

الأكاديمية العربية الدولية



الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية المقررات الجامعية

آلات استصلاح الأراضي

أ. د. نجيب عبد الحليم منداوى

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول:	
المبادئ الأساسية في علوم الهندسة الزراعية وميكانيكا التربة	٧
الفصل الثاني:	
الساحبات المرفقة	٢٧
الفصل الثالث:	
طرق شبك وسحب معدات التسوية والاستصلاح بالساحبات	٤١
الفصل الرابع:	
طرق إخلاء الأرض	٥٥
الفصل الخامس:	
البلدوزر وأجزائه الشغالة وطرق استغلاله في أعمال الطرق والتسوية	٦٩
الفصل السادس:	
مكائن التحميل والنقل المرحلي والمستمر للتربة وآلات تجميع الحصى والأحجار	٨٩
الفصل السابع:	
السكرير واستغلاله في أعمال التسوية والاستصلاح	١١٩

الفصل الثامن:

١٤٥ الكريدت وطرق استغلاله في التسوية والاستصلاح

الفصل التاسع:

١٥٥ الحفارات السلكية والهيدروليكية

١٥٦ - الحفارات

١٨٦ - الجرافات

٢٠٩ - الكباشات

٢٢١ - المعازق

الفصل العاشر:

٢٢٧ فائحات الجداول والسواقي وفتح الخنادق

الفصل الحادي عشر:

٢٥٣ المعدلات الثقيلة وطرق استغلالها في أعمال التسوية

الفصل الثاني عشر:

٢٧٣ طريقة العمل والتخطيط لإدارة الآلات في المشروع

٢٨٢ المصادر

مقدمة

إن عمليات استصلاح التربة تزداد يوماً بعد الآخر من أجل التوسع الأفقي ولمجابهة زيادة السكان وهذا العملية لا يصلح لها العمل اليدوي، بل لابد من استعمال آلات الاستصلاح الآلية.

وآلات الاستصلاح معقدة التركيب والتصنيع حيث يقوم بعضها بعدة عمليات، ولذلك فإن موضوع التصميم الهندسي يترك لطلاب كليات الهندسة. ولكن بالنسبة لطلاب كلية الزراعة قسم التربة واستصلاح الأراضي، فالمهم هو معرفة طريقة تشغيل الآلة والحصول منها على أعلى كفاءة تشغيل كما يهمهم معرفة سعتها وزمن أداء كل عملية وتتابع الآلات واختيارها لكل نوع من أنواع العمليات الاستصلاحية (حفر خنادق، تسوية تربة، تحميل تربة...).

وعلى القائم بالعمل أن يراعي عند اختيار الآلة:

(أ) نوع العمل الملائم للآلة.

(ب) المواصفات المطلوبة والتي ستؤديها الآلة.

(ج) طريقة عمل الآلة، هل هي ثابتة أم متحركة (أثناء العمل)

(د) العوامل الجوية والطبيعية المؤثرة على الآلة (أمطار، طين، تربة مفككة)

(هـ) الزمن المتاح لأداء العملية نفسها.

(و) كفاءة العمال أثناء تشغيلهم للآلات.

وعلى العموم، فلا بد من وجود جميع نضع الشامج الكامل لأداء العمليات بواسطة هذه الآلات، وسنحاول في هذا الجزء الآلات الاستصلاح الخاصة بأداء العمليات الزراعية من حفر أو ردم الأتربة عموماً وحفر الخنادق والآلات وضع المبالز وآلات التحميل والآلات التسوية والمكاشط والمدرجات . . . ولقد اتبعنا في هذا المقرر الدراسي الأسلوب العلمي السهل وبطريقة ميسرة نريد الطالب إفادة كاملة.

وفقنا الله لخدمة وطننا الحبيب.

المؤلفان

الفصل الأول

المبادئ الأساسية
في علوم الهندسة الزراعية وميكانيكية التربة

الفصل الأول

المبادئ الأساسية في علوم الهندسة الزراعية وميكانيكية التربة

الكميات الهندسية الأساسية:

لقد استعمل أكثر من نظام للوحدات الهندسية التي تعبر عن الكميات المتغيرة مثل الوحدات الانجليزية (رطل، قدم، ميل... الخ)، والوحدات الفرنسية (كغم، سم، كم... الخ)، وهذا يجعل مهمة القارئ أو الدارس صعبة إذ يجب عليه أن يجري عمليات التحويل الضرورية لحل وفهم المسائل الرياضية. ولهذا فقد تم الاتفاق دولياً على استعمال نظام موحد للوحدات الهندسية يعرف بـ (SI Units) وهو ما يستعمل في هذا الكتاب.

توجد ثلاثة كميات هندسية أساسية تشتق منها جميع الكميات الهندسية الأخرى، وهي:

- الطول: وهو المسافة بين نقطتين ووحدته المتر (م).
- الزمن: وهو الوقت الذي تستغرقه أي عملية ووحدته الثانية (ثا).
- الكتلة: وهو ما يحويه الجسم من مادة ووحداته الكيلوغرام (كغم).

الكميات الهندسية المشتقة:

هذه الكميات تشتق جميعها من الكميات الهندسية الأساسية الثلاثة ووحداتها: المساحة: وتقدر بحاصل ضرب الطول في العرض وقد يكون السطح دائرياً مثل سطح مكبس المحرك وفي هذه الحالة، المساحة تساوي $0.785 \times$ مربع قطر الدائرة، أو قد يكون السطح حل شكل قطع ناقص مثل السطح الناتج من تلامس عجلة

المساحة المطاطية مع الأرض حيث تساوي المساحة في هذه الحالة $0.785 \times$ طول المحور الكبير $\times$ طول المحور الصغير، وحدات المساحة هي المتر المربع (م²).

السرعة: وهي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن وحداتها متر / ثانية (م/ثا)، إذا كان الجسم له حركة دورانية فإن السرعة في هذه الحالة تقاس بعدد الزوايا النصف قطرية في الثانية (ز. نق/ثا) وتسمى السرعة الزاوية. (الزاوية النصف قطرية هي التي تقابل قوس طوله يساوي طول نصف قطر الدائرة وتساوي 0.357).

أما من ناحية الاستخدام التطبيقي لسرعة الجسم الدوار، فإنها تقاس اعتيادياً بعدد الدورات في الدقيقة وبما أن الدورة الواحدة تقطع محيط كامل للدائرة حيث أن محيط الدائرة يساوي 2π ، فيمكن التحويل من زاوية نصف قطرية بالثانية إلى دورة في الدقيقة باستعمال المعادلة التالية:

$$\frac{2 \times \text{النسبة الثابتة (ط)} \times \text{دورة في الدقيقة (د. ف. د.)}}{60} = \text{زاوية نصف قطرية بالثانية (ز. نق/ثا)}$$

أو:

$$\frac{60 \times \text{زاوية نصف قطرية بالثانية (ز. نق/ثا)}}{2 \times \text{النسبة الثابتة (ط)}} = \text{دورة في الدقيقة (د. ف. د.)}$$

أو:

$$\frac{\text{السرعة الزاوية (ز. نق/ثا)}}{2\pi} = \text{دورة في الثانية}$$

التعجيل: وهو معدل تغير السرعة ووحداته هي وحدات سرعة مقسومة على الزمن، أو: $\frac{\text{متر/ثا}}{\text{ثانية}} = \text{م/ثا}^2$ التعجيل الأرضي الناتج من الجاذبية الأرضية تساوي 9.81 م/ثا^2 .

القوة وهي العامل الذي يؤثر في جسم ما فيغير حالته من السكون إلى الحركة. أو العكس أو يغير حركته من حيث المقدار أو الاتجاه ونساي التعجيل مضروباً في الكتلة ووحداتها كغم / م²، وهذه يطلق عليها نيوتن (ن)

أنواع القوى

للقوة عدة أنواع، منها:

١ - قوى الشد مثل القوة التي تعمل على تحريك المحراث عند ربطه خلف الساحبة بواسطة ذراع السحب

٢ - قوى الضغط مثل القوة التي تتولد على مكبس محرك الاحتراق الداخلي في شوط التمدد.

٣ - قوى الاحتكاك: مثل القوة الناتجة من احتكاك اترية عند انزلاقها على مسند المحراث القلاب.

٤ - قوى القص: وهذه سيأتي ذكرها عند دراسة ميكانيكية التربة.

٥ - رد الفعل: الساحبة ذات العجلات لها وزن يتوزع على كل من العجلات الأمامية والخلفية بنسبة معينة. هذه العجلات عندما تتلامس مع الأرض فإنها تضغط عليها من أعلى إلى أسفل والأرض بدورها تؤثر على عجلات الساحبة بقوة مماثلة ولكن باتجاه معاكس، أي من أسفل إلى أعلى ويطلق على هذه القوة برد فعل الأرض على عجلات الساحبة.

٦ - القوة الطاردة المركزية: هذه القوة تتولد نتيجة اكتساب الجسم حركة دورانية فمثلاً هذه القوة هي المسؤولة عن انقلاب الساحبة عند دورانها بسرعة عالية

$$\text{كتلة الجسم} \times (\text{السرعة المحيطةية})^2$$

بعد الجسم عن مركز الدوران

القوة الطاردة المركزية

مقاومة التدحرج:

مقاومة التدحرج هي القوة اللازمة لتحريك عجله و مسرقة على سطح

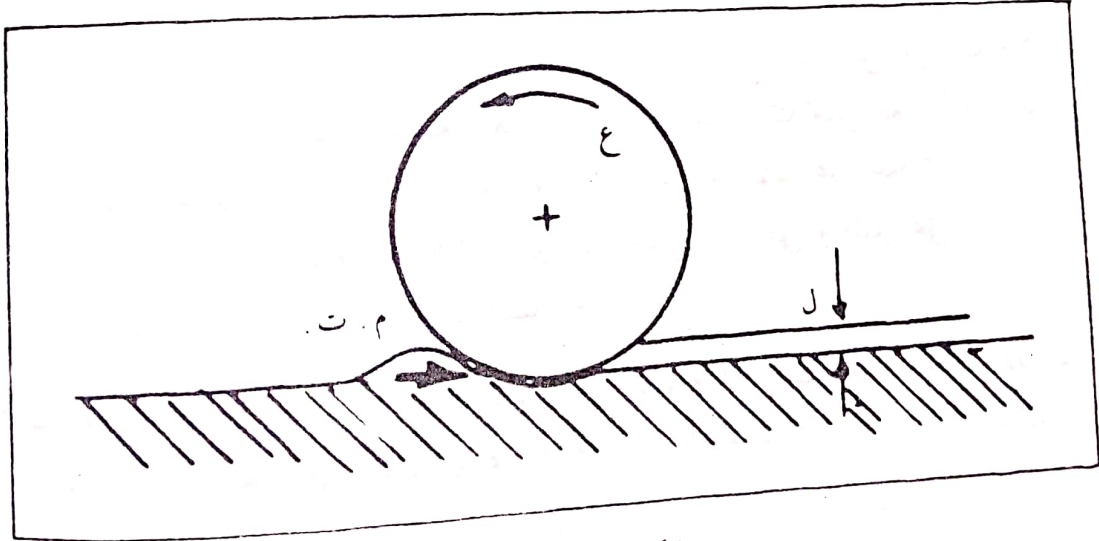
ومقدار هذه القوة يعتمد بدرجة كبيرة على نوع وحالة السطح الذي يسحب

الالة التي تتحرك على تربة رخوة تتعرض إلى مقاومة تدحرج أعلى مما لو كانت

على تربة صلبة أو سطح اسفلت أو خرساني. كذلك تعتمد مقاومة التدحرج على نوع جهاز التلامس مع الأرض، فالآلة ذات العجلات المطاطية تتعرض لمقاومة تدحرج أكبر من الآلة التي تتحرك على مسرّفه وحتى العجلات المطاطية نجد أن مقاومة التدحرج فيها تتغير مع حجم الإطار، ضغط الانتفاخ فيه، وتصميم المداس، أما الآلة المسرّفه فمقاومة التدحرج تعتمد بدرجة كبيرة على نوع حالة و سطح التربة.

مقاومة التدحرج تزداد بشكل مباشر مع زيادة الحمل الواقع على العجلة أو المسرّفه والسبب في هذا هو أن عجلة الآلة أو المسرّفه تميل إلى الغطس في التربة بدرجة معينة (شكل رقم ١-١) وهذا يتطلب قوة إضافية لحمل هذه العجلة على الصعود. عملية الصعود أو التسلق هذه تتطلب قوة، وهذه القوة هي التي يطلق عليها مقاومة التدحرج. ومن البديهي أن كمية الغطس تزداد بزيادة الوزن الواقع على العجلة أو المسرّفه، وبالتالي تزداد القوة اللازمة للتسلق أو مقاومة التدحرج.

مقاومة التدحرج إذن تتناسب طردياً مع الوزن الواقع على العجلة أو المسرّفه وبالتالي فإن مقاومة التدحرج = ثابت $\times$ الوزن. هذا الثابت يعتمد على عوامل عديدة مثل حجم الإطار ونوع وحالة التربة ويمكن إيجادها تحت الظروف المختلفة بالاستعانة بجدول رقم (١-١)، وشكل رقم (١-٢).



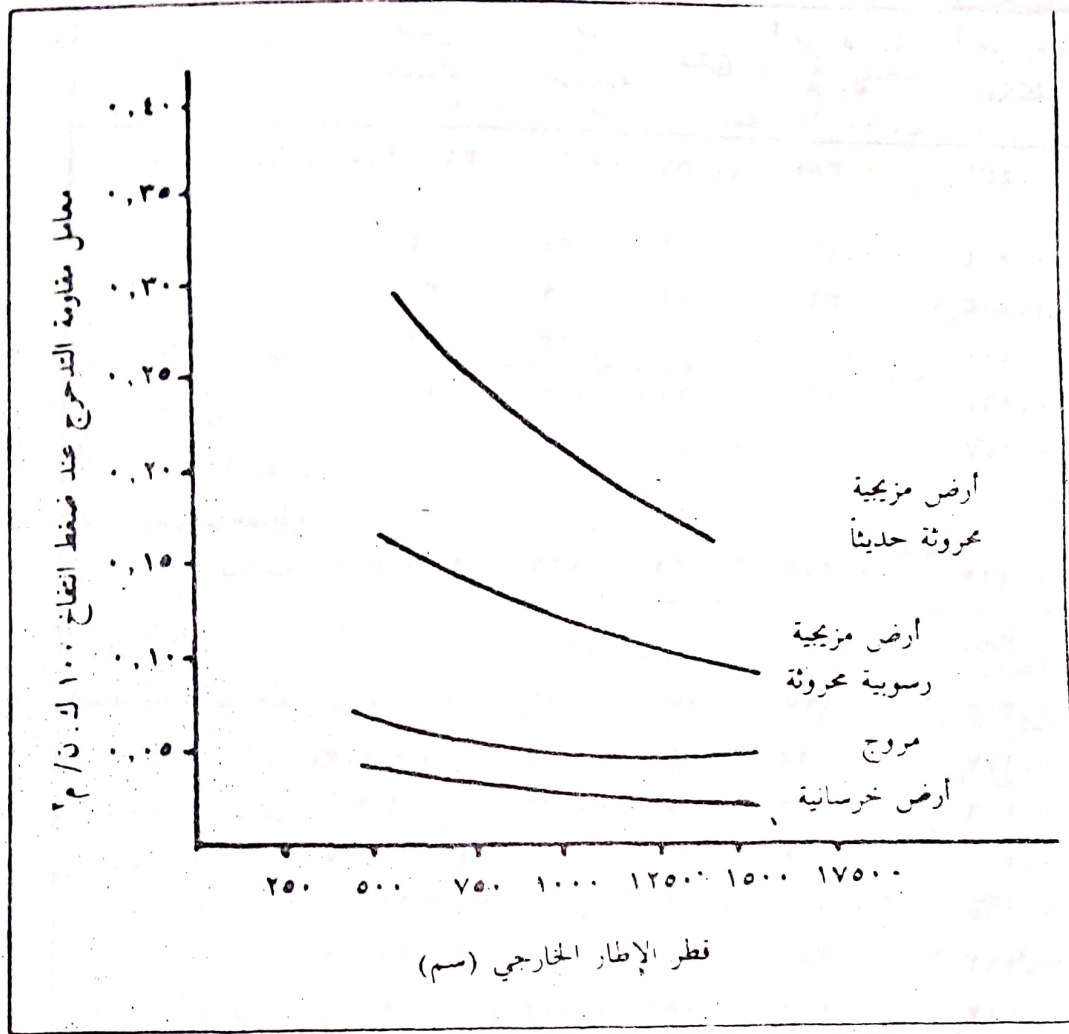
شكل رقم (١-١)
مقاومة التدحرج على المعجلة

ل: مقدار الغطس في التربة
ت: مقاومة التدحرج
ع: عزم الدوران الميذول على المعجلة

نوع
لحرج
مقاومة
الآلة

معلقة
التربة
على
عليها
على

سرعة
وامل
تختلف



شكل رقم (١-٢)

تأثير قطر العجلة وضغط الانتفاخ ونوع وحالة التربة على معامل مقاومة التدحرج

عزم الدوران:

وهو حاصل ضرب القوة، التي تعمل على تدوير جزء ما في مسافة بعد هذه القوة عن مركز الدوران. إن القوة ترتبط بحركة الجسم المستقيمة، أما عزم الدوران، فيرتبط بحركة الجسم الدورانية. فحركة الساحة نفسها هي حركة مستقيمة ولكن هنا الحركة أصلاً ناتجة من حركة العجلة الدورانية فعزم الدوران الناتج من العجلة هو الذي يحرك الساحة للأمام

بما أن عزم الدوران = قوة × مسافة، فإن وحدته تكون دالتاي نيوس
أو ن.م

جدول رقم (١-١)
يوضح قيم معامل مقاومة التدحرج عند ضغط انتفاخ ١١,٥ ك. ن / م^٢

نوع العجلة	قياس العجلة	أرض خرسانية	مروج	أرض غرينية محروثة	أرض رملية مفككة
١ - عجلات فولاذية ملساء	٣٦ × ٢,٥	٠,٠١٠	٠,٠٨٧	٠,٣٨٤	٠,٤٣١
	٢٤ × ٤	٠,٠٣٤	٠,٠٨٢	٠,٤٦٨	٠,٥٠٤
	٣٦ × ٤	٠,٠١٩	٠,٠٧٤	٠,٣٦٧	٠,٤١٣
	٢٨ × ٦	٠,٠٢٣	٠,٠٩٤	٠,٣٦٨	٠,٤٧٧
	٤٨ × ٨	٠,٠١٣	٠,٠٦٥	٠,٢٣٦	٠,٢٦٤
	٦٦ × ١٤	٠,٠١٢	٠,٠٥٦	٠,١٨٦	٠,١٧٧
٢ - إطارات مطاطية:					
(أ) عجلة الساحة	١٠ × ٧,٥	٠,٠٢٩	٠,٠٦١	٠,٣٧٩	٠,٤٢٩
الأمامية	١٠ × ٩	٠,٠٣١	٠,٠٦٠	٠,٣٣١	٠,٣٨٨
(ب) عجلة الساحة الخلفية	٢٨ × ٧,٥	٠,٠٢٦	٠,٠٥٢	٠,١٩٧	٠,٢٠٥
	٣٦ × ٧,٥	٠,٠١٨	٠,٠٤٦	٠,١٨٥	٠,١٧٧
	٢٤ × ٩	٠,٠٢٣	٠,٠٥٣	٠,١٨٦	٠,٢٠٦
	٢٤ × ١١,٢٥	٠,٠١٩	٠,٠٤٤	٠,١٨٣	٠,٢٠٠
	٣٦ × ١١,٢٥	٠,٠١٦	٠,٠٣٧	٠,١٦٨	٠,١٦٥
	٣٢ × ١٢,٧٥	٠,٠١٨	٠,٠٤٠	٠,١٨٢	٠,١٦١
عجلة الآلة	١٨ × ٤	٠,٠٣٤	٠,٠٥٨	٠,٣٦٦	٠,٣٩٢
	٣٦ × ٤	٠,٠١٧	٠,٠٥٠	٠,٢٩٤	٠,٢٧٧
	١٦ × ٥	٠,٠٣١	٠,٠٦٢	٠,٣٨٨	٠,٤٦٠
	١٦ × ٦	٠,٠٢٧	٠,٠٦	٠,٣١٩	٠,٣٣٣
	١٦ × ٧,٥	٠,٠٢٥	٠,٠٥٥	٠,٢٨٠	٠,٣٢٢
	١٦ × ٩	٠,٠٤٢	٠,٠٥٤	٠,٢٤٩	٠,٢٧٢
	٤٠ × ٩	٠,٠١٨	٠,٠٣٦	٠,١٦٥	٠,١٩٩

المصدر

Mc Kibbin, E G. and Davidson, J B. "Transport Wheels for Agricultural Wheels".
Agricultural engineering 20. 469-73. 1939.

الشغل:

وهو حاصل ضرب القوة المبذولة لتحريك جسم ما في المسافة التي يقطعها الجسم في اتجاه الحركة. فمثلاً إذا سحبت الساحبة محراثاً بقوة ٥ كيلو نيوتن لمسافة ١٠٠ متر فإنها تبدل شغلاً مقداره ٥٠٠ ك. ن. م.

القدرة:

لو فرضنا وجود ساحبة قادرة على سحب محراث ذو خمسة أبدان وأخرى قادرة على سحب ثلاثة أبدان فقط، فإننا لا نستطيع أن نقارن بين قدرتهما ومن الخطأ أن نقول، بدون معرفة العوامل الأخرى، أن الساحبة الأولى ذات قدرة أعلى من الثانية، بل يجب معرفة السرعة التي تسير بها كلا الساحبتين، حتى يمكن المقارنة معنى هذا أنه لمعرفة قدرة الساحبة يلزم معرفة القوة التي تبدلها والسرعة التي تسير بها. فمثلاً، الحصان عندما يسحب عربة فارغة يستطيع السير بسرعة عالية نسبياً، ولكن عندما تحمل هذه العربة فإن الحصان سوف لا يستطيع السير بنفس السرعة السابقة، بل بسرعة أقل ولا يمكن زيادة سرعة سيره مطلقاً لأن قدرته ثابتة. وكذلك الساحبة عندما تكون قدرتها ٦٠ حصان مثلاً فإنها سوف تستطيع السير بسرعة معينة عندما تسحب قوة معينة. وعندما تزداد قوة السحب هذه فلا بد من تقليل السرعة وإلا فإن الساحبة سوف تعجز عن الحركة.

القدرة إذن تساوي القوة مضروبة في السرعة ووحداتها نيوتن. متر/ ثانية أو واط.

□ مثال رقم (١):

أوجد قدرة ساحبة تسير بسرعة ٢ متر/ ثانية وتسحب محراث يتطلب قوة سحب مقدارها ٥ كيلونيوتن مع إهمال كافة الفقدوات والانزلاق في العجلات.

□ الحل:

$$\text{القدرة} = \text{القوة} \times \text{المسافة}$$

$$= ٥ \times ٢ = ١٠ \text{ ك واط}$$

□ مثال رقم (٢):

أوجد عزم الدوران الذي تبدله عجلة الساحبة إذا كان قطر العجلة ١.٥ متر

□ الحل: قدرة أي جزء دوار تساوي عزم الدوران $\times$ السرعة الزاوية كما ذكر سابقاً.

السرعة الزاوية = دورة في الثانية $\times 2\pi$.

أي أن السرعة الزاوية (ز. نق. / ثا) = عدد دورات العجلة في الثانية $\times 2\pi$.

السرعة المحيطية للعجلة

(سرعة الساحة الأمامية)

وبما أن عدد دورات العجلة في الثانية = $\frac{\text{السرعة المحيطية للعجلة}}{\text{محيط العجلة}}$

إذن:

$$\frac{\text{سرعة الساحة } \times 2\pi}{\text{قطر العجلة } \times \pi} = \text{السرعة الزاوية}$$

$$\frac{\text{سرعة الساحة}}{\text{نصف قطر العجلة}} = \text{أو السرعة الزاوية}$$

$$\frac{2}{0.75} =$$

$$= 2.67 \text{ ز. نق. / ثا.}$$

$$\frac{\text{القدرة}}{\text{السرعة الزاوية}} = \text{عزم الدوران}$$

$$\frac{10}{2.67} =$$

$$= 3.75 \text{ ك. ن. م.}$$

إتزان وتحسين أداء الساجبات ذات العجلات .

إتزان الساجبات ضروري جداً لتفادي انقلابها وتحسين أدائها فكثير من الحوادث المؤسفة تنتج بسبب اختلال إتزان الساجبة ويقصد بالإتزان هنا هو الإتزان الحركي أي عندما تكون الساجبة في حالة العمل .

حتى يتحقق الإتزان في الساجبة، يجب توفر ثلاثة شروط، وهي :

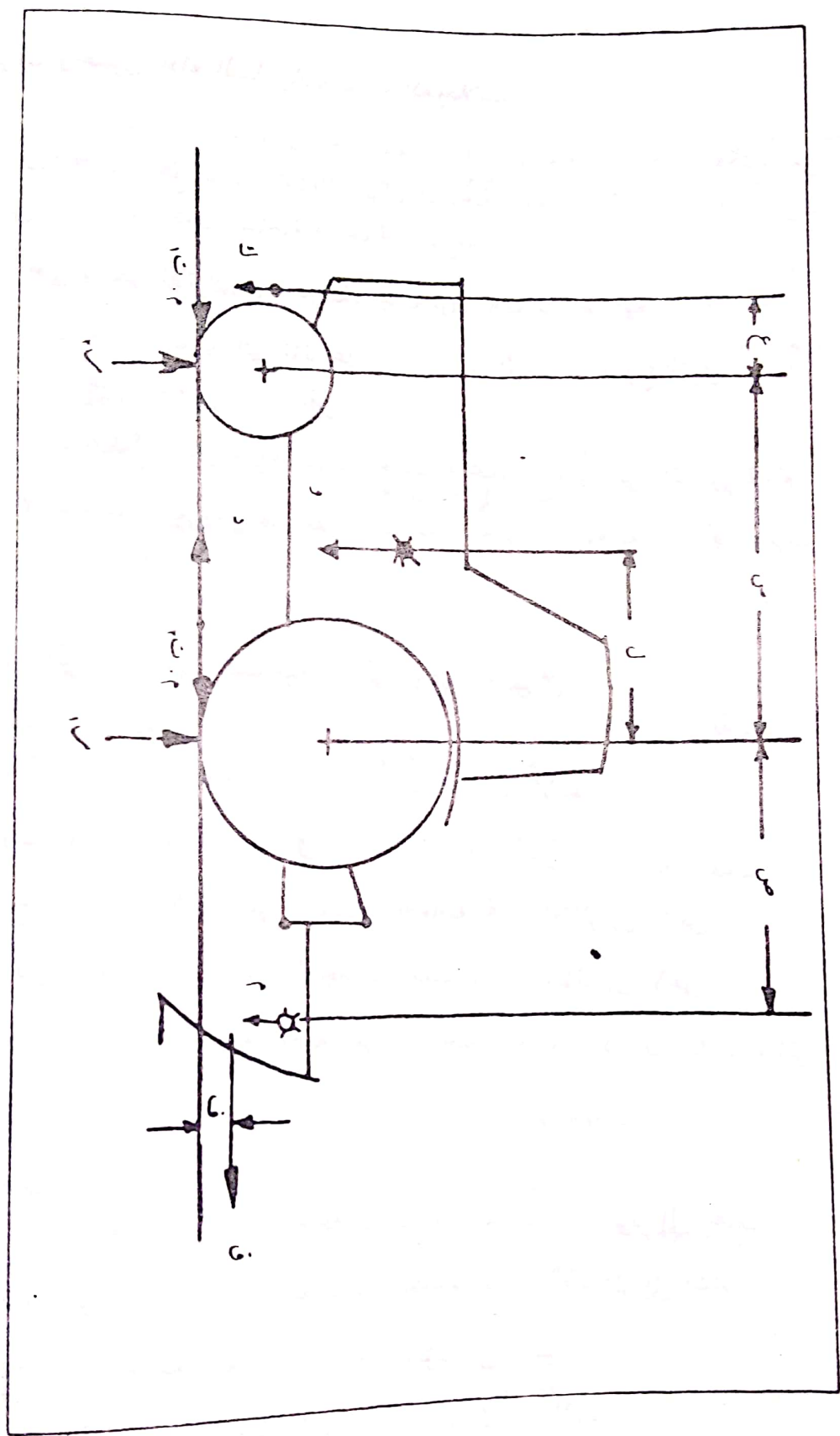
- ١ - مجموع القوى التي تؤثر على الساجبة إلى الأعلى = مجموع القوى التي تؤثر على الساجبة إلى الأسفل .
- ٢ - مجموع القوى التي تؤثر إلى الخلف = مجموع القوى التي تؤثر إلى الأمام .
- ٣ - مجموع العزوم باتجاه عقرب الساعة = مجموع العزوم بعكس اتجاه عقرب الساعة .

القوى التي تؤثر على الساجبة، شكل رقم (١ - ٣) :

- ١ - القوى الرأسية :
 - (أ) وزن الساجبة (و) ويؤثر في مركز ثقلها إلى الأسفل .
 - (ب) وزن الآلة (م) ويؤثر في مركز ثقل الآلة للأسفل .
 - (ج) رد فعل الأرض على العجلات الأمامية (١) ويؤثر إلى الأعلى .
 - (د) رد فعل الأرض على العجلات الخلفية (٢) ويؤثر إلى الأعلى .
 - (هـ) أي أوزان إضافية توضع على الساجبة لتخفيف الإتزان (ك)، ويؤثر للأسفل .

٢ - القوى الأفقية :

- (أ) مقاومة لتدحرج عى العجلات الأمامية (م . ت ١)، ويؤثر إلى الخلف
- (ب) مقاومة التدحرج على العجلات الخلفية (م . ت ٢) ويؤثر إلى الخلف
- (ج) القوة اللازمة لسحب الآلة (ق) ويؤثر إلى الخلف
- (د) قوة الدفع التي توفرها الساجبة (د) ويؤثر إلى الأمام .



شكل رقم (١-٣)
القوى التي تؤثر على ساحة ذات عجلات مع آلة مسلفة

من شكل رقم (١-٣) الذي يمثل ساحبه مع آلة معلقة نجد أن شروط الاتزان، هي

$$١ - و + م + ك = ر + ١٠$$

$$٢ - د - م - ت + م + ت + ق$$

وبأخذ عروم حول نقطة تلامس العجلة الخلفية مع الأرض، فإن

$$٣ - ١ \times س + م \times ص = ك (ع + س) + و \times ل + ق \times ف$$

من هذه المعادلة يمكن تعيين $ر$ ومنازعتها بالقيمة المتحصل عليها من الفقرة القادمة

توجيه الساحبة:

الساحبات ذات العجلات يتم توجيهها اعتيادياً بواسطة العجلات الأمامية فيما عدا الساحبات ذات الهيكل المفصلي التي يتم توجيهها بواسطة تمفصل الهيكل، ومن البديهي أنه لا بد من وجود قوة تماسك كافية بين الأرض والعجلات الأمامية حتى يتم التوجيه وبعبارة أخرى، لا بد من وجود قيمة معينة موجبة لـ $ر$ ، شرط التوجيه الجيد هو أن $ر$ يجب أن لا تقل عن خمس وزن الساحبة إذا كانت الآلة المربوطة بالساحبة مقطورة وأن لا تقل عن خمس وزن الساحبة زائداً وزن الآلة إذا كانت الآلة المربوطة مع الساحبة معلقة، أي:

مع الآلات المقطورة:

$$١٠ \leq ٠,٢ و$$

و:

$$\text{مع الآلات المعلقة: } ١٠ \leq ٠,٢ (و + م)$$

أجهزة نقل القدرة:

مميزات أجهزة نقل القدرة، هي:

- ١ - قابليتها لنقل القدرة عبر مسافة معينة، حيث $\text{القدرة} = \text{القوة} \times \text{السرعة}$ أو $\text{عزم الدوران} \times \text{السرعة الزاوية}$

- ٢ - قابليتها لتغيير نسبة القوة والسرعة.
- ٣ - قابليتها لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة ترددية وبالعكس.

جدول رقم (١ - ٢)

يبين مقارنة لبعض أنظمة نقل القدرة ذات الحركة الدورانية

النظام	عزم الدوران	السرعة	مسافة النقل	الكفاءة تقريبا
الكهرباء	منخفض	عالية	آلاف الكيلومترات	٧٠٪
التروس	منخفض أو عالي	عالية أو منخفضة	في المترين	٩٥٪
السلاسل	منخفض أو عالي	عالية أو منخفضة	أمتار	٩٥٪
السيور	منخفض	متوسطة	أمتار	٩٠٪
الأعمدة	منخفض أو عالي	عالية أو منخفضة	أمتار	١٠٠٪
الهيدروليك	منخفض أو عالي	عالية أو منخفضة	أمتار	٧٠٪ أو أقل

وأهم أجهزة نقل القدرة في مكائن وآلات الاستصلاح هي التروس والأجهزة الهيدروليكية.

التروس:

هي من أكثر الأجزاء استعمالاً في نقل القدرة من المحرك إلى العجلات، ووظائفها نقل الحركة والقدرة بين الأعمدة الدوارة بحيث تبقى نسبة السرعة ثابتة بينها عند الحركة. الحركة تتم بتعشيق أسنان زوج من التروس بحيث تكون حركة أحد الأعمدة مسيطر عليها بدقة بواسطة العمود الآخر.

ميكانيكية التربة:

شاحنات البضائع وسيارات الركوب تتحرك اعتيادياً على سطح صلب نسبياً بينما المكائن الزراعية وآلات استصلاح التربة تتحرك على سطح هش، مفكك، وقابل للكس تحت تأثير الأحمال.

إن دراسة حركة المكائن على الأرض الزراعية تعتمد على معرفة متانة التربة وخصوصاً العلاقة بين الحمل عليها ومقدار تشوهها.

متانة التربة :

تحتوي التربة على قوة شد قليلة جداً ولكنها عندما تضغط (تكبس) يحدث بعض النقص في الحجم ولكنها سوف تتحمل الزيادة في الانضغاط بدون أي تدهم. تهدم وتصدع التربة في ظروف عمل المكائن الزراعية يتم نتيجة التغلب على قوى القص الموجودة في التربة ولهمم هذا، يجب معرفة قوة القص.

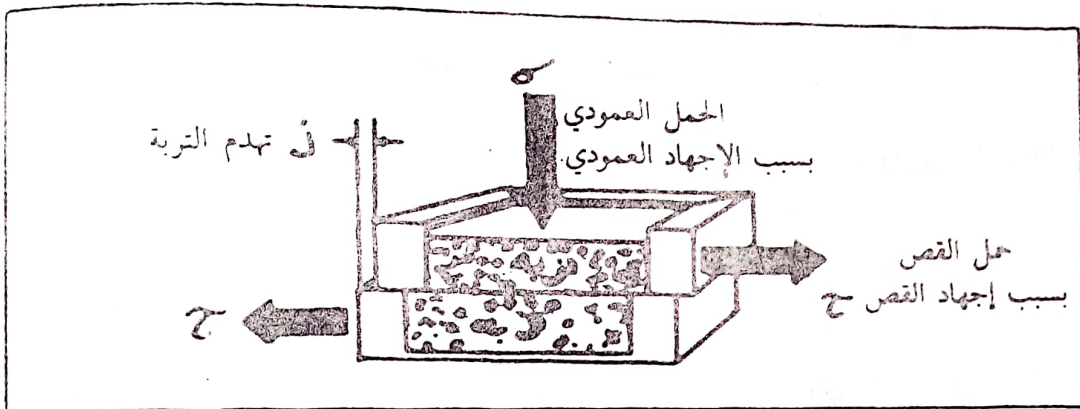
قوة القص الموجودة في التربة هي نتيجة لقوى تلاصق حبيباتها وقوى الاحتكاك الداخلي لهذه الحبيبات ويتم قص التربة بواسطة إحداث قوتين متعاكسين بحجم معين من التربة بطريقة خاصة يمكن إجراؤها في المختبر. وبما أن مقدار قوة القص أو أي قوة تتناسب طردياً مع مساحة المستوى الذي تؤثر عليه هذه القوة فيكون من الأفضل التعامل مع الإجهاد وليس مع القوة والإجهاد يساوي القوة على وحدة المساحة.

نعين إجهاد القص مخبرياً يتم بواسطة عدة طرق، إحدى هذه الطرق تتم باستعمال جهاز اختبار القص المباشر، وفيه يتم أخذ عينة من التربة ووضعها في صندوق معدني مفصول أفقياً إلى نصفين بحيث يمكن هذين النصفين أن ينزلقا على بعضهما والتربة بداخلهما شكل رقم (١ - ٤). يثبت أحد نصفي الصندوق وتسلط قوة على النصف الآخر فيلاحظ نشوء إزاحة جانبية لنصفي الصندوق وهذا معناه أن التربة قد قصت عند مستوى تماس نصفي صندوق القص هذه الإزاحة الجانبية يطلق عليها تهدم التربة (Deformation)، وهي تزداد بزيادة قوة القص المبذولة على عينة التربة أي أن هناك علاقة طردية بين قوة القص المبذولة على التربة والتهدم إلى أن نصل إلى مرحلة معينة نجد فيها أن أي زيادة بسيطة في قوة القص ينتج عنها إزاحة جانبية كبيرة، وبعد هذه المرحلة نجد أن عينة التربة قد قصت أي تهدمت وانفصلت إلى نصفين ولم تعد قوة القص المبذولة تتناسب مع التهدم.

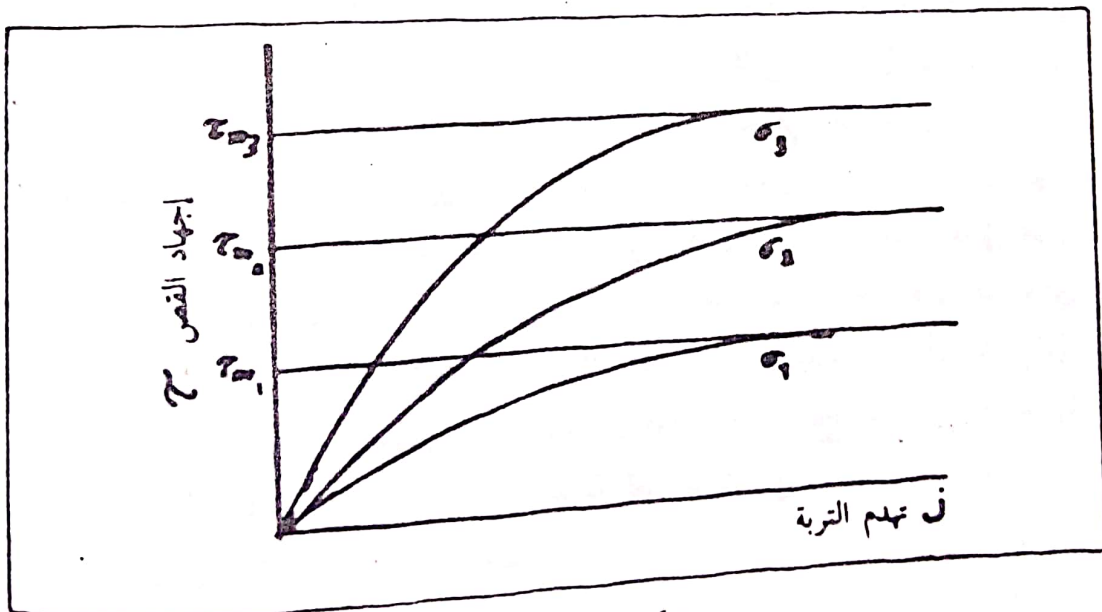
إن القوة المبذولة على عينة التربة هي في الواقع قوة نبذلها نحن للتغلب على قوة القص الموجودة في التربة التي تصل إلى أعلى قيمة لها عند لحظة تهدم التربة تماماً، أي عندما يكون التهدم غير متناسب مع قوة القص المبذولة على التربة، ويمكن ملاحظة

ذلك من شكل رقم (١ - ٥)، الذي يمثل العلاقة بين قوة القص في التربة والتهدم. وقد وجد أن قوة القص في التربة تزداد بزيادة الإجهاد العمودي عليها. فالعالمان (Janssi) و (Hanamoto) استنتجا معادلة لتمثيل العلاقة بين تهم التربة وقوة القص فيها، وهي:

$$\tau = \tau_{\max} \left(1 - \frac{J}{eK} \right)$$



شكل رقم (١ - ٤)
اختبار قوة القص باستعمال صندوق القص



شكل رقم (١ - ٥)
خصائص قوة القص في التربة
هند تسليط إجهاد عمودي عليها ذو
قيم مختلفة σ₁، σ₂، σ₃

حيث (ك = K) يمثل معامل التهدم للتربة وتغيره يعتمد على سرعة وصول قوة القص في التربة إلى قيمتها القصوى. هذا المعامل له قيمة عالية في الترب المفككة وقيمة منخفضة في الترب المكبوسة حيث تتراوح قيمته من ١٢ إلى ٤٠ ملم

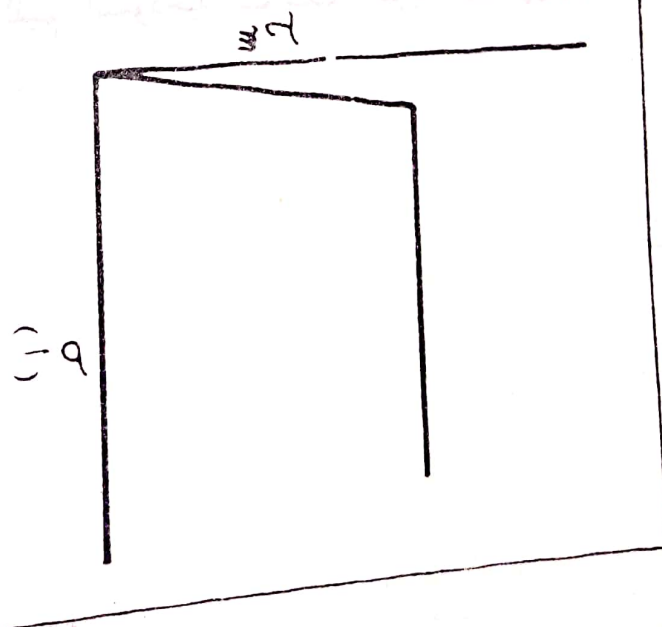
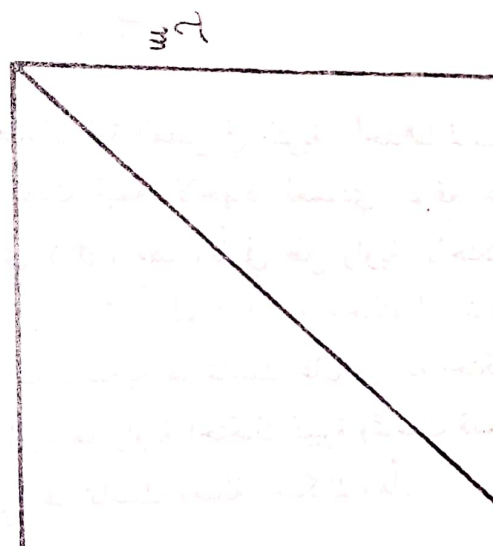
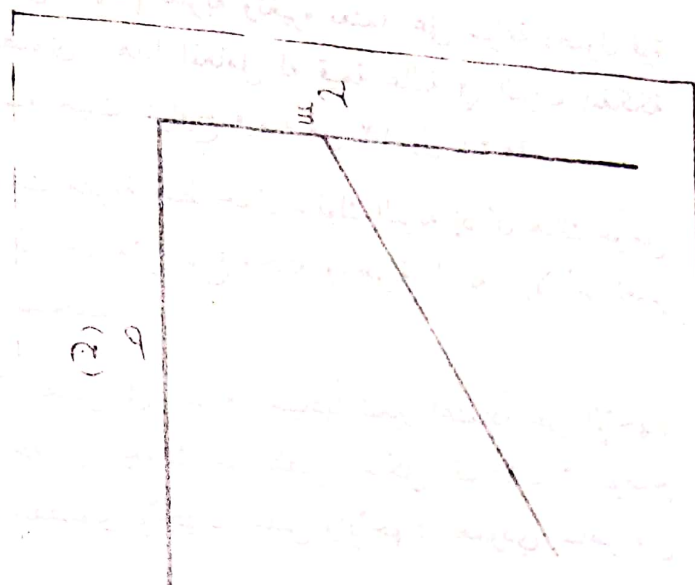
هذه المعادلة تعطي معلومات مقربة فقط حول سلوك التربة إذ أن هناك عوامل عديدة تؤثر على قوة القص في التربة، مثل نوع وحالة ورطوبة التربة إلا أنها تعتبر كأساس جيد تبنى عليها نظرية السحب.

إن القيمة القصوى لقوة القص في التربة اعتيادياً تتغير اعتماداً على الإجهاد العمودي الذي يسند على المساحة التي يحدث بها القص. شكل رقم (١-٦) يوضح هذه النقطة والعلاقة بين القيمة القصوى لإجهاد القص والإجهاد العمودي المناظر تمثل بواسطة المعادلة:

$$\tau = C + \sigma \tan \phi$$

هذه المعادلة تبين أن هناك عاملين يحددان قوة القص في التربة. أحدهما تماسك التربة (C) الذي تكون قيمته ثابتة مهما كانت قيمة الإجهاد العمودي الواقع على التربة. العامل الآخر هو الإجهاد العمودي (σ) مضروباً في ظل زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة (ϕ). قيم (C) و ϕ يتغيران تبعاً لنوع التربة وحالتها، شكل رقم (١-٦) فمثلاً الترب الطينية تعتبر ترب تماسكية لها تماسك عال وزاوية احتكاك صغيرة بينما الترب الرملية تعتبر ترب احتكاكية لها زاوية احتكاك كبيرة و تماسك قليل. الترب الزراعية تعتبر وسط بين الاثنين فهي لها تماسك ومتانة احتكاك معاً.

جدول رقم (١-٣) يبين القيم النموذجية ل تماسك التربة (C) وزاوية الاحتكاك الداخلي ϕ



(11) 5

قوة النفس في الحرب في الأوقات المختلفة من الحرب

- (أ) تربة غامسية (ملبية)
(ب) تربة احتكاكية (مل جاف).
(ج) تربة احتكاكية غامسية (تربة راعية)

جدول رقم (١ - ٢)
أنواع الترب وخواصها الميكانيكية

نوع التربة	حجم عينة (سمودجى سم)	حالة التربة	زاوية الاحتكاك الداخلي (درجات)	تماسك التربة (كغ/سم ^٢)
رمل ناعم	٠.٠٧٥	مكسوة	٣٠ - ٢٥	٢٠ - ١٥
رمل متوسط	٠.٠٧٥	مكسوة	٣٢ - ١٨	٢٠ - ١٥
رمل خشن	٠.٠٧٥	مكسوة	٣٦ - ٢١	٢٥ - ٢٠
رمل خشن جداً	٠.٠٧٥	مكسوة	٣٨ - ٢٤	١٥ - ١٠
تربة مزيجية	٠.٠١١	مكسوة	٢٦ - ٢٢	٣٠ - ٢٥
		لدنة	١٩ - ١٥	٢٠ - ١٥
تربة طينية	٠.٠٠٢	مكسوة	١٩ - ١٧	٦٠ - ٤٠
		لدنة	١٤ - ١٠	٣٠ - ٢٥

تمارين

- ١ - أوجد القيمة القصوى لإجهاد القص لثلاثة عينات من تربة حقل كلية الزراعة باستعمال جهاز اختبار قوة القص وثلاثة قيم للإجهاد العمودي.
 - ٢ - أوجد زاوية الاحتكاك الداخلي والتماسك ومعامل التهدم لتربة حقل كلية الزراعة باستعمال جهاز اختبار القص.
 - ٣ - ما هو تأثير المحتوى الرطوبي للتربة على القيمة القصوى لإجهاد القص؟
 - ٤ - ساحة كتلتها ٤ طن تسير بسرعة ٢ متر / ثانية اضطرت إلى الدوران بحيث كان نصف قطر دورانها ٥ متر. أوجد القوة الطاردة المركزية التي سوف تؤثر عليها؟
 - ٥ - ماهي مقاومة التدحرج وما هي العوامل التي تؤثر عليها؟
 - ٦ - الساحة عتري ٨٠ وزنها ٤٠ كيلونيوتن. ثلث هذا الوزن يقع على العجلات الأمامية والباقي على العجلات الخلفية. ربطت بمحراث معلق وزنه ١٠ كيلونيوتن ومركز ثقله يبعد ١,٢٠ متر عن نقطة تلامس العجلات الخلفية مع الأرض والقوة اللازمة لسحبه أثناء العمل تساوي ١٠ كيلونيوتن وتؤثر على بعد ٢٠ سم تحت مستوى سطح الأرض؟
- تأكد فيما إذا كان شرط التوجيه الجيد متوفر وإذا لم يكن كذلك فما هو وزن الأثقال التي يجب وضعها في مقدمة الساحة.
- ملاحظة: يمكن الحصول على أي معلومات ضرورية من معاينة الساحة نفسها.

الفصل الثاني

الساحبات المسرفة

الساحبات المسرفة

تعريف:

الساحبة المسرفة عبارة عن آلة ذاتية الحركة قادرة على سحب الآلات الزراعية ومعدات نقل التربة بواسطة جهاز تلامس مع الأرض من نوع خاص يسمى بالمسرفة. إن هذا النوع من الساحبات يعطي قوة سحب أكبر مقارنة بالساحبات ذات العجلات لنفس قدرة المحرك وذلك بسبب نسبة الانزلاق الصغيرة نسبياً فيها. إضافة إلى هذا، فإن كبس التربة من قبل المسرفة يكون أقل مقارنة بالساحبات ذات العجلات لنفس الوزن بسبب كبر مساحة التلامس مع الأرض، عيوب هذا النوع من الساحبات هو سرعتها المنخفضة مما يتطلب تحميلها على مقطورة عندما يراد نقلها لمسافة بعيدة من مكان إلى آخر، إضافة إلى ارتفاع ثمنها.

المسرفة:

مسرفة الساحبة تتكون من وصلات مصنوعة من الصلب مربوطة مع بعضها بواسطة مسامير، وكل مسمار له رأس مطروق من جهة ومحكم في موضعه بواسطة قطعة مباعدة ومسمار احتجاز في الجهة المقابلة. كل وصلة مزودة ببروز أكثر من الخارج تغرز في التربة لإعطاء السحب المطلوب. أما السطح الداخلي، فهو مستو فيما عدا مناطق الربط بواسطة المسمار التي تكون مستديرة، شكل رقم (٢-١) و (٢-٢). مناطق الربط المستديرة تتموضع بين أسنان عجلة الإدارة المستننة للمسرفة. إسطوانات التدحرج في المسرفة تدور نتيجة حركة المسرفة عليها في ممر ثابت بالسطح الداخلي لمنع جتيزير المسرفة من الانزلاق يمينا ويساراً وكذلك تعمل على

إسناد الجزء العلوي للمسرفة هذه الإسطوانات تكون حرة الحركة وتدور حول كراسي تحميل لتقليل الاحتكاك

المسرفة مشدودة من الطرفين بعجلتين، الأمامية تسمى العجلة الوسيطة وتدار من قبل المسرفة، والخلفية تسمى عجلة الإدارة المسننة وهي التي تأخذ حركتها من محرك الساحة وتحرك المسرفة بواسطة أسنانها التي تدخل فيما بين مسامير الربط

صيانة المسرفة وملحقاتها:

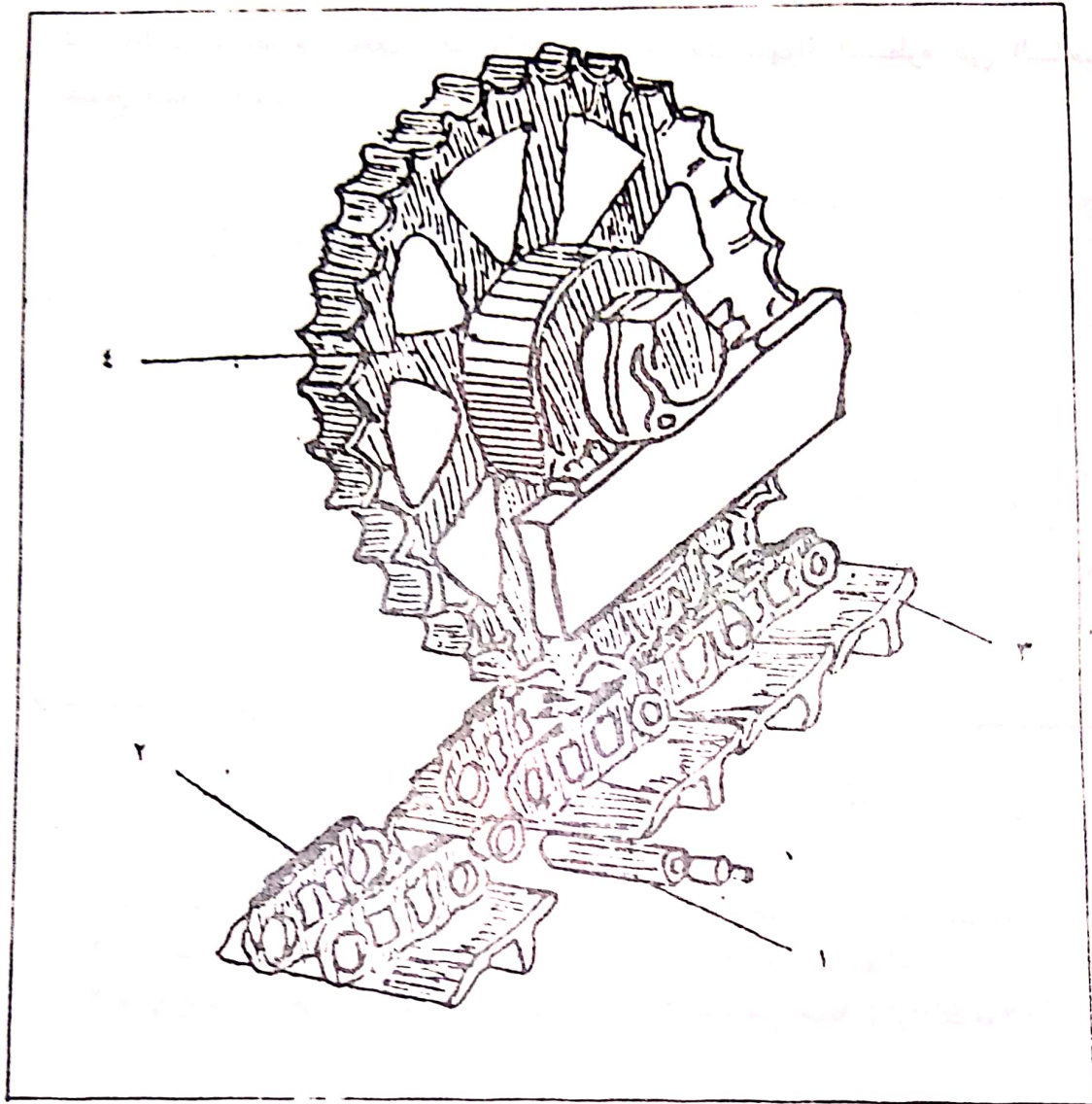
التزيت والتشحيم والضبط على فترات منتظمة للمسرفة وملحقاتها ضروري جداً إذ يجب تشحيم كل من العجلة الوسيطة، إسطوانات التدرج العلوية والسفلية الأجزاء الواجب ضبطها هي خلوصات كراسي التحميل وتوتر المسرفة إذ أنه بعد فترة من التشغيل تصبح المسرفة راخية ويجب أن تعمل الساحة وهي في هذه الحالة وإلا أصبح معدل البلي (الإستهلاك) فيها سريع ويجب أيضاً أن لا تعمل الساحة ومسرفتها مشدودة أكثر من اللازم لنفس السبب. الشد المتساوي في كلا المسرفتين ضروري جداً وإلا فإن الساحة سوف تميل إلى الانعراج نحو جهة المسرفة المشدودة أكثر من الأخرى، للتحقيق من شد المسرفتين، يجب وضع الساحة على سطح مستو صلب.

الشد في المسرفة يعني بواسطة قياس المسافة بين مراكز عجلة الإدارة المسننة والعجلة الوسيطة ثم تصحيح هذه المسافة لإعطاء الشد الكافي بواسطة فتح براغي العجلة الوسيطة وتحريكها إلى الأمام أو إلى الخلف.

إن عملية ضبط الشد تعتمد على نوع الساحة فكل ساحة لها طريقة معينة ومن الضروري الاسترشاد بدليل الساحة لإجراء عمليات التزيت والضبط.

أجهزة الإستدارة في الساحبات المسرفة:

عند صنع آلة معينة، فإن المصمم يجب أن يأخذ في الاعتبار عدة عوامل، منها التكلفة، الإنتاجية، الأمان، التحملية، وسهولة الصيانة.

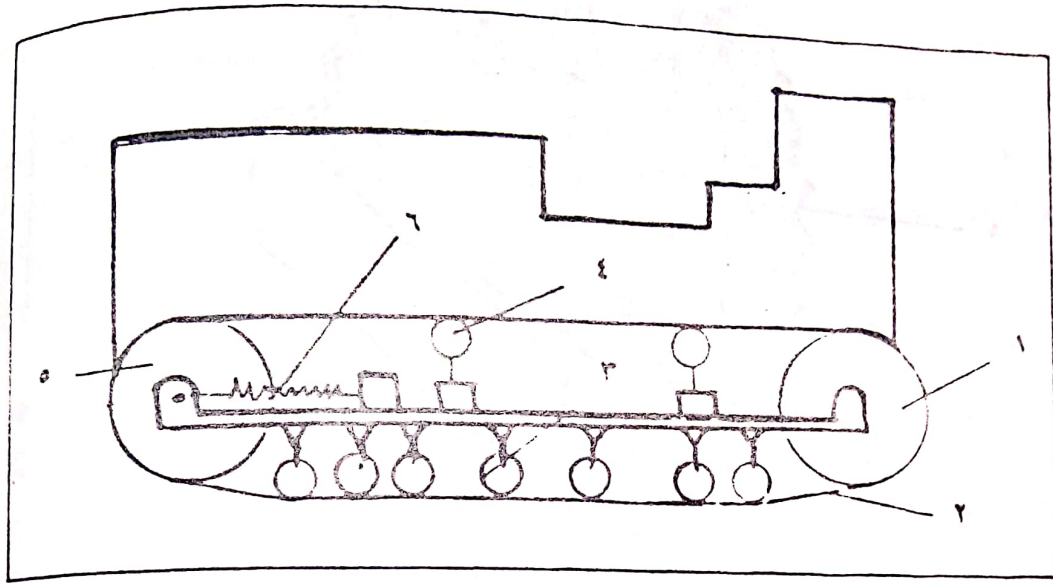


شكل رقم (٢ - ١)
المسرفة وعجلة الإدارة المستنة

- | | |
|---------------|--------------------------|
| ١ - مسما ربط؛ | ٣ - بروز الوصلة؛ |
| ٢ - وصلة؛ | ٤ - عجلة الإدارة المستنة |

الإنتاجية تشمل الكفاءة الميكانيكية وكفاءة إدارة الآلة ومن الطبيعي أن قائد الساحة لا يمكن أن يحصل على أكثر مما تعطيه الساحة من كفاءة ميكانيكية ولكن سهولة السيطرة على أجزاء الساحة يمكن أن تزيد نسبة العمل الفعلي المنجز إلى العمل الممكن إنجازه. هذه النسبة هي التي تحدد كفاءة إدارة الساحة ومن الأفضل دائماً أن تدار الساحة من قبل شخص ماهر، ولكن في كثير من الأحيان لا يتوفر هذا الشخص

مما يتطلب استخدام شخص غير ماهر، وبالتالي فإن سهولة السيطرة على الساحة تصبح مسألة حيوية.



شكل رقم (٢-٢)
مسرفة الساحة وملحقاتها

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| ١ - عجلة الإدارة المستنة؛ | ٤ - إسطوانة التدحرج العلوية؛ |
| ٢ - المسرفة؛ | ٥ - العجلة الوسيطة؛ |
| ٣ - إسطوانة التدحرج السفلية؛ | ٦ - نابض ضبط توتر المسرفة |

سطح

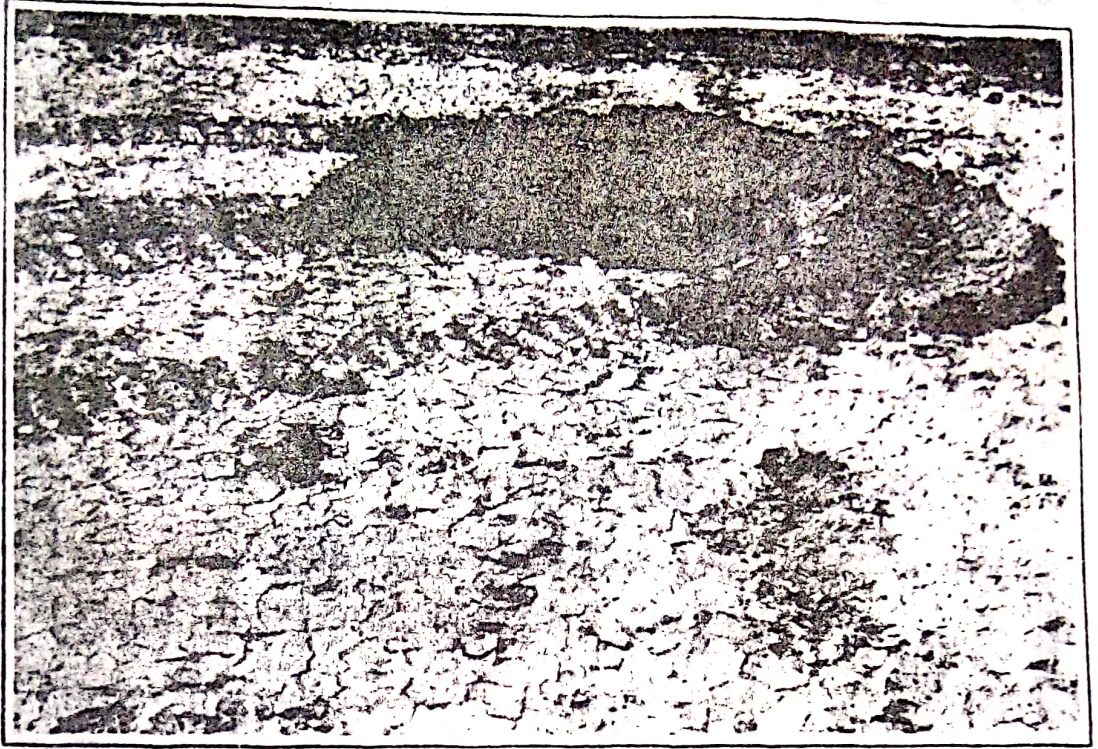
إن

جهاز الإمداد
الرئيسي
هذا، بالإ
واتجاه انه

إن دراسة أجهزة الاستدارة في الساحبات المسرفة مهمة من ناحية تأثير الاستدارة على سطح التربة والفقد الميكانيكي، وشكل رقم (٢-٣) يبين التأثير الميكانيكي السيء على سطح التربة نتيجة دوران ساحة مسرفة ذات جهاز استدارة معين بمقدار ٣٦٠ درجة.

معظم الساحبات المسرفة المستخدمة حالياً من النوع الذي يتم فيه الاستدارة بواسطة تقليل سرعة المسرفة الداخلية بالنسبة لمركز الدوران وزيادة سرعة المسرفة الخارجية... نظام الاستدارة هذا يعتبر بسيط على الرغم من تأثيره السيء على سطح التربة والفقد الميكانيكي الناتج من تحريكها، أنظر شكل رقم (٢-٣).

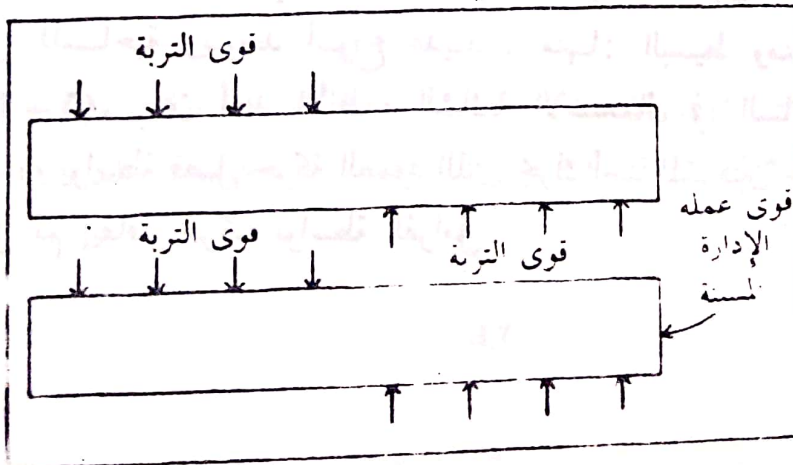
شكل
القوى



شكل رقم (٢ - ٣)

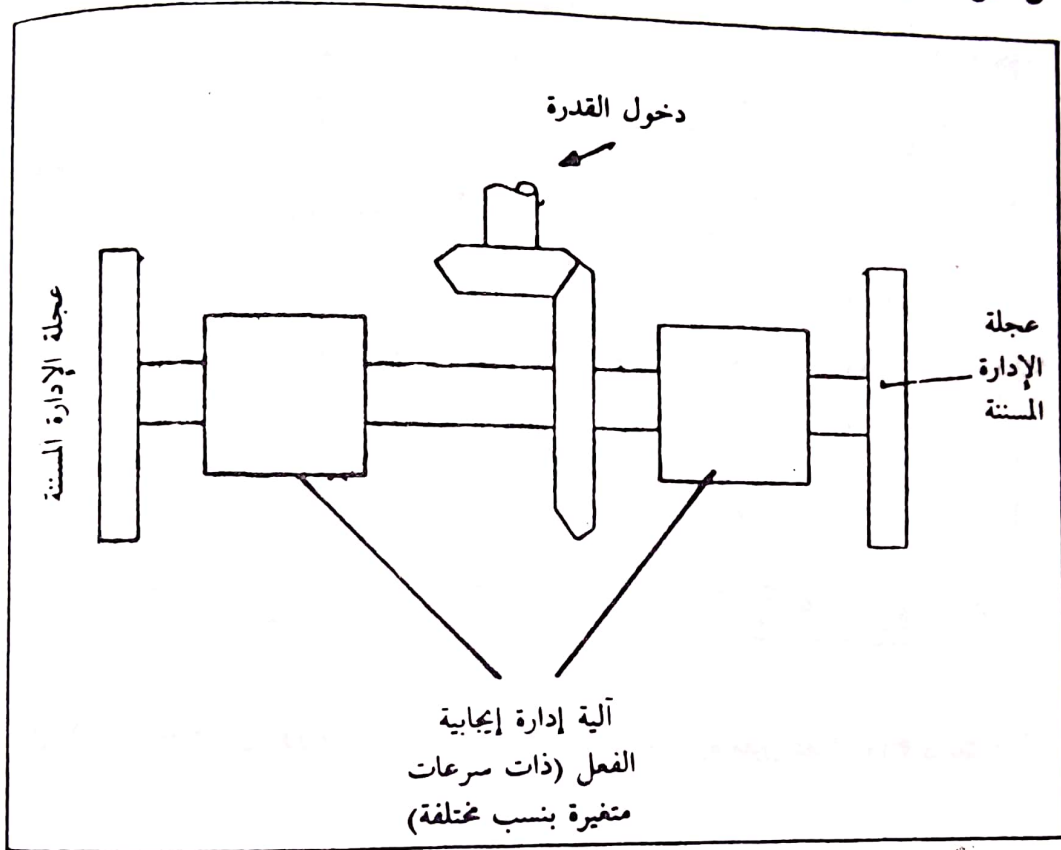
سطح الأرض الناتج من دوران ساحة مسرفة ذات جهاز استدارة معين بمقدار ٣٦٠ درجة

إن القدرة المفقودة في تحريك التربة عند الدوران تعتمد بدرجة كبيرة على نظام جهاز الإستدارة. فالقوى المتولدة نتيجة انزلاق المسرفتين خلال الاستدارة تعتبر العامل الرئيسي الذي يقاوم التغير في اتجاه حركة الساحة وخصوصاً عدد السرعات المنخفضة هذا. بالإضافة إلى العوامل الأخرى مثل عزم القصور الذاتي مقاومة التدحرج، درجة واتجاه انحدار الأرض، وموضع مركز ثقل الساحة، شكل رقم (٢ - ٤).



شكل رقم (٢ - ٤)
القوى التي تؤثر على
سرفتي الساحة عند
الإستدارة

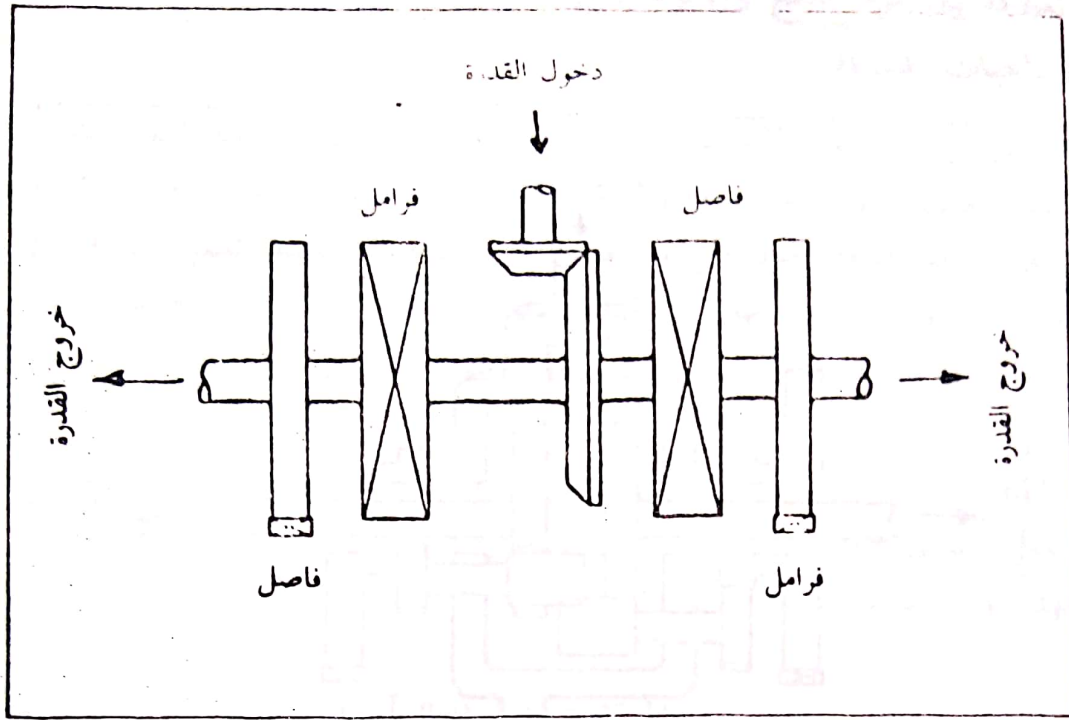
إن التأثير السيء على سطح التربة نتيجة الإستدارة يعتمد بدرجة كبيرة على السرعة النسبية لمسرفي الساحة، وهذا يعتمد بدوره على الآلية الداخلية للجهاز الإستدارة في الساحة. هذا يعني أن الآلية المثالية والتي تقلل من تشوه سطح التربة هي التي يمكن بواسطتها السيطرة التامة على سرعة كل من المسرفة الداخلية والخارجية من قبل سائق الساحة، شكل رقم (٢ - ٥).



شكل رقم (٢ - ٥)

منظومة الاستدارة المثالية والتي يمكن بواسطتها إعطاء سرعات مختلفة لكل من المسرفة الداخلية والخارجية

منظومة الاستدارة في الساحة المسرفة تبدأ بعد صندوق السرعة أي عند المحور الخلفي للساحة ويوجد أنواع عديدة، منها: البسيط ومنها المعقد. شكل رقم (٢ - ٦)، يبين أحد الأنظمة الشائعة الاستعمال في الساحبات المسرفة وتتم الاستدارة بواسطة فصل حركة العمود الذي يحرك أحد المسرفتين جزئياً أو كلياً بواسطة الفاصل ثم إيقاف خركته بواسطة الفرامل.

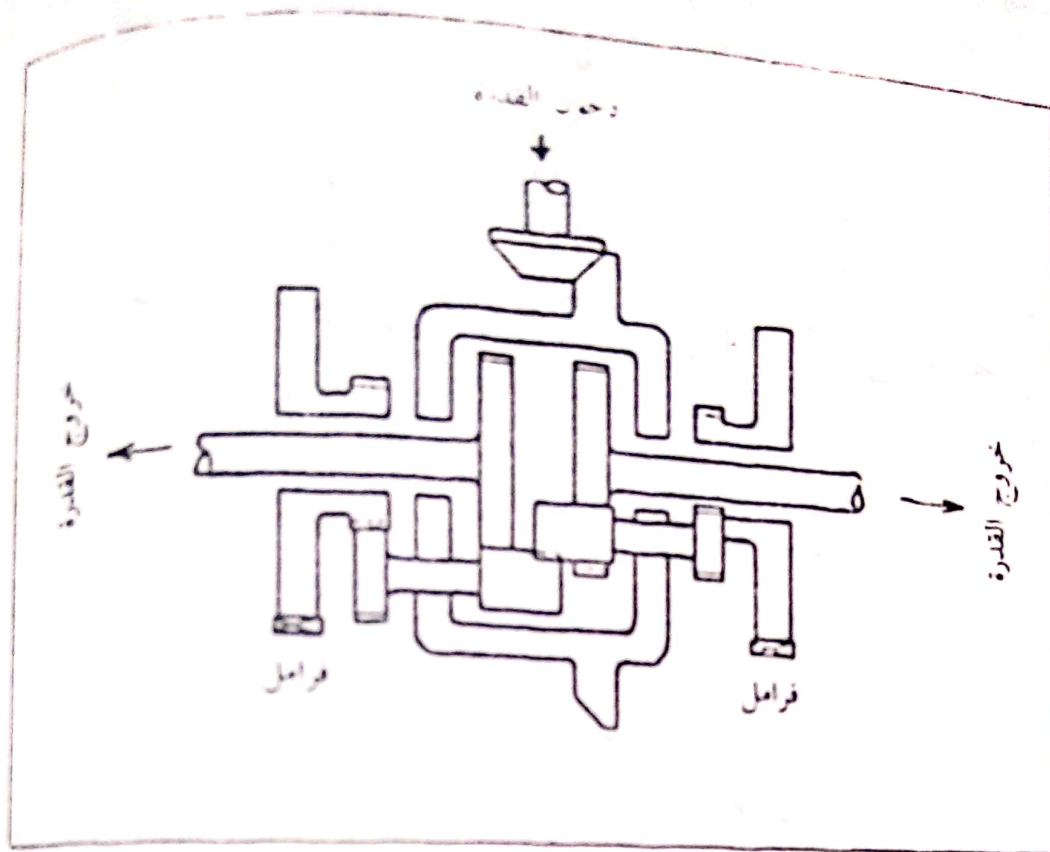


شكل رقم (٢-٦)
منظومة الإستدارة ذات الفاصل والفراامل

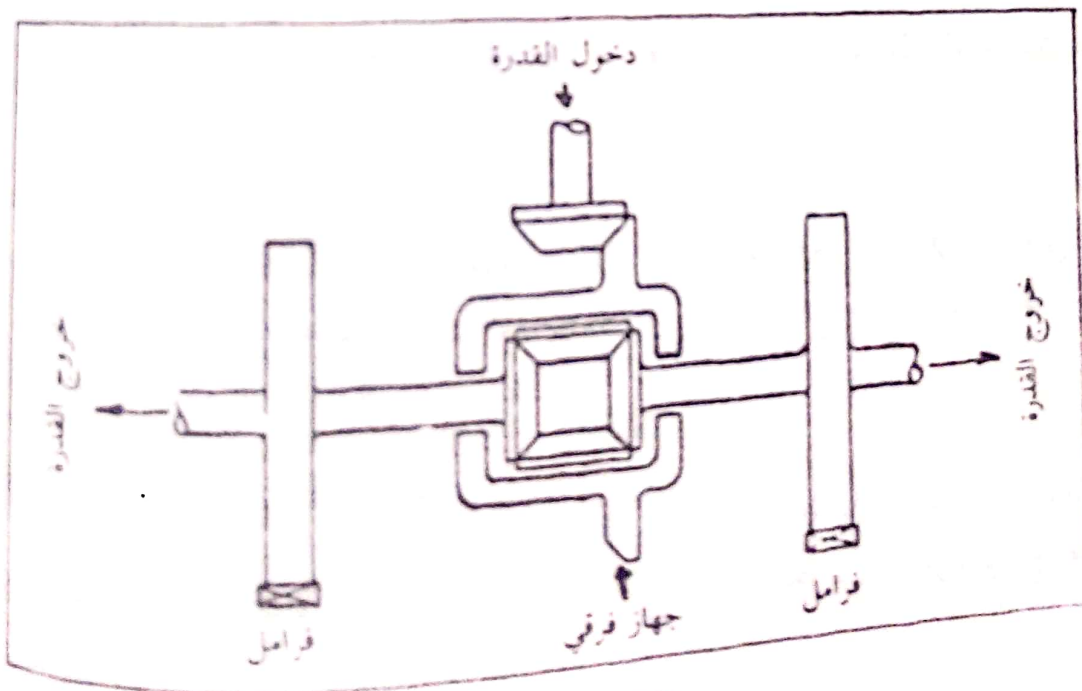
شكل رقم (٢-٧) يبين منظومة الإستدارة ذات الجهاز الفرقي المسيطر عليه وتتم الإستدارة فيه بإيقاف المستنات الكوكبية لجهة واحدة بواسطة الفراامل. من الواضح في هذه المنظومة أن استدارة الساحة حول نفسها لا يمكن أن تتم نظراً لعدم إمكانية إيقاف أحد المسرفتين من الحركة.

شكل رقم (٢-٨) يبين منظومة الإستدارة ذات الجهاز الفرقي المفرد، استعمال هذه المنظومة محدود بسبب الفقد العالي في القدرة الناتج من استعمال الفراامل وخصوصاً عند دوران الساحة حول نفسها.

هناك منظومات أخرى للإستدارة في الساحات المسرفة ولكنها معقدة ومكلفة ولا تستعمل إلا في نطاق محدود، والاستعمال الغالب لها يكون في العربات المسرفة العسكرية.



شكل رقم (٢ - ٧)
منظومة الإستدارة ذات الجهاز الفرقي المبسط عليه



شكل رقم (٢ - ٨)
منظومة الإستدارة ذات الجهاز الفرقي المقرمل

العلاقة بين قوة الدفع والانزلاق في الساحبات المسرفة:

في ظروف العمل الاعتيادية، التربة تحت المسرفة لا تنهدم بما فيه الكفاية لتوليد القيمة القصوى لقوة القص فيها (راجع الفصل الأول، ميكانيكية التربة)، وبالتالي فإن قوة الدفع الناتجة تكون أقل من قوة الدفع القصوى. فعندما تعمل المسرفة مع انزلاق ثابت (ز)، يزداد تهدم التربة تحتها بمعدل ثابت ابتداء من مقدمة المسرفة إلى نهاية تلامسها مع الأرض ولطول تلامس معين وقيمة معينة للانزلاق هناك شكل معين لتهدم التربة يناظر قوة دفع معينة (ق). والآن يصبح لدينا قيمتين لقوة الدفع الأولى قوة الدفع الممكن الحصول عليها (ق)، وقوة الدفع القصوى (ق_ص) وهذه تعتمد على القيمة القصوى لجهد القص التي يمكن أن توفره التربة والمساحة التي يتولد بها هذا الجهد. وكما ذكر في الفصل الأول:

$$\tau_{\max} = C + \sigma \tan \phi$$

بضرب طرفي المعادلة × مساحة تلامس المسرفتين مع الأرض (A) ينتج:

$$A \tau_{\max} = AC + A \sigma \tan \phi$$

(AT_{max})، هي القيمة القصوى لقوة الدفع التي يمكن أن توفرها التربة والتي أطلق عليها (ق_ص)، و (Aσ)، هو الوزن الواقع على المسرفتين أي وزن الساحة نفسها وسيرمز له بالرمز (Q)، إذن:

$$H_{\max} = AC + Q \tan \phi \quad (\text{ق_ص})$$

هذه المعادلة يطلق عليها معادلة (Micklethwaite)، من الجدير بالذكر هنا أن قوة الدفع القصوى هذه لا يمكن الحصول عليها عملياً لأنه لا يمكن تهديم كل التربة تحت المسرفة بما فيه الكفاية للحصول على القيمة القصوى لإجهاد القص حتى إذا كان الانزلاق في المسرفة ١٠٠٪

إن النسبة بين قوة الدفع الممكن الحصول عليها وقوة الدفع القصوى يطلق

$$\frac{Q}{Q_{\max}} = \text{أو } H = \frac{Q}{Q_{\max}}$$

ونسبة طول مساحة التلامس مضروبا في الانزلاق إلى معامل تهدم التربة يطلق
عليها نسبة الانزلاق، أو:

$$\text{نسبة الانزلاق (ز\%)} = \frac{ز \times ل}{ك} \times 100$$

من هاتين النسبتين يمكن رسم شكل بياني يبين العلاقة بينهما ومن هذا الشكل
يمكن الاستدال على أداء الساحة، شكل رقم (٢ - ٩).

□ مثال:

ساحة مسرفة وزنها ٥٠ كيلونيوتن. عرض المسرفة ٥٠ سم وطول تلامسها مع
الأرض ٢ متر. تعمل على تربة لها الخواص التالية: التماسك (C) = ٥ كيلونيوتن/
متر^٢، زاوية الاحتكاك الداخلي (Ø) = ٢٩°، معامل التهدم (K = ك) = ٣٥ ملم.
أوجد الانزلاق عندما تكون قوة السحب المطلوبة ١٥ كيلونيوتن.

□ الحل:

$$H_{\max} \text{ قمر} = AC + G \tan \emptyset$$

$$\therefore \text{قمر} = ٢٩ \text{ ظا } ٥٠ + ٥ \times ٢ \times ٠,٥ \times ٢ =$$

$$\text{أي: قمر} = ٢٧,٧١ + ١٠ =$$

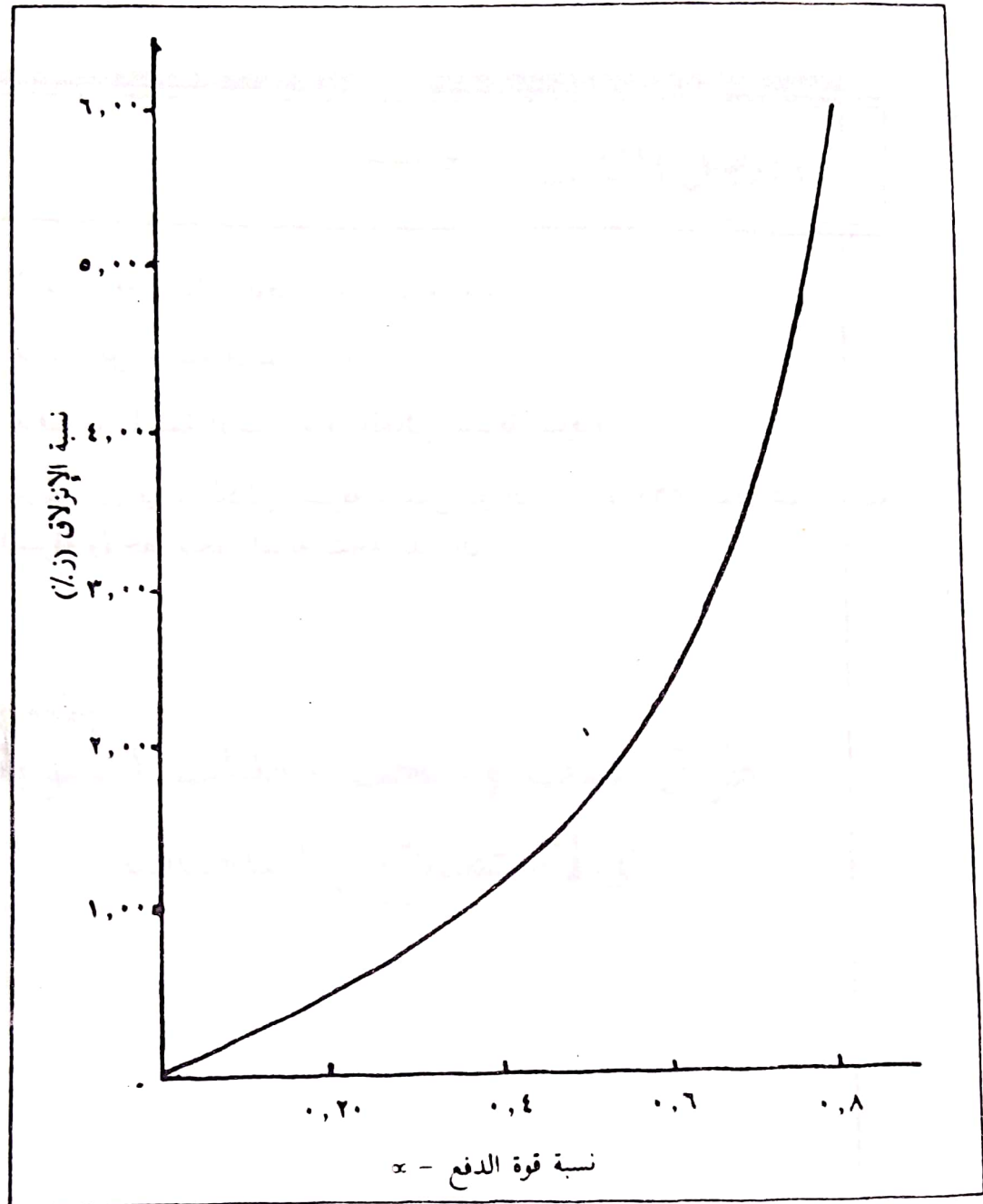
$$= ٣٧,٧١ \text{ كيلونيوتن}$$

$$\therefore \text{ه} = \frac{ق}{\text{قمر}}$$

$$\therefore \text{ه} = \frac{١٥}{٣٧,٧١} = ٠,٣٩٨$$

من شكل رقم (٢ - ١٠) أو من جدول رقم (٢ - ١) تعين قيمة ز\% ونساوي
١,١٢

$$\therefore \text{النسبة المثوية للانزلاق} = \frac{ز \times ل}{ك}$$



كل رقم (٢ - ٩)
العلاقة بين قوا الدفع ونسبة الانزلاق

$$\frac{2000 \times z}{35} = 100 \times 1.12$$

$$z = \frac{35 \times 100 \times 1.12}{2000}$$

تمارين

١ - لاحظ سرفة المكائن المتوفرة وملحقاتها وارسم كل جزء بها

٢ - تعريف على طريقة ضبط المسرفة.

٣ - تعرّف على أنظمة الاستدارة في المكائن المسرفة المتوفرة.

٤ - تدرب على قيادة المكائن المسرفة واعمل دوران مقداره ٣٦٠ حول محور الماء المسرفة ولاحظ شكل التربة نتيجة الدوران.

الفصل الثالث

طرق شبك وسحب معدات التسوية
والاستصلاح بالساحبات

الفصل الثالث

طرق شبك وسحب معدات التسوية والاستصلاح بالساحبات

مقدمة:

معظم الساحبات سواء كانت مسرقة أو مدولة تستعمل لسحب الآلات التي تتعامل مع التربة أو لسحب عربات التحميل، معدات التسوية والاستصلاح قد تكون ذاتية الحركة أي لها محرك خاص بها يمدّها بالقدرّة مثل البلدوزر أو تسحب بواسطة الساحة بطرق مختلفة مثل آلات التسوية الدقيقة.

طرق الشبك:

١ - مقطورة:

في هذه الطريقة يتم سحب الآلة بواسطة ذراع السحب الموجود في مؤخرة الساحة، ذراع السحب هذا يكون متمفصلاً من كل من نهايتيه وبأخذ الوضع الأفقي وهذا يعني أن المركبة الرأسية للقوة عند نقطة الشبك تكون صغيرة والآلة تعتمد في إسنادها على عجلات مناسبة تتلامس مع الأرض. في بعض الحالات يلغى ذراع السحب في الساحة وتربط الآلة مباشرة بجسم الساحة.

٢ - شبه مقطورة:

الآلة تربط بالساحة بواسطة ذراع الآلة الذي يكون غير متمفصل. الآلة تسند جزئياً بواسطة عجلات أو أي جزء آخر يتلامس مع الأرض وجزئياً بواسطة مركبة رأسية لورن الآلة عند نقطة الاتصال مع الآلة وجزئياً بواسطة ذراع الآلة أي أن جزء من وزن الآلة يكون مسوداً على الساحة.

٣ - معلقة:
الآلة في هذه الحالة تسند باتزان بواسطة القوى الهيدروليكية المتوفرة في نقاط
أذرع الشبك التي تربط الآلة بالساحبة (اعتباريا ثلاثة نقاط) وهذه الأذرع تكون على
نوعين أذرع طليقة وأذرع مقيدة.

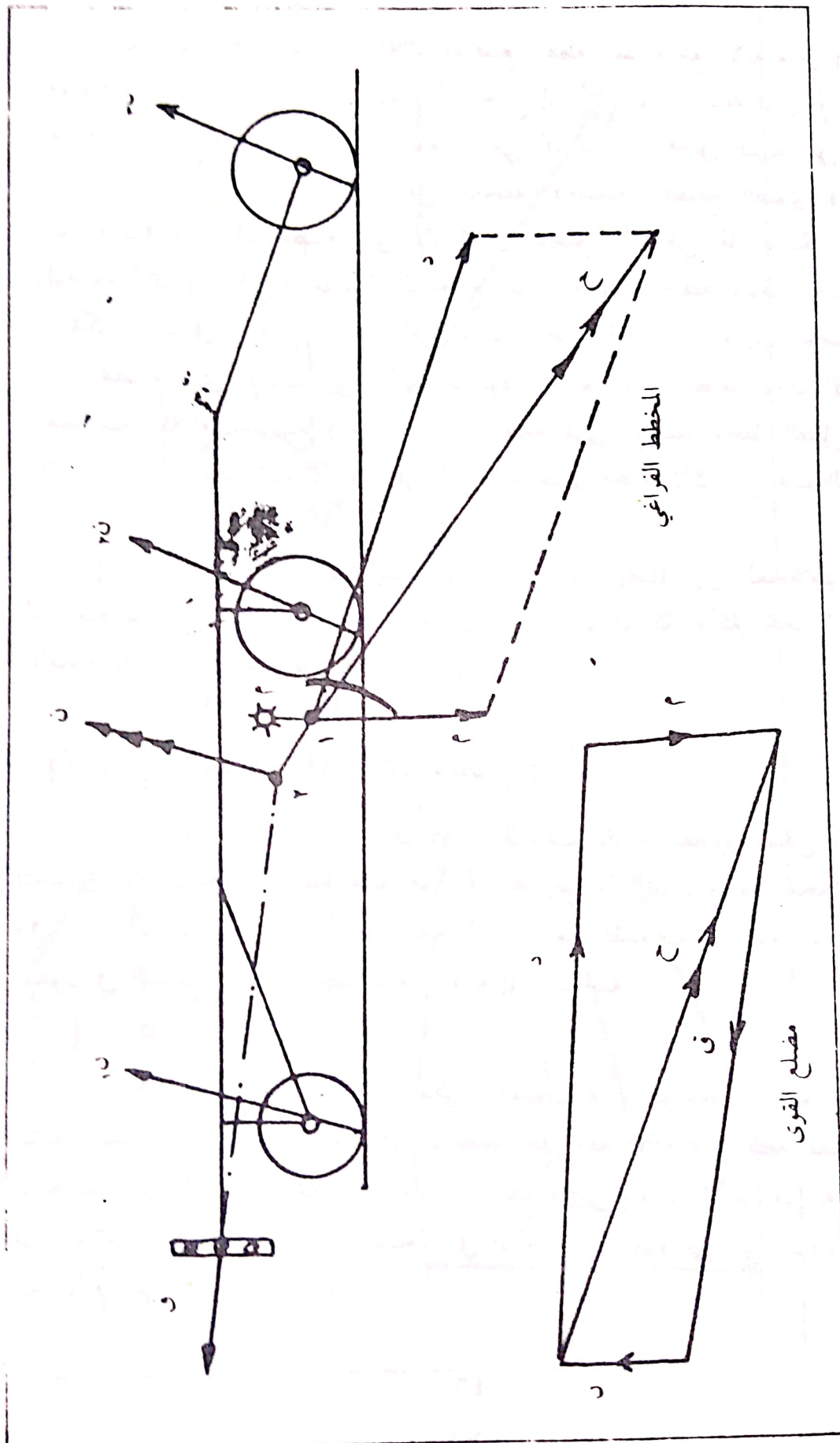
٤ - شبه معلقة:
جزء من وزن الآلة يحمل على عجلة العمق والجزء الآخر على أذرع الشبك في
الساحبة.

الآلات في شبك المعدات المقطورة:

ذراع السحب بين مسماري الشبك في الساحبة والآلة متمفصل في نهايته كما
ذكر سابقاً وبالتالي فإن القوة بين الساحبة والآلة هي قوة سحب أساساً ويجب أن تؤثر
هذه القوة على طول محور الذراع، وفي أي وضع لهذا الذراع، خط فعل قوة
السحب ق، على الآلة يكون ثابتاً (بالطبع يمكن تغيير هذا الخط من قبل المشغل
بواسطة تنظيم نقاط الشبك للساحبة والآلة)، من شكل رقم (٣ - ١)، يتبين أن قوة رد
الفعل للتربة على سكينه القطع تكون أيضاً ثابتة وتعتمد على نوع السكين، خواص
التربة، عمق القطع، وسرعة العملية... الخ.

في المستوى س ع المبين في شكل رقم (٣ - ١) قوة التربة د سيكون لها حركة
أفقية ي (قوة السحب اللازمة) في اتجاه المحور س ومركبة رأسية هـ (وهذه قد تكون
صغيرة إلى حد ما) في اتجاه المحور ع.

في الشكل نجد أن محصلة قوى التربة التي تؤثر على سكينه القطع تمثل
بالحرف د. وزن الآلة م يمكن إضافته بواسطة القوى الموجهة عند نقطة التقاطع (١)،
ل م، د، لإعطاء المحصلة ح. خط تأثير القوة ق ثابت ويتقاطع مع خط المحصلة ح في
النقطة (٢). في الحالة العامة، ولأجل الحصول على توازن كامل للآلة، يجب أن
تتواجد قوة أخرى (ن) عند نقطة التقاطع (٢)، بحيث أن الكميات الموجهة للقوى
ق، ح، ن تشكل مضلع ثلاثي مقفل (أنظر: مضلع القوى في شكل رقم ٣ - ١).
القوة ن هي محصلة قوى الإسناد من التربة عند العجلات الثلاثة للآلة (ن١، ن٢، ن٣)
ورود الفعل عند هذه العجلات تنظم تلقائياً (ضمن حدود معينة) لإعطاء
المحصلة المطلوبة للإتزان. من هذا نستنتج أن القوى اللازمة لآلات الآلة يمكن



شكل رقم (٣-١)
إتزان آلة مقطورة أثناء العمل

إيجادها وبالتالي يمكن إيجاد تأثير القوة في أو إيجاد مقدار وموضع محصلة قوى الإسناد
اللازم لإحداث الإتزان.

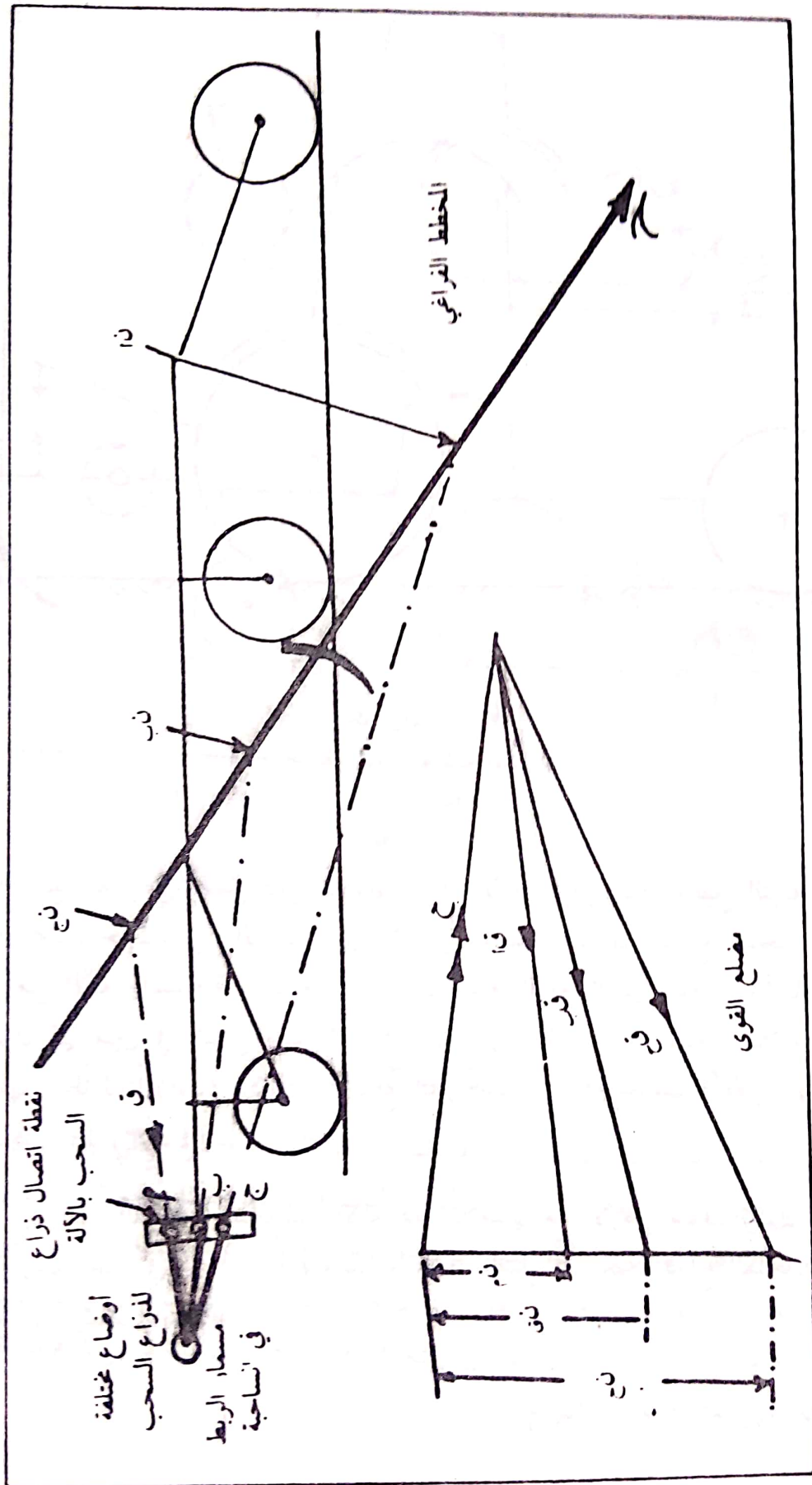
تأثير ربط ذراع السحب بثلاثة مواضع لنقطة اتصاله مع الآلة مبين في شكل
رقم (٣-٢) حيث بين أن الموضع (أ) يحتاج إلى أن تكون محصلة قوى الإسناد من
العجلات قريبة من مؤخرة الآلة، وهذا يعني أن قوة رد فعل التربة على العجلة
الخلفية للآلة أكبر من مثلتها على العجلة الأمامية. فضلع القوى في شكل
رقم (٣-٢) يبين أن محصلة قوى الإسناد في الموضع (أ) هي أقل مما يمكن مقارنتها
بالموضعين (ب) أو (ج)، مقاومة التدحرج على العجلة الخلفية سوف تكون أقل
ما يمكن أيضاً في الموضع (أ). تغيير نقطة ربط ذراع السحب إلى الموضع (ب)
يقدم محصلة قوى الإسناد إلى الأمام مما يوفر توزيع أكثر انتظاماً لوزن الآلة على
العجلات الثلاثة. الموضع (ج) يزيد من قيمة قوى الإسناد وخط الفعل المتقدم
للأمام يبين أن العجلات الأمامية هي التي يقع عليها الجزء الأكبر من هذه القوى

إن الموضع (أ)، يعمل أيضاً على إعطاء وزن إضافي إلى العجلات الخلفية
للساحبة مما يحسن السحب. ولكن محاولة زيادة هذا الوزن أكثر وأكثر يجعل العجلات
الأمامية للآلة ترتفع من على سطح الأرض.

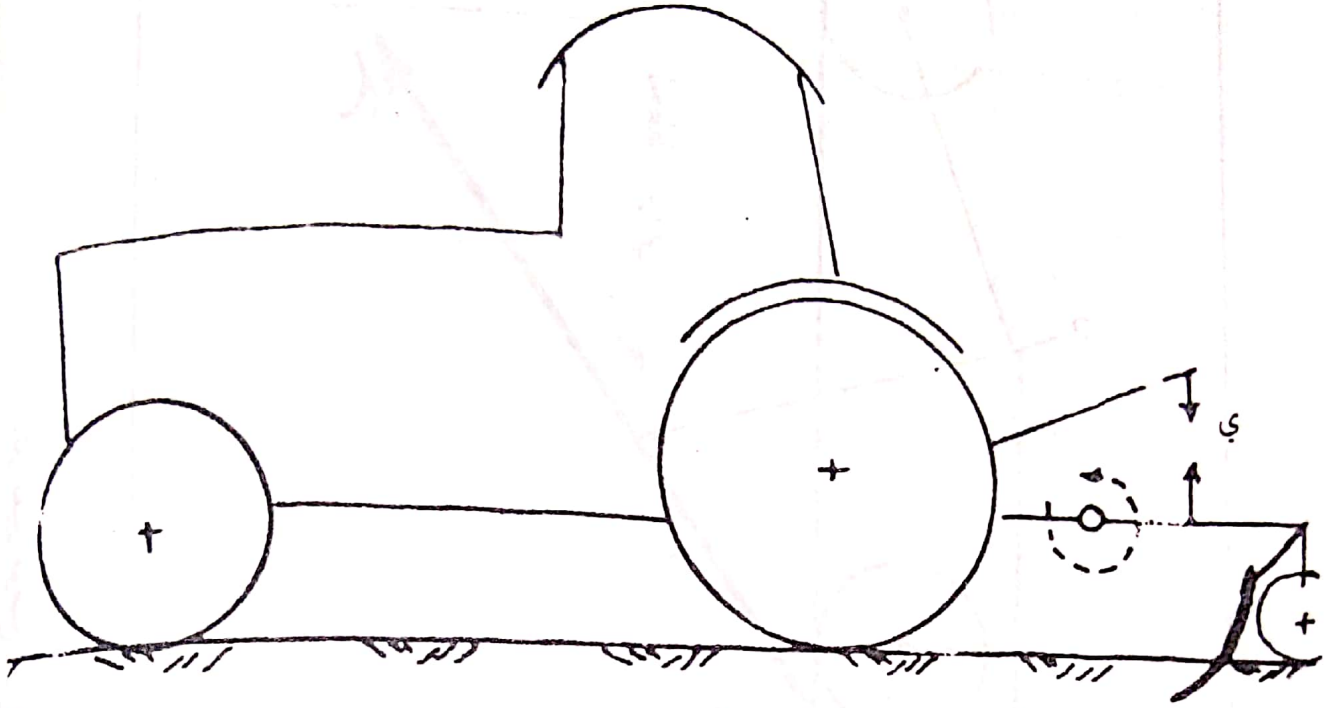
الإتزان في شبك المعدات الشبه مقطورة:

من المناقشة السابقة يتبين أن ذراع السحب للآلة المقطورة يمكن أن ينظم
لتحسين أداء السحب بواسطة تقليل قوى الإسناد ومقاومة التدحرج عند عجلات الآلة
وفي نفس الوقت زيادة الحمل على العجلات الخلفية للساحبة بواسطة زيادة الوزن
المنقول في الساحبة والوزن المضاف من الآلة إلى الساحبة.

طريقة أخرى لتحسين الأداء يمكن الحصول عليها بواسطة استعمال الآلات
الشبه مقطورة وذلك نعرض عزم دوران يعمل على رفع الآلة عند نقطة اتصال ذراع
السحب بالساحبة. هذا، يمكن أن يعمل بواسطة فرض قوة إلى الأعلى من نقطة معينة
على الساحبة إلى نقطة على ذراع السحب في الآلة. هذه القوة هي التي سوف تميل إلى
رفع الآلة. شكل رقم (٣-٣).



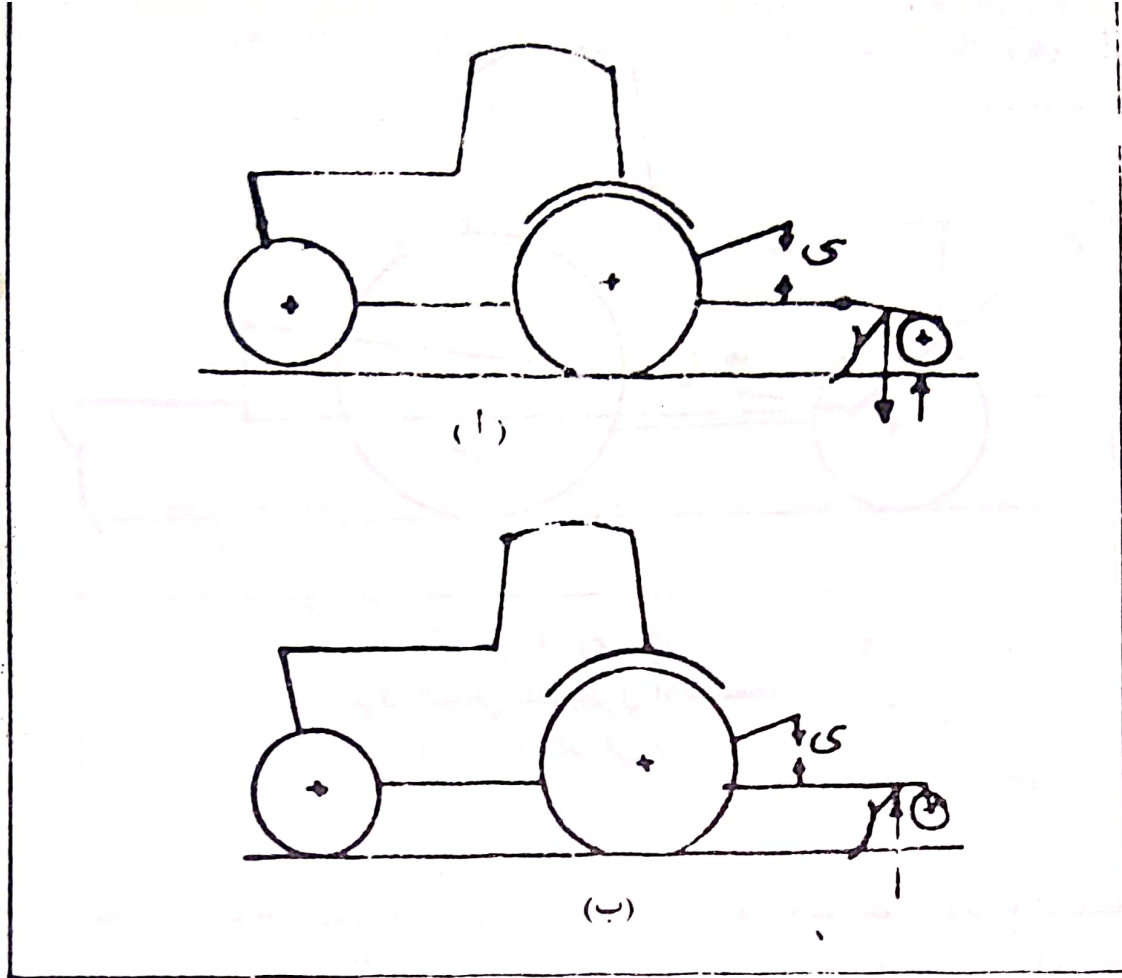
شكل رقم (٣-٢) تأثير تغيير موضع ذراع السحب على قوى إسداد المعجلات لآلة مقطورة



شكل رقم (٣-٣)
طريقة شبك آلة شبه مقطورة

القوة التي تعمل قبل أن تبدأ الآلة بالارتفاع من فوق سطح التربة سوف تكون محددة حسب نوع الارتباط بين الآلة والساحبة. فإذا كان ذراع السحب مرتبط بكل من الآلة والساحبة ربطاً مسمارياً فإن وضع الرفع الذي سوف يبدأ بالحدوث سيكون كما مبين في شكل رقم (٣-٤/أ). وإذا كان ذراع السحب للآلة مرتبط بهيكلها ربطاً ثابتاً (قوياً) فإن وضع الرفع الذي سوف يبدأ بالحدوث سيكون كما مبين في شكل رقم (٣-٤/ب).

إن قيمة القوة التي عندما تبدأ الآلة بفقد تلامسها مع الأرض سوف تكون أكبر في الحالة (ب) عنها في الحالة (أ) ولهذا السبب يفضل أن يكون ذراع السحب للآلة مرتبط بها ارتباطاً ثابتاً (قوياً).

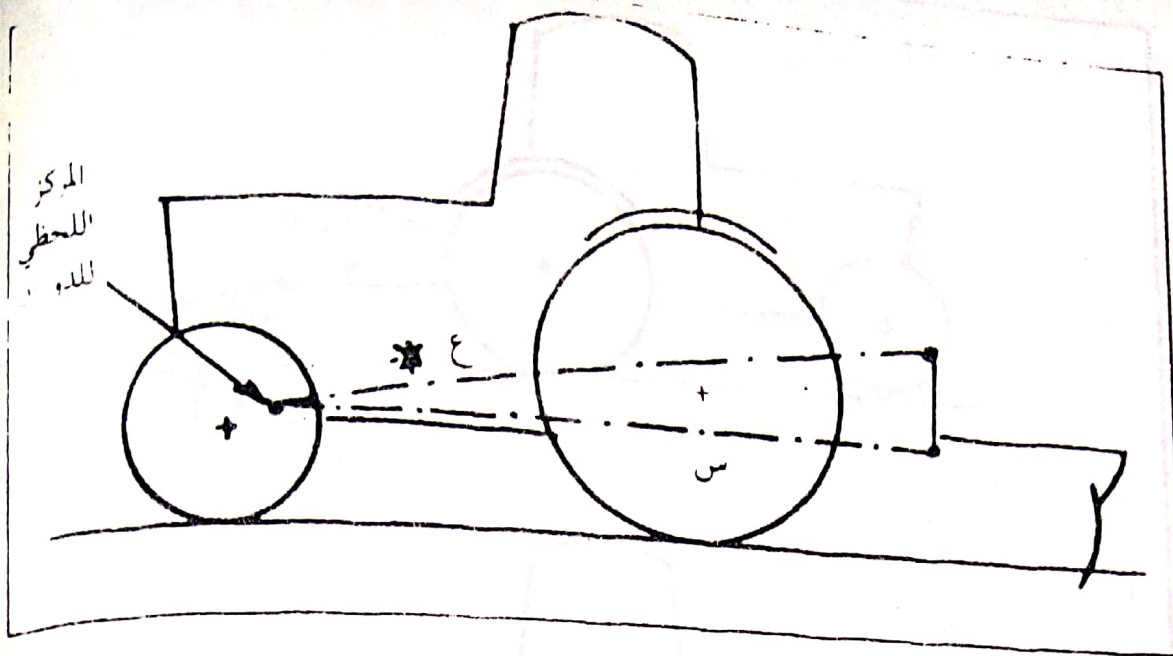


شكل رقم (٣ - ٤)
رفع آلة شبه مقطورة

(أ) ذراع السحب مسامرياً مع الآلة. (ب) ذراع السحب مرتبط ارتباطاً ثابتاً مع الآلة.

الإنزان في الآلات المعلقة (النقاط الثلاثة للشبك):

أي آلة معلقة تربط بواسطة نقاط الشبك الثلاثة لها مركز لحظي للدوران في المستوى من ع. حول نقطة تلاقي امتداد أذرع الشبك، (أنظر شكل رقم ٣ - ٥) نظراً لأن مسمار الربط العلوي للآلة مقيد من قبل الذراع العلوي ويتحرك ضمن قوس دائرة مركزها عند نقطة تقع على امتداد هذا الذراع بينما مسامير الربط السفلي للآلة مقيدة من قبل السراعين السفليين ويتحرك ضمن قوس دائرة مركزها عند نقطة معينة تقع على امتداد هذه الأذرع.



شكل رقم (٣-٥)
المركز اللحظي للدوران في الآلة المعلقة
(في المستوى الفراغي س ع)

حركة أذرع الشبك يسيطر عليها من قبل أذرع الرفع وهذه تكون الأذرع السفلية عادة، قوة الرفع في هذه الأذرع تتولد نتيجة الضغط الهيدروليكي في اسطوانة الضغط حيث يتم رفع الآلة أو إبقائها في وضع معين أو خفضها.

عبارة الأذرع المقيدة وتستعمل لوصف الوضع الذي ينشأ عندما تكون قوة الرفع تكاد تكفي لإبقاء أذرع الرفع في وضع معين أو أن تكون لها قيمة دنيا أكبر من الصفر بينما الأذرع الطليقة تستعمل لوصف الوضع حينما لا تكون هناك أي قوة في أذرع الرفع بل تكون هذه الأذرع حرة الحركة تحت تأثير قوى أخرى.

الآلة المعلقة تعليقاً كاملاً تكون في حالة توازن عند عمق عمل معين وتحت تأثير القوى التالية:

(أ) وزن الآلة.

(ب) قوى التربة الأساسية.

(ج) قوى الأذرع من الساحية (وهذه تساوي صفراً في حال الأذرع الطليقة).

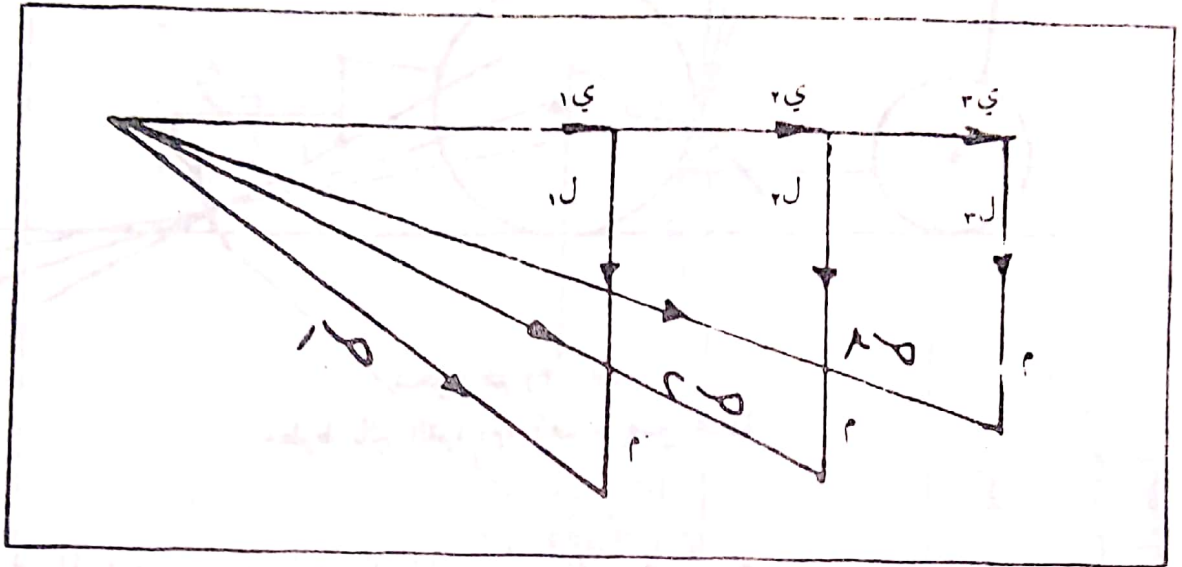
وزن الآلة يبقى ثابتاً إلا في حالة إضافة أثقال الموارد. قوى التربة على الآلة تزداد بزيادة عمق العملية وذلك لآلة معينة والحالة معينة للتربة. نتيجة هذا محصلة ورد

لآلة α ، وقوى التربة سوف تكون لها قيمة متغيرة، وشكل رقم (٣-٦) يبين ساحة مع آلة معلقة عند خط تأثير القوة α لأعماق عمل مختلفة، فإذا فرضنا أن:

ي = المركبة الأفقية أرد فعل التربة،

ل = المركبة الرأسية لرد فعل التربة.

م = وزن الآلة.



شكل رقم (٣-٦)

التغير في اتجاه وقيمة محصلة رد فعل التربة
ووزن الآلة مع التغير في عمق العمل

فإذا محصلة هذه القوى الثلاث α سوف يتغير اتجاهها وقيمتها كما مبين في شكل

رقم (٣-٧).

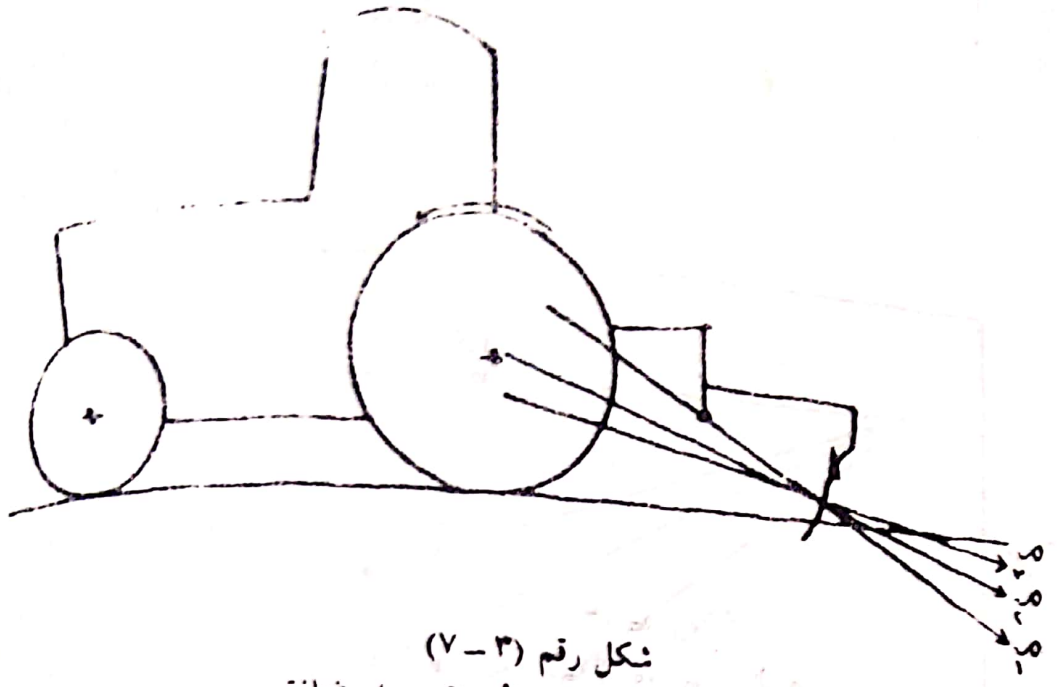
الإتزان في منظومة الثلاث نقاط
للسبك ذات الأذرع الطليقة:

في منظومة الأذرع الطليقة توجد قوى محورية فقط (شد أو انضغاط) يمكن أن

تؤثر على الأذرع العليا والسفلى نظراً لأن

(أ) الأذرع متصلة اتصالاً مسمارياً عند كل من هاتين الساحة والآلة.

(ب) لا يوجد أي قوة رفع بدله على الأذرع

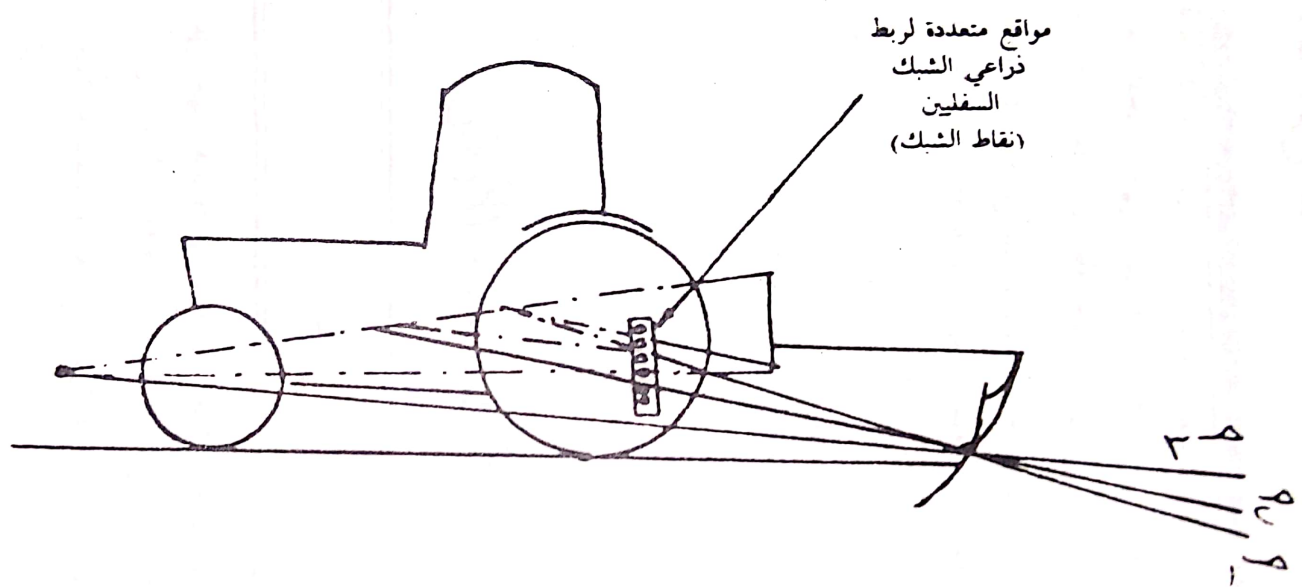


شكل رقم (٣-٧)
خطوط تأثير القوة م، لأصاف عمل مختلفة

في المستوى س ع، نجد أن الآلة تتأثر بثلاثة قوى، هي:
م، وهي محصلة قوى رد فعل التربة ووزن الآلة نفسها.
ق، القوة من الذراع العلوي

ق، القوة المجموعة من الذراعين السفليين.

إن اتزان أي جسم يتأثر بثلاثة قوى هذه القوى يجب أن تتلاقى في نقطة واحدة. هذا الشرط يمكن تحقيقه لاتجاه معين لتأثير المحصلة م، بواسطة تغيير مواقع اتصال أذرع النقاط الثلاثة للشبك في الساحة، وفي بعض الساحات تجهز عدد من النقاط لوصل الأذرع بالساحة أو بالآلة. شكل رقم (٣-٨) هذا الشكل يبين كيفية اختيار مواضع مسمار الربط ليناسب أعماق عمل معينة والمناظرة لاتجاهات المحصلة: م، م، م، م.



شكل رقم (٣-٨)
التغير في موضع اتصال الذراعين السفليين
في الساحة ليناسب اتجاه المحصلة «م»
للحصول على الإنزان

الإنتزان في الثلاثة نقاط للشبكة ذات الأذرع المقيدة.

هذه طريقة أخرى لتعريف هندسة الأذرع الطليقة تعتمد بالسيطرة على الأذرع السفلى للنقاط الثلاثة للشبكة وذلك بواسطة إعطاء قوة هائلة للأذرع مما يمكن من تغيير اتجاه القوة المحورية فيهما. القوة في الذراع العلوي تبقى قوة محورية ويتم نقل قوة على الذراعين السفليين بواسطة الجهاز الهيدروليكي للساحبة.

إن الدخول في تفاصيل هذا الموضوع هو خارج نطاق هذا الكتاب ولكن لا بد من القول أن الساحبات الحديثة مزودة بهذه المنظومة بحيث يمكن الحصول على عمق ثابت للعملية أو بقوة سحب ثابتة أو لكلا الحالتين وذلك بشكل تلقائي بدون تدخل سائق الساحبة.

تمارين

- ١ - تعرف على الجهاز الهيدروليكي للساحبة والعتلات الخاصة بالسيطرة التلقائية على الحصول على عمق ثابت وقوة سحب ثابتة وعلى عمق ثابت وقوة ثابتة معاً.
- ٢ - ارسم شكلاً تخطيطياً لآلية السيطرة التلقائية على قوة السحب للجهاز الهيدروليكي.
- ٣ - تعرف على طرق الشبكة الأربعة المذكورة في هذه الفصل وارسم كل منها حسب توفر الآلات في ورشة الكلية.

الفصل الرابع

طرق إخلاء الأرض

طرق إخلاء الأرض

إحدى طرق زيادة الرقعة الزراعية هي إضافة مساحات إليها من أراضي الغابات والمستنقعات والأهوار بعد إخلائها واستصلاحها. إن هذا لا يعني استبدال أراضي الغابات المنتجة بأراضي صالحة للزراعة وإنما يجب أن يكون هناك توازن بين فوائد كل منها مع الأخذ بالاعتبار عوامل عديدة تتعلق بالبيئة. قبل بدء عملية الإخلاء يجب مراعاة النقاط التالية:

١ - الجهة التي تقوم بالعملية:

- إن فرصة قيام المزارع بمفرده بهذه العملية ضئيلة جداً، وذلك بسبب:
- (أ) عدم وجود العمالة الكافية لإنجاز العمل في فترة معقولة.
 - (ب) تحويل المكائن الزراعية لأعمال الإخلاء يكلف كثيراً وغير اقتصادي عند استعمالها لفترة قصيرة.
 - (ج) الساحبات الزراعية ليس لها القدرة الكافية للقيام بعمليات الإخلاء.
 - (د) استعمال المتفجرات من قبل أشخاص غير اختصاصيين ليس خطراً عليهم فحسب، وإنما قد يعرض التربة للبعثرة مما يصعب تعديلها بعد ذلك.

من هذا يتضح أن عملية الإخلاء لا يمكن القيام بها إلا من قبل الدولة : جهات متخصصة وكما - تنظيم المزارع بمفرده هو قلع عدد محدود من الأشجار

٢ - موقع الأرض.

يجب ملاحظة فيما إذا كانت هناك طرق لتحليل التربة وبيانات والموقع المناسب يخفض تكاليف العمل قبل وبعد الإخلاء.

٣ - مساحة الأرض المراد إخلائها

من الطبيعي أنه كلما كانت المساحة أكبر كلما كان العمل اقتصادياً وبنو منفعة أكبر، ولكن من ناحية ثانية يجب التأكد من وجود الإمكانيات البشرية والمادية لاستغلال المساحة المستصلحة كلها.

٤ - صفات التربة:

عمق التربة وصلاحياتها للزراعة وخصوبتها كل هذه الصفات يجب أخذها في الاعتبار ويستحسن تحليل التربة كيميائياً وفيزيائياً إذ أنه لا فائدة من إجراء عمليات الإخلاء وبذل الجهد لأرض سيئة الصرف وذات خواص رديئة بالنسبة للزراعة.

٥ - البزل ومصادر المياه:

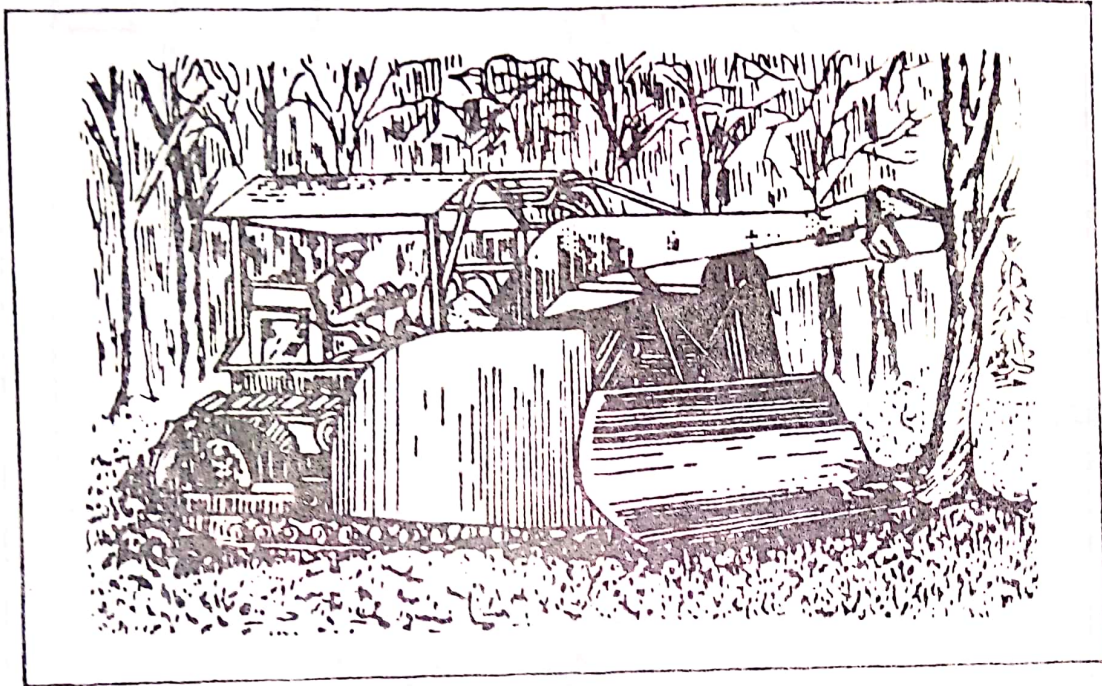
يستحسن اختيار الموقع قرب مصادر المياه إذا كان في الإمكان ذلك، وكذلك أن يكون قريب من شبكات البزل وذلك لتقليل تكاليف الإنتاج الزراعي بعد الإخلاء. إن إخلاء أرض بها أشجار وأدغال كثيرة وتستهلك جهد كبير إلا أن تربتها جيدة وخصبة أفضل من إخلاء أرض سهلة الاستصلاح وتربتها رديئة. فيجب عمل توازن بين تكاليف الإخلاء والمردود الاقتصادي للأرض عند زراعتها.

إخلاء الأرض من الأشجار والحدود يتم بواسطة مكائن خاصة ويجب أن تتوفر فيها متطلبات الأمان للسائق، الإزالة يمكن أن تتم بواسطة الدفع، الاقتلاع، الرفع أو المتفجرات.

الدفع والاقتلاع بشكلي (دفعي) (٤ - ١)، (٤ - ٢)

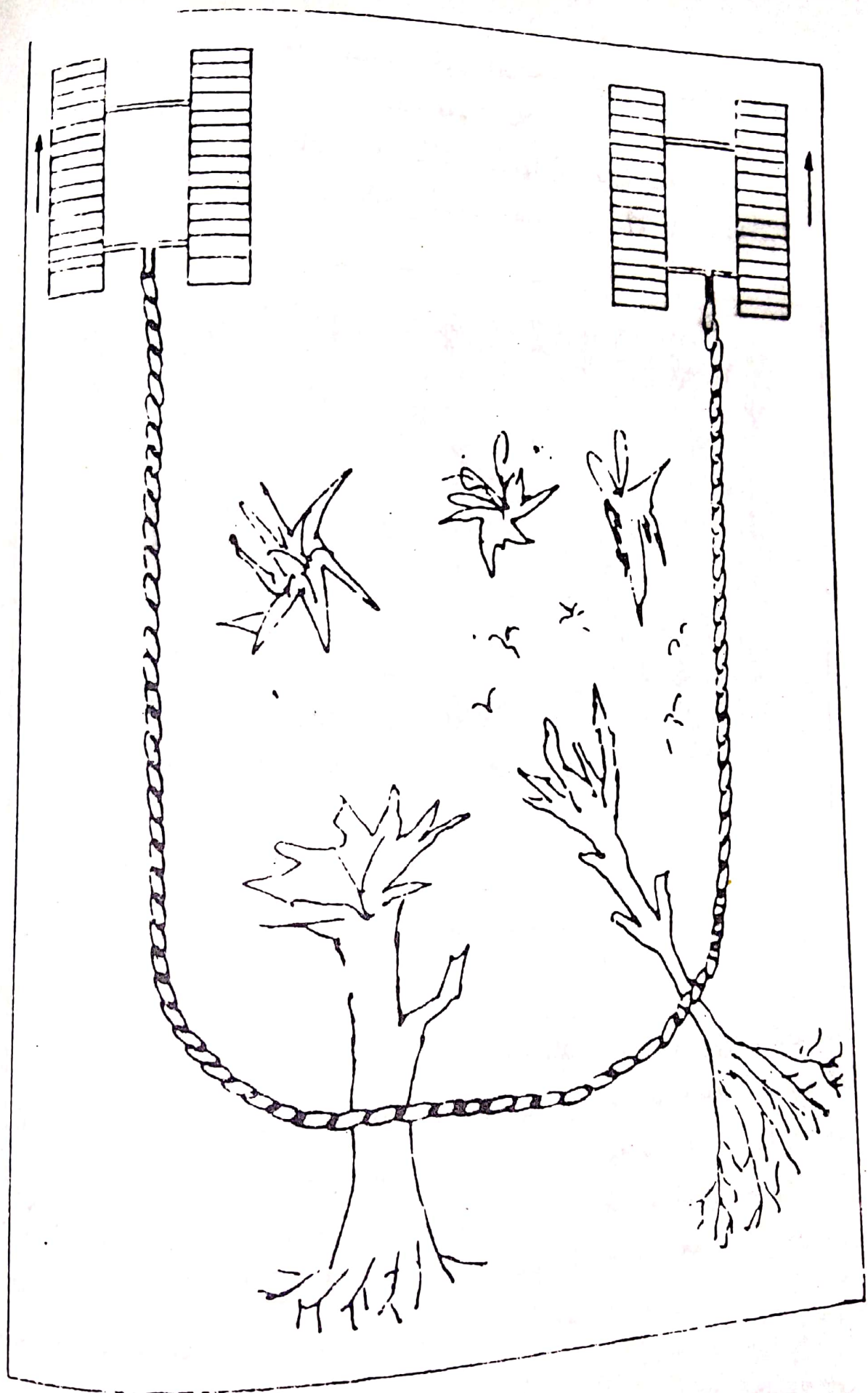
دفع وسحب الأشجار والحدود لإزالتها أسهل من دفعها الذي يتطلب التغلب على وزنها وبالتالي تعتبر أرخص الطرق، لكن عيوب الدفع والسحب هو التأثير السيء

لنتاج من إثارة التربة. هذه المشكلة تكون مصاحبة دائماً عند اقتلاع العائق من الأرض بواسطة الرفع واللك أو عند دفعها بسلاح البلدوزر وعند اقتلاع شجرة يكون من الأسهل ربط سلك الرفع بأعلى جذعها أو دفعها بسلاح البلدوزر على أقصى ارتفاع من مستوى سطح الأرض وذلك للحصول على عزم كاف لاقتلاعها.

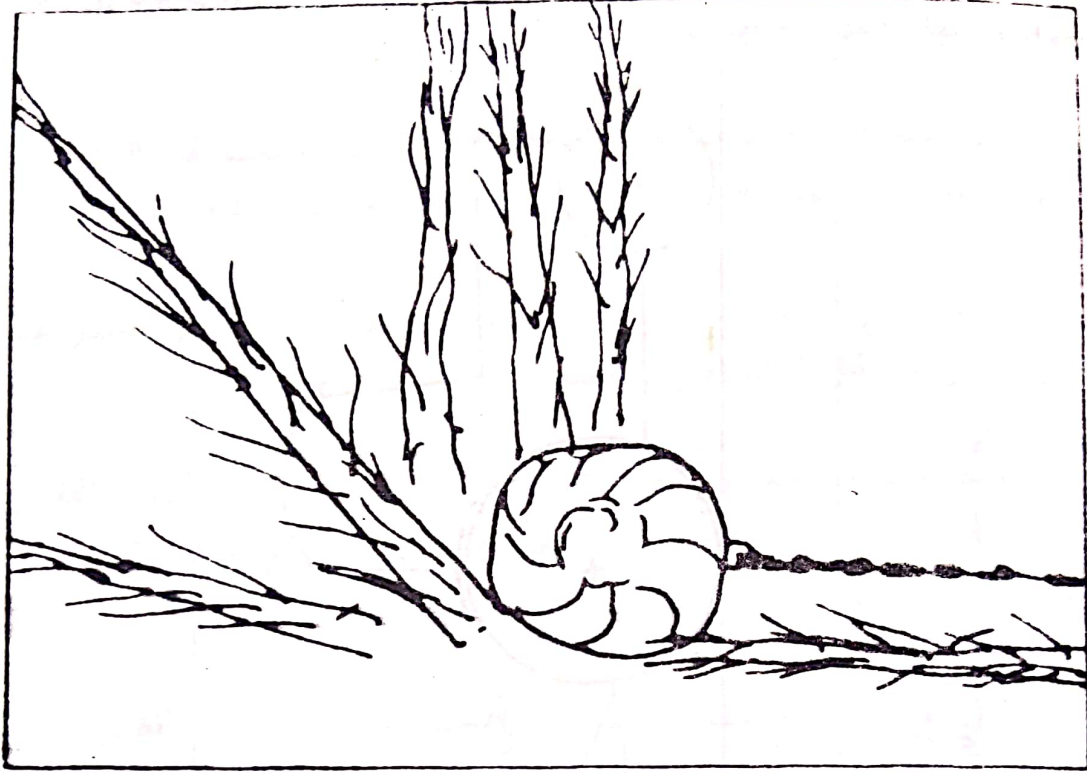


شكل رقم (٤ - ١)
دفع الأشجار بواسطة البلدوزر

في المساحات الكبيرة يصعب إخلانها بواسطة بلدوزر واحد، حتى لو كان هذا البلدوزر مزود بأسلحة لشق جذوع الأشجار ودفعها والطريقة المستعملة الآن لإخلاء مثل هذه المساحات هي باستخدام ساحتين ذات قدرة عالية تسيران بمحاذاة بعضهما وتربط بعضهما سلسلة حديدية قد يصل وزنها إلى عشرة أطنان، شكل رقم (٤ - ٢) وتكون ما يشبه الحلقة حول الأشجار. فعندما تسير الساحتان تعمل السلسلة على إمالة واقتلاع كل ما يتصادف أمامها، وفي بعض الأحيان تربط في منتصف السلسلة كرة حديدية ضخمة لضمان وجود السلسلة بالقرب من سطح الأرض، شكل رقم (٤ - ٣) الساحتان في هذه الطريقة - غالباً - تتركب فيها صفائح حديدية على بطنها حتى لا تتعرض الأجزاء السفلية لها للتلف نتيجة ارتطامها بالجذوع.



شكل رقم (٤-٢)
بعض زرع مسجبان سلسلة لانتلاخ واستطاط الأشجار



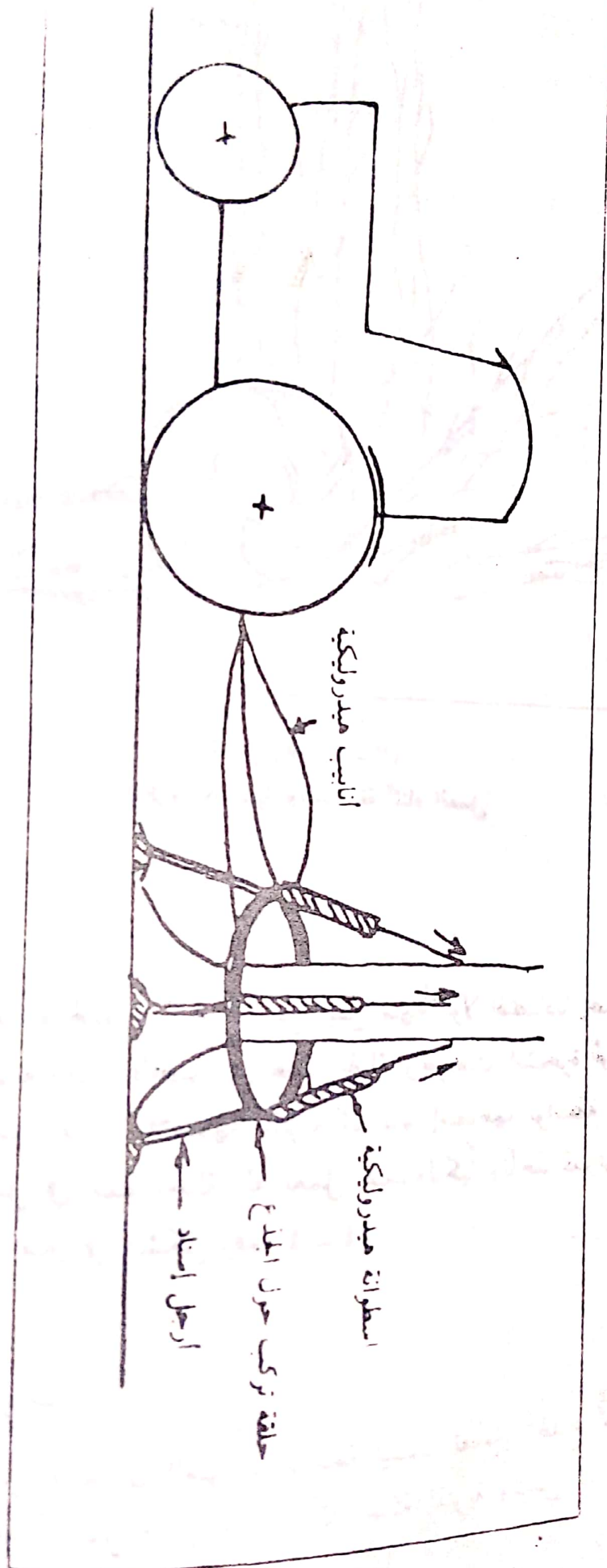
شكل رقم (٤ - ٣)
الكرة الحديدية والسلسلة أثناء العمل

الرفع :

رفع الأشجار والجذوع بشكل كامل ليس سهلاً ولا اقتصادياً إضافة إلى تأثيره السيء لسطح التربة ومن الأفضل في هذه الحالة زحزحت الشجرة أو الجذع قليلاً برفعها إلى أن تفقد الجذور تلامسها بالتربة ثم يتم إسقاطها بواسطة دفعها بسلاح البلدوزر. ونستعمل في هذه الحالة آلة تعمل هيدروليكيًا وتأخذ قدرتها من ساحة متوسطة الحجم كما مبين في الشكل رقم (٤ - ٤).

استعمال المتفجرات :

إن الهدف من استعمال العبوات الناسفة ليست تفجير الجذع أسفل مستوى الأرض لأن مثل هذا العمل قد ينتج عنه آثار سيئة للتربة وكبس شديد لها وفي أجزاء من الجذع غير مكسورة ويصعب التخلص منها.



شكل رقم (٤-٤)
رسم تخطيطي لآلة رفع الجذوع والأشجار من على سطح الأرض

استعمال المتفجرات يستفاد منه في تحطيم وتفتيم الجذع حيث يتحول إلى أجزاء صغيرة يسهل جمعها وحرقها بعد ذلك

إن استعمال المتفجرات يفيد في إزالة الجذوع التي تصعب على البلدوزرات وكذلك يقلل من تسوية سطح التربة إلا أن هذه الطريقة تعتبر مكلفة نسبياً.

التعامل مع المتفجرات يعتبر عمل متخصص جداً ويجب توخي الحذر عند تداولها وحتى من قبل الأشخاص المتخصصين.

قبل وضع الشحنة يجب كبس التربة حول الجذع وملء أي ثقب ناتجة من الحيوانات البرية كالفئران والأرانب. الشحنة يجب أن توضع في مركز الجذع وذلك باستعمال بريمة لعمل ثقب.

أما بالنسبة لأنواع المتفجرات فيعتبر الجليجيت (Gilignite) من أفضلها ويجب أن يستعمل بمعدل ٧٠٠ غرام، لكل قدم من الجذع ويفجر كهربائياً عن بعد وبعد إخلاء المنطقة من الناس.

تسلسل عمليات الإخلاء:

عندما يكون هناك عمليات كثيرة لإخلاء الأرض يجب اتباع الخطوات التالية:
أولاً: لقطع الأشجار التي يستفاد من خشبها بواسطة المناشير الآلية أو اليدوية وتزال لتجنب تلفها.

ثانياً: تسقط الأشجار الكبيرة قبل إزالة جذوعها المتبقية.

ثالثاً: تغلي الأرض من الجذوع المتبقية.

إن هذا التسلسل للعمليات مهم لمنع تأخير وتلف الآلات

قد يتطلب الأمر في العايات الكثيفة إزالة بعض الساتات لتوفير حيز كاف لإزالة الجذوع ولكن هذه الساتات يفضل أن تبقى. إن أمكن ذلك إلى أن يتم إزالة العوائق الأخرى وذلك حتى يمكن أخذ فكرة جيدة عن تحمل الساتات الموجودة

العمليات ما بعد إزالة الأشجار والجذوع:

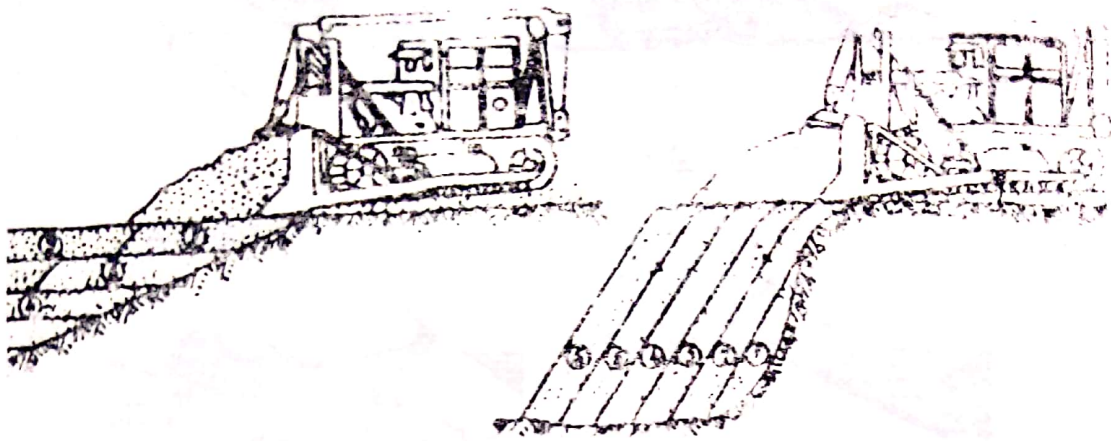
إن إزالة الأشجار والجذوع ما هي إلا الخطوة الأولى في عملية الاستصلاح فبعد الإزالة تنفى الجذور والقطع الخشبية راسحة في الأرض وخصوصاً بعد استعمال البلدوزرات للإزالة. هذه البقايا يمكن إزالتها بآلات قطع خاصة تقطع الجذور وتجذبها إلى السطح. وهذه الآلات تحتوي على سلاح قطع أفقي يتعمق إلى حوالي ٥٠ سم تحت سطح الأرض، ويركب غالباً على ساحة ذات عجلات بإطارات هوائية منخفضة الضغط وذلك لتحقيق سير منتظم على سطح الأرض الوعرة. كما تستعمل أيضاً هذه العملية المحارث الحفارة الثقيلة ولكن ليس إلى العمق الكبير الذي يجذب التربة التحتية إلى الأعلى ومعها النفايات.

المحارث الدورانية تستعمل أيضاً لهذا الغرض وفائدتها هي تقطيع الجذور الصغيرة وخلطها بالتربة ولكن أرخص طريقة وأكثرها فعالية هي استخدام الأسلحة ذات الشوك الحديدية الثقيلة التي تتخلل التربة وترفعها بحيث تتجمع الجذور المتبقية والأخشاب وما إلى ذلك فوق الشوك وتترك سطح التربة غير وعرة نسبياً.

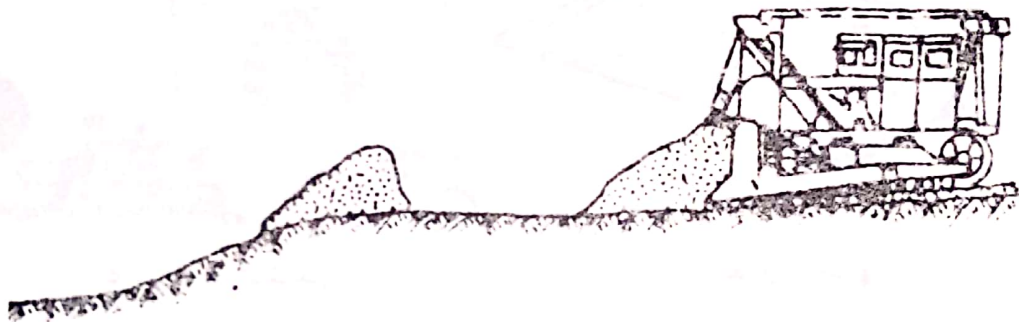
إن إخلاء ٢٥ دونم في الغابات ينتج عنه كومة حطام بارتفاع ٤ أمتار تقريباً مثل هذه الكمية يصعب دفنها ويجب أن لا تترك أبداً على سطح الأرض. الحل الوحيد للتخلص منها هو بحرقها بعد تكويمها على أكوام المسافة بينهما حوالي ١٠٠ متر وإزالة أقصى كمية ممكنة من الأتربة منها بواسطة هز الحطام بعد تجميعه بواسطة الآلات مما يقلل من احتوائها للأتربة ونظراً لاحتواء الحطام على كمية كبيرة نسبياً من الرطوبة فيكون من الضروري إضافة كمية من الوقود إليها لحرقها وبمساعدة مروحة لإعطاء تيار هوائي للمساعدة في الاحتراق.

وما سبق يمكن تلخيص الأعمال التي يمكن أن يؤديها البلدوزر كما هو موضح في شكل رقم (٤ - ٥)، وشكل رقم (٤ - ٦).

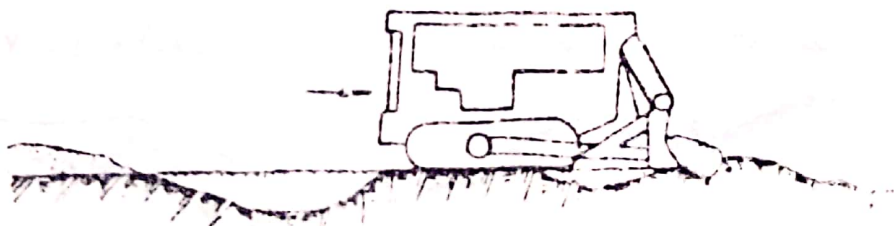
ويمكن أن يقوم العمل بالبلدوزر لإجراء عملية التسوية الدقيقة بواسطة جهاز الكتروني موضح في شكل رقم (٤ - ٧)، وذلك بواسطة جهاز إرسال مثبت على البلدوزر وجهاز استقبال مثبت عند نهاية المشروع.



(أ) ردم المنخفضات وبتد ذلك بالترتيب
حسب الأرقام الموضحة

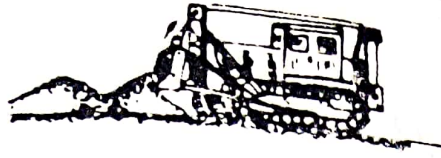


(ب) التسوية فوق سطح التربة مباشرة
حيث يتم توزيع الأتربة توزيعاً متساوياً

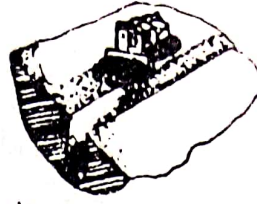


(ج) ردم المنخفضات وكشط المنحدرات عند خط
سوية المطلوب وبخط ذلك الإلكترونياً انظر شكل (٤ - ٧)

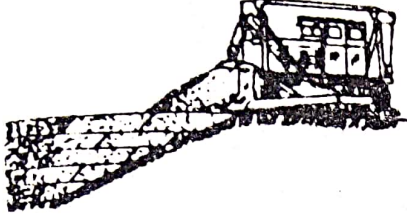
شكل رقم (٤ - ٥)
عمليات التسوية المختلفة بواسطة ليدور



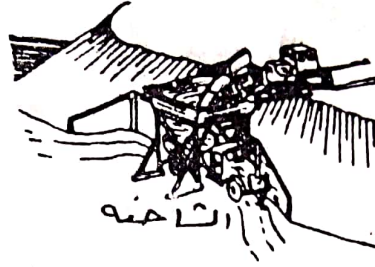
٢ - إزالة الأكوام



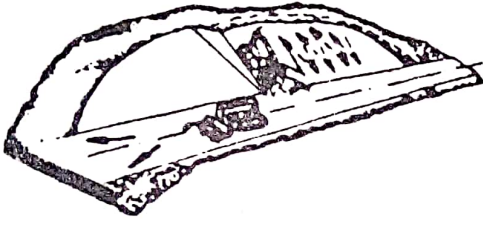
١ - الردم فوق المبازل المغطاة



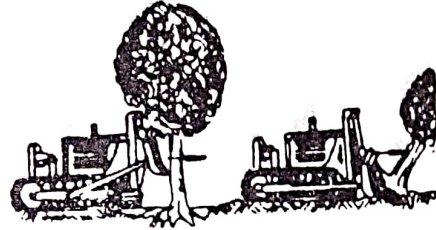
٤ - الردم وتسوية التربة



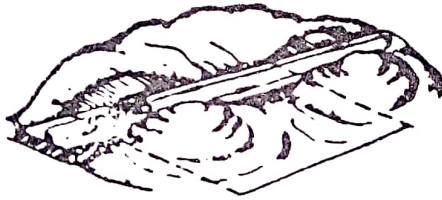
٣ - ملء الشاحنات من فوق مرتفع



٦ - عمل الطرق وتبليتها



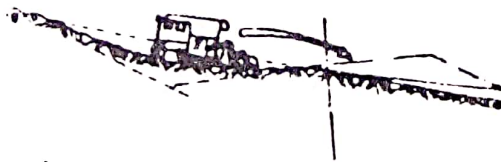
٥ - إزالة الأشجار



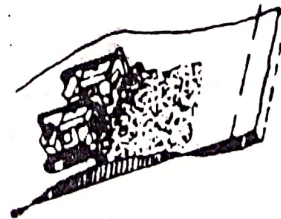
٨ - السير فوق الأراضي الغير مهيأة



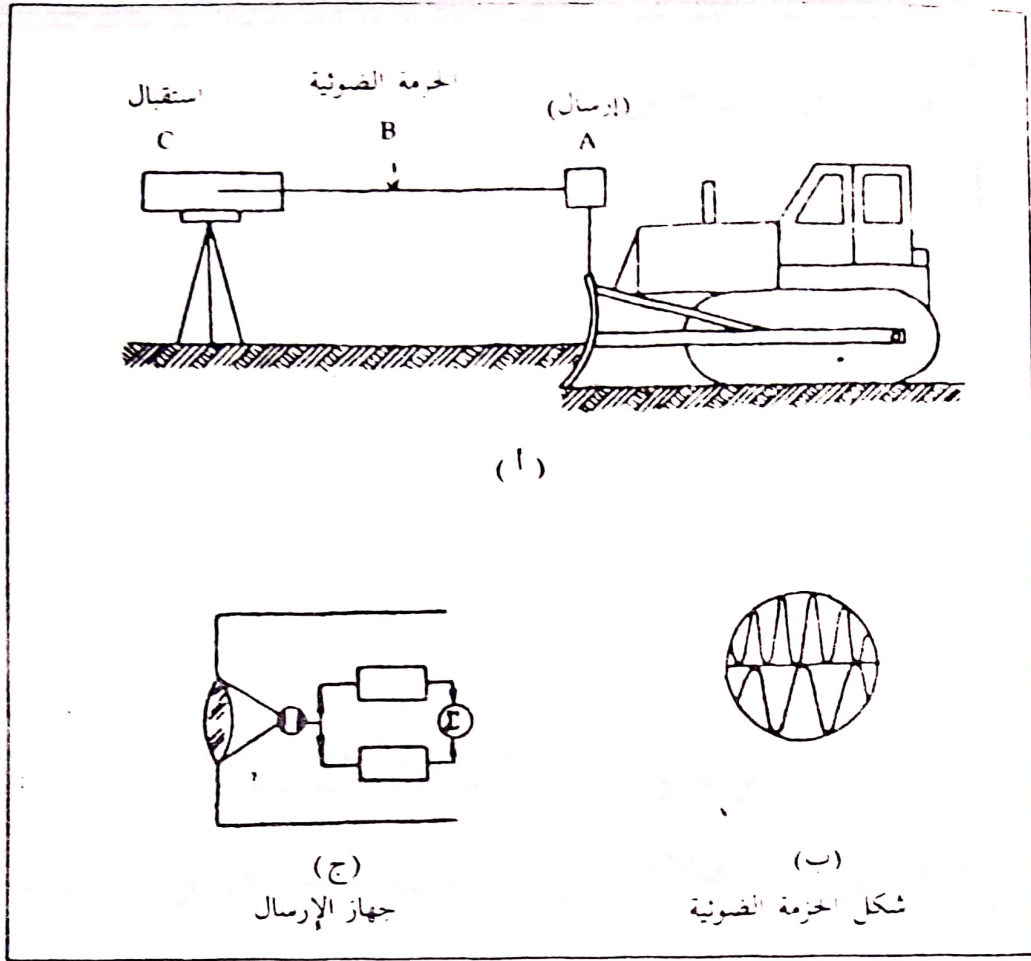
٧ - إزالة الأدغال



٩ - التسوية فوق المنحدرات



شكل رقم (٤ - ٦)
العمليات التي يمكن أن يؤديها البلدوزر



شكل رقم (٤ - ٧)

يوضح الجهاز الإلكتروني الذي يثبت بدايته (إرسال)

في البلدوزر وجهاز استقبال عند نهاية المشروع (استقبال)

وبينها تكون الخرمة الضوئية

المجلد الخامس

البلدور وأجرائه الشغالة
وطرق استغلاله في أعمال الطرق والنسوية

البلدوزر وأجزائه الشغالة وطرق استغلاله في أعمال الطرق والتسوية

البلدوزر هو ساحة قد تكون مسرفة أو ذات عجلات تزود بسلاح قاطع لقطع ودفع التربة يثبت غالباً في مقدمتها ويتم رفعه وخفضه بواسطة أسلاك، شكل رقم (٥ - ١/أ)، أو إسطوانات هيدروليكية شكل رقم (٥ - ١/ب).

من مميزات الرفع السلكي للسلاح:

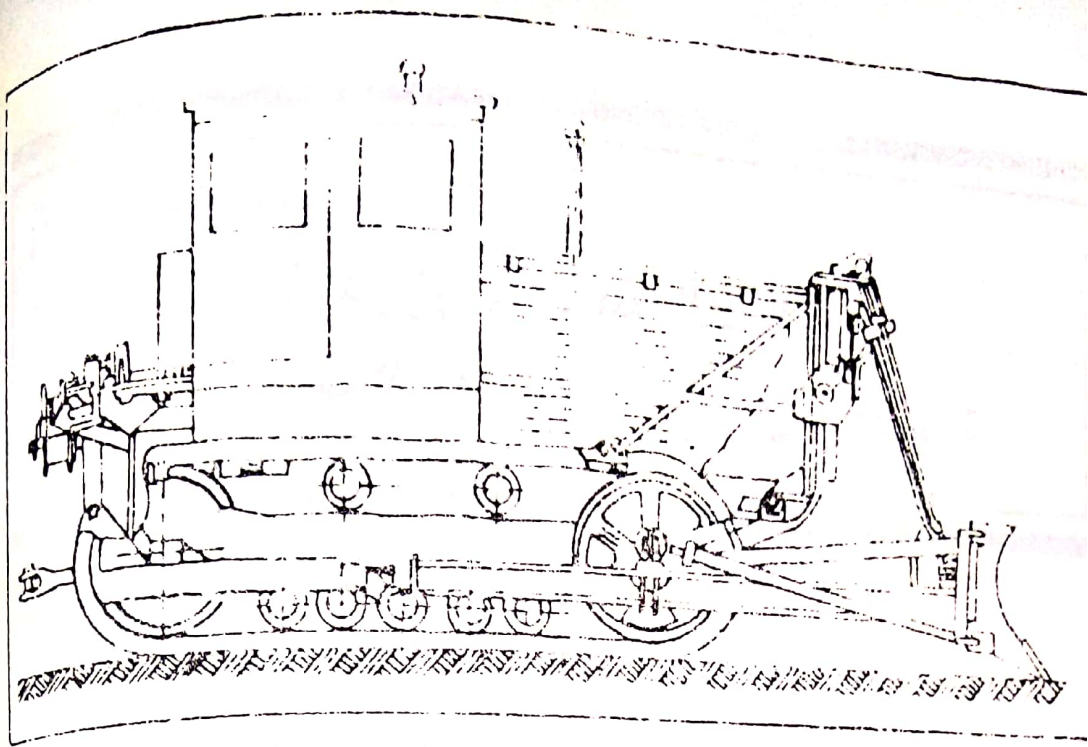
- ١ - بساطة التركيب وإجراء العمل.
- ٢ - بساطة التصليح والسيطرة.
- ٣ - تقليل احتمال حدوث التلف في الآلة حيث أن السلاح يمكن أن يتحرك إلى الأعلى معتلياً أي عوائق صلبة قد تعترضه مثل الصخور الثقيلة.

مميزات الرفع الهيدروليكي للسلاح هي:

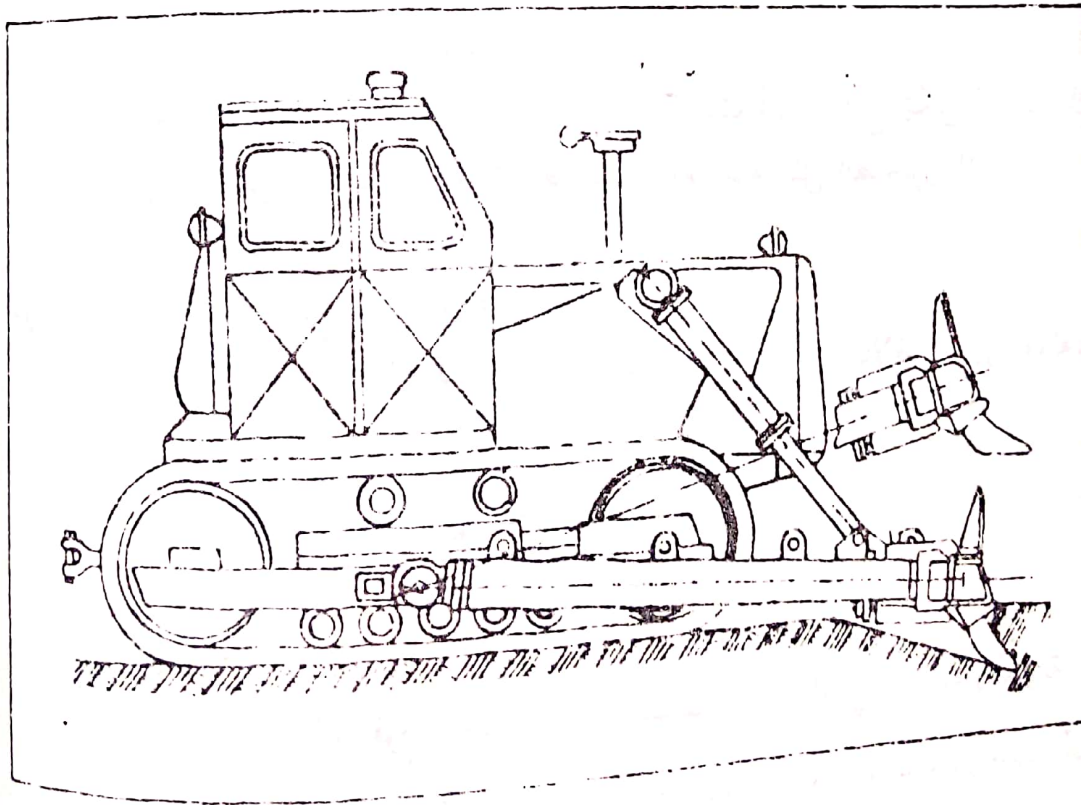
- ١ - يمكن توليد ضغط عالي لتنزيل السلاح للأسفل، بالإضافة إلى وزنه، لإجباره على اختراق التربة.
- ٢ - يمكن الحفاظ على وضع أكثر دقة للسلاح.

من مميزات البلدوزر المسرف:

- ١ - قابليته على توليد قوة سحب أكبر وخصوصاً في الأراضي الرخوة والطينية.
- ٢ - قابليته على العمل فوق التربة التي تكثر فيها الأحجار والصخور حيث أن هذه يمكن أن تتلف الإطارات المطاطية.
- ٣ - كبس التربة نتيجة حركته عليها بكون أقل.



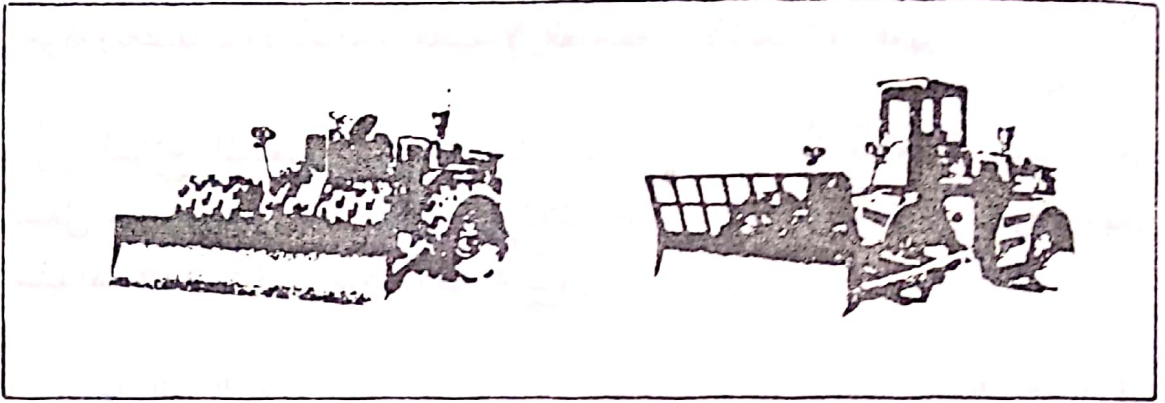
شكل رقم (٤-١/أ)
بلدوزر سرف ذو رفع مسلكي للسلح



شكل رقم (٥-١/ب)
بلدوزر سرف ذو رفع هيدروليكي

أما مميزات البلدوزر، ذو العجلات شكل رقم (٥ - ١ / ج)، فهي:

- ١ - سرعة الحركة التي تزيد معدل الإنتاجية.
- ٢ - الاستغناء عن المقطورات اللازمة لنقله إلى منطقة العمل.
- ٣ - يتطلب جهد عضلي أقل لقيادته.
- ٤ - قابليته للسير على الشوارع المعبدة بدون أن يتلفها.



شكل رقم (٥ - ١ / ج)
يوضح نوعين من البلدوزرات ذات العجل

البلدوزرات تعتبر مكائن متعددة الاستعمالات، ويمكن استعمالها في:

- ١ - إخلاء الأرض من الأشجار وبقايا جذوعها.
- ٢ - فتح الطرق وتسويتها.
- ٣ - تحريك ونقل التربة لمسافة لا تزيد عن ١٠٠ متر.
- ٤ - عمل التسوية الغير نهائية.
- ٥ - مساعدة السكرييرات في إعطائها قوة دفع إضافية.
- ٦ - تكسير طبقة الأرض الصخرية.

طرق التشغيل :

تتميز البلدوزرات عموماً بأنها آلات قصيرة المدى يمكنها حفر التربة ونقلها وتفرغها مع تسوية كلاً من منطقة الردم والقطع في نفس العملية. ولأجل استيعاب طرق التشغيل يجب دراسة الأجزاء الفعالة في البلدوزر وأهمها السلاح.

أغلب البلدوزرات يزود بسلاح أمامي مستقيم ومقعر يمكن التحكم في وضعه كما ذكر. وبعض البلدوزرات تزود بسلاح يمكن أن يضبط ليصنع محوره زاوية مع اتجاه الحركة وبعضها يزود بأسلحة خاصة لإزالة جذوع الأشجار أو دفعها.

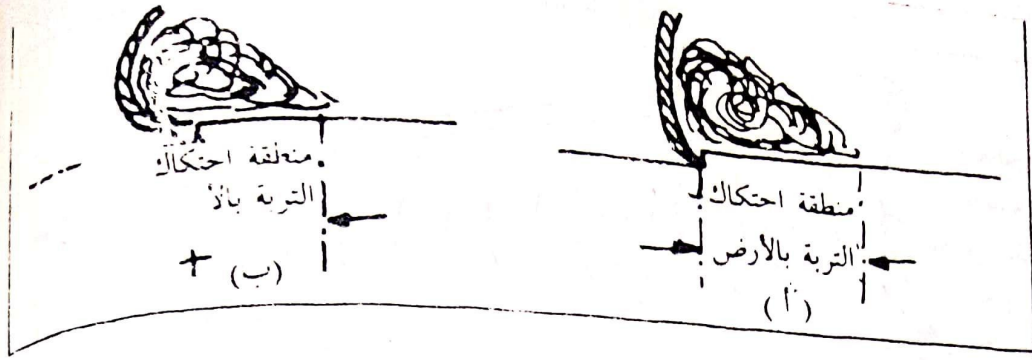
السلاح المستقيم يكون مستطيل الشكل، وله حافة قاطعة في مقدمة الجزء السفلي منه، وهذه الحافة تتكون من ثلاثة قطع، وكلها مصنوعة من الفولاذ ويمكن استبدالها عندما تتآكل، شكل رقم (٥ - ٢).

أما باقي السلاح فهو منحنى ويسمى المطرحة وهذه جزء مهم في السلاح إذ أنها تدفع الأتربة المكومة أمامها أثناء عملية النقل إضافة إلى أن تقعرها بسبب انزلاق الأتربة المقطوعة عليها إلى الأعلى ثم وقوعها كما يسبب دحرجتها وهذا يقلل احتكاك هذه الأتربة مع سطح الأرض أثناء سير البلدوزر.

في حالة التربة الرملية، الأتربة لا تتدحرج وإنما تنزلق أمام المطرحة دائماً نتيجة التماسك الضعيف بين حبيباتها بينما تكوم التربة الطينية أمام السلاح على هيئة حلزون ولهذا فإن معدل إنتاجية البلدوزر في الأراضي الرملية يكون أقل مما هو في الأراضي الطينية (شكل رقم (٥ - ٥)).

تقعر المطرحة له فائدة أخرى، فعند ابتداء عملية القطع تتولد قوة ضاغطة للأسفل على السلاح نتيجة وزن الأتربة وهذا يساعد السلاح على اختراق التربة.

إن تصميم السلاح ووضعه له أثر كبير في إجراء العمليات المطلوبة في البلدوزر فمثلاً زيادة اختراق السلاح للتربة يزيد من قوة السحب المطلوبة لقطع التربة وزيادة تقعر المطرحة تجعل الأتربة تدخل فيها ولا تحتك بسطح الأرض شكل رقم (٥ - ٣) وشكل رقم (٥ - ٤) وهذا من شأنه تقليل قوة السحب المطلوبة من البلدوزر.



شكل رقم (٥ - ٤)
تأثير تقعر المطرحة على احتكاك التربة مع سطح الأرض

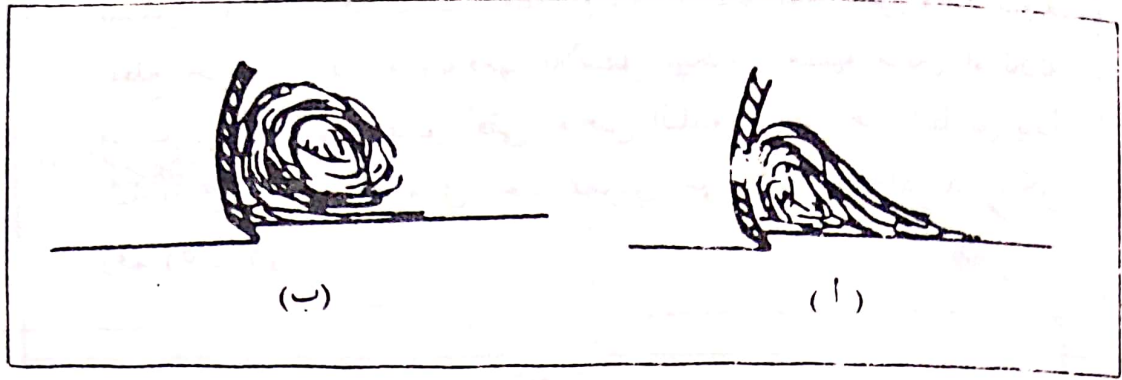
- (أ) مطرحة ذات تقعر قليل.
(ب) مطرحة ذات تقعر كبير.

قطع ونقل الأتربة:

يقوم سلاح البلدوزر باختراق التربة وقطعها، وباستمرار تقدمه تنزلق الأتربة المقطوعة على المطرحة ثم تقع في حالة وجود منخفض في الأرض.

إذن المطلوب من البلدوزر في هذه أن يتغلب على قوى مقاومة التدحرج للمسرفة أو للعجلات وقوة قطع التربة والقوة اللازمة لدفع الأتربة المتكومة أمام السلاح نتيجة احتكاكها مع المطرحة ومع سطح الأرض، أنظر شكل رقم (٥ - ٤). إضافة إلى هذا على البلدوزر أن يتغلب على قوة الجاذبية الأرضية في حالة الصعود إلى مرتفع. عندما يصل التحميل إلى أقصاه نجد أن البلدوزر قد لا يستطيع توفير قوة السحب اللازمة للتغلب على كل هذه القوى وابتداء أجهزة تلامسه مع الأرض بالانزلاق وتكون المعالجة الوحيدة والممكنة لهذا هو تقليل عمق القطع برفع السلاح تدريجياً عن الأرض. والسبب في الرفع التدريجي هو التخلص من الارتفاع المفاجئ في سطح الأرض فيما لو رفع السلاح شكل مفاجئ.

عملية القطع والنقل تكون أكفأ فيما لو تمت في الانحدارات لأسفل حيث تضاف إلى قدرة البلدوزر قوة الجاذبية الأرضية.



شكل رقم (٥ - ٥)
يوضح شكل تكور الأتربة أمام سلاح البلدوزر أثناء العمل

(أ) تربة رملية.

(ب) تربة طينية.

قطع ونقل أتربة على شكل كوم:

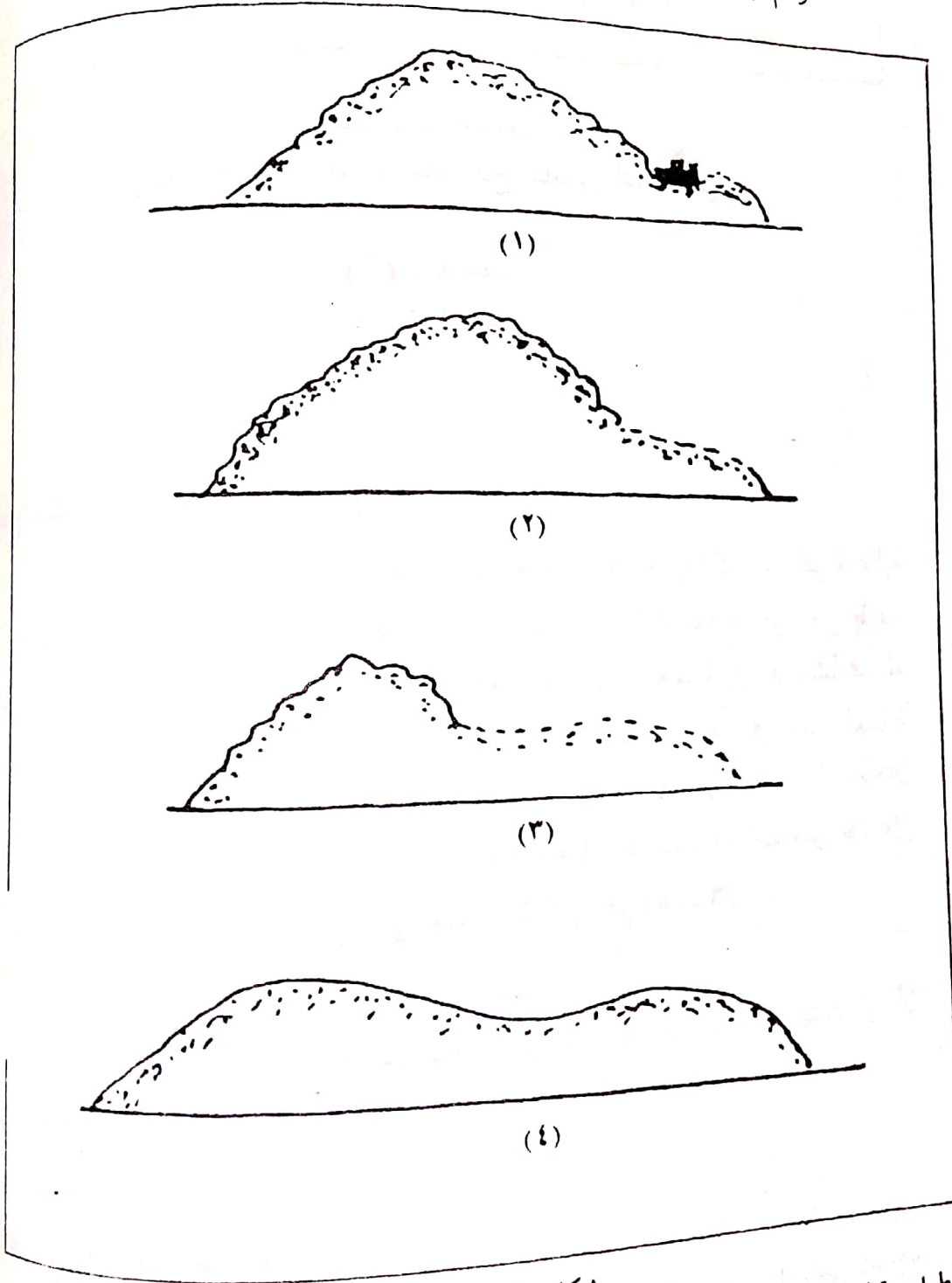
إجراء العمليات في هذه الحالة تعتمد على حجم الكومة فإذا كانت الكومة عالية جداً فيجب على البلدوزر أن يشق طريقاً له أولاً، ويتم ذلك بقطع جزء من طرف الكوم بظهر السلاح ويسحبها برجوعه للخلف ويستمر بهذه العملية إلى أن ينشأ عمراً له وسط الكوم ذو عرض كاف حتى لا تنهار التربة من الجانبين عليه. في هذه العملية ينقسم الكوم إلى كومات أصغر يكون تداولها سهلاً وذلك بقطعها ودفعها إلى مكان التفريغ في مرة واحدة إذا كانت صغيرة وأكثر من مرة إذا كانت الكومات متوسطة على أن تكون كل مرة متعامدة على المرة التي قبلها، شكل رقم (٥ - ٦).

كذلك هناك طريقة أخرى وذلك بأخذ جزء من كل جانب شيئاً فشيئاً إلى أن ينتهي الكوم.

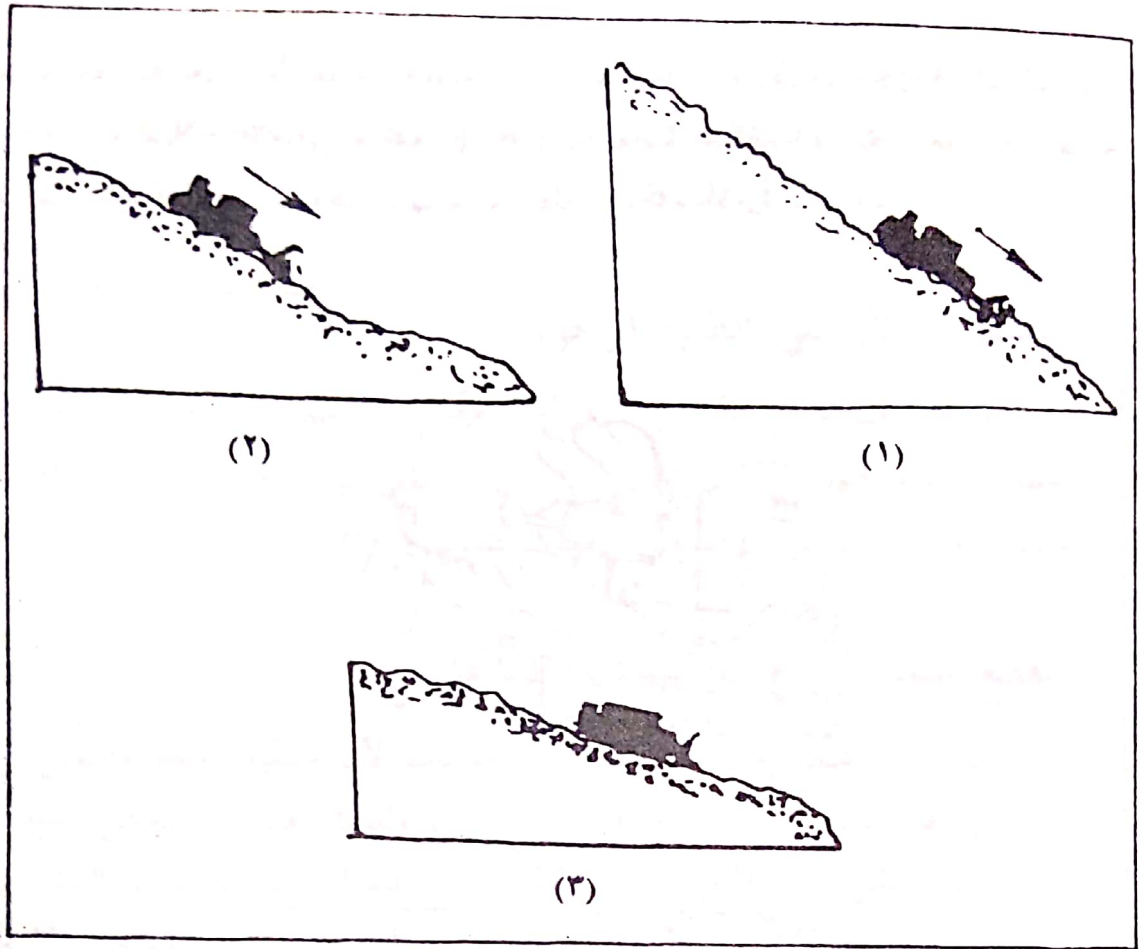
القطع في الميول الجانبية:

في بعض الأحيان يكون المطلوب قطع جزء من الأتربة من الميل الجانبي المنحد. وهذه العملية يمكن إجراؤها بعدة طرق.

١ - يتسلق البلدوزر الجانب المراد قطعه ومؤخرته نحو قمة الكوم وعند نزوله يقطع جزء من الأتربة ويدفعها للأسفل ويكرر العملية مرتين أو ثلاثة مرات إلى أن يكون طريق أفقي بعرض البلدوزر ومن هذا الطريق يبدأ البلدوزر في قطع التربة في اتجاه عمودي على اتجاه ميل المنحدر شكل رقم (٥ - ٧).



خطوات قطع ونقل الأتربة في حالة وجودها على شكل كوم كبير وذلك بواسطة تقسيمها إلى أكوام أصغر



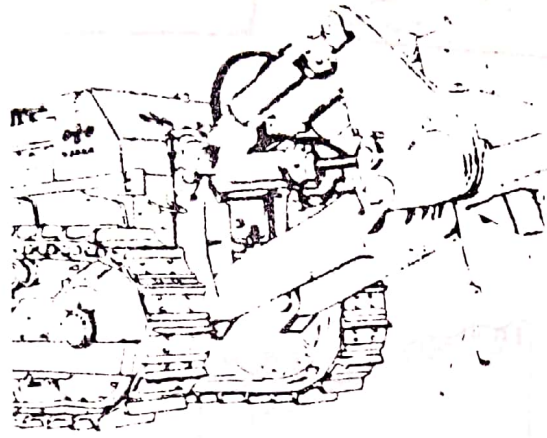
شكل رقم (٥ - ٧)
خطوات القطع في الميول

- ٢ - يمكن للبلدوزر أن يقطع شريحة من جانب الكوم ثم يغير اتجاهه للأسفل عند التفريغ فتتراكم الأتربة على جانب المنحدر مكونة طريق يمكن استعماله والعمل بنفس الطريقة السابقة.
- ٣ - وضع ألواح خشبية تحت المسرفة التي تسير في الجهة المنخفضة إلى أن يتكون طريق أفقي وتستمر العملية كما في الطرق السابقة.
- ٤ - تميل سلاح البلدوزر بحيث عندما يتحرك البلدوزر على التل يبقى مائلاً أما السلاح فيكون أفقي.

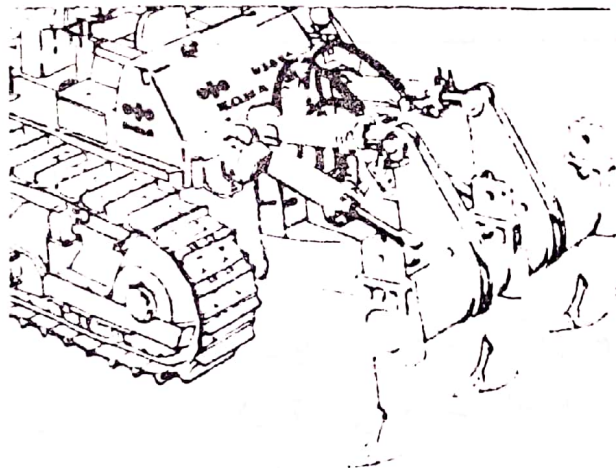
القطع والنقل في الأرض الصلبة:

البلدوزرات الحديثة تزود غالباً بأسلحة خلفية للقطع، شكل رقم (٥ - ٨) ويتم تشغيلها بواسطة إسطوانات هيدروليكية. فقبل استعمال السلاح الأمامي لقطع

التربة الصلبة تغرز الأسلحة الخلفية حيث تعمق إلى ما يقارب ٨٠ سم ثم يتم
البلدوزر والسلاح الأمامي مرتفع إلى أن تتم تغطية المنطقة الصلبة بعد ذلك يتم
الأرض مفككة ويتم تداولها بسهولة بواسطة السلاح الأمامي



سلاح واحد



متعدد الأسلحة

شكل رقم (٥ - ٨)
بوضع وضع الأسلحة خلف البلدوزر

أما إذا كان البلدوزر غير مزود بمثل هذه الأسلحة فيتم تكسير وتفكيك الأرض
الصلبة بإحدى الطرق التالية:

١ - إمالة السلاح الأمامي للبلدوزر بحيث يكون طول القطع أقل مما يمكن

٢ - إحداث إثارة للأرض بواسطة إيقاف أحد المسرفات وتشغيل الأخرى أنظر شكل رقم (٢-٣) وهذا ينتج عنه تفكيك سطح التربة بواسطة حركة البروزات في المسرفة.

القطع في الأراضي الطينية الرخوة:

في هذا النوع من الأراضي، يميل السلاح إلى التعمق مما يؤدي إلى عدم انتظام القطع وتعمقه كثيراً ولذلك يجب أن يكون القطع على شكل شرائح رقيقة وتكرر العملية عدة مرات إلى أن يتحقق العمق المطلوب.

القطع صعوداً في أرض منحدرية إلى أعلى.

إن هذه العملية تعتبر من أصعب العمليات لأن عملية القطع والنقل في آن واحد إلى أعلى غالباً ما تكون فوق قدرة البلدوزر، ولذلك يجب أن نجعل البلدوزر يقوم بعملية النقل فقط للأعلى، وأما عملية القطع فيمكن أن تتم بنزول البلدوزر من أعلى المنحدر ويقطع التربة في طريقه إلى أن يكومها أمامه ثم يستدير ويأخذ هذا الكوم ويدفعه إلى الأعلى، شكل رقم (٥-٩). وهناك طريقة ثانية تتم بأن يقطع البلدوزر وهو صاعداً شريحة رقيقة إلى أن يصل إلى منتصف المنحدر ثم يكرر العملية إلى أن يتكون كوم كبير نسبياً ويدفعه إلى الأعلى كما في الطريقة السابقة.

تساقط الأتربة من جانبي السلاح:

خلال الخط الأول المعمول بواسطة السلاح تساقط معظم الأتربة من جانبي السلاح مكونة بطون طويلة على الجانبين ويمكن التخلص من هذا بواسطة وضع صفائح فولاذية عند نهايتي السلاح، شكل رقم (٥-٢) مما يقلل كثيراً من إمكانية تكوين هذه البطون ويمكن كذلك تشغيل بلدوزرين في آن واحد متراصين بجانب بعضهما.

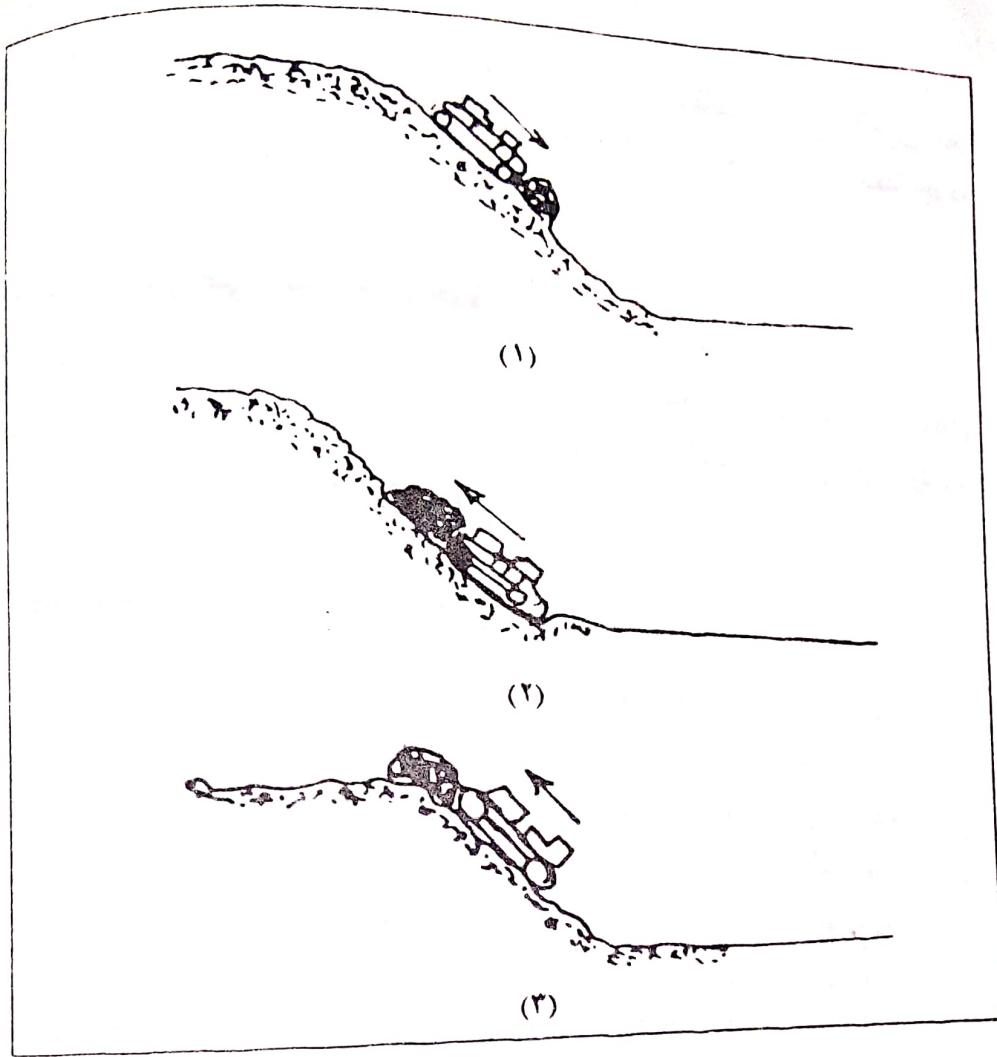
دفع الأتربة في أرض بها أحجار وصخور:

العمل في مثل هذه الأرض به بعض الصعوبات ويمكن التغلب عليها بواسطة الطرق التالية:

بالأرض
السلح
العبور فوق العوائق
يتمكن للبلدوزر
والأرض
لوجين عريضين من
إذا كان هناك
بشكل متن، فإن ال
ومبطلها المفاجئ، و
ولذلك يجب نزع ال
بزاوية.

إنتاجية البلدوزر
إنتاجية البلد
في الساعة الواحدة.

١ - انخفاض التربة
وهذه تختلف
في حالتها الطبيعية
تزيد إلى تكسر
لذلك يجب تصحيح
على معامل التصحيف
المتخلفة



شكل رقم (٥ - ٩)
خطوات قطع ونقل الأتربة إلى أعلى منحدر

١ - تواجد أحجار كبيرة تحت السلاح تسبب زيادة في مقاومة دفع التربة وعلى السائق في هذه الحالة الرجوع للخلف وتعميق السلاح إلى أسفل هذه الأحجار لتزعمها ثم التقدم مع الأتربة.

٢ - قد تكون بعض الصخور مدفونة في التربة ويبرز جزء منها فوق السطح وهذه تسبب ارتفاع السلاح وانخفاضه عند تقدمه مما يترك شكل متموج للأرض في النهاية وللتغلب على هذا يرجع البلدوزر للخلف ثم يقطع طبقة رقيقة من التربة بحيث تتحرك الصخور من مكانها وتفقد التصاقها

بالأرض ثم يرجع مرة أخرى إلى الخلف للء المكان المحفور بواسطة ظهر السلاح.

العبور فوق العوائق:

يمكن للبلدوزر المسرف أن يعبر بأمان خندقاً لا يزيد عن $\frac{1}{2}$ أو $\frac{3}{4}$ ، طول المسرفة الملامس للأرض. وإذا كان المطلوب الحفاظ على جوانب الخندق فيمكن استخدام لوحين عريضين من الخشب كجسر للعبور عليها.

إذا كان هناك عائق مرتفع عن سطح الأرض مثل جذع شجرة أو منطقة صلبة بشكل متن، فإن العبور عليها يشكل خطراً للسائق وللبلدوزر نتيجة ارتفاع مقدمته وهبوطها المفاجيء واصطدامه بالأرض عند وصول العائق إلى منتصف طول المسرفة ولذلك يجب نزع العائق أولاً بالسلاح أو تفتيته بواسطة تزليق المسرفة عليه أو عبوره بزاوية.

إنتاجية البلدوزر:

إنتاجية البلدوزر يعبر عنها بعدد الأمتار المكعبة من الأتربة التي يمكن أن ينقلها في الساعة الواحدة، هذه الإنتاجية تعتمد على عدة عوامل، وهي:

١ - انتفاخ التربة نتيجة الإثارة:

وهذه تختلف حسب نوع التربة، فمثلاً متر مكعب واحد من التربة الطينية وهي في حالتها الطبيعية يشغل حيز يقدر بـ ١,٢٥ متر مكعب إذا أثرت وترجع هذه الزيادة إلى تكسر التربة وتفتيتها وحدوث فراغات هوائية إضافية بين الأجزاء المفتتة. لذلك يجب تصحيح السعة الكومية للمطرحة بقسمة حجم التربة في حالتها الطبيعية على معامل التصحيح لانتفاخ التربة، جدول رقم (٤ - ١) يبين قيم معامل للترب المختلفة.

جدول رقم (٥ - ١)
موضح معامل التصحيح لانتفاخ التربة لأنواع مختلفة من التربة

نوع التربة	معامل تصحيح الانتفاخ	كتلة المتر المكعب (كغم)
طينية جافة	٠,٨٥	١٤٠٠
طينية رطبة	٠,٨	١٨٠٠
طينية	٠,٨٣	١٦٠٠
طينية رملية مختلطة بالحصى	٠,٩٠	١٨٥٠
رملية جافة	٠,٨٩	١٩٥٠
رملية مبتلة	٠,٨٨	٢١٥٠

٢ - معامل الوقت:

من الواضح أنه لا يمكن استغلال الوقت ١٠٠٪ في عملية قطع ونقل الأتربة فقط، إذ أن هناك عمليات جانبية ضرورية مثل ضبط الآلة وتشحيمها وتنظيفها إضافة إلى إعطاء وقت معين لراحة السائق ولذلك يجب طرح عدد من الدقائق من الساعة، وهذا العدد يعتمد على كفاءة العامل الذي يقوم بالعمل ولذلك فإن تعتبر ٥٠ دقيقة للبلدوزر المسرف و ٤٥ دقيقة للبلدوزر ذو العجلات.

٣ - زمن دورة التشغيل الواحدة:

وهذا يتكون من زمن ثابت للتحميل وتغيير السرعة والتفريغ والدوران وزمن متغير لقطع مسافة نقل الأتربة والرجوع إلى مكان التحميل من أخرى.

٤ - سعة السلاح:

عملية قطع ونقل التربة بواسطة السلاح تتم أساساً على خط مستقيم وبحركة البلدوزر للأمام يعمل السلاح على قطع التربة وحتى يصل إلى حمله الكامل، يجب على البلدوزر أن يسير عدة أمتار، فمثلاً بعض أنواع البلدوزرات تحتاج إلى أن تسير مسافة ١٢٠ متر وسلاحها على عمق ١٥ سم حتى يتم تحميلها كاملاً والحمل الكامل سوف يشبه إلى حد ما قطع دائري في مقطعه العرضي يندفع أمام سلاح البلدوزر وبأبعاد تقريبية كما مبين في شكل رقم (٥ - ١)، هذه الأبعاد يمكن فرضها كالآتي:



شكل رقم (٥ - ١٠)
يوضح شكل الحمل الكامل أمام البلدوزر

$$\frac{\text{س}}{\text{ص}} = \frac{١,٥ \text{ إلى } ١,٦٧}{١} \text{ أو } ١,٥ \text{ ص إلى } ١,٦٧ \text{ ص}$$

والزاوية هـ = ٣٠° إلى ٣٣°.

وفي الواقع تعتمد قيم س، ص والزاوية هـ على نوع التربة. فالتربة الرملية تكون قيمة ص فيها أقل من التربة الطينية، وقيمة الزاوية هـ تكون في التربة الرملية أقل أيضاً. ومن هذه الأبعاد يمكن تقدير حجم الأتربة التي يدفعها سلاح البلدوزر بصورة تقريبية باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{ح} = \frac{\text{ل س}^2 \text{ ط هـ}}{٣٦٠}$$

حيث:

ح = حجم الأتربة عند الحمل الكامل بالتر المكعب.

ل = عرض سلاح البلدوزر بالمتر .
 هـ = زاوية ميل التربة وتساوي ٣٠ للأرض الرملية، و ٣٣ للأرض الطينية.
 س = ١,٥ ص للتربة الرملية و ١,٦٧ ص للتربة الطينية، و ص هي ارتفاع السلاح البلدوزر بالمتر .

□ مثال:
 قدر إنتاجية البلدوزر له المواصفات التالية ويعمل تحت الظروف التالية:
 التربة طمية.

مسافة النقل: ٥٠ متر على أرض مستوية.
 أبعاد السلاح: ٣ متر عرضاً، ١ متر ارتفاعاً.
 معامل الوقت: ٥٠ دقيقة في الساعة.
 سرعة الدفع: ٣ كم / ساعة.
 سرعة الرجوع: ٧ كم / ساعة.
 الزمن الثابت: نصف دقيقة لكل دورة.

□ الحل:

من جدول رقم (٤ - ١) نجد أن معامل التصحيح للانتفاخ = ٠,٨٣ .

$$\text{الزمن اللازم للنقل} = \frac{٦٠ \times ٥٠}{١٠٠ \times ٣} = ١ \text{ دقيقة}.$$

$$\text{الزمن اللازم للرجوع} = \frac{٦٠ \times ٥٠}{١٠٠٠ \times ٧} = ٠,٤٢٩ \text{ دقيقة}$$

إذن:

$$\text{زمن الدورة الواحدة} = ٠,٤٢٩ + ١ + ٠,٥ = ١,٩٢٩ \text{ دقيقة}.$$

$$\text{عدد الدورات في الساعة الواحدة} = \frac{٥٠}{١,٩٢٩} = ٢٥,٩٢ \text{ دورة}.$$

طينية
ارتفاع

$$\text{سعة السلاح} = \frac{33 \times 3.14 \times (1 \times 1.67) \times 3}{360} = 2.4 \text{ متر مكعب}$$

$$\text{الحجم الفعلي للتربة المقطوعة} = 0.83 \times 2.4 =$$

$$= 2 \text{ متر مكعب}$$

$$\text{إنتاجية البلدوزر} = 2 \times 25.92 = 51.84 \text{ متر}^3 / \text{ساعة}$$

تمارين

- ١ - تعرف على البلدوزر وارسم مسقط جانبي له مبيناً فيه الأجزاء الفعالة والتي لها علاقة بالتربة.
- ٢ - أوجد عملياً المسافة التي على البلدوزر أن يقطعها للوصول إلى الحمل الكامل.
- ٣ - احسب عملياً معدل إنتاجية البلدوزر الخاص بالكلية.

الفصل السادس

مكائن التحميل والنقل المرحلي والمستمر
للتربة وآلات جمع الحصى والأحجار

الفصل السّاس

مكائن التحميل والنقل المرحلي والمستمر للتربة وآلات تجميع الحصى والأحجار

مكائن التحميل :

لقد ذكرنا في الفصل السابق أن البلدوزر بإمكانه نقل التربة عملياً لمسافة لا تزيد عن ١٠٠ متر. فإذا كان المطلوب نقل التربة إلى أكثر من هذه المسافة فلا بد من استعمال مكائن ترفع التربة وتحملها بالشاحنات لنقلها إلى المكان المطلوب. في حالة نقل كميات قليلة نسبياً فإن المحملة (الشفل) هي أنسب ماكينة لقيام بهذا العمل إضافة لإمكانية استعمالها في بعض أعمال الحفر والردم والتسوية.

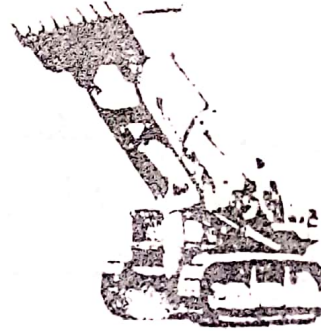
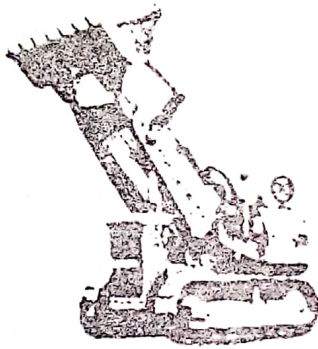
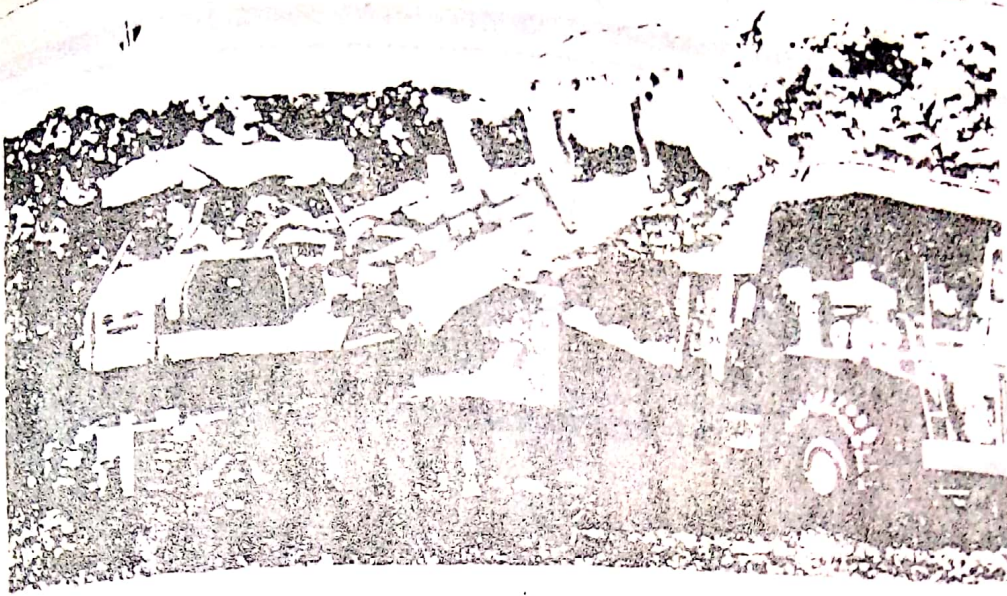
هناك نوعين أساسيين من المحملات، المحملة المسرّفة والمحملة ذات العجلات، شكلي رقم (٦-١)، ورقم (٦-٢). كما يمكن أن تصنف المحملات حسب سعة الكيلة أو الوزن الأقصى الذي يمكن للكيلة أن ترفعه.

المحملات ذات العجلات تكون مفضلة أكثر في عمليات الاستصلاح نظراً لسرعتها العالية ومرونتها في الحركة.

المحملات ذات العجلات تستدير اعتيادياً إما بواسطة العجلات الخلفية، أو بواسطة تمفصل الهيكل والنوع الأخير هو الشائع نظراً لكونه يسمح للمحملة بأن تصمم بمواصفات بعدية أفضل.

تصميم المحملات :

المحملات الحديثة يسيطر على معظم حركتها بواسطة القدرة الهيدروليكية فملء الكيلة ورفعها واستدارة المحملة وتفريغ حمولة الكيلة في الشاحنات أصبح سهلاً بفضل التجهيزات الهيدروليكية في المحملة.

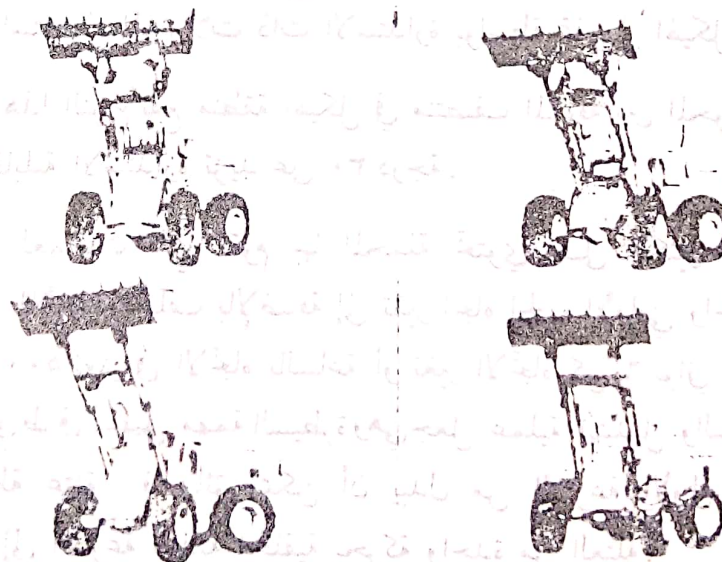
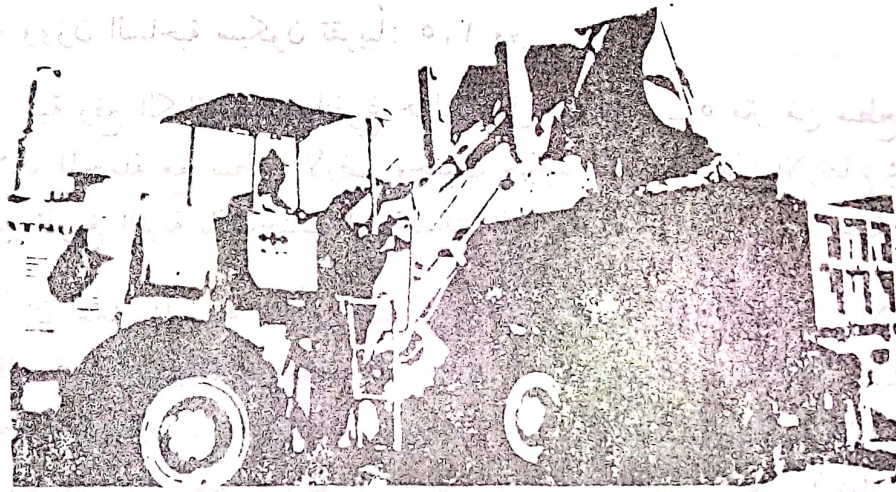
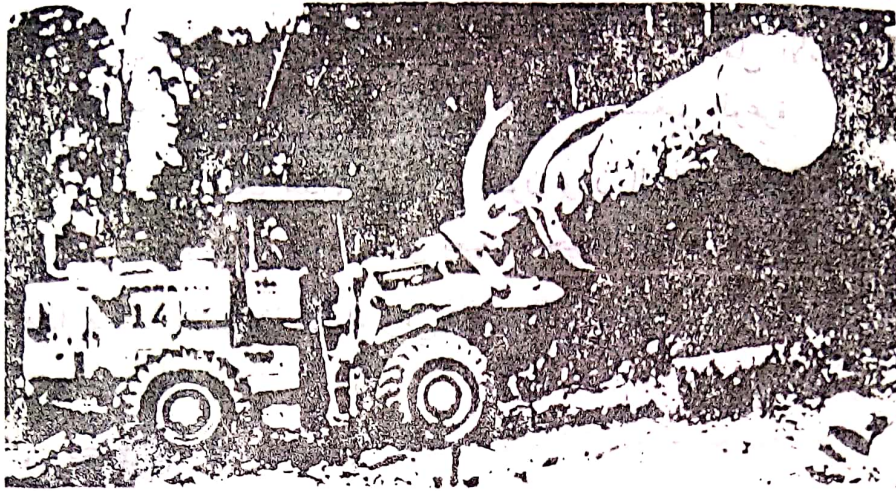


شكل رقم (٦ - ١)
محملة مسرقة (نوعين)
وطريقة التحميل الجانبي في العربة

سعة الكيلة تتراوح ما بين $\frac{1}{4}$ متر مكعب إلى ٢٠ متر مكعب في المحملات الضخمة والسعة في المحملات الاعتيادية تصل إلى حد ٤ أمتار مكعبة.

القطعة المهمة في تصميم المحملة هو الاتزان بين الكيلة ومجم الساحة خصوصاً إذا أخذنا في الاعتبار ظروف العمل الوعرة التي تتعرض لها المحملة عندما تكون كيلة المحملة مملوءة بالكامل ومرفوعة إلى العلو الأقصى عند مقدمة الساحة.

إن الأمان ضد انقلاب المحملة للأمام تحت هذه الظروف يطلق عليه اعتبارياً سعة حمل الانقلاب المستقر. ومعامل الأمان الاعتيادي ٢، يعني أن الحمل الذي



شكل رقم (٦-٢)
 محملة ذات عجلات (٤ أنواع)
 ويوضح طريقة التحميل إلى خلف العربة وأيضاً تستخدم في حمل الأشجار بتركيب شوكة خاصة

يجب أن لا تقل السعة الكمية للكيلة. معامل الأمان العالي هذا ضروري جداً لحماية المحملة عند عملها في ظروف التشغيل الوعرة.

لتوفير معامل الأمان هذا، يجب أن يكون وزن الساحة أكثر بـ ٤٠ إلى ٦٠٪ من سعة حمل الانقلاب ومن هذا يمكن تعيين حجم الكيلة والساحة.

فإذا فرضنا أن وزن الكيلة وهي مملوءة بالتربة و سعة حمل الانقلاب ١٠،

فإن:

$$١٠ \approx ٢ \text{ و}$$

وزن الساحة سيكون تقريباً: ١,٥ و

آلة رفع الكيلة تصمم لتفرغ حولتها على ارتفاع ٣ - ٥ متر من سطح تلامس عجلات المحملة مع سطح الأرض وحسب حجم المحملة. هذا الارتفاع يجعل من الممكن تفريغ التربة بالشاحنات أو وحدات النقل تحت ظروف إتران مناسبة.

إن عمل المحملة ما بين التحميل والتفريغ يحتاج إلى الكثير من الاستدارات والتوقف فإذا كان الحيز بين موقع التحميل وموقع التفريغ محدود فسيكون هناك صعوبة في العمل فالمحملة المسرفة تكون الصعوبة فيها أقل، نظراً لقابليتها للدوران وهي واقفة بينما المحملة ذات العجلات تحتاج إلى حيز كبير نسبياً للعمل. هذه النقطة هي التي أدت إلى استعمال المحملات ذات الاستدارة بواسطة تمفصل الهيكل.

في هذا النوع تقع منطقة الهيكل في منتصف المسافة بين المحور الأمامي والمحور الخلفي وقابلية الاستدارة تزيد على ٣٠ درجة.

إن العمليات التي تقوم بها المحملة تحتوي على الكثير من تغير الاتجاه، فالحركات للأمام والخلف بالإضافة إلى تغير اتجاه الجزء الأمامي والخلفي للمحملة قد تصل إلى ٥٠٠ تغير في الاتجاه بالساعة أو تغير الاتجاه كل ٦ ثواني تقريباً، إضافة إلى تغير إحدى طرق تسهيل مهمة السيطرة وهي جعل عملية التبديل والسيطرة على السرعة تتم بواسطة عتلة. فالسائق يمكن أن يبدل من السرعة الأولى أو السرعة الثانية الأماميتين، إلى السرعة الثالثة الخلفية بحركة واحدة من العتلة.

معظم المحملات الحديثة يتم تزويدها بعجلتين للسيطرة على وضع الكيلة وتكون في متناول السائق. إحداهما للسيطرة على الوضع الرأسي لها، ورفعها حيث يمكن

رفعها أو إبقائها رأسياً، والأخرى للسيطرة على وضعها حول المحور الأفقي يمكن عرسها في التربة وإمالتها للرفع وتفريغها كما مبين في شكل رقم (٦-٣) وقد أدخل حديثاً نظام للسيطرة التلقائية على وضع الكيلة. في هذا النظام ترتفع الكيلة إلى الوضع المطلوب وتتوقف تلقائياً. وعند تفريغ حمولتها بالشاحنة ترجع تلقائياً أيضاً إلى وضع مناسب للغرس وذلك بدون تدخل السائق. هذه الأوضاع يمكن أن تنظم أو تبرمج لأي عملية معينة يتيح للسائق فرصة أكبر لإجراء عمليات النقل والتفريغ بالشكل الصحيح.

هناك نوع آخر من المحملات يطلق عليه المحملات القلابة تستعمل عندما يكون المكان ضيق جداً، ولا يسمح بالحركة الكافية للنقل والتفريغ في هذا النوع تنزل الكيلة لأخذ حمولتها من التربة وعند رفعها تأخذ مساراً دائرياً في المستوى الرأسي وتعبر من فوق السائق لتفرغ حمولتها من خلف الآلة الساحية في هذا النوع ليس متمفصلة وإنما هي عبارة عن هيكل مفرد ويحتاج للحركة الأمامية والخلفية فقط للتحميل والتفريغ.

من عيوب هذا النوع هو خطورة العمل بها من قبل الأشخاص الذين ليس عندهم الخبرة الكافية، وكذلك صعوبة السيطرة حيث يتوجب على السائق أن ينظر إلى الأمام ثم إلى الخلف في كل دورة من دورات التحميل والتفريغ.

هذا

٦٠٪

٢٩

الامس

ل من

دارات

صعوبة

واقفة

ب التي

المحور

إتجاه،

ملة قد

افة إلى

لسرعة

الثانية

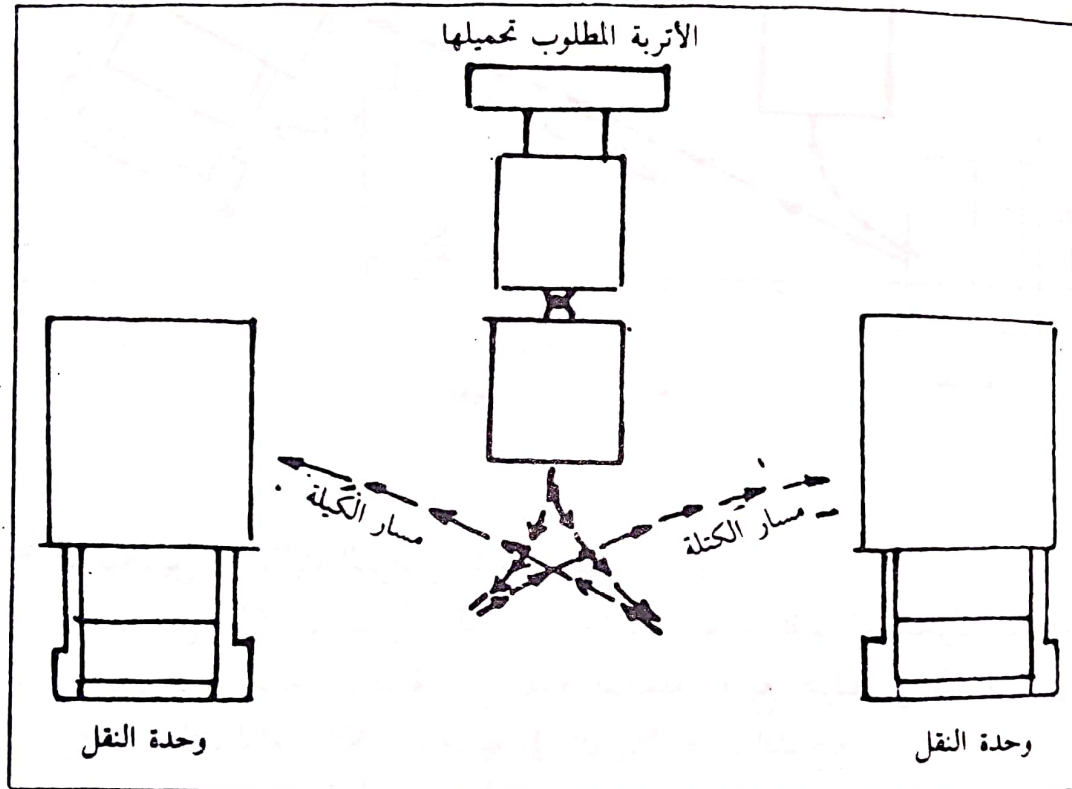
وتكون

يمكن

طرق التشغيل - التحميل :

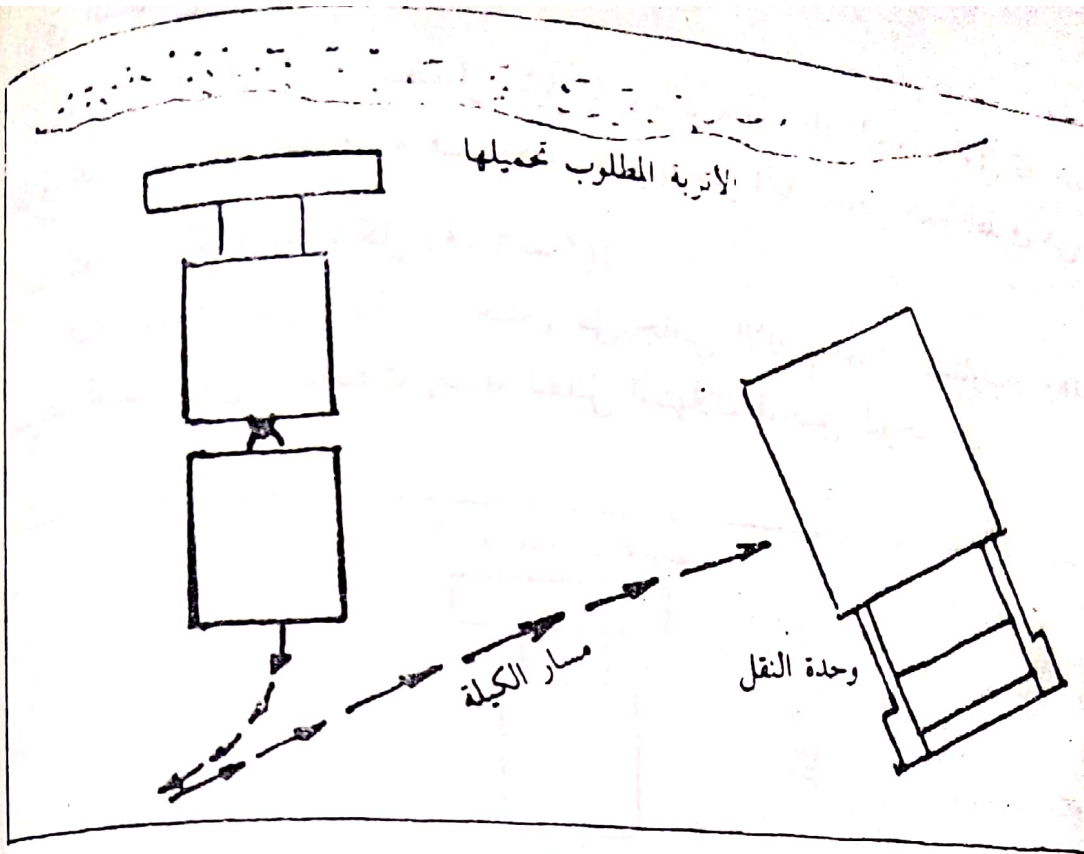
هناك ثثة طرق رئيسية لتحميل الشاحنات بالتربة بواسطة المحملة، وفي كل هذه الطرق يجب أن تكون عملية الغرف بالكيلة عمودية على اتجاه الكوم. هذه الطرق هي :

- ١ - التحميل بالتناوب (شكل رقم ٦ - ٤) :
- هذه الطريقة تتم بإيقاف شاحنتين على جانبي الآلة وتحملان بالتناوب. وهذه الطريقة تخفض زمن الشاحنات إضافة لتقليل استهلاك فواصل التوجيه.



شكل رقم (٦ - ٤)
تحميل الشاحنات بالتناوب

- ٢ - التحميل بزاوية (شكل رقم ٦ - ٥) :
- في هذه الطريقة توقف الشاحنة بزاوية ٦٠ درجة على اتجاه الغرف. وبعد ملء الكيلة تتحرك المحملة إلى الخلف مع استدارة معينة بحيث تكون عمودية على اتجاه الشاحنة، ثم تتحرك للأمام وتفرغ التربة في الشاحنة. وكلما قلت زاوية الدوران كلما زادت كفاءة العمل إلا أنه في بعض الأحيان قد تتطلب الضرورة بأن تكون الزاوية ٩٠ درجة كما في الطريقة السابقة.



شكل رقم (٦ - ٥)
تحميل الشاحنة بزاوية

٣ - التحميل في الاتجاه العرضي (شكل رقم ٦ - ٦):

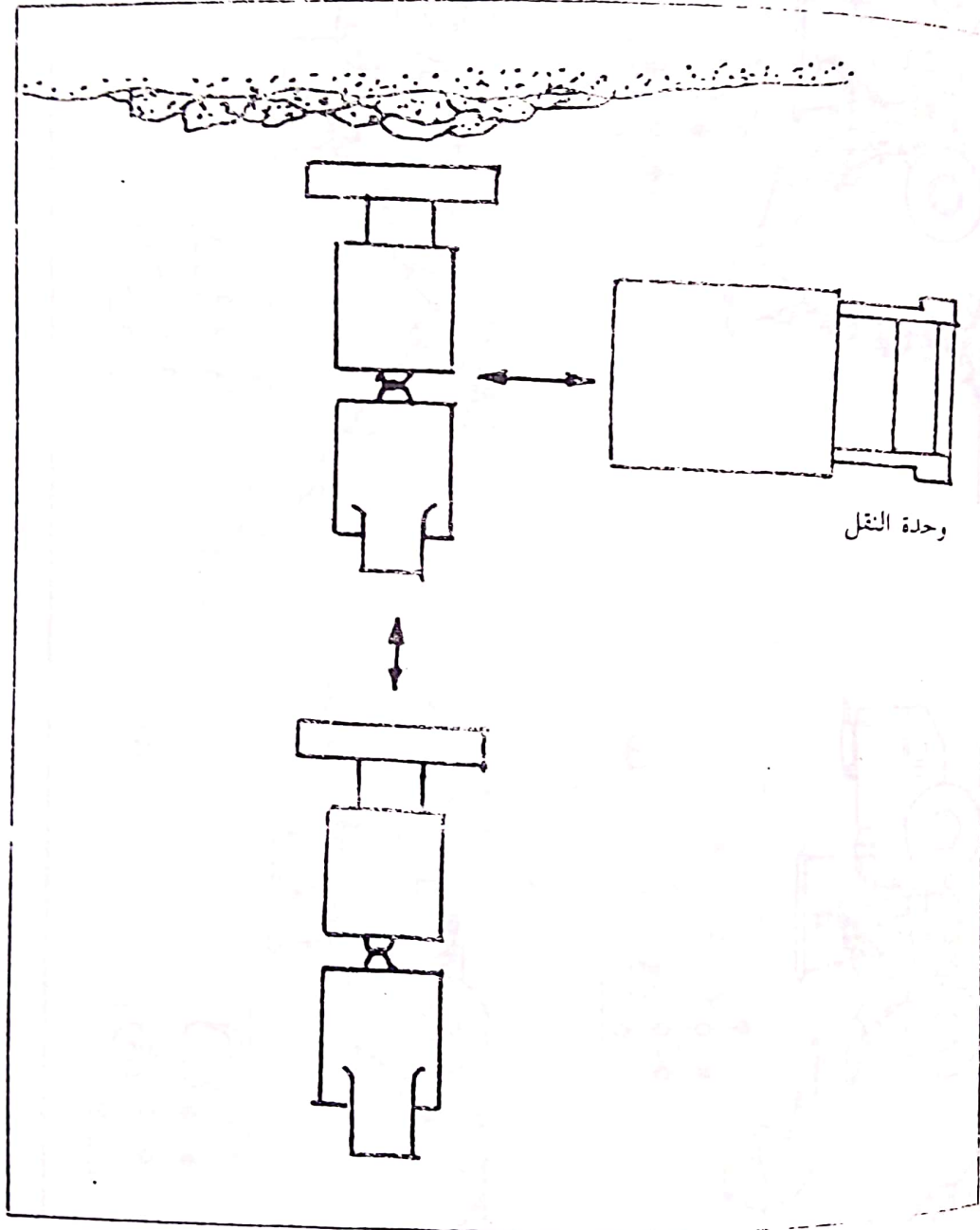
بعد ملء الكيلة، تتحرك المحملة للخلف بخط مستقيم ثم تتحرك الشاحنة لتكون بين كومة التربة والمحملة، ثم تتقدم المحملة لتفريغ حمولتها في الشاحنة التي تتحرك بعد ذلك للأمام لتكرار العملية إلى أن يملأ خزان الشاحنة.

٤ - عملية الحفر والتحميل بواسطة المحملة (شكل رقم ٦ - ٧):

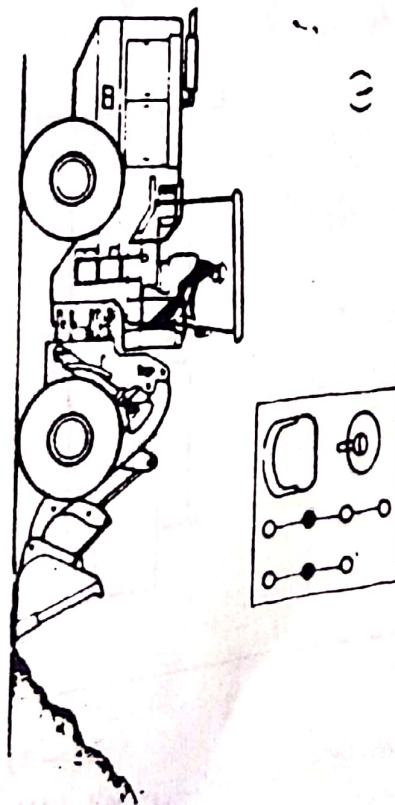
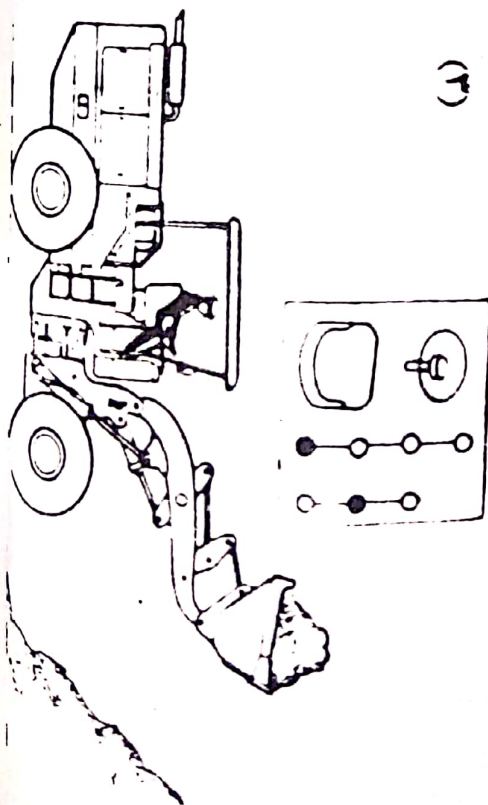
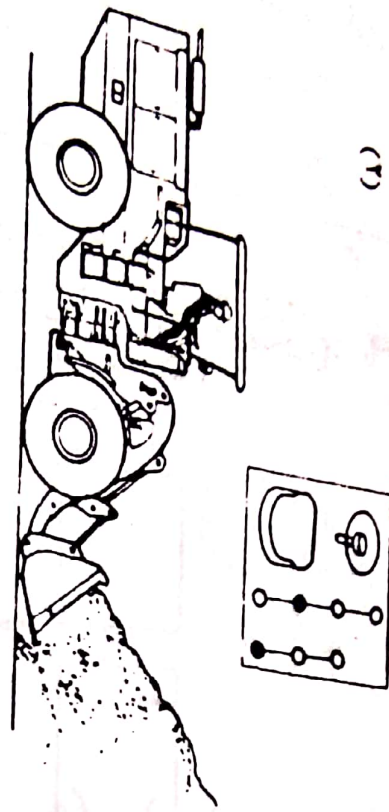
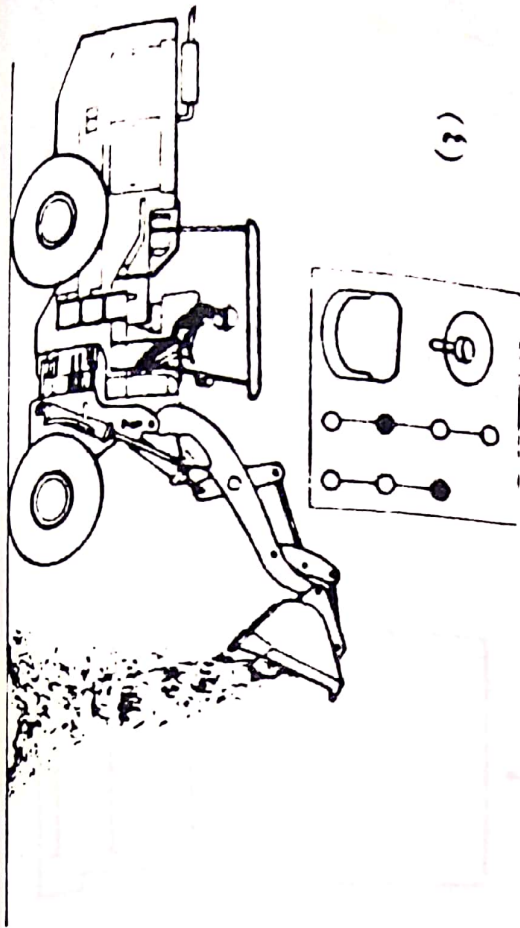
هذه العملية تحتاج إلى تناسق بين حركة كل من الكيلة والمحملة في نفس الوقت وتعتمد بدرجة كبيرة على مهارة السائق. وعموماً، تجري عملية الحفر والتحميل كالآتي:

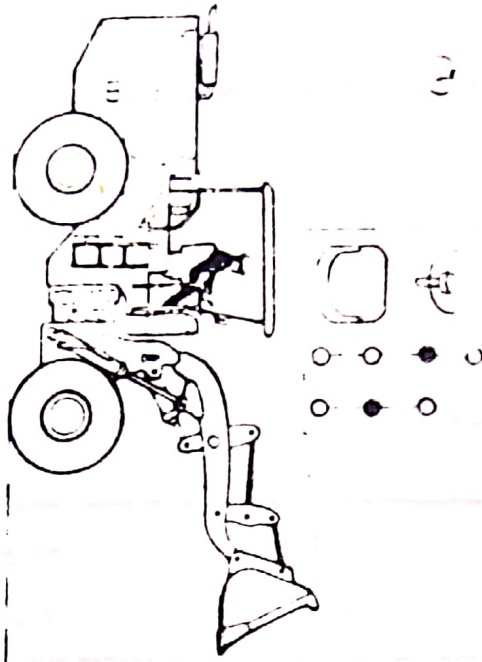
تنزل الكيلة إلى وضع بحيث ترتفع حوالي ٤٠ سم فقط عن سطح الأرض وتتحرك المحملة إلى كومة الأتربة أو إلى الأرض المراد حفر جزء منها ويستحسن عدم السير بسرعة عالية إلى الكومة لتجنب التلف الذي قد يحصل في أذرع الكيلة. فحينئذٍ التربة المتراكمة على دخول الكيلة أثناء تقدم المحملة للأمام وعندما تكون هناك صعوبة

في مساق الدرس ...
 في مساق الدرس ...
 في مساق الدرس ...
 في مساق الدرس ...

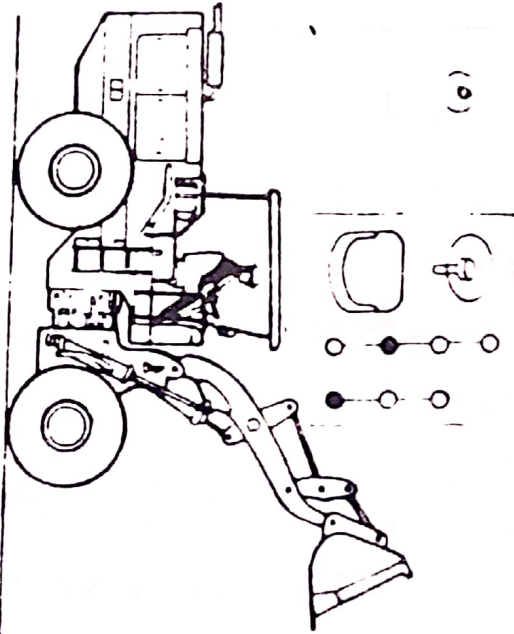


شكل رقم (٦-٦)
 تحميل الشاحنة في الاتجاه العرضي





تنبيه . لا ترتطم على الكومة بسرعة عالية



شكل رقم (٦-٨)
طريقة الحفر والتحميل والتفريغ لكبلة المحملة

إنتاجية المحل

إن معدل إنتاجية المحل
المحلاة كما في الجدول رقم (٦ - ١)

جدول رقم (٦ - ١)

يبين ساعات مختلفة لكيالات مختلفة ووزن التربة فيها

الكملة	السعة الكومبية (متر مكعب)	كثافة المواد (*) (كغم / م ^٣)	كملة المواد كغم
١	٣,٤٤	٨٩٠	٣٠٦٢
٢	٢,٢٩	١٣٠٧	٢٩٩٤
٣	١,٩	١٦١١	٣٠٦٢
٤	١,٧٢	١٧٨٠	٣٠٦٢
٥ -	١,٥٣	١٩٦٩	٢٩٩٤

معدل إنتاجية المحل ذات السجلات أعلى منها في المحل المسرفة نظراً
لسرعتها في الحركة والاستدارة

نفرض وجود محلة السعة التكويمية لكياتها ١,٩ متر مكعب وكثافة التربة التي
تحمليها ١٦٢١ كغم / م^٣ (بضمتها معامل إثارة التربة). هذه المحل مزودة بمحرك
نرم الدوران وأجيرة حتى مؤازرة وسى السرعات فيها هي:

السرعات المنخفضة: صفر إلى ٦,٢٥ كم / ساعة.

السرعات المتوسطة: صفر إلى ١٧,٧٥ كم / ساعة.

السرعات العالية: صفر إلى ٤٧ كم / ساعة.

عند تحميل كيلة المحل فإن الآلة يجب أن تسير بسرعة متوسطة قدرها ٨٠٪
من الحد الأقصى للسرعات المنخفضة. وعند رجوعها فارغة فإنها يجب أن تسير بسرعة
(*) هذه القيم تكون المواد المثبتة نتيجة للإثارة.

متوسطة قدرها ٦٠٪ من الحد الأقصى للسرعات المتوسطة للمسافة التي لا تزيد عن ٣٠ متر و ٨٠٪ من الحد الأقصى للسرعات المتوسطة المسافة التي تزيد عن ٣٠ متر. وبالتالي فإن متوسط السرعة للنقل والرجوع ستكون

$$\text{سرعة النقل (لأي مسافة)} : ٠,٨ \times ٦,٢٥ \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} = ٨٣ \text{ متر / دقيقة}$$

$$\text{سرعة الرجوع (لمسافة أقل من ٣٠ متر)} : ٠,٦ \times ١٧,٧٥ \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} = ١٧٧,٥ \text{ متر / دقيقة}$$

$$\text{سرعة الرجوع (لمسافة أكثر من ٣٠ متر)} : ٠,٨ \times ١٧,٧٥ \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} = ٢٣٧ \text{ متر / دقيقة}$$

إذا كان سطح النقل وعمر، فإن هذه القيم يجب أن تقلل حسب درجة وعورة السطح، نفرض أن الزمن الثابت للتحميل والإستدارة والتفريغ في الشاحنة يساوي ٠,٤ دقيقة وإن وضع المحملة بالنسبة لمكان غرف الأتربة والشاحنة كما مبين في شكل رقم (٦-٨) فإن زمن الدورة سيكون:

$$\text{الزمن الثابت للتحميل والدوران والتفريغ} = ٠,٤ \text{ دقيقة.}$$

$$\text{زمن النقل} = ٨٣ \div ١٠ = ٠,٨٣ \text{ دقيقة.}$$

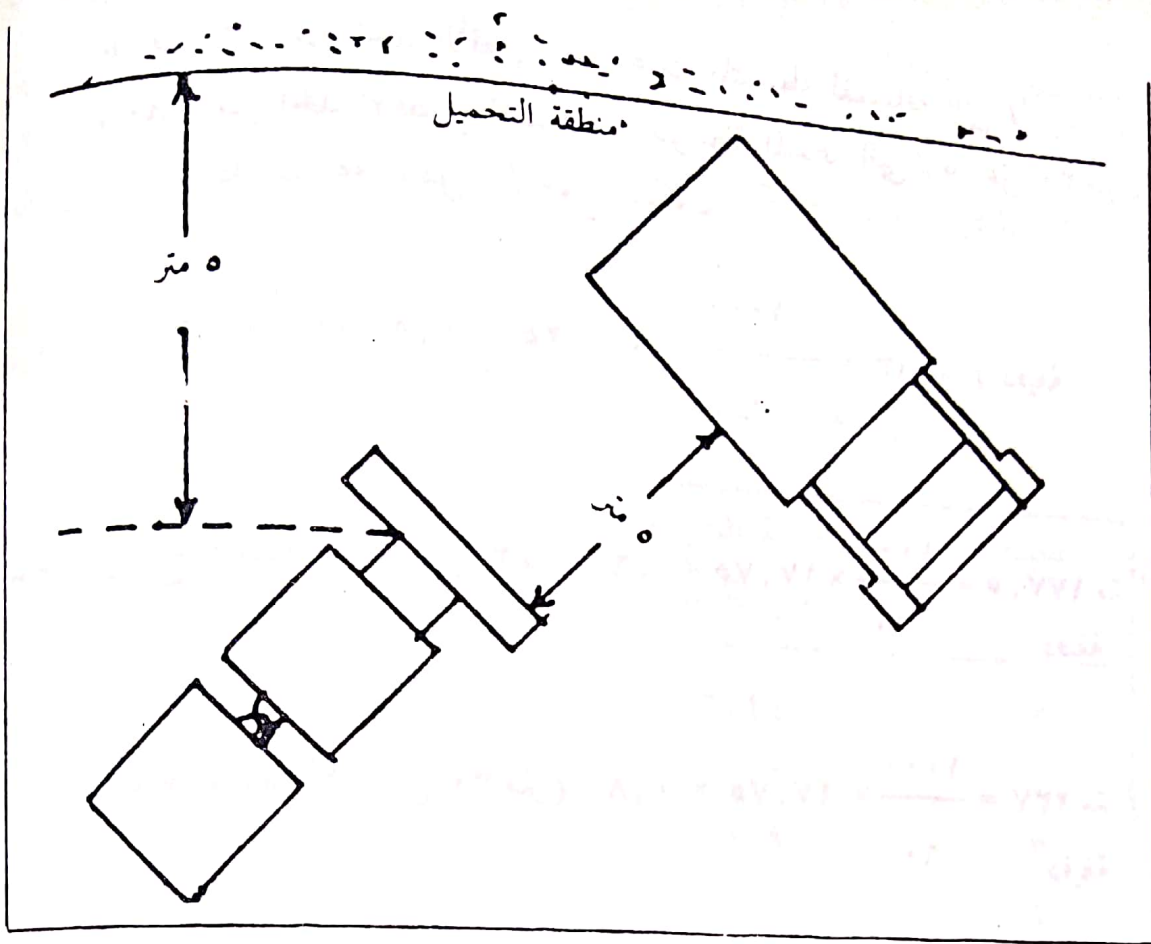
$$\text{زمن الرجوع} = ١٧٧,٥ \div ١٠ = ١٧,٧٥ \text{ دقيقة.}$$

$$\text{زمن الدورة} = ٠,٤ + ٠,٨٣ + ١٧,٧٥ = ١٨,٩٨ \text{ دقيقة.}$$

نفرض أن سعة الكيلة تساوي ١,٩ متر مكعب (جدول رقم ٦-١)، إلا أنه هناك احتمال كبير أن الكيلة لا تملأ تماماً في كل الدورات ولذلك فإن متوسط سعة الكيلة يجب أن يكون حوالي ٩٠٪ من سعتها وهي مملوءة تماماً.

$$\text{إذن السعة الفعلية للكيلة} = ١,٩ \times ٠,٩$$

$$= ١,٧١ \text{ متر مكعب}$$



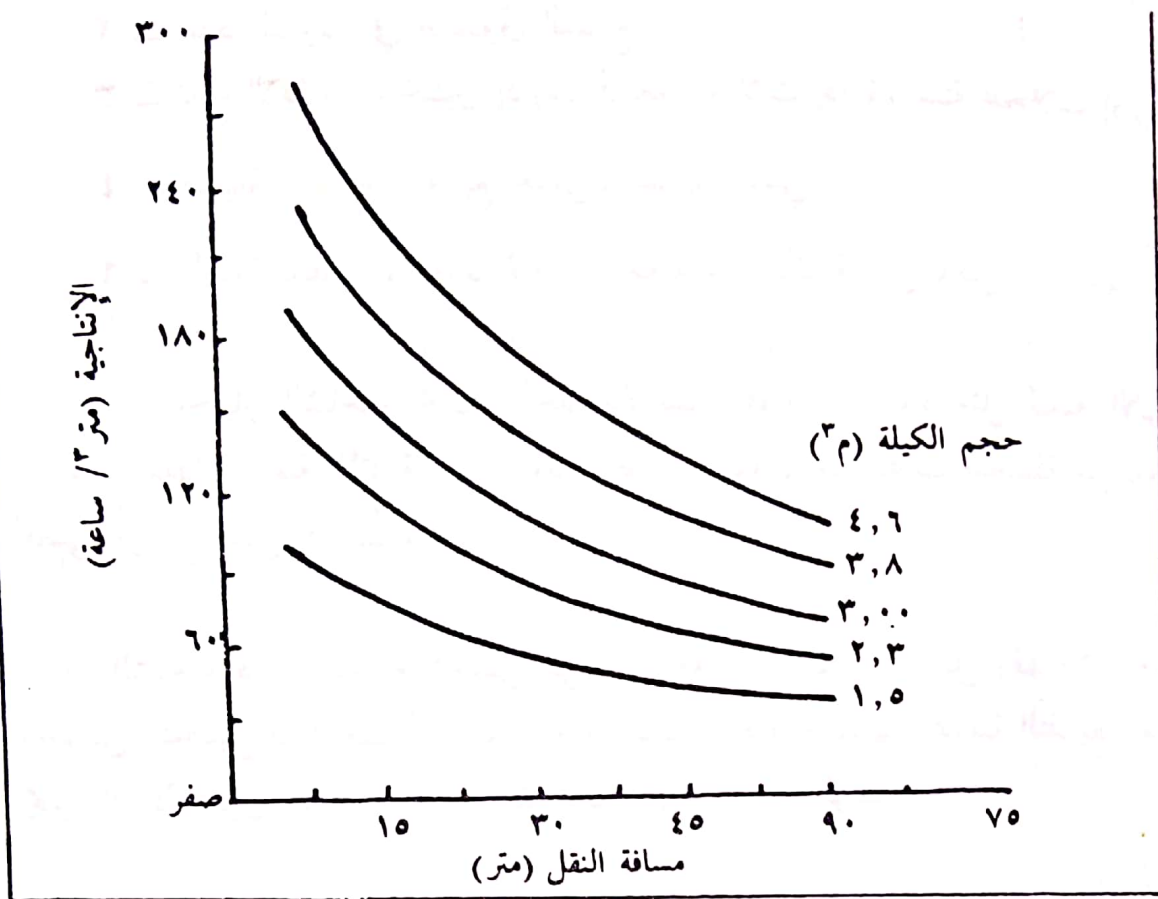
شكل رقم (٦-٨)
طريقة حساب إنتاجية المحملة

إذا كان معامل الوقت هو ٤٥ دقيقة/ ساعة، فعدد الدورات في الساعة

$$\text{سيكون: } ٧٧,٦ = \frac{٤٥}{٠,٥٨} \text{ دورة}$$

وبما أنه في الدورة الواحدة سوف ينقل ١,٧١ متر مكعب من الأتربة فإن إنتاجية المحملة في الساعة تساوي $١,٧١ \times ٧٧,٦ = ١٣٢,٧$ متر مكعب.

الشكل البياني رقم (٦-٩) يعطي معدلات الإنتاجية لمحملة تنقل تربة لها معامل إثارة ٠,٨ وكثافة ١٦١١ كغم/ م^٣، وعلى فرض أن معامل الوقت لعملية النقل هو ٤٥ دقيقة/ ساعة وأن الحجم المتوسط الفعلي للتربة في الكيلة يساوي ٩٠٪ من السعة الكومية المقدرة لها.



شكل رقم (٦ - ٩)
معدلات إنتاجية محملة ذات عجلات

شاحنات وعربات نقل التربة:

الشاحنات:

عندما يكون المطلوب نقل كميات كبيرة من التربة لمسافة تزيد عن ١٠٠ متر، فمن غير المنطقي نقلها بواسطة كيلة المحملة ذات السعة المحدودة ولا بد من استعمال الشاحنات لهذا الغرض.

الشاحنات تعتبر وحدات نقل لها سعة كبيرة وقابلية للعمل على أي طريق، ما عدا الطرق الوعرة جداً أو ذات الانحدار الكبير، وبعض الأنواع يُمنع سيرها على طريق المرور السريعة المعبدة بسبب حجمها وثقلها الذي قد يتلف هذه الطرق.

الشاحنات يمكن تصنيفها بعدة طرق، مثل:

١ - حجم ونوع المحرك، بنزين، ديزل، غاز.

- ٢ - عدد التروس في صندوق السرعة.
- ٣ - نوع الإدارة: عجلتين إدارة، أربعة عجلات إدارة، ستة عجلات إدارة.
- ٤ - طريقة التفريغ: تفريغ خلفي، تفريغ جانبي.
- ٦ - السعة بالطن أو بعدد الأمتار المكعبة من الأتربة التي يمكن أن تنقلها.

عند اختيار الشاحنة يجب الأخذ بالاعتبار عوامل عديدة مثل كمية الأتربة المطلوب نقلها، نوعية الأتربة، طول ونوع طريق النقل، مواصفات المحملة من ناحية أقصى ارتفاع يمكن أن تصله الكيلة.

الشاحنة ذات التفريغ الخلفي هي الشاحنة الاستعمال، شكل رقم (٦ - ١٠) وحوض التحميل فيها يجب أن يكون ذو مواصفات خاصة ليسهل عملية التفريغ، مثلاً يجب أن لا يحتوي زوايا حادة التي قد تعيق تفريغ التربة الرطبة.

عربات نقل التربة ذات التفريغ الخلفي:

هذه العربات يمكن أن تسحب بواسطة الساحبة شكل رقم (٦ - ١١) وإذا كانت مزودة بأسطوانة هيدروليكية فيمكن ربط هذه الاسطوانة بالدورة الهيدروليكية للساحبة لغرض تفريغ التربة.

ميزة هذا النوع هو كلفتها البسيطة جداً بالمقارنة مع الشاحنات وكذلك يمكن تفريغ التربة أثناء سير العربة، وخصوصاً العربة ذات التفريغ السفلي التي ينتج عن تفريغ التربة فيها متن طويل يمكن فرشته بسهولة، كما أن الوقت اللازم للتفريغ السفلي قليل جداً ولا تحتاج إلى طاقة للتفريغ نظراً لأن التربة تنزل بفعل وزنها.

رقة

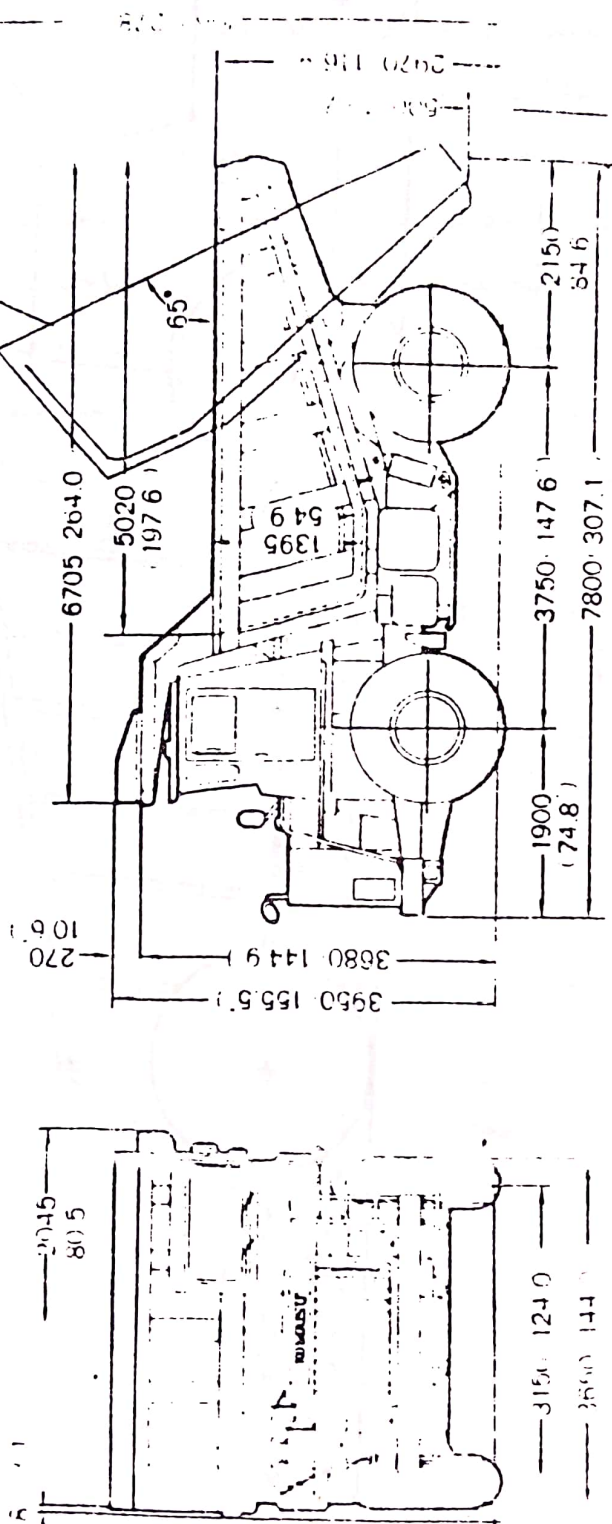
تربة
حرة

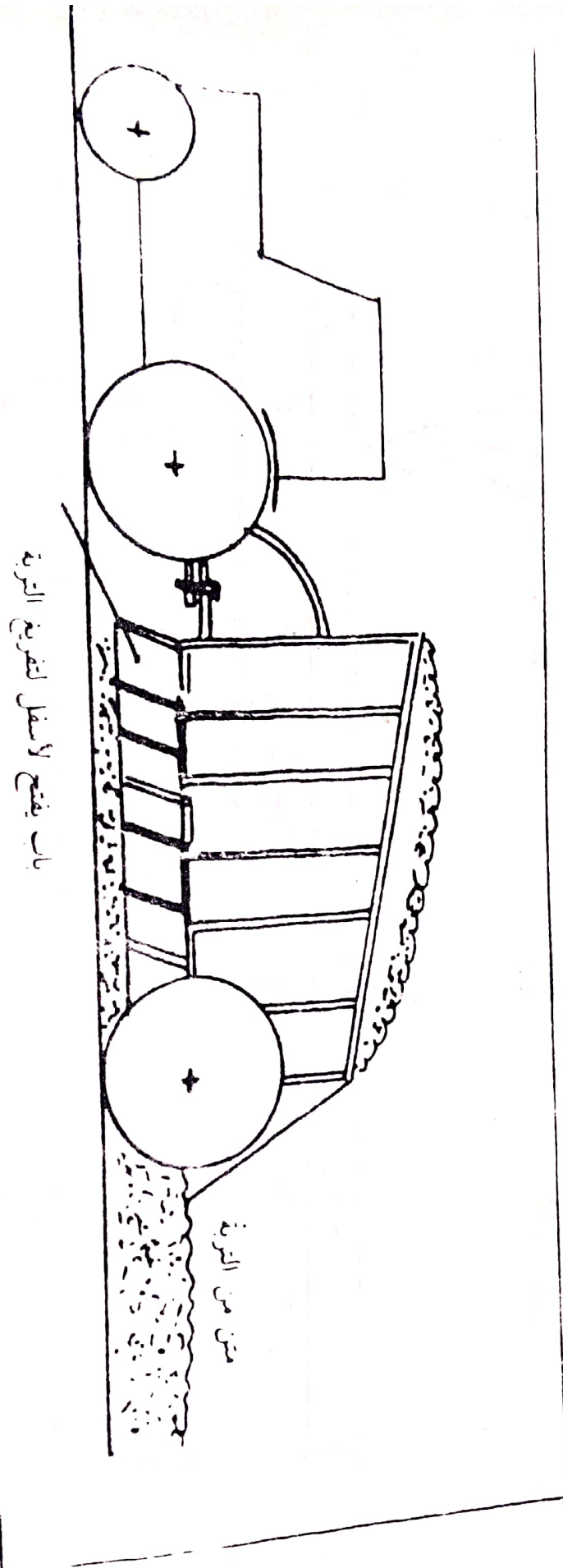
(١٠)
مثلاً

وإذا
بكية

يكن
عن
مفلي

شكل رقم (٦ - ١٠)
شاحنة ذات تفريغ خلفي



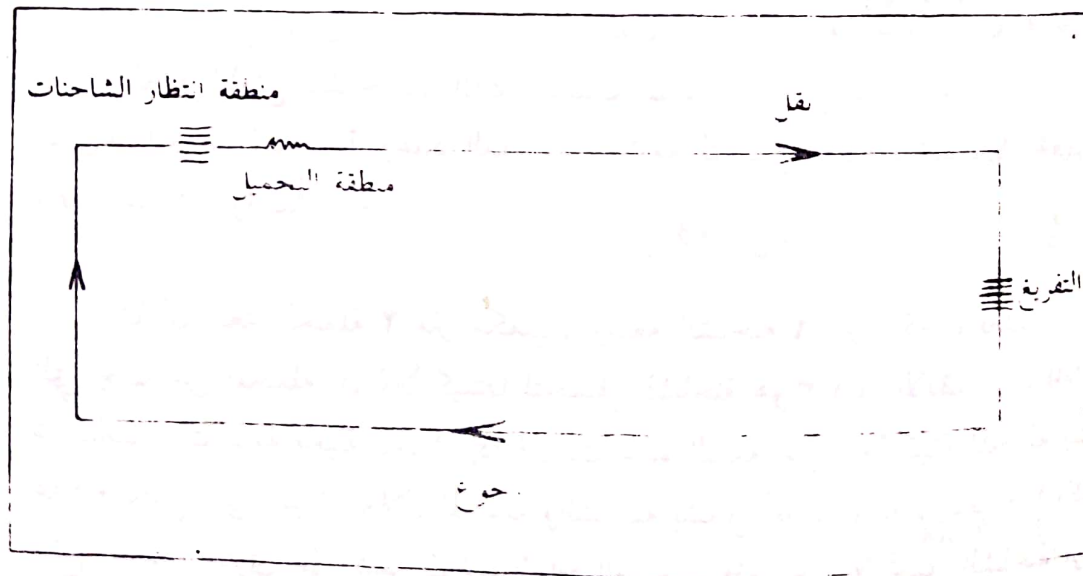


شكل رقم (٦-١١)
عربة نقل ذات تفريغ سفلي وتسحب بواسطة الساحة

إيجاد العدد الأمثل لشاحنات ومحمولات التربة

عندما يكون هذا غير معلوم يتغير النقل التربة. فإن العدد الأمثل هو العدد الذي يكلف أقل ما يمكن، إذا كان معدل إنتاجية المحملة ثابت وسعة ورص المدورة ثباتاً، لوحداث النقل فيمكن بسهولة تعيين العدد الأمثل إلا أنه اعتياداً نجد أن زمن الدورة للشاحنات ليس ثابتاً بالرغم من أن ظروف النقل وعدد الشاحنات ثابتان ففي بعض الأوقات نجد أن عدد من الشاحنات واقفة في انتظار التحميل وبعد فترة نجد أن المحملة نفسها واقفة بانتظار الشاحنات لكن هذا ينتج عنه إهدار بالوقت ونقص الإنتاجية الكلية للمحملة والشاحنات. وحتى لو أضيفت محملة أخرى أو شاحنات إضافية فإن الإنتاجية سوف تزيد ولكن هذا سوف لن يعوض عن الزيادة في الكلفة الناتجة عن هذه الإضافة. إن معرفة العدد الأمثل للشاحنات يتطلب التطرق إلى نظريات الاحتمالات ونظريات الانتظار (Queuing Theory) وهي خارجة عن نطاق هذا الكتاب، ولذلك سنفرض أن زمن الدورة للشاحنات وزمن الدورة للمحملة ثابتان لحساب العدد الأمثل.

نفرض أن هناك محملة تستعمل لتحميل شاحنات بالتربة، هذه الشاحنات تنقل التربة إلى منطقة التفريغ، تفريغ التربة ثم ترجع إلى المحملة مرة أخرى لنقل كمية أخرى من التربة كما موضح في الشكل رقم (٦-١٢).



شكل رقم (٦-١٢)

لعناصر حل في حساب زمن الدورة للشاحنة

والآن نفرض أنه يراد نقل ٢٠٠٠٠ متر مكعب من الأتربة بواسطة شاحنة وشاحنات بأقل مدة ممكنة، والمطلوب معرفة أقل عدد من الشاحنات اللازمة لنقل التربة وأنه قد تم الحصول على المعلومات التالية:

معامل الوقت، دقيقة في الساعة = ٤٥
 سعة الشاحنة بالأمتار المكعبة = ٦
 عدد الشاحنات المطلوبة = ؟
 معدل عدد الساعات العمل اليومي = ٦
 سعة كيلة المحملة، بالأمتار المكعبة = ٢
 زمن الدورة للمحملة، بالدقيقة = ٠,٦
 مسافة النقل، بالأمتار = ١٥٠٠ متر.
 سرعة الشاحنة عند النقل، كم / ساعة = ٢٠
 مسافة الرجوع، بالأمتار = ١٨٠٠ متر.
 سرعة الشاحنة عند الرجوع، كم / ساعة = ٣٠
 الوقت اللازم للتفريغ، بالدقيقة = ٠,٤
 زمن الدورة للشاحنة = زمن النقل + زمن التفريغ + زمن الرجوع

$$\frac{10 \times 1800}{1000 \times 30} + 0,4 + \frac{10 \times 1500}{1000 \times 20} =$$

= ٨,٥ دقيقة.

العدد الأمثل للشاحنات الذي يناسب المحملة بأفضل شكل : يعتمد على زمن الدورة الواحدة للمحملة وعدد الدورات اللازمة لتحميل الشاحنة لسمتها القموى وعلى زمن الدورة للشاحنة.

بما أن سعة المحملة ٢ متر مكعب، وسعة الشاحنة ٦ متر مكعب، فعدد المرات التي يجب على المحملة أن تملأ كيلتها لتحميل الشاحنة هو ٣ (من الأفضل هنا اختيار شاحنات ذات سعة معينة بحيث إذا قسمت هذه السعة على سعة كيلة المحملة ينتج عدد صحيح حتى يتم استغلال المحملة والشاحنة بشكل أفضل وإذا لم يتوفر هذا وكان ناتج القسمة يحتوي على كسر فيؤخذ العدد الصحيح فقط حتى لا تحمل الشاحنة فوق طاقتها).

$= 1,8$ دقيقة وهذا هو الوقت اللازم لتحميل الشاحنة.

إذن :

عدد الشاحنات التي يمكن استغلال المحملة بواسطتها الاستغلال الأمثل.

$$\frac{8,5}{1,8} : \text{يساوي}$$

$\cdot \{, \gamma \gamma =$

من المنطقي أنه لا يمكن استعمال جزء من الشاحنة ولذلك يجب استعمال خمسة شاحنات.

الوقت اللازم لنقل كمية الأتربة هذه تعتمد على عدد ساعات العمل اليومي ،
معامل الوقت، وإنتاجية المحملة . على فرض وجود العدد الكافي من الشاحنات .

سعة كيلة المحملة هي ٢ متر مكعب، هذه الكمية تستهلك وقت مقداره ٠,٦ دقيقة. إذن إنتاجية المحملة الواحدة في الساعة تساوي:

$$= 1 \times \frac{2 \times 40}{60} \text{ مع الأخذ في الاعتبار أن معامل الوقت هو } 40 \text{ دقيقة / ساعة}.$$

وتساوی: ۱۵۰ م^۲.

وفي ٦ ساعات سوف تنقل ٩٠٠ م.

إذن ٢٠٠٠٠ م^٢ نحتاج إلى $\frac{٢٠٠٠٠}{٩٠٠}$ يوم.

٢٦، ٢ يوم

وهذه هي أقل مدة لنقل هذه الكمية من الأتربة تحت الظروف المذكورة وإذا ريد نقلها، فيجب إما زيادة عدد ساعات العمل اليومية أو إضافة محملة ثانية وخمسة شاحنات إضافية.

إذا فرضنا أن:

$$\begin{aligned} \text{زمن الدورة الواحدة للمحملة} &= \text{ر (دقيقة)} \\ \text{عدد ساعات العمل اليومية} &= \text{ع (ساعة / يوم)} \\ \text{سعة كيلة المحملة} &= \text{س (متر مكعب)} \\ \text{معامل الوقت} &= \text{م (دقيقة / ساعة)} \\ \text{عدد المحملات} &= \text{ن} \\ \text{كمية الأتربة المطلوب نقلها} &= \text{ك (متر مكعب)} \\ \text{فإن عدد الأيام اللازمة للنقل} &= \frac{\text{ك} \cdot \text{ز}}{\text{س} \cdot \text{م} \cdot \text{ع} \cdot \text{ن}} \end{aligned}$$

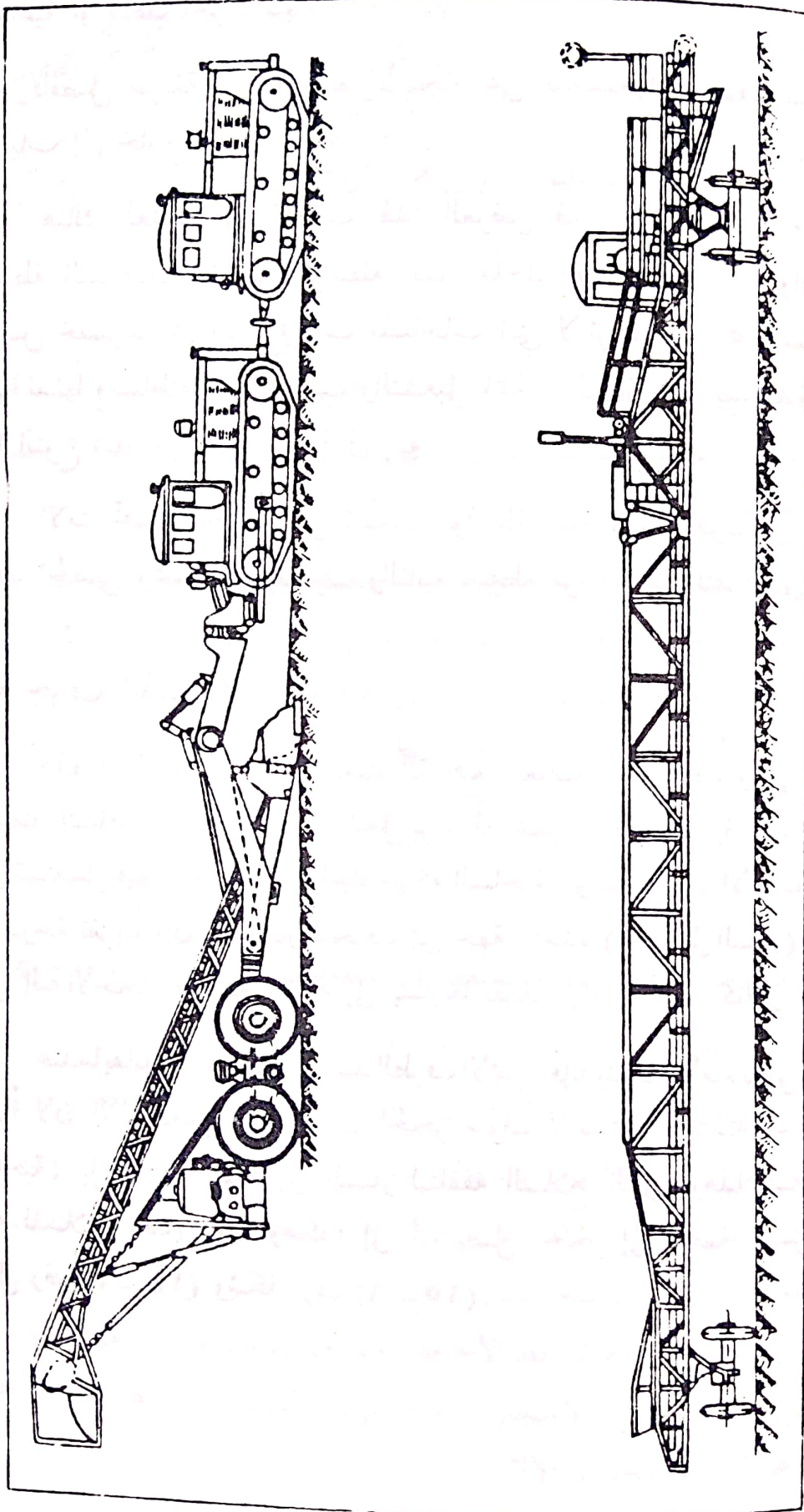
باستعمال هذه المعادلة يمكن إيجاد أي من المجاهيل المذكورة بمعلومية بقية المعلومات الأخرى شرط توفر العدد الكافي من الشاحنات.

آلات التحميل المستمر:

في عمليات الاستصلاح اضخمة يتطلب الأمر إلى استعمال مكائن وآلات ذات إنتاجية عالية في نقل التربة. من هذه الآلات سيور النقل التي تفرغ حمولتها في شاحنات سريعة الحركة. هذه الآلات في بداية ظهورها كانت عبارة عن وحدة متحركة مزودة بأداة غرف لالتقاط التربة وتحميلها على سير مائل إلى الأعلى ومن ثم تفريغها بوحدة النقل التي تتحرك بجانبها وبنفس السرعة الأمامية. وقد كانت هذه الآلات مقطورة ويلزم لسحبها ساحة أو ساحتين. وبعد ذلك تم إنتاج المحملات ذات سيور النقل ذاتية الحركة، شكل رقم (٦-١٣).

أجزاء الغرف في هذه الآلات عبارة عن أقراص دوارة أو برايم أفقية تعمل على قطع التربة وتحركها إلى السير الناقل أو قد تكون سكاكين أفقية السير الناقل بنحرك إلى الأعلى في خط يميل بزاوية قائمة بالنسبة لاتجاه حركة الآلة، بحيث يمكن تفريغ التربة جانباً في وحدات النقل.

السرعة الأمامية لهذه الآلات تعمل إلى ٣ كم / ساعة، بينما سرعة السير نقل إلى ٣٠٠ متر بالدقيقة (١٨ كم / ساعة) وهذا يمكن الآلة من تحميل الشاحنة بمسافة لا تزيد عن ثلاثة أمتار. معدل الإنتاجية لهذه الآلات يصل إلى ٣٠٠٠ متر مكعب بالساعة.



بوضع آلة التعميل المستمر حيث يتم نقل التربة على سير ناقل طويل يصل طوله إلى ٥٠ متر (الشكل السفلي) وتفرغ التربة في عربات وبدون توقف

شكل رقم (٦-١٣)

آلات إخلاء الأرض من الحصى والأحجار :

الأراضي القريبة من الجبال، تكون تربتها مختلطة بحصى وأحجار كثيرة وهذه يجب أن تزال إذا كان متوسط قطرها يزيد عن ١٠ سم إذ أنها قد تعيق عمل الآلات الزراعية أو تتلف أجزاء منها.

أفضل طريقة لإزالة هذه الأحجار هي بتجميعها بصفوف ثم نقلها بواسطة العربات إلى خارج لمزرعة.

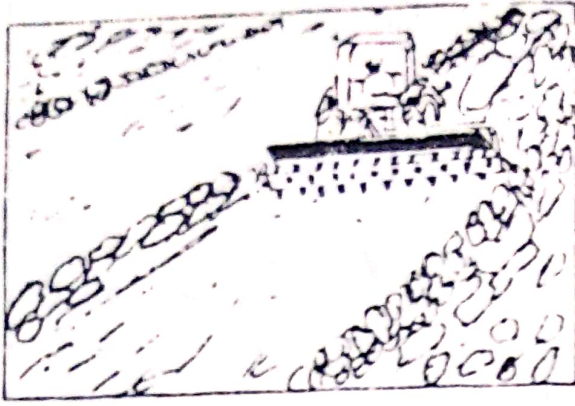
هناك العديد من الآلات لهذا الغرض فمنها ذاتي الحركة ومنها ما تسحب بواسطة الساحبات وتشغل بواسطة عمود مأخذ القدرة للساحبة، والنوع الأخير هو المفضل خصوصاً في المزارع ذات المساحات التي لا تزيد عن ٥٠ دونم وذلك لرخص ثمنها نسبياً وبساطتها في التركيب والتشغيل ويمكن للمزارع أن يقتنيها ويديرها بنفسه. هذا النوع فقط هو الذي سنتطرق إليه.

آلات تجميع الحصى التي تسحب بواسطة الساحبات تتكون من وحدتين، لأول تجرف الحصى وتجمعه في صفوف والثانية تلتقطه من الأرض لتفرغه في العربة.

آلة جرف الحصى :

هذه الآلة تشبه إلى حد بعيد آلة جمع العلف في صفوف وهي تعلق بالساحبة بواسطة النقاط الثلاثة للشبك وتشغل بواسطة عمود مأخذ القدرة للساحبة. الأسلحة التي تستعمل فيها تدور بعكس اتجاه حركة الساحبة. ونظراً لكون الآلة كلها تعمل بزاوية ٣٠ درجة تقريباً فإن الأحجار تنجرف إلى جهة واحدة (غالباً إلى اليسار) على شكل صف تنقل إليه الأحجار من يمين الآلة إلى يسارها بصف واحد تجري كالآتي :

عندما يقابل السلاح حجراً عند الطرف الأيمن، فإنه يدفعه للأمام بفعل حركته الدورانية ونظراً لأن الآلة تعمل بزاوية فإن الحجر سوف لا يستمر بحركته بنفس اتجاه حركة الساحبة، بل سوف يتجه إلى اليسار ليتلقفه السلاح الثاني. وهذا السلاح يعمل على دفعه للسلاح الذي بعده وهكذا إلى أن يصل الحجر إلى الجهة اليسرى من الآلة، شكل رقم (٦-١٤) وشكل رقم (٦-١٥).

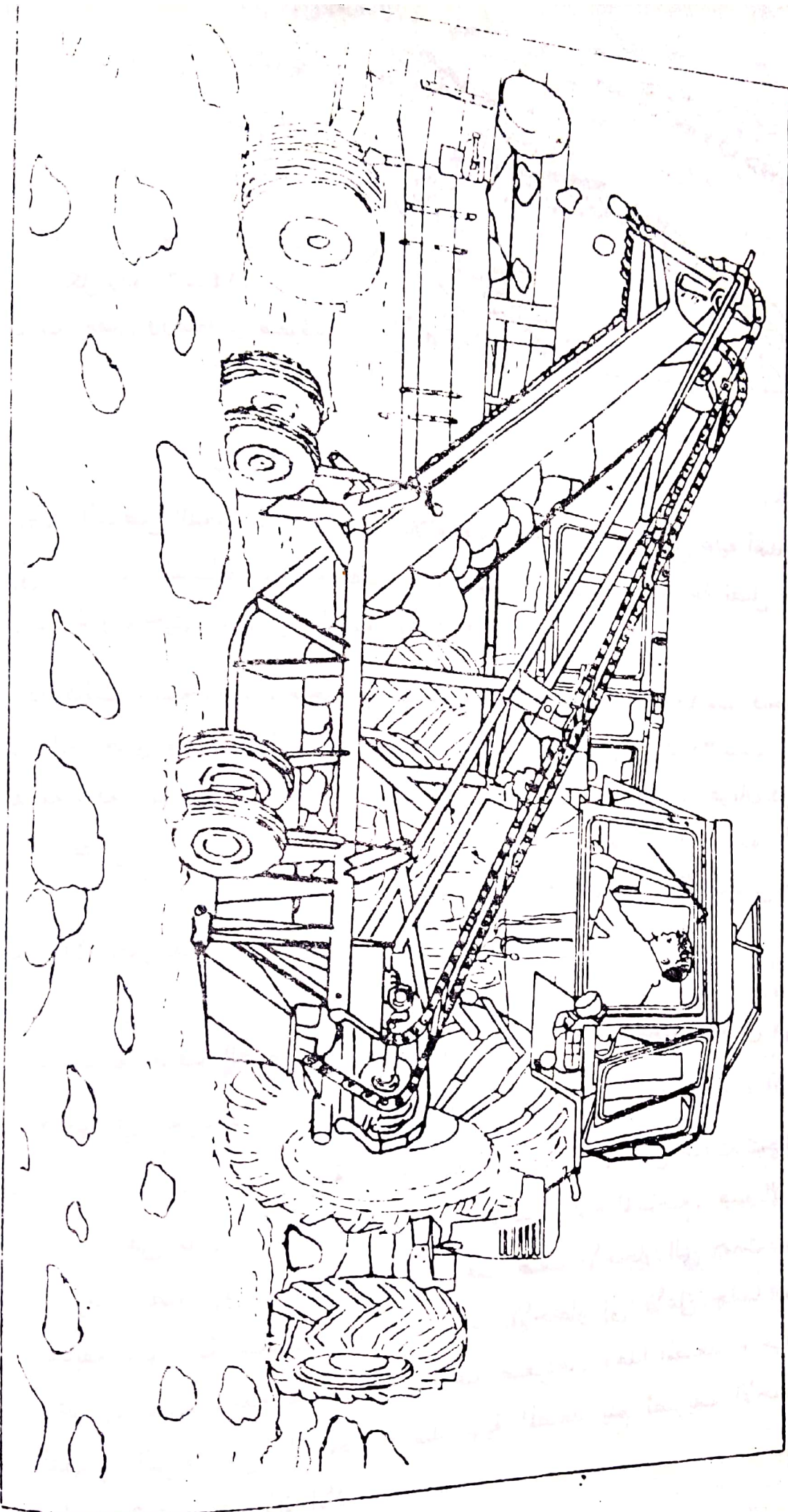


شكل رقم (٦-١٤)
آلة جرف الحصى ووضعه في صفوف

يصل الغرض الفعال لهذه الآلة إلى ثلاثة أمتار والعمق الذي تعمل عليه أسلحة الآلة إلى ١٠ سم وتستطيع ساحة بقدرة ٤٠ حصان من تشغيلها بسرعة تصل إلى ٣ كم / ساعة وإنتاجيتها تصل إلى أربعة دونمات في الساعة.

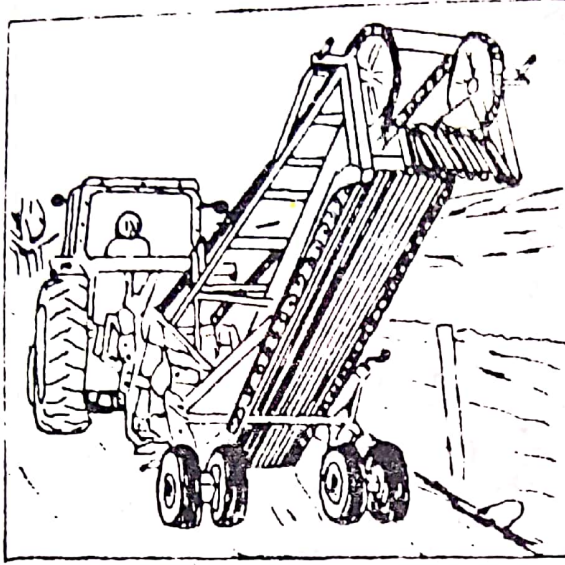
إذا كانت الصخور والأحجار في التربة متعمقة إلى أكثر من ١٠ سم فيجب استعمال آلة أخرى وهذه الآلة مزودة بسلاح يتعمق في الأرض إلى حد ٣٠ سم، وفي أثناء تقدمه يرفع التربة وما فيها من الأحجار إلى سطح التربة ومن ثم إلى عربال دوار يعمل على فصل الأحجار من التربة، ويرفعها إلى خزان التجميع وتركيب هذه الآلة يشابه تركيب آلات جمع البطاطا والفرق الوحيد بينهما هو أن هذه الآلة تتعامل مع الصخور والأحجار بدلاً من البطاطا.

بعد عملية جرف الصخور وتجميعها في صفوف، تكون الخطوة الأخرى هي جمعها ووضعها في العربات. وتتم هذه العملية بواسطة لاقطة الأحجار. هذه الآلة تعتبر شبه معلقة حيث تربط بواسطة النقاط الثلاثة للشبك وفي نفس الوقت تنحرك على عجلات. وهي تدار وتشغل بواسطة عمود مأخذ القدرة للساحة. هذه الآلة لها سلاح بعرض يصل إلى ١٦٠ سم يتحرك تحت صف الأحجار التي جمعت من العملية السابقة وبواسطة سلسلة ناقلة تنقل هذه الأحجار إلى الأعلى جانبياً عبر مصعد ذو مجرى، لضمان عدم تساقط الأحجار عند صعودها، وهذا المصعد له حركة اهتزازية لفصل التربة من الأحجار. عند نهاية المصعد يتم تصريف الأحجار والصخور إلى عربة تسير بمحاذاة الآلة.



شكل رقم (٦-١٥)
لافتة الأحجار أثناء عملها

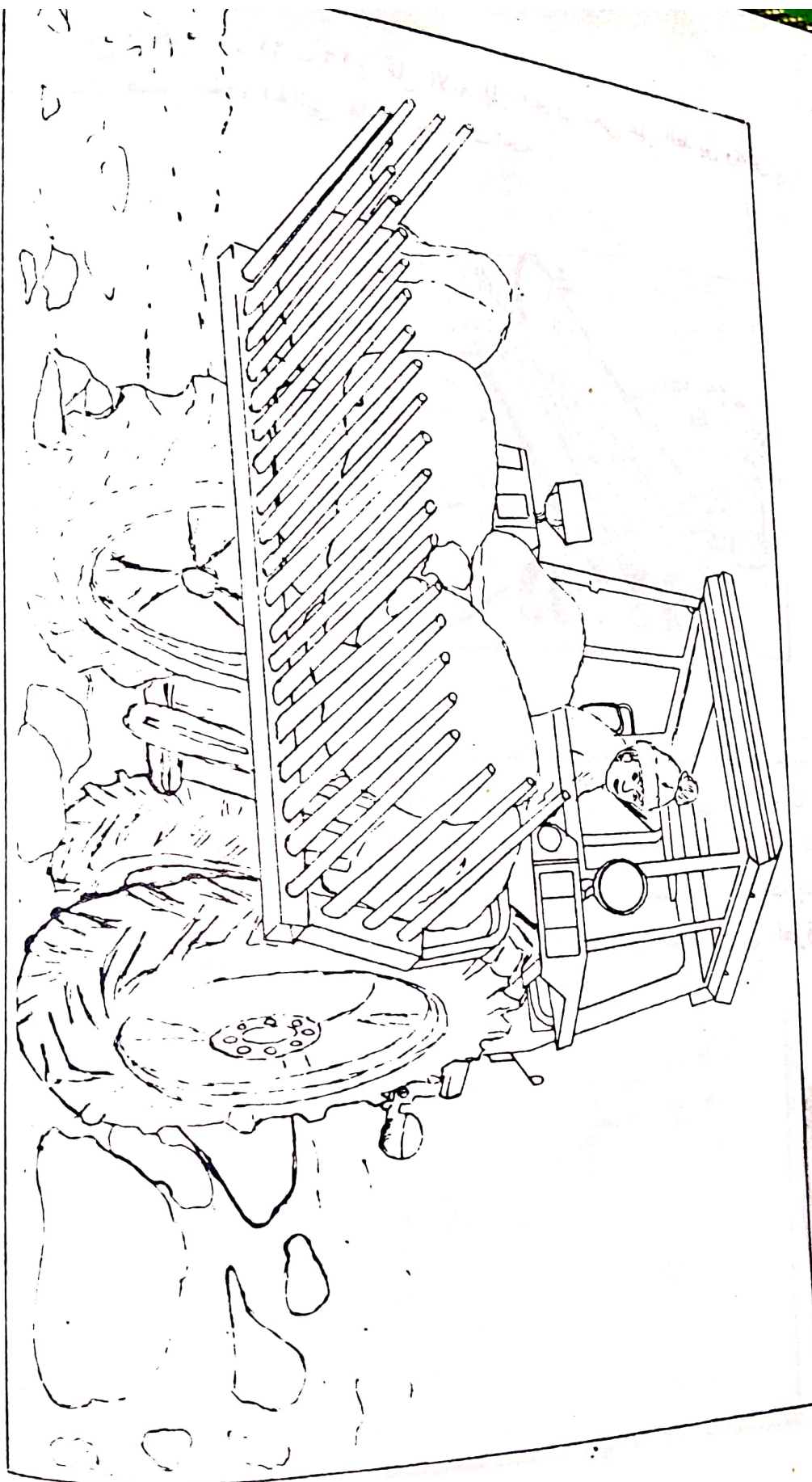
صاح شكله (٦-١٦) نقل الآلة إلى الخزن وهي على الطريق ويمكن
إدارتها حيث يصبح الجزء الجانبي لها باستقامة الساحة.



شكل رقم (٦-١٦)
لاقطه الأحجار عند نقلها

والآلات التي سبق ذكرها هي لجمع الأحجار والصخور صغيرة الكتلة نسبياً
والتي لا يريد متوسط قطرها الأكبر عن ٣٠ سم، وإذا كانت التربة تحتوي على أحجار
وصخور ذات كتل أكبر من هذا، فيجب إزالتها بطرق أخرى مثل استعمال أشواك
الرفع التي تربط بالساحية، شكل رقم (٦-١٧) أو تفتيتها بواسطة المتفجرات إذا
كانت كبيرة جداً حيث تتحول إلى أجزاء صغيرة يمكن جمعها بواسطة إحدى الطرق
السابق ذكرها

شكل رقم (١٧-٦)
شركة ريف الاحجار



الفصل السابع

السكريير واستغلاله
في أعمال التسوية والاستصلاح

السكرير واستغلاله في أعمال التسوية والاستصلاح

تعتبر السكرير من آلات الاستصلاح المهمة فهي تقوم بحفر ونقل وتفريغ وتسوية التربة بدورة تشغيل واحدة ومن مميزاتها:

١ - يمكنها العمل بمفردها - ولو من الناحية الاقتصادية يفضل أن تعمل مع آلات الاستصلاح الأخرى.

٢ - يمكنها قطع التربة وتوزيعها بعمق بسيط وفي طبقات رقيقة جداً.

٣ - مسافة النقل تتراوح بين ٣٠ متر وعدة كيلومترات.

٤ - أكفاً الآلات اقتصادياً بالنسبة لكلفة المتر المكعب الواحد من التربة.

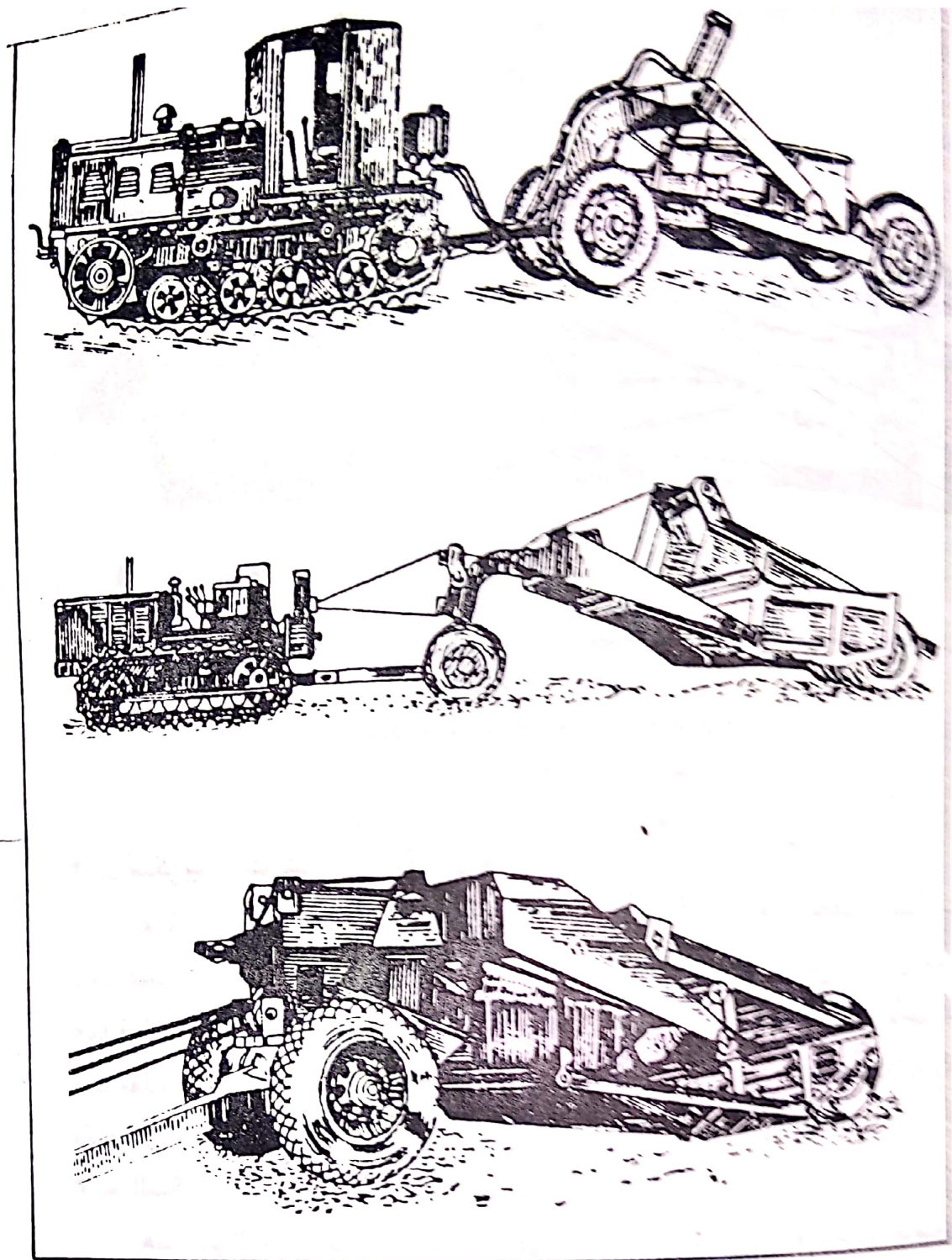
٥ - كفاءة التسوية عالية نظراً لأن سلاحها يقع بين العجلات الأمامية والخلفية مما يسهل عملية التحكم في تعمقه.

٦ - يمكن العمل بها بسهولة في الأراضي ذات الانحدارات.

٧ - تصل سعة خزان التحميل فيها إلى ٤٠ متر مكعب من التربة.

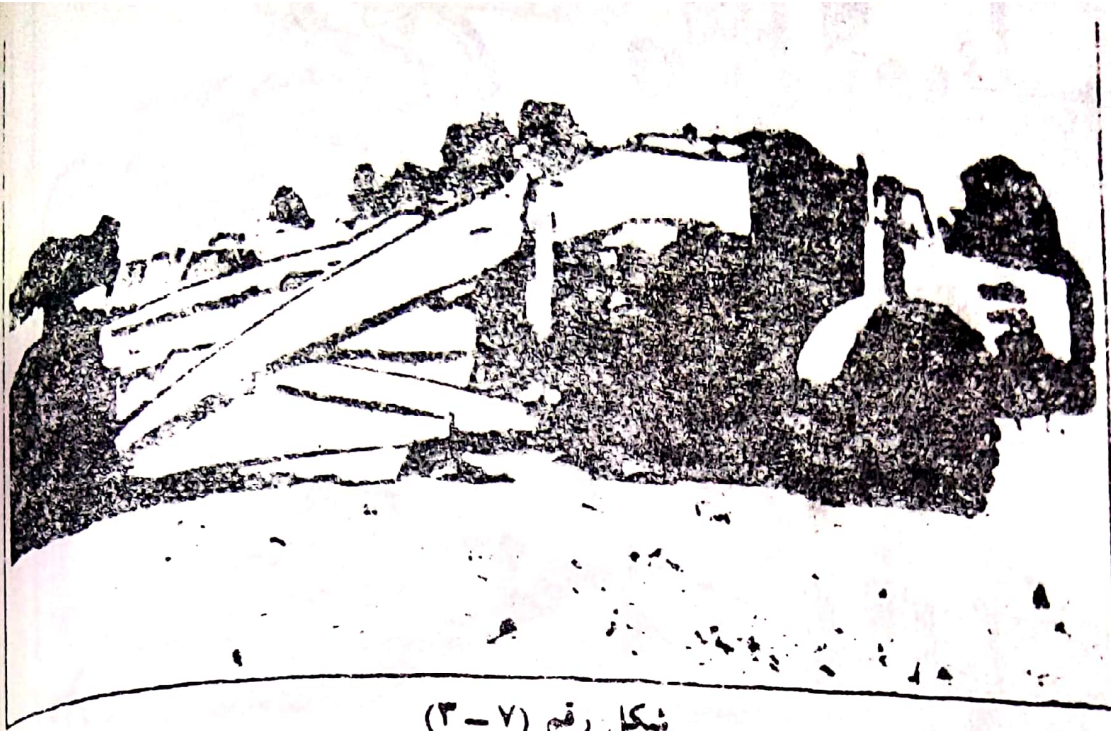
هناك نوعان من السكريريات مقطورة وذاتية الحركة يمكن أن تسحب بواسطة ساحة مسرقة أو ساحة ذات عجلات، وتقسم إلى:

١ - مقطورة ذات محور واحد وهذه يجب سحبها بواسطة ساحة اعتيادية بواسطة ذراع السحب، شكل رقم (٧ - ١) وبما أنها ذات محور واحد فإنه سيكون هناك قوة رأسية كبيرة نسبياً فوق محور العجلات الخلفية للساحة تؤثر للأسفل وهذا له ميزة لتقليل الانزلاق في عجلات الساحة إلا أن اتزان الساحة يكون رديء.



شكل رقم (٧-٢)
أنواع من السكريد المقتطوع بالساحة

١- السكريد ذات محرك مفرد:
في هذا النوع يكون المحرك في مقدمة الآلة غالباً وقد يستعان بالبلدوزر أثناء
عملية التحميل لإعطاء قوة دفع إضافية (شكل رقم ٧-٣).



شكل رقم (٧-٣)

سكريد ذاتية الحركة ذات محرك واحد

٢ - سكريد ذات محركين (شكل رقم ٧-٤):

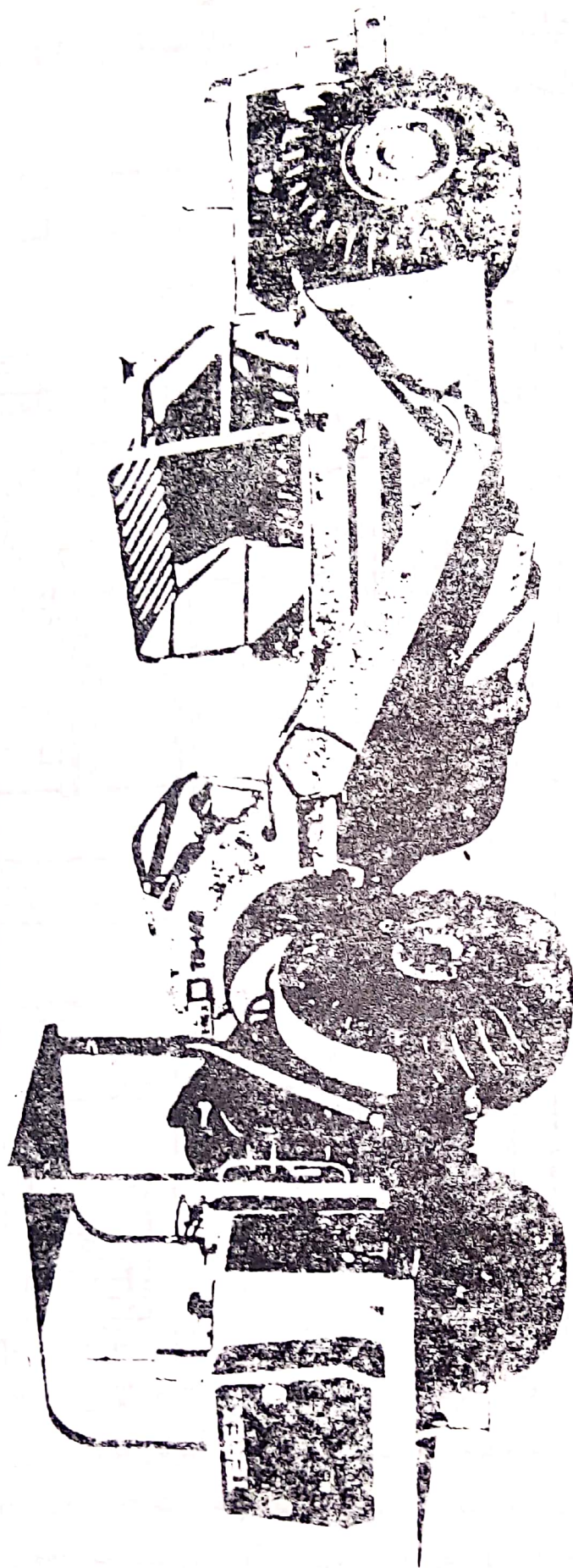
عملية التحميل تحتاج إلى قوة سحب كبيرة، ولذلك فإن بعض السكريدان تزود بمحركين الأول في مقدمة الآلة والثاني في مؤخرتها ويتم تشغيل الاثنين معاً عند عملية التحميل فقط، ويتم السيطرة على المحركين من قبل سائق واحد يأخذ موته عند مقدمة الآلة، شكل رقم (٧-٥) يبين أبعاد المسقط الجانبي والأفقي للآلة لإعطاء فكرة عن ضخامتها.

٣ - السكريد ذات الحوضين المترادفين:

هذا النوع عبارة عن سكريد اعتيادي ذو محركين وملحق به وحدة خاصة ذات محور وبمحرك أي أنه هناك حوضين للتربة وثلاثة محركات.

٤ - سكريد متعدد الأحواض، متعدد المحركات ذات إدارة كهربائية للمجالات:

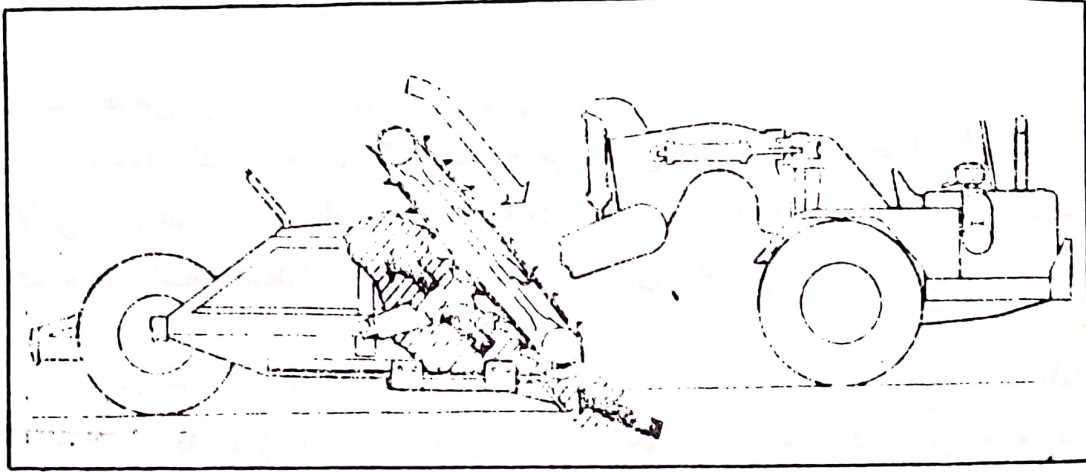
هذا النوع كالنوع السابق والفرق الوحيد هو أنه في هذا النوع يتم تحويل الطاقة الميكانيكية للمحركات في كل واحدة إلى طاقة كهربائية بواسطة وحدات تحويل الطاقة الكهربائية ويمكن تركيب ثلاثة أو أربعة وحدات كل منها تحتوي على محرك واحد وبموت تحويل الطاقة ونظراً لأن العجلات تدور بواسطة محركات كهربائية يمكن التحكم في السرعة على مسرعه من قبل سائق واحد يأخذ موقعه في الوحدة الأمامية.



شکل رقم (۷-۴)
سکریپر بات محرکین

هـ - السكرير ذات التحميل بواسطة السير الناقل :

السكرير الاعتيادية تعتمد على بلدوزر بالإضافة إلى قوة محركها ذات السير الناقل، تعتبر ذاتية التحميل. تركيبها مشابه للنوع الاعتيادي إلا أن الغطاء الأمامي يستبدل بسير ناقل عبارة عن شرائح معدنية أفقية تربط بسلسلتين متيتين مقفلتين تدار بواسطة مصدر قدرة مستقل عن الحركة الأمامية للسكرير. السير الناقل عمومًا له مدى من السرعات كما يمكن عكس حركته. وكما ذكر سابقاً بأن السكرير الاعتيادي يحتاج إلى قوة دفع إضافية من بلدوزر بينما السكرير ذات السير الناقل ما عليها سوى إجبار التربة بالصعود على السلاح القاطع، أما السير الناقل يأخذها بعد ذلك إلى داخل الحوض، شكل رقم (٧-٦)، حتى يتم ملئه فتبدأ بالتحرك لنقل التربة إلى المكان المطلوب.



شكل رقم (٧-٦)
السكرير ذات التحميل بواسطة السير الناقل

حجم السكرير :

حجم السكرير يمكن أن يوصف السعة الكومية أو السعة المستوية لحوضها. السعة الكومية تعني أن حوض السكرير مملوء بالتربة التي تُشكل على هيئة كوم ذو ميل معين فوق مستوى حافة الحوض، بينما السعة المستوية تصل للتربة في الحوض إلى حافته العليا فقط. عند وصف السعة الكومية للسكرير فإن بعض المصنعين يعينون ميل سطح التربة فوق جوانب الحوض حسب مواصفات جميعه مهندسي الآليات ذاتية الحركة (S.A.E.) وهذا الميل هو ٢:١ مقياساً أفقياً ورأسياً على التوالي ونظراً لأن هـ الميل يتغير حسب نوع التربة فإن هذه القيمة تعتبر قيمة تقريبية.

سعة السكرير تقاس بالأمتار المكعبة، يتحصل عليها بضرب حجم حوض السكرير بمعامل انتفاخ التربة، جدول رقم (٤ - ١). ولكن نظراً للكبس الحاصل على التربة نتيجة للضغط المطلوب لإجبار التربة للدخول إلى الحوض، فإن قيم معامل الانتفاخ ستكون أقل مما في الجدول. وقد دلت التجارب أن قيم معامل انتفاخ التربة في هذا الجدول يجب زيادتها بمقدار ١٠٪ في حالة استعمال السكرير. هذه الزيادة يجب أن تهمل عند استعمال السكرير ذات التحميل بواسطة السير الناقل.

التركيب العام للسكرير:

تتركب السكريرات على اختلاف أنواعها باستثناء وحدة السحب من الأجزاء الأساسية التالية:

١ - الحوض:

وتحمل التربة داخله، يكون مفتوح من الأعلى ومن الأمام ويتحرك للأسفل وإلى الأعلى حول محور دوران بالقرب من عجلات السكرير الخلفية. شوط النزول والعبود يتم عادة بواسطة إسطوانات هيدروليكية ويصل إلى ٥٠ سم.

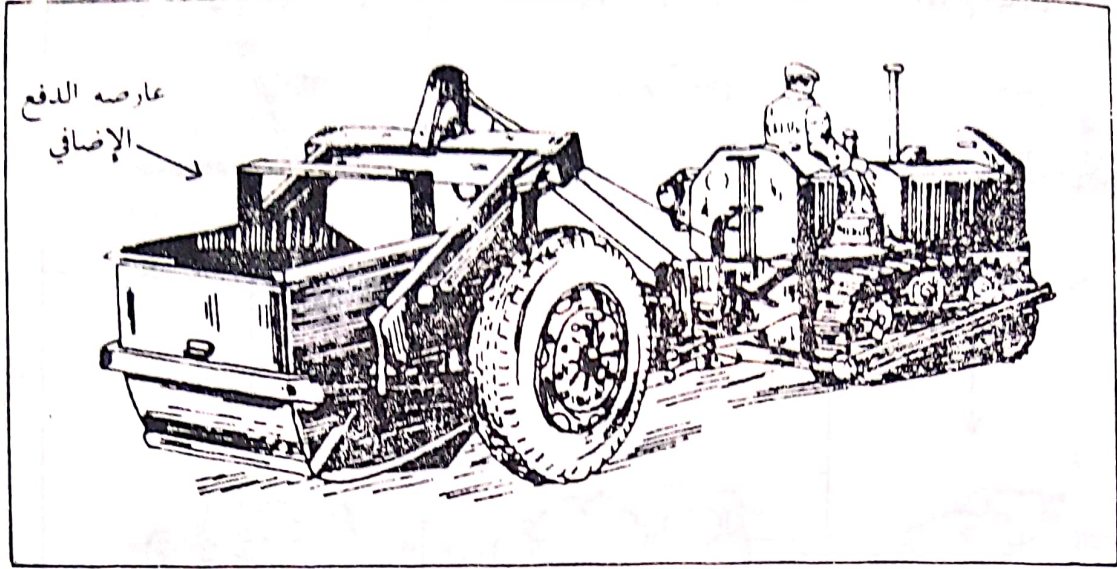
تزود حافة الحوض الأمامية بسلاح قاطع يتكون من ثلاثة أو أربعة قطع طول حافة القطع قد تصل إلى ثلاثة أمتار. امتداد الحوض للخلف يكون على هيئة إطار متين ينتهي بعارضة عريضة وسميكة لإمكان دفع السكرير بواسطة البلدوزر أثناء عملية التحميل، شكل رقم (٧ - ٧).

٢ - الغطاء الأمامي (المأزرة):

وفائدته قفل الفتحة الأمامية للحوض. هذا الغطاء يمكن رفعه أو خفضه لفتح أو قفل الحوض وحركته مستقلة عن حركة الحوض.

٣ - الإطار:

يركب الحوض داخل إطار متين جداً يحمل من الخلف على جانبي الحوض بالقرب من محور العجلات الخلفية ويمتد من الأمام إلى الأعلى بما يشبه القنطرة، شكل رقم (٧ - ٤)، ويثبت فوق محور العجلات الأمامية للسكرير بشكل مفصلي ويعلو كاف ليسمح باستدارة العجلات الأمامية تحته.



شكل رقم (٧-٧)
مؤخرة السكريد ويظهر فيها عارضة استلام الدفع الإضافي

٤ - دافع التربة:

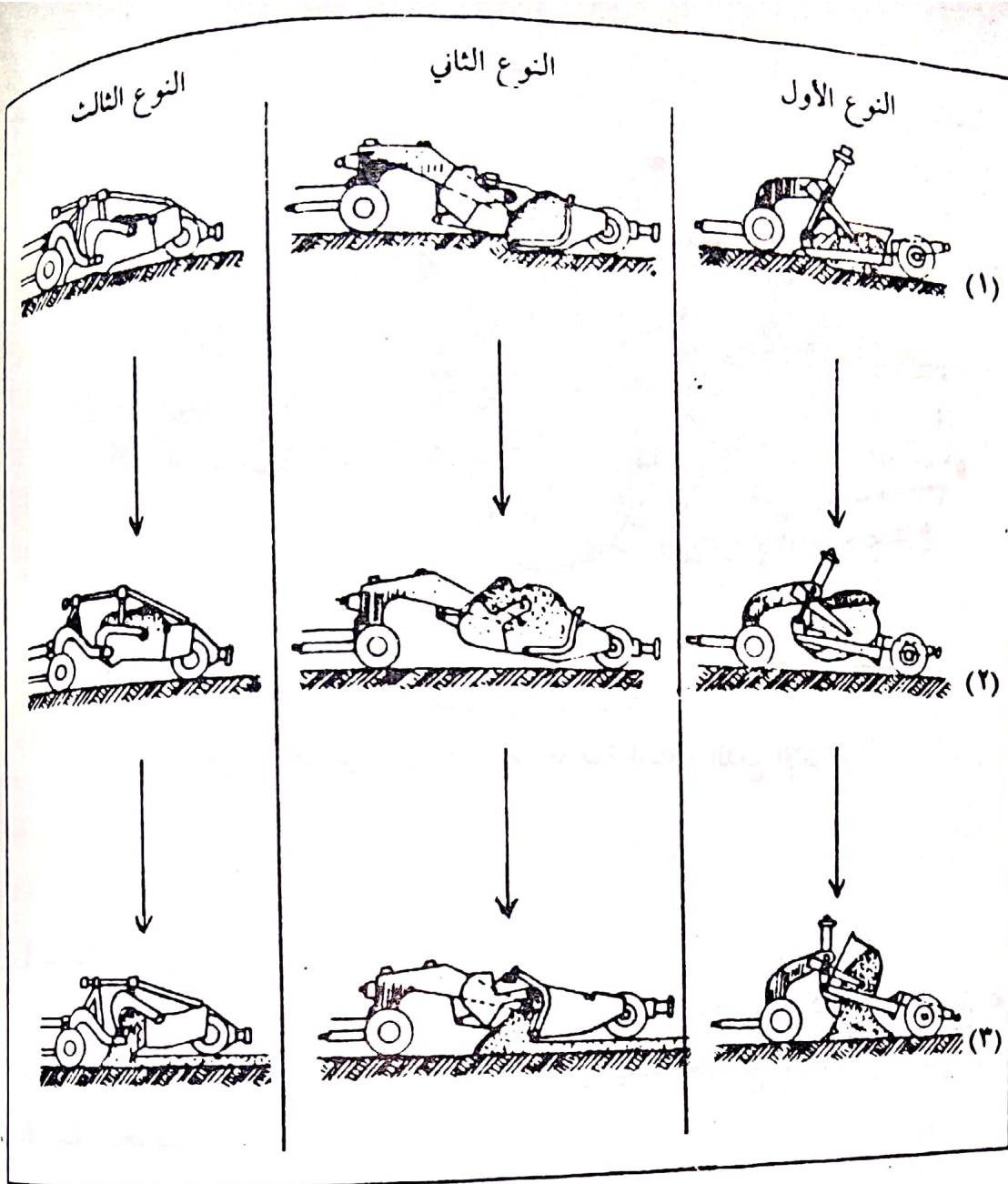
عادة تكون الجهة الخلفية للحوض على هيئة صفيحة متحركة فعند التفريغ تحرك هذه الصفيحة للأمام بواسطة إسطوانة هيدروليكية فتندفع هذه التربة من الفتحة الأمامية للحوض.

٥ - أجهزة التحكم في حركات أجزاء السكريد:

التحكم قد يتم بواسطة أسلاك متينة لرفع وخفض وتحريك الأجزاء إلا أن السكريدات الحديثة تزود بإسطوانات هيدروليكية لهذا الغرض.

كيفية تحميل السكريد:

يتم تحميل السكريد بواسطة خفض النهاية الأمامية للحوض حتى يخترق سلاحه رص، وفي نفس الوقت يرفع الغطاء الأمامي ليتكون شق ضيق نسبياً للسماح للتربة بدخول الحوض وبحركة السكريد للأمام يتم إجبار شريحة من التربة بدخول الحوض هذه العملية تستمر إلى أن يمتلئ الحوض أو إلى أن يصبح من غير الممكن إجبار التربة من دخول الحوض. بعد ذلك يرفع الحوض ويخفض الغطاء الأمامي لفصل الفتحة، شكل رقم (٧-٨).



شكل رقم (٧ - ٨)
يوضح طريقة تحميل وتفريغ السكرير
لثلاثة أنواع مختلفة

القوى التي تؤثر على السكرير عند عملها:
١ - مقاومة التدحرج:

السكرير تعمل على طرق غير معبدة ولذلك فإن مقاومة التدحرج لها كبيرة نسبياً، وهذا بالتالي سوف يؤثر على إنتاجها. تعديل الطريق الذي تسير عليه السكرير يسمح لها بزيادة سرعتها ويقلل تكاليف صيانتها وإصلاحها.

ومقاومة التدرج تعتمد على قطر الإطار ونوع العجلة والتربة (أنظر جدول رقم

١ - ١).

٢ - المقاومة الناتجة من انحدار الأرض:

عند تحريك السكريد على أرض منحدره ولأعلى، فإن القوة المطلوبة للحفاظ على حركتها تزداد وتتناسب طردياً تقريباً مع انحدار الأرض وإذا كانت السكريد تتحرك لأسفل المنحدر، فإن القوة المطلوبة تقل. الانحدار يعبر عنه اعتياداً بواسطة نسبة مئوية فمثلاً إذا كان الانحدار هو ١٪ فمعنى هذا أن الأرض تنخفض رأسياً بمقدار متر واحد لكل ١٠٠ متر أفقياً.

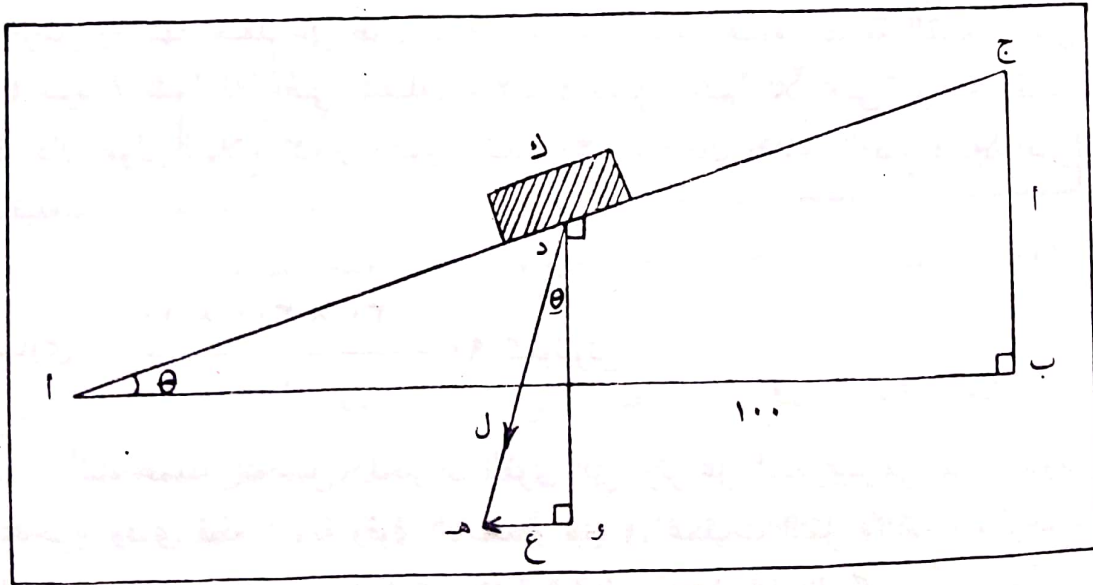
لتعيين قيمة المقاومة الناتجة من انحدار الأرض، نفرض أن الأرض تنحدر بمقدار ١٪ وأن وزن السكريد ١٠٠ كيلونيوتن.

من شكل رقم (٧ - ٩)، نجد أن:

د هـ متعامد على أ ب، و د متعامد على أ ج، و هـ موازيا إلى ج أ.

.. المثلثين د و هـ، أ ب ج متشابهان.

الوزن ك يساوي ١٠٠ كيلونيوتن ويمثل بواسطة الاتجاه ع × هـ و، والمركبة الأفقية الموازية لسطح الأرض ولوزن السكريد (ك).



شكل رقم (٧ - ٩)

طريقة حساب القوة اللازمة لمقاومة الانحدار

ومن تشابه المثلثين ينتج

$$\frac{ع}{ك} = \frac{ب ج}{أ ج}$$

$$\therefore ع = ك \times \frac{ب ج}{أ ج}$$

$$\text{أو: } ١٠٠ = \frac{١٠٠}{١} \times ١٠٠ = ١ \text{ كيلونيوتن.}$$

أي أن مقاومة الانحدار تساوي تقريباً ١ كيلونيوتن.

في التطبيقات العملية يمكن اعتبار قيمة مقاومة الانحدار تساوي ٠,١ من وزن السكرير لكل انحدار مقداره ١٪ وبالرغم من أن هذه القيمة ليست صحيحة تماماً لكل الانحدارات إلا أنها تعطي قيمة تقديرية معقولة يمكن اعتمادها عند تشغيل السكرير.

٣ - مقاومة قطع التربة من قبل السلاح:

مقاومة قطع التربة تشمل القوة اللازمة لقطع شريحة التربة ودفعها إلى داخل الحوض وقيمتها تعتمد على طول السلاح وعمق القطع وعموماً مقاومة القطع تساوي ١٠ نيوتن / سم^٢ للأراضي الثقيلة، و ٢ - ٤ نيوتن / سم^٢ للأراضي الرملية. فمثلاً إذا كان طول السلاح ٣ متر وعمق القطع ٣٠ سم، فإن مقاومة القطع في الأراضي الثقيلة:

$$\text{يساوي} = \frac{٣٠ \times ٣٠٠ \times ١٠}{١٠٠٠} = ٩٠ \text{ كيلونيوتن}$$

أثناء عملية التحميل، نجد أن القوى التي تؤثر على السكرير هي قوى مقاومة التدرج وقوى قطع التربة وقوى الانحدار بينما في عمليات النقل والتفريغ والرجوع فإن قوى مقاومة التدرج والانحدار فقط هما اللتان تؤثر على السكرير.

رمن دورة التشغيل للسكريير :

رمن الدورة للسكريير هو الزمن المطلوب للتحميل ، النقل ، التفريغ والرجوع إلى منطقة التحميل مرة أخرى . هذا الزمن يقسم إلى رمن ثابت ورمن متغير ، الزمن الثابت يشمل رمن التحميل ، التفريغ ، الاستدارة ، تعجيل السكريير ، وإبطائها . كل هذه الأرمه تعتبر ثابتة تقريبية تحت ظروف التشغيل المنتظمة . جدول رقم (٧-١) يبين الزمن اللازم لكل من العمليات السابق ذكرها تحت الظروف الجيدة ، المتوسطة والسيئة بالترتيب . يلاحظ من هذا الجدول أن أزمته التعجيل والإبطاء تتغير حسب السرعة القصوى للسكريير فإيصال سرعة السكريير إلى ١٦ كيلومتر / ساعة ، يأخذ وقتاً أطول من إيصالها إلى سرعة ٨ كيلومتر / ساعة .

جدول رقم (٧-١)
مكونات الزمن لسكريير معين (بالدقائق)

مدى سرعة السكرير (كم / ساعة)									العملية
٢٤ - ٤٨			١٣ - ٢٤			٨ - ١٣			
٣	٢	١	٣	٢	١	٣	٢	١	
١,٤	١,٠	٠,٨	١,٤	١,٠	٠,٨	١,٤	١,٠	٠,٨	التحميل التفريغ والإستدارة التعجيل والإبطاء
٠,٦	٠,٥	٠,٤	٠,٦	٠,٥	٠,٤	٠,٦	٠,٥	٠,٤	
٢,٠	١,٥	١,٠	١,٠	٠,٨	٠,٦	٠,٦	٠,٤	٠,٣	
٤,٠	٣,٠	٢,٢	٣,٠	٢,٣	١,٨	٢,٦	١,٩	١,٥	المجموع

ملاحظة : (الأعمدة ١ ، ٢ ، ٣ تين الوقت اللازم في الظروف الجيدة ، المتوسطة والسيئة بالترتيب) .

الزمن المتغير يشمل زمن النقل وزمن الرجوع ، وهو يعتمد على مسافة النقل والسرعة التي تسير بها السكريير أثناء النقل والرجوع . ومن البديهي أن أفضل سرعة للنقل والرجوع هي أقصى سرعة بدون تحميل محرك السكريير فوق طاقته ومعظم مصنعي السكرييرات يرودون مشطري آلاتهم بخراطط بيانية لأداء هذه الآلات . هذه الخراطط تبير السرعة التي يمكن للسكريير أن تسير عليها ، ولاستعمال هذه الخراطط يجب

معرفة الوزن الكلي للآلة والمقاومات التي تؤثر عليها أثناء سيرها مثل مقاومه التدحرج ومقاومة الانحدار.

شكل رقم (٧ - ١٠) يبين أحاد هذه الخواص وهي خاصة لسكربير معين ومعروفة استعمال هذا الشكل نفرض المثال التالي:

- وزن السكربير وهو فارغ ٢١٠ كيلونيوتن.
- السعة الكومية للمحوض ١٥,٣ متر مكعب.
- التربة المنقولة طينية ثقيلة كثافتها ١٧٠٠ كغم / سم^٣.
- معامل مقاومة التدحرج لكافة عجلات السكربير = ٠,٢.
- الانحدار أثناء النقل (للأعلى) = ٣٪.
- المطلوب: إيجاد السرعة المناسبة للنقل والرجوع.

□ الحل:

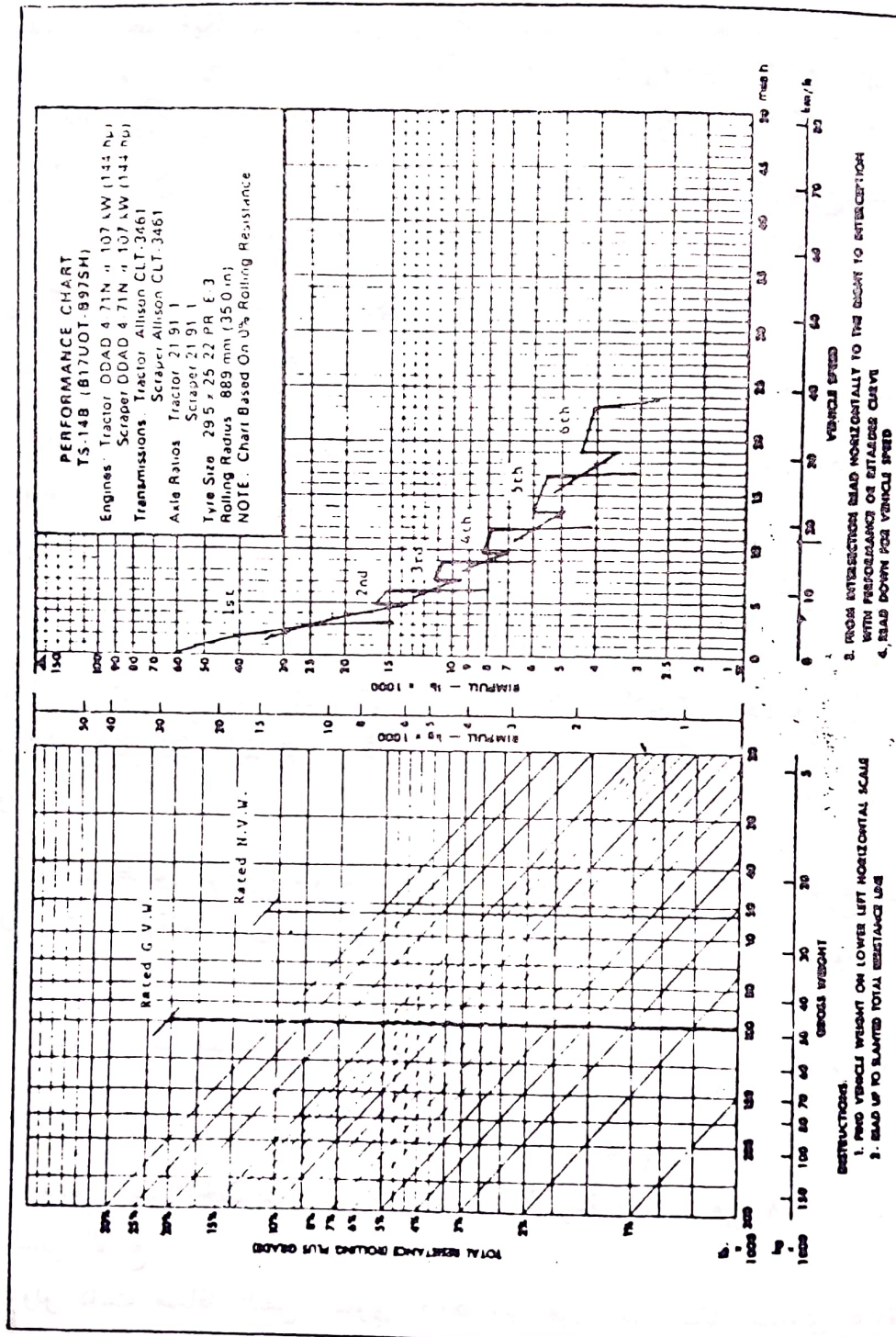
مقاومة التدحرج أثناء النقل = وزن الآلة محملة × معامل مقاومة التدحرج

$$\frac{(0,2 \times 9,81 \times 1700 \times 15,3)}{1000} + 210 =$$

$$= 93 \text{ كيلونيوتن.}$$

$$\frac{(9,81 \times 1700 \times 15,3)}{1000} + 1210 \times 0,1 \times 0,3 = \text{مقاومة الانحدار}$$

$$= 465 \times 0,3 = 13,93 \text{ كيلونيوتن.}$$



كل ركنم (٩-٧)
 خريطة الأداء لسكريد مكن

ن ونعرق

مخ
 (٩,٢٠)

(٩,٨١)

خطوات تعين سرعه السكرير من خريطة الاداء تتم كما يلي باستعمال شكل رقم (٧-٩):

١ - تحول كل من مقاومة التدحرج ومقاومة الانحدار إلى نسبة مئوية من الوزن الكلي للآلة وهي محملة، وفي هذه الحالة ستكون ٢٠٪ و ٣٪ بالترتيب.

٢ - تجمع هذه النسب في حالة سير السكرير أعلى المنحدر وتطرح إذا كانت تسير إلى أسفل المنحدر وفي هذه الحالة تكون النتيجة ٢٣٪.

٣ - يعين وزن السكرير الكلي على المحور الأفقي الأيسر.

٤ - يقرأ للأعلى إلى حد قيمة المقاومة الكلية التي حسبت في الخطوة السابقة.

٥ - من تقاطع القراءتين، إقرأ إلى اليمين في الشكل الآخر. وهذا سيعين وجوب السير على السرعة الثانية (المسنن الثاني).

٦ - من تقاطع الخط الأفقي من الشكل الأيسر مع المسنن الثاني إقرأ رأسياً للأسفل لإيجاد السرعة المناسبة وهذه تكون ٦ كم / ساعة.

لإيجاد سرعة الرجوع تتبع نفس الخطوات إلا أن الاختلاف هنا هو أن مقاومة التدحرج ستقل نظراً لتفريغ التربة، وهذه سوف تساوي (٢١٠ × ٠,٢) أو ٤٢ كيلونيوتن.

بما أن طريق الرجوع سوف ينحدر للأسفل فإن قيمة مقاومة التدحرج سوف تكون قيمتها سالبة وتساوي: - (٢١٠ × ٠,١ × ٠,٣) أو - ٦,٣ كيلونيوتن.

$$\text{مجموع نسب مقاومة التدحرج ومقاومة الانحدار} = \frac{٦,٣ - ٤٢}{٢١٠} \times ١٠٠$$

$$= ١٧\%$$

وباتباع نفس الخطوات السابقة، نجد أن السرعة المناسبة هي ١٨ كم / ساعة على المسنن الرابع.

ولو كانت مسافة النقل تساوي ٥٠٠ متر فإن زمن النقل يساوي ٥ دقيقة

$$\left(\frac{٥٠٠ \times ٦٠}{١٠٠٠ \times ٦} \right) \text{ وزمن الرجوع يساوي } ١,٧ \text{ دقيقة } \left(\frac{٥٠٠ \times ٦٠}{١٠٠٠ \times ١٨} \right) \text{ وبالتالي}$$

فإن الزمن المتغير يساوي ٦,٧ دقيقة.

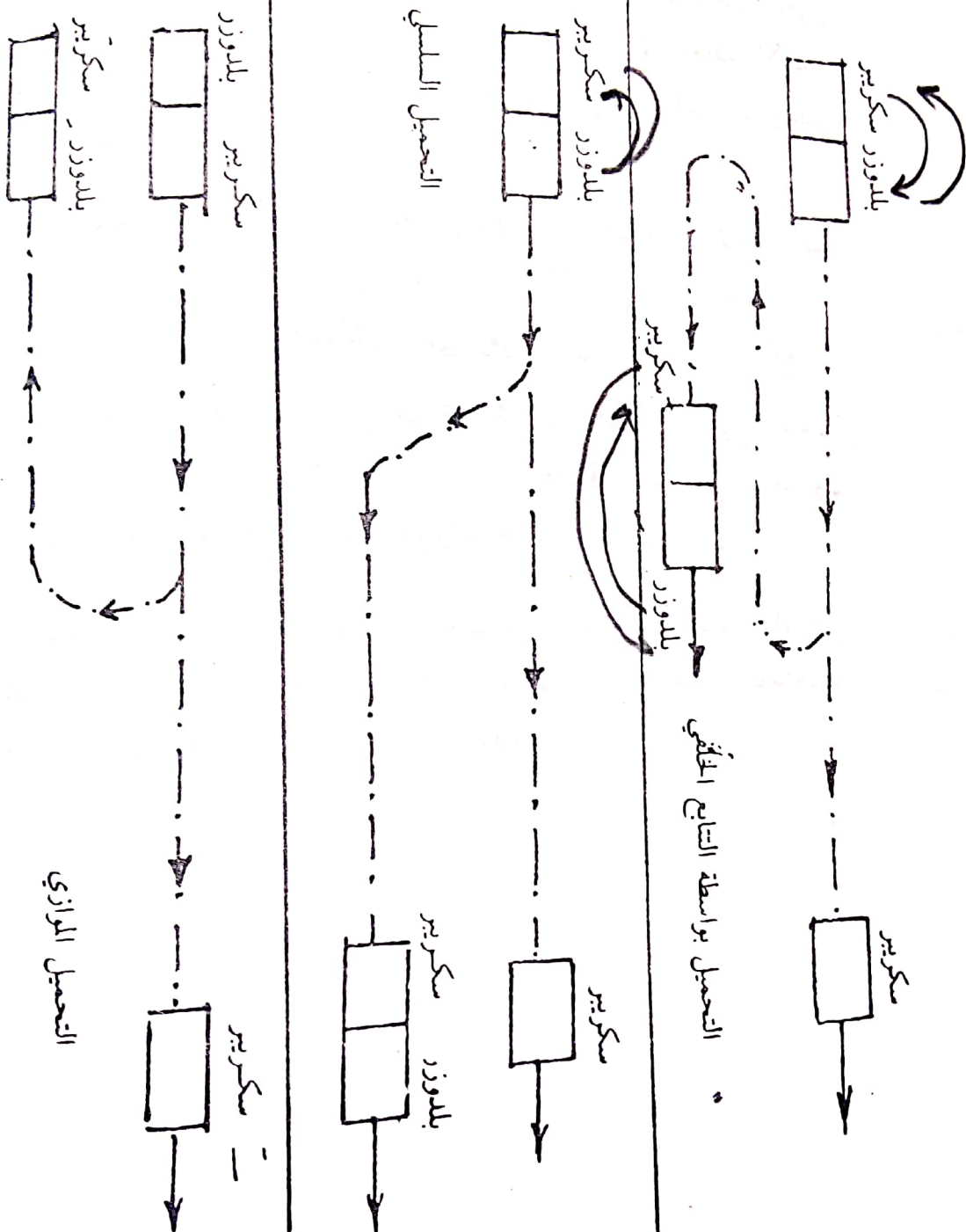
معامل الوقت في هذه الآلات عموماً يؤخذ ٥٠ دقيقة / ساعة .

أثناء عملية التحميل نجد أن محرك السكريد يجب أن يوفر القوة المطلوبة لقطع التربة إضافة لقوى مقاومة التدحرج ومقاومة الانحدار وقد تكون مجموع هذه القوى أكبر مما يمكن أن يوفره محرك السكريد وعجلاتها ولذلك يستعان في معظم الأحيان ببلدوزر يعطي قوة دفع إضافية للسكريد أثناء عملية التحميل، وهذا بدوره يخفض أيضاً الزمن المطلوب للتحميل .

عند استعمال البلدوزر لإعطاء قوة الدفع يكون من الضروري توفير العدد المناسب منها ليوافق عدد السكريدات حتى يتم تشغيل الآلات بأعلى كفاءة. هذا العدد يمكن إيجاده بقسمة زمن الدورة للسكريد على زمن الدورة للبلدوزر الدافع .

زمن الدورة للبلدوزر الدافع يعتمد على طريقة وظروف منطقة التحميل وحجمه ونوع السكريد، شكل رقم (٧-١٠) يبين ثلاثة طرق للتحميل وجدول رقم (٧-٢) يبين زمن دورة كل طريقة تحت ظروف تحميل مختلفة .

ظروف التحميل الجيدة هي التي تكون فيها منطقة التحميل كبيرة نسبياً والأرض قد جرى تفكيكها قبل التحميل . والتحميل يكون باتجاه الانحدار للأسفل وباستعمال بلدوزر ذو قدرة كافية، الظروف السيئة هي عكس هذه .



جدول رقم (٧-٢)
زمن الدورة للبلدوزر الدافع لطرق التحميل المختلفة

طريقة التحميل	ظروف التحميل	زمن الدورة (دقيقة)
التحميل بواسطة التابع الخلفي	جيدة	١,٧
	متوسطة	٢,٥
	سيئة	٣,٠
التحميل السلسلي	جيدة	١,٢
	متوسطة	١,٦
	سيئة	٢,٠
التحميل المتوازي	جيدة	١,٢
	متوسطة	١,٦
	سيئة	٢,٠

طرق زيادة معدل إنتاجية السكريبير :

هناك عدة طرق يمكن بواسطة زيادة معدل إنتاجية السكريبير مقابل زيادة طفيفة في التكاليف، هذه الطرق هي :

١ - تفكيك الأرض :

معظم أنواع الترب الصلبة تحمل بسهولة أكثر إذا جرى تفكيكها مسبقاً. عملية التفكيك تجري بواسطة أسلحة البلدوزر أو الكريدر ويجب عدم إجراء هذه العملية إذا كانت تكاليف التفكيك أعلى من مردود الزيادة في إنتاجية السكريبير.

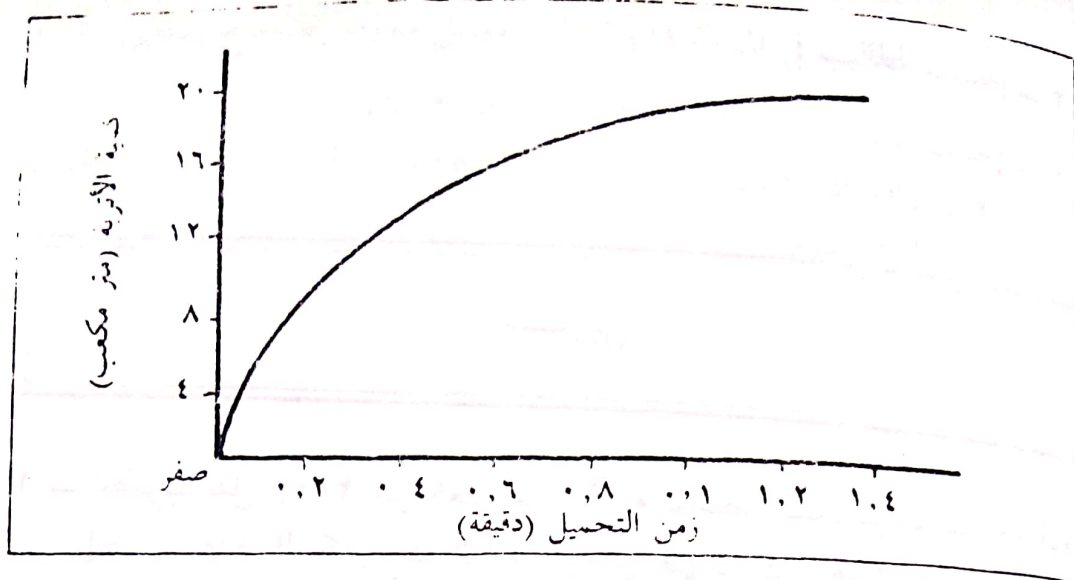
عمق التفكيك يجب أن يكون أكثر من عمق القطع في السكريبير بقليل وذلك للسماح بإبقاء شريحة رقيقة مفككة تحت عجلات السكريبير وذلك للحصول على قوة سحب جيدة ولتقليل استهلاك الإطارات.

٢ - ترطيب التربة قبل التحميل :
ترطيب التربة يمكن أن يتم في ان واحد مع عملية التفكيك وذلك للحصول على اختراق منتظم لدموية في التربة وبما لا يتعدى ١٠ سم من عمق مقاومة الشدح للتربة

٣ - التحميل باتجاه الانحدار للأسفل
السكرير يجب أن تحمل باتجاه الانحدار للأسفل كلما أمكن ذلك .

٤ - عدم تحميل السكرير إلى سعتها القصوى
ظاهرياً ، يبدو أن تكاليف نقل التربة بواسطة السكرير تقل إذا ما حملت السكرير إلى سعتها القصوى ، ولكن الدراسات العملية بينت أن التكاليف هذه تزداد بدلاً من أن تقل . أي أن معدل إنتاجية السكرير يقل بتحميلها إلى سعتها القصوى .

عندما تبدأ السكرير بالتحميل فإن التربة تدخل إلى حوضها بسرعة وبسهولة ، ولكن إذا زادت كمية التربة في الحوض ، فإن التربة سوف تجد صعوبة في دخولها للحوض وبالتالي فإن معدل التحميل سوف يقل بسرعة كما مبين في شكل رقم (٧-١١) هذ الشكل يبين العلاقة بين الحمل في السكرير وزمن التحميل . ويتضح منه أن خلال النصف دقيقة الأولى تحمل السكرير بـ ١٧ متر مكعب من الأتربة . خلال النصف دقيقة الثانية الحمل الإضافي كان ٢ متر مكعب فقط ، وإذا استمر التحميل لمدة ١,٤ دقيقة فإن الإضافة في الحمل لا تتعدى المتر مكعب الواحد . من هذا يتضح أنه ليس من الفائدة تحميل السكرير إلى سعتها القصوى نظراً لانخفاض معدل الإنتاجية (جدول رقم ٧ - ٣) .



شكل رقم (٧-١١)
منحنى التحميل لسكريير معير

جدول رقم (٧-٣)
التغير في معدل إنتاجية السكيريير بالنسبة لزمن التحميل

الإنشائية م ^٣ ساعة	مقدار الحمل م ^٣	عدد الدورات في الساعة	زمن الدورية (دقيقة)	زمن العمليات الأخرى (دقيقة)	زمن التحميل دقيقة
١٨٣	٢٢,٧	٨,٠٧	٦,٢	٥,٧	٠,٥
١٨٩	٢٣,٩	٧,٩٣	٦,٣	٥,٧	٠,٦
١٩٢	٢٤,٦	٧,٨١	٦,٤	٥,٧	٠,٧
(*) ١٩٣	٢٥,١	٧,٧٠	٦,٥	٥,٧	٠,٨
١٩٢	٢٥,٥	٧,٥٧	٦,٦	٥,٧	٠,٩
١٩٠	٢٥,٦	٧,٤٦	٦,٧	٥,٧	١,٠
١٨٩	٢٥,٨	٧,٣٥	٦,٨	٥,٧	١,١
١٨٧	٢٥,٩	٧,٢٥	٦,٩	٥,٧	١,٢
١٨٦	٢٦,٠٥	٧,١٥	٧,٠	٥,٧	١,٣
١٨٤	٢٦,١	٧,٠٥	٧,١	٥,٧	١,٤

(*) أفضل زمن للتحميل هو ٠,٥ دقيقة.

تمارين

١ - المطلوب نقل ٢٠٠٠ مترمكعب من الأتربة بواسطة السكرييرات لمدة ١٠ أيام،
إحسب عدد السكرييرات اللازمة وتحقق فيما إذا كان هناك حاجة للاستعانة
ببلدوزر لإعطاء قوة دفع إضافية وكم عددها.

□ المعلومات المتوفرة للسكريير:

الوزن الكلي وهي فارغة ٢١٠ كيلونيوتن.

سعة الحوض: ١٠ مترمكعب.

عرض سلاح القطع: ٢,٥ متر.

أقصى قوة سحب يمكن أن توفرها السكريير ٦٠ كيلونيوتن.

□ مواصفات التربة:

طينية ثقيلة كثافتها ١٧٠٠ كغم / م^٣.

معامل انتفاخ التربة: ٠.٨

□ ظروف العمل:

عدد ساعات العمل اليومي: ٦.

معامل الوقت: ٤٥ دقيقة / ساعة.

عمق القطع: ٣٠ سم.

مسافة النقل: ١٠٠٠ متر.

ظروف التحميل: متوسطة.

يفضل استعمال طريقة التحميل السلسلي عند الاستعانة بالبلدوزر.

النقل يتم على انحدار مقداره ٣٪.

معامل مقاومة التدحرج: ٠,١.

٢ - إحسب المطالبين في المسألة (١)، إذا كان النقل يتم إلى أسفل المنحدر.

- ٣ - إحتسب المطالب في المسألة (١) إذا كان معامل مقاومة التدحرج يساوي : ٠,٢ .
- ٤ - إحتسب تكاليف نقل المتر المكعب الواحد في التربة في كل من المسألة (١) ، (٢) ، (٣) إذا كانت أجرة السكرير ١٥٠ دينار في اليوم الواحد والبلدوزر ٦٠ دينار في اليوم .

الفصل الثامن

الكريدر

وطرق استغلاله في التسوية والاستصلاح

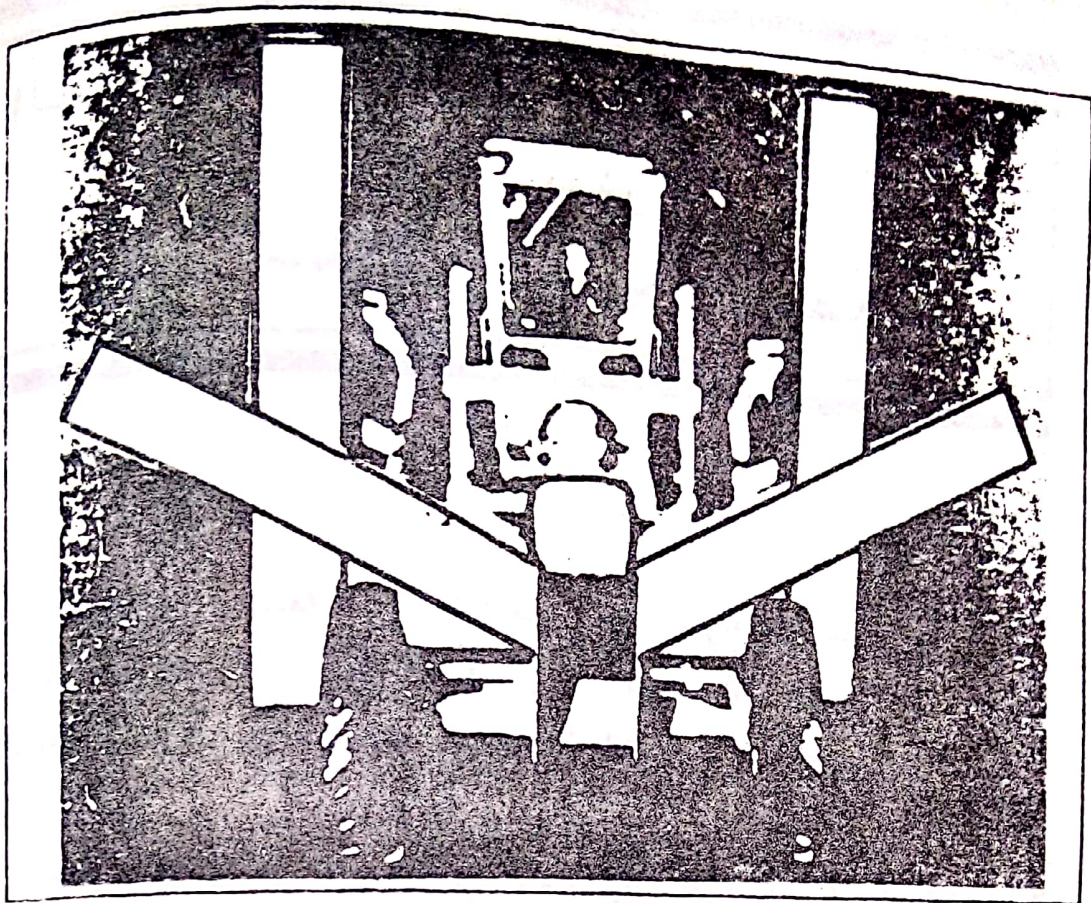
الفصل الثامن

الكريدر وطرق استغلاله في التسوية والاستصلاح

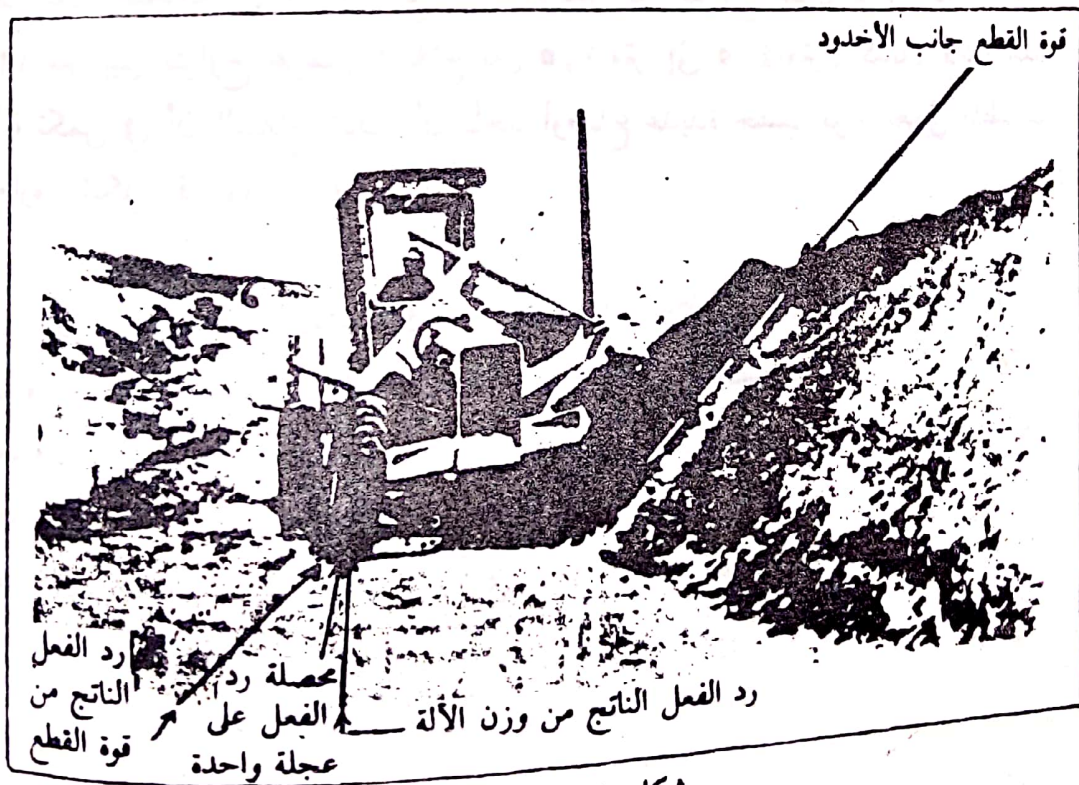
الكريدر يمكن استغلاله في العديد من أعمال التسوية والاستصلاح مثل: أعمال التسوية، فتح القنوات، تسوية الطرق، إزالة الثلوج، شق وتكسير التربة الصلبة، خلط الأتربة، فرش التربة، وقطع صفاف القنوات.

يختلف الكريدر عن البلدوزر في كونه ذو إطار طويل يمتد أمام وخلف السلاح لمسافة كبيرة. وتتوقف كفاءة الكريدر في التسوية الدقيقة على طول هذا الإطار يحمل من الأمام والخلف على عجلات والسلاح القاطع يثبت في منتصف الإطار بطريقة يمكن منها التحكم في مقدار قطع التربة وتسويتها ويتراوح طول الإطار بين ٧ متر و ١٢ متر بينما يتراوح عرض السلاح بين ١,٥ متر إلى ٤,٥ متر. كذلك فائدة هذه الآلة تكمن في أن السلاح يمكن أن يأخذ أوضاع عديدة حسب نوع العمل المطلوب إنجازه، شكل رقم (٨-١).

إن الإمالة الحادة لسلاح الكريدر ينشأ عنها اختلال في القوة عند عجلاته ولذلك فإن أوضاع هذه العجلات تكون قابلة للتنظيم الدقيق وخصوصاً في الأنواع الحديثة. فالعجلات الأمامية تميل عندما يعمل السلاح أي زاوية مع المستوى الأفقي وذلك للتغلب على القوة الجانبية الناشئة من قطع التربة جانبياً، شكل رقم (٨-٢)، هذه الإمالة للعجلات الأمامية تساعد أيضاً في تقليل نصف قطر دوران الكريدر.



شكل رقم (٨-١)
الكريدير والأوضاع المختلفة للسلح



شكل رقم (٨-٢)
القوى التي تؤثر على عجلات الكريدير عند القطع الجانبي

استغلال الكريدر:

على الرغم من أن الوظيفة الأساسية للكريدر هي إعطاء تدريج وانحدار معين للأرض، إلا أنه يمكن استعماله في العديد من الأعمال كما ذكر سابقاً، وذلك بسبب قابليته للتكيف للعديد من هذه الأعمال والملحقات التي يمكن تزويده بها.

ويمكن استغلاله لأداء الأعمال التالية:

١ - تسوية الأرض:

تم هذه العملية بإدارة السلاح قليلاً بالنسبة للمستوى الأفقي، مع رفعه قليلاً عن مستوى الأرض. السرعة هنا يجب أن تكون متوسطة ويستوجب ملاحظة عدم السماح للعجلات بأن تصعد كوم الأتربة وإلا فإن سطح التربة سيكون متموجاً.

٢ - تعديل الطرق:

في هذه الحالة يخفض السلاح وجعله يلامس الأرض، ويتم السير به على السرعة المتوسطة وبالرغم من أن السرعة العالية تزيد إنتاجيته في هذه الحالة إلا أنها قد تعطي سطح خشن للأرض.

٣ - إزالة الثلوج:

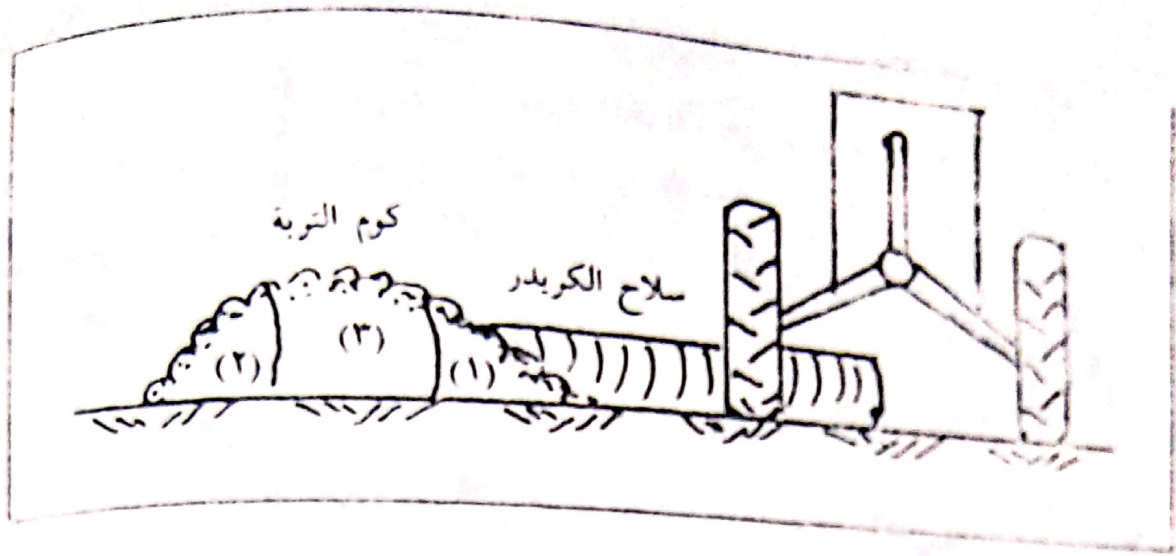
يخفض السلاح بحيث يكاد يلمس سطح الأرض ثم يحرك على السرعة العالية حتى يتم رمي الثلوج على جانبي السلاح يجب اتخاذ الحذر هنا من العوائق التي قد تكون موجودة في الطريق.

٤ - خلط التربة:

سلاح الكريدر يمكن الاستفادة منه في خلط التربة الموضوعة على هيئة أكوام، وذلك بواسطة الفعل التدحرجي لها. السرعة هنا يجب أن تكون عالية وزاوية اختراق السلاح للتربة في حدود ٦٠ درجة. الأكوام العالية جداً يكون من الصعب دحرجتها ولذلك يجب إجراء العملية أكثر من مرة.

٥ - فرش كوم التربة:

السرعة المناسبة لهذه العملية هي المتوسطة. ويجب تجنب التغير الغير ضروري لاتجاه الحركة خشية من أن العجلات الخلفية للكريدر قد تثير سطح التربة المفروش سابقاً. خطوات فرش كوم التربة مبينة في شكل رقم (٨ - ٣).



شكل رقم (٨ - ٣)
خطوات فرش كوم الأتربة

٦ - فتح القنوات:

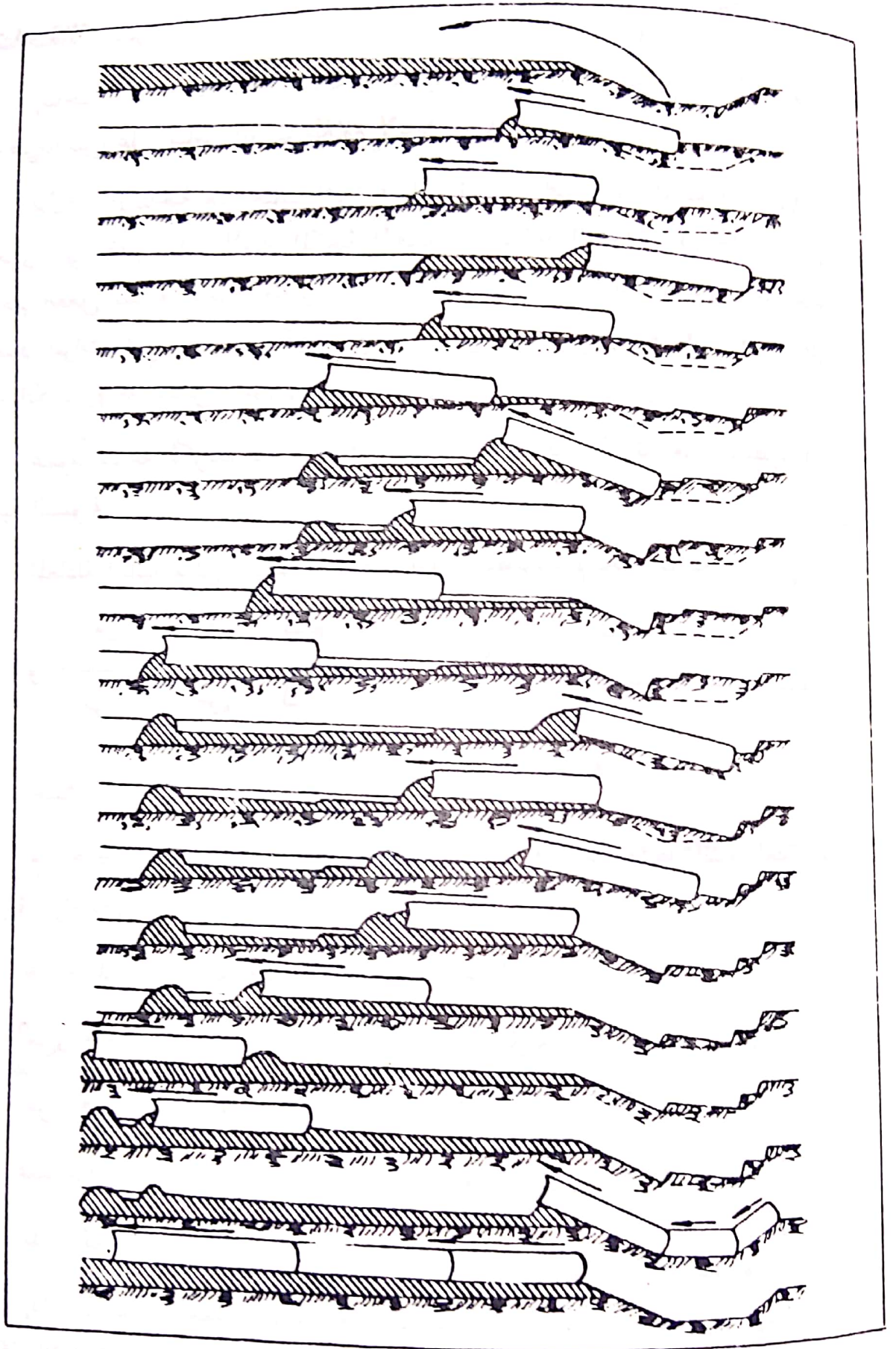
يُدار السلاح بالنسبة للمستوى الأفقي عندما يقترب أحد طرفيه من إحدى العجلات الأمامية، ثم يميل بالنسبة للمستوى الرأسي ويبدأ بحفر الأرض لتتكون التربة للأعلى إلى جانبي العجلات الخلفية. تستمر هذه العملية إلى أن تتكون تربة بكمية مناسبة لرميها خارج القناة، المطلوب فتحها ثم تعاد العملية بنفس الطريقة السرعة البطيئة هي المناسبة لهذه العملية، شكل رقم (٨ - ٤).

٧ - نزع المنحدرات:

المنحدرات قد تكون ضفة نهر أو كومة عالية من الأتربة ويتم قطعها بواسطة الكريدر بوضع السلاح قريب إلى الوضع الرأسي وإمالة العجلات الأمامية باتجاه الإنحدار والسير بالسرعة البطيئة، انظر شكل رقم (٨ - ٢).

٨ - شق وتكسير التربة الصلبة:

الكريدر يزود عادة بأسلحة قاطعة مستننة لتكسير التربة الصلبة قبل معاملتها بالسلاح الاعتيادي للكريدر. السرعة هنا يجب أن تكون عالية كلما أمكن ذلك، وذلك لضمان تكسير جيد للكتل الترابية.



شكل رقم (٨ - ٤)
خطوات فتح القناة بواسطة الكريدور

إنتاجية الكريدور :

إنتاجية الكريدور بالنسبة للوظيفة الأساسية له وهي إعطاء تدريج أو انحدار معين للأرض، تبني على أساس الوقت اللازم لإنجاز عمله.

حساب الانتاجية هنا يختلف عن حساب إنتاجية البلدوزر وآلات الاستصلاح الأخرى التي تقدر بعدد الأمتار المكعبة المنقولة في الساعة الواحدة. في حالة الكريدور الحجم الفعلي للتربة المنقولة متغيرة بدرجة عالية وليس له أهمية كبيرة، وإنما المهم هو عدد المرات التي يدور بها الكريدور لإتمام العمل في مساحة معينة وهذا يعتمد على حالة الكريدور ودقة العمل الذي ينجزه.

عموماً سرعة الكريدور تكون بطيئة وثابتة تقريباً لتمكين السائق من السيطرة على عملية التسوية.

المعادلة التالية يمكن استعمالها لإيجاد الوقت المطلوب لإنجاز عملية التدرج :

$$و = \frac{م}{سن} + \frac{م}{سر} \times \frac{ن}{ك} \text{ دقيقة } (١)٠٠٠٠$$

حيث :

م = طول المسافة الخطية التي يتحركها الكريدور في اتجاه واحد أثناء العمل في الدورة الواحدة.

م = المسافة التي يقطعها الكريدور في رجوعه لعمل الدورة التالية.

سن = متوسط سرعة الحركة الأمامية متر / دقيقة.

سر = متوسط سرعة الرجوع متر / دقيقة.

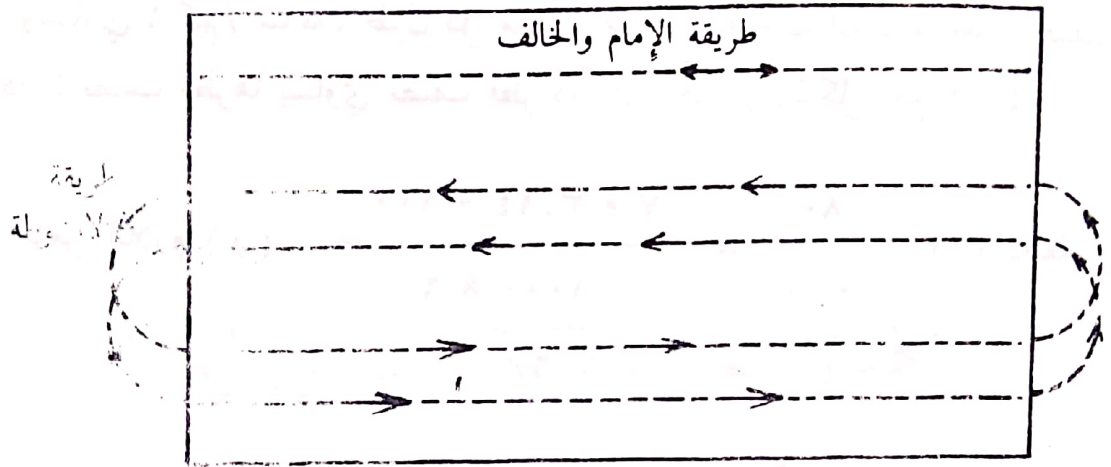
ن = عدد مرات الحركات الأمامية للكريدور لعموم المساحة.

ك = كفاءة عمية التدرج.

إذا كان طول العملية قصير، فإن مسافة الرجوع للدخلف تعتبر مساوية لمسافة الحركة الأمامية، وسرعة الحركة تؤخذ بمتوسط سرعة الحركة للأمام وسرعة الرجوع، وفي هذه الحالة فإن المعادلة السابقة يمكن أن تكتب كالاتي :

$$و = \frac{٢٠ \text{ م}}{\text{دقيقة} \dots (٢) \text{ س ك}}$$

كفاءة العملية تعتمد على عوامل مختلفة مثل كفاءة السائق، والليل الذي يأخذه، وكذلك انتظام واستقامة التدريج. فمثلاً كفاءة اعطاء انحدار لثقل زراعي يجب أن تكون أكبر من كفاءة اعطاء انحدار لقناة أو طريق مخطط. وعموماً كفاءة العمل بالكريدر تتراوح من ٦٠٪ إلى ٩٠٪.



شكل رقم (٨ - ٥)
طرق عمليات التسوية بواسطة الكريدر

□ مثال حول إنتاجية الكريدر:

المطلوب تسوية حقل زراعي بواسطة كريدر أبعاده ٢٠٠ × ٥٠٠ م، ثم صريغ التربة فيه على هيئة خطوط ويفترض أن الكريدر يجب أن يمر أربعة دورات على الحقل. يعمل لإتمام التسوية الكاملة. عرض سلاح الكريدر ٣ متر، والعرض الفعلي للعمل ٢,٥ متر. السرعة الأمامية تساوي ٦ كم/ ساعة، وسرعة الرجوع ٢٠ كم/ ساعة. كفاءة العملية ٨٠٪. أوجد الوقت اللازم لإنجاز العمل علماً بأن نصف قطر دوران الكريدر = ٧ متر.

□ الحل:

هناك طريقتين لإجراء العمل، شكل رقم (٨ - ٥) الطريقة الأولى، حيث يركب التربة عند حركة الكريدر للأمام، والرجوع إلى نقطة البداية لإتمام العمل الثانية

$$\text{وهكذا. عدد مرات الحركات الأمامية (ن) = } \frac{٤ \times ٥٠}{٢,٥} = ٨٠$$

بتطبيق المعادلة (١):

$$٢٦٠ \text{ دقيقة} = \frac{٨٠}{٠,٨} \times \left[\frac{٢٠٠}{\left(\frac{١٠٠٠ \times ٢٠}{٦٠} \right)} + \frac{٢٠٠}{\left(\frac{١٠٠٠ \times ٦}{٦٠} \right)} \right] = ٥$$

الطريقة الثانية تتم بتحريك الكريدور للأمام فقط ويعمل بما يشبه الأنشطة خارج مساحة الحقل، وفي هذه الحالة لا توجد حركة خلفية وسرعة الكريدور هي واحدة وتساوي ٦ كم / ساعة، طول كل مرة في هذه الحالة يجب أن يزيد بمقدار نصف محيط دائرة نصف قطرها يساوي نصف قطر دوران الكريدور (شكل رقم ٨ - ٤).

$$\text{الزمن اللازم (و)} = \frac{٨٠}{٠,٨} \times \frac{٧ \times ٣,١٤ + ٢٠٠}{\frac{١٠٠٠ \times ٦}{٦٠}} = ٢٢١ \text{ دقيقة}$$

تارين

- ١ - لاحظ الكريدور وارسم منظر جانبي وأمامي له مبيناً الأجزاء الفعالة به.
- ٢ - افحص الأجزاء الفعالة في الكريدور وبين كيفية وصول الحركة إليها.
- ٣ - عدد درجات الحرية لكل من الأجزاء التالية في الكريدور:
 - (أ) العجلات الأمامية.
 - (ب) سلاح القطع.
 - (ج) أسنان التكسير.
 - (د) العجلات الخلفية.
- ٤ - قس نصف قطر الدوران للكريدور في حالة الوضع الرأسي للعجلات الأمامية وحالة أقصى مالة لها.
- ٥ - كيف يتم حفر قناة بواسطة الكريدور.

الفصل التاسع

الحفارات السلكية والهيدروليكية
طرق استغلالها
في عمليات التسوية والاستصلاح
وفتح الجداول لأغراض الري والبزل

الفصل التاسع

الحفارات السلكية والهيدروليكية
طرق استغلالها في عمليات التسوية والاستصلاح
وفتح الجداول لأغراض الري والبزل

آلات الحفر: (excavating Equipments)

منها أنواع كثيرة، وأهمها الجرافات (Shovels) والحفارات (Draglines) والعازقات (Hoes)، وتستخدم جميعها في إجراء عملية الحفر وشق الأخاديد وعمل مخدقات للمبازل وتقوم بتنظيف المبازل وتعميقها عندما تزداد بها المواد الرسوبية من الطمي والتي تقلل بالتالي من السعة التصميمية للمبزل نفسه.

وعموماً فإن هذه الآلات قد تصمم لجرف في حدود ٢ م^٣ في المرة الواحدة حتى تكون اقتصادية ولكن منها الكبير والصغير. فالكبير يجرف ٢ م^٣ والصغير يجرف في حدود ١ م^٣.

والحفارات لها مميزات، تمتاز بها على الجرافات حيث أنها تعمل في جميع الظروف، فيمكن أن تعمل في أرض طينية وحتى أنها تعمل في وجود المياه، وتقوم بحفر القنوات والترع والمبازل وبطريقة عمودية على اتجاه سيرها أو مع اتجاه السير نفسه وهذا غير متوفر بالنسبة للجرافات (Shovels) حيث أنها تقوم بالعمل مع اتجاه سيرها فقط. كما أن لها ميزة أخرى حيث أن طول ذراعها الممتد يعطيها إمكانية أن تعمل لمسافة أطول بالنسبة لمكان ثباتها فيصل طول الذراع إلى ١٦ متر أي تعمل في دائرة نصف قطرها ١٦ م. وأخيراً، يمكن أن تتحكم في زاوية حفر جوانب المبازل أو القنوات وذلك بالتحكم في زاوية القطع ولكن يعاب عليها إذا ما قورنت بالجرافات أنها بطيئة في العمل، وكما أنها تحتاج قدرة أكبر ويوجد أكثر من نوع من الحفارات منها ثلاثة أنواع شائعة الاستعمال، هي:

الفصل التاسع الحفارات السلكية والهيدروليكية طرق استغلالها في عمليات التسوية والاستصلاح وفتح الجداول لأغراض الري والبزل

آلات الحفر: (excavating Equipments)

منها أنواع كثيرة، وأهمها الجرافات (Shovels) والحفارات (Draglines) والعازقات (Hoes)، وتستخدم جميعها في إجراء عملية الحفر وشق الأخاديد وعمل مخدقات للمبازل وتقوم بتنظيف المبازل وتعميقها عندما تزداد بها المواد الرسوبية من الطمي والتي تقلل بالتالي من السعة التصميمية للمبزل نفسه.

وعموماً فإن هذه الآلات قد تصمم لجرف في حدود ٢ م^٣ في المرة الواحدة حتى تكون اقتصادية ولكن منها الكبير والصغير. فالكبير يجرف ٢ م^٣ والصغير يجرف في حدود ١ م^٣.

والحفارات لها مميزات، تمتاز بها على الجرافات حيث أنها تعمل في جميع الظروف، فيمكن أن تعمل في أرض طينية وحتى أنها تعمل في وجود المياه، وتقوم بحفر القنوات والترع والمبازل وبطريقة عمودية على اتجاه سيرها أو مع اتجاه السير نفسه وهذا غير متوفر بالنسبة للجرافات (Shovels) حيث أنها تقوم بالعمل مع اتجاه سيرها فقط. كما أن لها ميزة أخرى حيث أن طول ذراعها الممتد يعطيها إمكانية أن تعمل لمسافة أطول بالنسبة لمكان ثباتها فيصل طول الذراع إلى ١٦ متر أي تعمل في دائرة نصف قطرها ١٦ م. وأخيراً، يمكن أن تتحكم في زاوية حفر جوانب المبازل أو القنوات وذلك بالتحكم في زاوية القطع ولكن يعاب عليها إذا ما قورنت بالجرافات أنها بطيئة في العمل، وكما أنها تحتاج قدرة أكبر ويوجد أكثر من نوع من الحفارات منها ثلاثة أنواع شائعة الاستعمال، هي:

- ١ - حفارات ذات مسرقة: (Crawler-Mounted)
- ٢ - حفارات ذات عجلات (ذاتية الحركة) (Wheel-Mounted Self-propelled)
- ٣ - حفارات ذات عربة (محمولة): (Truck-mounted)

أولاً - الحفارات ذات المسرقة (الزاحفة):
يمكنها أن تعمل على السطوح الرخوة بسهولة، ويصل عمق الحفر عن المترين الأعين ولكنها بطيئة الحركة ولا تزيد سرعتها عن ١.٦ كم / ساعة ولكنها تكسر كميات الحفر حيث تقوم بنقلها آلات أخرى سريعة الحركة.

ثانياً - الحفارات ذاتية الحركة (ذات عجلات):
غالباً أسرع من الأولى، ويمكنها نقل التراب مباشرة حيث تصل مساحتها إلى ٤٨ كم / ساعة وتقل كفاءتها إذا كانت التربة رطبة.

ثالثاً - الحفارات ذات العربة:
وتركب عليها الرافعة من جهة الخلف، أما الجزء الأمامي فهو عبارة عن عربة نقل عادية يمكن استخدامها في أكثر من مجال وسرعتها أيضاً تصل إلى ٤٨ كم / ساعة.

حجم الحفارات: (The capacity of a dragline)

يقدر حجم الحفارة على حسب حجم القادوس، ويتوقف على نوع التربة، ويتوقف حجم القادوس حسب طول ذراع الآلة والعمق المطلوب للحفر وقدرة الآلة نفسها كما يتوقف على نوعية التربة والوزن النوعي لها، ويلاحظ عندما يكون ذراع الآلة طويل فإن حجم القادوس يقل وخصوصاً عندما يكون وزن التربة النوعي كبيراً.

كما يلاحظ عند حساب الوزن، أن يضاف وزن القادوس نفسه إلى وزن التربة، أما القوة اللازمة لتحريك القادوس ووزن التربة يجب أن لا يزيد عن ٧٥ ٪ من مجموع القوة الكلية للآلة.

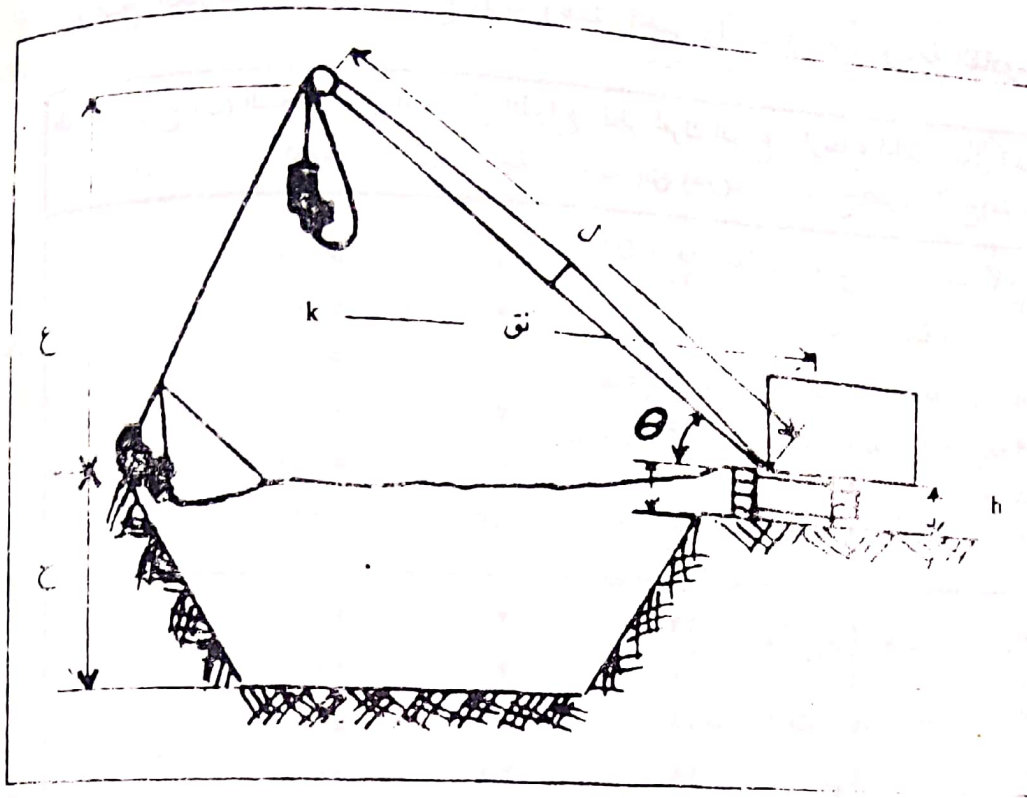
وهناك علاقة بين طول ذراع الآلة وعمق الحفر والقطر المناسب لتحريك الذراع وزاوية الذراع وأيضاً مقدار ارتفاع الذراع كما يبينها الجدول التالي، رقم (٩-١). وكذلك الشكل رقم (٩-١) يوضح الأبعاد الملائمة للحفارة مقارنة بالجدول السابق.

الجدول رقم (٩-١)

يوضح العلاقة بين طول ذراع الآلة وعمق الحفر وارتفاع الحفر وسعة القادوس

طول الذراع (ل) السعة (س) زاوية ميل الذراع θ درجة قطر تحريك اذراع	ارتفاع الحفر ع (متر)	عمق الحفر ح (متر)	نق (متر)	كجم	متر
١٥ متر	٣	١٣	١٧	٢٠	٥٠٠٠
	٥	١٢	١٦	٢٥	٥٠٠٠
	٦	١١	١٦	٣٠	٥٠٠٠
	٧	٩	١٥	٣٠	٥٠٠٠
	٨	٨	١٥	٤٠	٥٠٠٠
	٩	٦	١٣	٤٥	٥٠٠٠
١٨	٤	١٣	٢٢	٢٠	٤٠٠٠
	٦	١٢	٢٠	٢٥	٤١٠٠
	٧	١١	١٨	٣٠	٤٣٠٠
	٩	٩	١٨	٣٥	٥٠٠٠
	١٠	٨	١٧	٤٠	٥٠٠٠
	١٢	٦	١٦	٤٥	٥٠٠٠
٢١	٦	١٣	٢٥	٢٠	٣٠٠٠
	٧	١٢	٣٢٤	٢٥	٣٢٠٠
	٩	١١	٢٣	٣٠	٣٨٠٠
	١١	٩	٢١	٣٥	٤٠٠٠
	١٢	٨	٢٠	٤٠	٤١٠٠
	١٤	٦	١٨	٤٥	٤٣٠٠
٢٤	٧	١٣	٢٨	٢٠	٢٠٠٠
	٩	١٢	٢٧	٢٥	٢١٠٠
	١١	١١	٢٦	٣٠	٢٣٠٠
	١٣	٩	٢٥	٣٥	٢٨٠٠
	١٤	٨	٢٣	٤٠	٣٢٠٠
	١٦	٦	٢١	٤٥	٣٦٠٠

(*) حسب هذا الجدول على أساس أن حجم القادوس يتراوح بين ١-٢ م^٣.



شكل رقم (٩-١)

يوضح الابعاد الملائمة للحفارة ويلاحظ أنه إذا كانت التربة قوية فيستعمل القواديس الأصغر حجماً وبالتالي تقل مقاومة الحفر مما يسهل عمل الحفارة

الأجزاء الرئيسية وطريقة تشغيل الحفارات:

الشكل التالي رقم (٩-٢) يوضح الأجزاء الرئيسية للحفارة الميكانيكية وهذه الأجزاء:

- ١ - جسم الحفارة: (Excavator Body) وهو جميع الأجزاء المتحركة بما فيها المحرك نفسه، ويمكن أن يتحرك حول نفسه 360° وفي بعض الأنواع يتحرك 300° فقط.
- ٢ - المسرقة: (Crawler) وهي التي ترتكز عليها الآلة في دورانها حيث يمكن تثبيتها بالأرض بشكل ثابت.
- ٣ - سلك الرفع: (Hoist Cable) وهو الذي يتحكم في رفع القادوس أو خفضه بواسطة السيطرة في إطالة السلك أو تقصيره.

٤ - القادوس (الجرافة) : (Bucket)

ويكون عبارة عن صندوق مستطيل الشكل مفتوح من أعلى وفي مقدمته ناحية القاع يوجد أصابع مدببة لتسهيل عملية دخول القادوس في التربة، وبالتالي تسهيل عملية الحفر ويربط القادوس من أعلى بسلسلة تسمى سلسلة الرفع (Hoist Chain) وترتبط مع سلك الرفع من ناحية مقدمة القادوس بسلسلة أخرى مع سلك الجرافة تسمى بسلسلة الجرافة (Drag Chain).

٥ - يوجد عدة بكرات لإمرار الأسلاك وتسهيل حركتها في الزوايا المختلفة.

طريقة تشغيل الحفارات:

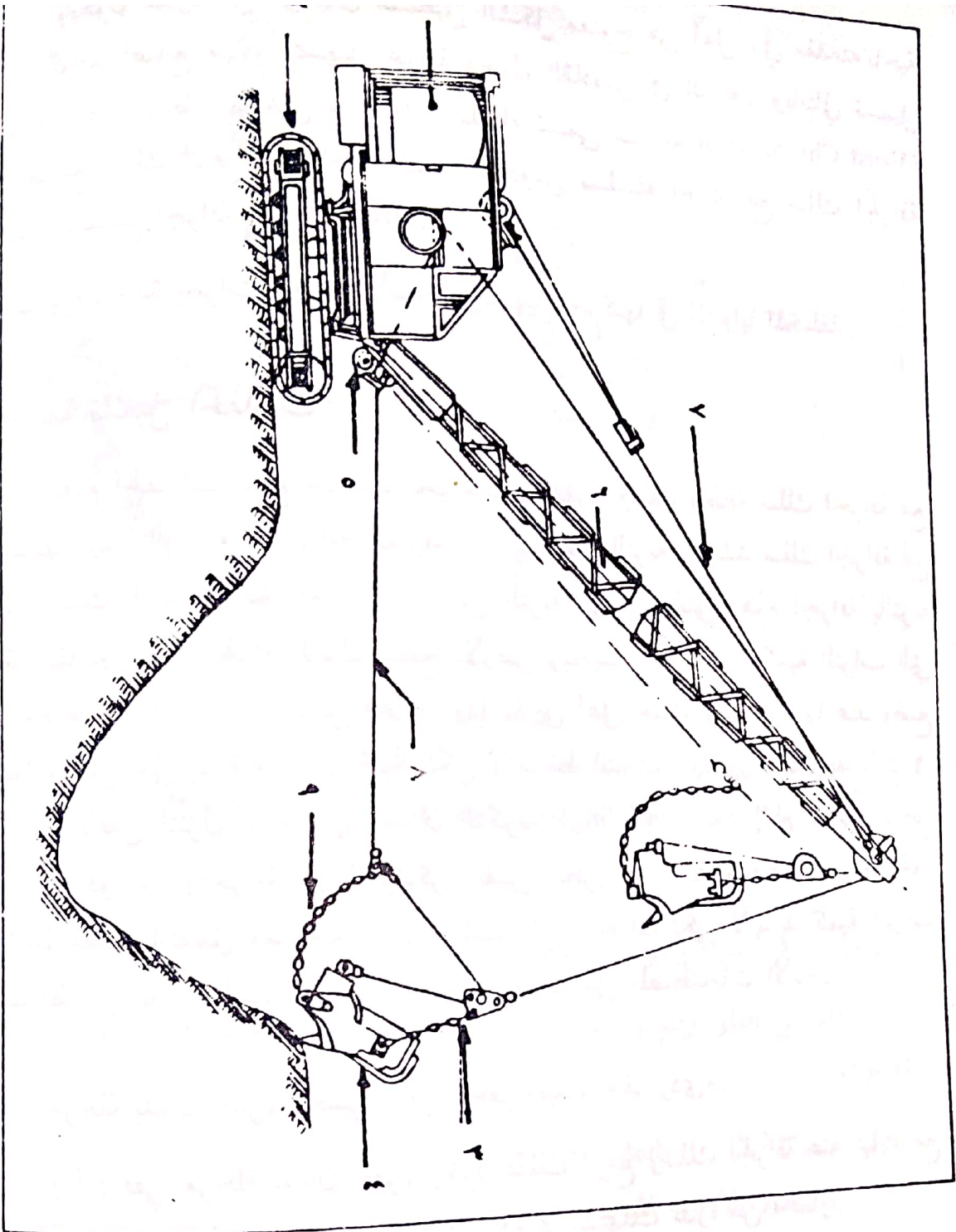
تقوم الحفارات بدفع جرافتها نحو مكان الحفر، وذلك بإطالة سلك الجرافة مع إعطائها الميول الرأسية لتتزل الجرافة رأسياً فوق سطح التربة، ويشد سلك الجرافة مع إطالة سلك الرفع لتتعمق الجرافة في باطن التربة وإلى أن تمتلئ هذه الجرافة بالتربة يمكن تقصير سلك الجرافة لترك سطح الأرض وبحيث تحافظ على كمية التراب التي تم حفرها من أن تتناثر. وتنقل الجرافة وما بها إلى أعلى حيث يمكن إيقافها عند وضع معين ويعمل على إمالة مؤخرتها قليلاً لكي لا يسقط التراب، وتدور الآلة بعد ذلك في الوضع الأفقي لتتزل التراب إلى مكان التكويم (Hauling) وبعد إتمام تفريغه ترجع الآلة في دورانها والجرافة فارغة وتكرر نفس الطريقة السابقة، وعند إجراء الحفر يلاحظ مقدار التعمق ومساحة الحفر المناسبة للء الجرافة لكي لا تزيد كمية التراب فتساقط من على جوانب القادوس ويمكن التعرف على المصطلحات الآتية:

مرحلة بدون حفر، أحسن حفر، حفر جيد، حفر رديء.

(أ) ففي مرحلة بدون حفر، يكون سلك الرفع وسلك الجرافة عند نهايته مع إمالة الجرافة ناحية مقدمتها وهذه لا تستهلك قدرة من الحفارة.

(ب) وأحسن حفر يتم ذلك بشد سلك الجرافة نحو الحفارة مع المحافظة على طول سلك الرفع بنفس الطول، وهذه المرحلة تستهلك من الحفارة قدرة أكبر للرفع بمقدار ٣٪ عن إجراء عملية الرفع الرأسي بطريقة مباشرة.

(ج) والحفر الجيد يلي المرحلة السابقة، وهذه تستهلك قدرة أكبر لعملية الرفع بما يعادل ١٥٪ عن إجراء عملية الرفع الرأسي مباشرة.



شكل رقم (٩-٢)
بوضع الأجزاء الرئيسية للمخارات

١ - جسم المخرقة :

٢ - (Excavator Body)

٣ - المخرقة : (Crawler)

٤ - سلسلة الرفع : (Hoist Chain)

٥ - الجرافة : (Bucket)

٦ - بكرات : (Rollers)

٧ - ذراع : (Boom)

٨ - سلك الرفع : (Hoist Cable)

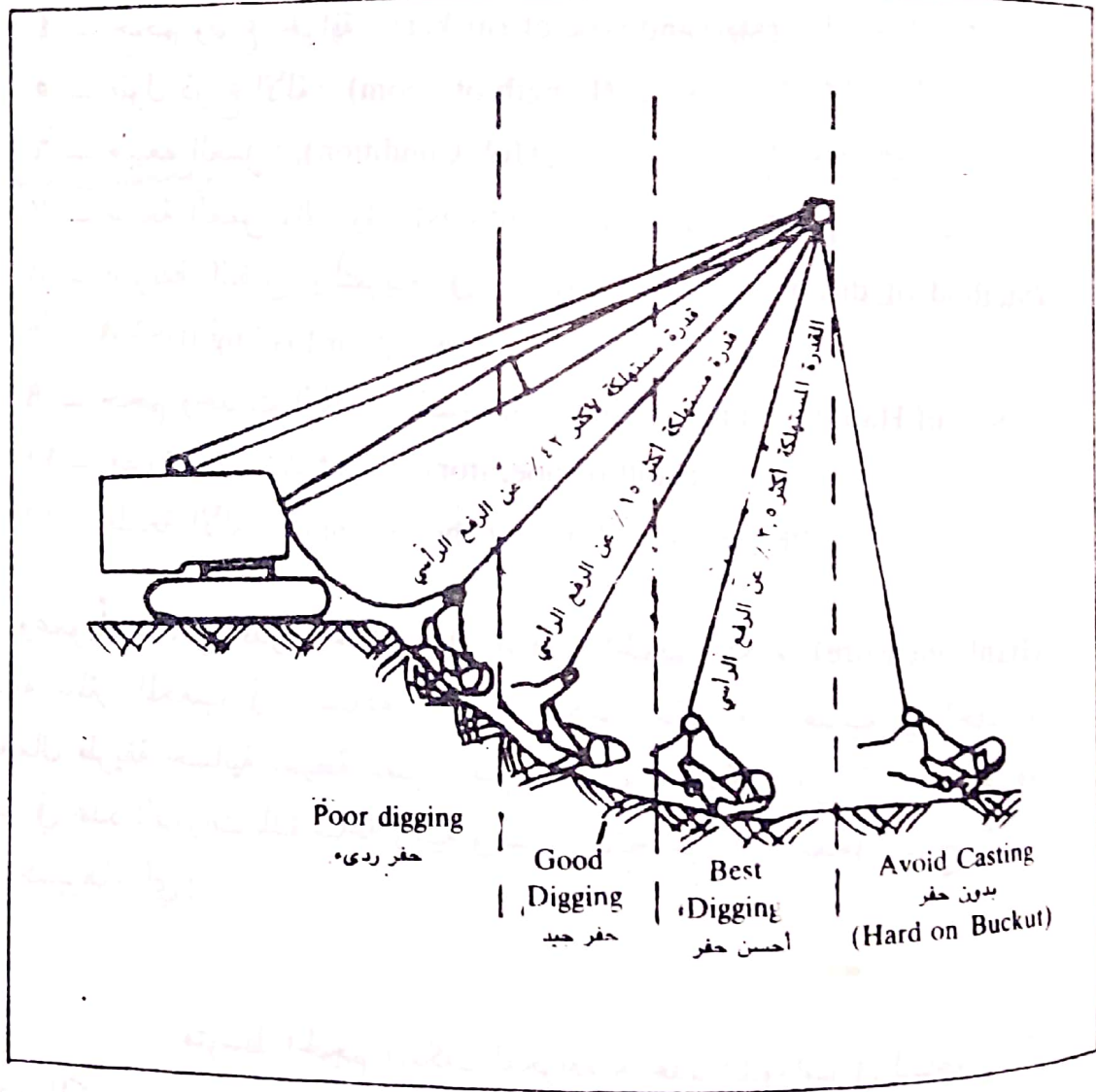
٩ - سلك الجرافة : (B. Cable)

١٠ - سلسلة الجرافة : (B. Chain)

(د) أما الحفر الرديء فيطلق هذا المصطلح عندما تستهلك الحفارة قدرة أكبر لإجراء عملية الرفع بما يعادل ٤٢ ٪ عما لو تم الرفع رأسياً.

ولذلك يجب أن تتم عملية الحفر عند استهلاك أقل قدره من الآلة لإجراء عملية الرفع، وهي عند مرحلة أحسن حفر وإذا اضطر العمل فيمكن استعمال المرحلة الثالثة وهي عند مرحلة «الحفر الجيد».

ولكن يجب أن لا تستعمل عملية الحفر عند مرحلة «الحفر الرديء» إلا في الحالات القصوى أو إذا استدعى الأمر ملء الجرافة وهذه المراحل بينها الشكل التالي رقم (٩-٣).



شكل رقم (٩-٣)
يوضح مراحل القطع الأحسن والجيد والرديء

عمق القطع الأمثل :

تقوم الحفارة بإجراء عملية الحفر وتحريك الجرافة ونقل التراب بالجرافة إلى مكان التكوين، ولذلك فيتوقف عمق القطع على حجم الجرافة نفسها، ونوعية التربة وتوجد جداول خاصة تبين العلاقة بين الإنتاجية المثلى وعمق القطع الأمثل بالنسبة إلى الأحجام المختلفة للجرافة ونوعية التربة، وذلك باستعمال ذراع قصير للآلة.

كما يتوقف قدرة الحفارات على عدة عوامل مختلفة :

- ١ - نوعية المادة : (Class of material).
- ٢ - عمق القطع : (Depth of Cut).
- ٣ - زاوية التآرجح للجرافة : (Angle of Sewing).
- ٤ - حجم ونوع الجرافة : (Size and type of Bucket).
- ٥ - طول ذراع الآلة : (Length of boom).
- ٦ - طبيعة العمل : (Job Condition).
- ٧ - طبيعة العمل والإدارة : (Management Conditions).
- ٨ - طريقة النقل والتفريغ في عربات النقل : (Method of disposal, casting or loading trucks).
- ٩ - حجم وحدات التكوين المستعملة : (Size of Hauling Units, if used).
- ١٠ - مهارة القائم بالتشغيل : (Skill of operator).
- ١١ - طبيعة الآلة : (Physical Condition of the machine).

وعموماً، تقاس قدرة الحفارة على أساس الحجم المكون (Bank measure) ووحداته بالمتر المكعب في الساعة، وهذه الكمية يمكن أن تحسب في الحقل، وباستعمال طريقة حسابية بسيطة بضرب متوسط الحجم المفكك من التراب للجرافة الواحدة في عدد الدورات لمدة ساعة زمنية ويقسم الناتج على ١ + معامل انتفاخ التربة نتيجة تكسيدها، أي :

$$\frac{\text{متوسط الحجم المفكك للجرافة} \times \text{عدد الدورات في ساعة}}{\text{الحجم المكون}} =$$

$$1 + \text{معامل انتفاخ التربة}$$

□ مثال:

تقوم حفارة سعة جرافتها ١,٥ م^٣ بعمل دورتين في الدقيقة وتقوم بحفر تربة
تأمل انتاجها ٢٥ م^٣ كان متوسط الحجم المشكك للجرافة الواحدة ١,٨ م^٣ (تقدير
الحقل)

أوجد ناتج الحفر في الساعة.

□ الحل:

$$\text{الحجم الكوم} = \frac{1,8}{0,25 + 1} = 1,2$$

فإذا فرض أن الحفارة تقوم بعمل دورتين في الدقيقة فيكون الناتج =
 $2 \times 1,2 = 2,4$ متر مكعب في الدقيقة.

ناتج الحفر في الساعة = $2,4 \times 60 = 144$ متر مكعب في الساعة.

والجدول رقم (٩-٢) يوضح العلاقة بين الإنتاجية المثلى للحفارات من
التجربة الحقيقية وذلك عند عمق معين (الأمثل) بالنسبة لنوعيات التربة المختلفة
والأحاف في الجرافة.

جدول رقم (٩-٢)
يوضح الإنتاجية المثلى للحفارة حسب اختلاف نوعية التربة وحجم الجرافة وذلك
بالمتر المكعب / الساعة

حجم الجرافة (م ^٣)									نوعية التربة
١,٨	١,٦	١,٤	١,٢	١	٠,٨	٠,٦	٠,٤	٠,٣	
٢,٥٥	٢,٤٠	٢,٣	٢,٢٢	٢,١٠	١,٩٥	١,٨٠	١,٦٥	١,٥ م ^(*)	طينية - رملية (Sandy Clay)
٩٠	٧٩	٧٣	٦٦	٦٠	٤٨	٣٩	٢٨	٢١ م ^(**)	
٢,٥٥	٢,٤٠	٢,٣٠	٢,٢٢	٢,١٠	١,٩٥	١,٨	١,٦٥	١,٥	رمل + حصى (Sand + Gravel)
٩٠	٧٥	٧٠	٦٣	٥٤	٤٥	٣٦	٢٧	١٨	
٣,٠	٢,٩٥	٢,٨	٢,٧٠	٢,٥٥	٢,٤٠	٢,١	١,٩	١,٨	تربة متجانسة (Good Common earth)
٧٨	٦٩	٦٣	٥٧	٥٠	٤٠	٣٠	٢١	١٦	
٣,٦	٣,٤	٣,٣	٣,٢	٣,٠	٢,٨	٢,٦٠	٢,٤	٢,١	تربة قوية (Hard Soil)
٧٠	٥٨	٥٤	٤٨	٤٠	٣٣	٢٧	١٦	١٠	
٣,٦	٣,٤	٣,٣	٣,٢	٣,٠	٢,٨	٢,٦	٢,٤	٢,١	تربة لزجة أو رطبة (Wet, Stick Clay)
٥٢	٤٣	٣٩	٣٣	٢٨	٢٢	١٦	٩	٦	

وستتناول شرح العوامل السابقة والتي تؤثر على إنتاجية الحفارات :

(أ) تأثير عمق القطع وزاوية تأرجح الجرافة على إنتاجية الحفارات :

الجدول السابق رقم (٩-٢) يوضح إنتاجية الحفارات عند العمق الأمثل وذلك
بزاوية تأرجح مقدارها ٩٠°. وعلى هذا الأساس فإن أي عمق آخر أو زاوية تأرجح مختلفة
فإن إنتاجية الحفارات لا تكون هي المحسوبة في الجدول سابقاً بل تضرب فيما يسمى
معامل ربط بين (العمق - التأرجح).

(*) العمق الأمثل للحفارة: (The Optimum depth) (م).

(**) الإنتاجية المثلى للحفارة: (Ideal out put) (م^٣).

وإجدون التالي رقم (٩-٣) يبين تأثير عمق القطع - وزاوية التارجح على إنتاجية الحفارات.

جدول رقم (٩-٣)
يبين تأثير معامل عمق القطع - زاوية التارجح على إنتاجية الحفارة

زاوية التارجح بالدرجات								نسبة العمق الأمثل
١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٧٥	٦٠	٤٥	٣٠	
٠,٧٠	٠,٧٥	٠,٨١	٠,٨٧	٠,٩٠	٠,٩٤	٠,٩٩	١,٠٦	٢٠
٠,٧٢	٠,٧٨	٠,٨٥	٠,٩٣	٠,٩٧	١,٠٢	١,٠٨	١,١٧	٤٠
٠,٧٤	٠,٨٠	٠,٨٨	٠,٩٧	١,٠١	١,٠٦	١,١٣	١,٢٤	٦٠
٠,٧٦	٠,٨٢	٠,٩٠	٠,٩٩	١,٠٤	١,٠٩	١,١٧	١,٢٩	٨٠
٠,٧٧	٠,٨٣	٠,٩١	١,٠٠	١,٠٥	١,١١	١,١٩	١,٣٢	١٠٠
٠,٧٦	٠,٨٢	٠,٩٠	٠,٩٨	١,٠٣	١,٠٩	١,١٧	١,٢٩	١٢٠
٠,٧٥	٠,٨١	٠,٨٨	٠,٩٦	١,٠٠	١,٠٦	١,١٤	١,٢٥	١٤٠
٠,٧٣	٠,٧٩	٠,٨٥	٠,٩٣	٠,٩٧	١,٠٢	١,١٠	١,٢٠	١٦٠
٠,٧١	٠,٧٦	٠,٨٢	٠,٩٠	٠,٩٤	٠,٩٨	١,٠٥	١,١٥	١٨٠
٠,٦٩	٠,٧٣	٠,٧٩	٠,٨٧	٠,٩٠	٠,٩٤	١,٠٠	١,١٠	٢٠٠

□ مثال:

احسب الإنتاجية المتوقعة للحفارة التي تقوم بحفر تربة صلبة عند عمق ٥,١ م، وزاوية تارجح ١٥٠° وسعة الجرافة ١,٦ مترمكعب مع العلم بأن كفاءة ساعة العمل ٥٠ دقيقة فقط.

□ الحل:

يجب أن نتبع الخطوات التالية:

من الجدول رقم (٩-٢) نجد أن:

عند تقاطع الخط الأفقي الخاص بنوعية التربة القوية والخط الرأسى الخاص بحجم مجرفة ١,٦ م فيكون العمق الأمثل يساوي ٣,٤ م والإنتاجية المثلى ٥٨ م^٣.

إذن النسبة المتوية لعمق القطع بالنسبة للعمق الأمثل يستأوي :

$$\% 150 = \frac{100 \times 0.1}{3.4}$$

نبحث عن معامل (الزاوية - العمق) من الجدول رقم (٩ - ٣) الخاص بهذا المعامل :

عند تقاطع الخط الرأسي ١٥٠ مع الخط الأفقي ١٥٠ (نسبة العمق الأمثل) فيكون هذا المعامل : ٠,٨٠

وعلى هذا الأساس فإن الإنتاجية المتوقعة = $58 \times 0.80 = 46.4$ م^٣ في الساعة، وعند إدخال كفاءة العمل ٥٠ دقيقة في الساعة تكون الإنتاجية المتوقعة :

$$38.5 = \frac{50}{60} \times 46.4$$
 مترمكعب

(ب) تأثير طبيعة العمل والإدارة على إنتاجية الحفارة :

كل من يمتلك حفارة، يجب عليه أن يعرف أهمية الإدارة الجيدة ليحصل على أفضل إنتاجية لتشغيل الحفارة.

يمكن تقسيم هذه الحالات إلى ممتاز (Excellent) وجيد (Good) وحسن (Fair) وضعيف (Poor).

وهذه التقسيمات رتب على أساس المواصفات القياسية للعمل وعلى كل مبرمج يشرف على هذا العمل أن يكون لديه خبرة كبيرة وتجربة طويلة ليستطيع الحكم الجيد على مدى الإنتاجية السليمة والجدول رقم (٩ - ٤) يوضح تأثير طبيعة العمل وحالة الإدارة لإنتاجية الحفارات.

ففي المثال السابق والخاص بإنتاجية الحفارة المتوقعة وهو ٣٨,٥ مترمكعب. إذا كانت الإدارة جيدة وطبيعة العمل حسنة، فإن الإنتاجية تضرب في هذا المعامل (من الجدول) ٠,٦٩...

$$\text{فتكون الإنتاجية} = 38.5 \times 0.69 = 26.565 \text{ مترمكعب في الساعة}$$

جدول رقم (٤٠٠٩)
عوامل حالات العمل والإدارة

طبيعة العمل	حالات الإدارة			
	ممتاز	متوسط	ضعيف	مهملة
ممتاز	٠,٨٤	٠,٨١	٠,٧١	٠,٧٠
جيد	٠,٧٨	٠,٧٥	٠,٧١	٠,٦٥
متوسط	٠,٧٢	٠,٦٩	٠,٦٥	٠,٦٠
ضعيف	٠,٦٢	٠,٦١	٠,٥٧	٠,٥٢

(ج) تأثير حجم التجربة وحول تراع الآلة على إنتاجية المهارات:
لاختيار حجم ونوع التجربة بطريقة ملائمة، وذلك للحصول على أحسن أداء
والوصول إلى أفضل كفاءة تتسبب من أجل إنتاجية أفضل للمهارات.

ففي البداية، يمكن تقسيم حجم الممارك إلى ثلاثة أنواع:

١ -- للأعمال الخفيفة: (Light duty).

٢ -- للأعمال المتوسطة: (Medium duty).

٣ -- للأعمال الثقيلة: (Heavy duty).

مجرة الأعمال الخفيفة:

تتسبب في حفر المواد الموجودة في تربة سهلة مثل الرملية، والرملية طينية،
والرملية طينية.

أما مجرة الأعمال المتوسطة:

تتسبب في حفر المواد المتوسطة مثل حفر الطين والطين الصفحي (بشكل
طبقات) (Soft shale) والخصى والمفكك ويرود القادوس بأصابع مدببة.

مجرة الأعمال الثقيلة:

تتسبب في حفر تربة صلبة مثل الصخر المتفجرة وحفر الطبقات الصلبة
(Hard soil) وفتح المواد العالية ويكون القادوس من الأنواع الثقيلة حتى يستطيع
التسبب في التربة ولا أصابعها أنواع كاسكين.

ويصمم المجرفة عادة بمحور يقي مساحته المياه الموجودة مع مواد احمر ويس
الحمل على المجرفة نفسها.

والجدول رقم (٩-٥)، يبين سعة المجارف ووزنها وأبعادها المناسبة للحفارات،
مع العلم فإن الحجم العادي للمجرفة على أساس السعة المستوية (Struck capacity)
وليست السعة المكومة (Heaped Capacity) وتقدر هذه الحجم بالتر المكعب.

ولاختيار الحجم المناسب للمجرفة المستعملة في الحفارة، يجب معرفة وزن المادة
المفكك وذلك بالكيلوجرام ولكن من المعروف عند استعمال حجم مجرفة أكبر فإنه يزيد
من إنتاجية الحفارة ويجب ملاحظة أن وزن التربة المضاف إلى وزن المجرفة نفسها
لا يزيد عن حمل الأمان الخاص بالحفارة.

جدول رقم (٩-٥)

بوضح سعة ووزن وأبعاد مجرفة الحفارة المناسبة

الحجم السعة بالمتر المكعب	المستوية	وزن المجرفة كج			أبعاد المجرفة بالسنتيمتر		
		الأعمال الخفيفة	الأعمال المتوسطة	الأعمال الثقيلة	طول	عرض	ارتفاع
٠,٣	٠,٣	٣٨٠	٤٤٠	٠٠٠	٨٥	٧٠	٥٠
٠,٤	٠,٥	٦٣٥	٧٣٠	١٠٠٠	١٠٠	٥٠	٥٨
٠,٦	٠,٧	٨٧٠	٩٢٠	١٤٠٠	١١٠	١٠٠	٦٢
٠,٧٥	٠,٩	١١١٠	١٥٠٠	١٨٠٠	١٢٠	١١٠	٦٧
١,٠	١,٢	١٢٠٠	١٦٠٠	٢١٠٠	١٢٢	١١٠	٧٥
١,٢	١,٥	١٥٠٠	١٨٠٠	٢٢٠٠	١٢٦	١٢٠	٧٧
١,٣	١,٦	١٦٨٠	٢٠٠٠	٢٤٠٠	١٢٨	١٢٠	٩٠
١,٥٠	١,٨	١٩٢٠	٢٤٠٠	٢٧٠٠	١٢٨	١٢٥	٩٥
١,٧٠	٢,٠٠	٢٠٠٠	٢٦٠٠	٣١٠٠	١٣٢	١٣٠	٩٧
١,٩	٢,٢	٢١٥٠	٢٨٠٠	٣٢٠٠	١٥٠	١٣٠	١٠٠
٢,١	٢,٤	٢٤٥٠	٣١٠٠	٣٦٠٠	١٥٥	١٣٥	١٠٥
٢,٣	٢,٧	٢٧٨٠	٣٣٠٠	٤٠٠٠	١٦٠	١٣٥	١٠٨

المناسبة للحفارات.
(Struck capacity)
تر المكعب.

معرفة وزن المادة
معرفة أكبر فإنه يزيد
ن المجرفة نفسها

رقعة بالتستينز	رض ارتفاع
٥٠	٧٠
٥٨	٥٠
٦٢	١٠
٦٧	١١
٧٥	١١
٧٧	١٢
٩٠	١٢
٩٥	١٢
٩٧	١٢
١٠٠	١٢
١٠٥	١٢
١٠٨	١٢

مثال:

بفرض أن حجم المجرفة ١,٥ م^٣ تعمل في حالة الأعمال المتوسطة وكان ذراع الحفارة ٢,٤ م عند زاوية تارجح ٤٠° وأقصى حمل للأمان هو ٣٢٠٠ كج (من الجدول رقم ٥-١)، فيكون الوزن التقريبي:

من الجدول السابق رقم (٩-٥)، أمام حجم المجرفة ١,٥ م^٣، يكون الوزن المناسب ٢٤٠٠ كج (أعمال متوسطة).

وبمعرفة الوزن النوعي للتربة = ١٤٤٣ كج / م^٣.

السعة المستوية للتربة ١,٨ م^٣ (من الجدول السابق).

فيكون وزن التربة = ١,٨ × ١٤٤٣ = ٢٥٩٧,٤ كج.

الوزن الكلي (وزن المجرفة + وزن التربة) = ٢٤٠٠ + ٢٥٩٧,٤ = ٤٩٩٧,٤ كج.

وحيث أن الوزن الأقصى لحدود الأمان هو ٣٢٠٠ كج.

فيكون الحمل زائداً عن حدود حمل الأمان للحفارة فيختار مجرفة أصغر، فتختار المجرفة ذات الحجم ١,٠ م^٣ فيكون وزن المجرفة المناسب ١٦٠٠ كج والوزن النوعي للتربة ١٤٤٣ كج / م^٣.

فيكون وزن التربة = ١,٠ × ١٤٤٣ = ١٤٤٣,٠٠٠ كج.

والوزن الكلي (وزن التربة + وزن المجرفة) = ١٦٠٠ + ١٤٤٣ = ٣٠٤٣ كج.

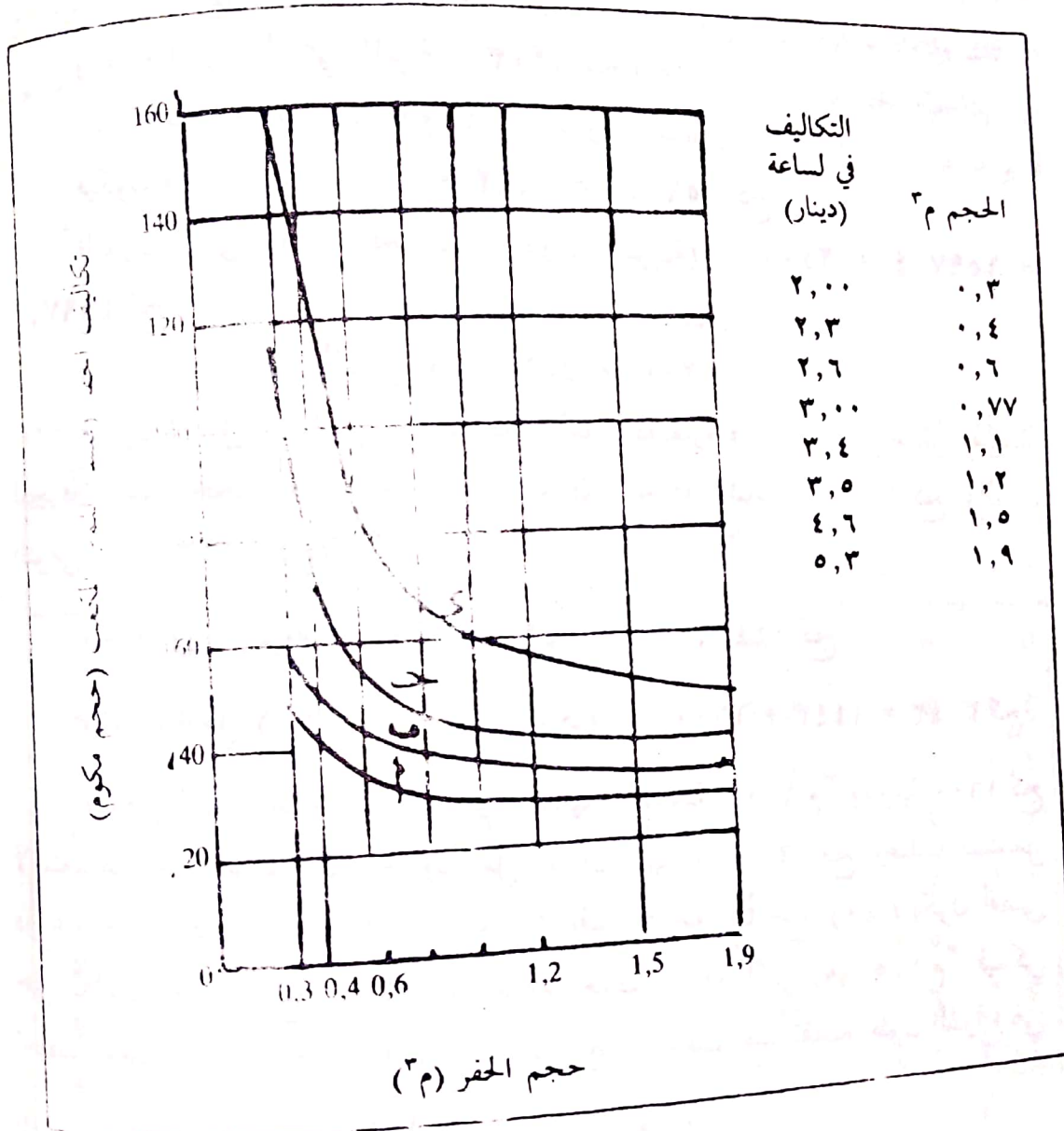
فيمكن اختيار هذه المجرفة والتي سعتها الحجمية ١,٠ م^٣ ووزنها ١٦٠٠ كج لاستعمالها مع الحفارة والتي حدود حمل الأمان فيها هو ٣٢٠٠ كج وعندما نستعمل ذراع الحفارة أقصر مثلاً، ٢,١ م، فإنه عند نفس درجة التارجح (٤٠°) يكون أقصى حمل للأمان ٤١٠٠ كج فيمكن استخدام حجم مجرفة أكبر وهو ١,٥ م^٣ فيمكن اختصار وقت عملية الحفر، وهذه النسبة لاختصار الوقت عند تقصير طول الذراع هي

$$\text{النسبة المثوية للإنتاجية} = \frac{١,٥}{١,٠} \times ١٠٠ = ١٥٠ \%$$

فتكون زيادة الإنتاجية أكبر بمقدار ٥٠ %.

والمثال السابق يوضح الأهمية في اختيار نوعية الحفارة، وحجم المجرفة، وذلك للوصول إلى اقتصاديات العمل المثل. ولكن الاختيار بطريقة غير صحيحة تشمل على زيادة تكاليف حفر التربة.

(د) تأثير نوعية المادة على تكاليف حفر الأرض:
 الشكل التالي يبين تأثير نوعية المادة على تكاليف الحفر بالنسبة للمتر المكعب الواحد (على أساس الحجم المكوم) وذلك عند حفر التربة بالحفارات وحسبت تكاليف الساعة متضمنة (التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة) وكلفة العامل، وتم حساب التكاليف على أساس أن الحفارة تعمل ٢٠٠٠ ساعة سنوياً وكفاءتها ٧٥٪ فالرسم البياني رقم (٩-٤) يوضح اختلاف تكاليف الحفر بالنسبة إلى نوعية التربة المختلفة.



شكل رقم (٩-٤)
 تأثير نوعية المادة وحجم الحفارة على تكاليف حفر الأرض باختلاف
 (أ) تربة طمية رملية.
 (ب) تربة متجانسة.
 (ج) تربة قاسية.
 (د) تربة لينة ورطبة.

فمثلاً: تكاليف حفر تربة متجانسة بحجم متر مكعب واحد تحتسب على النحو

التالي:

تكاليف التشغيل في الساعة = ٣,٤ دينار.

الإنتاجية المثل في الساعة = ٥٠ متر مكعب.

الإنتاجية المتاحة (الإنتاجية المثل $\times ٠,٧٥$) = $٠,٧٥ \times ٥٠ = ٣٧,٥$ م^٣.

تكاليف المتر المكعب = $٣,٤ \div ٣٧,٥ = ٠,٠٩$ دينار.

□ مثال:

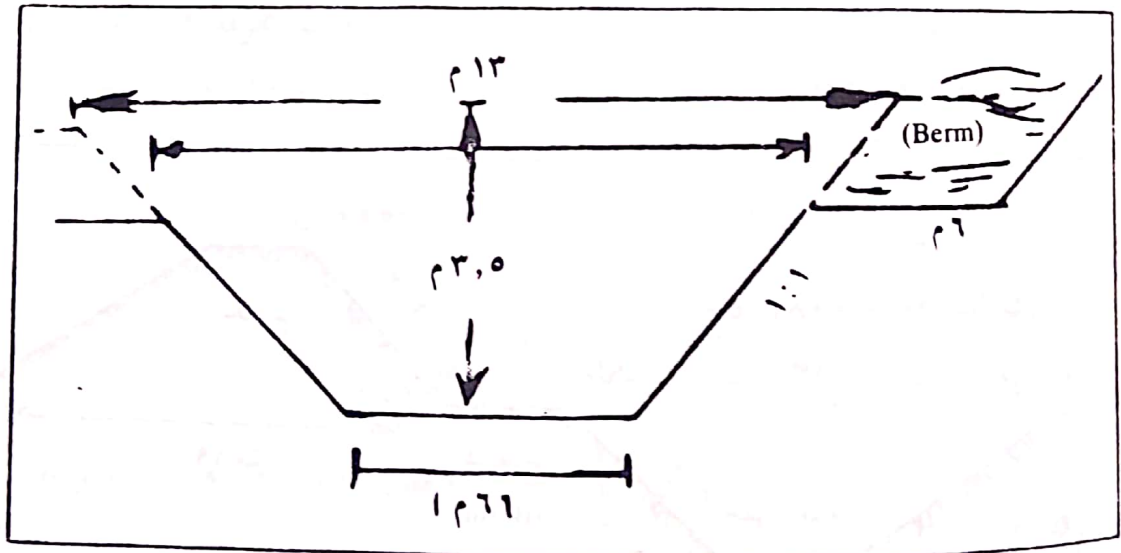
هذا المثال يوضح طريقة تحليلية لمشروع تقوم به حفارة معينة:

نختار مثلاً حفارة مسرفة تحفر ١٨٠,٠٠٠ متر مكعب (السعة المكونة) تقوم

بحفر قناة في أرض متجانسة مواصفاتها كما يلي:

عرض قاعها ٦ متر، عرض قمتها ١٣,٠٠ متر، عمقها ٣,٥ متر، الميول

الجانبية ١:١ المسطاح (Berm) ٦ م.



وعلى هذا الأساس فتكون مساحة مقطع الحفر = ٣٣,٢٥ م^٢.

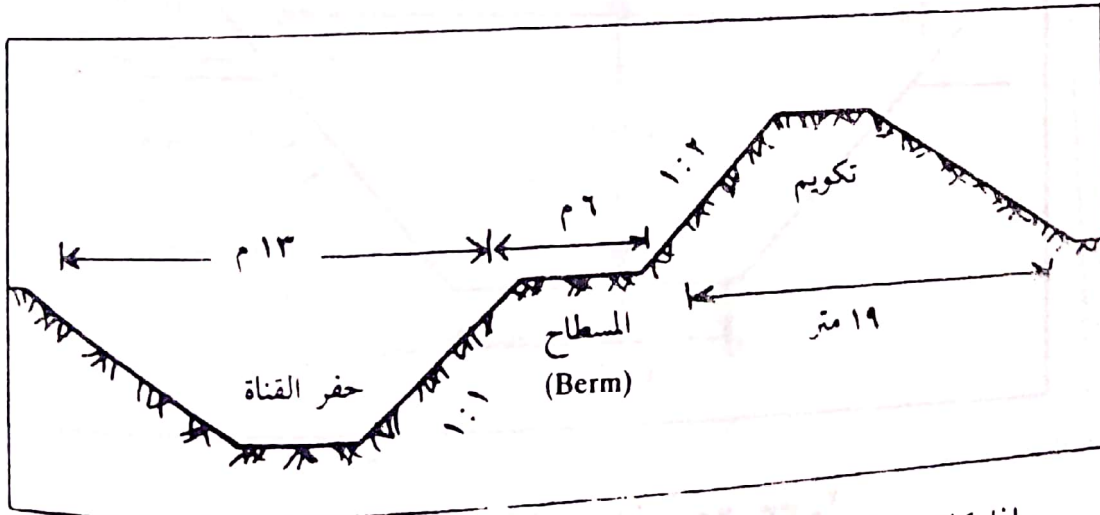
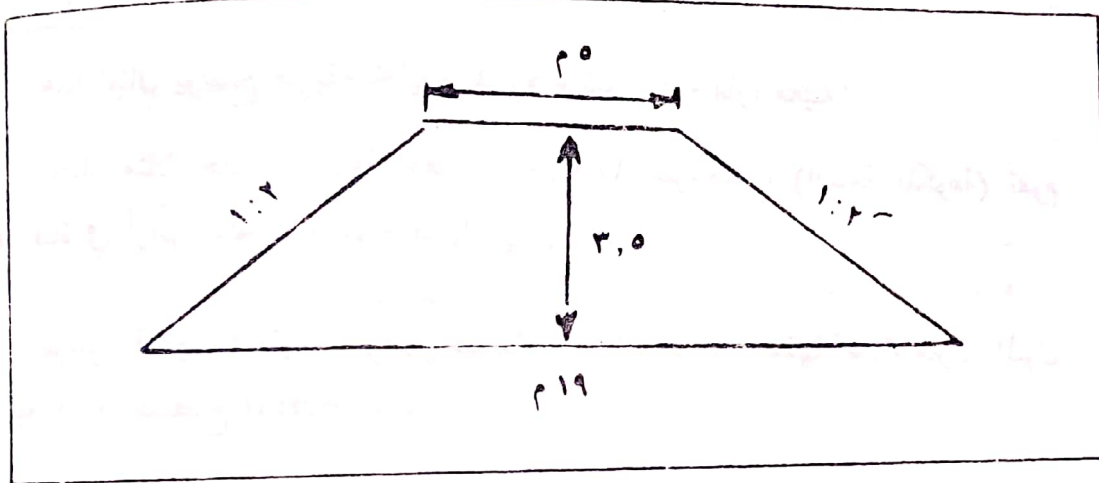
والحفارة ستطرح الحفر على المسطاح بجوار القناة نتيجة عملية الحفر ونتيجة

الانتفاخ (Swelling) ٢٥٪ فتكون مساحة المقطع بعد الحفر:

$١,٢٥ \times ٣٣,٢٥ = ٤١,٦$ م^٢.

وعلى هذا الأساس ستكون أبعاد حفر التكوين كما يلي:
ارتفاع الكومة ٣,٥ م، عرض القاعدة ١٩ م، عرض القمة ٥ م، الميول
الجانبية ١:٢.

فيكون العرض الكلي كما يلي:
عرض القناة = ١٣ م.
عرض المسطح = ٦ م.
عرض طرح الحفر = $\frac{19}{38}$ متر.



وإذا كان طول ذراع الحفارة ٢١ م فإن هذا كافياً لعملية الحفر وعملية طرح
الحفر وكافياً أيضاً للوصول إلى عمق الحفر بأكمله وهذا يناسبه زاوية ميل الذراع وإذا
كانت مدة المشروع تنتهي في حدود سنة واحدة، فيجب الأخذ في الاعتبار الحالات

الجوية والعطلات الرسمية وأي وقت مفقود آخر لأن ذلك يقلل من وقت العملية الإنتاجية. عدد الأسابيع الكاملة ٤٤ أسبوعاً (٥٧ يوماً إجازات) وفي كل أسبوع ٤٠ ساعة، فيكون مجموع الساعات = $44 \times 40 = 1760$ ساعة عمل.

$$\text{وتكون الإنتاجية المطلوبة} = \frac{180000}{1760} = 102,2 \text{ م}^3 / \text{الساعة}$$

فعند زاوية تارجح للذراع مقدارها ٦٥٠ يكون معامل الإدارة ٠,٨١ تقريباً ذلك من الجدول رقم (٩-٤) والخاص بمعامل حالات العمل والإدارة.

وعليه فالإنتاجية المطلوبة تقسم على معامل (الإدارة- العمل) فيكون الناتج =

$$\frac{102,2}{0,81} = 126,15 \text{ م}^3 / \text{الساعة}$$

يفترض أن معامل (العمق- التارجح) ٠,٨٠.

$$\text{فإن الإنتاجية المثلى المطلوبة} = \frac{126,15}{0,80} = 157,7 \text{ مترمكعب / الساعة}$$

وبين الجدول رقم (٩-٢) (الإنتاجية المثلى) عند حجم مجرفة ١,٢ م^٣ وعند حالة أعمال متوسطة (Medium duty) فيكون الوزن الكلي يساوي وزن المجرفة + وزن الحمل.

$$\text{وزن الحمل} = 1,5 \text{ م}^3 \times 1282 \text{ كج} / \text{م}^3 = 1923 \text{ كج.}$$

$$\text{وزن المجرفة} = 1800 \text{ كج.}$$

$$\text{المجموع الكلي للوزن} = 1800 + 1923 = 3723 \text{ كج.}$$

ومن الجدول رقم (٩-١) أن حمل الأمان الأقصى (عند ذراع ٢١ م) وزاوية ذراع ٣٠° هو ٣٨٠٠ كج.

ومن هذا يمكن اختيار هذه الحالة وهي في حدود الأمان.

وعموماً تنقسم الحفارات إلى نوعين أساسيين: حفارات سلكية وحفارات هيدروليكية.

(أ) بالنسبة للحفارات السلكية: (Dragline)، فإنها تقوم برفع وخفض المجرفة عن طريق أسلاك (Cables) شكل رقم (٩-١)، ورقم (٩-٢)، وحتى عملية

الحفر نفسها يمكن التحكم فيها عن طريق هذه الأسلاك وتتم هذه الأسلاك على
محركات حديدية (بكرات) لتسهيل الحركة وبداية هذه الأسلاك عند الحفارة نفسها، وتتم
بمعال فروع الآلة لتصل إلى المحرقة فتعطيها، أو تسمى هذه الأسلاك بمكننا التحكم في
مسافة رفع المحرقة وعمق المحرقة. وتوجد عند السائق رافعة تدفع للأمام فيدور دولاب
عليه الأسلاك في اتجاه عقرب الساعة، فيؤدي ذلك إلى إطالة الأسلاك وبالتالي
تنخفض المحرقة أما إذا سحب الرافعة للخلف فإن الدولاب يدور عكس اتجاه عقرب
الساعة وبالتالي يمتد السلك فتم رفع المحرقة.

كما أن هناك أسلاك أخرى لإزالة المحرقة وسحبها عند إجراء عملية القطع
ويأخذ الدولاب الموجود عند السائق حركته من المحرك أو من عمود الإدارة نفسه.

(ب) أما في الحفارات الهيدروليكية، الأشكال من رقم (٩-٥) إلى
(٩-١٠)، فيمكن التحكم في عملية رفع المحرقة وخفضها وعملية القطع عن طريق
الاسطوانات الهيدروليكية، حيث إمالة المحرقة لها جهاز هيدروليكي خاص بها والجهاز
الهيدروليكي يتكون من مضخة الزيت وأنبوب لتوصيل الزيت إلى المحرقة ويجب أن
تكون قوية بحيث تتحمل الضغط العالي وتكون الاسطوانات الهيدروليكية من النوع
المزدوج الفعل (Double acting) ويؤود الجهاز الهيدروليكي بروافع يستطيع السائق
التحكم فيها.

مميزات الحفارات السلكية:

يمكن رفع المحرقة وخفضها بسرعة أكبر، يمكن العمل في مجال أطول حيث
يمكن مد الأسلاك بأطوال مختلفة، يمكن استخدام محارف كبيرة الحجم.

عيوب الحفارات السلكية:

- (أ) تحتاج عمود أكبر في عملية رفع المحرقة بعد عملية القطع.
- (ب) تحتاج لصيانة كبيرة حيث عمليتي التشحيم والتزييت مستمرة وبخاصة عند
البكرات.
- (ج) استبدال الدولاب الصغيرة والتي تملأ عليها الأسلاك كلما زاد تأكلها حتى
لا تزيد من القدرة المنزولة.

(د) تحتاج لمهارة عالية من السائق حيث لا بد وأن تنزل المجرفة عند الجزء المراد قطعه بالضبط .

(هـ) عند بدء التشغيل يجب أن لا تُطَوَّل الأسلاك خوفاً من تعقيدها .

الحفارات الهيدروليكية :

□ مميزاتها :

(أ) لا توجد أجزاء كثيرة معرضة للتلف .

(ب) لها قدرة أكبر عند إجراء عملية الحفر .

(ج) التحكم الأكبر في عملية القطع .

□ وعيوبها :

(أ) تسرب الزيوت من أنابيب الجهاز الهيدروليكي .

(ب) ضغط المضخة أحياناً يكون أقل من اللازم إذا مالت الآلة على أحد جوانبها فإن خزان الزيت يميل تبعاً لذلك فيقل ضغط مضخة الزيت .

(ج) تغير الزيت والصمامات بصفة مستمرة .

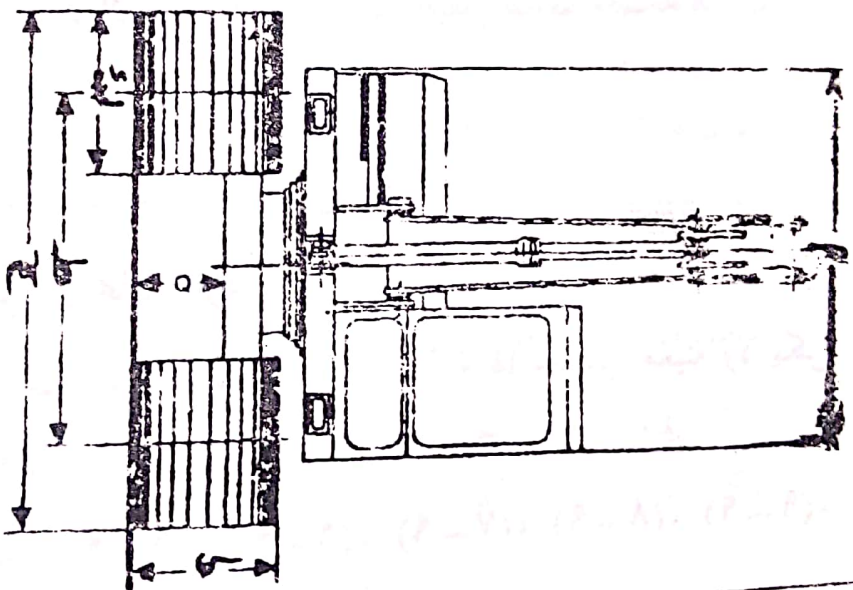
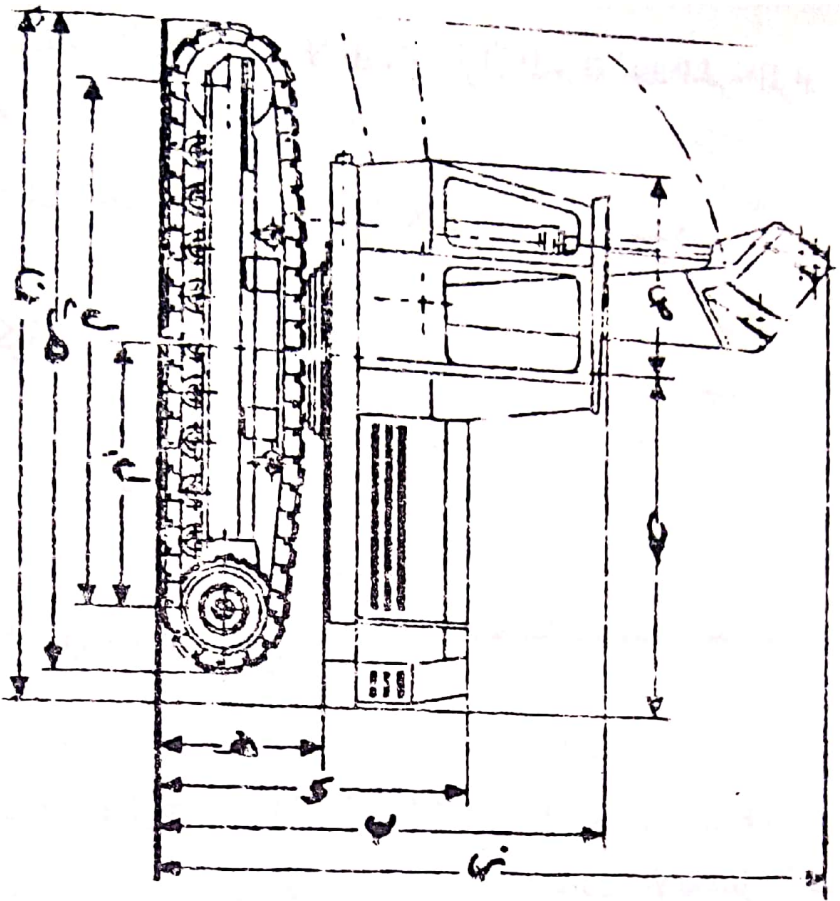
(د) في الجو البارد تكون عملية التشغيل أبطأ .

(هـ) لا يمكن العمل في مجال دائري كبير .

(و) المجارف المستعملة مع الحفارات الهيدروليكية لها مقاييس معينة ولا يمكن اختيار أكبر منها .

وفي الأشكال التالية : (٩-٥) ، (٩-٦) ، (٩-٧) ، (٩-٨) ، (٩-٩) ،

(٩-١٠) بعض مواصفات الحفارات الهيدروليكية .



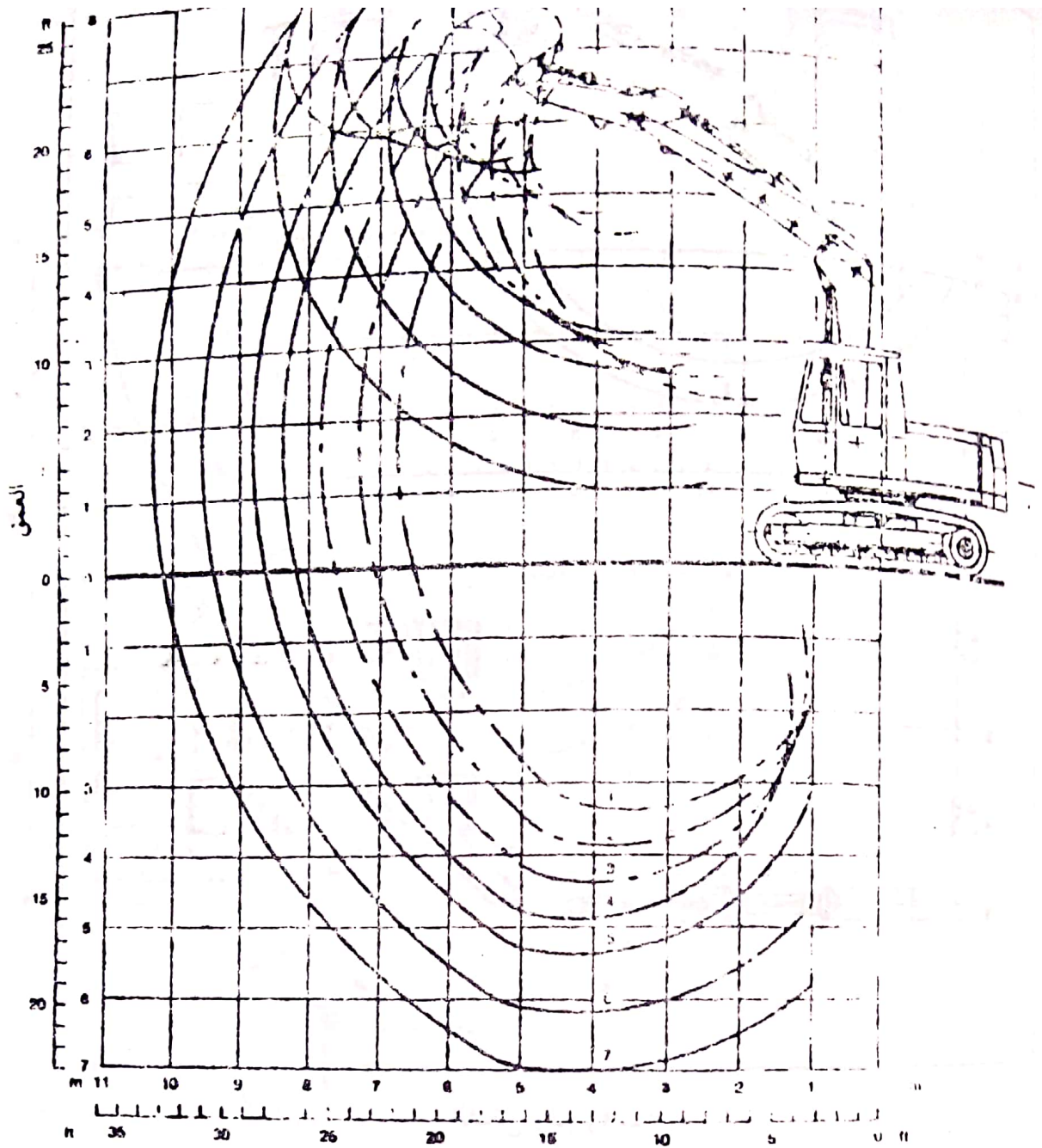
شكل رقم (٩-٥)

مواصفات آلات الطير (المضخات) الميروبيكية

- سرعة تاريجع الذراع ١١,٧ لفة في الدقيقة
- سرعة تقدم الآلة ٢,٧ كم / ساعة

- تنراوح قدراتها ١٠٥ - ١٢٠ حصان
- استهلاكها للوقود ١٠ - ١٥ لتر / ساعة

- (أ) عرض الآلة.
- (ب) ارتفاع الآلة عن الأرض.
- (ج) نصف قطر التاريجع.
- (د) ارتفاع الكائنة.
- (هـ) ارتفاع المسرقة.
- (ل) نصف الطول من مركز المجلات الحلقية إلى محور الآلة.
- (م) المسافة بين عمودي المجلتين.
- (ن) طول المسرقة.
- (و) الطول الكلي للآلة بالإضافة إلى طول ذراع الرفع.
- (ز) الارتفاع الكلي للآلة مضافاً إليها ارتفاع الذراع.
- (ح) العرض الكلي للآلة.
- (ط) تعرض ما بين عمودي المجلتين.
- (ك) عرض المسرقة.
- (س) ارتفاع المسرقة.
- (ص) عرض الكائنة من محور الآلة.



المجرة ذات عدد
٢ من الأصابع



العرض

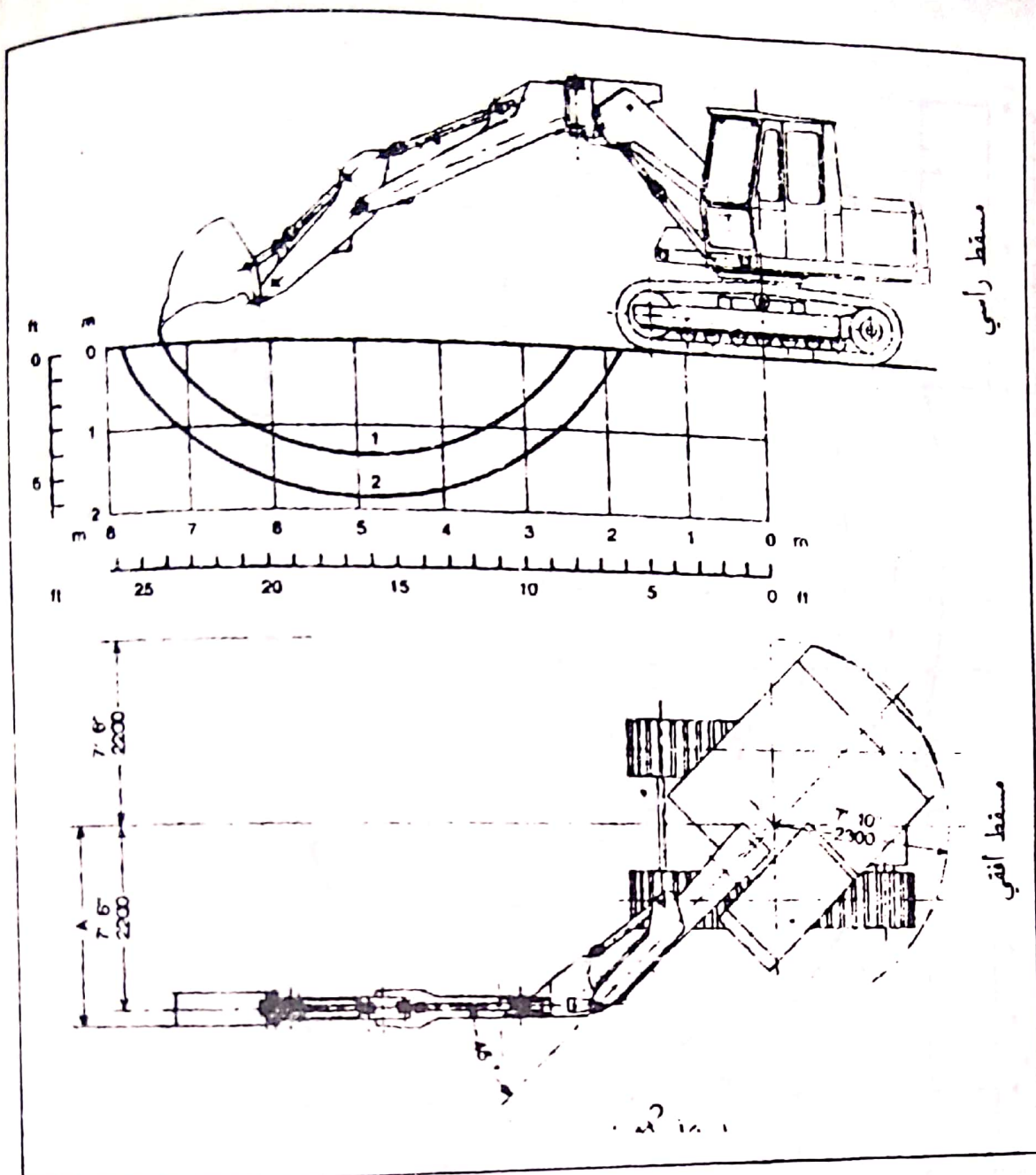


عمق ذات عدد ٧
من الأصابع

شكل رقم (٩-٦)

الشكل مقاسات لحفارات مختلفة الأحجام (٧ أنواع)

يوضح مدى وصول ذراع الآلة لحفر العمق والعرض الموضح فيصل العرض إلى حوالي ١٠ م بينما عمق الحفر يصل إلى ٧ أمتار ويمكن أن يرفع التراب ويتأرجح الذراع لوضعه عند أي جانب وتتراوح أوزان المجرفة بين ٣٥٠ - ٥٠٠ كج، كما أن الشكل يوضح شكلين للمجرة فقد تكون لها أسنان صغيرة تصلح للحفر العادي أو التربة المفككة أو لها إصبعين وتستخدم في الأراضي الحجرية.

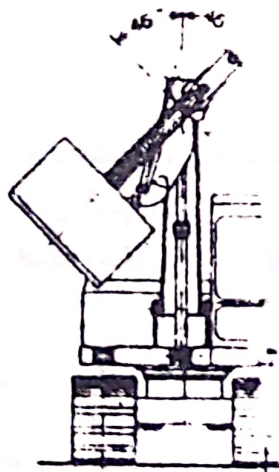
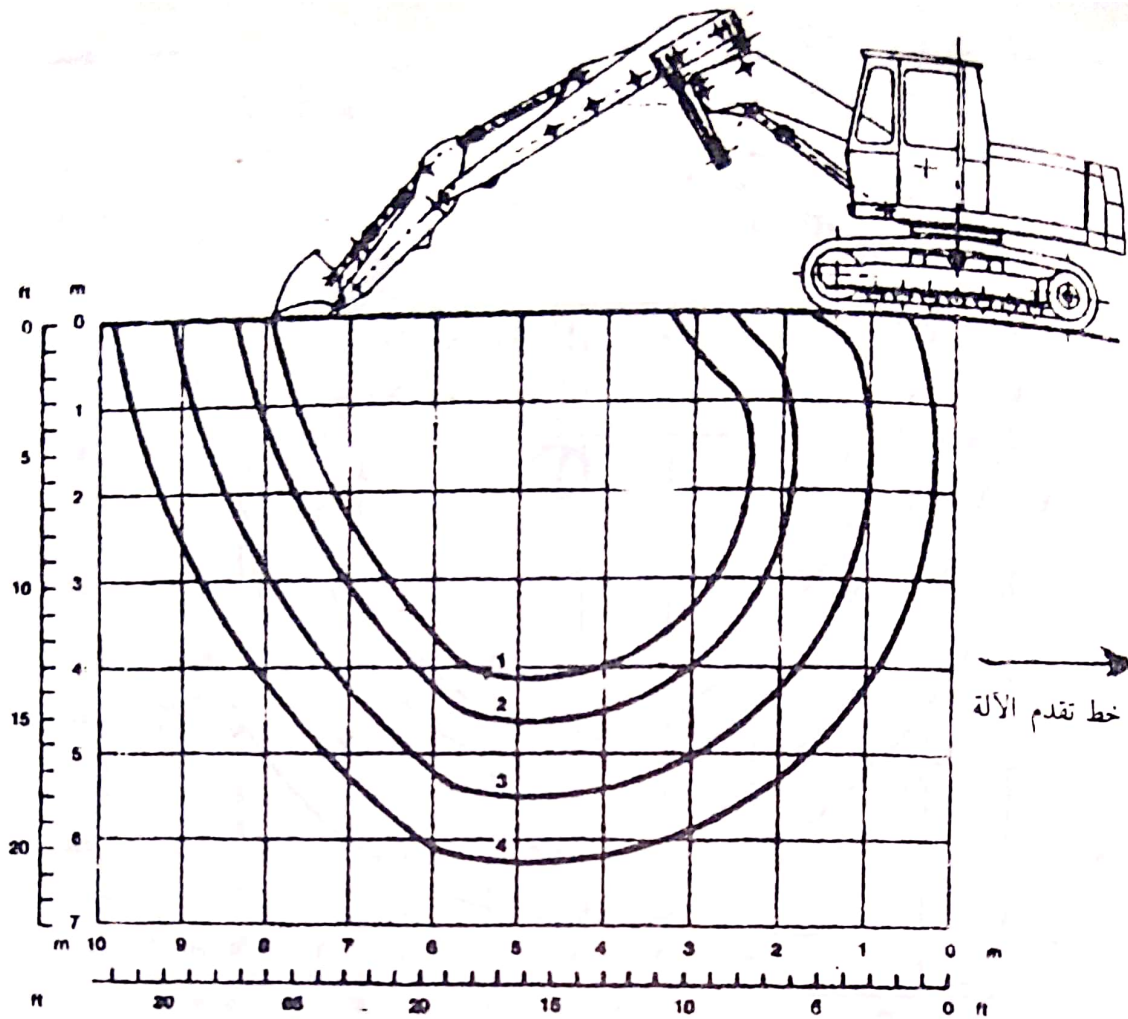


الشكل رقم (٩-٧)

يوضح الحفارة الهيدروليكية (عند عمل مجرى طولي)

١ - المسقط الرأسي يوضح كيفية إجراء الحفر على هيئة منحنى وذلك عند حفر الخنادق ويمكن بعد ذلك تعميقه حسب المطلوب.

٢ - المسقط الأفقي يبين زوايا تارجح الآلة أو دورانها حول محورها الرأسي وكذلك تارجح الذراع نفسه حيث يمكن أن يتارجح بزاوية ٤٥° مع محور الآلة.

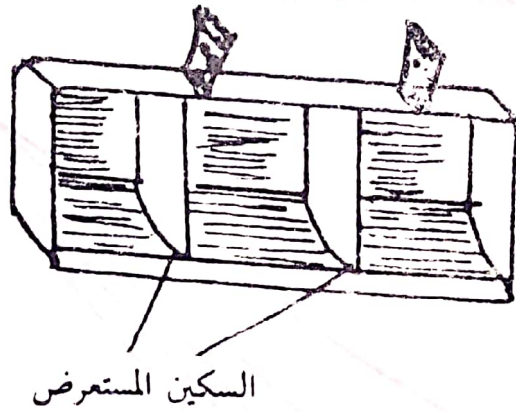
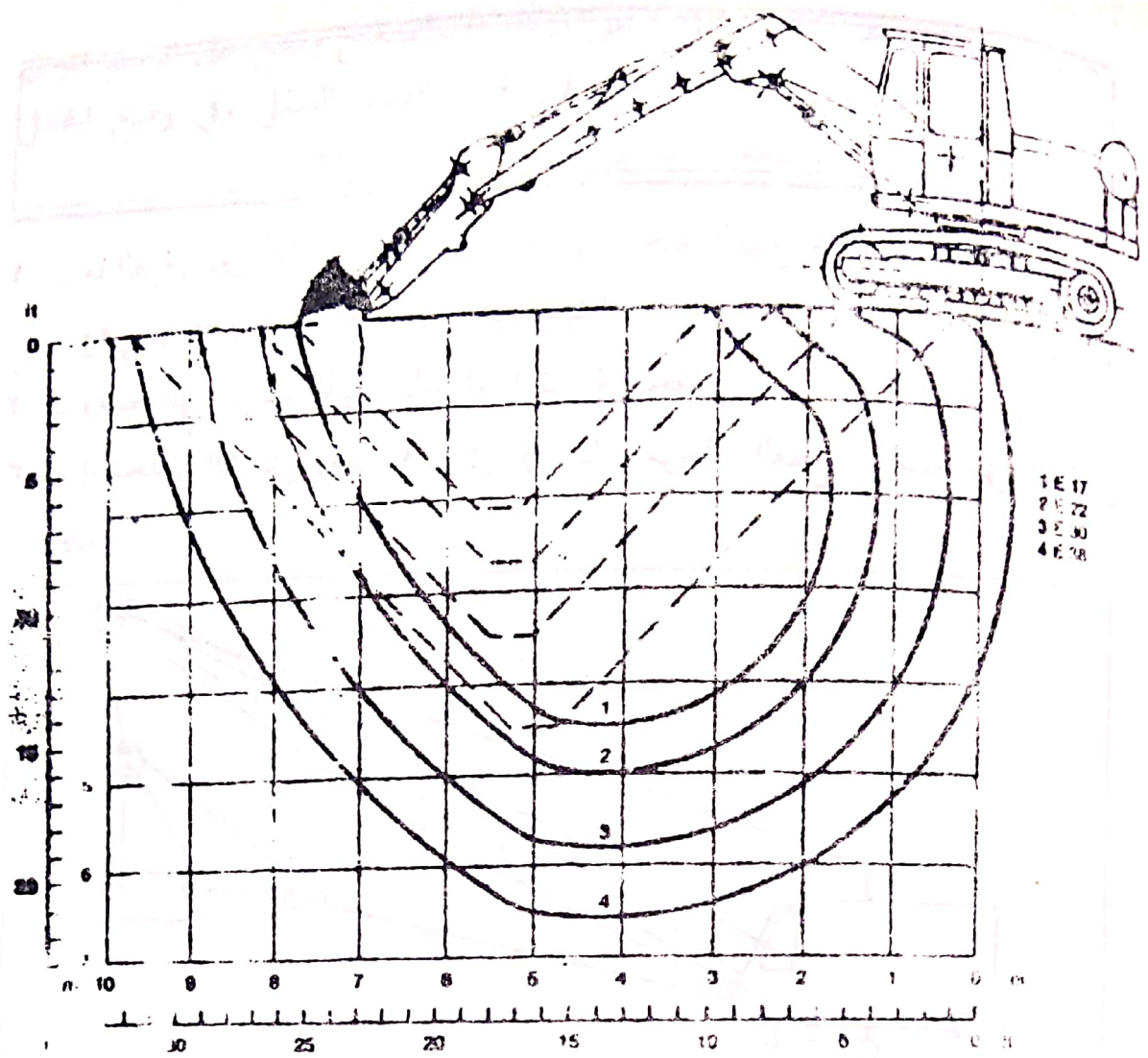


مقطع جانبي

شكل رقم (٩-٨)

يوضح عمل الحفارة الهيدروليكية عند زيادة عمق الحفر

- ١ - في المخطط الرأسي يوضح منحنى تحرك المجرفة.
 - ٢ - المخطط الجانبي يوضح تارجع ذراع الآلة حول المحور الرأسي.
- وانتجاه السهم يبين تقوم الآلة.

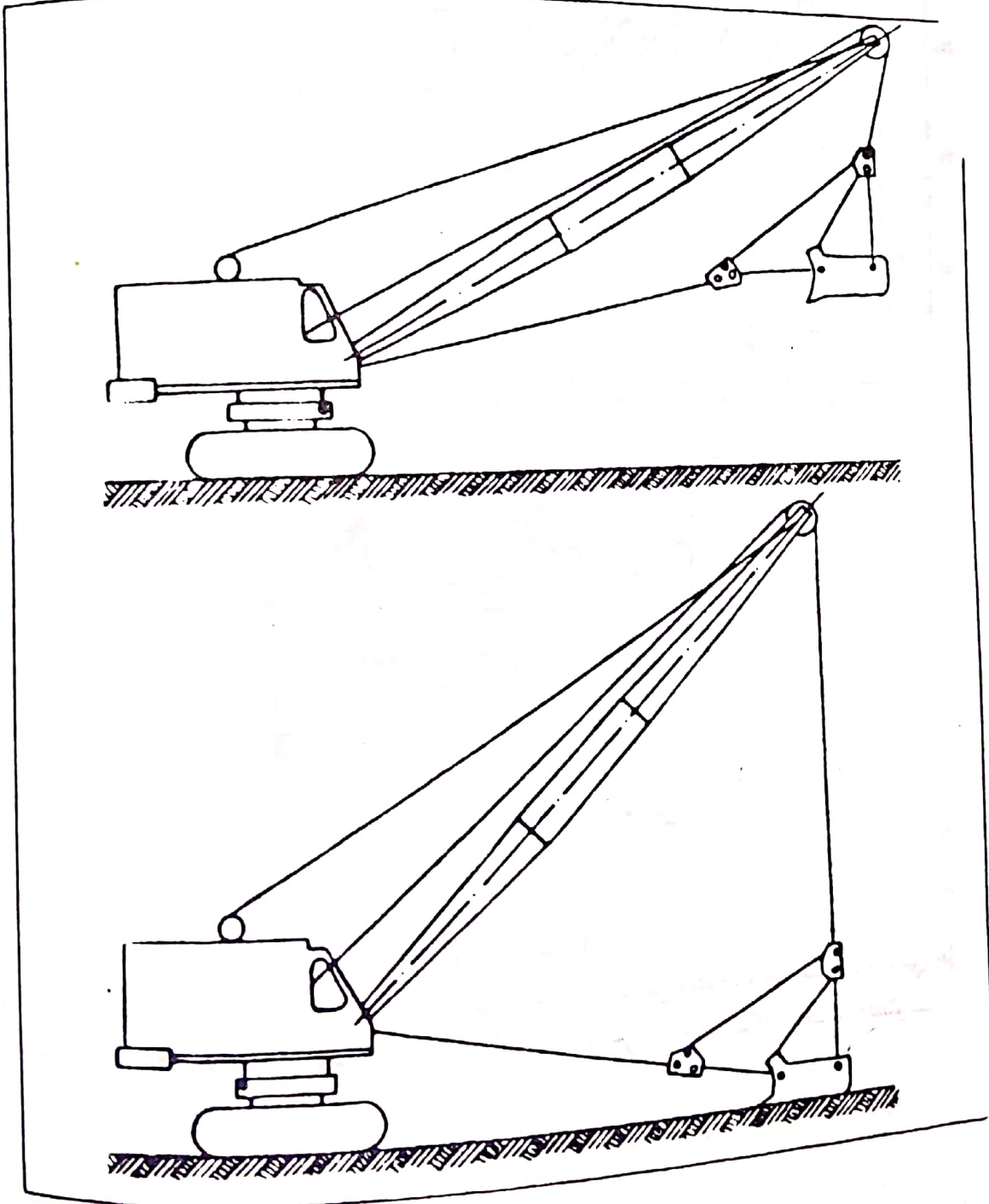


شكل رقم (٩ - ١٠)

حفارة هيدروليكية لها تجربة من النوع المستطيل والسكين المستعرض وتقوم بنفخ خندق (عمودي على المنحرفة) كما هو موضح بالخطوط المنقطة وشكل شبه منحرف) وهو شكل الخندق المطلوب

تمارين

- ١ - ما الفرق بين آلات الحفر المختلفة من ناحية العمل والقدرة المطلوبة التقريبية وهي (الحفارات، الجرافات، العازقات).
- ٢ - وضع على الرسم المبين الأجزاء الرئيسية للحفارة.
- ٣ - استخدم الشكل رقم (٩-٣) في بيان مرحلة القطع المناسبة على الشكلين فنيين.



٤ - من معلوماتك عن القوى المؤثرة على الات الاستصلاح وضع على الرسم المرفق القوى التي تؤثر على حركة الحفارة في وضع القطع السفلي وفي وضع الحمل العلوي وأي من الوضعين يزيد من القوى على الحفارة؟

٥ - وضع تأثير طبيعة العمل والإدارة على إنتاجية الحفارة؟

٦ - قارن في جدول بين الحفارات السلكية والهيدروليكية مبيناً المزايا والعيوب لكل منها.

نربية

كلين

ثانياً الجرافات : (POWER SHOVELS)

تستعمل الجرافات لحفر الأرض وتحميل هذه الكميات في لوريات لنقلها أو مقطورات والتي تجرها الساحنات أو تضعها على السيور الناقلة .
وتقوم هذه الجرافات بحفر جميع أنواع الأراضى ما عدا الصخرية منها ، ولا يوجد فقد أتربة عند إجراء عملية الحفر بواسطة هذه الجرافات .

والجرافات نوعان : (أ) ذات مسرقة ، (ب) ذات إطارات مطاطية فالجرافات ذات المسرقة سرعاتها بطيئة وضغطها على التربة قليل ، ولذلك يمكن أن تعمل على الأرض الرخوة بسهولة .

أما الجرافات ذات الإطارات المطاطية فسرعاتها أسرع من الأولى وضغطها على التربة أكبر وتستعمل في الأعمال البسيطة حيث تقوم عملية النقل أيضاً بالإضافة إلى عملية القطع مع مراعاة أن تكون التربة المكونة لطريق السير ثابتة .

حجم الجرافات :

حجم الجرافات يقاس بحجم المغرفة (Dipper) وذلك بالمتر المكعب - حجم المغرفة عند غرفها للأرض تكون حسب السعة المستوية (Struck Capacity) وذلك حتى مستوى سطح المغرفة العلوي . وعند القطع فإن المغرفة تمتلئ إلى درجة فصى تصل إلى حد السعة المكومة (Heaped Capacity) ولكنها تفقد أثناء عملية الرفع إلى أن تصل إلى السعة المستوية .

وبسبب انتفاخ التربة (Swelling) فإن حجم ما تحمله المغرفة من التربة أقل من حجم المغرفة نفسه ، ولذلك يجب أن يعوض هذه الحجم بتكوين تربة زيادة على المغرفة نفسها بقدر هذا النقص والذي سببه انتفاخ التربة .

فمثلاً إذا كانت مغرفة حجمها ١,٥ م^٣ تحضر في تربة لها نسبة انتفاخ ٢٥٪
 فإننا نستطيع أن نملأ المغرفة إلى سعتها المستوية فقط ويكون حجم التربة الفعلي:

$$1,2 = \frac{1,5}{1,25}$$

ولذلك يجب أن يعوض بحجم آخر ليصل إلى ١,٥ م^٣ تربة حجم فعلي.
 وأحجام الجرافات المناسبة (تقاس حسب حجم المغرفة) تكون:

٠,٢٨ ، ٠,٥٧ ، ٠,٧٦ ، ٠,٩٥ ، ١,١٤ ، ١,٣٣ ، ١,٥٢ م^٣.

الأجزاء الرئيسية للجرافات وطريقة عملها:

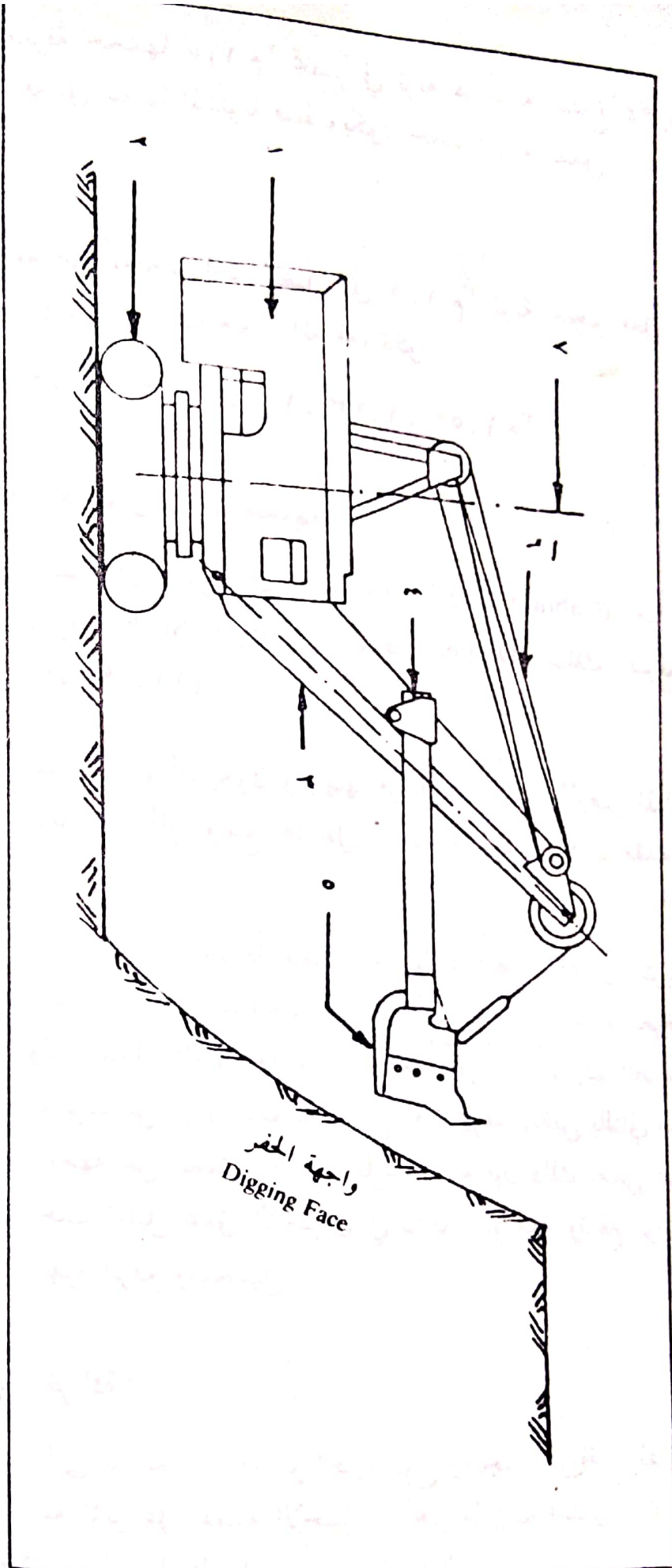
الأجزاء الرئيسية تنحصر في المرفقة (Mounting)، الكابينة (Cabine)، ذراع
 الآلة (Boom)، عصا المغرفة (Dipper Stick)، المغرفة (Dipper) سلك الرفع
 (Hoist)، كما في الشكل رقم (٩ - ١١).

والوضع الصحيح للجرافة هو أن يكون واجهتها قريبة من سطح الأرض المراد
 حفرها وبحيث تكون المغرفة عند أقل وضع لها على أرضية الحفرة، وتكون مقدمة
 المغرفة للأمام.

تسقى المغرفة يجب أن يكون صحيحاً تماماً، مع الأخذ بنظر الاعتبار التربة
 وحجم المغرفة، فيجب أن تملأ المغرفة للحد العلوي وذلك بأن تبدأ عملية ملء المغرفة
 عن أسفل أرضية الحفرة وتملأ تماماً أثناء رفعها عند واجهة الحفرة وإن لم يتم الضبط
 الدقيق لوضع المغرفة، فإنها تزيد من الجهد لعملية القطع وقوة الرفع وتقلل بالتالي من
 الإنتاجية وإذا زاد عمق الواجهة عن العمق المطلوب لملء المغرفة فإن ذلك يعمل على
 زيادة قدرة الرفع ولذلك يجب تقليل عمق الاختراق في داخل الواجهة وترفع نواتج
 الحفرة وتنقل بعد ذلك بأجهزة الرفع والتحميل.

اختيار نوع وحجم الجرافة:

من أهم المشكلات التي تواجه الجرافة هو اختيار نوع وحجم الجرافة، ولذلك
 فيوجد عوامل كثيرة متداخلة تؤثر على عملية الاختيار. وأهم ما يجب اعتباره لاختيار
 نوع الجرافة هو مدى إمكانية إنجاز العمل.



شكل رقم (٩ - ١١)

الاجزاء الرئيسية للجرافات

٤ - عمود المرفق (Dipper Stick)

٢ - المسار (Crawler)

١ - الكابينة (Cabin)

٣ - الذراع (Boom)

واجهة الحفر
Digging Face

فالأعمال الصغيرة ذات المسافات الطويلة يمكن أن تعمل فيها جرافات ذات عجلات مطاطية وذلك لملاءمتها لهذه الحالة، وفي الأعمال الكبيرة والتي تحتاج عملية النقل فيها إلى مسافات قليلة فيستخدم جرافات ذات مسرقة والتي تكون مرغوبة أكثر من حيث أن كلفتها في العمل تكون أقل من الجرافات ذات العجلات. ولاختيار حجم الجرافة، يوجد عاملين أساسيين:

تكاليف المتر المكعب لمادة الحفر وطبيعة العمل لتشغيل الجرافة.

ولحساب تكاليف المتر المكعب يوجد عدة عوامل، أهمها:

- ١ - حجم العمل، فالعمل الكبير يحتاج إلى تكاليف أعلى وجرافة كبيرة.
 - ٢ - تكاليف النقل للجرافة الكبيرة تكون أكبر من الجرافة الصغيرة.
 - ٣ - معدل الاستهلاك للجرافات الكبيرة أعلى من معدل الاستهلاك للجرافات الصغيرة.
 - ٤ - تكاليف الوقت الضائع في الإصلاحات أكبر في الجرافات الكبيرة عن الجرافات الصغيرة.
 - ٥ - عندما يتم نسف الصخور بواسطة اللغم، فإن التفتت إلى صخور كبيرة نوعاً فإذا استعمل الجرافات الكبيرة فإن تكلفة المتر المكعب أقل، وذلك لأن الجرافات الكبيرة يمكن أن تحمل صخوراً كبيرة لا تستطيع الجرافات الصغيرة حملها، وهذا يوفر في تكاليف زراعة ونسف الصخور وتفتيتها.
 - ٦ - عموماً، فإن تكاليف المتر المكعب أقل إذا استعملت الجرافة الكبيرة.
- وعند اختيار حجم الجرافة المناسب يجب الأخذ بنظر الاعتبار طبيعة العمل، ويتم الاختيار بالطريقة الآتية:
- ١ - مقدار الرفع لأعلى لنقل التربة من قاع الخندق إلى أن يضعها في اللوريات الجائئة عند مستوى سطح الأرض.
 - ٢ - إذا كان المطلوب هو نسف الصخور فإنها تحتاج إلى مغرفة كبيرة الحجم وذلك لكبر حجم الصخور حتى لا تضطر إلى تفتيتها إلى قطع أصغر تؤدي لزيادة التكاليف.

٣ - إذا كانت المادة التي ستحفر قوية ومتينة فإنه يلزم استعمال مغرفة الجرافة الكبيرة والتي تتحمل الضغط القوي عند الحفر.

٤ - تشتغل المغارف الكبيرة في المشاريع التي تتطلب وقتاً زمنياً قصيراً

٥ - حجم التكوين أيضاً يتدخل عند اختبار حجم الجرافات فإذا كان المطلوب تكويم أحجام كبيرة من التراب، فلا بد من استعمال جرافات كبيرة الحجم وإذا كان حجم التكوين المطلوب صغيراً فليس هناك داعياً لاستعمال جرافات كبيرة.

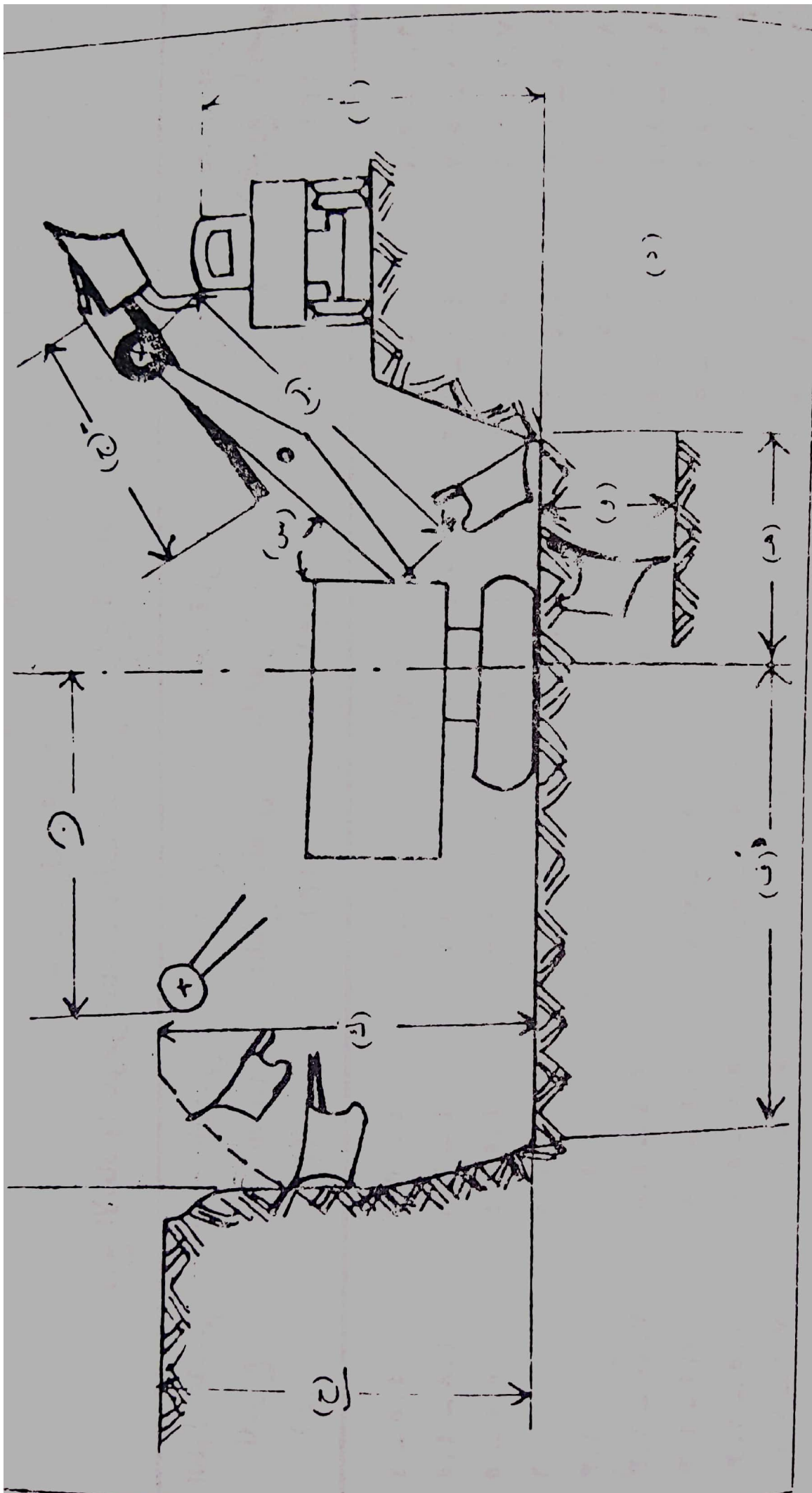
أبعاد الجرافات والخلوص الخاص بها:

لا بد من معرفة أبعاد الجرافة والتي على أساسها يحدد حجمها وهذه الأبعاد تشمل طول الذراع وطول عصا المغرفة وكذلك الارتفاع الأقصى للقطيع ونصف قطر الحفر ونصف قطر التفريغ والارتفاع اللازم للتفريغ.

والشكل رقم (٩-١٢) يوضح الخلوص المطلوب لإمكانية تحريك الجرافة بسهولة عند الحفر.

كما يوضح الجدول رقم (٩-٦) الأبعاد والخلوص الخاص بالجرافة وهذا الخلوص خاص بزاوية ميل الذراع ٤٥°. وعند تغير درجة ميل الذراع عن ٤٥° فإن الخلوص قد يزيد عن ذلك أو يقل عن القيم المعطاة في الجدول رقم (٩-٦).

ومن مواصفات أهل الخبرة في المصانع يعتبر نصف قطر التآرجح والارتفاع الأقصى للجرافة من أهم عوامل زيادة كفاءة عملية التفريغ في اللوريات.



شكل رقم (٩-١٢)
يوضح الأبعاد والمسافات اللازمة لتحرك الجرافة بسهولة

جدول رقم (٩-٦)
يوضح الأبعاد والخلوص المناسب وذلك عند ميل الذراع للجرافة بمقدار ٤٥

حجم المفرقة (م ^٣)	الطول القياسي للذراع (م)	الطول القياسي لـ (Handle) (م)	ارتفاع القطع الأقصى (م)	نصف قطر الحفر الأقصى (م)	ارتفاع التفريغ الأقصى (م)	نصف قطر التفريغ الأقصى (م)
٠,٣	٤,٥ - ٤	٤ - ٣,٣	٥,٧ - ٥	٦,٦	٤,٥ - ٤	٦,٠ - ٥,٤
٠,٤	٤,٨ - ٤,٥	٤ - ٣,٦	٧,٢ - ٥,٧	٧,٢ - ٦,٣	٤,٨ - ٤,٢	٦,١ - ٥,٧
٠,٦	٥,٥ - ٥	٤,٥ - ٤	٨,١ - ٦,٣	٨,٤ - ٧,٥	٥,١ - ٤,٥	٧,٢ - ٦,٦
٠,٨	٦	٤,٨	٨,١ - ٦,٣	٩,٦ - ٩,٣	٥,٤ - ٤,٥	٧,٥ - ٦,٩
١,٠٠	٦,٣	٤,٨	٨,١ - ٦,٣	٩,٦ - ٩,٣	٥,٧ - ٤,٨	٨,١ - ٧,٢
١,٢	٧,٠٠ - ٦,٣	٥,٤ - ٤,٨	٨,٧ - ٧,٢	١٠,٠٠ - ٩,٦	٦,٠ - ٥,٤	٩,٠ - ٨,٤
١,٤	٧,٢ - ٦,٦	٥,٤ - ٤,٨	٩,٠ - ٧,٨	١٠,٠٠ - ٩,٦	٦,٠ - ٥,٤	٩,٠ - ٨,٤
١,٦	٧,٥ - ٦,٦	٥,٧ - ٥,٠	٩,٠ - ٧,٨	١٠,٨ - ١٠,٠٠	٦,٠ - ٥,٧	١٠,٠٠ - ٩,٠
١,٨	٧,٨ - ٧,٥	٥,٧ - ٥,٤	١٠,٥ - ٨,٤	١١,٤ - ١٠,٥	٦,٤ - ٥,٧	١٠,٢ - ٩,٦

الأمثل للقطع

الأمثل للقطع هو العمل الذي يكون عنده أكبر إنتاجية وسحب عملاً
بمعدلها الكامله وذلك بدون تروحم

بمعنى الأمثل حسب نوعية التربة وحجم المغرفة فالتربة الثقيلة عند
عملها تحتاج إلى عمق أكبر وبالتالي فيقل العشق المطلوب للحفر وأيضاً عند
عملها في أرض ثقيلة نوعاً ما، فيجب عند ملئها على عمق معين مراعاة نسبة
التراب وذلك عندما يجري الحفر عند عمق معين في الترب الثقيلة فيجب
تسليط مغرفة ذات سعة كبيرة تناسب كمية الحفر لأنه عندما تحفر على عمق كبير
المغرفة المستعملة صغيرة فإنها قد تمتلئ مع بداية الحفر وهذا يزيد بالطبع من القدرة
المبدولة ولن يزيد ذلك من ملء المغرفة أثناء رفعها شيئاً لأنها ملئت في بدايتها ويعتبر
هذا مجهوداً ضائعاً

وبالنسبة لقيم العمق الأمثل للحفر فهذا يختلف كما أسلفنا حسب طبيعة التربة
وحجم المغرفة وهذه القيم معطاة في الجدول رقم (٩ - ٧).

إنتاجية الجرافة

تأثر إنتاجية الجرافة بعوامل متعددة يمكن احتوائها في الآتي:

- ١ - نوعية التربة
- ٢ - عمق القطع
- ٣ - زاوية التآرجح
- ٤ - طبيعة العمل
- ٥ - حالة الإدارة
- ٦ - حجم وحدات التكوين
- ٧ - مهارة القائم بالتشغيل
- ٨ - عوامل الجرافة الطبيعية

تقدر إنتاجية الجرافة بالمتر المكعب في الساعة، على أساس السعة المكونة
(Bank-Measure Volume)، وتقدر سعة المجرفة على أساس السعة المستوية (Struck
Capacity) ويلاحظ أنه في بعض أنواع التربة أن المغرفة تأخذ أكثر من سعتها المستوية

فتأخذ حجماً أكبر يصل إلى السعة المكومة (Heaping Volume). وهذه السعة المكومة للمغرفة يمكن حسابها كعامل يساوي الحجم المفكك مقسوماً على (١ + انتفاخ التربة). مثلاً، إذا كان حجم المغرفة ١,٤ متر مكعب وتقوم بحفر تربة انتفاخها ٢٥٪

فإذا كان مقدار الحجم المفكك ١,٧ م^٣، فإن الحجم المكون سيصبح $\frac{1,7}{1,25} =$

$= 1,36$ م^٣. فإذا كانت الجرافة تعمل ٢,٥ مرة في الدقيقة وبدون وقت ضائع والأرض متجانسة، فإن إنتاجيتها في الدقيقة $= 1,36 \times 2,5 = 3,4$ م^٣، وإنتاجيتها في الساعة $= 3,4 \times 60 = 204$ م^٣.

جدول رقم (٩-٧)

يبين الإنتاجية الأمثل للجرافة، بالتر المكعب وكذلك العمق الأمثل بالتر لفترة زمنية ٦٠ دقيقة/الساعة بالنسبة للحجم المكون

نوعية التربة	حجم المغرفة (م ^٣)
	٠,٣ ٠,٤ ٠,٦ ٠,٨ ١,٠٠ ١,٢ ١,٤ ١,٦ ١,٨
طمية رملية (Sandy clay)	١,١ (٥) ١,٤ ١,٦ ١,٨ ١,٩٥ ٢,١ ٢,٢ ٢,٣٤ ٢,٥٢
	٦٤,٦ (٥٥) ٨٧,٤ ١٢٥,٤ ١٥٥,٨ ١٩٠ ٢١٦,٦ ٢٤٣,٢ ٢٦٩,٨ ٣٠٧,٨
رمل + حصي (Sand + Gravel)	١,١ ١,٤ ١,٦ ١,٨ ١,٩٥ ٢,١ ٢,٢٤ ٢,٣٤ ٢,٥٢
	٦٠,٨ ٨٣,٦ ١١٧,٨ ١٥٢ ١٧٤,٨ ٢٠٥,٢ ٢٢٨ ٢٥٠,٨ ٢٩٦,٤
تربة متجانسة (Good Common Earth)	١,٣٥ ١,٧١ ٢,٠٤ ٢,٣٤ ٢,٥٥ ٢,٧٦ ٢,٩١ ٣,٠٦ ٣,٣٦
	٥٣,٢ ٧٢,٢ ١٠٢,٦ ١٣٣ ١٥٩,٦ ١٨٢,٤ ٢٠٥,٢ ٢٢٨ ٢٦٦
(Hard Trough Clay) تربة قوية صخور	١,٨ ٢,١ ٢,٤ ٢,٧ ٢,٩٤ ٣,٢١ ٣,٤٥ ٣,٦٦ ٤,٠٠
	٣٨ ٥٧ ٨٤ ١١٠ ١٣٧ ١٦٠ ١٨٠ ٢٠٠ ٢٣٥
(Well-Blasted Rock)	٣٠,٥ ٤٥,٦ ٧٢,٥ ٩٥ ١١٨ ١٣٧ ١٥٦ ١٧٦ ٢١٠
Wet, Sticky Clay	١,٨ ٢,١ ٢,٤ ٢,٧ ٢,٩٤ ٣,٢١ ٣,٤٥ ٣,٦٦ ٤,٠٠
(Poorly Blasted rock)	١٩ ٣٠,٥ ٥٣ ٧٢ ٩١ ١١٠ ١٢٢,٥ ١٤٠ ١٧٠
	١١,٤ ١٩ ٣٨ ٥٧ ٧٢ ٨٧ ١٠٠,٠٠ ١٢٢ ١٥٠

(*) العمق الأمثل للجرافة (م).

(**) الإنتاجية المثل للجرافة (م^٣).

وهذه تكون إنتاجية مثلى، حيث أنه من الجدول السابق أن الأرض المتجانسة تكون الإنتاجية المثلى تساوي ٢, ٢٠٥ م^٣.

١ - تأثير عمق القطع على إنتاجية الجرافة:

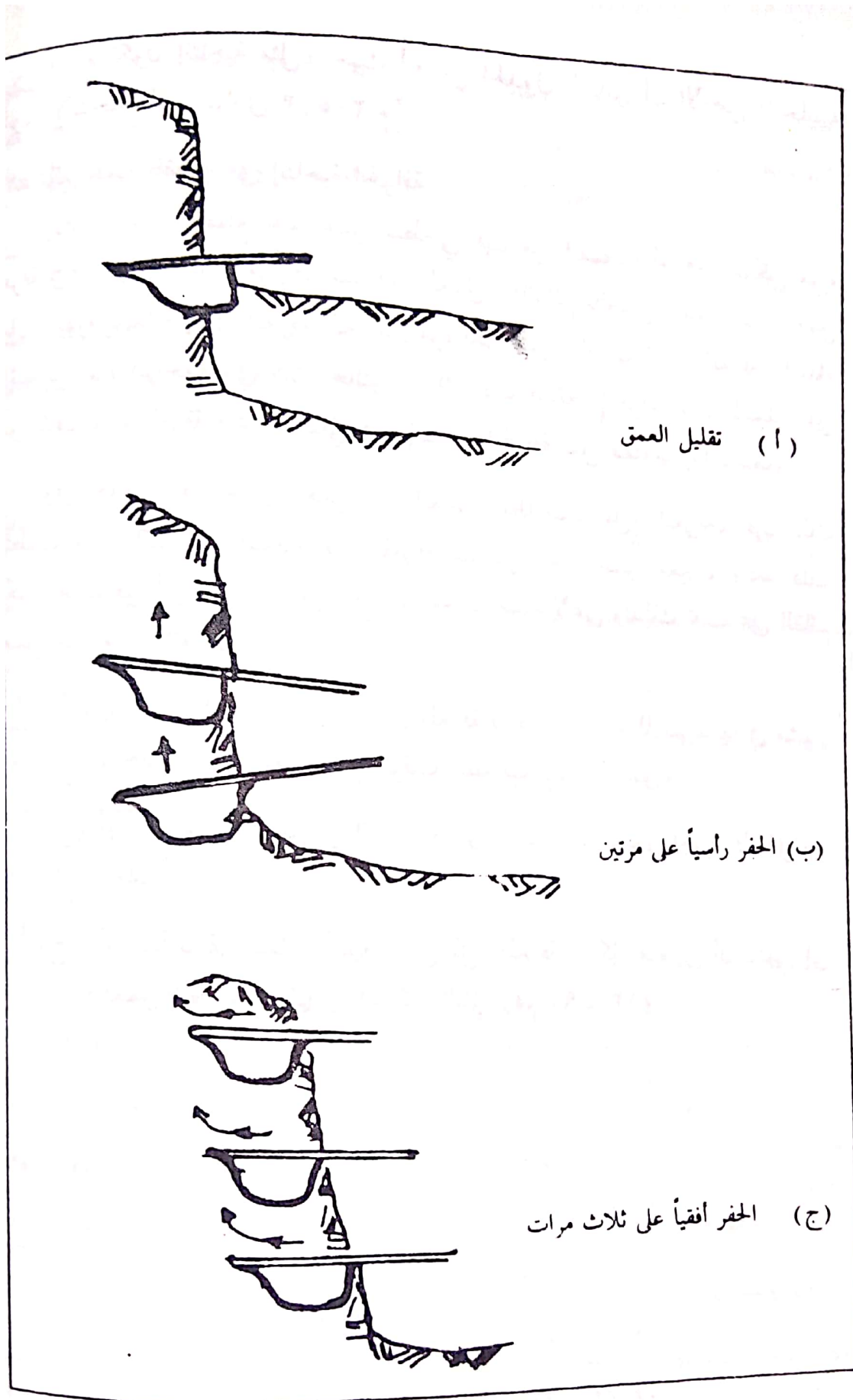
إذا تم إجراء القطع عند عمق سطحي فإن من الصعب أو غير الممكن ملء المغرفة في مرة واحدة عند إمرارها عند هذا العمق، فالقائم بالعمل عنده اختيار للعمل فإما أن يقوم بعملية إمرار المغرفة أكثر من مرة لكي تمتلئ أو أن يحمل المغرفة بما تملؤه جزئياً من المرة الواحدة وفي كلا الحالتين هناك وقت ضائع لإجراء نفس العملية على عمق كاف لملء المغرفة ذاتها وبالتالي فإن إنتاجية الجرافة تقل كفاءتها إذا لم تتعمق.

وفي حالة زيادة عمق الحفر عن العمق المطلوب، ملء المغرفة، فإن ذلك سيتطلب قدرة أكبر من المتوفرة لأن المغرفة ستمتلئ عند عمق معين، وبعد ذلك ستكون هناك قوة أكبر للتغلب على رفع المغرفة بما تحمله لأعلى ولذلك يجب على القائم بالعمل حلاً من ثلاثة حلول:

(أ) إما أن يقلل من عمق اختراق المغرفة داخل التربة والملائم لملئها في مشوار واحد كامل وهذه ستقلل الوقت المطلوب لإنجاز الدورة.

(ب) أو يبدأ عملية الحفر من الجزء العلوي وبعد ذلك يكمل الجزء الأسفل من العمق.

(ج) أو يبدأ بحفر طبقات أفقية تكفي لملء المغرفة في كل مرة إلى أن ينتهي إلى العمق المطلوب، كما في الشكل التالي رقم (٩-١٣).



شكل رقم (٩-١٣)
طرق الحفر بالجرافة من أجل تقليل القدرة المطلوبة

وعند اختيار الحل الأفضل من الحلول السابقة يراعى دائماً أن يكون الوقت المفقود أقل ما يمكن لإنجاز العمل عند العمق المطلوب، والجدول السابق يبين علاقة ما بين حجم المغرفة والعمق المناسب لكل حجم حتى يمتلئ في المرة الواحدة بدون وقت ضائع يؤثر على إنتاجية الآلة نفسها.

أما في الجدول رقم (٩ - ٨) فإنه يبين تأثير عمق القطع على إنتاجية الحفافة ويلاحظ أنه يمكن الحصول على النسبة المثوية للعمق الأمثل بقسمة العمق الفعلي على العمق الأمثل.

فمثلاً، إذا كان العمق الفعلي ٢ م، والعمق الأمثل ٣ م، فالنسبة المثوية للعمق

$$\frac{2}{3} \times 100 = \text{الأمثل}$$

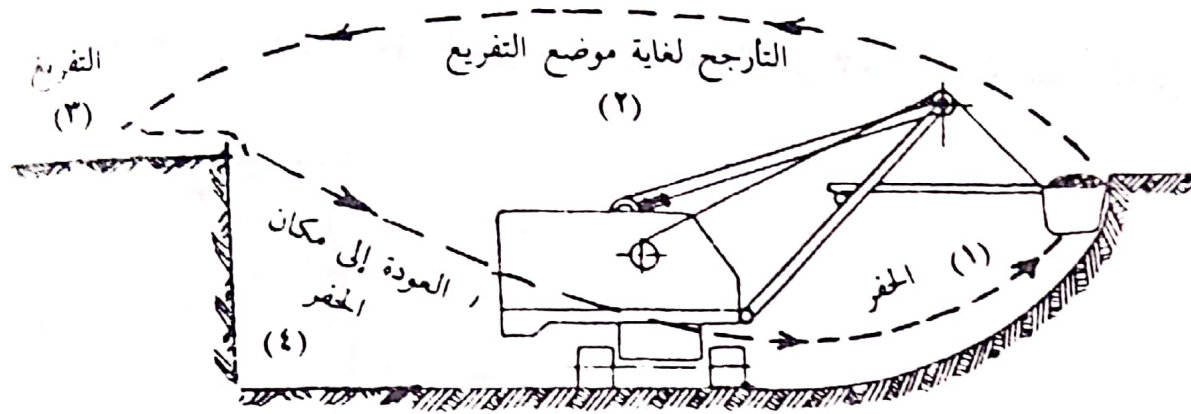
$$= 66.6\%$$

جدول رقم (٩ - ٨)

يوضح معاملات تحويل عمق القطع وزاوية التآرجح على إنتاجية الحفافة

النسبة المثوية للعمر الأمثل	زاوية التآرجح (درجات)						
	٤٥	٦٠	٧٥	٩٠	١٢٠	١٥٠	١٨٠
٤٠	٠,٩٣	٠,٨٩	٠,٨٥	٠,٨٠	٠,٧٢	٠,٦٥	٠,٥٩
٦٠	١,١٠	١,٠٣	٠,٩٦	٠,٩١	٠,٨١	٠,٧٣	٠,٦٦
٨٠	١,٢٢	١,١٢	١,٠٤	٠,٩٨	٠,٨٦	٠,٧٧	٠,٦٩
١٠٠	١,٢٦	١,١٦	١,٠٧	١,٠٠	٠,٨٨	٠,٧٩	٠,٧١
١٢٠	١,٢٠	١,١١	١,٠٣	٠,٩٧	٠,٨٦	٠,٧٧	٠,٧٠
١٤٠	١,١٢	١,٠٤	٠,٩٧	٠,٩١	٠,٨١	٠,٧٣	٠,٦٦
١٦٠	١,٠٣	٠,٩٦	٠,٩٠	٠,٨٥	٠,٧٥	٠,٦٧	٠,٦٢

١ - ماير راويه التارجح على إنتاجية الجرافة :
 وضع زاوية تارجح الجرافة يكون أفقي تماماً، وذلك بين موضع المغرفة عندما
 تحفر وموضعها عندما تفرغ الحمل.
 الزمن الكلي للدورة يشمل عملية الحفر، والتارجح لغاية موضع التفريغ،
 التفريغ والعودة لموضع الحفر مرة ثانية، شكل رقم (٩ - ١٤).



شكل رقم (٩ - ١٤)
 يوضح دورة الحفر

(١) الحفر (٢) التارجح لغاية موضع التفريغ (٣) التفريغ (٤) العودة إلى مكان الحفر
 الزمن الكلي لدورة الجرافة (حفر، تارجح، تفريغ، عودة لمكان الحفر)

وتبدأ عملية الحفر من بدء إدخال المغرفة إلى داخل التربة إلى أن تمتلئ بالتربة.
 وتبدأ عملية التارجح عندما تترك المغرفة التربة وتدور وهي محملة إلى مكان
 التفريغ، وقد يزداد الزمن الخاص بهذه الفترة فقد تسير الآلة إلى أن تصل إلى مكان
 التفريغ. وأما عملية التفريغ وهي ثالث فترة فتفرغ الآلة ما بها وهذه الفترة تحتاج إلى
 أقل زمن ممكن.

والمرحلة الأخيرة، وهي العودة، فبعد عملية التفريغ، تكون الآلة أسرع من
 مشوار الذهاب والزمن الخاص بهذه الفترة، يكون أقل من وقت الذهاب إذا كان هناك
 مسافة لسير الآلة أثناء رجوعها، أما إذا كانت الآلة تقوم بعملية الحفر والتفريغ وهي

في مكانها فإنها تستغرق نفس الوقت والزمن الضائع في هذه الحالة هو زمن الاستدارة فقط.

والمهم في زمن هذه الدورة هو الزمن الخاص بعملية زاوية التآرجح والآلة محملة يجب أن يكون اتزانها كاملاً لكي لا تتساقط منها الأتربة أثناء حركتها، ويلاحظ أن زمن الدورة يزداد عند زيادة زاوية التآرجح ويتناقص بالتالي عندما تقل زاوية التآرجح، وهذا يؤثر على زيادة الإنتاجية والجدول السابق يبين العلاقة بين إنتاجية الآلة وزاوية تآرجح الجرافة من ٩٠° إلى ٦٠° فإن الإنتاجية تزداد بحوالي ١٥٪.

□ مثال:

جرافة سعة مغرفتها ١,٦ م^٣ تحفر في تربة متجانسة (Common Earth) عمق القطع ٣,٦ م وزاوية التآرجح ٦٠°.

$$\text{النسبة المثوية للعمق الأمثل} = \frac{3,6}{3,06} \times 100 = 118\%$$

(٣,٠٦ م من جدول رقم (٥-٧) الخاص بإنتاجية الجرافة والعمق الأمثل حسب نوعية التربة).

ومن جدول رقم (٩-٨) والخاص بمعاملات تحويل عمق القطع وزاوية التآرجح يكون هذا المعامل ١,١١.

$$\text{فتكون الإنتاجية الناتجة} = 228 \times 1,11 = 253,4 \text{ م}^3$$

وذلك في زمن قدرة ٦٠ دقيقة في الساعة.

وإذا علم بأن كفاءة الساعة مثلاً ٥٠ دقيقة هناك وقت ضائع ١٠ دقائق لكل ساعة، فإن الإنتاجية المتوقعة = $253,4 \times \frac{50}{60} = 209,5 \text{ م}^3$

٢- تأثير طبيعة العمل على إنتاجية الجرافات:

إن من يملك الجرافات يعلم علم اليقين أنه لا توجد جرافتان تؤديان نفس العمل لأنه هناك حالات طبيعية تؤثر على إنتاجية الجرافة الواحدة عن الأخرى ولذلك يجب على مالك الجرافة أن يتحكم في هذه العوامل لزيادة إنتاجية الجرافات وعموماً فإنه لا يوجد عوامل محددة بل تتحدد هذه العوامل عند عمل الجرافة في منطقة العمل نفسها من حيث طبيعة الطرق، الدورانات، الانخفاضات، والارتفاعات والتي نعرضها وجود مستوى ماء جوفي مرتفع ووجود أشجار أو جذورها في المنطقة.

ولا بد للجرافة أن تعمل بكامل كفاءتها ويكون قد تحددت بقا طريقة العمل والأداء من ناحية مكان القطع ومكان وضع الحفر المكوم لكي لا يكون هناك تعطيل للآلة ويكون معروف مسبقاً عمق الحفر وهل هذا العمق سيتأثر بالمياه الجوفية أم لا.

والزمن اللازم لبقاء الجرافة في نفس المكان - في حالة مياه جوفية مرتفعة - هل ستتأثر بعد ذلك بوصول المياه أم تعمل بسرعة قبل ترطيب المكان بالمياه الجوفية وذلك من أجل زيادة كفاءتها ويجب معرفة طبيعة أرض المنطقة وأن تكون مستقيمة منتظمة لكي نستطيع التحكم في العمق الأمثل للقطع فيجب حصر المنطقة كلها لأنه يمكن أن يصادفنا عمق أكبر من العمق المحسوب لإجراء القطع عليه.

كما أن المطر يؤثر على الطريق الخاص بتحريك سيارات النقل التي تقوم بنقل التراب من الجرافة إلى مكان آخر فهذا قد يعمل على تعطيل الجرافة نفسها وبالتالي كفاءتها ويجب أن نلاحظ كل هذه الأمور ويدخل كل ذلك في الاعتبار من أجل زيادة الكفاءة ويطلق على المشروع في هذه الحالة ذو طبيعة ممتازة، ولا تقوم الجرافات فقط بعملية الحفر تحت سطح التربة، بل تقوم أيضاً بالعمل في حفر التلال وتعبئة التربة في سيارات النقل الخاصة وفي هذه الحالة يكون عمق الحفر هو مقدار تحريك المخرقة رأساً حتى لو كان أعلى من مستوى الجرافة نفسها.

وعند إجراء عملية الحفر تحت سطح التربة يجب ملاحظة أن تكون التربة الجوانب مضبوطة تماماً، ونلاحظ أيضاً أن سيارات النقل التي تقف عند سفح التربة لا تؤثر على عملية الحفر نفسها وأن تدخل ببطء إلى مكان التعبئة حتى تصل إلى قمة التربة ولا تقف بعيداً بل في متناول ذراع الجرافة نقله حتى لا يعطل العمل ويستحسن في هذه الحالة أن تكون زاوية التارجع قريبة من 180° وإذا كان قاع التربة الأفقية فإنه الجرافة رطب فإن هذا يعطل العمل.

وكما أن المطر الخفيف قد يؤخر العمل عادة أيام وفي هذه الحالة بطأني على مثال هذا المشروع ذو حالة طبيعية ضعيفة.

والحالات الطبيعية التي تؤثر على عمل الجرافات يمكن تقسيمها إلى ممتاز، جيد، حسن، ضعيف. ولا يوجد معيار قياسي يمكن أن تعتمد على أساسه هذه الحالات الطبيعية بل تترك هذه الحالات لمالك الجرافة أو لمخطط العمل بالحكم على ذلك بخبرته. راجع جدول رقم (٩ - ٤) والذي يوضح تأثير معدل هذه الحالات الطبيعية على إنتاجية الجرافة.

١- تأثير حالة العمل والتشغيل على إنتاجية الجرافة :

إن صاحب الجرافة أو مالكها يرغب في أن تعطى جرافته الإنتاجية المثلى ولكنه يستطيع تحسين حالة العمل بل يمكنه فقط تحسين حالات الإدارة والتشغيل على خطوات والتي تشمل على :

- (أ) تشحيم وتزيت الجرافة باستمرار.
- (ب) الكشف على المواد التالفة واستبدالها وذلك في وقت لا تعمل فيه الجرافة.
- (ج) تغير الأسلاك المتآكلة أثناء فترات وقوف الجرافة للراحة.
- (د) يجب تبديل أسنان المغرفة المتآكلة بمثلتها حادة الحافة إذا تطلب الأمر.
- (هـ) يجب فحص الجرافة بعناية فائقة إذا تطلب ذلك قبل بدء العمل.
- (و) يجب توفير الأدوات الاحتياطية لحين الحاجة إليها باستمرار لأنه ليس من المعقول أن تعطل جرافة لأن أداة احتياطية واحدة غير متوفرة.
- (ز) التربة التي تتحرك عليها الجرافة تكون سهلة وملائمة لسير الجرافة عليها لكي لا تعطل كما يجب أن لا تكون هناك عوائق تمنع اتصال ذراع الجرافة لسيارات النقل التي تقوم بنقل التراب، ويلاحظ أيضاً تقليل زاوية التارجح.
- (ح) جعل حجم سيارات النقل مناسبة لحجم المغرفة لكي لا تتحرك وهي ناقصة الحمولة وبالتالي يزيد مقدار الوقت الضائع لنقل نفس حجم التربة أو يكون عدد سيارات النقل أكبر من حجم عمل الجرافة وبالتالي يكون هناك وقتاً لا انتظار لسيارات النقل.
- (ط) يجب على المشغل أن يتحكم في طريقة أداء الجرافة لتعطي الإنتاجية الأفضل.
- (ي) مع ملاحظة تصنيف معامل الإدارة حسب الجدول السابق ممتاز، وجيد، وحس وضعيف.
- ٢٠١
تسرد بعض الأمثلة لتبين تداخل العوامل السابقة والتي تؤثر على إنتاجية الجرافة

من المعلوم أن مبرمج خطة العمل يستطيع أن يختار العوامل الصحيحة والمضبوطة التي تستعمل في حسابات إنتاجية الجرافة.

وكما سبق فإن الإنتاجية الحقيقية للجرافة تختلف عن الإنتاجية المحسوبة وتدخل الخبرة في هذا المجال وتعتبر هي الحكم الصحيح في حساب هذه الإنتاجية. فلو فرض أن الإنتاجية المتوقعة أقل بكثير من الإنتاجية المحسوبة فمن الممكن زيادتها بتعديل حالات التشغيل.

□ مثال:

إذا كان حجم المغرفة ٨ م^٣ وتحفر في تربة طينية صلبة وعلى عمق ٢,٢٥ م ومتوسط زاوية التآرجح ٧٥° وحالات العمل حسنة والإدارة جيدة.

إحسب الإنتاجية المحتملة بالتر المكعب في الساعة على أساس الحجم الآدمي من الجداول السابقة (*) إن الإنتاجية الأمثل = ١١٠ م^٣.

عند عمق حفر أمثل = ٢,٧ م^٣.

$$\text{نسبة عمق الحفر} = \frac{٢,٢٥}{٢,٧} \times ١٠٠ = ٨٣,٣ \%$$

معامل (العمق - التآرجح) = ١,٠٤ جدول رقم (٥ - ٨).

معامل (حالة الإدارة والعمل) = ٠,٦٩ جدول رقم (٥ - ٤).

$$\text{الإنتاجية المتوقعة في الساعة} = ١١٠ \times ١,٠٤ \times ٠,٦٩ = ٨٨,٩٣٦ \text{ م}^٣$$

والمثال التالي يوضح إنتاجية الجرافة بالتر المكعب في الساعة على أساس الحجم المكون وعندما تكون المغرفة ذات حجم ٨ م^٣ ويمكن ترتيب البيانات في جدول كالتالي رقم (٩ - ٩):

كما إن الجدول رقم (٩ - ٩) يعطي خلاصة للإنتاجية المتوقعة في أي حالة من الحالات السابقة حيث أن العوامل التي تؤثر على الإنتاجية متداخلة مع بعضها، فإذا اختلف أي عامل أو معامل منها يمكن تعديل الإنتاجية المتوقعة وذلك بالحسابات.

(*) جدول الإنتاجية والإدارة.

يوضح ترتيب البيانات الخاصة بالانتاجية المتوقعة في أي حالة من الحالات

العوامل	نوعية التربة				صخور خفيفة
	رملية	طينية صلبة	تربة متجانسة	طينية رطبة	
العمق بالمتر	١,٨	٣,٠٠	٢,٤	٣,٦	يختلف
زاوية التآرجح بالدرجات	٦٠	٩٠	١٢٠	١٨٠	١٢٠
حالة العمل	جيد	حسن	حسن	ضعيف	حسن
حالة الإدارة	جيد	جيد	حسن	ضعيف	جيد
الإنتاجية المثلى م ^٣ / الساعة	١٥٢	١٣٣	١١٠	٧٢	٥٧
العمق الأمثل (م)	١,٨	٢,٣٤	٢,٧	٢,٧	
نسبة العمق الأمثل %	١٠٠	١٢٨	٨٩	١٣٣	
معامل العمق - التآرجح	١,١٦	٠,٩٤	٠,٨٧	٠,٦٧	
معامل الإدارة - العمل	٠,٧٥	٠,٦٩	٠,٦٥	٠,٥٢	٠,٦٩
الإنتاجية المتوقعة م ^٣ / الساعة	١٣٢	٨٧	٦٢	٢٥	٤٠

طرق زيادة إنتاجية الجرافات :

يمكن تشخيص العوامل التي تتسبب في تقليل إنتاجية الجرافات والعمل على نلانيها أو لتقليل منها من أجل زيادة الإنتاجية وستناول في هذا المثال الخطوات العملية للعمل على زيادة الإنتاجية :

□ مثال :

في أحد المشاريع تم حساب تكاليف الحفر في تربة طينية متجانسة بواسطة جرافة وبعد حسابها تمكن الوصول إلى بعض العوامل التي تؤدي إلى تقليل هذه التكاليف وكانت المعلومات التالية هي المتوفرة للتشغيل :

حجم المغرفة = ١,٢ م^٣ .

عمق القطع = ٣,٦ م .

زاوية التآرجح = ١٢٠° .

حجم سيارات النقل = ٤,٥ م^٣ (على أساس الحجم المكوم).
زمن دورة السيارات = ١٩ دقيقة.
عدد دورات السيارات = ٨.

والزمن الضائع لتطهير قاع الحفر بواسطة الجرافة، التحرك، والإصلاحات الطارئة كلها تؤدي إلى أن كفاءة ساعة العمل ٣٠ دقيقة فقط.
وقاع الحفر كان خشناً وطيني وكثير الأخاديد كل ذلك يقلل من كفاءة الآلة للعمل.

متوسط الإنتاجية = ٨٢ م^٣ في الساعة.
تكاليف الحفر والتكويم تحسب كما يلي:
أجرة السائق والمشغل والقائم بالتزيت ٧ دينار في الساعة.
أجرة السيارات والسواق الخاصة بها (٨ سيارات) ٢٠ دينار في الساعة.
تكاليف أخرى ٣ دينار في الساعة.
مجموع التكاليف = ٣٠ دينار في ساعة.
∴ تكاليف حفر متر مكعب واحد = ٣٠ = ٠,٣٦٦ دينار
= ٣٦٦ فلساً.

أما المؤشرات والعوامل التي تؤدي إلى زيادة الإنتاجية يتم على عدة خطوات كما يلي:

(أ) يمكن استعمال بلدوزر صغيرة لكي يعمل على تنظيف سطح التربة التي عليها الجرافة.

(ب) تقليل عمق القطع إلى الحد الأمثل.

(ج) تقليل زاوية التآرجح إلى ٧٥°.

(د) تحسين حالات العمل للوصول إلى درجة جيد بواسطة تطهير الحفرة أولاً بأول، وتسوية مكان التكويم والحفر عند العمق الأمثل.

(هـ) تحسين حالات الإدارة للوصول إلى درجة جيد بتقديم الخدمات المناسبة للألات عندما تجري عملية تبديل العمل وإعطاء علاوة إضافية للعمال لكل م^٣ مثلاً ٥٠ فلساً، والمحافظة على تشغيل العمال بحيث لا يزيد ما يعمله العامل الواحد عن ١٠٠ م^٣ لكي تكون كفاءته جيدة في العمل.

(و) تقليل الزمن اللازم للدورة بالنسبة لسيارات النقل نفسها بحيث تصل إلى ١٥ دقيقة وذلك بتحسين طرق الذهاب إلى مكان التكوين.

وبناءً على التوضيحات السابقة يمكن معرفة الإنتاجية المحتملة للجرافة كما يلي:

- حساب الحفر المتبقي لزمن ٥٠ دقيقة في الساعة.

- الإنتاجية المثلى مثلاً ١٨٠ متر مكعب.

- معامل (العمق - التآرجح) ١,٠٧.

- معامل (العمل - الإدارة) ٠,٧٥.

$$\text{تكون الإنتاجية المحتملة} = ١٨٠ \times ١,٠٧ \times ٠,٧٥ = ١٤٤,٤٥ \text{ م}^٣$$

عدد السيارات المطلوبة للتربة المكومة تحسب كما يلي:

وقت تشغيل السيارة = ٥٠ دقيقة في الساعة (فرضاً).

$$\text{عدد رحلات السيارات في الساعة} = \frac{٥٠}{١٥} = ٣,٣٣$$

حجم التكوين في الساعة بالنسبة للسيارة الواحدة = $٤,٥ \times ٣,٣٣$

$$= ١٤,٩٨ \text{ م}^٣$$

$$\text{عدد السيارات المطلوبة} = \frac{١٤٤,٤٥}{١٤,٩٨} = ٩,٦ \text{ سيارة.}$$

فالمطلوب هو عشرة سيارات نقل.

حساب تكاليف حفر التربة وتكوينها بحسب كما يلي:

السائق والمشغل والقائم بالترتيب = ٧ دينار.

سواق السيارات الخاصة بالنقل = ٢,٥ دينار $\times$ ١٠ سيارات = ٢٥ دينار.

تكاليف طارئة = ٣ دينار.

تكاليف سائق ومشغل البلدوزر = ٢,٥ دينار.

تكاليف لغرض حوافز العمل = ٥٥ م^٣ مثلاً $\times$ ٥٠ فلساً = ٢,٧٥٠ دينار.

المجموع = ٤٠,٢٥٠ دينار.

$$\text{التكاليف بالنسبة إلى المتر المكعب الواحد} = \frac{٤٠,٢٥٠}{١٤٤,٤٥٠} = ٠,٢٧٨٦ \text{ دينار}$$

$$= ٢٧٨,٦ \text{ فلساً.}$$

بالمقارنة بالتكاليف السابقة يكون التوفير عندما نحسن العمالة:

$$366 - 278,6 = 87,4 \text{ فلساً لكل متر مكعب واحد.}$$

فإذا كان هناك مشروع ذو سعة ترابية ١٠٠,٠٠٠ متر مكعب فإن التكاليف التي

ستتوفر تبعاً لهذا:

تكاليف سيارات النقل في الحالة الأولى = ٢٠ دينار.

(٨ سيارات).

$$\text{تكاليف المتر المكعب الواحد} = \frac{20}{82} = 0,234 \text{ دينار.}$$

أي أن المشروع كله يتكلف $100,000 \times 0,234 = 23400$ دينار.

وفي الحالة الثانية تكاليف سيارات النقل (سيارات) = ٢٥ دينار.

$$\text{تكاليف المتر المكعب الواحد} = \frac{25}{144,45} = 0,173 \text{ دينار.}$$

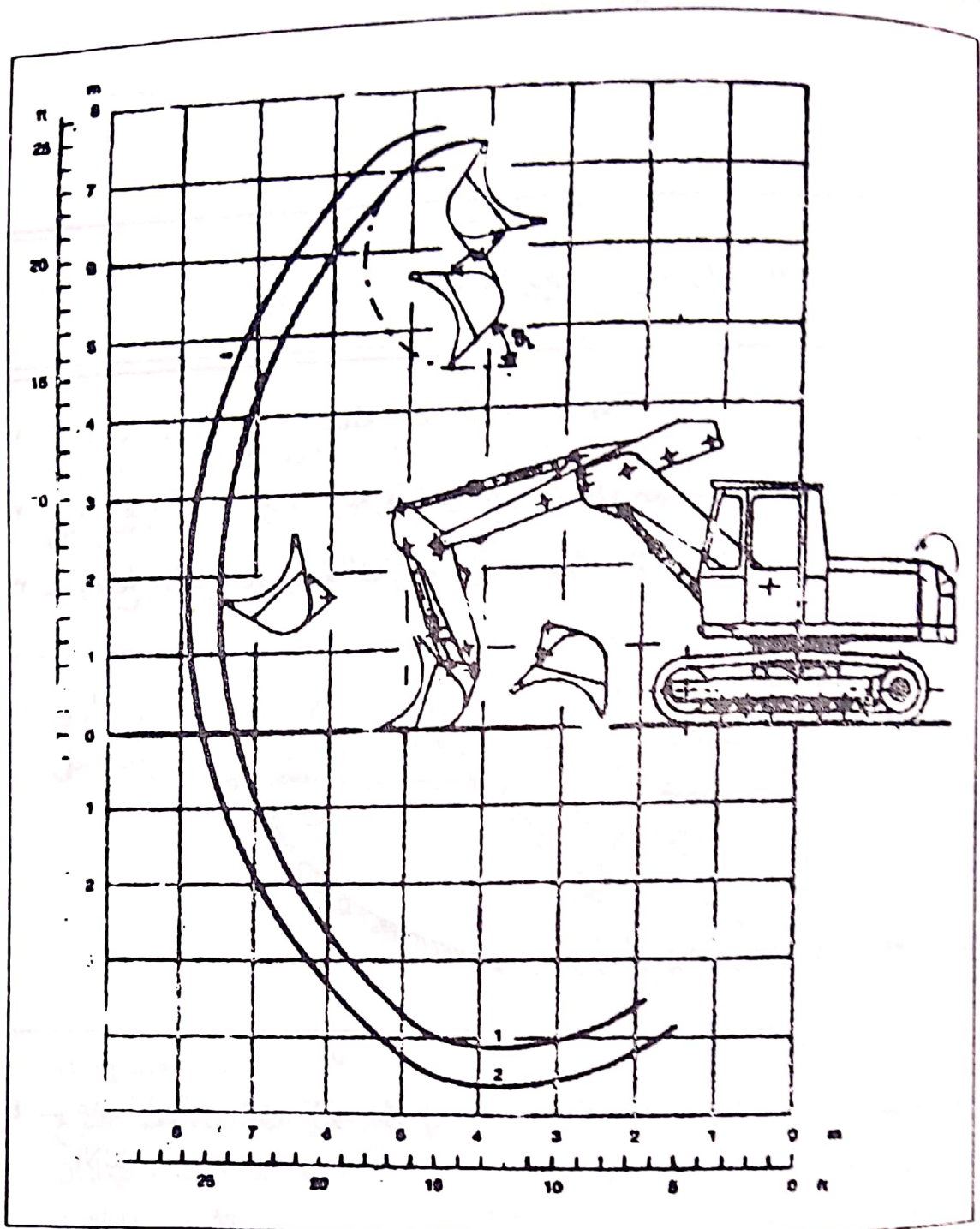
تكاليف المشروع كله $= 100,000 \times 0,173 = 17300$ دينار.

أي أن المبلغ الذي سيتوفر $= 23400 = 17300 = 6100$ دينار.

(وبالاحظ أن المبالغ الباقية مثل سواق المجارف، والقائم بالتزيت والمصروفات الطارئة كلها تعتبر أساسية لأنه سواء تحسنت حالة النقل أم لم تتحسن فإن هذه التكاليف موجودة ولذلك لم تؤخذ في الاعتبار).

وهذا المبلغ المتوفر ٦١٠٠ دينار ممكن أن يدخل في تحسين أداء الآلات وبالتالي ستزيد إنتاجيتها وسيكون المبلغ المتوفر في النهاية أكثر من ذلك.

والشكل التالي رقم (٩-١٥) يوضح مواصفات الجرافات كما يوضح طريقة تحرك الجرافة عند حفرها عمق معين أو عند إنشاء خندق.



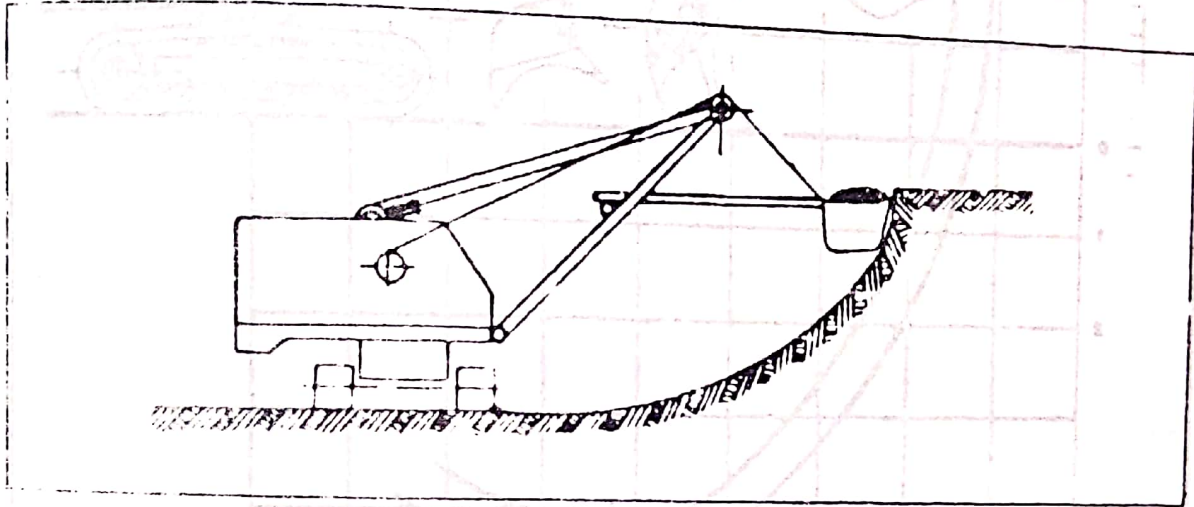
شكل رقم (٩-١٥)

يوضح الشكل جرافة هيدروليكية وخطوط تحريكها عند إجراء الحفر

- عمق الحفر يصل إلى حوالي ٥ م.
- عرض القطع يصل حوالي ٥ م أيضاً.
- مواصفات الجرافة (عرض قطعها ١,١ م وزنها ٤٥٠ كجم سعتها ٠,٨ م^٣)، وتصلح للحفر في الأراضي التي وزنها النوعي يزيد عن ٢,٦ طن / م^٣.

تمارين

- ١ - ما هو العمق الأمثل للقطع عند العمل بالرافعة؟
- ٢ - ما الفرق بين المجرفة والمغرفة؟ وضح ذلك بالرسم
- ٣ - وضح الأجزاء الرئيسية للجرافة على الرسم المرفق.



- ٤ - عدد العوامل التي تؤثر على إنتاجية الجرافة مع بيان تأثير عمق القطع على الإنتاجية.
- ٥ - وضح دورة الجرافة على الرسم بمراحله المختلفة.
- ٦ - جرافة سعة مغرفتها ٢ متر مكعب تحفر في تربة طمية رملية عمق القطع ٣.٥ متر وزاوية تارجحها ٦٠° والنسبة المثوية للعمق الأمثل ١.٢٠ / ومعامل القطع وزاوية التارجح ١.١٠. حدد إنتاجية المجرفة مع العلم بأن كفاءة الساعة ٤٥ دقيقة.

ثالثاً

الكباشات : (CLAM SHELLS)

تستعمل هذه الآلات أساساً في عملية نقل المواد المفككة مثل ارمال والحصى والحجارة الصغيرة والفحم وما شابهها كما تقوم بتحريك المواد بعد انتهاء العمل من السدود والأساسات الدعامية أو حفر فتحات البالوعات الكبيرة أو حفر الخنادق... الخ.

وهذه الآلات مناسبة لرفع المواد رفعاً رأسياً من وضع سفلي إلى آخر علوي ونقوم بملء القواديس العليا والصوامع العالية. وحدود ارتفاعها الرأسي يتوقف على حجمها ويستعمل لذلك رافعة ذو ذراع طويل.

الكابشة : (Clamshell Buckets)

هذا النوع يلائم مختلف الأحجام، فمنه ما يناسب الأعمال الثقيلة عند إجراء الحفر كما يوجد نوع ذي أوزان متوسطة لاستعماله في الأغراض الطعمة، وأخيراً النوع الخفيف الوزن لنقل المواد الخفيفة وتقوم شركات التصنيع بتصنيع هذا النوع، فلما أن كان ذو أسنان ليستطيع تحريك المواد بسهولة أو بدون أسنان وهذه الأسنان لها أهمية تستخدم في حفر المواد الصلبة والقوية بسهولة ولكنها لا تكون ذات أهمية عندما تقوم هذه الآلة بإرجاع المواد ورميها في حفرة مثلاً.

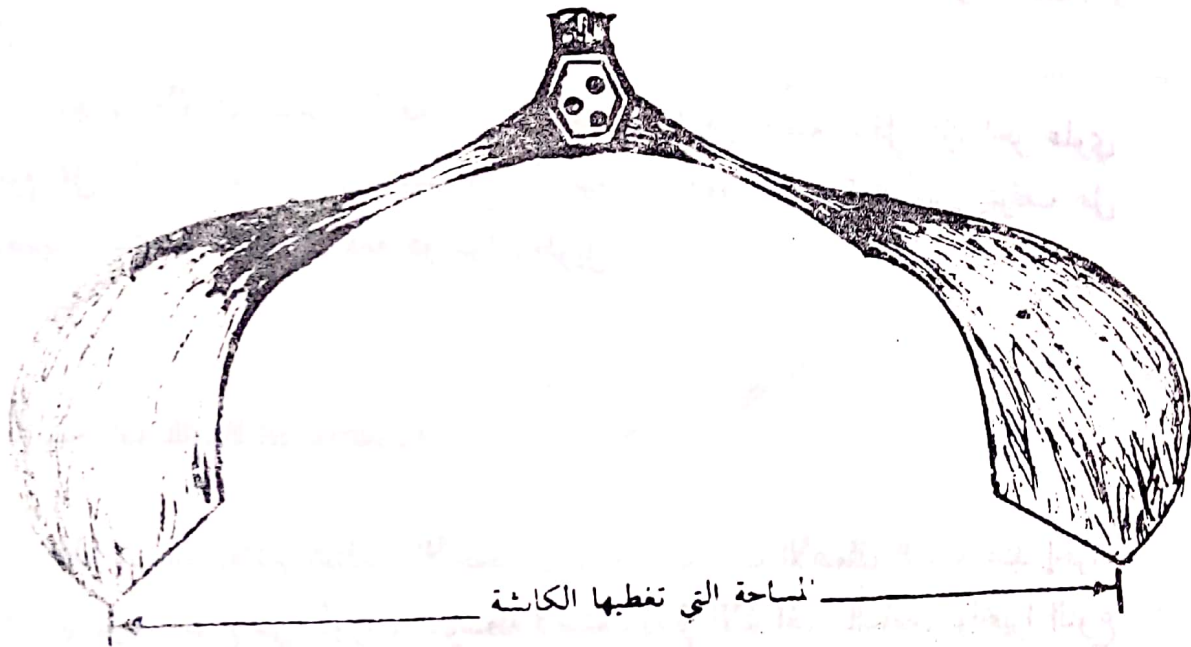
ونقاس سعة الكابشة بوحدات المتر المكعب ولتقدير سعة الكابشة ثلاثة طرق منها:

أولاً: تقدير سعة الكابشة على أساس سطح ماء مستو ويعرف بأنه عند ضم لبقي الكابشة لبعضها وتحملاً بالماء فتكون هي السعة.

ثانياً: تقدير سعة الكابشة على أساس المستوى الأعلى لطبقتي الكابشة وهي مملوءة بالتراب (سطح مستوي) وذلك بإمرار خط طولي عند حافتها العليا.

ثالثاً: تقدير سعة الكابشة على أساس السعة المكمومة حيث تملأ بالتراب لمبايتها ويكون عليها التراب وعادة تصنع رأس الكومة زاوية مقدارها ٤٥°.

وتقدير المساحة التي تعمل عليها الكابشة بأنها المساحة بالتر مربع وهي التي تغطي بواسطة طبقتي الكابشة عندما تكون مفتوحة تماماً. كما في الشكل التالي والحدود رقم (٩ - ١٠) يوضح مواصفات الكابشات ذات الوزن المتوسط والتي تستعمل في الأغراض العامة.



مقدار الرفع الأمان للرافعة:

إن وعاء الكابشات يتحرك على رافعة متصلة بالآلة والحجم الأقصى لهذا الوعاء يتوقف على مقدار الرفع الكلي للرافعة ولتقليل الجهد على الذراع يوجد أوزان لمعادلة الكابشة نفسها ويكون متوسط ارتفاع الأمان لغاية ٤ م على أن لا يزيد الوزن عن ١٥ طن لهذا الارتفاع والذي يقاس من منتصف محور دوران الآلة، وأما إذا أريد مقدار الرفع أكبر من ذلك فيمكن للآلة رفع ١٠ م لوزن مقداره ٣ طن.

مجال عمل الرافعة:

إن مقدار الرفع الكلي يختلف باختلاف طول الذراع وزاوية ميل الذراع حيث تختلف زاوية ميل الذراع من آلة إلى أخرى ففي الجرافات من ٢٥° - ٤٠° وفي الكباشات من ٤٠° إلى ٥٥° وفي بعض الروافع الأخرى تكون هذه الزاوية من ٥٥° - ٨٠° شكل رقم (٩ - ١٦) وتقاس هذه الزاوية من بداية الخط الأفقي حتى إمالة الذراع على الخط الأفقي. فعند إمالة الذراع على زاوية معينة فإن المسافة الأفقية من بداية محور الدوران يقل بينما يزيد مقدار الارتفاع الممكن الوصول إليه، فمثلاً إذا كان زاوية ميل ذراع كباشة ٥٠° فتكون المسافة الأفقية من محور الدوران ٢٠ م، بينما الارتفاع يكون ١٨ م. وعندما تقل زاوية ميل الذراع إلى ٤٠° فإن المسافة الأفقية تصبح ٢٣ م، والارتفاع ١٣ م وحيث أن طول ذراع الكباشات طويل، وهذا يحدد مجال عملها لأنه عندما يكون أفقياً يحتاج إلى نصف قطر كبير لإتمام عملية الدوران بكاملها ولذلك فإذا كان مجال الدوران المتاح للكباشة ذو مقدار معين حيث مقدار الرفع الكلي المطلوب محدد سابقاً ففي هذه الحالة نجد أنه عند تقاطع الخط الأفقي مع الخط الراسي على المنحنى السابق، فإن زاوية ميل الذراع تتحدد.

معدل إنتاجية الكباشات:

هناك عوامل كثيرة ومختلفة تؤثر في إنتاجية الكباشة وهذه العوامل هي:

- (أ) طريقة تقدير سعة الكباشة.
- (ب) معرفة تصنيف قطر الدوران.
- (ج) معرفة ارتفاع الرفع المضبوط (لأنه سيتغير كلما زاد ارتفاع التكوين).
- (د) زاوية التارجع المناسبة.
- (هـ) طريقة تكويم وترتيب هذه الحمولة (هل رأسياً أم تسويتها أفقياً).
- (و) خبرة القائم بالتشغيل نفسه.

المثال التالي يبين كيفية حساب الإنتاجية الخاصة بالكباشات:

كباشة تقوم بنقل الرمل سعة كابشتها ١,١٤ م^٣ وزنها وهي فارغة ١٩٣٥ كج وتستعمل لنقل الرمل ووضعه خلال قادوس عند ارتفاع ٧,٥ م فوق سطح الأرض بزاوية التارجع ٩٠° (في المستوى الأفقي). ومتوسط السعة المفككة للتربة في الكباشة ١,٣٤ م^٣، مواصفات الرافعة كما يلي:

جدول رقم (٩ - ١٠)
بين مواصفات الكابشات ذات الوزن المتوسط والتي تستعمل في الأغراض العامة

الحجم بالمتر المكعب	١,٩	١,٥	١,٣	١,١	١,٠٠	٠,٨	٠,٦	٠,٤	٠,٣
السعة بالمتر المكعب									
على أساس سطح الماء	١,٥٦	١,٤١	١,١٤	١,٠٠	٠,٨١	٠,٦٩	٠,٤٦	٠,٣٥	٠,٢٤
على أساس الخط الطولي	١,٨٠	١,٥٣	١,٢٩	١,١٢	١,١١	٠,٩٦	٠,٦٣	٠,٤٥	٠,٣٣
على أساس السعة المكومة على زاوية ٤٥°	٢,٧٠	٢,٢٢	١,٩٢	١,٦٥	١,٣٥	١,١١	٠,٨١	٠,٥٤	٠,٣٩
الوزن بالكيلوغرام	٣٥٠٠	٢٧٠٠	٢٤٥٠	٢٣٩٠	١٩٨٠	١٧٤٠	١٣١٠	٩٥٠	٧٤٠
الكابشة منفصلة									
الثقل المتوازن	٢٧٠	٢٧٠	٢٢٥	٢٢٥	١٨٠	١٨٠	١٨٠	١٣٥	١٠٠
(Counter Weight)									
الأسنان	١٧٥	١٣٥	١٢٠	٨٥	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠
الوزن الكلي	٣٩٤٥	٣١٠٥	٢٧٩٥	٢٦٠٠	٢٠٦٠	٢٠٢٠	١٤٧٠	١١٦٥	٩٢٠

الأبعاد	٤,٠	٣,٦	٣,٣	٣,٠٠	٢,٦	٢,١	١,٩	١,٤	١,٢
مساحة الأرضية م ^٢	١,٤	١,٣	١,٢	١,١	١,٠	٠,٩	٠,٩	٠,٦	٠,٦
العرض (م)	٣,٠٠	٢,٨	٢,٧٥	٢,٧	٢,٤	٢,٢	٢,١	١,٨	١,٥
الطول (مفتوح) م	٢,٨	٢,٤	٢,٣٨	٢,٣٥	٢,٣	٢,٢	١,٩	١,٦	١,٤
الطول (مقفّل) م	٤,٠٠	٣,٤	٣,١	٣,٢	٣,١	٣,٠٠	٢,٧	٢,١٢	٢,١
الارتفاع (مفتوح) م	٣,١	٢,٨	٢,٧	٢,٧	٢,٤	٢,٣	٢,٢	١,٩	١,٨
الارتفاع (مقفّل) م									

- زمن التارجح للمخ
- الزمن المفقود وات
- الزمن الكلي في ال

أقصى عدد لفات في

أقصى إنتاجيه في الس
فإذا كانت الكفاءة تس

فالإنتاجية المتوقعة =

وإذا استعملت نفس
القول سيكون مملوءاً با

نفي هذه الحالة يجب
لجميع وهذا يزيد من الزمن
لأنها ستحمل رملاً مبللاً

وعل هذا فالزمن الخاص

زمن تحميل الكابشة =

زمن رفع الحمولة ١٣ م

زمن التارجح ٩٠ (٤ دو

زمن التفريغ = ٤ ثانية.

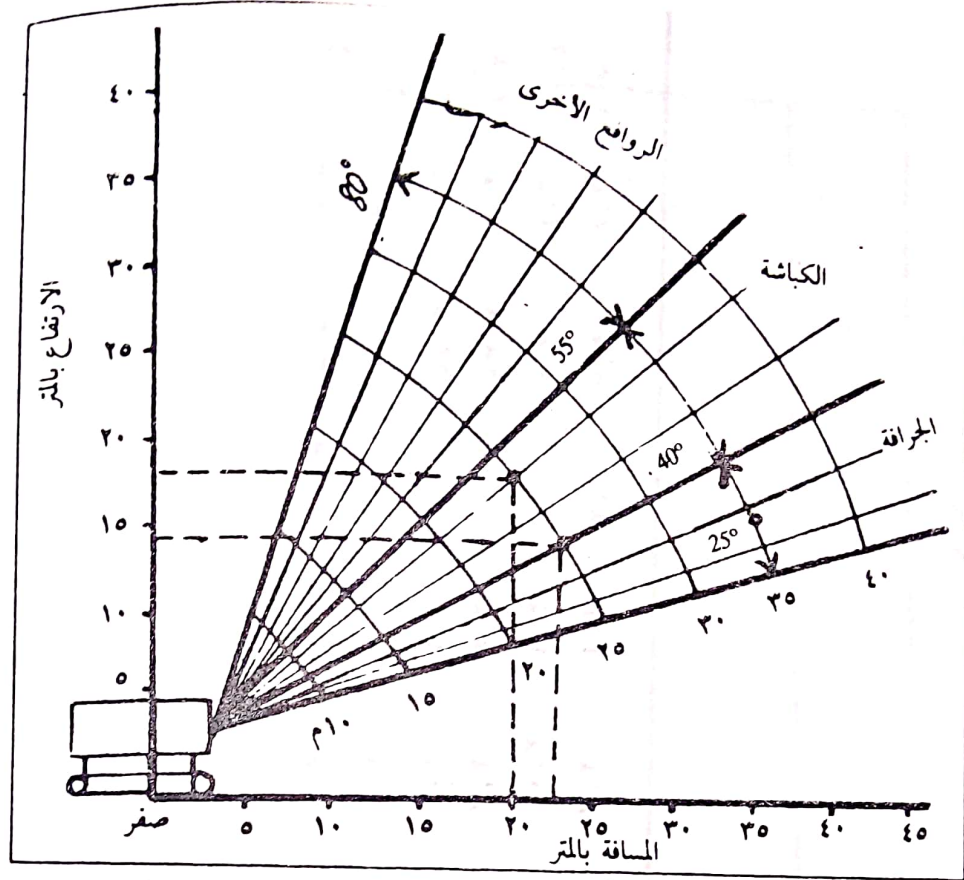
زمن التارجح بعكس ال

زمن خفض الكابشة (١٣

الوقت المفقود والتحميل و

فيكون المجموع

نفس عدد دورات في ال



شكل رقم (٩-١٦)
المسافة من محور الدوران بالمتر وعلاقتها مع الارتفاع الحاصل للالات المختلفة

سرعة الرافع لأعلى ٤٦ م / دقيقة.

سرعة التارجح (في المستوى الأفقي) ٤ لفة / دقيقة.

ويمكن حساب زمن الدورة الواحدة:

- تحميل الكابشة تستغرق ٦ ثوان.

- رفع الحمل والتارجح به (٨ م) بسرعة ٤٦ م / دقيقة = ١٠ ثوان.

طريقة حسابها $\frac{46}{60} \times 8 = 6.13$ ثانية لرفع الحمل بالإضافة إلى ٤ دورات في الدقيقة.

$\frac{1}{4}$ دورة (٩٠) = ٣,٧٥ ثانية أي ١٠ ثوان

- زمن التفريغ = ٦ ثانية.

- زمن التارجع للخلف لمكان التحميل = ٤ ثانية.
- الزمن المفقود والتعجيل في السرعة وخلافه = ٤ ثانية.
- الزمن الكلي في الدورة الواحدة = ٣٠ ثانية.

$$\text{أقصى عدد لفات في الساعة} = \frac{60 \times 60}{30} = 120 \text{ دورة}$$

أقصى إنتاجية في الساعة = $1,34 \times 120 = 160$ متر مكعب.
فإذا كانت الكفاءة تساوي ٤٥ دقيقة في الساعة،

$$\text{فالإنتاجية المتوقعة} = \frac{45 \times 160}{60} = 120 \text{ م}^3 / \text{في الساعة}$$

وإذا استعملت نفس الآلة في عمل آخر كنقل الردم من مكان السدود فإن الرمل الثقول سيكون مملوءاً بالمياه والمطلوب رفعها رأسياً ١٣ م لأعلى برج مثلاً.

ففي هذه الحالة يجب رفع الكابشة أعلى من قمة السد قبل إجراء عملية التارجع وهذا يزيد من الزمن الخاص بالدورة، كما أن سعة الكابشة تتغير في هذه الحالة لأنها ستحمل رملًا مبللاً وستكون سعة الكابشة هي ١ م^٣.

وعلى هذا فالزمن الخاص بالدورة الواحدة سيصبح تقريباً كما يلي:

زمن تحميل الكابشة = ٨ ثانية.

زمن رفع الحمولة ١٣ م بسرعة ٤٦ م / دقيقة ١٧ ثانية.

زمن التارجع ٩٠ (٤ دورة في الدقيقة) = ٤ ثانية.

زمن التفريغ = ٤ ثانية.

زمن التارجع بعكس الاتجاه = ٤ ثانية.

زمن خفض الكابشة (١٣ م بسرعة ١٠٥ م / دقيقة) = ٧ ثانية.

الوقت المفقود والتعجيل وخلافه = ١٠ ثانية

فيكون المجموع الكلي = ٥٤ ثانية.

$$\text{أقصى عدد دورات في الساعة} = \frac{60 \times 60}{54} = 67 \text{ دورة}$$

امضى اسبوعه في الساعه ٦٧ x ١,٠٠

۳۶۷۷

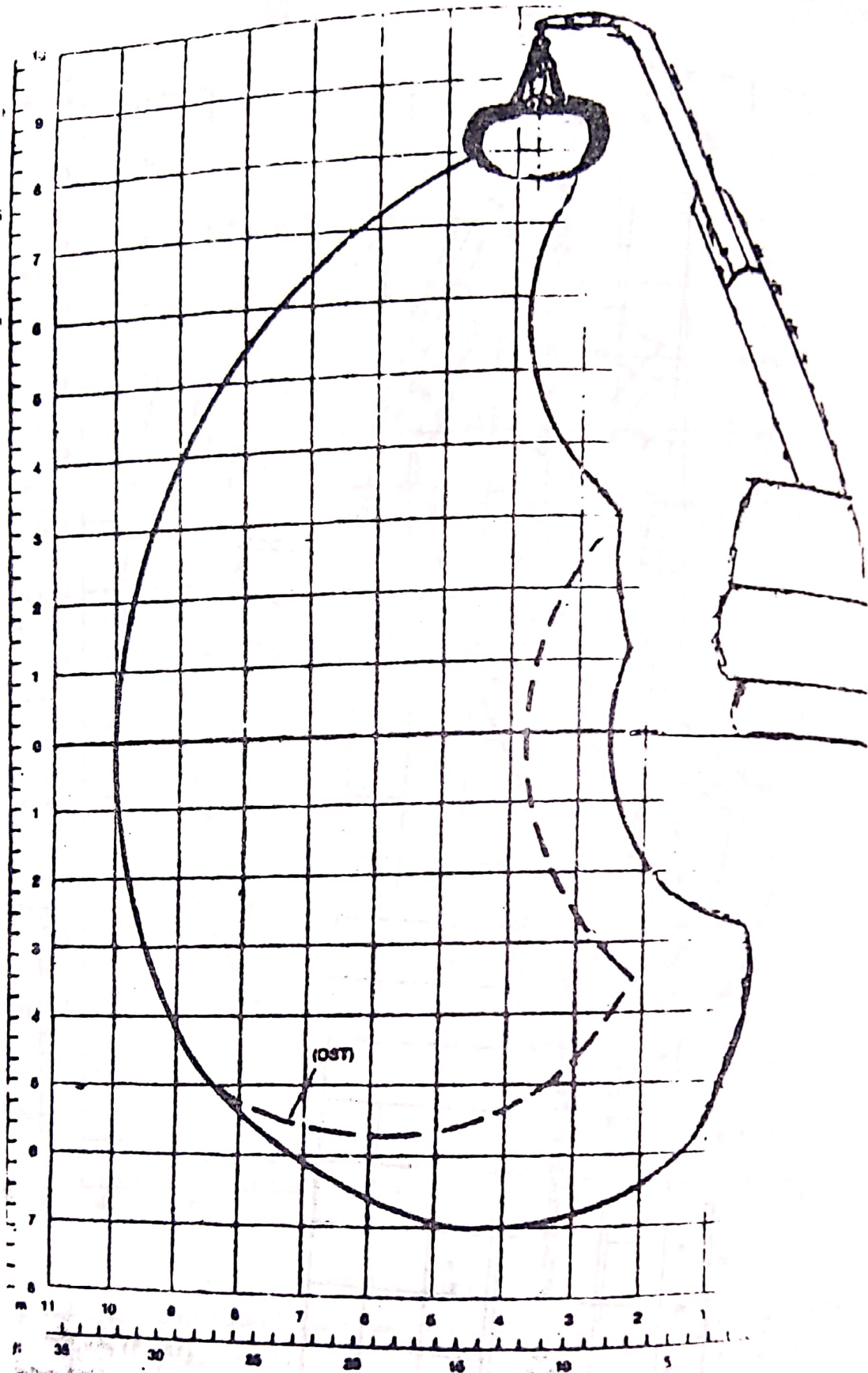
وإذا كانت كفاءة التشغيل في الساعة ٥٠ دقيقة

10 x 7 1/2

٦. فالإنتاجية المتوقعة لهذا العمل

٢٥٠

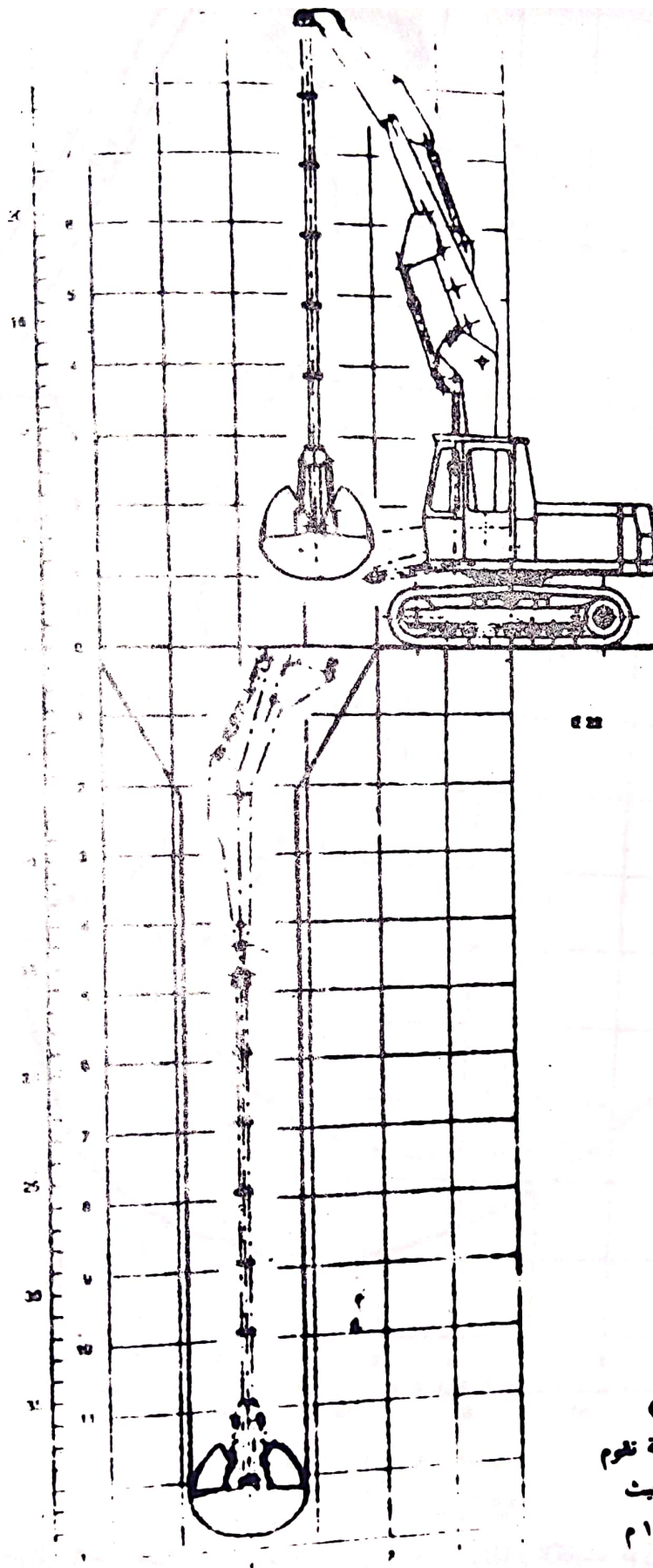
والاشكال التالية (٩-١٧)، (٩-١٨)، (٩-١٩) توضح مواصفات بعض الكباشات كما توضح عمق الحفر (حفر عميق) وزاوية تارجع ذراع الكباشة لتكوين التراب.



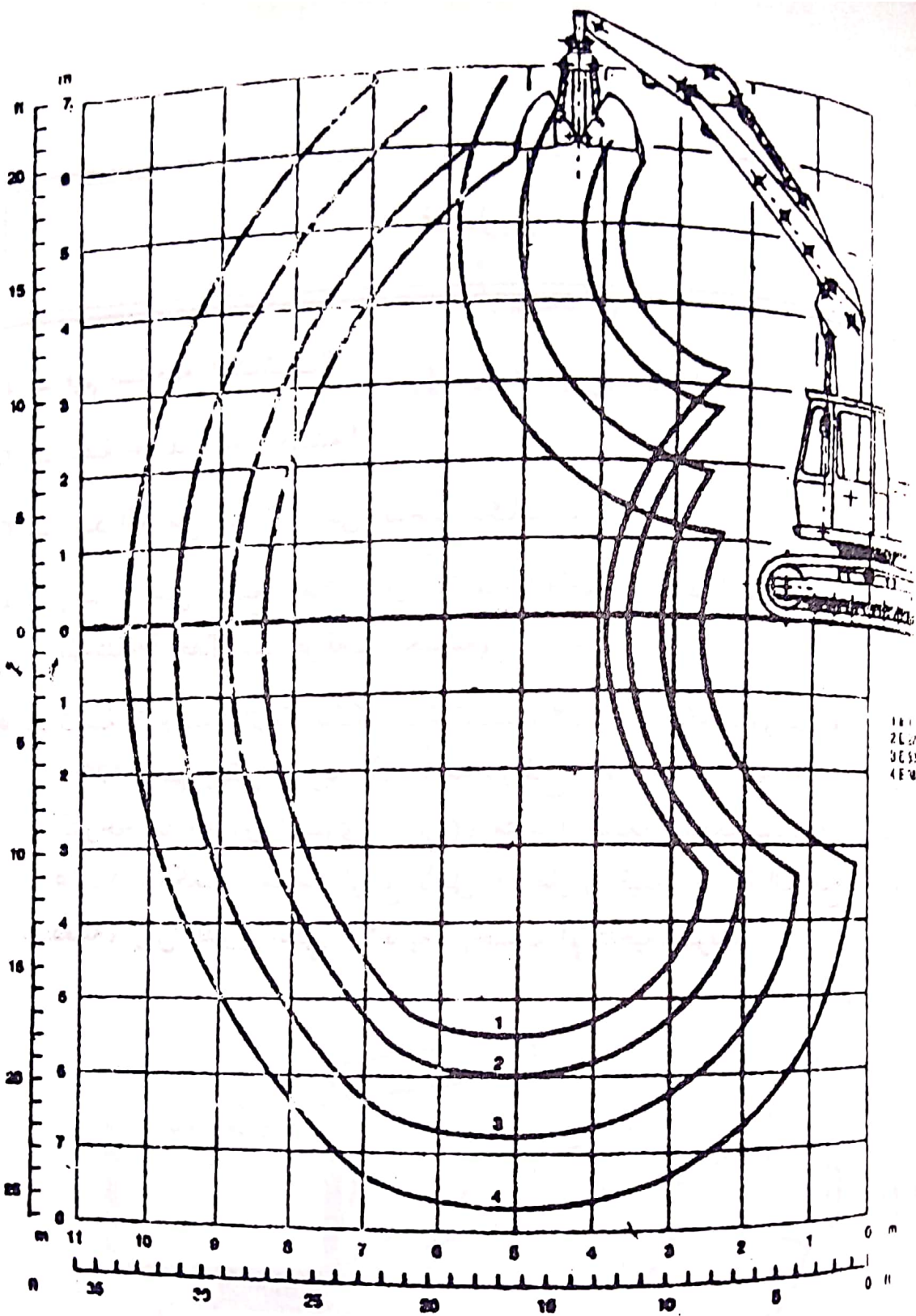
شكل رقم (٩-١٧)

بوضع كباشة هيدروليكية

عرض الحفر حوالي ٦ م. عمق الحفر يصل حوالي ٧ م. ارتفاع الكباشة فوق سطح الأرض ١٠ م
المواصفات: عرضها ٠,٣ - ١ م. و (متي ١,١ - ١ م). (وزنها ١٦٥ - ٨٥٠ كج)



شكل رقم (٩-١٨)
 يوضح كيفية هيدروليكية تقوم
 بعملية الحفر العميق حيث
 يصل عمق الحفر إلى ١٣ م



كل رقم (٩-١٩)
 توضح أربعة أنواع من الكباشات تقوم بعملية الحفر حسب أحجامها فيصل عمق الحفر من
 ٨-٥ م، وعرض الحفر حوالي ٤ م، كما يوضح خط مسار الكابشة عند نزولها ورفعها

تارين

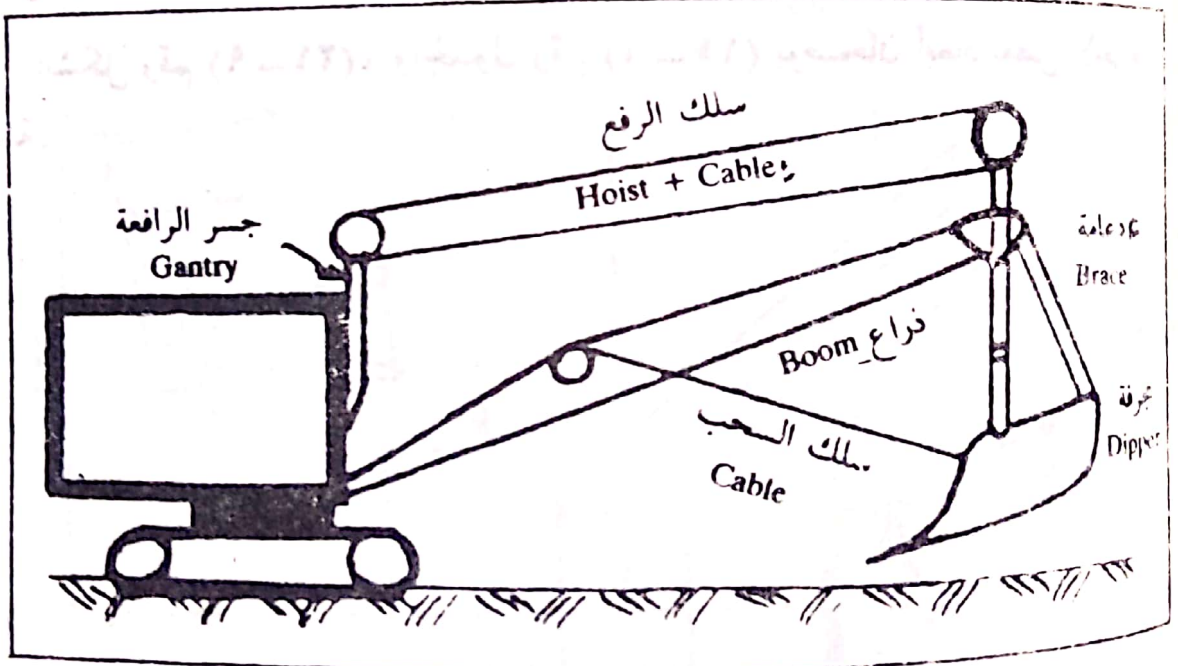
- ١ - فيم تستخدم الكباشات؟
- ٢ - كيفية تحديد سعة الكباشة؟
- ٣ - حدد العوامل التي تؤثر على إنتاجية الكباشات.
- ٤ - ارسم منحنى يوضح العلاقة بين الارتفاع الحاصل ومسافة التارجح لآلات الحفر المختلفة (الحفارة - الجرافة - الكباشة).
- ٥ - كباشة تقوم بنقل أتربة مفككة سعة كابشتها ١,٢ متر مكعب ووزنها وهي فارغة ١٨٥٠ كجم وتنقل الأتربة فوق كومة بارتفاع ٦ متر فوق سطح الأرض وزاوية التارجح لها ٩٠° (في المستوى الأفقي)، متوسط السعة المفككة للتربة في الكباشة ١,٣٥ متر مكعب، سرعة الرافع لأعلى ٥٠ متر / دقيقة، سرعة التارجح ٤ لفة / دقيقة، زمن الدورة الكلي ٣٠ ثانية. إحصب الإنتاجية المتوقعة.

رابعاً المعازق : (HOES)

تعتبر المعازق من آلات الحفر الميكانيكية وتتبع مجموعة الجرافات، ولها عدة سميات منها المعزقة أو المعزقة الخلفية أو الجرافة الخلفية.

والشكل رقم (٩ - ٢٠)، يوضح جرافة معلق بها معزقة مربوطة في ذراع الجرافة عند نهاية ذراع الجرافة.

وذراع المعزقة يشبه إلى حد ما عتق الوزة وبالتالي يمكن زيادة عمق الحفر الذي تنفذه الآلة.



شكل رقم (٩ - ٢٠)
الأجزاء الأساسية في المعزقة

والمعازق تستخدم في حفر الطبقة السطحية للأرض التي تقف عليها الآلة، فهي تقوم بحفر الخنادق أو الحفر التحتية أو أعمال تدرج التربة والتي تتطلب دقة كبيرة للتحكم في العمق.

وتمتاز المعازق عن الحفارات في قوة تماسكها وكذلك في الأعمال ذات المجالات الضيقة وفي تفريغ المخدقات من التراب.

ولأن مجرفة المعزقة تدفع مباشرة في التربة فإنها تعطي ضغط أكبر عما لو استعملت مجرفة الجرافات ويمكن لهذه المعازق أن تحفر خندقاً ذات ميل معينة كما أنه يمكنها أن تقوم بنقل التربة من تحت الكهوف بميل معينة بينما لا تستطيع آلات عمل الخنادق أن تقوم بهذا العمل بسهولة. وبما يزيد من قيمتها هو قلة تكاليفها في العمل.

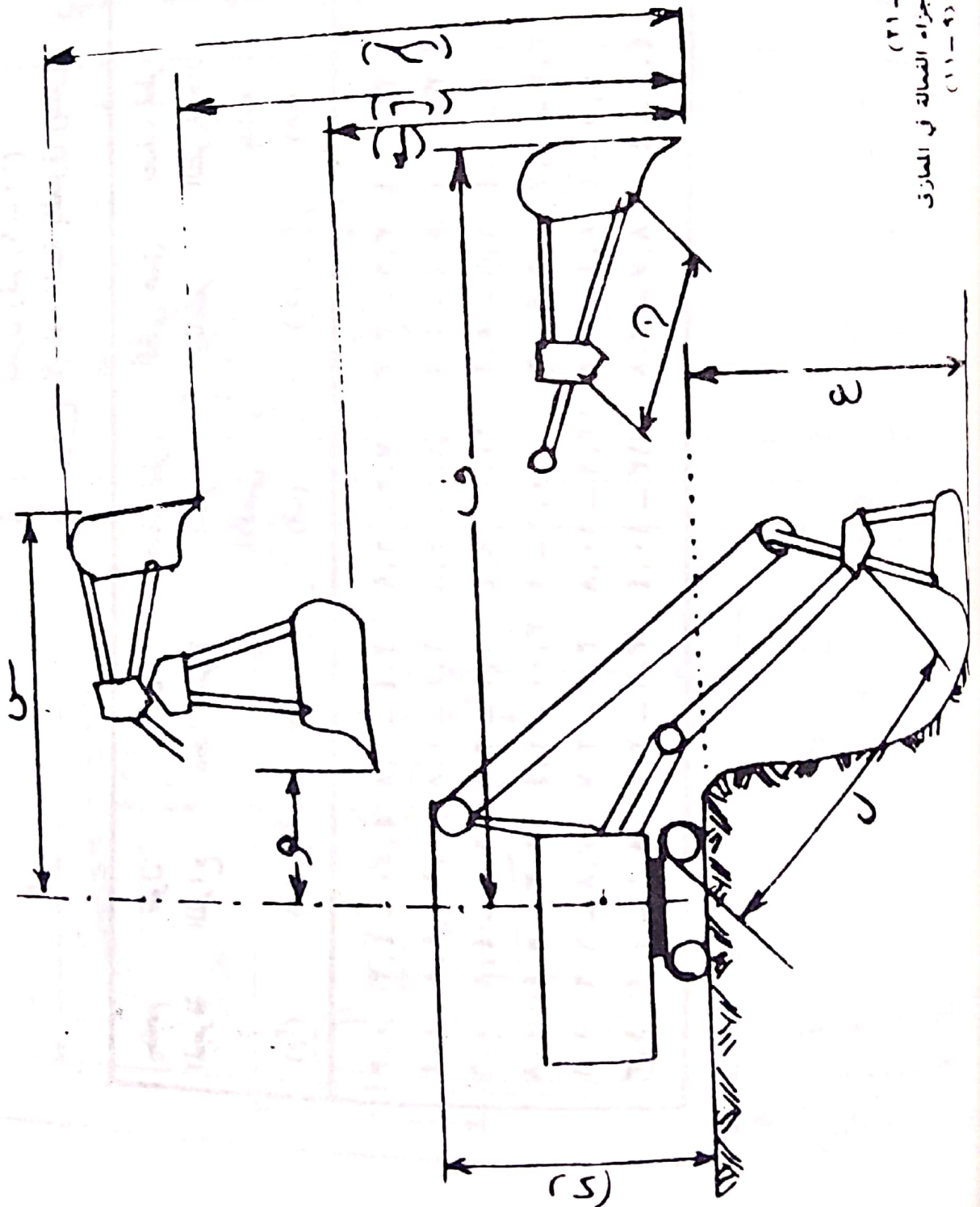
طريقة عمل الآلة:

توضح الآلة بحيث يكون ذراعها عند الزاوية المرغوبة وتقوم بإطالة سلك الرفع بينما يشد سلك السحب ليحرك المجرفة وبحيث تكون أبعد من الوضع المطلوب ويخفض ذراع الآلة إلى أن تصل أسنان المجرفة عند بداية المادة المراد حفرها ويشد سلك السحب نحو الآلة إلى أن تمتلئ المجرفة لنهايتها فترفع بعد ذلك وهي مملوءة ويتم برفع ذراع الآلة كلية.

بعض أبعاد ومواصفات المعازق:

الشكل رقم (٩-٢١)، والجدول رقم (٩-١١) يوضحان أبعاد بعض الأجزاء الفعالة.

يوضح الأبعاد وطريقة عمل الأجزاء الفعالة في المازق
انظر الجدول رقم (١١ - ٩)



جدول رقم (٩ - ١١)
بوضع الأبعاد الخاصة بالمعازق (بالمتر)

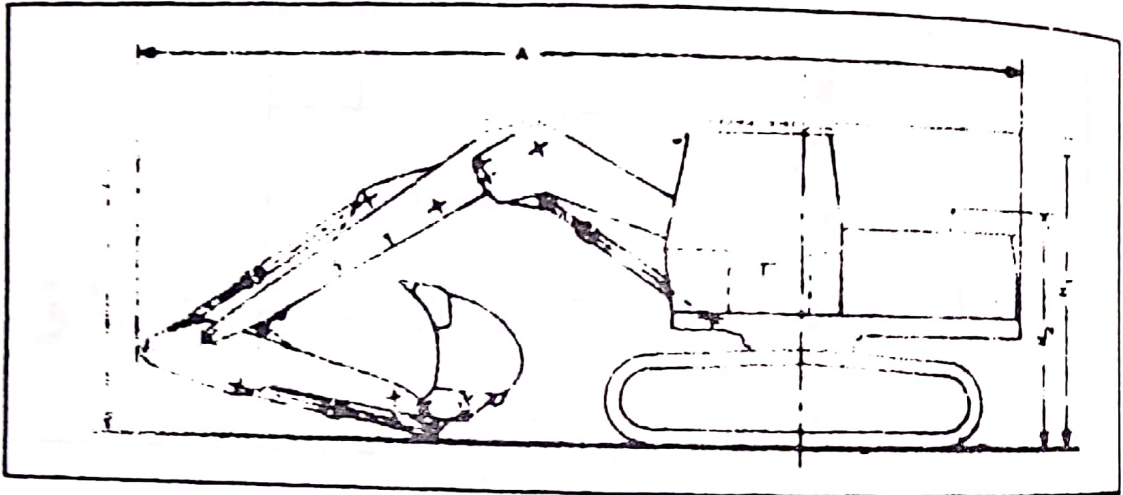
حجم المجرة (م ^٣)	طول النراع (ل)	طول عصا المجرة (ن)	نصف قطر الحفر الأقصى (ف)	أقصى عمق للحفر (ع)	نصف قطر التفريغ عند بدايته (هـ)	نصف قطر التفريغ عند نهايته (س)	المسافة المتركة عند بداية التفريغ (ب)	المسافة المتركة عند نهاية التفريغ (ج)
٠,٣	٤,٢ - ٤,٥٠	١,٨ - ٢,٤	٦,٩ - ٧,٥	٣,٣ - ٣,٦	٢,٤ - ٣	٥,١ - ٥,٤	٢,٧ - ٣	٤,٥ - ٥,١
٠,٤	٤,٨ - ٥,١	١,٨ - ٢,٤	٧,٨ - ٨,١	٤,٥ - ٥,٤	٢,٤ - ٣	٥,٧ - ٦,٦	٢,٧ - ٣,٣	٤,٥ - ٥,٤
٠,٦	٤,٨ - ٦,٠	٢,١ - ٢,٧	٨,٤ - ١٠,٠	٥,١ - ٦,٦	٢,٤ - ٤	٦ - ٨,١	٢ - ٣,٦	٤,٨ - ٦,٦
٠,٨	٥,٤ - ٦,٣	٢,٤ - ٣,٠٠	٩ - ١٠,٢	٦ - ٦,٩	٢,٧ - ٣,٣	٦,٦ - ٧,٨	٣,٦ - ٤,٢	٥,٤ - ٦,٣
١,١	٦,٦ - ٧,٨	٢,٧ - ٣,٣	١٠,٨ - ١٢,٦	٧,٥ - ٨,٤	٤ - ٤,٥	٨,٤ - ٩,٦	٤,٢ - ٤,٨	٨,١ - ٩
١,٣	٧,٢ - ٨,١	٢,٧ - ٣,٦	١٠,٤ - ١٣	٧,٨ - ٨,٧	٢ - ٤,٨	٥,٧ - ١٠	٤,٥ - ٥,١	٨,٤ - ١٠

إنتاجية المازق:

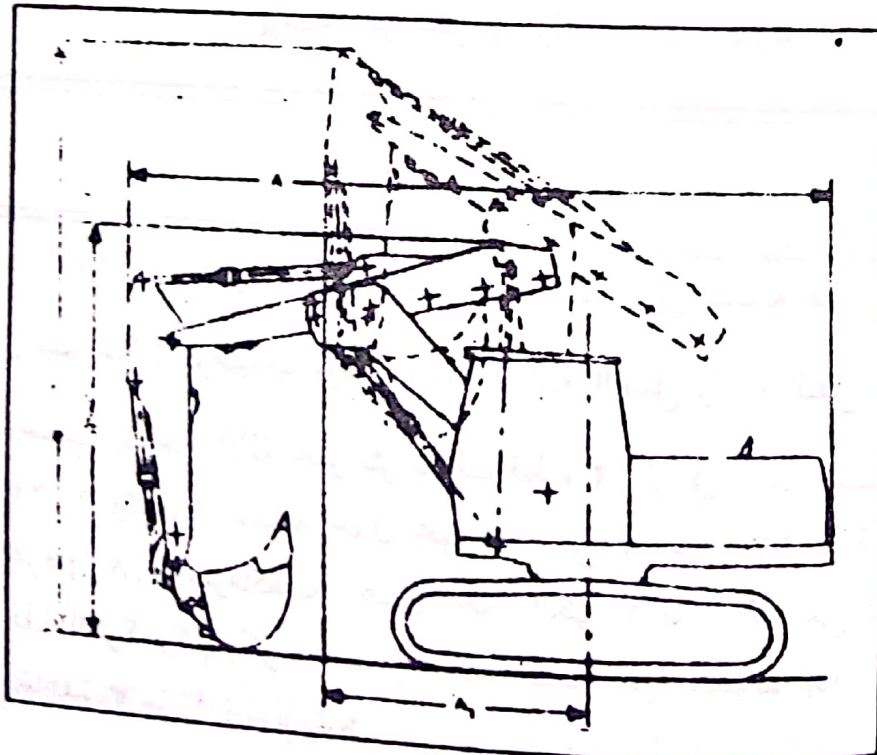
عندما تستعمل المازق في الحفر عند عمق متوسط فتساوى إنتاجيتها تقريباً مع الجرافات عند مقارنتها مع حجم الحفر ولنفس نوعية التربة.

ولكن إنتاجية المازق تقل عندما يزداد عمق الحفر. ويلاحظ أن عملية الحفر تحدث عموماً عندما يكون ذراع المجرفة عند الزاوية الصحيحة كما يمكن الحصول على الإنتاجية الأكبر عندما يتم الحفر قريباً من الآلة لأنها تقل من زمن الدورة الواحدة ولأن المادة تتحرك إلى داخل المجرفة أفضل عندما تسحب المجرفة لأعلى بالقرب من الآلة.

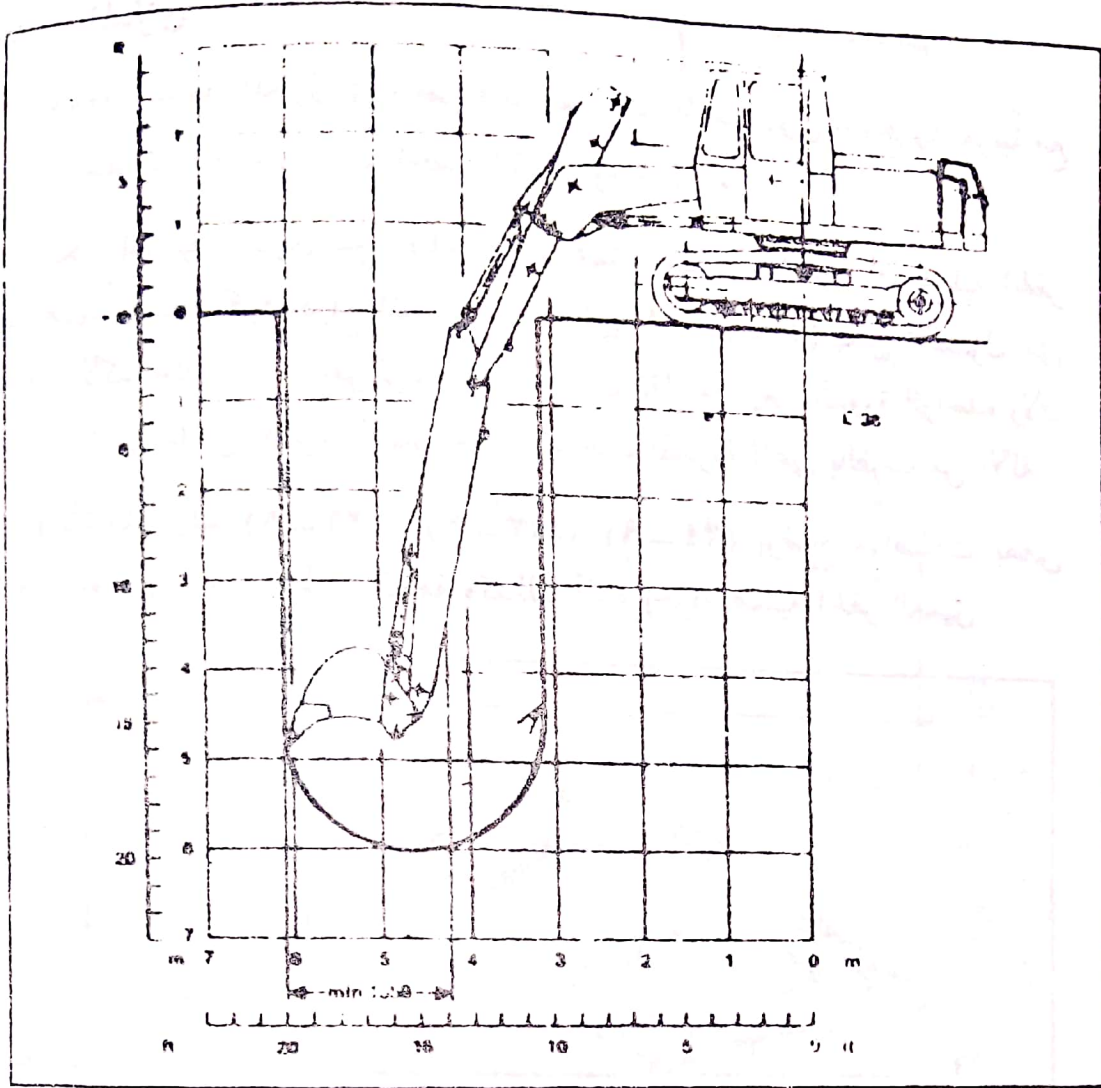
والأشكال رقم (٩-٢٢)، (٩-٢٣)، (٩-٢٤) يوضح مواصفات بعض المازق أثناء سيرها على الطرق العامة وكذلك أثناء إجراء عملية الحفر العميق.



شكل رقم (٩-٢٢)
المعزقة أثناء سيرها
على الطريق ويبين
الشكل كيفية ضم
الذراع في وضع
أقصى



شكل رقم (٩-٢٣)
يبين أوضاع الذراع
في وضع رأسي



شكل رقم (٩ - ٢٤)
يوضح كيفية حفر آبار رأسية بواسطة المعزقة

تعاريف

- ١ - ما الفرق بين عمل المعازق وعمل الجرافات ومتى يتشابه عملها؟
- ٢ - ارسم شكلاً توضيحياً يوضح المعزقة أثناء العمل وأثناء النقل.
- ٣ - احسب إنتاجية الآلة لحفر بئر نصف قطره ٢ متر في أرض طينية معامل انفعالها ١,٢٥ وتتحرك المعزقة حول محورها وزمن دورتها ٣٥ ثانية في المتوسط. وحجم مجرفتها ٠,٨ متر مكعب. عمق الحفر الكلي ٦ متر. كم من الوقت يلزم لعمل هذا البئر؟ وكم يكون ارتفاع الكوم الناتج من التكويم إذا كان نصف قطر القاعدة ٣ متر؟ ارسم تخطيطاً يوضح هذا العمل.

الفصل العاشر

المخندقات

فاتحات الجداول والسواقى وفتح الخنادق
لأغراض وضع المبال

المخندقات : (TRENCHING MACHINES)

فانحات الجداول والسواقي وفتح الخنادق لأغراض وضع المبازل

ينقسم عمل المخندقات إلى ثلاثة أجزاء أولها هو عمل المخندق نفسه، وثانياً عملية وضع المبازل وثالثها هو إعادة الردم فوق المبازل.

ومن أنواع المخندقات والتي تقوم بعمل الخنادق:

النوع ذو العجلة الدوارة والثاني ذو السلم المتحرك، والثالث المخندقات ذو السكين الرأسية. وقد تستخدم المعازق أيضاً في عمل الخنادق. هذا النوع من الآلات يقوم بعملية الحفر على أتم وجه وذلك لحفر خنادق مكشوفة لسريان المياه أو لوضع أنابيب الغاز أو خط أنابيب النفط أو لمد سلك الهاتف أو مجاري البزل.

وهذه الآلات سريعة العمل عند إجراء عملية الحفر وترجع كفاءتها إلى أنها تحفر بالعرض المضبوط وكذلك العمق المطلوب وبالتالي فإنها تقلل من التكاليف وتقلل من الأيدي العاملة، وكما تقوم أيضاً بعملية تسوية الخنادق. ومن مميزاتها أنها تقوم بحفر جميع أنواع الترب ما عدا الصخرية منها. وبما يضيف ميزة إلى عملها أنها مختلفة الأحجام لحفر الخنادق المختلفة العمق والعرض. وعادة ما تكون هذه الآلات ذات ساحة مسرفة وذلك لزيادة اتزانها وقلة ضغطها على التربة أو بمعنى آخر فإن وزنها ينوزع على مساحة أكبر.

وسنبداً بشرح مفصل لكل نوع من الأنواع السابقة:

- (أ) المخندقات ذات العجلة الدوارة.
- (ب) المخندقات ذات السلم المتحرك.
- (ج) المخندقات ذات السكينة الرأسية.
- (د) هناك بعض المخندقات ذات المجارف الحلزونية ولكنها قليلة الاستعمال.

أولاً - المخندقات ذات العجلة الدوارة:

الشكل التخطيطي رقم (١٠-١) يوضح هذه الآلة وهي مناسبة لعمق قطع يزيد عن ٣ م، عند عرض قطع يتراوح ما بين ٠,٣٠ - ١,٥ م وتكون سرعة الحفر المناسبة ١٥ م/ دقيقة أو أكثر، ويمكن اختيار السرعة المناسبة لطبيعة العمل، والجرء الذي يقوم بالحفر في هذه الآلة يتكون من عجلة دوارة ويتركب على إطارها الخارجي عدد من أوعية نقل لها أسنان ليسهل عملية الحفر.

والعرض الملائم لهذه الأوعية يكون حسب عرض الحفر وتبدأ عملية الحفر بخفض العجلة الدوارة إلى العمق المطلوب، بينما الآلة نفسها تتحرك ببطء إلى الأمام وأما التربة الناتجة من عملية الحفر بواسطة أوعية الحفر فإنها توضع على ممر ناقل لانهائي يتحرك عمودي على الآلة عند أحد جوانبها أو إلى مقدمة الآلة ويمكن ضبط سرعته كما أنه يمكن أن يوضع على أي جانب من جوانب الخندق.

وبين الجدول رقم (١٠-١) مواصفات المخندقة ذات العجلة الدوارة وهذه المواصفات ليست هي بالضبط التي تتوافر في جميع الآلات فهي فقط المواصفات الملائمة وهذا يعتمد على عملية التصنيع وتصميم المصنع نفسه.

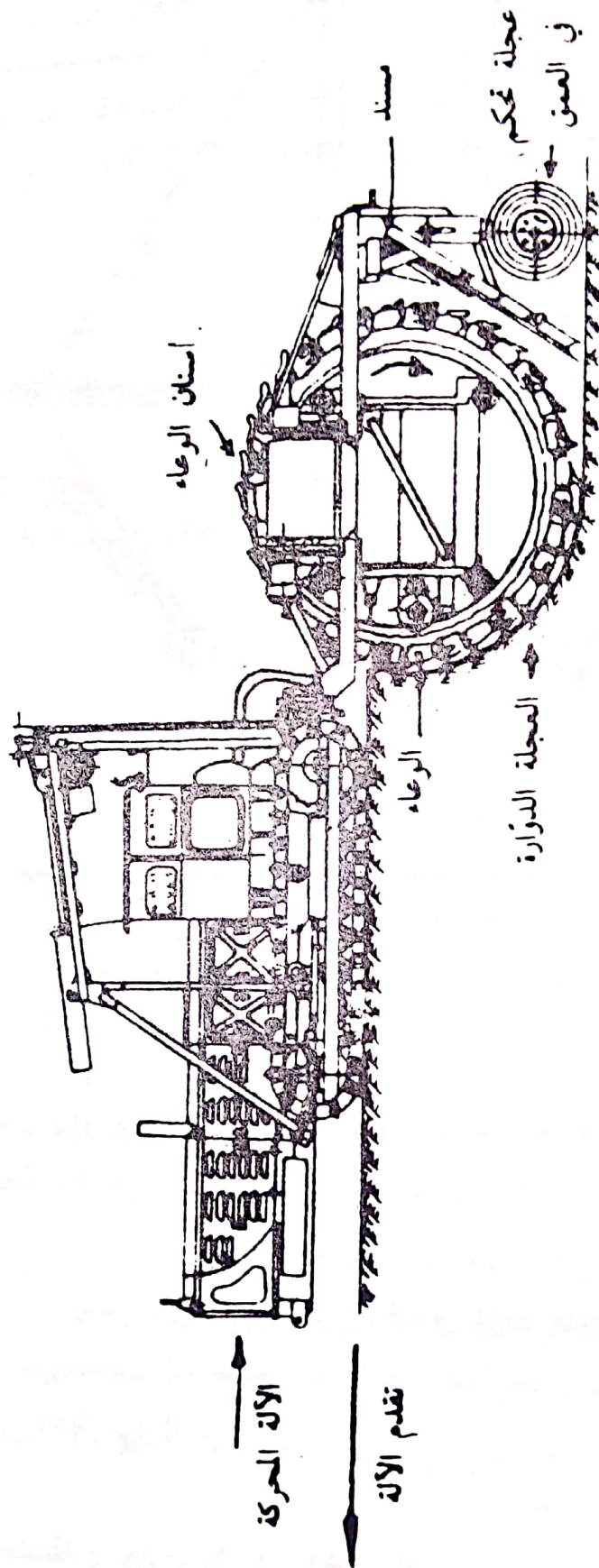
ويوجد تصميم آخر للعجلة الدوارة يقوم بحفر الخنادق وخاصة المكشوفة منها وهذا التصميم يرجع إلى شركة (Barbar-Green) فقط^(٥).

والشكل رقم (١٠-٢) يوضح هذه العجلة وتدور حول العمود الوسطي ومقطعها على هيئة شبه منحرف، ولها سكين في الوسط لقطع قاع الخندق وسكاكين جانبية تأخذ ميولاً مختلفة لقطع جوانب الخندق، ومن هذه الميول (١:١) أو (١:١½).

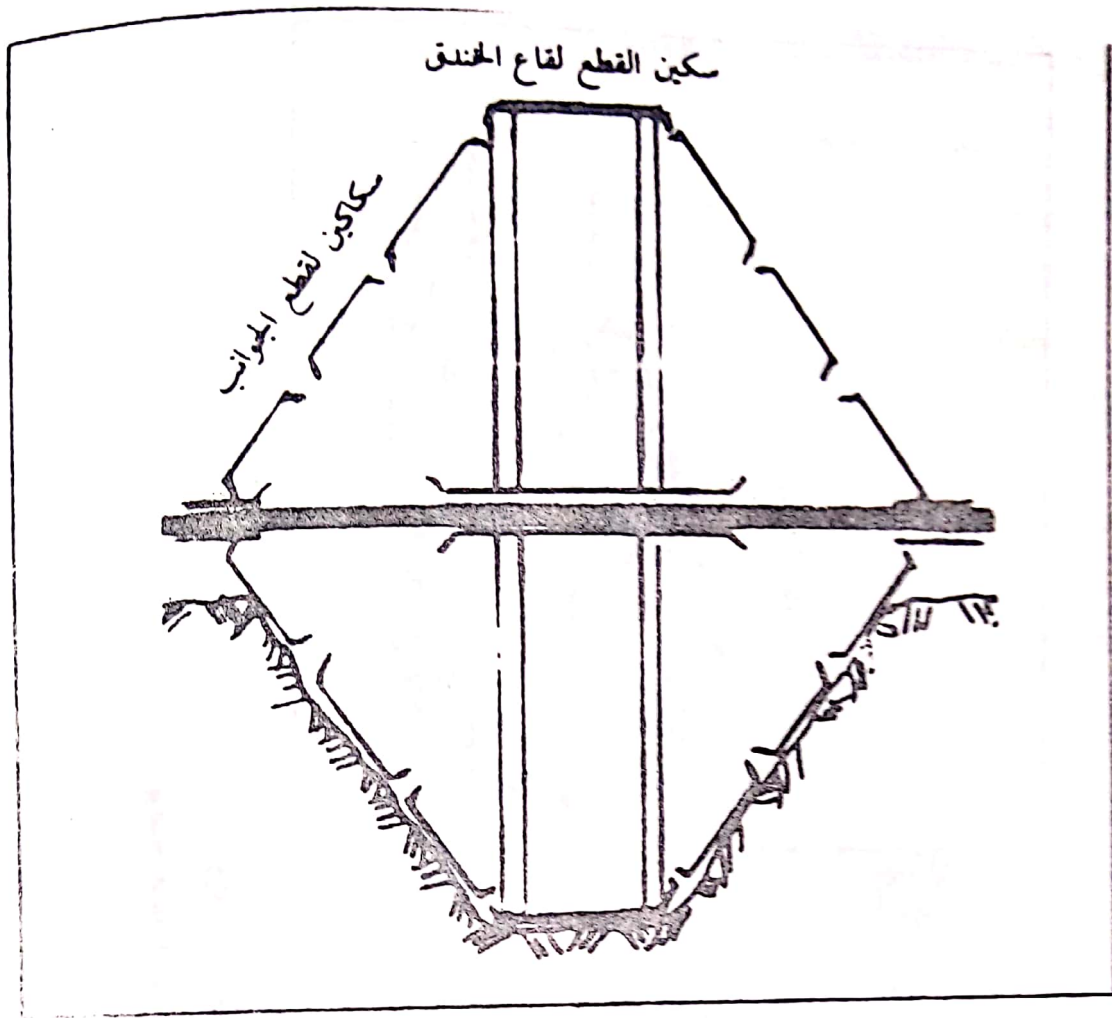
وقد تكون هذه السكاكين للقطع فقط أو قد تزود بأوعية لإزالة التربة بعد قطعها مباشرة وتعمل هذه الآلة على سرعة أمامية ١٠ م/ دقيقة.

كما يمكن تغير عمق السكاكين والميول الجانبية لها حسب تصميم الخندق نفسه. وتزود هذه الآلة بسيور جانبية لإلقاء التراب عليها إلى خارج مكان عمل الآلة، ويوجد جهاز للتحكم في السرعة الدورانية للآلة وذلك ليلائم نوعيات الترب الثقيلة. ومجال استخدام هذه الآلة عندما لا يزيد عمق الحفر عن ٢,٥ م وإلا فستستخدم لألات الأخرى مثل الحفارات أو الكابشات.

(٥) Barbar-Green Company (Aurary, Illinois, 1970)



شكل رقم (١٠-١)
يوضح صممه الحفر العجلة الدوارة



شكل رقم (١٠-٢)
بوضع التصميم الآخر للمجلة الدوارة لحفر الخنادق

ويلاحظ أثناء عمل الآلة عندما تلاقي صخرة عميقة فإن كانت مشقة، فيمكن كسرها بواسطة القواديس وإذا كانت صلبة فإنه يمكن رفعها لأعلى أو أن يرفع القواديس وتُمر الآلة عليها وترفع بعد ذلك بأي وسيلة أخرى، ولضبط خط سير الآلة يوضع علامات (أوتاد مثلاً) على جانبي الخندق المراد فتحه أو أن يضبط السير عن طريق أشعة الليزر بحيث إذا خرجت الآلة عن خط السير يظهر ضوء أحمر أمام السائق فيعود إلى نفس الخط مرة ثانية.

ثانياً - المخدقات ذات السلم المتحرك:

كما هي موضحة في الشكل التخطيطي رقم (١٠-٣) وتوجد خلف الآلة الحركة والتي تقوم بتشغيل سلم متحرك يميل على الاتجاه الراسي بزاوية معينة ويوجد

جدول رقم (١٠-١)
بين مواصفات المخندقة ذات المعجلة الدوارة

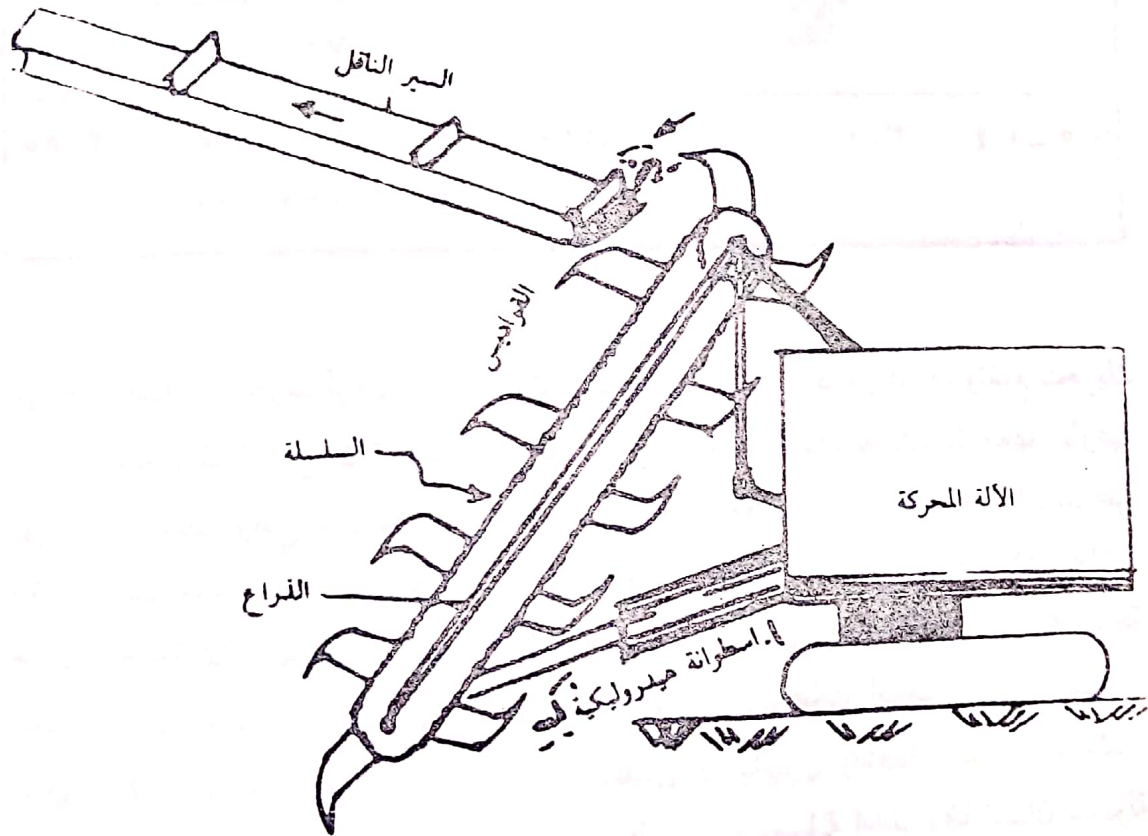
أنقى عمق للمخندق (م)	عرض المخندق (سم)	قدرة المحرك (حصان) (م)	الوزن التقريبي كج	سرعة المعجلة الدوارة م/دقيقة	السرعة الأمامية كم/ساعة	سرعة الحفر م/دقيقة
١,٦٥	٥٣-٤٥-٣٧ ٦٥-٥٨-٥٠	٥٥	٦٨٢٠	٨٠-١٠	٤,٣-٠,٨	٣-٠,٦
١,٨٠	٥٠-٤٥-٤٠ ٦٠-٥٥-٥٠ ٧٠-٦٥-٦٠ ٧٥-٧٠	٦٧	٧٥٠٠	١٢٥-٤٥	٠,٢٥-٠,٨	١٧-٠,٨
٢,٥٥	١٠٠-٩٥ ١٢٥-١٠٠	١١٠	٢٨١٨٠	٧٣	٣,٠	١٠,٥-٠,٤

عل هذا السلم المتحرك أوعية لها أسنان تقوم بحفر التربة على أعماق مختلفة وتقوم بتحريك هذه الأوعية سلسلة من كلا الجانبين، فعند تحريك هذه السلسلة تتحرك معها الأوعية على طول السلم وهي سلسلة لا نهائية، وعمق الحفر الملائم لهذه المخندقة قد يزيد عن ١٠ م وذلك عند عرض خندق يصل إلى ٤ م. ولله المخندقات أذرع يمكن إطالتها حسب الحاجة مما يسمح لكي تعمل الآلة عند كل الأعماق. وللآلة أكثر من ٥٠ سرعة تناسب الحفر حسب طبيعة العمل المطلوب، فمنها السرعات البطيئة جداً والسريعة وتتكون الأجزاء التي تقوم بالحفر من سلسلتين لا نهائيتين (متصلة النهايات) مثبت بطولها ذراع متحرك يركب عليه قواديس هي التي تقوم بعملية الحفر ولها أسنان لسهولة إجراء الحفر، شكل رقم (١٠-٣).

بالإضافة إلى ذلك يوجد على هذا الذراع من كلا الجانبين وصلات يمكن من طريقها زيادة أو تقليل عرض الخندق.

وتتحرك القواديس على طول الذراع وتلقى بالتربة الناتجة على سير ناقل يقوم
بنقل التربة على أحد جوانب الخندق نفسه. ويمكن بواسطة هذه المخذقة التحكم في
سمك القطع المضبوط حتى لو كانت التربة غير مستوية.

وميزة هذه المخذقة عن السابقة في أنها يمكن أن تحفر حفراً رأسياً تماماً يجعل
الذراع الخاص بها في وضع رأسي ومجال العمل بهذه الآلة واسع حيث يمكن تركيب
سبعة أذرع مختلفة الأحجام لتلائم حفر خنادق ذات أعماق مختلفة تبدأ من
١.٣ - ٤.٥ م بينما العرض المناظر أيضاً ١٥ سم - ١٣٥ سم جدول رقم (١٠-٢).



شكل رقم (١٠-٣)
المخذقة ذات السلم المتحرك

جدول رقم (١٠-٢)
يبين مواصفات المخندقة ذات السلم المتحرك (٥)

أنقى عمق (م)	عرض الخندق (سم)	قدرة الآلة (حصان)	الوزن التقريبي (كج)	سرعة القواديس (م/ دقيقة)	سرعة السير (كم/ ساعة)	سرعة الحفر (م/ دقيقة)
١.٣٥	٢٠ - ١٥	٤٧	٢٩٧٠	١٦٢ - ١٧٤	٥.٥ - ١.٢	٦.٥ - ٠.٧
٣.٣٥	٩ - ٤٠	٥٥	١٠٣٥٠	٦٨ - ٢٩	٥.٢ - ٢.٣	٤.٠ - ٠.٢
٣.٧٥	١٠٥ - ٤٠	٧٤	١٣٢٧٥	١٦٣ - ٤٠	٥.٢ - ٢.٣	٣.٠ - ٠.١
٤.٥	١٣٥ - ٤٥	٩٠	١٨٠٠٠	٥٠ - ٣٠	- ٢.٧٠	٤.٥ - ٠.٢

(٥) ويمكن لكل مصنع اختيار الأبعاد والمواصفات التي تزيد من قدرة وعمل المخندقة حسب تصميماته المناسبة.

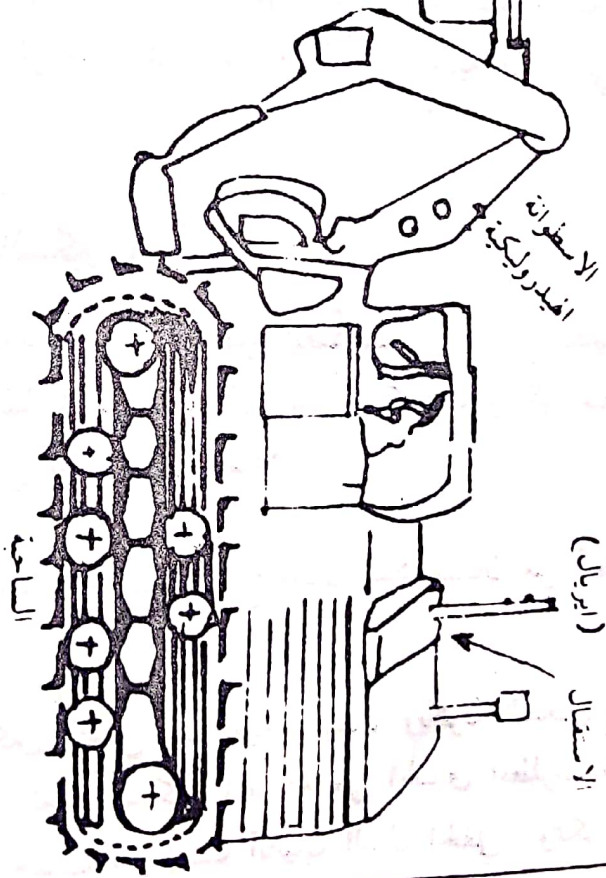
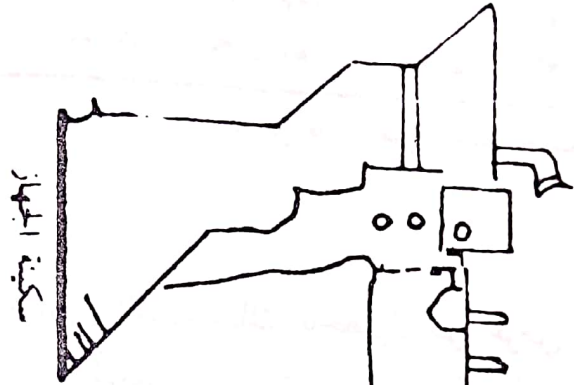
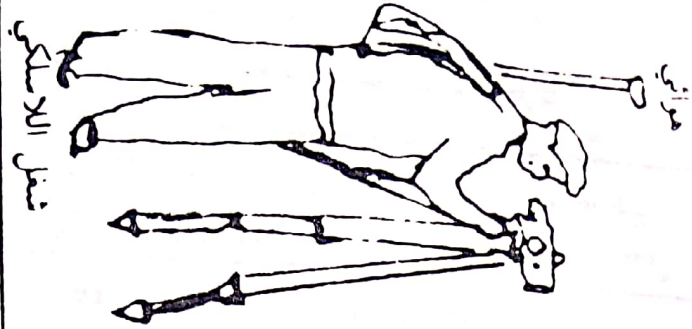
كما يمكن اختيار عرض الخندق المناسب وذلك بالحصول على عرض القواديس المطلوبة ويلاحظ أن هذه المخندقة لا تناسب حفر الترب الصخرية والحجرية أو التي بها ماء أرضي وذلك لأنه بعد إجراء حفر الخندق فإن جداره لا يبقى في مكانه فقد ينهار إما في حالة الترب الرملية المفككة أو الطينية فإن هذه الترب تنساب داخل الخندق ولذلك فعند الحفر في مثل هذه الترب تهضم ألواح حديدية على جانبي الخندق بطول الخط.

ثالثاً - المخندقات ذات السكين الرأسية

وهذه الآلة كما بالشكل رقم (١٠-٢) تقوم أيضاً بعمل مخندقات ولكنها تختلف عن سابقتها في أنها أثناء تقدمها للأمام يمكن أن تحفر السكين عمق أكبر عندما يراد عمل خط لوضع الأنابيب كما في أنابيب البزل مثلاً.

وهذه الآلة بالذات أدخلت حديثاً لمشروع قصب سكر ميسان من أجل حفر خنادق ووضع المبالز.

وتتركب أساساً من سكين متصل بالساحبة نفسها، ويكون السكين الراسي حاداً من الجهة الأمامية ويمكن تغيير السكين تبعاً لعرض الخندق المطلوب ويتراوح عرض الخندق ١٥ - ٨٠ سم حسب ما يناسب أنابيب البزل الحقلي، ويمكن إضافة

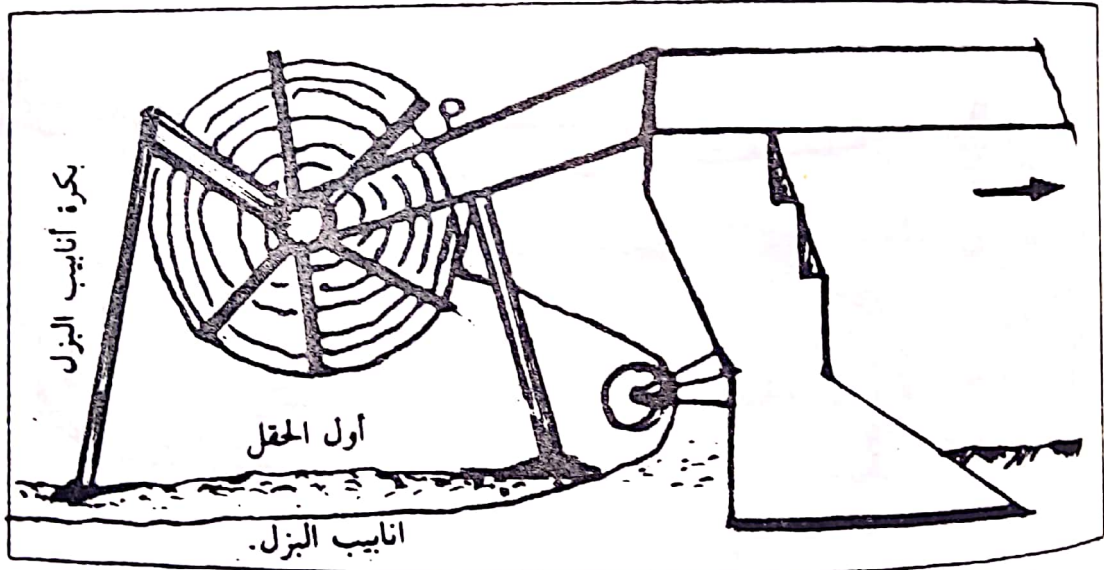


شكل رقم (١٠-٤)
بوضع المضخة ذات السكين الرأسى

سككين أخرى ذات عرض مناسب إذا أريد غير ذلك، ويتقدم الساحة للأمام فيمكن انزال السكين عند العمق المطلوب في البداية، ويوجد في نهاية الحقل جهاز لاسلكي والذي يثبت أشعة ليزر وهذه الأشعة تسلط إلى جهاز استقبال عند السائق في الساحة ويقوم جهاز الاستقبال بتحريك الجهاز الهيدروليكي فيمكن أن ينخفض أو يرتفع وبالتالي فينخفض السكين أو يرتفع تبعاً لذلك (حيث يتوقف الانحدار على ميل الشعاع نفسه) كما يوجد عند السائق أضواء حمراء وخضراء فطالما السائق يرى الضوء الأخضر يكون الاتجاه مضبوطاً وإذا ظهر عنده الضوء الأحمر فهذا دليل على انحراف الساحة يميناً أو يساراً.

وهذه الآلة تحتاج إلى سرعات أمامية بطيئة في حدود ١,٥ - ٢,٥ كم / ساعة وتختلف هذه المخلدة عن السابقتين حيث يتم ربط المبالز بها خلف السكين بحيث نضع مباشرة عند العمق المطلوب وحيث أنها لا تعمل على رفع التربة فإن التربة تنهال مباشرة فوق الميزل المدفون في القاع.

وتوجد أنابيب البزل على بكرة سهلة الدوران ويمر أنبوب الميزل على بكرة خلف السلاح وينزل إلى العمق المطلوب ويتم ردم الخندق مباشرة، شكل رقم (١٠-٤).

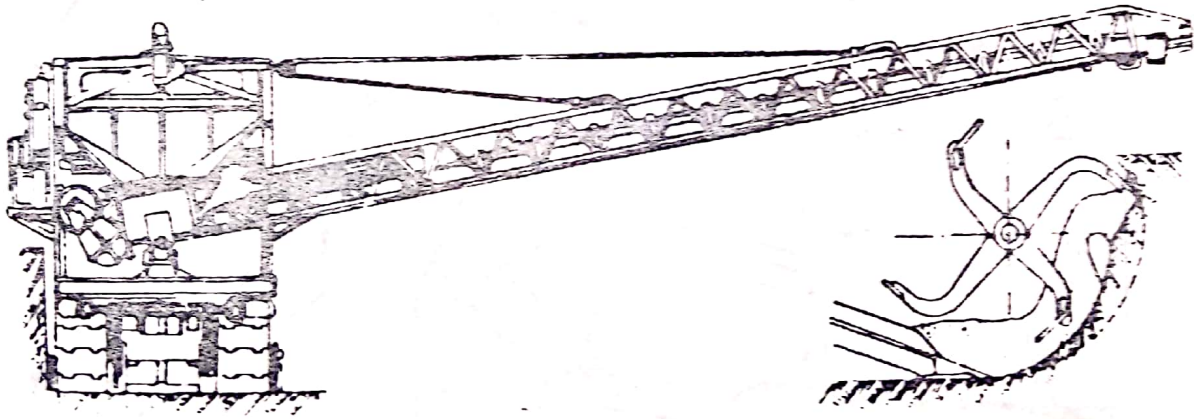
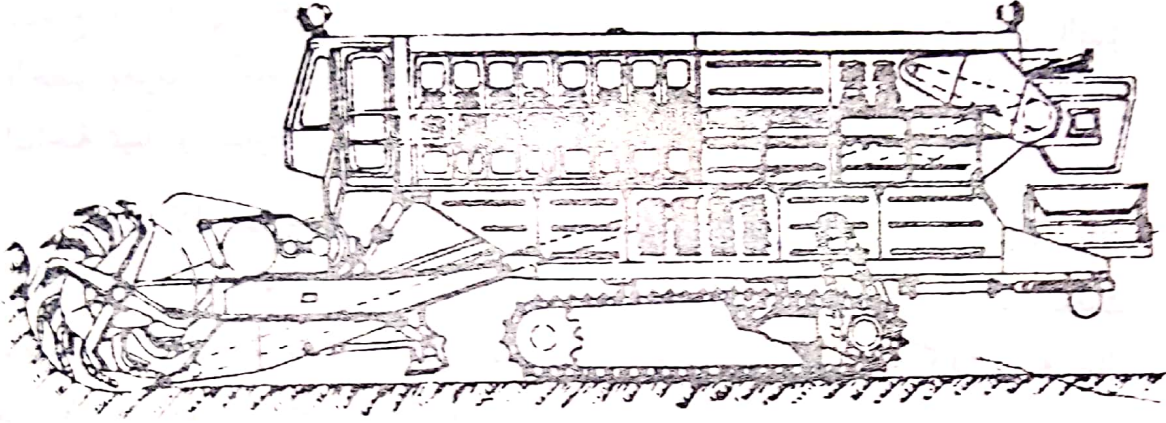


شكل رقم (١٠-٤)
طريقة إنزال أنابيب البزل خلف السلاح مباشرة

وهذه المخلدة ذات السكين الراسي تحتاج إلى قدرة تتراوح ٦٠ - ١١٠ حصان لعمق يتراوح ما بين ٤٠ - ١٠٠ سم، وعرض الخندق ٣٠ - ٨٠ سم والسرعة للأمامية للآلة ١,٥ - ٢,٥ كم / ساعة.

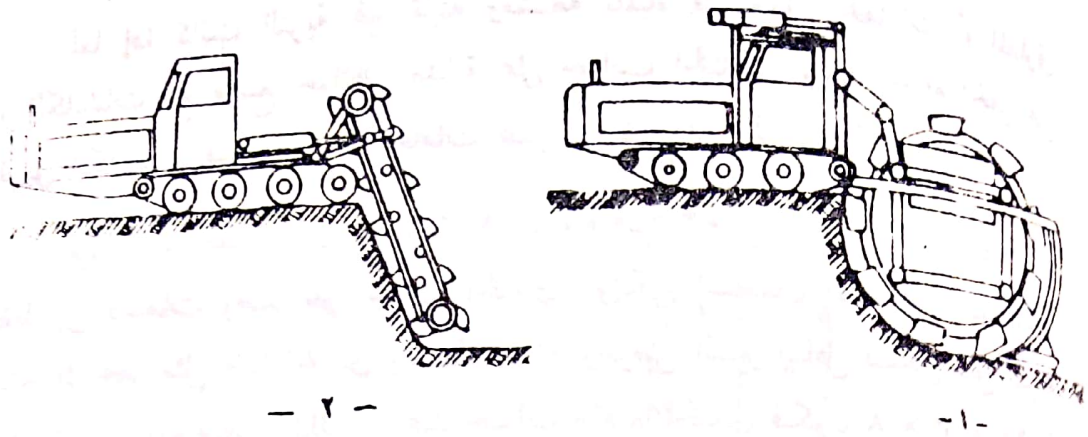
وتوجد أنواع مختلفة ومتعددة من آلات حفر الخنادق فمنها ما يحفر ويترك نتيجة الحفر في مكانها، وأخرى تعمل على رفع الحفر مباشرة.

والشكل التالي رقم (١٠-٥) يوضح تصميمات أخرى للمخندقات.



شكل رقم (١٠-٥)

يوضح مخندقة من النوع الدّوار ذي الأصابع القوية ويوجد أكثر من صف واحد من إطار الأصابع ويتوقف ذلك على عرض الحفر كما يوضح الشكل كيفية التحكم في اتجاه السير الناقل فقد يكون مع اتجاه الآلة أو على أحد الجوانب حيث يتم نقل الأتربة.



شكل رقم (١٠ - ٥ / ب)
يوضح نوعين من المخذقات

- ١ - مخدقة دَوَّارة وخلفها يمكن وضع أنابيب البزل المغطى.
- ٢ - مخدقة ذو سلم متحرك ويمكن إعطائه الميول المطلوبة.

شكل رقم (١٠ - ٥)
تصميمات أخرى للمخذقات

اختيار المخذقات المناسبة لحفر الخنادق:

إن اختيار المخذقة المناسبة لحفر الخنادق تعتمد على:

- (أ) طبيعة العمل.
- (ب) عمق وعرض الخندق.
- (ج) نوعية التربة.
- (د) ارتفاع الماء الأرضي.
- (هـ) عرض الطريق التي ستوضع فيه التربة المحفورة.

فعندما يراد حفر خندق ضحل وضيق، فإن المخذقة ذات العجلة الدوَّارة تصلح لذلك وأيضاً المخذقة ذات السكين الرأسي.

وإذا أريد حفر تربة حجرية أو صخرية (تم تكسيدها) فإن المعازق هي المناسبة لهذا الحفر وأحياناً تقوم الحفارات إذا تطلب الحاجة لذلك.

أما إذا كانت التربة غير ثابتة ومشبعة بالمياه فتستعمل الحفارات أو المازق أو الكابشات مع وضع حوائط معدنية على جوانب الخندق. وعند إجراء الحفر عن طريق الكابشات فيجب وضع دعائم عمودية على هذه الحوائط المعدنية.

فإذا أريد حفر خندق ذو عمق ٨ م، وعرض ٣ م في تربة ثابتة فإنه يحتاج فقط إلى دعائم وضع على جانبي الخندق. ويمكن استعمال المخندقة ذات السلم المتحرك لحفر مثل هذا الخندق وضبط ارتفاع وعرض السير الناقل ليتمكن نقل التربة على الجانب المخصص لذلك. وعند حساب مقطع الخندق فيكون $3 \times 8 = 24 \text{ م}^2$ وإذا فرض أن معامل الإنقفاخ ٣٠٪ فإن مساحة مقطع الكومة التي تنتج من الحفر تكون $24 \times 1,3 = 31,2 \text{ م}^2$ فإذا كان انحدار الجوانب ١ : ١ وارتفاعها ٥ م وعرض القاعدة ١٠ م فيكون ارتفاع السير الناقل لا يقل عن ٩ م وطوله ٨ م حتى يمكنه وضع التربة على الجانب ويكون القياس من محور الآلة ومحسب كالتالي:

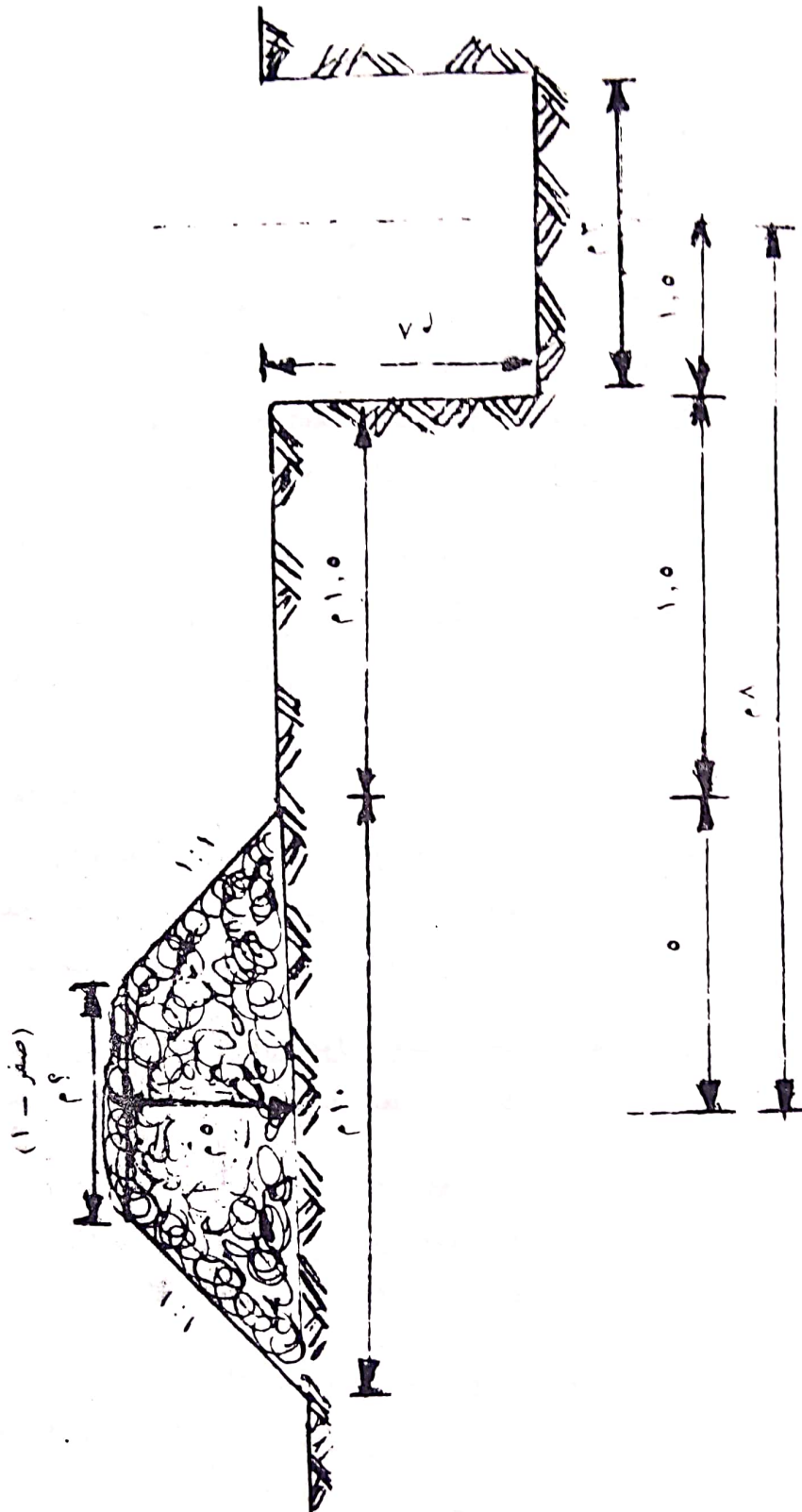
(١,٥ م نصف عرض الخندق + ١,٥ م أقل مسافة تترك بين الكومة والخندق + ٥ م نصف عرض قاعدة الكومة).

ويجب حساب طول السير الناقل بالضبط وذلك لأن السير القصير يعمل على تكويم التربة قريبة من الخندق مما يسبب نزول بعض التراب مرة ثانية إلى الخندق.

معدل إنتاجية المخندقات:

هناك عدة عوامل يتأثر بها معدل إنتاجية المخندقات وهذه العوامل هي:

- (أ) نوعية التربة.
- (ب) عمق وعرض الخندق.
- (ج) امتداد الدعائم.
- (د) طبوغرافية المنطقة.
- (هـ) حالة المناخ.
- (و) مساحات النمو الخضري والأشجار.
- (ز) بقايا الجذور والسيقان.
- (ح) العوائق الطبيعية مثل (الأنابيب) المدفونة، الشوارع المبلطة، الأرصفة، المباني...
- (ط) سرعة وضع الأنابيب في الخندق.



(صفر - ١)

نقط المعدنية
وجراء الخط من
رصة ثابتة فإنه يستلزم
المخندقة ذات السطح
ناقل ليتمكن نقل التربة
كون $3 \times 8 = 24$ م^٢
ة التي تنتج من الحفر
وارتفاعها ٥ م وفرن
٨ م حتى يمكن رفع

بين الكومة والخندق

بر القصير يعمل على
ثانية إلى الخندق

العوامل هي:

المبلطة، الأرصفة

وكل عامل من العوامل السابقة يؤثر كثيراً على سرعة العمل
حسابات سرعة حفر الخنادق.

فعند وضع أنابيب الزيت و العدر خلال الخندق يجب وضع ما يزيد عن
١٨٠٠ م طول في يوم عمل واحد أي ٨ ساعات يوماً أي ما يعادل ٢٢٥ م
الساعة الواحدة، ولكن في حالة حفر خنادق في التربة الصخرية والحجرية، فإن من
غير الممكن حفر أكثر من ١٠٠ - ١٢٠ م يومياً، أي ٢ - ١٥ م في الساعة لأنه تقادراً
عوائق طبيعية مثل الصخور والحجارة وفي حالة حفر خندق لوضع أنابيب المجاري فإنه
يمكن حفر ٩٠ متر في الساعة الواحدة وفي حالة وضع الأنابيب ذات الطول ٦ م فإنه
لا يمكن توصيل أكثر من ٢٥ وصلة في الساعة الواحدة بحيث لا تزيد سرعة الآلة عن
٢٥ م/ ساعة وذلك بغض النظر عن مقدرة الآلة في حفر خنادق أكة

ولحساب معدل حفر الخنادق المتوقعة يجب أن نعمل الآلة عند سرعتها المطلوبة
و بدون أن يتعبها أي عائق.

□ مثال:

إحسب معدل الإنتاجية المتوقعة وذلك بلمتر في الساعة إذا كان المطلوب حفر
خندق بعرض ٨٠ سم بأقصى عمق ٣,٦ م في تربة طرية وهذا الخندق يحفر ل
توضع فيه أنابيب المجاري ذات قطر ٥٢ سم وتوسع معدل تقريبي ٩ م/ ساعة
وباختيار الموقع على طول الخندق وجد أن هناك عوائق تعيق العمل من سرعة
الحفر حوالي ٦٠٪ من السرعة النظرية الممكنة

من الجدول السابق والخاص بمواصفات الخنادق ذات القسم المتحرك بآلة
أقصى عمق الحفر ٣,٧٥ م. ومن عمق الخندق (٨٠ سم) وبسرعة التربة المكونة سرعة
الحفر الممكنة ٠,٣ م/ دقيقة أو ١٨ م/ ساعة.

وبد أن هناك عوائق تشغل تقلل من سرعة الحفر (٦٠٪ مثلاً) فيكون سرعة
الحفر الحقيقية
$$= \frac{60 \times 18}{100} = 10,8 \text{ م/ ساعة}$$

فإذا كانت الأنابيب - كما في المثال - توضع على ٩ م/ ساعة فإنه
في الزمن المطلوب وهو ساعة.

التكاليف التي تأتي في المخرج تكون كما يلي:

١- كهرباء:

٧٥٠ دينار / ساعة

٧٥٠ دينار / ساعة

٧٥٠ دينار / ساعة

٧ دينار / في الساعة

٧ دينار في الساعة

يكون تكاليف التمر الطولي = $\frac{778 \text{ فلسا}}{\text{م}^2 / \text{ساعة}}$

إذا كان هناك مشروعاً نودع أنابيب بطول ١٠ كم فتكون التكاليف الكلية:
 $778 \times 10,000 = 7,780,000$ ديناراً.

بالنسبة إلى المهندقة ذات السكين الراسي والخاصة بوضع أنابيب البزل فهناك بعض الانتباهات لتشغيلها:

١- رعة سيرها للأمام تتناسب مع سحب الأنبوب من على البكرة الخاصة بالأنابيب والموجودة في أول الحقل.

٢- تحديد الانحدار المطلوب قبل بداية التشغيل ووضع جهاز أشعة ليزر في موضعه المضبوط ويجب على السائق ملاحظة الأضوية المثبتة أمامه وذلك لكي يسير في خط مستقيم بالضبط.

٣- ينصح أن يكون طول الأنبوب الموجود على البكرة لطول المنزل في الاتجاه الواحد، وعندما لا يتوفر ذلك وقبل أن ينتهي الأنبوب الأول أن يوصل بآخر لأنه يصعب بعد إجراء عملية الردم توصيل الأنابيب.

٤- يتم إجراء وضع حصي أو ما شابه ذلك قبل إجراء عملية الردم لكي لا تنسد هذه الأنابيب ويكون ذلك بتوفر خزان خاص مع الآلة تنزل منه هذه المواد لتوضع فوق أنبوب البزل قبل ردمها بالتراب وأحياناً يستخدم أنبوب جاهر بأن بعض خطوط من الكنان المرشوشة بالزفت وذلك للحفاظ على إبقاء ثقوبه مفتوحة باستمرار.

٥ - عند نهاية الحقل يجب أن يكون طرف الأنابيب الخاصة باليزل مرفوعاً فوق سطح الأرض وذلك لكي يتم توصيله إلى الأنبوب العرضي بعد ذلك.

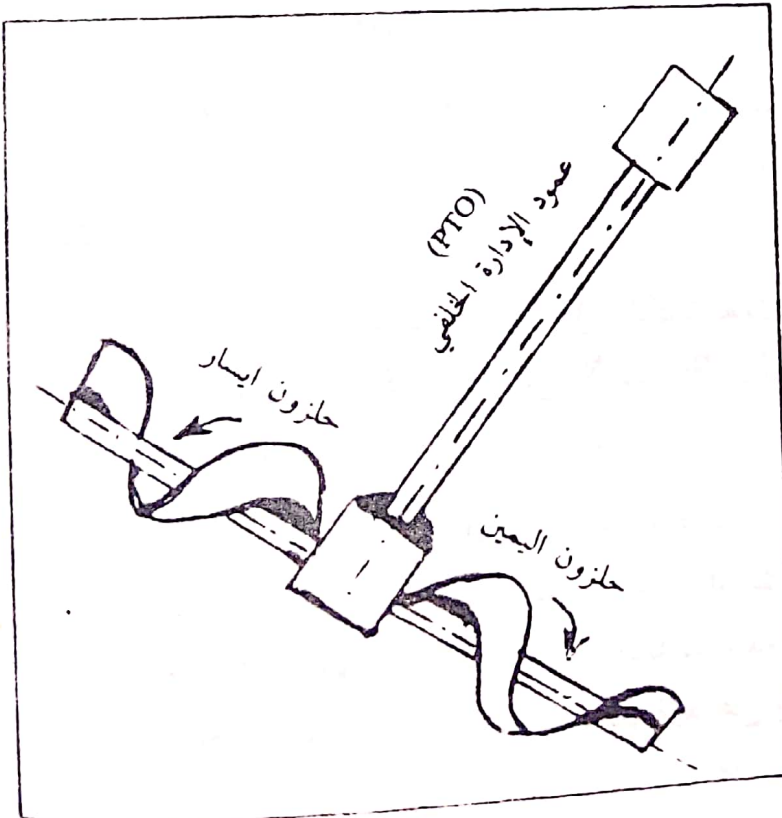
٦ - لضمان عملية التغطية يوجد أحياناً جهاز خاص بإعادة التراب من على الجوانب وكما توجد عجلة صغيرة لها عرض الخندق تقوم بضغط التربة فوقه.

٧ - ملاحظة العمق المناسب لقدرة الساحة فإذا أريد عمقاً أكبر فتختار القدرة الملائمة.

٨ - ورغم أن هناك بعض أنواع من المخذقات غير شائع الاستعمال إلا أنه يمكن القاء الضوء عليها وهي المخذقات ذات المجارف الحلزونية شكل رقم (١٠ - ٦) (Spiral- Trenching machines).

هذه الآلة معلقة بالساحة وتأخذ حركتها من عمود الإدارة الخلفي وترتفع وتنخفض بواسطة الجهاز الهيدروليكي والذي يمكن عن طريقه أيضاً التحكم بالعمق المطلوب وهذه لها حدود بالنسبة إلى عرض الخندق في حدود ١ م وعمق الخندق ١,٥٠ - ٢ م والتراب الناتج من الحفر يطرد إلى الجانبين.

وهي عبارة عن حلزونين أحدهما يدفع بالتربة يمينا والآخر يدفع بالتربة يساراً.

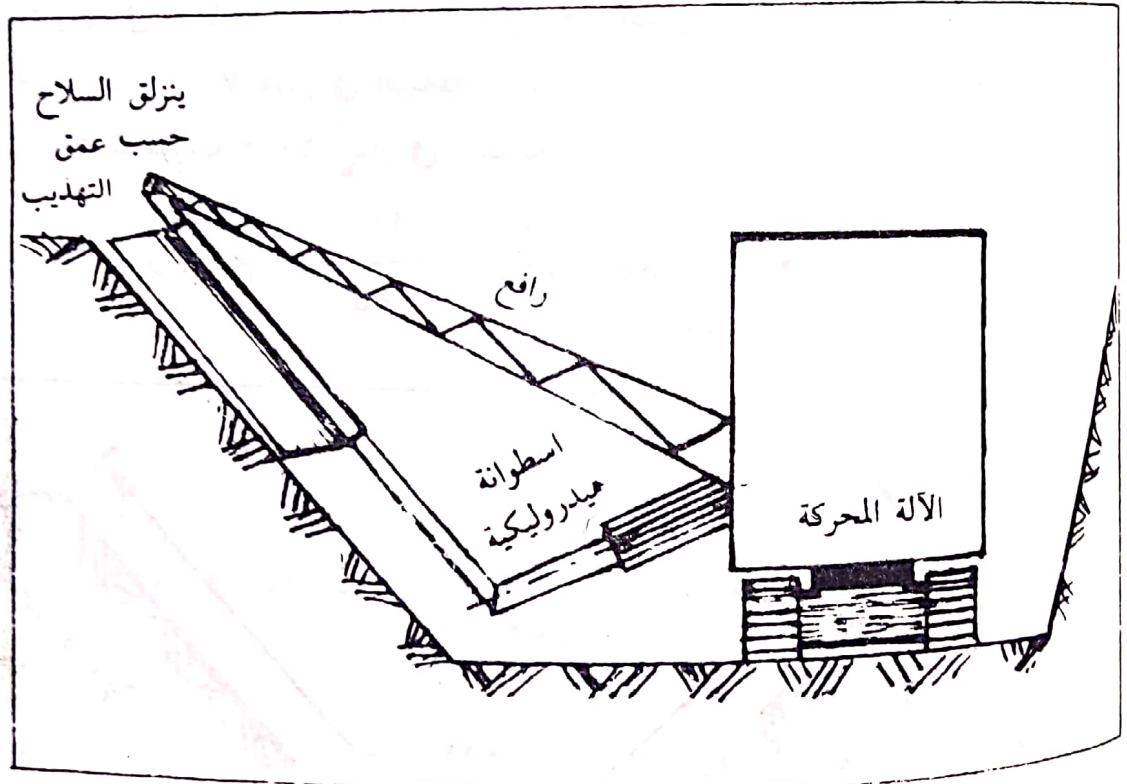


شكل رقم (١٠ - ٦)
بوضوح المخذقة ذات
المجارف الحلزونية

طريقة التشغيل :

نبدأ باختيار طول الحلزون المناسب لعرض الخندق وتقف الآلة في مكانها وقتاً معيماً حتى ينتهي الحفر عند العمق المطلوب وبعد ذلك تتقدم الآلة بعد رفع الحلزون لأعلى وتبدأ الحفر كما سبق إلى أن تصل إلى العمق المطلوب وهكذا تتقدم الآلة.

وبعد حفر خنادق الترع والمبازل بواسطة المخذقات السابقة تقوم آلة أخرى بنهذيب الجوانب وتسمى (Canal Trimmer) شكل رقم (١٠ - ٧)، أو مهذبة القنوات وتقوم بعمليتين هو تهذيب الجوانب والقاع كما أنها تستعمل أيضاً في وضع طبقة تمنع تسرب الماء مثل الإسفلت أو طبقة خرسانية وتركيبها المبسط عبارة عن ذراع جانبي ينزلق عليه سلاح رأسياً ويمكن إعطائه الميول المطلوبة حسب ميول جوانب الترع أو الميزل. وهذه الآلة تسير على قاع القناة ويوجد خلفها سلاح أيضاً يقوم بنهذيب القاع.



شكل رقم (١٠ - ٧)

يوضع مهذبة الترع والقنوات ويبين وضع سلاح التهذيب حيث يمكن خفضه أو رفعه حسب العمق المراد نهذيب جوانبه ويمكن عن طريق الاسطوانة الهيدروليكية التحكم في زاوية ميل السلاح حسب ميول جوانب الترع

□ مثال تحديد اقتصاديات الآلة

حدد اقتصاديات مهذبة القنوات التي تقوم برصع طوله ٥٠٠ متر وساتح طوله ٥٠٠ متر.

حيث أن:

نوعية التربة رملية طينية، عرض القناة ٥,٥ م وعمقها ٥,٥ م والميل الجانبي ١:١ وسعر امتلاك الآلة ٣٠,٠٠٠ دينار وسعر ١٠٠ ساعة من رصعها ٤ سنوات عمل وتقوم بهذيب ١٢ متر طولي في الساعة مع العلم بأن التهذيب اليدوي يكلف ١٥٠ فلساً للمتر المربع.

الحسابات التالية تبين تكاليف التهذيب للمتر المربع.

مرض القناة (بما فيها الميول الجانبية والقاع) = ١٧ م.

سرعة الآلة ١٥ م / ساعة.

المساحة = $١٧ \times ١٥ = ٢٥٥$ م^٢ / الساعة.

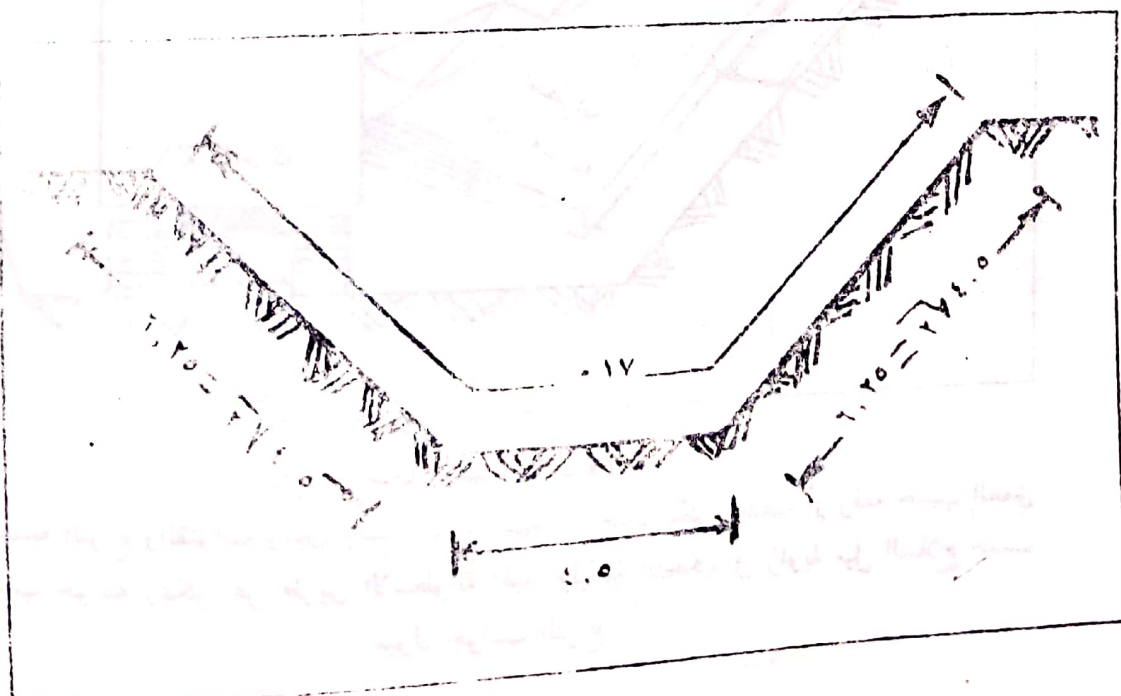
تكاليف امتلاك الآلة = ٣٠,٠٠٠ دينار.

تكاليفها في الساعة = ١٣ دينار (انظر الحل التالي).

أجرة العامل = ٧ دينار في الساعة.

مجموع التكاليف = ٢٠ دينار في الساعة.

تكاليف المتر المربع = $\frac{٢٠}{٢٥٥} = ٠,٠٨$ دينار = ٨٠ فلساً.



وهذه الآلة تستعمل لمدة ٤ سنوات وفي كل سنة تعمل ١٦٠٠ ساعة وفي كل سنة تعمل ١٢ متر طولاً.

في السنة الأولى = ١٦٠٠ × ١٢ = ١٩.٢٠٠ متر طولي = ١٩.٢٠٠ كيلومتر
الكيلومترات الطولية التي تعدها هذه الآلة يتوقف على كفاءة الأجهزة
المتبعة للآلة وكفاءة العمل وأيضاً على نوع التربة لذلك يحدد ساعات العمل
سواءً والمعارف السابقة يمكن تقديرها كما يلي :

حساب التكاليف السنوية :

$$\frac{20.875}{4} = \text{الاستهلاك السنوي} = 5.218.75 \text{ دينار}$$

الصيانة والإصلاحات (١٠٪ من الاستهلاك السنوي) = ٧٥٠٠ دينار.

$$\frac{10}{100} \times 30.000 \times 0,25 = 7.500 \text{ من القيمة المتوسطة}$$

$$= 1875 \text{ دينار.}$$

الوقود والزيوت وتكاليف أخرى لمدة ١٦٠٠ ساعة

$$= 4.000 \text{ دينار. (٢,٥ دينار للساعة)}$$

التكاليف الكلية في السنة = ٢٠.٨٧٥ دينار

$$\frac{20.875}{1600} = \text{التكاليف الكلية في الساعة}$$

$$= 13 \text{ دينار.}$$

$$\text{تكلفة المتر المربع الواحد} = \frac{7 + 13}{250} = 0,08 \text{ دينار} = 80 \text{ فلساً.}$$

$$\text{وعند حساب التكاليف بدون الاستهلاك السنوي} = \frac{13375}{1600} = 8,36 \text{ دينار في الساعة.}$$

(*) تقرب في ٠,٦٢٥ من نحني القيمة المتوسطة.

التكاليف الكلية في الساعة بدون الاستهلاك السنوي = ٨.٣٦ دينار

تكاليف تشغيل العامل = ٧ دينار

مجموع التكاليف = ١٥.٣٦ دينار

$$\text{تكاليف المتر المربع (٢٥٥ م}^2 \text{ / ساعة)} = \frac{١٥.٣٦}{٢٥٥} = ٠.٠٦ \text{ دينار} = ٦٠ \text{ فلساً}$$

وحيث أن التكاليف التهذيب بدون استخدام آلات = ١٥٠ فلساً للمتر المربع
فيكون التوفير للمتر المربع = ١٥٠ - ٦٠ فلساً = ٩٠ فلساً

$$\text{وبالتالي عدد الأمتار المربعة في السنة والتي} = \frac{٧٥٠٠}{٠.٠٩٠} = ٨٣٠٠٠$$

.. العرض الكلي للحفر على جانبي وقاع القناة = ١٧ م

$$\text{.. طول القناة} = \frac{٨٣٠٠٠}{١٧}$$

$$= ٤٨٨٢ \text{ م طولي} = ٤.٨٨٢ \text{ كم}$$

وهكذا فيمكن تهذيب ≈ ٥ كيلومتر طولي زيادة عن المعدل السنوي
السنة تعويضاً عن الاستهلاك السنوي فيمكن حساب المعدل الكلي على
كما يلي:

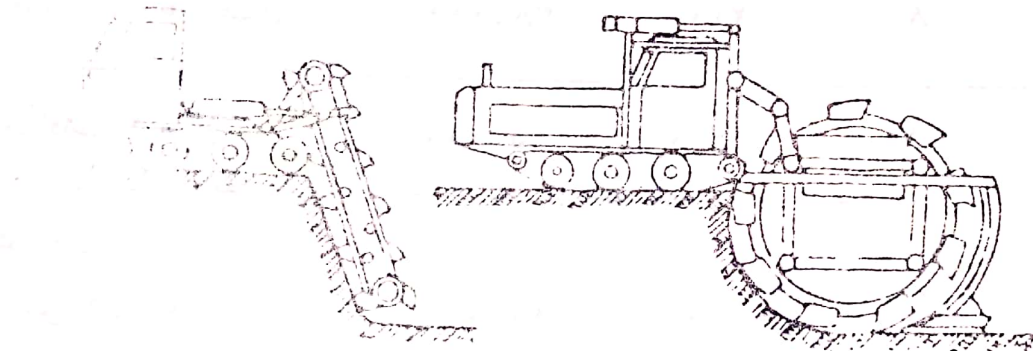
معدل السنة الواحدة ٢٠ كم، معدل التهذيب الإضافي ٥ كم، فيكون
٢٥ كم في السنة الواحدة وخلال أربعة سنوات يمكن أن تعمل ١٠٠ كم
تعويضاً عن قيمة الاستهلاك السنوي. ويلاحظ عند وجود قيمة أخرى
سابقاً فتم التحليل كما سبق وينفس الخطوات وتجري الحسابات مرة أخرى
ويلاحظ أن طريقة حساب الاستهلاك السنوي (أنظر: الفصل الثاني عشر) تتم
على أسس اقتصادية حيث أن لها ثلاثة طرق هي:

- ١ - طريقة الخط المستقيم: (Straight-Line method).
- ٢ - طريقة ميزان الانحراف: (Declining-balance method).
- ٣ - طريقة مجموع السنوات: (Sum-of-the-Years-digits method).

الآلة	سعر الشراء (دينار)	عدد ساعات العمل السنوية	التكاليف الكلية للساعة
١ - حفارة ١ م	٢٠,٠٠٠	١٦٠٠	٦
٢ - مدرجة عرض سلاحها ٥ م قدرتها ٢٢٥ حصان	٢٧,٠٠٠	١٦٠٠	٨
٣ - فضايات ٢٣ م ^٣ قدرتها ٥٠٠ حصان	١٩,٠٠٠	٢٠٠٠	٥
٤ - جرافات ١ م ^٣	٣٨,٠٠٠	٢٠٠٠	٨
٥ - مخدقات	٢٥,٠٠٠	١٦٠٠	٨
عمق ٣,٦ م	١١,٠٠٠	٢٠٠٠	٣,٢
عمق ٤,٥ م	١٣,٠٠٠	١٦٠٠	٣,٨
عمق ٥ م	١٤,٠٠٠	١٦٠٠	٤,٢

تارين

- ١ -- إرسم شكلاً يوضح المخندقة ذات السكين الرأسية، ووضح طريقة العمل وكيفية وضع المبازل المغطاة.
- ٢ -- وضح الأجزاء الرئيسية على الرسم الوضح للمخندقة ذات السكين الرأسية المتحرك.



- ٣ -- قارن بين معدل أداء المخندقتين في السؤال السابق. إنا تارين ذات سرعة المخندقة الدوارة ١٠ لفات في الدقيقة وعلى إطارها ٢٠٠ سم وسعة الواحد منها ٢٠٠ سنتيمتر مكعب. والآلة الثانية (ذات السكين الرأسية) سرعة الدوران ١٢ لفة في الدقيقة وعدد الأوعية ١٢ وسعة الواحد منها ١١٢ سنتيمتر مكعب. معامل الانتزاع لهذه التربة ٢٥٪. سرعة التربة لكل من المخندقتين تؤثر عليها عدة عوامل وضحها. واحسب التربة في كل حالة.

- ٤ -- وضح طريقة عمل مهذبة القنوات.

مسائل عامة

١- براد حفر ٩٢٠٠٠ م^٣ في مشروع استصلاح ويجري الحفر في تربة عادية بواسطة الجرافات ومدة العمل ١٥٠ يوم (٨ ساعات عمل يومياً) مع العلم بأن عمق الحفر ٣,٦ م وزاوية تأرجح الذراع ١٢٠ ومعامل طبيعة العمل والإدارة (جيد).

فما هي الجرافة المناسبة للقيام بعملية الحفر؟

٢- لكل حالة من الحالات التالية أحسب الإنتاجية المحتملة بالترامكعب/ ساعة لجرافة حجم مجرفتها ١,١٤ م^٣.

الحالة	تربة سلتية خفيفة	تربة سلتية	تربة متجانسة	طينية صلبة
عمق الحفر	٤,٢	٢,٤	٣,٦	٢,٧
زاوية التأرجح بالدرجات	٩٠	١٢٠	٦٠	١٣٠
طبيعة العمل	جيد	حسن	ممتاز	ضعيف
طبيعة الإدارة	ممتاز	جيد	جيد	حسن

٢- ماهي تكاليف الساعة لجرافة سعة مجرفتها ١,٥ م^٣ مع العلم بأن سيارات النقل وأجرة السائق والقائم بالتزيت في حدود ٩ دنانير والتربة التي تعمل فيها الجرافة متجانسة وجميع الحالات طبيعية، إحسب أيضاً تكاليف المتر المكعب الواحد لكل حالة من الحالات التالية:

٤	٣	٢	١	
٢,١	٢,٧	٤,٢	٣,٦	عمق الحفر (م)
١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	زاوي التآرجح بالدرجات
ضعيف	حسن	جيد	ممتاز	طبيعة العمل
ضعيف	حسن	جيد	ممتاز	طبيعة الإدارة

٤ - إحسب الإنتاجية لحفارة سعة جرافتها ١,١٤ م^٣ تقوم بالحفر في تربة طينية وطبيعة العمل والإدارة جيدة. متوسط عمق الحفر ٢,٤ م ومتوسط زاوية التآرجح ١٥٠°.

٥ - ماهي أقصى سعة لحفارة تعمل في حفر تربة ثقيلة وطول ذراعها ١٨ م والتآرجح الذراع ٤٠° والوزن النوعي للتربة ١٥٠٠ كج/م^٣.

المعدلات الثقيلة وطرق استغلالها في أعمال التسوية

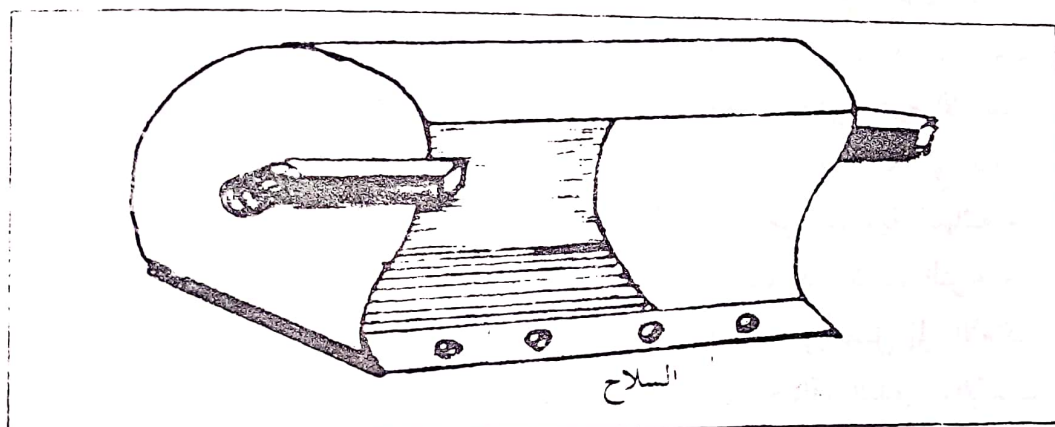
لإجراء تعديل أو تسوية التربة يتم ذلك على مرحلتين أولها تسمى بالتعديل المبدئي والاولي، حيث يتم تسوية التربة وبحيث أن لا يزيد الفرق بين الأماكن المنخفضة والمرتفعة في التربة عن ٣٠ - ٤٠ سم. أما التسوية النهائية فالغرض منها هو تسوية التربة الزراعية ويشترط أن لا تكون بها ارتفاعات أو انخفاضات بل تكون مستوية تماماً وفي هذه الحالة تكون التربة ذات استواء أفقي أو تعطي انحداراً معيناً حسب طبيعة الري واتجاه سريان المياه الخاصة بالزرعة، ولا يعني هذا أن تكون جميع الأراضي الزراعية في منطقة ما ذات منسوب واحد، وإنما يجب استواء كل المساحة التي تروي من مصدر واحد للري، وعلى ذلك، فإن الهدف الأساسي من التسوية النهائية هو عملية تنظيم الري وتغطية المياه لسطح التربة بنفس السمك، فلو كانت التربة غير مستوية ونمت عمية بذر البذور فإن المياه اللازمة لإنبات البذور لن تصل إلى الأماكن المرتفعة كما أنها تتراكم في الأماكن المنخفضة، مما يسبب اختناق البذور والإنبات لا يكون نموه جيداً في مثل هذه الأراضي، وحتى أن عملية الحصاد تتم بسهولة أكثر في الأراضي المستوية عنها في الأراضي الغير مستوية، ويمكن الحكم على حسن عملية التسوية النهائية بأن الفرق بين المنخفضات والمرتفعات لا تزيد عن ٢ - ٣ سم.

وقد استخدمت المعدات منذ القدم حيث استخدمت في تسوية أراضي زراعة الخيول والتسوية بالآلات البدائية وكانت تصنع من الخشب وتجرها الحيوانات سواء بالأسدية الجرافة أو التربة التي تغمرها المياه استعداداً لزراعة الأرز. وقد تعرض نهج تحسين الحقلية لمثل هذه الآلات البدائية ولكن في منهجنا هذا، سنقوم بشرح الآلات الميكانيكية ومن هذه الآلات صغيرة الحجم وهذه تستخدم في المساحات الكبيرة لأن إطارها طويل ويحتاج لمساحة كبيرة للدوران.

ويمكن اعتبار المعدلات أنها كاشطات ولكن بدون قاع، وهي تقوم بإجراء التسوية الدقيقة في التربة كما يمكن استخدامها في إعطاء انحدار معين بسيط يساعد على سريان المياه فوق سطح التربة.

أولاً - المعدلات صغيرة الحجم:

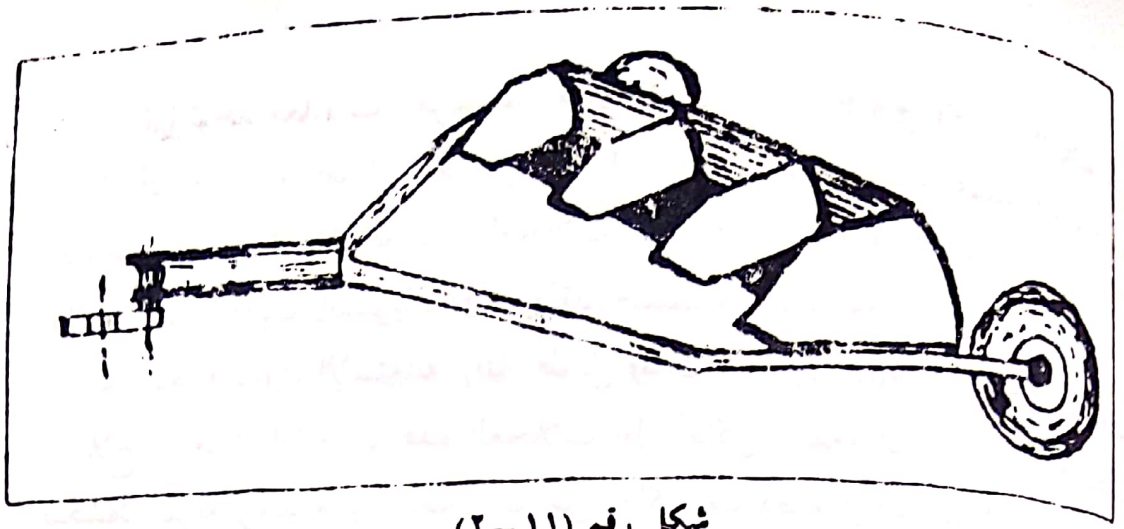
١ - المعدلات الجارفة: شكل رقم (١١-١) وتقوم بعملية جرف (كشط الأماكن المرتفعة وتنقلها إلى الأماكن المنخفضة أو تكسحها أمامها بحيث توزعها أثناء سيرها وتضعها في الأماكن المنخفضة وتتكون أساساً من صندوق اسطواني الشكل في وضع أفقي ومفتوح على طوله يصنع من الحديد ولها سلاح على طول هذا الصندوق عند قاعه، وتستخدم هذه المعدلات في عمليات التعديل المبدئية وتتراوح سعة الصندوق من $\frac{1}{4}$ - ٢,٥ م^٢ ويتم سحبها بواسطة ساحة قدرتها ٤٠ - ٦٠ حصان.



شكل رقم (١١-١)
يوضح المعدلة الجارفة

٢ - المعدلة ذات العجلات:

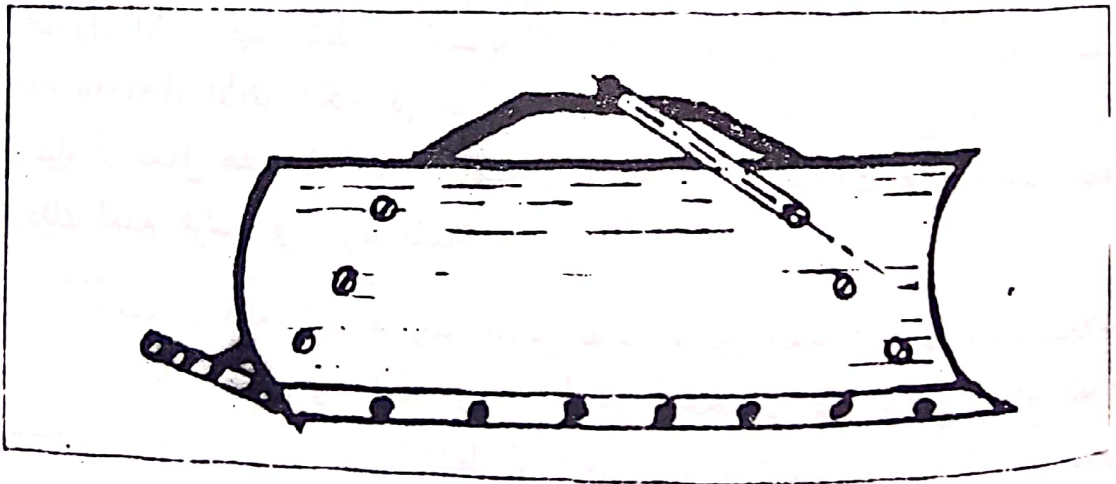
تقوم أساساً بتسوية المزارع ذات المساحات المتوسطة وتجريها ساحة متوسطة القدرة ٢٠ - ٤٠ حصان وتقدر سعتها ١ - ٥ م^٢ وتقوم بكشط السطح من التربة ونقله أو توزيعه كما يمكن ضبط عمق الكشط والتوزيع بواسطة اسطوانة هيدروليكية متصلة بالساحة عن طريق الجهاز الهيدروليكي وتعتبر هذه المعادلة اقتصادية إذا قامت بنقل الأتربة لمسافات ٣٠٠ م، شكل رقم (١١-٢).



شكل رقم (١١-٢)
بوضع المعدلة ذات المعجلات

٢- سلاح التسوية.

كما تستخدم أسلحة التسوية المقعرة شكل رقم (١١-٣)، بتركيبها أمام أو خلف الساحة وتستخدم في إجراء عمليات التعديل والتسوية وشبك هذا السلاح الصنوع من الحديد مع عمود الساحة الخلفي ويمكن عن طريق الجهاز الهيدروليكي ضبط العمق الخاص بكشط التربة. وعرض الكشط بهذا السلاح يتراوح ما بين ٢-٥ م، ويحتاج هذا السلاح إلى ساحة ذات قدرة ٤٠ - ٦٠ حصان حسب عمق وعرض الكشط، وقد يستخدم هذا السلاح قبل إجراء عملية التسوية النهائية وذلك لتخفيف العمل عند إجراء التسوية النهائية ومسافة النقل الملائمة لهذا السلاح حوالي ٧٠ م، وإذا تم تعليق هذا السلاح أمام الساحة يسمى بالبلدوزر أما إذا تم تعليقه خلف الساحة فيسمى بالسلاح المعلق.



شكل رقم (١١-٣)
بوضع سلاح التسوية الذي يربط أمام أو خلف الساحة

كما توجد معدات أخرى طويلة الإطار تستخدم بكثرة في التسوية النهائية للتربة حيث أن لها إطار طويل وتجر بواسطة الساحبات وتتوقف دقة عملية التسوية بهذه الآلات على مقدار المسافة بين العجلات الأمامية والخلفية وتلامسها مع التربة فكلما كانت أطول كانت التسوية أدق، ولقد صممت أخيراً بعض الأنواع بحيث تكون نسويتها دقيقة بدون الإستعانة بإطار طويل وذلك بتصميم العجلات المركبة على جانبي السلاح، بحيث إذا مرت هذه العجلات على أماكن مرتفعة انخفض السلاح تلقائياً، ليكشط التربة وعند مرور العجلات على أماكن منخفضة ارتفع السلاح ليسمح بأكبر كمية من الأتربة المندفعة أن تملأ هذا المنخفض وعموماً، تتركب هذه الآلات من إطار طويل يصل طوله إلى حوالي ٥ - ٢٥ م ومنها الطويلة جداً والتي طولها ٥٠ م.

وهذه الآلات لها فائدة كبيرة جداً وهو الحصول على سطح مستوى للتربة يسهل إجراء عمليات الري وعمليات البزل السطحي وتفيد حتى عند إجراء الري بالرش لأنه لو كانت التربة غير مستوية تماماً فإن المياه تتراكم في الأماكن المنخفضة وبالتالي تتعفن البذور.

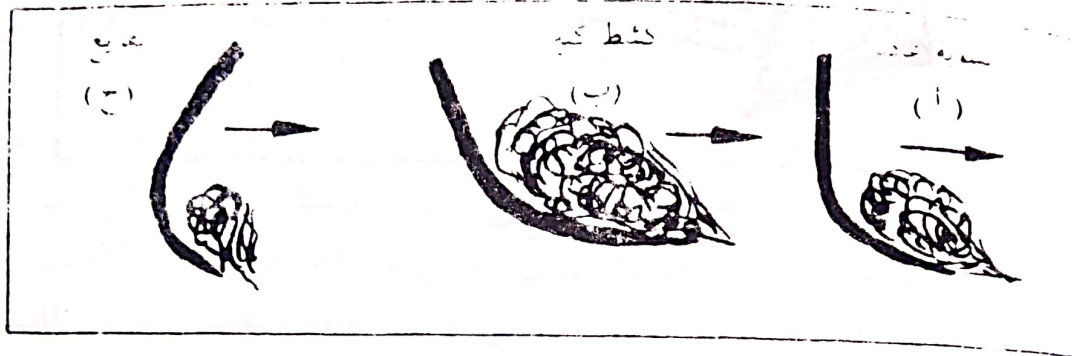
ولإجراء مثل هذه التسوية الدقيقة فإنها تحتاج إلى آلات ذات إطار طويل حتى يمكن ضبط عملية التسوية ضبطاً دقيقاً ويستحسن أن تتم عملية التسوية قبل الزراعة مباشرة وبخاصة في المناطق المعرضة للرياح لكي لا تحدث عملية تعرية، وإذا اضطر لإجراء عملية التسوية قبل الزراعة بمدة طويلة ففي هذه الحالة تعقب عملية التسوية رش المياه رشاً خفيفاً. وفي بعض المعدات والتي يزيد طول إطارها (بين محوري العجلات الأمامية والخلفية) ما بين ٢٠ م - ٣٠ م تستخدم في الأرض المعدة لشتل محصول الأرز حيث تتطلب التسوية الدقيقة جداً وتستخدم لذلك معدلة أفيرسمان (Eversman) الأوتوماتيكية كما سيأتي الشرح عنها فيما بعد، ويمكن بعد غمر التربة بالمياه أن تعمل هذه الآلة على أن تسحب بساحبة ذات إطارات عريضة جداً وخفيفة وذلك لعدم غرسها في التربة المبللة.

وعموماً، فالمعدات لها إطار طويل يقاس ما بين العجلات الأمامية والعجلات الخلفية، وقد يحمل على عجلة واحدة أمامية وعجلتان على جانبي سلاح المعدلة تستخدمان في تحديد عمق الكشط أو التعديل وسدلاً من عجلتي تحديد العمق يستعاض عنها بزحافتين وتستخدم لنفس الغرض ولكن تفضل العجلات لسهولة الحركة رغم أن الثانية تعطي ضغطاً أقل على التربة ميزة العجلات الخلفية أن تدور في زاوية ٣٦٠ لتأخذ أي اتجاه تتحرك فيه المعدلة

ثانياً - المعدلات الكبيرة الحجم .

النوع الأول - المعدلة الكاشطة : شكل رقم (١١ - ٥)

يتركب من مكشطة عريضة على طولها يوجد سلاح ويمكن رفعها وخفضها إما يدوياً أو هيدروليكياً، كما يمكن إمالة المكشطة للخلف أو للأمام مما يعطي زيادة في عملية الكشط أو تقليلها .



شكل رقم (١١ - ٤)

يوضح درجات التسوية والتفريغ

والأشكال السابقة (١١ - ٤ / أ) في حالة التسوية العادية وإجراء كشط بسيط والشكل رقم (١١ - ٤ / ب) يوضح زيادة عملية الكشط إذا كان هناك ارتفاعات كثيرة، وذلك بإمالة المكشطة للخلف، أما الشكل رقم (١١ - ٤ / ج) فيوضح عملية تفريغ إذا وجد أن هناك منخفضات ويلزم ردمها ويتم ذلك بإمالة المكشطة للأمام .

ويوجد للمكشط جوانب تحجز التراب . وعرض المكشطة في هذا النوع يتراوح ما بين ٥ - ٧,٥ م وسعة الجرف أمامه تصل إلى ٣ م^٣ ومنها أنواع يصل عرض كشطتها إلى ٨ - ٩ م وسعة الجرف تصل إلى ٦ م^٣ والقدرة الحصانية للنوع الأول تصل ١٠٠ حصان . ووزنها يصل إلى ١٥٠٠ كج . وعمق الجرف يصل ٥٠ سم وسعة الجرف ١٥٠ سم . ووزنها يصل إلى ١٧٠٠ كج . وعمق الجرف ٥٠ سم . ووزنها يصل إلى ٤ م .

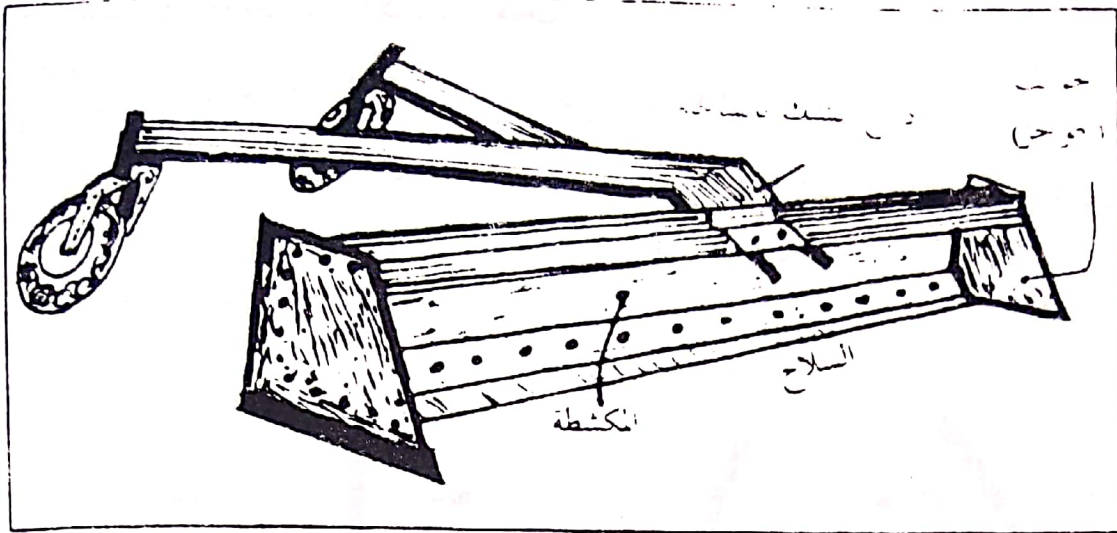
وأحيانا قد لا تضاف عجلات أمامية على أساس أنها تشكل الساحة ، تكاد مكشطة في هذه الحالة بين الساحة والعجلات الخلفية للمعدلة نفسها .

تربة النهائية للتربة
سليمة التسوية للتربة
مع التربة فكلما
أع بحيث تكون
لمركبة على جانبي
السلاح تلقائياً
بحر ليسمح بالمرور
الألات من إطار
٥٠٠ م

ي للتربة سهل
اء الري بالرش
خفضة وبالتالي

طار طويل حتى
ية قبل الزراعة
، وإذا افطر
عملية التسوية
أ (بين محوري
المعدة للتل
دلة أفرسان
بد غير التربة
جداً وخفيفة

ية والعجلات
سلاح المعدلة
عديلة العنق
لات لسهولة
أن تدار في



شكل رقم (١١ - ٥)
المعدلة الكاشطة

النوع الثاني - المعدلة الجارفة (ذات الإطار الطويل): شكل رقم (١١ - ٦)
ويتركب من إطار طويل مقوى بواسطة شرائط معدنية مشدودة من أسفل وأعلى، وطول الإطار يتراوح في حدود ١٦ - ٢١ م.

وتستعمل هذه الآلات في التسوية التامة للأراضي وتستعمل أحياناً كمعدلات ناقلة (التي تقوم بنقل التربة لردمها في الأماكن المنخفضة) أو تستعمل كمعدلة كاشطة. وتعطى دقة كبيرة في عملية التسوية ويقاس طول الإطار ما بين مركز العجلات الأمامية والعجلات الخلفية. وتعلق المجرفة في الوسط بين العجلات لتسوية أي مرتفع في الحقل، ونقل التراب إلى المنطقة المنخفضة التالية وتقوم هذه المعدلة بتحريك التربة في حركة دورانية أثناء سيرها مما يعمل على تفكيك التربة وبحيث تنزل بسهولة في الأماكن المنخفضة.

وفي بداية العمل بضبط مستوى سلاح المجرفة في مستوى قاع العجلات ويلاحظ أنه في الأراضي الرملية والشديدة التفكك يمكن أن ينخفض ضغط الهواء داخل العجلات، إلى حوالي ٢,٥ كج/سم^٢ حيث تتلامس مساحة سطحية كبيرة وأحياناً تستعمل عجلات مزدوجة لنفس الغرض. والمجرفة قد تكون ثابتة أو يكون بها تحريك بسيط حول محورها وذلك عندما تستخدم في عملية نقل الآتربة لمسافة معينة وتستخدم المعدلات ذات الإطار الطويل في حساب التسوية المستوية وذلك بالعمل على كشط

الأماكن العالية والتي تكونت. عمل الزراعة السائقة ودفنها في الأماكن المنخفضة ويمكنها
أن تعيد للحقل السطح الذي كان الأساس ليسهل عملية السقي وجريان المياه.

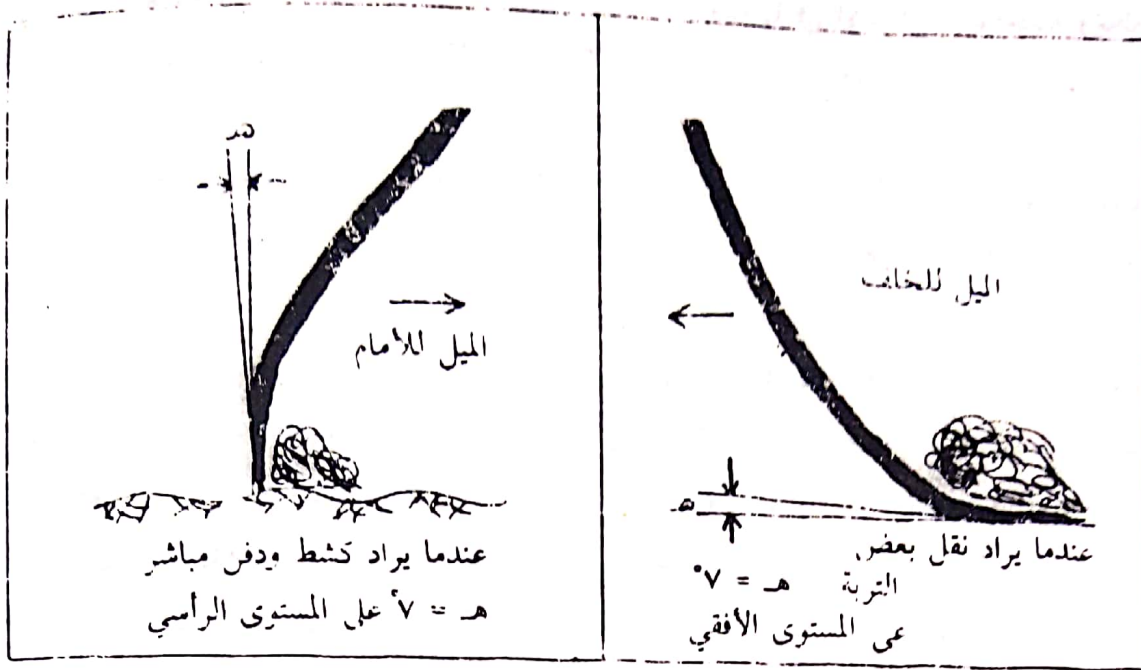
وعموماً، فإن هذه المعدلات سهله عند إجراء عمليةها بالساحبة وسهولة ضبط
المجرقة ويمكن التحكم في عمق المجرقة بطريقة آلية أو هيدروليكية، حيث يزداد العمق
حسب مقدار الكشط المطلوب، أو ترفع الشكطة عندما يراد إنزال ما بها. والطريقة
الآلية تفضل عن الطريقة الهيدروليكية حيث أنها أكفا في عملية الضبط السابقة وهذه
الطريقة الآلية تتم بوجود رافعة عند السائق بحيث يستطيع التحكم في رفع وخفض
المجرقة حسب المطلوب، وقد يتم التحكم الآلي بطريقة أخرى وهو التحكم في رفع
أو خفض العجلات الخلفية فيرتفع الإطار (الجزء الخلفي منه) أو ينخفض. ويمكن
أيضاً التحكم في خفض ورفع الإطار الأمامي حيث أنه متصل اتصالاً مباشراً بالمجرقة
فعند خفض كلا من الإطار الأمامي والإطار الخلفي فإن المجرقة في هذه الحالة سترتفع
والعكس فعند رفع الإطار الأمامي والخلفي فإن المجرقة تنخفض حسب المقدار
المطلوب.

وإذا أريد نقل تربة أكثر من دفنها فإن الإطار الخلفي ينخفض مع إبقاء الإطار
الأمامي كما هو. وبالتالي ستميل المجرقة للخلف قليلاً، مما يعمل على بقاء التراب
فيها.

أما إذا أريد إجراء عملية كشط ودفن التراب مباشرة فيعمل العكس، بأن
يخفض الإطار الأمامي ويبقى الإطار الخلفي على حالته فتميل المجرقة للأمام وبالتالي
تتم عملية الكشط والدفن مباشرة أي إزاحة التربة أمامها فقط.

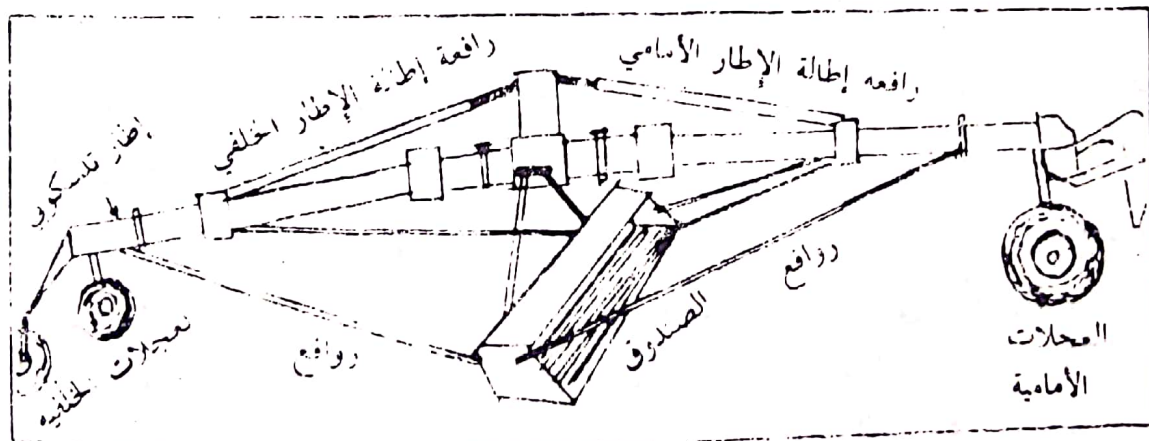
وعندما يراد رفع المجرقة جزئياً فيتم إجراء ذلك بالتحكم في رفع الإطار الخلفي
والأمامي فإن ذلك يعمل على رفع المجرقة.

وملخص ما سبق، فإنه إذا أريد عملية كشط ردين وينخفض فقط الإطار
الخلفي وإذا أريد نقل بعض التربة فينخفض فقط الإطار الأمامي. أما إذا أريد رفع
المجرقة رفعاً جزئياً لإجراء التسوية عند مسوب معين، فيتم التحكم برفع الإطارين
سواءً ويتم ذلك بنسب معينة موجودة مع كتاب مواصفات الآلة وفي جداول خاصة
لطريقة العمل والعكس عندما يراد حفر كمية كبيرة من التربة فيتم خفض الإطارين
معاً لكي تنخفض المجرقة.



كما يمكن التحكم أيضاً في عملية شبك هذه الآلة بالساحة حيث يمكن خفض أو رفع عمود الشبك.

وفي الحالات السابقة، عندما يراد خفض أو رفع الإطار الأمامي عن الخلفي أو العكس، فيجب أن تزال المقطعة الحديدية الخاصة بعملية تثبيت الإطارين معاً. أما في حالة تحريكها سداً لأسفل أو لأعلى، فلا تزال هذه القطعة الحديدية. وفي الآلات الحديثة، يتم ذلك بوجود رافعة اكل إطار يمكن إطالتها أو تقصيرها حسب مقدار خفض أو الرفع المطلوب ويوضح الشكل التالي هذه العملية.

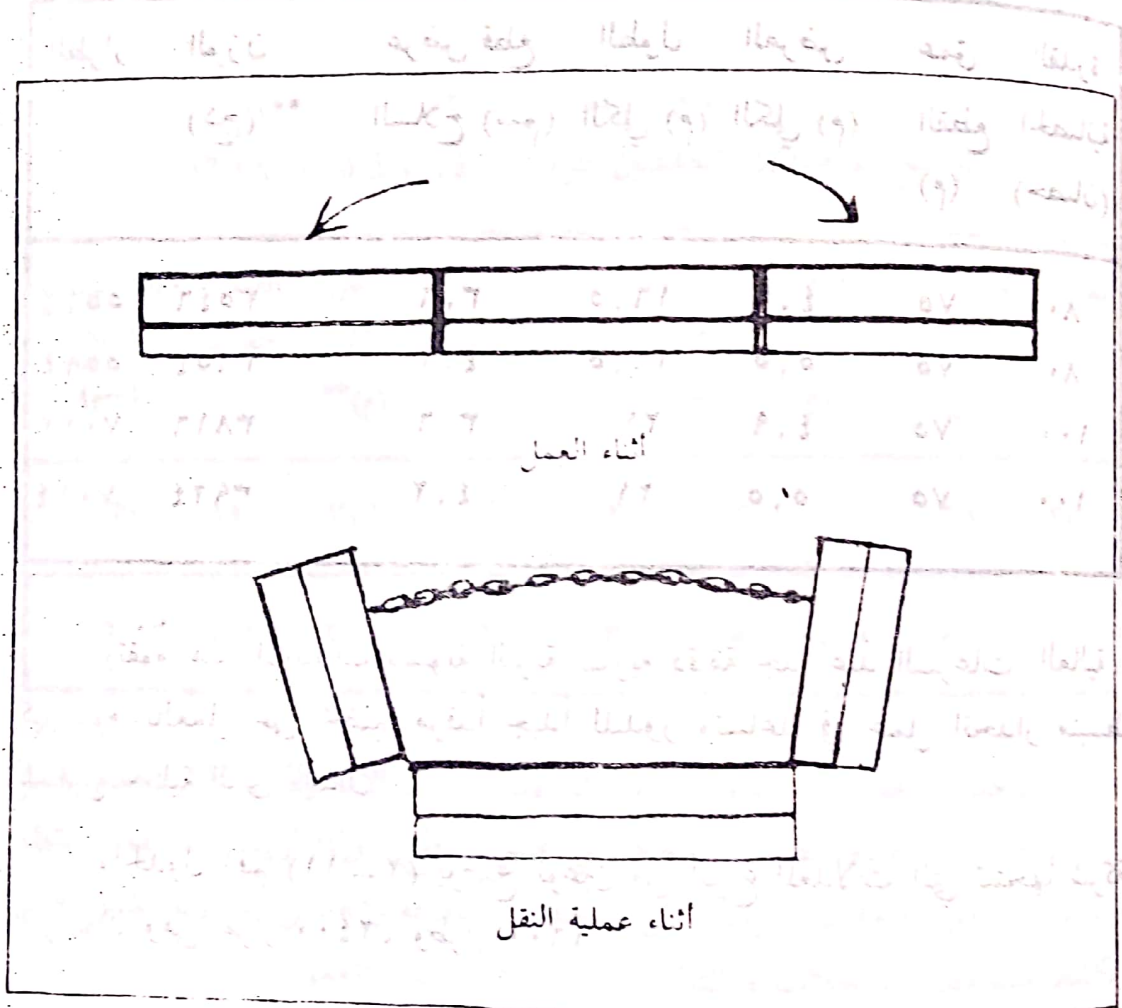


شكل رقم (١١ - ٦)

المعدلة الجارفة وتسمى أيضاً بالمعدلة ذات الإطار الطويل وفيها يوضح روافع إطالة وتقصير الإطارين الأمامي والخلفي

وتتميز هذه المعدلات الطويلة الإطار بأن روافعها تلسكوبية يمكن أن تدخل في بعضها مما يقصر طول الإطار وتقريب العجلات الأمامية من العجلات الخلفية وهذا يسهل من سيرها على الطريق إلى أن تصل إلى مكان العمل فيمكن إرجاع طول الإطار إلى وضعه الأصلي.

ويوجد معدلات ذات سلاح عريض يصل ٨ - ١٠ م، ولذلك يقسم إلى ثلاثة أنسام الوسطى ثابت ومنهم رفع الجانبان رأسياً لأعلى وذلك أثناء النقل على الطريق الخارجية وعند العمل ترجع إلى حالتها.



وتوجد أيضاً معدلات سريعة الحركة وسريعة المناورة وسعتها التعديلية كبيرة حيث تصل إلى ١٢ م عرضاً، وتعمل بسرعة ٨ - ١٢ كم/ ساعة، وتعطي نتائج مرضية. وكما يوجد منها نوع آخر صغير ذات سرعة أكبر فالعرض ٧ م، ولكن سرعتها الكبيرة تصل إلى ١٨ - ٢٠ كم/ ساعة.

جدول رقم (١١ - ١)

بين مواصفات بعض المعدلات (*)

ويوضح بعض مواصفات المعدلات ذات الإطار الطويل

وهو لمعدلات تتبع شركة افيرسمان

الطراز	الوزن (كج) (**)	عرض قطع السلاح (سم)	الطول الكلي (م)	العرض الكلي (م)	عمق القطع (م)	القدرة الحصانية (حصان)
٥٥١٢	٣٥٤٦	٣,٦	١٦,٥	٤,٩	٧٥	٨٠
٥٥١٤	٣٦٥٤	٤,٢	١٦,٥	٥,٥	٧٥	٨٠
٧٠١٢	٣٨١٦	٣,٦	٢١	٤,٩	٧٥	١٠٠
٧٠١٤	٣٩٢٤	٤,٢	٢١	٥,٥	٧٥	١٠٠

وتقوم هذه المعدلات، بتسوية التربة تسوية دقيقة جداً عند السرعات العالية، كما يقوم بالعمل على تحضير مرقداً جيداً للبذور وتساعد في عمل انحدار منبسط لتسهيل عملية الري والبزل.

والجدول رقم (١١ - ٢) يوضح نوعين من أنواع المعدلات التي تنتجها شركة افيرسمان وهي طراز ٢٤٠٠، وطراز ١٦٠٠.

النوع الثالث - المعدلات الأوتوماتيكية (الآلية):

ويتحكم في عملية العمل أجهزة هيدروليكية موجودة بجانب المجرفة (المكشطة) فيوجد جهاز التحكم عند الدقائق وعن طريق الضغط الهيدروليكي يمكن رفع أو خفض المكشطة وقد تكون هذه الأجهزة ميكانيكية.

(*) هذه المعدلات تتبع شركة Evertsman MFG Co. Denver

(**) الوزن يدخل فيه وزن المعدات (١١ × ١٦، ٦ طبقات، عمود ٦، وزن كل منها ١٦ كج)

ومن هذه المعدلات معدلة افيرسمان (Eversman) الأوتوماتيكية (شكل رقم ١١-٧)، وتستعمل زحافات بدلاً من العجلات لتثبيت نهاية الإطار والزحافة الأمامية تكون على هيئة حرف (٧) وتسمى مفتة الكتل كما أن الدعامة الخلفية تسمى سلاح التتعيم وتحمل المجرفة على مقدمة الإطار وتثبت من الخلف بواسطة نوابض قوية يمكن إبطالها أو تقصيرها لتستقر المجرفة على سطح التربة.

جدول رقم (١١-٢)

بوضح مواصفات المعدلتين طراز ٢٤٠٠ وطراز ١٦٠٠ (*)

الطراز	الوزن الكلي مع العجلات (كج)	عرض السلاح (م)	عمق السلاح (سم)	السعة (م ^٢)	عرض التسوية (م)	عرض الآلة (م)	القوة (حصان)	مقدار ارتفاع السلاح (سم)
٢٤٠٠	١٦٨٨	٧,٥	٥٥	٣	٩	٣,٦	١٥٠	٣٠
١٦٠٠	١٥١٧	٤,٨	٥٥	٢,٣	٩	٣,٦	١٠٠	٣٠

ويوجد بها عجلات تستخدم فقط لتسهيل دوران الآلة ولكنها لا تستخدم لحمل وزن الآلة كما تستخدم أيضاً في التحكم في عمق القطع. وإذا أريد زيادة عمق القطع فيتم ذلك برفع العجلات جزئياً لأعلى فتتخفض المجرفة والعكس إذا أريد تقليل عمق الكشط فتتخفض العجلات وبالتالي ترتفع المكشط فيقل العمق.

والعجلات متصلة بعمود مرفق مفصلي فعندما تتحرك الآلة فوق كومة من التراب فإن العجلات ترتفع فوقه أوتوماتيكياً بينما تبقى المكشطة كما هي فتقوم بكشط هذا الجزء المرتفع أي عندما ترتفع العجلات (حيث تدور حول عمود مرفقها) ينخفض السلاح ويقوم بعملية الكشط.

(*) شركة (Eversman Manufacturing Company, Denver).

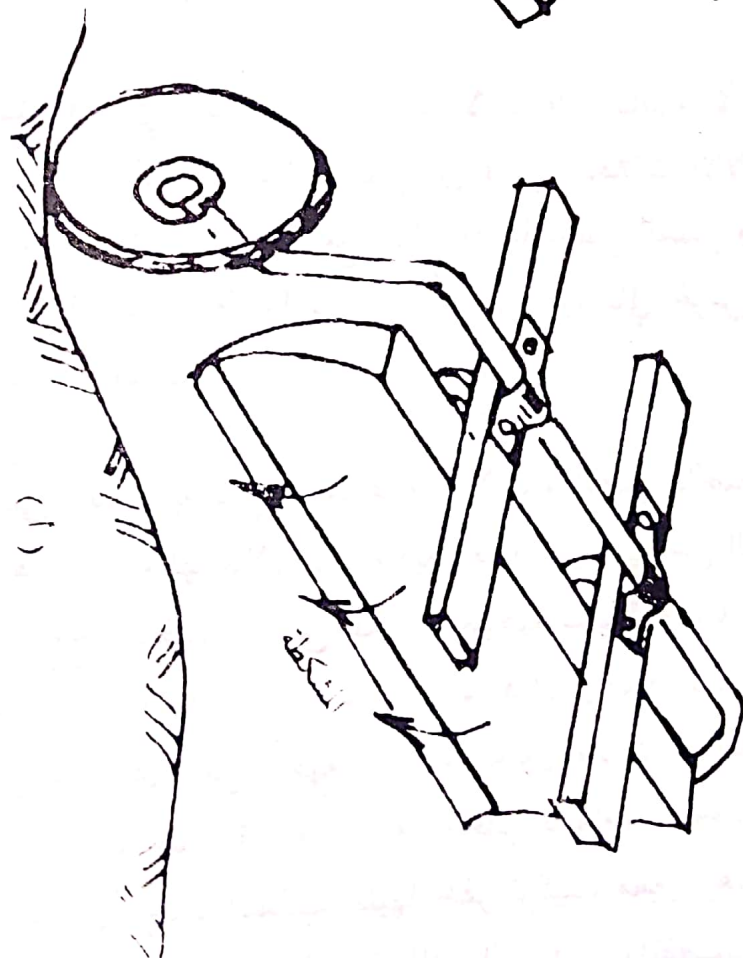
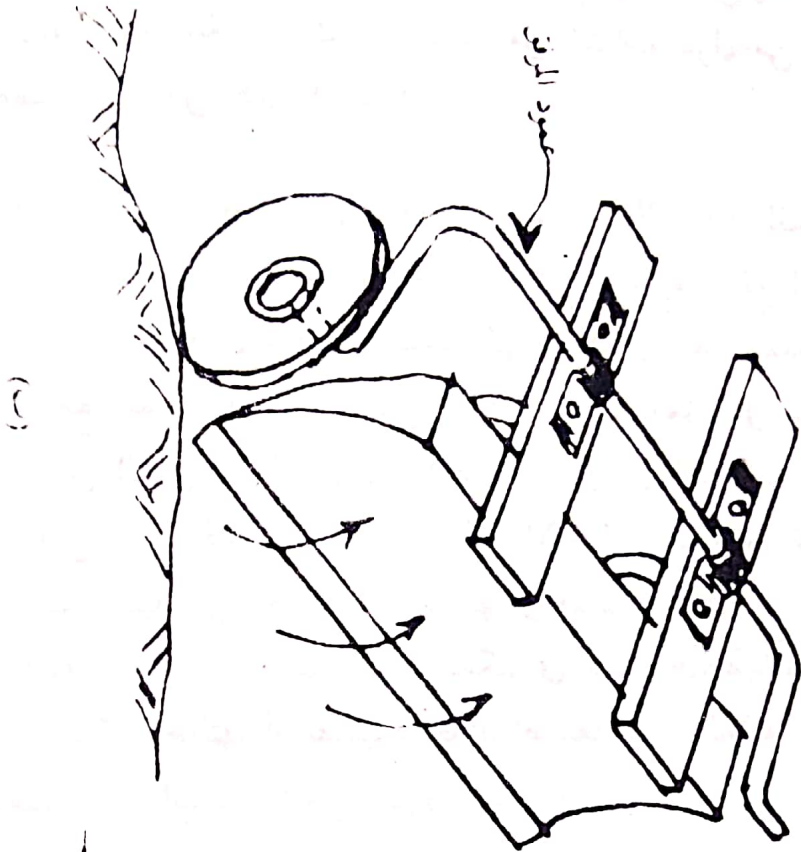
(**) عرض الآلة أثناء عملية النقل على الطرق الخارجية.

وعندما يوجد منخفض على سطح التربة أثناء عمل المعدلة فإن العمل ينخفض عند سطح المنخفض وترتفع المكشطة وبذلك فإن كمية من التراب تنزل من أمام المكشطة إلى هذه المنخفضات، شكل رقم (١١ - ٨).

وتوجد الروافع جميعها عند السائق فبالإضافة إلى التحكم الآلي فإن للمعدلة ضوابط بدوية في متناول يد السائق ومنها ضابطة عمق السلاح وضابطة رفع الإطار جزئياً فوق العجل لترتفع المكشطة فوق موضع الخفض كما يضاف إلى هذه المعدلات ساحة الكتل التي تتصل مع عمود الدوران الخلفي (P.T.O.) مما يعمل على دورانها (حيث يكون هذا النوع من النوع الدوار كما في المحراث الدوراني العادي، ويقوم بنكسر وتفتيت وتنعيم الكتل تنعيماً دقيقاً) ويركب في خلف الآلة ضاغطة حيث تضغط على التربة لتقليل المسامات البينية التي تحدث بعد تفتيتها وتنعيمها وبالتالي تحتاج إلى كسر التربة وهذه الضاغطة الموجودة بالخلف يمكن التحكم في مقدار ضغطها بواسطة ضبط نوابض خلفية حيث يمكن إطالتها أو تقصيرها فعند إطالتها تقوم بالضغط الأكبر وعند تقصيرها يقل ضغطها على التربة، شكل رقم (١١ - ٩).

وهناك بعض المشاكل التي تقابل العمل بالمعدلات فإذا كانت الأرض طينية لزجة (أي نسبة الرطوبة بها مرتفعة فإن ذلك يعمل على غرس عجلات الآلات وبقائها معطلة عن العمل فترة، والتصاق الطين مع المكشطة مما يعطل العمل وزيادة وزن التربة في هذه الحالة عن التربة الجافة مما يزيد من حملتها وبالتالي غرس العجلات بمقدار أكبر ومما يزيد من قوة الشد.

كما أنه في الأراضي الصخرية تقل كفاءة هذه الآلات والمقصود بالصخر هو تلك المواد التي لا يمكن حفرها أو تشغيلها بالآلات العادية وهذا ما يفرقها عن التربة العادية حيث أن التربة في السطح متفككة أو التي يمكن تفكيكها بسهولة، أما الصخر فهو كتلة صلبة من الأرض والحقيقة أنه لا يوجد بينها فرق واضح لأن التربة تعتبر مكونات صخرية ولكن هذه هي من وجهة نظر المشتغلين بالآلات الاستصلاح ومن وجهة هندسية فهي ما يهمنا هو مقاومة التربة للحفر فالمقاومة للحفر (Digging Resistance) هي المقاومة التي يجب التغلب عليها لحفر تركيب معين وهو يتوقف على الصلابة والخشونة والاحتكاك والالتصاق وكذلك الوزن. والمقصود بالمعلومات السابقة ما يلي:

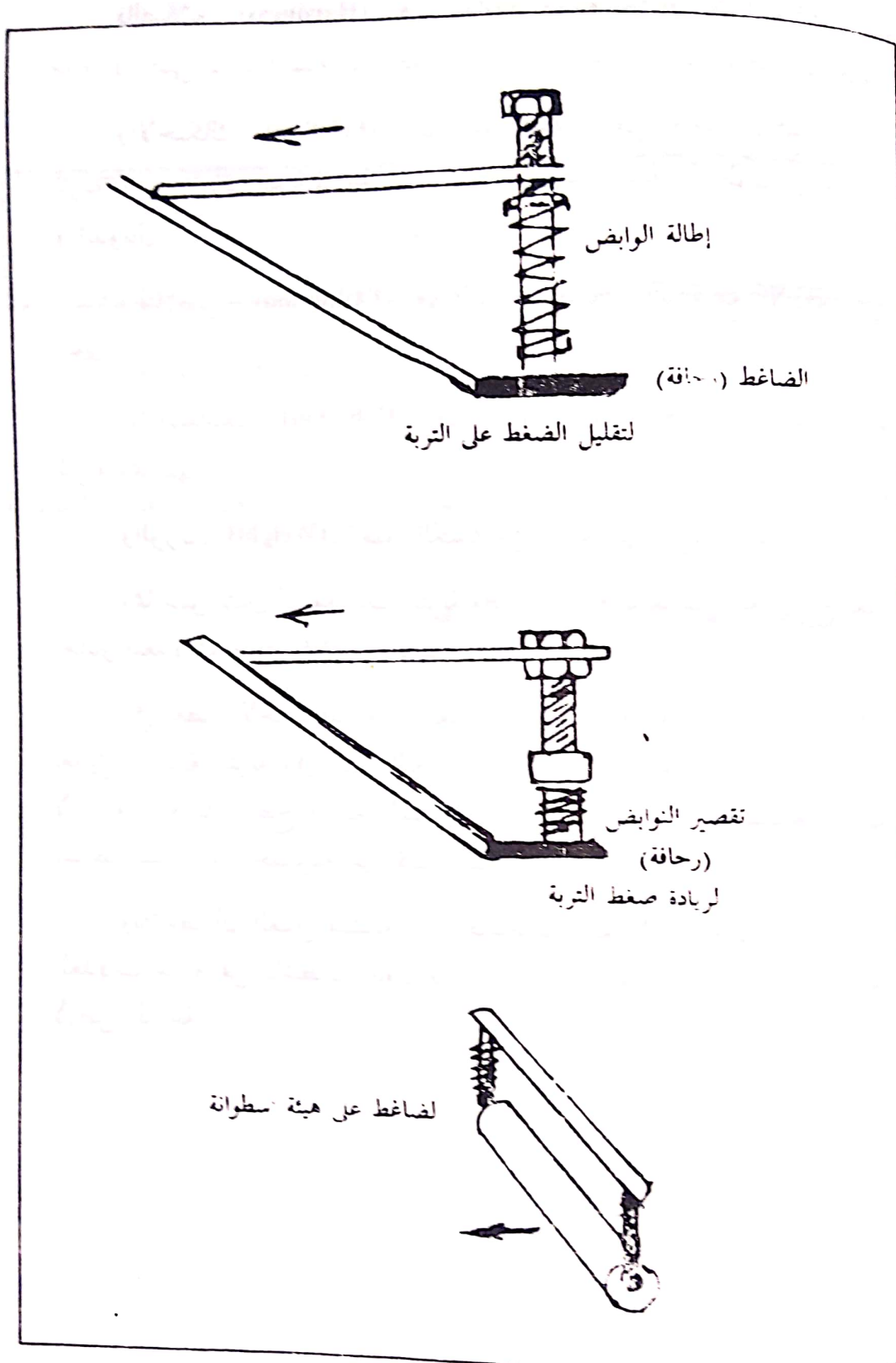


(ب) في حالة وجود ارتفاعات تدور المحلة حول مرفقها لترتفع وبالتالي تنخفض المكشطة ويكشط التراب الزائد

(أ) في حالة وجود منخفضات تدور المحلة حول مرفقها فتتنخفض وبالتالي ترتفع المكشطة وينزل التراب في المنخفض

شكل رقم (١١-٨)

بوضوح كيني، رفعخفض المكشطة في حالة وجود انخفاض أو ارتفاعات



شكل رقم (٩-١١) نموذج من تحسين الكفاءة في حالة وجود التماسك أو التماسك

فالصلابة: (Hardness)، هي المقاومة لعملية اختراق الأسلحة للتربة وتزداد في حالة الأراضي ذات النظام المتراحم أو ذات الفراغات المملوءة بالحبيبات الصغيرة

والاحتكاك: (Friction)، هو القوة المفقودة من حافة السلاح عند اختراقها التربة وهي تتأثر بحجم الحبيبات وبصلابتها وكمية الرطوبة ووجود الطمي أو الدوبال.

والتلاصق: (Adhesion)، هو التصاق حبيبات التربة مع الأسلحة التي تقوم بالحفر.

أما التماسك: (Cohesion)، فهو المقاومة لعملية اختراق الأسلحة من حبيبات التربة وتمزيقها.

والوزن، (Weight)، فهو الكمية من التربة التي يمكن نقلها.

ومما سبق يتبين أن مكونات التربة وطبيعتها يتوقف عليها طبيعة ونوع العمل عند اختبار المعدلات لزيادة كفاءة تشغيلها.

وفي بعض الأحيان قد يكفي بعمل الكاشطات (Scrapers) إذا تم إجاداة عملية تعديل وتسوية التربة وفي حالة التعديل المستوى فإنه يلزم استعمال المعدلات حيث لا بد من تعديل سطح التربة لاستمرارية عملية الري والبزل السطحي بسهولة مما يساعد النبات على حصوله على كمية المياه اللازمة للإنبات.

وتلاحظ أن العمل متشابه بين الكاشطات والمعدلات وتعتبر كما ذكر سابقاً أن المعدلات عبارة عن كاشطات بدون قاع، وتستخدم المعدلات في التسوية الدقيقة جداً لأرض المزرعة.

تمارين

- ١ - وضع لماذا تأتي معدلات التربة في نهاية آلات الاستصلاح المختلفة.
- ٢ - ما المقصود بالتعديل المبدئي والتعديل لنهائي؟
- ٣ - بين برسم تخطيطي يوضح درجات التسوية والتفريغ عند التسوية بالمعدلة الكاشطة.
- ٤ - فرق بين المعدلة الكاشطة والمعدلة الجارفة.
- ٥ - وضع بالتفصيل معدلة افيرسمان.
- ٦ - كيفية تشغيل المعدلة الآلية عند إجراء التسوية؟

الفصل الثاني عشر

طريقة العمل
والتخطيط لإدارة الآلات في المشروع

طريقة العمل والتخطيط لإدارة الآلات في المشروع

يجب أن توضع أسس التخطيط العام لتشغيل المعدات الثقيلة ويجب أن لا يغيب على بال المخطط:

١ - الوقت اللازم لتحضير مواد المشروع (يدخل في حسابه العوامل الجوية السيئة كالمطر).

٢ - إعداد وأنواع المعدات وكذلك المدة المطلوبة لتشغيلها.

٣ - عملية تصنيف العمل وكذلك إعداد العمال المطلوبة وأيضاً تحديد فترات تشغيلهم.

٤ - الزمن الكلي المطلوب لتسليم المشروع كاملاً.

٥ - تكاليف المشروع.

٦ - وضع الخطة الكاملة للعمل ويدخل في ذلك تتابع العمليات، وترتب في جداول خاصة تبين تاريخ ابتداء عمل الآلة وتاريخ انتهاء عملها ونوعها ومواصفاتها وتكلفتها ونوعية العمل وتسلسل هذه الجداول أسبوعياً على مدى مدة المشروع كما يلي:

$$\text{قيمة استهلاك السنة الرابعة} = \frac{25 \times 8437,5}{100} = 2110 \text{ دينار.}$$

$$\text{وسعرها بعد السنة الرابعة} = 8437,5 - 2110 = 6327,5 \text{ دينار.}$$

$$\text{استهلاكها في السنة الخامسة} = \frac{25 \times 6327,5}{100} = 1581 \text{ دينار.}$$

$$\text{سعرها بعد السنة الخامسة} = 6327,5 - 1581 = 4746,5 \text{ دينار.}$$

$$\text{استهلاكها في السنة السادسة} = \frac{25 \times 4746,5}{100} = 1186 \text{ دينار}$$

$$\text{سعرها بعد السنة السادسة} = 4746,5 - 1186 = 3561 \text{ دينار.}$$

$$\text{استهلاكها في السنة السابعة} = \frac{25 \times 3561}{100} = 890 \text{ دينار}$$

$$\text{سعرها بعد السنة السابعة} = 3561 - 890 = 2671 \text{ دينار.}$$

$$\text{استهلاكها في السنة الثامنة} = \frac{25 \times 2671}{100} = 667 \text{ دينار.}$$

أما الطريقة الثالثة:

فيتم حساب الاستهلاك كما يلي:

$$\text{تجمع عدد السنوات جمعاً عادياً} = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 36$$

ويكون الاستهلاك السنوي للسنة الأولى =

$$3000 \text{ دينار} = 8 \times \frac{4000 - 2000}{36}$$

استهلاكها السنوي في السنة الخامسة مثلاً:

$$1777 \text{ دينار} = 8 \times \frac{4000 - 2000}{36}$$

استهلاكها السنوي في السنة الثامنة:

$$= \frac{20000 - 4000}{36} \times 1 = 4444 \text{ دينار.}$$

ما سبق هو حساب الاستهلاك السنوي للآلة وهو التكاليف الثانية حيث يضاف إلى ذلك فائدة رأس المال (أي لو وضع هذا المبلغ، (ثمن شراء الآلة)، في أحد المصارف فكم يربح؟).

وأما التكاليف المتغيرة فتشتمل على:

- تكاليف الوقود - الزيوت والشحوم.
- تكاليف الإصلاحات والمواد الاحتياطية.
- أجرة السائق والعمال.
- الصيانة السنوية.

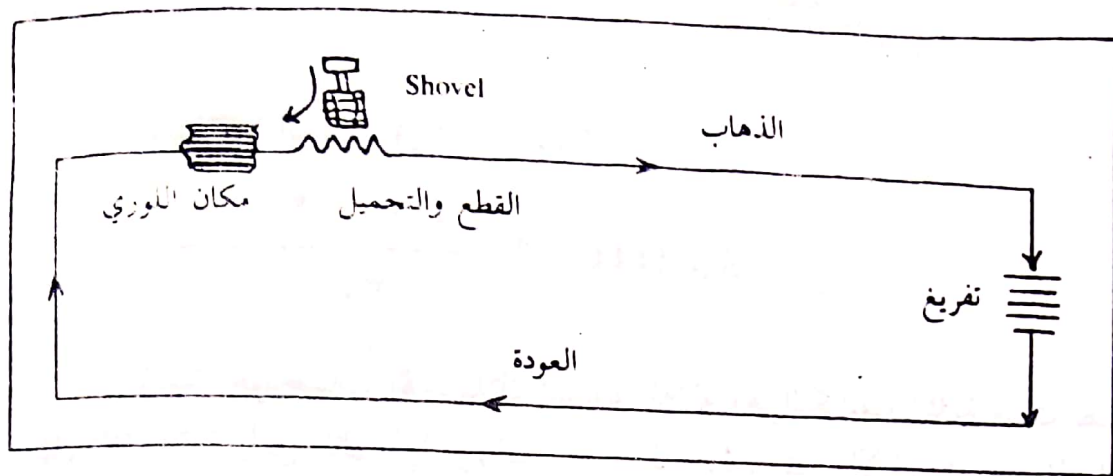
ويجمع التكاليف الثابتة والمتغيرة تكون التكاليف السنوية وتقسم على عدد الساعات السنوية فيكون تكاليف الساعة الواحدة.

ويجب على المخطط المعرفة التامة بزمان الدورة لكل آلة على حدة، لأنه لو فرض أن حدث خطأ في معرفة زمن دورة آلة من الآلات فإن ذلك سيؤثر على جميع الآلات التالية، وأي آلة من آلات الاستصلاح تقوم بالعمليات التالية:

- ١ - عملية القطع (الحفر...) وتسمى عملية الحمل.
- ٢ - عملية رفع هذا الحمل (وتسمى أحياناً عملية التكوين).
- ٣ - عملية تفريغ هذا الحمل على الأرض مباشرة بعد الاستدارة ١٨٠°، أو عملية وضع هذا الحمل في لوريات أو تحريك الآلة وهي تحمل هذا الحمل مسافة معينة لتفريغه.

- ٤ - العودة إلى مثل العمل السابق:
- وتسمى العمليات السابقة بدورة العمل.

وتعامل جميع آلات الاستصلاح على أساس الدورة القياسية والتي تقوم بها آلة التحميل (المحملة) (Shovel) حيث أن هذه الآلة تقوم بجميع العمليات ويكون لها معامل قياسي = ١ ويقاس عليه بقية الآلات، والشكل التالي يوضح دورة المحملة.



وبحسب على هذا الأساس زمن الدورة الواحدة فإذا كانت مقدارها ٢٠ دقيقة فتعطي معاملاً = ١، ولو فرضنا أن هناك آلة أخرى دورتها ١٥ دقيقة فتعطي معاملاً = $\frac{2}{3}$ وهكذا. مع ملاحظة أن حسابات كل مشروع مختلف عن حسابات المشروع الآخر ولذلك فيجب حسابها لكل مشروع على حدة، ويدخل في حساب زمن الذهاب توقف اللوريات حتى بداية التفريغ كما يدخل في حساب زمن التفريغ عملية الدورانات للخلف التي تقوم بها اللوريات وزمن استخدام الجهاز الهيدروليكي لكي يرفع صندوق اللوري. وبحسب زمن العودة من نهاية عملية التفريغ وإرجاع صندوق اللوري لوضعه الأصلي وإلى أن يصل إلى مكان المحملة استعداداً للتحميل ومكان اللوري يقصد به زمن المناورة التي تتم لكي يعتدل اللوري لإجراء عملية التحميل.

كما يحسب الوقت الضائع لانتظار اللوريات عند عملية التحميل وهذا أفضل لكي لا تتعطل المحملات نفسها ويدخل في الوقت الضائع ملء المياه أو التزود بالوقود وتغير الإطارات ومدى مقدرة العامل على استمرارية العمل بدون فقد في الزمن ويمكن تكرار الدورة عشر مرات مثلاً وأخذ المتوسط والذي على أساسه تحسب جميع الحسابات.

كما يجب على المخطط أو واضع الخطة أن يدخل في اعتباره عوامل الأمان للعمل والعمال، وتعتبر هذه من أساسيات نجاح برنامج المشروع، وعلى المخطط أن يكون على علم تام بكيفية تلافي الأخطار التي يتعرض لها العمال والآلات وأن يضع في اعتباره حياة الأدميين أولاً.

وتكون خطته على أساس بعض العوامل:

١ - حياة الأدميين.

٢ - عدم تضارب العمل أو عدم وجود الخطة المضبوطة التي تؤدي إلى عرقلة العمل.

٣ - عدم وجود الأعطال المتكررة في الآلات ومحاولة ضبطها.

٤ - التأمين الشامل على الأدميين وعلى الآلات يعمل على وجود ثقة للعمال ويسهل في بعض الأحيان من العمل.

وتوجد قوائم لضمان تأمين العمال وعلى حياتهم يبدأ التعويض في حالة الوفاة أو حالة فقد أي عضو من أعضاء الجسم مثل الذراع أو اليد أو حتى إصبع... أو فقد عين أو أذن أو قدم...

وعلى المخطط أن يؤمن جميع أصول الوقاية والأمان للعمل والعمال ويقوم:

(أ) وضع خطة مفصلة ودقيقة للعمل.

(ب) وضع برنامج مفصل للوقاية وأمان العمال مع وجود وحدة صحية متنقلة (حسب حجم المشروع) وجود طبيب في موقع العمل، الإسعافات الأولية.

(ج) توفير وجبات غذاء كاملة وصحية.

(د) توفير إطفائيات في موقع المشروع.

(هـ) إذا كان المشروع خارج المدينة وبعيداً عنها فيعمل على ترفيه العمال.

وعلى العموم إن تواجد المخطط في موقع العمل وإشرافه الكامل فيعمل هذا على تسهيل كل الضرورات والاحتياجات.

REFERENCES

- (1) Day, A. David (1973). «Construction Equipment Guide». A Wiley-Interscience Pub.
- (2) Havers, J.A. and Frank W. Stubbs (1971). «Hand book of Heavy Construction». McGraw-Hill Book Company.
- (3) Hunt, Dormell (1977). «Farm power and machinery management». The Iowa State University Press.
- (4) Peurifoy, R.L. (1970). «Construction Planning, Equipment and Methods». McGraw Hill Kogakasha Ltd.
- (5) William, W. 1952. «Sterring of track-type vehicles». International Harvesting Col., SAE Central. Illinois Section.

(٦) الدكتور منير عزيز مرقص وآخرين (١٩٧١)، هندسة الأراضي - جامعة القاهرة، كلية الزراعة.