الباب الأول

المقدمة

1-1 مقدمة عامة:

تكمن أهمية المياه الجوفية في أنها أصبحت المصدر الرئيسي لإستعمالات الإنسان والزراعة والصناعة ومختلف مشاريع التنمية ، وتوجد المياه الجوفية في فتحات من وحدات صخور حاملة للمياه تسمى خزانات وحجم الفتحات وخصائص تلك الخزانات تعتمد على التكوينات المعدنية والنسيج والبنيان و تعتمد على الصخور المكونة لها . في السابق كانت عملية جلب المياه للسطح تتم بواسطة طرق شائعة قديمة مثل الدلاء، أما في الوقت الحاضر فقد إخترع الإنسان مضخات المياه التي مكنته من رفع كميات كبيرة من الماء حيث أن الطريقة الصناعية الوحيدة لإستخراج المياه الجوفية من باطن الأرض هي حفر آبار المياه الجوفية ، وقد تم تطوير العديد من طرق الحفر لتتناسب مع نوع الطبقة المراد حفرها وصلابتها وعمق البئر . لذلك فقد أصبح اختيار طريقة حفر الآبار يرتبط ارتباطاً وثيقا بمنطقة إنشاء البئر وطبيعة صخورها وأصبحت بعض طرق حفر الآبار أكثر شيوعا ونجاحا في بعض المناطق عنها في مناطق أخرى حيث تحقق معدلات إختراق عالية في فترة زمنية وجيزة مما يقلل التكلفة النهائية للبئر .

1-2 منطقة الدراسة :

تتبع الحاج يوسف لمحافظة شرق النيل تمتد شرقا حتى عد بابكر وغربا حتى حلة كوكو وجنوبا حتى منطقة الجريف وشمالا حتى كافوري. و المياه الجوفية من الآبار تعد من أهم إمدادات مصادر المياه في المنطقة فهي تقدم حوالي نصف المياه المستهلكة . وتقع بين خط طول (١٥°38′00″N)

وخط عرض (32°37′00″E) . وتعد من أكبر المناطق في شرق النيل وهي ذات كثافة سكانية عالية .

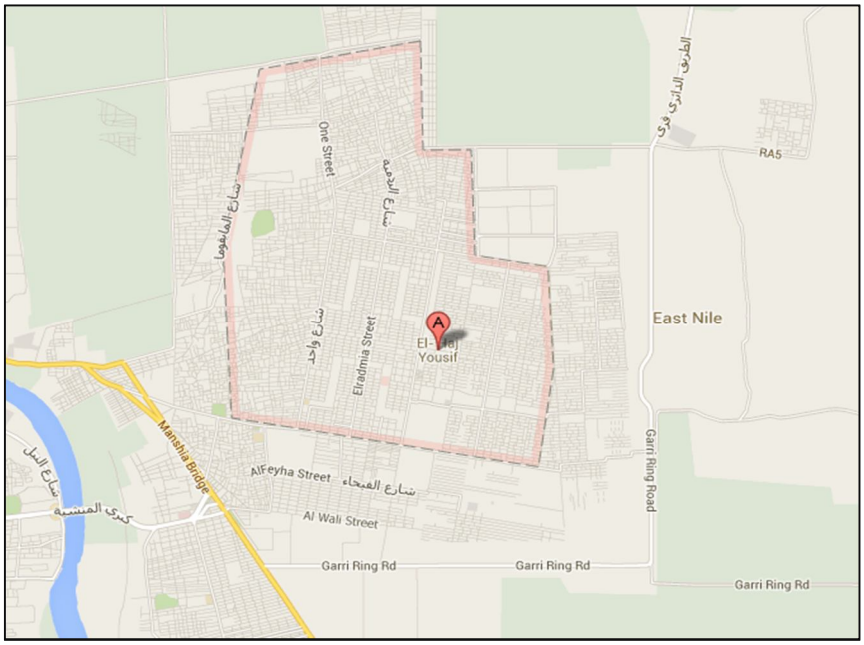
- **الدراسات الجيولوجية لمنطقة الحاج يوسف :**

وهي منطقة متباينة التضاريس من رسوبيات الحجر الرملي النوبي ويغلب عليها الحجر الرملي والطيني والحصى والطمي والحجر الحديدي ، وتكون مغطاه بطبقة غير سميكة من الرواسب السطحية ومتصلة مع بعضها البعض نتيجة الضغط الواقع عليها . والمادة اللاحمة لها من محاليل من السليكا والحديد .

- **الدراسات الهيدروجيولوجية لمنطقة الحاج يوسف :**

أوضحت الدراسات أن تواجد المياه في هذه المنطقة يكون في خزانين هما (خزان الحجر الرملي النوبي – وخزان الرواسب السطحية الحديثة) ، حيث تتواجد المياه في الصخور الرملية الحصوية ذات الخصائص الهيدروجيولوجية الممتازة والتي تشمل النفاذية ، الإمرارية و السعة التخزينية .

و من خلال الدراسات الهيدروجيولوجية وجد أن هنالك إتصالاً هيدروليكياً بين نهر النيل والخزانات المتاخمة له ، حيث يؤثر النيل علي منسوب المياه في تلك الخزانات ويقل تأثيره كلما إبتعدنا عنه ، وفي منطقة الحاج يوسف نجد أن هنالك عدداً كبيراً من الآبار المستخدمة للري و الشرب ، ونتيجةً للضخ المستمر من هذه الآبار يحدث إنخفاض في مناسيب المياه فيها ، وكذلك لتقارب هده الآبار من بعضها البعض وزيادة كمية المياه التي يتم ضخها .



شكل رقم (١- ١) :منطقة الحاج يوسف

3-1 أهمية البحث ومشكلة البحث:

- حفر الآبار هو الطريقة الوحيدة لإستخراج المياه الجوفية من باطن الأرض .
- يلاحظ أن هنالك مشكلة في إختيار المعدات المناسبة لكل طبقة ، والتي تكون سببا مباشرا في تقليل سرعة الحفر ، وتأثيرها على معدل الإختراق .
- يلاحظ أن هنالك بطئ في زمن الإنجاز ، الأمر الذي يزيد من تكاليف حفر البئر .
- زيادة التكلفة المذكورة أعلاه أدت إلي الكثير من المشاكل في قطاع المياه الجوفية ، كالصراع بين المقاول وصاحب العمل ، كما أدت أيضا إلى إفلاس بعض الشركات العاملة في مجال حفر الآبار .

1-٤ أهداف البحث:-

1-٤-1 الهدف العام:-

- المساهمة في إضافة حلول جديده تساعد قطاعات المياه الجوفية المختلفة في معرفة طرق الحفر الأنسب لكل طبقة ، بما يحقق أعلى معدل إختراق بأقل تكلفة .

1-٤-2 أهداف محدده:-

- إجراء دراسة مقارنة بين آليات ومعدات الحفر المختلفة بما يسهل من عملية إختيار الطريقة المثلى .
- تحليل علمي للدراسات السابقة ، والوصول إلى نتائج تساهم في إختيار أفضل الطرق .
- عرض المعادلات الحسابية الحديثة المساعدة على سرعة الإنجاز لإتباعها من قبل القطاعات العاملة هذا المجال .

الباب الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

2-1 جيولوجيا السودان:-

السودان قطر مترامي الأطراف يحده من الشرق البحر الأحمر ، ومن الغرب جمهورية ليبيا وتشاد ومن الجنوب جمهورية جنوب السودان ومن الشمال جمهورية مصر العربية . ويمثل نهر النيل في جزئه السوداني أهم موارد المياه في السودان. ونظراً لمساحته الممتدة فإن أجزاء كبيره من أرضه تحتاج إلى موارد مياه جوفية ، وفيما يلي سوف نعرض التكوينات الجيولوجية للسودان وتوزيع خزانات المياه الجوفية به .

2-1-1 التكوينات الجيولوجية في السودان:-

تتواجد الصخور على شكل مجموعة متعاقبة من الطبقات المتماسكة الأفقية أو ذات الميل الخفيف وتتباين هذه الطبقات من حيث السمك واللون ودرجة التماسك طبقاً لمكوناتها الأساسية وكمية الشوائب وطبيعة المادة اللآصقة لهذه المكونات وتكون القطاعات الرملية الجزء الأهم من مجموعة الصخور حيث يتراوح سمك الطبقة الواحدة من (70 – 4) متراً تتعاقب أحيانا مع طبقات أخري مختلطة من الطين والزلط . تتكون الطبقات الرملية أساسا من الكوارتز ، يختلف حجم هذه الحبيبات من (4-5) ملم . ومن الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية أمكن التعرف علي عدد من التكوينات الجيولوجية منها :

- **رسوبيات أم روابة :-**

هي رسوبيات غير متماسكة من الحصى والرمل والطين . وتغطي حوالي 19% من مساحة السودان ، ونجد أن رسوبيات أم روابة تغطيها عادة الرسوبيات الحديثة مثل القيزان والرمال المنتشرة ، وتوجد رسوبيات أم روابة في مناطق عديدة ترقد على الصخور الأساسية رغم الفارق الكبير في العمر وهذا يعرف (unlonfixmall) وقد ترقد في مناطق أخري علي رسوبيات الحجر النوبي رقم وجود فارق حقبي بينها . ويتراوح سمكها من بضع ملمترات فأطراف الحوض إلى آلاف الأمتار في وسط الحوض ، ومسامية هذه الرسوبيات تتحكم فيها الرمال الناعمة والطين كما تتحكم فيها التغيرات السريعة للثيولوجيا الرأسية والأفقية . وسرعة إمرارية المياه في هذه الرسوبيات ضعيفة نسبيا بالمقارنة مع الحجر الرملي النوبي ولكنها تحتوي علي كميات من المياه . (مستقبل المياه في الوطن العربي – شحاتة دياب – طع 1 – 2000 م) (١)

- **رسوبيات الحجر الرملي النوبي :- Nubian sand stone**

هذه الصخور ترسبت في بيئة نارية في المستنقعات والمنخفضات الراكدة للمياه العزبة ، وتتكون هذه الرسوبيات من حجر رملي وحجر طيني وحجر خرصاني وحجر يحوي بعض الأصناف وحجر حديدي وجميعها متصلة في معظم الأحيان نتيجة الضغط الواقع عليها والمادة اللاحمة لها من محاليل الحديد والسليكا .وهي صخور ذات مسامية عالية وخشنة الملمس مما يكسبها أهميتها كخزان جوفي لخزن المياه.

- **رسوبيات الجزيرة والعطشان :-**

هي رسوبيات غير متماسكة وتعاني من التغير في الميثولوجي السريع رأسيا وأفقيا . حيث أنها تكونت في مستنقعات وبحيرات عذبة ، رسوبيات الجزيرة تتكون من جزء علوي وآخر سفلي . الجزء العلوي تتغلب عليه الرسوبيات الطينية والجزء السفلي يعتبر إمتداد للخزان النوبي يرقد عليه رسوبيات الجزيرة ويتكون من الرمل والطين والحصى والكنكر (cankers) وهي رسوبيات غنية بالكربونات والرسوبيات الملحية من شمال غرب الجزيرة في منطقة أبو قوتة وكرتون وغيرها . أم رسوبيات العطشان سميت لإسم نهر العطشان وهو من روافد الدندر . وهي رسوبيات غير متماسكة أو متصلدة ، وتختلف عن رسوبيات الجزيرة لأن نسبة الرمال فيها أكثر من رسوبيات الجزيرة لذا صارت مساميتها ونفاذيتها أحسن من رسوبيات الجزيرة . (١)

٢-١-٢ خزانات المياه الجوفية في السودان:-

يوجد تحت أرض السودان عدد من خزانات المياه الجوفية التي تمثل مصدرا أساسيا للمياه بالسودان وقد أوضحت الدراسات الهيدرولوجية التي قام بها عدد من الباحثين أن وجود خزانات مياه جوفية منها :-

- **خزانات المياه الجوفية في رسوبيات أم روابة :-**

تعتبر مجموعة رسوبيات أم روابة من التكوينات الجيولوجية المهمة الحاملة للمياه الجوفية بالسودان وذلك لكبر المساحات التي تغطيها في المناطق البعيدة عن النيل مثل كردفان ودار فور ، ويستخرج الماء الجوفي من الطبقات الرملية ذات النفاذية العالية خاصة في منخفض بابنوسة . ويبلغ إنتاج بعض الآبار المحفورة لأغراض الشرب في هذه المناطق حوالي (25) مترا مكعبا في الساعة ، وتوجد المياه الجوفية في رسوبيات أم روابة تحت ضغط أرتوازي بوجه عام وتعزى هذه

الظاهرة إلي وجود المياه الجوفية في طبقات رملية في شكل عدسات محاطة من كل جانب بطبقات غير متماسكة من الطين والطفلة.(١)

- **خزانات المياه الجوفية في رسوبيات الحجر الرملي النوبي :-**

وتتميز بقدرتها علي إمتصاص وتخزين وبث المياه بكميات كبيرة وتوجد المياه في أغلب الاحيان تحت ظروف أرتوازية كما أنها تتدفق أحيانا من الشقوق والفواصل الأفقية والراسية . ويتراوح عمق الآبار المحفورة في مجموعة الصخور النوبية من 50 إلي حوالي 600 متر كما يختلف عمق المياه في هذه الآبار من بضعة أمتار إلي حوالي 150متر ، وتظهر المياه الجوفية الموجودة في الحجر الرملي النوبي علي سطح الأرض في شكل عيون وينابيع في بعض المناطق ويتراوح إنتاج الآبار الجوفية من 50 إلي 150مترا مكعبا في الساعة . (١)

٢-٢ طرق حفر الآبار المختلفة :

عرفت الآبار منذ القدم على أنها المصدر الرئيسي لاستخراج المياه الجوفية من داخل الطبقات . والبئر هوعبارة عن ثقب أنبوبي الشكل يخترق الطبقات الحاملة للماء حيث يتم داخله تجميع المياه و من ثم جلبها إلى السطح وتعد الآبار من أكثر الطرق شيوعا في الحصول على المياه الجوفية ، وتنقسم الآبار حسب عمقها إلى : (آبار ضحلة و آبار عميقة) . (المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق - السلاوي – طرابلس – ١٩٨٦م) (٢)

٢-٢-١ الآبار الضحلة : Shallow Wells

هي الآبار التي لا يزيد عمقها عن 30 مترا ، وتتمثل خطوة البداية في حفر بئر بآلات يدوية بسيطة ، وإحاطة البئر بجدار من الخرسانة المسلحة ، وتعتمد طريقة إستخراج المياه على الوسائل البدائية كالدلو والحبل والصفائح المعدنية المصنوعة من الحديد المجلفن ، ويبلغ عمر البئر الإفتراضي 15 سنة .

- طرق حفر الابار الضحلة :

- **الآبار المحفورة يدوياً :**

ويتراوح قطرها من متر الى 10 امتار ، وتكون الحفرة غير منتظمة ولا تحتاج إلى تقنيات هائلة لحفرها وإستخراج المياه منها ويستخدم الفأس للحفر ، ويتم رفع نواتج الحفر المفككة إلي سطح الأرض عن طريق دلو منزل بواسطة حبل وبكره ، ولمنع إنهـــــــــيار البئر وتبطن جوانبـــها غالبا من الداخل بواســـطة الواح من الخـــــشب او الأحجار خاصة الحـــجر الجيري ، ومقابل الطبقة المنتجة يكون هنالك غلاف حصوي لمنع دخول الرمل مع الماء إلا أن من عيوب هذا النوع من الآبار أن كمية المياه التي تستخرج منها قليلة لا تكفي إلا للإستخدام المحلي في الشرب والرعي ، ولكنها لا تصلح للزراعة ، كما أنها أكثر عرضة للتلوث . (٢)

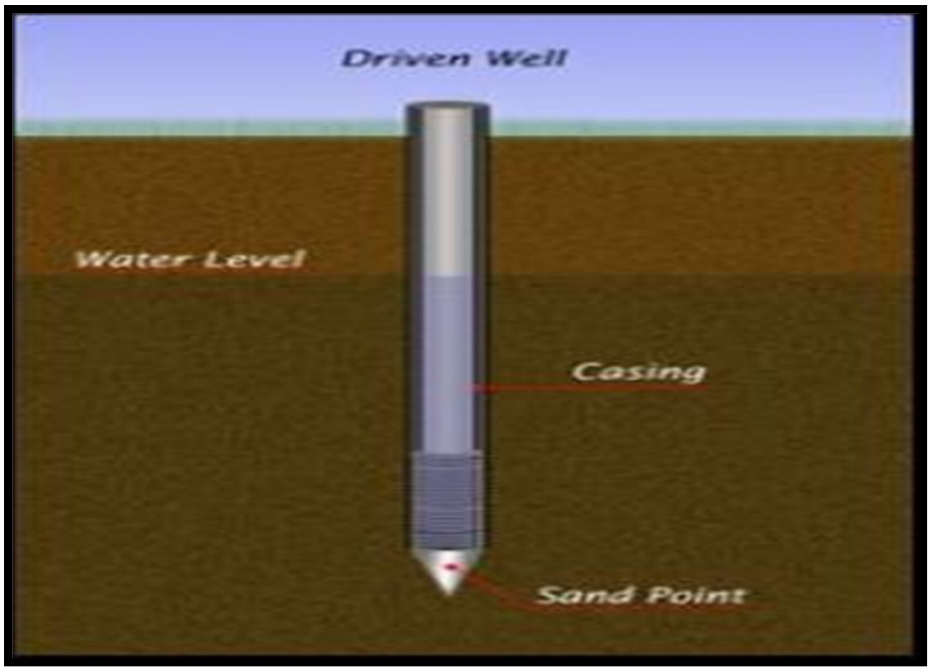
- **الآبار المحفورة بمثقاب حفر :**

تحفر هذه الآبار بمثقاب يدار يدويا او بواسطة محرك ، ويزود هذا المثقاب بواسطة سكينة قطع حاده في القاع وهي التي تحفر الصخور بواسطة الحركة الدائرية . ويتكون المثقاب من قطعة أسطوانية دائرية مصنوعة من الصلب وتمتلئ القطعة الأسطوانية بالفتات الصخري ليتم إخراجه إلى

سطح الارض عن طريق فتحة جانبية . ويمكن توسيع الحفرة بواسطة سكينة توسيع تكون في قمة المثقاب ، وعند الوصول الى العمق المطلوب يتم إنزال أنابيب تبطين دائمة ويملئ الفراغ بواسطة الغلاف الحصوي .

- **الآبار المدفوعة:**

تتكون هذه الابار من مجموعه من الانابيب الموصلة مع بعضها البعض ، والتي تدخل الى الصخور بواسطة الدق المتكرر للأرض حتى تصل الى ما تحت منسوب المياه الجوفية ،وتدخل المياه الى هذه الابار عن طريق طرف محدد به ثقوب (مصفاة البئر). قطر هذه الابار يتراوح بين (3–10) سم وعمقها (15–20) متر، وتستخدم المضخات السطحية لضخ المياه الجوفية من هذه الابار .



شكل (2–1) الآبار المدفوعة

- **الآبار النفاثة :**

يتم حفر هذه الابار بواسطة تيار مائي نفاث زي سرعه عالية الي اسفل التربة حيث يتم تفتيت التربة والصخور ، وبعد أن يصل عمق الحفر الى ما تحت منسوب المياه الجوفية يتم إنزال انوب البئر ومعه مصفاه إلى قاع البئر ، وبعد ذلك يتم إنزال الغلاف الحصوي حول المصفاة ، وبذلك يكون البئر جاهز للإستخدام . (٢)

٢-٢-٢ الآبار العميقة Deep Wells :

هي الآبار التي يزداد عمقها ليصل في بعض الأحيان إلى بضع مئات من الأمتار، ونظرا لهذا العمق فهي أكثر نقاء وأقل عرضة للتلوث ، وكميات المياه المستخرجة منها أكبر بكثير ولكنها مكلفة في حفرها وإستخراج المياه منها وتحتاج لآلات حفر باهظة الثمن .

ونتيجة للتعامل 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 .(هندسة الحفر – أحمد محاسنة – 2009) (٣)

- **طرق حفر الآبار العميقة:**

تمثل طرق حفر الآبار العمليات الفعلية التي يتم خلالها ثقب صخور الخزان الجوفي وما يعلوه من صخور طباقيه بطرق ميكانيكية مختلفة لذلك فأن هناك طرق مختلفة لحفر الآبار نذكر منها :

- طريقة الحفر بالآلة السلكية (الدقاق) .
- طريقة الحفر بالدوران الرحوي.
- طريقة الحفر بالدوران الرحوي العكسي.
- الحفر الهوائي .
- الحفر التوربيني .

× الحفر الدقاق (المطرقي):

وتتلـــــــــــــــــــــــخص عملية الحـــــــــــفر باستخدام طريقة الدقاق في رفع رأس الحفارة مع ما يعلوه من أثقال

وإسقاطها على الصخور لغرض تهشيمها .تتكرر هذه العملية مرات عديدة وبسرعة كبيرة مع أحداث حـــر كة دورانية لعدة الحفر في كل مرة ترتفع بها إلى الأعلى .

ينقسم الحفر المطرقي إلي قسمين :

~ الحفر المطرقي الجاف:

وتستعمل فيه كميات قليلة من المياه بغرض تماسك الفتات الصخري و لتسهيل رفعه إلي السطح بواسطة المنزحة ، و يستخدم في عملية نزح البئر و إخراج الفتات الصخري من داخلة دلو كبير الحجم لإتمام عملية النزح هذه يجب أن يكون الفتات الصخري على هيئة خلطة طينية يسهل نزحها ، لذلك فإن في حالة كون الصخور جافة و خالية من المياه يجب إضافة الماء إلى فجوة البئر لتكوين الخلطة الطينية .

~ الحفر المطرقي الهيدروليكي :

وتستخدم فيه انابيب الحفر التي يتم من خلالها ضخ سائل الحفر لتنظيف قاع البئر ونقل الفتات الصخري الى السطح ، وبغض النظر عن الطريقة المستخدمة في الحفر المطرقي فان سرعة الحفر تعتمد على الاتي :-

- عدد الضربات في وحدة الزمن
- القوة التي تضرب بها الحافرة قعر البئر وتعتمد على (وزن الحافر – ساق الحفر- الارتفاع الذي تسقط منه الحافرة)

*** مكونات جهاز الحفر المطرقي :**

يتكون جهاز الحفر المطرقي من الآتي:-

- **عمود الحفر : drilling string**

ويتكون من :-

~ الحافرة : bit

وهي عباره عن زراع فولاذي ثقيل طوله يتراوح ما بين 2-4 أقدام ونهايته السفلى بها درجات حاده مختلفة لتتناسب مع صلابة الطبقة المراد حفرها ، ويتم تصنيع الحافرات من سبيكة فولاذية ذات محتوى عالي من الكربون والسيلكون وبأشكال مختلفة من قبل شركات التصنيع .

~ ساق الحفر :

وهو عباره عن زراع فولاذي أسطواني طوله يتراوح ما بين (10-20) قدم ويربط مباشرة فوق الحافرة ، وتكون مهمته تزويد ثقل أضافي على الحافرة عند الطرق لأسفل لزيادة سرعة الحفر.

~ الرباط :

وهو عباره عن وصل للربط بين الحافرة وساق الحفر والرجاج ، ويكون ذو اسنان خشنة ومخروطية على طرفي الوصلة ، ولابد من الشد المحكم لهذه الوصل لمنع فتح أجزاء عمود الحفر .

~ رجاجات الحفارة Drilling Jars:

يتكون هذا الجزء من الرجاجات القابلة للإنزلاق و المصنوعة من الحديد الصلب ، وتنحصر مهمة هذه الرجاجات في تخليص عمود الحافرة و رأس الحافرة من فتات الصخور المهشمة المتراكمة فوقها .

~ تجويف الحبل: Swivel Socket

يعمل تجويف الحبل على ربط أجزاء الحافرة مع بعضها البعض و يعطيها بالإضافة إلى ذلك وزنا إضافيا يساعد رأس الحافرة على تهشيم الصخور عند سقوطه عليها كما أنه يعطي القوة اللازمة للرجاجات لخليص أجزاء الحافرة المحتجزة بين فتات الصخور .

~ حبال الجهاز:-

يحتوي جهاز الحفر القياسي علي ثلاثة أنواع من الحبال وهي كالآتي :-

~ حبال الحفر:-

يكون حبل جهاز الحفر المطرقي ملفوفاً على دولاب ضخم ماراً على بكرات مثبتة في اعلى البرج ومعلق من الزراع المتأرجحة بواسطة لولب تطويل حيث يقوم الجهاز بتطويل الحبل كلما تقدم الحفر ، يكون اكثر الحبال عرضة للجهد حيث يجب ان يتحمل (ثقل عمود الحفر ، الإرتجاج ، حمولات الحفر المتغيرة ، الإحتكاك القياسي بين أنابيب البطانة وجدار البئر.)

~ حبال التنظيف:- (الجردل)

يربط حول بكرة التنظيف ماراً على بكرة مثبتة في قم البرج ومربوطاً في الجهة الأخرى بمنزحة موجودة علي ارضية الجهاز تنزل في البئر لإخراج الفتات الصخري المحفور.

~ حبال إنزال البطانة:

يلف حبل إنزال البطانة على دولاب المرفاع ويستعمل لغرض تنزيل أنابيب البطانة وهو يتعرض لأقصى حمل مقارنة ببقية حبال الجهاز إلا اننا هذه الحمولة ليست بنفس قسوة مهام حبال الحفر .

*المعدات السطحية للحفر المطرقي:

- **المحركات الرئيسية :-**

هنالك ثلاث أنواع منها :

(المحركات البخارية – المحركات ذات الإحتراق الداخلي – المحركات الكهربائية)

- **المنازح ومضخات التنظيف:**

لإخراج الفتات الصخري من البئر ينزل الى البئر بواسطة حبل التنظيف أنبوب مجهز بمنزحة في القمة وصمام في القعر يفتح ويغلق هذا الصمام بواسطة النتوء البارز الذي يرتطم بقعر البئر بالتناوب كلما رفعت او انزلت المنزحة .

- **الأبراج :-**

البرج هو الذي يؤمن المجال الشاغولي الازم لإداء عمليات الحفر وسحب المعدات وإنزال أنابيب البطانة ويجب أن يكون ذو قوة كافية لتحمل الحمولات المفروضة عليه .

* محاسن الحفر المطرقي:

- التكلفة أقل نظراً لقلة تكلفة المعدات وتكلفة التشغيل ونصب الجهاز .
- يتم الحصول على معلومات اكثر دقة حول النماذج الصخرية .
- تواجد الطبقات الحاوية للمياه او النفط او الغاز يمكن كشفها مباشرة وذلك لعدم وجود موانع .
- يكون تلوث الطبقات أ قل ما يمكن نظراً لغياب سائل الحفر .
- الطاقة اللازمة لتشغيل الحفارة منخفضة جدا مقارنة بالطرق الأخرى .

***مساوئ الحفر المطرقي:-**

- التحديد في سرعة الحفر وعمق البئر حيث كلما زاد العمق قلت السرعة.
- الإفتقار الى السيطرة التلقائية على الضغوط العالية التي يمكن مصادفتها وذلك بسبب غياب سائل الحفر.
- الإفتقار الى السيطرة على التكوينات غير المتماسكة والهابطة.
- حوادث إنقطاع حبل الحفر وعمليات الإصطياد الناتجة تقلل من استخدامه.
- إرتفاع تكاليف أنابيب التغليف حيث يتطلب الحفر بهذه الطريقة إستخدام أنابيب ذات أقطار كبيرة وجدار سميك .

× الحفر الرحوي الدوراني:

ويتم حفر البئر بواسطة دوران الحافرة التي يسلط عليها ثقل نحو الأسفل وتكون على تماس دائم مع قعر البئر ، ويتم ربط الحافرة بعمود الحفر الذي بواسطته تدور الحافرة . ويتم رفع الفتات الصخري الى السطح عن طريق سائل الحفر الذي يتم تدويره بصورة مستمرة من داخل عمود الحفر الذي يتكون من أنابيب الحفر وأنابيب التثقيل ووصل الربط ويتم إمرار سائل الحفر خلال منافذ موجودة في الحافرة ومن ثم يصعد ومعه الفتات الصخري الى السطح بين عمود الحفر وجدار البئر (الفراغ الحلقي) وهنالك يحول سائل الحفر المراجعة خواصه الى سلسلة من الأحواض حتى يترسب الفتات الصخري وفي أخر حوض يتم سحب سائل الحفر بواسطة مضخة ماصة وتعاد هذه الدورة بشكل مستمرو تتم مراجعة خواص سائل الحفر قبل استخدامه ، ومع تقدم عملية الحفر يتطلب اضافة انابيب حفر اخرى لحين الوصول للعمق المطلوب . (٣)

2-2-2-1-2-1 المنظومات الاساسية لجهاز الحفر الدوراني :

تتكون المنظومة الأساسية لجهاز الحفر الدوراني من الآتي :-

- **نظام طاقة البرج :**

تستهلك طاقة او قوة المحركات في عمليتي تدوير سائل الحفر ودوران عمود الحفر ، وكذلك تستهلك في عملية الرفع اضافة لبعض المهام الاخرى مثل اضاءة البرج وتشغيل مانعات الإندلاع .

- **منظومة الرفع:**

إن الوظيفة الأساسية لمنظومة الرفع هي إدخال وإخراج عمود الحفر والمعدات الأخرى من أنابيب تبطين ومعدات إكمال ، وتشمل المنظومة الأجزاء الأتية :

~ مجموعة الرفع:

تمثل مجموعة الرفع قلب الحفارة التي تساعد في إدخال المعدات الي داخل البئر وإخراجها منه ، وتعني كذلك القوة اللازمة لربط او فك وصلات الأنابيب وتشمل :

~ دولاب الرفع:

يلف حبل الحفر حول دولاب الرفع ويأخذ هذا الحفر حركته من دوران دولاب الرفع .

~ الكابحات :

تستخدم لوقف حركة عمود الحفر.

~ منظومة التبريد:

إن فعل الكبح الناتج من تماس قطع الكبح مع حافة دولاب الرفع يولد حرارة عالية ويجب تقليل هذه الحرارة بغرض تجنب تلف الحلقات وقطع الكبح وتستخدم عادةً الماء.

- **منظومة بكرات الرفع:-**

إن الوزن الكبير لعمود الحفر يمكن احتوائه باستخدام البكرات الثابتة والمتحركة والتي يتم فيها توصيل او لف الحبل المستمر، وتنقسم إلى نوعين :

~ البكرات الثابتة:

تهيئ البكرة الثابتة وسيلة لأخذ حبل الحفر من دولاب الرفع وتوصيله إلى البكرة المتحركة ، وتكون البكرة الثابتة مستقرة و مثبتة بصورة قوية أعلى برج الحفر ، وتتضمن البكرة الثابتة على عدد من البكرات المركبة على محور ثابت للبكرة الثابتة حيث توصل النهاية الخارجية من آخر بكرة في البكرة الثابتة بمرساة الحبل المثبت .

~ البكرات المتحركة والخطاف:

تكون البكرة المتحركة مشابهه للبكرة الثابتة ،حيث أنها تتضمن مجموعة من البكرات مركبة بصورة مستقلة وهذه البكرات مصنوعة من الفولاذ ذو النوعية العالية الجهد .

شكل (2-2) البكرة المتحركة والخطاف

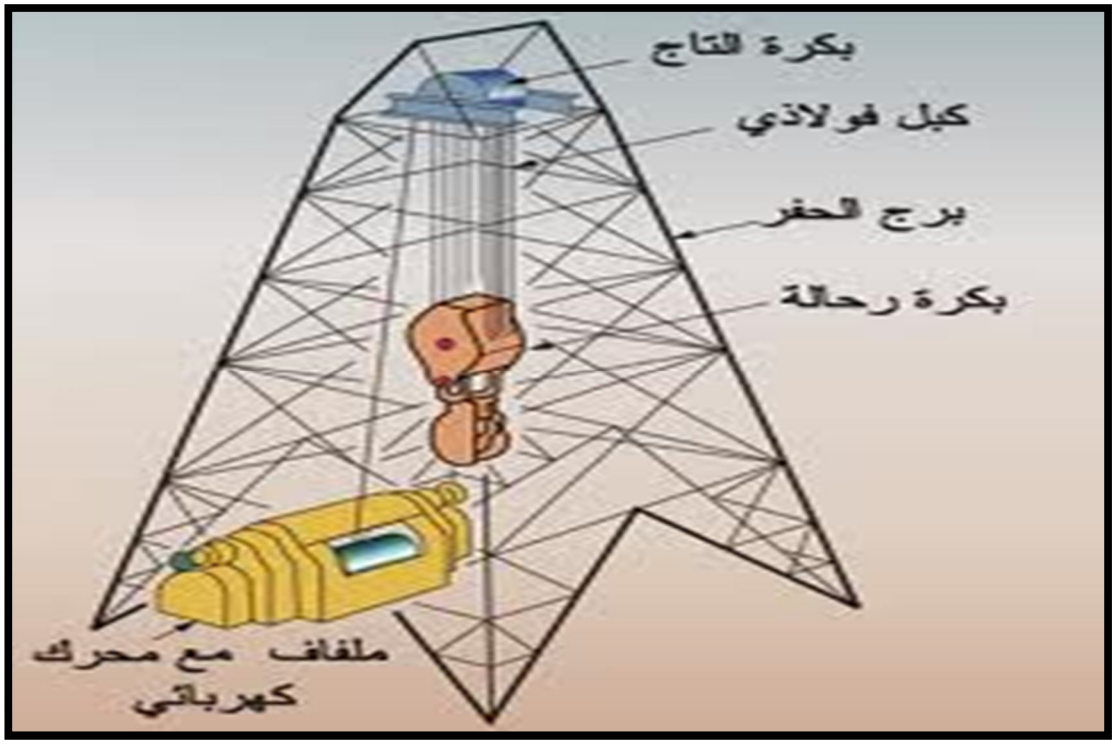
~ حبال الحفر:

عباره عن سلك مصنوع من الفولاذ يحتوي على عدد من الضفائر الملفوفة بصورة جيدة حوله .

شكل (2-3) حبال الحفر

~ مرساة الحبل الميت:

تتكون مرساة الحبل الميت من قاعدة و دولاب قليل الدوران مثبت الى ارضية الحافرة وتهيئ مرساة الحبل الميت وسيلة لتأمين الحبل الميت ولقياس حمل الخطاف .



شكل (2-4) برج الحفر والبكرات المتحركة

- **منظومة تدوير سائل الحفر:**

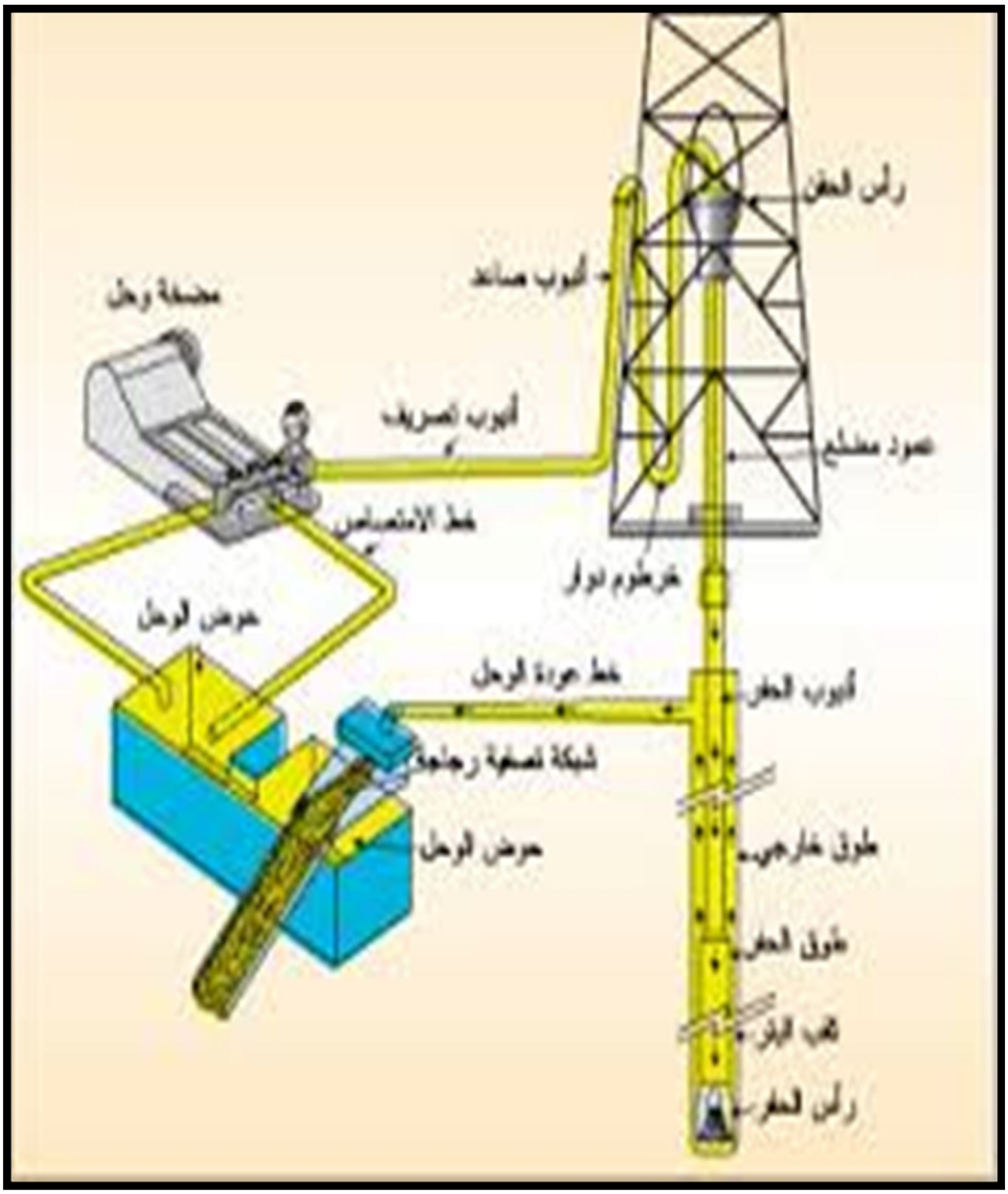
المكونات الاساسية للمنظومة:-

~ مضخات الطين:-

مهمتها تدوير سائل الحفر تحت الضغط والحجم المطلوبين وهناك نوعان منها (مضخات ثنائية و مضخات ثلاثية) ، وتتميز المضخات المكبسية بالاتي:-

- ✓ قدرتها على تحمل سوائل تحتوي على نسبة عالية من المواد الصلبة .

- ✓ يسمح حيز الصمام بمرور جسيمات صلبة مثل مواد معالجة فقدان سائل الحفر.
- ✓ سهولة التشغيل والصيانة.



شكل (2-5) منظومة سائل الحفر

~ المنظومة الدوارة :

الهدف منها هو نقل الحركة الى عمود الحفر وبالتالي إدارة الحافرة . وتتألف المنظومة من الأجزاء الآتية :-

- **الرأس الدوارة**

يركب الراس الدوار فوق الأنبوب المضلع وتكون وظيفته هي ضخ الحركة الدورانية للأنبوب المضلع الى حبل الحفر ، ولأن الرأس الدوار يحمل الوزن الكلي لعمود الحفر فلابد أن يكون ذو متانه عالية وبالإضافة لهذه الوظيفة يقوم بالآتي:-

- ✓ تعليق عمود الحفر المضلع وخيط الحفر .
- ✓ يسمح بدوران عمود الحفر المضلع وخيط لحفر .
- ✓ يسمح بسريان سائل الحفر الى داخل البئر .

- **Rotary hose**

هي عباره عن أنبوبة دوران مرنة .

- **عمود الحفر المضلع(Kelly) :**

يمثل الوصلة العليا في عمود الحفر ويؤدي الوظائف الآتية:-

- ✓ السماح بمرور سائل الحفر الى داخل البئر .
- ✓ نقل الدوران من الطاولة الرحوية إلى مواسير الحفر .
- ✓ يستخدم في تسليط الوزن على الحافرة عن طريق أنابيب الحفر والأنابيب الثقيلة .

- **الطاولة الرحوية :**

وتؤدي الوظائف الآتية:-

✓ نقل الحركة الدورانية الى عمود الحفر عن طريق دوران الأنبوب المضلع .

✓ حمل ثقل خيط الحفر وأنابيب التعليق أثناء فك وربط خيط الحفر في رحلة الذهاب والإياب .

- **خيط الحفر:**

ويشمل (مواسير الحفر ، أنابيب التثقيل ، الحافرة ، وبعض الملحقات) .

- **مواسير الحفر:**

إن الجسم الأعظم من خيط الحفر يتكون من مواسير الحفر والتي تعتبر الموصل لسائل الحفر أثناء دورانه من السطح الي القاع ويتصل الطرف العلوي لسلسلة مواسير الحفر في عمود الحفر المضلع بينما يرتبط طرفها الأسفل بمواسير التثقيل ، ويتم تصنيع مواسير الحفر من الفولاذ وتصنف حسب :-

(القطر الخارجي – سمك الجدار او الوزن الجسمي- درجة مادة التصنيع – نوع الوصلات – الطول)

- **أنابيب التثقيل :**

وهي عباره عن أنابيب ذات جدار سميك وقطر خارجي كبير جدا ، أما الداخلي فيكون صغير ، ويستخدم لتهيئة الوزن الكافي المسلط على الحافرة ولإبقاء عمود الحفر في حالة شد .

- **الحافرات:**

تمثل الحافرة قلب عمود الحفر وتحطم الحافرة الصخور بتأثير فعلين (الوزن المسلط على الحافرة ، وسرعة الدوران) ، ويمكن تصنيف الحافرات الى ثلاثة أنواع رئيسيه:-

- **الحافرات الجرافة:-**

لا توجد فيها اجزاء متحركة ، وهي تحفر بفعل الجرف للطبقات التي تصادفها بواسطة نصولها وتكون مجاريها المائية مثبته بشكل خاص حيث يكون سائل الحفر موجه على النصول بغرض الحفاظ على نظافتها.

- **الحافرات الدوارة:**

تحتوي علي أجزاء متحركة (مخاريط) ، وعندما تكون الاسنان طويله ومتباعدة تحفر الطبقات الرخوة ، أما عندما تكون قصيره ومتقاربه تحفر الطبقات الصلبة .

شكل (2-6) الحافرات الدوارة

- **الحافرات الماسيه :**

تحفر هذه الحافرات الطبقة الصخرية بفعل الكشط وتشتمل الاجزاء القاطعة فيها على عدد من القطع الماسيه الصغيرة الحجم موزعه هندسيا خلال جسم الحافرة المصنوع من كربيد التنجستن ، أما لأغراض الحفر أو لأغراض استخراج اللباب ، وتستعمل لحفر الطبقات الصلبة وهي لا تحتوي على أجزاء متحركة .

- **ملحقات عمود الحفر:**

- **رجاج الحفر :**

تستخدم لتحرير الأنابيب المحشوة حيث تسلط قوة سحب إلى الأسفل لتحرير الأنبوب.

- **المثبتات:**

توضع فوق الحافرة مباشره وعلى طول الحفرة السفلية وذلك بغرض السيطرة على ميل حفرة البئر أي تقليل شدة الانحراف .

- **الموسعات:**

تنزل بعد الحافرة بغرض الحصول على حفره مثاليه وقياسيه .

- **وصلات الارتجاج :**

توضع بين الحافرة وأنابيب التثقيل وتستخدم لامتصاص الاهتزازات وأحمال الاصطدام الناتجة عن عمود الحفر .

*** محاسن الحفر بطريقة الدوران الرحوي المباشر :**

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

*** مساوئ 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 .

× الحفر الرحوي العكسي:

نتيجة للطاقة المحدودة للمضخات في إزالة نواتج حفر الآبار بطرية الدوران الرحوي المباشر فإن معظم الآبار المحفورة بالطريقة السابقة لا يزيد قطرها عن ٢٤ بوصة ، إضافة إلى ذلك فقد لوحظ أن معدل إختراق الحافرة للطبقات الجيولوجية خلال عملية الحفر بطريقة الدوران الرحوي المباشر تصبح

غير مرضية عندما يزداد قطر البئر عن ٢٤ بوصة ، وللتغلب على هذه المشاكل فإنه عند الإحتياج لحفر آبار ذات أقطار كبيرة يمكن إستحدام طريقة الحفر الرحوي العكسي .

و نجد أن هذه الطريقة لا تختلف عن سابقتها كثيرا فتصميم معدات الحفر للطريقتين واحد تقريبا ، ولكن معدات الحفر الرحوي العكسي أكبر حجما ، و هنالك إختلاف رئيسي آخر يتعلق بدورة سائل الحفر حيث يترك سائل الحفر لينساب إلى داخل البئر عبر الفجوة بين جدار البئر و أنبوب الحفر تحت تأثير الجاذبية ثم يمر السائل بعد ذلك عبر فتحات في رأس الحافرة إلى داخل أنبوب الحفر حيث يضخ إلى السطح ، مما يعني أن دورة سائل الحفر عكس الطريقة السابقة وهذا هو سبب التسمية للحفر الرحوي العكسي .

*** محاسن الحفر الرحوي العكسي:**

- عدم تأثر مسامية ونفاذية 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.

*** مساوئ الحفر 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 واسعه 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.

× **الحفر التوربيني:**

يمثل الحفر التوربيني وسيلة حفر دورانيه تستعمل نفس الميكانيكية الاساسية كما هو الحال في الطريقة الاعتيادية و الفرق الأساسي يكمن في أن دوران الحافرة يتم بواسطة توربين متعدد المراحل موجود في قاع البئر والذي يحصل على طاقه من سائل الحفر ، لذلك فليس هنالك حاجه لدوران عمود الحفر بأكمله ، ويحتوي التوربين على مجموعه متناظره من الأجزاء الثابتة والدوارة حيث يوجه سائل الحفر بواسطة الأجزاء الثابتة لكي يضرب بعدها صفائح الأجزاء الدوارة مسببا دورانها .

***محاسن الحفر التوربيني:**

- معدل إختراق عالي بسبب زيادة السرعة الدورانية .
- الاستغناء عن دوران عمود الحفر وهذا يؤدي الي :

✓ إستعمال انابيب حفر ووصل ربط أخف وأرخص .

✓ عملية تشغيل أهدأ،فليس هنالك ضوضاء للمنضدة الدوارة .

✓ عمليات الاصطياد بسبب إخفاق عمود الحفر تكون أقل .

*** مساوئ الحفر التوربيني:**

- تكون تكاليف جهاز الحفر التوربيني أكثر نسبياً .
- يحتاج لسعة مضخة أكبر .
- يحتاج لعناية أكثر لإزالة المواد الصلبة الحاكة من مجري طين الحفر .
- هبوط الضغط عبر الجزء السفلي من التوربين يجب أن يبقي واطئاً لذلك لا يمكن إستعمال الحفارات ذات النفاثات السريعة جدا .

***الحفر الرحوي الهوائي:**

يستخدم هذا النوع من الحفر في التكوينات الصلبة غير القابلة للردم والتي لا تنتج كميه كبيره من الماء ، وتعتبر هذه الطريقة أكثر الطرق ملائمة للحفر في الصخور شبه المتماسكة حيث تتحقق فيها معدلات حفر عالية كذلك فإن هذه الطريقة مناسبه للحفر في الصخور المتشققة والمتفككة . يجري الحفر الرحوي الهوائي بنفس طريقة الرحوية الاعتيادية عدا استعمال الهواء بدلاً من الطين ، أما رفع القطع المحفورة وتنظيف البئر و تبريد الحافرة فيكون بتيار من الهواء ، وتجري السيطرة على الغبار بعمل عازل في فوهة البئر ويكون محكماً حول الانبوب المضلع ويستعمل الماء في نهاية خط الهواء لترطيب الغبار ، وتستعمل الحافرات الصلبة في هذا النوع من الحفر ، كونها تقوم بتقطيع الصخور إلى أجزاء صغيره مما يسهل رفعها بسهولة بواسطة تيارات الهواء المستعملة ، إن السرعة المقبولة لتيار الهواء العائد إلى السطح تبلغ (3000) قدم / الدقيقة وهذه السرعة تحافظ على نظافة البئر وخلوه من القطع المحفورة وقد تكون الحاجه إلى سرعة أكبر إذا كانت الصخور المخترقة من النوع الثقيل .

إن إستعمال سرعة عالية قد يؤدي إلى تهدم جدران البئر في الطبقات الرخوة . بالإمكان إكتشاف وجود الماء في الطبقة وذلك بملاحظة النقص في كمية الفتات العائد إلى السطح . وكذلك ظهور حلقه طينيه قرب مكان خروج القطع وتؤدي هذه الحلقة الطينية إلى حدوث عصيان أنابيب الحفر حيث أنها تميل للإلتصاق بالحافرة . ولغرض السيطرة على هذه المشكلة فيجب إيقاف الحفر والمباشرة بضخ الهواء لتجفيف الطبقة . (٣)

3-2 معدل الإختراق : Penetration Rate

يعرف بأنه عدد الأقدام المحفورة في وحدة الزمن ، في الظروف الطبيعية ، وهنالك عدة عوامل أو متغيرات تؤثر علي معدل الإختراق والتي يجب إعتمادها في طرق الحفر ومن هذه العوامل :

2-3-1 تأثير خواص سائل الحفر:-

- **تأثير كثافة سائل الحفر:-**

لقد وجد من البحوث بأن معدل الاختراق يقل كلما زاد ضغط سائل الحفر وان هذا النقصان يرجع الي تجاوز الضغط الهيدروستاتيكي للضغط المسامي (formation pore pressure) ويعود سبب النقصان في معدل الاختراق الي زيادة إنضغاط الطبقة المحفورة ، بزيادة الضغط الهيدروستاتي بحيث تصبح بعد ذلك اكثر مقاومة للانكسار أو التفتت بواسطة الحافرة .

- **تأثير محتوى المواد الصلبة :-**

كلما زاد محتوى المواد الصلبة زادت كثافة سائل الحفر ولدراسة تأثير محتوى المواد الصلبة علي معدل الاختراق بصورة دقيقة فقد تم إجراء فحوصات حقلية بإستخدام الماء وطين حفر ذو كثافة ٩.٢٠رطل/جالون ، وقد اختير حجم كل سائل مستخدم بصورة جيدة بحيث يعطي دائماً ضغطاً هيدروستاتكياً ثابتاً في الفراغ الحلقي .

- **تأثير لزوجة سائل الحفر : -**

زيادة لزوجة سائل الحفر تؤدي الي تقليل معدل الاختراق ، وبصورة عامة ترتبط لزوجة سوائل الحفر بمحتواها من المواد الصلبة والتوزيع الحجمي لجسيمات هذه المواد الصلبة والتجاذب أو التنافر بين جسيمات المواد الصلبة ، وتعتمد كذلك خواص ترشيح سائل الحفر علي حجم المواد الصلبة وكيفية توزيعها .

إن الدور الذي تلعبه لزوجة سائل الحفر في عملية حفر فتات الصخور المتولدة بالحافرة يتضح من قابلية السائل لكسح الصخور المحفورة تواً بسرعة الي الاعلى لتلافي إعادة حفرها .

- **تأثير الوزن المتسلط :-**

بصورة عامة يزاد معدل الاختراق مع زيادة الوزن المسلط علي الحافرة مما يؤدي الي سرعة تلف الحافرة مما يؤدي الي هبوط كفاءة الحفر خلال الطبقة الصخرية ، ولقد أوضحت الدراسات الحقلية أن الزيادة في معدل الإختراق تتناسب طرديا مع الوزن المسلط على الحافرة وأوضحت الدراسات أيضا أن معدل الإختراق في الطبقة الصلبة لا يتناسب مع الوزن المسلط على الحافرة عند أوزان أقل من (2000 رطل لكل عقدة) وبغض النظر عن نوع الحافرة فإنها يجب أن تسلط ضغطا كافيا على الطبقة المراد حفرها لكي تتغلب على مقاومة إنضغاط الطبقة الصخرية .

- **تأثير سرعة الدوران :-**

بصورة العامة يزاد معدل الاختراق بزيادة سرعة الدوران مما يؤدي الي تلف الحافرة بفترة أقصر مما تؤثر سلبياً علي كفاءة الحفر الإجمالية وعلي كلفة الحفر لكل قدم . وقد أوضحت الدراسات بأنه في حالة حفر الطبقات الرخوة وعند توفر نظافة جيدة فإن معدل الإختراق يتناسب بصورة مباشرة مع سرعة الدوران.

2-3-2 تأثير مواصفات الصخور المحفورة:

يتناسب معدل الإختراق عكسيا مع متانة إنضغاط الصخور ، ومن خواص الصخور التي تؤثر على عمر الحافرة هي الصلابة وقابلية الحل ويعتبر الصوان من أصلب وأقوى الصخور الرسوبية التي تسبب مشاكل حفر حادة و تعتبر التكوينات اللدنة للصخور المختلفة أكثر صعوبة عند حفرها في

الأعماق العالية ، ونجد أن نفاذية الصخور لها تأثير على قابلية حفرها من خلال قابليتها على تصريف الضغوط المسلطة ، بينما الصخور المسامية تحفر أسرع من الصخور الكثيفة وقد أستعملت هذه الحقيقة من قبل الحفارين والجيولوجيين على نطاق واسع لأجل

الكشف عن وجود الطبقات المسامية . ويعزى ذلك التأثير إلى متانة الإنضغاط في المناطق المسامية .

2-3-3 تأثير نوع وحجم الحافرة على معدل الإختراق:

إن إختيار نوع وحجم الحافرة يعتمد على درجة صلابة الطبقة المراد حفرها ، ويتم تصنيف هذه الحافرات على أساس :

- ✓ عدد وطول الأسنان .
- ✓ عدد الأجزاء القاطعة .
- ✓ نمط التدوير. (هندسة حفر الآبار النفطية - علي محسن و آخرون)

2-4 كلفة الحفر :Drilling Cost

منذ منتصف الأربعينيات تم تحقيق تقدما ملموسا في تكنلوجيا حفر آبار المياه الجوفية، حيث تم تحسين معدلات الإختراق ، نتيجة لزياده كل من الوزن المسلط على الحافرة وسرعة الدوران ثم ظهرت بعد ذلك أهمية التنظيف السريع والمباشر لفتات الصخور مما أدي إلي سرعة استخراجها الى سطح الأرض ، وأيضا هنالك عدة عوامل تزيد من تكاليف حفر البئر تتلخص في الاتي :

- صيانة الحافرة لحدوث عطل اثنا ء التشغيل .
- توقف الحفر اثناء عملية الحفر لإضافة وصله جديدة .
- أجر المهندس المشرف بالإضافة الي أجور العمال .

- العوامل المناخية التي تحدث أثناء عملية الحفر (درجات الحرارة العالية – الامطـــار .. وغيرها)
- تكلفه الوقود المستخدم في السيارات والحافرة .
- تكلفه إيجار معدات الحفر في حالة كونها مؤجر.
- عمق البئر وقطرها ، حيث يحدد آلة الحفر وغيرها من المعدات وبالتالي يحدد رأس المال .
- نوع المواد وقطر أنابيب التغليف والمصافي اللازمة للتركيب .
- التكوينات المخترقة وقابليتها للحفر ، حيث يؤثر على عدد ونوع فؤوس الحفر اللازمة وعلى عدد مواسير الحفر.

2-4-1 معادلة كلفه الحفر:

يمكن كتابه معادلة كلفه حفر قدم واحد (coat beer foot) بالشكل التالي :

معادلة (٢-١)

$$CPF = C_b + C_r (t_b + t_c + t_t) / F \qquad \$/ft$$

كلفة حفر قدم واحد	($/ft.)	CPF
كلفة الحـــــافرة (bit)	($)	Cb
كلفة برج الحفر	($/h(rig))	Cr
زمن الرحلة لعمود الحفر	(trip time)	tb
زمن ربط وفك عمود الحفر	(connection time) (h)	tc
زمن الدوران	(rotating time) (h)	tt
عدد الأقدام المحفورة	(ft)	F (٣)

الباب الثالث

طريقة إجراء البحث

3-1 خطة البحث :

تم اختيار عنوان المشروع وهو (دراسة مقارنة بين طرق الحفر المختلفة وادائها في اختراق الطبقات) ومن ثم وضع مخطط زمني لسير المشروع ، وتم تحديد منطقة الدراسة (الحاج يوسف) ، وتمت مقابلة المشرف الذي وجه بالبدء في المشروع المقترح ، وتم تحديد الخطة التي يتم بها جمع المعلومات المتعلقة بكل طرق الحفر المختلفة ، ومنطقة الدراسة . حيث ان المعلومات الواردة في هذا البحث تم الحصول عليها من عدة مصادر كالآتي :

3-1-1 جمع المعلومات من المراجع والكتب:

تم البحث عن المعلومات في المراجع التي تتعلق (بطرق الحفر المختلفة ، ومعدل الإختراق ، التكوينات الجيولوجية للسودان ؛ وكلفة الحفر) ، من مكتبة الكلية وهي عبارة عن النظريات والدراسات والمعادلات العلمية السابقة .

3-1-2 مقابلة جهات ذات صلة:

وبما ان هذا البحث يبرز كفاءة كل طريقة في إختراق الطبقات ، قمنا بزيارة إلى إدارة أبحاث المياه الجوفية (شرق جامعة أفريقيا العالمية – منطقة المجاهدين) وحصلنا على ما يقارب (١٤) سجل لآبار تم حفرها في المنطقة المحددة . بمقابلة قسم الجيولوجيا بالكلية وحصلنا على معلومات عن جيولوجيا السودان ، وتوزيع الخزانات الجوفية تحت أرضه .

3-1-3 الشبكة العنكبوتية:

قمنا بالدخول إلى بعض المواقع بالشبكة التي أفادتنا ببعض المعلومات والصور المتعلقة بالطرق المختلفة للحفر وبعض المعلومات المتعلقة بمنطقة الدراسة .

3-1-4 محاضرات في هندسة الحفر:

تم الإسترشاد ببعض المعلومات الواردة في محاضرات هندسة الحفر .

٣-١-٥ زيارة منطقة الدراسة :

بعد الزيارة لمنطقة الدراسة والإطلاع على طبيعة إستهلاك المياه (ري أو شرب) والحصول على معلومات متعلقة بجيولوجية المنطقة ، وتم الحصول على معلومات عن كل من منطقة الدراسة والطرق المختلفة للحفر ، تم تحليل تلك المعلومات ووضعها في صورة جداول مقارنة بين كفاءة كل طريقة في إختراق نوع طبقات محددة ، وأيضا تم تحليل المعلومات عن منطقة الدراسة وتم إستخلاص النتائج والحلول المناسبة وبناء على النتائج المستخلصة قمنا بعمل توصيات للجهات المختصة .

الباب الرابع

جداول المقـــــــــــارنة

٤-١ جداول المقارنة بين طرق الحفر المختلفة :

جدول رقم (٤-١) مقارنة بين طرق الحفر المختلفة

الرقم	طريقة الحفر	المميزات	العيوب	الطبقة المناسبة لها	التكلفة	ملاحظات
١ -	**الحفر المطرقي (الدقاق)**	١- الحصول على معلومات دقيقة عن النماذج الصخرية . ٢- ثلوث الطبقات أقل . ٣- سهولة الكشف عن الطبقات الحاملة للمياه لعدم وجود موانع . ٤- الطاقة	١- تقل سرعة الحفر كلما زاد عمق البئر . ٢- الإفتقار للسيطرة على التكوينات الهابطة وغير المتماسكة . ٣- حوادث إنقطاع حبل الحفر يؤدي لكثرة عمليات الإصطياد ٥- الإفتقار للسيطرة	تناسب الطبقات الهشة غير المتماسكة مثل الحجر الرملي ناعم إلي متوسط الخشونة لأن الحفر يكون بثقل الحافرة (دهس الطبقات)	كلفة المعدات وتكلفة التشغيل ونصب الجهاز منخفضة . ولكن تكلفة أنابيب التغليف تكون مرتفعة ، لأن أنابيب التغليف تكون ذات قطر كبيرة.	١- غياب سائل الحفر يقلل من تلوث الطبقات ٢- إخراج الفتات الصخري يتم عن طريق المنزحة التي تتطلب إيقاف عملية الحفر ، مما يقلل

		اللازمة لتشغيل الحافرة منخفضة	على الضغوطات العالية .			سرعة الأداء ٣- ويقسم إلى حفر مطرقي جاف وهيدروليكي .
٢-	**الحفر الرحوي الدوراني**	١- معدل إختراق عالي . ٢- سهولة إنزال المصافي . ٣- سهولة نقل وتركيب معدات الحفر . ٤- لا تتطلب أنابيب تغليف أثناء عملية الحفر	١- إمكانية إنقطاع دورة سائل الحفر في المناطق عالية المسامية . ٢- تشغيل الحافرة يحتاج فريق عمل ٣- أن يكون العاملين ذوي خبرة عن خواص سائل الحفر.	تناسب الطبقات الطينية والرملية الصلبة والحصوية . لأن عملها يكون بكشط وتكسير الطبقات	تكلفة صيانة المعدات عالية . تكلفة مضخات سائل الحفر . بصورة عامة فإن الحفر بهذه الطريقة مكلف أكثر من الحفر الدقاق .	١- إستخراج الفتات الصخري من البئر يتم بواسطة سائل الحفر . مما يزيد من سرعة الأداء
٣-	**الحفر الرحوي العكسي**	١- سهولة تركيب أنابيب التغليف والمصافي . ٢- عدم تأثر مسامية ونفاذية الخزان الجوفي في المنطقة المحيطة بجدار البئر . ٣- يمكن الحفر خلال جميع	١- تحتاج لكميات مياه وفيرة ٢- صعوبة نقل المعدات . ٣- يحتاج لفريق عمل من عدة أشخاص . ٤- يحتاج لمساحات واسعة ومحفورة لإستيعاب سائل	تمكن من الحفر خلال جميع الصخور الرسوبية ،عدا تلك التي تحتوي علي كمية من الزلط .	حجم المعدات كبيرة جدا ، مما يزيد من تكلفة نقلها وترحيلها من مكان إلى آخر . وتعتبر أكثر تكلفة من طريقة الحفر الرحوي المباشر .	يلاحظ أن تصميم المعدات متشابه في إلى معدات الحفر الرحوي المباشر . الإختلاف الوحيد يكون في دورة سائل الحفر .

		الطبقات الرسوبية ٤- يمكن حفر آبار ذات أقطار كبيرة بتكلفة مناسبة	الحفر .			
٤-	**الحفر الرحوي التوربيني**	١- معدل إختراق عالي . ٢- الاستغناء عن دوران عمود الحفر ٣- إستعمال أنابيب حفر ووصل ربط أخف وأرخص ٤- عملية تشغيل أهدأ من غير ضوضاء . ٥- عملية الإصطياد قليلة	١- تكليف جهاز الحفر التوربيني أكثر نسبيا . ٢- يحتاج لسعة مضخة أكبر ز ٣- يحتاج عناية أكثر لإزالة المواد الصلبة من مجرى الحفر .	تحقق معدلات إختراق عالية في التكوينات الرملية الناعمة إلى متوسطة الخشونة . ولكنها غير مجدية في الطبقات التي تحتوي على نسبة عالية من الزلط الخشن ، لأنه يعيق الأجزاء الدوارة في التوربين .	تكلفة جهاز الحفر التوربيني مرتفعة جدا . أما أنابيب الحفر ووصل الربط فهي أرخص . وتعتبر هذه الطريقة أكثر تكلفة من الطرق السابقة .	دوران الحافرة يتم بواسطة توربين متعدد المراحل موجود في قاع البئر والذي يحصل على طاقة دورانه من سائل الحفر .

٥-	**الحفر الرحوي الهوائي**	١- تحقق معدلات إختراق عالية . ٢- سهولة إستخراج الفتات الصخري من البئر بواسطة إستخدام تيارات هواء عالية بعد تقطيعها لأجزاء صغيرة . ٣- إمكانية إكتشاف المياه في الطبقة ، بملاحظة النقص في كمية الفتات العائد إلى السطح .	١- إستعمال سرعة هواء عالية جدا يؤدي إلى تهدم جدران البئر في الطبقات الرخوة . ٢- عصيان خروج أنابيب الحفر عند منطقة ظهور حلقة من الطين . ٣- ظهور كمية كبيرة من الغبار لذا يستعمل الماء للسيطرة علية .	يستخدم في التكوينات الصلبة غير القابلة للردم ، الصخور شبه المتماسكة والصخور المتشققة والمتفككة .	تكلفة إستعمال الضاغط الهوائي مرتفعة نسبيا . وهي قليلة الإستعمال .	يجري الحفر الرحوي الهوائي بنفس طريقة الرحوي الإعتيادية عدا إستعمال الهواء بدلا من الطين .

٤-٢ الوصف الجيولوجي الكامل للآبار في منطقة الحاج يوسف :

بعد دراسة وتحليل المعلومات المتحصل عليها من آبار المنطقة تحت الدراسة المتعلقة ب (إحداثيات البئر في المنطقة ، العمق الكلي للبئر ، قطرها ، الطريقة المستخدمة في البئر و الغرض منها و المنسوب الثابت و المتحرك للمياه فيها) كما هو موضح أدناه . (٤)

البئر الأولى :

تقع في منطقة (الحاج يوسف – عد بابكر) ، في خط عرض(N″00□١٥°٣٨) وخط طول (E″00□41 °32) ، والغرض منها هو الشرب ، ويبلغ العمق الكلي لها ٨٦.٩متر ، ويبلغ قطرها ١٦.٨سم ، وقد أستخدمت طريقة الحفر الرحوي الدوراني لحفرها ، ومنسوب الماء الثابت فيها حوالي ٣٤.١ متر أما منسوب الماء المتحرك فيبلغ ٣٢.٥ متر .

وفيما يلي جدول يوضح الوصف الكامل للطبقات التي تمت مصادفتها أثناء الحفر لهذه البئر :-

جدول رقم (٤-٢) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر الأول

عمق أخذ العينة(m)	الوصف الكامل للطبقات
6.1	طبقة من التربة وبعض القطع من الكوارتز قاتم اللون
١٨.٣	رمل ناعم إلى متوسط التدرج ، بني اللون
٣٥.١	حجر طيني ناعم أبيض إلى بنفسجي اللون
٦٧.١	حجر رملي خشن جدا" أبيض اللون
٨٠.٨	حصى خشن مدور إلى شبه مدور قطره (١)سم أصفر اللون هش عالي النفاذية
٨٦.٩	حصى مختلط ببعض الحجر الطيني أبيض اللون

البئر الثانية :

تقع في منطقة (الحاج يوسف – أبو قدوم) ، في خط طول (E ″00 ′37 °32) وخط عـرض (″00 ′35 °15) ، وقد تم حفرها بطريقة الحفر الرحوي الدوراني لغرض الشرب . يبلـغ عمقهـا ١٢٣.٥متر، وقطرها ٢١.٩ سم . ومنسوب الماء الثابت يبلغ ٢٤.٦ متر ومنسوب الماء المتحـرك حوالي ٣٠.٤ متر ، وقد تم وصف الطبقات التي تمت مصادفتها أثناء عملية الحفر كمـا يوضـحها الجدول التالي :

جدول رقم (٤-٣) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر الثاني

عمق أخذ العينة(m)	الوصف الكامل للطبقات
٧.٦	طين سطحي مع بعض الكنكر بني اللون
١٨.٣	حجر رملي حصوي صلب بني اللون
٣٦.٦	حجر رملي حصوي زاوي إلي شبه زاوي بني مصفر اللون
٥٤.٩	حجر رملي متوسط إلي خشن التدرج بني اللون
٦٥.٥	حجر رملي حصوي رمادي باهت اللون
٧٠.١	حجر رملي طمي ناعم إلي متوسط التدرج بني اللون
٨٣.٨	حجر رملي حصوي مع السليكا بني اللون
٩٢.٩	حجر رملي نظيف متوسط إلى خشن التدرج رمادي اللون
١٠٠.٦	حجر رملي حصوي نظيف موزع بإنتظام متوسط إلى خشن رمادي اللون
١٠٩.٨	طمي رملي مع بعض السليكا ، وحجر رملي بني اللون
١٢٠.٤	طين سلكي ناعم إلي متوسط الخشونة رمادي مبيض اللون
١٢٣.٥	طمي متداخل و حجر طيني رمادي مبيض اللون

البئر الثالثة :

تقع في منطقة (الحاج يوسف – البركة) ، على خط طول (E″00 37°32) وخط عـرض (N٠٠ ٣٨°١٥). وقدتم حفرها بطريقة الحفر الرحوي الدوراني ، بغرض الشرب . يبلغ العمـق الكلي للبئر ١١٨.٩متر وقطرها ٢١.٩ سم ، ويبلغ منسوب الماء الثابت فيها ٢٤.١ متر ومنسـوب الماء المتحرك ٢٦.٧ متر ، وقد تم وصف الطبقات التي تمت مصادفتها بعد كل عمق معين كمـا يوضحها الجدول أدناه :-

جدول رقم (٤-٤) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر الثالث

عمق أخذ العينة(m)	الوصف الكامل للطبقات
٧.٦	طمي سطحي مع بعض الحصى والكنكر بني اللون
١٠.٨	طمي متداخل مع الحجر الطيني وبعض الرمال رمادي اللون
٢٢.٩	رمل حصوي مع بعض الحجر الطيني رمادي إلى بني اللون
٣٠.٥	طين رملي متسخ بني اللون
٥٠.٣	حجر رملي ناعم إلى متوسط التدرج ، مع الحجر الطيني أبيض اللون
٥٧.٩	حجر رملي متوسط إلى خشن بني اللون
٦٥.٥	حجر رملي ناعم إلي متوسط التدرج ، مع بعض الحصى ، والحديد بني مصفر اللون
٦٨.٨	رمل حصوي ، مع الحجر الطيني رمادي إلى بني اللون
٧٣.٢	حجر رملي متماسك ، مع بعض السليكا بني اللون
٨٨.٤	حجر رملي ناعم إلى متوسط الخشونة ، مع بعض الكنكر بني اللون
٩٢.٩	حجر رملي ناعم جدا" إلى متوسط النعومة أصفر اللون
٩٩.١	حجر رملي نظيف متوسط إلى خشن التدرج بني مصفر
١١٢.٨	حجر رملي نظيف متوسط إلى خشن موزع بإنتظام رمادي اللون
١١٨.٩	رمل طيني متماسك بني اللون

البئر الرابعة :

تقع في منطقة (الحاج يوسف – عد بابكر شرق) ، علـــي حـــط طـــول (32°40′00″E) وخط عرض (15°37′00″N) ، وتم إستخدام طريقة الحفر المطرقي (الدقاق) لحفرهـــا . يبلـــغ العمق الكلي للبئر ٧٩.٣ متر ، وقطرها ٢١.٩ متر. والغرض منها هو الشرب . ويبلـــغ منســـوب الماء الثابت بها ٣١.٩ متر ، ومنسوب الماء المتحرك ٣٢.٣ متر ، وقد تم وصف الطبقـــات التـــي تمت مصادفتها أثناء الحفر وصفا" تاما" كما يضح الجدول التالي :-

جدول رقم (٤-٥) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر الرابع

عمق أخذ العينات(m)	الوصف الكامل للطبقات
١٢.٢	طين أصفر اللون
١٦.٨	حجر طيني أبيض اللون
٢٥.٩	حجر طيني أصفر اللون
٣٥.٥	حجر طيني أبيض اللون
٣٦.٦	حجر طيني حصوي أبيض اللون
٤١.٢	حجر طيني احمر اللون
٤٢.٧	حجر طيني أبيض اللون
٤٤.٢	حجر طيني رملي أبيض اللون
٤٨.٨	حجر طيني حصوي ورمل أبيض اللون
٥١.٨	حجر طيني رملي أبيض اللون
٥٣.٤	حجر رملي حصوي خشن موزع بإنتظام أصفر اللون
٥٤.٩	حجر رملي ناعم إلى متوسط الخشونة رمادي اللون
٥٦.٤	حجر رملي حصوي
٥٧.٩	حجر طيني أبيض اللون
٦١.٠	حجر طيني رملي
٧٩.٣	حجر رملي متوسط الخشونة موزع بإنتظام مدور إلى شبه مدور الشكل أبيض اللون

البئر الخامسة :

تقع في منطقة (الحاج يوسف – الفلاح) ، علـــى خـــط عـــرض (N ″00 ١٥°٣٩) وخـــط طول(E ″00 37 32) ، والغرض منها هو الشرب ، ويبلغ العمق الكلي لها 126.5متر ، ويبلغ قطرها 21.9سم ، وقد أستخدمت طريقة الحفر المطرقي (الدقاق) لحفرها ، ومنسوب الماء الثابـــت فيها حوالي ٢٤.٤ متر أما منسوب الماء المتحرك فيبلغ ٤٨.٦ متر ، وفيما يلـــي جـــدول يوضـــح الوصف الكامل للطبقات التي تمت مصادفتها أثناء الحفر لهذه البئر :-

جدول رقم (٤-٦) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر الخامس

عمق أخذ العينة(m)	الوصف الكامل للطبقات
9.1	طين متماسك مع الكنكر رمادي مصفر اللون
21.3	طين رملي رمادي مصفر اللون
24.4	رمل ناعم التدرج أصفر اللون
30.5	سلت رمادي اللون
36.6	حجر رملي ناعم الي متوسط الخشونة مختلط مع الحجر الطيني
38.1	حجر رملي ناعم جدا رماد اللون
54.9	حجر رملي حصوي ناعم إلي خشن جدا أبيض اللون
62.5	حجر طيني متماسك أبيض اللون
65.5	حجر رملي متوسط الخشونة أبيض اللون
70.1	حجر طيني متماسك أبيض اللون
79.3	حجر رملي متوسط الخشونة، الحجر الطيني
91.5	حجر رملي متوسط الخشونة رمادي مبيض اللون

البئر السادسة:

تقع في منطقة (الحاج يوسف) ، علي حط طول (32°33′00″E) وخط عرض (15°40′00″N)، وتم إستخدام طريقة الحفر المطرقي (الدقاق) لحفرها . يبلغ العمق الكلي للبئر 137.2متر ، وقطرها 21.9متر. والغرض منها هو الشرب . ويبلغ منسوب الماء الثابت بها 16.6متر ، ومنسوب الماء المتحرك 38.8 متر ، وقد تم وصف الطبقات التي تمت مصادفتها أثناء الحفر وصفا" تاما" كما يضح الجدول التالي :-

جدول رقم (٤-٧) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر السادس

عمق أخذ العينات(m)	الوصف الكامل للطبقات
19.8	طمي بني قاتم اللون متماسك محتوي على رمل
٣٢.٠	حجر رملي أبيض اللون ، خشن التدرج، زاوي، هش ،يحتوي عبى ماء
٥٣.٤	حجر طيني بنبي الي رمادي اللون ، متوسط الصلابة
٦٢.٥	حجر طيني متداخل مع حجر رملي ، أصفر اللون هش مع قليل من الاسمنت الحديدي والحجر الحديدي
٦٧.١	حجر طيني متداخل مع حجر رملي ، هش رمادي اللون
٧٣.٢	حجر طيني رمادي اللون ، ناعم الملمس مع قليل من الرمل الناعم
٧٤.٧	حجر رملي حصوي اصفر اللون متوسط الخشونة
٧٩.٣	حجر رملي أبيض اللون، خشن التدرج ،موزع بانتظام ، هش
١٠٢.١	حجر طيني متداخل مع قليل من الحجر الحديدي مركز اسفل
١٢١.٩	حجر طيني متداخل مع حجر حديدي ،هش بني اللون
١٣٢.٦	حجر رملي ، ابيض اللون ، خشن التدرج ، موزع بإنتظام هش مع حصي ، في اخر ١٠ اقدام
١٣٧.٢	حجر طيني متداخل مع حجر رملي متماسك

البئر السابعة :

تقع في منطقة (الحاج يوسف) ، علي خط طول (32□ 37□00″E) وخط عرض (15□ 38□00″N) وتم إستخدام طريقة الحفر المطرقي (الدقاق) لحفرها . يبلغ العمق الكلي للبئر 83.8متر ، وقطرها 21.9متر. والغرض منها هو ري المشاريع الزراعية . ويبلغ منسوب الماء الثابت بها ٢٣.٦متر ، ومنسوب الماء المتحرك ٢٥.٦متر ، وقد تم وصف الطبقات التي تمت مصادفتها أثناء الحفر وصفا" تاما" كما يضح الجدول التالي :-

جدول رقم (٤-٨) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر السابع

عمق اخذ العينة(m)	الوصف الكامل للطبقات
١.٥	طمي رمادي اللون
٦.٤	حجر رملي متوسط إلي خشن ، أخضر اللون مع الكنكر
٩.١	حجر رملي خشم رمادي اللون
١٣.٧	حجر رملي متماسك ، رمادي فاتح اللون
٢٥.٩	حجر رملي متوسط الي خشن ، رمادي فاتح
٣٢	حجر رملي ناعم إلي متوسط الخشونة ، مع الحصي والكنكر
٤٨.٤	حجر رملي ناعم ،إلي متوسط ، ابيض اللون
٧٠.١	حجر رملي حصوي متوسط إلي خشن رمادي اللون
٧٦.٢	حجر رملي حصوي ، الحصي من (3-2) ملم
80.8	حجر رملي متوسط إلي خشن أبيض اللون
٨٣.٨	حجر رملي ناعم الي متوسط ، أبيض اللون

البئر الثامنة :

تقع في منطقة (الحاج يوسف (B(1)) ، علي خط طول (32□ 37□00″E) وخط

عرض(N″00 38 15) وتم إستخدام طريقة الحفر المطرقي (الدقاق) لحفرها . يبلغ العمق الكلي للبئر 106.7متر ، وقطرها 219متر. والغرض منها هو الشرب . ويبلغ منسوب الماء الثابت بها ٢٢.٤متر ، ومنسوب الماء المتحرك ٢٣.٩متر ، وقد تم وصف الطبقات التي تمت مصادفتها أثناء الحفر وصفا" تاما" كما يضح الجدول التالي :-

جدول رقم (٤-٩) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر الثامن

عمق اخذ العينة(m)	الوصف الكامل للطبقات
٦.١	طمي بني اللون ، متماسك ، مع نسبة قليلة من الحجر الطيني
١٩.٨	رمل طمي متسخ ، أبيض اللون مع قليل من الكنكر
٢٧.٤	حجر رملي أبيض اللون متوسط الخشونة زاوي إلى شبه زاوي ، هش
٣٠.٥	حجر رملي حصوي متسخ اللون ، حجم حبيباته حتى (٥) ملم
٤٨.٨	حجر رملي أصفر إلى أبيض ، متوسط الخشونة زاوي الشكل
٥٠.٣	حجر طيني ، رمادي فاتح ، ناعم إلى متوسط الخشونة
٥٧.٩	حجر رملي حصوي ، رمادي اللون ، ناعم إلى متوسط الخشونة ، هش ، محتوي على بعض الحصى
٦٢.٥	حجر رملي أبيض اللون ، هش
٧٠.١	حجر رملي ، أبيض اللون ناعم إلى متوسط الخشونة ، متداخل مع بعض السليكا
٧٤.٧	حجر رملي ، أبيض اللون ناعم إلى متوسط الخشونة ، متداخل مع بعض السليكا
٩٦	حجر رملي ،أبيض ، متوسط إلى ناعم الخشونة متداخل بعمق مع حجر طيني ،هش
١٠٦.٧	حجر طيني ، رمادي اللون متماسك ومتجانس .

البئر التاسعة :

تقع في منطقة (الحاج يوسف – (B(١٢) ، علي خط طول (32°37'00"E) وخط عرض

(15°38'00"N) . وتم حفرها بطريقة الحفر المطرقي (الدقاق) بغرض الشرب . ويبلغ عمقها الكلي ١٣١.١متر ، وقطرها حوالي ٢١.٩ متر . ومنسوب الماء الثابت فيها ٢٦.٥ متر أما منسوب الماء المتحرك فيبلغ ٣٠.٢ متر ، وقد تم وصف الطبقات التي تمت مصادفتها أثناء عملية الحفر في الجدول التالي :

جدول رقم (٤-١٠) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر التاسع

عمق أخذ العينات (m)	الوصف الكامل للطبقات
١٢.٢	طمي متماسك ، بني إلى رمادي اللون
٢١.٣	طين رملي ،هش ، أبيض إلى رمادي اللون
٣٠.٥	حجر رملي حصوي مع بعض الصخور غير موزعة بإنتظام ، أبيض اللون
٤٥.٧	حجر رملي هش موزع متوسط إلى خشن شبه مدور ،أبيض محمر اللون
٥١.٨	حجر رملي ناعم ، متداخل مع مادة السليكا ، هش أبيض اللون
٥٦.٤	حجر طيني ، متماسك ، بركاني اللون
٦٧.١	حجر رملي ، هش ، متوسط الخشونة موزع توزيعا" عشوائيا" .
٦٨.٨	حجر طيني متداخل مع حجر رملي ، قليل التوزيع بمبي اللون
١٢٢	حجر رملي خشن ، هش وموزع بإنتظام أصفر اللون
١٣١.١	حجر طيني ، مستقر وقوي ، متماسك ، بني اللون

البئر العاشرة :

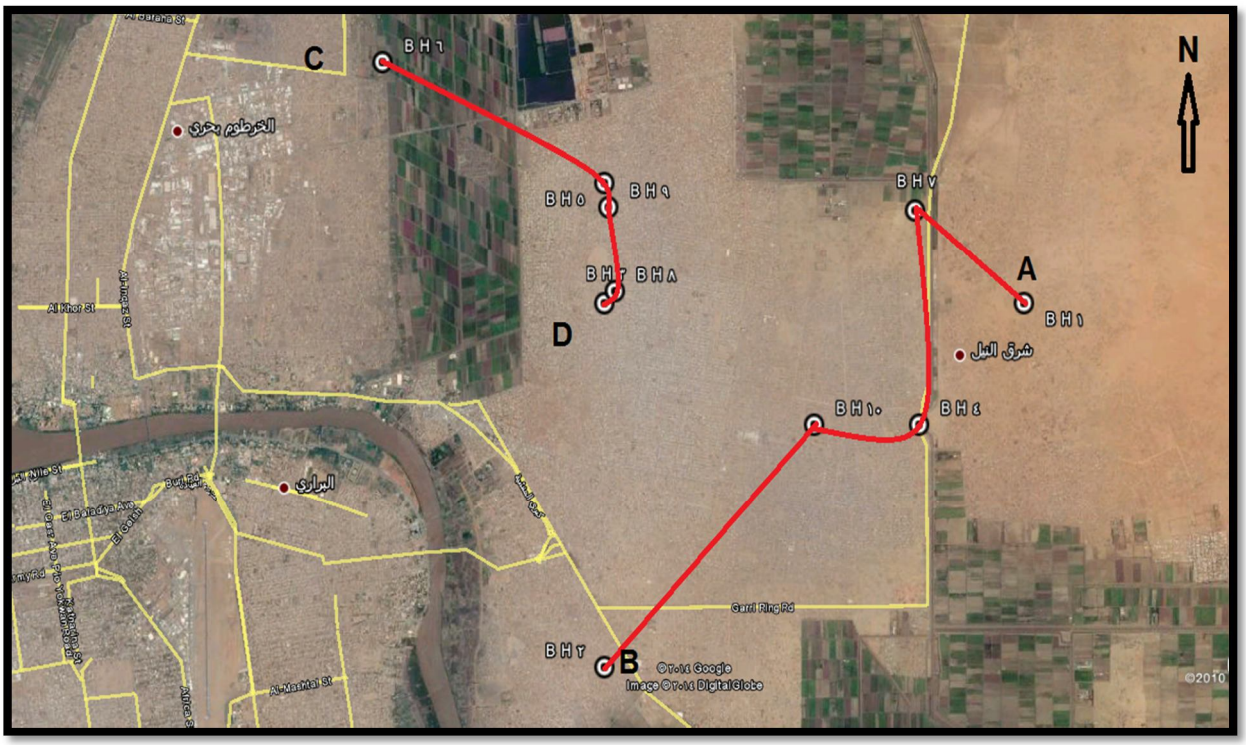
تقع في منطقة (وادي سوبا – عد بابكر شمال) ، علي خط طول (٣٢٣٩٠٠E) وخط عرض (١٥٣٧٠٠N) وقد تم حفرها بواسطة الحفر الرحوي الدوراني ، والغرض منها هو الشرب . ويبلغ عمقها ١٣٤.١ متر ، وقطرها ٢١.٩سم ومنسوب الماء الثابت فيها ٣٠.٦متر ومنسوب الماء المتحرك

٣٣.١متر ، وتم وصف الطبقات التي تمت مصادفتها أثناء الحفر في الجدول التالي :

جدول رقم (٤-١١) الوصف الجيولوجي الكامل لطبقات البئر العاشر

عمق اخذ العينة(m)	الوصف الكامل للطبقات
١.٥	تربة سطحية
٤.٦	حجر طيني ، وردي مبيض اللون
٧.٦	حجر طيني أبيض اللون
١٢.٢	حجر طيني متداخل مع طمي أحمر اللون
١٣.٧	حجر رملي طمي ، مع قطع من الطين
١٥.٢	حجر رملي زجاجي مع قطع من الحجر الحديدي
١٦.٨	حجر طيني أبيض اللون
٢٢.٩	طمي متداخل مع حجر طيني أحمر اللون
٢٥.٩	حجر رملي أبيض اللون
٢٧.٤	حجر طيني أبيض اللون
٣٢.٠	حجر رملي خشن ، مع بعض الحصى الصغيرة رمادي اللون
٣٦.٦	تداخلات من الحجر الرملي والحجر الطيني بيضاء اللون
٦٠.٩	حجر رملي مع حصى صغيرة بيضاء
٨٦.٩	حجر رملي ناعم إلي متوسط الخشونة أبيض اللون
٨٩.٩	حجر رملي متوسط إلى خشن أبيض اللون
١١٥.٩	حجر رملي متوسط إلى خشن ، رمادي مبيض اللون

٤-٣ المقارنة بين الابار في منطقة الدراسة: (Correlation)



شكل (٤-١) توقيع الابار ذات التكوين الجيولوجي المتشابه في منطقة الدراسة (٥)

يلاحظ أن هنالك تشابه في التكوين الجيولوجي لبعض الآبار في المنطقة . كما هو موضح في الشكل أعلاه حيث يوضح الخط (AB) عدد من الآبار متشابه التكوين الجيولوجي وكذلك الخط (DC) ، مع وجود إختلاف في كل من العمق والطريقة التي تمت بها عملية الحفر ويرجع هذا الإختلاف إلى عدة أسباب منها:-

- عامل التكلفة
- الغرض الذي من أجله حفرت البئر
- مدى ملائمة الطريقة المستخدمة لنوع معين من الطبقة .

الخـــــــــــــــط (AB) :-

الباب الخامس

النتائج و التوصيات

٥-١ النتائج :-

١- اتباع الطرق العلمية في التصميم العلمي للآبار يساعد في الإنجاز السريع لعمية الحفر أي تقليل التكلفة لحفر البئر وزيادة معدل الاختراق في أي طبقة كانت.

٢- الإختيار الخاطئ لطريقة الحفر في طبقة معينة يؤدي لزيادة التكلفة .

٣- عدم الإلمام والمعرفة الجيدة بجيولوجيا المنطقة يؤدي لتفاقم المشاكل المتعلقة بحفر الطبقة .

٤- الحفر الرحوي يعطي نتائج جيدة ولكنه مكلف .

٥- مشكلة إختيار المعدات المناسبة تكون سببا في تقليل سرعة الحفر .

٦- خواص سائل الحفر ومواصفات الصخور المحفورة تؤثر على معدل الإختراق .

٧- تحديد عمق البئر يعتمد على معرفة العينات وترتيبها .

٨- في حالة الحوجة إلى الوصول لأعماق أبعد من الأفضل إستخدام الحفر الرحوي .

٩- الحفر الهوائي والتوربيني يعطيان معدلات إختراق عالية لكنها مكلفة نسبيا .

١٠- وجد أن منطقة الحاج يوسف يكثر فيها الحجر الرملي لذا نجد أن أنسب طريقة للحفر فيها هي الطريقة الرحوية .

١١- يتراوح عمق الآبار المحفورة في هذه المنطقة من (٨٣ -- ١٢٩) م ، وقطرها من (١٦.٨ -- ٢٥.٦) سم .

٥-٢ التوصـــــــيات :- Recommendations

١- لابد من دراسة جيولوجية لطبقات المنطقة المراد حفرها لمعرفة خواصها وخصائصها .

٢- النقل الجيد لمعدات الحفر تفاديا للمشاكل التي تنجم عنها .

٣- اختيار آلة الحفر المناسبة حسب المنطقة المراد حفرها .

٤- رصد المشاكل التي تحدث اثناء عملية الحفر لكي نتفاداها في عمليات الحفر الأخرى .

٥- أخذ العينات بإنتظام للاستفادة منها في معرفة جيولوجية الطبقة المحفورة .

٦- حفر الآبار ذات الاعماق الكبيرة عن طريق الحفر الرحوي .

٧- التدريب المستمر للكادر الذي يعمل على الحافرة .

٨- وجود كادر هندسي وجيولوجي لمتابعة العمل عند كل بئر يراد حفرها .

٩- توفير كل المعدات والأجهزة المتعلقة بإتمام عملية الحفر بكفاءة عالية وأقل تكلفة ممكنة .

١٠-في المناطق ذات الطبقات الصلبة يجب استعمال الحفر الرحوي الهوائي .

المصادر والمراجع :

١- شحاتة دياب – ٢٠٠٠م – مستقبل المياه في الوطن العربي – طع ١ .

٢- محمود السلاوي – ١٩٨٦م – المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق – الدار الجماهيرية للنشر و التوزيع – طرابلس .

٣- أحمد محاسنة – ٢٠٠٩م – هندسة الحفر – جامعة البلقاء التطبيقية (عالم الكتب الحديث – جدار للكتاب العالمي) .

٤- مركز أبحاث المياه الجوفية – منطقة المجاهدين – الخرطوم .

٥ – www.GoogleEarth.com