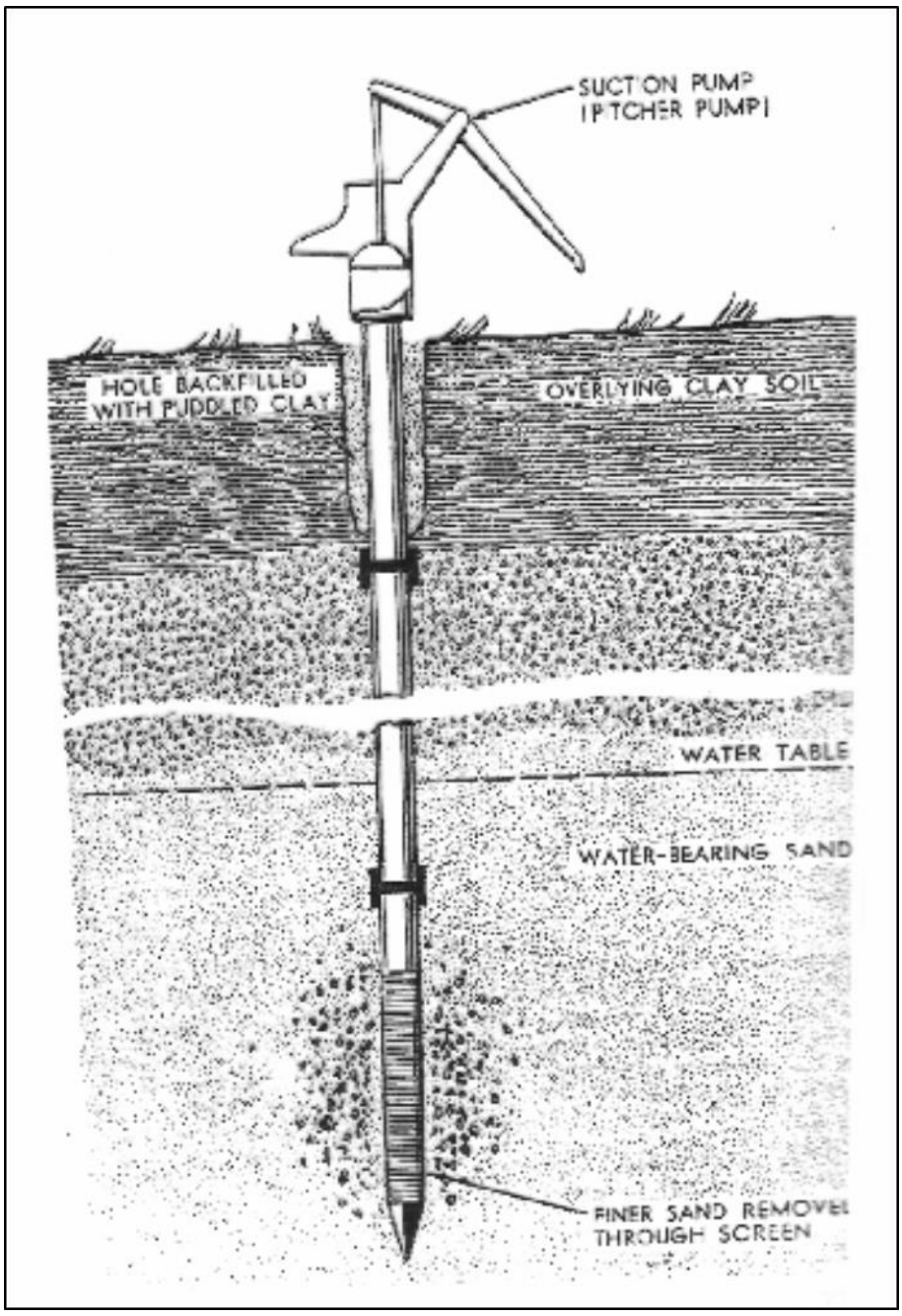
شكل (7) يوضح الآبار المحفورة يدويا

ب- الآبار المدفوعة (المدقوقة) Driven Wells :

هي عبارة عن أبار ضحلة تتراوح أعماقها بين 10 إلى 20 متر وتتراوح أقطار هذه الآبار بين 1.5 إلى 4.5 بوصة ويتم حفرها في التكوينات الرسوبية الهشة ذات الحبيبات الغير متماسكة ،

يتكون البئر من أنبوب أو عدة أنابيب وتستخدم لتسهيل عملية دفع الأنابيب إلى الأسفل أنابيب ذات نهاية مدببة وتدفع الأنابيب داخل الطبقات الرسوبية الهشة إما بواسطة اليد أو المطرقة الحديدية الثقيلة .

تشمل الأنابيب التي يتكون منها البئر على جزء مثقوب يمثل المصافي التي تمر خلالها المياه إلى داخل البئر ، يتم حفر هذا النوع من الآبار في التكوينات الجيولوجية الضحلة التي لا تتجاوز عمق مستوى سطح الماء فيها عدة أمتار .



شكل (8) يوضح الآبار المدفوعة

ثانيا :- طرق حفر الآبار العميقة :

أ- طريقة الحفر بالآلة الدقاقة Cable Tool .

عرفت آلة الحفر الدقاقة (Cable Tool) من قبل الصينين الذين استخدموها منذ سنوات مضت واستطاعوا بواسطتها الحفر إلى أعماق كبيرة .

وتتلخص طريقة الحفر في رفع فأس الحفارة إلى أعلى وإسقاطه على الصخور لغرض تهشيمها وتحطيمها وتكرار هذه العملية مرات عديدة وبسرعة كبيرة مع إحداث حركة دورانية لفأس الحفر في كل مرة يرتفع فيها إلى أعلى وبالطبع فإن عند تهشيم الصخور يبقى حطامها داخل ثقب البئر وبذلك يقل معدل اختراق فأس الحفارة للصخور ويصبح من الضروري إزالة هذا الحطام في هذه الحالة سوف نحتاج إلى إخراج فتات الصخور من داخل البئر أومن ثقب الحفر باستخدام (الشفاط) لإخراج فتات الصخور من داخل البئر ولإتمام عملية شفط أو نزع الفتات الصخري من البئر يجب أن يكون هذا الفتات الصخري على أي هيئة خلطة طينية لكي يسهل نزعها من داخل البئر ولذلك فإنه في حالة كون الصخور جافة وخالية من المياه يجب إضافة المياه إلى فجوة البئر لتكوين الخلطة الطينية وتعتبر طريقة الحفر بالآلة الدقاقة (Cable Toole) من أفضل الطرق والطريقة الوحيدة التي يمكن استخدامها في حفر الآبار خصوصا في المناطق الكارستية .

1.1.5 مميزات الحفر باستخدام طريقة الحفر بالآلة الدقاقة (Cable Toole) :

1. تكلفتها رخيصة الثمن ومعداتها بسيطة مقارنة بآلة الحفر الرحوي (Rotary) .
2. سهولة التنقل من مكان إلى آخر في الأماكن الوعرة .
3. الطاقة اللازمة لتشغيل الحفارة منخفضة جدا مقارنة بالطرق الأخرى .
4. يمكن تشغيل الحفارة بواسطة فرد واحد فقط على الرغم من ضرورة وجود شخص آخر ليساعد على تشغيل الحفارة .
5. يمكن الإعتماد على العينات التي يتم جمعها بواسطة هذه الطريقة وتحديد أعماقها بدقة جيدة .

2.1.5 عيوب الحفر باستخدام طريقة الحفر بالآلة الدقاقة (Cable Toole) :

1. إعوجاج البئر .
2. حدوث الردم أثناء عملية الحفر مما يعيق عملية الحفر و يتطلب إرساء أنابيب التغليف لتثبيت جدار البئر .

3.1.5 مكونات ألة الحفر بالآلة الدقاقة (Cable Toole) :

أ- وحدة النقل :

هي عبارة عن سيارة أو عربة جر متحركة توضع عليها وحدة الحفر وذلك لتسهيل نقلها من مكان إلى آخر .

ب- وحدة الحفر (وتتكون من):

1) محرك الحفارة :-

وهو محرك ديزل وينتج الطاقة المسؤولة عن تشغيل الحفارة .

2) العمود الرئيسي (الميل العمومي) :-

وهو عبارة عن عمود من الحديد الصلب يتحرك بواسطة عجلة معدنية كبيرة يحركها محرك الحفارة عن طريق سيور نقل الحركة ، والعمود الرئيسي هو المسؤول عن حركة ذراع الدقاق وحركة ونج الرفع وحركة الشفاط .

3) ساري الحفارة :-

ويتكون من أقطاب معدنية مثبتة مع بعضها البعض وطول ساري الحفارة حوالي 12 متر ويمكن زيادة أو نقصان الساري حسب الحاجة ويوجد في بداية الساري ثلاث بكرات .

أ) بكرة فأس الحفر .

ب) بكرة ونج الرفع حيث يمر عليها وكابل الرفع .

ج) بكرة الشفاط حيث يمر عليها كابل الشفاط .

4) فأس الحفر :-

يتكون فأس الحفر من الحديد الصلب بطول 7.5 متر تقريبا ووزنه 1.5 طن وفي بداية فاس الحفر توجد ما يعرف بالنجمة وكذلك الهراشات وأكتاف الفأس وفي النهاية الفأس مربوط بالكابل.

أ) النجمة :

وهي أقطاب من الحديد الصلب تكون على شكل نجمة ولهذا سميت بالنجمة وبواسطة هذه النجمة تستطيع تكبير وتصغير قطر فأس الحفر في ألة الحفر لزيادة طول ونقصان أقطاب النجمة وتتأكل أقطاب النجمة باستمرار مع الحفر ولذلك يتم تركيب أقطاب جديدة كلما يلزم ذلك .

ب) الهراشات :

وهي قطع من الحديد الصلب تركب في بداية الفأس وتبعد عن نجمة الفأس حوالي 25-50سم .

وتوضع بشكل مخالف مع اتجاه أقطاب النجمة وهي تساعد في توسيع ثقب الحفر أثناء عملية الحفر .

ج) أكتاف الفأس :

تركب في بداية فاس الحفر وهي عبارة عن قطع من الحديد الصلب بطول متر ونصف ويلحم على الفأس بشكل طولي وتساعد في توسيع ثقب الحفر وإتزان فاس الحفر .

5) كابل فاس الحفر :-

يتكون من مجموعة من الأسلاك المعدنية وقطر كابل فاس الحفر من(22 مم) أو (24 مم) أو(26 مم) وهو مربوط بفأس الحفر ويستخدم لرفع الفأس إلى أعلى وأسفل أثناء عملية الحفر.

6) ونج الحفارة :-

عبارة عن كابل يستخدم لرفع أنابيب التغليف إلى أعلى وإنزالها في البئر أثناء عملية تغليف البئر.

7) الشفاط :-

هي عبارة عن أنبوب بقطر 8 بوصة أو 6 بوصة بطول 3 متر في بدايته صمام عدم رجوع يسمح بدخول الماء والفتات الصخري إلى داخل الشفاط وفي نهاية الشفاط مربوط بكابل الشفاط الذي عن طريقه يتم رفع وإنزال الشفاط إلى داخل البئر من أجل إخراج الفتات الصخري وتنظيف البئر .

8) آلة الرفع :-

تستخدم لرفع وحدة الحفر ووحدة النقل من سطح الأرض قليلا حتى يتم امتصاص الاهتزازات الناتجة عن حركة فأس الحفر إلى أعلى وإلى أسفل واصطدامه بسطح الأرض أثناء عملية الحفر

وكذلك استعمالها في تعديل فأس الحفر بحيث يكون عموديا في بداية تركيز الحفارة على البئر من أجل الحفر رأسيا دون حدوث اعوجاج في البئر .

9) كرسي الحفارة :-

يقف عليه الحفار من أجل مسك كابل فاس الحفر والإحساس بحركة فأس الحفر أثناء عملية الحفر.

10) ماكينة اللحام :-

تستعمل في لحام أنابيب التغليف مع بعضها البعض أثناء عملية التغليف وفي عدة أعمال أخرى تحتاج إلى لحام .

شكل (9) يوضح طريقة الحفر بالآلة الدقاقة

ب- طريقة الحفر بالدوران الرحوي Rotary :

عندما أصبح لزاما البحث عن مصادر جديدة للماء قد تقع على أعماق كبيرة من سطح الأرض تم تطوير طريقة الدوران الرحوي لزيادة معدل اختراق فأس الحفارة للطبقات الصخرية ولزيادة أعماق الآبار لتصل إلى الخزانات الجوفية الواقعة على أعماق كبيرة لم يستطع الإنسان الوصول إليها تتلخص حفر الدوران الرحوي في أن فأس الحفارة عبارة عن بريمة تدور دورانا رحويا يؤدي إلى سحق الصخور التي يخترقه الفأس وتتم إزالة نواتج الصخور (الفتات الصخري) باستخدام دورة مستمرة من سائل طيني (البنتونايت) يعرف بسائل الحفر .

يضع سائل الحفر عبر أنبوب الحفر إلى داخل البئر حيث يخرج من خلال ثقوب في فأس الحفر ليأخذ طريقه عبر الفجوة الموجودة بين أنبوب الحفر وجدار البئر حتى يصل إلى السطح .

يوجه هذا السائل على السطح إلى حوض ويترك في الحوض حتى يتم ترسيب ما يحمله من فتات صخري ويسمى بحوض الترسيب ثم يتم نقله إلى حوض آخر ليكون جاهزا للضخ مرة أخرى إلى داخل البئر .

4.1.5 مميزات الحفر بالدوران الرحوي :

1) معدل اختراق فأس الحفر للطبقات الصخرية يعتبر عاليا مقارنة مع طريقة الحفر بالآلة الدقاقة .
2) لا تتطلب عملية الحفر إنزال أنابيب التغليف خلال عملية الحفر لعدم حدوث الردم أثناء عملية الحفر كما هو موجود عند الحفر بآلة الحفر الدقاقة .
3) سهولة إنزال أنابيب التغليف والمصافي .

5.1.5 عيوب الحفر بالدوران الرحوي :

1) التكلفة عالية بالمقارنة مع الحفر بآلة الحفر الدقاقة .
2) تتطلب معدات الحفر صيانة دقيقة ذات تكلفة إقتصادية عالية .
3) يتطلب جمع عينات الفتات الصخري وتحديد أعماق هذه العينات إلى عمليات حسابية دقيقة .
4) يتطلب تشغيل الحفارة إلى فريق من الحفارين .
5) إمكانية حدوث هروب لسائل الحفر في المناطق التي تحتوي صخورها على فجوات .

شكل (10) يوضح طريقة الحفر بالدوران الرحوي

2.5 تاريخ تسلسل الأعمال التي تمت بالبئر

❖ تسليم الموقع إلى شركة الحفر بتاريخ 23/12/2015

ويتم بحضور كل من الجهة المالكة والجهة المنفذة والمهندس المشرف

- وتم اختيار الموقع بناء على التالي :
- تكون الأرض منبسطة .
- عدم وجود بئر أخر قريب بنفس العمق .
- أن تكون هناك إمكانية تصريف المياه أتناء إجراء تجارب الضخ .

❖ نقل آلة الحفر لموقع البئر بتاريخ 2015/12/25 .

وتم فيه سنترة الحفارة وفأس الحفر بواسطة آلة الرفع .

❖ بدء الحفر بفأس 18 بوصه من السطح وحتى عمق 113 بتاريخ 2015/12/27 .

❖ إنزال أنابيب التغليف قطر 12 بوصه من 50سم فوق سطح الأرض وحتى عمق 113م وعمل الحلقة الإسمنتية حول أنابيب التغليف بتاريخ 2016/1/13 .

❖ انتظار جفاف الاسمنت 2016/1/26 .

❖ بدء الحفر بفأس 11بوصه من عمق 113م تحت السطح وحتى العمق النهائي 166م .

❖ إنزال انابيب الانتاج (المخرمة) بقطر 10 بوصة من عمق 100تحت السطح وحتى العمق 166م بتاريخ 2016/2/4 .

❖ تنمية وتنظيف البئر بالشفاط بتاريخ 2016/2/6 .

❖ تنمية وتنظيف البئر بواسطة المضخة الغاطسة بتاريخ 2016/2/10 .

❖ إجراء تجارب الضخ وأخذ عينة من مياة البئر لإجراء التحليل الكيميائي بتاريخ 2016/2/14 .

❖ التشطيبات النهائية (تنظيف الموقع وعمل الصبة الخرسانية) بتاريخ 2016/2/20 .

شكل (11) يوضح سنترة الحفارة وفأس الحفر

شكل (12) يوضح الحفر بفأس 18 بوصة

شكل (13) يوضح إنزال أنابيب التغليف وعمل الحلقة الإسمنتية

شكل (14) الحفر بفاس 11 بوصة

شكل (15) يوضح إنزال أنابيب الإنتاج (المخرمة) بقطر 10 بوصة

شكل (16) يوضح تنمية وتنظيف البئر بالشفاط

شكل (17) يوضح تنمية وتنظيف البئر بواسطة المضخة الغاطسة

شكل (18) يوضح إجراء تجارب الضخ

3.5 المعلومات الفنية عن أعمال ومواد الحفر

1- أقطار وأعماق الحفر :

الحفر بفأس قطر 18 بوصه من السطح وحتى عمق 113م

الحفر بفاس قطر 11 بوصه من 113م تحت السطح وحتى العمق النهائي 166م.

2- **أطوال وأقطار ومواصفات الأنابيب والمصافي بالبئر:**

أنابيب التغليف :- من 50 سم فوق سطح الأرض وحتى عمق 113م أنابيب تغليف من الحديد العادي بقطر 12بوصة وبطول إجمالي 113.5م .

أنابيب الإنتاج :- أنابيب مخرمة بقطر 10بوصة من الحديد العادي من العمق 100م تحت السطح وحتى العمق النهائي 166م .

عملية الإسمنت التي تمت بالبئر:- تم عمل حلقة إسمنتية بين ثقب الحفر 18 بوصة وأنابيب التغليف 12بوصة بطول إجمالي 113م .

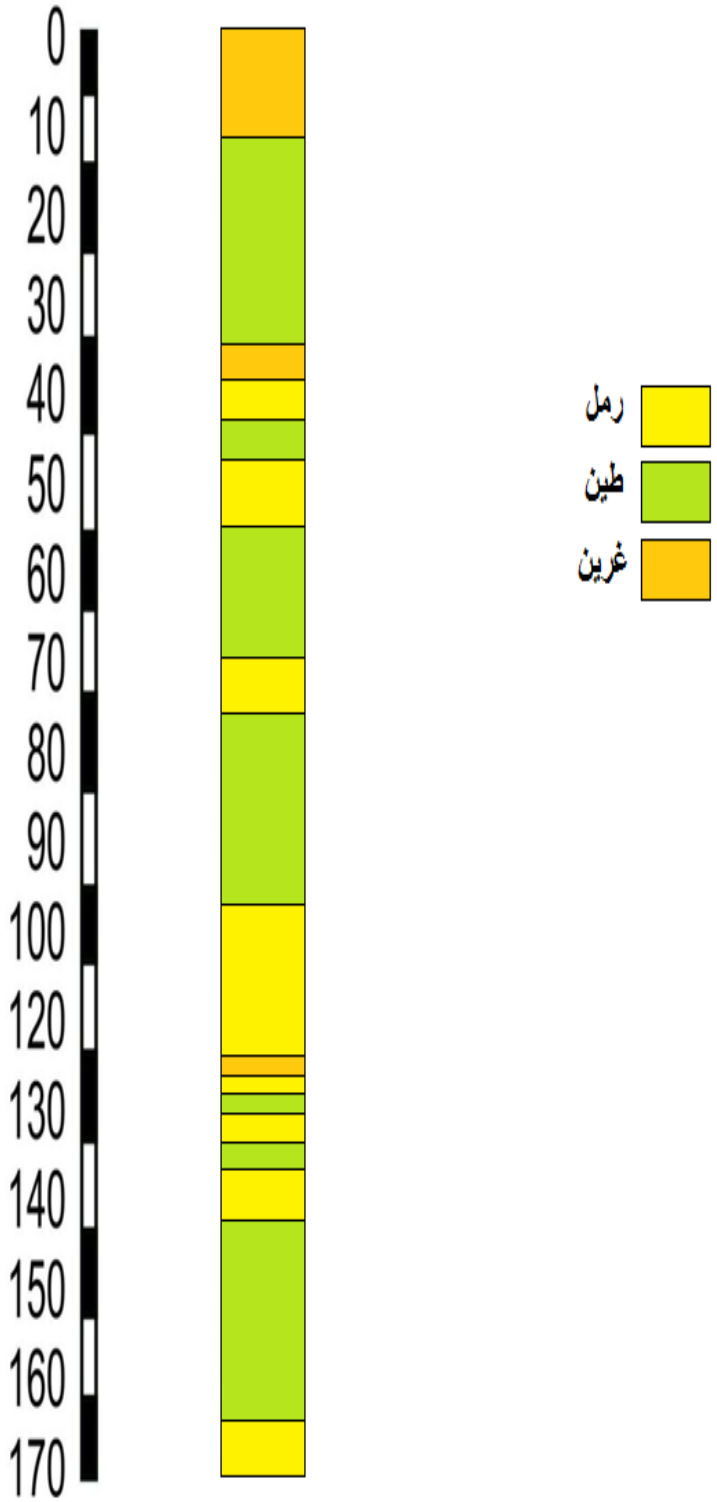
عملية التنمية وتنظيف البئر وتجهيزه للإنتاج :- بدأت عملية التمنية وتنظيف البئر مباشرة بعد الإنتهاء من إنزال أنابيب الإنتاج بواسطة الشفاط ثم بالمضخة الغاطسة حيث تم إرسائها عند عمق 75م .

4.5 المعلومات الجيولوجية :

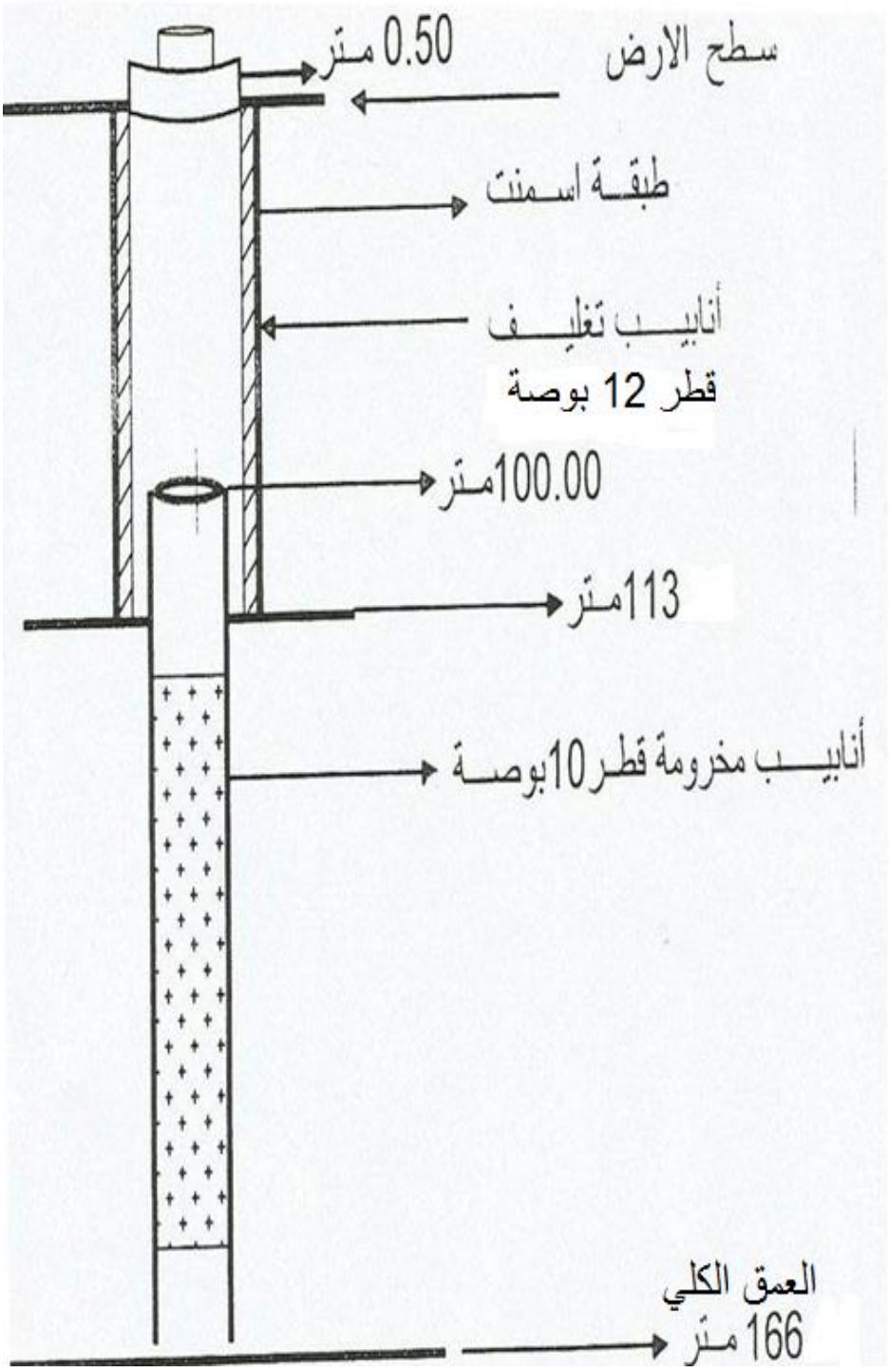
بدأت عمليات الحفر بالبئر و تم تجميع عينه من نواتج الحفر بمعدل عينة لكل متر يتم حفرها رأسيا و تم غسل العينات بالمياه النظيفة وتجفيفها .

العمق		الوصف الصخري
من	إلى	
0	10	تداخلات من الطين والرمل
10	30	طين متعدد الألوان
30	33	تداخلات من الطين و الرمل
33	37	حجر رملي أصفر اللون دقيق الحبيبات
37	41	طين رمادي اللون
41	48	حجر رملي أصفر اللون دقيق الحبيبات
48	60	طين – رمادي – اللون
60	67	حجر رملي أصفر اللون دقيق إلى متوسط الحبيبات
67	89	طين بني أزرق اللون
89	113	حجر رملي أصفر اللون دقيق الحبيبات
113	120	تداخلات من الطين و الرمل
120	122	حجر رملي أبيض اللون دقيق الحبيبات
122	125	طين أحمر اللون
125	129	حجر رملي أصفر اللون دقيق الحبيبات
129	133	طين أصفر اللون
133	139	حجر رملي أصفر اللون دقيق الحبيبات
139	162	طين أحمر اللون
162	166	حجر رملي أصفر اللون متوسط الحبيبات
165	170	طين أحمر قاتم

الجدول (3) يوضح بيانات الوصف الصخري



شكل (19) يوضح الوصف الصخري لبئر الدراسة



شكل (20) يوضح تصميم بئر الدراسة

5.5 المعلومات الهيدرولوجية

أجريت تجارب الضخ على النحو التالي :-

- تجربة الضخ المرحلية من 3 مراحل لمدة 3 ساعات (ساعة لكل مرحلة).
- قياس رجوع الضخ المرحلي لمدة 6ساعات .
- تجربة الضخ المستمر لمدة 24 ساعة .
- قياس رجوع الضخ المستمر لمدة 6 ساعات .

1.5.5 تجارب الضخ ونتائجها

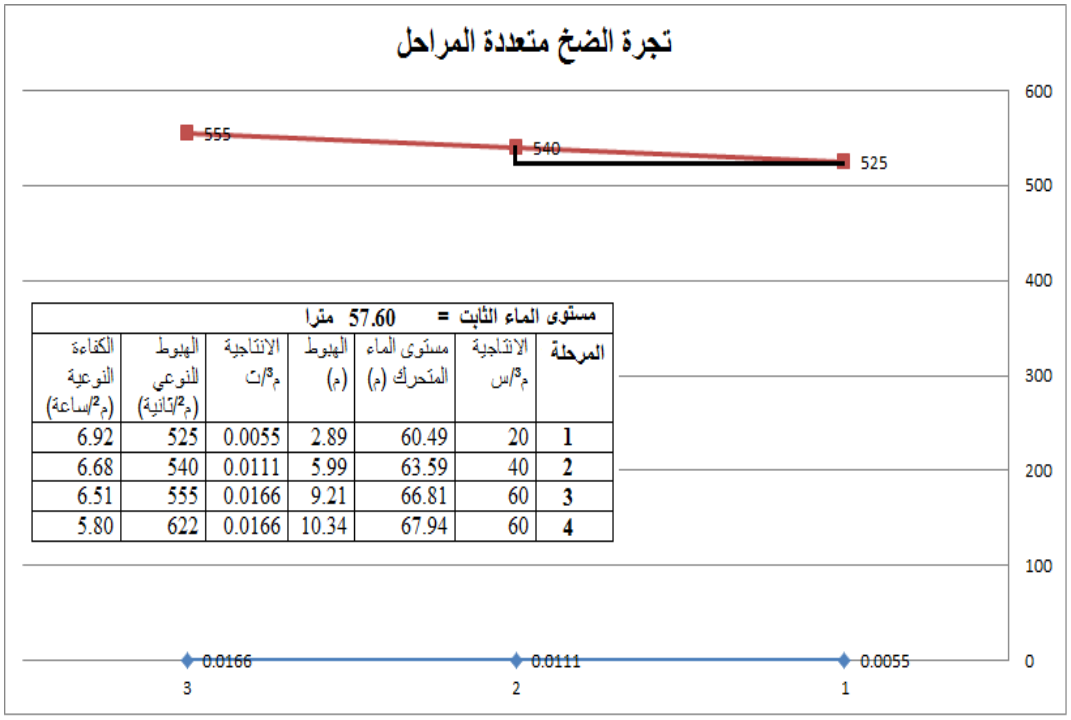
منسوب المياه الساكن : 57.60 متر عند بداية تجربة الضخ المرحلية .

موضع نقطة القياس : أعلى سطح الأنابيب 12 بوصة مباشرة .

منسوب المياه الساكن : 57.60 متر عند بداية تجربة الضخ المستمر .

المراحل	الوقت الساعة	عدد ساعات الضخ	الانتاجية		الهبوط بالمتر	الانخفاض النوعي م³/ث	الكفاءة النوعية م³/س
			م³/س	م³/ث			
المرحلة الأولى	10:20ص	1	20	0.0055	2.89	525	6.92
المرحلة الثانية	11:20ص	1	40	0.0111	5.99	540	6.68
المرحلة الثالثة	12:20ص	1	60	0.0166	9.21	555	6.51
تجربة الضخ المستمر	11:15ص	24	60	0.0166	10.34	622	5.80

جدول (4) يوضح تجارب الضخ ونتائجها



شكل (21) يوضح نتائج تجربة الضخ متعدد المراحل

2.5.5 تفسير نتائج تجارب الضخ ومنحنياتها

1- فاقد البئر (B) وفاقد الطبقات (A)

من نتائج تجارب الضخ المرحلي (التجربة القصيرة) يمكننا حساب حسب المعاملات الهيدروليكية وهي فاقد البئر (Well loss) وفاقد الطبقات (Formation) وذلك حسابيا وبيانيا كما يلي :-

أ- الطريقة الحسابية :-

بتطبيق المعادلة التالية على نتائج تجربة الضخ المرحلية :-

$$B=(S/Q)/Q$$

حيث (B) فاقد البئر (بالمتر⁻⁵.ثانية²) ($M^{-5}.S^2$).

(S/Q) : الفرق في الإنخفاض النوعي بين المرحلتين (بالمتر⁻².ثانية) ($M^{-2}.S$)

Q: الفرق في الإنتاجية بين المرحلتين (متر³/ثانية) (M^3/S)ومنها نجد الآتي:-

1- فاقد البئر بين المرحلة الأولى والثانية =

$$B= (540-525) / (0.0111-0.005)$$

$$=15/0.0056=2678.5M^{-5}.S^2.$$

2- فاقد البئر بين المرحلة الثانية والثالثة =

B= (555-540) / (0.0166-0.0111)

=(15/0.0055)=2727.3 $M^{-5}.S^{2}$.

3- فاقد البئر بين المرحلة الثالثة والأولى =

B=(555-525) / (0.0166-0.0055)

=(30/0.0111)=2702.7 $M^{-5}.S^{2}$.

بذلك يكون متوسط فاقد البئر (B) من المعادلة :-

المتوسط = (2702.7+2727.3+2678.5) / 3

إذا المتوسط = 2702.8 $M^{-5}.S^{2}$.

ويمكن حساب فاقد الطبقات من المعادلة :-

$S/Q = A+BQ$

حيث :-

S/Q : الإنخفاض النوعي (متر$^{-2}$.ثانية) ($M^{-2}.S$) .

A : فاقد الطبقات (متر$^{-2}$.ثانية) ($M^{-2}.S$) .

Q : الإنتاجية (متر^{3}.ثانية) ($M^{3}.S$) .

B : فاقد البئر ($M^{-5}.S^{2}$)

بتطبيق هذه المعادلة على نتائج المرحلة الثالثة نجد الأتي :-

الإنخفاض النوعي $S/Q = 555\ M^{-2}.S$

فاقد البئر $B = 2702.8\ M^{-5}.S^{2}$

الإنتاجية $Q = 0.0166\ M^{3}/S$

$S/Q=A+BQ$

$555=A+(2702.8*0.0166)$

$555=A+(44.8)$

$A=555-44.8$

$A=510.2\ M^{-2}.S$.

ب- الطريقة البيانية :-

من رسم الإنتاجية (Q)(متر^{3}/ثانية)مقابل الإنخفاض النوعي (S/Q)(متر$^{-2}$.ثانية) على ورق رسم بياني نجد أن :-

ميل الخط المستقيم = فاقد البئر = 3571 متر$^{-5}$.ثانية^{2} .

وأيضا فإن نقطة تقاطع المستقيم مع عمود الإنخفاض النوعي (S/Q)هي فاقد الطبقات وعليه فإن فاقد الطبقات (A)=510متر$^{-2}$.ثانية .

2- معامل الإنتقالية TRANS MISSIBLITY :-

يمكن حساب معامل الإنتقالية من نتائج تجارب الضخ المرحلي وكذلك من قياسات زمن رجوع مستوى سطح الماء إلى حالة السكون فيتم رسم توقيع الزمن بالدقائق مقابل الإنخفاض المتبقي وذلك على ورق رسم بياني نصف لوغارتمي وبتطبيق طريقة جاكوب لحساب (T)من المعادلة :-

معامل الإنتقالية (T)= (الإنتاجية (بالمتر^{3}/ثانية)*0.183)/معدل الإنخفاض .

3.5.5 الخصائص الهيدروليكية وقوانينها:-

متوسط معامل الإنتقالية (بالمتر²/ثانية) = 3/(T1+T2+T3)

معامل النفاذية(بالمتر/ثانية) = معامل الإنتقالية / سمك الطبقة المنتجة .

- **منحنى الضخ المستمر :**

معدل الإنخفاض = 8.74 – 7.31 = 1.43 متر .

الإنتقالية (T1)

=(الإنتاجية(م³/ث) * 0.0183)/معدل الإنخفاض .

=(0.0166 * 0.183)/1.43=2.12 * 10⁻³ م²/ ث .

- **منحنى رجوع الضخ المستمر :**

معدل الإنخفاض = 0.57 – 0.15 = 0.42 متر .

الإنتقالية (T2)

=(الإنتاجية(م³/ث) * 0.0183)/معدل الإنخفاض .

=(0.0166 * 0.183)/0.42=7.2 * 10⁻³ م²/ ث .

- **منحنى رجوع الضخ متعدد المراحل :**

معدل الإنخفاض = 1.59 – 0.72 = 0.87 متر .

الإنتقالية (T3)

=(الإنتاجية(م³/ث) * 0.0183)/معدل الإنخفاض .

=(0.0166 * 0.183)/0.87=3.5 * 10⁻³ م²/ ث.

❖ **معامل الإنتقالية المتوسط** = 3 / (T3+T2+T1)

❖ **متوسط الإنتقالية** =

(2.12 * 10⁻³ م²/ ث+7.2 * 10⁻³ م²/ ث+3.5 * 10⁻³ م²/ ث)

=4.2 * 10⁻³ م²/ ث.

❖ **معامل النفاذية** = معامل الإنتقالية / سمك الطبقة المنتجة .

❖ **معامل النفاذية** = 0.79 * 10⁻**4** م/ ث.

4.5.5 نتائج تجارب الضخ

بئر : مزرعة خالد أبو شيبة التاريخ 2016/2/14

زمن بداية التجربة : 10:20 ص مستوى سطح الماء الساكن : 57.60

زمن انتهاء التجربة 11:20 ص قوة المضخة : 40 حصان

نوع التجربة : مرحلية ـ مرحلة أولى عمق المضخة : 75 متر

وصف نقطة القياس : أعلى أنابيب التغليف 12 بوصة

التاريخ	ساعة التشغيل	الزمن الدقيقة	الإنتاجية م/س	سطح الماء المتحرك متر	الإنخفاض متر	ملاحظات
2016 /2/ 14	10:20 ص	0	20	57.60	0	
		2		59.23	1.63	
		4		59.43	1.83	
		6		59.53	1.93	
		8		59.63	2.03	
		10		59.73	2.13	
		12		59.83	2.23	
		14		59.93	2.33	
		16		60.03	2.43	
		18		60.13	2.53	
		20		60.23	2.63	
		25		60.28	2.68	
		30		60.33	2.73	
		35		60.38	2.78	
		40		60.43	2.83	
		50		60.46	2.86	
2016/ 2 / 14	11:20ص	60		60.49	2.89	

جدول (5) يوضح بيانات تجربة الضخ المرحلية ـ مرحلة أولى

نتائج تجارب الضخ

بئر : مزرعة خالد أبو شيبة — التاريخ 2016/2/14

زمن بداية التجربة 11:20: ص — مستوى سطح الماء الساكن : 57.60

زمن انتهاء التجربة 12:20م — قوة المضخة : 40حصان

نوع التجربة : مرحلية ـ مرحلة ثانية — عمق المضخة : 75 متر

وصف نقطة القياس : أعلى أنابيب التغليف 12 بوصة

التاريخ	ساعة التشغيل	الزمن الدقيقة	الإنتاجية م³/س	سطح الماء المتحرك متر	الإنخفاض متر	ملاحظات
2016 / 2/ 14	10:20 ص	0	40	60.49	2.89	
		2		62.33	4.73	
		4		62.53	4.93	
		6		62.63	5.03	
		8		62.73	5.13	
		10		62.83	5.23	
		12		62.93	5.33	
		14		63.03	5.43	
		16		63.13	5.53	
		18		63.23	5.63	
		20		63.33	5.73	
		25		63.38	5.78	
		30		63.43	5.83	
		35		63.48	5.88	
		40		63.53	5.93	
		50		63.56	5.96	
2016/ 2 / 14	12:20م	60		60.59	5.99	

جدول (6) يوضح بيانات تجربة الضخ المرحلية ـ مرحلة ثانية

نتائج تجارب الضخ

بئر : مزرعة خالد أبو شيبة التاريخ 2016/2/14

زمن بداية التجربة 12:20 م مستوى سطح الماء الساكن : 57.60

زمن انتهاء التجربة 1:20 م قوة المضخة : 40حصان

نوع التجربة : مرحلية ـ مرحلة ثالثة عمق المضخة : 75 متر

وصف نقطة القياس : أعلى أنابيب التغليف 12 بوصة

التاريخ	ساعة التشغيل	الزمن الدقيقة	الإنتاجية م³/س	سطح الماء المتحرك متر	الإنخفاض متر	ملاحظات
2016 / 2/ 14	12:20 م	0	60	63.59	5.99	
		2		65.55	7.95	
		4		65.75	8.15	
		6		65.85	8.25	
		8		65.95	8.35	
		10		66.05	8.45	
		12		66.15	8.55	
		14		66.25	8.65	
		16		66.35	8.75	
		18		66.45	8.85	
		20		66.55	8.95	
		25		66.60	9	
		30		66.65	9.05	
		35		66.70	9.1	
		40		66.75	9.15	
		50		66.78	9.18	
2016/ 2 / 14	1:20م	60		66.81	9.21	

جدول (7) يوضح بيانات تجربة الضخ المرحلية ـ مرحلة ثالثة

نتائج تجارب الضخ

بئر : مزرعة خالد أبو شيبة — التاريخ 2016/2/15

زمن بداية التجربة : 11:15 ص — مستوى سطح الماء الساكن : 57.60

زمن انتهاء التجربة 11:15 ص — قوة المضخة : 40 حصان

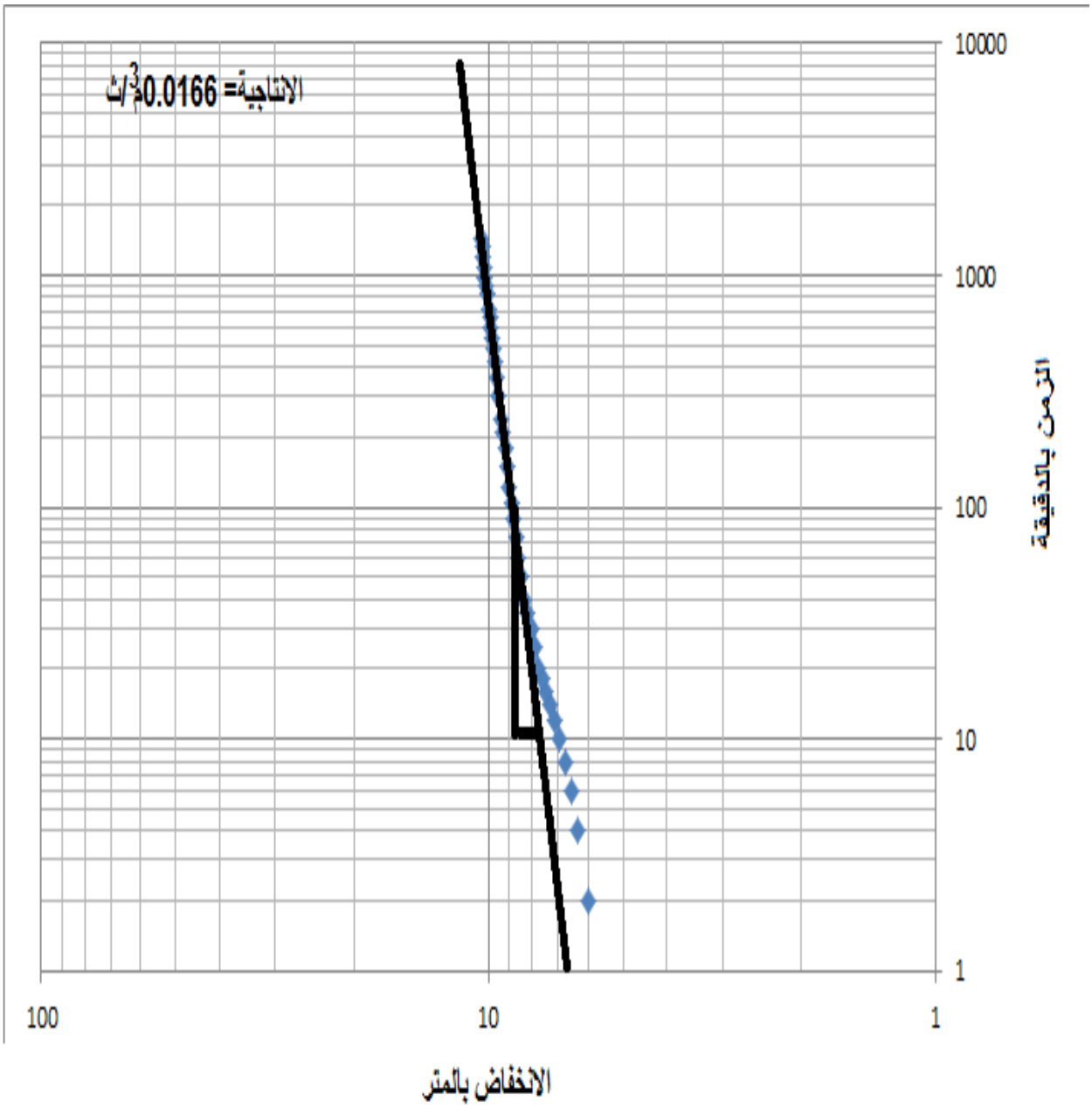
نوع التجربة : الضخ المستمر . — عمق المضخة : 75 متر

وصف نقطة القياس : أعلى أنابيب التغليف 12 بوصة

التاريخ	ساعة التشغيل	الزمن الدقيقة	الإنتاجية م³/س	سطح الماء المتحرك متر	الإنخفاض متر	ملاحظات
2016 / 2/ 15	11:15ص	0	60	57.60	0	
		2		63.60	6	
		4		63.93	6.33	
		6		64.13	6.53	
		8		64.33	6.73	
		10		64.53	6.93	
		12		64.73	7.13	
		14		64.88	7.28	
		16		65.03	7.43	
		18		65.18	7.58	
		20		65.33	7.73	
		25		65.48	7.88	
		30		65.63	8.03	
		35		65.78	8.18	
		40		65.93	8.33	
		50		66.08	8.48	
		60		66.18	8.58	
		75		66.28	8.68	
		90		66.38	8.78	
		105		66.48	8.88	
		120		66.58	8.98	
		150		66.68	9.08	
		180		66.78	9.18	
		210		66.88	9.28	
		240		66.98	9.38	
		300		67.98	9.48	

التاريخ	ساعة التشغيل	الزمن الدقيقة	الإنتاجية م³/س	سطح الماء المتحرك متر	الإنخفاض متر	ملاحظات
2016 /2/ 15		360		67.18	9.58	
		420		67.28	9.68	
		480		67.38	9.78	
		540		67.43	9.83	
		600		67.48	9.88	
		660		67.53	9.93	
		720		67.58	9.98	
		840		67.63	10.08	
		900		67.73	10.13	
		960		67.78	10.18	
		1080		67.83	10.23	
		1200		67.88	10.28	
		1320		67.91	10.31	
2016/ 2 / 16	11:15ص	1440		67.94	10.34	

جدول (8) يوضح تجربة الضخ المستمر (الطويلة)



شكل (22) يوضح منحنى الضخ المستمر

نتائج تجربة الضخ

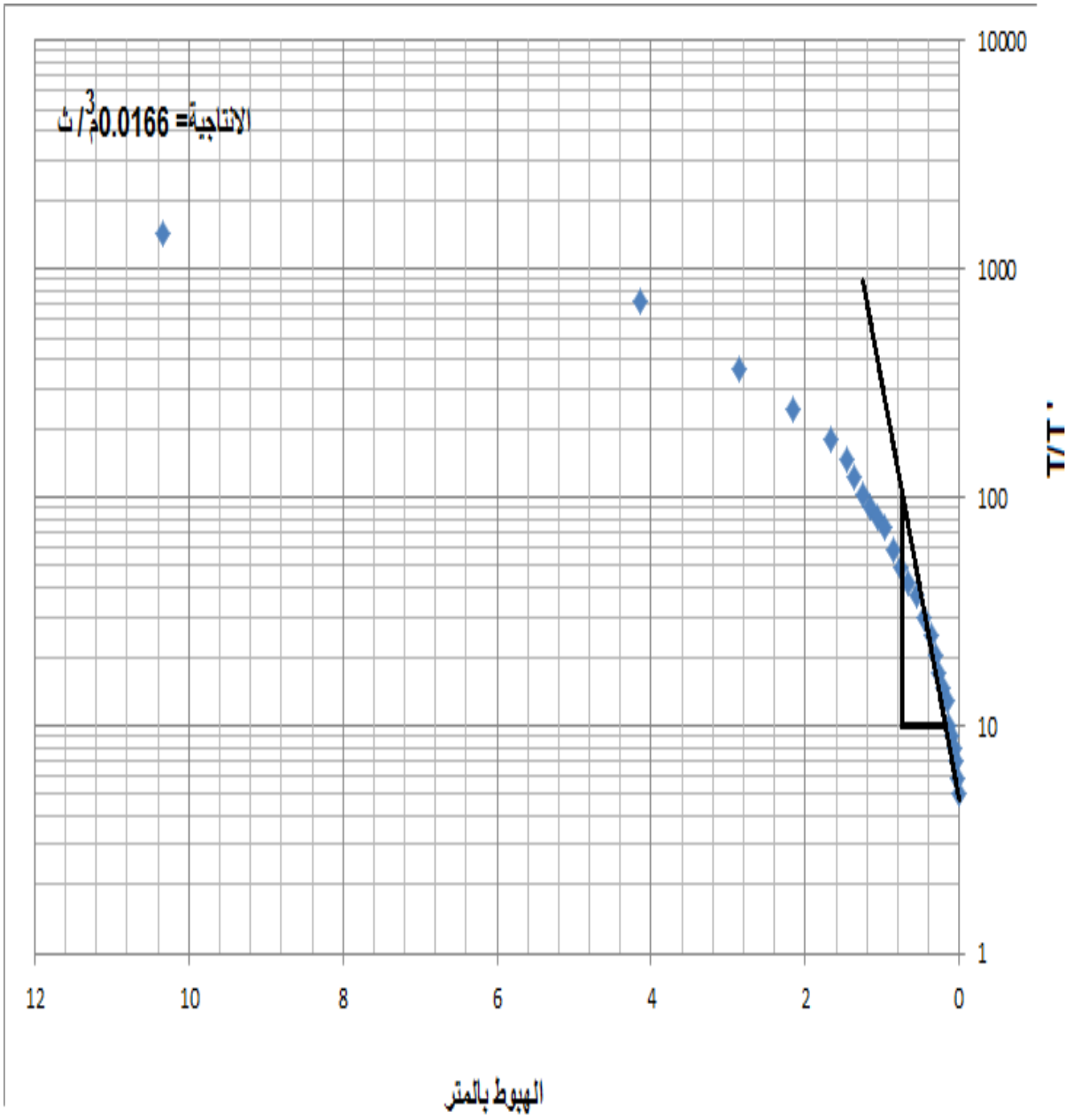
بئر مزرعة : خالد أبوشيبة التاريخ : 2016/2/16

زمن بداية التجربة : 11:15 صباحا مستوى سطح الماء الساكن 57.60 متر

نوع التجربة : رجوع الضخ المستمر. وصف نقطة القياس : أعلى أنابيب التغليف 12 بوصة مباشرة.

تاريخ	ساعة تشغيل	الزمن دقيقة	مستوى الماء المتحرك متر	الهبوط المتبقي متر	T\ T
2016/ 2/ 16	11:15 ظهرا	0	67.94	10.34	1440
		2	61.74	4.14	721
		4	60.46	2.86	361
		6	59.76	2.16	241
		8	59.26	1.66	181
		10	59.06	1.46	145
		12	58.96	1.36	121
		14	58.86	1.26	103.8
		16	58.76	1.16	91
		18	58.66	1.06	81
		20	58.56	0.96	73
		25	58.46	0.86	58.6
		30	58.36	0.76	49
		35	58.26	0.66	42.14
		40	58.16	0.56	37
		50	58.06	0.46	29.8
		60	57.96	0.36	25
		75	57.91	0.31	20.5
		90	57.86	0.26	17
		105	57.81	0.21	14.71
		120	57.76	0.16	13
		150	57.73	0.13	10.06
		180	57.70	0.1	9
		210	57.67	0.07	7.85
		240	57.64	0.04	7
		300	57.62	0.02	5.8
2016/2/16	5:15 مساء	360	57.60	0.00	5

جدول (9) يوضح بيانات رجوع تجربة الضخ الطويلة



شكل (23) يوضح منحنى رجوع الضخ المستمر

نتائج تجربة الضح

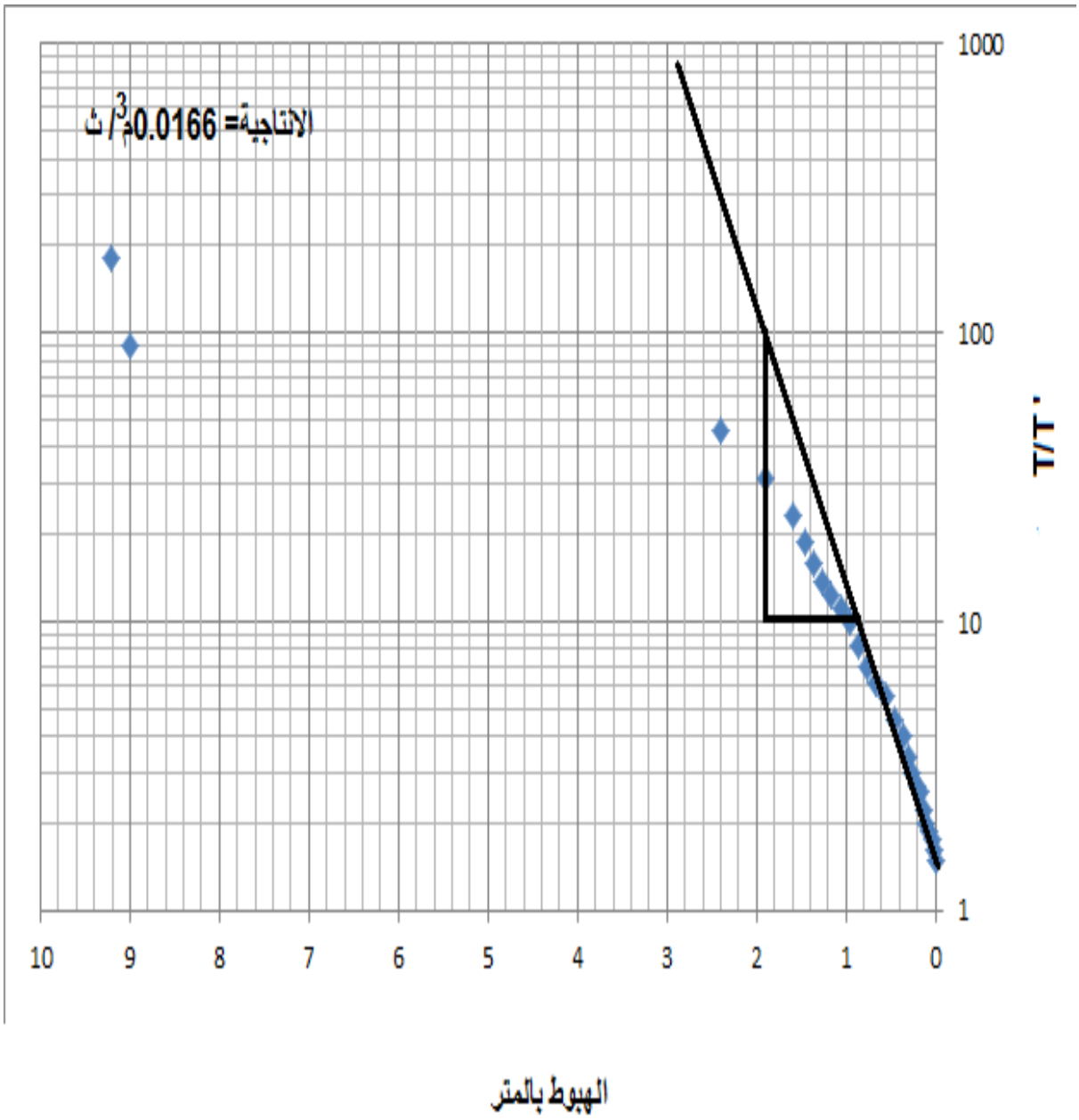
بئر مزرعة : خالد أبوشيبة التاريخ : 2016/2/14

زمن بداية التجربة : 1:20 ظهرا مستوى سطح الماء الساكن 57.60 متر

نوع التجربة : رجوع المرحلية . وصف نقطة القياس : أعلى أنابيب التغليف 12 بوصة مباشرة.

تاريخ	ساعة تشغيل	الزمن دقيقة	مستوى الماء المتحرك متر	الهبوط المتبقي متر	T\ T
2016/ 2/ 14	1:20 ظهرا	0	66.81	9.21	180
		2	60.60	9	91
		4	60.00	2.4	46
		6	59.50	1.9	31
		8	59.20	1.6	23.5
		10	59.06	1.46	19
		12	58.96	1.36	16
		14	58.86	1.26	13.85
		16	58.76	1.16	12.25
		18	58.66	1.06	11
		20	58.56	0.96	10
		25	58.46	0.86	8.2
		30	58.36	0.76	7
		35	58.26	0.66	6.14
		40	58.16	0.56	5.5
		50	58.06	0.46	4.6
		60	57.96	0.36	4
		75	57.91	0.31	3.4
		90	57.86	0.26	3
		105	57.81	0.21	2.71
		120	57.76	0.16	2.6
		150	57.73	0.13	2.2
		180	57.70	0.1	2
		210	57.67	0.07	1.86
		240	57.64	0.04	1.75
		300	57.62	0.02	1.6
2016/2/14	7:20 مساء	360	57.60	0.00	1.5

جدول (10) يوضح بيانات رجوع تجربة الضخ المرحلية



شكل (24) يوضح منحنى رجوع الضخ متعدد المراحل

5.5.5 بيانات الأنابيب والمصافي

التاريخ : 13 / 1 / 2016 مزرعة خالد أبوشيبة طريق تمنهنت

أنابيب قطر 12 بوصة نوع الأنابيب حديد أسود عادي محلي

عمق الإنزال 113.50 سمك الجدار 5 مم . قطر الحفر 18 بوصة .

تنزيل الخط 0.50 متر فوق سطح الأرض إلى 113 متر تحت سطح الأرض

ر.ت	طول الوصلة		الطول الكلي		إرساء العمق النهائي		الوصف
	سم	متر	سم	متر	سم	متر	
					50	113	
1	00	6	00	6	50	107	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
2	00	6	00	12	50	101	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
3	00	6	00	18	50	95	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
4	00	6	00	24	50	89	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
5	00	6	00	30	50	83	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
6	00	6	00	36	50	77	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
7	00	6	00	42	50	71	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
8	00	6	00	48	50	65	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
9	00	6	00	54	50	59	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
10	00	6	00	60	50	53	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
11	00	6	00	66	50	47	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
12	00	6	00	72	50	41	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
13	00	6	00	78	50	35	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
14	00	6	00	84	50	29	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
15	00	6	00	90	50	23	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
16	00	6	00	96	50	17	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
17	00	6	00	102	50	11	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
18	00	6	00	108	50	5	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي
19	00	5	00	113	50	0	أنابيب قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي

جدول (11) بيانات أنابيب التغليف

ملاحظة : إجمالي التنزيل

أنابيب تغليف قطر 12 بوصة من الحديد العادي المحلي بطول 113 متر

بيانات الأنابيب والمصافي

التاريخ : 4 / 2 / 2016 . مزرعة خالد أبو شيبة طريق تمنهنت

قطر أنابيب التغليف 10 بوصة نوع الأنابيب حديد أسود عادي محلي.

عمق الإنزال 166 متر سمك الجدار 5 مم قطر الحفر 11 بوصة .

تنزيل الخط من 100 متر تحت سطح الأرض إلى 166 متر تحت سطح الأرض .

ر.ت	طول الوصلة		الطول الكلي		إرساء العمق النهائي		الوصف
	سم	متر	سم	متر	سم	متر	
					00	166	
1	00	6	00	6	00	160	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
2	00	6	00	12	00	154	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
3	00	6	00	18	00	148	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
4	00	6	00	24	00	142	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
5	00	6	00	30	00	136	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
6	00	6	00	36	00	130	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
7	00	6	00	42	00	124	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
8	00	6	00	48	00	118	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
9	00	6	00	54	00	112	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
10	00	6	00	60	00	106	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي
11	00	6	00	66	00	100	أنابيب قطر10 بوصة مخرمة من الحديد العادي المحلي

جدول (12) يوضح بيانات أنابيب الإنتاج

ملاحظة : إجمالي التنزيل

أنابيب مخرومة قطر 10 بوصة من الحديد العادي المحلي بطول 66 متر مع تداخلها بأنابيب 12 بوصة .

6.5.5 تقرير عملية الإسمنت

البئر : مزرعة خالد أبو شيبة

عمق الحفر : 113 متر

نوع أنابيب التغليف : 12 بوصة من الحديد المحلي

طول أنابيب التغليف : 113.50 متر

طرق التغليف بالإسمنت :

تم ضخ خليط الإسمنت باستخدام خزان سعته 200 لتر .

عدد الأكياس : 190 كيس

نوع الإسمنت : إسمنت بورتلاندي عادي من الدرجة (أ)

حجم المياه : 4.75 متر مكعب

حجم خليط الإسمنت : 7.188 متر مكعب / لتر

الوزن النوعي للإسمنت : 1.8 كجم / لتر

7.5.5 التشطيبات السطحية حول البئر :

1) تم بناء صبة إسمنتية حول فوهة البئر بأبعاد (1.5 * 1.5 * 0.5 متر) حسب المواصفات .
2) تنظيف الموقع حول البئر من نواتج الحفر .

8.5.5 التحليل الكيميائي

مصـــدر العـينة : مزرعة خالد بوشيبة source of sample
تاريخ أخذ العينة : 2016/06/09 Date Of Production
تـــاريخ التحليل : 2016/06/10 Analysis Date Of
عمق البئر : 166 متر Well Depth

تسلسل NO	التحليل Analysis	النتيجة Result
1	اللون	-
2	العكارة	ntu 158
3	الطعم والرائحة	ممتازة
4	الأس الهيدروجيني (ph)	7
5	التوصيل الكهربائي	353 mg\L
6	مجموع الأملاح الذائبة (TDS)	226 mg\L
7	العسر الكلي	26 mg\L
8	القلوية	41 mg\L
9	الكالسيوم	5 mg\L
10	الماغنسيوم	3 mg\L
11	الصوديوم	43 mg\L
12	البوتاسيوم	12 mg\L
13	البيكربونات	50 mg\L
14	الكربونات	-
15	الكلوريد	120 mg\L
16	الكبريتات	272 mg\L

جدول (13) يوضح نتائج التحليل الكيميائي

9.5.5 تصنيف المياه الجوفية بمنطقة الدراسة .

تصنف المياه الجوفية على عدة أسس ومعايير منها :-

1- حسب مجموعة الأملاح الذائبة الكلية .
2- حسب درجة الأس الهيدروجيني .
3- حسب درجة العسر الكلي .

1.9.5.5 تصنيف المياه الجوفية حسب مجموعة الأملاح الذائبة الكلية .

من خلال نتائج التحليل لعينة مياه البئر وجد أن تركيز الأملاح الذائبة الكلية (226 Mg/L) وهي بصفة عامة مياه عذبة كما هو موضح في الجدول التالي :

TDS-mg/L	نوعية الماء	قيمة عينة البئر
600 - 0	مياه عذبة	226Mg/L
1000 - 600	مياه مستساغه	
10000 - 1000	مياه مويلحة	
100000 - 10000	مياه مالحة	
أكثر من 100000	مياه شديدة الملوحة	

جدول (14) يوضح تصنيف المياه الجوفية حسب محتواها من TDS استنادا إلى (Todd 1980)

2.9.5.5 تصنيف المياه الجوفية حسب درجة الأس الهيدروجيني .

تصنف المياه الجوفية حسب تركيز الأس الهيدروجيني لمعرفة نوعية هذه المياه من الناحية القلوية أو الحامضية وعند الإطلاع على نتيجة التحليل الكيميائي لعينة مياه البئر وجد أن تركيز الأس الهيدروجيني (7) بأن عينة مياه البئر متعادلة كما هو موضح بالجدول التالي :

قيمة الأس الهيدروجيني	نوعية المياه	عينة البئر
أقل من 7	حامضية	
7	متعادلة	7
أكبر من 7	قلوية	

جدول (15) يوضح تصنيف المياه الجوفية حسب تركيز الأس الهيدروجيني

3.9.5.5 تصنيف المياه الجوفية حسب درجة العسر الكلي

تصنف المياه الجوفية حسب درجة العسر الكلي وعند الإطلاع على نتائج التحليل الكميائي لعينة مياه البئر وجد أن العسر الكلي لعينة المياه يساوي 26 مليغرام / اللتر ، ولهذا تعتبر المياه لعينة البئر مياه يسرة كما هو موضح بالجدول التالي :

العسرة الكلية (ملغم /لتر)	صنف الماء	قيمة عينة البئر
75 - 0	ماء يسر	26Mg/L
150 - 75	عسر متوسط	
300 - 150	عسرة	
أكبر من 300	عسرة جدا	

جدول (16) يوضح تصنيف المياه الجوفية بالنسبة لقيم العسر الكلي (Todd 1980)

6.5 الاستنتاجات

من خلال المعلومات التي تم جمعها ومن النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة المائية عن حفر بئر مياه (بمزرعة خالد بو شيبة) بمنطقة سبها نستنتج أن :

1) أن حفر آبار المياه بواسطة آلة الحفر الدقاقة غير فعالة وخاصة في حالة الطبقات الرملية والطينية الهشة .

2) حدوث تلوث في خزانات المجموعة الأولى ولهذا يتم استغلال مياه المجموعة الثانية .

3) يقل عمق آبار المياه بمنطقة سبها في اتجاه الشمال والغرب ويزيد في اتجاه الجنوب والشرق .

7.5 التوصيات

1. نوصي بتهيئة الموقع وتجهيزه قبل الشروع بعملية الحفر.
2. نوصي بالكشف على معدات الحفر وقدرة الحفارة على حفر البئر إلى العمق الكلي.
3. نوصي بضرورة الإشراف على حفر أي بئر مياه لأغراض الشرب.
4. نوصي بضرورة حفر آبار مياه الشرب بواسطة آلة الحفر الرحوي.
5. نوصي بالكشف الظاهري على أنابيب التغليف بحيث تكون طبقا للمواصفات.
6. نوصي بأنه يجب أن تكون عملية عمل الغلاف الإسمنتي حول أنابيب التغليف طبقا للمواصفات بحيث تكون الكثافة النوعية للإسمنت 1.8كجم/لتر ويتم ضخها بواسطة وحدة الإسمنت وتكون نوعية الإسمنت مطابقة للمواصفات.
7. نوصي بضرورة إعدام الآبار القديمة المنتهية العمر الافتراضي بنفس العمق الموجودة بالمنطقة, قبل عملية الحفر.
8. نوصي بضرورة الاهتمام بوسائل السلامة.

8.5 المراجع

المراجع العربية.

1) محمد الشاعر (1984) بحث الحصول على درجة الدكتوراه من جامعة توبنجن بألمانيا الغربية.
2) محمد الشاعر (1987) المياه الجوفية بمنطقة سبها.
3) محمد الشاعر (1987) المياه الجوفية بحوض مرزق ومصادر تكوينها , بحث مقدم إلى المؤتمر العلمي الأول حول المجتمعات الصحراوية (مرزق).
4) محمد الشاعر (1992) مجلة الدراسات *الصحراوية (المياه المالحة بحوض مرزق)*.
5) الشاعر، محمد.، والشاكي، علي.، والغرياني، سعد. (1999). ***تقيم الوضع المائي بمنطقة غدوة (بحوض مرزق)***. مؤتمرالأحواض المائية الجوفية الكبرى بالمناطق الجافة- إدارة الموارد الغير متجددة. طرابلس: اليونسكو.
6) السعيدي، محمد. علي، رمضان، عائشة. (2012). *التغيرات الكمية والنوعية في خصائص مياه حوض مرزق وأثرها على الانظمة البيئية المحيطة.*
7) أبو مدينة، حسين . مسعود.(2006). ***شبكة الطرق البرية في بلدية مرزق (دراسة في جغرافيا النقل)***. مصراتة - جامعة 7 أكتوبر: مجلة ساتل.
8) مركز البحوث الصناعية (1984). ***خريطة ليبيا الجيولوجية 1/250000 ،الكتيب التفسيري: لوحة سبها***، طرابلس.
9) ***التقارير الفنية للآبار***: (الهيئة العامة للمياه فرع المنطقة الجنوبية - مكتب الزراعة والتربية الحيوانية فرع المنطقة الجنوبية - تحاليل الدورية لشركة المياه والصرف الصحي فرع سبها). سبها. بيانات غير منشورة.
10) الشريف، هندي والتواتي، عبد القادر(2003). ***دراسة وضعية المياه الجوفية بمشروع زويلة الزراعي***، سبها :بحث لنيل درجة البكالوريوس غير منشور- جامعة سبها. ليبيا.
11) الحمداني، عادل.، والتمر مصعب. (2004). ***تقيم المياه الجوفية لمنطقة حاوي الكنيسة شمال مدينة الموصل***. العراق: مجلة علوم الرافدين، المجلد 16، العدد1، ص83-95.
12) الزيارة الميدانية لبئر الدراسة(2016).

المراجع الأجنبية.

1) Todd, D.K., (1980). *Ground Water Hydrology*. 2 ed. John Willy and Sons Inc. New York.

2)Hallett, Don. (2002). *Petroleum Geology of Libya.* Elsevier: UK

Heath, Ralph.C. (1987). *Basic Groundwater Hydrology.* Department of the interior, North Carolina.

3) Wilcox, L.V.(1966). *Salinity Laboratory.* USA.

4)WHO, 1996. International standard for drinking water. Geneva.

5)Elssaidi, M. A.and Mohamed A. F.(2012). *Quantitative and Qualitative Changes in Groundwater Properties of Murzuk Basin and their Impacts on Ecosystems*: The First International Conference on Water Resources of Al Jabal Al Akhdar : Reality and Prospective.

6)Libyan Agriculture Research Center Journal international 3(S2), 1335-1350.