المفاهيم الأساسية في هندسة حفر الآبار
Basic conceptions in drilling engineering

1-1- مقدمة :

تستخدم في الوقت الحاضر تقنيات حفر الآبار لاستخراج كميات كبيرة وهامة من الموارد والخامات الطبيعية (النفط، الغاز، المعادن الثمينة . . . وغيرها) من باطن الأرض. وأهم المجالات التي تحفر من أجلها الآبار:

1 – استخراج النفط والغاز الطبيعي من المكامن النفطية والغازية.

2 – التنقيب والاستكشاف، وذلك بهدف اكتشاف المكامن الجديدة للخامات الهامة، أو بهدف تحديد المكامن التي سبق اكتشافها، وحساب مخزون هذه المكامن من الثروات.

3 – حفر الآبار المائية، وذلك بهدف استخدامها للأغراض البشرية، والزراعية، والصناعية.

4 – حفر الآبار المنجمية، وذلك لاستخدامها كمنافذ للتهوية، أو كوسائل لنزح الماء المتدفق في المناجم، أو كممرات للإسعاف السريع، وغيرها من الاستعمالات المتعلقة بصناعة المناجم.

5 – دراسة التربة، وذلك بهدف إنشاء العمارات والأبراج العالية والسدود والطرق السريعة والسكك الحديدية، والممرات تحت الأرض والمنشآت الصناعية، وغيرها من الأعمال الإنشائية .

وبالرغم من تعدد مجالات تطبيق أعمال حفر الآبار، فإن تطور تقنيات حفر الآبار اعتمدت أساساً على أعمال التنقيب والاستكشاف والاستثمار لحقول النفط والغاز، وذلك لأن معظم الآبار المحفورة وأكثرها عمقاً تمّ حفرها لاستخراجها. ومع ذلك فهناك الكثير من العناصر المشتركة بين أعمال الحفر المستخدمة للأغراض المختلفة.

1-2- مفهوم البئر :

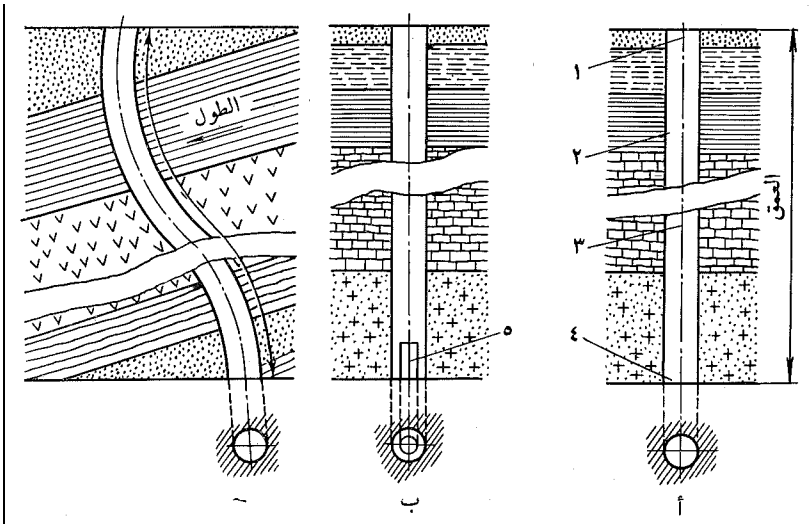
تعرّف البئر بأنها بناء معدني خاص، وذات شكل أسطواني، تحفر دون إنزال الإنسان فيها، قطرها أقل بكثير من طولها [3،6]. وعناصر البئر هي الآتية (الشكل 1-1):

– فوهة البئر: وهي الفتحة الواقعة في الجزء العلوي من البئر (على السطح).

– قاع البئر: وهي الطرف السفلي من البئر.

– جدران البئر: وهي عبارة عن السطح الأسطواني الواصل بين فوهة البئر وقاعها.

– محور البئر: وهو الخط الوهمي الذي يصل بين مركز فوهة البئر ومركز القاع، وقد يكون المحور مستقيماً شاقولياً، أو مائلاً، أو منحنياً، أو متعرجاً.



شكل (1-1): رسم تخطيطي للآبار.

– عمق البئر: وهو المسافة الشاقولية بين الفوهة والقاع، أي أنه مسقط محور البئر على الشاقول. ويتغير عمق البئر في مجال واسع، من عدة عشرات من الأمتار حتى عدة آلاف من الأمتار، وذلك حسب الهدف من حفرها.

– طول البئر: وهو المسافة بين الفوهة والقاع وفق محور البئر، أي أن طول البئر أكبر دوماً من عمقها.

– قطر البئر: تحفر البئر على مراحل، ويتناقص قطر البئر من مرحلة لأخرى بدءاً من السطح. القطر الأول للبئر (على السطح) لا يزيد عادةً عن 900 mm ، والقطر الأخير (المرحلة السفلى) نادراً ما يكو ن أقل من 140 mm .

يتم إنجاز البئر بالحفر، الذي هو عبارة عن مجموعة الأعمال التي يتم بواسطتها اختراق الطبقات الصخرية بدءاً من سطح الأرض وحتى العمق المقرر للبئر. وتشمل هذه الأعمال تفتيت الصخور عند القاع، ورفع نواتج الحفر إلى السطح، ثم تغليف البئر وسمنتتها. تفتيت الصخور عند القاع يمكن أن يكون كاملاً، وهو ما يسمى بالحفر العادي، أو يكون جزئياً، ويسمى عندئذ بالحفر التلبيبي، وذلك بهدف الحصول على عينات أسطوانية من الطبقات الصخرية، ترفع بشكل دوري إلى السطح لدراسة هذه الطبقات بشكل دقيق ومفصل.

تحفر الآبار على اليابسة وفي البحار، وذلك بواسطة أجهزة حفر (وحدات الحفر)، وعند الحفر في البحار تثبت هذه الأجهزة على منصات ثابتة أو عائمة، أو سفن حفر بحرية.

1-3 – تصنيف الآبار :

تصنف الآبار بطريقتين:

1– 3–1– حسب وضعية محورها :

وفق هذا التصنيف تقسم الآبار إلى الأنواع الآتية [3،6]:

1 – آبار شاقولية (Vertical wells): وهي الآبار التي لا تتجاوز زاوية ميل محورها عن الشاقول $(\alpha \le 5^o)$.

2 – آبار مائلة (Inclined wells): حيث تكون زاوية ميلها عن الشاقول كبيرة $\left(\alpha > 5^o\right)$. ويحصل الميل هنا بشكل خارج عن الإرادة لأسباب عديدة.

3 – آبار موجهة (Directional wells): وهي من النوع المائل ، ولكن يخطط لها مسبقاً ويحدد اتجاهها للوصول إلى هدف معين . وقد تكون الآبار المائلة والموجهة مستقيمة (مائلة خطياً) مع المحافظة على زاوية السمت ثابتة، وقد تكون متعرجة، أي تتغير هنا زاوية الميل وزاوية السمت. وقد تحفر عدة آبار موجهة من بئر واحدة (من موقع واحد لجهاز الحفر)، وتسمى الآبار المتشعبة أو الآبار متعددة القيعان (Multi lateral wells) ويحفر هذا النوع عادةً في البحار.

4– الآبار الأفقية (Horizontal wells): وهي إحدى الحالات الخاصة للآبار الموجهة، حيث تتكون من جذع شاقولي في بدايتها، يليه الجزء المائل، وتنتهي بجذع أفقي في نهايتها يخترق الطبقة المنتجة لمسافة طويلة.

1–3–2 –حسب الهدف من الحفر :

تصنف الآبار حسب الهدف من حفرها إلى [3،6]:

1–3–2–1– آبار الأبحاث الجيولوجية (Geological researches wells):

تحفر هذه الآبار لدراسة الطبقات الصخرية المتعاقبة في تركيب جيولوجي معين، والحركات التكتونية التي تعرض لها، وإمكانية احتوائها على الخامات المعدنية. وعند حفر هذا النوع من الآبار تتم دراسة الطبقات المشكلة للمقطع الجيولوجي بشكل مفصل، وجمع كل ما يمكن الحصول عليه من معلومات عن الطبقات المخترقة، وهذا ما يؤدي إلى زيادة زمن حفرها، وبالتالي ارتفاع تكاليفها. عمق هذه الآبار يتراوح بين عدة عشرات من الأمتار وعدة مئات أو آلاف الأمتار، وتتصف ببرنامجها المكثف والمعقد للأبحاث، حيث يتم أخذ عينات من الصخور بشكل مكثف. وعند اكتشاف طبقة منتجة يجري اختبار البئر باستخدام أجهزة خاصة لمعرفة إنتاجيتها من النفط والغاز. وفي حال الآبار ذات العمق القليل نسبياً والتي تبحث عن الخامات المعدنية القابلة للاستثمار يجري الحفر بشكل تلبيبي من السطح وحتى العمق النهائي للبئر.

1–3–2–2– الآبار الاستكشافية (Exploration wells):

يجري حفر هذه الآبار في المناطق التي يتم التأكد من احتوائها على النفط والغاز بكميات اقتصادية، وذلك بناءً على معطيات آبار الأبحاث الجيولوجية، بهدف تحديد أبعاد المكمن أفقياً وعمودياً، وجمع المعلومات اللازمة لوضع مشروع استثماره. أثناء الحفر الاستكشافي تستمر الدراسات الجيولوجية بالقدر نفسه الذي يبذل عند حفر آبار الأبحاث الجيولوجية، وذلك بأخذ عينات أسطوانية عند كل تغير ليتولوجي، كما تؤخذ عينات أسطوانية من كامل المجال المتوقع احتواؤه على المركبات الهيدروكربونية، وتجري اختبارات لهذه المجالات، لتحديد مدى اقتصادية استثمارها مع أخذ عينات من محتوياتها .

يتميز هذا النوع من الآبار ببرنامجه المكثف، وتعطى الأولوية لجمع أكبر ما يمكن من المعلومات عن الطبقات المشكلة للمجال المنتج، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة زمن حفر هذه الآبار، وبالتالي ارتفاع تكاليف إنجازها.

1–3–2–3– الآبار الإنتاجية (Production wells):

تحفر هذه الآبار في الحقول المستكشفة بالنوع السابق من الآبار، وذلك وفقاً لشبكة معينة يتم تحديدها تبعاً لخصائص المكمن وأبعاده، وذلك بهدف استثمار مخزون المكمن من النفط والغاز. وعند حفر هذه الآبار تؤخذ عينات أسطوانية من المجال المنتج فقط، لأن نوعية الطبقات الأخرى وخصائصها أصبحت معروفة من خلال حفر الأنواع السابقة من الآبار، لذلك فإن كلفة هذه الآبار يجب أن تكون قليلة نسبياً بالمقارنة مع الآبار الاستكشافية. ولا تقتصر الآبار الإنتاجية على تلك التي يستخرج منها النفط والغاز فحسب بل تشمل كذلك الآبار التي تسمح بالاستثمار الفعال والصحيح للمكمن وهي [3]:

آ – آبار التقييم :

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

ب – آبار الحقن :

تستخدم هذه الآبار من أجل حقن الماء أو الغاز أو الهواء في الطبقة المنتجة من خارج حدود المكمن إلى داخله، أو من داخل المكمن إلى خارجه (حقن مركزي) وذلك بهدف زيادة الضغط الطبقي، أو المحافظة عليه عند قيم معينة أثناء الإنتاج .

ج – آبار المراقبة :

تحفر هذه الآبار لتأمين المراقبة المنتظمة أثناء الإنتاج لتغير الضغط الطبقي، ومستويات سطوح التقاء النفط بالماء، والغاز بالماء، والنفط بالغاز.

1–3–2–4– الآبار ذات الأهداف الخاصة(Wells for special purposes):

تحفر هذه الآبار لأغراض مختلفة منها: إجراء أعمال 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؛ إعداد التراكيب اللازمة لتخزين الغاز في باطن الأرض؛ القضاء على الاندفاعات التي تحصل أثناء حفر الآبار واستثمارها، وذلك عند عدم التمكن من السيطرة عليها.

باستثناء مجالات الصناعة النفطية، فإن حفر الآبار يستخدم أيضاً في العديد من فروع الاقتصاد الوطني. ففي مجال التعدين تحفر الآبار للأغراض الآتية[3،2]:

- البحث عن الثروات المعدنية وتقييم مدى اقتصاديتها واستثمارها.
- تهوية الممرات المنجمية التي تستثمر من خلالها الثروات المعدنية، وذلك لتأمين ظروف مناسبة للعناصر البشرية التي تعمل ضمنها.
- تصريف المياه من الممرات المنجمية بواسطة مضخات توصل إلى السطح.
- إنزال مواد التدعيم للممرات المنجمية، وتثبيت التربة عند شق المناجم.
- تغويز الفحم في باطن الأرض.

- أعمال التفجير التي تجري عند استثمار الخامات المعدنية.

وفي مجال الصناعات الكيميائية يجري حفر الآبار لاستثمار المياه الغنية بالمعادن في باطن الأرض، والتي تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح، والبروم، واليود، والمواد الكيميائية الأخرى، التي تعتبر من مصادر الخامات لهذه الصناعة.

وفي مجال الطب يحفر سنوياً عدد كبير من الآبار، لاستثمار المياه المعدنية ذات الخصائص العلاجية.

إضافةً إلى ذلك تحفر آبار خاصة لدراسة إنشاء الطرق الرئيسية والخطوط الحديدية، ولدراسة التربة في المواقع المقترحة لإنشاء السدود، والجسور، والمصانع، والمنشآت السكنية. كما تحفر آبار لإمداد المشاريع الصناعية والمدنية بالمياه.

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

هنالك وسائل عديدة لحفر الآبار: ميكانيكية، حرارية، كيميائية – فيزيائية، وكهروحرارية . . . وغيرها، إلا أن الوسائل الميكانيكية هي فقط التي لقيت استخداماً واسعاً، بينما لم تخرج الوسائل الأخرى عن طور التجريب والاختبار. وتختلف هذه الطرق فيما بينها بطريقة تفتيت الصخور عند القاع، أو بكيفية رفع نواتج الحفر إلى السطح، أو بالخصائص التركيبية لرؤوس الحفر. تعتمد الطرق الميكانيكية على طاقة المحركات بأنواعها المختلفة (بخارية، ديزل، كهربائية، هيدروليكية . . . إلخ). وتوجد طرق ميكانيكية عديدة للحفر، منها ما طب ق عملياً، ومنها ما يزال قيد الدراسة والتقييم، ومن هذه الطرق نذكر [2،3،6]:

1 – الحفر الدقي أو المطرقي (Cable tool drilling):

تعتبر هذه الطريقة الأولى التي طبقت لاستخراج المياه وكذلك النفط. ومع أن هذه الطريقة لم تعد تستخدم في الصناعة النفطية، فإننا سوف نقوم بدراستها كونها مازالت مستخدمة في صناعة الفحم والتعدين ، والأبحاث الجيولوجية الهندسية، وأيضاً حفر آبار المياه.

2 – الحفر الدوراني (Rotary drilling):

وهي الطريقة الوحيدة المطبقة حالياً في الصناعة النفطية. وفي هذه الطريقة من الحفر يتم تحطيم الصخور على قاع البئر نتيجة تأثير الحمل على رأس الحفر، ودوران رأس الحفر على القاع في آن واحد، فبتأثير الحمل تنغرس أسنان رأس الحفر في الصخر، وبتأثير دوران رأس الحفر يتم تفتيت الصخور وعزلها عن الطبقات المتماسكة. وتوجد الطرق الآتية من الحفر الدوراني:

آ – الحفر الطاحوني أو الرحوي (Rotary drilling) :

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

ب – الحفر باستخدام محركات مغمورة :

وهنا توضع محركات فوق رأس الحفر، تعمل على تدويره بمفرده، دون دوران مجموعة مواسير الحفر. و تبعاً لنوع هذه المحركات توجد الطرق الآتية من الحفر:

- الحفر باستخدام محركات توربينية (عنفية) (Turbo drilling): حيث تعمل هذه المحركات بطاقة سائل الحفر الذي يضخ من خلال مجموعة مواسير الحفر.
- الحفر باستخدام محركات كهربائية (Electrical drilling): حيث تتم تغذية المحرك بالتيار الكهربائي من على السطح.

3 – طرق حفر حديثة (Modern drilling methods) :

وهذه الطرق ما تزا ل قيد البحث والتجريب والتقييم، ولم تدخل مجال التطبيق حتى الوقت الحاضر. وسنأتي على دراسة هذه الطرق في الفصل الثامن من هذا الكتاب.

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

دورة الحفر (أو حلقة الحفر) هي مجموعة الأعمال المتعاقبة والتي تتكرر عند حفر كل بئر، بدءاً من تحضير السطح الذي سوف يركب عليه جهاز الحفر، وانتهاءً بفك جهاز الحفر ونقله إلى موقع جديد، وهذه الأعمال هي [35، 6]:

1 – الأعمال التمهيدية السطحية :

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

آ – شق طريق إلى موقع البئر، بحيث تكون هذه الطريق سالكة في مختلف الظروف الجوية، لذلك ينصح بوضع طبقة من الحصى عليها ورشها بطبقة من الإسفلت.

ب – تسوية سطح الأرض الذي سيركب فوقه جهاز الحفر وملحقاته.

ج – إيصال المياه إلى موقع الحفر، وذلك إما بجرها من مصدر سطحي قريب (بحيرة، نهر . . . إلخ)، أو حفر بئر (أو أكثر) لتأمين المياه اللازمة لعملية الحفر.

د – صب القواعد الإسمنتية التي سوف يركب عليها جهاز الحفر، وبالنوعية التي تمكنها من تحمل وزن جهاز الحفر، والإجهادات الناتجة عن عملية الحفر، ولزمن يكفي لإنجاز البئر.

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

2 – نقل جهاز الحفر وتركيبه :

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

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

ب – إمداد جهاز الحفر بالتيار الكهربائي، وإيصال التمديدات الكهربائية إلى الأجزاء المختلفة من جهاز الحفر.

ج – إمداد جهاز الحفر بوسائل الاتصال السلكية واللاسلكية.

ينصح بإجراء صيانة لأجزاء جهاز الحفر في الفترة الفاصلة بين فكه من موقع قديم وتركيبه في الموقع الجديد، بحيث لا نضطر إلى إصلاح بعض المعدات أثناء العمل، والتي تؤدي في حال حدوثها إلى التوقف عن العمل لفترات طويلة، إضافةً إلى ما يرافق هذه العملية من صعوبات.

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

3 – الأعمال التمهيدية للحفر:

وهذه المجموعة من الأعمال تسبق مباشرةً عملية الحفر الفعلية، وتنفذ من قبل طاقم الحفر، وتتضمن:

- فحص نوعية التركيب الذي أنجز من قبل مجموعة الفك والتركيب، والتأكد من صلاحية أجزاء جهاز الحفر للعمل وجاهزيته.
- تحديد ووضع زاوية الميل، إذا كان الحفر سيتم بشكل مائل.
- تركيب منظومة الحبال.
- حفر حفرة لماسورة الإضافة، وحفر بيت القلم وتغليفه (وهي حفرة قريبة من فوهة البئر، تميل بزاوية معينة، ينزل فيها قلم الحفر أثناء الرفع والإنزال، وأيضاً أثناء إضافة ماسورة حفر جديدة).
- وصل الخرطوم المرن إلى كل من الرأس الهيدروليكي والأنبوب القائم.
- تعليق المفاتيح على برج الحفر وتركيبها.
- التأكد من أفقية الطاحون.
- تركيب أجهزة تحضير وصيانة وتنظيف سائل الحفر.
- حفر المرحلة الدليلة من البئر (وهي حفرة بعمق 2-10 m وبقطر 1 m) ثم تغلّف وتسمنت جيداً.

4 – عمليات الحفر الفعلية :

وتشمل مجموعة العمليات التي تتكرر عند استخدام أي رأس حفر جديد، وذلك على النحو الآتي: يربط رأس الحفر مع أول عمود حفر وينزل في البئر، ثم تربط باقي أعمدة الحفر، يليها ربط مواسير الحفر حتى اقتراب وصول رأس الحفر إلى القاع، بعد ذلك يركب قلم الحفر، وتبدأ عملية الحفر بتشغيل مضخات سائل الحفر وتدوير الطاحون، مع التحميل على رأس الحفر بجزء من وزن أعمدة الحفر. ويستمر الحفر حتى الاستهلاك الكامل لرأس

الحفر، حيث ترفع مجموعة المواسير إلى السطح لاستبدال رأس الحفر المستهلك بآخر جديد. تتكرر هذه العمليات حتى الوصول إلى العمق النهائي للبئر .

5 – عمليات التدعيم والعزل :

وتتضمن إنزال مواسير التغليف لتدعيم جدران البئر وحمايتها من الانهيار، ثم ضخ السائل الإسمنتي لملء الفراغ الحلقي خارج المواسير بالإسمنت، وذلك بهدف زيادة مقاومة مواسير التغليف، وعزل الطبقات المخترقة بعضها عن بعض، لمنع انتقال الموائع من طبقة لأخرى. وتتم هذه العمليات بشكل دوري، أي عند الانتهاء من حفر كل مرحلة من مراحل البئر. تنفذ عمليات التغليف من قبل طاقم الحفر، بينما تنفذ العمليات الإسمنتية من قبل طاقم متخصص، وذلك بمساعدة طاقم الحفر. ويتم إنجاز التغليف والسمنتة وفق برنامج يوضع من قبل مهندس الدراسات قبل البدء بالحفر، ويطلق عليه اسم: برنامج بناء البئر، ويوضع بناءً على المعطيات الجيولوجية والجيوفيزيائية المتوفرة عن الطبقات التي سوف تخترق.

6 – القياسات الجيوفيزيائية البئرية :

تنفذ هذه العمليات داخل البئر أثناء الحفر أو قبل تغليف البئر، وذلك بهدف تحديد قطر البئر وتغيراته، وتحديد مناطق الميل، وزوايا الميل والاتجاه، وتحديد نوعية الصخور المخترقة ودراسة خواصها الفيزيائية (نفوذية، مسامية، درجة التشبع بكل من الماء والنفط والغاز)، وتحديد مستوى التقاء النفط بالماء، أو النفط بالغاز، أو الغاز بالماء. تنفذ هذه العمليات من قبل طاقم متخصص وباستخدام معدات خاصة.

7 – اختبار الطبقة المنتجة ووضع البئر في الإنتاج :

وتشكل هذه العمليات المرحلة النهائية من عمل مجموعة الحفر (وتقوم بتنفيذها أحياناً مجموعة الإنتاج)، حيث يجري اختبار الطبقة المنتجة قبل التغليف، أو بعد التدعيم والعزل (وهنا يجب تثقيب المجال المنتج)، وذلك بتعريض الطبقة المنتجة لضغط أقل من ضغطها حتى تبدأ الموائع الطبقية بالتدفق.

8 – أعمال مختلفة :

وتجري خلال أي مرحلة من المراحل السابقة، وتتضمن:

آ – أخذ عينات أسطوانية من الطبقات بهدف الحصول على المعلومات الضرورية عن الطبقات الجيولوجية.

ب – تحضير سائل الحفر ومعالجته وإصلاح خواصه ليناسب شروط الحفر في طبقات معينة.

ج – إصلاح الأعطال التي يتعرض لها جهاز الحفر.

د – معالجة الصعوبات والمشكلات التي تحصل أثناء الحفر(عمليات الاصطياد، معالجة التهريب، معالجة الاندفاعات، معالجة الاستعصاء وتهدم جدران البئر . . إلخ).

9 – فك جهاز الحفر ونقله إلى 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 إلى أن عملية الحفر الفعلية – وفق التقنيات المستخدمة حالياً – لا تشكل سوى % 45 من الزمن الكلي لإنجاز البئر، بينما تستغرق بقية المراحل % 55 من الزمن الكلي، تتوزع على عمليات الرفع والإنزال، والتدعيم والعزل، والقياسات الجيوفيزيائية البئرية، وحل المشاكل، (الجدول 1-2)، وبالتالي، فإنه من الضروري العمل على زيادة الزمن المنتج للحفر (زمن الحفر الفعلي)، وهذا ما يشغل أذهان العلماء والباحثين في هذا المجال [6،18،29].

وتبذل في الوقت الحاضر جهود كبيرة من قبل الباحثين للعمل على زيادة زمن الحفر الفعلي إلى % 70 من الزمن الكلي لإنجاز البئر، وذلك عن طريق تقليل زمن الفك والتركيب وعمليات الاصطياد وحل المشاكل التي تحدث أثناء الحفر، وأيضاً زمن القياسات الجيوفيزيائية البئرية. إلا أن الاهتمام الأكبر هو في تقليل زمن الرفع والإنزال الذي يستهلك حالياً % 20 من زمن الحفر، ويجري العمل لتخفيضه إلى حوالي % 5 ، كما يجري العمل لتخفيض زمن القياسات الجيوفيزيائية البئرية وحل المشكلات على البئر، وذلك عن طريق [6]:

العملية	الحفر الفعلي	رفع وإنزال	تدعيم وعزل	قياسات جيوفيزيائية	أعمال مختلفة
الزمن الحالي	% 45	% 20	% 5	% 15	% 15
الزمن المتوقع مستقبلاً	% 70	% 5	% 5	% 10	% 10

الجدول (1-2): توزيع الزمن خلال عملية إنجاز البئر.

١. أتمتة عمليات الرفع والإنزال، واعتماد الطاقة الميكانيكية فيها بدلاً من الطاقة البشرية.

٢. تحسين معدات الرفع والإنزال وتطويرها، وجعلها أكثر سهولةً في الاستعمال.

٣. صنع رؤوس حفر قادرة على العمل لفترة طويلة، وذلك عن طريق استخدام خلائط معدنية ذات مقاومة كبيرة في صنع هذه الرؤوس، أو أسنانها على الأقل، وهذا ما يؤدي إلى تقليل عدد عمليات الرفع والإنزال.

هذه الإجراءات سوف تؤدي إلى الزيادة المستمرة لزمن الحفر الفعلي بالنسبة إلى الزمن الكلي لإنجاز البئر، الأمر الذي سوف يؤدي بدوره إلى التقليل من الكلفة الإجمالية لحفر البئر.