

الفصل الثاني

المخطط العام لوحدة الحفر ومكوناتها

١-١١ : آلية عملية الحفر الدوراني

تشكل عملية الحفر الدوراني للبئر من عمليات دورية (دورات) تتتابع وفق نسق ثابت ومحدد ، تتكرر حتى الانتهاء من عملية حفر البئر بكامله :

1. إنزال عمود المواسير ، المثبت بأسفله الدقاد ، إلى قعر البئر (أو عند نقطة الحفر في بدايته) .
2. تدوير الدقاد لتفتيت التربة (عملية الحفر ذاتها) وتغلغله في جوف الأرض مع عملية دوران السائل لرفع الفتات المحفور .
3. زيادة طول عمود المواسير عند التغلغل في الحفر بإضافة قطع جديدة له .
4. رفع عمود المواسير عند استهلاك الدقاد لاستبداله مع عمليات غسل البئر .
5. إنزال مواسير التغليف عند الانتهاء من حفر كل مرحلة من هيكلة البئر والقيام بعمليات المسمنتة لتشييدها 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 والمضااعفات الحاصلة خلال عملية الحفر ، سواءً على سطح الأرض أم في جوف البئر ، والتخلص منها .

في ضوء ذلك ، يتضح لنا أن عملية حفر البئر تشمل مجموعة من العمليات المتشعبة والمتباعدة في طبيعتها ومواصفاتها وطرق تنفيذها ، لكننا وعلى الرغم من ذلك ،

يمكن أن نحصرها بثلاثة محاور أساسية :

1. عملية حفر التربة والتغلغل في جوف الأرض حتى العمق المحدد .
2. عملية تنظيف قعر البئر وجوفها من فتات التربة المحمورة ورفعه وإخراجه

إلى سطح الأرض .

3. عمليات الرفع والإزالة المرافقة لعمليات حفر التربة والضرورية لاستمرارية

عملية الحفر حتى العمق المطلوب .

تنفذ هذه العمليات ، والعمليات المساعدة الأخرى المرافقة لها ، بواسطة مجموعة كبيرة من الأجهزة والمعدات والمنشآت المختلفة التي تضمنها وحدة الحفر ، الشكل رقم

(1-II) .

II-2 : المخطط العام (الأساسي) لوحدة الحفر

على ضوء ما تقدم ، يمكننا وضع المخطط الأساسي لوحدة الحفر ، الشكل رقم (2-II) ، الذي يمكن من خلاله توضيح الترابط بين أجزاء وحدة الحفر وعملها لتنفيذ مهام الوحدة في طرق الحفر الدوراني المختلفة .

II-2-1 : طرق الحفر الدوراني

أولاً : الحفر الدوراني الرحيوي مع الرأس الهيدروليكي العادي

تتم في هذه الطريقة عملية الحفر والتغلغل في جوف البئر من خلال عمليتين متوازيتين : العملية الميكانيكية لتدوير رأس الحفر (الدقاق) لتفتيت التربة والعملية الهيدروليكيه المرافقة لها .

يتم خلال العملية الميكانيكية استلام الطاقة والحركة من مصادر القوى

الحركة التي تقوم بتدوير المنضدة الرحوية التي تقوم بدورها بتدوير قلم الحفر وعمود مجموعة المواسير ورأس الحفر الذي يتصل بهاية العمود السفلي .



23 : قاعدة المنضدة الرحوية (أرضية البرج الرئيسية) . 24 : مجموعة تنظيف ومعالجة سائل الحفر

25 : قواعد حسوس مواسير الحفر والتعليق . 26 : مرات التنقل لسائل الحفر (الفلطة)

الشكل رقم (I-1) : وحدة حفر دواري لحفر الآبار العميقه على اليابسة

تم عملية تفتيت التربة والتغلغل في حفر البئر نتيجة لعملية التدوير هذه وللحمولة المطلقة على الدقاق التي تؤمنها مجموعة الرفع ، من خلال شد الحمولة الرائدة من وزن عمود مجموعة المواسير بواسطة الأجهزة الرافعة ومن خلال منظومة الحبال .

ثانياً : الحفر الدوراني الرحوي مع الرأس الهيدروليكي القائد

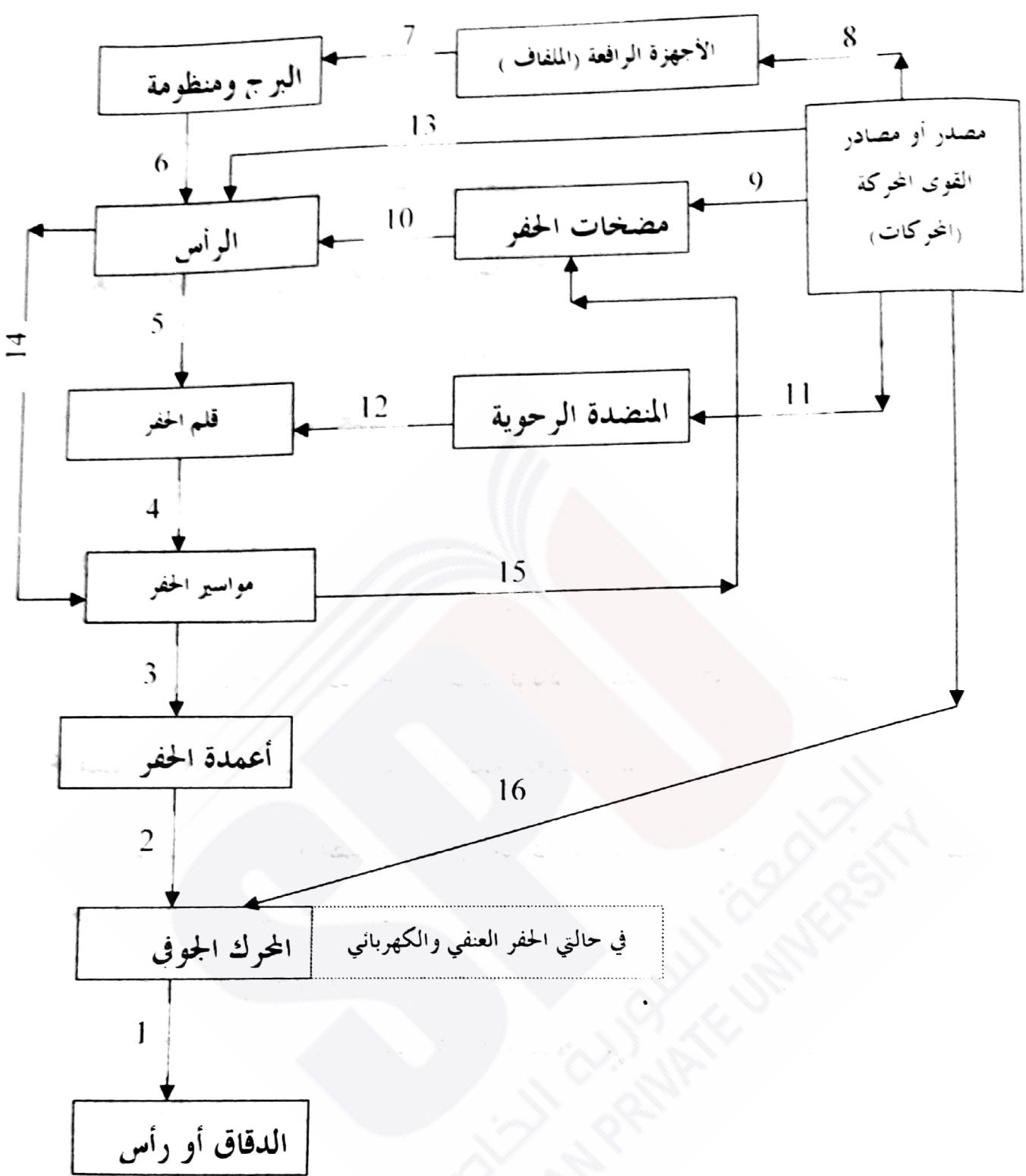
يقوم الرأس الهيدروليكي القائد بتدوير عمود مجموعة المواسير لذا يتم في هذه الطريقة الاستغناء نهائياً عن قلم الحفر والمنصدة الروحية التي يقتصر دورها على دور جهاز احتياطي يمكن استخدامه في حال تعطل الرأس الهيدروليكي القائد .
تم جميع العمليات وفق الآلية المشار إليها في حالة الرأس الهيدروليكي العادي ، حيث يتم تغذية الرأس الهيدروليكي القائد من مصادر القوى الحركية الخاصة به .
يتميز الرأس الهيدروليكي القائد باختزاله للوقت المتصروف على عمليات الرفع والإزالة ، حيث يمكن بواسطته إزالة أو رفع شوط (Stand) كامل من المواسير دفعة واحدة .

ثالثاً : الحفر الدوراني الجوفي بواسطة الحفارة العنفية (التوربينية)

تم في هذه الطريقة عملية تدوير رأس الحفر (الدقاق) مباشرة بواسطة الحفارة العنفية (التوربينية) التي تستمد حركتها من سائل الحفر المندفع في داخل مواسير عمود مجموعة المواسير الذي يبقى ثابتاً دون دوران .

ينحصر عمل المنصدة الروحية في هذه الطريقة بـ:

- تنفيذ عمليات تدوير عمود مجموعة المواسير الدورانية لتلقي احتمال التصاق المواسير بجدران البئر وحصول مشكلة استعصائها.
- استخدامها في عمليات فك وشد المواسير خلال عمليات الرفع والانزال



بقية العمليات تم بآلية الطريقتين السابقتين نفسها ، إلا أن الاستطاعة الالزمه للعمليات الهيدروليكيه عند الحفر (استطاعة مضخات الحفر) تزداد بدرجة كبيرة لأن جزءاً كبيراً منها يستغل لتدوير الحفاره العنفيه .

رابعاً : الحفر الدوراني الجوفي بواسطة الحفاره الكهربائيه
تستخدم في هذه الطريقة آلية العمل نفسها المستخدمة في طريقة الحفر

الدوراني بواسطة الحفاره العنفيه .

الاختلاف الوحيد هو أن مصدر القوى المحركة للحفاره الجوفيه الكهربائيه يكون مصادر القوى الكهربائيه الموجودة على سطح الأرض في موقع الحفر ، وينقل بواسطة كبل كهربائي خاص إلى الحفاره الكهربائيه .

لذلك لا توجد في هذه الحالة حاجة لزيادة استطاعة مضخات الحفر .

خامساً : العملية الهيدروليكيه المرافقه للعملية الميكانيكية

تم من خلال قيام مصادر القوى المحركة بتزويد مضخات الحفر بالطاقة والحركة الالازمتيين لقيام هذه المضخات بـ :

سحب سائل الحفر من خزاناته ثم ضخه من خلال الرأس الهيدروليكي بالغزاره والضغط الالازمين إلى داخل مواسير عمود مجموعة المواسير حيث يخرج من فتحات رأس الحفر (الدقاق) حاملاً الفتاتات المحفوره .

يرفع الفتات في الفراغ الخلقي للبئر باتجاه السطح إلى مجموعة تنظيف سائل الحفر من الفتات والشوائب الأخرى العالقة به (تستمد هذه المجموعة طاقتها وحركتها من مصادر القوى المحركة المساعدة) ثم إعادة سائل الحفر المعالج إلى خزانات تجميعه ليتم سحبه من جديد في دورة جديدة .

١١-٣ : مكونات وحدة الحفر الدوراني

لتغيفد العمليات والمهام المشار إليها أعلاه ، تضم وحدة الحفر مجموعة من الأجهزة والمعدات التي يمكن تصنيفها إلى :

أولاً : مجموعة القوى المحركة

ت تكون هذه المجموعة من أجهزة القوى المحركة المتمثلة في المحرّكات التي تزود الأجهزة المنفذة بالاستطاعات والسرع المطلوبة ، والأجهزة الناقلة للحركة والمنظمة للسرعة والعزم الدورانية المطلوبة .

يستخدم في وحدات الحفر المحرّكات التالية :

1. المحرّكات البخارية (Steam Engine) .
2. محرّكات الاحتراق الداخلي (الديزل) (Diesel Engine) .
3. المحرّكات الكهربائية (Electrical Engine) .
4. المحرّكات العنفية (Turbine Engine) .

تعتبر المحرّكات البخارية من أوائل المحرّكات المستخدمة في وحدات الحفر ، ونظرًا لحاجتها لأجهزة توليد البحار كالمراجل البخارية ومحاذنات المياه وأجهزة أخرى ذات كلفة عالية ومردود قليل نسبياً ، إضافة إلى أنها تتحل مع أجهزتها المساعدة مساحات كبيرة من موقع العمل لذلك فقد تم الاستغناء عن هذه المحرّكات كلياً .

عند توفر الطاقة الكهربائية ورخص ثمنها ، تستخدم المحرّكات الكهربائية كمصدر للقوى المحرّكة وتشغيل الأجهزة المنفذة . كما تستخدم ، بشكل واسع أيضًا وبشكل خاص في وحدات الحفر الثقيلة ، محرّكات الاحتراق الداخلي (الديزل) لتوفّر وقودها ورخصه ولمواصفاتها وميزاتها الواسعة .

أما أجهزة نقل الحركة فتشمل :

- قارنات الحركة المختلفة .

- محولات العزوم .

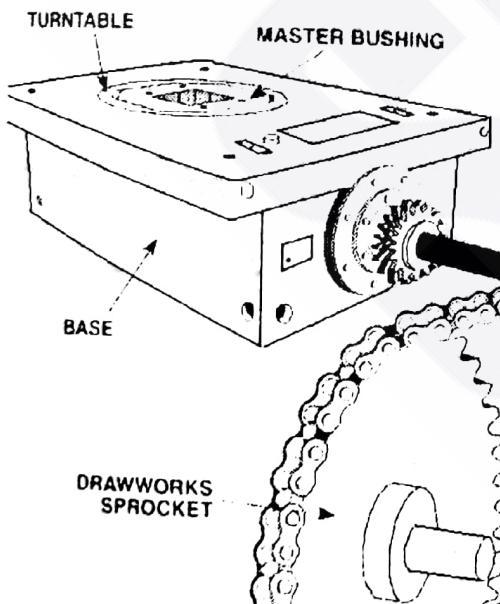
- علب السرع بأنواعها المختلفة .

ثانياً : مجموعة الحفر الميكانيكية

تشمل هذه المجموعة :

- المنضدة الروحية (Rotary Table) : التي تقوم بتدوير الدفاق من خلال تدوير عمود المواسير (في حالة الحفر الروحي). يجب أن تؤمن ، في وقت واحد، الحركة الدورانية والانزلاق الشاقولي لعمود المواسير خلال عملية الحفر والتغلغل في جوف الأرض .

تستخدم المنضدة الروحية ، الشكل رقم (3-II) ، في عمليات الرفع والإزالة وعند زيادة طول عمود المواسير خلال عملية الحفر ، كجهاز إسناد لعمود المواسير الموجود في جوف البئر وجهاز تدوير لفك أو ربط قطع المواسير

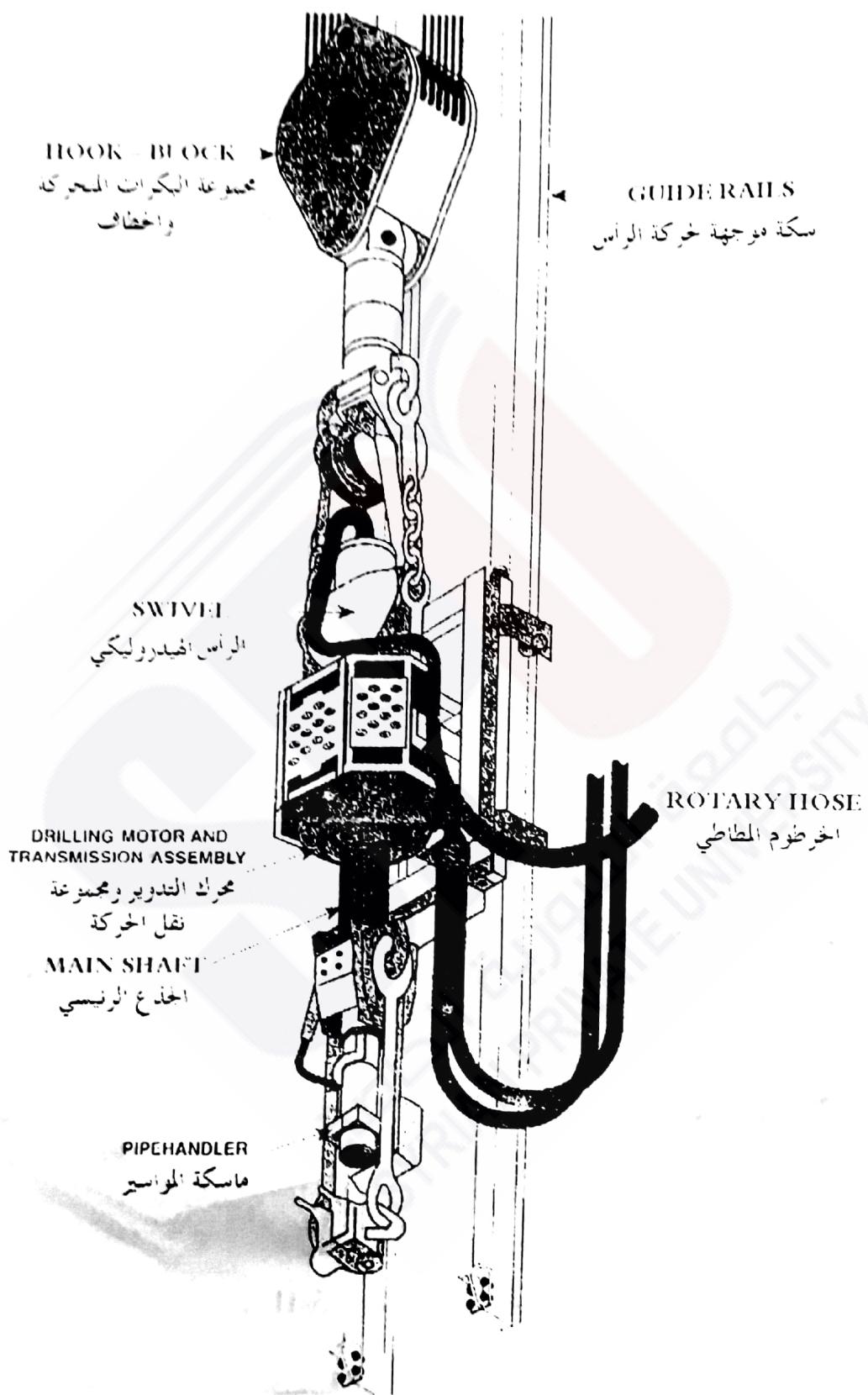


المرفوعة من البئر أو المنزلة فيه .

الشكل رقم (3-II) :
المنضدة الروحية .

- 2 الرأس الهيدروليكي القائد (Power Swivel) : وهو من التقنيات الحديثة المستخدمة في وحدات الحفر ويمثل مجموعة متكاملة تقوم بعملية تدوير عمود مواسير الحفر من دون الحاجة إلى المنضدة الروحية وقلم الحفر مع إمكانية تقليل

فترة عملية الحفر باستخدام شوط (Stand) كاملاً من مواسير الحفر . الشكل رقم (4-II)



الشكل رقم (4-II) : الرأس الهيدروليكي القائد

ثالثاً : مجموعة الحفر الهيدروليكيّة

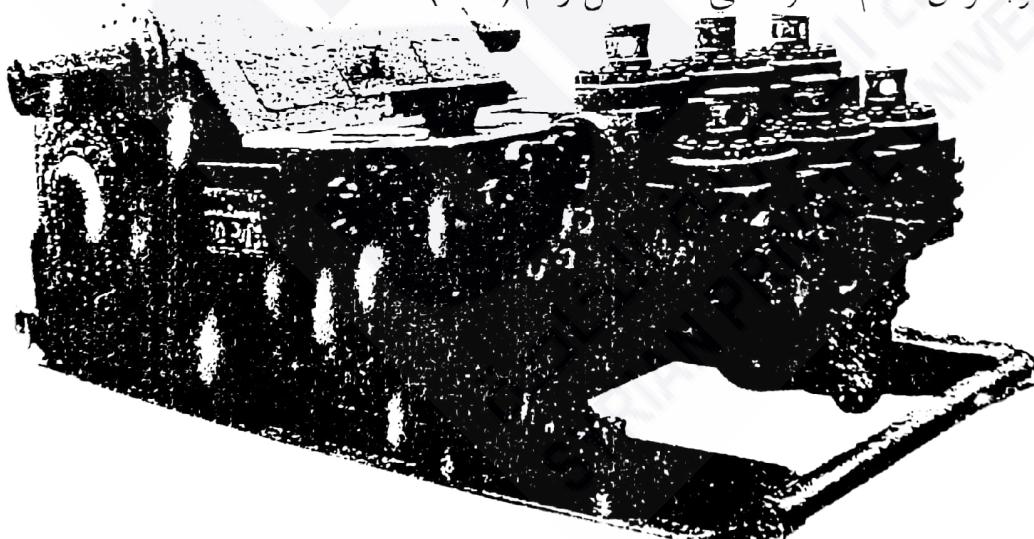
تضم هذه المجموعة الأجهزة والمعدات والمنشآت المخصصة لتنفيذ عمليات إعداد وتحضير وضخ وتنظيف سائل الحفر المستخدم لنقل الفرات الحفور إلى سطح الأرض ، ومعادلة الضغوط الجوفية ، وتبريد الدقاق . مثل :

1. معدات تحضير سائل الحفر

تشكل من الخلطات والمصفيات (الفلترات) وخزانات السائل الاعتياديّة والطارئة التي تؤمن له الكمية والنوعية المطلوبتين خلال عملية الحفر في ظرفها الطارئ والاعتيادي ومستودعات مكوناته الصلبة ومواد المعاملة الكيميائية والفيزيائية له .

2. مضخات الحفر المكبسيّة (Slush pump)

تقوم بمهام ضخ سائل الحفر وتأمين عملية دورانه (سطح الأرض ، داخل مواسير الحفر ، قعر البئر ، التجويف الحلقي ، سطح الأرض) بالغازات والضغط المطلوبة وفق نظام الحفر المعنى ، الشكل رقم (II-5) .



الشكل رقم (II-5) : مضخة حفر مكبسيّة ثلاثة المكابس

تكون مضخة الحفر المكبسيّة من قسمين :

- قسم ميكانيكي ينقل الحركة من مجموعة التشغيل إلى مكبس المضخة .

- قسم هيدروليكي يقوم بعملية سحب سائل الحفر من الخزانات وضخه في خط الضخ نحو البتر بالضغط والغازة المطلوبين .

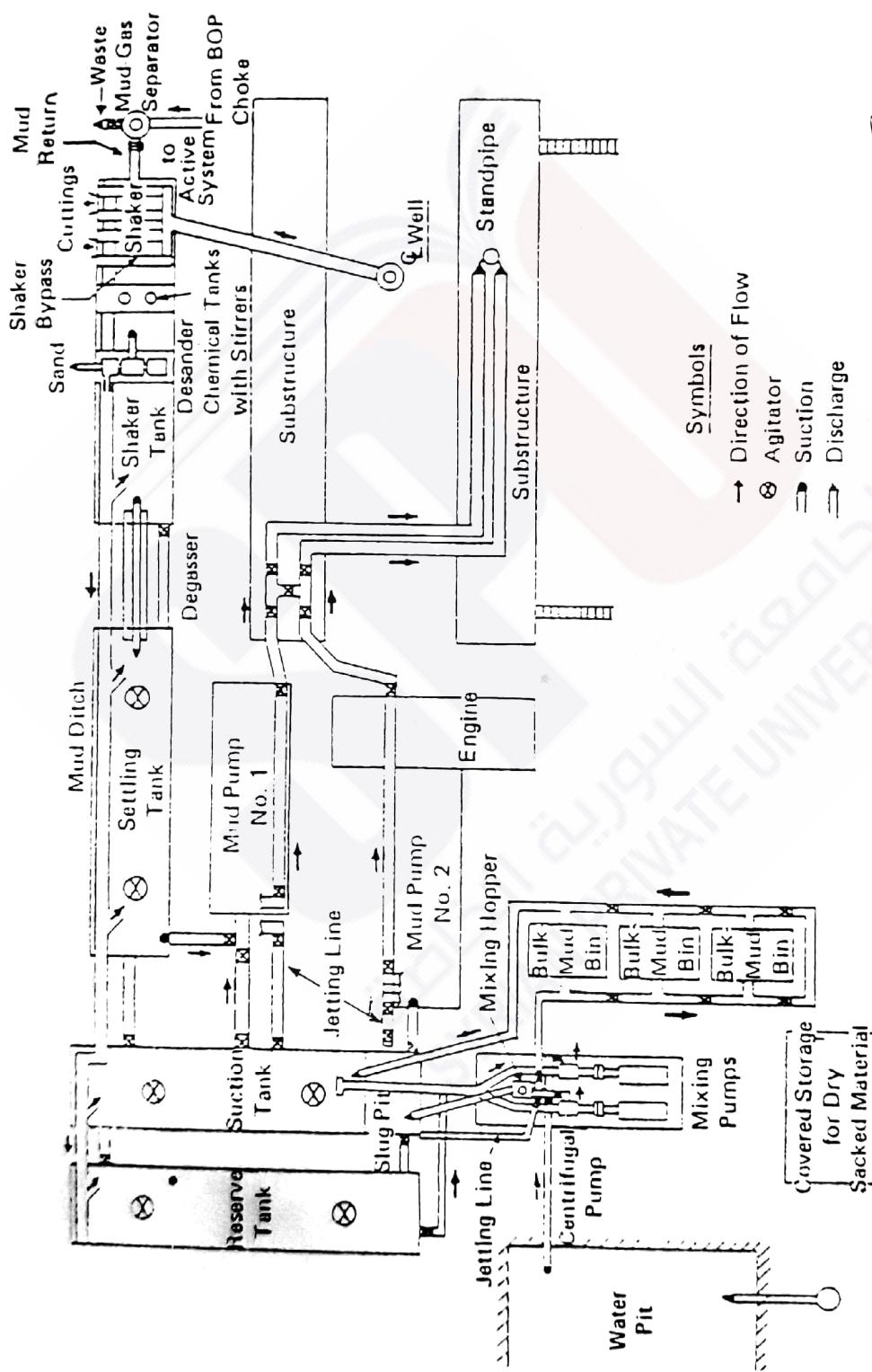
3. منظومة تنظيف سائل الحفر (Mud cleaning system)

تقوم هذه الأجهزة بتنظيف سائل الحفر من فتات الصخور الخفورة ومن

الشوائب ،

الشكل رقم

(6-II) .



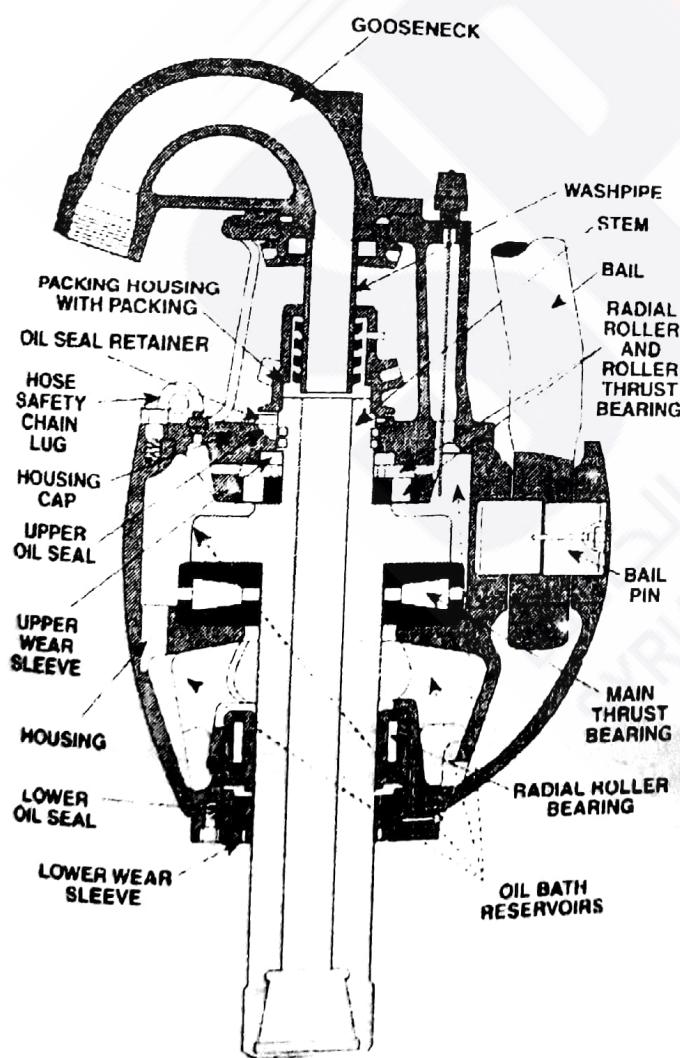
الشكل رقم (6-II) : منظومة تنظيف سائل الحفر

- تشمل منظومة تنظيف سائل الحفر على :
- جهاز فصل الفتات والشوائب الاهتزازي (Shale shaker)
 - حزانات الترسيب (Setting tank)
 - أجهزة فصل الرمل وفصل الغاز (Desander& desilter)
 - أجهزة قياس خواصه الفيزيائية والميكانيكية
- ترتبط معدات مجموعة الحفر الهيدروليكيّة شبكةً من الأنابيب ، وتنتمي لخاتمة خط الصخ (Discharge line) بالأنبوب القائم (Stand pipe) وبخرطوم مطاطي (Drilling Hose) يسهل الحركة الشاقولية لعمود مجموعة مواسير الحفر .

٤ : الرأس الهيدروليكي (Swivel)

يُعد جزءاً رئيسياً مشتركاً بين مجموعتي الحفر الميكانيكية والهيدروليكيّة ،

الشكل رقم (7-II) ، إذ :



الشكل رقم (7-II) :
الرأس الهيدروليكي العادي
(الكلاسيكي)

- يشكل حلقة وصل بين الأجزاء المتحركة (في المجموعة الميكانيكية) والأجزاء الشابطة (خط الضغط في المجموعة الهيدروليكيه)
 - يحافظ على ضغط سائل الحفر المنافع إلى حوف عمود مواسير الحفر .
 - يوفق بين احـركة الشاقولية لمجموعة الرفع والحركة الدورانية لعمود المواسير .
- حلال عملية الحفر

كان الرأس الهيدروليكي ، حتى وقت قريب ، رغم أهميته ، جهازاً خاماً ينبع
 منه فقط .

إلا أنه ضمن التطور التقني الحديث أصبح يقوم بالدور الأساسي في الوحدات
الحادية وذلك بتدعيمه بمجموعة المواسير مباشرة من حلال مواسير الحفر ذاتها ، مما أدى
إلى تراجع دور المنصة الروحية إلى جهاز احتياطي مساعد يقوم بالأعمال الثانوية
خلال عمليات الرفع والإزالة ، وانهى دور قلم الحفر في هذه الوحدات وسيطر ذلك
بالرأس الهيدروليكي القائد .

رابعاً : مجموعة الرفع (Hoisting System)

تشمل هذه المجموعة ، الشكل رقم (8-II) ، الأجهزة والمعدات المنفذة

لعمليات :

رفع وإزالة عمود مواسير الحفر والدقاف خلال عمليات استبدال الدقاف
المستهلك باخر جديد .

إطالة عمود المواسير عند الحفر .

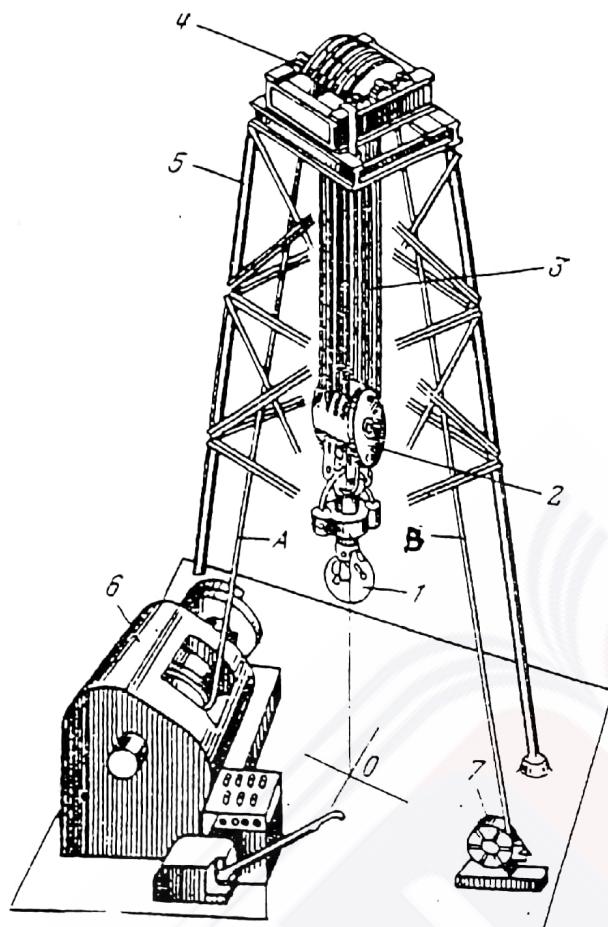
الرفع النهائي لعمود المواسير عند الانتهاء من حفر البئر .

عمليات إزالة مواسير التغليف خلال عمليات تعريف المراحل المسحورة من
عملية حفر البئر .

تشمل هذه المجموعة الأجهزة والمعدات التالية :

الشكل رقم (8-II) :

مخطط لمجموعة الرفع



1: الخطاف

2: مجموعة البكرات المتحركة

3: الخطوط العاملة لحبيل الحفر

4: مجموعة البكرات الثابتة

5: البرج 6: الأجهزة الرافعة .

7: جهاز تثبيت الطرف الثابت للحبيل .

A,B : الطرفان الثابت والمحرك للحبيل .

O : مركز البتر .

1. الأجهزة الرافعة (الملفاف) (Drawwork)

وهو الجهاز الرئيسي في المجموعة (6) . يختلف تصمييمها 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 الرافع أو محورين مع تزويدها بعلبة تغيير السرع الخاصة بها .

منظومة الحبال (مجموعة تخفيف الحمولة) (Traveling system)

2. تشمل هذه المنظومة الأجزاء التالية :

- مجموعة البكرات التاجية (الثابتة) (Crown block) : وهي مجموعة من البكرات (4) تثبت على القاعدة العليا للبرج .

• **مجموعة البكرات المتحركة (Traveling block)** : وهي مجموعة من البكرات (2) أحادية المحور (عدا حالة استخدام جهاز البرج الآلي فتكون ثنائية المحاور) معلقة بواسطة خطوط حبل الحفر العاملة .

تحمّل هذه البكرات الحمولة الناجمة عن وزن عمود المواسير أو التغليف المعلقة على الخطاف وتوزعها على الخطوط العاملة لحبال الحفر .

• **حبل الحفر (Drilling line)** : حبل معدني (3) يتكون من مجموعة مضفرة من الصفارير المكونة من مجموعة مضفرة من الأسلك المعدنية .

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

• **جهاز تثبيت الطرف الثابت من حبل الحفر (7)** .

الخطاف (Hook)

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

برج الحفر (Derrick)

يتكون من هيكل معدني ذي أربعة قوائم (5) أو ثنائي القوائم يسمى "صارية الحفر" . مهمته :

• تحمل حمولة عمود مواسير الحفر والتغليف وإسناد مجموعة الرفع ، من خلال تثبيت مجموعة البكرات التاجية الثابتة على قاعدته العليا والأجهزة الرافعة على قاعدته السفلية (أرضية البرج) .

- إسناد وتخزين مواشير الحفر المرفوعة من البتر حلال عمليات الرفع والإنتزال في فترة حفر البتر .

خامساً : أجهزة التحكم والسيطرة (Control system)

تشمل هذه الأجهزة المنظومات المواتية والهيدروليكيّة وأجهزة التحكم عن بعد لتشغيل وإيقاف ومراقبة سير عملية الحفر وعمليات الرفع والإنتزال وبقية العمليات الحرارية في موقع العمل ، والمحافظة على سلامة العاملين في الموقع واستباق الأعطال وأنساكاكل وتلافيها . من هذه الأجهزة :

1. أجهزة التحكم والسيطرة عن بعد ، بعمل أجهزة ومعدات وحدة الحفر المختلفة .
2. أجهزة تنظيم دفع الدقيق .
3. أجهزة ومعدات إحكام فوهة البتر .
4. أجهزة قياس وتسجيل الحمولات المؤثرة في الترج والمدقاق وقياس ضغط المضخات .

سادساً: مجموعة الأجهزة والمعدات المساعدة

(Auxiliary Equipment)

تشمل هذه المجموعة أجهزة ومعدات متباينة ، تقوم بالأعمال المساعدة وبعشر الأعمال الجانبية والعرضية خلال عملية الحفر وعمليات الرفع والإنتزال وتركيب وتفكيك وحدة الحفر وإعداد الموقع وتنبيتها لعمليات الحفر . مثل :

- مفاتيح المواشير اليدوية والميكانيكية والهيدروليكيّة .
- رافعات المواشير ومساكاها في المنصة الريحية .
- ضاغطات الهواء وغيرها .