وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الموصل
قسم التقنيات المدنية
فرع البناء والانشاءات
المرحلة الثانية

المكائن الانشائية

مدرس المادة
د. سعيد خلف رجب

المكائن الانشائية

المكائن الانشائية:

هي المعدات والمكائن المستخدمة في كافة الاعمال الانشائية سواء كانت في اعمال الحفر والبناء وتجهيز وصب الكونكريت وأعمال الطرق والجسور وما الى ذلك مثل (الشفل، البلدوزر، الشاحنات، الحادلات والقاشطات .....).

الأهداف الرئيسية من جراء استخدام المكائن الانشائية:

1- زيادة معدلات انتاجية المشاريع.
2- تقليل الكلفة الكلية للمشروع.
3- انجاز فعاليات معقدة يتعذر انجازها يدويا.
4- انجاز فعاليات متعددة بصورة اقتصادية اكثر مما عليه في الاسلوب اليدوي.
5- تقليل الجهد العضلي الذي يبذله العامل وذلك بالاستفادة من طاقة المكائن.
6- المحافظة على سرعة تقدم العمل المخطط عندما تكون هناك شحة في العمالة.
7- المحافظة على مستويات عالية في دقة التنفيذ التي تتطلبها التصاميم الانشائية.

(ان الفائدة المتوخاة في تقليص الكلفة تكون واضحة في المشاريع الكبيرة أكثر مماهي في المشاريع الصغيرة)

العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار معدات الانشاء:

1- معرفة القائم بتنفيذ العمل بأحدث المكائن والمعدات التي تؤدي الفعاليات الانشائية وذلك باختيار الماكنة ذات النوعية الجيدة والانتاجية العالية والاقتصادية في التكاليف.
2- تعين كمية وحجم الاعمال الواجب انجازها باستعمال المكائن.
3- معرفة انتاجية المكائن الواجب استخدامها لتنفيذ المشروع.
4- تقدير العمر الاقتصادي للماكنة.
5- تقدير كلفة امتلاك وتشغيل المكائن الانتاجية وعلاقتها بالناحية الاقتصادية.
6- تقدير الكلفة المترتبة نتيجة ادامة المكائن (الصيانة والتصليح).
7- توفر قطع الغيار في وقت الحاجة اليها.

مصادر المكائن الانشائية:

يمكن الحصول على المكائن الانشائية بإحدى الطرق التالية:

1- امتلاك الماكنة.
2- استئجار الماكنة.

محاسن امتلاك الماكنة:

1- ان الماكنة تكون جاهزة في اي وقت يحتاج اليها المنفذ.
2- يمكن لمالك الماكنة اجراء الصيانة اللازمة بشكل أفضل مما يجري على الماكنة المستأجرة.
3- يمكن توزيع كلفة الماكنة على عدة مشاريع يقوم المقاول بتنفيذها بحيث يتم استغلال الماكنة بأقصى شكل ممكن والحصول على مردود اقتصادي جيد.
4- ان وجود الماكنة تحت تصرف مالكها في جميع الاوقات يجعل الكلف المترتبة على التأخير في تنفيذ العمل أقل بشكل عام.

مساوئ امتلاك الماكنة:

1- إن امتلاك الماكنة يعتبر استغلالا لمقدار محسوس من رأس المال الذي يمكن استغلاله في مجلات أخرى.
2- قد يكون امتلاك الماكنة أكثر كلفة من استئجارها مالم يتمكن من استغلالها بصورة جيدة ومستمرة في المشاريع.
3- أن امتلاك الماكنة يجعل المقاول يستمر في أستخدمها لفترة طويلة رغم ظهور مكائن أكثر تطوراَ وإنتاجية وهذا ينعكس على سرعة تنفيذ المشروع وكلفته.
4- إن امتلاك المقاول لمكائن معينة يجعله يستمر في اختصاص ثابت وفي مجال محدد من الأعمال وهذا قد يفوت عليه فرصة الاستفادة من تنفيذ أعمال تحتاج لمكائن مختلفة عما يمتلك.
5- أن امتلاك الماكنة يفرض على المقاول أحيانا استعمالها حتى بعد تجاوزها العمر ألاقتصادي نتيجة ارتفاع كلفة صيانتها وهذا ينعكس على كلفة المشروع.

محاسن استئجار الماكنة:

1- الاحتفاظ برأس المال لغرض الاستثمار في مجالات أخرى بدلاً من استغلاله في شراء الماكنة.
2- تستأجر الماكنة لفترات محدودة حسب تقدم فقرات العمل وعند الحاجة أليها مما يقلل من المبالغ المصروفة للتنفيذ.
3- لا يقوم المستأجر بأجراء عمليات الصيانة والتصليح وبذلك لا يشغل المستأجر وقته بتفاصيل الصيانة.
4- يمكن الاتفاق مع مالك الماكنة على أن يشمل إيجار الماكنة أجور المشغل وكلفة الوقود والزيوت وبذلك يتخلص المستأجر من تفاصيل عديدة ويتفرغ لمتابعة تنفيذ فقرات العمل.
5- بعد أنجاز المشروع لن يبقى بعهدة المقاول أية مكائن عاطلة وفائضة عن حاجته وما يعنيه ذلك من تجميد لرأس المال.
6- إن إستئجار الماكنة يلزم المقاول باتباع أسلوب التخطيط العلمي الصحيح لمراحل تنفيذ الشروع لكي لا يقوم باستئجار ما كنة تتوقف في بعض الأحيان نتيجة تعارض تنفيذ الفقرات ألأخرى مع عمالها.

مساوئ استئجار الماكنة:

1 - قد يتوقف العمل في حالة عدم توفر الماكنة عند الحاجة اليها.
2- خلال الظروف الجوية السيئة التي تؤدي الى ايقاف العمل او في حالة تأخر وصول المواد الانشائية, فان المستأجر يستمر في دفع ايجار الماكنة دون الاستفادة منها, وهذا يؤدي الى زيادة في كلفة المشروع.
3- نتيجة اختلاف ظروف الطلب على استئجار المكائن, فقد يقوم مالكو المكائن برفع اجورها وبذلك يضطر المستأجر الى اجور لم يكن قد خطط لها عند حساب الكلفة قبل المباشرة به.

كلف امتلاك وتشغيل المكائن

من المشاكل التي يجابهها المقاول هي كيفية اختيار المكائن المناسبة والاقتصادية لتنفيذ المشروع، وحيث ان شراء وتشغيل أي ماكنة هي عملية استثمار للنقود التي ستصرف في ذلك المشروع، لذلك يجب ان يغطي انتاج هذه الماكنة المبالغ المصروفة مع اضافة أرباح مناسبة خلال عمر الماكنة وهذا ما يعبر عنه الماكنة تدفع تكاليفها.

العوامل المؤثرة على حساب كلفة الامتلاك والتشغيل للماكنة:

1- القيمة الزمنية للنقود.
2- عمر الماكنة ألاقتصادي.
3- سعر الماكنة عند الشراء.
4- ظروف تشغيل الماكنة.
5- ساعات التشغيل السنوية.
6- عدد سنوات التشغيل.
7- الاسترداد عند إعادة البيع.
8- إمكانيات صيانة الماكنة.

1- القيمة الزمنية للنقود:

ويقصد بها العلاقة بين قيمتها في وقت ما وقيمتها بعد فترة زمنية، ويمكن حساب مقدار الزيادة بشكل الفائدة على استثمار رأس المال، الذي يكون إما بشكل فائدة بسيطة أو مركبة.

أ- القيمة الزمنية للنقود بحساب الفائدة البسيطة:-

وفي هذه الطريقة يتم الحساب اعتمادا على رأس المال المستثمر في بداية المدة دون أي تغير خلال هذه الفترة.

القيمة الزمنية للنقود = الكلفة ألأصلية * الزيادة السنوية * المدة

مثال: -

رافعة برجية بكلفة شراء 40,000,000 دينار يقدر عمرها بخمس سنوات، ماهي الكلفة الكلية لامتلاكها إذا افترضنا أن الزيادة السنوية هي 5 %.

الحل:

القيمة الزمنية للنقود = الكلفة ألأصلية * الزيادة السنوية * المدة
= 40,000,000* (5 / 100) * 5
= 10,000,000 دينار

الكلفة الكلية لامتلاك الماكنة = الكلفة الأصلية + القيمة الزمنية للنقود
= 10,000,000 + 40,000,000
= 50,000,000 دينار

ب- القيمة الزمنية للنقود بحساب الزيادة المركبة :

وفي هذي الطريقة يتم حساب الفائدة بشكل مركب اي حساب ما يتحقق من فائدة على المبلغ المستثمر في بداية المدة مضافا اليه الفائدة في نهاية كل سنة.

مثلا: - لو أستثمر مبلغ 1000 دينار لشراء ماكنة بزيادة مركبة قدرها 6% فأن المبلغ يصبح 1000 + (1000 * 100/6) = 1060 دينار في نهاية السنة الاولى.

هذا المبلغ يصبح رأس المال المستثمر للسنة الثانية ويتحقق الربح عليه بنفس السنة
1060 + (1060 * 100/6) = 1123,6 دينار)

ويمكن حساب القيمة الزمنية للنقود (ق) بطريقة الفائدة المركبة بالمعادلة التالية:

$$ق = م (1+ع)^{ن}$$

حيث ان:
(م) هو المبلغ المستثمر.
(ع) هو مبلغ الزيادة.
(ن) هو عدد السنوات.

مثال:

رافعة برجيه بكلفة شراء 10,000,000 دينار يقدر عمرها بثمانية سنوات، ماهي الكلفة الكلية لامتلاكها لذا افترضنا أن الزيادة المركبة هي 6% ؟

الحل:

القيمة الزمنية للنقود (ق) = م (1 + ع)^{ن}
= 10,000,000 (1 + 100/6)^{8}
= 15,938,000 دينار

الكلفة الكلية لامتلاك الماكنة = الكلفة الأصلية + القيمة الزمنية للنقود
= 10,000,000 + 15,938,000
= 25,938,000 دينار

2- عمر الماكنة ألاقتصادي:

يتأثر عمر الماكنة بكيفية تشغيلها ومقدار ما يصرف لأجراء الصيانة والعناية التي تبذل في أدامتها ولآبد من إيجاد توازن محسوب بين المبالغ المستثمرة في إجراء الاستبدال والعمر المضاف الى الماكنة بحيث لو كانت مبالغ الاستبدال مرتفعة تجعل الاستمرار في الاحتفاظ بالماكنة غير مجد اقتصاديا عند ذلك يصبح استبدالها أكثر فائدة.

3- سعر الماكنة عند الشراء:

يتأثر سعر الماكنة بسعر منشأ الماكنة والعلاقات الاقتصادية بين الدول وكذلك أسعار التحويل للعملات المختلفة والطلب على الماكنة في السوق مما يؤدي إلى رفع أو خفض كلفة شراء الماكنة.

4- ظروف تشغيل الماكنة:

تؤثر ظروف تشغيل الماكنة على كلفة الماكنة مثل طبيعة الموقع، والجهد الذي يسلط على الماكنة، ومهارة المشغل، والظروف الجوية وبرنامج إدامة الماكنة.

5- ساعات التشغيل السنوية: -

تتأثر ساعات التشغيل السنوية ببرنامج عمل مالك الماكنة والمشاريع التي يتولى تنفيذها، وكذلك الظروف التي تؤدي إلى توقف الماكنة سواء ما كان بسبب برمجة العمل، أو بسبب لظروف الجوية، أو بسبب أعمال الإدامة والتصليح وهذا ينعكس على كلفة وحدة العمل الذي تنتجه الماكنة.

6- عدد سنوات التشغيل :-

يعتمد عدد سنوات تشغيل ماكنة على مجموعة عوامل ترتبط بظروف التشغيل وساعات التشغيل السنوية، ونوع الماكنة، وأسلوب أدارة استثمار مكائن من قبل المالك.

7- الاسترداد عند إعادة البيع: -

عند تخطيط الاستثمار في المكائن ألإنشائية، لابد من أخذ المبالغ التي يتم استردادها عند بيع الماكنة بعد استعمالها لعدد من السنوات أن المبالغ التي يتم إستردادها ترتبط بعدد سنوات التشغيل، وادامة الماكنة، وبمقدار الطلب على الماكنة في سوق المكائن المستعملة.

8 - إمكانيات صيانة الماكنة:

يقصد بإمكانيات الصيانة توفر قطع الغيار اللازمة للقيام بأعمال الصيانة وكذلك توفر الورش المتخصصة في أعمال الصيانة والتصليح، أن عدم توفر قطع الغيار يؤدي الى توقف لماكنة مهما كانت نوعيتها جيدة، ويجعل من ألأفضل اختيار نوعية أخرى بمواصفات أقل ألا أن موادها الاحتياطية متوفرة.

تخمين كلف امتلاك وتشغيل المكائن

عندما يراد تخمين كلفة امتلاك وتشغيل ماكنة معينة قبل شرائها ولا توجد سجلات سابقة للاستفادة منها فيجب اخذ العوامل التالية بنظر الاعتبار:

كلف الامتلاك والتشغيل لأي ماكنة تشمل:

1- كلف الاندثار (الاستهلاك).
2- كلف الاستثمار.
3- كلف الصيانة والتصليح.
4- كلف الاستبدال.
5- كلف التشغيل (وتشمل اجرة المشغل, كلفة الوقود, وكلفة الزيوت).

1- كلف الاندثار (الاستهلاك):

يعرف الاندثار بانه: -

فقدان الماكنة من قيمتها بسبب استعمالها أو بسبب مرور مدة من الزمن عليها مهما كانت العناية بها كثيرة.
لذلك على المالك ان يغطي الهبوط في قيمة الماكنة من خلال الاستفادة القصوى من كفاءة الماكنة خلال عمرها الاقتصادي.

قيمة الماكنة الكلي:

يشمل مبلغ الشراء + مبلغ النقل + مبلغ التحميل + مبلغ التفريغ + مبلغ النصب + مبلغ كلف الاجازة + مبلغ كلف التامين + ومشابه ذلك من مصاريف.

وحدة الاندثار:

ويقصد بها المبلغ الكلي لكل وحدة زمن. مثل 10000 دينار/ اسبوع، أو 1000 / ساعة.

طرق حساب كلف الاندثار:

هناك عدة طرق لحساب كلف الاندثار منها: -

أ- طريقة الخط المستقيم.
ب- طريقة جمع أرقام السنين.

أ- طريقة الخط المستقيم: -

عند استعمال هذه الطريقة يفترض بان كلفة الماكنة سوف يتناقص بمقدار منتظم خلال عمرها النافع وقد يصبح صفرا في نهاية عمرها النافع أو يساوي قيمة الاسترداد (البيع).
لذلك عند حساب قيمة الاندثار يجب معرفة:

1- سعر شراء الماكنة.
2- عمر الماكنة الاقتصادي.
3- سعر بيع الماكنة.

كلفة الاندثار = سعر الشراء (قيمة الماكنة) – سعر البيع (قيمة الاسترداد)

معدل الاندثار السنوي = كلفة الاندثار / عمر الماكنة السنوي

معدل الاندثار بالساعة = معدل الاندثار السنوي / عدد ساعات العمل في السنة

معدل الاندثار باليوم = عدد ساعات التشغيل اليومية * معدل الاندثار بالساعة

مثال محلول عن طريقة الخط المستقيم:

مجرفة ميكانيكية (شفل) كلفتها الاصلية (20,000,000) ويقدر عمرها الاقتصادي ب (5 سنوات) فاذا كان بالإمكان بيعها ب (5,000,000)، إذا كانت ساعات التشغيل السنوي (3000 ساعة)، احسب:

1- مقدار الاندثار الكلي.
2- الاندثار السنوي.
3- مقدار الاندثار بالساعة.

الحل:

كلفة الاندثار = سعر الشراء (قيمة الماكنة) – سعر البيع (قيمة الاسترداد)
= 20,000,000 - 5,000,000
= 15,000,000 دينار

معدل الاندثار السنوي = كلفة الاندثار / عمر الماكنة السنوي
= 15,000,000 / 5
= 3,000,000 دينار

معدل الاندثار بالساعة = معدل الاندثار السنوي / عدد ساعات العمل في السنة
= 3,000,000 / 3000
= 1000 دينار / ساعة

تعتبر هذه الطريقة أسهل الطرق في حساب كلف الاندثار، ويمكن حساب قيمة الماكنة في بداية كل سنة وقي نهايتها كما في الجدول أدناه: -

السنوات	قيمة الماكنة في بداية السنة	معدل الاندثار السنوي	قيمة الماكنة في نهاية السنة
1	20,000,000	3,000,000	17,000,000
2	17,000,000	3,000,000	14,000,000
3	14,000,000	3,000,000	11,000,000
4	11,000,000	3,000,000	8,000,000
5	8,000,000	3,000,000	5,000,000

واجب بيتي عن طريقة الخط المستقيم:

باستخدام طريقة الخط المستقيم، احسب معدل اندثار قاشطة سنويا، وفي اليوم الواحد وكذلك في الساعة الواحدة، ومن المعلومات التالية: -
سعر شراء الماكنة = 60,000,000 دينار.
سعر بيع الماكنة أو القيمة الاستردادية بعد 5 سنوات 10,000,000 دينار
معدل التشغيل السنوي = 2000 ساعة
الماكنة تعمل 8 ساعات يوميا.

ب- طريقة جمع أرقام السنين:

عند استعمال هذه الطريقة يتم جمع عدد السنوات ثم استخراج نسبة الاندثار لكل سنة، وفي هذه الحالة فان كلفة الماكنة سوف يتناقص بمقدار غير منتظم خلال عمرها النافع وقد يصبح صفرا في نهاية عمرها النافع او يساوي قيمة الاسترداد (قيمة البيع)، لذلك عند حساب قيمة الاندثار يجب معرفة:

1- سعر شراء الماكنة.
2- عمر الماكنة الاقتصادي.
3- سعر بيع الماكنة.

كلفة الاندثار = سعر الشراء (قيمة الماكنة) – سعر البيع (قيمة الاسترداد)

معدل الاندثار السنوي = (كلفة الاندثار * عمر الماكنة السنوي) / مجموع اعداد السنوات

معدل الاندثار بالساعة = معدل الاندثار السنوي / عدد ساعات العمل في السنة

مثال محلول عن طريقة جمع أرقام السنين:

مجرفة ميكانيكية (شفل) كلفتها الاصلية (20,000,000) دينار ويقدر عمرها الاقتصادي ب (5) سنوات، فاذا كان بالإمكان بيعها ب (5,000,000) دينار، احسب مقدار الاندثار الكلي، والاندثار السنوي، باستخدام طريقة جمع ارقام السنين.

الحل:

كلفة الاندثار = سعر الشراء (قيمة الماكنة) – سعر البيع (قيمة الاسترداد)
= 20,000,000 - 5,000,000
= 15,000,000 دينار

مجموع اعداد السنين = 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 15 سنة

معدل الاندثار السنوي = (كلفة الاندثار * عمر الماكنة السنوي) / مجموع اعداد السنوات
= (15,000,000 *5) / 15
= 5,000,000 دينار

كلفة الماكنة في نهاية السنة الاولى= 20,000,000- 5,000,000 = 15,000,000 دينار

معدل الاندثار السنوي للسنة الثانية = (15,000,000 *4) / 15= 4,000,000 دينار
كلفة الماكنة في نهاية السنة الثانية = 15,000,000-4,000,000 = 11,000,000دينار

معدل الاندثار السنوي للسنة الثالثة = (15,000,000 *3) / 15= 3,000,000 دينار
كلفة الماكنة في نهاية السنة الثالثة = 11,000,000- 3,000,000 = 8,000,000 دينار

معدل الاندثار السنوي للسنة الرابعة = (15,000,000 *2) / 15= 2,000,000 دينار
كلفة الماكنة في نهاية السنة الرابعة = 8,000,000 - 2,000,000 = 6,000,000 دينار

معدل الاندثار السنوي للسنة الخامسة = (15,000,000 *1) / 15= 1,000,000 دينار
كلفة الماكنة في نهاية السنة الخامسة = 6,000,000 - 1,000,000 = 5,000,000 دينار

السنوات	نسبة الاندثار	قيمة الماكنة في بداية السنة	مقدار الاندثار	قيمة الماكنة في نهاية السنة
1	15/5	20,000,000	5,000,000	15,000,000
2	15/4	15,000,000	4,000,000	11,000,000
3	15/3	11,000,000	3,000,000	8,000,000
4	15/2	8,000,000	2,000,000	6,000,000
5	15/1	6,000,000	1,000,000	5,000,000

2- كلف الاستثمار:

يعرف الاستثمار بانه استغلال راس مال معين يشغل في مجال ما للحصول على مردود اقتصادي. ومن المعلوم ان المكائن الانشائية هي احدى مجالات الاستثمار التي عند ادارتها بشكل عقلاني الحصول على مردود اقتصادي عالي، الا انها في نفس الوقت قد تسبب كوارث مالية عند عدم تشغيلها بكفاءة عالية.

يدخل ضمن كلفة الاستثمار:

1- مبلغ التامين على الماكنة.
2- مبلغ الضرائب التي يدفعها المالك للدولة.
3- مبلغ الايواء (الكراجية) وغير ذلك مما يرتبط بامتلاك الماكنة.

وهذه النسب تختلف مع اختلاف المالكين وطريقة ادارتهم للمكائن التي يمتلكوها ويفترض في المالك ان يسترجع كامل المبلغ المستثمر عند نهاية العمر النافع للماكنة.

يعتمد حساب مقدار كلف الاستثمار على قيم معدل كلفة الماكنة والذي يقدر بمقدار (8% - 12%) من قيمة معدل كلفة الماكنة.

كلف الاستثمار = (8% - 12%) * معدل كلفة الماكنة

يمكن التعبير عن معدل قيمة الماكنة بشكل معادلة تعتمد على طريقة الخط المستقيم وفي حالتين: -

أ- في حالة عدم وجود قيمة استردادية (أي البيع يساوي صفر): -

معدل قيمة الماكنة = القيمة الاصلية (الشراء) * (ن+1) / 2 * ن

حيث ن = العمر النافع للماكنة بالسنوات

ب- في حالة وجود قيمة استردادية (أي البيع يساوي قيمة معينة): -

معدل قيمة الماكنة = القيمة الاصلية (الشراء) * (ن+1) +القيمة الاستردادية (البيع) * (ن-1) /2*ن

حيث ن = العمر النافع للماكنة بالسنوات

مثال 1:

احسب كلفة استثمار لحادلة قيمتها الاصلية 25,000,000 دينار ويقدر عمرها النافع ب 5 سنوات، مع العلم عدم وجود قيمة استرداديه (أي البيع يساوي صفر).

الحل:

معدل قيمة الماكنة = القيمة الاصلية (الشراء) * (ن+1) / 2 * ن
= 25,000,000 * (1+5) / 2 * 5
= 15,000,000 دينار

ولو اعتبرنا بان كلفة مصاريف الاستثمار (التامين + الضرائب + المخزن +....) بنسبة 10% من معدل قيمة الماكنة.

مبلغ الاستثمار = 10% من معدل قيمة الماكنة
= 10 /100 * 15,000,000= 1,500,000دينار

مثال2:-

احسب كلفة استثمار حادلة قيمتها الاصلية 25,000,000 دينار ويقدر عمرها النافع ب 5 سنوات، وكانت قيمتها الاستردادية (سعر البيع) 5,000,000 دينار.

الحل:

معدل قيمة الماكنة = القيمة الاصلية (الشراء) * (ن+1) +القيمة الاستردادية (البيع) * (ن-1) /2ن
= 25,000,000 * (5+1) + 5,000,000 * (5-1) / 2 * 5
= 17,000,000 دينار

ولو اعتبرنا بان كلفة مصاريف الاستثمار (التامين + الضرائب + المخزن +....) بنسبة 10% من معدل قيمة الماكنة.

مبلغ الاستثمار = 10% من معدل قيمة الماكنة
= 10 /100 * 17,000,000= 1,700,000 دينار

3- كلف الصيانة والتصليح:

تتأثر كلف الصيانة والتصليح بعوامل عديدة منها:

1- العناية التي يبذلها المالك في تشغيل الماكنة.
2- توفير المشغلين الجيدين.
3- اجراء عمليات الصيانة الدورية بالشكل الذي تحدده الشركة المنتجة.
4- نوع الماكنة (مثلا كلفة صيانة مولدة كهرباء اقل من صيانة كسارة للحجر في معامل تكسير الحجر).
5- ظروف العمل.
وهنا تلعب الخبرة في اختيار المكائن المناسبة مع اجراء الصيانة الدورية والمنتظمة دورا مهما في تقليص كلف الصيانة والتصليح وبالتالي في زيادة ربح الماكنة.
لذلك لا يمكن حساب كلف الصيانة بشكل دقيق وانما يعتمد على تحديد نسبة تتراوح بين (80- 120) % من مقدار الاندثار السنوي.
وكثيرا من الاحيان يفترض كلفة الصيانة والتصليح مساويا لقيمة الاندثار.

كلف الصيانة = (80- 120) % من مقدار الاندثار السنوي

4- كلف الاستبدال:

تؤثر كلف الاستبدال باتجاهين:

أ- الاتجاه الاول:
استبدال بعض أجزاء من الماكنة بسبب عطل هذه الاجزاء وهذا يكون ضمن فقرة الصيانة والتصليح.

كما يمكن استبدال بعض الاجزاء للاستعاضة عنها بإجراء أكثر فعالية أو تطورا، وتؤدي الى زيادة قابلية الماكنة او سرعة انتاجها وكفاتها وبالتالي يجب ادخال كلف الاستبدال ضمن كلف الماكنة.

ب- **الاتجاه الثاني:**

استبدال الماكنة بماكنة جديدة في أي مرحلة من عمر الماكنة النافع. ومن المعروف ان اسعار المكائن قد ترتفع أو تنخفض حسب الظروف الاقتصادية للبلد وتوفر المكائن في السوق العالمية.

5- كلف التشغيل:

وتشمل كل المصاريف اليومية اللازمة لتشغيل الماكنة بحالتها الاعتيادية وتتألف من: -

1- اجرة المشغل.
2- كلفة الوقود.
3- كلفة الزيوت.

* (تحسب اجرة المشغل بتقسيم راتبه الشهري على مجموع ساعات العمل الشهرية)
* يجب الانتباه ان الراتب الشهري يكون بضمنه (كلف الضمان، التقاعد، التامين، العلاج المجاني، ووجبات الطعام، وغير ذلك.....).

كلفة الوقود: -

تعمل معظم المكائن بواسطة محركات ذات احتراق داخلي وهي على نوعين حسب نوع الوقود:

أ- محركات تعمل بالبنزين ويقدر استهلاك المكائن ب 0.23 لتر لكل وحدة حصانية في الساعة.
ب- محركات تعمل بالديزل ويقدر استهلاك المكائن ب 0.15 لتر لكل وحدة حصانية في الساعة.
بافتراض عملها تحت ظروف قياسية درجة حرارة 15 درجة مئوية وضغط جوي يعادل 76 سم/ زئبق.
ولغرض التوصل الى تخمين كمية الوقود اللازمة لتشغيل اي نوع من المكائن لابد من معرفة الامور التالية:

1- القدرة الحصانية للمكائن.
2- معامل الوقت.
3- معامل المحرك.
4- معامل التشغيل.
5- ظروف العمل.

القدرة الحصانية:

عند بيع المكائن تثبت الشركة المنتجة القدرة الحصانية على لوحة تعريف الماكنة, الا ان هذه القدرة لا يمكن اعتمادها لتقدير انتاجية الماكنة وذلك:

1- لكون ما تثبته الشركة يكون تحت ظروف قياسية حرارة 15 درجة مئوية وضغط جوي يعادل 76 سم/ زئبق. في حين ان ظروف العمل يختلف كثيرا او قليلا عن ظروف القدرة الحصانية في ظروف المعمل.

2- ان محرك الماكنة يقوم بإدارة المروحة, المولد, مضخة التبريد, مضخة الوقود, ضاغطة الهواء, مضخة المنظومة الهيدروليكية, لذا فان جزء من القدرة الحصانية يستغل لهذا الغرض والتي تقدر بحدود 20% من القدرة الحصانية الكلية.

معامل الوقت:

ويعرف بانه النسبة المئوية للوقت الفعلي الذي تشتغل فيه الماكنة بدون توقف في الساعة الواحدة.
فمثلا لو كانت الماكنة تشتغل بمعدل 55 دقيقة في الساعة الواحدة، فان

معامل الوقت = 60/55 * 100 = 91 %

معامل المحرك:

هو نسبة القدرة التي تبذلها الماكنة في اداء شغل معين الى قدرتها الحصانية خلال جزء محدد من دورة تشغيلها.
من المعلوم ان الماكنة لا تستخدم اعلى قدرتها الحصانية خلال دورة عمل الماكنة، بل تستخدم كل طاقتها خلال فترة قليلة عند التحميل او الدفع، بعد ذلك تخفض من قدرتها الى الحالة الطبيعية في حالة الرجوع مثلا او الاستدارة.

مثـــــال:

مقلعة / دوزر / تقوم بدفع قاشطة مستخدمة في ذلك كامل قدرتها لمدة 10 ثواني من دورة عملها البالغة 25 ثانية، وخلال الزمن الباقي فإنها تستخدم 2/1 قدرتها الحصانية، احسب معامل المحرك.

الحـــــــل:

الماكنة تستخدم كل طاقتها لمدة 10 ثواني
اذن معامل المحرك خلال الدفع = 25/10 * 100 % = 40% = 0.4
الزمن الباقي من الحركة 25 – 10 = 15 ثانية حركة اعتيادية
معامل المحرك خلال بقية المراحل = 25/15 * 2/1 * 100% = 30% او 0.3
اذن معامل المحرك = 0.4 + 0.3 = 0.7.

معامل التشغيل:

ويعرف بانه حاصل ضرب معامل الوقت في معامل المحرك

معامل التشغيل = معامل الوقت * معامل المحرك

مثـــال:

ما هو معامل التشغيل في المثال السابق، إذا علمت ات الماكنة تعمل فعليا 50 دقيقة في كل ساعة.

الحل:

معامل الوقت = 60/50 * 100% =83 %
معامل المحرك من المثال السابق = 0.7
اذن معامل التشغيل = 0.83 * 0.7 = 0.581

ظروف العمل:

تغطي ظروف العمل العديد من الجوانب، فمنها الحالة الجوية، حالة الموقع، مستوى اعمال الادامة وكلها تؤدي الى زيادة استهلاك وخاصة في الحالات الصعبة، لذلك لا يمكن وضع قياس دقيق لهذه الجوانب، بل يترك تقديرها بعد دراسة كل حالة على حدة، ووضع نسبة لمدى تأثر كمية الوقود المستهلك.

من العوامل التي ذكرت يمكن حساب كمية الوقود المستهلك من المعادلة التالية:

مقدار الوقود المستهلك بالساعة = القدرة الحصانية * استهلاك الماكنة لكل قدرة حصانية * معامل التشغيل

ويقدر استهلاك المكائن ب 0.23 لتر لكل وحدة حصانية في الساعة، للمحركات التي تعمل بالبنزين

ويقدر استهلاك المكائن ب 0.15 لتر لكل وحدة حصانية في الساعة، للمحركات التي تعمل بالديزل.

كلفة الوقود المستهلك = مقدار الوقود * سعر اللتر

مثال:

احسب مقدار الوقود وكلفته الذي تستهلكه مقلعة / دوزر / في الساعة إذا علمت ان هذه المقلعة ذات قدرة حصانية تساوي 200 حصان، وتعمل بمحرك ديزل، تستخدم اعلى قدرتها الحصانية عند دفع قاشطة بمعدل 25 ثانية للدورة الواحدة التي مدتها 125 ثانية، اما خلال المدة الباقية من الدورة فإنها تستخدم نصف القدرة الحصانية، كما انها تتوقف لمدة 12 – 15 دقيقة في الساعة في انتظار دورة قاشطة، ثمن اللتر الواحد من الوقود يساوي 500 دينار.

الحل:

1 – حساب معامل الوقت:

بما أن الماكنة تتوقف لمدة 12 – 15 دقيقة
لذلك تفترض انها تشتغل بمعدل (60 - 15) = 45 دقيقة في الساعة
اذن معامل الوقت = 45 / 60 *100 = 75%

2 – حساب معامل المحرك:

أ- خلال مرحلة الدفع ///معامل المحرك =125/25 *100= 20%
ب- خلال المدة الباقية (125- 25) = 100 دقيقة
معامل المحرك =125/100*2/1 * 100=40%
اذن معامل المحرك الكلية = 0.4+0.2 = 0.6

3 – حساب معامل:

معامل التشغيل = معامل الوقت * معامل المحرك
= 0.75* 0.6 =0.45
مقدار الوقود المستهلك بالساعة = القدرة الحصانية * استهلاك الماكنة لكل قدرة حصانية * معامل التشغيل
= 200 *0.15 * 0.45 = 13.5 لتر في الساعة
سعر اللتر من الوقود يساوى 500 دينار
اذن كلفة الوقود = 13.5 * 500= 6,750 دينار / ساعة

3- كلف الزيوت: -

تستخدم زيوت في جميع المكائن لتقليل الاحتكاك بين الأجزاء المعدنية المتحركة داخل المحرك ولهذا تعتمد كمية الزيت اللازمة لكل ماكنة على حجم محركها وحالة الماكنة (حيث يزداد استهلاك الزيت كلما تقادمت الماكنة في العمر)

كذلك فأن الزيت المستخدم يفقد صفاته بعد فترة من الاستعمال، ولهذا تحدد الشركات المنتجة الفترة الزمنية لتغير الزيت فتتراوح الفترة الزمنية بين كل تبديل واخر من (100 الى 200 ساعة تشغيل)

ولحساب كمية الزيت اللازمة وكلفتها تستخدم المعادلة التالية: -

مقدار الزيت المستهلك = سعة حوض المحرك / الوقت بين تبديل واخر+ (0.003 * معامل التشغيل * القدرة الحصانية) (لتر في الساعة)

مثال: -

احسب مقدار وكلفة الزيت الذي تستهلكه مقلعة (دوزر) ذات قدرة 200 حصان وفترة تبديل الزيت بعد كل 150 ساعة عمل، أذا علمت ان الماكنة تتوقف عن العمل بمعدل 10 دقائق في الساعة، وان معامل المحرك هو(0.625)، وسعة حوض المحرك للزيت 20 لتر، ثمن اللتر الواحد من الوقود يساوي 1000 دينار ؟

الحـــــل: -

فترة توقف الماكنة 10 دقائق

أذن الماكنة تعمل (60 - 10) = 50 دقيقة

معامل الوقت = 60/50 * 100 = 0.833

ومعامل المحرك = 0.625

إذن معامل التشغيل = 0.833 * 0.625 = 0.52

مقدار الزيت المستهلك = سعة حوض المحرك / الوقت بين تبديل واخر+ (0.003 * معامل التشغيل * القدرة الحصانية) (لتر في الساعة)

= 20 /150 + (0.003 * 0.52 * 200) = 0.445 لتر/ ساعة

سعر اللتر من الزيت يساوى 1000 دينار

كلفة الزيت = 0.445 * 1000= 445 دينار / ساعة

مثال عن كلف امتلاك وتشغيل المكائن

مثال:

جد الكلفة المحتملة في الساعة لامتلاك وتشغيل مدرجة من المعلومات التالية لمحرك ذو قدرة 180 حصان يعمل بوقود الديزل، سعة حوض المحرك 20 لتر لفترة الزمنية بين تبديل واخر 150 ساعة، العمر النافع 5 سنوات، عدد ساعات التشغيل في السنة 2000 ساعة
الكلفة ألأولية (الشراء) = 7,500,000 دينار، القيمة الاستردادية = 1,500,000 دينار
كلفة الوقود = 80 دينار / لتر، كلفة الزيوت = 2000 دينار/ لتر
مصاريف الاستثمار = 12 % من معدل القيمة
مصاريف الصيانة والتصليح = 80%من قيمة الاندثار
المدرجة تتوقف عن العمل بمعدل 10 دقائق في الساعة
تستخدم المدرجة أعلى قوة لها في أعمال الحفر والتسوية بمعدل 5 ثانية من مجموع دورتها البالغة 20 ثانية والوقت الباقي تستخدم 2/1 قدرتها الحصانية.

الحل:

قيمة الماكنة = 7,500,000 دينار
القيمة الأستردادية = 1,500,000 دينار
معدل قيمة الماكنة = القيمة ألأصلية(الشراء)*(ن+ 1)+القيمة الاستردادية (البيع) * (ن- 1)/ 2 * ن

معدل قيمة الماكنة = 7,500,000*(5+1)+ 1,500,000 *(5-1) / 2*5
= (45,000,000 + 6,000,000)/10 = 5,100,000 دينار

الكلفة السنوية الثابتة:

قيمة الاندثار= 7,500,000 – 1,500,000 = 6,000,000 دينار
معدل قيمة الاندثار= 6,000,000 /5 = 1,200,000 دينار

الصيانة والتصليح = (80 %من الاندثار) = 1,200,000 * 0.8= 960,000 دينار
مصاريف الاستثمار = (12 % من معدل قيمة الماكنة)

= 0.12 * 5,100,000 =612,000 دينار

مجموع الكلف السنوية الثابتة = (معدل قيمة الاندثار+ الصيانة والتصليح + مصاريف الاستثمار)

= 1,200,000+ 960,000 + 612,000

= 2,772,000 دينار

كلفة الساعة الواحدة = مجموع الكلف السنوية / عدد ساعات العمل السنوية

= 2000/2,772,000 = 1,386 دينار/ ساعة

كلفة الوقود:

بما أن الماكنة تعمل (50 - 10) = 50 دقيقة
معامل الوقت = 60/50 * 100 = 83 % أو 0.83
الماكنة تستخدم كامل قدرتها الحصانية خلال 5 دقائق من مجموع دورتها البالغة 20 ثانية حيث تستخدم 2/1 القدرة خلال الوقت الباقي
معامل المحرك خلال الحفر والتسوية = 20/5 * 100= 25% = 0.25
خلان بقية المراحل = 20/15* 2/1 * 100 = 37.5 %= 0.375
أذن معامل المحرك = 0.25 + 0.375 = 0.625
معامل التشغيل = معامل الوقت * معامل المحرك
= 0.83 * 0.625 = 0.52

مقدار الوقود المستهلك بالساعة = القدرة الحصانية* استهلاك الماكنة لكل قدرة حصانية * معامل التشغيل

= 180 * 0.15 * 0.52

= 14.04 لتر/ ساعة

كلفة الوقود = 14.04 * 80 = 1,123 دينار / ساعة

كلفة الزيت:

مقدار الزيت المستهلك = سعة حوض المحرك / الوقت بين تبديل وأخر+ (0.003 *معامل التشغيل * القدرة الحصانية) (لتر في الساعة)

=150/20+(0.003* 0.52 * 180) = 0.414 لتر/ ساعة

كلفة الزيت = 0.414 * 2000= 828 دينار / ساعة

الكلفة الكلية بالساعة = الكلفة الثابتة + كلفة الوقود + كلفة الزيوت

= 828+1,123+1,386

= 3,337 دينار الكلفة الكلية بالساعة عدا أجور العمال

كلفة ايجار ماكنة

يمكن احتساب كلفة ايجار ماكنة لسنة أو أكثر من خلال المعادلة التالية:

كلفة ايجار ماكنة = كلفة الايجار بالساعة * عدد ساعات التشغيل بالسنة * عدد السنوات

يمكن احتساب كلفة ايجار ماكنة لعدة ساعات من خلال المعادلة التالية:

كلفة ايجار ماكنة = كلفة الايجار بالساعة * عدد ساعات التشغيل

مثال محلول 1:

احسب كلفة ايجار مجرفة (شفل) إذا كانت كلفة الايجار بالساعة 50,000 دينار، عدد ساعات التشغيل بالسنة 4000 ساعة وعدد سنوات الايجار 4 سنوات.

الجواب:

كلفة ايجار ماكنة = كلفة الايجار بالساعة * عدد ساعات التشغيل بالسنة * عدد السنوات
= 50,000 * 4000 * 4
= 800,000,000 دينار

مثال محلول 2:

احسب كلفة ايجار رافعة إذا كانت كلفة الايجار بالساعة 50,000 دينار، عدد ساعات التشغيل 40 ساعة.

الجواب:

كلفة ايجار ماكنة = كلفة الايجار بالساعة * عدد ساعات التشغيل
= 50,000 * 40
= 2,000,000 دينار

المكائن القياسية والمكائن الخاصة

المكائن القياسية :-

وتعرف بانها المكائن التي تنتج من قبل المصنعين وبأعداد كبيرة في الأسواق ليختار منها المنفذون ما يحتاجون في تنفيذ المشاريع أو يمكن تعريفها بانها المكائن التي يمكن استخدامها في أكثر من مشروع الاحتفاظ بها لدى المنفذين لاستخدامها في أي مشروع مستقبلي مثل الناقلات والرافعات والشفلات والحادلات.

تعتبر المكائن القياسية أفضل من المكائن الخاصة وذلك للأسباب التالية: -

1- يمكن الحصول عليها بسرعة حال الحاجة اليها.
2- توفر الادوات الاحتياطية وامكانية اجراء عمليات الصيانة عليها من قبل العديد من الفنيين الذين يمتلكون خبرة عالية في هذه الاعمال تراكمت لديهم نتيجة لكثرة أعداد المكائن القياسية.
3- يمكن نقل المكائن القياسية من مشروع الى أخر وبذلك نضمن اشتغالها بأسلوب أكثر اقتصاديا.
4- يمكن بيعها بعد انتهاء المشروع بسهولة ويسر.

المكائن الخاصة:

تعرف بانها المكائن التي تصنع لتخدم أغراضا محدودة في مشروع معين وتكون ذات سعة وطاقة كبيرة مقرنة مع المكائن القياسية مثل المجرفة العملاقة أو القلاب الكبير ان هذه المكائن تصمم وتصنع لأغراض مشاريع محدودة ولا تصلح نادرا لمشروع اخر.

وفي جميع الأحوال لابد من اجراء دراسة اقتصادية كاملة للتوصل الى المفاضلة بين الحلول المتاحة لاستخدام مكائن قياسية أو خاصة.

مثـــــــال: -

المطلوب تهذيب قناة أروائية في أرض طينية قبل تبطينها بالخرسانة طولها 100 كيلومتر وبمقطع شبه منحرف عرضه في القعر 5 متر وانحدار جوانبه 1 : 1 وعمقه 4 متر، على أن ينجز خلال 3 سنوات بعدها تفرض غرامة تأخيريه قدرها 100.000 دينار يوميا ؟

المطلوب : -
بيان أي نوع من المكائن يفضل استخدامها؟

الدراسة: - لدى دراسة الأمر وجد المنفذ الاحتمالات الأتية:

الاحتمال الأول: -

شراء ماكنة خاصة لتهذيب الجوانب تبلغ كلفتها 100,000,000 دينار ويقدر عمرها النافع 4 سنوات؛ يمكن تشغيلها بمعدل 1800 ساعة في السنة، وتبلغ سرعتها 15 متر في الساعة وتقدر كلفة أعمال الصيانة 90% من قيمة الاندثار السنوي، وتبلغ كلفة الوقود والزيت 6500 دينار/ ساعة، وأجرة فريق المشغلين 12000 دينار/ ساعة، أجرة التأمين والضرائب 10%من معدل قيمة الماكنة.

الاحتمال الثاني: -

استخدام مجموعة مكائن قياسية تتألف من دوزر ومدرجة ومجرفة مسحوبة، واعتمادا على معلومات سابقة تبلغ كلفة تهذيب القعر والجوانب باستخدام هذه المجموعة 400 دينار للمتر المكعب، وبإمكانها التهذيب خلال الوقت المطلوب ودون تأخيرات تؤدي أي غرامات تأخيريه.

الحل:-

لإيجاد أفضل الحلول لابد من ايجاد كلفة تهذيب المتر المكعب في كلتا الحالتين (المكائن الخاصة والمكائن القياسية)

أولا :- ايجاد كلفة المتر المكعب بواسطة الماكنة الخاصة:

كلفة الاندثار = الكلفة الاصلية / عمر الماكنة النافع

= 100,000,000 / 4 = 25,000,000 دينار

كلف الصيانة = 90% من الاندثار

= 90 / 100 * 25,000,000 = 22,500,000 دينار

كلفة الماكنة = 100.000.000 دينار (لا يوجد استرداد)

معدل قيمة الماكنة = مبلغ الماكنة * (ن+1) / 2 * ن

= 100.000.000* (4+1) / 2 * 4 = 62,500,000 دينار

كلف الاستثمار (الضرائب والتامين) = 10% من معدل قيمة الماكنة

= 10 % * 62,500,000 = 6,250,000 دينار

مجموع الكلف السنوية = 25,000,000 + 22,500,000 + 6,250,000

= 53,750,000 دينار / ساعة

الكلف الثابتة بالساعة = مجموع الكلف السنوية / عدد الساعات التشغيلية

= 53,750,000 / 1800 = 29,861 دينار

كلف الوقود والزيت = 6,500 دينار / ساعة

مجموع الكلف الكلية بالساعة = الكلف الثابتة بالساعة+ كلف الوقود والزيت+ كلف اجور المشغلين

= 29,861 + 6,500 + 12,000 = 48,361 دينار / الساعة

كلف الكميات الترابية بالساعة

مساحة شبه المنحرف = (مجموع القاعدتين/2) * الارتفاع

= (5+4+4+5 / 2) * 4 = 36 م^2

حجم الكميات الترابية / الساعة = 15 * 36 = 540 م^3

كلفة تهذيب المتر المكعب الواحد = مجموع الكلف الكلية بالساعة / حجم الكميات الترابية بالساعة

= 48,361 / 540 = 89,557 دينار

وبمقارنة كلفة تهذيب المتر المكعب باستخدام المكائن الخاصة البالغ 89,557 دينار وكلفة تهذيب المتر المكعب باستخدام المكائن القياسية البالغ 400 دينار/ م^3 , نستنتج ان المكائن الخاصة أكثر اقتصاديا من المكائن القياسية.

من الضروري التأكد من قابلية المكائن الخاصة للعمل خلال الوقت المحدد (3 سنوات)

انتاجية الماكنة خلال ساعة واحدة = 540 م^3

معدل ساعات التشغيل = 1800 ساعة / سنة

الكمية الكلية لإنتاج الماكنة = معدل ساعات التشغيل * عدد السنوات * انتاجية الماكنة بالساعة

= 1800 * 3 * 540 = 2,916,000 م^3 انتاجية الماكنة

حجم الكميات الترابية = طول القناة * مساحة المقطع

= 100,000 * 36 = 3,600,000 م^3 للمشروع

وبما ان الانتاجية اقل من حجم المشروع

الفرق بالحجم = 3,600,000 – 2,916,000 = 684,000 م^3 تأخير

لذلك سوف تفرض غرامات تأخيريه.

ولحساب الغرامة التأخيرية: -

ساعات التأخير= حجم الكميات التأخيرية / إنتاجية الماكنة خلال ساعة واحدة

= 684,000/ 540 = 1266,6 ساعة

بما ان معدل ساعات العمل السنوي = 1800 ساعة

اذن عدد الايام التاخيرية = 1266.6\1800= 0.704 سنة

وتساوي 0.704 سنة * 365 = 257 يوم تأخير

وبما أن الغرامة التأخيرية = 100,000 دينار باليوم

أذن الغرامة الكلية = عدد الأيام التأخيرية * مقدار الغرامة اليومية

= 257 * 100,000 = 25,700,000 دينار

حجم الكميات الترابية = 100,000 * 36 = 3,600,000 م^3 للمشروع

كلفة المشروع بحساب المكائن القياسية = حجم الكميات الترابية *كلفة المتر المكعب

= 3,600,000 * 400 = 1,440,000,000 دينار

كلفة المشروع بحساب المكائن الخاصة = حجم الكميات الترابية *كلفة المتر المكعب
= 3,600,000 * 89,5 = 322,200,000 دينار

الغرامة الكلية = 25,700,000 دينار
الكلفة الكلية = 25,700,000 + 322,200,000 = 347,900,000 دينار

وبمقارنة كلف المكائن الخاصة (347,900,000) والمكائن القياسية (1,440,000,000)
نجد أن المكائن الخاصة على الرغم من وجود غرامات تأخيرية ألا انها لازالت أفضل من المكائن القياسية.

المكائن الخاصة (مجرفة، شفل)

المكائن القياسية (مجرفة، شفل)

المكائن الخاصة (شاحنة قلابة)

المكائن القياسية (شاحنة قلابة)

المكائن الخاصة (مجرفة، شفل) + شاحنة عملاقة

المكائن الخاصة (حفارة عملاقة)

المكائن القياسية (حفارة)

العوامل المؤثرة على انتاجية المكائن

لغرض التعرف على الانتاجية الفعلية للمكائن لابد من التعرف على العوامل التي تؤثر على استخدام القدرة المثلى للمكائن.

العوامل المؤثرة على انتاجية المكائن:

1- مقاومة الدحرجة (الاحتكاك).
2- تأثير ميل الطريق على قوة سحب الماكنة.
3- زمن الدورة الانتاجية.
4- معامل انتفاخ التربة.
5- تأثير الارتفاع على اداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي.

1- مقاومة الدحرجة:

وهي مقدار القوة اللازمة (بالكغم) لتحريك (طن) على طريق افقي ذو مواصفات معينة، أو هي عبارة عن المقاومة التي تجابه أي ماكنة عند سيرها على طريق معين.
لكي نجعل اية ماكنة تبدأ بالسير، لابد من توفير قدرة كافية في محركها تجعله يتغلب على مقاومة الاحتكاك ويمكن معرفة القوة اللازمة من خلال معرفة وزن المركبة ومعامل الاحتكاك.

القوة = وزن المركبة * معامل الاحتكاك

مقاومة الاحتكاك تتأثر بالعوامل التالية: -

1- طبيعة سطح ألأرض.
2- نوع ميكانيكية الحركة/ بالإطارات أو بواسطة الجنزير.
3- شكل وتصميم وحجم ألأطار.
4- نوع التربة والظروف الجوية.

مقاومة الاحتكاك (الدحرجة) = قوة السحب / وزن الماكنة

مقاومة الدحرجة = كغم/طن

مثال 1 :-

ما قوة السحب اللازمة لسير تراكتور على طريق ترابي أذا كان وزن التركتور يساوي 15 طن، ومقدار مقاومة الدحرجة يساوي 60 كغم /طن.

الحل :

القوة = وزن المركبة * معامل الاحتكاك
= 15 * 60 = 900 كغم

مثال 2 :

جرار وزنه 20 طن وقوة جره 3000 كغم يسير على طريق مستوي ذو مقاومة للدحرجة تعادل 50 كغم/طن، ماهي قوة جره على طريق مستوي ذو مقاومة تعادل 80 كغم/ طن.

الحل:

القوة = وزن المركبة * معامل الاحتكاك

= 20 * (80 - 50) = 600 كغم

اذن النقص في قوة السحب = 3000 – 600 = 2400 كغم

معامل التماسك :هي النسبة بين القوة التي يحدث بعدها الانزلاق ووزن الماكنة

معامل التماسك = القوة / وزن الماكنة

أي أن القوة التي يحدث بعدها الانزلاق = وزن الماكنة * معامل التماسك

ويعتمد معامل الانزلاق على:-

1- نوع التربة وصلابتها.
2- عرض الاطارات المطاطية ونوع النقوش على سطحها.
3- عرض الجنزير ونوع الحلقات.

جدول يوضح معامل التماسك

نوع السطح	الاطارات المطاطية	الجنزير
تربة رملية جافة خشنة	0.8-1.0	0.45
تربة طينية جافة	0.5-0.7	0.9
تربة طينية رطبة	0.4-0.5	0.7
تربة رملية	0.2-0.4	0.3-0.35
ثلج	0.1	0.1-0.25

مثال 3 :-

احسب مقدار القوة قبل الانزلاق لتركتور مدولب بوزن 1800 كغم يسير على طريق رملي رطب ذو معامل تماسك 0.3 ، ومقدار القوة المتوفرة في الكير ألأول = 9000 كغم.

الحل : -

مقدار القوة قبل الانزلاق = وزن الماكنة* معامل التماسك

= 1800 * 0.3 = 540.0 كغم

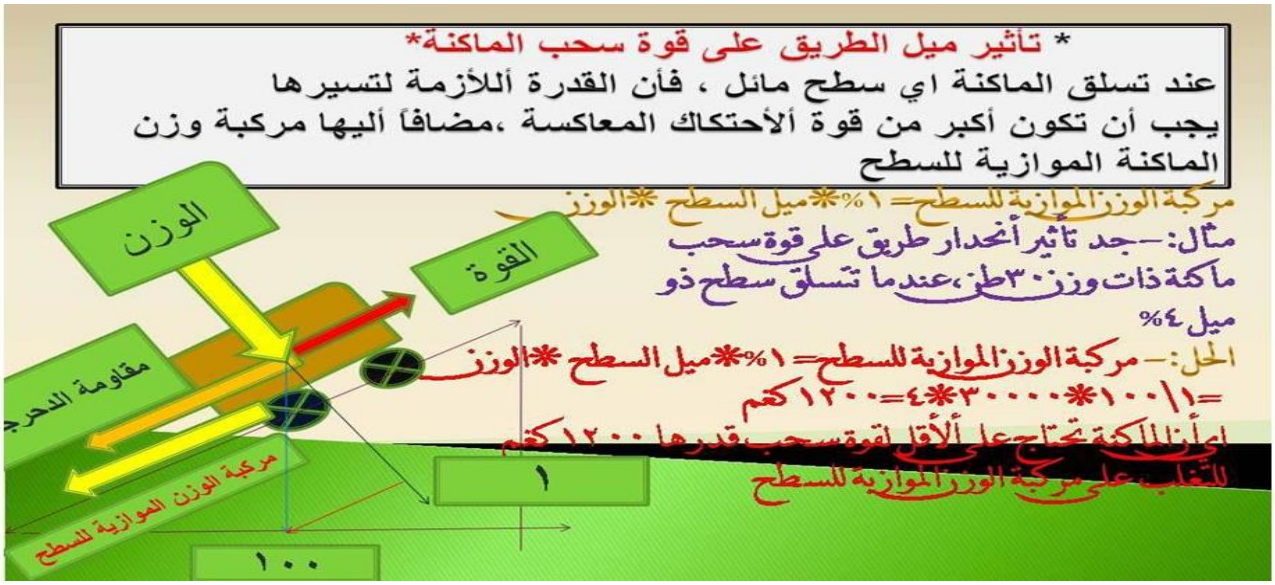
- **وهذا يعني أن هذا التركتور سوف لا يستطيع أن يستخدم كل القوة المتوفرة في الكير ألأول لان الانزلاق سوف يحدث قبل استخدام كل القوة المتوفرة والبالغة 9000 كغم.**

2- تأثير ميل الطريق على قوة سحب الماكنة:

عند تسلق الماكنة أي سطح مائل ، فأن القدرة اللازمة لتسيرها يجب أن تكون أكبر من قوة الاحتكاك المعاكسة ،مضافا اليها مركبة وزن الماكنة الموازية للسطح.

مركبة الوزن الموازية للسطح = 1%* ميل السطح * الوزن

في حالة صعود الماكنة



في حالة نزول الماكنة

مثال 4:

جد تأثير انحدار طريق على قوة سحب ماكنة ذات وزن 30 طن، عندما تتسلق سطح ذو ميل 4% .

الحل:

مركبة الوزن الموازية للسطح = 1%* ميل السطح * الوزن

= 1 / 100 * 4* 30000

= 1200 كغم

أي ان الماكنة تحتاج على الاقل قوة سحب قدرها 1200 كغم للتغلب على مركبة الوزن الموازية للسطح.
أما في حالة نزول الماكنة فان مركبة الوزن ستكون عاملا مساعدا لها بدلا من ان تكون معاكسة للسحب.

قوة النزول = قوة الدحرجة ـ مركبة الوزن الموازية للسطح
لذا يجب الانتباه الى هذه الحالة عند اختيار مواقع نقل التربة.
حيث يجب ان تكون مواقع تجهيز التربة في اماكن مرتفعة، بحيث يقلل النزول من الجهد على المحرك عندما تكون الماكنة محملة بالتربة، في حين ان العربة اثناء الصعود تكون فارغة.

مثال 5:-

يراد اصعاد قاشطة على سطح ذو ميل قدره4% فإذا كان وزن القاشطة 60000 كغم (60 طن) ومعامل الدحرجة يساوي 40 كغم/طن والقدرة الحصانية للقاشطة 180 حصان ، فهل يمكن أن تصعد بسرعة 12 كم/ساعة ؟ وإذا لم يمكنها الصعود فبأي سرعة يمكن أن تصعد؟
ملاحظة: 1حصان = 75 كغم ٠ متر/ثانية.

الحل:

القوة الواجب توفرها في القاشطة = قوة الدحرجة + مركبة الوزن الموازية للسطح

قوة الدحرجة = وزن الماكنة * معامل الدحرجة

= 60000 * (40 / 1000) = 2400 كغم

مركبة الوزن الموازية للسطح = 1 / 100 * 60000 * 4 = 2400 كغم

اذن مجموع القوة المعاكسة = 2400 + 2400 = 4800 كغم

كل قوة حصانية تنجز قوة سحب تعادل 75 كغم في سرعة قدرها 1 متر لكل 1 ثانية

لذلك يجب استخدام القدرة الحصانية التي توفرها القاشطة للتغلب على القوة المعاكسة التي قدرها 4800 كغم.

القدرة الحصانية = 4800 * 12 * 1000 / (60 *60) = 16000 كغم. متر/ثانية

= 16000 / 75 = 213.3 حصان

أي بمعنى توفر قوة حصانية أكثر من 213.3 حصان لكي تستطيع الصعود بسرعة 12 كم /ساعة

وبما أن القوة المتوفرة هي 180 حصان

أذن لا تستطيع القاشطة من الصعود بهذه السرعة
اما السرعة التي بإمكانها القاشطة الصعود بها باستخدام القوة البالغة 180 حصان تساوي

180 حصان * 75 كغم. متر/ثانية = 4800 * السرعة * 1000 / (60 * 60)

اذن السرعة = 10.125 كم/ساعة

مثال 6:-

يراد اصعاد قاشطة على سطح ذو ميل قدره 4% فإذا كان وزن القاشطة 60000 كغم (60 طن) ومعامل الدحرجة يساوي 40 كغم/طن والقدرة الحصانية للقاشطة 180 حصان ، فهل يمكن أن تصعد بسرعة 12 كم/ساعة ؟ وإذا لم يمكنها الصعود ،فبأي سرعة يمكن أن تصعد؟ 1 حصان= 75كغم . متر/ثانية أضافة للسؤال لو استخدمت دوزر ذات قدرة حصانية 220 حصان لدفع القاشطة في المثال السابق لغرض مساعدتها في الصعود، فاذا كان وزن الدوزر 40000 كغم، فهل بإمكانها مساعدة القاشطة في الصعود الى الأعلى بسرعة 12 كم / ساعة ؟

الحل:

القوة الواجب توفرها في الدوزر = قوة الدحرجة + مركبة الوزن الموازية للسطح

قوة الدحرجة = وزن الماكنة * معامل الدحرجة

= 40000 * (40 / 1000) = 1600 كغم

مركبة الوزن الموازية للسطح = 1 / 100 * 40000 * 4 = 1600 كغم

اذن مجموع القوة المعاكسة = 1600 + 1600 = 3200 كغم

القدرة الحصانية الواجب توفرها للتغلب على القوة المعاكسة والصعود بسرعة 12 كم /ساعة = 3200 * 12 * 1000 / 60* 60 / 75 = 142 كغم . متر/ثانية

اي ان الدوزر تحتاج الى 142 حصان للصعود وبما أن الماكنة قدرتها 220 حصان، فأن المتبقي

= 220 - 142 = 78 حصان

ومن السؤال السابق نجد أن القاشطة تحتاج 213 – 180= 33 حصان لمساعدتها في الصعود وبسرعة 12 كم /ساعة .

أذن بأماكن الدوزر دفع القاشطة واصعادها بسرعة 12 كم /ساعة وتبقى :

قدرة في محرك الدوزر = 78 - 33 = 45 حصان يستفاد منها في زيادة سرعة القاشطة والدوزر سوية.

3- حساب زمن الدورة الإنتاجية للماكنة:

تعتمد انتاجيه الماكنة على زمن الدورة الانتاجية الواحدة وعلى معامل تشغيل الماكنة.

أن زمن الدورة الإنتاجية الواحدة يتكون من:-

1- زمن الذهاب:

الزمن الذي يعتمد على المسافة المقطوعة من قبل الماكنة مقسوما على سرعتها، وفي هذا الوقت تبذل الماكنة كامل طاقتها في إنجاز العمل.

الزمن = المسافة / السرعة

2- زمن العودة:

الزمن الذي يعتمد على المسافة المقطوعة من قبل الماكنة مقسوما على سرعتها، وفيه تكون الماكنة غير محملة، وتكون الطاقة التي تبذل اقل من حالة الذهاب أو الدفع.

الزمن = المسافة / السرعة

3- الوقت الثابت:

هو الزمن المستخدم في تحميل وتبديل التروس (الكير)

مثال 7:-

ماكنة دوزر قطع مسافة 200 متر ، وبسرعة 4 كم / ساعة في عملية دفع للتربة ، وعند العودة الى نقطة البداية سارت بسرعة 6 كم / ساعة ، وكان الوقت الثابت في تحميل وتبديل الترس (0.5 دقيقة), أوجد زمن الدورة الإنتاجية للماكنة ؟

الحل:-

الزمن = المسافة / السرعة

المسافة = 200 متر

السرعة عند الذهاب = 4 كم/ساعة تحول الى متر / دقيقة بالضرب (1000/ 60)

= 4 * 1000 / 60 = 66.66 متر / دقيقة

السرعة عند العودة = 6 كم/ساعة تحول الى متر / دقيقة بالضرب (1000/ 60)

= 6 * 1000 / 60 = 100 متر / دقيقة

أن زمن الدورة الإنتاجية الواحدة يتكون من:-

1- زمن الذهاب: -

زمن الذهاب = المسافة / السرعة

= 200 / 66.66 = 3 دقيقة

2- زمن العودة: -

زمن العودة = المسافة / السرعة

= 200 / 100 = 2 دقيقة

3- الوقت الثابت: -

زمن تحميل وتبديل التروس (الكير) = 0.5 دقيقة

اذن الزمن الكلي (زمن الدورة الإنتاجية الواحدة) = زمن الذهاب+ زمن العودة+ الوقت الثابت

= 3 + 2 + 0.5 = 5.5 دقيقة

4- معامل انتفاخ التربة:

من العوامل التي تؤثر على انتاجية المكائن وخاصة في أعمال التربة هو معامل انتفاخ التربة ويعرف بأنه الزيادة في حجم التربة بعد حفرها ونقلها الى مكان أخر ويعبر عنه بنسبة معينة من الحجم ألأصلى، أثناء الحدل يقل حجم التربة.

دائما تكون التربة في حالتها الطبيعية بشكل متراص ومتماسك ويطلق عليها التربة بحجم الضفة ويرمز لها بالرمز (ق)، وتعني وزن أو كثافة التربة قبل حفرها (كغم /م^3).

في حين وعندما يتم حفر 1 م^3 من التربة ونقله الى مكان اخر نجد ان حجم التربة بعد الحفر قد ازداد مع بقاء الوزن نفسه ليصبح الحجم مثلا 1.25 م^3 أي زيادة بمقدار 25% وتكون التربة في هذه الحالة منتفخة وهشة مما يطلق عليها التربة بحالة الانتفاخ (حجم رخو) ويرمز لها بالرمز (ب) وتعني وزن التربة بعد حفرها (مقياس الرخو كغم /م^3).

النسبة المئوية للانتفاخ = 100 * (ق / ب - 1)

النسبة المئوية للانكماش = 100 * (1 - ق / ك)

ك = الكثافة بعد الحدل

مثال 8:-

تربة في الطبيعة كثافتها 1750 كغم / م^3 وتزن 1380 كغم / م^3 بعد حفرها ونقلها وتزن 1980 كغم / م^3 بعد حدلها ، جد نسب الانتفاخ والانكماش لهذه التربة.

الحل :-

النسبة المئوية للانتفاخ = 100 * (ق / ب -1)

الكثافة في الطبيعة قبل النقل = 1750 كغم / م^3

الكثافة بعد وأثناء النقل = 1380 كغم / م^3

النسبة المئوية للانتفاخ = 100 * (1750 / 1380- 1) = 26.8 %

النسبة المئوية للانكماش = 100 * (1- ق / ك)

الكثافة بعد الحدل = 1980 كغم / م^3

النسبة المئوية للانكماش = 100 * (1- 1750 \ 1980) = 12%

مثال 9:

استخدمت شاحنة سعتها 12 م^3 لنقل تربة، فاذا كان وزن التربة 1730 كغم / م^3 في الطبيعة و 1442 كغم / م^3 وهي رخوة اثناء النقل، ماهي سعة الشاحنة بمقياس الضفة (الطبيعة).

الحل:-

النسبة المئوية للانتفاخ = 100 * (ق / ب -1)

الكثافة في الطبيعة قبل النقل = 1730 كغم / م^3

الكثافة بعد وأثناء النقل = 1442 كغم / م^3

النسبة المئوية للانتفاخ = 100 * (1730 / 1442-1)= 19.9 %

وهذا معناه ان الشاحنة التي سعتها ستملأ بتربة ذات معامل انتفاخ قدره تقريبا 20%, ان الحمولة الفعلية للشاحنة بمقياس الضفة أو بحجم التربة الطبيعية سيكون أقل من ولو اخذت بشكل معادلة نسبية:

100	20
12	س

س = 12 * (20 / 100) = 2.4 م^3 مقدار انتفاخ التربة
الشاحنة تحمل (12- 2.4) = 9.6 م^3 من التربة بمقياس الارض الطبيعية

5 - تأثير الارتفاع على أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلية:

من المعلوم أن كثافة الهواء تقل بشكل منتظم مع ازدياد الارتفاع عن سطح البحر وهذا يسبب انخفاض نسبة الأوكسجين المتواجدة في الهواء ولما كانت المحركات ذات الاحتراق الداخلي تسحب حجما من الهواء لذلك فأن كمية الأوكسجين ستقل مما يؤدي الى قلة كفاءة أداء المحرك.
وقد وجد أن محركات الأشواط الأربعة تفقد من قدرتها بما يعادل 3% من قوتها لكل 300 متر ارتفاع بعد ارتفاع أل 300 متر الأولى من سطح البحر.

مثال 10:

ماهي الطاقة المتوفرة لشفل يعمل على ارتفاع 900 متر فوق سطح البحر كانت الطاقة التصميمية تساوي للشفل 150 حصان.

الحل:

الارتفاع فوق أول 300 متر = 900 – 300 = 600 متر
مقدار الخسارة بالطاقة = (600 / 300) *[(3 / 100) * 150] = 9 حصان
اذن الطاقة المتوفرة عند ارتفاع 900 متر = 150 - 9 = 141 حصان

الدوزر (المقلعة) Dozer

ماكنة ثقيلة تتألف من محرك ذو قدرة عالية نسبيا تحمل نصلا (سكينا) أمامية.

استعمالات الدوزر (المقلعة):-

1- فتح الطرق في المناطق الجبلية والصخرية.
2- تنظيف الارض من الاعشاب والاخشاب المقطوعة وبقايا الاشجار.
3- دفع التربة لمسافة متفاوتة لا تتجاوز 100 متر.
4- مساعدة القاشطات في عملية التحميل.
5- توزيع تراب الدفن.
6- اعادة دفن الخنادق والحفر.
7- تنظيف موقع العمل من الانقاض.
8- تنظيف أرضيات المقالع وأماكن جلب التربة.

أصناف الدوزر حسب نوع العجلات:

يمكن تصنيف الدوزرالى صنفين أساسين حسب نوع الحركة على الارض:-

أ- الدوزر المدولب:-

تمتاز الماكنة بانها تستند على أربعة دولايب مطاطية لذلك يمكن تحديد الفوائد التالية:

1- يمكن تسيرها على الطرق المبلطة بدون أضرار.
2- امكانية نقلها من موقع الى اخر بسرعة ودون الحاجة الى ناقلات كبيرة.
3- ان الدواليب تجعل حركة الدوزر سريعة ومجال المناورة أفضل وبذلك تكون انتاجها أكثر.
4- قلة الجهد على سائق الدوزر.

ب- الدوزر المجنزر:-

يستند الدوزر المجنزر على سرفتين بشكل زنجيل على جهتي الدوزر مما يعطيه المميزات التالية:-

1- امكانية العمل على الطرق الطينية والصحراوية والثلجية بشكل أفضل مما عليه في الدوزر المدولب وذلك بسبب توزيع ثقل الدوزر على مساحة السرفتين.
2- وجود النتوءات البارزة من السرفة يجعل قوة التماسك مع التربة اكبر مما يجعلها تعمل بشكل أعلى في الترب الرخوة.
3- يفضل استخدامها في مقالع الصخور والمواد الانشائية, حيث انها لا تحتاج الى طرق ممهدة للحركة.

أصناف الدوزر حسب اسلوب تصعيد وتنزيل النصل:

هناك اسلوبان رئيسيان لتصعيد وتنزيل النصل:-

1- استخدام الحبال الفولاذية لتصعيد وتنزيل النصل:

في هذا النوع تثبت مجموعة من البكرات تمر عليها الحبال الفولاذية التي يمكنها رفع النصل وتنزيله, ويمتاز هذا الاسلوب ببساطة منظومة التصعيد والتنزيل, وسهولة ادامتها وتشغيلها. الا ان قابلية الحفر تعتمد على وزن النصل اثناء الحفر دون أي امكانية لتسليط قوة ضغط توجه النصل الى التربة. ولكن هذا الاسلوب الغي في الوقت الحاضر ولايتم استخدامه.

2- استخدام السيطرة الهيدروليكية لتصعيد وتنزيل النصل:

وفي هذا النوع تقوم منظومة هيدروليكية بالسيطرة على عدد من الروافع الهيدروليكية (جكات) موجودة على جهتي الدوزر يمكنها رفع النصل وتنزيله بالاتجاه والارتفاع المطلوب، يتميز هذا الأسلوب بالسيطرة

الدقيقة على موقع واتجاه النصل كما يمكنها تسليط قوة إضافية على النصل إضافة الى وزنه لغرض اختراق التربة وحفرها عند تحريك الدوزر.

أصناف الدوزر حسب نوع النصل :

يعرف النصل بأنه الحوض القوي الذي يقوم بحفر التربة وتجميعها امام جسم الدوزر , ويتراوح طول النصل ين 1.2 - 7.0 متر وارتفاعه بين 0.6 - 1.5 متر.

1- الدوزر ذو النصل المستقيم الثابت: Build dozer

وفيها يكون النصل مستقيما وبزاوية ثابتة عموديا على محور الماكنة ويمكن تصعيد وتنزيل النصل وتغير الزاوية مع المحور بحدود 10 درجات أكثر الأنواع استخداما يستخدم في حفر ودفع التربة.

2- الدوزر ذو النصل المنحرف: Angle Dozer

وفيها يمكن حرف النصل ليصنع زاوية مع محور الدوزر بمقدار(25 - 30) درجة يمينا أو يسارا، وبذلك يمكن دفع التربة التي يقوم بدفعها الى يمين أو يسار الدوزر يستخدم في حفر ودفع التربة في أعمال الطرق.

3- الدوزر ذو النصل ذو النصل المائل: Tilting Dozer

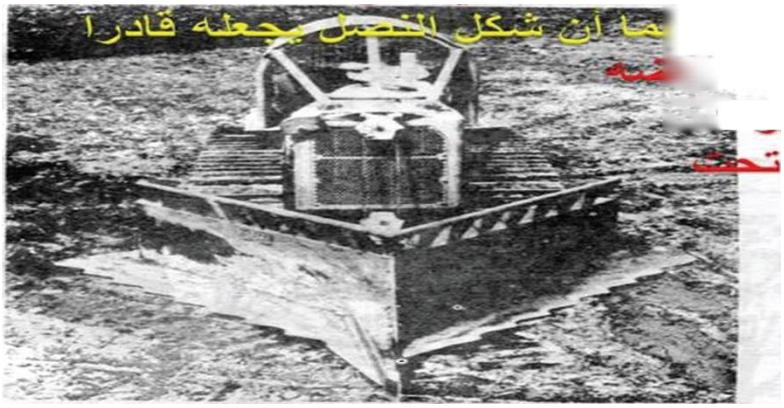
وفي هذا النوع يمكن رفع أحدى جهتي النصل بمقدار 30 سم عن المستوى الأفقي وبهذا يمكن الحصول على انحدار جانبي بشكل ساقية تشبه حرف V. يستخدم في حفر ودفع التربة في أعمال الطرق.

4- الدوزر ذو النصل الحاظن Dozer with, U blade :

وفيها يكون للنصل جوانب تقوم بحصر التربة أمام النصل وبذلك تقوم بحصر التربة أمام النصل وتمنع انتشارها جانبا ويمكن أن تكون هذه الجوانب قائمة مع النصل أو بزاوية منفرجة .

5- الدوزر ذو النصل المدبب: DOZER with, V blade

وفيها يكون النصل بشكل حرف (V) مع وجود قاعدة تجعله ينزلق على الأرض ممل يجعله يستخدم في قطع المزروعات التي تصادفه عند تنظيف الارض. كم ان شكل النصل يجعله قادرا على تكسير الاشجار التي تعترضه، ويمكن كذلك ازاله الجذور عند خفض قاعدة النصل تحت مستوى الأرض.



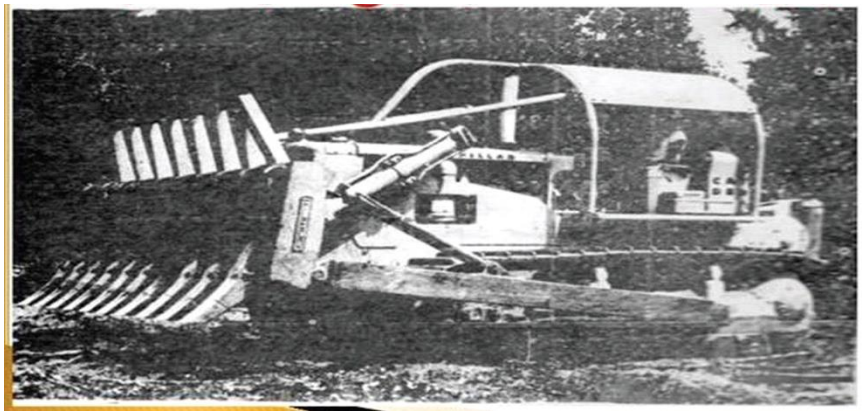
6- الدوزر ذو النصل الواخز: Dozer with Stinger

وفيه يمكن تزويد النصل سواء المستقيم أو المدبب بواخز ويستخدم لشق الاشجار التي تعترض مسار الدوزر وبذلك يضعف الشجرة وتسهل ازالتها.

7- الدوزر ذو النصل الممشط:

وفيه يكون النصل كأسنان المشط ، وتستخدم لتمشيط التربة وتخليصها من الجذور وبقايا الأشجار والصخور من دون أن تقوم بدفع التربة ،وتتباين الأمشاط حسب نوع المواد المراد

.



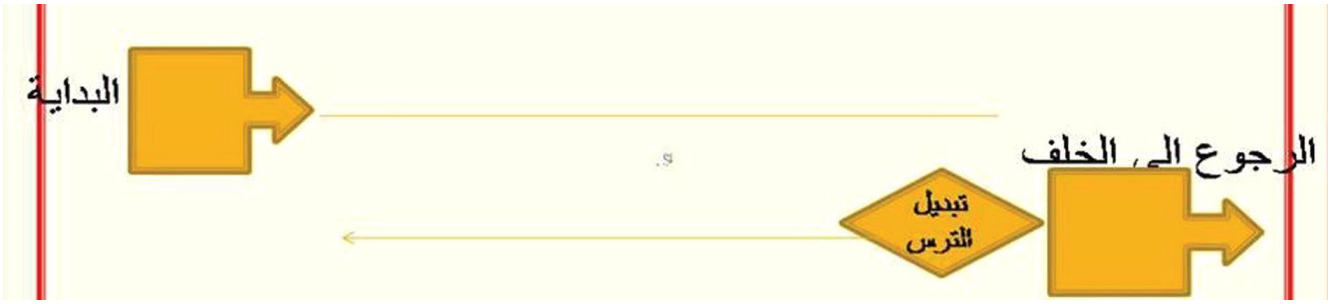
8- الدوزر المزود بمشق للصخور: Dozer with Tipper

يمكن تزويد الدوزر بمشق للصخور يثبت كأسنان مفردة أو مزدوجة توضع خلف الدوزر يمكن أنزالها أو رفعها بواسطة منظومة هيدروليكية والفائدة لتكسير وتشقيق ألتربة مما يسهل في دفع التربة.

دفع التربة بواسطة الدوزر:

أن العمل ألأساسي للدوزر هو الحفر لعمق قليل (30- 40) سم ودفع التربة أمامها لمسافات بحدود 100 متر ، وفي هذه الحالة لابد من أجراء حسابات مسبقة لتخطيط عملية الحفر والردم ورسم مخطط (كميات الحفر والدفن Mass-haul Diagram) الذي يحدد أتجاه حركة الدوزر بالتحرك للأمام أو الخلف بما يضمن أكثر ما يمكن من الاقتصاد في إنتاجية الدوزر.

أن دورة عمل الدوزر تتضمن المرور باتجاه الحفر والدفع لمسافة تحدد مسبقا تبذل فيها الدوزر كامل طاقتها ثم تمم عملية تغير التروس، وتعود الدوزر فارغة لإعادة الدورة الإنتاجية مجددا.



لزيادة الإنتاجية يعمد الى تشغيل دوزرين جنبا الى جنب بحيث يتلامس نصلهما تقريبا وبذلك تقل كمية التراب المتراكم على الجانبين وبذلك تزداد الإنتاجية وتصبح أكثر من الضعف.

حساب انتاجية الدوزر:

لغرض حساب انتاجية الدوزر لابد من معرفة:-

1- **نوعية التربة ومقدار معامل انتفاخها بعد الحفر.**
2- **المسافة التي ستدفع خلالها التربة.**
3- **حجم النصل.**
4- **الوقت اللازم لتنفيذ مراحل الدفع والرجوع والوقت الثابت.**
5- **معامل الوقت.**

مثال:-

احسب انتاجية دوزر في تنفيذ مشروع لطريق يتضمن حفر ودفع 10,000 م^3 من التربة الطينية التي يصل معامل انتفاخها 25% مستخدما المعلومات التالية:
مسافة دفع التربة = 45 متر, حجم النصل = 3 م^3 , معامل الوقت = 50 دقيقة/ساعة , سرعة الدفع 3 كم / ساعة , سرعة الرجوع = 6 كم / ساعة, الوقت الثابت = 0.4 دقيقة , عدد ساعات العمل = 8 يوميا.

الحل:-

ان الانتاجية الحقيقية للدوزر لا تعتمد على سعة نصلها الحقيقي لان نصلها سيدفع مقدار من التربة وهي بحالتها الرخوة وهذا يعني ان حجم التربة المدفوعة اقل من حجم النصل الحقيقي، واعتمادا على عامل الانتفاخ للتربة.

الحجم الحقيقي للتربة المدفوعة = حجم النصل – (حجم النصل * معامل الانتفاخ)

= 3 – (3 * 25/ 100) = 2.25 م^3

زمن الدورة الانتاجية = زمن الذهاب + زمن الاياب + الوقت الثابت

زمن الدفع = المسافة / السرعة

السرعة عند الذهاب (الدفع) = 3 كم * 1000 متر / 60 دقيقة = 50 متر/ دقيقة

زمن الذهاب (الدفع) = 45 متر / 50 = 0.9 دقيقة

السرعة عند العودة = 6 كم * 1000 متر / 60 دقيقة = 100 متر/ دقيقة

زمن العودة = 45 / 100 = 0.45 دقيقة

الوقت الثابت = 0.4 دقيقة

زمن الدورة الانتاجية = زمن الذهاب + زمن الاياب + الوقت الثابت

= 0.9 + 0.45 + 0.4 = 1.75 دقيقة

عدد الدورات في الساعة الواحدة = معامل الوقت / زمن الدورة الواحدة

= 50 / 1.75 = 28.57 دورة

الانتاجية في ساعة عمل = 28.57 * 2.25 = 64.28 م^3

الانتاجية في اليوم = الانتاجية في ساعة * عدد ساعات العمل

الانتاجية في اليوم = 64.28 * 8 = 514.24 م^3

بما ان حجم كمية التراب الواجب قشطها = 10,000 م^3

عدد الايام التي نحتاجها = حجم الكميات الترابية / حجم الانتاج اليومي

= 10,000/ 514.24 = 19.4 يوم = 20 يوم تقريبا

واجب بيتي رقم 3:

كم يوم يلزم لحفر ودفع تربة رملية معامل انتفاخها 15% لمسافة 75 متر, سرعة الذهاب 4 كم / ساعة , سرعة الرجوع 8 كم/ ساعة , الوقت الثابت 0.5 دقيقة, الدوزر يعمل 50 دقيقة / الساعة حجم النصل 4 م^3, حجم التراب الواجب قشطها 15000م^3 , ساعات العمل اليومي 8 ساعة.

مجرفة التحميل (الشفل)

وتسمى احيانا (جرار التحميل) وتتألف من محرك ديزل ذو قوة حصانية عالية مع وجود وعاء للحفر والتحميل (BUCKET) مثبتة في الجزء الامامي منه يتم السيطرة عليها بواسطة منظومة هيدروليكية تستطيع ان ترفع وتخفض الوعاء كماً وتستطيع تحريك الوعاء بحيث يتم ملء وتفريغ الوعاء.

<u>تستعمل الماكنة بشكل كبير في المشاريع الإنشائية وذلك:-</u>

1- لحفر وتحميل المواد الإنشائية الغير مرصوصة كالحصو والرمل والتربة والحجر.
2- استعمالاتها كدوزر (مقلعة) في بعض الاحيان.
3- سهولة حركتها وسرعتها في التنقل داخل حدود موقع العمل مما يسهل في نقل المواد الانشائية بسهولة.
4- يمكن استخدام المجرفة لرفع بعض المواد بتعليق حبل حديدي من اسفل المغرفة.

أنواع (المجرفات) الشفل:

أ- مجرفة التحميل المجنزرة (CRAWIER LODINC SHOVEL):

تعتبر أكثر ملائمة على الأرض الصخرية والغير مستوية وكذلك عندما تكون التربة طينية ورطبة حيث توفر المجنزرة توزيعا لنقل ثقل المجرفة على مساحة أكبر، مما يساعدها على عدم الغوص في التربة، لكن من مساوئها:-

1- سوف تكون بطيئة في حركتها.
2- صعوبة في الاستدارة.
3- محدودية حركتها في الطرق المبلطة.

تتوفر المغارف بأحجام مختلفة (0.3-4 م^3) وهي بأشكال مختلفة لتتلائم مع المواد التي تتولى غرفها وتحميلها.

ب- مجرفة التحميل المدولبة (WHEELED LOADING SHOVEL):

تتميز هذه المجرفة عن المجرفة المجنزرة بسهولة حركتها عاى السطوح الصلبة وسهولة دورانها بسبب ارتباط المحور الامامي مع المحور الخلفي بمفصل يقع تحت غرفة القيادة مما يسمح بالدوران بزاوية 40 درجة، لكن مساوئها:-

1 - لاتتلائم مع أعمال الحفر مثل المجرفة المجنزرة وانما يقتصر عملها في تحميل الركام والمواد الغير مرصوصة.
2- ان وضع الاطار يؤثر على قدرة المجرفة بشكل كبير, فاذا كان الضغط قليلا فان مساحة تلامسه مع التربة سيكون كبيرا وبذلك تزداد مقاومة الدحرجة (الاحتكاك). اما إذا كان الضغط أكثر من الحد المطلوب، فانه سيغوص في التربة مؤديا الى زيادة الحمل على المحرك. لذلك يوصى بالمحافظة على ضغط الاطارات حسب المواصفات التي توصي بها الشركة المصنعة.

ويمكن استخدام المجرفة لرفع بعض المواد بتعليق حبل حديدي(خطاف) اسفل المغرفة وكذلك يمكن استخدام المغرفة الخاصة بنقل الاشجار والاشكال المختلفة حسب طبيعة العمل.

دورة عمل المجرفة:

تتلخص دورة عمل المجرفة بما يلي:-

1- خفض المغرفة لتتقارب مع سطح الارض.
2- تتقدم المجرفة نحو كومة المواد المراد رفعها, وتدفع المغرفة في هذه المواد, حيث تؤدي سرعة الماكنة وقوتها الى ان تقوم اسنان المغرفة بقطع كمية التربة وتملأ المغرفة بها.
3- ترفع المغرفة الى الاعلى وتدور لتكون متجهة نحو الخلف وهي مملؤة بالمواد.
4- ترجع المجرفة الى الخلف لتتجه بعد ذلك الى موقع التفريغ في الشاحنة في موقع اخر.

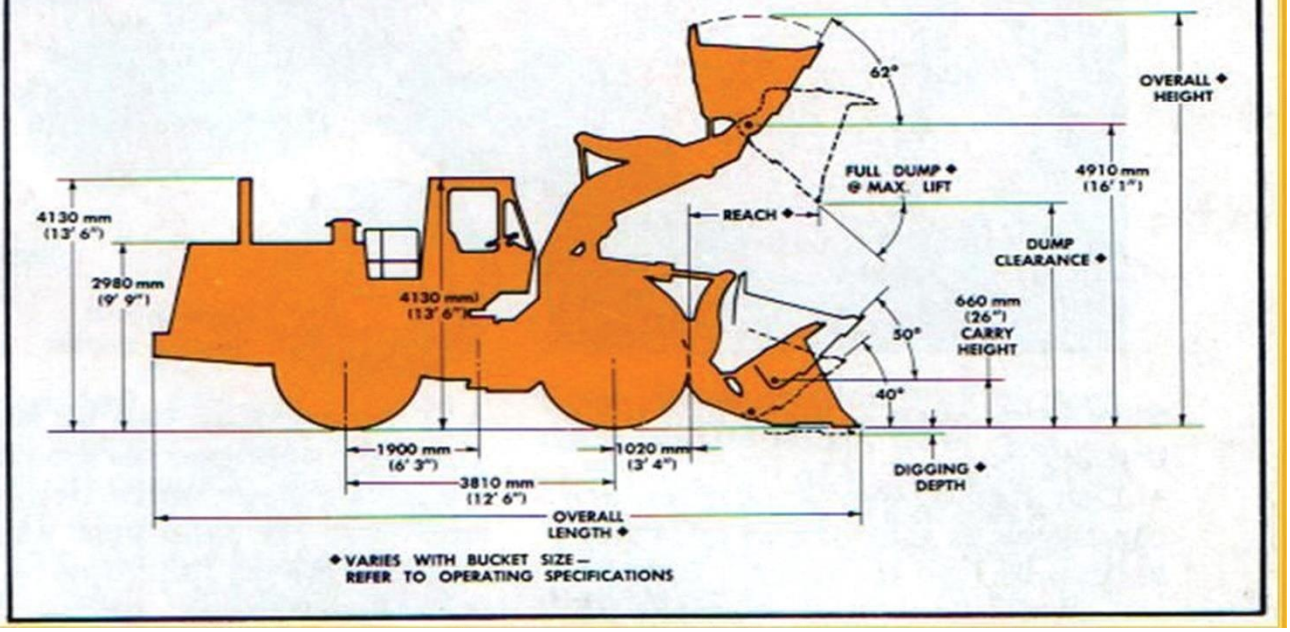
تتوفر المغارف بأحجام مختلفة تتراوح بين (١.٢ - ٥)م٣
وهي على أشكال متباينة لتتلائم وطبيعة العمل المطلوب

• **Straight-edge rock bucket** with flush-mounted teeth provides good penetration and a level floor. Used in high-impact rock loading applications.

• **Spade-nose rock bucket with Modulok system** features quick change wear surfaces and has abrasion-type teeth. Recommended for high-abrasion rock applications.

wheeled LODING SHOVEL مجرفة التحميل المدولبة

Ground clearance	493 mm (19.4″)	452 mm (17.8″)	٣
Decrease in vertical dimensions	—	41 mm (1.6″)	



حساب انتاجية مجرفة التحميل

تعتمد انتاجية مجرفة التحميل على العوامل التالية:

1- الوقت اللازم للذهاب الى موقع التحميل الوقت الثابت لإملاء المغرفة والاستدارة (يقدر الوقت بين 6 – 7.5 ثانية).
2- الوقت اللازم للذهاب الى موقع التفريغ وهي محملة بالمواد, (ويعتمد على المسافة وعلى سرعة المجرفة حسب رقم الكير تتراوح السرعة بين 2.25 الى 3 كم/ ساعة على الترس الاول و3.5 الى 5.5 على الترس الثاني و6 الى 8.5 على الترس الثالث.
3- الوقت اللازم للعودة الى موقع التحميل.

مثال:

يراد املاء شاحنة باستخدام مجرفة (شفل) وبموجب المخطط احسب وقت الدورة الانتاجية، والزمن اللازم لتحميل الشاحنة من المعلومات التالية:

الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = 0.5 دقيقة
سرعة الحركة وهي مملوءة بالمواد = 5 كم / ساعة
سرعة الحركة وهي فارغة = 6 كم/ساعة
سعة الشاحنة = 12 $م^3$
سعة المغرفة = 1.5 $م^3$
مسافة الذهاب لغرض الاملاء = 4 م
مسافة الذهاب لغرض التفريغ في الشاحنة = 6 م

الحل:

زمن الدورة الانتاجية
زمن النقل = المسافة / السرعة
= 4+ 6 = 10 متر
السرعة = 5 كم * 1000 / 60 دقيقة = 83.3 متر/دقيقة
اذن زمن النقل = 10 / 83.3 = 0.12 دقيقة
زمن العودة = 10 / 6 كم * 1000 / 60 دقيقة = 0.1 دقيقة

الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = 0.5 دقيقة

اذن زمن الدورة الانتاجية = 0.12 + 0.1 + 0.5 = 0.72

عدد المغارف التي تملأ شاحنة واحدة = حجم الشاحنة / حجم المغرفة
= 12 / 1.5 = 8 مغارف
الزمن اللازم للإملاء = 8 * 0.72 = 5.76 دقيقة

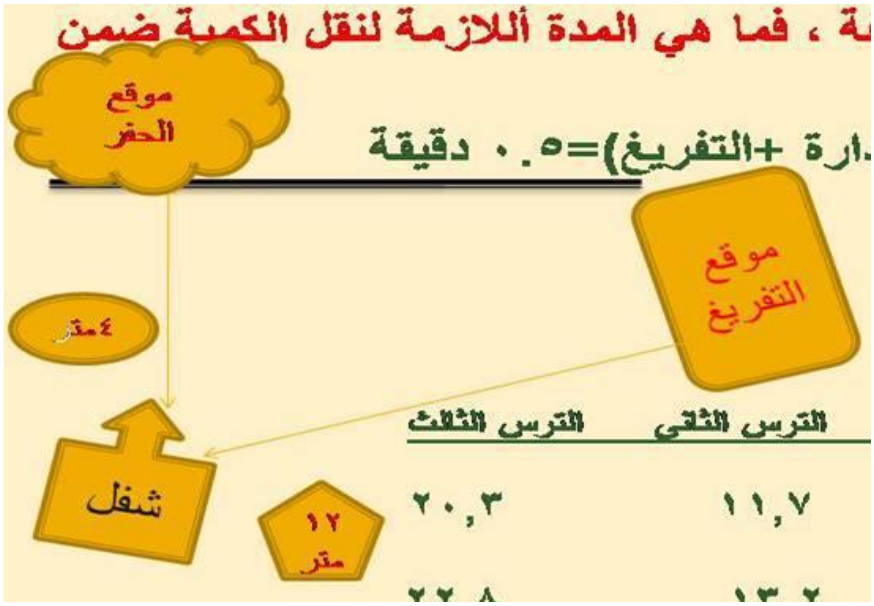
مثال :-

باستخدام مجرفة (شفل) يراد نقل كمية من التراب مكدسة على الأرض الى مكان أخر بموجب المخطط، فاذا كانت الكمية بمقدار 4000 م^3 محسوبة بمقياس الضفة فما هي المدة اللازمة لنقل الكمية ضمن المعلومات التالية:-

الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = 0.5 دقيقة
سعة المغرفة = 2.5 م^3
معامل انتفاخ التربة = 25%
معامل الوقت 50 دقيقة / ساعة
ساعات العمل اليومي = 8 ساعة

السرعة القصوى	الترس الاول	الترس الثاني	الترس الثالث
الامامية	6.6	11.7	20.3
الرجوع	7.5	13.2	22.8

مسافة الذهاب لغرض الاملاء = 4 م
مسافة الذهاب لغرض التفريغ في الشاحنة = 12 م



الحل :

مسافة الحركة =12+ 4 =16 متر

نفرض السرعة الأمامية على الترس الثاني 7.11 كم/ساعة

وقت النقل = 16 / 11.7= 0.08 دقيقة

نفترض سرعة الرجوع على الترس الثاني 13.2 كم/ساعة

وقت الرجوع = 16 / 13.2 * 1000 / 60 = 0.07 دقيقة

الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = 0.5 دقيقة

زمن الدورة الإنتاجية = 0.08 + 0.07 + 0.5 = 0.55 دقيقة

عدد المغارف بساعة عمل = 50 / 0.55 = 90.9

حجم المغرفة = 2.5 م^3 / معامل انتفاخ التربة 25 %

حجم المغرفة بحساب الضفة = 2.5 – (2.5 * 25 /100) = 1.875 م^3

حجم الكميات الترابية التي تنقل بالساعة = 90.9 * 1.875 = 170.4 م^3

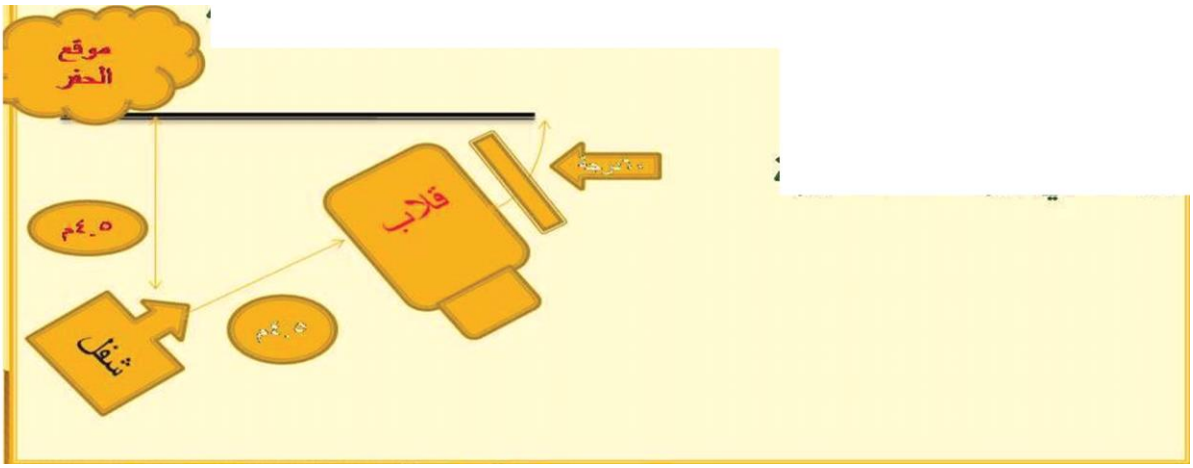
أذن حجم الكميات الترابية باليوم = 8 * 170.4 = 1363.5 م^3

عدد الايام = حجم الكميات الترابية الكلية/حجم التراب الذي ينتقل باليوم الواحد
= 4000 / 1363.5 = 2.9 يوم = 3 أيام

تنسيق إنتاجية مجرفة التحميل

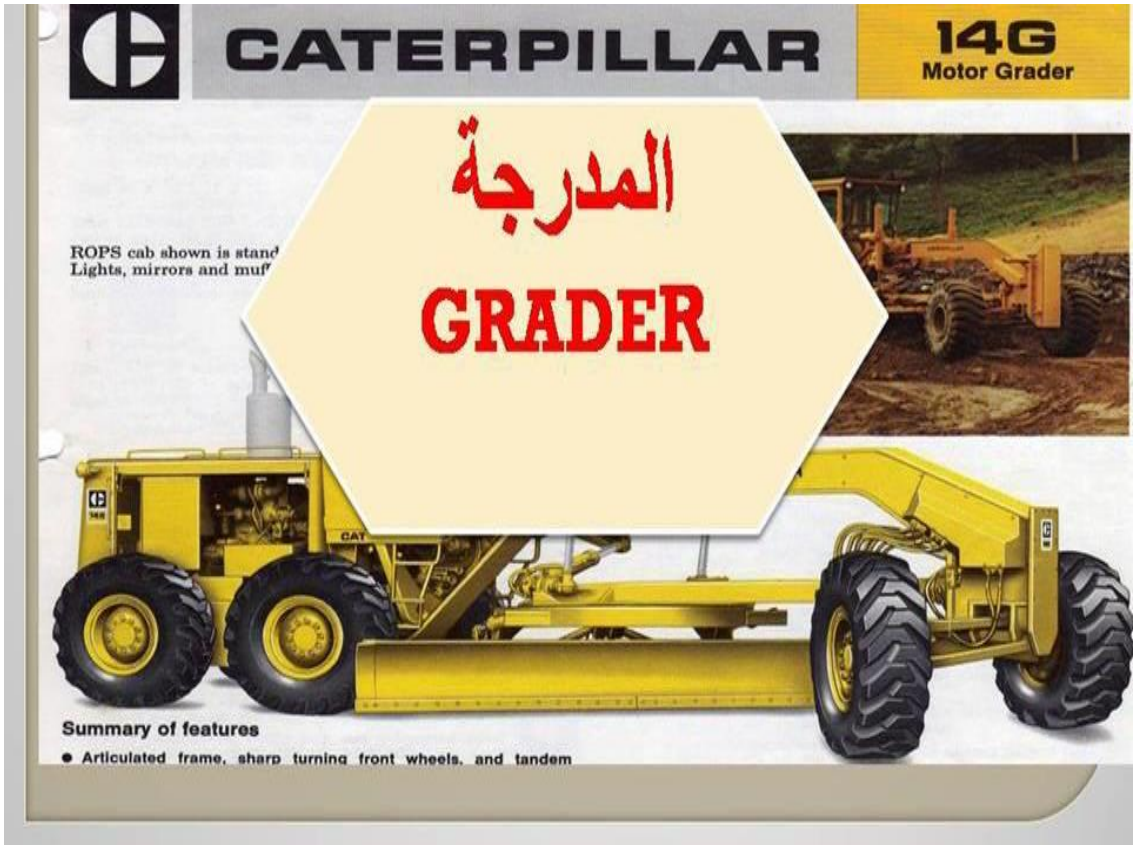
لابد من تنسيق عمل المجرفة للحصول على أفضل انتاجية ومنها:-

أ- وضع الشاحنة بزاوية 60 درجة مع محور الحفر او التحميل بحيث تقلل هذه الوضعية من وقت الدورة الإنتاجية وبذلك تزيد من عدد المغارف وبالتالي زيادة الإنتاجية.



ب- وقوف القلاب بشكل موازي الى موقع التحميل مع جعل حركة القلاب بشكل مبرمج وبذلك تمر امام مسار المجرفة كلماً تحرك الشفل الى الخلف وبذلك تتخلص المجرفة من عملية الاستدارة التي تأخذ وقتا طويلا من زمن دورة المجرفة.

المدرجة



المدرجة: -

ماكنة انشائية تتكون من محرك ديزل يستند على اربع أوست عجلات، ويكون لها نصل قاطع مثبت تحت هيكلها أو في مقدمتها، يستخدم في قشط الطبقة العليا من التربة، ويمكن تحريك النصل باتجاهات واسعة في المستوى الأفقي تصل لحد 300 درجة، لغرض تكديس التربة على أي جانب من جوانب الماكنة، أو امالة النصل فى المستوى العمودي لغرض ترتيب جوانب المنحدرات.

يمكن تلخيص أعمال المدرجات بمايلى:

1- قشط الطبقة العليا من التربة لأعماق لا تتجاوز 15 سم اعتمادا على نوعية التربة.
2- أزاله الثلوج المتراكمة على الطرق.
3- تعديل جوانب المنحدرات والسداد الترابية لارتفاعات تصل لحد 3 أمتار.
4- تنظيم ميل السطح الأعلى للطرق والمشاريع الزراعية.
5- فتح الطرق الترابية وأدامتها وتوزيع التربة التي تقوم الشاحنات بتفريغها على حوافي الطرق والسداد.
6- عمل سواقي لعمق يصل الى 60 سم تحت مستوى العجلات.
7- حراثه التربة بواسطة أسنان المشط المثبتة في الجزء الامامي من هيكل المدرجة.

يكون أبعاد النصل 4 أمتار طولا 60 سم ارتفاعا، ويتم السيطرة على حركة النصل أما ميكانيكيا أو هيدروليكيا والاخير أكثر استخداما لكونه أكثر دقة وأكثر سهولة في الاستخدام ويمكن أن تركب أسنان حديدية أمام النصل لتمشيط قطع الأحجار الصغيرة ، وكذلك يمكن وضع أسنان في الخلف للحراثة في بعض الأحيان.

أن السيطرة على ارتفاع النصل وميله يمكن أن تكون دقيقة الى الحد الذي يستطيع فيه المشغل من التحكم على منسوب سطح التربة الى دقة 5 ملمتر. وهناك مدرجات حديثة تستخدم الأشعة الليزرية في تحديد الميل بصورة دقدقة جدا.

أنواع المدرجات:

هناك نوعين اساسين من المدرجات:

1- المدرجات المسحوبة:-

وهي من الانواع القديمة التي استحدثت مع بدء صناعة المدرجات وتتكون من هيكل يستند على دواليب مطاطية يتم سحبها بجرار مدولب او مجنزر ولم تعد تستخدم في الوقت الحاضر.

2- المدرجات ذاتية الحركة:-

وهي أكثر استعمالا في الوقت الحاضر حيث يتولى محرك ديزل من السيطرة على فعاليات الماكنة سواء كان للحركة أو للسيطرة على اتجاهات النصل وتكون على نوعين:-

أ- المدرجات ذاتية الحركة 6 * 3 :

ويقصد بها أن المدرجة لها 6 عجلات تستند على 3 محاور، أربع عجلات خلفية جميعها تنتقل اليها القدرة من المحرك وتساهم في تحريك الماكنة ، أما العجلات الخلفية فتستخدمان في تغير الاتجاه أثناء سير المدرجة ، ولها خاصية الميلان عن المستوى الشاقولي لتسهيل الدوران.

ب - المدرجات ذاتية الحركة 4 * 2:

ويقصد بها أن المدرجة لها 4 عجلات تستند على محورين جميعها تنتقل أليها القدرة من المحرك وتساهم في تحريك المدرجة، كذلك فأن جميع العجلات تغير أتجاها عند الدوران ، ولهذا يكون بإمكان المدرجة الانحراف عن محورها بحيث لا تتبع العجلات الخلفية نفس سير العجلات الأمامية.

مكائن رص التربة

أهمية الحدل (الرص):

من المعروف أن التربة بعد حفرها ونقلها الى مكان أخر تصبح في حالة رخوة (أي تزداد المسافات الجزئية بين مكونات التربة) وبذلك تصبح غير جيدة في تحمل الأثقال عليها مسببا في حدوث الهطول بعد الأنشاء وحدوث التشققات وربما الانهيار للمنشأ، لذلك كان لابد من معالجة هذه الحالة عن طريق رصها وأعاده تجميع الجزيئات والتخلص من الفجوات والفراغات.

عملية الرص (الحدل) :-

يقصد بها زيادة كثافة المادة عن طريق تسليط قوة خارجية عليها.
وزيادة الكثافة وتأثيرها قام بدراستها العالم بروكتر وأجد نظرية جيدة تربط بين الكثافة والمحتوى المائي، وتوصل الى:-
أن كثافة التربة تزداد مع زيادة نسبة الماء الى نقطة معينة أطلق عليها ب (الكثافة الجافة العظمى) و(المحتوى المائي المثالي)، بعدها تقل الكثافة كلما زادت نسبة الماء.
لذلك من المهم جدا معرفة الكثافة الجافة العظمى في المختبر والرطوبة المثالية وعليه يتم التدقيق فى واقع العمل بشكل نسبة مئوية تصل لغاية 95 % وأكثر.
لذلك فأن عملية الرص هي عملية أساسية في كل المشاريع الهندسية ، ويكون لنتائج الرص تأثير كبير في سلامة المنشأ وعمره النافع وكلفته.

ان الرص الكفوء يؤدي الى نتائج اساسية منها:

1- تحسين قابلية تحمل التربة.
2- زيادة ثبات المنحدرات في مناطق الدفن.
3- زيادة القابلية على منع نضوح الماء في السدود والقنوات.
4- تقليص أو أنهاء الهبوط المتوقع للمنشأ.
5- تقليص كلفة أعمال الصيانة للمنشأ.

تتم عملية الرص بتسليط طاقة معينة على التربة بواحدة أوأكثر من الطرق التالية:

1 - تأثير العجن: -
ويتم بالضغط على نقاط محددة من التربة، ثم يتم الضغط على النقاط المجاورة لها وهكذا، الحادلات المستخدمة لهذه الطريقة تسمى حادلات أضلاف الغنم، وسميت كذلك لان فكرة الحادلة جاءت من خلال مسيرة قطيع من الغنم على سطح التربة.

2- الوزن الساكن: -
وتعتمد معدات الرص على وزنها في تسليط الطاقة على التربة من خلال التحرك فوقها ذهابا وأيابا ومن أمثلتها: الحادلات الحديدية المدولبة، والحادلات ذات الإطارات الرئوية.

3- الاهتزاز:-
ويتم الرص بتسليط ذبذبات سريعة من العجلات (تتراوح بين 1000- 5000 ذبذبة) في الدقيقة وبتأثير وزنها مما يجعلها تؤثر على الفجوات وتطردها مما تزيد من كثافتها وهناك أنواع متعددة تستخدم هذه الطريقة في الرص.

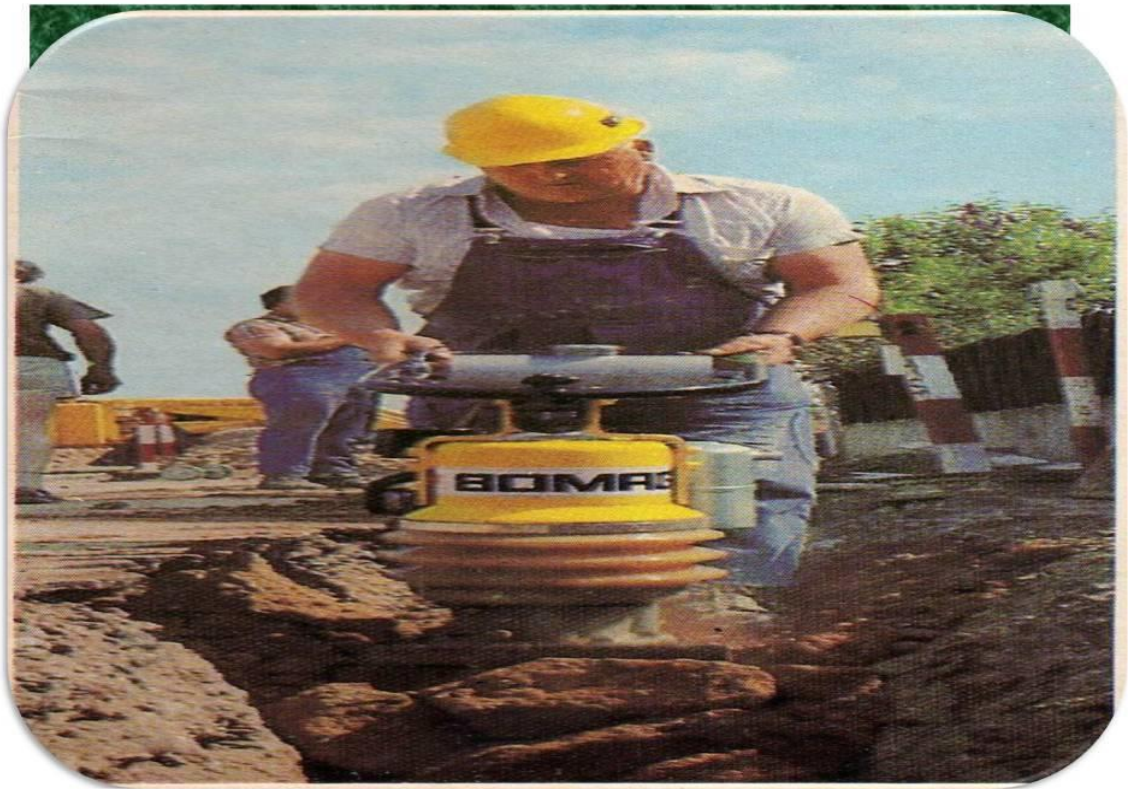
4- المدقة (الصدم):-

وتعتمد معدات الرص على تسليط ضربات قوية على سطح التربة تحت تأثير وزنها مع استخدام حالة القفز والسقوط على التربة، وهناك أنواع مختلفة لهذا النوع.

أنواع معدات الحدل (الرص) :

1- الحادلات المدقية: -

- **وتعمل على اعتمادا على الضربات المتتالية للماكنة، حيث تقفز الماكنة للأعلى لتعود بفعل وزنها مسلطة ثقلاً على جزيئات التربة وتعمل على تقاربها.**
- **يمكن ان تقوم الماكنة ب(50 - 60) ضربة في الدقيقة.**
- **ويكون قدم الماكنة دائري أو مربع المقطع وبقطر يصل لغاية 25 سم، وتعمل هذه المكائن على البنزين او الديزل.**
- **هذه المدقة مفيدة لرص الأساسات الضيقة، وقعر الخنادق وأماكن الدفن وخاصة الأماكن الضيقة التي لا تصلها المعدات الكبيرة.**



2- الحادلات الصفيحية الهزازة:-

وتتألف من محرك يعمل على البنزين أو الكهرباء بقوة (2.5 – 8) حصان، يتصل بمولد للحركة المتذبذبة والذي يستند على صفيحة تستند على مجموعة من النوابض الاهتزازية، مولدة اهتزازا قويا على سطح التربة بسرعة تتراوح (15- 25) ذبذبة في الدقيقة وحسب حجمها .

*** تتراوح أبعاد الصفائح بين (30* 45) ألي (100* 150) سم.**

*** تتراوح قوة الصدم بين (800- 7000) كيلو باسكال.**

٢- الحادلات الصفيحية الهزازة :-

- هذه الماكنة مفيدة لرص الأساسات الضيقة، وقعر الخنادق وأماكن الدفن وخاصة الأماكن الضيقة التي لا تصلها المعدات الكبيرة وخاصة التربة / الحصوية (مزيج من الحصو والرمل).
- لا تصلح في التربة التي تحتوي على محتوى مائي كثير بسبب التصاق التربة بسطح الصفيحة.
- يمكن لهذه الحادلة أن ترص مساحة (300- 400)م^2 في الساعة الواحدة وحسب حجم الحادلة.

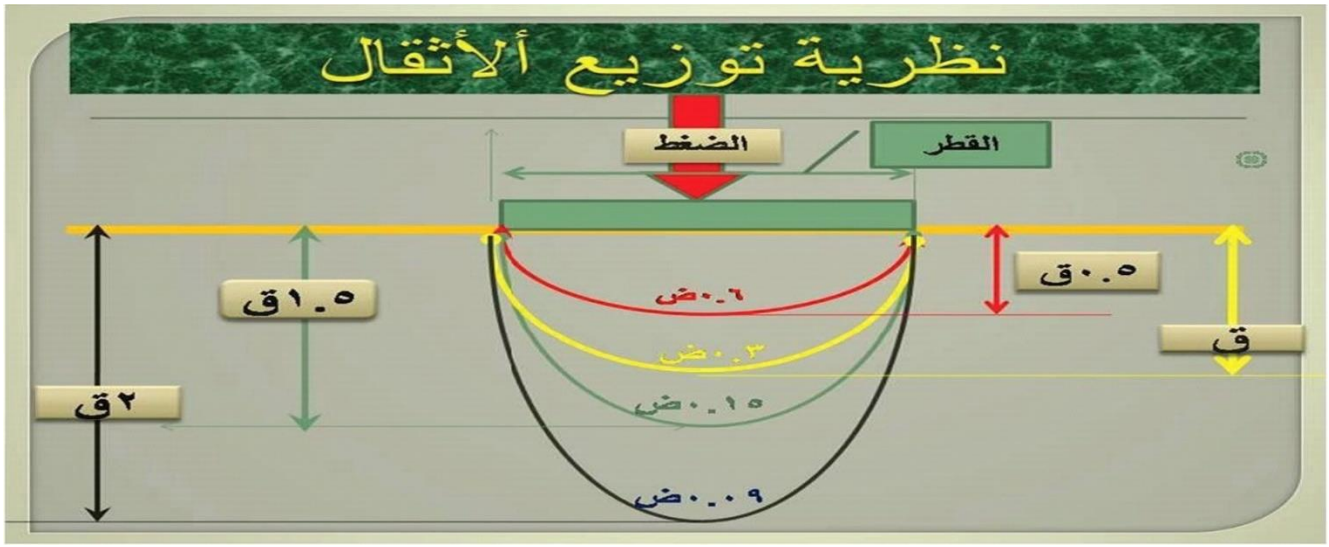
3- الحادلات الهزازة الموجهة يدويا:-

- ماكنة ذاتية الحركة، حيث يوفر محركها أمكانية تسيرها مع الطاقة المطلوبة للاهتزاز، يمكن أن تكون بعجلة حديدية واحدة أو مزدوجة.
- يتراوح وزن الماكنة بين(0.5-1.5) طن وتتحرك بسرعة 18 متر في الدقيقة.
- تستخدم بكثرة في التربة الحبيبية (الرمل والحصو) ولا تستخدم فى التربة الطينية ذات المحتوى المائي الكثير.
- ودائما يبدأ الرص بدون اهتزاز لتجنب الغوص في التربة الغير مرصوصة، وفي الأماكن الضيقة والحوافي.

4- الحادلات الترادفية الملساء: -

تتألف هذه الحادلة من اسطوانتين فارغتين بنفس القطر تتبع احداهما الاخرى على نفس المسار، وتتحرك ذاتيا بواسطة محرك ديزل، حيث تنتقل قدرة المحرك الى الاسطوانة الخلفية لجعلها تتحرك للأمام والخلف، ويتم تغير اتجاه الحركة عن طريق الاسطوانة الامامية.
تتوفر بأوزان مختلفة ولغاية 20 طن، ويمكن زيادة الوزن بمليء الأسطوانات بالماء أو الرمل ، فيقال أن الحادلة ذات وزن 12 - 20 طن. أي وزنها وهي فارغة 12 طن، وبعد ملئها بالرمل أو الماء يصبح وزنها 20 طن.
وفي معظم النماذج يمكن تجهيزها بمرشات الماء على الدواليب عند استعمالها عند حدل السطوح الاسفلتية.
يتراوح عرض الدواليب 1 - 2 متر، ويمكنها السير بسرعة تصل الى 8 كم/ ساعة, تستعمل هذه الحادلة في كافة أنواع المواد الإنشائية , سواء كانت رملية أو حصوية أو حجرية أو أسفلتية ، وكذلك مع التربة الناعمة كالطين.

يجب الانتباه عند استخدام هذه الحادلة خاصة في التربة الطينية، أن تأثير الحدل يوثر في الجزء العلوي فقط من طبقة التربة، ولا ينتقل تأثير الرص الى الأجزاء السفلى من طبقات التربة.
لذلك يجب ان نقلل من سمك طبقات الردم بما لا يتجاوز 30 سم ويفضل (15- 20) سم مع استخدام الماء بالنسب المطلوبة ضمن اختبار (بروكتر).



مثال:

ما مقدار الضغط على مختلف الارتفاعات تحت مستوى سطح الأرض، إذا كان مقدار الضغط المسلط من قبل الحادلة 1 نيوتن\ سم^2، وقطر التماس 50 سم.

الحل:

1- تحت العجلات, الضغط = 1 نيوتن / سم^2
2- على عمق 0.5 ق = 0.5 * 50 = 25 سم
الضغط = 0.6 * ض = 0.6 * 1 = 0.6 نيوتن / سم^2
3- على عمق ق = 50 سم
الضغط = 0.3 * ض = 0.3 * 1 = 0.3 نيوتن / سم^2

المسافة تحت سطح الأرض	الضغط حسب المعامل	العمق
المعامل	المسافة سم	المعامل	مقدار الضغط نيوتن\سم٢
٠.٥ق	٢٥	٠.٦ض	٠.٦
١ ق	٥٠	٠.٣ض	٠.٣
١.٥ ق	٧٥	٠.١٥ض	٠.١٥
٢ق	١٠٠	٠.٠٩ض	٠.٠٩

5 - الحادلات المترادفة الثلاثية الملساء:-

تتألف من ثلاث دواليب حديدية ملساء تثبت بثلاث محاور ترادفية ، بحيث كل منطقة في مكان الرص تضغط لثلاث مرات نتيجة لتعاقب الدواليب فوقها في كل دورة لحركة الحادلة، وبذلك تكون أكثر فائدة من الثنائية .
يمكن زيادة وزنها بملئها بالماء أو الرمل وبذلك يمكن أن يصل وزنها 20 طن، ويمكن رفع الأسطوانة الوسطى فتصبح مشابهة للحادلة الترادفية الثنائية.
وفي معظم النماذج يمكن تجهيزها بمرشات الماء على الدواليب عند استعمالها عند حدل السطوح الاسفلتية.
تستعمل هذه الحادلة في كافة انواع المواد الانشائية، سواء كانت رملية، أو حصوية، أو حجرية، أو أسفلتية، وكذلك مع التربة الناعمة كالطين٠

6- الحادلات ذات ثلاثة دواليب فولاذية الملساء: -

تتألف من ثلاث دواليب حديدية ملساء تثبت بمحورين، دولاب واحد أمامي لتعير الاتجاه وعجلتين خلفيتين بمحور واحد، ويكون عرض الدولاب الأمامي بقدر عرض الدولابين الخلفين ويصل العرض الكلي، للدواليب 2 متر. يتراوح وزنها بين (10 - 18) طن، ويمكن زيادة وزنها بملئها بالماء أو الرمل.

وتعتبر هذه الحادلة من الانواع الاولية التي صنعت، ويلاحظ وبسبب وضعية الدواليب فان كل منطقة في الحدل تغطى لمرة واحدة عند مرور الحادلة فوقها لعدم تطابق مرور الدواليب عند الحركة، ولهذا تفوقت الحادلات الترادفية الثنائية والثلاثية عليها، ولم تعد تستخدم في الوقت الحاضر.

وفي معظم النماذج يمكن تجهيزها بمرشات الماء على الدواليب عند استعمالها عند حدل السطوح الإسفلتية.

تستعمل هذه الحادلة فى كافة انواع المواد الإنشائية، سواء كان رملية، أو حصوية، أو حجرية، أو أسفلتية، وكذلك مع التربة الناعمة كالطين.

كيفية تحديد عدد مرات الحدل:-

لأجل تحديد عدد مرات سير الحادلة على التربة المراد حدلها واكسابها القوة المطلوبة تعمل تجربة في الموقع، وذلك بتحريك الحادلة عدد مرات، وأخذ قراءات الكثافة الموقعية في كل مرة، ومن ثم رسم علاقة بيانية بين عدد مرات الحدل، ومقدار الكثافة ومنه يمكن تحديد عدد مرات التحريك بعد معرفة استقرار قيمة الكثافة، وعدم تغيرها كثيرا عند زيادة عدد مرات الحدل.

كيفية تحديد عدد الحادلات:

لأجل تحديد عدد الحادلات على التربة المراد حدلها وأكسابها القوة المطلوبة لابد من معرفة النقاط التالية:-

1 - تحدد أولا عدد مرات الحدل.
2 - معرفة سرعة الحدل.
3- معرفة عرض الأسطوانة للحادلة.

مثال:-

أحسب عدد الحادلات المطلوبة، أذا كان عرض الأسطوانة 1.2 متر وسرعة الحادلة 4 كم/ساعة وعدد مرات الحدل 8 مرات ومساحة ألأرض الواجب حدلها 12000م^2, عدد ساعات العمل اليومي 10 ساعات.

الحل:-

مساحة الأرض الواجب حدلها = 12000 م^2
مساحة الأرض التي تحدل بدورة واحدة وبسرعة 4 كم/ساعة =
عرض الدولاب * السرعة = 1.2* 4* 1000 = 4800 م^2 / ساعة
مساحة الأرض التي تحدل ب 8 مرات حدل
= مساحة الأرض التي تحدل بدورة واحدة / 8 = 8/4800 = 600 م^2 / ساعة
مساحة الأرض التي تحدل باليوم 10(ساعات عمل) = 600*10= 6000 م^2
عدد الحادلات = مساحة الأرض الواجب حدلها / مساحة الأرض التي تحدل ب 8 مرات في اليوم
= 12000 / 6000 = 2 حادلة

7- الحادلات الرئوية الإطارات:-

تتألف من صندوق مفتوح من الأعلى يمكن ملؤه بالرمل أو الحصو، وتتحرك على مجموعة من العجلات المطاطية المثبتة على محورين واحد في المقدمة للاستدارة ، والأخر في الخلف للتحريك .
تجهز بالقدرة بواسطة محرك يعمل بالديزل لذلك تكون ذاتية ألحركة، يمكن ان يصل وزنها الى 20 طن.
تتوزع الإطارات على المحورين التي يبلغ عدد أطاراتها 4-9 أطار وتثبت أربعة في المقدمة وخمسة في المؤخرة ؛ وتثبت بطريقة بحيث أن الإطارات الخلفية تمر بالمنطقة التي لا تمر بها الإطارات الامامية وبذلك تزيد من مساحة التربة المحدولة.
تستعمل هذه الحادلة في كافة أنواع المواد الأنشائية، سواء كانت رملية، أو حصوية، أو حجرية، أو اسفلتية، وكذلك مع التربة الناعمة كالطين.

كان الهدف من تطوير هذه الحادلات هو:

1- زيادة مساحة تعريض الحدل, وبالتالي زيادة الانتاجية.
2- امكانية تغير الضغط المسلط على التربة من خلال تغير ضغط الاطارات وبالتالي تقليل عدد مرات الحدل.

يتأثر مقدار عمق تأثير الحدل في التربة بمقدار ضغط الهواء فى الإطارات، فكلما كان الضغط عاليا أزداد عمق التأثير ليصل الى 100 سم ، بينما لا يتجاوز 15- 20 سم في الحادلات الملساء ، لان زيادة الضغط في الأطار تؤدي الى تقليص مساحة التماس بين الأطار والتربة، وبالتالي زيادة القوة المسلطة على منطقة التماس .

- ٦- الحادلات الرئوية الأطارات:-

8- حادلات أضلاف الغنم:

تتألف من اسطوانة فولاذية فارغة يبرز منها بروزات تشبه أضلاف الغنم. يصل طولها الى 22.5 سم، ويكون شكلها هرم ناقص قاعدته الصغيرة نحو الخارج أبعادها 5*5 سم، وهناك تحويرات مختلفة انتجتها الشركات المصنعة منها بشكل شبكة ومنها بشكل مستطيلات لتزيد من مساحة الحدل.

تتوزع هذه الاقدام على سطح الاسطوانية بشكل متفاوت بحيث تضغط الاضلاف على سطح التربة بطريقة تشبه عملية العجن. وفي جميع هذه الحادلات يمكن أن تكون مسحوبة أو ذاتية الحركة ،ويتوفر في معظمها أمكانية ملئ الأسطوانة بالماء أو الرمل أو قطع من الحديد أو الخرسانة لزيادة الوزن.

وفي الحادلات ذاتية الحركة، يمكن الاعتماد على اسطوانتين مترادفتين باضلاف الغنم تنتقل قدرة المحرك الى احداهما أو كلتيهما. لما كانت التربة بعد مرور الحادلة ترك سطح متعرج نتيجة بروزات الاضلاف، لذا كان لابد من امرار حادلات رئوية مطاطية، أو ذات اسطوانات ملساء للحصول على سطح خال من الحفر.
تعطي حادلات أضلاف الغنم أفضل النتائج في التربة المتلاصقة الرطبة، (كالتربة الطينية), وخاصة في مشاريع الطرق والاملائيات الترابية كالسدود.

9- الحادلات الهزازة: -

بعض انواع التربة وخاصة الرمل والحصى، تتأثر كثيرا بالحدل الناتج من استخدام تأثير الوزن مع الاهتزاز، بمقدار أكثر من الحدل الاعتيادي بواسطة الوزن.
وذلك لان هذه التربة عندما تهتز بتأثير الحادلة فان حبيباتها الصغيرة تنزلق في الفراغات الموجودة بين جزئيات التربة مما يؤدي الى زيادة كثافتها.
تكون الحادلات الهزازة أما ذاتية الحركة أو مسحوبة بجرار، وتكون هذه ١لحادلات مزودة بمحورين الأمامي ذو حركة اهتزازية ويكون:

- **بشكل أضلاف الغنم**
- **أو اسطوانة ملساء**

أما المحور الخلفي فيكون بشكل إطارات مدولبة يساعدها على الحركة. تتراوح سرعة الحادلة للحصول على أفضل النتائج بين 2.5-4 كم / ساعة، يتراوح مقدار الذبذبات بين (1000- 5000) ذبذبة في الدقيقة.

BOMAG
BW 212 D
BOMAG
BW 212 D

مكائن أعمال الحفر
Excavator Machines

لغرض القيام بأعمال حفر التربة سواء كان لأعمال المجاري والقنوات وأعمال حفر قنوات امداد أنابيب النفط والغاز والماء، أو القيام بتحميل الشاحنات بالمواد الإنشائية كان لابد من وجود مكائن ذات مواصفات معينة تستطيع القيام بالوظائف المذكورة ومن هذه المكائن:-

1- الحفارة القاشطة.
2- الحفارة الامامية.
3- الحفارة الخلفية.
4- الحفارة المسحوبة (الناعورية).
5- الحفارة الخاطفة (المحارية).
6- مكائن الرفع – الرافعات (الكرين).
7- مكائن دق الركائز ومكائن الحفر الدوراني.

الحفارة الشاملة
Universal Excavator

وهي ماكنة كبيرة وثقيلة تستخدم لأعمال الحفر والتحميل في المشاريع الكبيرة وفي أعمال القنوات والمجاري.
تتألف من المحرك وغرفة القيادة المستندة على قرص دوار يمكنها من الدوران بمقدار 360 درجة وتجري السيطرة على كافة العمليات من خلال غرفة القيادة عن طريق منظومة هيدروليكية أو بواسطة الحبال الحديدية.

الحفارة الشاملة

الحفارة الشاملة

استعمالات الحفارة الشاملة:-

1- القيام بأعمال الحفر سواء كان لأعمال المجاري وحفر قنوات امداد أنابيب الماء والنفط والغاز.
2- القيام بالحفر والتحميل في مقالع المواد الانشائية.
3- القيام بأعمال حفر وتهذيب مشاريع قنوات الري.

أنواع المجرفات اعتمادا لنوع الحركة:-

أ- المجرفة الالية المجنزرة:

تمتاز هذه المجرفة بمايلي:

1- بكونها بطيئة الحركة, ولهذا تستعمل في المشاريع الكبيرة والمقالع الكبيرة.
2- تستعمل في المناطق الوعرة الجبلية.
3- لكونها تستند على مساند السرفة المجنزرة فإنها لا تحتاج الى مساند لتثبيتها اثناء العمل.

ب- المجرفة الالية المدولبة :-

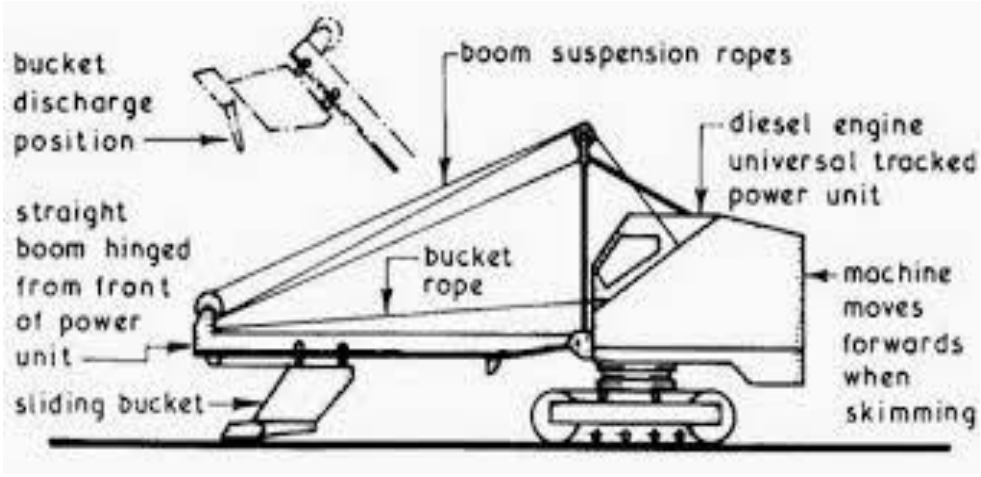
تمتاز هذه المجرفة بمايلي:

1- بكونها سريعة الحركة اثناء التنقل, ولهذا تستعمل في المشاريع الصغيرة.
2- لا تستعمل في المناطق الوعرة الجبلية.
3- لكونها مدولبة فإنها تحتاج الى مساند اضافية وقوية لكي توزع ثقلها على الارض اثناء العمل.

1- الحفارة القاشطة: Skim shovel

تستعمل في قشط الطبقات السطحية من التربة بدقة كبيرة وبعمق لا يتجاوز 30 سم تحت مستوى مسار الحفارة، وتستخدم في حفر وتحميل التربة والمواد الغير صلبة.

وتتألف الحفارة من الاجزاء الاساسية (المحرك وغرفة القيادة، والقرص الدوار) مع وجود الذراع القصير نسبيا الذي يثبت في وضع لتتحرك عليه المجرفة بشكل مستوى الى الامام حيث تقوم بقشط التربة وتجميعها داخل وعاء المجرفة.



الحفارة القاشطة

الحفارة القاشطة

ان حجم المغرفة وشكلها يختلف باختلاف نوع العمل وكذلك طبيعة الارض حيث يتراوح حجم المغرفة من (0.25-10) متر مكعب.
تتراوح سعة المجرفة (0.3-0.75) متر مكعب، يتراوح طول الذراع (5-7) متر، وارتفاع التفريغ (4-6.5) متر، يتراوح قطر الحفر (6.5-8) متر، قطر دائرة التفريغ (3.5-6) متر.
يمكن استبدال أسنان القطع في مقدمة وعاء المجرفة لتتلائم مع نوعية التربة.

دورة عمل المجرفة:-

1- تتقدم الحفارة الى موقع القشط.
2- خفض الذراع وجعله افقيا.
3- تحريك وعاء الحفر نحو الامام ليقوم بالقشط وملئ المجرفة.

4- رفع الذراع واستدارة الحفارة نحو منطقة التفريغ.
5- فتح البوابة السفلى لوعاء الحفر لإفراغ محتوياته.
6- استدارة الحفارة الى موقع مجاور لخط الحفر الاول واعادة الدورة مرة ثانية.

في الاحوال الاعتيادية يمكن للحفارة تنفيذ حوالي 50 دورة بالساعة.

أهم محاسن الحفارة القاشطة:

1- دقة الحفر واستواء مستوى الارض.

مساوئ الحفارة القاشطة:-

1- عدم التمكن من الحفر لعمق كبير تحت مستوى الارض حوالي (30) سم.
2- قيامها بدفع التربة امامها.

2- المجرفة الوجهية: Face Shovel

تتكون المجرفة من الاجزاء الاساسية للحفارة الشاملة (المحرك، غرفة القيادة، القرص الدوار) بالإضافة الى وجود الدعامة القوية الذي يثبت عليه ذراع المجرفة الذي يكون حر الحركة الى الاعلى والاسفل وتكون في اغلب الاحيان مجنزرة وذلك لاستخدامها في مقالع الحفر.

الحفارة الوجهية

أهم فوائدها:

استخدامها للحفر في مختلف أنواع التربة ولارتفاعات عالية في حوافي الجبال وأكداس المواد عدا المواد الصخرية التي تحتاج الى تكسير.

من مساوئها:-

1- لا تتمكن من الحفر بمستوى اقل من مستوى سطح الارض الذي تسير عليه الحفارة.
2- لا تتمكن من التنقل لمسافات كبيرة الا باستخدام وسائل النقل الكبيرة.

تكون اسنان المجرفة متجهة نحو ألأعلى وبعيدا عن مقصورة القيادة والمحرك ويتم التحكم في حركة الدعامة والذراع والمجرفة بواسطة الحبال الفولاذية او عن طريق المكابس الهيدروليكية يتم تفريغ محتوى المجرفة بفتح وعاء المجرفة من الاسفل فوق ظهر الشاحنة.

يمكن تخليص دورة عمل المجرفة بما يلى:-

1- خفض وعاء المجرفة ودفعه الى الأمام بواسطة الذراع.
2- رفع الوعاء الى الأعلى ليقود بالحفر في وجه الضفة والامتلاء بالتربة.
3- الاستدارة الى منطقة التفريغ.
4- فتح البوابة السفلى لوعاء المجرفة بإفراغ التربة في الشاحنة.
5- استدارة الحفارة مرة ثانية لبدء دورة ثانية.

طرق عمل المجرفة الوجهية:

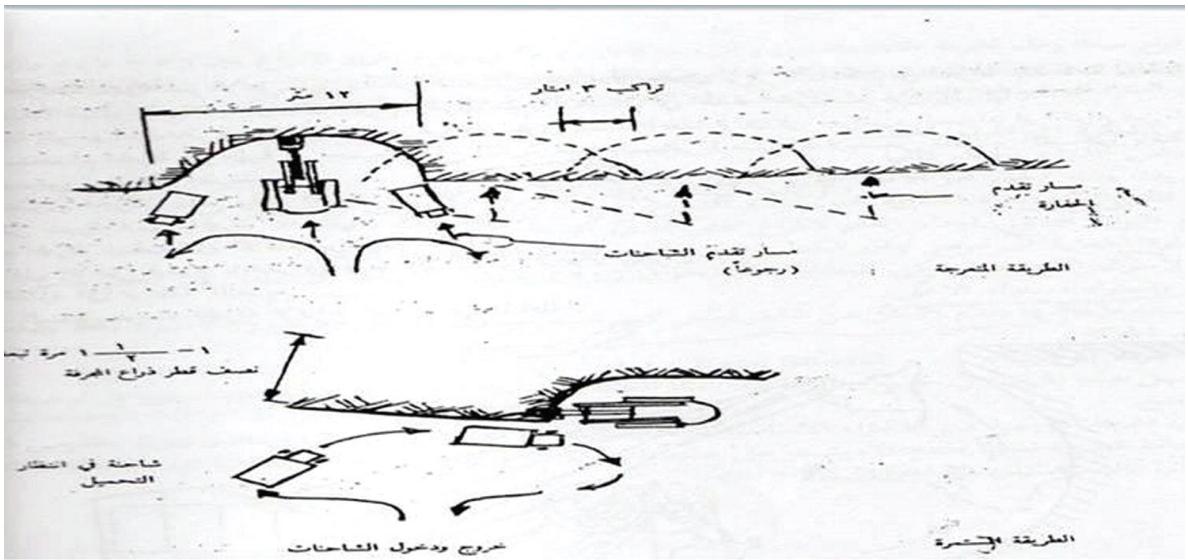
هناك طريقتين يمكن استخدامها لعمل الحفارة:

أ- الطريقة المستمرة:-

حيث تستمر الحفارة بالتقدم للأمام دون الرجوع للخلف وتسير الحفارة بشكل موازي للضفة التي يجري حفرها كما وتتحرك الشاحنات حركة دائرية دون الرجوع الى الخلف.

ب- الطريقة المتعرجة :-

يكون مسار الحفارة متعرجا حيث تنهي منطقة نصف دائرية ثم ترجع الى الخلف لتنتقل الى منطقة نصف دائرية اخرى وهكذا ولابد للشاحنات من الرجوع الى الخلف للوصول الى موقع التفريغ تحت ذراع الحفارة.



شكل يوضح كيفية عمل المجرفة الوجهية

3- المجرفة الخلفية:- Back Shovel

تعتبر هذه المجرفة من المتحورات المهمة للحفارة الشاملة، حيث يتم تركيب ذراع الدعامة وذراع الحفر بحيث يكون وعاء المجرفة متجها الى مقصورة القيادة والمحرك، وتتم عملية الحفر مع رجوع الحفارة الى الخلف.

الحفارة الخلفية

أهم فوائدها:-

1- استخدامها لحفر القنوات والخنادق لأمداد أنابيب الماء والنفط والغاز وبصورة دقيقة لخط الحفر.
2 - تستخدم كذلك في حفر قواعد الأسس الصغيرة واحواض المياه والبالوعات في مختلف أنواع التربة.
3- امكانية الحفر تحت وفوق مستوى سطح ألأرض.

تكون الحفارة الخلفية على نوعين :

1- مدولبة.
2- مجنزرة.

من مساوئها :-

لا تتمكن من التنقل لمسافات كبيرة الا باستخدام وسائل النقل الكبيرة.

أغلب الحفارات في الوقت الحاضر تستخدم المنظومات الهيدروليكية بدلا من الحبال الحديدية. يتراوح عرض وعاء المجرفة بين (0.6- 1.4) م, وسعة الوعاء (0.3- 2.7) م^3 مستوى عمق الحفر، والارتفاع يختلف من حفارة الى أخرى حسب الشركة المصنعة وهناك كتالوكات مفصلة تبين ذلك.

دورة عمل المجرفة:

1- يخفض وعاء المجرفة الى الاسفل بحيث تكون أسنان المجرفة في تماس مع التربة.
2- يسحب وعاء المجرفة الى الخلف بحيث يقوم بالحفر الة ان يمتلئ الوعاء بالتربة.
3- يدار وعاء المجرفة نحو الأعلى وترفع الاذرع الحاملة له بحيث يرفع الوعاء فوق مستوى التفريغ.
4- تدور الحفارة نحو نقطة التفريغ باستخدام القرص الدوار.
5- يدار وعاء المجرفة بحيث يفرغ محتوياته من التربة.
6- تعود الحفارة الى موقع البداية لإعادة الدورة الانتاجية.

4 – المجرفة المسحوبة (الناعورية):- Drag Shovel

تستخدم نفس أجزاء الحفارة الشاملة (المحرك، القرص الدوار, غرفة القيادة), مع وجود الهيكل الطويل والمتكون من المقاطع الحديدية وبشكل مشبك حيث يمكن تطويل ذراعه بإضافة مقاطع اخرى, ويكون وعاء المجرفة معلقا بواسطة حبال فولاذية تمر على بكرة في النهاية الطليقة للذراع المشبك, ويرتبط وعاء المجرفة بحبل فولاذي اخر يقوم بسحب المجرفة لغرض الحفر.

الحفارة المسحوبة الناعورية

من فوائدها:-

أمكانية الحفر في التربة الرخوة والمغمورة بالمياه وتحت مستوى مسارها بحيث لاتنزل الى منطقة الحفر.

من مساوئها:-

1- قلة عمق الحفر (لا يتجاوز 4 متر).
2- عدم أمكانية السيطرة على دقة الحفر.
3- عدم أمكانية استخدامها في التربة الصلبة.

دورة عمل المجرفة المسحوبة:-

1- يتم القاء وعاء المجرفة على موقع المنطقة المراد حفرها ويفضل ان يكون هذا الموقع تحت نهاية ذراع الحفارة.
2- يسحب وعاء المجرفة بواسطة حبل السحب نحو قاعدة الحفارة حتى تمتلئ.
3- يعدل وضع وعاء المجرفة بحيث تتجه فتحة المجرفة نحو الاعلى خلال ارتفاع الذراع والوعاء.
4- تدور الحفارة باتجاه منطقة التفريغ ثم يقلب الوعاء ليفرغ حمولته من التربة.
5- تعود الحفارة الى اتجاهها الاول لإعادة الدورة الانتاجية.

5- المجرفة الخاطفة (المحارية):- Clamp Shovel

تستخدم نفس أجزاء الحفارة الشاملة (المحرك, القرص الدوار, غرفة القيادة), مع وجود الهيكل الطويل والمتكون من المقاطع الحديدية وبشكل مشبك حيث يمكن تطويل ذراعه بإضافة مقاطع اخرى, ويكون وعاء المجرفة معلقا بواسطة حبال فولاذية تمر على بكرة في النهاية الطليقة للذراع المشبك. ويكون وعاء المجرفة بشكل بوابة (خطاف) تقوم بالتقاط المواد اثناء سحب الحبل الحديدي.

الحفارة الخاطفة الناعورية

الحفارة الخاطفة الناعورية

الحفارة الخاطفة الناعورية

الحفارة الخاطفة الناعورية

من فوائدها:-

1- تستخدم لرفع المواد الغير المرصوصة مثل الحصو والرمل لتغذية الخباطة المركزية.
2- تستخدم للحفر تحت مستوى الماء في الأنهار والموانئ.
3- مفيدة للحفر والتحميل قى المناطق الضيقة والزوايا و خاصة في الأسس العميقة.

من مساوئها:-

1- بطيئة الحركة.
2- ثقيلة في الشحن.
3- محدودة الاستخدام في الحفر.
هناك أنواع عديدة من أشكال المجرفة الخاطفة تتلائم كل منها وأشكال العمل المطلوب كأن يكون شكل المجرفة يشكل كماشة لمسك الأحجار في تبطين حوافي الموانئ أو بوضع رأس مغناطيسي لرفع اشكال الحديد المستهلك.

6- الرافعة (الكرين):- Crane

تستخدم نفس أجزاء الحفارة الشاملة (المحرك، القرص الدوار، غرفة القيادة) مع وجود الهيكل الطويل والمتكون المقاطع الحديدية وبشكل مشبك بحيث يمكن تطويل ذراعه بإضافة مقاطع اخرى . ويلغى وعاء المجرفة ليوضع مكانه خطاف التعليق الذي يستخدم في تعليق الحبال الحديدية التي تستخدم في رفع الاحمال. يحدد مقدار الحمل الذي يمكن رفعه بمقدار ميل الذراع وطاقة الماكنة، يتراوح الحمل الاقصى بين (3 - 70) طن.

رافعة (كرين)

رافعة (كرين)

7- مكائن دق الركائز ومكائن الحفر الدوراني:

تستخدم نفس أجزاء الحفارة الشاملة (المحرك، القرص الدوار، غرفة القيادة) مع وجود الهيكل الطويل والمتكون المقاطع الحديدية وبشكل مشبك بحيث يمكن تطويل ذراعه بإضافة مقاطع اخرى. ويلغى وعاء المجرفة ليوضع مكانه راس المدق ويكون على نوعين:-

أ- مكائن دق الركائز باستخدام المطرقة

تستخدم نفس الذراع الهيكلي الذي تستخدمه الرافعة أو المجرفة المسحوبة لتثبيت هيكل المطرقة حيث يرفع الهيكل بواسطة بكرات ليقف شاقوليا، وتثبت عليه الركيزة والمطرقة التي ترتفع وتنخفض باستخدام بكرة اخرى في أعلى الذراع، تستخدم هذه الماكنة في:-

1- دق الركائز الخرسانية الجاهزة والركائز الحديدية.
2- دق الاسطوانات الفولاذية التي تدق لتكون قالب الركائز.

ماكنة دق الركائز

ماكنة دق الركائز

ب- مكائن الحفر الدوراني Pile machines

تستخدم نفس الذراع الهيكلي الذي تستخدمه الرافعة أو المجرفة المسحوبة لتثبيت ذراع هيكل خاص تتصل به منصة، في الجزء الأسفل منه يثبت عليه الماكنة التي تقوم بتدوير برينة الحفر التي تأخذ طاقتها من محرك الحفارة.

ماكنة الحفر الدوراني

ماكنة الحفر الدوراني

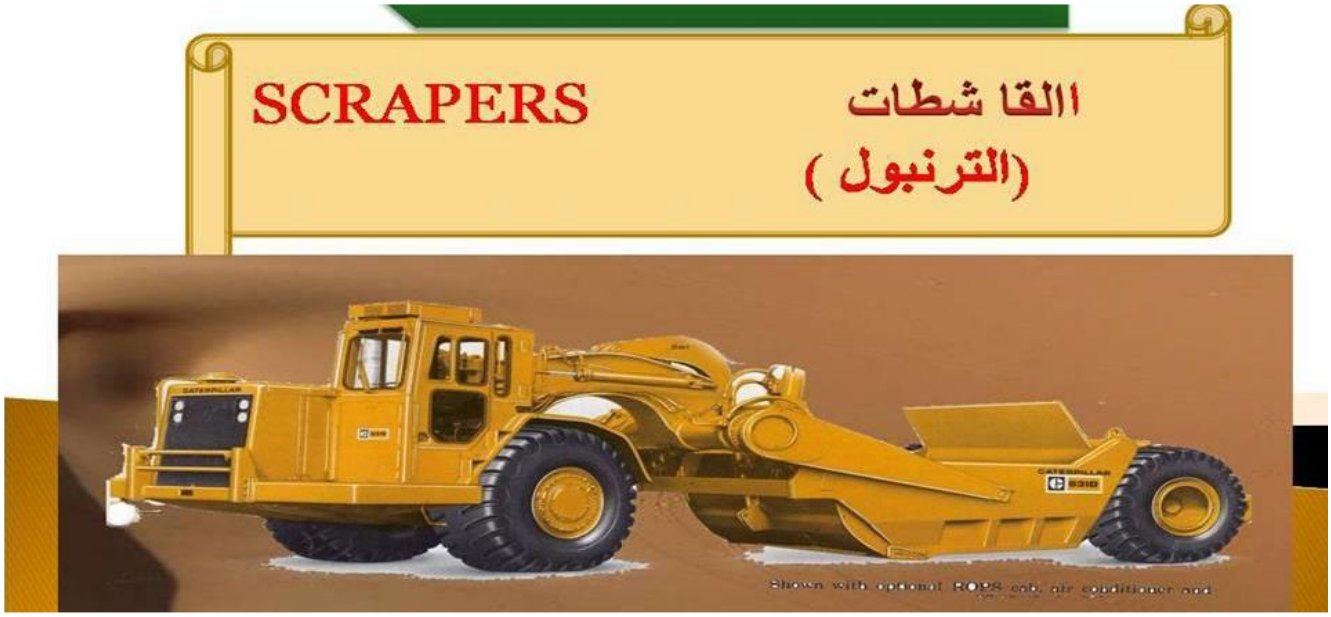
يستفاد منها في :

حفر الاسس الدائرية العميقة.

القاشطات (الترنبول) Scrapers

القاشطة:

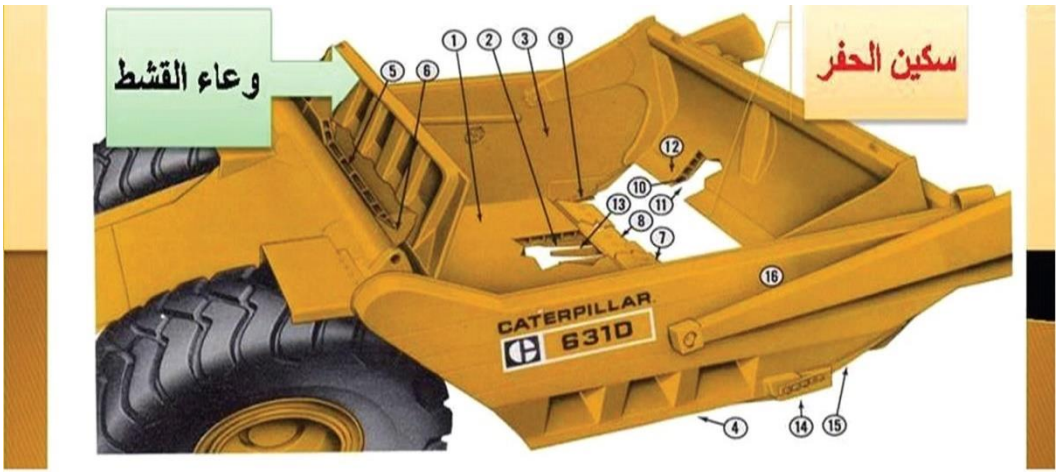
ماكنة ثقيلة تتألف من محرك ذو قدرة عالية نسبيا، ولها امكانية قشط سطح التربة وجمعها في وعاء ذو سعة مناسبة يقع وسط الماكنة ومن ثم نقل التربة وفرشها في موقع التفريغ وبذلك تعوض هذه الماكنة عن الدوزر، المجرفة، القلابة، والمدرجة.
تتمكن القاشطة من الحفر لعمق يصل لغاية 30 سم، وتجمع التربة في وعائها الذي يختلف استيعابه حسب نوع الماكنة الذي يتراوح بين (5-50) م^3.



أنواع القاشطات:-

1- القاشطة المسحوبة:

تتألف من وعاء القشط ،وسكين الحفر السفلي وتستند على أربع عجلات ولا يوجد فيها محرك للعمل وأنما تحصل على الطاقة من خلال سحبها بجرار يوفر لها القدرة على الحركة والحفر ورفع وخفض وعاء التربة.
يتم السيطرة على حركة القاشطة من الجرار بواسطة الحبال الفولاذية أو بواسطة منظومة هيدروليكية.



واعتمادا على نوعية الجرار ،يمكن تميز نوعين من القاشطات المسحوبة الى :

أ- القاشطة المسحوبة بجرار مجنزر:

يتألف الجرار من محرك مع سرفتين على جهتي الجرار، توفران أمكانية الحركة والمناورة، تعتمد سرعة القاشطة على سرعة الجرار والتي تتراوح بين 3 كم/ساعة في حالة الحفر و8 كم/ساعة في حالة نقل التربة تظهر فائدتها في التربة الطينية والرخوة، بسبب وجود السرف المجنزرة لكنها تكون محدودة الاستخدام في المسافات الطويلة بسبب بطأ حركتها.

ب- القاشطة المسحوبة بجرار دولب:

تختلف عن النوع الأول بكونها مسحوبة بواسطة جرار مدولب يستند على أربع عجلات مدولبة بدلا من السرفتين في الجرار المجنزر، تتميز هذه القشطة بسرعتها في الحركة والتي تصل الى 50 كم/ساعة. عند استخدام هذا النوع يجب أن تكون التربة بصلابة كافية لتحمل الضغط الذي يسلطه ألأطار على التربة مع ضمان عدم الغوص في التربة.

2- القاشطات ذاتية الحركة: -

وتتألف من محرك أو محركين يقع في الأمام والخلف مع وجود الحوض في الوسط وسكين الحفر في الأسفل وتصنف الى نوعين:-

أ- القاشطة ذات المحورين:- TWO-AXLE SCRAPE

يستند حوض القاشطة على محور خلفي يحتوي على دولابين، ويوفر القدرة للحركة والحفر محرك قوي يستند على الدولابين الأماميين وتمتاز هذه القاشطة بسرعتها العالية والتي تصل لغاية 50 كم في الساعة لهذا فهي مفضلة في المشاريع ذات المسافات الطويلة بين الحفر والردم التي تصل لحد 4 كيلومترات.
كذلك تمتاز بمرونة عالية في قيادتها وزيادة قوة السحب بسبب قرب المحرك الى محور الدواليب. كما ان مقاومة الدحرجة تكون قليلة بسبب قلة عدد الدواليب، وكذلك قلة مصاريف الدواليب، وهناك أنواع تمتاز بوجود محركين واحد في الامام والاخر في الخلف مما يعطي للماكنة قوة عالية في الحفر في المناطق الصلبة.

ب- القاشطة ذات المحاور الثلاثة:- THREE-AXLE SCRAPE

يستند حوض القاشطة على محور خلفي يحتوي على دولابين، ويوفر القدرة للحركة والحفر محرك قوي يستند على محورين فيه أربع دواليب وتمتاز هذه القاشطة بسرعتها العالية وامكانية المناورة مع الامان العالي بعدم الانقلاب بسبب توفر العدد الكثير من الدواليب، لهذا فهي مفضلة في المشاريع ذات المسافات الطويلة بين الحفر والردم التي تصل الى 4 كيلو مترات. لكن مقاومة الدحرجة تكون كبيرة بسبب كثرة عدد الدواليب، وكذلك كثرة مصاريف الدواليب.

3- القاشطات الخاصة:-

أ- القاشطة ذات حوضين المترادفين:

تتألف من ماكنة مشابهة للقاشطة ثنائية المحاور مضاف اليها حوض اخر يتصل بمؤخرة الحوض الاول، وتتم السيطرة على عمل الحوضين من غرفة القيادة الامامية. يستفاد منها في زيادة الانتاجية وتقليل مدة العمل، ولهذا فهي مفضلة في المشاريع الكبيرة.

ب- القاشطة متعددة الأحواض والمحركات:

وتتألف من سلسلة من القاشطات المتصلة مع بعضها، كاتصال عربات القطار، ولكل منها محرك كهربائي يتولى تحريك سكين الحفر والتفريغ، وتحصل المحركات الكهربائية على القدرة من محرك الديزل الموجود في القاشطة الأمامية ويستفاد منها في زيادة الإنتاجية وتقليل مدة العمل لهذا فهي مفضلة في المشاريع الكبيرة.

جـ القاشطة الرافعة:

تشبه القاشطة ذات المحورين من حيث وجود أربع عجلات، ومحرك في الأمام، ألا أن الاختلاف في كيفية الأملاء، حيث يتم قشط التربة بواسطة مجموعة سكاكين مربوطة على سلسلة تتحرك صعودا ونزولا بشكل يشبه الدولاب فعند ارتفاع الألواح نحو ألأعلى ترفع كميات التربة التى حرثتها وعند دورانها تلقي التربة في وعاء القاشطة من الأعلى. تحقق هذه القاشطة سهولة في قشط التربة وبذلك لا تحتاج الى مكائن دفع اضافية كذلك توفر الحصول على قشط متساوي في سطح التربة. ويستفاد منها في زيادة الإنتاجية وتقليل مدة العمل لهذا فهي مفضلة في مشاريع الري والتي تحتاج الى مناسيب دقيقة.

دورة عمل القاشطة:

تمر دورة القاشطة بثلاث مراحل:

1- مرحلة القشط:

حيث يتم إنزال وعاء القاشطة وتوجيه حافة القطع السفلى نحو الأرض فعند تحريك القاشطة نحو ألأرض تحفر التربة وتجبر التربة المحفورة على دخول وعاء القاشطة وملاءه تدريجيا، ودائما لا يتجاوز الحفر أكثر من 30 سم.

2- مرحلة الغلق والانتقال:

بعد ملئ الوعاء تقفل الفتحة، وترفع سكين القاشطة وبذلك تكون مستعدة الانتفال الى مكان التفريغ.

3- مرحلة التفريغ:

عند وصول القاشطة الى مكان التفريغ، يتم إنزال وعاء التربة وفتح فتحة الاملاء، ودفع مؤخرة الوعاء الى الامام فتجبر التربة على الخروج من نفس فتحة الاملاء, وخلال حركة الفارشة الى الامام يتم فرش التربة على مسار حركة القاشطة، ويكون عرض منطقة الحفر والفرش مساويا لفتحة السكينة القاشطة والتي تتراوح عرضها بين(2 - 3) متر وحسب نوع القاشطة.

مساعدة الدوزر فى تحميل القاشطة:-

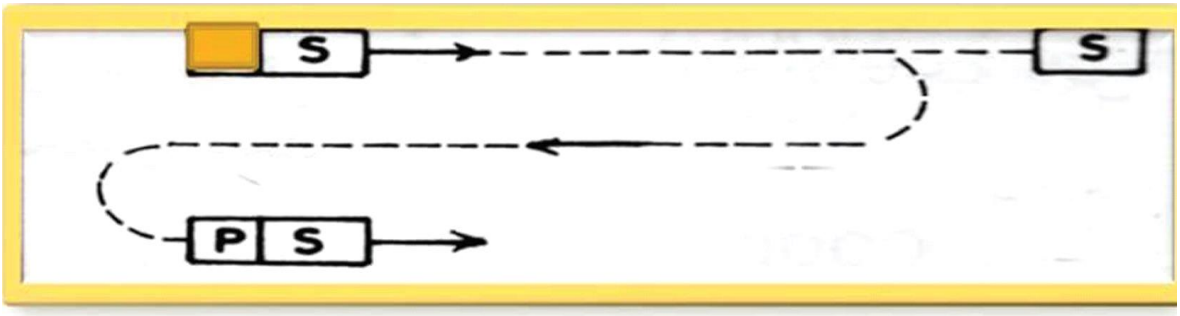
في بعض الاوقات وعندما تكون التربة صلبة، والقاشطة من النوع ذات المحرك الواحد وعند الوصول الي حافة الامتلاء لوعاء القاشطة بالتربة فأن دخول كميات ترابية اضافية فيه أمرا يحتاج الى قوة اضافية، تساعدها في الحركة والتحميل، وهذا ما يمكن الحصول عليه بواسطة الدوزر المجنزر الذي يمتاز بقوة دفع عالية، وقوة تماسك مع التربة كبيرة، حيث يقوم الدوزر بالدفع في المراحل الأخيرة من مرحلة التحميل.

تجهز أغلب القاشطات بوسادة حديدية قوية تثبت فى مؤخرة القاشطة تسهل عملية الدفع. وحيث أن المسافة التي يقوم الدوزر فيها بدفع القاشطة، هي جزء من مرحلة الحفر لذا يكون بأماكن دوزر دفع من أثنين الى أربع قاشطات بالتتابع اعتمادا على طول دورة عمل القاشطة.

هناك عدة طرق في مساعدة القاشطة منها:-

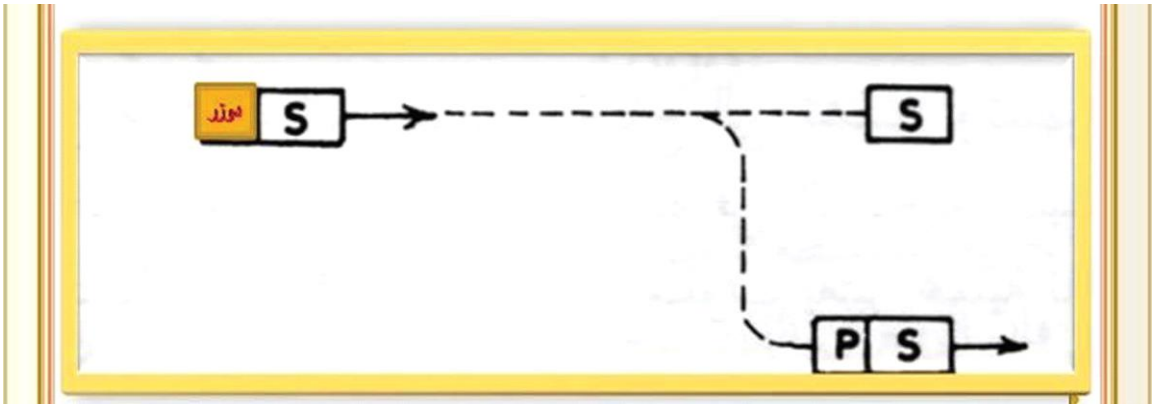
أ- الدفع المكوكي:-

حيث يدفع الدوزر القاشطة من الخلف وعند امتلاء القاشطة يدور الدوزر الى الخلف بشكل حرف (س) بالإنكليزي ليدفع قاشطة ثانية وهكذا.



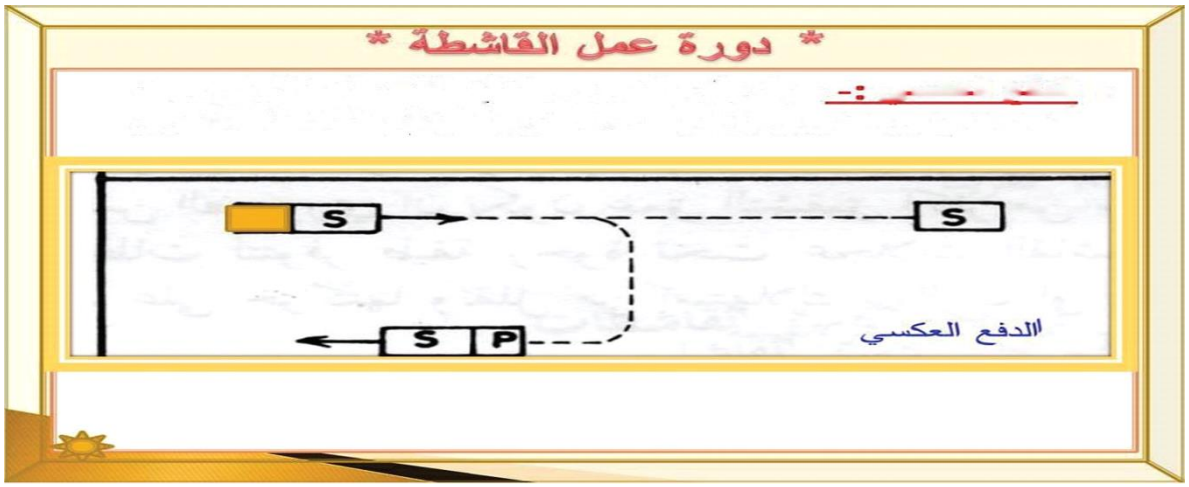
ب- الدفع المتسلسل:-

حيث يستمر الدوزر بالدفع للقاشطة الاولى ومع نفس الاتجاه يتحول لدفع القاشطة الاخرى.



جـ الدفع العكسي:-

حيث يقوم الدوزر بالدفع للقاشطة الأولى وبعد امتلائها يدور الدوزر بزاوية 180 درجة ليدفع القاشطة الأخرى.



بعض الملاحظات الواجب ألأنتباه اليها للحصول على اعلى كفاءة في عمل القاشطة:-

1 - حرث التربة وتكسيرها بواسطة مكائن أخرى كالدوزر وخاصة في التربة الصلبة.
2- توفير دوزر لدفع القاشطة في الجزء ألأخير من مرحلة الحفر.
3- القيام بعملية القشط باتجاه انحدار ألأرض للاستفادة من مركبة الوزن بهذا الاتجاه.
4- المحافظة على طريق النقل سالكا ومستويا خلال فترة العمل للحصول على السرعة القصوى.
5- المحافظة على ضغط الهواء في الدواليب بالمقدار الذي تحدده الشركة لتقليل المقاومة.

لغرض حساب انتاجية القاشطة ،لابد من الحصول على مخطط أداء القاشطة الذي توزعه الشركة المصنعة، والذي يمكن استخدامه لتحليل أداء القاشطة تحت ظروف العمل المختلفة, (وخاصة تحديد السرعة من أجل حساب زمن دورة عمل القاشطة)

المخطط يشمل معلومات مختلفة منها:

المقاومة الكلية :-

التي تعيق عمل الماكنة وتشمل (مقاومة الدحرجة + مقاومة الميل) وتقع في الجهة اليمنى من المخطط ، (1% تمثل 10 كغم /طن).

السرعة:-

وتقاس بوحدة كلم / ساعة أو ميل / ساعة وتقع في الجهة السفلى من المخطط.

قوة السحب:-

وتقاس بوحدة الكغم أو بالنيوتن وتقع في الجهة اليسرى من المخطط.

الوزن الكلي للقاشطة:-

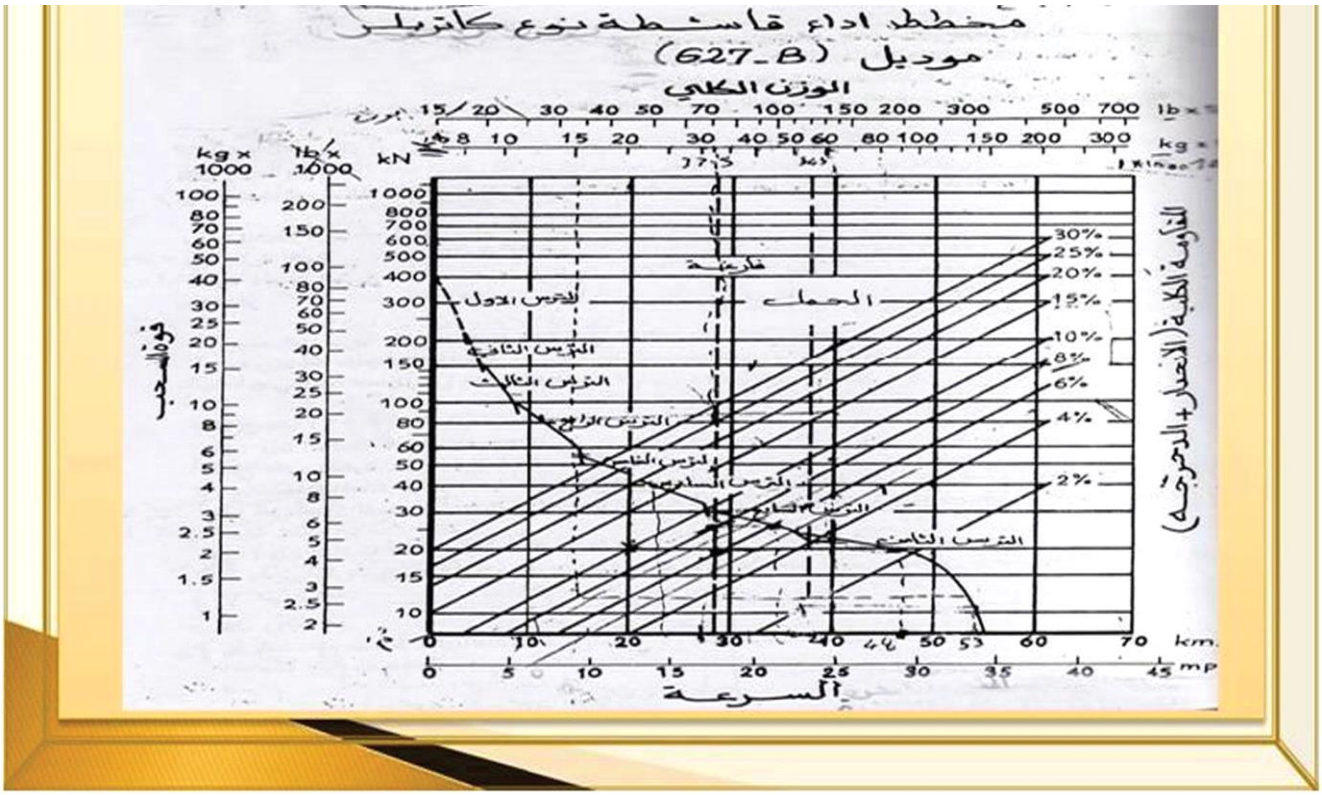
وتقاس بوحدة الكغم أو الباوند وتقع في الجهة العليا من المخطط.

درجة الكير:

ويقع في وسط المخطط.

حساب انتاجية القاشطة :-

لغرض حساب انتاجية القاشطة، لابد من الحصول على مخطط أداء القاشطة الذي توزعه الشركة المصنعة، والذي يمكن استخدامه لتحليل أداء القاشطة تحت ظروف العمل المختلفة.



حساب انتاجية القاشطة

مثال 1 :-

باستخدام مخطط أداء القاشطة نوع كاتربلر وباستخدام المعلومات التالية:

وزن القاشطة وهي فارغة = 33570 كغم، وزن التربة المحملة = 21770 كغم، مقاومة الطريق = 20 كغم / طن، الميل 4%.
أوجد أعلى سرعة يمكن للقاشطة تحقيقها:-

أ- وهي فارغة صعودا على المنحدر.
ب- وهي مملوءة صعودا على المنحدر.

الحل:

أ- وزن القاشطة وهي فارغة = 33570 كغم،
مقاومة الدحرجة = 20 كغم / طن وتساوي 2% (10 كغم / طن = 1%)
مجموع نسب المقاومة = 2% + 4% = 6%

باستخدام مخطط الأداء ومن مقدار الوزن من الاعلى نحدد القيمة 33570 كغم ومنه نرسم خطا شاقوليا نحو الاسفل ليتقاطع مع القيمة من اليمين والتي تمثل مقدار نسبة المقاومة الكلية (6%).

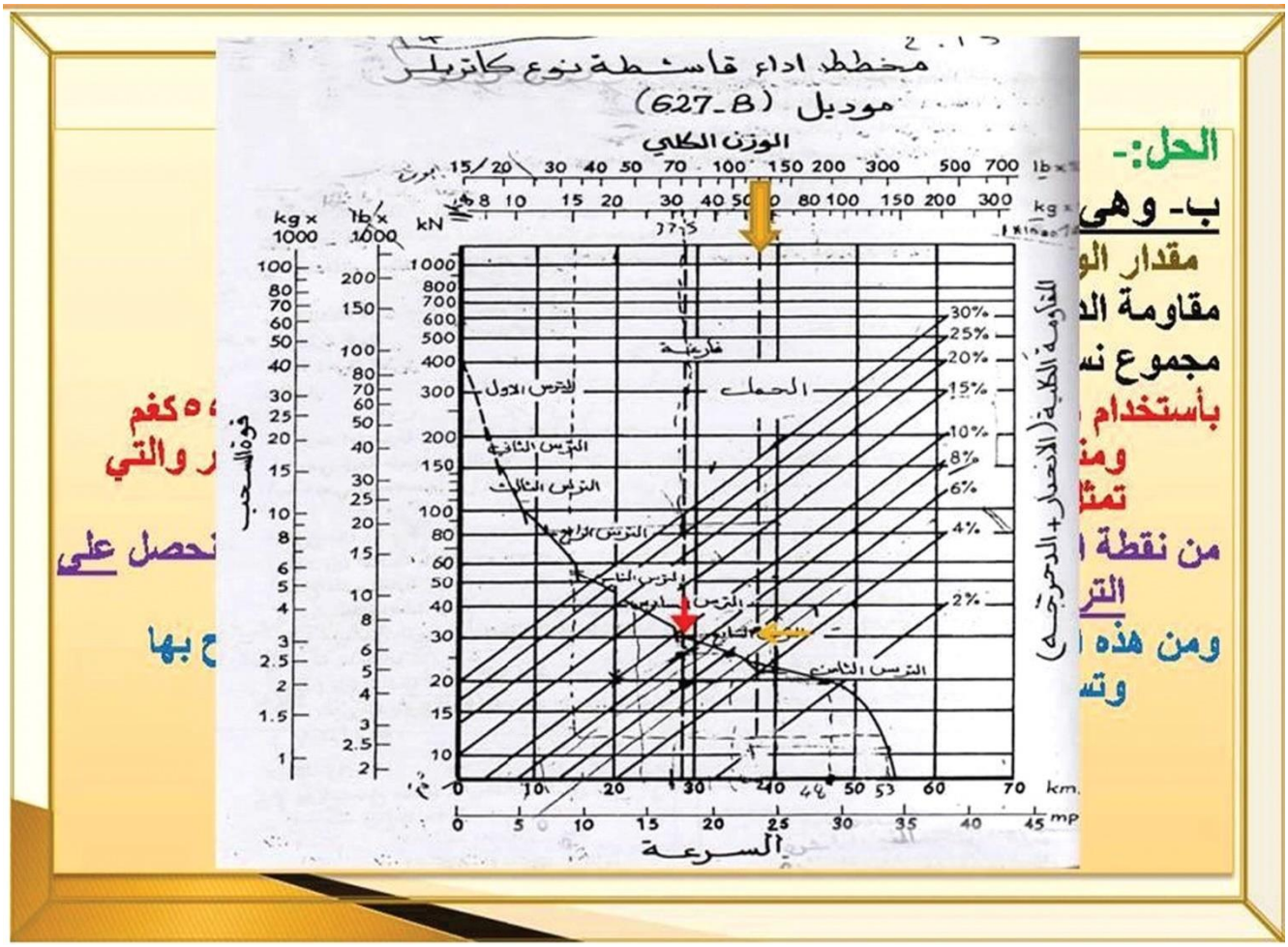
من نقطة التقاطع (الوزن مع المقاومة) نتجه أفقيا الى منحى التروس فنحصل على الترس الثامن ومن هذه النقطة نتجه عموديا نحو ألأسفل لنقرأ مقدار السرعة المسموح بها وتساوي 48 كم/ ساعة.

ب- وهي مملوءة صعودا على المنحدر:

مقدار الوزن الكلي = (33570 + 21770) = 55340 كغم
مقاومة الدحرجة = 20 كغم / طن وتساوي 2% (10 كغم / طن = 1%)
مجموع نسب المقاومة = 2% + 4% = 6%

باستخدام مخطط الأداء ومن مقدار الوزن من الاعلى نحدد القيمة 55340 كغم ومنه نرسم خطا شاقوليا نحو الاسفل ليتقاطع مع القيمة من اليسار والتي تمثل مقدار نسبة المقاومة الكلية (6%).

من نقطة التقاطع (الوزن مع المقاومة) نتجه أفقيا الى منحى التروس فنحصل على الترس السادس ومن هذه النقطة نتجه عموديا نحو ألأسفل لنقرأ مقدار السرعة المسموح بها وتساوي 29 كم/ ساعة.



حساب انتاجية القاشطة

مثال 2:-

احسب انتاجية قاشطة في الساعة واليوم ؟
من المعلومات التالية:-

سعة القاشطة15 م^3 , كثافة التربة = 1400كغم / م^3
وزن القاشطة وهي فارغة = 33570 كغم، معامل الانتفاخ =% 25
الوقت الثابت 0.47 دقيقة , معامل التشغيل = 50 دقيقة/ساعة
تسير القاشطة وهى محملة لمسافة 150 متر بطريق مستوي ذو مقاومة للدحرجة = 40 كغم/طن
بعدها تصعد منحدر ذو ميل 4 % ، وبطول 250 متر ومقاومة للدحرجة =40 كغم/طن،
ثم تعود الى نقطة البداية وهي فارغة على طريق مستوي طوله 500 متر وذو مقاومة للدحرجة = 60 كغم/طن
أحسب كذلك هل سيربح المقاول أم يخسر ؟ أذا تم تأجير قاشطتين ودوزر بمبلغ 1,600,000 دينار باليوم، أذا كان سعر المتر المكعب الواحد المقشوط والمنقول والمفروش = 500 دينار / م^3 ؟

الحل:

وزن القاشطة وهي فارغة = 33570 كغم,
وزن التربة المحملة = الحجم *الكثافة = 15م^3 * 1400كغم/م^3 = 21000 كغم
الوزن الكلي (فارغة + وزن التراب) = 33750 + 21000 = 54570 كغم
باستخدام مخطط أداء القاشطة نوع كاتربلر نجد السرعة في كل مراحل السير

أ- السرعة وهى محملة على الطريق المستقيم بطول 150 متر:

وزن القاشطة الكلي = 54570 كغم ،
مقاومة الطريق = 40 كغم/طن وتساوي = 4% (10كغم/طن=1 %)
أذن السرعة من المخطط 40 كم / ساعة وعلى الكير السابع

ب - السرعة وهى محملة صعودا على طريق بطول 250 متر:

الميل 4 صعودا = 4%، ومقاومة للدحرجة 40 كغم/طن = 4%،
مجموع المقاومة = 4 %4 + 4%= %8
اذن السرعة من المخطط = 22 كم/ساعة وعلى الكير الخامس

جـ - السرعة وهى فارغة بطريق طوله 500 متر:

مقاومة الدحرجة 60 كغم/طن = %6
أذن السرعة = 48 كغم/ساعة وعلى الكير الثامن

حساب زمن الدورة الإنتاجية:-

أ- المسافة 15متر، وبسرعة 40 كم/ساعة:
الزمن = المسافة / السرعة = 150/*1000 / 60 = 0.225 دقيقة

ب- لمسافة 250 متر وبسرعة 22كم/ساعة:
الزمن = 250 / 22 * 1000 / 60 = 0.682 دقيقة

جـ- لمسافة 500 متر وبسرعة 48 كم/ساعة
الزمن = 500 / 48 * 1000 / 60 = 0.625 دقيقة

د- الوقت الثابت:
الوقت الثابت = 0.47 دقيقة
أذن زمن الدورة ألأنتاجية = 0.225 + 0.682 + 0.625 + 0.47 = 2 دقيقة

معامل الوقت = 50 دقيقة
عدد الدورات في الساعة = 50 / 2 = 25 دورة عمل

كمية التراب المقشوط في الدورة الواحدة:

الحجم الفعلي للوعاء بمقياس الضفة = 15 - (15 * 25 / 100) = 11.25 م^3

اذن حجم التراب المنقول بساعة عمل = 11.25 * 25 = 258.25 م^3

حجم التراب المنقول بيوم عمل 8 ساعات =258.25 * 8 = 2250 م^3

لو استخدمت قاشطتين:

حجم التراب المنقول = 2 * 2250 = 4500 م^3 باليوم

المبلغ المستوفي للقاشطتين = ثمن نقل المتر * كمية التراب المنقول

= 500 * 4500 = 2,250,000 دينار

بالمقارنة مع مبلغ الإيجار 1,600,000 دينار

سوف يربح وبمبلغ قدره (2250000 - 1600000) = 650000 دينار يوميا

معدات النقل

Transporting Equipments

تعتبر معدات النقل من التطورات الكبيرة التي حدثت بعد الثورة الصناعية من أجل التخفيف عن ألأجهاد الذي اصيب الأنسان في مناقلة المواد من مكان الى أخر ، وقد تنوعت واختلفت هذه المكائن بشكل كبير حسب حاجة الانسان لها.

1- مركبات نقل المواد:

تتوفر هذه المكائن بنوعين أساسيين:-

أ- مركبات نقل المواد على الطرق المعبدة:-

تحدد معظم الدول أنظمة للسير على الطرق المبلطة من حيث وزن تلك المركبات ومقدار الحمولة المحورية (axel load) وحجم تلك المركبات، لذلك تكون هذه المركبات:-

1- صغيرة نسبيا.
2- وبعدد أكثرمن المحاور لتقليل الضغط المسلط على الشارع.
3- وتكون نوعية الإطارات أقل مقاومة للاحتكاك مما يعطيها اكثر سرعة في التنقل.

ب- مركبات نقل المواد على الطرق الغير معبدة:-

1 - تكون هذه المركبات كبيرة في الحجم.
2- قوية في تصميمها لتكون ملائمة لتحمل ظروف العمل خارج الطرق المعبدة.
3- لها عدد اقل من المحاور وحجم كبير للإطارات،
4- لها ميزة نقل الحمل الكبير الذي يصل الى 200 طن مما يتطلب وجود محرك قوي.

5- لها بوابة خلفية للفتح غد التفريغ مما يقل من زمن الدورة الواحدة.

2- مركبات النقل متعددة الأغراض

أنتجت هذه المركبات لتتلائم مع استخدامات المقاولين الى معدات يمكنها القيام بمجموعة من الفعاليات التي يحتاجونها في مواقع الأعمال وتتكون من غرفة القيادة في الأمام، والهيكل (الشاصي) ويثبت فوق الهيكل الوعاء الذي يمكن تغير استخدامه حسب طبيعة العمل حيث ستستخدم كشاحنة قلابة خفيفة الحمل (5 -10) طن أو تستخدم كشاحنة للنقل بمميزات متنوعة حيث يمكن مثلا تنزيل الوعاء الى سطح الأرض في موقع العمل ليتم تجميع المواد المراد نقلها ، ثم تعود الماكنة لرفع الوعاء ونقله.
أن هذا التطور مفيد في نقل ألأنقاض ورفعها والاستفادة ألقصوى من المركبة دون أضاعه الوقت لملء الوعاء.

3- القلابات (Dumpers):

تعتبر القلابات من المكائن المهمة في عمليات الأنشاء المختلفة وتتلخص أهميتها في نقل المواد من مكان ألى أخر بمختلف انواعها سواء كانت رمل ،أو حصو، أو حجر ٠٠٠٠٠
تراوح سعة هذه القلابات بين (4 - 25) طن أي ما يعادل (5 - 20) م^3 ويمكن تصنيف القلابات حسب طريقة التفريغ الى:-

1 - شاحنات خلفية التفريغ:

حيث يتم تفريغ المواد من الخلف عن طريق رفع بوابة الوعاء الى ألأعلى والتي تكون مثبة بواسطة مسامير على جانبي جدران الوعاء.

2- شاحنات جانبية التفريغ:

حيث يتم تفريغ المواد من الجوانب عن طريق فتح جدار الوعاء الجانبي سواء من جهة اليمين أو اليسار.

3- شاحنات قعرية التفريغ:

ويتم تفريغ المواد عن طريق فتح بوابة من ألأسفل ليتم تفريغ ونشر المواد من ألأسفل.

قلابات موقع العمل (الدنبر) (Dumpers) :-

هو قلاب صغير بحجم يتراوح حجمه بين (0.3 - 5) م ^{3} يستخدم داخل نطاق موقع العمل لنقل الحمولات الصغيرة . يستخدم محرك صغير، ويكون توجيه الدنبر بواسطة العجلات الخلفية، وهناك أنواع حديثة تم تطوير هيكل القلاب بحيث يكون له مفصل في وسطه يمكنه من المناورة بسهولة وتقليص دائرة الدوران الى النصف ويتم تفريغ القادوس بفعل وزن الحمولة وبصورة ميكانيكية حيث يكون مركز الثقل أقرب الى الامام مما يسهل فتحه بعد فتح نتوء يسمح للوعاء بالانقلاب، اما ارجاع الوعاء فيتم يدويا كذلك عن طريق سحب الوعاء الى الخلف وهناك انواع حديثة تستطيع التفريغ الى الجهات الجانبية والامامية باستخدام المنظومات الهيدروليكية.

يجب تخطيط مسار الدنبر في الموقع بحيث لا يحصل تصادم بين الدنابر وخاصة عندما تكون المسارات ضيقة ويفضل دائما استخدام الطرق ذات الممر الواحد لتلافي حوادث الاصطدام كذلك على السائق الترجل من الدنبر أثناء التحميل وخاصة عند التحميل بواسطة المجرفة أو الحفارة، وهناك أنواع مختلفة ومتنوعة حسب طبيعة العمل والاحتياج.

إنتاجية القلابات:

هناك عوامل عديدة تؤثر على انتاجية القلابات والشاحنات ومنها:-

1- حجم الشاحنة وعددها:-

الشاحنات الصغيرة تمتاز بالمناورة الجيدة، وعدم التأثر تأثير كبيرا إذا تعطلت إحداهما لكن يمكن أن تصعب الشاحنات الصغيرة العمل على ماكنات التحميل، وتزيد من عدد السواق وأجورهم، وتزيد من أعباء الصيانة، وتزيد من الوقت الضائع في فترة التحميل، على عكس الشاحنات الكبيرة.

2- نوع ماكنة التحميل وحجمها:

فكلما أختصر وقت التحميل باستعمال ماكنات كفوءة وذات حجم يتناسب وحجم الشاحنات، كلما أصبحت الإنتاجية عالية، وعليه فأن عدد الشاحنات المطلوبة للعمل تعتمد اعتمادا كبيرا على وقت الدورة الإنتاجية لماكنة التحميل وحجمها، ودائما يتم اختيار نوع ماكنة التحميل بالشاحنة بحيث تكون سعة الشاحنة حوالي خمسة اضعاف سعة ماكنة التحميل.

3- مسار الشاحنة والمسافة التى تقطعها وطبيعة الطريق:

وذلك لأن وقت الذهاب وألأياب والتحميل والتفريغ هو الذي يساهم في تحديد العدد المطلوب من الشاحنات، وتلعب مقاومة الدحرجة دورا مهما في زمن الدورة الإنتاجية للشاحنات فكلما قلت قيمة مقاومة الدحرجة ، زادت سرعة الشاحنة وقل زمن الدورة الإنتاجية والعكس صحيح لذلك من المهم جدا الاعتناء بالطريق بصورة جيدة عن طريق عمل طريق وقتي أما بوضع طبقة قليلة من ألأسفلت أو جعله مستوياً ورشه بالماء لجعله سهلا في السير.

4- حجم وضغط ألأطارات المناسب للشاحنة:

ففي الطرق المبلطة يفضل جعل الضغط عاليا لتقليل مساحة التلامس وبالتالي تقليل مقاومة الدحرجة، أما في الطرق الغير مبلطة فأن الضغط العالي سوف يجعل الإطارات تنغرس في الطريق وبالتالي تقل سرعتها لذلك في هذه الحالة يفضل تقليل الضغط مما يؤدي الى زيادة مساحة التلامس وبذلك لا تنغرس الإطارات في الطريق.

الأمثلة التالية توضح هذه العلاقات:

مثال1 :

استخدمت مجرفة الية ذات سعة 2 م^3 تستعمل لتحميل شاحنات ذات حمولة 12 م^3 لكل شاحنة، زمن دورة المجرفة 20 ثانية، وزمن دورة الشاحنة الكلي، (الذهاب، التفريغ، والعودة) يساوي 10 دقيقة. المطلوب من الفني تحديد عدد الشاحنات بحيث يحصل على أفضل انتاجية، وأعلى معامل تشغيل.

الحل:-

عدد مرات التحميل لملىء الشاحنة = حجم الشاحنة / حجم المجرفة
= 2/12 = 6 مرات

الزمن لملئ الشاحنة = عدد مرات التحميل * زمن دورة المجرفة
= 6 * 20 = 120 ثانية = 2 دقيقة
أذن زمن دورة الشاحنة = (الذهاب، والتفريغ، والعودة) + الزمن لملئ الشاحنة
= 10 + 2 = 12 دقيقة

عدد الشاحنات اللازمة لاستغلال كامل وقت المجرفة =
زمن دورة الشاحنة / زمن التحميل = 12 د قيقة / 2 دقيقة = 6 شاحنة

معامل التشغيل = زمن تحميل كل الشاحنات/ زمن دورة الشاحنة

زمن تحميل كل الشاحنات = عدد الشاحنات * زمن التحميل
= 6 * 2 = 12 دقيقة

معامل التشغيل = 6 * 2 / 12 * 100 = 100%

مثال2 :-

استخدمت مجرفة ألية ذات سعة 2 م^3 تستعمل لتحميل شاحنات ذات حمولة 17م^3 لكل شاحنة، زمن دورة المجرفة 20 ثانية، وزمن دورة الشاحنة الكلي (الذهاب، التفريغ، والعودة) يساوي 10 دقيقة.
المطلوب من الفني تحديد عدد الشاحنات بحيث يحصل على أفضل إنتاجية، وأعلى معامل تشغيل؟

الحل : -

عدد مرات لملىء الشاحنة = حجم الشاحنة / حجم المجرفة
= 17 / 2 = 8.5

الزمن لمليء الشاحنة = عدد مرات التحميل * زمن دورة المجرفة
= 8.5 * 20 = 170 ثانية

اذن زمن دورة الشاحنة = (زمن التحميل، الذهاب، والتفريغ والعودة)
= 170 ثانية + 10 دقيقة * 60 = 770 ثانية

عدد الشاحنات اللازمة لاستغلال كامل وقت المجرفة = زمن دورة الشاحنة / زمن التحميل
= 770 / 170 = 4.5 شاحنة = 5 شاحنة

أي يجب استعمال خمس شاحنات لاشغال وقت المجرفة

معامل التشغيل = زمن تحميل كل الشاحنات / زمن دورة الشاحنة
زمن تحميل كل الشاحنات = 170 * 5 = 850 ثانية
وهذا يعني وجود وقت ضائع لكل شاحنة = زمن تحميل الشاحنات – دورة الشاحنة
= 850 – 770 = 80 ثانية تبقى تنتظر الشاحنة
وعليه فان معامل تشغيل الشاحنات = زمن دورة الشاحنة / زمن تحميل كل الشاحنات
= 770 / 850 * 100 = 90 %

أما اذا استعملت أربعة شاحنات:

زمن تحميل الشاحنات = 4 * 170 = 680 ثانية

معامل التشغيل للمجرفة = زمن تحميل كل الشاحنات / زمن دورة الشاحنة
= 680 / 770 * 100 = 88.3 %

وهذا يعني ان المجرفة تبقى تنتظر (770 - 680) = 90 ثانية

وبذلك من معرفة معامل التشغيل لكل من المجرفة والشاحنات يمكن تخمين الحل الامثل والناجح.

واجب:

احسب معامل تحميل شاحنات بحجم 21 م^3 , علما بان المجرفة تستغرق في كل دورة تحميل 35 ثانية وحجم القادوس قدره 3 م^3 , الشاحنة تسلك طريقها في الذهاب لمسافة 2 كم وبسرعة 30 كم / ساعة, والعودة بسرعة 45 كم/ساعة, والزمن الثابت للشاحنة (للتفريغ, وتبديل التروس) مساويا 30 ثانية .

الحل:

عدد مرات المجرفة لملئ الشاحنة = حجم الشاحنة / حجم المغرفة

= 21 / 3 = 7 مغرفة

زمن دورة المجرفة = 35 / 60 = 0.58 دقيقة

الزمن لملئء الشاحنة = عدد مرات التحميل * زمن دورة المجرفة

= 7 * 0. 58 = 4 دقيقة

بما ان زمن دورة الشاحنة = (التحميل، الذهاب، العودة, الزمن الثابت) =

زمن الذهاب = المسافة / السرعة = 2 كم / 35 كم / 60 = 3.4 دقيقة

زمن العودة = 2 / 45 / 60 = 2.6 دقيقة

اذن زمن دورة الشاحنة = 4 + 3.4 + 2.6 + 0.5 = 10.5 دقيقة

عدد الشاحنات اللازمة لاستغلال كامل وقت المجرفة = زمن دورة الشاحنة / زمن التحميل

= 10.5 / 4 = 3 شاحنة

معامل التشغيل للمجرفة = زمن تحميل كل الشاحنات / زمن دورة الشاحنة

= 3 * 4 / 10.5 * 100 = 114 %

وهذا معناه عدم توقف المجرفة أثناء العمل، واضطرار الشاحنات الى التوقف لفترة من الزمن.

الزمن لملىء الشاحنة = 4 دقيقة

زمن تحميل كل الشاحنات = 3 * 4 = 12 دقيقة

زمن دورة الشاحنة = 10.5 دقيقة

اذن ستتوقف كل شاحنة بمقدار = 12 - 10.5 = 1.5 دقيقة

هناك حلول لتقليل وقت توقف الشاحنات عن طريق:

*** زيادة حجم القادوس، وبالتالي تقليل عدد مرات المغارف.**

تحديد سعة القلابات:

يمكن تحديد سعة الشاحنات بالاعتماد على واحدة من أربع محددات وهي:-

1- القدرة الحصانية للمحرك:

حيث تتأثر القدرة الحصانية للمحرك بمقدار الحمل ونوع الطريق ومدى استوائه أو ميلانه سواء بالصعود او النزول، وكذلك الظروف الجوية، وحالة المحرك ومقدار سنوات الخدمة.

2- وزن الحمولة:

حيث يعبر عن سعة الشاحنة بالطن فيقال مثلا: شاحنة ذات حمولة 25 طن، وتستخدم الحمولة بالأطنان للمواد ذات الكثافة العالية مثل الحديد، الاسمنت و المعدات.

ويلاحظ في هذه المواد ان بدن الشاحنة لا يكون مملوء بأكمله، ألا انها تكون محملة بطاقتها القصوى. أما في المواد ذات الكثافة القليلة مثل (الحصو، الخشب، الاسفنج) , فان بدن الشاحنة يكون مملوء بأكمله في حين لم تصل الشاحنة الى الحمولة القصوى, وفي هذه الحالة يتم زيادة استيعاب الشاحنة من خلال وضع الواح جانبية تؤدي الى زيادة ارتفاع الجوانب.

3- حجم الحمولة التي يستوعبها بدن الشاحنة:

يتم قياس حجم بدن الشاحنة بالاعتماد على قياس (الطول*العرض *والارتفاع). ويحسب الارتفاع الى أعلى جانب البدن حيث يكون السطح الاعلى للمواد أفقيا.
قد تسمح طبيعة بعض المواد بتكديسها فوق المستوي ألأفقي مثل التربة الطينية بنسبة ميل 1/1 والتربة الرملية بنسبة ميل 3 / 1 لذلك فأن حجم الشاحنة يتغير حسب نوع المواد التي تحملها.

4- تحديد الحمولة بالعدد:

بعض المواد التي تحمل على الشاحنة تكون ذات قياسات معينة مثل الطابوق، والبلوك والكاشي. مثلا شاحنة ذات سعة 6000 طابوقة، أو سعة 3000 كاشية، ويحسب العدد من خلال العلاقة:-

العدد = حجم البدن / حجم الطابوقة

مع الانتباه الى الحمولة القصوى المسموح بها للشاحنة.

4 – الشاحنات (اللوريات) (Lorries):

وتسمى احيانا بشاحنات البضاعة:-

وهي الشاحنات ذات البدن الثابت والتي تصنع في أغلب الأحيان للسير على الطرق المبلطة، حيث تكون إطاراتها ذات ضغط عالي ونقشة ألأطار ناعمة لتقليل مقاومة الدحرجة وبالتالي الحصول على سرعة عالية.

وتكون هذه الشاحنات ذات محورين واحد في الأمام والأخر في الخلف أو ذات ثلاث محاور واحد في الأمام واثنين في الخلف أو ذات أربع محاور اثنان في الأمام، وأثنان في الخلف وذلك لتقليل الضغط المسلط على سطح الطريق كلما زادت وزن الحمولة.

يتم تفريغ الحمولة أما من الباب الخلفي، أومن خلال فتح أو رفع الألواح ألجانبية، ليصبح ظهر الشاحنة، عبارة عن سطح مستوي يمكن وضع الحاويات عليه باستخدام الرافعات الشوكية.

*** تستخدم هذه الشاحنات في المشاريع الإنشائية في نقل المواد التي لا تفرغ بواسطة القلابات مثل (الأبواب، الشبابيك، والكاشي، والمرمر ٠٠٠). * تتراوح سعة هذه الشاحنات بين (4 - 30) طن، كما يتراوح حجم الشاحنة بين (8م^3 - 20م^3), كما يمكن في أغلب الأحيان سحب مقطورة خلفية لزيادة الحمولة.**

*** تتراوح سعة هذه الشاحنات بين (4 - 30) طن، كما يتراوح حجم الشاحنة بين (8م^3 - 20م^3), كما يمكن في أغلب الأحيان سحب مقطورة خلفية لزيادة الحمولة.**

5- ناقلات المعدات (Plant Transporters):

هي الشاحنات التي تستخدم في نقل المكائن الأخرى الثقيلة (كالحفارات، والشفلات، والحادلات...), والتي لا تستطيع الحركة لمسافات كبيرة، وخاصة المجنزرة منها. وتكون هذه الشاحنات ذات محورين أو ذات ثلاث محاور أو ذات أربع محاور.

تتم عملية التحميل بعدد طرق منها:-

1- استخدام حبل حديدي لسحب الماكنة مع استخدام منحدر يثبت خلف الشاحنة لتسهيل رفع الماكنة على سطح الشاحنة.

2- أو باستخدام ناقلات ذات أبدان منخفضة من سطح الطريق مع وضع منحدر يثبت خلف المقطورة لتسهيل صعود الماكنة.

3- أو باستخدام اسلوب أزاحه الدواليب الخلفية نحو الجوانب لغرض جعل سطح الشاحنة قريب من سطح الطريق مما يسهل صعود الماكنة على ظهر الشاحنة مع وجود ارتفاع قليل من المنحدر من التربة.

- **يتراوح سعة هذه الشاحنات بين (15 - 100 طن).**
- **وطولها بين (15- 20متر) ، وعرضها بين (2.4 - 3.35متر).**
- **وهناك أنواع خاصة تصنعها الشركات لنقل المكائن الكبيرة باستخدام أبدان عريضة ومنخفضة من سطح الطريق مع وجود أعداد كثيرة من الإطارات لتقليل الضغط على سطح الطريق.**

عند استخدام شاحنات النقل، ينبغى دراسة مسار الحركة على الطرق من حيث:

1- انحدار الطريق الذي تسلكه سواء كان صعودا أو نزولا، ويفضل أن لا تزيد نسب الميل عن 15 % سوا كان بالصعود أو النزول.
2- عرض الطريق، وأنصاف أقطار الأقواس في الطرق، ووجود الأبنية القريبة من مناطق الاستدارة.
3- معرفة وجود الجسور ومقدار ما يسمح من أثقال.
4- الارتفاع ألأقصى المسموح به في الطريق الذي تسلكه الناقلة.
5- أماكن توقف الناقلة لغرض الراحة.
6- الظروف الجوية وتأثيرها على الطريق.
7- حالة الزخم المروري أثناء حركة الناقلة، ويفضل تنسيق سير الناقلة مع دوائر المرور لتحديد الطريق المناسب وساعة الحركة.

6- المقطورات (Trailers):

تستخدم هذه الشاحنات في نقل الحمولات الكبيرة من حيث الحجم والوزن مثل:-

الاسمنت المكيس، قضبان التسليح، الاخشاب والاجهزة والمواد المختلفة، وتمتاز هذه الشاحنات بكونها ذات محاور عديدة تصل الى (4 - 5) محاور.

7- مركبات ذاتية التحميل (Self-Loading Vehicles):-

تتألف من شاحنة اعتيادية مزودة برافع هيدروليكي يتم تثبيته بين مقصورة القيادة وبدن الشاحنة، وعند عدم الاستعمال يتم طوي المرفاع ليثبت بين المقصورة والشاصي.

- **تستخدم هذه الشاحنات في المشاريع الانشائية في نقل المواد التي لا تفرغ بواسطة القلابات مثل (الابواب، الشبابيك، الكاشي، المرمر.....).**
- **تتراوح سعة هذه الشاحنات بين (4 - 30) طن، ويتراوح حجم الشاحنة بين (8-20) م^3.**
- **كما يمكن في أغلب الاحيان سحب مقطورة خلفية لزيادة الحمولة.**
- **هذه المركبات في تطور مستمر لتسهيل عملية تحميل وتفريغ الحمولات وحسب حجم الشاحنة.**
-

8- عربات القطارات (Train Wagons): -

فيه يتم استخدام السكك الحديدية في نقل المواد الخام أو أي مواد اخرى وذلك بوجود عربات مصنوعة خصيصا لتسير على خطوط السكك الحديدية.

مما تحقق الاهداف التالية:

1- **تتابع تدفق المواد بشكل منتظم وبكميات كبيرة.**
2- **قلة عدد السواق, فكل قاطرة يقودها سائق أو اثنين.**
3- **اختصار الزمن حيث تقوم قاطرة واحدة بسحب مجموعة كبيرة من العربات تفوق حمولتها أي شاحنة الذي ينعكس على الكلفة الاجمالية للمشروع.**
4- **خطوط السكك تكون مفصولة عن خطوط الطرق العامة, مما يقلل من الزخم المروري أو التأثير على حركة السيارات.**

لهذا تستخدم هذه الوسيلة بكثرة في نقل المواد الخام الى مواقع المصانع كذلك في نقل المواد المنتجة الى مواقع التصريف (كمعامل السمنت والأنابيب).
تسحب العربات بواسطة قاطرة تعمل بمحركات الديزل أو بالكهرباء اعتمادا على توفر الوقود الملائم ومكان العمل، حيث يفرض استخدام القاطرات الكهربائية في الأنفاق، وذلك للتخلص من مخاطر التلوث داخل الأنفاق.
يتم تحميل عربات السكك بواسطة الرافعات بأنواعها المختلفة، أو بواسطة الحزام الناقل لتقليل زمن التحميل أو التفريغ، ويمكن التفريغ بطرق مختلفة، كالتفريغ القعري من الأسفل، أو التفريغ الجانبي.

المخندقات المستمرة

المخندقات المستمرة :

وهي نوع مهم من مكائن الحفر ولها محرك وهي اما ان تكون ذاتية الحركة او مثبتة على جرار وغالبا ما تتحرك على مجنزرات اما اداة الحفر فيها فتكون من ذراع هيكلي تتحرك عليه سلسلة مستمرة تركب عليها اسنان الحفر او اوعية الحفر وتحتوي جميع المخندقات على احزمة ناقلة.

اجزاء المخندقة:

1- هيكل حديدي قوي يستند عليه المحرك و اجزاء الحفر.
2- المحرك.
3- المجنزرات للنوع الذاتي الحركة.
4- عمود هيكلي للحفر.
5- حزام ناقل.

وظائف المخندقات:

1- تستخدم لحفر الخنادق و لمسافات طويلة لامرار كيبلات الكهرباء و الهاتف و انابيب الماء و المجاري و الغاز لان استخدام المخندقة في هذه الانواع من الحفريات تكون اكثر اقتصادية.

2- يكون استخدام المخندقة عمليا في المواقع الجديدة من المشاريع غير المكتظة بالمباني و التي لاتزال شوارعها غير مزدحمة بالخدمات (أنابيب الماء و المجاري و الغاز و كيبلات الكهرباء والهاتف) والتي تعيق عملية الحفر المستمرة و كذلك يمكن استخدام المخندقة لحفر اسس المباني.

أنواع المخندقات:

تتوفر في الوقت الحاضر أربعة أنواع من المخندقات وهي كالاتي :-

1- المخندقة المستمرة ذات الذراع المائل:

وهي لها جميع اجزاء المخندقة محرك ومجنزرات وكابينة جلوس السائق وذراع الحفر الذي يكون بشكل هيكل تتحرك عليه سلسلة مستمرة يركب عليها مجموعة من اوعية الحفر وهذه الاوعية مزودة باسنان تقوم بحفر التربة وتتحرك من الاسفل الى الاعلى بعد امتلاءها بالتربة تقلب التربة على حزام ناقل يرمي الترب على احدى جانبي المخندقة

2- المخندقة المستمرة ذات الذراع الشاقولي (المخندقة السلمية):

وهي تتألف من كل اجزاء المخندقة اما ذراع الحفر فيكون هيكلي وعمودي وتركب عليه سلسلة تحمل اوعية الحفر المسننة تتحرك من الاسفل الى الاعلى و ترمي بالتربة على الحزام الناقل الذي ينقلها الى احدى جوانب الحفر.

3- المخندقة الدولابية:

وهي تتكون من المحرك والمجنزرات وعمود الحفر الهيكلي الذي يكون بشكل دولاب كامل مثبت اوعية الحفر المسننة وتقوم بحفر التربة عند دوران الدولاب ويتحرك من الاسفل الى الاعلى وتفرغ اوعية الحفر التربة على الحزام الناقل ليرميها الى احد جوانب الحفر.

4- المخندقة المثبتة على جرار:

وهي مخندقة مستمرة مركبة على جرار ومصممة لأعمال حفر الخنادق الصغيرة الضحلة نسبيا حيثٌ يمكن حفر خنادق بعرض تتراوح من 10 سم الى 60 سم وعمق الخندق 2 م ونظرا لصغر مقطع الخندق المحفور يمكن الاعتماد على جرار مدولب سهل الانتقال بينٌ مواقع الحفر.

TROOSTWIJK

NOT A STEP

mermermarble

محاضرة مكائن حفر الأنفاق

الانفاق:

هي ممرات افقية تبنى تحت الارض وتمتد بين مدخل ومخرج ظاهران على سطح الارض.

اهمية الانفاق:

يعتبر انشاء الانفاق حاجة ملحة ازدادت اهميتها منذ ازدياد التوسع العمران وازدياد قيمة الوقت والتطور الهائل في وسائل المواصلات كذلك فهي مهمة في عمليات التعدين ومد شبكات المياه وشبكات الصرف الصحي ومنشآت الطاقة وغيرها.

العوامل التي تحدد نوع الطريقة المستخدمة في حفر الانفاق:

هناك عدة طرق تقنيات مستخدمة لأنشاء الانفاق وان اختيار الطر يقة المناسبة تعتمد على:

1- قوة الصخور.
2- عمق النفق تحت الارض.
3- خصوصية المكان.

طرق حفر الانفاق:

1- طريقة الحفر المكشوف او الحفر بالردم:

وتستخدم هذه الطريقة لأنشاء الانفاق القريبة من سطح الارض وهي ببساطة حفر خندق ثم بناء الجدران والسقف حيث يتم الحفر من السطح والاستمرار حتى الوصول الى العمق المطلوب لأرضية النفق و من ثم تصب الجدران و الارضية ثم السقف الذي يكون ارضية طريق معبد مثلا و بعد التطور الحاصل في حفر الانفاق بقيت هذه الطر يقة تستخدم في اغلب مشاريع الانفاق كخطوة اولى في حفر مدخل و مخرج النفق ثم يتم استخدام طرق اخرى في حفر بقية النفق ان اغلب مكائن الحفر القياسية و التي درسناها تعتبر مناسبة لحفر الانفاق بهذه الطريقة.

2- طريقة الحفر بالتثقيب والتفجير:

ان استخدام المتفجرات ساهمت كثيرا في تطور انشاء الانفاق خصوصا عندما تكون بيئة النفق صخور جبلية صلبة و في هذه الطريقة يتم استخدام مكائن هيدروليكية و كهربائية تقوم بعمل ثقوب في واجهة النفق الصخرية بعمق افقي يصل الى بضعة امتار و من ثم تملأ هذه الثقوب بمواد التفجير و بعد التفجير تنهار الصخور و تتهشم مما يتيح عملية استخراجها من موقع النفق بعد خروج الغازات الضارة من الموقع وهنا يجب ان تكون الثقوب موزعة و متباعدة بشكل منتظم و مدروس و من سلبيات هذه الطريقة انها تسبب موجات ارتدادية تسبب ضررا للمنشآت المجاورة لذلك تكون هذه الطريقة محدودة الاستعمال.

مكائن حفر الانفاق:

تختلف مكائن حفر الانفاق في حجمها وشكلها وتعقيدها وحسب اهمية وحجم وارض النفق ومن المكائن المهمة في حفر الانفاق.

ماكنة الحفر العميق:

تعتبر هذه الماكنة خلاصة تطور آلات ومعدات حفر الانفاق على مدار القرن السابق و تتكون هذه الماكنة من صحن دائري في مقدمتها مغطى بقواطع فولاذية صلبة وحادة تقطع و تهشم الصخور اثناء تقدم الاله ثم تنتقل عبر الحزام الناقل الى الخلف مما يتيح نقلها فيما بعد في شاحنات ضخمة الى خارج النفق ان اضخم ماكنة حفر عميق تم استخدامها كانت بقطر 17 متر. صرحت روسيا انها استخدمت الة حفر عميق بقطر 19 متر في سنة 2009 وتستخدم هذه الماكنة في كافة انواع الصخور وكذلك في التربة العادية اما مساوئها فهي كلفتها الباهظة، صعوبة نقلها وتركيبها بسبب وزنها الذي قد يقارب 120 طن وحجمها وطولها 150 متر.

SALE
EVANGEL