الجمهورية العربية السورية
الجامعة السورية الخاصة
كلية هندسة البترول

تصميم وحدة حفر بئر إستكشافي في احدى تراكيب المنطقة الساحلية

دراسة أُعدت لنيل الإجازة في الهندسة البترولية

إشراف
الدكتور المهندس محمود حديد

تنفيذ الطلاب

بدروس سركيس غشرانيان

رجا رياض مغربي

وائل فيصل الجرماني

2015 / 2016

كلمة شكر:

أيام مضت من عمرنا بدأناها بخطوة وها نحن اليوم نقطف ثمار مسيرة أعوام كان هدفنا فيها واضحا وكنا نسعى في كل يوم لتحقيقه والوصول له مهما كان صعبا
وها نحن اليوم نقف أمامكم وها نحن وصلنا وبيدينا شعلة علم وسنحرص كل الحرص عليها حتى لاتنطفئ
ونشكر الله أولا وأخيرا على أن وفقنا وساعدنا على ذلك

ونشكر أساتذتنا الأفاضل من لهم الفضل بإرشادنا إلى طريق العلم والمعرفة

لن ننساكم ماحيينا....
ولن ننسى هذا المكان الذي جمعنا بمقاعده وأبوابه حتى فنائه وكل جزء به
ولن ننسى وطننا المعبق بأريج الحب لن ننساه وسنقدم كل مابوسعنا له وسنجعل كل ركن به يشهد بما سنقدم ولن نبخل بما تعلمنا.....
نشكركم بكل ماتحملة كلمة شكر من معنى...
ونخص بالشكر الدكتور محمود حديد بإشرافه على هذا المشروع...

الفهرس

مقدمة عامة	5
الفصل الاول: المفاهيم الاساسية في هندسة حفر الابار	6
1-1- مقدمة	7
1-2- مفهوم البئر	7
1-3- تصنيف الابار	8
1-4- طرق حفر الابار	10
1-5- دورة الحفر (حلقة الحفر)	12
الفصل الثاني: خصائص البئر المدروس(اللاذقية-4)ومواصفات الطبقات المحفورة	16
2-1- موقع التركيب	17
2-2- موجز الوصف الليثولوجي	17
2-3- مخطط عملية التغليف	20
الفصل الثالث: وحدة الحفر ومكوناتها	21
3-1- الية عملية الحفر الطاحوني	22
3-2- المخطط العام (الاساسي) لوحدة الحفر	22
3-3- مكونات وحدة الحفر الدوراني	25
الفصل الرابع: أسس أختيار وحدة الحفر	30
4-1- العوامل المؤثرة في انتاجية وحدة الحفر	31
4-2- المبادئ العامة لاختيار مواصفات وحدة الحفر واجزائها	32
4-3- مؤشرات وحدة الحفر	33
الفصل الخامس: المؤشرات التصميمية لوحدة الحفر	36
5-1- برج الحفر	37
5-2- منظومة الكابلات	39
5-3- الأجهزة الرافعة (الملفاف)	41
5-4- نظام الكبح في الأجهزة الرافعة	43
5-5- المنضدة الرحوية	45
5-6- مضخات سائل الحفر	47
5-7- المحركات المستخدمة في وحدة الحفر	50
الفصل السادس: الحسابات التصميمية	52
6-1- حسابات برج الحفر	54
6-2- حسابات منظومة الكبال	56
6-3- حسابات الأجهزة الرافعة	57

6-4- حسابات الكابح الشريطي	58
6-5- حسابات المنضدة الرحوية	59
6-6- حسابات مضخات سائل الحفر	61
6-7- حسابات المحركات	62
الفصل السابع: النتائج والمقترحات	63
الجداول الملحقة	65
معجم المصطلحات	71
المراجع العلمية	75

مقدمة عامة:

ماهو النفط؟

النفط كلمة يونانية الاصل , مشتقة من كلمة (Nafta) اما البترول فهي كلمة ذو اصل لاتيني وتعني زيت الصخر, وهي مشتقة من كلمتين (Petra) وتعني الصخر و(Oleum) وتعني زيت , ويطلق على اليترول اسم الذهب الاسود, وهو سائل ثقيل القوام اسود اللون يميل الى البني او الاخضر, والبترول سائل قابل للاشتعال لاحتوائه على الكثير من المواد المشتعلة, واول ماوجد البترول كان طائف على سطح الارض.

انه من الصعب تحديد الفترة الزمنية التي بدأ الانسان فيها البحث والتنقيب عن النفط والغاز واستغالهم كمورد للطاقة, ولكن من المؤكد انه عرف اهميتهم وفوائدهم منذ الحضارات البشرية الاولى.

يحتاج في يومنا هذا للحصول على النفط الي اختراق القشرة الارضية لمسافات تزيد احياناً عن عشرة كيلومترات للوصول اليه, وتبعا لذلك اختلفت وسائل ايجاد وجمع والوصول للنفط, ففي الوقت الذي كانت تكفي الطرق البدائة في الحصول عليه حيث كان يتكشف على السطح, نجد ان هذه الوسائل تعقدت عندما اصبح من الضروري البحث عنه في اعماق الارض.

تشير اغلب الدراسات حول تاريخ عمليات حفر الابار وتكنولوجيته الى ان الصينيين كانوا اول من استخدم حفر الابار لاستخراج المياه الجوفية عام 256 ق.م ولم تتغير كثيرا المبادئ الاساسية لطرق الحفر التي استخدموها الاثنين والعشرين قرنا منذ ذلك الحين.

وتشير دراسات المؤرخين الى ان اول بئر حفر في الولايات المتحدة الامريكية كان في 28 اب 1859 م بطريقة الحفر المطرقي بعمق 23متر تحت اشراف الكولونيل دريك (Drake) في ولاية بنسلفينيا بوحدة حفر من نوع جديد اكثر تطور من الوحدات السابقة.

والجدير بالذكر ان عمليات حفر الابار النفطية والغازية الحديثة تتم بالتغلغل في اعماق القشرة الارضية بعيدا عن سطحها, فهي عمليات غير مرئية وغيرملموسة بحد ذاتها, ولكنها تعرف وتحدد صحتها من خلال الاجهزة المنفذة لها.

ولهذا كلما ازدادت معرفة مهندس البترول بهذه الاجهزة والمعدات تعززت امكانياته وقدراته للتوجيه والاشراف الجيدين على سير عمليات الحفر وتنفيذها بنجاح والتحكم بها, وتمكنه من اختيار وتحديد الاجهزة والمعدات الملائمة للنظام المتبع.

ولذلك من اجل تصميم وحدة الحفر التي تلبي متطلبات متطورة يجب الانطلاق من تقدم تكنولوجيا الحفر الحديثة ومن الظروف المحيطة التي تؤثر على عملية الحفر بشكل مباشر, لذلك تتوقف عملية اختيار نوع الحفارة على متطلبات عملية الحفر التي تتطلب اختياراً مثالياً لجهاز الحفر من بين الاجهزة المتوفرة, كما ويجب ان يتوافق هذا الاختيار مع التغير الواسع لعمق الابار وطبيعة الصخور المتوقعة وبرنامج التغليف والمشاكل التي يمكن ان تحدث.

الفصل الأول

المفاهيم الأساسية في هندسة حفر الآبار

Basic conceptions in drilling engineering

1-1- مقدمة:

تستخدم في الوقت الحاضر تقنيات حفر الابار لاستخراج كميات كبيرة وهامة من الموارد والخامات الطبيعية (النفط , الغاز , المعادن الثمينة .....وغيرها) من باطن الارض . واهم المجالات التي تحفر من اجلها الابار:

1- استخراج النفط والغاز الطبيعي من المكامن النفطية والغازية.

2- التنقيب والاستكشاف , وذلك بهدف اكتشاف المكامن الجديدة للخامات الهامه , او بهدف تحديد المكامن التي سبق اكتشافها , وحساب مخزون هذه المكامن من الثروات.

3- حفر الابار المائية , وذلك استخدامها للاغراض البشرية , والزراعية , والصناعية.

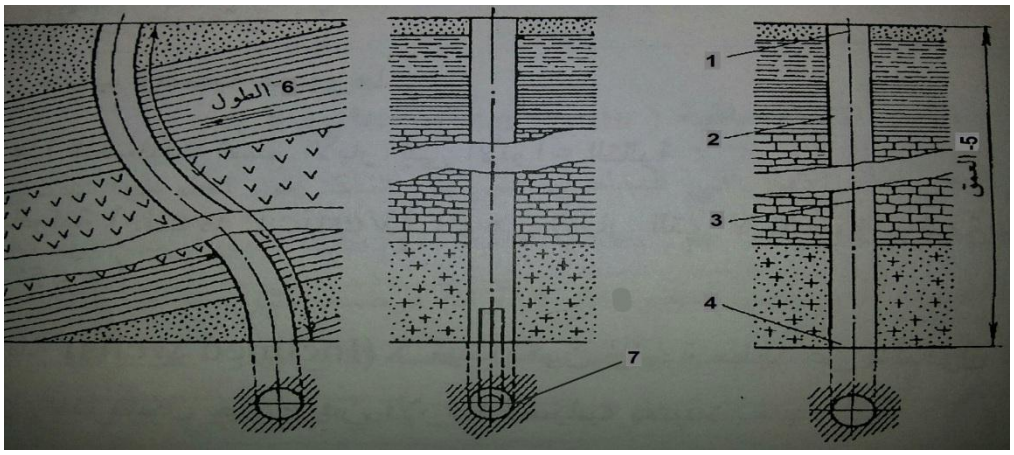
4- حفر الابار المنجمية , وذلك لاستخدامها كمنافذ للتهوية , او كوسائل لنزح الماء المتدفق في المناجم , او كممرات للاسعاف السريع , وغيرها من الاستعمالات المتعلقة بصناعة المناجم.

5- دراسة التربة ,وذلك بهدف انشاء العمارات والابراج العالية والسدود والطرق السريعة والسكك الحديدية, والممرات تحت الارض والمنشآت الصناعية, وغيرها من الاعمال الانشائية.

وبالرغم من تعدد مجالات تطبيق اعمال حفر الابار, فان تطور تقنيات حفر الابار اعتمدت اساسا على اعمال التنقيب , والاستكشاف, والاستثمار لحقول النفط و الغاز , وذلك لان اغلب الابار المحفورة واكثرها عمقا تم حفرها لاستخرجها . مع ذلك فان هناك الكثير من العناصر المشتركة بين اعمال الحفر المستخدمة للاغراض المختلفة.

1-2- مفهوم البئر:

تعرف البئر بأنها بناء معدني خاص, وذات شكل اسطواني, تحفر بدون انزال الانسان فيها, قطرها اقل بكثير من طولها. وعناصر البئر هي التالية (الشكل 1-1) :



شكل(1-1): رسم تخطيطي للابار.

1- فوهة البئر: وهي الفتحة الواقعة في الجزء العلوي للبئر (على السطح).

2- جدران البئر: وهي عبارة عن الجزء الاسطواني الواصل بين الفوهة وقاعها.

3- مجور البئر: وهو الخط الوهمي الذي يصل بين محور فوهة البئر ومركز القاع, وقد يكون المحور مستقيما شاقوليا, او مائلا , او منحنيا, او متعرجا.

4- قاع البئر: وهي الطرف السفلي للبئر.

5- عمق البئر: وهو المسافة الشاقولية بين الفوهة والقاع, اي انه مسقط محور البئر على الشاقول. ويتغر عمق البئر في مجال واسع, من عدة الاف الامتار حتى عدة الاف من الامتار, وذلك حسب الهدف من حفرها.

6- طول البئر: وهو المسافة بين الفوهة والقاع وفق محور البئر, اي ان طول البئر اطبر دوما من عمقها.

7- قطر البئر: تحفر اليئر على مراحل, ويتناقص قطر البئر من مرحلة لاخرى بدءا من السطح. القطر الاول للبئر (على السطح) لا يزيد عادة عن 900mm, والقطر الاخير (المرحلة السفلى) نادرا ما تكون اقل من 140mm.

يتم انجاز البئر بالحفر, والذي هو عبارة عن مجموعة الاعمال التي يتم بواسطتها اختراق الطبقات الصخرية بدءا من سطح الارض وحتى العمق المقرر للبئر. وتشمل هذه الاعمال تفتيت الصخور عند القاع, ورفع نواتج الحفر الى السطح, ثم تغليف البئر وسمنتتها.

تفتيت الصخور عند القاع يمكن ان يكون كاملا, وهو ما يسمى بالحفر العادي, او يكون جزئيا, ويسمى عندئذ بالحفر التلبيبي, وذلك للحصور على عينات اسطوانية من الطبقات الصخرية, وترفع بشكل دوري الى السطح لدراسة هذه الطبقات بشكل دقيق ومفصل.

تحفر الابار على اليابسة وفي البحار, وذلك بواسطة اجهزة حفر (وحدات حفر), وعند الحفر في البحار تثبت هذه الاجهزة على منصات ثابتة او عائمة, او سفن حفر بحرية.

1-3- تصنيف الابار:

تصنف الابار بطريقتين:

1-3-1- حسب وضعية محورها:

وفق هذا التصنيف تقسم الابار الى الانواع التالية:

1- أبار شاقولية(vertical wells): وهي الابار التى لاتتجاوز زاوية ميل محورها عن الشاقول 5 درجات ($\alpha \leq 5^{\circ}$).

2- ابار مائلة(Inclined wells): حيث تكون زاوية ميلها عن الشاقول كبيرة ($\alpha > 5^{\circ}$). ويحصل الميل هنا بشكل خارج عن الارادة لاسباب عديدة.

3- ابار موجهة(Directional wells): وهي من النوع المائل, ولكن يخطط لها مسبقا ويحدد اتجاهها للوصول الى هدف معين. وقد تكون الابار مائلة والموجهة مستقيمة (مائلة خطيا) مع المحافظة على زاوية السمت ثايتة, وقد تكون متعرجة, اي تتغير هنا زاوية الميل وزاوية السمت. وقد تحفر عدة ابار موجهة من بئر واحدة (من موقع واحد لجهاز الحفر), وتسمى الابار المتشعبة او الابار متعددة القيعان (multi-lateral wells)ويحفر هذا النوع عادة في البحار.

4- الابار الافقية(horizontal wells): هي احدى الحالات الخاصة للابار الموجهة, حيث تتكون من جذع شاقولي في بدايتها, يليه الجزء المائل, وتنتهي بجذع افقي في نهايتها يخترق الطبقة المنتجة لمسافة طويلة.

1-3-2- حسب الهدف من الحفر:

تصنف الابار حسب الهدف من حفرها الى:

1-2-3-1- ابار الابحاث الجيولوجية (geological researches wells):

تحفر هذه الابار لدراسة الطبقات الصخرية المتعاقبة في تركيب جيولوجي معين, والحركات التكتونية التي تعرض لها, وامكانية احتوائها على الخامات المعدنية. وعند حفر هذه النوع من الابار تتم دراسة الطبقات المتشكلة للمقطع الجيولوجي بشكل مفصل, وجمع كل ما يمكن الحصول عليه من معلومات عن الطبقات المخترقة, وهذا ما يؤدي الى زيادة زمن حفرها, وبالتالي ارتفاع تكلفتها. عمق هذه الابار يتراوح بين عدة عشرات من الامتار وعدة مئات او الاف الامتار, وتتصف ببرنامجها المكثف والمعقد للابحاث, حيث يتم اخذ عينات من الصخور بشكل مكثف, وعند اكتشاف طبقة منتجة يجري اختبار البئر باستخدام اجهزة خاصة لمعرفة انتاجيتها من النفط والغاز. وفي حال الابار ذات العمق القليل نسبيا والتي تبحث عن الخامات المعدنية القابلة للاستثمار يجري الحفر بشكل تلبيبي من السطح وحتى العمق النهائي للبئر.

1-2-3-2- الابار الاستكشافية (exploration wells):

يجري حفر هذه الابار في المناطق التى تم التاكد من احتوائها على النفط والغاز بكميات اقتصادية. وذلك اعتمادا على معطيات ابار الابحاث الجيولوجية بهدف تحديد ابعاد المكمن افقيا وعموديا, وجمع المعلومات اللازمة لوضع مشروع استثماره. اثناء الحفر الاستكشافي تستمر الابحاث الجيولوجية بالقدر نفسه الذي يبذل عن حفر ابار الابحاث الجيولوجية, وذلك بأخذ عينات اسطوانية عند كل تغير ليتولوجي, كما تؤخذ عينات اسطوانية من كامل المجال المتوقع احتواؤه على المركبات الهيدروكربونية, وتجري اختبارات لهذه المجالات لتحديد مدى اقتصادية استثمارها مع اخذ عينات من محتوياتها.

يتميز هذا النوع من الابار ببرنامجه المكثف, وتعطي الاولوية لجمع اكبر ما يمكن من المعلومات عن الطبقات المشكلة للمجال المنتج, الامر الذي يؤدي الي زيادة زمن حفر هذه الابار, وبالتالي ارتفاع تكاليف انجازها.

1-3-2-3- الابار الانتاجية(production wells) :

تحفر هذه الابار في الحقول المستكشفة بالنوع السابق من الابار, وذلك وفقا لشبكة معينة يتم تحديدها تبعا لخصائص المكمن وابعاده, وذلك بهدف استثمار مخزون المكمن من النفط والغاز. وعند حفر هذه الابار تئخذ العينات الاسطوانية من المجال المنتج فقط, لان نوعية الطبقات الاخرى وخصائصها اصبحت معروفة من خلال حفر الانواعالسابقة من الابار, لذلك فإن كلفة هذه الابار يجب ان تكون قليلة نسبيا بالمقارنة مع الابار الاستكشافية. ولا تقتصر الابار الانتاجية على تلك التي يستخرج منها النفط والغاز فحسب بل تشمل كذلك الابار التي تسمح بالاستثمار الفعال والصحيح للمكمن وهي:

أ- أبار التقييم:

تحفر هذه الابار بهدف تحديد نظام عمل الطبقة, ودرجة جودة القطاعات الرسوبية الحاوية على النفط والغاز, وتدقيق مخطط استثمارها.

ب- أبار الحقن:

تستخدم هذه الابار من اجل حقن الماء او الغاز او الهواء في الطبقة المنتجة من خارج حدود المكمن الى داخله, او من داخل المكمن الى خارجه (حقن مركزي) وذلك بهدف زيادة الضغط الطبقي, او المحافظة عليه عند قيم معينة اثناء الانتاج.

ج- أبار المراقبة:

تحفر هذه الابار لتأمين المراقبة المنتظمة اثناء الانتاج لتغير الضغط الطبقي, ومستويات سطوح التقاء النفط بالماء, والغاز بالماء, والنفط بالغاز.

1-3-2-4- الابار ذات الاهداف الخاصة(wells for special purposes):

تحفر هذه الابار لاغراض مختلفة منها: اجراء اعمال التفجير التي تقتضيها الطرق السيزمية للبحث والاستكشاف, التخلص من المياه المرافقة للنفط بعد فصلها على السطح, وذلك بحقنها في الطبقات غير المنتجة وذات الضغط المنخفض: البحث عن المياه واستثمارها, اعداد التراكيب اللازمة لتخزين الغاز في باطن الارض, القضاء على الاندفاعات التي تحصل اثناء حفر الابار واستثمارها, وذلك عند عدم التمكن من السيطرة عليها.

1-4- طرق حفر الآبار (Drilling methods):

هنالك وسائل عديدة لحفر الآبار :ميكاميكية ،وحرارية، وكيميائية-فيزيائية، وكهروحرارية... وغيرها.الا ان الوسائل الميكانيكية هي فقط التي لقيت استخداما واسعا,بينما لم تخرج الوسائل الاخرى عن طورالتجريب والأختبار.وتختلف هذه الطرق فيما بينها بطريقة تفتيت الصخورعند القاع ،او بكيفية رفع نواتج الحفرالى

السطح ,اوبالخصائص التركيبية لرؤوس الحفر .تعتمد الطرق الميكانيكية على طاقة المحركات بأنواعها المختلفة (بخارية ،ديزل،كهربائية،هيدروليكية ...الخ).وتوجد طرق ميكانيكية عديدة للحفر.منها ماطبق عمليا، ومنها مايزال قيد الدراسة والتقييم ،ومن هذه الطرق نذكر :

1- الحفر الدقي اوالمطرقي (Cable tool drilling) :

تعتبر هذه الطريقة الاولى التي طبقت لاستخراج المياه وكذلك النفط .ومع ان هذه الطريقة لم تعد تستخدم في الصناعة النفطية ,فاننا سوف نقوم بدراستها كونها مازالت مستخدمة في صناعة الفحم والتعدين,والابحاث الجيولوجيةالهندسية ,وايضا حفر آبار المياه.

2- الحفر الدوراني (Rotary drilling) :

هي الطريقة الوحيدة المطبقة حاليا في الصناعة النفطية . وفي هذه الطريقة من الحفر يتم تحطيم الصخور على قاع البئر نتيجة تأثير الحمل على رأس الحفر، ودوران رأس الحفر في الصخر ,وبتأثير دوران رأس الحفر يتم تفتيت الصخور وعزلها.وتوجد الطرق الآتية من الحغر الدوراتي :

آ- الحفر الطاحوني او الرحوي (Rotary drilling) :

وفي هذه الطريقة من الحفر يتم نقل الحركة الدورانية الى رأس الحفر بواسطة طاحونة (رحى)على السطح يدار من قبل محركات خاصة , حيث ان الدوران الطاحون يؤدي الى دوران مجموعة مواسير الحفر المرتبطة معه،وبالتالي دوران رأس الحفر ،حيث تنتهي مجموعة المواسير بهذا الرأس .

ب- الحفر بأستخدام محركات مغمورة :

وهنا توضع محركات فوق رأس الحفر ، تعمل على تدويره بمفرده ، دون دوران مجموعة مواسيرالحفر. وتبعا لنوع هذه المحركات توجد الطرق الآتيةمن الحفر :

- الحفر بأستخدام محركات توربينية (عنفية) (Turbo drilling) حيث تعمل هذه المحركات بطاقة سائل الحفر الذي يضخ من خلال مجموعة مواسير الحفر .

- الحفر بأستخدام محركات كهربائية (Electrical drilling)،حيث تتم تغذية المحرك بالتيار الكهربائي من على السطح .

3- طرق حفر حديثة (Modern drilling methods) :

وهذه الطريقة ماتزال قيد البحث والتجريب والتقييم ، ولم تدخل مجال التطبيق حتى الوقت الحاضر.

5-1- دورة الحفر (حلقة الحفر) (Drilling cycle) :

دورة الحفر اوحلقة الحفر هي مجموعة الأعمال المتعاقبة والتي تتكرر عند حفر كل بئر ،بدءا من تحضير السطح الذي سوف يركب عليه جهاز الحفر , وانتهاءبفك جهاز الحفر ونقله الى موقع جديد، وهذه الأعمال هي :

1- الاعمال التمهيدية السطحية:

تنفذ هذه الأعمال بعد توقيع البئر من قبل دائرة الدراسات الأستكشافية وتتضمن :

أ- شق طريق الى موقع البئر بحيث تكون هذه الطريق سالكة في مختلف الظروف الجوية،لذلك ينصح بوضع طبقة من الحصى عليها ورشها بطبقة من الاسفلت .

ب- تسوية سطح الأرض الذي سيركب فوقه جهاز الحفر وملحقاته

تنفذ هذه الأعمال من قبل طاقم متخصص في الأعمال المدنية والأنشائية .

2- نقل جهاز الحفر وتركيبه:

بعد تهيئة موقع البئر وفق الخطوات المذكورة في المرحلة السابقة ، ينقل جهاز الحفر الى الموقع الجديد، ثم يتم تركيبه ، وفي هذه المرحلة ، واضافة الى تركيب جهاز ،يتم:

أ- وصل جهاز الحفر بالمعدات التابعة له بواسطة الأنابيب (أنابيب سائل الحفر ،أنابيب المياه ،أنابيب المياه ،أنابيب البخار ،المحروقات).

ب- امداد جهازالحفر بالتيارالكهربائي وايصال التمديدات الكهربائيةالى الأجزاءالمختلفة من جهازالحفر

ج- امداد جهاز الحفر بوسائل الأتصال السلكية واللاسلكية.

ينصح باجراء صيانة لأجزاءجهاز الحفر في الفترة الفاصلة بين فكه من موقع قديم وتركيبه في الموقع الجديد بحيث لانضطر الى اصلاح بعض المعدات أثناءالعمل أثناء العمل ،والتي تؤدي في حال حدوثها الى التوقف عن العمل لفترات طويلة ، اضافة الى ما يرافق هذه العملية من صعوبات .

تنفذ عمليات فك جهاز الحفر ونقله وتركيبه من قبل طاقم متخصص يسمى طاقم الفك والتركيب ، وتستخدم لذلك معدات خاصة .

3- الأعمال التمهيدية للحفر :

وهذه المجموعة من الأعمال تسبق مباشرة عملية الحفر الفعلية تنفذ من قبل طاقم الحفر،وتتضمن :

1- فحص نوعية التركيب الذي أنجز من قبل مجموعة الفك والتركيب ،والتأكد من صلاحية أجزاءالحفر للعمل وجاهزيته .

2- تحديد ووضع زاوية الميل ، اذا كان الحفر سيتم بشكل مائل .

3- تركيب منظومة الحبال .

4- حفر حفرة لماسورة الاضافة ،وحفر بيت القلم وتغليفه (وهي حفرة قريبة من فوهة البئر ،تميل بزاوية معينة ، ينزل فيها قلم الحفر أثناء الرفع ولانزال وايضا أثناء اضافةماسورةحفرجديدة).

5- وصل الخرطوم المرن الى كل الرأس الهيدروليكي والأنبوب القائم.

6- تعليق المفاتيح على برج الحفر وتركيبها.

7- التأكد من أفقية الطاحون .

8- تركيب أجهزة تحضير وصيانة وتنظيف سائل الحفر .

9- حفر المرحلة الدليلية من البئر (وهي حفرة بعمق 2-10 متر وبقطر 1متر)ثم تغلف وتسمنت جيدا.

4- عمليات الحفر الفعلية :

وتشمل مجموعة العمليات التي تتكرر عند استخدام أي رأس حفر جديد، وذلك على النحو التالي: يربط رأس الحفر مع أول عمود حفروينزل في البئر ، ثم تربط باقي أعمدة الحفر،يليها ربط مواسير الحفرحتى اقتراب وصول رأس الحفر الى القاع ، بعد ذلك يركب قلم الحفروتبدأعملية الحفر بتشغيل مضخات سائل الحفر وتدويرالطاحون مع التحميل على رأس الحفر بجزء من وزن أعمدة الحفر،ويستمر الحفر حتى الأستهلاك الكامل لرأس الحفر ،حيث ترفع مجموعة المواسير الى السطح لاستبدال رأس الحفر المستهلك بآخر جديد . تتكرر هذه العملية حتى الوصول الى العمق النهائي للبئر.

5- عمليات التدعيم والعزل :

وتتضمن انزال مواسير التغليف لتدعيم جدران البئر وحمايتها من الانهيار،ثم ضخ السائل الاسمنتي لملئ الفراغ الحلقي خارج المواسير بالاسمنت ، وذلك بهدف زيادة مقاومة مواسير التغليف ، وعزل الطبقات المخترقة بعضها عن بعض ،لمنع انتقال الموائع من طبقة لاخرى . وتتم هذه العمليات بشكل دوري،اي عند الانتهاء من حفر كل مرحلةمن مراحل البئر .تنفذعمليات التغليف من قبل طاقم الحفر،بينما تنفذالعمليات الاسمنتية من قبل طاقم متخصص ،وذلك بمساعدة طاقم الحفر.ويتم انجاز التغليف والسمنتة وفق برنامج يوضع من قبل مهندس الدراسات قبل البدء بالحفر . ويطلق عليه اسم برنامج بناء البئر ،ويوضع بناءعلى المعطيات الجيولوجية والجيوفيزيائية المتوفرةعن الطبقات التي سوف تخترق .

6- القياسات الجيوفيزيائية :

تنفذ هذه العملية داخل البئر اثناء الحفر او قبل تغليف البئروذلك بهدف تحديد قطر البئروتغيراته وتحديد قطر البئر وتغيراته وتحديد مناطق الميل،وزوايا الميل والاتجاه،وتحديد نوعية الصخورالمخترقة ودراسة خواصها الفيزيائية (نفوذية ،مسامية ، درجة التشبع بكل من الماء والنفط والغاز), وتحديد مستوى التقاء النفط بالماء, او النفط بالغاز, او الغاز بالماء . تنفذ هذه العمليات من قبل طاقم متخصص وباستخدام معدات خاصة.

7- اختبار الطبقة المنتجة ووضع البئر في الانتاج:

وتشكل هذه العمليات المرحلة النهائية من عمل مجموعة الحفر (وتقوم احيانا مجموعة الانتاج), حيث يجري اختبار الطبقة المنتجة قبل التغليف, او بعد التدعيم والعزل (وهنا يجب تثقيب المجال المنتج), وذلك بتعريض الطبقة المنتجة لضغط اقل من ضغطها حتى تبدأ الموائع الطبقية بالتدفق.

8- اعمال مختلفة:

وتجري خلال اي مرحلة من المراحل السابقة, وتتضمن:

أ- اخذ العينات اسطوانية من الطبقات بهدف الحصول على المعلومات الضرورية عن الطبقات الجيولوجية.
ب- تحضير سائل الحفر ومعالجته واصلاح خواصه ليناسب شروط الحفر في طبقات معينة.
ج- اصلاح الاعطال التي يتعرض لها جهاز الحفر.
د- معالجة الصعوبات والمشاكل التي تحصل اثناء الحفر (عمليات الاصطياد, معالجة التهريب, معالجة الاندفاعات, معالجة الاستعصاء وتهدم جدران البئر .... إلخ).

9- فك جهاز الحفر ونقله الى موقع جديد:

وتتم هذه العملية بعد الانتهاء من جميع المراحل السابقة من دورة الحفر. وتنفذ هذه العملية من قبل مجموعة الفك والتركيب, وباستخدام معدات نقل خاصة.

وتشير المعطيات الحقلية الى ان عملية الحفر الفعلية (وفق التقنيات المستخدمة حاليا) لا تشكل سوى 45% من الزمن الكلي لانجاز البئر, بينما تستغرق بقية المراحل 55% من الزمن الكلي, تتوزع على عمليات الرفع والانزال, والتدعيم والعزل, والقياسات الجيوفيزيائية البئرية, وحل المشاكل, (الجدول1-1) , وبالتالي فانه من الضروري العمل على زيادة الزمن المنتج للحفر (زمن الحفر الفعلي) , وهذا يشغل اذهان العلماء والباحثين في هذا المجال.

وتبذل في الوقت الحاضر جهود كبيرة من قبل الباحثين للعمل على زيادة زمن الحفر الفعلي الى 70% من الزمن الكلي لانجاز البئر, وذلك عن طريق تقليل زمن الفك والتركيب وعمليات الاصطياد وحل المشاكل التي تحدث اثناء الحفر, وايضا زمن القياسات الجيوفيزيائية البئرية, الا ان الاهتمام الاكبر هو في تقليل زمن

الرفع والانزال الذي يستهلك حاليا 20% من زمن الحفر, ويجري العمل لتخفيضه الى حوالي 5% , كما يجري العمل لتخفيض زمن القياسات الجيوفيزيائية البئرية وحل المشاكل على البئر, وذلك عن طريق:

1- اتمتة عمليات الرفع والانزال واعتماد الطاقة الميكانيكية فيها بدلا من الطاقة البشرية.

2- تحسين معدات الرفع والانزال وتطويرها, وجعلها اكثر سهولة في الاستعمال.

3- صنع رؤوس حفر قادرة على العمل لفترة طويلة, وذلك عن طريق استخدام خلائط معدنية ذات مقاومية كبيرة في صنع هذه الرؤوس, او اسنانها على الاقل, وهذا ما يؤدي الى تقليل عدد عمليات الرفع والانزال.

هذه الاجراءات سوف تؤدي الى الزيادة المستمرة لزمن الحفر الفعلي بالنسبة الى الزمن الكلي لانجاز البئر, الامر الذي سوف يؤدي بدوره الى التقليل من الكلفة الاجمالية لحفر البئر.

العملية	الحفر الفعلي	رفع وانزال	تدعيم وعزل	قياسات جيوفيزيائية	اعمال مختلفة
الزمن الحالي	45%	20%	5%	15%	15%
الزمن المتوقع مستقبلا	70%	5%	5%	10%	10%

الجدول(1-1): توزيع الزمن خلال عملية انجاز البئر.

الفصل الثاني
خصائص البئر المدروس(اللاذقية-4)
ومواصفات الطبقات المحفورة
Properties of the studied well (Lattakia-4) and the drilled formations characteristics

2-1- موقع التركيب:

يقع تركيب اللاذقية في الجزء الشمالي الغربي من سوريا ويتضمن مدينة اللاذقية ويتبع من الناحية التكتونية قوس البسيط. بعد حدوث ظاهرة وصول النفط الى السطح في احد قواعد البناء في مدينة اللاذقية (منطقة سوق الهال القديم) تم التوجه لدراسة هذه الظاهرة وجيولوجية المنطقة وفهم البنية التركيبية والتكتونية لنشوئها وتشكلها ونظرا لعدم توفر مسوحات جيوفيزيائية سايزمية واستحالة اجراء عمليات مسح سايزمي في مدينة اللاذقية تم اللجوء الى اجراء مسح جيوكهربائي وكهرومغناطيسي ومن المناقشات والدراسات تم الاجماع على ان المعلومات المتوفرة غير كافية لتحديد بنيات تركيبية او مصائد محتملة ونظرا لاهمية الموضوع تم الاتفاق على حفر بئر استطلاعية جيولوجية تكون بئر معلومات تساهم في معرفة البنية الجيولوجية والمقطع الستراتغرافي للمنطقة بشكل عام وبناءً عليه تم توقيع بئر اللاذقية -4 وفق الاحداثيات:

س=157697 ع=398300

حيث يبدو تركيب اللاذقية مرتفع نسبياً نسبة الى ابار الفيديو, اللاذقية-1, اللاذقية-2, اللاذقية-3 نظراً لغياب النيوجين.

بئر اللاذقية-4 : بدأ الحفر في بئر اللاذقية-4 بتاريخ 21/9/2008 وانتهى بتاريخ 14/6/2009 بعمق نهائي قدره 3937 م مخترقاً تشكيلة التریاسي الاوسط عند العمق 3115 م.

الشواهد: تم تسجيل شواهد نفط غير متحرك في تشكيلة الرباعي السطحية وفي عدد من المجالات في تشكيلات الشيرانيش والارك والجودي والجيان.

2-2- موجز الوصف الليثولوجي:

<u>لحقيات رباعية(0-309)م:</u> عبارة عن غضاريات وصخور غضاريه يتداخل معها ستريكات من الحجر الكلسي واندساسات غير منتظمة من الصخور البركانية والطف البركاني وعروق من الأفيوليت ورقائق من الشيل وحبات متفرقة من البيريت.

<u>تشكيلة الشيرانيش (309-990) م:</u> بشكل عام حجر كلسي رمادي فاتح ،أبيض ،رمادي مخضر،متفاوت الغضارية ،أحياناً مارلي ،أحياناً حواري، قليل الغلوكونيتية ،.يترافق معه :

آثار-10٪شيل وصخور بركانية وحبات أفيوليت في المجالات 732/484 ،937/926 م

آثار٪شيرت في المجال 484/309م .

ويكون مدلمت في المجال 875/832 م يحوي في بعض الحبات نفط ميت. وحبات من الأسفلت والبيريت الحر في المجالات 826/875 ،990/937م .

<u>تشكيلة السخنه (990-1150) م:</u>تداخلات وتعاقبات من الحجر الكلسي المارلي والمارل ستون والشيرت والغضارحيث يسيطر المارل في القسم العلوي من التشكيله والشيرت يظهر اعتباراً من العمق1016 ويسيطر في المجال 1082/1036م ويسيطر الشيل والغضار في القسم السفلي من التشكيله .

الحجر الكلسي: يأخذ الألوان الرمادية وتأخذ اللون البني والبني القاتم بعد العمق 1036م ويكون ناعم التبلور جداً ،متوسط القساوه-طري ، غضاري – مارلي ، شيلي ،أحيانا سيليسي .

<u>تشكيلة الجوديا+حيان (1150-1635)م:</u> عبارة عن حجر كلسي : بني ،بني فاتح ،جزئياً شيلي ،بيتوميني ، عموماً متوسط القساوة ، أحياناً قاسي سيليسي ،بعض الحبات مشققه بالكالسيت ملوثه بنفط ميت .مع تداخل

ستريكات من الشيل تظهر بنسبة 10-30٪ وآثار طف بركاني في المجال 1232/1215م وآثار أسفلت في المجال 1300/1275م وحبات شيرت في المجال 1622/1373م .

تشكيلة الرطبة (1635-1708)م: عبارة عن غضار رمادي فاتح ،طري، ذواب، كلسي . مع ستريكات من الحجر الكلسي بني، بني فاتح، رمادي فاتح، غضاري، مشقق بالكالسيت .

تشكيلة الكامشوكا (1708-2391)م: يميز فيها ثلاثة نطاقات :

-الأول (1914/1708)م عبارة عن حجر كلسي بني ،بني فاتح ،كريمي ،غضاري ،كتيم ، جزئياً مشقق بالكالسيت مع آثار من الشيل والشيرت والدولوميت .

-الثاني (1940/1914)م عبارة عن تداخلات من الغضارالرمادي والحجر الكلسي .

-الثالث (2391/1940)م عبارة عن حجر كلسي مارلي مع ستريكات مارل وشيل و20-70٪ دولوميت سكري في أسفل الطبقة (2391/2349)م وآثار أسفلت في المجال 2186/2182م .

تشكيلة السيرجيلو (2391-2725)م: شيل وغضار مع ستريكات حجر كلسي (وآثار شيرت وصخور بركانية وحبات من البيريت الحر في القسم العلوي من التشكيلة)

الشيل: بني داكن وأخضر كتلي.

الغضار: رمادي طري ضعيف الكلسية.

الحجر الكلسي: رمادي طري غضاري.

تشكيلة الموس (2725-2830)م:تتكون بشكل رئيسي من الحجر الكلسي : بني ،بني فاتح،كريمي ،رمادي ،قليل الغضارية ،كتيم . مع آثار من الشيل والصخور البركانية وحبات متفرقه من الشيرت .

تشكيلة (آدايا+بطمة) (2830-3115)م:

-المجال (3025/2830)م عبارة عن تداخلات وتعاقبات من :

الحجر الكلسي : بني ، كريمي ،حواري ،غضاري .

الشيل : بني ،بني محمر ، رمادي مخضر ،متطبق ،قليل الكلسية .

مارل ستون : رمادي مخضر ، رمادي ،طري .

غضار : رمادي ، رمادي فاتح ، قليل الكلسية .مع 10٪صخور بركانية في المجال 3025/3000م .

-المجال (3115/3025)م :_حجر كلسي : كريمي ، أبيض ، رمادي فاتح ، بني ،قليل الغضارية أحياناً بورسلاني ذو مكسر حاد مع 20٪شيل و10٪صخور بركانية .

ترياسي- أوسط (3115-3937)م:

المجال 3294/3115 م عموماً حجر كلسي: بني ،بني فاتح ،كريمي ، غضاري- الى قليل الغضارية ،أحياناً سيليسي ، أحيانا مشقق بشقوق مملؤة بالكالسيت .

مع وجود آثار-10٪ شيل رمادي مخضر، بني ،وآثارصخور بركانية تصل إلى 30٪في المجال 3287/3276م.

-المجال 3416/3294 م: حجر كلسي كالسابق مع تداخلات من الشيل حوالي30٪ .

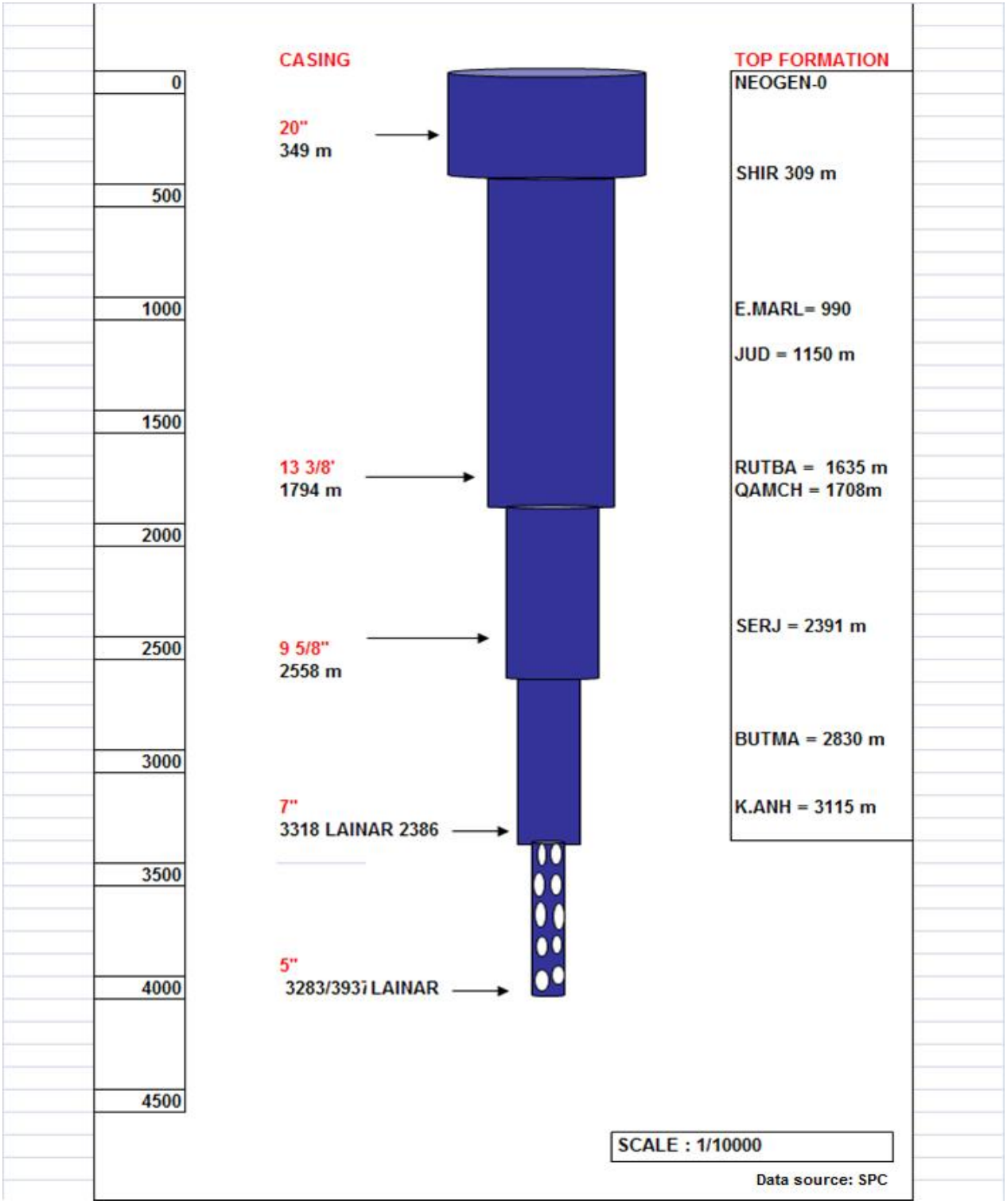
-المجال 3429/3416 م: حجر كلسي بيتوميني + 40-30٪ صخور بركانية +20٪ شيل رمادي مخضر , أخضر، بتي قاتم.

-المجال 3570/3429 م: حجر كلسي مع 20٪ شيل و10-آثار٪ صخور بركانية .

-المجال 3835/3570 م: تداخلات من الصخور البركانية والشيل وستريكات حجر كلسي وحبات شيرت.

- تم اقتطاع عينة اسطوانية رقم (8) بالمجال 3806.5/3804 م وهي عبارة عن حجر كلسي مع ستريكات شيل وعينة اسطوانية رقم (9) ضمن المجال 3844/3835.5م والمكونة من صخور تجمعية مع شيل يحوي عروق كلسية .وهذه العينات لا تحوي صخور بركانية بالرغم من ظهورها بفتات الحفر والتي يحتمل أن تكون ناتجة عن تهدم.
- المجال 3913/3844 م: بشكل عام شيل مع تداخلات حجر كلسي وآثار-10٪ صخور بركانية وأصبحت السحنة شيل حوالي 90٪ مع رقائق حجر كلسي حتى العمق النهائي .

3-2- مخطط عملية التغليف: كما موضح على الشكل (2-1) عملية التغليف الفعلية التي تم تنفيذها في بئر اللاذقية-4 حيث تبين اقطار وأعماق كل مرحلة من مراحل التغليف كما يوضح الشكل أعماق أعالي التشكيلات المخترقة.



الشكل(2-1)مخطط عملية التغليف لبئر اللاذقية-4.

الفصل الثالث

وحدة الحفر ومكوناتها

Drilling unit and it’s components

3-1- آلية عملية الحفر الدوراني :

تتكون عملية الحفر الدوراني للبئر من عمليات دورية (دورات) تتابع وفق نسق ثابت ومحدد تتكرر حتى الانتهاء من عملية الحفر بكامله :

1- إنزال عمود المواسير ، المثبت بأسفله الدقاق ، إلى قعر البئر (أو عند نقطة الحفر في بدايته)
2- تدوير الدقاق لتفتيت التربة (عملية الحفر ذاتها) وتغلفه في جوف الأرض مع عملية الدوران السائل لرفع الفتات المحفور .
3- زيادة طول عامود المواسير عند التغلغل في الحفر بإضافة قطع جديدة له .
4- رفع عامود المواسير عند استهلاك الدقاق لاستبداله مع عمليات غسل البئر .
5- إنزال مواسير التغليف عند الانتهاء من حفر كل مرحلة من هيكلية البئر والقيام بعمليات السمنتة لتثبيتها مع جدران البئر .

ترافق هذه الدورات عمليات مساعدة أو طارئة نذكر منها :

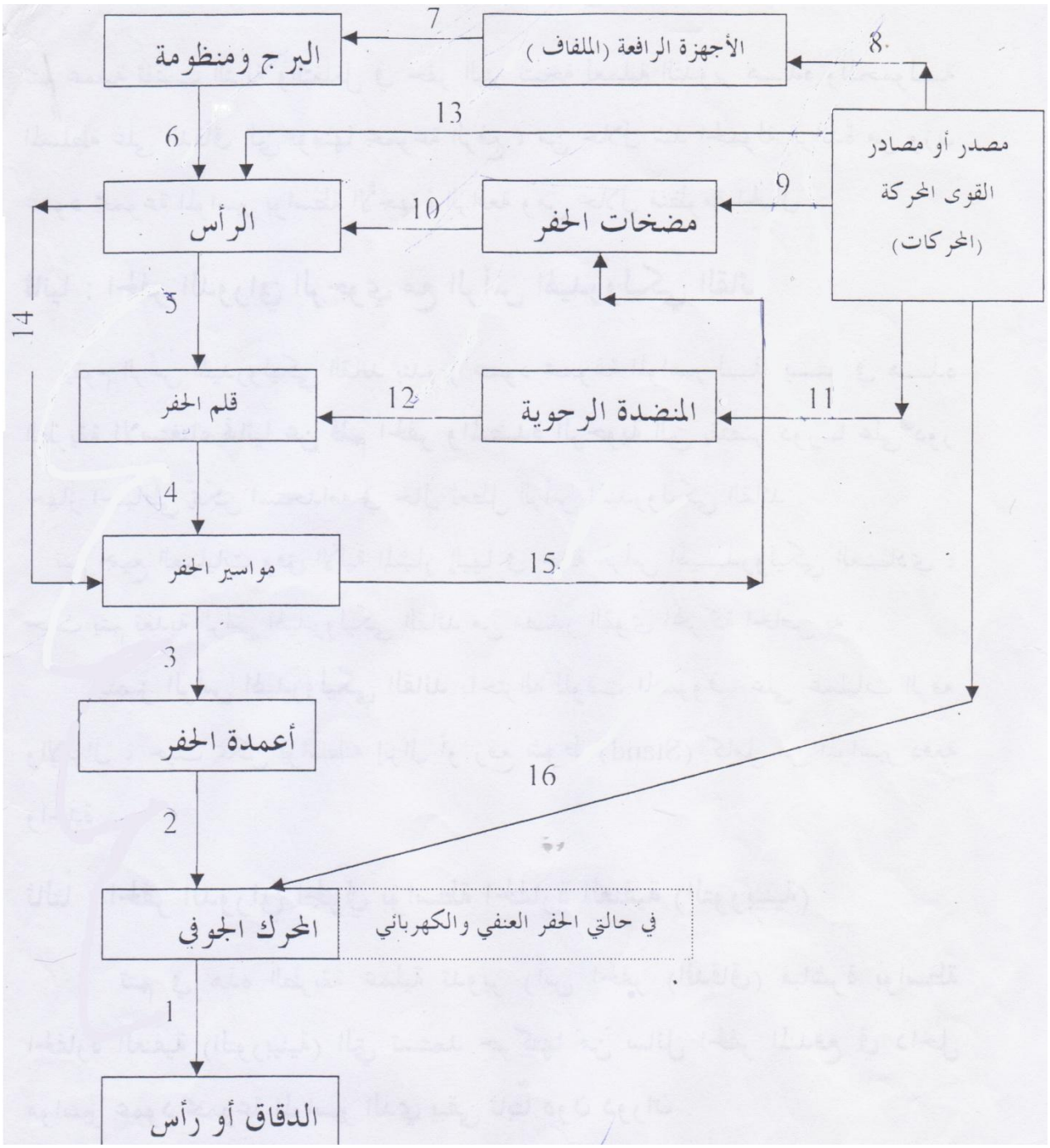
1- تنظيف وتحضير سائل الحفر ومعالجة خواصه حسب متطلبات الحفر
2- معالجة المشاكل والمضاعفات الحاصلة خلال عملية الحفر سواء على سطح الأرض أم جوف البئر والتخلص منها .

في ضوء ذلك ، يتضح لنا أن عملية حفر البئر تمثل مجموعة من العمليات المتشعبة والمتباينة في طبيعتها ومواصفاتها وطرق تنفيذها لكننا وعلى الرغم من ذلك ، يمكن أن نحضرها بثلاثة محاور أساسية :

1- عملية الحفر والتغلغل في جوف الأرض حتى العمق المحدد
2- عملية تنظيف قعر البئر وجوفها من فات التربة المحفورة ورفعه وإخراجه إلى سطح الأرض
3- عمليات الرفع والإنزال المرافقة لعمليات حفر التربة والضرورية لاستمرارية عملية الحفر حتى العمق المطلوب

3-2- المخطط العام (الأساسي) لوحدة الحفر :

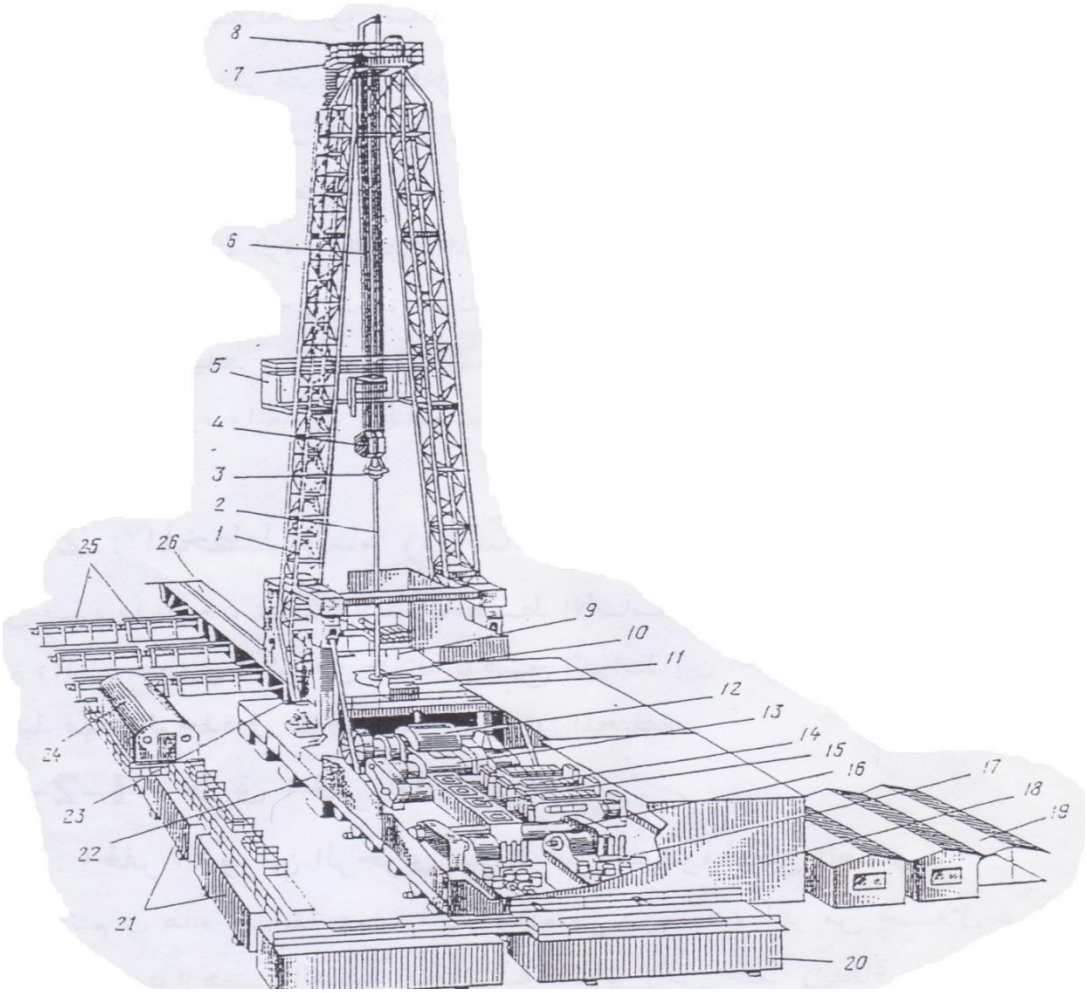
على ضوء ما تقدم ، يمكننا وضع المخطط الأساسي لوحدة الحفر الذي يمكن من خلاله توضيح الترابط بين أجزاء وحدة الحفر وعملها لتنفيذ مهام الوحدة في طرق الحفر الدوراني المختلفة كما موضح في الشكل(3-1) حيث يبين الأجزاء والمعدات التي تربط بين أجزاء هذه الوحدة, مثال (بين مصادر الطاقة والأجهزة الرافعة وبينها وبين البرج ومنظومته ومنهما الى الرأس الهيدروليكي ثم الى قلم الحفر والمواسير والأعمدة من ثم الى رأس الحفر).



الشكل(3-1): المخطط العام الأساسي لوحدة الحفر الدوراني.

1,2,3,4,5:اقفال (وصلات توصيل) 6:الخطاف. 7:النهاية المتحركة لحبل الحفر. 8,9,11:اجهزة نقل الحركة. 10:خط الضخ والقائم وخرطوم سائل الحفر. 12:لقمة المنضدة الرحوية. 13:توصيلات الطاقة لتشغيل الرأس الهيدروليكي القائد. 14:التوصيل المباشر لعمود المواسير مع الرأس الهيدروليكي القائد. 15:معدات تنظيف سائل الحفر ومعالجته بعد خروجه من البئر وخزانات الترسيب والمعالجة وخط السحب. 16:الكبل الكهربائي لتشغيل المحرك الجوفي الكهربائي.

كما ذكرنا أن عملية حفر البئر تمثل مجموعة من العمليات المتشعبة والمتباينة في طبيعتها ومواصفاتها وطرق تنفيذها حيث تنفذ هذه العمليات والعمليات المساعدة الأخرى المرافقة لها بواسطة مجموعة كبيرة من الأجهزة والمعدات المختلفة التي تضمها وحدة الحفر. الشكل (3-2)



شكل (3-2): الأجهزة والمعدات المختلفة التي تضمها وحدة الحفر.

1- قائم البرج. 2- قلم الحفر. 3- الرأس الهيدروليكي. 4- مجموعة البكرات المتحركة. 5- منصة عامل البرج. 6- حبل الحفر. 7- قاعدة البرج العليا (قاعدة مجموعة البكرات الثابتة). 8- مجموعة البكرات الثابتة (التاجية). 9- قاعدة المخزن مجموعة مواسير الحفر. 10- المنضدة الرحوية. 11- الأجهزة الرافعة المساعدة. 12- الأجهزة الرافعة الرئيسية. 13- علبة سرع الأجهزة الرافعة 14- المحركات (الديزل). 15- علبة توحيد حركة واستطاعة المحركات. 16- مضخات الحفر. 17- محولات حزامية لنقل الحركة إلى مضخات الحفر. 18- واقية مجموعتي التشغيل والمضخات. 19- المنشأة السكنية والإدارية للطاقم. 20- الخزانات الرئيسية لسائل الحفر (الطفلة). 21- خزانات الترسيب والمعالجة لسائل الحفر. 22- قاعدة أجهزة التشغيل والأجهزة الرافعة الرئيسية. 23- قاعدة المنضدة الرحوية (أرضية البرج الرئيسية). 24- مجموعة تنظيف ومعالجة سائل الحفر. 25- قواعد جسور ومواسير الحفر والتغليف. 26- ممرات التنقل لسائل الحفر (الطفلة).

3-3- مكونات وحدة الحفر الدوراني :

لتنفيذ العمليات والمهمات الموكلة للوحدة ، تضم وحدة الحفر مجموعة من الأجهزة والمعدات التي يمكن تصنيفها إلى :

3-3-1- مجموعة القوى المحركة :

تتكون هذه المجموعة من أجهزة القوى المحركة المتمثلة في المحركات التي تزود الأجهزة المنفذة بالاستطاعات والسرع المطلوبة ، والأجهزة الناقلة للحركة والمنظمة للسرع والمعزوم الدورانية المطلوبة .

يستخدم في وحدات الحفر المحركات التالية :

1- المحركات البخارية
2- محركات الاحتراق الداخلية (الديزل)
3- المحركات الكهربائية
4- المحركات العنفية

تعتبر المحركات البخارية من أوائل المحرمات المستخدمة في وحدات الحفر ونظراً لحاجاتها لأجهزة توليد البخار كالمراجل البخارية وخزانات المياه وأجهزة أخرى ذات كلفة عالية ومردود قليل نسبياً إضافة إلى أنها تحتل مع أجهزتها المساعدة مساحات كبيرة من موقع العمل لذلك فقد تم الاستغناء عن هذه المحركات كلياً .

عند توفر الطاقة الكهربائية ورخص ثمنها ، تستخدم المحركات الكهربائية كمصدر للقوى المحركة وتشغيل الأجهزة المنفذة .

كما تستخدم بشكل واسع أيضاً وبشكل خاص في وحدات الحفر الثقيلة ، محركات الاحتراق الداخلي (الديزل) لمواصفاتها ولمميزاتها الواسعة ولتوفر وقودها ورخص ثمنه.

أما أجهزة نقل الحركة فتشمل :

1- قارنات الحركة المختلفة
2- محولات العزوم
3- علب السرع بأنواعها المختلفة

3-3-2- مجموعة الحفر الميكانيكية :

تشمل هذه المجموعة :

1- المنضدة الرحوية : التي تقوم بتدوير الدقاق من خلال تدوير عمود المواسير (في حالة الحفر الرحوي) يجب أن تؤمن في وقت واحد ، الحركة الدورانية والانزلاق الشاقولي لعمود المواسير خلال عملية الحفر والتغلغل في جوف الأرض .
تستخدم المنضدة الرحوية ، في عمليات الرفع والإنزال وعند زيادة طول العمود المواسير خلال عملية الحفر كجهاز إسناد لعمود المواسير الموجود في جوف البئر وجهاز تدوير لفك أو ربط قطع المواسير المرفوعة من البئر أو المنزلة فيه .

2- الرأس الهيدروليكي القائد : وهو من التقنيات الحديثة المستخدمة في وحدات الحفر ويمثل مجموعة متكاملة تقوم بعملية تدوير لمجموعة المواسير مباشرة من خلال مواسير الحفر ذاتها من دون الحاجة إلى المنضدة الرحوية وقلم الحفر مع إمكانية تقليل فترة عملية الحفر باستخدام شوط (Stand) كامل من مواسير الحفر.ويعمل اما بالطاقة الهيدروليكية او الكهربائية, وبعمل كحلقة وصل لعبور سائل الحفر من خلاله. وقد ادى استخدامه إلى تراجع دور المنضدة الرحوية إلى جهاز احتياطي مساعد يقوم بالأعمال الثانوية خلال عمليات الرفع والإنزال وانتفى دور قلم الحفر في هذه الوحدات.

3-3-3- مجموعة الحفر الهيدروليكية :

تضم هذه المجموعة الأجهزة والمعدات والمنشأة الخاصة لتنفيذ عمليات إعداد وتحضير وضخ وتنظيف سائل الحفر المستخدم لنقل الفتات المحفور إلى السطح الأرض ومعادلة الضغوط الجوفية ، وتبريد الدقاق مثل :

1- معدات تحضير سائل الحفر : تتكون من الخلاطات المصفية (الفلترات) وخزانات السائل الاعتيادية والطارئة التي تؤمن له الكمية والنوعية المطلوبتين خلال عملية الحفر في ظرفيها الطارئ والاعتيادي ومستودعات ومكونات صلبة ومواد المعاملة الكيميائية والفيزيائية له .
2- مضخات الحفر المكبسية : تقوم بمهمات ضخ سائل الحفر وتأمين عملية دورانه (سطح الأرض ، داخل مواسير الحفر ، قعر البئر ، التجويف الحلقي ، سطح الأرض) بالغزارات والضغوط المطلوبة وفق نظام الحفر المعدني .

تتكون مضخة الحفر المكبسية من قسمين :

- قسم ميكانيكي ، ينقل الحركة من مجموعة التشغيل إلى مكابس المضخة .
- قسم هيدروليكي ويقوم بعملية سحب السائل الحفر من الخزانات وضخه في خط الضخ نحو البئر بالضغط والغزارة المطلوبين .

3- منظومة تنظيف سائل الحفر : تقوم هذه الأجهزة بتنظيف سائل الحفر من فتات الصخور ومن الشوائب

تشمل منظمة تنظيف السائل سائل الحفر على :

- جهاز فصل الفتات والشوائب الاهتزازي .
- خزانات الترسيب .
- أجهزة فصل الرمل وفصل الغاز .

- أجهزة قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية .

تربط معدات مجموعة الحفر الهيدروليكية شبكة من الأنابيب ، وتتصل نهاية خط الضخ discharge (line) بالأنبوب القائم (stand pipe) وبخرطوم مطاطي (drilling hose) يسهل الحركة الشاقولية لعمود مجموعة مواسير الحفر .

4- <u>الرأس الهيدروليكي</u> : يعد جزءً رئيسياً مشتركاً بين مجموعتي الحفر الميكانيكية والهيدروليكية ، إذ :

- يشكل حلقة وصل بين الأجزاء المتحركة (في المجموعة الميكانيكية) والأجزاء الثابتة (خط الضخ في المجموعة الهيدروليكية)
- يحافظ على ضغط السائل المندفع إلى جوف عامود المواسير .
- يوفق بين الحركة الشاقولية لمجموعة الرفع والحركة الدورانية لعمود المواسير خلال عملية الحفر .

3-3-4- مجموعة الرفع :

تشمل هذه المجموعة الأجهزة والمعدات المنفذة لعمليات :

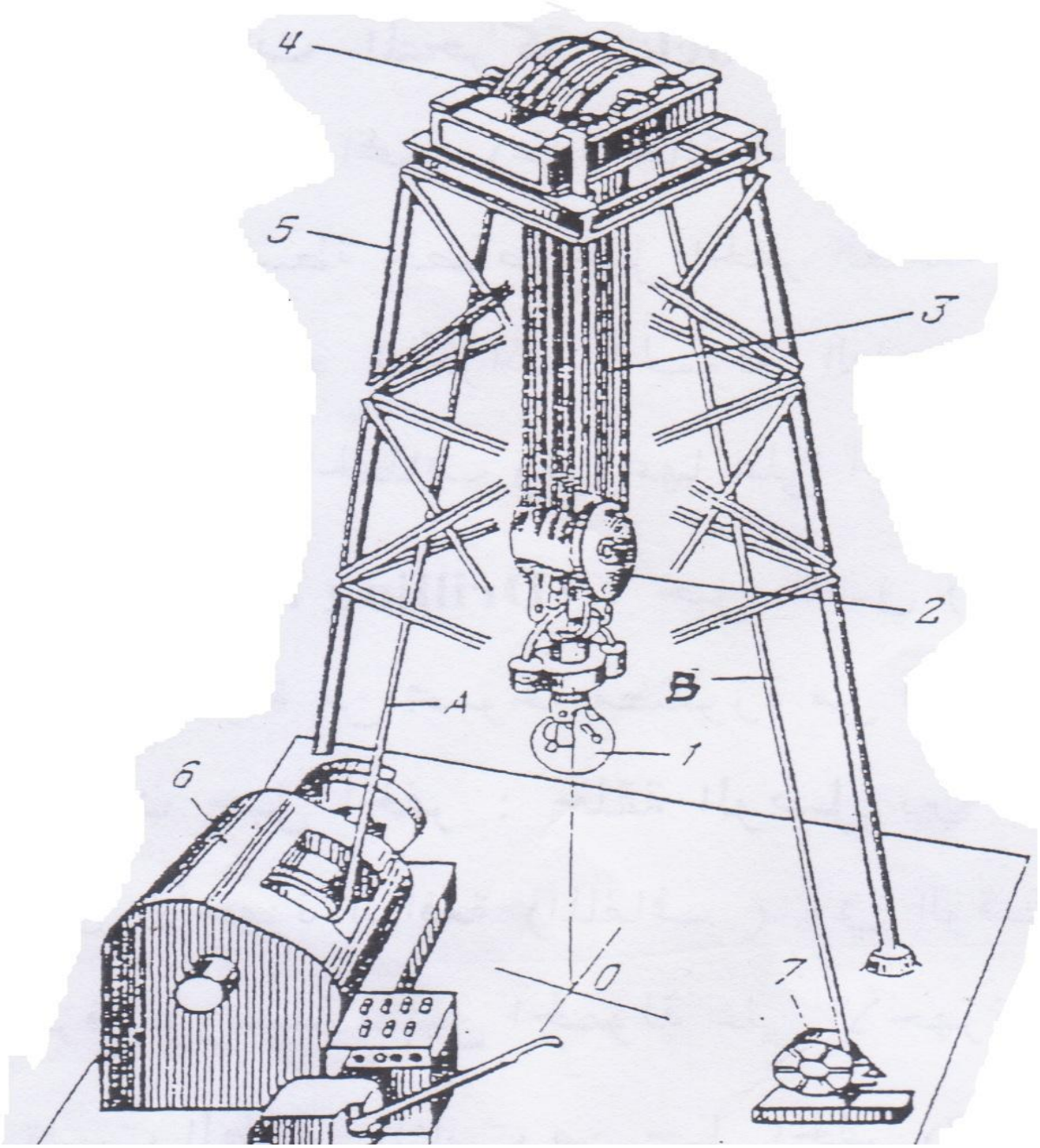
1- رفع وإنزال عمود المواسير الحفر والدقاق خلال عمليات استبدال الدقاق المستهلك بأخر جديد .
2- إطالة عمود المواسير عند الحفر .
3- الرفع النهائي لعمود المواسير عند الانتهاء من حفر البئر .
4- عمليات إنزال مواسير التغليف خلال عمليات تغليف المراحل المنجزة من عملية حفر البئر .

تشمل هذه المجموعة الأجهزة والمعدات التالية كما في الشكل (3-3):

1- الخطاف .
2- مجموعة البكرات المتحركة .
3- الخطوط العملة لحبل الحفر .
4- مجموعة البكرات الثابتة .
5- البرج .
6- الأجهزة الرافعة .
7- جهاز تثبيت الطرف الثابت للحبل .

A, B: الطرفان الثابت والمتحرك للحبل.

O: مركز البئر



الشكل (3-3): مخطط لمجموعة الرفع

1- **الأجهزة الرافعة (الملفاف)** : وهو الجهاز الرئيسي في المجموعة (6) . يختلف في تصميمها حسب نوع الوحدة ومهامها حيث يمكن أن تكون بمحور واحد أو محورين أو ثلاثة ، وبأسطوانة رئيسية واحدة أو بأسطوانتين رئيسية ومساعدة . الاتجاه الشائع في التصاميم الحديثة هو اختصار عدد محاورها والاقتصار على المحور الرفع أو محورين مع تزويدها بعلبة تغيير السرع الخاصة بها

2- **منظومة الحبال (مجموعة تخفيف الحمولة)** : تشمل هذه المجموعة الأشياء التالية :

أ- <u>مجموعة البكرات التاجية (الثابتة)</u> : وهي مجموعة من البكرات (4) تثبت على القاعدة العليا للبرج .

ب- مجموعة البكرات المتحركة : وهي مجموعة من البكرات (2) أحادية المحور عدا حالة استخدام جهاز البرج الآلي فتكون ثنائية المحور معلقة بواسطة الحبل الحفر العاملة . تتحمل هذه البكرات الحمولة الناتجة عن وزن عمود المواسير أو التغليف المعلقة على الخطاف وتوزعها على الخطوط العملة لحبل الحفر .

ت- حبل الحفر : حبل معدني (3) يتكون من مجموعة مضفورة من الضفائر المتكونة من مجموعة مضفور من الأسلاك المعدنية .

يتكون حبل الحفر : حلقة الوصل بين أجزاء المنظومة الحبال الأخرى وبينها وبين الأجهزة الرافعة (الملفاف) وفي الوقت نفسه وسيلة التحريك في مجموعة الرفع ووسيلة تقليل الحمولة على الأجهزة الرافعة .

ث- جهاز تثبيت الطرف الثابت من حبل الحبل (7)

ج- الخطاف : يكون إما جهازاً مستقلاً بذاته (1) أو جزءً من وحدة متكاملة مع مجموعة البكرات المتحركة .
مهمته تعليق الرأس الهيدروليكي خلال عملية الحفر وتعليق لاقطة المواسير خلال عمليات الرفع والإنزال .

ح- برج الحفر : يتكون من هيكل معدني ذي أربع قوائم (5) أو ثنائي القوائم يسمى (صارية الحفر) .
مهمته : تحمل وزن عمود مواسير الحفر والتغليف وإسناد مجموعة الرفع من خلال تثبيت مجموعة البكرات التاجية الثابتة على قاعدته العليا والأجهزة الرافعة على قاعدته السفلى (أرضية البرج) .
إسناد وتخزين مواسير الحفر المرفوعة من البئر خلال عمليات الرفع والإنزال في فترة حفر البئر .

3-3-5- أجهزة التحكم والسيطرة :

وتشمل هذه الأجهزة المنظومات الهوائية والهيدروليكية وأجهزة التحكم عن بعد لتشغيل وإيقاف ومراقبة سير عملية الحفر وعمليات الرفع والإنزال وبقية العمليات الجارية في موقع العمل ، والمحافظة على سلامة العاملين في الموقع واستباق الأعطال والمشاكل وتلافيها من هذه الأجهزة :

1- أجهزة التحكم والسيطرة عن بعد ، يعمل أجهزة ومعدات وحدة الحفر المختلفة .
2- أجهزة تنظيم دفع الدقاق .
3- أجهزة ومعدات إحكام فوهة البئر .
4- أجهزة قياس وتسجيل الحمولات المؤثرة في البرج والدقاق وقياس ضغوطات المضخات .

3-3-6- مجموعة الأجهزة والمعدات المساعدة :

تشمل هذه المجموعة أجهزة ومعدات متباينة ، تقوم بالأعمال المساعدة وبعض الأعمال الجانبية والعرضية خلال عملية الحفر وعمليات الرفع والإنزال وتركيب وتفكيك وحدة الحفر وإعداد الموقع وتهيئة لعمليات الحفر ، مثل :

- مفاتيح المواسير اليدوية والميكانيكية والهيدروليكية .
- رافعات المواسير وماسكاتها في المنضدة الرحوية .
- ضاغطات الهواء وغيرها .

الفصل الرابع

أسس اختيار وحدة الحفر

Fundamentals of choosing a drilling unit

يستند اختيار وحدة الحفر معينة إلى إمكانيها في تنفيذ المهام التالية :

1- الإنتاجية العالية لعمليات الحفر مع تأمين الفعالية الاقتصادية .
2- إمكانية استخدام طرق الحفر المتطورة والأنظمة التكنولوجية الملائمة .
3- سهولة الاستخدام والخدمات خلال عمليات الحفر والعمليات المساعدة .
4- مكننة العمليات الكبيرة .
5- تأمين أقصى معامل مردود مفيد لأجهزة الوحدة بكاملها .
6- سهولة النقل والتركيب والتفكيك .
7- المتانة والوثوق التقني لقطع أجزاء وحدة الحفر .
8- سهولة إصلاح الأجزاء سريعة الاستهلاك واستبدالها مع أدنى ما يمكن من الاستهلاك المعدني .
9- التوفيق بين متطلبات التنظيم التكنولوجي وتسهيل ظروف العمل وبين المتطلبات الأمن الصناعي .
10- ضرورة توفر مستلزمات إمكانية التطوير اللاحق لمواصفات وتصميم الوحدة عند ظهور مجموعات تصميمه جديدة (أجزاء القوى المحركة ، الأجزاء لمنفذه ، وسائل المكننة أجهزة التحكم والسيطرة ..... وغيرها) بما يؤمن استخدام هذه المجموعات بدلاً من المجموعات القديمة .

4-1- العوامل المؤثرة في إنتاجية وحدة الحفر :

تؤثر في إنتاجية وحدة الحفر وفعاليتها عوامل عديدة ، منها :

أولاً – العوامل التقنية (التصميمية) : تشمل هذه العوامل مواصفات تصميم معدات وأجهزة وحدة الحفر ، وصلابتها ومتانتها ، وطرق تنفيذ عمليات الرفع والإنزال وأجهزتها المنفذة . من هذه العوامل :

1- مطابقة أو ملاءمة دفع مضخات الحفر وضغطها لمتطلبات تكنولوجيا الحفر .
2- مطابقة أو ملاءمة مواصفات مواسير الحفر وأعمدتها لنظم الحفر المستخدمة .
3- إمكانية تحقق سرع الدوران الضرورية لمجموعة عمود المواسير والحمولة المطلوبة على الدقاق .
4- استخدام الأتمتة لوسائل التحكم بتكنولوجيا الحفر وتنظيم أعمال الحفر .
5- مطابقة أو ملاءمة مواصفات مجموعة الرفع وسرعها لتحقيق متطلبات إنزال ورفع مجموعة عمود المواسير وإنزال مواسير التغليف بأقل وقت ممكن .

ثانياً – العوامل الجيولوجية :

تشمل طبيعة الصخور في المقطع الجيولوجي لمنطقة الحفر وخواصها الميكانيكية من صلابتها ومطاوعتها للحفر وما يترتب عليها من استقرارية جدران البئر واحتمالات تغير اتجاه البئر .

ثالثاً – العوامل التكنولوجية : تشمل :

- عمق البئر التصميمي .
- طرق الحفر (رحوي أو عنفي أو كهربائي) .
- نوع الدقاق المستخدم لتفتيت التربة .

- مؤشرات نظام الحفر .
- مواصفات سائل الحفر وطريقة تنظيف البئر .

رابعاً – العوامل الإدارية : تشمل :

- تأمين طرق ووسائل عمليات النقل والتركيب والتفكيك .
- تأمين مصادر الطاقة ومواد العمل والمياه .
- تنظيم الخدمات وإصلاح المعدات وتأمين الورشات لذلك .

2-4- المبادئ العامة لاختيار مواصفات وحدة الحفر وأجزائها :

بدرجة أساسية ، يعتمد الحصول على أقصى سرعة فعالة للتغلغل في حفر البئر على التوفيق الجيد بين متطلبات عملية الحفر ومواصفات وحدة الحفر ، ومتطلبات نظام الحفر المرتبطة بالخواص الفيزيوميكانيكية للتربة المحفورة ، التي تتباين بدورها في حدود واسعة .

من أجل تحديد المواصفات المطلوبة لوحدة الحفر ودراستها ، ومن حيث تحديد المؤشرات التصميمية لوحدة الحفر وأجزائها وحساباتها لا بد من دراسة طبيعة عمل الوحدة خلال عملية الحفر التي تتكون ، من مجموعة عمليات تمثل كل منها دورة عمل دقاق واحد .

لذلك تكفي دراسة دورة نموذجية لعمل دقاق في موضع من عملية الحفر .

يمكن تقسيم دورة دقاق واحد إلى ثلاث مراحل رئيسية :

- **المرحلة الأولى** : إنزال الدقاق الجديد إلى قعر البئر .
- **المرحلة الثانية** : عملية الحفر والعمليات المرافقة لها .
- **المرحلة الثالثة** : إخراج الدقاق المستهلك من البئر .

• **طبيعة التحميل** : يمكن تحليل طبيعة التحميل على الأجهزة المنفذة (مجموعة الرفع والمنضدة الرحوية ومضخات الحفر) من الدراسة أعلاه كالآتي :

1- تحميل مجموعة الرفع : تخضع مجموعة الرفع والبرج لـ :

1) حمولات متغيرة خلال إنزال مواسير الحفر تتغير بصورة مستمرة من أقل قيمة متمثلة وزن الأجزاء المتحركة من منظومة الحبال إلى أقصى قيمة متمثلة بوزن عمود المواسير الذي يبلغ طوله عمق المرحلة المعينة أو عمق البئر النهائي عند الانتهاء من الحفر .
2) حمولة شبه ثابتة على الخطاف خلال عملية الحفر ، بقيمة تقل القيمة القصوى بمقدار الحمولة المطبقة على الدقاق .
3) التذبذب الأقصى في مجرى عملية الحفر خلال عمليات زيادة طول عمود المواسير .
4) حمولة متناقصة بعد الانتهاء من عملية الحفر تبدأ من القيمة القصوى حتى أقل قيمة لها خلال عمليات رفع عمود المواسير .

مقدار الحمولة على الخطاف ومقدار التغير فيها أكبر بكثير خلال عمليات التغليف ، سواء في كل مرحلة من مراحل البئر التصميمية أو عند الانتهاء منه .

يسمى نظام عمل مجموعة الرفع والبرج ، وفق طبيعة التحميل المذكورة أعلاه ، بنظام اعمل أو التحميل المتكرر .

2- تحميل المنضدة الرحوية : في المرحلتين الأولى والثالثة : خلال عمليات الإنزال والرفع ، تخضع المنضدة الرحوية لحمولات مستقرة تتغير بقيم متساوية :

- متصاعدة دورياً (في المرحلة الأولى) .
- متناقصة دورياً (في المرحلة الثالثة) .

يتخللها تحميل جزئي لعمليات شد المقاطع المنزلة (المرحلة الأولى) وفك المقاطع المستخرجة (المرحلة الثالثة) .

في المرحلة الثانية من الدورة المنضدة الرحوية تحت التحميل المستمر خلال كل عملية حفر من عمليات المرحلة الثانية (الحفر لمسافة ماسورة حفر واحدة) .

لذلك ، يتم عمل (تحميل) المنضدة الرحوية وفق نظامين :

- الأولى : نظام العمل المتكرر (في المرحلتين الأولى والثالثة) .
- الثاني : نظام العمل المستمر (في المرحلة الثانية) .
- ثالثاً : تحميل مضخات الحفر .

خلال دورة عمل دقاق واحد ، ينحصر عمل المضخات الحفر ضمن عمليات المرحلة الثانية .

تعمل المضخات تحت التحميل في عمليات غسل البئر وخلال عمليات الحفر ذاتها تختلف قدرات استمرارية عمل المضخات حسب طبيعة وظروف نظام الحفر والعمليات المنفذة لذلك يكون عمل المضخات وفق نظام العمل المستمر فقط .

4-3- مؤشرات وحدة الحفر :

- يتطلب تصميم أو اختيار وحدة الحفر معرفة العوامل والمؤشرات التي تحقق الغاية المطلوبة من عمل هذه الوحدة أو تلك . وتحدد هذه المؤشرات المواصفات المميزة لوحدة الحفر وطبيعة عملها ومجالات تنفيذه

يمكن تحديد المؤشرات الأساسية لوحدة الحفر بما يلي :

أولاً – الحمولة : تتحدى الحمولة بوزن المواسير الذي تستطيع الوحدة رفعه أو تحمله . وتحددها ، عند التصميم ، قيمتان :

- الحمولة النظامية : تحدد على أساس أقصى وزن لعمود مواسير الحفر أو التغليف ، تتحمله الوحدة لفترات عمل طويلة .
- الحمولة الحدية أو الحرجة : وهي الحمولة التي تستطيع الوحدة تحملها لفترات زمنية قصيرة . في الحالات الاعتيادية ، تزيد هذه الحمولة على الحمولة النظامية بنسبة – من النظامية – تستخدم هذه الحمولة في الحالات الطارئة كالاستعصاء وفي بعض حالات إنزال مواسير التغليف .

ثانياً – عمق الحفر :

يتم تحديد عمق الحفر وفق حمولة الوحدة وقياسات ووزن مواسير الحفر ومواسير التغليف يجب أن تؤمن مؤشرات (مواصفات) وحدة الحفر فعالية جيدة لعمل الوحدة باستخدام مواسير حفر مختلفة الأقطار (3 – 4) قياسات ، مثلاً مواسير حفر ذات اقطار (89) و (114) و 0127) و (141) مم . ومن الواضح أن لكل نوع من هذه المواسير عمقه الحدي المرتبط بحمولة الوحدة ومتانة المواسير .

ثالثاً – غزارة مضخات الحفر :

لتأمين يجب تأمين غزارة كافية لإتمام عمليات الحفر في الظروف المختلفة بالفعالية المطلوبة وتمثل هذه الغزارة كمية السائل التي يجب أن تضخها وحدة الضخ والتي تعتمد على طريقة الحفر وعمق البئر وتصميمه وأقطار مواسير الحفر وطبيعة المقطع الجيولوجي لموقع الحفر وغيرها من مؤشرات تكنولوجيا الحفر .

هذه المتطلبات يجب على وحدة الحفر تأمين إمكانية تغيير الغزارة التي يصل مجال تغييرها خلال عملية حفر بئر واحدة إلى (1.5 – 2) ويصل هذا المجال خلال عمل الوحدة عموماً إلى (5 – 4)

رابعاً – الضغط على مخرج المضخات :

يحدد الضغط على مخرج المضخات الفعالية الممكنة لعملية الحفر ويحدد بقيمتين :

- الضغط العامل الحدي : ويمثل الضغط الذي يؤمن لوحدة الحفر العمل المستمر الطويل الأمد خلال عملية التغلغل في حفر البئر
- الضغط الحدي المسموح به : ويمثل الضغط الحدي الذي يمكن تأمينه لفترات زمنية قصيرة في هذه الحالة يجب تأمين عمل صمامات الأمان وسلامتها . في الحالة العامة يحدد الضغط الحدي الضغط الحدي العامل بنسبة (70 – 80)% من الضغط الحدي المسموح به .
- لتأمين التنسيق الذاتي المتكامل لوحدة الضخ في وحدة الحفر : يحدد المجال تغير الضغط للوحدة ، الذي يمثل النسبة بين أقصى وأصغر قيمة للضغط ، في الحفر العنفي بحدود (2 – 2.5) وفي الحفر الرحوي (6 – 10) .

خامساً – سرع الرفع :

تؤمن هذه السرع رفع مواسير الحفر بأقل ما يمكن من الوقت وبأقل إهدار للاستطاعات المستغلة . وتحافظ على سلامة العمل وضوابط الأمن الصناعي .

سادساً – سرع المنضدة الرحوية أو الرأس الهيدروليكي القائد (في الحفر الرخوي) :

تؤمن هذه السرع عدد الدورات الضرورية لتدوير عمود مواسير الحفر لتنفيذ متطلبات تكنولوجيا الحفر ومن الضروري تأمين مجال تغيير السرع الملائم لذلك وحسب طبيعة التربة المحفورة .

سابعاً – استطاعة وحدة الحفر :

تؤمن هذه الاستطاعة إمكانية الحصول على :

- السرع الضرورية لرفع عامود المواسير .
- الغزارة المطلوبة لسائل الحفر .
- السرع المجددة لتدوير عمود المواسير عند الحفر .
- من منطلق تكنولوجيا الحفر زيادة سرع عمليات الرفع أو زيادة غزارة السائل تتم وفق الاستقطاعات المحددة لمثل هذه الحالات .
- عند تحديد الاستقطاعات المحددة لمثل هذه الحالات .
- متانة وطول عمر خدمة بعض أجزاء وحدة الحفر ، مثل : المحولات والمضاجع وقارئات الحركة ومواسير الحفر وحبل الحفر .
- عدد المحركات وأوزانها .

ثامناً – طول مقطع المواسير ووزنه :

يتكون مقطع (شوط) مواسير الحفر من قطعة واحدة أو قطع عدة منها يؤثر طول المقطع ووزنه تأثيراً كبيراً في الوقت المصروف في عمليات الرفع والإنزال فكلما زاد طول المقطع كلما قل عدد المقاطع في عمود المواسير والوقت المصروف على عمليات فصل المقاطع أو توصيلها خلال عمليات الرفع والإنزال والعمليات الآلية لرفع المقطع إلا أن طول المقطع يؤثر ويتأثر بنوعية معدنه ووزنه وبقياسات برج الحفر وتكاليفه ومستوى تعقيد تصميمه .

الأطوال القياسية المستخدمة حالياً في وحدات الحفر ☹12) و (18) و(25) و (36) م

يستخدم في وحدات الحفر المائية الصغير المقاطع أطوالها (6) أمتار

الفصل الخامس

المؤشرات التصميمية لوحدة الحفر

Designing parameters for the drilling units

إن تـأمين أقصـى فعاليـة لتنفيذ المهمـات التكنولوجيـة خـلال فتـرة حفر البئر تعد من أهم السـائل التـي تواجـه المعنيين بالصناعة النفطية الحقلية عند اختيار وحدة الحفر أو بعض معداتها .

ويتطلب تحقيق ذلك ما يلي :

1- تأمين متطلبات الاستخدام والمتطلبات التكنولوجية لوحدة الحفر .
2- تحديد العوامل المؤثرة في إنتاجية وحدة الحفر .
3- تحديد الجدوى الاقتصادية لاختيار وحدة وأجزائها .

1-5- برج الحفر :

يجب أن يؤمن ارتفاع برج الحفر الأمان في العمل خلال رفع البكرات المتحركة بأعلى سرعة رفع مع الأخذ بعين الاعتبار معامل الارتفاع من أجل إيقاف البكرات المتحركة على بعد كاف عن الحافة السفلى لمجموع البكرات التاجية الارتفاع المفيد لبرج الحفر بالعلاقة التالية :

$$H = h_1 + I_s + h_2 + h_3 \qquad (5\text{-}1)$$

h_1 : المسافة من أرضية البرج حتى النهاية السفلى لمقطع مواسير الحفر المعلق (1,5 – 1,2)
I_s : طول مقطع المواسير .
h_2 : طول قضبان تعليق لاقطة المواسير والخطاف والبكرات المتحركة (8 – 7) متر .
h_3 : مسافة الأمان بين مجموعة البكرات التاجية وأعلى وضع لمجموعة البكرات المتحركة (7) متر .

الحمولات المؤثرة على برج الحفر :

أ- الحمولات الشاقولية :
1- الحمولة على الخطاف .
2- وزن البرج والمعدات المنصوبة عليه .
3- المركبة الشاقولية من شد النهايتين المتحركة والثابتة لحبل الحفر .
4- المركبة الشاقولية لوزن المواسير المستندة على محور الإسناد .

ب- الحمولات الأفقية :
1- المركبة الأفقية لشد النهايتين المتحركة والثابتة لحبل الحفر .
2- المركبة الأفقية من وزن مجموعة المواسير الموضوعة على مخزن المواسير .
3- قوة ضغط الرياح .

وتحدد الحمولة الشاقولية على قاعدة مجموعة البكرات كما يلي :

أ- في حالة السكون : وفق العلاقة :

$$Pd_s = \mathrm{P_h} + \mathrm{G_{tr}} + 2\mathrm{P_h}/m \qquad (5\text{-}2)$$

ب- في حالة حركة الخطاف : وفق العلاقة :

$$\mathrm{P}d_{\mathrm{d}} = \mathrm{P_h} + \mathrm{G_{tr}} + \frac{2Ph}{m.\eta tr} \qquad (5\text{-}3)$$

وتحدد المركبة الأفقية من شد الطرفين المتحرك والثابت لحبل الحفر :

أ- في حالة السكون :

$$\mathrm{PL_h} = \frac{ph}{m}(TanB \pm Tan\alpha) \qquad (5\text{-}4)$$

ب- في حالة الحركة :

$$\mathrm{PD_h} = \frac{ph}{m.\eta tr} Tan\beta - \frac{ph.\eta \mathrm{tr}}{m} Tan\alpha \qquad (5\text{-}5)$$

$\mathrm{P_h}$: الحمولة المسموح بها على الخطاف نيوتن .

G_{tr}: وزن أجزاء منظومة الجبال (الخطاف ، مجموعتي البكرات المتحركة والتاجية – حبل الحفر نيوتن .

$\beta\alpha$: زاويتا ميل الطرفين المتحرك والثابت على التوالي لحبل الحفر عن المحور الشاقولي للبرج .

m : تركيبة منظومة الحبال . وتحسب بالعلاقة التالية :

$$Gt_{\mathrm{r}} = \mathrm{G_{tB}} + \mathrm{G_d} \qquad (5\text{-}6)$$

G_{tB} : وزن البكرات مع الخطاف

$\mathrm{G_d}$: وزن حبل الحفر

- المركبة الأفقية من وزن أشواط المواسير المستندة على محور مخزن المواسير : تحسب بالعلاقة التالية :

$$P_{\mathrm{sh}} = K.G_s.Tan\alpha \qquad (5\text{-}7)$$

حيث أن K معامل يأخذ قيمة (1,018)

G_s : وزن مواسير الحفر

α : زاوية ميل المقطع المواسير عن الشاقول .

- استقرارية أبراج الحفر : تتعرض أبراج الحفر وخاصة الصاري منها إلى خطر الانقلاب إما الأبراج رباعية القوائم يدقق حسابها على المتانة الاستقرارية وليؤخذ شد أوتاد التثبيت بالحسبان .
- تحدد استقرارية أبراج الحفر بمعامل الاستقرار :

$$K = \frac{M_{sB}}{M_{TB}} = (1{,}2 - 1{,}5) \qquad (5\text{-}8)$$

عزم انقلاب الحفر :

$$M_{TB} = P_{eh}.h + P_{wh}(h_w - H) + P_{hs}.h_p \qquad (5\text{-}9)$$

ويحدد استقرار البرج بالعلاقة :

$$M_{sB} = G_o.L \qquad (5\text{-}10)$$

حيث أن :

P_{eh}: المركبة الأفقية لقوتي الشد في الطرفين الثابت والمتحرك .

h : ارتفاع البرج .

P_{wh}: محصلة ضغط الهواء على البرج .

h_w: ارتفاع نقطة التأثير .

P_{hs}: المركبة الأفقية لوزن مقاطع المواسير .

h_p : ارتفاع محور الإسناد العلوي لمخزن المواسير عن نقطة ارتكاز البرج .

G_o: قوة جذب البرج غير المحمل .

L : المسافة بين مركز البئر ونقطة الارتكاز البرج .

5-2- منظومة الكابلات :

تمثل منظومة الكابلات أحد الأجزاء الرئيسية لمجموعة الرفع التي تشمل إضافة للمنظومة :

الخطاف والأجهزة الرافعة ومجموعة الكبح المرافقة لها أيضاً وجهاز تثبيت الطرف الثابت لحبل الحفر على أساس المتانة (قوة القطع) لأن هذا الحبل يتعرض خلال استثماره لقوى الشد وبشكل متكرر ويتعرض لقوى انحناء على البكرات التاجية والمتحركة وعلى الملفاف مما يؤدي إلى تخريبه (إرهاقه) وتتعرض الجدائل الخارجية لعملية التآكل على مجموعة البكرات والملفاف وهذا يؤثر على المؤشرات التقنية الاقتصادية لعملية الحفر .

المهمات الأساسية لمنظومة الحبال في وحدة الحفر :

1- تخفيف الحمولة عن الأجهزة الرافعة .

2- تحويل الحركة الدورانية لمحاور الأجهزة الرافعة ومجموعة تشغيلها إلى حركة مستقيمة شاقولية متوافقة مع حركة عمود مجموعة مواسير الحفر .

3- يحدد طول حبل الحفر المستخدم في وحدة الحفر بالعلاقة التالية :

$$L_{\mathrm{w}} = H(m+2) + L_p(m+1) + L_f \qquad (5\text{-}11)$$

حيث أن :

H : الارتفاع المفيد لبرج الحفر .

L_p: طول حبل الحفر الملتف حول نصف محيط بكرة واحدة من بكرات المنظومة .

L_f : طول لفات كبل الحفر الاحتياطية على اسطوانة الأجهزة الرافعة ويتراوح هذا الطول بحدود (50 – 100)متر

حساب قوى الشد في خطوط حبل الحفر :

تقع خطوط حبل الحفر في حالة السكون تحت تأثيره قوى شد متساوية ناتجة عن الحمولة المعلقة :

$$S = \frac{P}{2n} = \frac{P}{m} \qquad (5\text{-}12)$$

أما في حالة الرفع فيحدد الشد في الطرف المتحرك بالعلاقة :

$$S_{\mathrm{L}} = P\frac{\beta^{m}(\beta-1)}{\beta^{m}-1} \qquad (5\text{-}13)$$

والشد في الطرف الثابت يحدد بالعلاقة :

$$S_{\mathrm{d}} = P\frac{(\beta-1)}{\beta(\beta^{m}-1)} \qquad (5\text{-}14)$$

أما في حالة الإنزال فإن القيمة الوسطى للشد تكون في الطرف الثابت وتحدد بالعلاقة :

$$S_{\mathrm{d}} = P\frac{\beta^{m}(\beta-1)}{\beta^{m}-1} \qquad (5\text{-}15)$$

والشد في الطرف المتحرك يكون بقيمته الصغرى ويحدد بالعلاقة :

$$S_{\mathrm{L}} = P\frac{\beta^{m}(\beta-1)}{\beta(\beta^{m}-1)} \qquad (5\text{-}16)$$

P : الحمولة على الخطاف *(N)*

β : معامل مقاومة البكرات

إن اختيار حبل الحفر تم أساس المتانة لأن حساب الاجتهادات الحقيقة مسألة معقدة جداً ويجب أن لا يقل احتياطي المتانة عن ويتم اختياره قيمة وفق العلاقة التالية :

$$S_{\mathrm{d}} = \frac{P\alpha}{PL\,max} \geq 3 - 5 \qquad (5\text{-}17)$$

وتحدد قيمة S_{d} وفق جدول المؤشرات الأساسية لحبل الحفر

حيث أن $P\alpha$: قوة القطع لحبل الحفر(N) .

P_{Lmax} : القوة العظمى للشد التي يتعرض لها الحبل(N) .

3-5- الأجهزة الرافعة (الملفاف) :

يعتبر الملفاف الجهاز الأساسي في عمليات الرفع والإنزال ويتم ذلك بمساعدة منظومة الحبال لرفع وإنزال المواسير سواء مواسير الحفر والتغليف وأجهزة أخرى أثناء الحفر وأثناء عمليات بناء هيكل البئر وكذلك يقوم بتحديد الحمولة المطبقة على الدقاق .

ويتم اختيار المؤشرات الأساسية للأجهزة الرافعة بما يلائم متطلبات الاستثمار والقيام بجميع الوظائف الموكلة إليها أثناء عمليات الرفع والإنزال والشكل التالي يبين الأجهزة الرافعة .

1- قطر اسطوانة الملفاف : يتم اختيار قطر اسطوانة الملفاف اعتماداً على قطر الحبل الحفر بالعلاقة :

$Dd \geq 18dw$ للوحدات الاستكشافية الجيولوجية

$Dd = (20 - 30)dw$ لوحدات الحفر المتوسطة والثقيلة

يؤدي إلى نقصان قطر الاسطوانة الملفاف إلى تناقص عزم الفتل والانحناء المؤثر على محور الأجهزة الرافعة ويتناقص أيضاً عزم العطالة لاسطوانة الملفاف لذلك نقصان قطر الاسطوانة عن الحد المسموح به يؤدي إلى صعوبة وسوء في التفاف حبل الحفر

2- طول اسطوانة الملفاف : يتم تحديد طول اسطوانة الملفاف بالحساب الذي يتحقق التفاف حبل الحفر بثلاث أو أربع طبقات وبذلك نكون حققنا متطلبات رفع الطول المطلوب ويحدد طول اسطوانة الملفاف بالعلاقة :

$$L_{\mathrm{d}} = 2H_0.tan\alpha \qquad (5\text{-}18)$$

حيث أن :

H_0 : المسافة بين المحاور الاسطوانة الرافعة والبكرات التاجية .

α : زاوية ميلان الطرف المتحرك الحبل عن مستوى البكرات التاجية .

3- السعة السلكية تحدد بالعلاقة التالية :

$$L_0 = mH + L_f \qquad (5\text{-}19)$$

حيث ان:

H: المسافة بين ارضية البرج حتى مجموعة البكرات التاجية.

m: عدد الخطوط العاملة في منظومة الحبال.

L_f: طول اللفات الاحتياطية المتبقية على الاسطوانة عند الوضعية السفلى البكرات المتحركة (50-100)متر.

ويعطى عدد لفات حبل الحفر في كل طبقة على الاسطوانة بالعلاقة :

$$N_o = \frac{L_d}{\alpha . d_w} \qquad (5\text{-}20)$$

حيث أن :

L_d: طول اسطوانة الملفات

d_w: قطر الحبل

α : معامل احتباس الثغرات بين اللفات والتشوه العرضي للحبل

ويحدد طول حبل الحفر الملفوف على اسطوانة الأجهزة الرافعة بالعلاقة :

$$L_z = \pi n_o [D_d + d_w + (2Z - 2)C.d_w] \qquad (5\text{-}21)$$

ويمكن تحديد السعة السلكية اعتماداً على العلاقات السابقة بالعلاقة التالية :

$$L_o = \pi n_o Z [D_d + d_w + (Z - 1)C.d_w] \qquad (5\text{-}22)$$

حيث أن :

Z : عدد الطبقات .

n_0 : عدد اللفات .

C : معامل تداخل لفات الطبقات المتتالية والتشوه القطري للكبل ويؤخذ حوالي $(C = 0{,}93)$

4- استطاعة اسطوانة الأجهزة الرافعة : تحدد الاستطاعة المطلوبة لمجموعة تشغيل الأجهزة وفق العلاقة :

$$N_e = \frac{N_D}{\eta_D} = \frac{\mathrm{N_h}}{\eta_{ts}.\eta_D} \qquad (5\text{-}23)$$

$$N_h = \mathrm{P_{max}} \,.\, \mathrm{V_{h\,min}} \qquad (5\text{-}24)$$

وتعطي الاستطاعة المطلوبة من الأجهزة الرافعة N_D بالعلاقة :

$$N_D = \frac{N_h}{\eta_{ts}} \qquad (5\text{-}25)$$

حيث ان:

N_h: الاستطاعة المطلوبة على الخطاف.

$V_{h\,min}$: السرعة الصغرى لرفع تاخطاف المحمل بالحمولة القصوى لوزن عمود مجموعة المواسير.

η_D: معامل المردود المفيد بين المحور الرافع ومحور المحرك.

η_{ts}: معامل المردود المفيد لمنظومة الكبال المعدنية.

4-5- نظام الكبح في الأجهزة الرافعة:

تزود الأجهزة الرافعة بنوعين من الكوابح وهي:

1. **الكابح الرئيسي** : كابح شريطي ميكانيكي
2. **كوابح مساعدة** : ويستخدم منها عدة أنواع في وحدات الحفر وهي :

- الكوابح العنفية الحركية (هيدروماتيك)
- كوابح كهربائية حركية
- كوابح كهرومغناطيسية
- كوابح كهروجيبية

الكابح الرئيسي : يقوم بكبح حركة الأسطوانة الاجهزة الرافعة وتبطئها أو إيقافها تماماً خلال عمليات الرفع والإنزال ويقوم أيضاً بكبح حركة عمود المواسير واختزال وزنه الفائض عن الحمولة المطبقة على الدقاق خلال عملية الحفر.

- **الكوابح المساعدة :** تستخدم من أجل تقليل سرعة نزول عمود مجموعة المواسير وامتصاص جزء من الطاقة المتحررة أثناء الإنزال وتستخدم في حال الأوزان الثقيلة .

يتم اختيار مؤشرات الكابح على أساس تأمين عزم فرملة كافي من أجل مسك المواسير ذوات الأوزان الأكبر والذي يتطابق مع الحمولة العظمى على الخطاف في حالة ساكنة وبأمان .

إن عزم الفرملة للكابح الرئيسي الناتج عن الاحتكاك بين اللقم الاحتكاكية وعجلات الفرملة يجب أن يؤمن الشرط التالي :

$$\frac{M_B}{M_d} = [K_b] \geq 1.5 \qquad (5\text{-}26)$$

M_B: عزم الكبح, $N.m$.

M_d: العزم الدوراني لاسطوانة الاجهزة الرافعة, $N.m$.

$[K_b]$: معامل احتياطي الكبح المسموح به.

ويرتبط العزم الدوراني لاسطوانة الأجهزة الرافعة بالحمولة الأعظمية المسموح بها على الخطاف ويزداد عمق البئر ويعطى بالعلاقة :

$$M_d = \frac{(P_{max}+G_T)B^m(B-1)}{B^m-1} x \frac{D_a}{2} \qquad (5\text{-}27)$$

أما عزم الفرملة الذي يولده الكابح الرئيسي فيحدد بالعلاقة التالية :

$$M_b = \frac{B.D_b^2(e^{\mu\alpha}-1)Z}{4e^{\mu\alpha}}[P] \qquad (5\text{-}28)$$

B : عرض الصفائح الاحتكاكية .

D_b: عدد عجلة الكابح الرئيسي .

Z : عدد اشرطة الكابح .

M : معامل الاحتكاك بين الصفائح وعجلة الكابح .

$[P]$: الضغط المحيطي التماسي المحيطي الناتج عن توتر شريط فرملة بين عجلات الفرملة والصفائح الاحتكاكية يحدد بالعلاقة التالية :

$$p = \frac{2s}{B.D_b} \qquad (5\text{-}29)$$

وتكون أعلى قيمة للضغط التماسي عند الطرف المسحوب :

$$P_{max} = \frac{2T}{B.D_b} \qquad (5\text{-}30)$$

ووفقاً لزاوية إحاطة شريط الفرملة فإن الضغط المحيطي الأصغري يكون عند الطرف الساحب ويعطى بالعلاقة :

$$P_{min} = \frac{2t}{B.D_b} \qquad (5\text{-}31)$$

حيث أن : t, T : قوتي الشد في النهاية المسحوبة والنهاية الساحبة على التوالي .

5-5- المنضدة الرحوية :

تعتبر المنضدة الرحوية إحدى الأجهزة المنفذة الرئيسية في وحدة الحفر وتستخدم للقيام بمهام عديدة وهي :

1. تدوير مجموعة المواسير أثناء الحفر .
2. امتصاص العزم الدوراني الارتدادي وتأمين الدفع الشاقولي عند الحفر التوربيني أو الكهربائي .
3. إسناد مجموعة المواسير خلال عمليات إطالة المجموعة عند الحفر .
4. التدوير الموقعي للمواسير أثناء الاصطياد وأثناء المشاكل .
5. المساهمة في شد وفك المواسير خلال عمليات الرفع والإنزال .

تحدد المؤشرات التصميمية للمنضدة الرحوية انطلاقاً من بنية البئر وتشكيلة الحفر المستخدمة والمتطلبات اللازمة من أجل عملية الحفر وعمليات التغليف والسمنتة

1- قطر فتحة المنضدة الرحوية : يجب أن يكون كافياً من أجل إنزال مواسير التغليف والدقاق المستخدمة في حفر البئر ويحدد قطر الفتحة بالعلاقة التالية :

$$D = D_b + \delta \qquad (5\text{-}32)$$

حيث :

D_b : قطر دقاق المرحلة السطحية .

δ : الفراغ لمرور رأس الحفر بسهولة $(\delta = 30 - 50mm)$

2- الحمولة الستايتكية المسموح بها :

الحمولة الستايتكية المسموح بها يجب أن تكون كافية من أجل مسك مواسير التغليف الأكثر وزناً وبحالة سكون وتحدد بالعلاقة التالية :

$$G_{max} \leq P \leq C_0 \qquad (5\text{-}33)$$

G_{max}: وزن تشكيلة مواسير التغليف الاكبر المستخدمة في مجال الحفر المعني.

P: الحمولة المستقرة المسموح بها لرحي المنضدة الرحوية.

C_0: الحمولة المستقرة لمضاجع المسند الرئيسي لرحي المنضدة.

3- عدد الدورات المنضدة الرحوية :

- يتم اختباره طبقاً لمواصفات عملية الحفر ويحدد عدد الدورات الأعظمي $n_{\max} \leq 250rpm$
ويحدد عدد الدورات الأصغري $n_{\min} = 15 - 50\ rpm$
ومن خلال ذلك يمكن تحديد مجال المعايرة بالعلاقة :

$$R_n = \frac{n_{max}}{n_{mix}} \qquad (5\text{-}34)$$

وعدد سرع المنضدة يزداد وفقاً للعلاقة التالية :

$$Z = \mathrm{Z_D}.m \qquad (5\text{-}35)$$

$\mathrm{Z_D}$: عدد السرع المنقولة من محور اسطوانة الاجهزة الرافعة.
m: عدد المحولات النجمية التي يمكن تركيبها على المحور القائد للمنضدة الرحوية.
وتحدد القيم الانتقالية (الوسطية) أسرع دوران المنضدة الرحوية وفق قانون المتوالية الهندسية

$$n_i = n_{i-1}.\varphi \qquad (5\text{-}36)$$

$$\varphi = \sqrt[Z-1]{\mathrm{R_n}} \qquad (5\text{-}37)$$

n_i, n_{i-1}: عدد دورات رحى المنضدة الرحوية المطابقة للمراحل (i,i-1).
φ: اس المتوالية الهندسية.وتحدد من معرفة مجال المعايرة السرعي $\mathrm{R_n}$.

4- استطاعة المنضدة الرحوية :

يجب أن تكون من أجل تدوير مجموعة المواسير والدقاق وتفتيت الصخور في قعر البئر وتحدد بالعلاقة :

$$N_{\mathrm{R}} = (N_{\mathrm{F}} + N_{\mathrm{b}})/\eta \qquad (5\text{-}38)$$

$\mathrm{N_F}$: الاستطاعة اللازمة للتدوير الحر للمواسير.

$\mathrm{N_b}$: الاستطاعة اللازمة لتدوير الدقاق وتفتيت الصخور في قاع البئر.

η: معامل المردود المفيد لنقل الحركة في اجزاء المنضدة الرحوية العاملة.

وتحدد العلاقة التالية الاستطاعة اللازمة للتدوير الحر للمواسير :

$$N_{\mathrm{F}} = C.P_f.g.d^2.L.n^{1.7} \qquad (5\text{-}39)$$

وتحدد الاستطاعة اللازمة لتدوير الدقاق وتفتيت الصخور في قاع البئر N_{b} بالعلاقة التالية :

$$N_{\mathrm{b}} = 3{,}5\ K.p.D.n.10^{-2} \qquad (5\text{-}40)$$

حيث أن :

C : معامل احتساب انحراف البئر .

P_f : كثافة سائل الحفر Kg/m

G : تسارع الجاذبية الأرضية m/sec

D : قطر مواسير الحفر (m)

L : طول مجموعة المواسير (m)

N : عدد الدورات $(r.p.m)$

K : معاملة حالة الدقاق : الجديدة : $K = 0{,}1\ 0{,}2$ المستعملة : $K = 0{,}2\ 0{,}3$

P : الحمولة على الدقاق (KN)

D : قطر الدقاق (rpm)

N : عدد دورات الدقاق (rpm)

6-5- مضخات سائل الحفر :

إن العنصر الأساسي في تنفيذ عملية الدوران سائل الحفر وتشغيل المحرك العنفي الجوفي في حالة وجوده يتمثل بمضخات الحفر المكبسية التي يقوم بدفع السائل بالغزارة والضغط المطلوبين والضروريين لتأمين دورة السائل الكاملة ورفع الفتات المحفور وإخراجه خارج البئر إلى السطح وتحقيق ضغط هيدروستايتكي يعادل ضغط الطبقات أثناء الحفر وتبريد وتزييت الدقاق وتكوين طبقة طينية مغلفة لجدران البئر ومحافظة عليها من التهدم وتتكون مضخة الحفر المكبسية من قسمين رئيسيين :

الأول : القسم الميكانيكي الناقل للحركة .

الثاني : القسم الهيدروليكي الذي يقوم بعملية سحب وضخ سائل الحفر وفق الغزارة والضغط المطلوبين .

المتطلبات الأساسية للمضخات الحفر :

1- إمكانية تنظيم غزارة المضخة والتحكم فيها في الحدود المطلوبة لتأمين أكثر فعالية لتنظيف البئر .
2- تأمين المضخة استطاعة كافية لرفع الفتات المحفور وإخراجه من البئر وتشغيل المحرك الجوفي في حالة الحفر التوربيني .
3- انتظام سرعة جريان سائل الحفر عند مخرج المضخات لتلافي حمولات العطالة وتتباين الضغط نتيجة الضربات الهيدروليكية .
4- إمكانية المضخات التعامل مع السوائل المعالجة بالإضافات الكيميائية المختلفة .
5- تحقيق فترة استخدام كافية لأجزاء المضخة المتعاملة مع سائل الحفر وإضافة وإمكانية استبدالها بسهولة عند استهلاكها .
6- تصميم المضخة يؤمن إمكانية توصيلها بمجموعة التشغيل من الجهتين اليمنى واليسرى للمضخة .

7- إمكانية نقل المضخة مجمعة لمسافات طويلة أو قصيرة وكذلك إمكانية تغيير موقعها في وحدة الحفر .
8- توافق نقل المضخة مجمعة لمسافات طويلة أو قصيرة وكذلك إمكانية تغيير موقعها في وحدة الحفر .

حسابات مضخة الحفر والمجموعة الهيدروليكية :

يعتمد الضغط عند مخرج مضخة الحفر على قيم المقاومات الهيدروليكية في أجزاء منظومة دوران سائل الحفر وتكون قيمته مساوية لمجموعة قيم هذه المقاومات :

$$P_{\mathrm{p}} = P1 + P_{\mathrm{dp}} + P_{\mathrm{cp}} + B + P_{\mathrm{h}} \qquad (5\text{-}41)$$

وتحسب الغزارة المثالية للمضخات أحادية الشوط من العلاقة :

$$Q_{\mathrm{p}} = \frac{\pi.K.D^2.S.n}{240} \qquad (5\text{-}42)$$

حيث أن :

K : عدد المكابس .

D : قطر المكابس (m) .

S : طول الشوط (m) .

n : عدد الأشواط في الدقيقة .

أما الغزارة المثالية للمضخات ثنائية الشوط فتحدد بالعلاقة :

$$Q_{\mathrm{p}} = \frac{(2F-f)S.n}{60} \qquad (5\text{-}43)$$

حيث أن :

F : مساحة مقطع المكبس .

f : مساحة ذراع المكبس .

وفي حالة تعدد المكابس ثنائية الشوط نضرب (QP) بعدد المكابس (K) لنحصل على الغزارة المثالية .

ويمكن تحديد الغزارة الفعلية لكل حالة على انفراد على ضوء الظروف المحددة لعمل المضخة وفق العلاقة :

$$Q_{\mathrm{PR}} = \alpha.\, Q_{\mathrm{p}} \qquad (5\text{-}44)$$

حيث أن :

α : معامل الغزارة الحجمية .

وتحدد الغزارة الحجمية وحيدة الشوط وحدية المكبس من العلاقة :

$$q = 2F_{\mathrm{r}} = F.S \qquad (5\text{-}45)$$

ويحدد المردود المفيد للمضخة من العلاقة :

$$\eta = \eta_H * \eta_v * \eta_m \qquad (5\text{-}46)$$

حيث أن :

η_H : المردود المفيد الهيدروليكي $(\eta_H = 0.97)$

v : المردود المفيد الحجمي $(\eta_V = 0.97)$

η_m : المردود المفيد الميكانيكي $(\eta_m = 0.85)$

وتحدد سرعة حركة المكبس بالعلاقة :

$$V = \frac{2.S.n}{60} \qquad (5\text{-}47)$$

ويحدد قطر المكبس في المضخات ثنائية الشوط من العلاقة :

$$d = \sqrt{\frac{19Q}{\alpha.S.n} + \frac{dr^2}{2}} \qquad (5\text{-}48)$$

ويحدد طول قميص المضخة بالعلاقة :

$$L_{\mathrm{C}} = S + L_{\mathrm{p}} + \Delta L \qquad (5\text{-}49)$$

L_{p} : طول المكبس ، ملم

ΔL : احتياطي الطول ملم

وتحدد استطاعة مضخات سائل الحفر بالعلاقة التالية :

$$N_{\mathrm{p}} = \frac{P.Q}{\eta_p} \qquad (5\text{-}50)$$

P : الضغط الضائع على طول مسار سائل الحفر ولدورة كاملة (at)

η_P : المردود المفيد الكلي .

Q: الغزارة المثالية للمضخة.

5-7- المحركات المستخدمة في وحدة الحفر :

يتم اختيار محركات المنفذة الرئيسية لوحدة الحفر (الأجهزة الرافعة والمنضدة الرحوية ومضخات الحفر) وفق المؤشرات التالية :

1- مصادر التغذية المتوفرة .
2- مقدار الاستطاعة المطلوبة .
3- المواصفات الميكانيكية للأجهزة المنفذة .
4- التكنولوجيا المقترحة لعمليات الحفر والرفع والإنزال
5- التحديد الكتلي والحجمي للمحركات .

حسب مصادر التغذية تستخدم المحركات التالية :

1- محركات الاحتراق الداخلي (ديزل)
2- المحركات الكهربائية .
3- المحركات العنفية والغازية .

حسب طبيعة التشغيل تصنف مصادر القوى المحركة إلى :

1- مصادر فردية .
2- مصادر جماعية .

إيجابيات استخدام القوى المحركة الجماعية :

1- تقليل عدد المحركات .
2- تخفيض الاستطاعة المطلوبة لكل محرك .

سلبياتها :

1- مضخة هذه المجموعة .
2- انخفاض مردودها المفيد نتيجة العدد الكبير للمحولات وأجهزة نقل الحركة الذي يربط هذه المحركات بالأجهزة المنفذة الرئيسية .

إيجابيات استخدام مجموعة القوى المحركة الفردية :

1- يكون لكل جهاز منفذ في وحدة الحفر مجموعة تشغيل خاصة به تشمل المحركات وأجهزة نقل الحركة التي تكون أبسط مما هي عليه في التشغيل الجماعي .
2- تؤمن سرع الدوران المطلوبة .
3- تسمح بالتشغيل والتوقف السريعين .

4- تخزن التصميمات والمخططات الحركية لأجهزة نقل الحركة بسيطة وتؤمن الحركة بسيطة وتؤمن التوزيع الجيد والمنتظم للمعدات في وحدة الحفر .
5- تؤمن هذه المجموعة مردوداً مفيداً عالياً نسبياً وذلك لقلة عدد هذه المحولات وبساطتها .

الأسس الحسابية لاختيار المحركات :

يتم اختيار نوع المحرك بالاعتماد على قيمة الاستطاعة الحسابية للمحركات الذي يجب أن :

1- تكون استطاعة النظامية مساوية للاستطاعة أو قريبة منها .
2- يؤمن المحرك الأمد يمكن أن يؤدي إلى تسخين المحرك الكهربائي وتسريع استهلاك المحرك الحراري .

لذلك لا بد من تحديد الاستطاعة الحسابية للمحركات المستخدمة في وحدة الحفر أولاً .

تحدد هذه الاستطاعة من استطاعات الأجهزة المنفذة مع الأخذ بالحسبان مخططات المحولات وتشكيلاتها .

- في حالة مصادر القوى المحركة الفردية : تحدد الاستطاعة الحسابية للمحرك من العلاقة التالية :

$$N_{\mathrm{e}} = \frac{N}{\eta} \qquad (5\text{-}51)$$

- في حالة مصادر القوى المحررة الفردية : تحدد استطاعة المحرك وفق استطاعة الأجهزة المنفذة العاملة في آن معاً من العلاقة التالية :

$$N_{\mathrm{e}} = \frac{N_1 + N_2 \ldots + N_n}{\eta} \qquad (5\text{-}52)$$

- في حالة مصادر القوى المحركة الفردية أو الجماعية متعددة المحركات فإن الاستطاعة الحسابية في هذه الحالة تحدد وفق العلاقتين التاليتين :

$$N_{\mathrm{e}} = \frac{N}{z\eta} \qquad (5\text{-}53)$$

$$\frac{N}{z.m} = \frac{N_1 + N_2 + \cdots + N_n}{Z\eta} \qquad (5\text{-}54)$$

N_e: الاستطاعة الحسابية للمحرك ، كيلو واط

N : الاستطاعة المستغلة من قبل الجهاز المنفذ في حالة مصادر القوة المحركة الفردية .

$N_1 + N_2 + \cdots + N_n$: استطاعة الأجهزة المنفذة العاملة في ـن معاً في حالة مصادر القوى المحركة الجماعية .

Z : عدد المحركات في المجموعة .

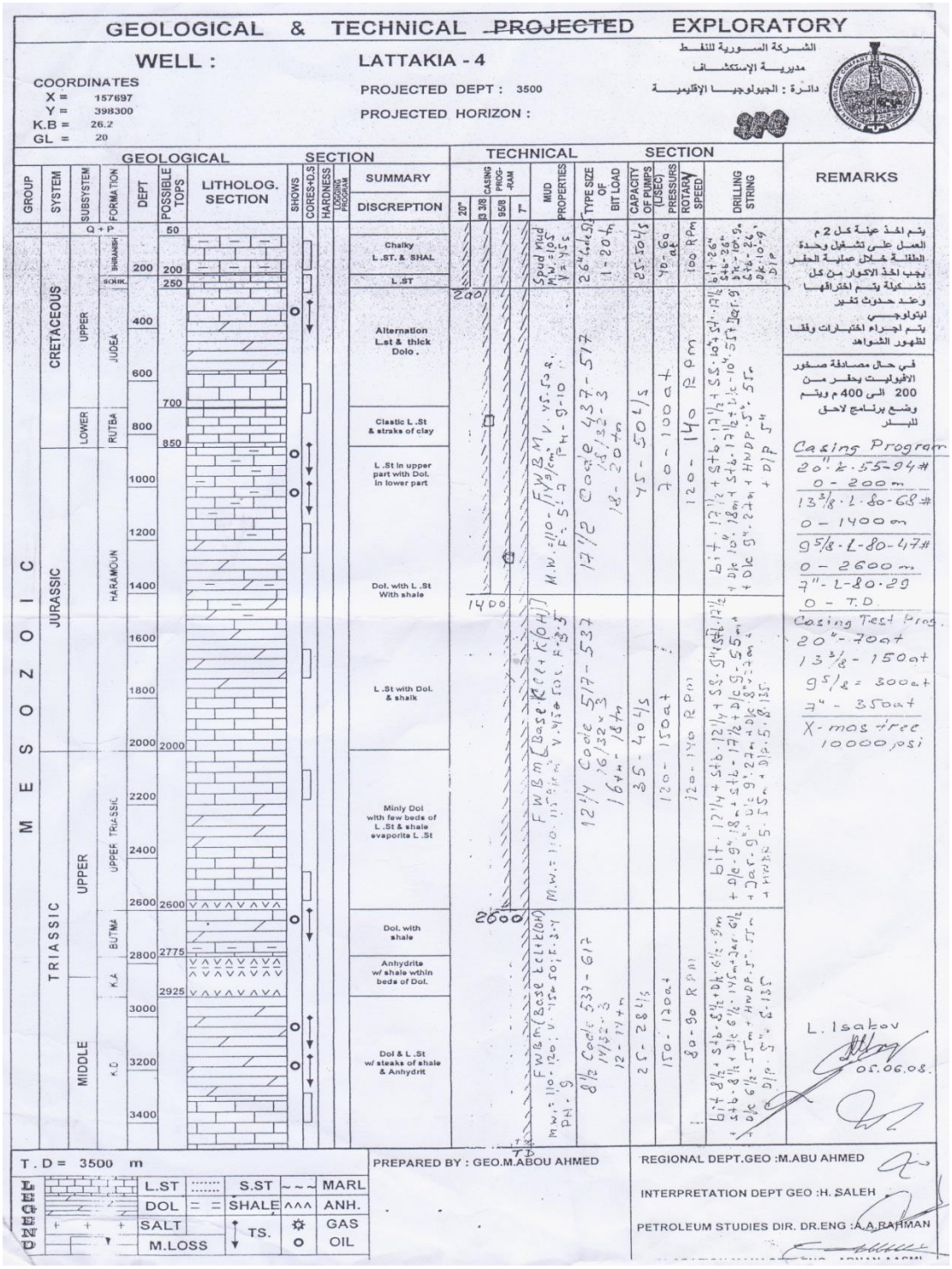
η : المردود المفيد الكلي للسلسلة الحركية ما بين محور المحرك ومحور الجهاز المنفذ .

الفصل السادس

الحسابات التصميمية

Designing calculations

لإجراء الحسابات يجب الإطلاع على الفوركاست الشكل (6-1) لمعرفة المعطيات المطلوبة(طول واقطار مواسير التغليف لكل مرحلة, اقطار رؤوس الحفر في كل مرحلة, نوع والوزن النوعي لسائل الحفر لكل مرحلة....) للبدء بالحسابات.



الشكل (6-1) فوركاست بئر اللاذقية -4 الذي سوف تجرى عليه الحسابات.

إن الدراسة التصميمية لاختيار وحدة الحفر سوف تتم على البئر الاستكشافي في (الساحل السوري) والذي تم تصميمه برنامج حفره تغليفه كما في الجدول التالي :

المرحلة	سطحية	وسطية أولى	وسطية ثانية	إنتاجية
عمق المرحلة (m)	200	1400	2600	3500
طول مواسير الحفر (m)	150	1232	2400	3256
طول مواسير الحفر المثقلة (m)	-	56	56	56
طول وقطر أعمدة الحفر m(inch) (dec*dic)	50(10*3)	112(9*3)	144(8*3)	$189(6\frac{1}{4}*2)$
وزن تشكيلة الحفر (KN)	224,5	718,48	1267,5	1523,6
الوزن النوعي السائل الحفر grf/cm^3	1,08	1,08	1,08	1,08
وزن مواسير التغليف (KN)	279,74	1250	1586	1356
وزن واحدة الطول لمواسير الحفر kgf/m	29	29	38	38
قطر مواسير التغليف (inch)	20	$13\frac{3}{8}$	$9\frac{5}{3}$	7
قطر مواسير الحفر (inch)	5	5	5	5
كثافة المعدن grf/cm^3	7.85	7.85	7.85	7.85
وزن واحدة الطول لمواسير الحفر المثقلة kgf/m	-	72,2	72,2	72,2
قطر الدقاق (inch)	26	$17\frac{1}{4}$	$12\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$
وزن واحدة الطول لأعمدة الحفر kgf/m	362	286,4	218,8	139,5

نلاحظ أن أكبر حمولة على الخطاف هي وزن مواسير التغليف للمرحلة الوسطية الثانية:

$$Wp = 1586 * 1{,}5 = 2379KN$$

6-1- حسابات برج الحفر :

أ- الحمولات الشاقولية المؤثرة على قاعدة البكرات التاجية :

- في حالة السكون $ph = 1586\,KN$

من العلاقة (6-5) نجد أن :

$$G_{\text{tr}} = 25 + (40 * 30 * 10).10^{-3} = 37KN$$

من العلاقة (5-2) نجد :

$$Pd_s = 1586 + 37 + \frac{2\times1586}{10} = 1940{,}2\ KN$$

في حالة الرفع والإنزال :

$$\eta_{tr} = 1 - 0{,}02m = 1 - 0{,}2 = 0{,}8$$

ومن العلاقة (5-3) نجد :

$$Pd_d = 1586 + 37 + \frac{2\times1586}{10\times0{,}8} = 2019{,}5KN$$

وباستخدام جدول (ملحق 2) نختار البرج الذي يتحمل هذه الحمولة .

فنجد أن البرج هو ثنائي القوائم : $BMA - 45 - 250$

ب- الحمولات الأفقية المؤثرة على قاعدة مجموعة البكرات التاجية نتيجة شد طرفي حبل الحفر :

أ- في حالة السكون : والطرفان مثبتان بجهة واحدة من العلاقة (5-4) نجد :

$$PL_H = \frac{1463.508}{10} \times (1.15 + 0.1) = 39.65\ KN$$

حيث أن : $Tan\beta = \frac{6}{40} = 0.15\ , Tan\alpha = \frac{4}{40} = 0.1$

والطرفان مثبتان بجهتين متعاكستين : من العلاقة (5-4) نجد :

$$PL_H = \frac{1586}{10}(0{,}15 - 0{,}1) = 7{,}93KN$$

ب- في حالة الحركة :

الطرفان مثبتان من جهة واحدة من العلاقة (5-5) :

$$PD_h = \frac{1586}{10\times0.8}\ (0.15) + \frac{1586\times0.8}{10}\ (0.1) = 42.418KN$$

- الطرفان مثبتان بجهتين متقابلتين من العلاقة (5-5) :

$$PD_h = \frac{1586}{10\times0.8}(0.15) - \frac{1586\times0.8}{10}(0.1) = 17{,}049KN$$

3- المركبة الأفقية من وزن مقاطع المواسير المستندة على محور مخزن المواسير :

من العلاقة (5-7) وباعتبار :

$$K = \frac{27}{26.5} = 1{,}0188$$

$$G_s = 3256 * 38 * 10 = 1237{,}28KN$$

$$P_{Sh} = 1{,}0188 * 1237{,}28 * tan\left(\frac{4}{2}\right) = 39{,}61KN$$

4- استقرارية البرج :

من العلاقة (5-9) نجد ان عزم الانقلاب :

$$M_{tB} = 25 * 40 + 16{,}66 * 15 + 39{,}61 * 26 = 2279{,}76KN.M$$

ومن العلاقة (5-10) نجد ان عزم الاستقرار :

$$M_{Sb} = 850 * 4 = 3400KN.M$$

ومعامل الاستقرار يحسب من العلاقة (5-8) فنجد :

$$K = \frac{3400}{2279.76} = 1{,}5$$

إذاً البرج الصاري مستقر وذلك وفق المجال (1.2-1.5)

2-6- حسابات منظومة الكبال :

طول كبل الحفر يحسب من العلاقة (5-11) حيث :

$$L_p = \frac{\pi}{2} . D_p = \frac{\pi}{2} * 1120 = 1759mm = 1{,}759m$$

$$L_w = 40(10 + 2) + 1{,}759(10 + 1) + 80 = 579{,}3m \longrightarrow L_w = 580m$$

قوى الشد في الطرفين المتحرك والثابت :

أ- في حالة السكون :

$$P = pf + Gtr = 1586 + 37 = 1623KN$$

من العلاقة (5-12) نجد أن :

$$S = \frac{1623}{10} = 162.3KN$$

ب- في حالة الرفع :

- الشد في نهاية المتحركة :

من العلاقة (5-13) نجد :

$$S_L = 1623 \frac{1.03^{10}(1.03-1)}{1.03^{10}-1} = 190.274\ KN$$

- الشد في النهاية الثابتة :

من العلاقة (5-14)

$$S_d = 1623 \frac{1.03-1}{1.03(1.03^{10}-1)} = 137.45\ KN$$

ت- في حالة الإنزال :

الشد في النهاية الثابتة :

من العلاقة(5-15)

$$S_{\mathrm{d}} = 1623\frac{1.03^{10}(1.03-1)'}{1.03^{10}-1} = 189.81KN$$

الشد في النهاية المتحركة:

من العلاقة(5-16)

$$S_{\mathrm{L}} = 1623\frac{1.03^{10}(1.03-1)'}{1.03(1.03^{10}-1)} = 184.68KN$$

- المردود المفيد للمنظومة :

$$\eta = \frac{1.03^{10}-1}{10x1.03^{10}\ (1.03\quad -1)} = 0.85$$

- احتياطي المتانة لكبل الحفر :

من جدول المؤشرات الاساسية لحبل الحفر نختار قطر حبل الحفر الافتراضي وهو $(32mm)$ فتكون قوة القطع الموافقة له $(679KN)$ والقوة العظمى للشد الذي يتعرض لها الحبل كما وجدنا من العلاقة (5-13) تساوي (190.274KN) ومن العلاقة (5-17) نجد :

$S = \frac{679}{190.274} = 3{,}5$ وهي تقع في المجال (5 – 3)

3-6- حسابات الأجهزة الرافعة :

- السعة السلكية لاسطوانة الملفاف : من العلاقة (5-19) نجد أن :

$$L_{\mathrm{O}} = 10 * 40 + 80 = 480m$$

- قطر اسطوانة الملفاف هنا من العلاقة التي تمثل وحدات الحفر المتوسطة والثقيلة:

$$D_{\mathrm{d}} = 25 * 32 = 800mm$$

- طول اسطوانة الأجهزة الرافعة من العلاقة (5-18) نجد :

$$L_{\mathrm{d}} = 2 * 40{,}44 * tg(1) = 1{,}412mm$$

حيث :

$$H_{\mathrm{o}} = \sqrt{6^2 + 40^2}$$
$$H_{\mathrm{o}} = 40.447m$$

- عدد لفات حبل الحفر على كل طبقة من الطبقات من العلاقة (5-20) نجد :

$$N_{\mathrm{o}} = \frac{1412}{1.1\times 0.032} = 40{,}113 \cong 41$$ لفة

- عدد الطبقات : من العلاقة : (5-22) حيث أن :

$$480 = \pi * 40{,}113 * Z[0{,}8 + 0{,}032 + (Z-1) * 0{,}93 * 0{,}032]$$
$$480 = 3.742Z^2 + 99{,}97\ Z$$

$Z1 = 4{,}155$ مقبول $Z2 = -30{,}8$ مرفوض

ومنه عدد الطبقات : $Z = 4{,}155 \cong 5$

الاستطاعة المطلوبة لتشغيل الملفاف :

من العلاقة (5-24) نجد أن :

$$\mathrm{N_h} = 1586 \times \frac{0.5}{2} = 369.5Kw$$

ومن العلاقة (5-25) نجد أن :

$$\mathrm{N_D} = \frac{369.5}{0.792} = 466.47Kw$$

من العلاقة (5-23) نجد أن :

$$N_\mathrm{e} = \frac{466.47}{0.97} = 480{,}9Kw$$

من الجدول ملحق (3) نختار الملفاف المناسب :

وهو نموذج $(B-2-5-5)$

4-6- حسابات الكابح الشريطي :

- العزم الدوراني على محور الأجهزة الرافعة من العلاقة (5-27) نجد أن :

$$M_\mathrm{d} = \frac{(1586+37)\times 1.03^{10}(1.03-1)800}{1.03^{10}-1} = 76{,}1KN.m$$

- **قطر عجلة الكابح :**

$$D_\mathrm{b} = D_\mathrm{d} + (Z.d_\mathrm{w}).c = 0{,}8 + (5 * 0{,}032).1{,}5 = 1{,}04m$$

- **عزم الفرملة :** $(\boldsymbol{Mb})$ من العلاقة (5-28) نجد أن :

$$M_\mathrm{b} = \frac{0.22x1.04^2(e^{4.71x0.3}-1)2}{4xe^{4.71x0.3}}x1200000 = 108.02KN.m$$

وذلك على اعتبار أن :

$\alpha = 4{,}71Rad$ $\mu = 0.3$

$[p] = 1200000.pa$ $\beta = 0{,}22$

معامل الكبح : من العلاقة (5-26) نجد أن :

$K_{\mathrm{b}} = \frac{108.02}{76.1} = 1{,}42$ مقبول

وهو يقع ضمن المجال (1,8 - 1,5)

- قوة الشد في النهاية المسحوبة :

$$T = \frac{B.Db}{2}[P] = \frac{0.22\times1.04}{2}.12\times10^5 = 137.28KN$$

- قوة الشد في النهاية الساحبة حسب علاقة إيلر :

$$t = \frac{T}{e^{\mu\alpha}} = \frac{137.28}{e^{0.3x4.71}} = 33.415KN$$

- حساب الضغط التماسي الأصغري والأعظمي :
- الضغط التماسي العظمى من العلاقة (5-30) نجد أن :

$$P_{max} = \frac{2\times137280}{0.22\times1.04} = 12\times10^5 pa$$

- الضغط التماسي الأصغري من العلاقة (5-31):

$$P_{min} = \frac{2\times33420}{0.22\times1.04} = 292132{,}7\ pa$$

5-6- حسابات المنضدة الرحوية :

1- مجال المعايرة السرعي : من العلاقة (5-34) نجد أن :

$$R_{\mathrm{n}} = \frac{250}{10} = 25$$

علماً أن : $n_{min} = 10rpm\ ,\ n_{max} = 250\ rpm$

ب- قطر فتحة المنضدة الرحوية : من العلاقة (5-32) نجد :

$$D = 0{,}6604 + 0{,}040 = 0{,}700m = 700mm$$

ث- الحمولة الستاتيكية المسموح بها من العلاقة (5-33) نجد :

$$G_{\max} = 1586 * 1{,}5 = 2379Kn$$

ج- عدد سرع المنضدة من العلاقة (5-35) نجد :

$$Z = 6 * 1 = 6$$

ح- عدد دورات المنضدة الرحوية :

من العلاقة (5-37) نجد أن :

$$\varphi = \sqrt[5]{25} = 1.904$$

ومن العلاقة (5-36) نجد :

$$nmin = 10$$
$$n1 = 10 * 1{,}904 = 19{,}04\ RPM$$
$$n2 = 19{,}04 * 1{,}904 = 36{,}25\ RPM$$
$$n3 = 36{,}25 * 1{,}904 = 69{,}02 RPM$$
$$n4 = 69{,}02 * 1{,}904 = 131{,}414 RPM$$
$$n5 = 131{,}414 * 1{,}904 = 250 RPM$$

خ- استطاعة المنضدة الرحوية :

أ- المرحلة السطحية : من العلاقة (5-39) :

$$N_f = 20 * 10^{-9} * 1080 * 10(0{,}127^2) * 200 * 80^{1{,}7} = 1{,}2Kw$$

من العلاقة (5-40) نجد :

$$N_b = 3{,}5 * 10^{-2} * 0{,}2 * 180 * 0{,}6604 * 80 = 66{,}5Kw$$

- استطاعة المنضدة الرحوية لمرحلة السطحية : من العلاقة (5-38)

$$N_R = \frac{1.2+66.5}{0.85} = 79{,}65Kw$$

ب- المرحلة الوسطية الأولى

$$N_f = 20 * 10^{-9} * 1080 * 10 * (0{,}127^2) * 1400 * 80^{1{,}7} = 7{,}2Kw$$

$$N_b = 3{,}5 * 10^{-2} * 0{,}2 * 200 * 0{,}4445 * 80 = 54{,}762Kw$$

$$N_R = \frac{7.2+54.7}{0.85} = 72{,}89Kw$$

ت- المرحلة الوسطية الثانية :

$$N_f = 20 * 10^{-9} * 1080 * 10 * (0{,}127^2) * 2600 * 110^{1{,}7} = 26{,}75Kw$$

$$N_b = 3{,}5 * 10^{-2} * 0{,}2 * 200 * 0{,}3111 * 110 = 47{,}9Kw$$

$$N_R = \frac{26.75+47.9}{0.85} = 87.82Kw$$

ث- المرحلة الإنتاجية :

$$N_f = 20 * 10^{-9} * 1080 * 10(0{,}127^2) * 3500 * 100^{1{,}7} = 30{,}61Kw$$

$$N_b = 3{,}5 * 10^{-2} * 0{,}2 * 200 * 0{,}2 * 100 = 28Kw$$

$$N_R = \frac{30.61+28}{0.85} = 68.95Kw$$

بناء على الحسابات السابقة نختار المنضدة المناسبة من الجدول ملحق (4) وهي $(R - 700)$

6-6- حسابات مضخات سائل الحفر :

1. المرحلة السطحية :

$$N_p = \frac{P.Q}{\eta_p}$$

$$P = 90at\ , Q = 60L/Sec$$

$$N_p = \frac{60x90x0.1}{0.85} = 635Kw$$

2. المرحلة الوسطية الأولى :

$$P = 120at\ , Q = 60L/Sec$$

$$N_p = \frac{60x120x0.1}{0.85} = 847Kw$$

3. المرحلة الوسطية الثانية :

$$P = 120at\ ,\ Q = 42L/Sec$$

$$N_p = \frac{42x120x0.1}{0.85} = 593Kw$$

4. المرحلة الإنتاجية :

$$P = 100at\ ,\ Q = 28L/Sec$$

$$N_p = \frac{20x100x0.1}{0.85} = 329Kw$$

اعتماداً على الجدول ملحق (5) نختار المضخة المناسبة وهي المضخة $UNBT - 950$

حيث استطاعتها : $950Kw$

وغزارتها العظمى $46L/Sec$ لتأمين الغزارة المطلوبة نأخذ مضختين ونربطهما على التفرع.

6-7- حسابات المحركات :

لدينا الاستطاعات الأجهزة المنفذة الرئيسية هي كالتالي :

$N_{\mathrm{D}} = 480{,}9Kw$

$N_{\mathrm{R}} = 88Kw$

$N_{\mathrm{P}} = 847Kw$

$$N_{\mathrm{TOT}} = 1.1(NP + NR + ND)$$

$$= 1{,}1(847 + 88 + 480{,}9) = 1557{,}5Kw$$

تم اتخاذ المعامل (1,1) لتشغيل الأجهزة الثانوية والمساعدة .

نختار المحرك المناسب وهو من النوع :

$(А\Pi\Gamma - 1000)$

باستطاعة : $625Kw$

فيكون عدد المحركات اللازمة : $\frac{1557.5}{625} = 2.4 \cong 3$ إذاً يلزم ثلاث محركات.

الفصل السابع
النتائج والمقترحات
Results and suggestions

من المقارنة بين مؤشرات وحدة الحفر (4500/270EK-BM) المستخدمة في حفر البئر ذات المواصفات المبينة في الملحق (6) والمعطيات الحسابية كما مبين في الجدول(7-1) نجد أن :

	المعطيات الحسابية	المعطيات الفعلية
عمل الحفر *(M)*	3500	4500
استطاعة مجموعة الرفع القصوى *(Kw)*	480.9	900
استطاعة المنضدة الرحوية القصوى *(Kw)*	87.82	370
استطاعة المضخات القصوى *(Kw)*	847	950
قطر حبل الحفر *(mm)*	32	32
الحمولة الستاتيكية القصوى على الخطاف *(tn)*	237.9	325
قطر فتحة المنضدة *(mm)*	700	700

الجدول(7-1) مقارنة بين مؤشرات وحدة الحفر(4500/270EK-BM) المستخدمة في حفر البئر والمعطيات الحسابية.

1- عمق البئر المحفور 3500 متر أقل من العمق الحدي المحدد للحفارة المستخدمة والذي هو 4500 متر.
2- استطاعة الملفاف للوحدة المستخدمة 900 كيلو واط بينما أقصى استطاعة حسابية لمجموع الرفع هي 480.9 كيلو واط .
3- استطاعة مضخات سائل الحفر المستخدمة في وحدة الحفر 950 كيلو واط أما الاستطاعة الحسابية القصوى للمضخات 847 كيلو واط وهي أيضاً أقل من الاستطاعة الفعلية .
4- استطاعة المنضدة الرحوية الفعلية 370 كيلو واط بينما الاستطاعة الحسابية القصوى 80 كيلو واط وأيضاً هي أقل بكثير الاستطاعة الفعلية .

5- من الفقرات السابقة نجد أن الأجهزة المنفذة الرئيسية للواحدة المستخدمة مصممة ومنفذة باستطاعات اكبر من الحاجة اي بعوامل امان واحتياط كبير بحيث يجب اختيار أجهزة ومعدات الحفر بمواصفات مناسبة بحيث يكون الهدر في الطاقة أقل ما يمكن.

6- عوامل الأمان المستخدمة في الحسابات التصميمية يجب أن تكون ذات قيم ملائمة لظروف عملية الحفر والسلامة والصناعة مع ايضا مراعاة العامل الاقتصادي والكلفة.

الجداول الملحقة:

نوع او فئة وحدة الحفر	الوزن المعلق على الخطاف KN	عمق الحفر M	الاستطاعة على محور الملفاف KW	الاستطاعة النوعية على محور الملفاف KW	
				لاجل 1KN من الوزن المرفوع	لاجل 1mمن عمق الحفر
1	800	1250	240	0.30	0.19
2	1000	1600	300	0.30	0.19
3	1250	2000	440	0.35	0.22
4	1600	2500	550	0.34	0.22
5	2000	3200	610	0.34	0.21
6	2500	4000	900	0.36	0.22
7	3200	5000	1100	0.34	0.22
8	4000	6500	1475	0.37	0.23
9	5000	8000	2200	0.44	0.27
10	6300	10000	2950	0.47	0.29
11	8000	12500	2950	0.37	0.24

الجدول الملحق (1) يبين قيم الاستطاعات النوعية لوحدات الحفر حسب تصنيفها العام

UB-45-500 A	UB-45-400 A	BMA-45-320	BMA-45-250	BMA-45-200	BMA-41-170	BB-42-200	BM-42-100	BM-40-100 BU-75 BR-70	انواع ابراج الحفرالمصنعة / مؤشرات ابراج الحفر
رباعي القوائم		ثنائية القائم				رباعي القوائم	ثنائية القوائم		نوع ابراج الحفر
5000	4000	3200	2500	2000	1700	2000	1400	1000	الحمولة الحدية KN
8x7	7x6	7x6	7x6	6x5	6x5	6x5	5x4	5x4	تركيبة منظومة الحبال
45	45	45	45	45	41	42	42	40	ارتفاع البرج m
11x8	11x8	10x10	10x10	10x10	9.2x9.2	8x8	7.2x7.2	6.2x6.2	قياسات القاعدة السفلية m
71.6	71.6	40.3	34.7	31.7	26.2	29.00	19.3	16.6	كتلة البرج ton

الجدول الملحق(2) يبين المواصفات التقنية لبعض الانواع من ابراج الحفر

LBO-3000 0-2-3000	LBO-1000M_1 LBO-1000M_2	B-2-5-5	LB-750	المؤشرات
1250	810	810	560	استطاعة الملفافKw
340	250	270	200	القوة العظمى لشد الطرف المتحركKN
35	32	32	28	قطر حبل الحفرmm
835	750	800	700	اسطوانة الملفاف
1445	1350	1030	1200	طول الاسطوانة mm
1	1	3	1	عدد محاور الملفاف
3	3	4	4	عدد السرع الامامية
6	6	5	4	الملفاف
3	3	4	4	المنضدة الرحوية
كهروماتك	كهرومغناطيسي	هيدروماتيك		نوعية الكابح المساعد
4	3	5	3	عدد طبقات لف الحبل على اسطوانة الملفاف
				القياسات mm
8325	7090	7330	9900	الطول
-	2610	3500	2530	العرض
-	2430	2730	2714	الارتفاع
-	27.3	27.1	17.1	الكتلةton

ملحق (3) يبين المواصفات التقنية لبعض الاجهزةالرافعة السوفيتية

R-1260	R-950	R-700	نوع المنضدة
1260	950	700	قطر الفتحة mm
8000	6300	5000	القوة الستاتيكية المسموح بها على المنضدةKN
180	120	80	العزم الستاتيكي KN.m
350	350	350	اكبر عدد دورات للمنضدة rpm
3.96	3.81	3.61	العدد التحويلي للمحولة المسننة المخروطية
9460	7000	4790	الوزن(بدون اللقم المخروطية) kg
2910	2425	2270	A
800	750	680	B
1070	875	740	C
1000	765	665	C^1
2535	2065	1945	D
2230	1850	1545	الابعاد mm E
360	330	305	F
1930	1550	1200	G
1115	925	775	H
2630	2165	2010	I
-	-	1270	J

ملحق(4)مواصفات بعض انواع من المنضدة الرحوية

UNBT-1180L	UNBT-950	UNBT-600	نوع المضخة
1180	950	600	الاستطاعة KW
3	3	3	عدد الاسطوانات
125	125	160	عدد الحركات المزدوجة بالدقيقة
51.4	46	50.9	غزارة المضخة (القصوى) $dm^3/sec.$
35	32	35	ضغط المخرج (الاعظمي) MPa
شكل L	جريان مباشر	شكل L	شكل نهاية خط الجريان
PK70-350	PK70-320	PK40-350	منظم الجريان والضغط
5	5	5	اقصى ضغط التصريف الشاذ %
22432	22070	13670	وزن المضخة بدون الحزام, ا منظم الجريان والضغط والحمالات Kg
24632	24261	15450	وزن المضخة مع الحزام, منظم الجريان والضغط والحمالات Kg
496	496	526	A
1286	1286	1140	B
2860	2860	2578	C
3761	3761	3705	D
710	710	1120	E mm الابعاد
5390	5390	3955	F
2186	2186	1680	G
3359	3359	2478	H
904	904	592	I

ملحق (5)يبين مواصفات بعض مضخات الحفر

BU4500/270 EK-BM(CH)	BU4200/250 EK-BM(CH)	BU4000/250 EK-BM	BU3900/225 EK-BM	
(2700)270	(2500)250	(2500)250	(2250)225	الحمولة المسموح بها للخطاف tf(KN)
(324)3240	(300)3000	(300)3000	(270)2700	الحمولة الستاتيكية العظمى للخطاف tf(KN)
4500	4200	4000	3900	عمق الحفر m
25	24-27	24-25	25	طول الساق m
طاقة بتيار مستمر/متردد مع نظام تحكم رقمي	طاقة بتيار متردد مع نظام تحكم رقمي	طاقة بتيار مستمر مع نظام تحكم رقمي	طاقة بتيار مستمر مع نظام تحكم رقمي	نوع الطاقة المستخدمة
UM45/270-R	M46/250-OG-R	UM45/250-R	UM45/225-R	**برج الحفر**
شكلAللتثبيت اليدوي للساق.مع امكانية وضع الرأس القائد	حواف امامية مفتوحة للتثبيت اليدوي للساق.مع امكانية وضع الرأس القائد	شكلAللتثبيت اليدوي للساق.مع امكانية وضع الرأس القائد	شكلAللتثبيت اليدوي للساق.مع امكانية وضع الرأس القائد	النوع
45.3	46	45	45.6	الارتفاع الفعالm
				القاعدة
وحدات	وحدات	وحدات	وحدات	النوع
9.89	9.89	9.89	8.5	الارتفاع(ارضية الحفر) m
				البكرات
32	32	32	32	قطر كبل الحفر mm
10(5*6)	10(5*6)	10(5*6)	10(5*6)	عدد البكرات
LBU-900 ET-3	LBU-900 AS-2	LBU-1100 ET-3	LBU-750 SNG	**الملفاف**
900	900	1100	750	طاقة الدخل KW
UV-270 MA	UV-270 MA	UV-270 MA	UV-250 MA	**الرأس الهيدروليكي**
(2700)270	(2700)270	(2700)270	(2500)250	الحمولة tf(KN)
(1600)160	(1600)160	(1600)160	(1600)160	الحمولة الديناميكيةtf(KN) .(API)
R-700	R-700	R-700	R-700	**المنضدة الرحوية**
370	370	370	370	الاستطاعة KW
700	700	700	700	قطر الفتحة mm
(5000)500	(5000)500	(5000)500	(5000)500	الحمولة الستاتيكية المسموح بها tf(KN)
UNBT-950 L	UNBT-1180 L	UNBT-900 A2	UNBT-900 A2	**المضخات**
950	1180	950	950	السعة KW
51.4	51.4	46	46	سرعة المضخة القصوى L/sec
32	35	32	32	ضغط المخرج الاغظمي MPa
				نظام تدوير سائل الحفر
210	240	205	160	سعة نظام التدوير m^3
4	5	4	4	عدد مراحل التنظيف

ملحق(6) يبين مواصفات بعض الوحدات المستخدمة

معجم المصطلحات:

-A-

Accessories	مساعد-ملحق
Accurate	ضبط
Ad-hesion	التصاق-التحام
Air Clutch , pneumatic	قارنة هوائية
Arm	ذراع
Asbestos fiber	الياف اسبستوس
Auxiliary brakes	الكوابح المساعدة المنظمة
Auxiliary equipment	المعدات المساعدة

-B-

Band Brake	اشرطة الكابح
Bearing ball	مضجع كروي-مضجع اسطواني
Bearing Roller	المضاجع, كراسي المحور
Belt Gearing	محولة حزامية

-C-

Capacity	الاستطاعة
Center Gravity	مركز الثقل
Centrifugal pump	مضخات طاردة مركزية
Clutch	قارنة
Compressor	الضاغط الهوائي
Critical load	الحمولة الحرجة

-D-

Dead line	النهاية الثابتة
Dead line anchor	جهاز تثبيت النهاية الثابتة
Derrick	برج الحف
Draw works	الاجهزة الرافعة
Drill collar	عمود الحفر
Drill pipe	ماسورة الحفر
Drilling depth	عمق الحفر
Drilling hook	خطاف الحفر
Drilling hose	خرطوم سائل الحفر
Drilling line(wire line)	حبل الحفر
Drilling mud	سائل الحفر

Drilling Rig	وحدة الحفر
Drilling string	عمود مجموعة المواسير
Drive shaft	المحور القائد
Drum	اسطوانة الملفاف
Drum brake	كابح الملفاف
-E-	
Elevators	معدات مسك وتعليق المواسير
Equalizer	الموازن
-F-	
Fast line	النهاية المتحركة لحبل الحفر
Friction	احتكاك
Friction break	كوابح احتكاكية
Fluid end	القسم الهيدروليكي
-G-	
Gear	مسنن
Gear box	علبة تغير السرعات
Grooving	اخاديد-ثلوم
-H-	
Hoisting system	منومة الرفع
Hook	خطاف
Hydromatic break	الكابح الهيدروديناميكي
-I-	
Interconnecting	توصيل مشترك
-K-	
Kelly	قلم الحفر
Kelly bushing	لقم قلم الحفر
Kinematic scheme	مخطط حركي
-L-	
Lever	عتلة
Liner	خطي
Load	حمل
Lock	قفل
-M-	
Main bearing	مضاجع رئيسية
Master bushing	اللقم الاساسية

Mixers	خلاطات
Mud additives	اضافات سائل الحفر
Mud (slush) pump	مضخة سائل الحفر
Mud tank	خزان سائل الحفر
-N-	
Nominal lad	الحمولة النظامية
-O-	
Offshore drilling	الحفر البحري
Offshore drilling platform	منصة الحفر البحري
-P-	
Power end	القسم الميكانيكي
Pilot	القائد
Penetration rate	معدل التقدم
Pressure pump	ضغط المضخة
Power drive	مصدر القوى المحركة
Pump discharge line	خط تصريف المضخة
-R-	
Rotor	دوار
Roller Bearing	مضاجع تدحرجية
Rotary table	منضدة رحوية
Rotary drilling	الحفر الدوراني
-S-	
Shale shakers	مناخل هزازة
Storage	خزانات
Slips	مواسك
Stand pipe	العمود القائم
Stress	الاجهاد
Structural scheme	مخطط تركيبي
Swivel	الرأس الهيدروليكي
-T-	
Traveling blocks	البكرات المتحركة
Torque	عزم
Turbo-Drill	الحفارة العنفية(التوربينية)
-U-	
Uphill	بالاتجاه الاعلى

-V-

Vent	مُصرف
Vibrator	هزاز
Velocity	السرعة
Velocity range	مجال السرعة

-W-

Well head equipment	معدات فوهة البئر

المراجع العلمية:

المراجع العربية:

1- ميكانيك الات الحفر والانتاج (1) –د.محمود حديد, منشورات جامعة البعث.
2- ميكانيك الات الحفر والانتاج (2) –د.محمود حديد, منشورات جامعة البعث.
3- هندسة الحفر –د.طاهر نصور و د.مسرور سليمان, منشورات جامعة البعث.
4- هندسة الحفر1 (طرق الحفر)-د.محمد خضور, منشورات جامعة البعث.
5- الشركة السورية للنفط.

المراجع الاجنبية:

1- باعراف, ر-أ- الات الحفر ومجاميعها 1988- موسكو- دارنيدرا.
2- Uralmashplant –catalogue of oil&gas drilling equipment.