وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني التكنولوجي البصرة
قسم التقنيات المدنية

الحقيبة التعليمية لمادة

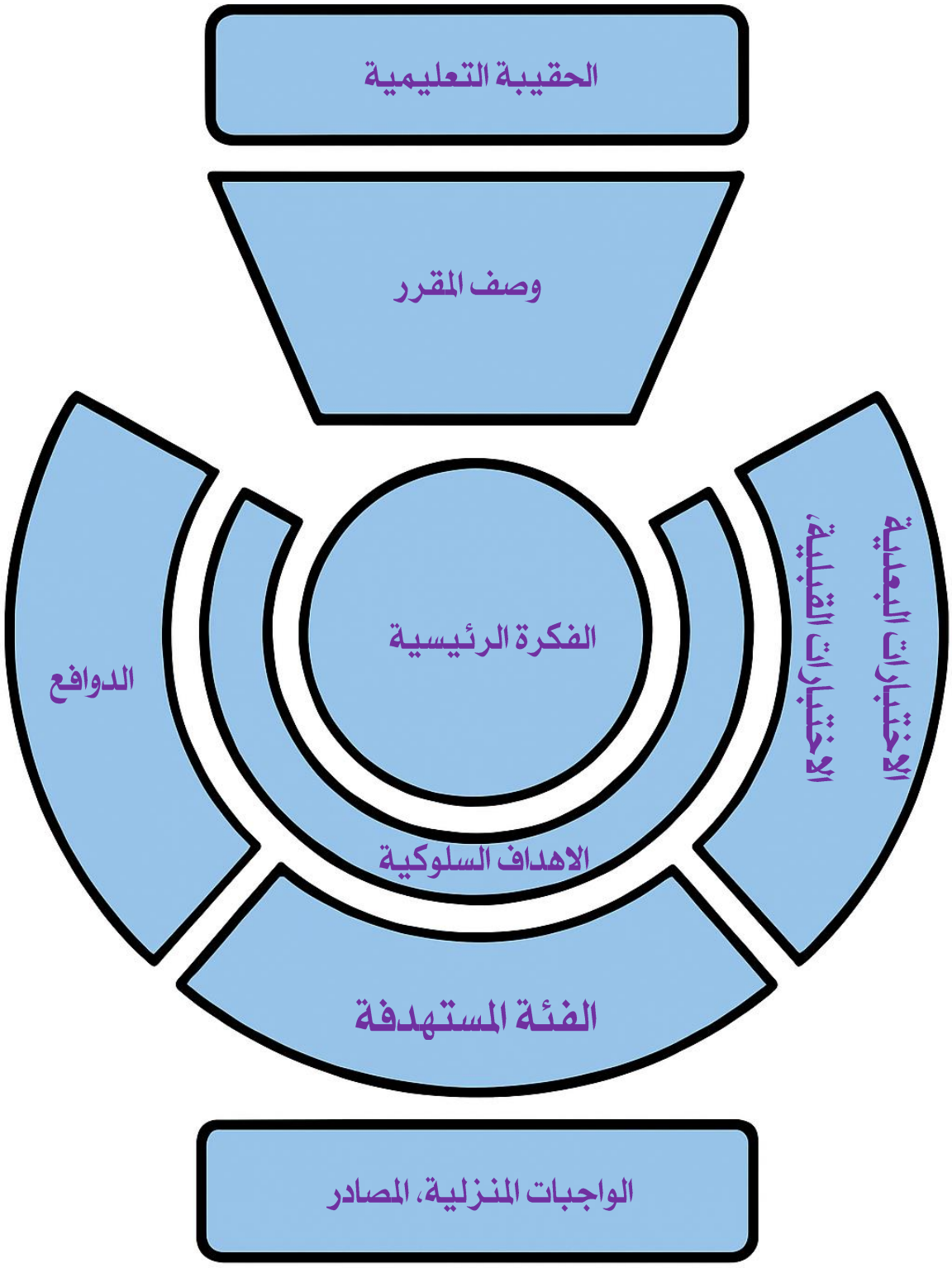
المكائن الانشائية ١

Construction Equipments (1)

لطلبة المرحلة الثانية

اعداد

د. أياد عبد الخالق يحيى
د. هنادي عبد الرضا لطيف
قسم التقنيات المدنية
٢٠٢٥


الحقيبة التعليمية
وصف المقرر
الاختبارات البعدية
الاختبارات القبلية
الدوافع
الفكرة الرئيسية
الاهداف السلوكية
الفئة المستهدفة
الواجبات المنزلية، المصادر

وصف المقرر

1- اسم المقرر:
المكائن الانشائية ١
2- رمز المقرر:
٨
3- الفصل / السنة:
فصلي
4- تاريخ إعداد هذا الوصف :
14/ 02/ 2025
5- أشكال الحضور المتاحة :
حضوري فقط
6- عدد الساعات الدراسية (الكلي)/ عدد الوحدات (الكلي):
30 ساعة فصليا / 2 ساعة اسبوعياً/ 2 وحدات
7- اسم مسؤول المقرر الدراسي (اذا اكثر من اسم يذكر)
الاسم: د. أياد عبد الخالق يحيى الآيميل : ayad.alyousuf@stu.edu.iq د. هنادي عبد الرضا لطيف الآيميل :hanadi.ridha@stu.edu.iq
8- اهداف المقرر
اكتساب المهارة تحديد إنتاجية المكائن وكلف تشغيلها والأشراف على انجازها للأعمال بصورة جيدة
9- استراتيجيات التعليم والتعلم

الاستراتيجية	• استراتيجية التعليم تخطيط المفهوم التعاوني. • استراتيجية التعليم العصف الذهني. • استراتيجية التعليم سلسلة الملاحظات

10- بنية المقرر

الأسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الوحدة او الموضوع	طريقة التعلم	طريقة التقييم
1	2 ساعة	1- تعريف الطالب بالمكائن الانشائية ٢-تعريف الطالب بتحديد انتاجية المكائن وكلف الانتاجية لها. ٣-تعريف الطالب بعمل كل ماكنة انشائية.	معدات الانشاء حساب كلف وامتلاك المكائن حساب كلف وامتلاك المكائن المكائن الخاصة والقياسية مقاومة الحركة وتاثير الميل المقلعة مجرفة التحميل زيارة ميدانية للمشاريع مكائن الحفر ١ مكائن الحفر ٢ مكائن وحدات النقل اللوريات المدرجات القاشطات	١- محاضرات نظرية. ٢-زيارات ميدانية افلام علمية.	الامتحانات الأسبوعية والشهرية واليومية والتحريرية وامتحان نهاية الفصل.
2	2 ساعة				
3	2 ساعة				
4	2 ساعة				
5	2 ساعة				
6	2 ساعة				
7	2 ساعة				
8	2 ساعة				
9	2 ساعة				
10	2 ساعة				
11	2 ساعة				
12	2 ساعة				
13	2 ساعة				
14	2 ساعة				
15	2 ساعة				

11- تقييم المقرر

توزيع كالتالي: 30 درجة امتحانات نظرية لمنتصف الفصل الاول. .10درجات امتحانات يومية وتقييم مستمر. 60 درجة امتحان نهاية الفصل

12- مصادر التعلم والتدريس

الكتب المقررة المطلوبة (المنهجية أن وجدت)	**المكائن الانشائية / عدنان الدهان، سرمد النعيمي، باسل هاني**
المراجع الرئيسة (المصادر)	**تخطيط ومعدات وطرق الانشاء / د. محمد ايوب** **الهندسة المدنية / سيد بسيوني** **هندسة الطرق / محمود توفيق سالم**
الكتب والمراجع الساندة التي يوصى بها (المجلات العلمية، التقارير....)	**الكتب الموجود في المكتبة المركزية**
المراجع الإلكترونية ، مواقع الانترنيت	**مصادر مختلفة من الانترنت**

أولا: النظرة الشاملة

١. **الفئة المستهدفة** :

طلبة المعهد التقني التكنولوجي البصرة/ قسم التقنيات المدنية / المرحلة الثانية

٢. **الدوافع** :

تعليم الطالب كيفية اختيار المكائن المناسبة والاكثر اقتصادية لتنفيذ المشروع

٣. **الفكرة الرئيسية** :

- تعتبر مادة المكائن الانشائية من العلوم المهمة التي نحتاجها عند تنفيذ المشاريع الانشائية لما لها من اهمية عظمى في توفير وتنظيم الوقت وتقليل تكاليف الانشاء من خلال معرفة كافة انواع المكائن المستخدمة في الاعمال الانشائية واسمائها وكيفية الاستفادة من طاقاتها وخصائصها وتنسيق العمل فيما بينها وحساب الكلف الانتاجية

٤. **الاهداف السلوكية** :

سيكون الطالب بعد الانتهاء من دراسة الوحدة النمطية الاولى قادرا على ان :

- يحدد انواع الفعاليات والاعمال الانشائية
- يعرف المدة اللازمة لكل فعالية
- يعرف الوقت اللازم لاكمال المشروع

ثانياً : الاختبارات القبلية:

ضع دائرة حول الاجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

١. المكائن الانشائية: هي المكائن التي تستخدم في:

أ. اعداد وجبات الغذاء

ب. انشاء المشاريع الانشائية

ج. تصليح السيارات.

٢. الاندثار هو:

أ. امتلاك راس مال للاستثمار

ب. فقدان الماكنة لجزء من قيمتها بسبب استعمالها

ج. عمر الماكنة الاقتصادي

٣. الشفل: هو ماكنة للقيام ب:

أ. حدل التربة

ب. قشط وتحميل التربة

ج. سحب المكائن العاطلة

٤. البلدوزر ماكنة تستخدم في:

أ. حفر التربة

ب. بناء الجدران

ج. تبليط الشوارع

٥. الحفارة الخلفية ماكنة تستخدم في:

أ. حدل التربة

ب. مزج الكونكريت

ج. حفر القنوات

٦. القاشطة ماكنة تستخدم في:

أ. مزج التربة

ب. قشط التربة ونقلها

ج. مزج الكونكريت

٧. القلاب ماكنة تستخدم في:

أ. نقل التربة

ب. بناء الجدران

ج. تبليط الشوارع

٨. الحادلة ماكنة تستخدم في:

أ. تقليل المسافة بين جزيئات التربة

ب. مزج الكونكريت

ج. حفر التربة

٩. الخباطة الكونكريتية تستخدم في:

أ. مزج التربة

ب. قشط التربة ونقلها

ج. مزج الكونكريت

المكائن الإنشائية

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

ومن اجل تحقيق الاهداف الرئيسية التالية

١. زيادة معدلات إنتاجية المشاريع.
٢. تقليل الكلفة الكلية للمشروع.
٣. إنجاز فعاليات معقدة يتعذر إنجازها يدويا.
٤. إنجاز فعاليات متعددة بصورة إقتصادية أكثر مما عليه في الاسلوب اليدوي.
٥. تقليل الجهد العضلي الذي يبذله العامل وذلك بالاستفادة من طاقة المكائن الانشائية.
٦. المحافظة على مستويات عالية في دقة التنفيذ التي تتطلبها التصاميم الانشائية.

(إن الفائدة المتوخاة في تقليص الكلفة تكون واضحة في المشاريع الكبيرة اكثر مما هي في المشاريع الصغيرة)

هناك العديد من العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار معدات الانشاء ومنها :

١. معرفة القائم بتنفيذ العمل بأحدث المكائن والمعدات التي تؤدي الفعاليات الانشائية وذلك باختيار الماكنة ذات النوعية الجيدة والانتاجية العالية والاقتصادية في التكاليف
٢. تحديد كمية وحجم الأعمال الواجب انجازها باستخدام المكائن

٣. معرفة انتاجية المكائن الواجب استخدامها لتنفيذ المشروع

٤. تقدير العمر الاقتصادي للماكنة

٥. تقدير كلفة امتلاك وتشغيل المكائن الانشائية وعلاقتها بالناحية الاقتصادية

٦. تقدير الكلفة المترتبة نتيجة ادامة المكائن (الصيانة والتصليح)

٧. توفر قطع الغيار في وقت الحاجة اليها

مصادر المكائن الانشائية

يمكن الحصول على المكائن الانشائية بأحد الطرق التالية :

١. امتلاك الماكنة

٢. استئجار الماكنة

محاسن امتلاك الماكنة

١. ان الماكنة تكون جاهزة في اي وقت يحتاج اليها المنفذ.

٢. يمكن لمالك الماكنة اجراء الصيانة اللازمة بشكل أفضل مما يجري على الماكنة المستأجرة.

٣. يمكن توزيع كلفة الماكنة على عدة مشاريع يقوم المقاول بتنفيذها بحيث يتم استغلال الماكنة بأقصى شكل ممكن والحصول على مردود اقتصادي جيد.

٤. ان وجود الماكنة تحت تصرف مالكها في جميع الأوقات يجعل الكلف المترتبة على التأخير في تنفيذ العمل بشكل عام اقل.

مساوئ امتلاك الماكنة

١. ان امتلاك الماكنة يعتبر استغلالا لمقدار محسوس من رأس المال الذي يمكن استغلاله في مجالات اخرى.

٢. قد يكون امتلاك الماكنة أكثر كلفة من استئجارها مالم يتمكن من استغلالها بصورة جيدة ومستمرة في المشاريع.

٣. ان امتلاك الماكنة يجعل المقاول يستمر في استخدامها لفترة طويلة رغم ظهور مكائن أكثر تطورا وانتاجية وهذا ينعكس على سرعة تنفيذ المشروع وكلفته.

٤. ان امتلاك المقاول لمكائن معينة يجعله يستمر في اختصاص ثابت وفي مجال محدد من الاعمال وهذا قد يفوت عليه فرصة الاستفادة من تنفيذ اعمال تحتاج لمكائن مختلفة عما يمتلك.

٥. ان امتلاك الماكنة يفرض على المقاول أحيانا استعمالها حتى بعد تجاوزها العمر الاقتصادي نتيجة ارتفاع كلفة صيانتها وهذا ينعكس على كلفة المشروع.

محاسن استئجار الماكنة

١. الاحتفاظ برأس المال لغرض الاستثمار في مجالات اخرى بدلا من استغلاله في شراء الماكنة.

٢. تستأجر الماكنة لفترات محدودة حسب تقدم فقرات العمل وعند الحاجة اليها مما يقلل من المبالغ المصروفة للتنفيذ.

٣. لايقوم المتسأجر باجراء عمليات الصيانة والتصليح وبذلك لا يشغل المستأجر وقته بتفاصيل الصيانة.

٤. يمكن الاتفاق مع مالك الماكنة على أن يشمل ايجار الماكنة اجور المشغل وكلفة الوقود والزيوت وبذلك يتخلص المستأجر من تفاصيل عديدة ويتفرغ لمتابعة تنفيذ فقرات العمل.

٥. بعد انجاز المشروع لن يبقى بعهدة المقاول أية مكائن عاطلة وفائضة عن حاجته وما يعنيه ذلك من تجميد لرأس المال.

٦. ان استئجار الماكنة يلزم المقاول باتباع اسلوب التخطيط العلمي الصحيح لمراحل تنفيذ المشروع لكي لايقوم باستئجار ماكنة تتوقف في بعض الأحيان نتيجة تعارض تنفيذ الفقرات الاخرى مع عمالها.

مساوئ استئجار الماكنة

١. قد يتوقف العمل في حالة عدم توفر الماكنة عند الحاجة اليها.

٢. خلال الظروف الجوية السيئة التي تؤدي الى ايقاف العمل أو في حالة تأخر وصول المواد الانشائية فان المستأجر يستمر في دفع ايجار الماكنة دون الاستفادة منها وهذا يؤدي الى زيادة في كلفة المشروع.

٣. نتيجة اختلاف ظروف الطلب على استئجار المكائن فقد يقوم مالكو المكائن برفع اجورها وبذلك يضطر المستأجر الى دفع اجور لم يكن قد خطط لها عند حساب الكلفة قبل المباشرة به.

ثالثاً : الاختبارات البعدية:

١. **القلاب ماكنة تستخدم في:**

أ.نقل التربة

ب. بناء الجدران

ج. تبليط الشوارع

٢. **الحادلة ماكنة تستخدم في:**

أ. تقليل المسافة بين جزيئات التربة

ب. مزج الكونكريت

ج. حفر التربة

٣. **الخباطة الكونكريتية تستخدم في:**

أ. مزج التربة

ب. قشط التربة ونقلها

ج. مزج الكونكريت

٤. **الحفارة الخلفية ماكنة تستخدم في:**

أ. حدل التربة

ب. مزج الكونكريت

ج. حفر القنوات

٥. القاطة ماكنة تستخدم في:

أ. مزج التربة

ب. قشط التربة ونقلها

ج. مزج الكونكريت

٦. المكائن الانشائية: هي المكائن التي تستخدم في:

أ. اعداد وجبات الغذاء

ب. انشاء المشاريع الانشائية

ج. تصليح السيارات.

٧. الاندثار هو:

أ. امتلاك راس مال للاستثمار

ب. فقدان الماكنة لجزء من قيمتها بسبب استعمالها

ج. عمر الماكنة الاقتصادي

٨. السفل: هو ماكنة للقيام ب:

أ. حدل التربة

ب. قشط وتحميل التربة

ج. سحب المكائن العاطلة

٩. البلدوزر ماكنة تستخدم في:

أ. حفر التربة

ب. بناء الجدران

ج. تبليط الشوارع

رابعاً : الاجابات النموذجية:

ت	الاختبار القبلي	ت	الاختبار البعدي
١	ب	١	أ
٢	ب	٢	أ
٣	ب	٣	ج
٤	أ	٤	ج
٥	ج	٥	ب
٦	ب	٦	ب
٧	أ	٧	ب
٨	أ	٨	ب
٩	ج	٩	أ

خامساً : واجبات منزلية

١) ماهي محاسن امتلاك المكائن الانشائية, او مساوئ امتلاك المكائن الانشائية.

٢) كيف يمكن تلخيص الاهداف الرئيسية التي تتحقق باستخدام المكائن الانشائية في الاعمال, بستة نقاط موجزة فقط؟ بين ذلك.

٣) ماهي العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار معدات الانشاء والمكائن الانشائية.

سادساً : المصادر

- تخطيط ومعدات طرق الانشاء / د. محمد ايوب صبري
- المكائن الانشائية / عدنان الدهان، سرمد النعيمي، باسل هاني
- Heavy construction equipment, Stuart wood,JR
- Construction Planning Equipment, Robert Petrify

الفصل الثاني

حساب كلف امتلاك وتشغيل المكائن

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

العوامل المؤثرة في حساب كلفة الامتلاك والتشغيل :

١. القيمة الزمنية للنقود.
٢. عمر الماكنة الاقتصادي.
٣. سعر الماكنة عند الشراء.
٤. ظروف تشغيل الماكنة.
٥. ساعات التشغيل السنوية.
٦. عدد سنوات التشغيل.
٧. الاسترداد عند اعادة البيع.
٨. امكانيات صيانة الماكنة.

❖ 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 اما بشكل فائدة بسيطة أو مركبة.

- **القيمة الزمنية للنقود بحساب الفائدة البسيطة** :

وفي هذه الطريقة يتم الحساب اعتمادا على رأس مال المستثمر في بداية المدة بدون اي تغيير خلال هذه الفترة.

القيمة الزمنية للنقود (ق)= الكلفة الاصلية × الزيادة السنوية × المدة

مـــثـــال توضيحي :

رافعة برجية بكلفة شراء ٤٠,٠٠٠,٠٠٠ دينار يقدر عمرها بخمس سنوات. ماهي الكلفة الكلية لامتلاكها اذا افترضنا ان الزيادة السنوية هي ٥٪.

الاجابة:

القيمة الزمنية للنقود(ق)= الكلفة الاصلية × الزيادة السنوية × المدة

$= ٤٠,٠٠٠,٠٠٠ \times (٥/١٠٠) \times ٥$

= ١٠,٠٠٠,٠٠٠ دينار

الكلفة الكلية = ٤٠,٠٠٠,٠٠٠ + ١٠,٠٠٠,٠٠٠

= ٥٠,٠٠٠,٠٠٠ دينار

- **القيمة الزمنية للنقود بحساب الزيادة المركبة :**

وفي هذه الطريقة يتم حساب الزيادة بشكل مركب اعتمادا على رأس المال المستثمر في بداية المدة مضافا الية الزيادة في نهاية السنة.

مـــثـــلا:

لو استثمر مبلغ ١٠,٠٠٠ دينار لشراء ماكنة مركبة قدرها ٦٪ فان المبلغ يصبح:

١٠,٠٠٠ + (١٠,٠٠٠ × ٠.٠٦) = ١٠,٦٠٠

هذا المبلغ يصبح رأس المال المستثمر للسنة التالية أي

١٠,٦٠٠ + (١٠,٦٠٠ × ٠.٠٦) = **١١,٢٣٦ دينار**.

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

حيث :

القيمة الزمنية للنقود (ق) = المبلغ المستثمر × (١+ مبلغ الزيادة)$^{\text{عدد السنوات}}$

$$= \text{م} \times (١+\text{ع})^{\text{ن}}$$

م: المبلغ المستثمر

ع: مبلغ الزيادة

ن: عدد السنوات

مـــثـــال توضيحي:

رافعة برجية بكلفة شراء ١٠,٠٠٠,٠٠٠ دينار يقدر عمرها بثمانية سنوات. ماهي الكلفة الكلية لامتلاكها اذا افترضنا ان الزيادة المركبة هي ٦٪.

الاجابة:

القيمة الزمنية للنقود(ق) = $\text{م} \times (١+\text{ع})^{\text{ن}}$

القيمة الزمنية للنقود(ق) = $١٠,٠٠٠,٠٠٠ \times \left(١+\frac{6}{100}\right)^{٨} = ١٥,٩٣٨,٠٠٠$ **دينار**

الكلفة الكلية = ١٠,٠٠٠,٠٠٠ + ١٥,٩٣٨,٠٠٠ = **٢٥,٩٣٨,٠٠٠ دينار**

❖ عمر الماكنة الاقتصادي

يتأثر عمر الماكنة بكيفية تشغيلها ومقدار ما يصرف لاجراء الصيانة والعناية التي تبذل في ادامتها. ولابد من ايجاد توازن محسوب بين المبالغ المستثمرة في اجراء الاستبدال والعمر المضاف الى الماكنة بحيث لو كانت مبالغ الاستبدال مرتفعة تجعل الاستمرار في الاحتفاظ بالماكنة غير مجدي اقتصاديا عند ذلك ويصبح استبدالها اكثر فائدة.

❖ 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 الى رفع أو خفض كلفة شراء الماكنة.

❖ ظروف تشغيل الماكنة

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

❖ ساعات التشغيل السنوية

تتأثر ساعات التشغيل السنوية ببرنامج عمل مالك الماكنة والمشاريع التي يتولى تنفيذها ، وكذلك الظروف التي تؤدي الى توقف الماكنة سواء ماكان بسبب برمجة العمل ، او بسبب الظروف الجوية ، او بسبب أعمال الادامة والتصليح وهذا ينعكس على كلفة وحدة العمل الذي تنتجه الماكنة.

❖ عدد سنوات التشغيل

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

❖ الاسترداد عند اعادة البيع

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

❖ امكانيات صيانة الماكنة

ويقصد بامكانيات الصيانة بتوفر قطع الغيار اللازمة للقيام بأعمال الصيانة وكذلك توفر الورش المتخصصة في أعمال الصيانة والتصليح. ان عدم توفر قطع الغيار يؤدي الى توقف الماكنة مهما كانت نوعيتها جيدة ، ويجعل من الافضل اختيار نوعية اخرى بمواصفات أقل ، الا 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 أخذ العوامل التالية: كلف الامتلاك تشمل:

١. كلف الاندثار (الاستهلاك) Depreciation cost
٢. كلف الاستثمار Investment cost
٣. كلف الصيانة والتصليح Maintenance and repairs
٤. كلف الاستبدال Replacement cost
٥. كلف التشغيل (Operation cost) وتشمل اجرة المشغل ، وكلفة الوقود ، وكلفة الزيوت.

❖ كلف الاندثار (الاستهلاك)

يعرف الاندثار بانه : فقدان الماكنة لجزء من قيمتها بسبب استعمالها او بسبب مرور مدة من الزمن عليها مهما كانت العناية بها كثيرة. لذلك على المالك أن يغطي الهبوط في قيمة الماكنة من خلال الاستفادة القصوى من كفاءة الماكنة خلال عمرها الاقتصادي.

قيمة الماكنة الكلي : ويشمل مبلغ الشراء و النقل والتحميل والتفريغ والنصب وكلف الاجازة والتأمين وما شابه ذلك من مصاريف.

وحدة الاندثار ويقصد بها المبلغ الكلي لكل وحدة زمن.

مثلا ١٠,٠٠٠ دينار / اسبوع او ١٠٠٠ دينار / ساعة.

- **طرق حساب كلف الاندثار :**

هناك عدة طرق لحساب كلف الاندثار منها:

١. طريقة الخط المستقيم.
٢. طريقة جمع ارقام السنين.

✓ 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 او يساوي قيمة الاسترداد (البيع). لذلك عند حساب قيمة الاندثار يجب معرفة :

١. سعر الشراء
٢. عمر الماكنة الاقتصادي
٣. سعر البيع

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

معدل الاندثار السنوي= كلفة الاندثار / عمر الماكنة السنوي (دينار/سنة)

معدل الاندثار بالساعة= معدل الاندثار السنوي / عدد ساعات العمل في السنة (دينار/ساعة)

مـــثـــال توضيحي :

مجرفة ميكانيكية (شفل) كلفتها الأصلية (**٢٠,٠٠٠,٠٠٠دينار**) ويقدر عمرها الاقتصادي بـ ٥ سنوات ، فاذا كان بالامكان بيعها بـ(**٥,٠٠٠,٠٠٠دينار**). احسب مقدار الاندثار الكلي ، الاندثار السنوي ، ومقدار الاندثار بالساعة. اذا افترضنا ان ساعات التشغيل السنوي ٣٠٠٠ ساعة.

الاجابة:

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

= ٢٠,٠٠٠,٠٠٠ - ٥,٠٠٠,٠٠٠

= ١٥,٠٠٠,٠٠٠

معدل الاندثار السنوي = كلفة الاندثار / عمر الماكنة السنوي

= ١٥,٠٠٠,٠٠٠ / ٥

= **٣,٠٠٠,٠٠٠دينار/سنة**

معدل الاندثار (ساعة) = الاندثار السنوي / عدد ساعات العمل

= ٣,٠٠٠,٠٠٠ / ٣٠٠٠

= ١٠٠٠ دينار / ساعة

تعتبر طريقة الخط المستقيم من أسهل الطرق في حساب كلف الاندثار ويمكن حساب قيمة الماكنة في بداية كل سنة وفي نهايتها كما في الجدول التالي:

السنوات	قيمة الماكنة في بداية السنة	معدل الاندثار السنوي	قيمة الماكنة في نهاية السنة
١	٢٠,٠٠٠,٠٠٠	٣,٠٠٠,٠٠٠	١٧,٠٠٠,٠٠٠
٢	١٧,٠٠٠,٠٠٠	٣,٠٠٠,٠٠٠	١٤,٠٠٠,٠٠٠
٣	١٤,٠٠٠,٠٠٠	٣,٠٠٠,٠٠٠	١١,٠٠٠,٠٠٠
٤	١١,٠٠٠,٠٠٠	٣,٠٠٠,٠٠٠	٨,٠٠٠,٠٠٠
٥	٨,٠٠٠,٠٠٠	٣,٠٠٠,٠٠٠	٥,٠٠٠,٠٠٠

✓ طريقة جمع ارقام 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 (البيع). لذلك عند حساب قيمة الاندثار يجب معرفة:

١. سعر الشراء
٢. عمر الماكنة الاقتصادي
٣. سعر البيع

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

معدل الاندثار السنوي= كلفة الاندثار × (عدد السنوات / مجموع اعداد السنوات) (دينار/سنة)

معدل الاندثار بالساعة= معدل الاندثار السنوي / عدد ساعات العمل في السنة (دينار/ساعة)

مـــثـــال توضيحي:

مجرفة ميكانيكية (شفل) كلفتها الاصلية (**٢٠,٠٠٠,٠٠٠ دينار**) ويقدر عمرها الاقتصادي بـ (٥ سنوات). فاذا كان بالامكان بيعها بـ (**٥,٠٠٠,٠٠٠ دينار**). احسب مقدار الاندثار الكلي, الاندثار السنوي باستخدام طريقة جمع ارقام السنين.

الاجابة:

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

= ٢٠,٠٠٠,٠٠٠ - ٥,٠٠٠,٠٠٠

= **١٥,٠٠٠,٠٠٠ دينار**

مجموع اعداد السنوات = ٥+٤+٣+٢+١= ١٥ سنة

السنوات	نسبة الاندثار	الاندثار الكلي	الاندثار السنوي	قيمة الماكنة في نهاية السنة
٠	٠	٠	٠	٢٠,٠٠٠,٠٠٠
١	١٥/٥	١٥,٠٠٠,٠٠٠	٥,٠٠٠,٠٠٠	١٥,٠٠٠,٠٠٠
٢	١٥/٤	١٥,٠٠٠,٠٠٠	٤,٠٠٠,٠٠٠	١١,٠٠٠,٠٠٠
٣	١٥/٣	١٥,٠٠٠,٠٠٠	٣,٠٠٠,٠٠٠	٨,٠٠٠,٠٠٠
٤	١٥/٢	١٥,٠٠٠,٠٠٠	٢,٠٠٠,٠٠٠	٦,٠٠٠,٠٠٠
٥	١٥/١	١٥,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	٥,٠٠٠,٠٠٠

❖ كلف الأستثمار

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

١. مبلغ التأمين على الماكنة
٢. مبلغ الايواء (الكراجية) وغيرذلك 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 (٨٪ – ١٢٪) من قيمة معدل كلفة الماكنة. يمكن حساب كلف الاستثمار بالاعتماد على طريقة الخط المستقيم في حساب قيم الاندثار وكما موضح بالمثال التالي:

مـــثـــال توضيحي :

احسب معدل قيمة جرار مجنزر ومقدار مبلغ الاستثمار اذا كان سعر الشراء يساوي ٣٥,٠٠٠,٠٠٠ دينار وقدر العمر النافع بخمس سنوات؟

الاجابة:

معدل القيمة السنوية (الاندثار)= مبلغ الشراء / العمر النافع

٣٥,٠٠٠,٠٠٠ / ٥ =

= ٧,٠٠٠,٠٠٠ دينار

السنوات	قيمة الاندثار	قيمة الماكنة (دينار)
٠	---------	٣٥,٠٠٠,٠٠٠
١	٧,٠٠٠,٠٠٠	٢٨,٠٠٠,٠٠٠
٢	١٤,٠٠٠,٠٠٠	٢١,٠٠٠,٠٠٠
٣	٢١,٠٠٠,٠٠٠	١٤,٠٠٠,٠٠٠
٤	٢٨,٠٠٠,٠٠٠	٧,٠٠٠,٠٠٠
٥	٣٥,٠٠٠,٠٠٠	----------
	المجموع	١٠٥,٠٠٠,٠٠٠

معدل قيمة الماكنة = ١٠٥,٠٠٠,٠٠٠ / ٥ = **٢١,٠٠٠,٠٠٠دينار**

ولو احتسبنا معدل قيمة الماكنة كنسبة مئوية من القيمة الاصلية لوجدناها

تساوي = (٢١,٠٠٠,٠٠٠ / ٣٥,٠٠٠,٠٠٠) × ١٠٠٪ = ٦٠٪

مبلغ الاستثمار = (٨٪ – ١٢٪) × معدل قيمة الماكنة

= ١٠٪ × ٢١,٠٠٠,٠٠٠ = **٢,١٠٠,٠٠٠دينار**

يمكن التعبيرعن معدل قيمة الماكنة بشكل معادلة تعتمد على طريقة الخط المستقيم وفي الحالتين:

أ. في حالة عدم وجود قيمة استردادية (اي البيع يساوي صفر)

$$\text{معدل قيمة الماكنة} = \frac{(\text{القيمة الاصلية} - \text{الشراء}) \times [(\text{ن}+1)]}{2\text{ن}}$$

ن = العمر النافع للماكنة بالسنوات

مـــثـــال توضيحي :

احسب معدل كلفة حادلة قيمتها الاصلية ٢٥،٠٠٠،٠٠٠ دينار ويقدر عمرها النافع بخمس سنوات ؟

الاجابة:

معدل قيمة الماكنة =[القيمة الاصلية (الشراء) × [(ن+١)]] / ٢ن

= [٢٥,٠٠٠,٠٠٠ × [(٥ + ١)]]/(٥×٢)

= ١٥,٠٠٠,٠٠٠ دينار

ولو اعتبرنا مصاريف الاستثمار (التامين, الضرائب المخزن ,.....) بنسبة ١٠٪ من معدل قيمة الماكنة

اذن مبلغ كلف الاستثمار = ١٥,٠٠٠,٠٠٠ × ٠.١ = ١,٥٠٠,٠٠٠ دينار

ب. في حالة وجود قيمة استردادية (اي البيع يساوي قيمة معينة)

معدل قيمة الماكنة =

$$\frac{[\text{القيمة الاصلية (الشراء)} \times [(\text{ن}+1)]]+[\text{القيمة الاستردادية (البيع)} \times [(\text{ن}-1)]]}{2\text{ن}}$$

ن = العمر النافع للماكنة بالسنوات

مـــثـــال توضيحي :

احسب معدل كلفة حادلة قيمتها الاصلية ٢٥,٠٠٠,٠٠٠ دينار ويقدر عمرها النافع بخمس سنوات وكانت قيمتها الاستردادية ٥,٠٠٠,٠٠٠ دينار.

الاجابة:

معدل قيمة الماكنة =

$$\left(\left[\text{القيمة الاصلية (الشراء)} \times (\text{ن}+1)\right]+\left[\text{القيمة الاستردادية (البيع)} \times [(\text{ن}-1)]\right] / \text{٢ن}\right)$$

$$\left(\left[٢٥,٠٠٠,٠٠٠ \times (٥+1)\right]+\left[٥,٠٠٠,٠٠٠ \times [(٥ - 1)\right] / (٢ \times ٥)\right)$$

= **١٧,٠٠٠,٠٠٠ دينار**

ولو اعتبرنا مصاريف الاستثمار (التامين, الضرائب المخزن ,.....) بنسبة ١٠٪ من معدل قيمة الماكنة

اذن مبلغ كلف الاستثمار = ١٧,٠٠٠,٠٠٠ × ٠.١ = **١,٧٠٠,٠٠٠ دينار**

الفصل الثاني

تخمين كلف امتلاك وتشغيل المكائن ـ تكملة

❖ كلف الصيانة والتصليح :

تتأثر كلف الصيانة والتصليح بعوامل عديدة منها :

١. العناية التي يبذلها المالك في تشغيل الماكنة
٢. توفير المشغلين الجيدين
٣. اجراء عمليات الصيانة الدورية بالشكل الذي تحدده الشركة المنتجة
٤. نوع الماكنة (مثلا كلفة صيانة مولدة كهرباء اقل من صيانة كسارة للحجر في معامل تكسير الحجر
٥. 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 لايمكن حساب كلف الصيانة بشكل دقيق وانا يعتمد على تحديد نسبة تتراوح بين (٨٠ ـ ١٢٠)% من قيمة الاندثار السنوي. وفي كثير من الاحيان يفرض كلفة الصيانة والتصليح مساويا لقيمة الاندثار.

❖ كلف الاستبدال :

تؤثر كلف الاستبدال باتجاهين

١. **الاتجاه الاول** : هو استبدال اجزاء من الماكنة بسبب عطل هذه الاجزاء وهذا يكون ضمن فقرة الصيانة والتصليح. كما يمكن استبدال بعض الاجزاء للاستعاضة عنها باجزاء اكثر فعالية او تطورا, وتؤدي الى زيادة قابلية الماكنة أو سرعة انتاجها وكفائتها وبالتالي يجب ادخال كلف الاستبدال ضمن كلف الماكنة

٢. **الاتجاه الثاني** : هو استبدال الماكنة بماكنة جديدة في اي مرحلة من عمر الماكنة النافع. ومن المعروف ان اسعار المكائن قد ترتفع او تنخفض حسب الظروف الاقتصادية للبلد وتوفر المكائن في السوق العالمية.

❖ كلف التشغيل :

وتشمل كل المصاريف اليومية اللازمة لتشغيل الماكنة بحالتها الاعتيادية وتتالف من

١. اجرة المشغل
٢. كلفة الوقود
٣. كلفة الزيوت

- تحسب اجرة المشغل بتقسيم راتبه الشهري على مجموع ساعات العمل الشهرية. ويجب الانتباه ان الراتب الشهري يكون ضمنه كلف الضمان, التقاعد, التأمين, العلاج المجاني , ووجبات الطعام , وغيرذلك.....
- كلفة الوقود: تعمل معظم المكائن بواسطة محركات ذات احتراق داخلي وهي على نوعين حسب نوع الوقود

١. محركات تعمل بالبانزين ويقدر استهلاك المكائن بـ ٠.٢٣ لتر لكل وحدة حصانية في الساعة
٢. محركات تعمل بالديزل, ويقدر استهلاك المكائن بـ ٠.١٥ لتر وحدة حصانية في الساعة

بافتراض عملها تحت ظروف قياسية بدرجة حرارة (١٥) درجة مئوية وضغط جوي يعادل ٧٦ سم / زئبق. ولغرض التوصل الى تخمين كمية الوقود اللازمة لتشغيل اي نوع من المكائن لا بد من معرفة الامور التالية:

١. القدرة الحصانية
٢. معامل الوقت
٣. معامل المحرك
٤. معامل التشغيل
٥. 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:

١. لكون ما تثبته الشركه يكون تحت ظروف قياسية بدرجة حرارة ١٥ درجة مئوية وضغط جوي يعادل ٧٦ سم / زئبق. في حين ان ظروف العمل يختلف كثيرا أو قليلا عن ظروف القدرة الحصانية في ظروف المعمل.

٢. ان محرك الماكنة يقوم بادارة المروحة, المولد, مضخة التبريد, مضخة الوقود, ضاغطة الهواء , مضخة المنظومة الهيدروليكية لذا فان جزء من القدرة الحصانية يستغل لهذا الغرض والتي تقدر بحدود ٢٠٪ 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 ٥٥ دقيقة في الساعة الواحدة:

فان معامل الوقت = (٥٥/٦٠) × ١٠٠ = ٩٢٪

- **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 أ الدفع, بعد ذلك تخفض من قدرتها الى الحالة الطبيعية في حالة الرجوع مثلا او الاستدارة.

مـــثـــال توضيحي:

مقلعة (دوزر) تقوم بدف قاشطة مستخدمة في ذلك كامل قدرتها لمدة ١٠ ثواني من دورة عملها البالغة ٢٥ ثانية, وخلال الزمن المتبقي فانها تستخدم نصف قدرتها الحصانية. احسب معامل المحرك.

الاجابة:

الماكنة تستخدم كل طاقتها لمدة ١٠ ثواني

اذن معامل المحرك خلال الدفع = (١٠ / ٢٥) × ١٠٠٪ = ٤٠٪ (٠.٤)

الزمن المتبقي من الحركة ٢٥ – ١٠= ١٥ ثانية حركة اعتيادية

معامل المحرك خلال بقية المراحل = (١٥ / ٢٥) × (١ / ٢) × ١٠٠٪ = ٣٠٪

اذن معامل المحرك = ٠.٤ + ٠.٣ = ٠.٧ ثانية

- **معامل التشغيل:** ويعرف بانه حاصل ضرب معامل الوقت في معامل المحرك

معامل التشغيل = معامل الوقت × معامل المحرك

مـــثـــال توضيحي :

ماهو معامل التشغيل في المثال السابق, اذا علمت ان الماكنة تعمل فعليا ٥٠ دقيقة في كل ساعة؟

الاجابة:

معامل الوقت = (٥٠ /٦٠) × ١٠٠٪ = ٨٣٪

معامل المحرك في المثال السابق = ٠.٧

اذن معامل التشغيل = ٠.٨٣ × ٠.٧ = ٠.٥٨١

- **ظروف العمل:** تغطي ظروف العمل العديد من الجوانب : منها الحالة الجوية, حالة الموقع, مستوى اداء 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 حده ووضع نسبة معينة 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 بـ ٠.٢٣ لتر لكل وحدة حصانية في الساعة للمحركات التي تعمل بالبانزين, ويقدر استهلاك المكائن بـ ٠.١٥ لتر لكل وحدة حصانية في الساعة للمحركات التي تعمل بالديزل:

كلفة الوقود المستهلك = مقدار الوقود × سعر اللتر

مـــثـــال توضيحي :

احسب مقدار الوقود الذي تستهلكه مقلعة (دوزر) في الساعة اذا علمت ان هذه المقلعة ذات قدرة حصانية تساوي ٢٠٠ حصان, وتعمل بمحرك ديزل, تستخدم اعلى قدرتها الحصانية عند دفع قاشطة بمعدل ٢٥ ثانية للدورة الواحدة التي مدتها ١٢٥ ثانية, اما خلال المدة الباقية من الدورة فانها تستخدم نصف القدرة الحصانية , كما انها تتوقف لمدة ١٢ – ١٥ دقيقة في الساعة في انتظار دورة القاشطة ؟

الاجابة:

* **حساب معامل الوقت**

بما ان الماكنة تتوقف لمدة ١٢ – ١٥ دقيقة

لذلك نفترض انها تشتغل بمعدل (٦٠ –١٥ = ٤٥) دقيقة في الساعة

اذن معامل الوقت = (٤٥ / ٦٠) × ١٠٠ = ٧٥ ٪

* **حساب معامل المحرك**

خلال مرحلة الدفع : معامل المحرك = (٢٥ / ١٢٥) × ١٠٠ = ٢٠٪

خلال المدة المتبقية = (١٢٥ – ٢٥) = ١٠٠ ثانية

معامل المحرك = (١٠٠ / ١٢٥) × (١ / ٢) × ١٠٠ = ٤٠٪

اذن معامل المحرك الكلية = ٠.٤ + ٠.٢ = ٠.٦

معامل التشغيل = معامل الوقت × معامل المحرك

= ٠.٧٥ × ٠.٦ = ٠.٤٥

مقدار الوقود المستهلك بالساعة =

القدرة الحصانية × استهلاك الماكنة لكل قدرة حصانية × معامل التشغيل

٢٠٠ × ٠.١٥ × ٠.٤٥ = ١٣.٥ لتر في الساعة

تخمين كلف امتلاك وتشغيل المكائن ـ تكملة

❖ كلف الزيوت :

تستخدم الزيوت في جميع المكائن لتقليل الاحتكاك بين الاجزاء 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 فان الزيت المستخدم يفقد صفاته بعد فترة من الاستعمال, ولهذا تحدد الشركات المنتجة الفترة الزمنية لتغيير الزيت. وتتراوح الفترة الزمنية بين كل تبديل واخر من (١٠٠ الى ٢٠٠ ساعة تشغيل). ولحساب كمية الزيت اللازمة وكلفتها , تستخدم المعادلة التالية :

مقدار الزيت المستهلك (لتر في الساعة) =

(سعة حوض المحرك / الوقت بين تبديل واخر) + (٠.٠٠٣ × معامل التشغيل × القدرة الحصانية)

مـثـــال توضيحي (١) :

أحسب مقدار الزيت الذي تستهلكه مقلعة (دوزر) ذات قدرة ٢٠٠ حصان وفترة تبديل الزيت بعد كل ١٥٠ ساعة عمل, اذا علمت ان الماكنة تتوقف عن العمل بمعدل ١٠ دقائق في الساعة, وان معامل المحرك هو ٠.٦٢٥ , وسعة حوض المحرك للزيت ٢٠ لتر؟

الاجابة:

فترة توقف الماكنة ١٠ دقائق

اذن الماكنة تعمل (٦٠ ـ ١٠ = ٥٠) دقيقة

معامل الوقت = (٥٠ / ٦٠) × ١٠٠ = ٠.٨٣٣

ومعامل المحرك = ٠.٦٢٥

اذن معامل التشغيل = ٠.٨٣٣ × ٠.٦٢٥ = ٠.٥٢

مقدار الزيت المستهلك =

(سعة حوض المحرك /الوقت بين تبديل واخر) + (٠.٠٠٣× معامل التشغيل× القدرة الحصانية)

= (٢٠ / ١٥٠) + (٠.٠٠٣ × ٠.٥٢ × ٢٠٠)

= ٠.٤٤٥ لتر / ساعة

اذا كان سعر اللترمن الزيت يساوي ١٠٠٠ دينار

كلفة الزيت = ٠.٤٤٥ × ١٠٠٠ = ٤٤٥ دينار / ساعة

مـثـــال توضيحي (٢):

جد الكلفة المحتملة في الساعة لامتلاك وتشغيل ماكنة حسب المعلومات التالية :

المحرك ذو قدرة ١٨٠ حصان يعمل بوقود الديزل , وسعة حوض المحرك ٢٠ لتر, وان الفترة الزمنية بين تبديل واخر ١٥٠ ساعة , والعمر النافع ٥ سنوات , وعدد ساعات التشغيل في السنة ٢٠٠٠ ساعة.

- الكلفة الاولية (الشراء) = ٧,٥٠٠,٠٠٠ دينار
- القيمة الاستردادية = ١,٥٠٠,٠٠٠ دينار
- كلفة الوقود = ٨٠ دينار / لتر , كلفة الزيوت = ٢٠٠٠ دينار / لتر
- مصاريف الاستثمار = ١٢ ٪ من معدل القيمة
- مصاريف الصيانة والتصليح = ٨٠٪ من قيمة الاندثار
- الماكنة تتوقف عن العمل بمعدل ١٠ دقائق في الساعة
- تستخدم الماكنة اعلى قوة لها في اعمال الحفر والتسوية بمعدل ٥ ثانية من مجموع دورتها البالغة ٢٠ ثانية والوقت الباقي تستخدم ١ / ٢ قدرتها الحصانية

الاجابة:

قيمة الماكنة = ٧,٥٠٠,٠٠٠ دينار

القيمة الاستردادية = ١,٥٠٠,٠٠٠ دينار

معدل قيمة الماكنة =

[القيمة الاصلية (الشراء) × (ن+١) + القيمة الاسترادادية (البيع) × (ن-١)] / ٢ن

[٧,٥٠٠,٠٠٠ × (٥+١) + ١,٥٠٠,٠٠٠ × (٥-١)] / (٢×٥)

= (٤٥,٠٠٠,٠٠٠ + ٦,٠٠٠,٠٠٠) / ١٠ = ٥,١٠٠,٠٠٠ دينار

* **الكلفة السنوية الثابتة**

قيمة الاندثار = ٧,٥٠٠,٠٠٠ - ١,٥٠٠,٠٠٠ = ٦,٠٠٠,٠٠٠ دينار

معدل قيمة الاندثار = ٦,٠٠٠,٠٠٠ / ٥ = ١,٢٠٠,٠٠٠ دينار

الصيانة والتصليح = (٨٠٪ من الاندثار) = ١,٢٠٠,٠٠٠ × ٠.٨ = ٩٦٠,٠٠٠ دينار

مصاريف الاستثمار = ١٢٪ من معدل قيمة الماكنة

= ٥,١٠٠,٠٠٠ × ٠.١٢ = ٦١٢,٠٠٠ دينار

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

= ١,٢٠٠,٠٠٠ + ٩٦٠,٠٠٠ + ٦١٢,٠٠٠ = ٢,٧٧٢,٠٠٠ دينار

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

= ٢,٧٧٢,٠٠٠ / ٢٠٠٠ = ١٣٨٦ دينار / ساعة

* **كلفة الوقود :**

بما ان الماكنة تعمل (٦٠ - ١٠ = ٥٠) دقيقة

معامل الوقت = (٥٠ / ٦٠) × ١٠٠ = ٨٣٪ او ٠.٨٣

الماكنة تستخدم كامل قدرتها الحصانية خلال ٥ ثواني من مجموع دورتها البالغة ٢٠ ثانية حيث تستخدم ١ / ٢ القدرة خلال الوقت الباقي

معامل المحرك خلال الحفر والتسوية = (٥ / ٢٠) × ١٠٠ = ٢٥٪

خلال بقية المراحل = (١٥ / ٢٠) × ١ / ٢ × ١٠٠ = ٣٧.٥٪

اذن معامل المحرك = ٠.٢٥ + ٠.٣٧٥ = ٠.٦٢٥

معامل التشغيل = معامل الوقت × معامل المحرك = ٠.٨٣ × ٠.٦٢٥ = ٠.٥٢

* **مقدار الوقود المستهلك بالساعة**

= القدرة الحصانية × استهلاك الماكنة لكل قدرة حصانية × معامل التشغيل

= ١٨٠ × ٠.١٥ × ٠.٥٢ = ١٤.٠٤ لتر / ساعة

كلفة الوقود = ١٤.٠٤ × ٨٠ = ١,١٢٣ دينار / ساعة

* **كلفة الزيت**

مقدار الزيت المستهلك = (سعة حوض المحرك / الوقت بين تبديل واخر) + ٠.٠٠٣ × معامل التشغيل × القدرة الحصانية

= (٢٠ / ١٥٠) + ٠.٠٠٣ × ٠.٥٢ × ١٨٠ = ٠.٤١٤ لتر / ساعة

كلفة الزيت = ٠.٤١٤ × ٢٠٠٠ = ٨٢٨ دينار / ساعة

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

= ١,٣٨٦ + ١,١٢٣ + ٨٢٨

= ٣,٣٣٧ دينار (الكلفة الكلية بالساعة عدا اجور العمال)

مـــثـــال توضيحي (٣) ::

في دراسة تحليلية لبيان شراء ماكنة او استئجارها في تنفيذ احد المشاريع دونت البيانات التالية: جرار مدولب لسحب قاشطة بمحرك ديزل بقوة ١٠٠ حصان , وسعة حوض المحرك ٢٣ لتر, الوقت بين تبديل الزيت واخر ٨٠ ساعة , معامل التشغيل ٦٠٪ , العمر النافع ٥ سنوات , عدد ساعات التشغيل في السنة ٢٠٠٠ ساعة , الكلفة السنوية للصيانة وقطع الغيار ٨٠٪ من الكلفة السنوية للاندثار, العمر النافع للاطارات ٤٠٠٠ ساعة , وكلفة صيانة الاطارات ١٥٪ من اندثارها السنوي, الكلفة الكلية للماكنة ٤٦,٠٠٠,٠٠٠ دينار, وكلفة الاطارات ٨,٠٠٠,٠٠٠ دينار وكلفة اللتر من الوقود ١٠٠ دينار والزيت ١٠٠٠ دينار, واجور الايدي العاملة ٥٠٠٠ دينار بالساعة, كلفة التأجير بمعدل ثابت وقدره ٢٠,٠٠٠ دينار / ساعة ولكل عمره الاقتصادي.

الاجابة:

حساب كلف امتلاك وتشغيل الماكنة

الكلفة الكلية = ٤٦,٠٠٠,٠٠٠ دينار

كلفة الاطارات = ٨,٠٠٠,٠٠٠ دينار

كلفة الماكنة بدون الاطارات = ٣٨,٠٠٠,٠٠٠ دينار

بما ان في السؤال لم يذكر قيمة الاسترداد . اذن البيع يساوي صفر

معدل قيمة الماكنة =[القيمة الاصلية (الشراء) × (ن+١)] / ٢ن

=[٣٨,٠٠٠,٠٠٠ × (٥ + ١)] / (٢× ٥)

= ٢٢,٨٠٠,٠٠٠ دينار

اذن كلف الاستثمار = ١٢٪ من قيمة الماكنة

= (١٢ / ١٠٠) × ٢٢,٨٠٠,٠٠٠

= ٢,٧٣٦,٠٠٠ دينار

كلف الاندثار = ٣٨,٠٠٠,٠٠٠ / ٥ = ٧,٦٠٠,٠٠٠ دينار

كلف الصيانة والتصليح = ٨٠٪ كلف الاندثار

= (٨٠ / ١٠٠) × ٧,٦٠٠,٠٠٠ = ٦,٠٨٠,٠٠٠ دينار

اذن مجموع الكلف السنوية = كلف الاستثمار + كلف الاندثار + كلف الصيانة والتصليح

= ٢,٧٣٦,٠٠٠ + ٧,٦٠٠,٠٠٠ + ٦,٠٨٠,٠٠٠

= ١٦,٤١٦,٠٠٠ دينار / سنة

مجموع الكلف السنوية / ساعة = مجموع الكلف السنوية / عدد الساعات السنوية

= ١٦,٤١٦,٠٠٠ / ٢٠٠٠ = ٨,٢٠٨ دينار / ساعة

* **كلف الاطارات**

اندثار الاطارات = ٨,٠٠٠,٠٠٠ / ٤٠٠٠ = ٢٠٠٠ دينار / ساعة

كلف صيانة وتصليح الاطارات = (١٥ / ١٠٠) × ٢٠٠٠ = ٣٠٠ دينار / ساعة

مجموع كلف الاطارات = ٢٠٠٠ + ٣٠٠ = ٢٣٠٠ دينار / ساعة

مجموع الكلف الثابتة والاطارات = ٨,٢٠٨ + ٢٣٠٠ = ١٠,٥٠٨ دينار / ساعة

* **كلفة الزيت**

مقدار الزيت المستهلك = سعة حوض المحرك / الوقت بين تبديل واخر + ٠.٠٠٣ × معامل التشغيل × القدرة الحصانية

= (٢٣ / ٨٠) + ٠.٠٠٣ × ٠.٦٠ × ٢٠٠ = ٠.٦٤٧ لتر / ساعة

كلفة الزيت = ٠.٦٤٧ × ١٠٠٠ = ٦٤٧ دينار / ساعة

* **كلفة الوقود**

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

= ٢٠٠ × ٠.١٥ × ٠.٦ = ١٨ لتر / ساعة

كلفة الوقود = ١٨ × ١٠٠ = ١٨٠٠ دينار / ساعة

الكلفة الكلية بالساعة = الكلفة الثابتة والاطارات + كلفة الوقود + كلفة الزيوت + اجور السائق

= ١٠,٥٠٨ + ١٨٠٠ + ٦٤٧ + ٥٠٠٠

= ١٧,٩٥٥ دينار / ساعة

اذن الكلفة الكلية لكل عمر الماكنة الاقتصادي = الكلفة الكلية بالساعة × عدد الساعات السنوية × عمر الماكنة

= ١٧,٩٥٥ × ٢٠٠٠ × ٥ = ١٧٩,٥٥٠,٠٠٠ دينار

كلفة ايجار الماكنة = ٢٠,٠٠٠ دينار بالساعة

كلفة ايجار الماكنة خلال عمر الماكنة = كلفة الايجار بالساعة × عدد الساعات بالسنة × عدد السنوات

= ٢٠,٠٠٠ × ٢٠٠٠ × ٥ = ٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠ دينار

وكمقارنة بين كلفة امتلاك الماكنة (١٧٩,٥٥٠,٠٠٠ دينار) وتاجيرها (٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠) دينار

نستنتج ان كلفة الامتلاك اقل من كلف الايجار وبمقدار

= ٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠ - ١٧٩,٥٥٠,٠٠٠ = ٢٠,٤٥٠,٠٠٠ دينار

الفصل الثالث

المكائن القياسية والمكائن الخاصة

المكائن القياسية :

وتعرف بانها المكائن التي تنتج من قبل المصنعين وبأعداد كبيرة في الاسواق ليختار منها المنفذون ما يحتاجونه في تنفيذ المشاريع. أو يمكن تعريفها بأنها المكائن التي يمكن استخدامها في اكثر من مشروع والاحتفاظ بها لدى المنفذين لاستخدامها في اي مشروع مستقبلي مثل الناقلات والرافعات والشفلات والحادلات.

تعتبر المكائن القياسية افضل من المكائن الخاصة وذلك للاسباب التالية:

١. يمكن الحصول عليها بسرعة حال الحاجة اليها.
٢. توفر الادوات الاحتياطية وامكانية اجراء عمليات الصيانة عليها من قبل العديد من الفنيين الذين يمتلكون خبرة عالية في هذه الاعمال والتي تراكمت لديهم نتيجة لكثرة اعداد المكائن القياسية المتداولة.
٣. يمكن نقل المكائن القياسية من مشروع الى اخر وبذلك نضمن استخدامها باسلوب اكثر اقتصاديا.
٤. يمكن بيعها بعد انتهاء المشروع بسهولة ويسر.

المكائن الخاصة :

وتعرف بانها المكائن التي تصنع لتخدم اغراضا محدودة في مشروع معين وتكون ذات سعة وطاقة كبيرة مقارنة مع المكائن القياسية مثل المجرفة العملاقة أو القلاب الكبير. ان هذه المكائن تصمم وتصنع لاغراض مشاريع محدودة ولا تصلح نادرا لمشروع اخر. وفي جميع

الأحوال لابد من إجراء دراسة اقتصادية كاملة للتوصل الى المفاضلة بين الحلول المتاحة لاستخدام مكائن قياسية او خاصة.

مـثـــال:

انشاء سد خرساني يتطلب نقل ١,٢٠٠,٠٠٠ طن من الصخور؟ لدى دراسة الامر وجد المنفذ الاحتمالات الاتية:

الاحتمال الاول : في حالة نقلها بالشاحنات يتطلب انشاء طريق بكلفة ٢٨٠,٠٠٠ دولار. كلفة نقل ١ طن من الصخور بواسطة الشاحنات هو ٠.٢ دولار من ضمنها صيانة الطريق.

الاحتمال الثاني: استعمال الحزام الناقل كبديل للشاحنات, حيث تقدر كلفته ٦٤٠,٠٠٠ دولار. سيباع الحزام الناقل بعد الاستخدام بـ ٦٠,٠٠٠ دولار. كلفة التشغيل (صيانة وعمال) هو ٠.١٢ دولار/طن.

المطلوب احسب اي من الطريقتين تكون ذات منفعة أكبر للمقاول

الاجابة:

أ. باستخدام الشاحنات

كلفة النقل = ١,٢٠٠,٠٠٠ × ٠.٢ = ٢٤٠,٠٠٠ دولار

الكلفة الكلية = كلفة الطريق + كلفة النقل = ٢٨٠,٠٠٠ + ٢٤٠,٠٠٠ = ٥٢٠,٠٠٠ دولار

ب. باستخدام الحزام الناقل

كلفة الحزام الناقل = ٦٤٠,٠٠٠ - ٦٠,٠٠٠ = ٥٨٠,٠٠٠ دولار

كلفة الصيانة + العمال = ١,٢٠٠,٠٠٠ × ٠.١٢ = ١٤٤,٠٠٠ دولار

الكلفة الكلية = ٥٨٠,٠٠٠ + ١٤٤,٠٠٠ = ٧٢٤,٠٠٠ دولار

استخدام الشاحنات يكون ذو منفعة اكبر للمقاول

الفصل الرابع

الأسس الهندسية لأعمال المكائن الهندسية

لغرض التعرف على الانتاجية الفعلية للمكائن لابد من التعرف على العوامل التي تؤثر على انتاجية المكائن:

١. مقاومة الدحرجة
٢. تأثير ميل الطريق على قوة سحب الماكنة
٣. زمن الدورة الانتاجية
٤. معامل انتفاخ التربة
٥. تأثير الارتفاع على اداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي

مقاومة الدحرجة

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

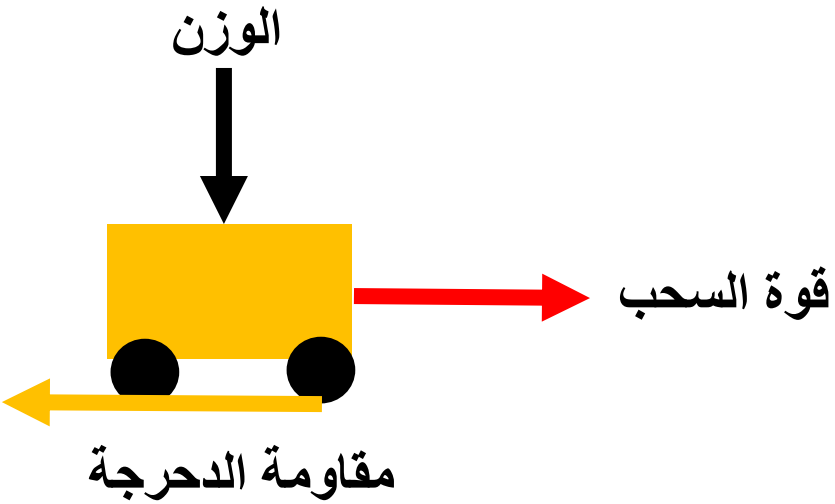
القوة = وزن المركبة × معامل الاحتكاك

مقاومة الاحتكاك تتاثر بـ:

١. طبيعة سطح الارض
٢. نوع ميكانيكية الحركة / بالاطارات او بواسطة الجنزير
٣. شكل وتصميم وحجم الاطار
٤. نوع التربة والظروف الجوية

مقاومة الاحتكاك (الدحرجة)= قوة السحب / وزن الماكنة

مقاومة الدحرجة كغم / طن



مـثـــال١:

ما قوة السحب اللازمة لسير تراكتور على طريق ترابي اذا كان وزن التراكتور يساوي ١٥ طن , ومقدار الدحرجة يساوي ٦٠ كغم / طن؟

الاجابة:

القوة = وزن المركبة × معامل الاحتكاك

= ١٥ × ٦٠= ٩٠٠ كغم

مـثـــال٢:

جرار وزنه ٢٠ طن وقوة جره ٣٠٠٠ كغم, يسير على طريق مستوي ذو مقاومة للدحرجة تعادل ٥٠ كغم / طن. ماهي قوة جره على طريق مستوي ذو مقاومة تعادل ٨٠ كغم / طن؟

الاجابة:

القوة = وزن المركبة × معامل الاحتكاك

= ٢٠ × (٨٠ – ٥٠) = ٦٠٠ كغم

اذن النقص في قوة السحب = ٣٠٠٠ – ٦٠٠ = ٢٤٠٠ كغم

معامل التماسك

هي النسبة بين القوة التي يحدث بعدها الانزلاق و وزن الماكنة

معامل التماسك = القوة / وزن الماكنة

اي ان القوة التي يحدث بعدها الانزلاق = وزن الماكنة × معامل التماسك

ويعتمد معامل الانزلاق على:

١. نوع التربة وصلابتها
٢. عرض الاطارات المطاطية ونوع النقوش على سطحها
٣. عرض الجنزير ونوع الحلقات

نوع السطح	الاطارات المطاطية	الجنزير
تربة رملية جافة خشنة	١ – ٠.٨	٠.٤٥
تربة طينية جافة	٠.٧ – ٠.٥	٠.٩
تربة طينية رطبة	٠.٥ – ٠.٤	٠.٧
تربة رملية	٠.٤ – ٠.٢	٠.٣٥ – ٠.٣
ثلج	٠.١	٠.٢٥ – ٠.١

مـــثـــال ٣:

احسب مقدار القوة قبل الانزلاق لتراكتور مدولب بوزن ١٨٠٠ كغم يسير على طريق رملي رطب ذو معامل تماسك ٠.٣, ومقدار القوة المتوفرة في الكير الاول يساوي ٩٠٠٠ كغم.

الاجابة:

مقدار القوة قبل الانزلاق = وزن المركبة × معامل التماسك

= ١٨٠٠٠ × ٠.٣ = ٥,٤٠٠ كغم

وهذا يعني ان هذا التراكتور سوف لا يستطيع ان يستخدم كل القوة المتوفرة في الكير الاول لان الانزلاق سوف يحدث قبل استخدام كل القوة المتوفرة والبالغة ٩,٠٠٠ كغم.

تأثير ميل الطريق على قوة سحب الماكنة

عند تسلق الماكنة اي سطح مائل , فان القدرة اللازمة لتسييرها يجب ان تكون أكبر من قوة الاحتكاك المعاكسة , مضافا اليها مركبة وزن الماكنة الموازية للسطح.

مركبة الوزن الموازية للسطح= ١٪ × ميل السطح × الوزن

مـــثـــال ٤:

جد تأثير انحدار طريق على قوة سحب ماكنة ذات وزن ٣٠ طن, عندما تتسلق سطح ذو ميل ٤٪.

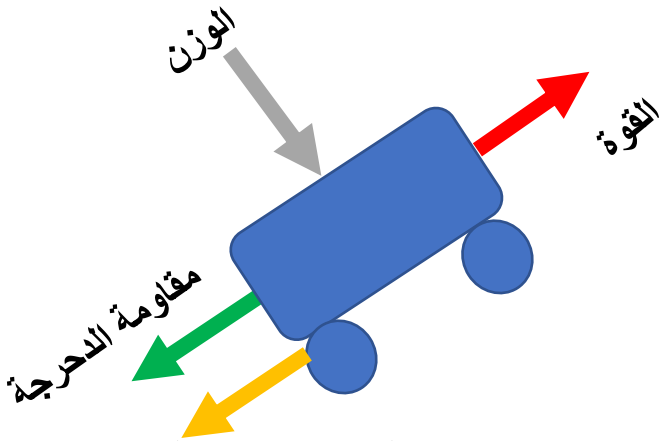
الاجابة:

مركبة الوزن الموازية للسطح = ١٪ × ميل السطح × الوزن

= (١ / ١٠٠) × ٤ × ٣٠,٠٠٠

= ١٢٠٠ كغم

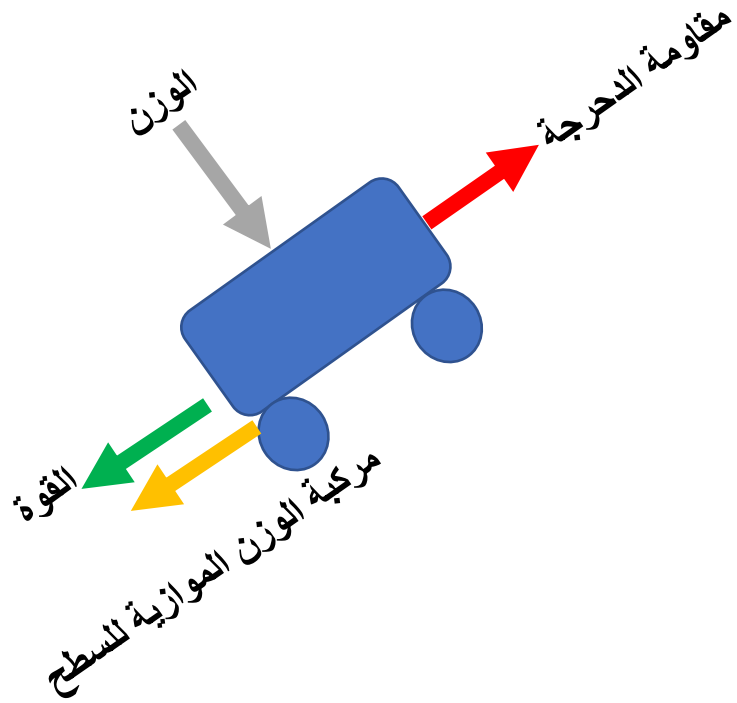
اي ان الماكنة تحتاج على الاقل قوة سحب قدرها ١٢٠٠ كغم للتغلب على مركبة الوزن الموازية للسطح



مركبة الوزن الموازية للسطح

اما في حالة نزول الماكنة فان المركبة الوزن ستكون عاملا مساعدا لها بدلا من ان تكون معاكسة للسحب:

قوة النزول = قوة الدحرجة – 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

مـــثـــال ٥:

يراد اصعاد قاشطة على سطح ذو ميل قدره ٤٪ فاذا كان وزن القاشطة ٦٠,٠٠٠ كغم (٦٠ طن) ومعامل الدحرجة يساوي ٤٠ كغم / طن والقدرة الحصانية للقاشطة ١٨٠ حصان. فهل يمكن أن تصعد بسرعة ١٢ كم / ساعة؟ واذا لم يمكنها الصعود فبأي سرعة يمكن ان تصعد؟
١ حصان = ٧٥ كغم . متر / ثانية.

الاجابة:

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

قوة الدحرجة = وزن الماكنة × معامل الدحرجة

= (٦٠,٠٠٠ × ٤٠) / ١٠٠٠ (كغم)

= ٢٤٠٠ كغم

مركبة الوزن الموازية للسطح= ١٪ × ميل السطح × الوزن

= (١ / ١٠٠) × ٤ × ٦٠,٠٠٠

= ٢٤٠٠ كغم

اذن مجموع القوة المعاكسة = ٢٤٠٠ + ٢٤٠٠ = ٤٨٠٠ كغم

كل قوة حصانية تنجز قوة سحب تعادل ٧٥ كغم في سرعة قدرها ١ مترلكل ١ ثانية

لذلك يجب استخراج القدرة الحصانية التي توفرها القاشطة للتغلب على القوة المعاكسة التي قدرها ٤٨٠٠ كغم

القدرة الحصانية = (٤٨٠٠ × ١٢ × ١٠٠٠) / (٦٠ × ٦٠)

= ١٦,٠٠٠ كغم . متر / ثانية

= ١٦,٠٠٠ / ٧٥ = ٢١٣.٣ حصان

اي بمعنى توفر قوة حصانية اكثر من **٢١٣.٣** حصان لكي تستطيع الصعود بسرعة ١٢ كم / ساعة

وبما ان القوة المتوفرة هي ١٨٠ حصان

اذن لا تستطيع القاشطة من الصعود بهذه السرعة

اما السرعة التي بامكانها القاشطة الصعود بها باستخدام القوة البالغة ١٨٠ حصان

١٨٠ حصان × ٧٥ كغم . متر / ثانية = ٤٨٠٠ × السرعة × ١٠٠٠ / ٦٠ × ٦٠

اذا السرعة = **١٠.١٢٥** كم / ساعة

مـــثـــال ٦:

اضافة للمثال السابق : لو استخدمت دوزر ذات قدرة حصانية ٢٢٠ حصان لدفع القاشطة في المثال السابق لغرض مساعدتها في الصعود, فاذا كان وزن الدوزر ٤٠,٠٠٠ كغم, فهل بامكانها مساعدة القاشطة في الصعود الى الاعلى بسرعة ١٢ كم / ساعة

الاجابة:

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

قوة الدحرجة = وزن الماكنة × معامل الدحرجة

= (٤٠,٠٠٠ × ٤٠) / ١٠٠٠ (كغم)

= ١٦٠٠ كغم

مركبة الوزن الموازية للسطح = ١٪ × ميل السطح × الوزن

= (١ / ١٠٠) × ٤٠,٠٠٠ × ٤

= ١٦٠٠ كغم

اذن مجموع القوة المعاكسة = ١٦٠٠ + ١٦٠٠ = ٣٢٠٠ كغم

القدرة الحصانية الواجب توفرها للتغلب على القوة المعاكسة والصعود بسرعة ١٢ كم / ساعة

بما ان ١ حصان = ٧٥ كغم بسرعة ١ متر / ١ ثانية

القدرة الحصانية = (٢٠٠ ٣ × ١٢ × ١٠٠٠) / (٦٠ × ٦٠) = ١٠,٦٦٦.٦٧

= ١٠,٦٦٦.٦٧ / ٧٥ = ١٤٢ حصان

اي ان الدوزر تحتاج الى ١٤٢ حصان للصعود

وبما ان الماكنة قدرتها ٢٢٠ حصان فان المتبقي = ٢٢٠ – ١٤٢

= ٧٨ حصان

ومن السؤال السابق نجد ان القاشطة تحتاج ٢١٣ – ١٨٠ = ٣٣ حصان

لمساعدتها في الصعود وبسرعة ١٢ كم / ساعة

اذا بامكان الدوزر دفع القاشطة واصعادها بسرعة ١٢ كم / ساعة

وتبقى قدرة في محرك الدوزر = ٧٨ – ٣٣ = ٤٥ حصان يستفاد منها في زيادة سرعة القاشطة والدوزر سوية

حساب زمن الدورة الانتاجية للماكنة

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

ان زمن الدورة الانتاجية الواحدة يتكون من

١. زمن الذهاب والذي يعتمد على المسافة المقطوعة من قبل الماكنة مقسوما على سرعتها

الزمن = المسافة / السرعة

وفيه تبذل الماكنة كامل طاقتها في انجاز العمل

٢. زمن العودة: والذي يعتمد على المسافة المقطوعة من قبل الماكنة مقسوما على سرعتها , وفيه تكون الماكنة غير محملة ولذا تكون الطاقة التي تبذل اقل من حالة الذهاب او الدفع.

٣. الوقت الثابت في تحميل وتبديل التروس (الكير)

مـثـــال ٧:

ماكنة دوزر قطعت مسافة ٢٠٠ متروبسرعة ٤ كم / ساعة في عملية دفع للتربة, وعند العودة الى نقطة البداية سارت بسرعة ٦ كم / ساعة, وكان الوقت الثابت في تحميل وتبديل التروس ٠.٥ دقيقة. اوجد زمن الدورة الانتاجية للماكنة.

الاجابة:

الزمن = المسافة / السرعة

المسافة = ٢٠٠ متر

سرعة الذهاب = ٤ كم / ساعة تحول الى متر / دقيقة بالضرب ١٠٠٠/ ٦٠

= ٤ × ١٠٠٠ / ٦٠ = **٣٣.٣** متر / دقيقة

سرعة العودة = ٦ كم / ساعة تحول الى متر / دقيقة بالضرب ١٠٠٠/ ٦٠

= ٦ × ١٠٠٠ / ٦٠ = **١٠٠** متر / دقيقة

ان زمن الدورة الانتاجية الواحدة يتكون من

زمن الذهاب = **٢٠٠ / ٣٣.٣ = ٣** دقائق

زمن العودة = **٢٠٠ / ١٠٠ = ٢** دقيقة

الوقت الثابت في تحميل وتبديل التروس (الكير) **٠.٥** دقيقة

الوقت الكلي = **٣+٢+٠.٥ = ٥.٥** دقيقة

الفصل الرابع

الاسس الهندسية لاعمال المكائن الهندسية ـ تكملة

معامل انتفاخ التربة

من العوامل التي تؤثر على انتاجية المكائن وخاصة في اعمال التربة هو معامل انتفاخ التربة. ويعرف بانه الزيادة في حجم التربة بعد حفرها ونقلها الى مكان اخر ويعبرعنه بنسبة معينة من الحجم الاصلي.

اثناء الحدل يقل الحجم

اثناء الحفر يزداد الحجم

دائما تكون التربة في حالتها الطبيعية بشكل متراص ومتماسك ويطلق عليها التربة بحجم الضفة ويرمز لها بـ (ق) وتعني وزن او كثافة التربة قبل حفرها كغم / م^3. في حين وعندما يتم حفر ١ م^3 من التربة ونقله الى مكان اخر نجد ان حجم التربة بعد الحفر قد ازداد مع بقاء الوزن نفسه ليصبح الحجم مثلا ١.٢٥ م^3 اي زيادة بمقدار ٢٥٪ وتكون التربة في هذه الحالة منتفخة وهشة مما يطلق عليها التربة بحالة انتفاخ (حجم الرخو) ويرمز لها بـ (ب) وتعني وزن التربة بعد حفرها (مقياس الرخو كغم / م^3)

النسبة المئوية للانتفاخ = ١٠٠ × (ق / ب ـ ١)

وعندما يتم وضع التربة على الارض مرة ثانية وفرشها وحدلها بواسطة مكائن الرص نجد ان حجمها يتقلص وينكمش واصبح الحجم اقل بحدود ٠.٩ م^3 ويمز لها بـ (ك) وتعني وزن التربة بعد الحدل كغم / م^3

النسبة المئوية للانكماش = ١٠٠ × (١ – ق / ك)

مـثـــال١ :

تربة في الطبيعة كثافتها ١٧٥٠ كغم / م^3 وتزن ١٣٨٠ كغم / م^3 بعد حفرها ونقلها, وتزن ١٩٨٠ كغم / م٣ بعد حدلها. جد نسب الانتفاخ والانكماش لهذه التربة.

الاجابة:

النسبة المئوية للانتفاخ = ١٠٠ × (ق / ب – ١)

الكثافة في الطبيعة قبل النقل = ١٧٥٠ كغم / م^3

الكثافة بعد واثناء النقل = ١٣٨٠ كغم / م^3

النسبة المئوية للانتفاخ = ١٠٠ × (١٧٥٠ / ١٣٨٠ –١) = **٢٦.٨**٪

النسبة المئوية للانكماش = ١٠٠ × (١ – ق / ك)

الكثافة بعد الحدل ١٩٨٠ كغم / م^3

النسبة المئوية للانكماش = ١٠٠ × (١ – ١٧٥٠ / ١٩٨٠) = ١٢٪

مـثـــال٢ :

استخدمت شاحنة سعتها ١٢ م^3 لنقل تربة, فاذا كان وزن التربة ١٧٣٠ كغم / م^3 في الطبيعة و ١٤٤٢ كغم / م^3 وهي رخوة اثناء النقل. ماهي سعة الشاحنة بمقياس الضفة (الطبيعة).

الاجابة:

النسبة المئوية للانتفاخ = ١٠٠ × (ق / ب – ١)

الكثافة في الطبيعة قبل النقل = ١٧٣٠ كغم / م^3

الكثافة بعد واثناء النقل = ١٤٤٢ كغم / م^3

النسبة المئوية للانتفاخ = ١٠٠ × (١٧٣٠ / ١٤٤٢ ـ١) = ١٩.٩٪

وهذا معناه ان الشاحنة التي سعتها ١٢ م^3 ستملأ بتربة ذات معامل انتفاخ قدره تقريبا ٢٠٪

ان الحمولة الفعلية للشاحنة بمقياس الضفة أو بحجم التربة الطبيعية سيكون اقل من ١٢ م^3

ولو اخذت بشكل معادلة نسبية

١٠٠ ٢٠

١٢ س

س = ١٢ × ٢٠ / ١٠٠ = ٢.٤ م^3 مقدار انتفاخ التربة

الشاحنة تحمل (١٢ ـ ٢.٤) = ٩.٦ م^3 من التربة بمقياس الارض الطبيعية

تاثير الارتفاع على اداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي

من المعلوم ان كثافة الهواء تقل بشكل منتظم مع ازدياد الارتفاع عن سطح البحر, وهذا يسبب انخفاض نسبة الاوكسجين المتواجدة في الهواء. ولما كانت المحركات ذات الاحتراق الداخلي تسحب حجما من الهواء , لذلك فان كمية الاوكسجين ستقل مما يؤدي الى قلة كفاءة اداء المحرك. وقد وجد ان محركات الاشواط الاربعة تفقد من قدرتها بما يعادل ٣٪ من قوتها لكل ٣٠٠ متر بعد الـ ٣٠٠ متر الاولى من سطح البحر

مـثـــال٣ :

ماهي الطاقة المتوفرة لشفل يعمل على ارتفاع ٩٠٠ متر فوق سطح البحر اذا كانت الطاقة التصميمية تساوي ١٥٠ حصان.

الاجابة:

٩٠٠ ـ ٣٠٠ = ٦٠٠ متر

مقدار الخسارة بالطاقة = ٦٠٠ / ٣٠٠ × (٣ / ١٠٠) × ١٥٠ = ٩ حصان

الطاقة المتوفرة عند ارتفاع ٩٠٠ متر = ١٥٠ ـ ٩ = ١٤١ حصان

الفصل الخامس

الدوزر (المقلعة ـ Dozers)

اصناف الدوزر حسب نوع العجلات :

يمكن تصنيف الدوزر الى صنفين اساسيين حسب نوع الحركة على الارض

1. المقلعة المدولبة:

وتمتاز بانها تستند على اربعة دواليب مطاطية لذلك يمكن تحديد الفوائد التالية

١. يمكن تسييرها على الطرق المبلطة دون اضرار
٢. امكانية نقلها من موقع الى اخر بسرعة ودون الحاجة الى ناقلات كبيرة
٣. ان الدواليب تجعل حركة الدوزر سريعة ومجال المناورة افضل وبذلك تكون انتاجيتها اكثر
٤. قلة جهد على سائق الدوزر

٢. الدوزر

وهي ماكنة ثقيلة تتالف من محرك ذو قدرة عالية نسبيا وتحمل نصلا (سكينا) امامية.

استعمالات المقلعات

١. فتح الطرق في المناطق الجبلية والصخرية
٢. تنظيف الارض من الاعشاب والاخشاب المقطوعة وبقايا الاشجار
٣. دفع التربة لمسافة متفاوتة لاتتجاوز ١٠٠ متر
٤. مساعدة القاشطات في عملية التحميل
٥. توزيع تراب الدفن
٦. اعادة دفن الخنادق والحفر
٧. تنظيف موقع العمل من الانقاض
٨. تنظيف ارضيات المقالع واماكن جلب التربة

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

١. امكانية العمل على الطرق الطينية والصحراوية والثلجية بشكل افضل مما عليه في الدوزر على مساحة السرفتين. وبذلك يكون الضغط على الارض قليل مما يساعدها على الحركة.

٢. وجود النتؤات البارزة من السرفة يجعل قوة التماسك مع التربة اكبر مما يجعلها تعمل بشكل اعلى في الترب الرخوة

٣. يفضل استخدامها في مقالع الصخوروالمواد الانشائية , حيث انها لا تحتاج الى طرق ممهدة للحركة.

اصناف الدوزر حسب اسلوب تصعيد وتنزيل النصل:

هناك اسلوبان رئيسيان لتصعيد وتنزيل النصل

١. استخدام الحبال الفولاذية لتصعيد وتنزيل النصل: وفي هذا النوع تثبت مجموعة من البكرات تمر عليها الحبال الفولاذية التي يمكنها رفع النصل وتنزيله. يمتاز هذا الاسلوب ببساطة منظومة التصعيد والتنزيل وسهولة ادامتها وتشغيلها. الا ان قابلية الحفر تعتمد على وزن النصل اثناء الحفر دون اي امكانية لتسليط قوة ضغط توجه النصل الى التربة. الغي هذا الاسلوب في الوقت الحاضر ولا يتم استخدامه.

٢. 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 بالاتجازه والارتفاع المطلوب. يتميز هذا الاسلوب بالسيطرة الدقيقة على موقع واتجاه النصل كما يمكنها تسليط قوة اضافية على النصل اضافة الى وزنه لغرض اختراق التربة وحفرها عند تحريك الدوزر.

اصناف الدوزر حسب نوع النصل:

يعرف النصل بانه الحوض القوي الذي يقوم بحفر التربة وتجميعها امام جسم الدوزر. يتراوح طول النصل بين ١.٢ – ٧ متروارتفاعه بين ٠.٦ – ١.٥ متر.

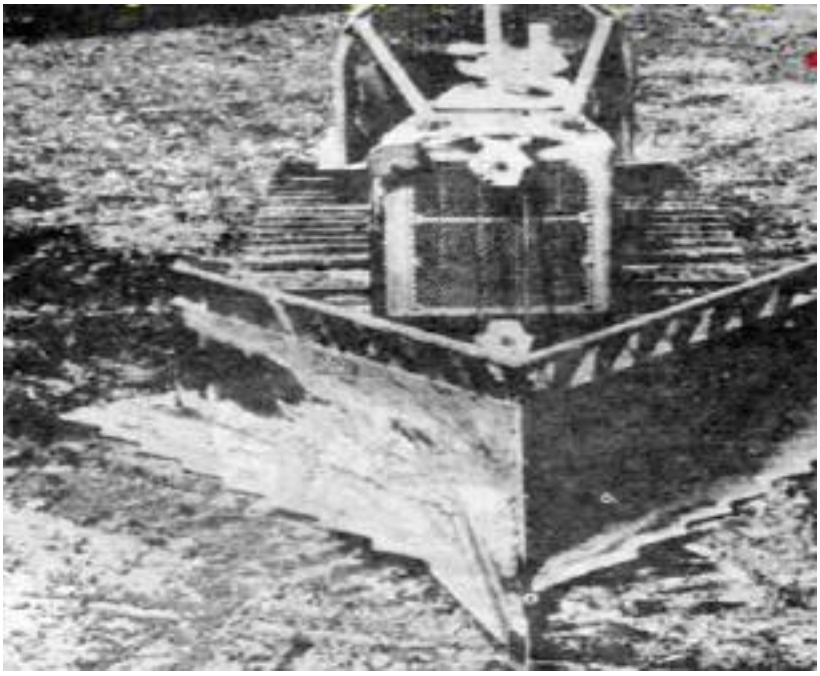
١. الدوزر ذو النصل المستقيم الثابت (Bulldozer): وفيها يكون النصل مستقيما وبزاوية ثابتة عموديا على محور الماكنة ويمكن تصعيد وتنزيل النصل وتغيير الزاوية مع المحور بحدود ١٠ درجات. اكثر الانواع استخداما التي يستخدم في حفر ودفع التربة.

٢. الدوزر ذو النصل المنحرف (AngleDozer): وفيه يمكن حرف النصل ليصنع زاوية مع محور الدوزر بمقدار (٢٥ – ٣٠) درجة يمينا أو يسارا , وبذلك يمكن دفع التربة التي يقوم بدفعها الى يمين او يسار الدوزر. يستخدم هذا النوع في حفر ودفع التربة وفي اعمال الطرق.

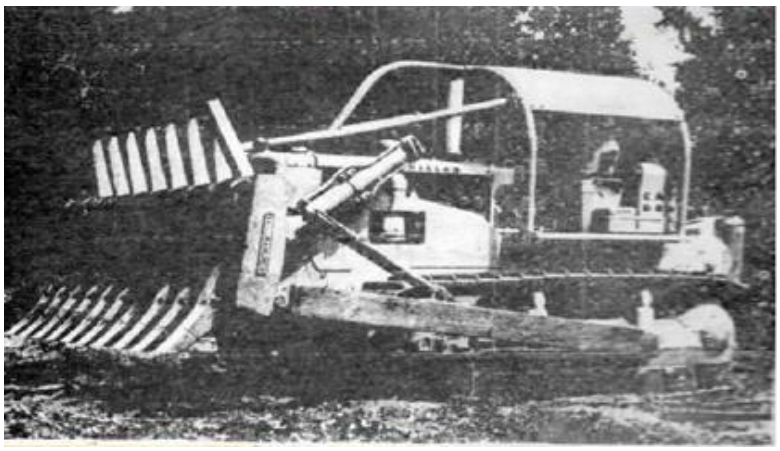
٣. الدوزر ذو النصل المائل (TiltingDozer) : وفي هذا النوع يمكن رفع احدى جهتي النصل بمقدار ٣٠ سم عن المستوى الافقي وبهذا يمكن الحصول على انحدار جانبي بشكل ساقية تشبه حرف (V). يستخدم هذا النوع في حفر ودفع التربة وفي اعمال الطرق

٤. الدوزر ذو النصل الحاضن (Dozer with U blade) : وفيها يكون للنصل جوانب تقوم بحصر التربة امام النصل وبذلك تقوم بحصر التربة امام النصل وتمنع انتشارها جانبا ويمكن ان تكون هذه الجوانب قائمة مع النصل او بزاوية منفرجة.

٥. الدوزر ذو النصل المدبب (Dozer with V blade) : وفيها يكون النصل بشكل حرف (V) مع وجود قاعدة تجعله ينزلق على الارض مما يجعله يستخدم في قطع المزروعات التي تصادفه عند تنظيف الارص , كما ان شكل النصل يجعله قادرا على تكسير الاشجار التي تعترضه ويمكن كذلك ازالة الجذور عند خفض قاعدة النصل تحت مستوى الارض.



٦. الدوزر ذو النصل الممشط: وفيه يكون النصل كأسنان المشط, وتستخدم لتمشيط التربة وتخليصها من الجذور وبقايا الاشجار والصخور من دون ان تقوم بدفع التربة وتتباين الامشاط حسب نوع المواد المراد دفعها.



٧. الدوزر المزود بمشق للصخور (Dozer with tipper): يمكن تزويد الدوزر بمشق للصخور يثبت كأسنان مفردة أو مزدوجة توضع خلف الدوزر يمكن انزالها أو رفعها بواسطة منظومة هيدروليكية والفائدة منها لتكسير وتشقيق التربة مما يسهل في دفع التربة.

دفع التربة بواسطة الدوزر:

ان العمل الاساسي هو الحفر لعمق قليل (٣٠ – ٤٠) سم ودفع التربة امامها لمسافات بحدود ١٠٠ متر, وفي هذه الحالة لابد من اجراء حسابات مسبقة لتخطيط عملية الحفر والردم ورسم

مخطط (كميات الحفر والدفن) الذي يحدد اتجاه حركة الدوزر بالتحرك للامام أو للخلف بما يضمن اكثر ما يمكن من الاقتصاد في انتاجية الدوزر.

ان دورة عمل الدوزر تتضمن المرور باتجاه الحفر والدفع لمسافة تحدد مسبقا, تبذل فيها الدوزر كامل طاقتها ثم تتم عملية تغيير التروس , وتعود الدوزر فارغة لاعادة الدورة الانتاجية مجددا.

لزيادة الانتاجية يعمد الى تشغيل دوزرين جنبا الى جنب بحيث يتلامس نصل كليهما تقريبا وبذلك تقل كمية التراب المتراكم على الجانبين وبذلك تزداد الانتاجية وتصبح اكثر من الضعف.

حساب انتاجية الدوزر:

لغرض حساب انتاجية الدوزر لابد من معرفة :

١. نوعية التربة ومقدار معامل انتفاخها بعد الحفر
٢. المسافة التي ستدفع خلالها التربة
٣. حجم النصل
٤. الوقت اللازم لتنفيذ مراحل الدفع والرجوع والوقت الثابت
٥. معامل الوقت

مـثـال:

احسب انتاجية دوزر في تنفيذ مشروع لطريق يتضمن حفر ودفع ١٠,٠٠٠ م^3 من التربة الطينية التي يصل معامل انتفاخها ٢٥٪ مستخدما المعلومات التالية :

مسافة دفع التربة = ٤٥ متر

حجم النصل = ٣ م^3 , معامل الوقت = ٥٠ د / ساعة

سرعة الدفع = ٣ كم / ساعة , سرعة الرجوع = ٦ كم / ساعة

الوقت الثابت = ٠.٤ دقيقة , عدد ساعات العمل = ٨ ساعات يوميا

الاجابة:

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)

= ٣ – (٣ × ٢٥ / ١٠٠) = **٢.٢٥** م^{٣}

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

زمن الدفع = المسافة / السرعة

السرعة = ٣ كم × ١٠٠٠ متر / ٦٠ دقيقة = ٥٠ متر / دقيقة

زمن الدفع = ٤٥ متر / ٥٠ = **٠.٩** دقيقة

سرعة العودة = ٦ × ١٠٠٠ / ٦٠ = ١٠٠ متر / دقيقة

زمن العودة = ٤٥ متر / ١٠٠ = **٠.٤٥** دقيقة

الوقت الثابت = **٠.٤** دقيقة

زمن الدورة الانتاجية = ٠.٩ + ٠.٤٥ + ٠.٤ = **١.٧٥** دقيقة

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

= ٥٠ / ١.٧٥ = **٢٨.٥٧** دورة

الانتاجية في ساعة عمل = ٢٨.٥٧ × ٢.٢٥ = **٦٤.٢٨** م^{٣}

الانتاجية في اليوم= الانتاجية في ساعة × عدد ساعات العمل

= ٦٤.٢٨ × ٨ = **٥١٤.٢٤** م^{٣}

بما ان حجم التراب الواجب قشطها = **١٠,٠٠٠** م^{٣}

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

= ١٠,٠٠٠ / ٥١٤.٢٤ = **١٩.٤٥** يوم

= ٢٠ يوم تقريبا

الفصل السادس

مجرفة التحميل (Loading Shovel)

وتسمى احيانا بـجرار التحميل وتتألف من محرك ديزل ذو قوة حصانية عالية مع وجود وعاء للحفر والتحميل (Bucket) مثبتة في الجزء الامامي منه ليتم السيطرة عليها بواسطة منظومة هيدروليكية تستطيع ان ترفع وتنخفض الوعاء , وكما تستطيع تحريك الوعاء بحيث يتم ملىء وتفريغ الوعاء.

تستعمل هذه الماكنة بشكل كبير في المشاريع الانشائية وذلك :

١. لحفر وتحميل المواد الانشائية الغيرمرصوصة كالحصو والرمل والتربة والحجر
٢. استعمالها كمقلعة في بعض الاحيان
٣. لسهولة حركتها وسرعتها في التنقل داخل حدود موقع العمل مما يسهل في نقل المواد الانشائية بسهولة
٤. يمكن استخدام المجرفة لرفع بعض المواد بتعليق حبل حديدي من اسفل المغرفة.

انواع المجرفات (الشفل) :

١. **مجرفة التحميل المجنزرة:** تعتبر اكثر ملائمة على الارض الصخرية والغير مستوية وكذلك عندما تكون التربة طينية ورطبة حيث توفر المجنزرة توزيعا لنقل ثقل المجرفة على مساحة اكبرمما يساعدها على عدم الغوص في التربة.

- **لكن مساوىء مجرفة التحميل المجنزرة كالتالي:**

١. سوف تكون بطيئة في حركتها
٢. صعوبة في الاستدارة
٣. محدودية حركتها في الطرق المبلطة

تتوفر المغارف باحجام مختلفة (٠.٣ – ٤ م^{٣}) وهي بأشكال مختلفة لتتلائم المواد التي تتولى غرفها وتحميلها

٢. **مجرفة التحميل المدولبة:** تتميز هذه المجرفة عن المجرفة المجنزرة بسهولة حركتها على السطوح الصلبة وبسهولة دورانها بسبب ارتباط المحور الامامي مع المحور الخلفي بمفصل يقع تحت غرفة القيادة مما يسمح بالدوران بزاوية ٤٠ درجة.

- **لكن مساوىء مجرفة التحميل المدولبة كالتالي:**

١. لا تتلائم مع اعمال الحفر كما المجرفة المجنزرة وانما يقتصر عملها في تحميل الركام والمواد الغير مرصوصة.

٢. ان وضع الاطار يؤثر على قدرة المجرفة بشكل كبير, فاذا كان الضغط قليلا فان مساحة تلامسه مع التربة سيكون كبيرا وبذلك تزداد مقاومة الدحرجة. اما اذا كان الضغط أكثر من الحد المطلوب فان الاطار سوف يغوص في التربة مؤديا الى زيادة الحمل على المحرك. لذا يوصى بالمحافظة على ضغط الاطارات حسب المواصفات التي توصي بها الشركة.

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

❖ دورة عمل المجرفة

تتلخص دورة عمل المجرفة بما يلي:

١. خفض المجرفة لتتقارب بسطح الارض.

٢. تتقدم المجرفة نحو كومة المواد المراد رفعها وتدفع المغرفة في هذه المواد, حيث تؤدي سرعة الماكنة وقوتها الى ان تقوم أسنان المغرفة بقطع كمية من التربة وتملىء المغرفة بها.

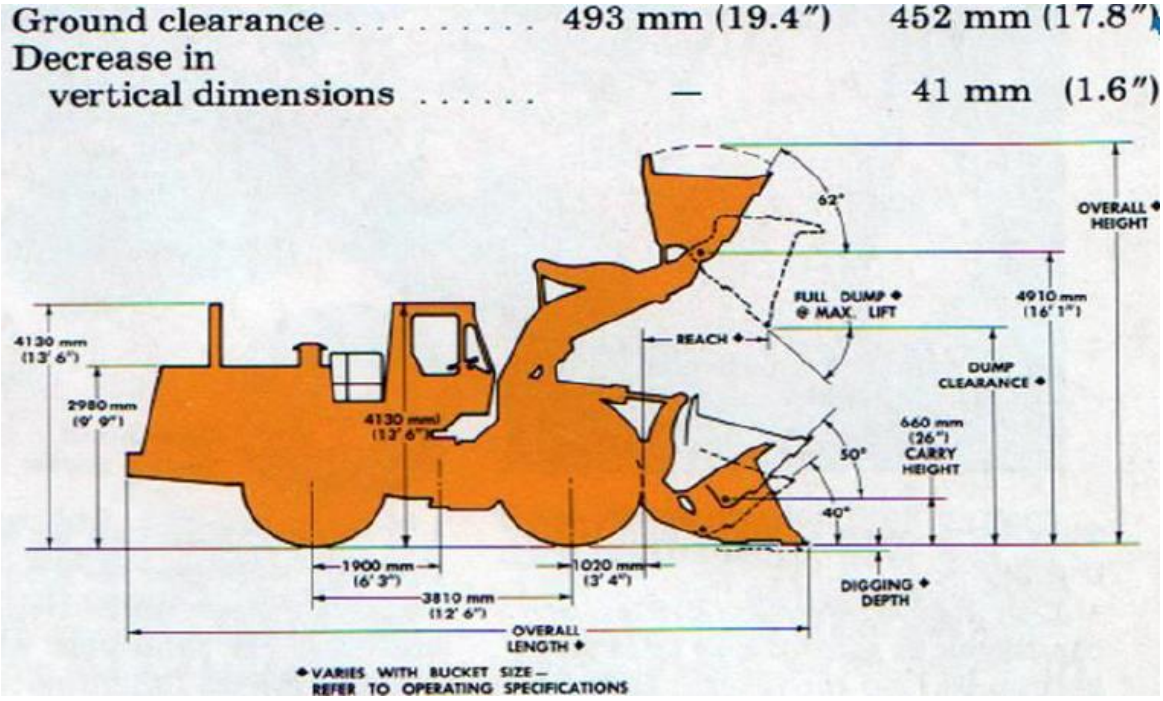
٣. ترفع المغرفة الى الاعلى وتدور لتكون متجهة نحو الخلف وهي مملؤة بالمواد

٤. ترجع المجرفة الى الخلف لتتجه بعد ذلك الى موقع التفريغ في الشاحنة أو في موقع اخر.

❖ انواع المغرفات:

تتوفر المغارف بأحجام مختلفة تتراوح بين (١.٢ – ٥) م^{٣} وهي على أشكال متباينة لتتلائم وطبيعة العمل المطلوب.

❖ مجرفة التحميل المدولبة:



❖ حساب انتاجية مجرفة التحميل:

تعتمد انتاجية مجرفة التحميل على العوامل التالية:

١. الوقت اللازم للذهاب الى موقع التحميل

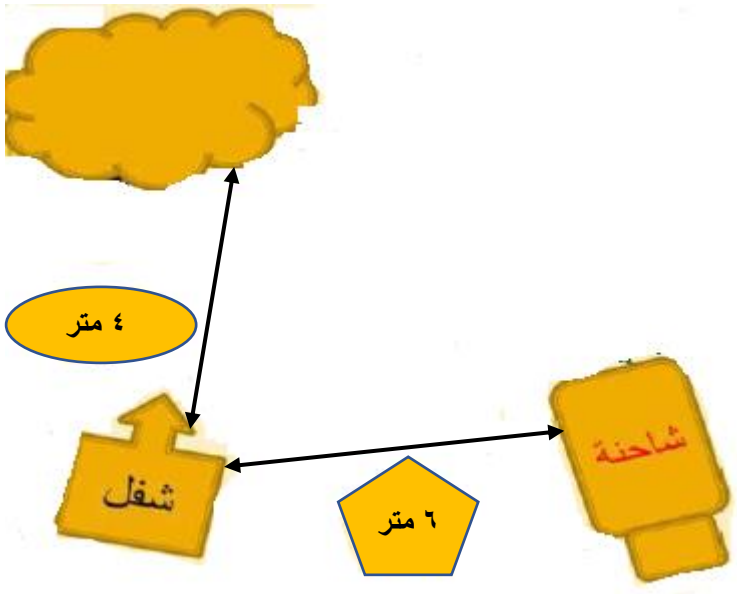
٢. الوقت الثابت لاملاء المغرفة والاستدارة , حيث يقدر الوقت بين (٦ – ٧.٥) ثانية

٣. الوقت اللازم للذهاب الى موقع التفريغ وهي محملة بالمواد, حيث يعتمد على المسافة وعلى سرعة المجرفة حسب رقم الكير تتراوح السرعة بين (٢.٢٥ – ٣) كم / ساعة على الترس الاول و (٣.٥ – ٥.٥) كم / ساعة على الترس الثاني و (٦ – ٨.٥) كم / ساعة على الترس الثالث.

٤. الوقت اللازم للعودة الى موقع التحميل.

مـــثـــال:

يراد املاء شاحنة باستخدام مجرفة (شفل) وبموجب المخطط, احسب وقت الدورة الانتاجية؟



الزمن اللازم لتحميل الشاحنة من المعلومات التالية:

الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = ٠.٥ دقيقة

سرعة الحركة وهي مملؤة بالمواد = ٥ كم / ساعة

سرعة الحركة وهي فارغة = ٦ كم / ساعة

سعة الشاحنة = ١٢ م^{٣}

سعة المغرفة = ١.٥ م^{٣}

الاجابة:

زمن الدورة الانتاجية

زمن النقل = المسافة / السرعة

المسافة = ٤+ ٦ = ١٠ م

السرعة = ٥ كم × ١٠٠٠ / ٦٠ = ٨٣.٣ متر / دقيقة

اذن زمن النقل = ١٠ / ٨٣.٣ = ٠.١٢ دقيقة

زمن العودة = ١٠ / ٦ × ١٠٠٠ / ٦٠ = ٠.١ دقيقة

الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = ٠.٥ دقيقة

اذن زمن الدورة الانتاجية = ٠.١٢ + ٠.١ + ٠.٥ = ٠.٧٢ دقيقة

عدد المغارف التي تملأ شاحنة واحدة = حجم الشاحنة / حجم المغرفة

= ١٢ / ١.٥ = ٨ مغارف

الزمن اللازم للاملاء = ٨ × ٠.٧٢ = ٥.٧٦ دقيقة

مـثـــال:

باستخدام مجرفة (شفل) يراد نقل كمية من التراب مكدسة على الارض الى مكان اخر بموجب المخطط, فاذا كانت الكمية بمقدار ٤٠٠٠ م^3 محسوبة بمقياس الضفة. فما هي المدة اللازمة لنقل الكمية ضمن المعلومات التالية:

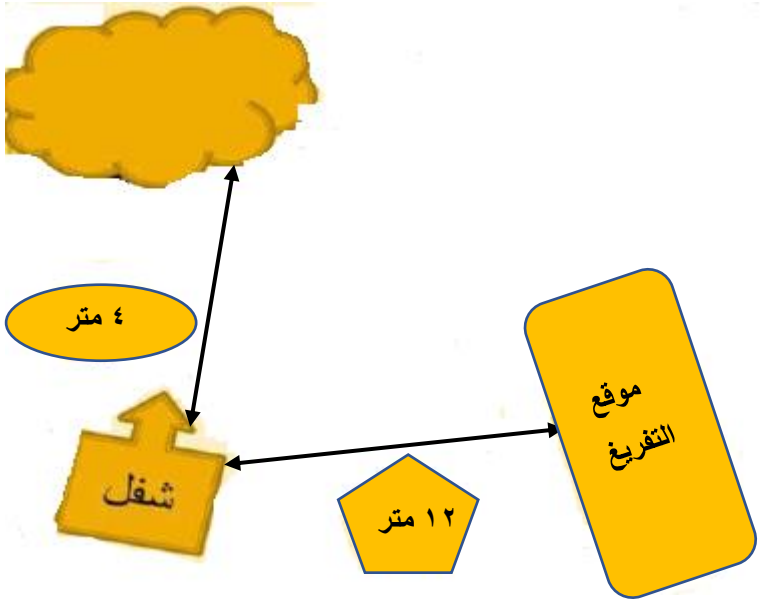
الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = ٠.٥ دقيقة

سعة المغرفة = ٢.٥ م^3

معامل انتفاخ التربة = ٢٥٪

معامل الوقت = ٥٠ دقيقة / ساعة

ساعات العمل اليومي = ٨ ساعات



السرعة القصوى الامامية	الترس الاول	الترس الثاني	الترس الثالث
الامامية	٦.٦	١١.٧	٢٠.٣
الخلفية	٧.٥	١٣.٢	٢٢.٨

الاجابة:

مسافة الحركة = ٤ + ١٢ = ١٦ متر

نفترض السرعة الامامية على الترس الثاني ١١.٧ كم / ساعة

وقت النقل = ١٦ / ١١.٧ × ١٠٠٠ / ٦٠ = ٠.٠٨ دقيقة

نفترض سرعة الرجوع على الترس الثاني ١٣.٢ كم / ساعة

وقت الرجوع = ١٦ / ١٣.٢ × ١٠٠٠ / ٦٠ = ٠.٠٧ دقيقة

الوقت الثابت (الاملاء + الاستدارة + التفريغ) = ٠.٥ دقيقة

زمن الدورة الانتاجية = ٠.٠٨ + ٠.٠٧ + ٠.٥ = ٠.٦٥ دقيقة

عدد المغارف بساعة عمل = ٥٠ / ٠.٦٥ = ٧٦.٩

حجم المغرفة = ٢.٥ م^3 / معامل انتفاخ التربة ٢٥٪

حجم المغرفة بحساب الضفة = ٢.٥ ـ ٢.٥ × ٢٥ / ١٠٠ = ١.٨٧٥ م^3

حجم الكميات الترابية التي تنقل بالساعة = ٧٦.٩ × ١.٨٧٥ = ١٤٤.٢ م^3

اذن حجم الكميات الترابية باليوم = ٨ × ١٤٤.٢ = ١١٥٣.٦ م^3

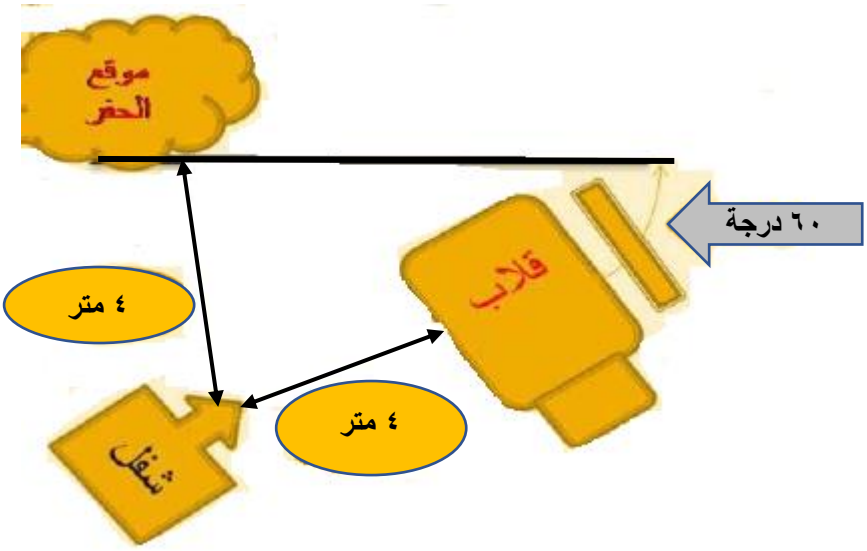
عدد الايام = حجم الكميات الترابية الكلية / حجم التراب الذي ينقل باليوم الواحد

= ٤٠٠٠ / ١١٥٣.٦ = ٣.٥ يوم (اي ما يعادل ٤ ايام)

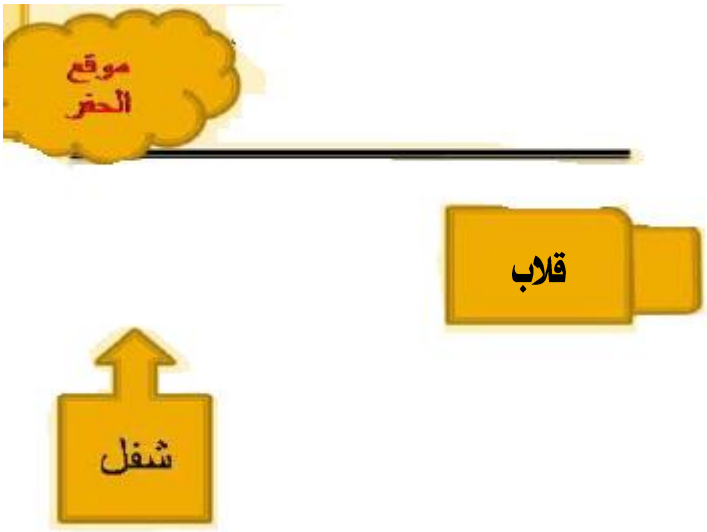
❖ تنسيق انتاجية مجرفة التحميل:

لابد من تنسيق عمل المجرفة للحصول على افضل انتاجية ومنها

١. وضع الشاحنة بزاوية ٦٠ درجة مع محور الحفر او التحميل بحيث تقلل هذه الوضعية من وقت الدورة الانتاجية وبذلك تزيد من عدد المغارف وبالتالي زيادة الانتاجية



٢. وقوف القلاب بشكل موازي الى موقع التحميل مع جعل حركة القلاب بشكل مبرمج بحيث تمر امام مسار المجرفة كلما تحرك الشفل الى الخلف وبذلك تتخلص المجرفة من عملية الاستدارة التي تاخذ وقتا طويلا من زمن دورة المجرفة



الفصل السابع

مكائن أعمال الحفر

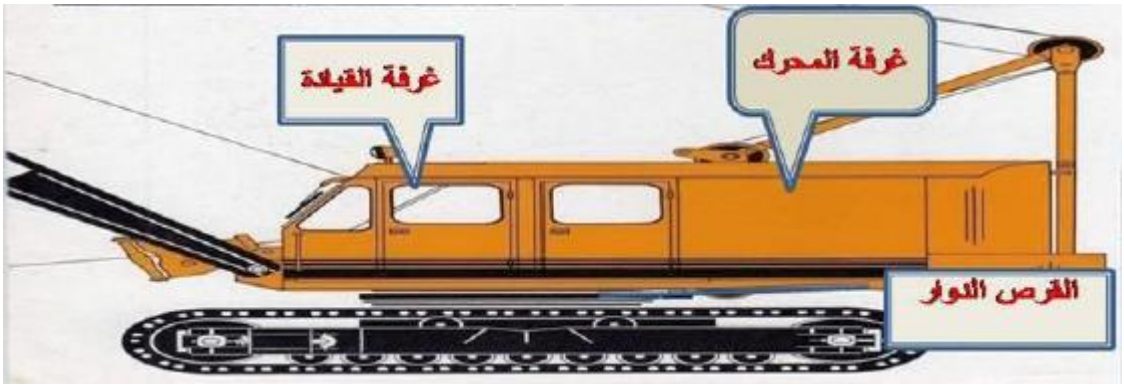
لغرض القيام باعمال حفر التربة سواء كان لأعمال المجاري والقنوات وأعمال حفر قنوات امداد انابيب النفط , الغاز والماء, او القيام بتحميل الشاحنات بالمواد الانشائية كان لابد من وجود مكائن ذات مواصفات معينة تستطيع القيام بالوظائف المذكورة ومن هذه المكائن :

١. الحفارة الشاملة
٢. الحفارة الامامية
٣. الحفارة الخلفية
٤. الحفارة المسحوبة (الناعورية)
٥. الحفارة الخاطفة (المحارية)
٦. الرافعة
٧. مكائن دق الركائز

أنواع الحفارات :

❖ الحفارة الشاملة (Universal Excavator) :

وهي ماكنة كبيرة وثقيلة تستخدم لأعمال الحفر والتحميل في المشاريع الكبيرة وفي أعمال حفر القنوات والمجاري. تتألف من المحرك وغرفة القيادة المستندة على قرص دوار يمكنها من الدوران بمقدار ٣٦٠ درجة وتجري السيطرة على كافة العمليات من خلال غرفة القيادة عن طريق منظومة هيدروليكية أو بواسطة الحبال الحديدية.



* **استعمالات الحفارة الشاملة :**

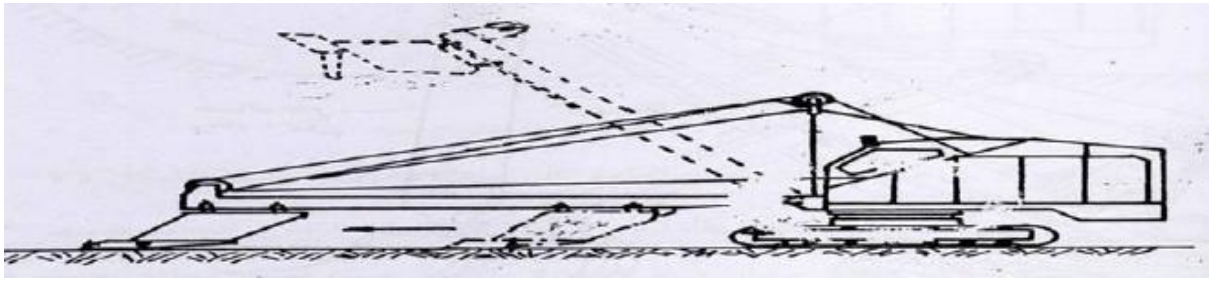
١. القيام بأعمال الحفر سواء كان لأعمال المجاري وحفر قنوات امداد انابيب الماء والنفط والغاز.

٢. القيام بالحفر والتحميل في مقالع المواد الانشائية.

٣. القيام بأعمال حفر وتهذيب مشاريع قنوات الري.

❖ الحفارة القاشطة :

- تستعمل في قشط الطبقات السطحية من التربة بدقة كبيرة وبعمق لا يتجاوز ٣٠ سم تحت مستوى مسار الحفارة, وتستخدم في حفر وتحميل التربة والمواد الغير صلبة.
- وتتألف الحفارة من الأجزاء الاساسية وهي المحرك , غرفة القيادة , القرص الدوار مع وجود الذراع القصير نسبيا الذي يثبت في وضع افقي لتتحرك عليه المجرفة بشكل مستوي الى الامام حيث تقوم بقشط التربة وتجميعها داخل وعاء المجرفة.
- تتراوح سعة المجرفة (٠,٣ – ٠,٧٥) م^{٣} اما طول الذراع فيتراوح بين (٥ – ٧) متر وارتفاع التفريغ (٤ – ٦,٥) متر ويتراوح قطر الحفر بين (٦,٥ – ٨) متر, واما قطر دائرة التفريغ فيتراوح بين (٣,٥ – ٦) متر. يمكن استبدال اسنان القطع في مقدمة وعاء المجرفة لتتلائم مع نوعية التربة.



* **دورة عمل الحفارة القاشطة :**

١. تتقدم الحفارة الى موقع القشط
٢. خفض الذراع وجعله افقيا
٣. تحريك وعاء الحفر نحو الامام ليقوم بالقشط وملأ المجرفة
٤. رفع الذراع واستدارة الحفارة نحو منطقة التفريغ
٥. فتح البوابة السفلى لوعاء الحفر لافراغ محتوياته
٦. استدارة الحفارة الى موقع مجاور لخط الحفر الاول واعادة الدورة مرة ثانية وفي الاحوال الاعتيادية يمكن للحفارة تنفيذ حوالي ٥٠ دورة في الساعة.

اهم محاسن الحفارة القاشطة : دقة الحفر واستواء مستوى الارض

اهم مساوئها : عدم التمكن من الحفر لعمق كبير تحت مستوى الارض حوالي ٣٠ سم وقيامها بدفع التربة امامها عند الحركة.

❖ المجرفة الامامية (Face Shovel):

تتكون هذه المجرفة من الأجزاء الاساسية للحفارة الشاملة (المحرك , غرفة القيادة , والقرص الدوار) بالاضافة الى وجود الدعامة القوية الذي يثبت عليه ذراع المجرفة الذي يكون حر الحركة الى الأعلى والأسفل وتكون في اغلب الاحيان مجنزرة وذلك لاستخدامها في مقالع الحفر.

اهم فوائد الحفارة الامامية : استخدامها للحفر في مختلف انواع التربة ولارتفاعات عالية في حوافي الجبال وأكداس المواد عدا المواد الصخرية التي تحتاج الى تكسير.

اهم مساوئها :

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

* تكون أسنان المجرفة متجهة نحو الاعلى وبعيدا عن مقصورة القيادة والمحرك ويتم التحكم في حركة الدعامة والذراع والمجرفة بواسطة الحبال الفولاذية أو عن طريق المكابس الهيدروليكية.

يتم تفريغ محتوى المجرفة بفتح وعاء المجرفة من الاسفل فوق ظهر الشاحنة , **<u>ويمكن تلخيص دورة عمل الحفارة بما يلي</u>**:

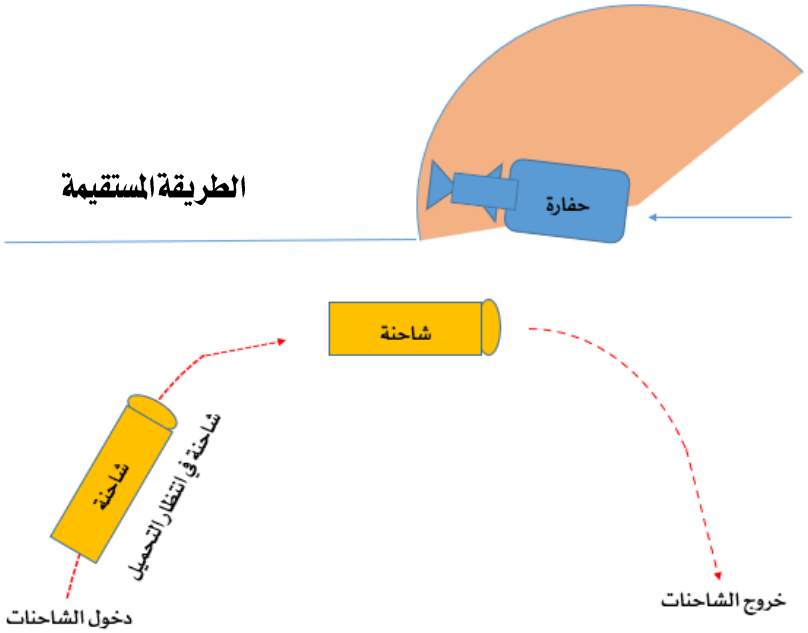
١. خفض وعاء المجرفة ودفعه الى الامام بواسطة الذراع
٢. رفع الوعاء الى الاعلى ليقوم بالحفر في وجه الضفة والامتلاء بالتربة
٣. الاستدارة الى منطقة التفريغ
٤. فتح البوابة السفلى لوعاء المجرفة لافراغ التربة في الشاحنة
٥. استدارة الحفارة مرة ثانية لبدأ دورة ثانية

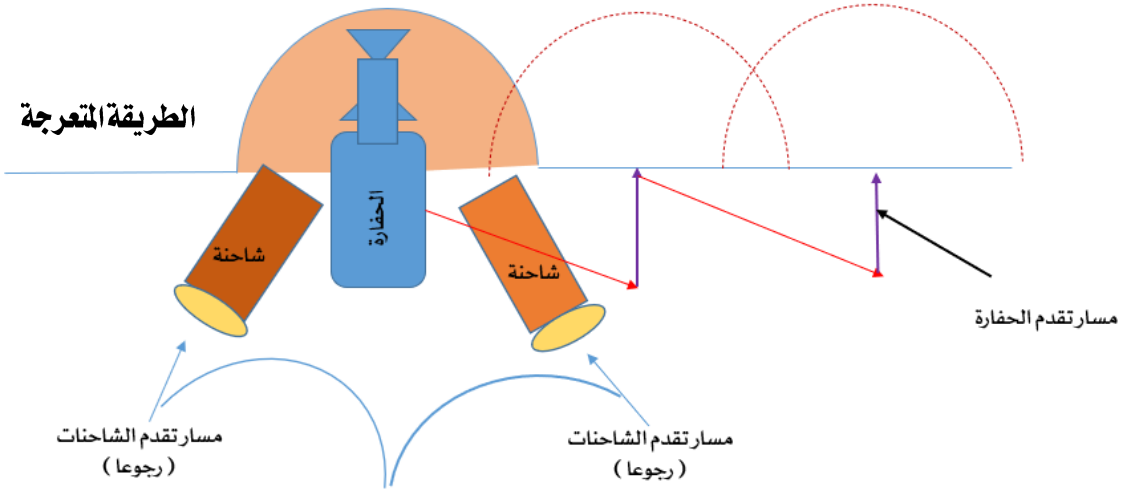
* **طرق عمل الحفارة الامامية :**

هناك طريقتين يمكن استخدامها لعمل هذه الحفارة

١. **الطريقة المستمرة :** حيث تستمر الحفارة بالتقدم للامام دون الرجوع للخلف وتسير الحفارة بشكل موازي للضفة التي يجري حفرها كما وتتحرك الشاحنات حركة دائرية دون الرجوع الى الخلف.

٢. **الطريقة المتعرجة :** ويكون مسار الحفارة متعرجا حيث تنهي منطقة نصف دائرية ثم الرجوع الى الخلف لتنتقل الى منطقة نصف دائرية اخرى وهكذا ولا بد للشاحنات من الرجوع الى الخلف للوصول الى موقع التفريغ تحت ذراع الحفارة.





❖ الحفارة الخلفية (Back Shovel):

تعتبر هذه الحفارة من التحويرات 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. وتكون على نوعين اما مدولبة او مجنزرة

أهم فوائد الحفارة الخلفية

١. استخدامها لحفر القنوات والخنادق لامداد انابيب الماء والنفط والغاز وبصورة دقيقة لخط الحفر
٢. تستخدم كذلك في حفر قواعد الاسس الصغيرة واحواض المياه والبالوعات في مختلف انواع التربة
٣. امكانية الحفر تحت وفوق مستوى سطح الارض

أهم مساوئها :

لا تتمكن من التنقل لمسافات كبيرة الا باستخدام وسائل النقل الكبيرة

ملاحظة: اغلب الحفارات في الوقت الحاضر تستخدم المنظومات الهيدروليكية بدلا من الحبال الحديدية

* يتراوح عرض وعاء المجرفة بين (٠,٦ – ١,٤) م, وسعة الوعاء بين (٠,٣ – ٢,٧) م^{٣} , اما مستوى عمق الحفر والارتفاع يختلف من حفارة الى اخرى حسب الشركة المصنعة وهناك كتالوكات مفصلة تبين ذلك:

* دورة عمل الحفارة الخلفية:

١. يخفض وعاء المجرفة الى الاسفل بحيث تكون اسنان المجرفة في تماس مع التربة
٢. يسحب وعاء المجرفة الى الخلف بحيث يقوم بالحفر الى ان يمتلىء بالتربة
٣. يدار وعاء المجرفة نحو الاعلى وترفع الاذرع الحاملة له بحيث يرفع الوعاء فوق مستوى التفريغ
٤. تدور الحفارة نحو نقطة التفريغ باستخدام القرص الدوار
٥. يدار وعاء المجرفة بحيث يفرغ محتوياته من التربة
٦. تعود الحفارة الى موقع البداية لاعادة الدورة الانتاجية.

❖ الحفارة المسحوبة أو الناعورية (Drag Shovel):

تستخدم نفس اجزاء الحفارة الشاملة (المحرك , القرص الدوار وغرفة القيادة) مع وجود الهيكل الطويل والمتكون من المقاطع الحديدية وبشكل مشبك حيث يمكن تطويل ذراعه باضافة مقاطع اخرى. يكون 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.

اهم فوائد الحفارة المسحوبة: امكانية الحفر في التربة الرخوة والمغمورة بالمياة وتحت مستوى مسارها بحيث لا تنزل الى منطقة الحفر.

اهم مساوئها :

١. قلة عمق الحفر (لا يتجاوز ٤ متر)
٢. عدم امكانية السيطرة على دقة الحفر
٣. عدم امكانية استخدامها في التربة الصلبة

* دورة عمل الحفارة المسحوبة (الناعورية):

١. يتم القاء وعاء المجرفة على موقع المنطقة المراد حفرها ويفضل ان يكون هذا الموقع تحت نهاية ذراع الحفارة
٢. يسحب وعاء المجرفة بواسطة حبل السحب نحو قاعدة الحفارة حتى تمتلىء
٣. يعدل وضع وعاء المجرفة بحيث تتجه فتحة المجرفة نحو الاعلى خلال ارتفاع الذراع والوعاء

٤. تدور الحفارة باتجاه منطقة التفريغ ثم يقلب الوعاء ليفرغ حمولته من التربة

٥. تعود الحفارة الى اتجاهها الاول لاعادة الدورة الانتاجية.

❖ الحفارة الخاطفة (المحارية) (Clamp Shovel):

تستخدم نفس اجزاء الحفارة الشاملة (المحرك , القرص الدوار وغرفة القيادة) مع وجود الهيكل الطويل والمتكون من المقاطع الحديدية وبشكل مشبك حيث يمكن تطويل ذراعه باضافة 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.

اهم فوائد الحفارة الخاطفة:

١. تستخدم لرفع المواد الغير مرصوصة مثل الركام والرمل لتزويد الخباطات المركزية

٢. تستخدم للحفر تحت مستوى الماء في الانهار والموانء

٣. مفيدة للحفر والتحميل في المناطق الضيقة والزوايا وخاصة في الاسس العميقة.

اهم مساوئها :

١. بطيئة الحركة

٢. ثقيلة في الشحن

٣. محدودة الاستخدام في الحفر

* هناك انواع عديدة من اشكال الحفارة الخاطفة تتلائم كل منها واشكال العمل المطلوب كأن يكون شكل المجرفة بشكل كماشة لمسك الاحجار في تبطين حواف الموانىء أو يوضع رأس مغناطيسي لرفع أشكال الحديد المستهلك.

❖ الرافعة (الكرين) (Crane):

تستخدم نفس اجزاء الحفارة الشاملة (المحرك , غرفة القيادة , والقرص الدوار) مع وجود الهيكل الطويل والمتكون من المقاطع الحديدية وبشكل مشبك حيث يمكن تطويل ذراعه باضافة 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, ويتراوح الحمل الاقصى بين (٢ – ٧٠ طن)

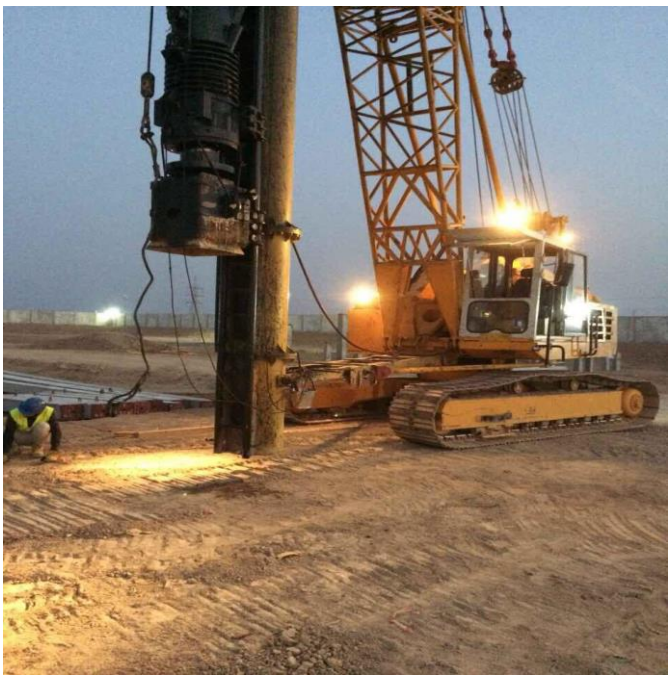
❖ مكائن دق الركائز (Pile Machine):

تستخدم نفس اجزاء الحفارة الشاملة (المحرك , القرص الدوار وغرفة القيادة), مع وجود الهيكل الطويل والمتكون من المقاطع الحديدية وبشكل مشبك حيث يمكن تطويل ذراعه باضافة مقاطع اخرى. ويلغى وعاء المجرفة ليوضع مكانه خطاف التعليق رأس 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 اعلى الذراع.

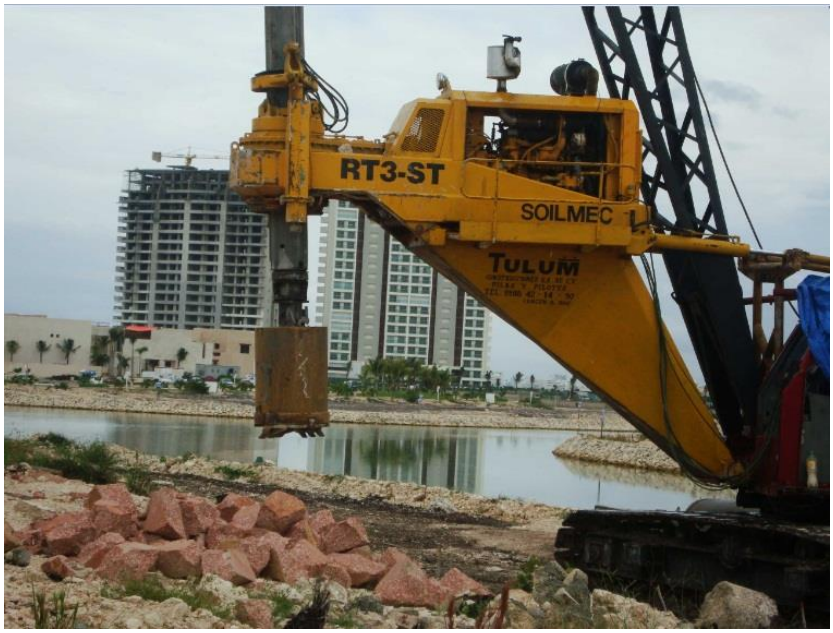
استخدامات مكائن دق الركائز باستخدام المطرقة:

١. دق الركائز الخرسانية الجاهزة والركائز الحديدية
٢. تستخدم في دق الاسطوانات الفولاذية التي تدق لتكوين قالب الركائز



ب. **مكائن الحفر الدوراني**: تستخدم نفس الذراع الهيكلي الذي تستخدمه الرافعة او المجرفة المسحوبة لتثبيت ذراع هيكل خاص , تتصل به منصة في الجزء الاسفل منه يثبت عليه الماكنة التي تقوم بتدوير برينة الحفر التي تاخذ طاقتها من محرك الحفارة.

استخدامات مكائن الحفر الدوراني: تستخدم في حفر الاسس الدائرية العميقة



الفصل الثامن

معدات النقل (Transporting Equipments)

تعتبر معدات النقل من التطورات الكبيرة التي حدثت بعد الثورة الصناعية من اجل التخفيف عن الاجهاد الذي اصيب الانسان في مناقلة المواد من مكان الى اخر, وقد تنوعت واختلفت هذه المكائن بشكل كبير حسب حاجة الانسان لها.

مركبات نقل المواد

تتوفر هذه المكائن بنوعين أساسيين :

أ. مركبات نقل المواد على الطرق المعبدة: تحدد معظم الدول انظمة للسير على الطرق المبلطة من حيث وزن تلك المركبات ومقدار الحمولة المحورية وحجم تلك المركبات , لذلك تكون هذه المركبات:

١. صغيرة الحجم
٢. وبعدد أكثر من المحاور لتقليل الضغط المسلط على الشارع
٣. وتكون نوعية الاطارات اقل مقاومة للاحتكاك
٤. مما يعطيها أكثر سرعة في التنقل

ب. مركبات نقل المواد على الطرق الغير المعبدة: تكون هذه المركبات:

١. تكون هذه المركبات كبيرة في الحجم
٢. وقوية في تصميمها لتكون ملائمة لتحمل ظروف العمل خارج الطرق المعبدة
٣. وعدد اقل من المحاور وحجم كبير للاطارات
٤. ولكن لها ميزة نقل الحمل الكبير الذي يصل الى ٢٠٠ طن
٥. مما يتطلب وجود محرك قوي
٦. لا يكون لها بوابة خلفية للفتح عند التفريغ مما يقلل من زمن الدورة الانتاجية

مركبات النقل متعددة الاغراض :

انتجت هذه المركبات لتتلائم مع استخدامات المقاولين الى معدات يمكنها القيام بمجموعة من الفعاليات التي يحتاجونها في مواقع العمل. وتتكون من غرفة القيادة في الامام, والهيكل (الشاصي) ويثبت فوق الهيكل الوعاء الذي يمكن تغيراستخدامه حسب طبيعة العمل , حيث ستخدم كشاحنة قلابة خفيفة الحمل (٥ – ١٠) طن. او تستخدم كشاحنة للنقل بمميزات متنوعة ,حيث يمكن مثلا تنزيل الوعاء الى سطح الارض في موقع العمل ليتم تجميع المواد المراد نقلها , ثم تعود الماكنة لرفع الوعاء ونقله. ان هذا التطور مفيد في نقل الانقاض ورفعها والاستفادة القصوى من المركبة دون اضاعة الوقت لملىء الوعاء.

القلابات (Dumpers):

تعتبر القلابات من المكائن المهمة في عمليات الانشاء المختلفة وتتلخص اهميتها في نقل المواد من مكان الى اخر بمختلف انواعها سواء كانت رمل , حصو او حجر ..... تتراوح سعة هذه القلابات بين (٤ – ٢٥) طن اي ما يعادل (٥ – ٢٠) م^{٣} .

تحدد معظم الدول انظمة للسير على الطرق المبلطة من حيث وزن تلك المركبات ومقدار الحمولة المحورية وحجم تلك المركبات

اصناف القلابات حسب طريقة التفريغ:

١. شاحنة خلفية التفريغ: حيث يتم تفريغ المواد من الخلف عن طريق رفع بوابة الوعاء الى الاعلى والتي تكون مثبتة بواسطة مسامير على جانبي جدران الوعاء
٢. شاحنات جانبية التفريغ: حيث يتم تفريغ المواد من الجوانب عن طريق فتح جدار الوعاء الجانبي سواء من جهة اليمين او اليسار.
٣. شاحنات قعرية التفريغ: ويتم تفريغ المواد عن طريق فتح بوابة من الاسفل ليتم تفريغ ونشر المواد من الاسفل.

قلابات موقع العمل:

* وهو قلاب صغير بحجم يتراوح حجمه بين (٠.٣ – ٥) م^{٣} ويستخدم داخل نطاق موقع العمل لنقل الحمولات الصغيرة. يستخدم محرك صغير ويكون توجيه القلاب بواسطة العجلات الخلفية.
* وهناك انواع 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 اقرب 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 القلاب في الموقع بحيث لا يحصل تصادم بين القلابات وخاصة عندما تكون المسارات ضيقة ويفضل دائما استخدام الطرق ذات الممر الواحد لتلافي حوادث الاصطدام, كذلك على السائق الترجل من القلاب اثناء التحميل وخاصة عند التحميل بواسطة المجرفة او الحفارة. وهناك انواع مختلفة ومتنوعة حسب طبيعة العمل والاحتياج.

انتاجية القلابات:

هناك عوامل عديدة تؤثر على انتاجية القلابات والشاحنات ومنها:

١. حجم الشاحنة وعددها: فالشاحنات الصغيرة تمتاز بالمناورة الجيدة والسرعة العالية وعدم التأثر كبيرا اذا تعطلت احداهما, لكن يمكن ان تصعب الشاحنات الصغيرة العمل على ماكنات التحميل وتزيد من عدد السواق واجورهم وتزيد من اعباء الصيانة وتزيد من الوقت الضائع في ترة التحميل على عكس الشاحنات الكبيرة.
٢. نوع ماكنة التحميل وحجمها: فكلما اختصر وقت التحميل باستعمال ماكنات كفؤة وذات حجم يتناسب وحجم الشاحنات, كلما اصبحت الانتاجية عالية وعليه فان عدد الشاحنات المطلوبة للعمل تعتمد اعتمادا كبيرا على وقت الدورة الانتاجية لماكنة التحميل وحجمها,

ودائما يتم اختيار نوع ماكنة التحميل والشاحنة بحيث تكون سعة الشاحنة حوالي خمسة اضعاف سعة ماكنة التحميل.

٣. **مسار الشاحنة والمسافة التي تقطعها وطبيعة الطريق:** وذلك لان وقت الذهاب والاياب والتحميل والتفريغ هو الذي يساهم في تحديد العدد المطلوب من الشاحنات, وتلعب مقاومة الدحرجة دورا مهما في زمن الدورة الانتاجية للشاحنات , فكلما قلت قيمة مقاومة الدحرجة زادت سرعة الشاحنة وقل زمن الدورة الانتاجية والعكس صحيح.

* **لذلك من المهم جدا الاعتناء بالطريق بصورة جيدة** : عن طريق عمل طريق وقتي اما بوضع طبقة قليلة من الاسفلت أو جعله مستويا ورشه بالماء لجعله سهلا في السير.
* كذلك من المهم اختيار حجم وضغط الاطارات المناسب للشاحنة, ففي الطرق المبلطة يفضل جعل الضغط عاليا لتقليل مساحة التلامس وبالتالي تقليل مقاومة الدحرجة.
* اما في الطرق الغير مبلطة فان الضغط العالي سوف يجعل الاطارات تنغرس في الطريق وبالتالي تقل سرعتها, لذلك في هذه الحالة يفضل تقليل الضغط مما يؤدي الى زيادة مساحة التلامس وبذلك لا تنغرس الاطارات في الطريق. والامثلة التالية توضح هذه العلاقة.

مـثـــال ١:

استخدمت مجرفة الية ذات سعة ٢ م^3 تستعمل لتحميل شاحنات ذات حمولة ١٢ م^3 لكل شاحنة, زمن دورة المجرفة ٢٠ ثانية , وزمن دورة الشاحنة الكلي (الذهاب , التفريغ , والعودة) يساوي ١٠ دقائق. المطلوب من الفني تحديد عدد الشاحنات بحيث يحصل على افضل انتاجية وأعلى معامل تشغيل؟

الاجابة:

عدد مرات التحميل لملىء الشاحنة = حجم الشاحنة / حجم المغرفة = ١٢ / ٢ = ٦

الزمن لملىء الشاحنة = عدد مرات التحميل × زمن الدورة المجرفة = ٦ × [٢٠ / ٦٠] = ٢ دقيقة

اذا زمن دورة الشاحنة = (زمن التحميل , الذهاب , التفريغ والعودة) = ١٠ + ٢ = ١٢ دقيقة

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

= ١٢ / ٢ دقيقة = ٦ شاحنات

معامل التشغيل = زمن تحميل كل الشاحنات / زمن دورة الشاحنة

زمن تحميل كل الشاحنات = عدد الشاحنات × زمن التحميل = ٦ × ٢ = ١٢

معامل التشغيل = ١٢ / ١٢ × ١٠٠ = ١٠٠٪

مـثـــال٢:

استخدمت مجرفة الية ذات سعة ٢ م^3 تستعمل لتحميل شاحنات ذات حمولة ١٧ م^3 لكل شاحنة, زمن دورة المجرفة ٢٠ ثانية , وزمن دورة الشاحنة الكلي (الذهاب , التفريغ , والعودة) يساوي ١٠ دقائق. المطلوب من الفني تحديد عدد الشاحنات بحيث يحصل على افضل انتاجية واعلى معامل تشغيل؟

الاجابة:

عدد مرات التحميل لملىء الشاحنة = حجم الشاحنة / حجم المغرفة = ١٧ / ٢ = ٨.٥

الزمن لملىء الشاحنة = عدد مرات التحميل × زمن الدورة المجرفة = ٨.٥ × ٢٠ = ١٧٠ ثانية

اذا زمن دورة الشاحنة = (زمن التحميل , الذهاب , التفريغ والعودة) = ١٧٠ + ١٠ × ٦٠ = ٧٧٠ ثانية

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

= ٧٧٠ / ١٧٠ = ٤.٥ شاحنات (تقريبا ٥ شاحنات)

اي يجب استعمال خمسة شاحنات لاشغال وقت المجرفة

معامل التشغيل = زمن تحميل كل الشاحنات / زمن دورة الشاحنة

زمن تحميل كل الشاحنات = عدد الشاحنات × زمن التحميل = ٥ × ١٧٠ = ٨٥٠

معامل التشغيل للمجرفة = ٨٥٠ / ٧٧٠ × ١٠٠ = ١١٠٪

وهذا يعني وجود وقت ضائع لكل شاحنة = زمن تحميل الشاحنات – زمن دورة الشاحنة

= ٨٥٠ – ٧٧٠ = ٨٠ ثانية تبقى تنتظر

وعليه فان معامل تشغيل الشاحنات = زمن دورة الشاحنة / زمن تحميل كل الشاحنات

= ٧٧٠ / ٨٥٠ × ١٠٠ = ٩٠٪

اما اذا استعملت اربعة شاحنات

زمن تحميل الشاحنات = ٤ × ١٧٠ = ٦٨٠ ثانية

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

= ٦٨٠ / ٧٧٠ × ١٠٠ = ٨٨.٣٪

وهذا يعني ان المجرفة تبقى تنتظر = ٧٧٠ ـ ٦٨٠ = ٩٠ ثانية

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

تحديد سعة القلابات:

يمكن تحديد سعة الشاحنة بالاعتماد على واحدة من أربع محددات وهي :

١. **القدرة الحصانية للمحرك:** حيث تتأثر القوة الحصانية بمقدار الحمل ونوع الطريق ومدى استوائه او ميلانه سواء بالصعود او بالنزول, وكذلك الظروف الجوية وحالة المحرك ومقدار سنوات الخدمة

٢. **وزن الحمولة :** حيث يعبر عن سعة الشاحنة بالطن فيقال مثلا : شاحنة ذات حمولة ٢٥ طن , وتستخدم الحمولة بالاطنان للمواد ذات الكثافة العالية مثل الحديد والسمنت والمعدات. ويلاحظ في هذه المواد ان بدن الشاحنة لايكون مملوء باكمله الا انها تكون محملة بطاقتها القصوى. اما في المواد ذات الكثافة القليلة مثل (الحصو , الخشب والاسفنج) فان بدن الشاحنة يكون مملوء باكمله 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.

٣. **حجم الحمولة التي يستوعبها بدن الشاحنة :** حيث يتم قياس حجم بدن الشاحنة بالاعتماد على قياس (الطول × العرض × الارتفاع). ويحسب الارتفاع الى اعلى جانب البدن, حيث يكون السطح الاعلى للمواد افقيا. فقد تسمح طبيعة المواد بتكديسها فوق المستوى الافقي مثل التربة الطينية بنسبة ميل ١ : ١ والتربة الرملية بنسبة ميل ٣:١ لذلك فان حجم الشاحنة يتغير حسب نوع المواد التي تحملها

٤. **تحديد الحمولة بالعدد:** بعض المواد التي تحمل على الشاحنة تكون ذات قياسات معينة مثل الطابوق, البلوك , والكاشي مثلا شاحنة ذات سعة ٦٠٠٠ طابوقة , او سعة ٣٠٠٠ كاشية ,

ويحسب العدد من خلال العلاقة (العدد = حجم البدن / حجم الطابوقة) مع الإنتباه الى الحمولة القصوى المسموح بها للشاحنة.

الشاحنات (لوريات) (Lorries):

وتسمى احيانا بشاحنات البضاعة: وهي الشاحنات ذات البدن الثابت والتي تصنع في أغلب الاحيان للسير على الطرق المبلطة , حيث تكون اطارتها ذات ضغط عالي ونقشة الإطار ناعمة لتقليل مقاومة الدحرجة وبالتالي الحصول على سرعة عالية. وتكون هذه الشاحنات:

ذات محورين	واحد في الأمام والاخر في الخلف
ذات ثلاث محاور	واحد في الأمام واثنين في الخلف
ذات اربع محاور	اثنان في الامام واثنان في الخلف
وذلك لتقليل الضغط المسلط على سطح الطريق كلما زادت وزن الحمولة	

* يتم تفريغ الحمولة اما من الباب الخلفي , او من خلال فتح أو رفع الالواح الجانبية ليصبح ظهر الشاحنة عبارة عن سطح مستوي يمكن وضع الحاويات عليه باستخدام الرافعات الشوكية.
* تستخدم هذه الشاحنات في المشاريع الانشائية في نقل المواد التي لا تفرغ بواسطة القلابات مثل (الأبواب , الشبابيك , الكاشي والمرمر ....)
* تتراوح سعة الشاحنات بين (٤ – ٣٠) طن كما يتراوح حجم الشاحنة بين (٨ – ٢٠) م^{٣}, كما يمكن في اغلب الاحيان سحب مقطورة خلفية لزيادة الحمولة.

ناقلات المعدات (Plant Transporters):

وهي الشاحنات التي تستخدم في نقل المكائن الاخرى الثقيلة (كالحفارات , الشفلات والحادلات .....) والتي لا تستطيع الحركة لمسافات كبيرة وخاصة المجنزرة منها. وتكون هذه الشاحنات ذات محورين او ذات ثلاث محاور او ذات اربع محاور.

❖ **تتم عملية التحميل بعدة طرق منها:**

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

٢. او باستخدام ناقلات ذات ابدان منخفضة من سطح الطريق مع وضع منحدر يثبت خلف المقطورة لتسهيل صعود الماكنة.

٣. او باستخدام اسلوب ازاحة 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 (١٥ – ١٠٠) طن وطولها بين (١٥ – ٢٠) متر وعرضها بين (٢.٤ – ٣.٣٥) متر.

* وهناك أنواع خاصة تصنعها الشركات لنقل المكائن الكبيرة باستخدام ابدان عريضة ومنخفضة من سطح الطريق مع وجود اعداد كثيرة من الاطارات لتقليل الضغط على سطح الطريق.

❖ **عند استخدام شاحنات النقل, ينبغي دراسة مسار الحركة على الطرق من حيث:**

١. انحدار الطريق الذي تسلكه سواء كان صعودا او نزولا, ويفضل ان لا تزيد نسب الميل عن ١٥٪ سواء كان بالصعود أو النزول.

٢. عرض الطريق , وانصاف اقطار الاقواس في الطرق, ووجود الابنية القريبة من مناطق الاستدارة

٣. معرفة وجود الجسور ومقدار ما يسمح من اثقال

٤. الارتفاع الاقصى المسموح به في الطريق الذي تسلكه الناقلة

٥. اماكن توقف الناقلة لغرض الراحة

٦. الظروف الجوية وتأثيرها على الطريق

٧. حالة الزخم المروري اثناء حركة الناقلة ويفضل تنسيق سير الناقلة مع دوائر المرور لتحديد الطريق المناسب وساعة الحركة.

المقطورات (Trailers):

تستخدم هذه الشاحنات في نقل الحمولات الكبيرة من حيث الحجم والوزن مثل : السمنت المكيس, قضبان التسليح , الاخشاب والاجهزة والمواد المختلفة. وتمتاز هذه الشاحنات بكونها ذات محاور عديدة تصل الى (٤ – ٥) محاور.

مركبات ذاتية التحميل (Self loading Vehicle):

وتتألف 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 والمرمر .....
* تتراوح سعة هذه الشاحنات بين (٤ – ٣٠) طن, ويتراوح حجم الشاحنة بين (٨ – ٢٠) م^{٣}
* كما يمكن في اغلب الاحيان سحب مقطورة خلفية لزيادة الحمولة , هذه المركبات في تطور مستمر لتسهيل عملية تحميل وتفريغ الحمولات وحسب حجم الشاحنة.

عربات القطارات (Train Wagons):

وفيه يتم استخدام السكك الحديدية في نقل المواد الخام او اي مواد اخرى وذلك بوجود عربات مصنوعة خصيصا لتسير على خطوط السكك الحديدية.

❖ مما تحقق الاهداف التالية:

١. تتابع تدفق المواد بشكل منتظم وبكميات كثيرة
٢. اختصار الزمن حيث تقوم قاطرة واحدة بسحب مجموعة كبيرة من العربات تفوق حمولتها اي شاحنة الذي ينعكس على الكلفة الاجمالية للمشروع
٣. خطوط السكك تكون مفصولة عن خطوط الطرق العامة , مما يقلل من الزخم المروري او التأثير على حركة السيارات
٤. قلة عدد السواق, فكل قاطرة يقودها سائق او اثنين

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

الفصل العاشر

المدرجة (Grader)

وهي ماكنة انشائية تتكون من محرك ديزل يستند على اربع او ست عجلات , ويكون لها نصل قاطع مثبت تحت هيكلها او في مقدمتها , حيث يستخدم في قشط الطبقة العليا من التربة, ويمكن تحريك النصل باتجاهات واسعة في المستوى الافقي تصل لحد ٣٠٠ درجة , لغرض تكديس التربة على اي جانب من جوانب الماكنة , او امالة النصل في المستوى العمودي لغرض ترتيب جوانب المنحدرات.

عمل المدرجات :

يمكن تلخيص اعمال المدرجات بما يلي

١. قشط الطبقة العليا من التربة لاعماق لا تتجاوز ١٥ سم اعتمادا على نوعية التربة.
٢. ازالة الثلوج المتراكمة على الطرق
٣. تعديل جوانب المنحدرات والسداد الترابية لارتفاعات تصل لحد ٣ امتار
٤. تنظيم ميل السطح الاعلى للطرق, والمشاريع الزراعية
٥. فتح الطرق الترابية وادامتها وتوزيع التربة التي تقوم الشاحنات بتفريغها على حوافي الطرق والسداد
٦. عمل سواقي لعمق يصل الى ٦٠ سم تحت مستوى العجلات
٧. حراثة التربة بواسطة اسنان المشط المثبتة في الجزء الامامي من هيكل المدرجة.

* يكون ابعاد النصل ٤ امتار طولا و ٦٠ سم ارتفاعا, ويتم السيطرة على حركة النصل اما ميكانيكيا او هيدروليكيا والاخير اكثر استخداما لكونه اكثر دقة واكثر سهولة في الاستخدام
* يمكن ان تركب اسنان حديدية امام النصل لتمشيط قطع الاحجار الصغيرة , وكذلك يمكن وضع اسنان في الخلف للحراثة في بعض الاحيان
* ان السيطرة على ارتفاع النصل وميله يمكن ان تكون دقيقة الى الحد الذي يستطيع فيه المشغل من التحكم على منسوب سطح التربة الى دقة ٥ ملمتر
* هناك مدرجات حديثة تستخدم الاشعة الليزرية في تحديد الميل بصورة دقيقة جدا.

أنواع المدرجات : هناك نوعين اساسيين من المدرجات:

١. **المدرجة المسحوبة** : وهي من الانواع القديمة التي استحدثت مع بداية صناعة المدرجات وتتكون من هيكل يستند على دواليب مطاطية يتم سحبها بجرار مدولب أو مجنزر ولم تعد تستخدم في الوقت الحاضر

٢. **المدرجات ذاتية الحركة:** وهي الاكثر استعمالا في الوقت الحاضر, حيث يتولى محرك ديزل من السيطرة على فعاليات الماكنة سواء كان للحركة او للسيطرة على اتجاهات النصل وتكون على نوعين:

أ. **المدرجات ذاتية الحركة ٦ × ٣** : ويقصد بها ان المدرجة لها ٦ عجلات تستند على ٣ محاور , اربع عجلات خلفية تنتقل اليها القدرة من المحرك وتساهم في تحريك الماكنة , اما العجلات الخلفية فتستخدمان في تغيير الاتجاه اثناء سير المدرجة , ولها خاصية الميلان عن المستوى الشاقولي لتسهيل الدوران.

ب. **المدرجات ذاتية الحركة ٤ × ٢** : ويقصد بها ان المدرجة لها ٤ عجلات تستند على محورين جميعها تنتقل اليها القدرة من المحرك وتساهم في تحريك المدرجة , وكذلك فان جميع العجلات تغير اتجاهها عند الدوران , ولهذا يكون بامكان المدرجة الانحراف عن محورها بحيث لا تتبع العجلات الخلفية بنفس سير العجلات الامامية.