

٢٠١٩/٢٠٢٠



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

الجامعة التقنية الجنوبية

المعهد التقني العمارة

قسم المدني / بناء و انشاءات

المكائن الإنشائية

المرحلة الثانية / قسم التقنيات المدنية

مدرس المادة :-

أ. ناصر زهراو مطشر

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

هيئة التعليم التقني

اللجنة الاستشارية للتخصصات المدنية القسم : التقنيات المدنية الفرع: بناء وإنشاءات

المرحلة: الثانية

الساعات الأسبوعية			المكانن الإنشائية Construction Equipments
م	ع	م	
2	-	2	
اهداف المادة : تحديد انتاجية المكانن وكلف تشغيلها والاشراف على انجازها للأعمال بصورة جيدة .			
تفاصيل المفردات النظرية			الاسبوع
معدات الانشاء ، أهمية المكانن ، وطرق الحصول عليها ، ومحاسن ومساوى إمتلاك او تأجير المكانن ، مع عرض فلم علمي .			الأول
حساب كلف وإمتلاك المكانن (كلف الإندثار ، الإستثمار الصيانة والتصليح) .			الثاني
تكملة حساب كلف وإمتلاك المكانن ، كلف التشغيل (كلف الوقود ، كلف الزيوت ، شرح سؤال حسابي متكامل حول حساب كافة الكلف) .			الثالث
المكانن الخاصة ، المكانن القياسية ، والمفاضلة بينهما مع عرض فلم علمي .			الرابع
الاسس الهندسية لأعمال المكانن الهندسية وتشمل (مقاومة الحركة وتأثير الميل) .			الخامس
تكملة الاسس الهندسية لأعمال المكانن الهندسية (تأثير الإرتفاع ، الإنتفاخ والتقلص للتربة على حساب الحجم)			السادس
المقلعة (دوزر وتشمل : وصف الماكنة ، انواعها ، حساب الإنتاجية) مع عرض فلم علمي .			السابع
مجرفة التحميل (الشفل) وتشمل (أنواعها ، فرق بينها ، وحساب الإنتاجية ، دورة عمل الشفل ، تنسيق العمل) مع عرض فلمين علميين .			الثامن
زيارة علمية الى أحد مواقع الأعمال التي يتوفر بها مكانن مختلفة .			التاسع
مكانن الحفر ، الحفارة الشاملة ، الحفارة الوجهية مع عرض فلم علمي .			العاشر
مكانن الحفر (المجرفة الخلفية ، المجرفة الناعورية ، المجرفة المحارية) مع عرض فلم علمي .			الحادي عشر
مكانن وحدات النقل ، شاحنات الطرق المبلطة وغير المبلطة ، تصنيف الشاحنات وفق العوامل المتعددة ، القلابات ، حساب الإنتاجية مع عرض فلم علمي .			الثاني عشر

موازنة عدد القلابات مع حجم مكانن الحفر ، اللوريات ، القاطرة والمقطورة ، شاحنات سكك الحديد .	الثالث عشر
المدرجات وتشمل (أنواعها وفواندها مع حساب الإنتاجية) مع عرض فلم علمي.	الرابع عشر
القاشطات أنواعها وفواندها وحساب الإنتاجية مع عرض فلم علمي .	الخامس عشر
إنتاجية القاشطة استخدام مخطط إداء القاشطة في حساب الإنتاجية .	السادس عشر
زيارة علمية الى أحد مواقع الأعمال مع عرض فلم علمي .	السابع عشر
مكانن رص التربة وتشمل أهميتها أنواعها أماكن إستخدامها مع عرض فلم علمي .	الثامن عشر
تكلمة مكانن الحدل وحساب الإنتاجية ، نظرية بصلة الضغط لتوزيع الأثقال .	التاسع عشر
تكلمة مكانن الحدل الحادلات الاهتزازية ، حساب الإنتاجية الحادلات	العشرون
معدات مزج المواد لأعمال الخرسانة مع عرض فلم علمي .	الحادي والعشرون
معدات نقل رص وصقل الخرسانة .	الثاني والعشرون
معامل إنتاج الأسفلت أنواعها ومواصفاتها.	الثالث والعشرون
مواصفات الفارشات للأسفلت ، سرعة الفارشات ، أنواع الفارشات مع عرض فلم علمي.	الرابع والعشرون
زيارة علمية الى معامل إنتاج الأسفلت .	الخامس والعشرون
المخندقات أنواعها ، حساب معدلات الإنتاج مع عرض فلم علمي.	السادس والعشرون
الأنفاق أهميتها ، أنواعها مع عرض فلم علمي.	السابع والعشرون
شق الأنفاق بحفارات ميكانيكية ، تهوية الأنفاق مع عرض فلم علمي .	الثامن والعشرون
الأحزمة الناقلية ، حساب كلف النقل بالأحزمة الناقلية أجزاء الأحزمة الناقلية	التاسع والعشرون
إستخدام منظومات السيطرة الحديثة في المكانن الإنشائية مع عرض فلم علمي خاص بها .	الثلاثون

(الأسبوع الاول)

مفردات السبوع الاول

١. تعريف معدات الانشاء
٢. أهداف استخدام المكنن الانشائية في المشاريع
٣. طرق الحصول على المكنن الانشائية

معدات الإنشاء:- هي جميع العدد اليدوية البسيطة وصولا الى المكين الكبرية المعقدة و التي يمكن من خلالها انجاز اعمال يدوية بسيطة و اعمال ضخمة . و معدات الانشاء هي من الوسائل المفضلة لمنفذي الاعمال الانشائية لإنجاز مشاريعهم بكلف اقتصادية معقولة و بنوعية جيدة و خلال فترة زمنية مناسبة .

اهداف استخدام معدات الانشاء في المشاريع الانشائية

١. لزيادة معدلات انتاج المشاريع المختلفة.
٢. تقليل الكلفة الكلية للمشروع.
٣. انجاز فعاليات معقده يتعذر انجازها يدويا مما يؤدي الى تقليل الجهد العضلي الذي يبذله العامل.
٤. الدقة في تنفيذ المشاريع و حسب التصاميم المقررة.
٥. تكون اكثر اقتصادية في تنفيذ المشاريع مع المحافظة على سرعة تقدم العمل و حسب ما مخطط له و عدم تأثر خطوات التنفيذ حينما تكون هناك شحة ايدي عاملة.

طرق الحصول على المكين الانشائية

يعتمد منفذو الاعمال الانشائية في الحصول على المكين التي يمكن استخدامها في تنفيذ مشاريعهم على طريقتين هما:-

- أ- طريقة امتلاك الماكينة
- ب- طريقة استجار الماكينة

ففي بعض الاحيان يكون امتلاك المكين افضل من استجارها و في ظروف اخرى يكون العكس هو الصحيح و في كلتا الحالتين هناك محاسن و مساوي متعددة يمكن ايضاحها.

محاسن امتلاك الماكينة:-

من محاسن امتلاك الماكينة الاتي:-

- أ- انها تكون جاهزة و موجودة في اي وقت يحتاج اليها المنفذ لتنفيذ اي فقرة من فقرات المشروع.
- ب- يمكن لمالك الماكينة اجراء الصيانة و الادامة على الماكينة بشكل افضل مما يجري على الماكينة المستأجرة و بذلك تكون الماكينة المملوكة للمنفذ بوضع ميكانيكي افضل من المستأجرة.
- ت- توزع كلفة الماكينة التي يمتلكها المنفذ على عدة مشاريع بحيث يمكن استغلال الماكينة بأقصى شكل و الحصول على مردود اقتصادي جيد.
- ث- في حالة امتلاك الماكينة تكون غرامات التأخير في العمل اقل.

مساوي امتلاك الماكنة :-

- أ- ان امتلاك الماكنة هو استغلال لمقدار محسوس من راس المال الممكن استغلاله في مجالات اخرى في حالة عدم امتلاك الماكنة.
- ب- ربما يكون امتلاك الماكنة اكثر كلفة منة استئجارها في حالة عدم استغلالها في صورة مستمرة في المشاريع.
- ت- ان امتلاك الماكنة يدفع المنفذ الى استخدامها لفترة طويلة رغم ظهور مكانن جديدة و بانتاجية جيدة.
- ث- ان امتلاك المنفذ مكانن معينة يجعله يستمر لاختصاص معين و ثابت و في مجال محدد ن الاعمال.
- ج- ان امتلاك الماكنة يجعل المنفذ يستمر في استعمالها حتى بعد تجاوزها العمر الاقتصادي و هذا يؤدي الى زيادة كلفة المشروع سبب اعمال الصيانة على المكانن المتقدمة.

محاسن استئجار الماكنة:-

- أ- الاحتفاظ براس المال في مجالات اخرى بدل من شراء الماكنة.
- ب- تستأجر الماكنة فقط لتنفيذ فقرة معينة وقت الحاجة لا اكثر مما يقلل المبالغ المصروفة .
- ت- لا يقوم المستأجر بأجراء الصيانة و التصليح على الماكنة المستأجرة مما يوفر الوقت في المشروع.
- ث- بعد الانتهاء من المشروع لا يبقى بذمة المنفذ اي ماكنة مستأجرة عاطلة او فائضة عن العمل.
- ج- ان استئجار الماكنة يسهل على المنفذ من التخطيط الصحيح لتنفيذ المشروع.

مساوي استئجار ماكنة :-

- أ- يحتمل عدم توفر الماكنة عند الحاجة اليها و بذلك قد يتوقف المشروع.
- ب- يقوم المنفذ بدفع ايجار الماكنة المستأجرة دون الاستفادة منها في حالة الظروف الجوية السيئة و في حالة تأخر المواد الانشائية مما يزيد كفة المشروع.
- ت- بسبب اختلاف ظروف العرض و الطلب في استئجار المكانن قد يقوم مالكو المكانن برفع اجور التاجير مما يزيد من كلفة المشروع.

حساب كلف امتلاك و تشغيل الماكائن

قبل البدء بحساب كلف الامتلاك و التشغيل لابد من تعريف المصطلحات التالية:-

١. الاندثار (التقادم):- وهو فقدان الشيء لجزء من قيمته بسبب استعماله او بسبب مرور الزمن عليهما كانت العناية به كبيرة.
٢. القيمة الاصلية للماكينة (سعر الشراء):- هي سعر او كلفة الماكينة عند شراؤها اول مره و تسمى الكلفة الاولية او سعر الشراء.
٣. القيمة الاستردادية (سعر البيع):- وهي القيمة المحتملة لبيع الماكينة بعد انقضاء عمرها النافع وهي جزء من مسترد من القيمة الاصلية للماكينة .
٤. العمر النافع (العمر الاقتصادي):- هو الفترة الزمنية المقدرة بالسنوات و التي تحدد من قبل الشركات المصنعة للمكائن و التي من المفترض انه تعمل المكائن من خلالها بكامل طاقتها الانتاجية و بأعلى كفاءة .
٥. كلفة الصيانة و التصليح :- و هي المبالغ المدفوعة مقابل صيانة و تصليح الماكينة و توفير قطع الغيار لها (المواد الاحتياطية) خلال عمرها النافع.
٦. الاستثمار :- هو استغلال راس مال معين في مجال اقتصادي معين للحصول على مردود اقتصادي مناسب وتعتبر المكائن الانشائية مجال جيد للاستثمار.
٧. كلفة الاستثمار:- وهي المبالغ المدفوعة مقابل الفوائد المصرفية على راس المال المشتري به الماكينة وكذلك مبالغ التامين و الضرائب و الخزن و الايواء و تحسب كلفة الاستثمار من حاصل ضرب النسبة المئوية لمصاريف الاستثمار في معدل قيمة الماكينة.
٨. معدل قيمة الماكينة:- هي القيمة السنوية للماكينة خلال كل سنة من سنوات عمرها النافع.

حساب كلف امتلاك و تشغيل المكين

يشتمل الموضوع على نوعين من الكلف هما:-

حساب كلفة امتلاك ماكينة:- وتسمى ايضا كلفة الامتلاك (بالكلفة الثابتة) ويمكن حسابها من العلاقة التالية:-

$$\text{كلفة امتلاك ماكينة} = \frac{\$}{\text{ساعة}} = \frac{\text{كلفة الاستثمار} + \text{كلفة الصيانة و التصليح} + \text{كلفة الاندثار السنوي}}{\text{عدد ساعات التشغيل السنوي}}$$

ويمكن حساب كل مصطلح موجود من بسط العلاقة كالآتي.

$$\text{كلفة الاندثار السنوي} (\frac{\$}{\text{سنة}}) = \frac{\text{القيمة الاستردادية} - \text{القيمة الاصلية}}{\text{العمر النافع}}$$

و بعد ايجاد قيمة كلفة الاندثار السنوي نضربها في النسبة المئوية لمصاريف الصيانة و التصليح لنحسب كلفة الصيانة و التصليح

$$\text{كلفة الصيانة و التصليح} (\frac{\$}{\text{سنة}}) = \text{النسبة المئوية لمصاريف الصيانة و التصليح} \times \text{كلفة الاندثار السنوي}$$

لايجاد كلفة الاستثمار لابد من ايجاد معدل قيمة الماكينة

يمكن حساب معدل قيمة الماكينة من العلاقة التالية بوجود قيمة استردادية للماكينة

$$\text{معدل قيمة الماكينة} = \frac{(1+n) \text{ القيمة الاصلية} + (1-n) \text{ القيمة الاستردادية}}{\text{العمر النافع} \times 2}$$

حيث ان (ن) هو ثابت مساوي لعدد سنوات العمر النافع

بعد ايجاد معدل قيمة الماكينة نضربها في النسبة المئوية لمصاريف الاستثمار لايجاد كلفة الاستثمار

$$\text{كلفة الاستثمار} (\frac{\$}{\text{سنة}}) = \text{النسبة المئوية لمصاريف الاستثمار} \times \text{معدل قيمة الماكينة}$$

اما عدد ساعات التشغيل السنوي فيعطى في السؤال و بعد حساب الكلف B, C, D نعوضها في العلاقة A و نحسب كلفة الامتلاك.

مثال ١:- احسب كلفة امتلاك مجرفة ميكانيكية (شفل) في الساعة الواحدة مستندا الى المعلومات التالية:-

القيمة الاصلية للمجرفة (\$٦٨٠٠٠) القيمة الاستردادية المحتملة لها عند البيع (\$٦٠٠٠) و عمرها النافع ٥ سنوات و نسبة كلفة الصيانة و التصليح ٨٠% من الاندثار السنوي و نسبة كلفة الاستثمار ١٠% من معدل قيمة الماكنة علما ان عدد ساعات التشغيل السنوي ٢٢٠٠ ساعة/سنة؟

الحل:-

$$\text{كلفة امتلاك ماكنة} = \frac{\$ \text{ كلفة الاستثمار} + \text{كلفة الصيانة و التصليح} + \text{كلفة الاندثار السنوي}}{\text{عدد ساعات التشغيل السنوي}} \text{ ساعة}$$

$$\text{كلفة الاندثار السنوي} = \left(\frac{\$}{\text{سنة}} \right) = \frac{\text{القيمة الاستردادية} - \text{القيمة الاصلية}}{\text{العمر النافع}}$$

$$\text{كلفة الاندثار السنوي} = \left(\frac{\$}{\text{سنة}} \right) = \frac{٦٠٠٠ - ٦٨٠٠٠}{٥} = ١٢٤٠٠ \text{ / \$ سنة}$$

كلفة الصيانة و التصليح (\$\frac{\\$}{\text{سنة}}\$) = النسبة المئوية لمصاريف الصيانة و التصليح x كلفة الاندثار السنوي

$$\text{كلفة الصيانة و التصليح} = \left(\frac{\$}{\text{سنة}} \right) = ١٢٤٠٠ \times \frac{80}{100} = ٩٩٢٠ \text{ / \$ سنة}$$

$$\text{معدل قيمة الماكنة} = \frac{(\text{ن}+١)\text{القيمة الاصلية} + (\text{ن}-١)\text{القيمة الاستردادية}}{\text{العمر النافع} \times ٢}$$

$$\text{معدل قيمة الماكنة} = \frac{٦٠٠٠(٥-١) + ٦٨٠٠٠(٥+١)}{٥ \times ٢}$$

$$\text{معدل قيمة الماكنة} = \frac{٢٤٠٠٠ + ٤٠٨٠٠٠}{١٠}$$

$$= ٤٣٢٠٠ \text{ / \$ سنة}$$

$$\text{كلفة الاستثمار} = \text{سنة} / \$ ٤٣٢٠ = ٤٣٢٠٠ \times ١٠٠ / ١٠ = ٤٣٢٠ \text{ / \$ سنة}$$

$$\text{كلفة امتلاك ماكنة} = \frac{\$}{\text{ساعة}} = \frac{٤٣٢٠ + ٩٩٢٠ + ١٢٤٠٠}{٢٢٠٠} = ١٢١١ \text{ / \$ سنة}$$

واجب بيتي:- احسب كلفة الامتلاك المحتملة في ساعة عمل واحدة لامتلاك حفارة خلفية (بوكلين) مستندا للمعلومات التالية القيمة الاصلية (سعر الشراء) (\$١٠٠٠٠٠) القيمة الاستردادية المحتملة عند بيعها (\$٢٠٠٠٠) و عمرها النافع ١٠ سنوات نسبة مصاريف الصيانة و التصليح ٦٠% من الاندثار السنوي و نسبة مصاريف الاستثمار ٢٠% من معدل قيمة الماكنة و ساعات التشغيل ٢٥٠٠ ساعة/سنة؟

حساب كلفة تشغيل ماكينة انشائية

قبل البدء بحسابات كلفة التشغيل تجري التعريفات التالية:-

١. **القدرة الحصانية:-** هي الطاقة التي يبذلها المحرك لتحريك الماكينة وتشغيل تفرعات المحرك لكي تقوم الماكينة بأداء اعمالها و يرمز للقدرة الحصانية (hp) ووحدتها (حصان).
٢. **معامل الوقت :-** هو النسبة بين الوقت الفعلي الذي تعمل به الماكينة خلال ساعة عمل واحدة مقسوما على (٦٠) دقيقة ويمكن حسابها من العلاقة التالية:-

$$\text{معامل الوقت} = \frac{\text{الوقت التي تعمل به الماكينة خلال ساعة عمل واحدة}}{٦٠ \text{ دقيقة}}$$

فمثلا يقال ان مدرجة (كريدنر) تعمل بمعدل ٥٠ دقيقة في الساعة فيكون

$$\text{معامل الوقت لها} = \frac{٥٠ \text{ دقيقة}}{٦٠ \text{ دقيقة}} = ٠.٨٣$$

او يقال ان المدرجة تتوقف عن العمل بمعدل ١٠ دقائق في الساعة فيكون

$$\text{معامل الوقت لها} = \frac{٦٠ \text{ دقيقة} - ١٠ \text{ دقيقة}}{٦٠ \text{ دقيقة}} = \frac{٥٠ \text{ دقيقة}}{٦٠ \text{ دقيقة}} = ٠.٨٣$$

ويجب ان نلاحظ ان معامل الوقت هو كسر اقل من الواحد و مجرد من الوحدات

٣. **الدورة الانتاجية :-** وهي تشمل جميع الحركات و الفعاليات التي تقوم بها الماكينة منذ لحظة انطلاقها بعمل معين ثم انجازه و عودتها الى نقطة البداية فمثلا حركة الشغل و تقدمة و ملئ مغرفته بالتربة ثم تحميلها في القلاب ثم العودة الى نقطة البداية تسمى هذه دورة انتاجية.
٤. **زمن الدورة الانتاجية:-** وهو الزمن اللازم لإكمال الماكينة الانشائية دورتها الانتاجية و يكتب بهذه العلاقة:-

$$\text{زمن الدورة الانتاجية (دقيقة)} = \text{زمن الذهاب} + \text{زمن العودة} + \text{الزمن الثابت}$$

٥. **معامل المحرك:-** هو حاصل جمع نسبة الزمن الذي تستغرقه الماكينة بالعمل بأعلى قدرة لها و نسبة الزمن الذي تستغرقه بالعمل بنصف قدرتها و كلا النسبتين مقسومتين الى زمن الدورة الكلي وهو كسر مجرد من الوحدات يعطى في السؤال.
٦. **معامل التشغيل :-** هو حاصل ضرب معامل الوقت في معامل المحرك

$$\text{معامل التشغيل} = \text{معامل الوقت} \times \text{معامل المحرك}$$

٧. **اجور المشغلين :-** وهي الاجور التي تدفع لفريق العمل كأجر يومي او في الساعة الواحدة او اجر شهري

و بعد هذه التعريفات يمكن البدء بكتابة علاقة حساب كلفة التشغيل :-

$$\text{كلفة تشغيل ماكينة (\$الساعة)} = \text{كلفة الوقود (\$الساعة)} + \text{كلفة الزيت (\$الساعة)} + \text{اجور المشغلين (\$الساعة)} \dots 1$$

حيث نحسب كلفة الوقود ثم نحسب كلفة الزيت اما اجور المشغلين فيعطى في السؤال

$$\text{كلفة الوقود (\$الساعة)} = \text{كمية الوقود المستهلك (لترا ساعة)} \times \text{سعر المتر الواحد من الوقود (\$/التر)} \dots a$$

ان كمية الوقود المستهلك تحسب من العلاقة ادناه:-

$$\text{كمية الوقود المستهلك (لترا ساعة)} = \text{القدرة الحصانية} \times \text{معامل استهلاك الوقود (لترا حصان. ساعة)} \times \text{معامل التشغيل}$$

$a \sim \dots$

علما ان سعر اللتر من الوقود و القدرة الحصانية تعطى في السؤال و معامل التشغيل تحسب من العلاقة السابقة

و ان معامل استهلاك الوقود فهو كسر ثابت محسوب علميا و تكون قيمته مساوية

$$1.15 \text{ (لترا حصان. ساعة)} \text{ للمحركات التي تعمل بالكاز او الديزل}$$

و قيمته تساوي 0.23 (لترا حصان. ساعة) للمحركات التي تعمل بالبنازين (الكازولين)

نعوض $a \sim$ في a لإيجاد كلفة الوقود

اما كلفة الزيت يمكن حسابها من العلاقة التالية:-

$$\text{كلفة الزيت (\$الساعة)} = \text{كمية الزيت المستهلك (لترا ساعة)} \times \text{سعر اللتر الواحد من الزيت (\$/التر)}$$

$b \dots$

ان كمية الزيت المستهلك يمكن حسابها من العلاقة ادناه:-

$$\text{كمية الزيت المستهلك (لترا ساعة)} = \frac{\text{سعة حوض زيت المحرك (لتر)}}{\text{الزمن بين تبديل زيت و اخر (ساعة)}} + 0.03 \text{ (لترا حصان. ساعة)} \times \text{القدرة الحصانية} \times \text{معامل التشغيل}$$

$b \sim \dots$

و بتعويض نتيجة ($b \sim$) في العلاقة (b) نحصل على كلفة الزيت بـ (لترا ساعة)

اما اجور المشغلين فتعطى في السؤال.

مثال:- حادلة هزازة قدرتها الحصانية (١٦٠ حصان) و محركها ديزل سعة حوض الزيت للمحرك (٢٠ لتر) و الزمن بين تبديل زيت و اخر ١٥٠ ساعة ، الحادلة تتوقف عن العمل بمعدل ١٠ دقائق في الساعة سعر اللتر الواحد من الوقود (٠.٥ \$التر) و سعر اللتر الواحد من الزيت (٠.٨ \$التر) احسب كلفة تشغيل هذه الحادلة اذا علمت ان اجور المشغلين هي ٥.٥ \$ ساعة و ان معامل المحرك هو (٠.٧)؟

الحل:-

كلفة تشغيل ماكنة (\$الساعة) = كلفة الوقود(\$الساعة) + كلفة الزيت(\$الساعة) + اجور المشغلين(\$الساعة)

كلفة الوقود(\$الساعة) = كمية الوقود المستهلك(لترالساعة) × سعر لتر الواحد من الوقود(\$التر)

كمية الوقود المستهلك(لترالساعة) = القدرة الحصانية × معامل استهلاك الوقود (لتراحصان.ساعة) × معامل التشغيل

معامل التشغيل = معامل الوقت × معامل المحرك

معامل الوقت = $\frac{\text{الوقت التي تعمل به الماكنة خلال ساعة عمل واحدة}}{٦٠ \text{ دقيقة}}$

معامل الوقت لها = $\frac{٦٠ \text{ دقيقة} - ١٠ \text{ دقيقة}}{٦٠ \text{ دقيقة}} = \frac{٥٠ \text{ دقيقة}}{٦٠ \text{ دقيقة}} = ٠.٨٣$

معامل التشغيل = $٠.٧ \times ٠.٨٣ = ٠.٥٨$

كمية الوقود المستهلك(لترالساعة) = ١٦٠ حصان × ٠.١٥ (لتراحصان.ساعة) × ٠.٥٨ \cong ١٤ لترالساعة

كلفة الوقود(\$الساعة) = ١٤ (لترالساعة) × ٠.٥ (\$التر) = ٧ \$الساعة

كلفة الزيت(\$الساعة) = كمية الزيت المستهلك(لترالساعة) × سعر اللتر الواحد من الزيت(\$التر)

كمية الزيت المستهلك(لترالساعة) = $\frac{\text{سعة حوض زيت المحرك (لتر)}}{\text{الزمن بين تبديل زيت و اخر (ساعة)}} + (٠.٠٣ \times \text{القدرة الحصانية} \times \text{معامل التشغيل})$

كمية الزيت المستهلك(لترالساعة) = $\frac{٢٠ \text{ (لتر)}}{١٥٠ \text{ (ساعة)}} + (٠.٠٣ \times ١٦٠ \text{ حصان} \times ٠.٥٨) = ٠.٤١٣$

كلفة الزيت(\$الساعة) = ٠.٤١٣ (لترالساعة) × ٠.٨ (\$التر) = ٠.٣٣ \$الساعة

كلفة تشغيل الحادلة(\$الساعة) = ٧ (\$الساعة) + ٠.٣٣ (\$الساعة) + ٥.٥ (\$الساعة) = ١٢.٨٣ \$الساعة

واجب بيتي:- احسب كلفة تشغيل رافعة قدرتها الحصانية ١٨٠ حصان و سعة حوض زيت المحرك ٢٥ لتر و الزمن بين تبديل زيت و اخر ١٦٠ ساعة ، الرافعة تتوقف عن العمل بمعدل ١٢ دقيقة في الساعة و سعر اللتر الواحد من الوقود ١.٥\$ / لتر و سعر اللتر الواحد من الزيت ٢.٥\$ / لتر و اجور المشغلين ١٨\$ / ساعة علما ان محركها ديزل و معامل المحرك لها ٠.٦٦ ؟

بعد ان اجرينا حساب كل من الكلفة الثابتة (كلفة امتلاك ماكينة) و كلفة التشغيل نستطيع الان حساب الكلفة الكلية لامتلاك و تشغيل ماكينة كلاتي:-

الكلفة الكلية لامتلاك و تشغيل ماكينة = كلفة الامتلاك + كلفة التشغيل

مثال متكامل حول حساب كافة الكلف | مهم

مثال:- جد الكلفة المحتملة في الساعة الواحدة لامتلاك و تشغيل حفارة سلكية مستندا للمعلومات التالية قيمتها الاصلية ٧٥٠٠٠\$ و قيمتها الاستردادية المحتملة عند بيعها ١٥٠٠٠\$ عمرها النافع ٥ سنوات ، ساعات التشغيل السنوي ٢٠٠٠ ساعة ، مصاريف الصيانة و التصليح ٨٠% من كلفة الاندثار السنوي و مصاريف الاستثمار ١٢% من معدل قيمة الماكينة . الحفارة تتوقف عن العمل بمعدل ١٠ دقائق في الساعة ، محركها ديزل ذو قدرة حصانية ١٩٠ حصان و سعة حوض المحرك ٢٥ لتر ، الزمن بين تبديل زيت و اخر ١٦٠ ساعة ، سعر اللتر الواحد من الوقود ٠.٧٨\$ / لتر و سعر اللتر الواحد من الزيت ٢.٥\$ / لتر و اجور فريق العمل ٨\$ / ساعة علما ان معامل المحرك ٠.٦٢ ؟

الحل:-

الكلفة الكلية لامتلاك و تشغيل ماكينة = كلفة الامتلاك + كلفة التشغيل

$$\text{كلفة امتلاك ماكينة} = \frac{\text{كلفة الاستثمار} + \text{كلفة الصيانة و التصليح} + \text{كلفة الاندثار السنوي}}{\text{عدد ساعات التشغيل السنوي}} \times \text{ساعة}$$

$$\text{كلفة الاندثار السنوي} = \left(\frac{\text{القيمة الاصلية} - \text{القيمة الاستردادية}}{\text{العمر النافع}} \right) \times \text{ساعة}$$

$$\text{كلفة الاندثار السنوي} = \left(\frac{15000 - 75000}{5} \right) \times \text{ساعة} = 12000 \text{ $ / ساعة}$$

كلفة الصيانة و التصليح (\$ / سنة) = النسبة المئوية لمصاريف الصيانة و التصليح × كلفة الاندثار السنوي

$$\text{كلفة الصيانة و التصليح} = \left(\frac{\$}{\text{سنة}} \right) = 12000 \times 100 \div 180 = 9600 \text{ $ / سنة}$$

كلفة الاستثمار \$ / سنة = النسبة المئوية لمصاريف الاستثمار × معدل قيمة الماكينة

$$\text{معدل قيمة الماكينة} = \frac{(1+n)\text{القيمة الاصلية} + (1-n)\text{القيمة الاستردادية}}{\text{العمر النافع} \times 2}$$

$$\text{معدل قيمة الماكينة} = \frac{75000(1+5)+15000(1-5)}{2 \times 5} = 51000 \text{ \$ سنة}$$

$$\text{كلفة الاستثمار} / \text{سنة} = 51000 \times 100 / 12 = 425000 \text{ \$ سنة}$$

$$\text{كلفة امتلاك ماكينة} = \frac{6120 + 9600 + 12000}{2000} = \frac{\$}{\text{ساعة}}$$

$$\text{كلفة امتلاك ماكينة} = \frac{27720}{2000} = \frac{\$}{\text{ساعة}} = 13.86 \text{ \$ ساعة}$$

وكذلك نحسب كلفة تشغيل الماكينة

$$\text{كلفة تشغيل ماكينة} (\text{\$ ساعة}) = \text{كلفة الوقود} (\text{\$ ساعة}) + \text{كلفة الزيت} (\text{\$ ساعة}) + \text{اجور المشغلين} (\text{\$ ساعة})$$

$$\text{كلفة الوقود} (\text{\$ ساعة}) = \text{كمية الوقود المستهلك} (\text{لتر ساعة}) \times \text{سعر لتر الواحد من الوقود} (\text{\$ لتر})$$

$$\text{كمية الوقود المستهلك} (\text{لتر ساعة}) = \text{القدرة الحصانية} \times \text{معامل استهلاك الوقود} (\text{لتر احصان ساعة}) \times \text{معامل التشغيل}$$

$$\text{معامل التشغيل} = \text{معامل الوقت} \times \text{معامل المحرك}$$

$$\text{معامل الوقت} = \frac{\text{الوقت التي تعمل به الماكينة خلال ساعة عمل واحدة}}{60 \text{ دقيقة}}$$

$$\text{معامل الوقت لها} = \frac{60 \text{ دقيقة} - 10 \text{ دقيقة}}{60 \text{ دقيقة}} = \frac{50 \text{ دقيقة}}{60 \text{ دقيقة}} = 0.83$$

$$\text{معامل التشغيل} = 0.62 \times 0.83 = 0.515$$

$$\text{كمية الوقود المستهلك} (\text{لتر ساعة}) = 190 \text{ حصان} \times 0.15 (\text{لتر احصان ساعة}) \times 0.515 \cong 15 \text{ لتر ساعة}$$

$$\text{كلفة الوقود} (\text{\$ ساعة}) = 15 (\text{لتر ساعة}) \times 0.68 (\text{\$ لتر}) = 10.2 \text{ \$ ساعة}$$

$$\text{كلفة الزيت} (\text{\$ ساعة}) = \text{كمية الزيت المستهلك} (\text{لتر ساعة}) \times \text{سعر اللتر الواحد من الزيت} (\text{\$ لتر})$$

$$\text{كمية الزيت المستهلك} (\text{لتر ساعة}) = \frac{\text{سعة حوض زيت المحرك (لتر)}}{\text{الزمن بين تبديل زيت و اخر (ساعة)}} + 0.003 (\text{لتر احصان ساعة}) \times \text{القدرة الحصانية} \times \text{معامل التشغيل}$$

$$\text{كمية الزيت المستهلك} (\text{لتر ساعة}) = \frac{25 (\text{لتر})}{160 (\text{ساعة})} + 0.003 (\text{لتر احصان ساعة}) \times 190 \text{ حصان} \times 0.515$$

$$= 0.156 \text{ لتر ساعة} + 0.294 \text{ لتر ساعة} = 0.45 \text{ لتر ساعة}$$

$$\text{كلفة الزيت} (\text{\$ ساعة}) = 0.45 (\text{لتر ساعة}) \times 2.5 (\text{\$ لتر}) = 1.125 \text{ \$ ساعة}$$

$$\text{كلفة التشغيل} (\text{\$ ساعة}) = 10.2 (\text{\$ ساعة}) + 1.125 (\text{\$ ساعة}) + 8 (\text{\$ ساعة}) = 19.325 \text{ \$ ساعة}$$

$$\text{كلفة امتلاك وتشغيل الماكينة} (\text{\$ ساعة}) = 13.8 (\text{\$ ساعة}) + 19.325 (\text{\$ ساعة}) = 33.125 \text{ \$ ساعة}$$

المكانن القياسية و المكانن الخاصة و المفاضلة بينهما

١. **المكانن القياسية :-** هي المكانن التي تنتج من قبل المصنعين بأعداد كبيرة و تعرض في الاسواق ليختار منها المنفذون ما يحتاجون اليه لينفذوا مشاريعهم مثل المكانن ذات الطاقات الصغيرة و المتوسطة مثل مكانن الشغل و الكريدر و البلدوزر و كذلك فان المكانن القياسية هي المكانن التي يمكن استعمالها في اكثر من مشروع واحد و يحتفظ بها المنفذون لاستخدامها في اي مشروع مستقبلي ينفذونه مثل الرافعات و الناقلات المتوسطة الطاقة.

٢. **المكانن الخاصة :-** هي المكانن التي تصنع بأعداد قليلة لتستخدم في تنفيذ فقرات محدودة من المشروع و غالبا ما تكون غير مناسبة لمشروع اخر و هذه الفقرات المحدودة قد تتطلب ساعات او طاقات كبيرة مقارنة مع المكانن القياسية و من امثلتها المجارف العملاقة التي تستخدم في المقالع و الاعمال الترابية الهائلة و كذلك الرافعات الضخمة و كذلك مكانن الحفر المستخدمة في تهذيب و تبطين قنوات الري الكبيرة

٣. مقارنة بين المكانن القياسية و المكانن الخاصة:-

ت	المكانن القياسية	ت	المكانن الخاصة
١	تصنع بأعداد كبيرة و تعرض في الاسواق لتنفيذ مشاريع متعددة	١	تصنع بأعداد قليلة لتنفيذ مشروع واحد او فقرة واحدة من مشروع معين
٢	يمكن الحصول عليها بسهولة عند الحاجة اليها	٢	لا يمكن الحصول عليها بسهولة عند الحاجة اليها
٣	سهولة صيانتها و كثرة توفر موادها الاحتياطية	٣	صعوبة صيانتها و صعوبة توفر موادها الاحتياطية
٤	سهولة نقلها من مكان لآخر و سهولة ايوائها	٤	صعوبة نقلها من مكان لآخر و صعوبة ايوائها
٥	سهولة بيعها عند انتهاء المشروع	٥	صعوبة بيعها عند انتهاء المشروع
٦	توفر الخبرة الكافية لدى مشغلي المكانن القياسية	٦	عدم توفر الخبرة الكافية لدى مشغلي المكانن الخاصة

٤. المفاضلة بين المكانن القياسية و المكانن الخاصة:-

تعتبر المكانن القياسية افضل من المكانن الخاصة بالنسبة لغالبية المشاريع و ذلك لكثرتها في الاسواق و توفر موادها الاحتياطية و سهولة صيانتها و يمكن استخدامها في اكثر من مشروع و سهولة نقلها و بيعها.

و لكن في جميع الاحوال لابد من وضع دراسة اقتصادية متكاملة للتوصل الى ايهما افضل المكانن القياسية ام الخاصة في تنفيذ مشروع معين . ان التعريفين السابقين ل لا يضعان حدا فاصلا بين المكانن القياسية و الخاصة فقد تكون نفس الماكنة قياسية لبعض المنفذين بينما تعتبر خاصة لمنفذين اخرين و ذلك اعتمادا على نوعية الاعمال التي يتولى تنفيذها كلا الفريقين.

الاسس الهندسية التي يعتمد عليها عمل الماكائن الانشائية

توجد مجموعة من الاسس الهندسية المؤثرة في اعمال الماكائن الانشائية و ان التعامل الصحيح مع هذه الاسس سوف يمكننا من الوصول الى القدرة المثالية للماكائن و الحصول على افضل انتاجية فعلية للماكائن اثناء عملها .

و العوامل هي كالاتي:-

١. **مقاومة الدرجة (مقاومة الحركة):-** وهي المقامة التي تواجه اي مركبة تتحرك على طريق او سطح معين وهي قوة معيقة لحركة الماكينة بسبب الاحتكاك بين عجلات المركبة و سطح الطريق و يمكن تمثيل مقاومة الدرجة او الحركة

$$\text{مقاومة الدرجة} = \frac{\text{قوة السحب (كغم)}}{\text{وزن المركبة (طن)}}$$

مثال :- احسب مقاومة الدرجة بوحدة (كغم/طن) الي تواجه مركبة وزنها ٤٥ طن وتسير على طريق معين علما ان قوة السحب ٩٠٠٠ كغم؟

الحل:-

$$\text{مقاومة الدرجة} = \frac{\text{قوة السحب (كغم)}}{\text{وزن المركبة (طن)}}$$
$$\text{مقاومة الدرجة} = \frac{٩٠٠٠}{٤٥} = ٢٠٠ \text{ كغم/طن}$$

من علاقة مقاومة الدرجة نستطيع ايجاد قوة السحب للمركب و ذلك بضرب وسطي و طرفي العلاقة اعلاه و كما يلي

$$\text{قوة السحب (كغم)} = \text{مقاومة الدرجة (كغم/طن)} \times \text{وزن المركبة (طن)}$$

اذا ماهي قوة السحب؟

قوة السحب :- هي قدرة المحرك الكافية للتغلب على مقاومة الدرجة و جعل الماكينة تبدأ بالحركة ثم تستمر بالسير.

مثال ٢:- احسب قوة السحب الازمة التي تجعل جرار يبدأ بالحركة و السير على طريق ترابي اذا كانت مقاومة الدحرجة ٦٠ كغم|طن ووزن الجرار ١٥ طن؟

الحل:-

$$\text{مقاومة الدحرجة} = \frac{\text{قوة السحب (كغم)}}{\text{وزن المركبة (طن)}}$$

$$\text{قوة السحب (كغم)} = \text{مقاومة الدحرجة (كغم|طن)} \times \text{وزن المركبة (طن)}$$

$$\text{قوة السحب (كغم)} = 60 \times 15 = 900 \text{ كغم}$$

ملاحظة مهمة:- اذا اردنا ان نحول مقاومة الدحرجة الى نسبة مئوية فأننا نقسمها على ١٠٠٠ كغم|طن

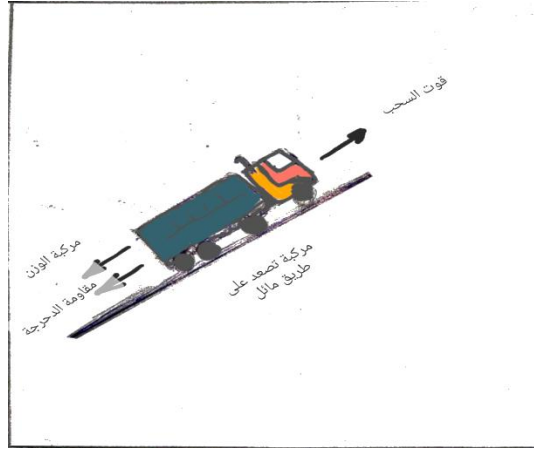
٢. تأثير ميل الطريق على قوة سحب الماكائن الانشائية

سؤال:- وضح بالشرح و مخططات بسيطة تأثير ميل الطريق على قوة سحب الماكائن الانشائية؟

الجواب:- يمكن توضيح التأثير بملاحظة مركبة تصعد طريق منحدر و مركبة تنزل من طريق منحدر فعندما تتسلق ماكنة على طرق مائل فان القدرة اللازمة لتحريكها و ابقائها سائرة يجب ان تكون اكبر من مجموع مقاومة الدرجة المعاكسة و وزن الماكنة الموازية للطريق اي في هذه الحالة تكون

قوة السحب < مقاومة الدرجة + مركبو الوزن الموازية (معاكسة للحركة)

كما في المخطط التالي:-



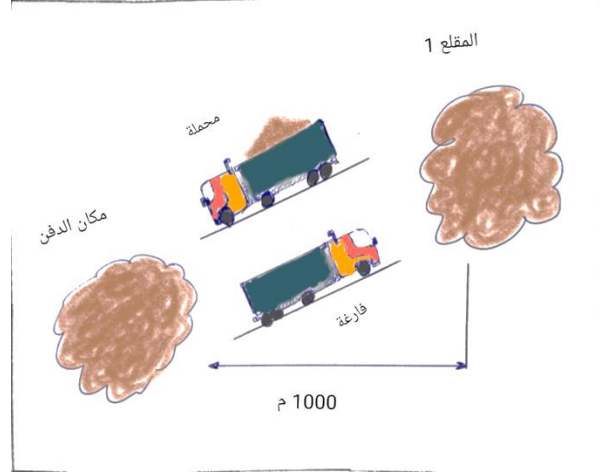
اما في حالة نزول المركبة من على السطح المائل فان مركبة الوزن ستكون عاملا مساعدا في نزولها و لا تكون معاكسة لقوة السحب و تكون قوة السحب كالتالي:-

قوة السحب = مقاومة الدرجة - مركبة الوزن الموازي (معاكسة)

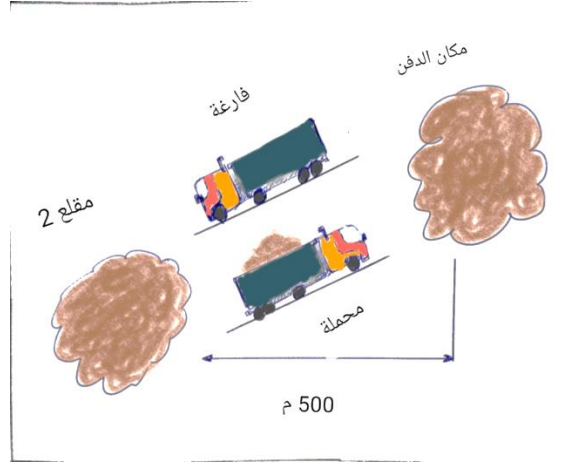
كما في المخطط الاتي:-



ومن ايجابيات تأثير ميل الطريق على عمل المكنان الانشائية و خاصة في عملية نقل التراب الحبيبية من المقالع المختلفة حيث ان يتم تحديد مواقع مقالع التراب اعتمادا على ميل الطريق من المفضل اقتصاديا اختيار المقلع في محل اعلى من موقع الدفن و كما في المخطط التالي:-



اما الموقع الثاني فهو يظهر المخطط التالي:-



حيث يكون مقلع رقم ١ افضل من مقلع رقم ٢ و يمكن تعليل اختيار المقلع الاول برغم من المسافة الاكبر بين المقلع و المدفن مما في حالة الموقع الثاني لا انحدار الطريق في موقع رقم ١ يساعد على نزول الشاحنات المحملة بالترربة بسهولة و سرعة مع قلة الجهد المبذول على المحرك و يكون وزن المركبة يكون مساعد في هذه الحالة و ان زيادة سرعة الشاحنة تؤدي الى قصر زمن الدورة الانتاجية يؤدي بالتالي الى زيادة انتاجية الشاحنات و زيادة كفاءتها اما عند الصعود فأنها تصعد فارغة و ان تأثير انحدار الطريق عليها يكون قليل

٣. زمن الدورة الانتاجية (دقيقة)

تعتمد انتاجية اي ماكنة على زمن الدورة الانتاجية و كما م بنا في تعيف زمن الدورة الانتاجية و يمكن كتابة علاقة زمن الدورة الانتاجية

$$\text{زمن الدورة الانتاجية (دقيقة)} = \text{زمن الذهاب (دقيقة)} + \text{زمن العودة (دقيقة)} + \text{الزمن الثابت (دقيقة)}$$

حيث ان زمن الذهاب هو المسافة المقطوعة عند ذهاب الماكنة مقسوما على سرعة ذهاب الماكنة و كما في العلاقة الاتية:-

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب م}}{\text{سرعة الذهاب}} \text{دقيقة}$$

و ان زمن العودة هو المسافة التي تقطعها الماكنة في حالة عودتها مقسوما على سرعة العودة كما في العلاقة التالية:-

$$\text{زمن العودة} = \frac{\text{مسافة العودة م}}{\text{سرعة العودة}} \text{دقيقة}$$

اما الزمن الثابت فهو زمن محسوب علميا للمكانن المختلفة و هو يمثل مجموعة من الوقت تصرفها الماكنة في حالة الاستدارة و المناورة و تغير السرعة الى اخرى و هو يعطى في السؤال.

بعض الملاحظات على علاقة زمن الدورة الانتاجية:-

- كلما كان زمن الدورة الانتاجية قصير كلما كانت الانتاجية عالية.
- دائما يكون زمن الذهاب اكبر من زمن العودة لان الماكنة في هذه الحالة تبذل اقصى طاقة لها في انجاز عملها .
- في اغلب الاحيان تكون مسافة الذهاب مساوية لمسافة العودة
- دائما لكي نحول السرعة الى م|دقيقة نضرب في ١٠٠٠ م|٦٠دقيقة.

مثال:- مقلعة (بلدوزر) تقوم بقلع و تجميع التربة لمسافة ٢٠ م و بسرعة ٤ كم/ساعة ثم تعود الى نقطة البداية بسرعة ٦ كم/ساعة احسب زمن الدورة الانتاجية لها اذا علمت ان الزمن الثابت ٠.٥ دقيقة؟

الحل:-

زمن الدورة الانتاجية (دقيقة) = زمن الذهاب (دقيقة) + زمن العودة (دقيقة) + الزمن الثابت (دقيقة)

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب م}}{\frac{\text{م}}{\text{دقيقة}} \text{ سرعة الذهاب}}$$

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{20}{\frac{4 \times 1000}{60}} = 0.3 \text{ دقيقة}$$

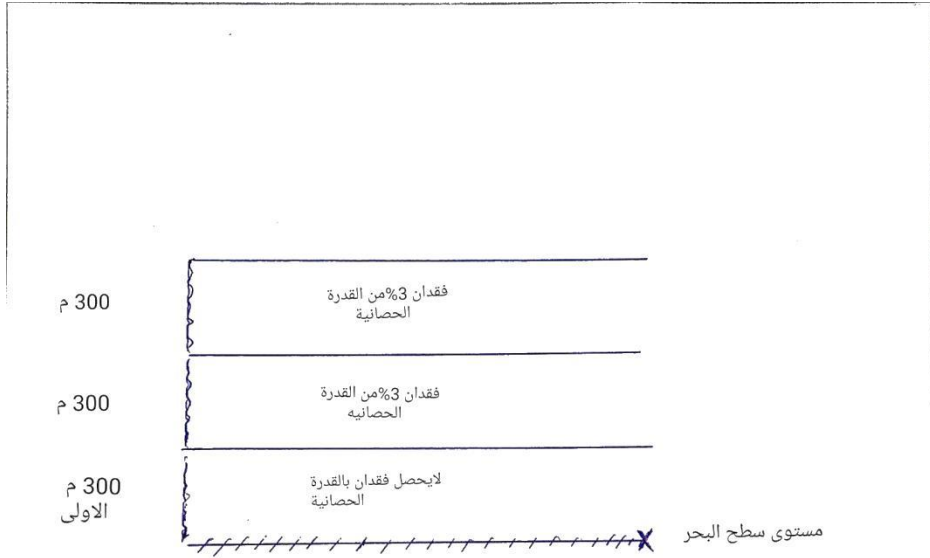
$$\text{زمن العودة} = \frac{\text{مسافة العودة م}}{\frac{\text{م}}{\text{دقيقة}} \text{ سرعة العودة}}$$

$$\text{زمن العودة} = \frac{20}{\frac{6 \times 1000}{60}} = 0.2 \text{ دقيقة}$$

$$\text{زمن الدورة الانتاجية (دقيقة)} = 0.5 + 0.2 + 0.3 = 1 \text{ دقيقة}$$

٤. تأثير الارتفاع عن مستوى سطح البحر على اداء محركات المكائن

تقل القدر الحصانية للمكائن الانشائية عند عملها على ارتفاعات عالية فوق مستوى سطح البحر (علل) وذلك بسبب قلة الاوكسجين الازم لاحتراق الوقود في مثل هذه الارتفاعات مما يؤدي الى احتراق غير كامل للوقود و بالتالي فقدان جزء من قدرة المحرك الحصانية و قد وجد علميا ان المكائن تفقد ٣% من قدرتها الحصانية لكل ٣٠٠ م بعد الـ ٣٠٠ م الاولى فوق مستوى سطح البحر كما في المخطط المبسط التالي:-



قوانين حساب الخسارة في القدرة الحصانية

الارتفاع الذي يحصل فيه فقدان بالقدرة الحصانية = اعلى ارتفاع - ٣٠٠ م

الخسارة في القدرة الحصانية = القدرة الحصانية التصميمية × مجموع النسب المنوية للخسارة

القدرة الحصانية الفعلية = القدرة الحصانية التصميمية - الخسارة بالقدرة الحصانية

مثال:- مجرفة ميكانيكية (شفل) يعمل على ارتفاع ٩٠٠ م فوق مستوى سطح البحر احسب النقصان في قدرته الحصانية و كذلك احسب قدرته الفعلية التي يعمل بها بهذا الارتفاع اذا علمت ان قدرته الحصانية التصميمية (١٥٠ حصان) ؟

الحل:-

الارتفاع الذي يحصل فيه فقدان بالقدرة الحصانية = اعلى ارتفاع - ٣٠٠ م

الارتفاع الذي يحصل فيه فقدان بالقدرة الحصانية = ٩٠٠ م - ٣٠٠ م = ٦٠٠ م

الخسارة في القدرة الحصانية = القدرة الحصانية التصميمية \times مجموع النسب المئوية للخسارة

الخسارة في القدرة الحصانية = ١٥٠ حصان \times (٣% + ٣%) = ٩ حصان

القدرة الحصانية الفعلية = القدرة الحصانية التصميمية - الخسارة بالقدرة الحصانية

القدرة الحصانية الفعلية = ١٥٠ حصان - ٩ حصان = ١٤١ حصان

٥. انتفاخ و انكماش التربة و تأثيرها على حساب حجوم المكائن :-

من العوامل المؤثرة على انتاجية المكائن و خاصة في اعمال التربة هما عاملين

أ- انتفاخ التربة

انتفاخ التربة / الذي يعرف بانه الزيادة في حجم التربة بعد حفرها و نقلها الى مكان اخر مع بقاء وزنها ثابتا.

و يعبر عن انتفاخ التربة نسبة مئوية تسمى معامل انتفاخ التربة و الذي يمكن كتابته بالعلاقة التالية:-

$$\text{معامل انتفاخ التربة} = \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right) \times 100\%$$

حيث ان

ق : كثافة التربة قبل الحفر و تسمى التربة (بمقياس الضفة)

ب : كثافة التربة بعد الحفر و تسمى التربة (بمقياس الرخو)

مثال:- شاحنة قلابة حجمها التصميمي ١٢م^٣ تنقل تربة كثافتها قبل الحفر ١٧٣٠ كغم/م^٣ و كثافتها بعد الحفر ١٤٤٢ كغم/م^٣ احسب معامل انتفاخ التربة ، حجم التربة الحقيقي المحمل في الشاحنة؟

الحل:-

$$\text{معامل انتفاخ التربة} = \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right) \times 100\%$$

$$\text{معامل انتفاخ التربة} = \left(1 - \frac{1730}{1442} \right) \times 100\%$$

$$\text{معامل انتفاخ التربة} = (1 - 1.199) \times 100\% = 19.9\% \cong 20\% = 0.2$$

ملاحظة مهمة:- لإيجاد الحجوم الفعلية للواد الحبيبية في الشاحنات و القلابات و الشفلات و البلدوزرات و الفاشطات دائما نقسم الحجوم التصميمية لهذه المكائن على حجم المتر المكعب الواحد المحفور مع نسبة الانتفاخ لكل م^٣.

الحجم الفعلي للتربة المحملة بالقلابة = $\frac{\text{حجم القلابة بمقياس الرخو}}{\text{حجم متر مكعب مضافا له نسبة الانتفاخ}}$

$$= \frac{12}{0.2 + 1} = 10 \text{ م}^3$$

ب- انكماش او تقلص التربة

عندما يتم وضع التربة مرة ثانية في مكان الدفن و فرشها و حذلها بواسطة مكائن الحدل فان حجمها يتقلص و ينكمش و يصبح الحجم اقل لنفس الوزن و يعبر عن انكماش التربة بنسبة مئوية نسمى النسبة المئوية للانكماش و يمكن كتابتها بالعلاقة التالية:-

$$\text{النسبة المئوية للانكماش} = (1 - \frac{ق}{ك}) \times 100\%$$

ق: كثافة التربة قبل الحفر

ك: كثافة التربة بعد الحدل

مثال:- تربة كثافتها قبل الحفر ١٦٠٠ كغ/م^٣ وكثافتها بعد الحفر ١٣٠٠ كغ/م^٣ و بعد حذلها تكون كثافتها ١٨٠٠ كغ/م^٣ جد معامل انتفاخ التربة و النسبة المئوية للانكماش؟

الحل:-

$$\text{معامل انتفاخ التربة} = (1 - \frac{ق}{ب}) \times 100\%$$

$$\text{معامل انتفاخ التربة} = (1 - \frac{1600}{1300}) \times 100\% = 23\%$$

$$\text{النسبة المئوية للانكماش} = (1 - \frac{ق}{ك}) \times 100\%$$

$$\text{النسبة المئوية للانكماش} = (1 - \frac{1600}{1800}) \times 100\% = 12\%$$

المقلعة (البلدوزر)

تعريفها:- وهي ماكينة انشائية ضخمة ولها هيكل حديدي قوي يستند عليه محرك ذو قدرة حصانية عالية وكذلك يستند على هذا الهيكل مقصورة القيادة التي يجلس فيها السائق و تحمل في مقدمتها النصل الحديدي القوي (اداة القلع) و غالبا ما يركب عليها في الجهة الخلفية اسنان حديدية قوية لحرث التربة و اغلب انواع البلدوزر تتحرك على سرف حديدية (مجنزرات).

سؤال:- ماهي الوظيفة الرئيسية للمقلعة؟

الجواب:- ان الوظيفة الرئيسية للمقلعة هي قلع و حفر التربة لعمق يتراوح ما بين ٣٠ - ٤٠ سم و دفع التربة امامها لمسافة قد تقرب الى ١٠٠ م

سؤال:- ما هو النصل؟

الجواب:- هو قطعة حديدية مستطيلة الشكل قوية جدا و لها تصاميم مختلفة و قياسات خاصة و تكون حافظها الامامية حادة كالسكين كي تتمكن من حفر و قلع التربة و النصل هو وسيلة الانتاج لهذه الماكينة.

فوائد المقلعة (البلدوزر)

١. بالإضافة الى وظيفتها الرئيسية في قلع و حفر التربة و دفعها امامها تستخدم في فتح الطرق الترابية و الجبلية و قطع جذوع الاشجار الخ...
٢. دفع القاشطات بمساعدتها في ملئ التربة في احواض القاشطات.

اصناف المقلعة

تصنف المقلعة الى ثلاث اصناف

اولا) تصنف حسب نوع العجلات التي تتحرك عليها و في هذا الصنف يوجد نوعين هما

١. يتحرك على السرف الحديدية و هي الغالبة
٢. مقالع تتحرك على اطارات مطاطية وهي نادرة.

ثانيا) تصنف حسب طريقة تصعيد و تنزيل النصل و يوجد نوعين في هذا الصنف هما

١. صنف يتم فيه تصعيد و تنزيل النصل بواسطة حبال فولاذية وهي الطريقة القديمة
٢. صنف يتم فيه تصعيد و تنزيل النصل بواسطة منظومة هيدروليكية .

ثالثا) هذا التصنيف حسب نوع النصل و في هذا التصنيف يوجد لدينا سبع انواع وهم

١. مقلعة ذات نصل مستقيم و ثابت
٢. مقلعة ذات نصل منحرف:- وهنا ينحرف النصل يمينا ويسارا

٣. مقلعة ذات نصل مائل:- وهذا النصل يمكن رفع احدى جهتيه للحصول على انحدار جانبي وخصوصا في المنحدرات الترابية
٤. مقلعة ذات نصل حاضن:- وهنا يكون للنصل جوانب حديدية اما تكون بزواوية قائمة او منفرجة و تقوم هذه الحواضن الحديدية بحضن التربة امام النصل و تمنع تسربها من النصل لزيادة انتاجية المقلعة
٥. مقلعة ذات نصل مدبب:- ويكون شكل النصل على شكل V لقطع المزروعات
٦. مقلعة ذات نصل واخز:- ويستخدم لشق جذوع الاشجار الضخمة
٧. مقلعة ذات نصل ممشط:- ويكون النصل على شكل اسنان فولاذية لتنظيف المواقع من الانقاض و المخلفات كبقايا الاشجار و الصخور و غيرها.

ملاحظة مهمة:- ان الماكائن الانشائية المجنزرة لها القدرة على العمل في الترب الرخوة و السطوح الطينية دون الغوص فيها (**علل**) وذلك لان ثقل الماكينة سوف يتوزع على ماحة السرفتين الحديديتين الواسعتين مما يقلل الضغط على هذه التربة الرخوة بالإضافة الى ذلك وجود نتوءات حديدية بارزة من السرفتين يعطي الماكينة ثبات عالي و جهد سحب عالي في مثل هذه الترب و يمنعها من الغوص فيها.

حساب انتاجية المقلعة (البلدوزر)

قبل ان نبدأ في موضوع الانتاجية لابد من معرفة العلاقات الرياضية التي تمكننا من معرفة الانتاجية وهي كلاتي:-

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} = \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}} \right) = \text{زمن الذهاب} + \text{زمن العودة} + \text{الزمن الثابت}$$

علما ان

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب م}}{\frac{\text{م}}{\text{دقيقة}}}$$

و كذلك

$$\text{زمن العودة} = \frac{\text{مسافة العودة م}}{\frac{\text{م}}{\text{دقيقة}}}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{\text{زمن اشتغال الماكينة في ساعة}}{\text{زمن الدورة الانتاجية}}$$

حجم التربة

$$\frac{\text{حجم او سعة المقلعة بمقياس الرخو}}{\text{حجم المتر المكعب الواحد مع نسبة الانتفاخ بمقياس الرخو}} = \text{المقشوفة في دورة}$$

واحدة بمقياس الضفة

$$\text{انتاجية المقلعة (م³/ساعة)} = \text{عدد الدورات} \times \text{حجم التربة المقشوفة في دورة واحدة}$$

وإذا طلب منا في السؤال زمن قشط كل التربة فنحسبه بالعلاقة التالية

$$\text{زمن قشط كل التربة} = \frac{\text{حجم التربة الكلي}}{\text{انتاجية المقلعة}}$$

مثال :- يراد تنفيذ مشروع لطريق يتضمن حفر و قشط ١٠٠٠٠ م^٣ من تربة طينية نسبية انتفاخها ٢٥% فإذا علمت ان مسافة دفع التربة ٥٤ م وسعة او حجم النصل بمقياس الرخو ٣ م^٣ و زمن اشتغال المقلعة في ساعة واحدة ٥٠ دقيقة|ساعة و سرعة الذهاب و العود على التوالي ٣ كم|ساعة و ٦ كم|ساعة و الزمن الثابت ٠.٤ دقيقة احسب انتاجية المقلعة في ساعة واحدة بوحدة م^٣|ساعة وكذلك احسب الزمن بالأيام لقشط كل كمية التربة اذا علمت ان عدد ساعات العمل ليوم واحد هو ٨ ساعات؟

الحل :-

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} = \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}} \right) = \text{زمن الذهاب} + \text{زمن العود} + \text{الزمن الثابت}$$

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب م}}{\text{سرعة الذهاب دقيقة}}$$

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{٤٥ م}{\frac{١}{60}} = ٠.٩ \text{ دقيقة|دورة}$$

$$\text{زمن العود} = \frac{\text{مسافة العود م}}{\text{سرعة العود دقيقة}}$$

$$\text{زمن العود} = \frac{٤٥ م}{٦ \times \frac{١}{60}} = ٠.٤٥ \text{ دقيقة|دورة}$$

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} = \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}} \right) = ٠.٩ + ٠.٤٥ + ٠.٤ = ١.٧٥ \text{ دقيقة|دورة}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{\text{زمن اشتغال الماكينة في ساعة}}{\text{زمن الدورة الانتاجية}}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{٥٠}{١.٧٥} = ٢٩ \text{ دورة|ساعة}$$

حجم التربة

$$\text{المقشوفة في دورة} = \frac{\text{حجم او سعة المقلعة بمقياس الرخو}}{\text{حجم المتر المكعب الواحد مع نسبة الانتفاخ بمقياس الرخو}}$$

واحدة بمقياس الضفة
حجم التربة

$$\text{المقشوفة في دورة} = \frac{٣}{٠.٢٥ + ١} = ٢.٤ \text{ م}^٣ \text{ |دورة}$$

واحدة بمقياس الضفة

$$\text{انتاجية المقلعة (م}^٣ \text{/ساعة)} = \text{عدد الدورات} \times \text{حجم التربة المقشوفة في دورة واحدة}$$

انتاجية المقلعة (م³/ساعة) = ٢٩ × ٢.٤ ≅ ٧٠ م³ ادورة

زمن قشط كل التربة = $\frac{\text{حجم التربة الكلي}}{\text{انتاجية المقلعة}}$

زمن قشط كل التربة = $\frac{10000}{70} \cong 143$ ساعة

= $\frac{143}{8} \cong 18$ يوم

مجرفة التحميل - الجرار (الشفل)

تعريفها:- وهي من اهم المكانن لمنفذي الاعمال الانشائية و تسمى ايضا مجرفة التحميل - الجرار وهي تتألف من هيكل حديدي قوي يستند عليه المحرك وكابينة جلوس السائق و يثبت في الجهة الامامية لها مغرفة التحميل التي هي اداة الانتاج في هذه الماكنة وهي تتحرك اما على اطارات مطاطية او سرف حديدية .

انواعها

يوجد نوعان اعتمادا على نوع الاطارات التي تتحرك عليها وهما:-

- أ- مجرفة التحميل المدولبة / وهي تتحرك على اربع اطارات مطاطية.
- ب- مجرفة التحميل المجنزرة/ وهي تتحرك على مجنزرتين حديديتين (سرف حديدية)

علما ان لا يوجد فرق في طريقة عملهما

وظائف الشفل

- ١ . ان الوظيفة الرئيسية لهذه الماكنة خصوصا المدولبة هو غرف التربة الحبيبية غير المرصوصة (التراب - رمل - حصى - حصى خابط) وتحميلها في القلابات
- ٢ . نقل التراب الحبيبية من مكان الى اخر داخل نفس الموقع
- ٣ . عمل الاكتاف الترابية و السواتر و اعادة الدفن و الفرش

سؤال:- ما الفرق بين مجرفة التحميل المدولبة و مجرفة التحميل المجنزرة؟

الجواب:- يمكن ادراج الفروقات بين مجرفة التحميل المدولبة و مجرفة التحميل المجنزرة بالجدول التالي:-

ت	مجرفة التحميل المدولبة	ت	مجرفة التحميل المجنزرة
١	تتحرك على اربع اطارات مطاطية و تكون سريعة الحركة على السطوح الصلبة وسهولة الاستدارة و المناورة	١	تتحرك على سرفتين وهي بطينة الحركة و تتحرك على السطوح الصخرية او التراب الطينية الرطبة
٢	تستعمل لتحميل المواد الحبيبية الغير مرصوصة	٢	تستعمل للحفر و التحميل
٣	لها انتاجية عالية بسبب قصر دورتها الانتاجية بسبب سرعتها	٣	لها انتاجية اقل بسبب طول زمن دورتها الانتاجية لأنها بطينة الحركة
٤	تتراوح احجام مغارفها ١.٢م ^٣ - ٥م ^٣	٤	تتراوح احجام مغارفها ما بين ٠.٣م ^٣ - ٤م ^٣
٥	تستخدم بعض الاضافات لها من الجهة الامامية فقط مثل شوكة رفع المواد و خطاف الرفع	٥	تستخدم الاضافات فقط من الجهة الخلفية فقط مثل اسنان تشقيق الصخور

ملاحظة مهمة:- تعتمد انتاجية المجرفة المدولبة على ضغط الهواء الموجود في اطاراتها المطاطية (**علل ذلك**) وذلك لان الزيادة في ضغط الهواء في الاطارات عن الحد المقرر سوف يجعل الاطارات منتفخة و مدببة يسهل غوصها في التربة مما يؤدي الى قلة حركة الشفل فيزداد زمن دورتها الانتاجية و بالتالي يقلل انتاجيتها اما اذا كان ضغط الهواء في الاطارات اقل من الحد المقرر فسوف تنفرش الاطارات على مساحة سطحية اكبر من التربة فيزداد الاحتكاك بين اطاراتها و سطح التربة تقل سرعتها و يزداد زمن الدورة الانتاجية و تقل الانتاجية.

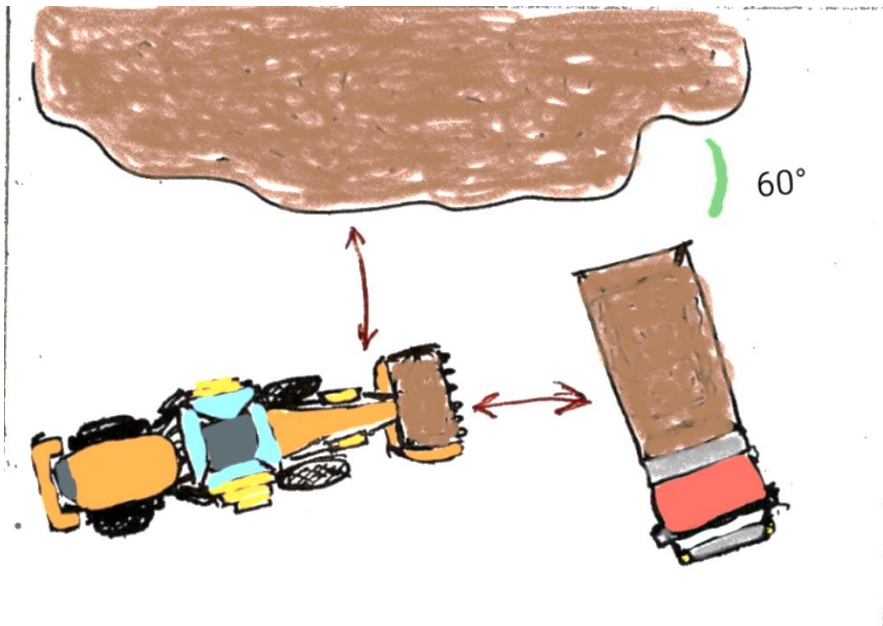
دورة عمل الشفل بنوعية (المدولب و المجنزر)

تتشابه دورة عمل الشفل المدولب و المجنزر وهي تتلخص بالخطوات التالية:-

1. التوجه نحوه كومة المواد المراد حملها مع خفض المغرفة لتقارب سطح التربة
2. غرز المغرفة في التربة المراد حملها و تؤدي سرعة الماكنة و قوتها الى قطع كمية المواد لتملأ المغرفة ثم ترفع المغرفة الى الاعلى و تدار قليلا نحوه السائق
3. يرجع الشفل الى الخلف ثم يستدير ثم يتجه نحوه القلابة للتفريغ و بعد التفريغ يرجع الى الخلف و يتقدم مرة اخرى نحوه كومة التربة مجددا.

تنسيق العمل

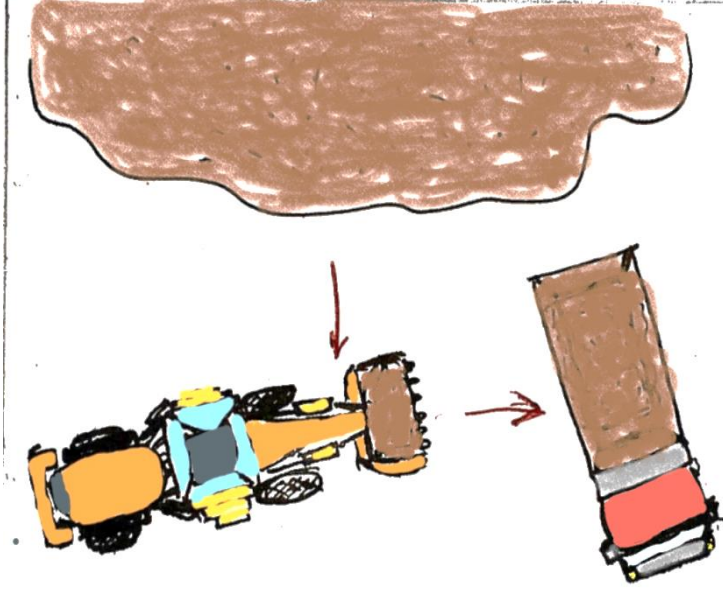
هو عملية السيطرة على حركة الشفل و القلابات المرافقة لعمل الشفل في الموقع و من المهم جدا وضع علامات ارشادية واضحة لسائق القلابة لأخذ الوضع الصحيح في وقوفه لكي يتمكن الشفل من اداء عملة بدون خسارة بالوقت و اهم الاوضاع التي يجب ان تأخذها القلابة في وقوفها اثناء تحميلها بالتربة من قبل الشفل هو ان تقف القلابة بما يقارب زاوية 60° مع كومة المواد او التربة و تكون راجعة للخلف اما الشفل فهو يقوم بالحركات التي ذكرت في دورة عمل الشفل و كما في المخطط التالي:-



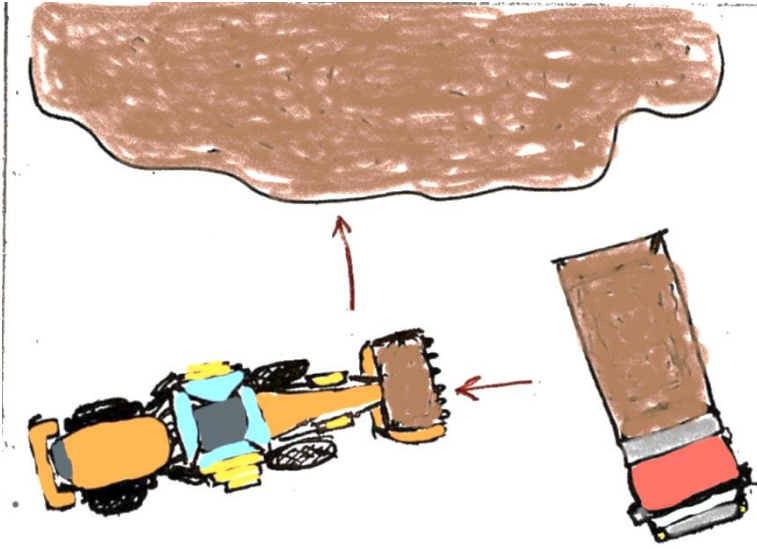
حساب انتاجية الشفل (بنوعية)

تعتمد انتاجية الشفل على العوامل التالية:-

١. زمن الذهاب (الشفل محمل بالتربة و هو راجع للخلف من كومة التربة ثم يستدير و يتقدم للأمام نحوه القلابه) كما في المخطط التالي:-



٢. زمن العودة (هو زمن رجوعه للخلف و هو فارغ ثم يستدير ويتقدم للأمام و هو فارغ) كما في المخطط التالي:-



٣. الزمن الثابت (هو زمن ملئ المغرفة و تبديل التروس و الاستدارة و زمن تفريغ المغرفة)
٤. حجم التربة المحملة في كل دورة.

و قبل البدء بحل الاسئلة نكتب العلاقات التالية المشابهة نوعا ما في ماكينة البلدوزر وهي كالآتي:-

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} = \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}} \right) = \text{زمن الذهاب} + \text{زمن العودة} + \text{الزمن الثابت}$$

وحيث ان

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب (راجع للخلف)} + \text{مسافة الذهاب (متقدم للأمام)}}{\text{سرعة الذهاب} \times \text{نسبة السرعة}}$$

و كذلك

$$\text{زمن العودة} = \frac{\text{مسافة العودة (راجع للخلف)} + \text{مسافة العودة (متقدم للأمام)}}{\text{سرعة العودة} \times \text{نسبة السرعة}}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{\text{زمن اشتغال الشغل}}{\text{زمن الدورة الانتاجية}}$$

و كذلك

حجم التربة

$$\text{المحملة في دورة} = \frac{\text{معدل السعة} \times \text{الحجم المكس للمغرفة بمقياس الرخو}}{\text{حجم المتر المكعب الواحد مع نسبة الانتفاخ بمقياس الرخو}} \text{ واحدة بمقياس الضفة}$$

$$\text{زمن تحميل كل التربة} = \frac{\text{حجم التربة الكلي}}{\text{انتاجية الشغل}}$$

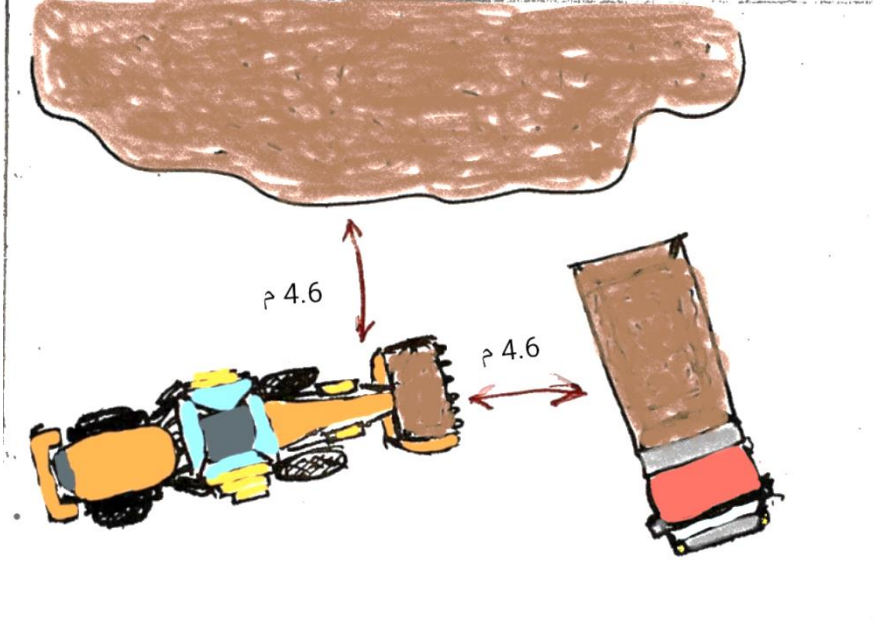
حيث ان معدل السعة نسبة مئوية تعطى في لسؤال

اما الحجم المكس هو حجم او سعة مغرفة التحميل و تعطى في السؤال

اما

$$\text{انتاجية الشغل (م³/ساعة)} = \text{عدد الدورات} \times \text{حجم التربة المحملة في دورة واحدة}$$

مثال:- يراد نقل ٤٠٠٠ م^٣ من التراب المكدمس على الارض الى مكان اخر في نفس الموقع و تستعمل مجرفة التحميل و القلابة لهذا الغرض و حسب المخطط التالي:-



استفد من المعلومات التالية:-

سرعة الذهاب و العودة على التوالي ٤ كم/ساعة، ٦ كم/ساعة و الشغل يعمل بمعدل ٨٠% من سرعته الامامية و الخلفية على الترس الثاني و الحجم المكدمس لمجرفة الشغل ١٧٢ م^٣ دورة و معدل السعة ٩٠% من الحجم المكدمس و الشغل يعمل بمعدل ٥٥ دقيقة/ساعة و معامل انتفاخ التربة ٣٠% و الزمن الثابت ٠.٣١ دقيقة احسب انتاجية الشغل بمقياس الضفة، الزمن الازم بالأيام لتحميل كل كومة التراب علما ان يوم العمل الواحد هو ٨ ساعة؟

الحل:-

زمن الدورة الانتاجية $\left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}}\right) = \text{زمن الذهاب} + \text{زمن العودة} + \text{الزمن الثابت}$

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب (راجع للخلف)} + \text{مسافة الذهاب (متقدم للأمام)}}{\text{سرعة الذهاب} \times \text{نسبة السرعة}}$$

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{٤.٦ + ٤.٦}{\frac{80}{100} \times 4 \times \frac{1000}{60}} = ٠.١٧$$

$$\text{زمن العودة} = \frac{\text{مسافة العودة (راجع للخلف)} + \text{مسافة العودة (متقدم للأمام)}}{\text{سرعة العودة} \times \text{نسبة السرعة}}$$

$$\text{زمن العودة} = \frac{٤.٦ + ٤.٦}{\frac{80}{100} \times 6 \times \frac{1000}{60}} = ٠.١٢$$

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}}\right) = ٠.٣١ + ٠.١٢ + ٠.١٧ = ٠.٦ \text{ دقيقة/دورة}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{\text{زمن اشتغال الشغل}}{\text{زمن الدورة الانتاجية}}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{45}{.6} = 75 \text{ دورة/ساعة}$$

حجم التربة

$$\frac{\text{معدل السعة} \times \text{الحجم المكس للمغرفة بمقياس الرخو}}{\text{حجم المتر المكعب الواحد مع نسبة الانتفاخ بمقياس الرخو}} = \text{المحملة في دورة}$$

واحدة بمقياس الضفة
حجم التربة

$$\text{المحملة في دورة} = \frac{1.72 \times 100.190}{.3 + 1} \cong 1.2 \text{ م}^3 \text{ دورة}$$

واحدة بمقياس الضفة

$$\text{انتاجية الشغل (م}^3 \text{/ساعة)} = \text{عدد الدورات} \times \text{حجم التربة المحملة في دورة واحدة}$$

$$\text{انتاجية الشغل (م}^3 \text{/ساعة)} = 75 \times 1.2 = 90 \text{ م}^3 \text{ ساعة}$$

$$\text{زمن تحميل كل التربة} = \frac{\text{حجم التربة الكلي}}{\text{انتاجية الشغل}}$$

$$\text{زمن تحميل كل التربة} = \frac{4000}{90} = 44.44 \text{ ساعة}$$

$$= 5.55 = 6 \text{ يوم}$$

مكائن الحفر (المجارف الآلية)

تعريفها:- هي مكائن انشائية مختلفة الاشكال و الحجوم وذات محركات ضخمة تتحرك اما على اطارات مطاطية او على سرف حديدية و احيانا تكون الحفارة محمولة على شاحنة وهي اما ان كون ذاتية الحركة او مسحوبة بجرارات وهي العمود الفقري لمكائن منفذي المشاريع ويعرف حجم ماكنة الحفر لحجم مغرفتها ويعتمد حجم مكائن الحفر على قوة المحرك وتتراوح ساعات او حجوم مغارفها ما بين ($\frac{1}{4}م^2$ ، $7م^2$) و هناك مكائن حفر لها ساعات هائلة قد تصل الى ($100م^2$) و يقتصر استعمالها في المقالع و المناجم و تكون حركتها البطيئة و تتحرك بواسطة محركات كهربائية

وظائف مكائن الحفر

١. ان الوظيفة الرئيسية لمكائن الحفر هي حفر التربة و تحميلها في الشاحنات او العربات او وضعها على الحزام الناقل او وضعها على الارض على جانبي الحفر .
٢. ان مكائن الحفر تحفر جميع انواع التربة.
٣. لها وظائف ثانوية كثيرة أثناء العمل.

اجزاء مكائن الحفر

تتشابه جميع مكائن الحفر باحتوائها على نفس الاجزاء مع احداث بعض التحويلات في اجزاء الحفر الامامية او الخلفية لكي تكون الحفارة ملائمة للعمل الذي ستقوم به او بيئة العمل وهذه الاجزاء هي

١. كابينة جلوس السائق و معاونيه
٢. المحرك
٣. الاطارات المطاطية او السرف الحديدية
٤. القرص الدوار (وهو قرص حديدي قوي يستند عليه المحرك و غرفة جلوس السائق وكل اجزاء الحفر ويدور هذا القرص بزاوية 360° وذلك لكي يسهل عمل الحفارة من الحفر و الدوران بين مكان الحفر و مكان التفريغ من دون الحاجة لاستدارة الماكنة بكاملها و بالتالي يساعد في زيادة انتاجها
٥. المغرفة :- وهي وعاء حفر و تحميل و تفريغ التربة
٦. عمود الحفر و الملحقات الاخرى كالبكرات و الحبال الفولاذية و سندرس خلال هذا العام خمسة انواع من مكائن الحفر وهي:-

١. الحفارة الشاملة:-

وهي اكثر مكائن الحفر شيوعا و استعمالا حيث يمكن استخدامها لأعمال كثيرة و متنوعة ويتم ذلك بأجراء تحويل او تبديل بسيط في معدات الحفر الامامية او الخلفية ويجري التغيير من نوع لأخر بسهولة و يكن للسائق و معاونيه اجراء هذا التغيير بحيث تكون الحفارة ملائمة للعمل الذي ستقوم به و ملائمة لبيئة العمل فمثلا لو اردنا

ان تكون الحفارة الشاملة حفارة وجهية نركب عليها اجزاء الحفر الامامية و لو اردنا الحفارة الشاملة تكون رافعة نركب عليها اجزاء الرفع لو اردناها تكون مدقة نركب عليها اجزاء الدق وهكذا لو ادناها حفارة خلفية او سلكية و غيرها تتراوح مغارف الحفارة الشاملة ما بين ٠,٢٥ متر مكعب الى ١٠ متر مكعب و الحفارة الشاملة لها نفس اجزاء مكائن الحفر و يوجد منها نوعين حفارة شاملة مدولبه و حفارة شاملة مجنزرة.

وظائفها

١. ان الوظيفة الرئيسية للحفارة الشاملة هو الحفر والتحميل و خصوصا في مقالع المواد الاتشائية
٢. القيام بأعمال الحفر للبنى التحتية كالمجاري و انابيب الماء و النفط و الغاز
٣. تستخدم البرمائية منها في حفر و كرى و تهذيب مشاريع و قنوات الري

٢. الحفارة او المجرفة الوجهية:-

وهي ممكنة حفر لها نفس الاجزاء الرئيسية للحفارة الشاملة (المحرك، غرفة القيادة ، القرص الدوار ، عمود الحفر و ملحقاته و السرفتين)
و لكن التحويل الحاصل في هذه المجرفة هو ان عمود الحفر عبارة عن دعامة حديدية قصيرة نسبيا و يثبت على هذه الدعامة ذراع المغرفة الذي يكون قابلا للانزلاق للأمام او الخلف بالنسبة للدعامة و تكون اسنان المغرفة متجهة للأمام نحو الاعلى قليلا و يتم التحكم بكل اجزاء الحفر او بواسطة الحبال الفولاذية او بمنظومة هيدروليكية و في الوقت الحاضر تم صنع انواع جديدة من الحفارة الوجهية لا يحتوي عمود الحفر على الذراع المائل ويكون عمود الحفر من عمود اخر متصل به يحمل المغرفة او اكثر طويلا

وظائف الحفارة الوجهية :-

١. ان الوظيفة الرئيسية للحفارة الوجهية هو الحفر في مختلف انواع الترب من وجه المرتفعات كالتلال و الجبال و اكداس المواد العالية لذلك سميت بالمجرفة الوجهية وهي تتمكن من الحفر بمستوى اقل من مستوى الارض الواقعة عليها لعمق ٢ متر
٢. تستخدم في تحميل كافة المواد الحبيبية وغيرها.

طرق الحفر بالحفارة الوجهية:- تحفر الحفارة الوجهية بطريقتين هما:-

- أ- **الطريقة المستمرة:-** حيث تستمر الحفارة بالتقدم بالحفر للأمام بصورة موازية للمرتفع او التل الترابي دون ان ترجع للخلف ام القلابات فهي تتحرك حركة دائرية بالدخول و التحميل و الخروج دون الرجوع للخلف .

ب- **الطريقة المتعرجة:-** و تقوم الحفارة بحركة متعرجة بالحفر بحيث تنتهي منطقة حفر نصف دائرية ثم ترجع للخلف لتنتقل الى منطقة حفر نصف دائرية اخرى وهكذا اما ناقلات التربة فلا بد لها ان ترجع للخلف للوصول الى موقع التحميل تحت ذراع الحفارة الوجيهة .

بعض مواصفاتها:- احجام مغارفيها تتراوح ما بين (٣,٣م ، ٢,٧م) و نصف قطر دائرة الحفر و التفريغ تتراوح ما بين (٩-٥ م) و ارتفاع الحفر يتراوح بين (٥.٥-١٠ م) ارتفاع التفريغ فهو ما بين (٣.٥ - ٧.٥ م).

٣. المجرفة الخلفية (الحفارة الخلفية (POCLIN):-

وهي من التحويلات المهمة للحفارة الشاملة وتسمى ايضا المجرفة العكسية وهي تحتوي على نفس اجزاء الحفارة الشاملة ويتم تركيب ذراع الدعامة و ذراع الحفر بحيث تكون المغرفة و اسنانها متجه للخلف للأسفل قليلا نحو كابينة القيادة و تتم عملية الحفر بسحب المغرفة الى الخلف باتجاه الماكنة كذلك فان هذه الماكنة عند حفرها للمجاري و القنوات فان عملية الحفر تتم برجوع الحفارة للخلف و من هنا جاءت تسميتها بالحفارة الخلفية (Poclin) وهي غالبا ما تكون مجنزرة اما المدولبة فهي قليلة.

وظائفها

١. تكون هذه الماكنة مثالية في حفر الخنادق و القنوات و الحفريات الخاصة بالبنى التحتية كأبواب الماء و النفط و الغاز (علل) وذلك لان الخط المركزي للقناة او الخندق يقع بين المجنزرتين اثناء رجوع الحفارة للخلف بحيث يمكن السيطرة على عمق و جوانب الحفر بشكل دقيق.
٢. تستخدم في حفر قواعد الاسس الصغيرة نسبيا و احواض المياه و البالوعات و تستخدم للحفر و التحميل في جميع مقالع المواد المختلفة.
٣. تستخدم البرمائية منها في حفر قنوات الري .

مواصفاتها:-

يتراوح عرض المغرفة ما بين (٠.٦٠ - ١.٤٠) م و سعة المغرفة ما بين (٠.٣ - ٢.٧) م^٢ و اقصى عمق للحفر تحت مستوى الحفارة ما بين (٣.٥ - ٨.٥) م و اقصى قطر للحفر ما بين (٧ - ١٣.٥) م و اقصى ارتفاع للتفريغ (٤.٥ - ٩ م).

٤. المجرفة المسحوبة (الناعورية)

وهي تحويل مهم للحفارة الشاملة ولها نفس اجزاء الحفارة الشاملة و لكن التحويل المهم هو ان عمود الحفر وهو عبارة عن هيكل حديدي طويل يتكون من مقاطع حديدية خفيفة و بشكل مشبك و كذلك يمكن تغير طولة بإضافة مقاطع اخرى تثبت في المنطقة الوسطى للعمود و حسب متطلبات عملية الحفر و تكون المغرفة معلقة بواسطة مجموعتين من الحبال الفولاذية هما:-

- أ- حبال الرفع و تستخدم لرفع المغرفة و تعديل اتجاهها وهذه الحبال تمر على بكرة موجودة في النهاية الطليقة لعمود الحفر .
- ب- حبال السحب وتستخدم لسحب المغرفة اثناء الحفر و تمر حبال السحب على بكرة موجودة في قاعدة عمود الحفر القريبة من الماكنة و تتصل المغرفة بحبال السحب و الرفع بواسطة سلاسل فولاذية للحفاظ على الحبال من التقطع اثناء الارتطام العنيف للمغرفة بالتربة.

وظائفها

1. تستخدم للحفر و التحميل في جميع انواع الترب عدا الصخرية و الجبلية منها و تنظيف و كرى و تعميق قنوات الري و البزل بحيث يمكنها الحفر دون النزول في التربة المغمورة بالماء و عمل السداد و الاكتاف الترابية (وهذه النقطة هي الوظيفة الرئيسية لهذه الماكنة)
2. العمل في معاميل تكسير الحصى و معاميل خلط الخرسانة و تجميع الركام.

مواصفاتها

يتراوح طول عمود الحفر ما بين (١٠ - ٢٤)م و اقصى حجم لمغرفتها (٢.٧ م) و اقصى عمق للحفر تحت مستوى الحفارة هو ٤ م.

٥. المجرفة الخاطفة (المحارية)

وهي تحويل مهم للحفارة الشاملة و تحتوي على نفس اجزاء الحفارة الشاملة و لها عمود حفر مشابه لعمود الحفر في المجرفة المسحوبة (السلكية) لكن التحويل هنا هو ان المغرفة عبارة عن فكي خطاف يعلق بواسطة حبال فولاذية تمر على بكرة في نهاية عمود الحفر.

وظائف الحفارة او المجرفة الخاطفة

1. تستخدم لتحميل و رفع المواد غير المرصوصة مثل الحصى و الرمل و تغذية الخباطات المركزية و لا تستخدم الحفارة الخاطفة لحفر الترب المرصوصة وذلك لعدم توفر القوة اللازمة في فكي الخطاف لأجراء عملية الحفر بل يقوم الخطاف بتجميع المواد غير المرصوصة بفعل وزنه.
2. انتجت مؤخرا حفارات خاطفة بإمكانها الحفر و التحميل بحيث اضيفت للحفارة منظومة هيدروليكية يتم بواسطتها السيطرة على حركة الخطاف بفتحة و غلقة هيدروليكية و بهذا يكون هذا النوع مفيدا للحفر و التحميل في المناطق الضيقة والزوايا و خاصة المناطق المملوءة بأعمدة التثبيت في الاسس العميقة.

مكائن وحدات النقل

هي جميع مكائن و معدات نقل المواد الانشائية و نقل المكائن الخاصة بتنفيذ المشاريع من مكان لآخر

وتصنف مكائن وحدات النقل الى صنفين هما:-

- أ- الشاحنات بمختلف انواعها.
- ب- عربات القطارات (عربات السكك الحديدية)

و سنتطرق الى كل صنف على حده

أ- الشاحنات :-

هي مركبات مختلفة الاشكال و الانواع و الاحجام تستعمل في نقل المواد الانشائية و البضائع و المكائن المختلفة لتكون كل هذه الاشياء متواجدة في لحظة الحاجة اليها

تصنيف الشاحنات:-

تصنف الشاحنات تبعا للعوامل الاتية:-

١. تصنف تبعا لحجومها او ساعاتها (حمولتها) اما بالأطنان او المتر المكعب
٢. تصنف تبعا لنوع الوقود الذي يعمل به المحرك (ديزل او بنزين او كهرباء)
٣. تصنف تبعا لأسلوب تفريغ الحمولة فهناك تفريغ امامي او خلفي او الى الجوانب او تفريغ يدوي او الي (بالرافعات) او تفريغ قعري
٤. تصنف تبعا لعدد المحاور كان يكون لها محور واحد او اثنين او ثلاثة او اربعة او اكثر او تبعا لعدد الاطارات
٥. تصنف تبعا لنوع الحمولة التي تحملها كان تكون شاحنة اختصاصية لنقل البضائع ، الاحجار ، الحديد ، الاسمنت ، طابوق ، سوائل ، غازات ، خلطات خرسانية

انواع الشاحنات:-

١. **شاحنات الطرق المبلطة:-** وهي شاحنات تعمل فقط في الطرق المعبدة (المبلطة) وهي صغيرة او متوسطة الحجم وكثيرة المحاور (وذلك لتقليل الضغط المسلط من الحمولات على تبليط الشارع ولا يحدث اي تخريب للتبليط) وهي ذاتية الحركة اي لها محرك و لها بوابة خلفية للتفريغ او تفريغ جانبي وتصل حمولتها الى ٤٠ طن.
٢. **شاحنات الطرق الغير مبلطة :-** وهي شاحنات كبيرة الحجم و اكثر متانة و تحملا نظروف العمل الشاق و قليلة المحاور و كبيرة الاطارات وهي اما تكون ذاتية الحركة او مسحوبة بجرار و يكون تفريغها خلفي او جانبي او قطري و في بعض الاحيان لا تكون لها بوابة خلفية وذلك لكبر حجم الحمولات التي تحملها كان تكون حجارة واحدة و قد تصل حمولتها ٢٠٠ طن و حاليا تم صنع شاحنات عملاقة تصل حمولتها الى ٤٠٠ طن و لا تعمل على الطرق المبلطة.

٣. **التوريات:-** وهي شاحنات ثابتة البدن وهي مصممة لتعمل على الطرق المبلطة و انواع قليلة منها يمكن ان تعمل على الطرق غير المبلطة و تسمى ايضا شاحنات البضائع وقد يكون تفرغها جانبي او تفرغ خلفي يدوي او آلي لا نها ليس لها امكانية قلب الحمولة للخلف و لذلك فهي تستعمل لنقل البضائع و المواد الانشائية التي لا تنقل بالقلابات مثل الابواب و الشبابيك و الزجاج و الكاشي و السيراميك و المرمر و الصحيات و يمكنها سحب مقطورة ورائها لزيادة الكميات المحمولة.

٤. **القاطرة و المقطورة:-** وهي شاحنات كبيرة الحجم تكون من جرار بمحرك ذو قدرة حصانيه عالية (راس تريله) و يجر وراءه المقطورة و التي هي عربة كبيرة قد تصل حمولتها الى ١٠٠ طن و تسمى (تريلر) و تستخدم هذه الشاحنات لنقل الحمولات الكبيرة الحجم و الوزن مثل كميات الاسمنت المكيس و قضبان حديد التسليح و الاخشاب و غيرها.

٥. **القلابات:-** وهي شاحنات مختلفة الاشكال و الحجم و تستخدم في نقل المواد الانشائية المختلفة كالرمل و الحصى و الحجر و التربة و الطابوق و غيرها وهي على انواع هي:-

- أ- قلابات خلفية التفرغ و هي تفرغ حمولاتها خلفيا بعد رفع حوض الحمولة بواسطة رافعة هيدروليكية.
- ب- قلابات قعريه التفرغ تفرغ حمولتها من فتحة في منتصف و قعر الحوض وهي تفرغ وهي سائرة
- ت- قلابات الموقع دنبر وهي قلابات مختلفة الحجم اصغرها القلاب الصغير ذو اطارين الذي يفرغ حمولته للأمام وهي تعمل داخل المشروع ولا يسمح له بالسير على الطرقات العامة لأنه غير مجهز بمستلزمات السلامة و الامان للطرق العامة.

موازنة عدد القلابات مع حجم مجارف التحميل

من المعلوم ان مجارف الحفر و التحميل بأنواعها المختلفة دائما تعمل جنباً الى جنب مع القلابات لتقل المواد الانشائية كالتربة و الرمل و الحصى و الحصى الخابط ومن الامور الهامة التي يجب مراعاتها تناسب حجم مغرفة الحفارة مع حجم القلابات وهناك قاعدة تقول بان يجب ان يكون حجم القلابه بما يقارب من ٤ - ٧ مرات ضعف حجم مغرفة الحفارة وذلك لتجنب امور كثيرة منها مثلاً تقليل الزمن الضائع من الحفارة و القلابه.

حساب انتاجية القلابات

نذكر العلاقات التالية الخاصة بانتاجية القلابات

$$\text{عدد المغارف التي تملأ القلابه} = \frac{\text{حجم القلابه}}{\text{حجم المغرفة}}$$

زمن تحميل قلابه واحده (دقيقة او ثانية) = زمن تحميل مغرفة واحده × عدد المغارف

زمن الدورة الانتاجية للقلابة(دقيقة او ثانية)= زمن التحميل+ زمن الذهاب و التفريغ و العودة +الزمن الثابت

ملاحظة :- في بعض الاسئلة يعطي زمن الذهاب و العودة و التفريغ و الزمن الثابت كزمن واحد(رقم واحد كان يكون ١٠ دقيقة)

$$\text{عدد القلابات المطلوبة} = \frac{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}}{\text{زمن تحميل قلابة واحدة}}$$

$$\text{معامل تشغيل القلابة} = \frac{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}}{\text{زمن تحميل كل القلابات}} \times 100\%$$

$$\text{معامل تشغيل المجرفة (الحفارة)} = \frac{\text{زمن تحميل كل القلابات}}{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}} \times 100\%$$

الزمن الضائع:- يمكن حسابة بالاعتماد على اذا كانت ايهما يأخذ زمنا اطول من الثاني كان يكون زمن تحميل كل القلابات من قبل المجرفة هو الاكبر ويكون في هذه الحالة زمن الدورة الانتاجية للقلابة هو الاصغر فيكون

الزمن الضائع = زمن تحميل كل القلابات - زمن الدورة الانتاجية (للقلابة)

وفي هذه الحالة يكون الزمن ضائع من قبل القلابات لانها هي التي تنتظر اما اذا كان العكس اي زمن الدورة الانتاجية للقلابة اكبر من زمن تحميل كل القلابات من قبل المجرفة فيكون

الزمن الضائع = زمن الدورة الانتاجية للقلابة - زمن تحميل كل القلابات

فتكون المجرفة (الحفارة) هي التي تنتظر.

ملاحظة:- معامل التشغيل للقلابة و المجرفة هو دليل على كفاءة كل من القلابة او الحفارة فاذا كان معامل تشغيل القلابة هو الاكبر فهذا يعني ان القلابة تعمل بأعلى من طاقتها ولا تتوقف و يكون زمن الدورة الانتاجية للقلابة هو الاكبر اما اذا كان معامل تشغيل الحفارة هو الاعلى فهذا يعني ان الحفارة تعمل بأعلى من طاقتها و لا تتوقف و يكون زمن تحميل كل القلابات هو الاكبر.

مثال ١ :- مجرفة الية سعتها او حجمها ٣م^٢ استعملت في تحميل قلابات بالتربة من مقلع بحيث ان حجم القلابة الواحدة ١٢ م^٣ و زمن تحميل مغرفة واحدة ٢٠ ثانية و زمن الذهاب و التفريغ و العودة و الزمن الثابت للقلابة ١٠ دقيقة احسب

- عدد القلابات المطلوبة
- معامل تشغيل المجرفة و القلابات
- هل يوجد زمن ضائع ايهما يبقى ينتظر؟

الحل:-

$$\text{عدد المغارف التي تملأ القلابة} = \frac{\text{حجم القلابة}}{\text{حجم المجرفة}}$$

$$\text{عدد المغارف التي تملأ القلابة} = \frac{12}{12} = 6 \text{ مغرفة}$$

زمن تحميل قلابة واحدة = زمن تحميل مغرفة واحدة \times عدد المغارف

$$\text{زمن تحميل قلابة واحدة} = 20 \text{ ثانية} \times 6 \text{ مغرفة} = 120 \text{ ثانية أو } 2 \text{ دقيقة}$$

زمن الدورة الانتاجية للقلابة (دقيقة او ثانية) = زمن التحميل + زمن الذهاب و التفريغ و العودة + الزمن الثابت

$$12 = 10 + 2 = \text{دقيقة}$$

$$\text{عدد القلابات المطلوبة} = \frac{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}}{\text{زمن تحميل قلابة واحدة}}$$

$$\text{عدد القلابات المطلوبة} = \frac{12}{2} = 6 \text{ قلابة}$$

زمن تحميل كل القلابات = زمن تحميل قلابة واحدة \times عدد القلابات

$$\text{زمن تحميل كل القلابات} = 6 \times 2 = 12 \text{ دقيقة}$$

$$\text{معامل تشغيل القلابة} = \frac{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}}{\text{زمن تحميل كل القلابات}} \times 100\%$$

$$\text{معامل تشغيل القلابة} = 100\% \times \frac{12}{12} = 100\%$$

$$\text{معامل تشغيل المجرفة (الحفارة)} = \frac{\text{زمن تحميل كل القلابات}}{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}} \times 100\%$$

$$\text{معامل تشغيل المجرفة (الحفارة)} = 100\% \times \frac{12}{12} = 100\%$$

معامل تشغيل كل من القلابة و المجرفة هو 100% فهذا يعني ان كل منهما يعمل بكامل كفاءته لا زيادة و لا نقصان اي لا يوجد زمن ضائع اي الزمن الضائع = صفر

مثال ٢ :- مجرفة الية سعتها او حجمها ٤ م^٣ استعملت في تحميل قلابات بالترتبة حجم كل قلابة ١٦ م^٣ و كان زمن تحميل مغرفة واحدة هو ٢٠ ثانية و زمن الذهاب و التفريغ و العودة و الزمن الثابت هو ٦٠٠ ثانية احسب

- عدد القلابات المطلوبة
- معامل تشغيل القلابة و المجرفة
- الزمن الضائع و ايهما ينتظر الاخر؟

الحل :-

$$\text{عدد المغارف التي تملأ القلابة} = \frac{\text{حجم القلابة}}{\text{حجم المجرفة}}$$

$$\text{عدد المغارف التي تملأ القلابة} = \frac{16}{6} = 4 \text{ مغرفة}$$

زمن تحميل قلابة واحدة = زمن تحميل مغرفة واحدة \times عدد المغارف

$$\text{زمن تحميل قلابة واحدة} = 20 \text{ ثانية} \times 4 \text{ مغرفة} = 80 \text{ ثانية}$$

زمن الدورة الانتاجية للقلابة (دقيقة او ثانية) = زمن التحميل + زمن الذهاب و التفريغ و العودة + الزمن الثابت

$$= 60 + 80 = 140 \text{ ثانية}$$

$$\text{عدد القلابات المطلوبة} = \frac{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}}{\text{زمن تحميل قلابة واحدة}}$$

$$\text{عدد القلابات المطلوبة} = \frac{140}{8} = 17.5 \approx 18 \text{ قلابة}$$

زمن تحميل كل القلابات = زمن تحميل قلابة واحدة \times عدد القلابات

$$\text{زمن تحميل كل القلابات} = 80 \times 18 = 1440 \text{ ثانية}$$

$$\text{معامل تشغيل القلابة} = \frac{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}}{\text{زمن تحميل كل القلابات}} \times 100\%$$

$$\text{معامل تشغيل القلابة} = \frac{140}{1440} \times 100\% = 9.7\%$$

$$\text{معامل تشغيل المجرفة (الحفارة)} = \frac{\text{زمن تحميل كل القلابات}}{\text{زمن الدورة الانتاجية للقلابة}} \times 100\%$$

$$\text{معامل تشغيل المجرفة (الحفارة)} = \frac{1440}{140} \times 100\% = 1035.7\%$$

الزمن الضائع = زمن تحميل كل القلابات - زمن الدورة الانتاجية للقلابة

$$= 1440 - 140 = 1300 \text{ ثانية}$$

وهذا يعني ان القلابة تنتظر 1300 ثانية حتى يصل دورها في التحميل لان معامل تشغيل القلابة هو اقل من 100% اي انها تعمل باقل من كفاءتها.

ب- عربات القطارات (عربات السكك الحديدية)

وهي عربات مصممه للسير على السكك الحديدية تسمى القطارات و تستخدم عربات القطارات في نقل المواد الانشائية المختلفة لتحقيق الاهداف التالية :-

1. لضمان استمرارية تدفق المواد الانشائية بشكل منتظم و بكميات كبيرة
2. اختصار الزمن حيث تقوم قاطرة واحدة بسحب مجموعة كبيرة من المقطورات (العربات) تفوق حمولتها اي شاحنة منفردة مما ينعكس ايجابيا على كلفة المشروع

٣. تكون خطوط السكك الحديدية منعزلة عن طرق الشاحنات الاخرى مما يقلل من الزخم المروري
٤. تحتاج الى سائق واحد او اثنين.

المدرجات

المدرجة:- وهي ماكينة انشائية قياسية تكون من هيكل حديدي يستند على المحرك وهذه الماكينة تتحرك اما على اربع اطارات مطاطية او ست اطارات مطاطية و لها نصل قاطع مثبت تحت هيكلها او في مقدمتها المدرجة اما ان تكون ذاتية الحركة او مسحوبة لها بعض الاضافات كالأسنان من الخلف او الامام .

فوائد المدرجة

١. قشط الطبقة العليا من التربة لأعماق لا تتجاوز ١٥ سم
٢. ترتيب جوانب المنحدرات و السداد الترابية و لارتفاعات تصل الى ثلاثة امتار
٣. تنظيم تحذب السطح الاعلى للطرق
٤. فتح و ادامة الطرق الترابية المؤقتة
٥. فرش التربة التي تقوم الشاحنات بتفريغها لغرض عمليات التعلبات الترابية
٦. حرث التربة بواسطة اسنان المشط المثبت في الجزء الامامي من هيكلها و عمل السواقي لعمق يصل الى ٦٠ سم في اعمال استصلاح التربة
٧. لها استخدامات اخرى متعددة كإزالة الثلوج المتراكمة على الطرقات

اصناف المدرجات

١. المدرجات المسحوبة:- وهي تكون من جميع اجزاء المدرجة عدى المحرك و تسحب بواسطة جرار مدولب او مجنزر ويكثر استعمالها في اعمال استصلاح الاراضي الزراعية
٢. المدرجات الذاتية الحركة :- وهي المدرجات المحتوية على جميع اجزائها وبضمنها المحرك الذي يعمل بالديزل وهذا الصنف هو الاكثر شيوعا في الوقت الحاضر ويمكن تمييز نوعين من المدرجات الذاتية الحركة هما:-
 - أ- **مدرجات ذاتية الحركة ٦ × ٤** :- وهذا يعني ان المدرجة ذاتية الحركة لها ست اطارات اربعة منها في الجهة الخلفية وهذه الاطارات الاربعة تكون مربوطة الى المحرك مباشرة وتقوم بتحريك و تمكين المدرجة للقيام باعمالها ام الاطارات الامامية غير مرتبطين بالمحرك وتقتصر فائدتها على تعديل اتجاه الماكينة وهذا النوع له تسمية هي ٦ × ٣ وهذا يعني ان المدرجة ذاتية الحركة لها ستة اطارات موزعة على ثلاثة محاور محاور امامي بة اطارات و محوران خلفيان كل محور به اطاران

ب- **مدرجة ذاتية الحركة ٤ × ٤ :-** وهذا يعني ان المدرجة ذاتية الحركة لها اربع اطارات كلها مربطة الى المحرك و كلها تساهم في تحريك المدرجة و كذلك تسمى هذه المدرجة (٢ × ٤) اي ان المدرجة ذاتية الحركة لها اربع اطارات موزعة على محورين امامي و خلفي.

ملاحظة:- يكون نصل المدرجة قاطع و يبلغ طولة ٤ متر و ارتفاعه ٦٠ سم و يستخدم في قشط الطبقة العليا من التربة و يمكن تحريكه في المجال الأفقي بزاوية ٣٠٠° لتكديس التربة باي جانب من جانبي النصل و كذلك يمكن تحريكه بزاوية ٣٠٠° في المجال العمودي لعمل المنحدرات الجانبية للسدود و غيرها و عمل السواقي.

القاشطات

القاشطة:- هي ماكينة انشائية ضخمة تتألف من هيكل حديدي ضخم يستند عليه محرك او محركين و غرفة جلوس السائق و حوض تجميع التربة الذي يتروح حجمه ما بين (٥ - ٥ م^٢) و تتحرك على اربع اطارات مطاطية و ها نصل قاطع و قوي يقع في مقدمة حوض تجميع التربة.

وظائف القاشطة

١. ان الوظيفة الرئيسية للقاشطة هي تنفيذ عمليات حفر و قشط طبقات التربة السطحية لعمق يصل الى ٣٠ سم ثم نقل التربة المتجمعة في حوضها ثم القيام بتفريغ التربة و فرشها و تسويتها في المكان المطلوب.
٢. تعوض القاشطة الواحدة عن عمل مجموعة من المكينات الانشائية فيما لو عملت متجمعة و هذه المكينات هي البلدوزر (المقلعة) و الذي يقوم بقشط و تجميع التربة و الشفل او مجرفة التحميل التي تقوم بتحميل التربة في القلابات ثم القلابة التي تقوم بنقل التربة الى المكان المطلوب ثم المدرجة التي تقوم بفرش التربة.

انواع القاشطات

تتألف القاشطات من الانواع الثلاثة التالية:-

١. القاشطات المسحوبة

- أ- قاشطات مسحوبة بجرار مدولب
- ب- قاشطات مسحوبة بجرار مجنزر

٢. القاشطات ذاتية الحركة

- أ- قاشطات ذاتية الحركة ثنائية المحاور
- ب- قاشطات ذاتية الحركة ثلاثية المحاور

٣. القاشطات الخاصة

- أ- قاشطات ذات حوضين مترادفين
- ب- قاشطات متعددة الاحواض و المحركات
- ت- القاشطات الرافعة

حساب انتاجية القاشطة

يمكن حساب انتاجية القاشطة بطريقتين هما:-

١. الطريقة الاولى كما في بقية المكانن السابقة و كالاتي في حالة يعطي السؤال سرع القاشطة

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} = \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}} \right) = \text{زمن الذهاب} + \text{زمن العودة} + \text{الزمن الثابت}$$

$$\text{علما ان زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب م}}{\text{سرعة الذهاب دقيقة}}$$

$$\text{و كذلك زمن العودة} = \frac{\text{مسافة العودة م}}{\text{سرعة العودة دقيقة}}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{\text{زمن اشتغال القاشطة}}{\text{زمن الدورة الانتاجية}}$$

حجم التربة المقشوطه

$$\text{و المنقولة في دورة} = \frac{\text{حجم القاشطة بمقياس الرخو}}{\text{حجم المتر المكعب الواحد مع نسبة الانتفاخ بمقياس الرخو}} = \text{واحدة بمقياس الضفة}$$

$$\text{انتاجية القاشطة (م³/ساعة)} = \text{عدد الدورات} \times \text{حجم التربة المقشوطه في دورة واحدة}$$

٢. الطريقة الثانية و تسمى طريقة مخطط الاداء :- في هذه الطريقة تكون سر القاشطة مجهولة و يعطيك مخطط بياني تستخرج منه السرعة ثم ترجع الى معادلات الطريقة الاولى و تحل السؤال و كما في المثال التالي و المعادلات التالية:-

$$\text{الوزن الكلي للقاشطة (كغم)} = \text{وزن القاشطة فارغة} + \text{وزن التربة المحملة}$$

$$\text{وزن التربة المحملة} = \text{حجم القاشطة} \times \text{كثافة التربة المحملة}$$

ملاحظة ١ :- اذا كانت القاشطة فارغة فان الوزن الكلي للقاشطة يساوي وزن القاشطة فارغة فقط.

$$\text{المقاومة الكلية (لطريق المائل)} = \text{مقاومة الدحرجة} + \text{مقاومة الميل (الانحدار)}$$

ملاحظة ٢ :- إذا كان الطريق أفقي فإن المقاومة الكلية تساوي مقاومة الدرجة فقط اي ان مقاومة الميل تساوي صفر

ملاحظة ٣ :- نحسب المقاومة الكلية كنسبة مئوية حيث نقسم مقاومة الدرجة على $(\frac{\text{كغم}}{\text{طن}} 1000)$ لكي تلائم مقاومة الميل

بعد ايجاد هذه المجاهيل اعلاه تستمر بالحل بالعلاقات الاتية الموجودة في الطريقة الاولى و ايجاد الانتاجية .

ملاحظة مهمة :- يجب توفير بلدوزر واحد على الاقل في موقع عمل القاشطات وذلك لكي يقوم البلدوزر بدفع القاشطة من الخلف في المرحلة الاخيرة من عملية الحفر التي تقوم بها القاشطة لتمكينها من ملئ حوضها بالتربة كاملا مما يؤدي الى زيادة انتاجية القاشطة.

مثال ١ :- قاشطة نوع كتربلر وزنها وهي فارغة ٣٥٠٠٠ كغم ووزن التربة التي تحملها ٢٠٠٠٠ كغم استخرج من مخطط اداء القاشطة

- أ- سرعتها وهي فارغة عند صعودها على الطريق المائل
- ب- سرعتها وهي محملة عند صعودها على نفس الطريق المائل

علما ان مقاومة الدرجة للطريق هي (٢٠ كغم/طن) و مقاومة ميل الطريق ٤%

الحل :-

نجد الوزن الكلي وهي فارغة و المقاومة الكلية على الطريق المائل

الوزن الكلي (وهي فارغة) = ٣٥٠٠٠ كغم

المقاومة الكلية وهي فارغة = مقاومة الدرجة + مقاومة الميل

$$\%٤ + \frac{20}{1000} =$$

$$\%٦ = \%٤ + \%٢ =$$

ومن تقاطع الوزن الكلي مع المقاومة الكلية و هي فارغة على مخطط الاداء نجد ان سرعتها و هي فارغة

$$= ٤٥ \text{ كم / ساعة}$$

و بنفس الطريقة نجد السرعة وهي محملة صاعدة المنحدر

المقاومة الكلية (وهي محملة) = وزن القاشطة فارغة + وزن التربة المحملة

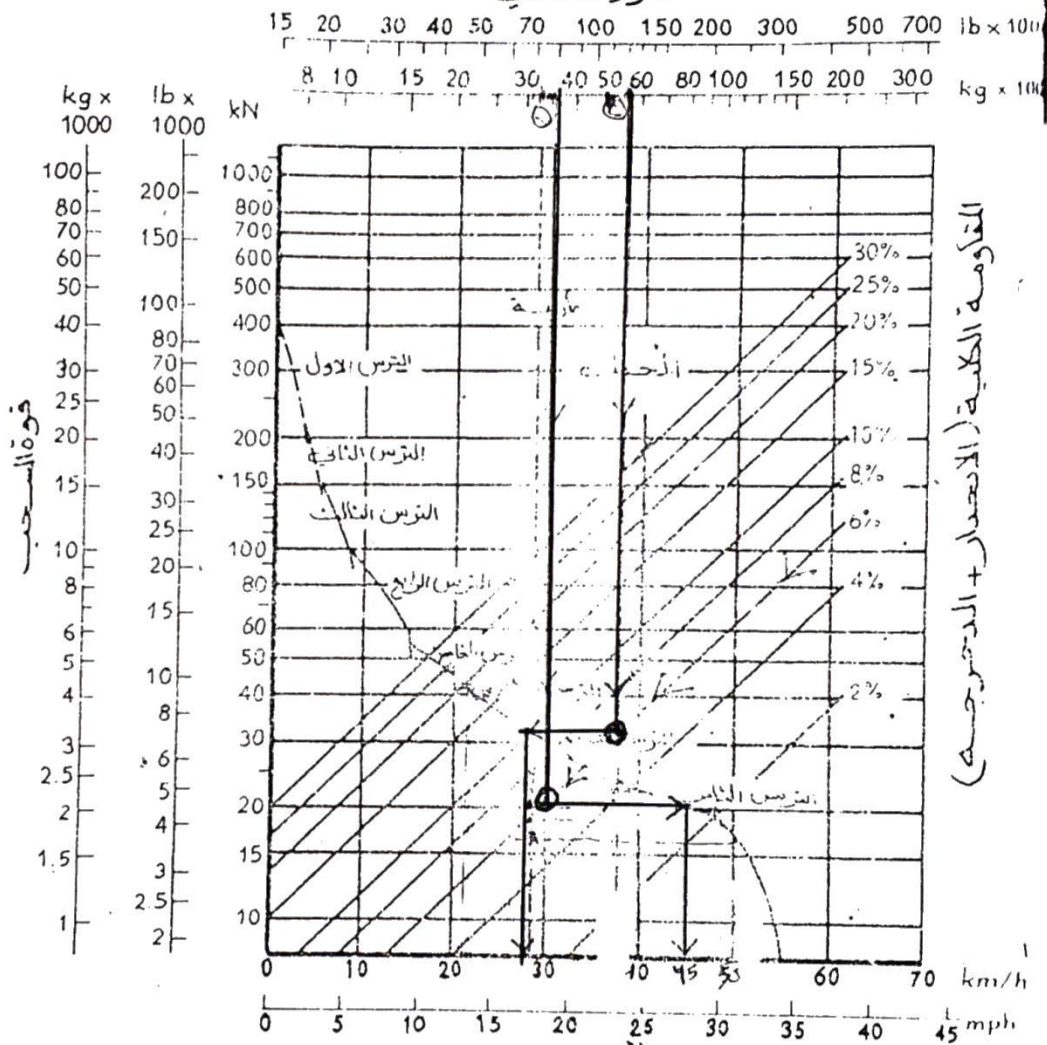
$$= ٥٥٠٠٠ \text{ كغم} = ٢٠٠٠٠ + ٣٥٠٠٠$$

المقاومة الكلية للطريق المائل نفسها = 6%

السرعة = 28.5 كم / الساعة

مخطط أداء قاسطة نوع كاتربيلر
موديل (627-B)

الوزن الكلي



المقاومة الكلية (الانحدار + الدحرجة)

القيادة المباشرة السرعة

القيادة بواسطة المحول

شكل رقم (6-12) مخطط أداء قاسطة نوع كاتربيلر موديل (627-B).

مثال ٢ :- قاشطة حجمها ١٤.٢٩ م^٣ تقشط تربة رخوه كثافتها ١٤٠٠ كغم/م^٣ و معامل انتفاخها ٢٥% احسب انتاجية القاشطة بوحدة م^٣ / الساعة بمقيال الضفة مستندا الى المعلومات التالية وزن القاشطة فارغة ٣٠٠٠٠ كغم تصعد وهي محملة بالتربة على طريق ميله ٤% و طولها ٢٥٠ م و مقاومة درجته ٤٠ كغم / طن و تفرغ حمولتها و تعود الى المقلع على طريق افقي طولها ٥٠٠ م و مقاومة درجته ٦٠ كغم / طن علما ان معدل اشتغال القاشطة ٥٠ دقيقة / الساعة و الزمن الثابت ٠.٨ دقيقة .

الحل :-

الوزن الكلي وهي محملة = وزن القاشطة فارغة + وزن التربة المحملة

وزن التربة المحملة = كثافة التربة × حجم القاشطة

وزن التربة المحملة = ١٤٠٠ × ١٤.٢٩ ≈ ٢٠٠٠٠ كغم

الوزن الكلي وهي محملة = ٢٠٠٠٠ + ٣٠٠٠٠ = ٥٠٠٠٠ كغم

المقاومة الكلية = مقاومة الدرجة + مقاومة الميل

$$= \frac{40}{1000} + \%٤ = \%٤ + \%٤ = \%٨$$

من مخطط اداء القاشطة نجد ان سرعة القاشطة و هي محملة تصعد الطريق المائل محملة تبلغ و هي سرعة الذهاب

$$= ٢٤ \text{ كم/ساعة}$$

و بنفس الطريقة نجد سرعة القاشطة وهي فارغة عند عودتها على الطريق الافقي

الوزن الكلي (فارغه) = وزن القاشطة فارغة = ٣٠٠٠٠ كغم

$$\text{المقاومة الكلية} = \text{مقاومة الدرجة} = \frac{60}{1000} = \%٦$$

من مخطط الاداء نجد ان سرعة القاشطة فارغة على الطريق و هي سرعة العودة

$$= ٤٩ \text{ كم/ساعة}$$

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{\text{مسافة الذهاب م}}{\text{سرعة الذهاب دقيقة}}$$

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{250 \text{ م}}{24 \times \frac{10}{60}} = ٠.٦ \text{ دقيقة}$$

$$\text{زمن العودة} = \frac{\text{مسافة العودة م}}{\text{سرعة العودة دقيقة}}$$

$$\text{زمن العودة} = \frac{500 \text{ م}}{49 \times \frac{10}{60}} = 0.6 \text{ دقيقة}$$

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} = \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}} \right) = \text{زمن الذهاب} + \text{زمن العودة} + \text{الزمن الثابت}$$

$$\text{زمن الدورة الانتاجية} = \left(\frac{\text{دقيقة}}{\text{دوره}} \right) = 0.6 + 0.6 + 0.8 = 2 \text{ دقيقة / دورة}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{\text{زمن اشتغال القاشطة}}{\text{زمن الدورة الانتاجية}}$$

$$\text{عدد الدورات (دوره / ساعة)} = \frac{0}{2} = 25 \text{ دورة/ساعة}$$

حجم التربة المقشوطه

$$\text{و المنقولة في دورة} = \frac{\text{حجم القاشطة بمقياس الرخو}}{\text{حجم المتر المكعب الواحد مع نسبة الانتفاخ بمقياس الرخو}} = \text{واحدة بمقياس الضفة}$$

حجم التربة المقشوطه

$$\text{و المنقولة في دورة} = \frac{14.29}{1+0.25} = 11.4 \text{ م}^3 \text{ / دورة}$$

واحدة بمقياس الضفة

انتاجية القاشطة (م³/ساعة) = عدد الدورات × حجم التربة المقشوطه في دورة واحدة

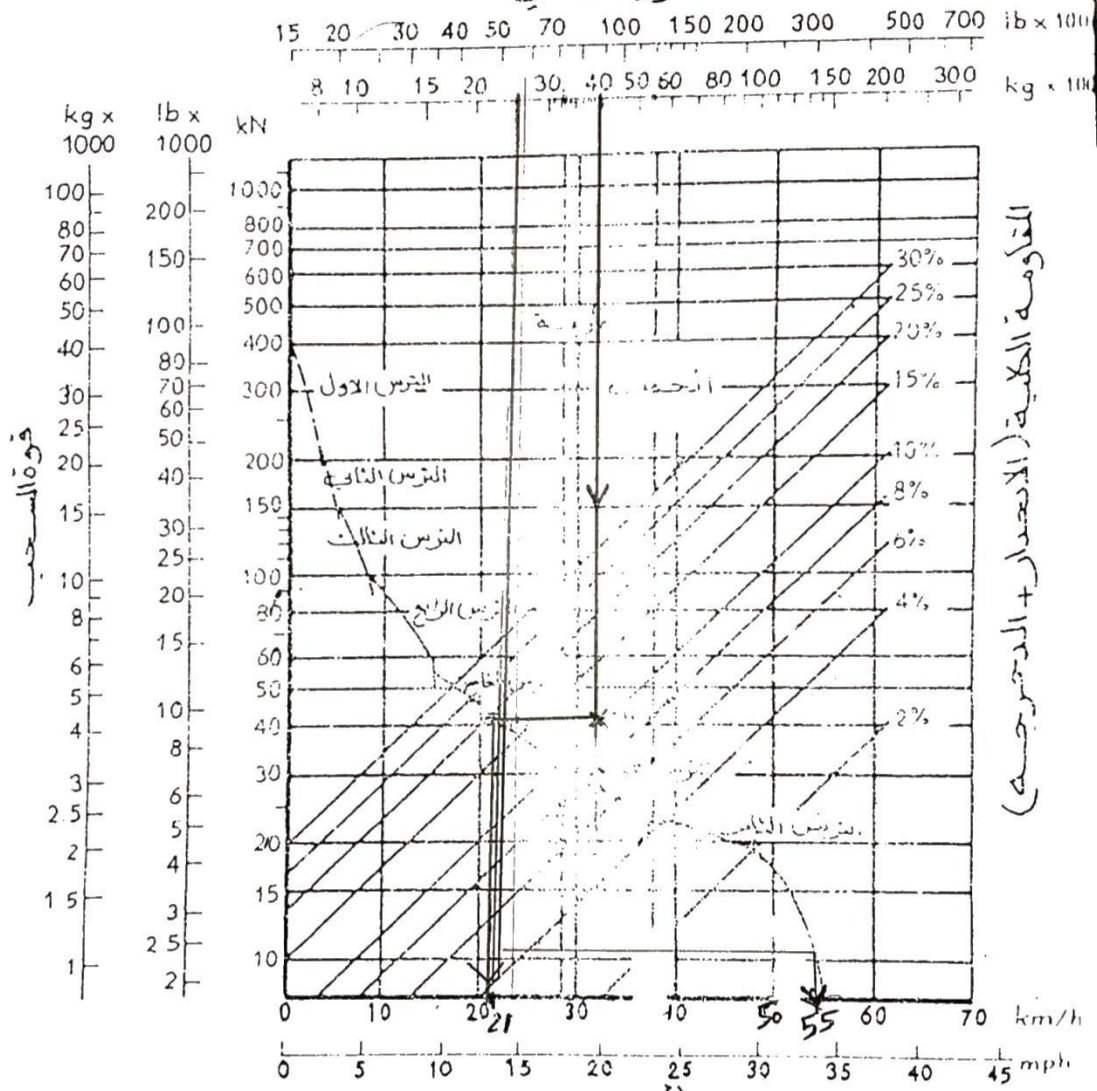
$$\text{انتاجية القاشطة (م}^3 \text{/ساعة)} = 11.4 \times 25 = 285 \text{ م}^3 \text{/ساعة}$$

حل السؤال التالي H.W

قاشطة حجمها ١٢ م^٣ تقشط تربة كثافتها ١٢٠٠ كغم / م^٣ و معامل انتفاخها ٢٠% احسب انتاجيته في ساعة واحدة مستندا للمعلومات التالية و بالاستفادة من مخطط اداء القاشطة الموجودة في ظهر الورقة

القاشطة تصعد منحدر طول ٢٠٠ م وهي محملة بالتربة مقاومة ميله ٦% و مقاومة دحرجته ٤% تعود وهي فارغة على طريق طول ٣٠٠ م افقي علما ان وزنها وهي فارغة ٢٥٠٠٠ كغم وان معدل تشغيلها ٤٠ دقيقة/ساعة و الزمن الثابت ٠.٩ دقيقة ؟

مخطط أداء قاسطة نوع كاتربيلر
 موديل (627-B)
 الوزن الكلي



المقاومة الكلية (الانحدار + الدحرجة)

القيادة المباشرة السرعة
 القيادة بواسطة المحول

شكل رقم (٦-١٢) مخطط أداء قاسطة نوع كاتربيلر موديل (627-B).

معدات الرص

تعريفها:- هي معدات و مكائن مخصصة لرص او حدل او ترسيخ انواع التربة وهذه المعدات اما ان تكون يدوية القيادة او مكائن ذاتية الحركة لها اشكال و حجوم و اوزان مختلفة وهذه المكائن تسمى الحادلات

عملية الحدل :- هي عملية زيادة كثافة المادة المراد رصها وذلك بتسليط قوى خارجية عليها و ان التربة هي المادة التي يهمننا رصها

وظيفة الحادلات

ان الوظيفة الرئيسية لمعدات الرص و مكائن الرص هي تسليط قوى خارجية على انواع التربة وهذه الترب هي عباره عن حبيبات و فجوات هوائية يكون بعضها مملوء بالماء فأتثناء عملية الرص يعاد ترتيب الحبيبات بالنسبة لبعضها و بذلك يقلص حجم الفجوات الهوائية و بالتالي يؤدي الى زيادة كثافة التربة و زيادة ثباتها .

طرق رص التربة

ان معدات و مكائن الرص تقوم برص انواع التربة المختلفة بإحدى الطرق التالية:-

- ١ . طريقة العجن
- ٢ . طريقة الوزن الساكن
- ٣ . طريقة الاهتزاز
- ٤ . طريقة الصدم

انواع مكائن و معدات الرص

وهي تشمل معدات يدوية القيادة و مكائن ذاتية الحركة و كلاتي:-

- ١ . **المدقة الميكانيكية:-** وهي مدقة يدوية القيادة تقوم برص التربة اعتمادا على ضربة قدم المدقة للتربة حيث تقفز المدقة في الهواء مع كل ضربة لتعود بفعل وزنها مسلطة حملا عن طريق صدم التربة تقوم المدقة بحوالي ٥٠ - ٦٠ ضربة في الدقيقة يكون قدم المدقة دائري و تكون هذه المدقة فعالة في الترب الملاصقة و تستخدم في الاماكن الضيقة التي لا تصلها المكائن الكبيرة.
- ٢ . **المدقات الصفيحية الهزازة:-** وهي مدقات تتكون من صفيحة هزازة يستند عليها محرك كهربائي او يعمل بالبنزين او الديزل و يتصل المحرك بمولد الذبذبات و يتم توجيهها يدويا بمقبض يدوي مثبت على لوحة السيطرة تستخدم هذه المدقات في الاماكن الضيقة و الممرات و المماشي.
- ٣ . **الحدلات الهزازة الموجهة يدويا :-** وهي حدلات ذاتية الحركة (لها محرك) و الاهتزاز و تقاد يدويا بواسطة مقبض وهي اما ان تكون لها اسطوانة فولاذية ملساء

- مفردة او مزدوجة الاسطوانات و تستخدم في الترب الحبيبية و لا تلائم الترب المتلاصقة و يتراوح وزنها من ٠.٥ الى ١.٥ طن .
٤. **الحادلات ذاتية الحركة ثنائية الاسطوانات المتردفة الملساء:-** وهي حادلة لها محرك و لها اسطوانتين حديديتين ملساء احدهما يتبع الاخر اثناء الرص يصل وزنها ٢٠ طن و سرعتها ٨ كم /ساعة تستخدم لرص السطوح الاسفلتية و تزود بمرشات ماء لمنع التصاق الاسفلت بالاسطوانات اثناء الرص و تستخدم في جميع انواع الترب.
٥. **حادلات ثلاثية الاسطوانات الحديدية الترادفية الملساء :-** وهي ذاتية الحركة و لها محرك و لها ثلاث اسطوانات حديدية ترادفيه ملساء و هي ترص كل نقطة من التربة المرصوصة ثلاث رصات و ايضا تزود بمرشات ماء وهي اكثر كفاءة من الحادلات ثنائية الاسطوانات اعلاه و ستخدم في جميع انواع الترب.
٦. **حادلات ذات ثلاث دواليب فولاذية ملساء موزعة على محورين:-** وهي حادلة ذاتية الحركة لها ثلاث دواليب حديدية ملساء موزعة دولاب واحد في المحور الامامي و دولابين في المحور الخلفي وهذه الحادلة اقل كفاءة من الحادلات الثنائية و الثلاثية الاسطوانات وذلك لان اي نقطة من نقاط التربة المرصوصة تتعرض لرصه واحدة وذلك لعدم تطابق مسير الدواليب الثلاثة على بعضها البعض عند عملية الرص اما الحادلات الترادفيه الثنائية الاسطوانات فكل نقطة ترص رصتين و في الحادلات الثلاثية الاسطوانات فكل نقطة ترص ثلاث رصات و كذلك تزود بمرشات ماء تعمل في كل انواع الترب .
٧. **الحادلات المطاطية الاطارات (الرنوية) :-** وهي حادلات ذاتية الحركة لها حوض مفتوح من الاعلى يمكن ملؤه بالرمل او الحصى لزيادة وزنها و لها تسعة اطارات مطاطية موزعة على محورين امامي يحمل ٤ اطارات و محور خلفي يحمل ٥ اطارات وهذه الاطارات مرتبة بحيث ان الاطارات الخلفية ترص المنطقة التي لم ترصها الاطارات الامامية و تستعمل هذه الحادلات لرص كافة انواع الترب وهناك اسباب دفعت الشركات المنتجة لإنتاج و تطوير الحادلات المطاطية الاطارات وهي:-
- أ- لها انتاجية عالية بسبب زيادة المساحة المحدولة
- ب- تعتمد انتاجية الحادلات المطاطية على ضغط الهواء الموجود في اطاراتها فعند زيادة ضغط الهواء في اطاراتها سوف يؤدي الى زيادة الضغط المسلط على التربة و بالتالي زيادة عمق الحدل ليصل الى ١٠٠ سم علا ان عمق الحدل في الحادلات الاخرى لا يتجاوز ٢٠ سم لان زيادة ضغط هواء الاطارات يؤدي الى تقليص مساحة التماس بين الاطارات و التربة و بالتالي زيادة القوة المسلطة عموديا على وحدة المساحة بالتالي زيادة عمق التأثير و زيادة الانتاجية و تقليل عدد مرات الحدل.
٨. **الحادلات الضلفية (اضلاف الغنم):-** وهي حادلات ذاتية الحركة لها محور امامي يحمل اسطوانة فولاذية او محورين اماميين يحملان اسطوانتين فولاديتين و لها محور خلفي باطارين مطاطيين ويبرز من كل اسطوانة بروزات حديدية على شكل اوتاد تشبه اضلاف الغنم (اقدام الغنم) يصل طول القدم الواحدة حوالي (٢٢.٥ سم) ويكون القدم على شكل هرم ناقص قاعدته الصغيرة للأعلى وتوزع هذه الاقدام بشكل متفاوت على

سطح الاسطوانة وهناك تحويلات مختلفة للأقدام كالمربعة و المستطيلة يتم الحدل بالحادلات الضلفية بطريقتين العجن وتعطي هذه الحادلات افضل النتائج في الترب الطينية المتلاصقة وخصوصا في المشاريع الطرق و السداد بعد انتهاء الحدل بالحادلات الضلفية فأنها تترك السطح المحدول متعرجا بسبب بروزات الاضلاف لذلك يجب تمرير الحادلات المطاطية او ذات الاسطوانات الملساء للحصول على سطح محدول مستوي و خال من التعرج.

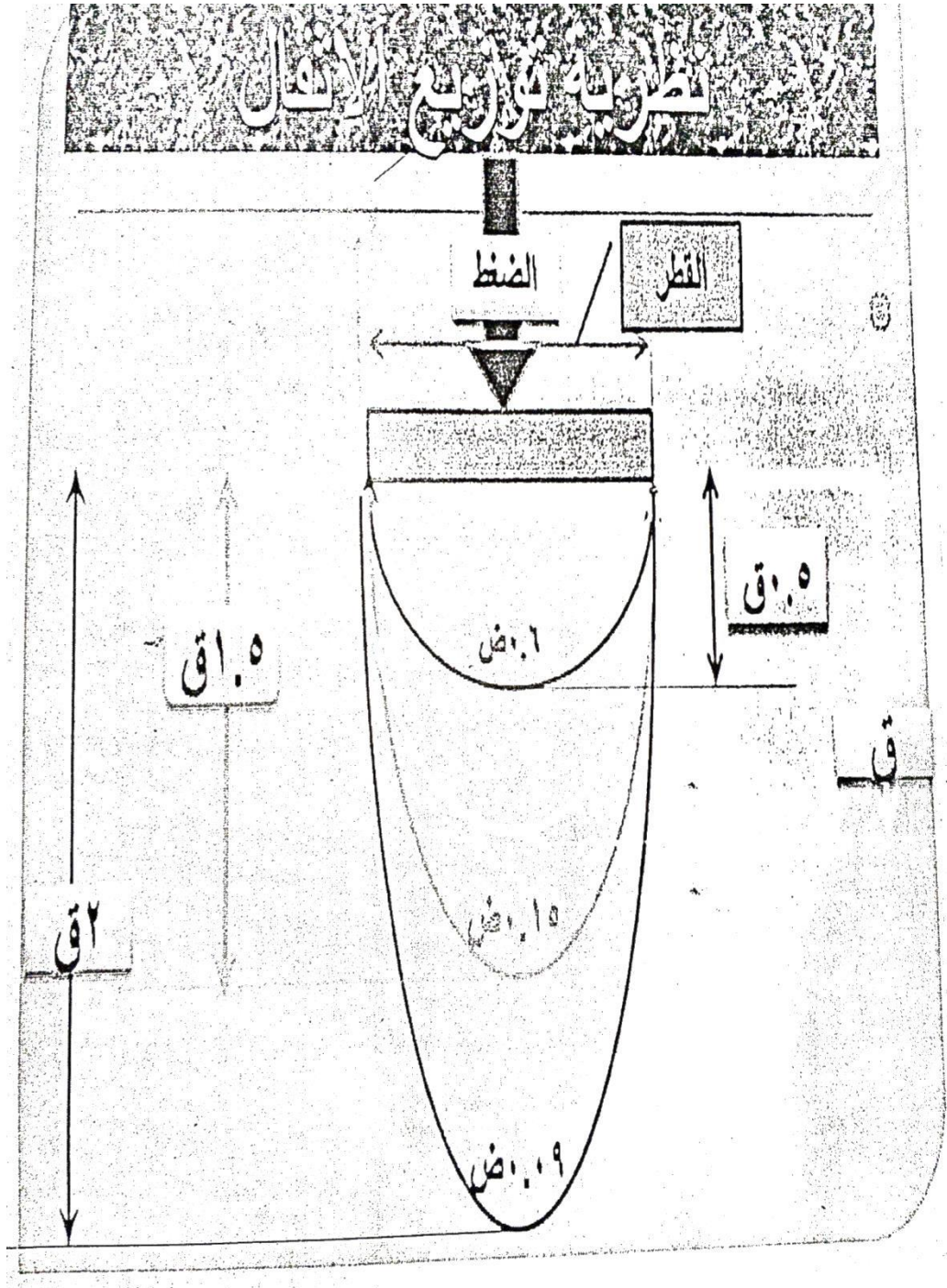
٩. **الحادلات الهزازة :-** وهي جميع الحادلات التي درسناها يمكن ان تكون حادلات هزازة بإضافة محرك او مولد الهزات او الذبذبات ودائما يكون المحور الامامي مربوط بمولد الذبذبات حيث ان المحور الامامي يكون على شكل اسطوانة فولاذية ملساء او على شكل اضلاف الغنم و المحور الخلفي يكون على شكل اطارات مطاطية تصل سرعة الحادلة الهزازة الى ٤ كم/ساعة

ما هو سبب انتاج و تطوير الحادلات الهزازة؟

وذلك لان بعض انواع الترب الرملية و الحصوية تتأثر تأثيرا كبيرا بالحدل الناتج من استخدام طريقة الوزن مع الاهتزاز اكثر من تأثيرها بالحدل الاعتيادي بالوزن فقط لان هذه الترب عندما تهتز بتأثير الحادلة فان حبيباتها الصغيرة تنزلق في الفراغات او المسافات البينية الموجودة بين جزيئات التربة و بتكرار عملية الحدل تزداد كثافة التربة المحدولة.

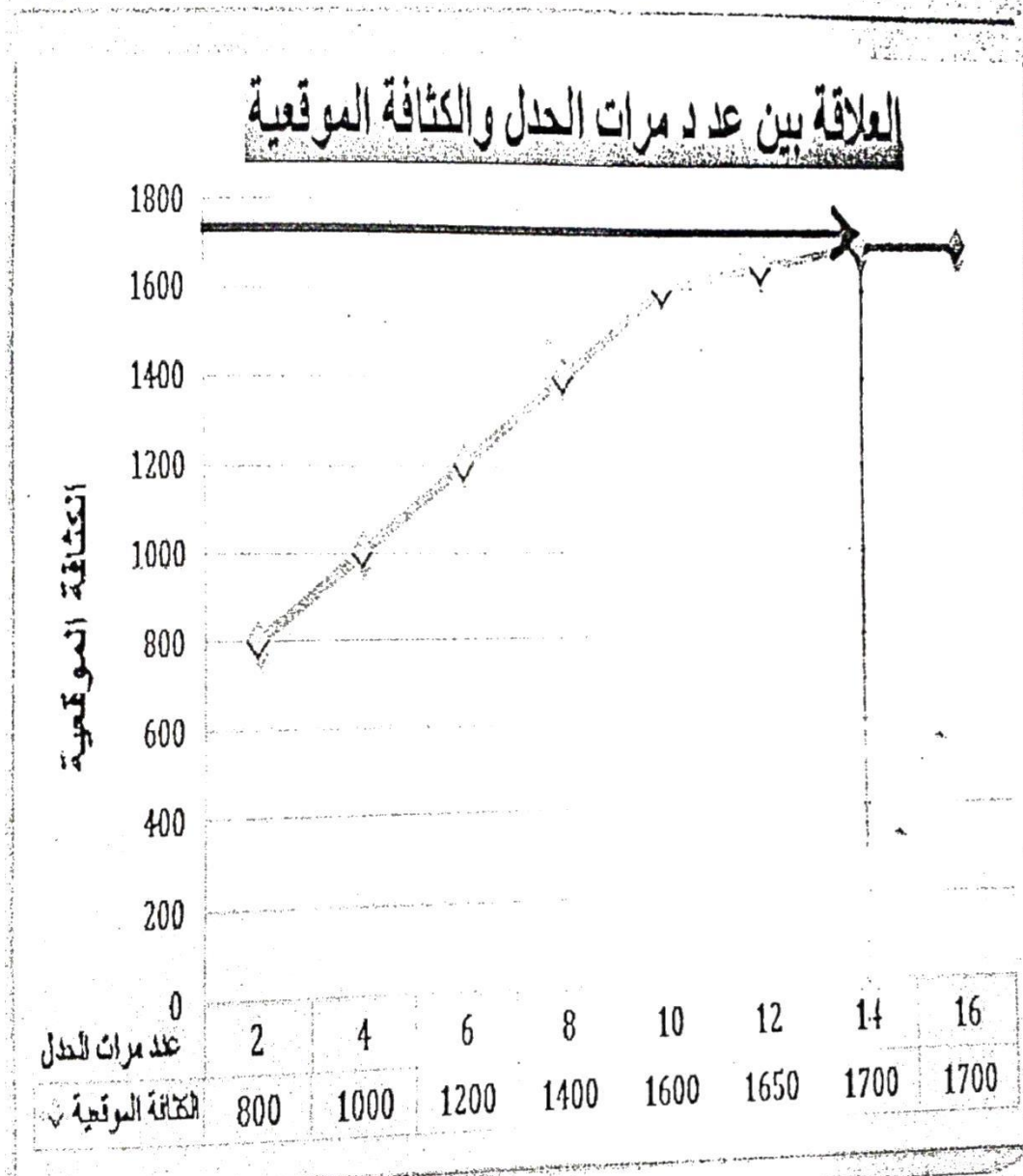
نظرية بصلة الضغط لتوزيع الأثقال

وتنص هذه النظرية على ان الضغط المسلط من قبل عجلات الحافلة على سطح التربة سوف يتناقص تدريجيا مع زيادة عمق طبقات التربة ابتداء من نقطة تماس العجلة مع سطح التربة الى عمق يعادل مرتين ضعف قطر العجلة كما في المخطط التالي:-



كيفية تحديد عدد مرات الحدل

لتحديد عدد مرات سير الحادلة على سطح التربة المراد حدلها و اكسابها القوة و الثبات المطلوبين لأنشاء منشأ معين تعمل تجربة في الموقع و ذلك بتحريك الحادلة عدة مرات على التربة و اخذ قراءات الكثافة الموقعية في كل مرة مع اضافة الماء في كل مرة اثناء الحدل و من ثم رسم علاقة بيانية بين عدد مرات الحدل و مقدار الكثافة الموقعية و من هذا المخطط البياني يمكن تحديد عدد مرات مرور الحادلة فوق التربة المراد حدلها بثبوت قيمة الكثافة و عدم تغيرها كثيرا عند زيادة عدد مرات الحدل و كما في المخطط البيان



كيفية تحديد عدد الحادلات المطلوبة و حساب انتاجية الحادلة

لتحديد عدد الحادلات المطلوبة للمرور على مساحة معينة ن التربة يراد حذلها يجب معرفة العوامل التالية:-

١. تحديد عدد مرات الحدل
٢. معرفة سرعة الحادلة
٣. معرفة قطر اسطوانة الحادلة

حسان انتاجية الحادلات

لكي نستطيع حساب انتاجية الحادلة لابد من معرفة العلاقات التالية:-

$$\text{مساحة الارض المحدولة في مرة واحدة (م}^2\text{/مره.ساعة)} = \frac{\text{سرعة الحادلة} \times \text{قطر اسطوانة الحادلة}}{\text{عدد مرات الحدل}}$$

مساحة الارض المحدولة في يوم عمل واحد (م}^2\text{/يوم)} = \text{مساحة الارض المحدولة في مرة واحدة} \times \text{عدد ساعات يوم العمل الواحد}

$$\text{عدد الحادلات المطلوبة} = \frac{\text{حذلها المطلوب الكلية المساحة}}{\text{واحد يوم في المحدولة الارض مساحة}}$$

مثال ١:- يراد حذل ساحة ترابية مساحتها ١٢٠٠٠ م^٢ بحادلات ذوات اسطوانة ملساء قطرها ١.٢ م و بسرعة حذل ٤ كم/ساعة وعدد مرات حذل ٨ مره احسب مساحة الارض المحدولة في يوم عمل واحد ، عدد الحادلات المطلوبة علما ان ساعات العمل لليوم الواحد هو ١٠ ساعة؟

الحل:-

$$\text{مساحة الارض المحدولة في مرة واحدة (م}^2\text{/مره.ساعة)} = \frac{\text{سرعة الحادلة} \times \text{قطر اسطوانة الحادلة}}{\text{عدد مرات الحدل}}$$

$$\text{مساحة الارض المحدولة في مرة واحدة (م}^2\text{/مره.ساعة)} = \frac{١.٢ \times ١٠٠٠ \times ٤}{٨} = ٦٠٠ \text{ م}^2\text{/ساعة}$$

مساحة الارض المحدولة في يوم عمل واحد (م}^2\text{/يوم)} = \text{مساحة الارض المحدولة في مرة واحدة} \times \text{عدد ساعات يوم العمل الواحد}

$$\text{مساحة الارض المحدولة في يوم عمل واحد (م}^2\text{/يوم)} = ١٠ \times ٦٠٠ = ٦٠٠٠ \text{ م}^2\text{/يوم}$$

$$\text{عدد الحادلات المطلوبة} = \frac{\text{حذلها المطلوب الكلية المساحة}}{\text{واحد يوم في المحدولة الارض مساحة}}$$

$$\text{عدد الحادلات المطلوبة} = \frac{12000}{6000} = ٢ \text{ حادلة تمر على التربة المطلوب حذلها في يوم واحد}$$

مثال ٢ واجب بيتي:- حادلة ذات اسطوانة ملساء قطرهما ١.٦ م تسير بسرعة حدل ٣.٦ كم/ساعة و عدد مرات حدل ٦ مرة لحدل طبقة تربية لمشروع شارع بطول ٥٠٠٠م و عرض ٤م احسب انتاجية الحادلة في يوم عمل واحد اذا علمت ان عدد ساعات العمل لليوم الواحد هي ٨ ساعة؟

معدات مزج (خلط) مواد الخرسانة

ان المواد الداخلة في انتاج الخرسانة هي الركام الناعم (الرمل) و الركام الخشن وحسب الاحجام و الاسمنت و الماء يتم مزج او خلط المواد الداخلة في انتاج الخرسانة بأسلوبين هما:-

١. **المزج او الخلط اليدوي :-** و تستخدم هذه الطريقة في الاعمال البسيطة ذات المساحات الصغيرة حيث يتم تهيئة ارض نظيفة صلبة يوضع اولا الحصى ثم يوضع فوقه الرمل ثم يوضع فوقهما الاسمنت وحسب نسبة الخلط المحدد و يخلط الكدس و يقلب مرتين بصورة جيدة يدويا بواسطة الكرك ثم يعمل حوض وسط الكدس و يسكب فيه الماء بحسب نسبة الخلط و يخلط خلطا جيدا ثم تعبأ الخلطة الناتجة يدويا بالعربات و ينقل الى موقع الصب وهذا الاسلوب ينتج كميات قليلة لا تلبي حاجة المشاريع المتوسطة.
٢. **المزج او الخلط الآلي :-** و هنا تستخدم خلاطات الية تتدرج حجمها من ٠.٣ - ١٠م^٣ وفي هذه الطريقة يتم انتاج خرسانة جيدة افضل من الاسلوب اليدوي و بكميات تلبي حاجة المشاريع المتوسطة و بعض الكبيرة ويتم الخلط بواحد من الخلاطات التالية:-
 ١. **الخلاطات ذات الحوض المتحرك القلابية :-** وهي خلاطات تتألف من هيكل حديدي مركب على اطارات ويثبت على الهيكل حوض الخلط الذي يدار بواسطة محرك اما يعمل بالوقود او بالكهرباء و يحتوي الحوض بداخلة على شفرات حديدية وهي عبارة عن زوج من الشفرات الحديدية المتقابلة لرفع المواد و خلطها و اسقاطها الى اسفل الحوض ويدور هذا الحوض على محور عمودي يمكن إمالته يمينا و يسارا للتعبئة او تفريغ الخلطة.
 ٢. **الخلاطات ذات الحوض المتحرك و المجرى :-** وهذه الخلاطات ايضا تتكون من هيكل حديدي يتحرك على اطارات و من حوض الخلط المتحرك يمينا و يسارا و مجرى مركب على هيكل الخلاطة حيث توضع المواد في المجرى الذي يرفع و يعبئها في حوض الخلاطة من قم الحوض يبدا الحوض بالخلط و بعد اكتمال الخلط يدر حوض الخلط الى الجهة الاخرى لتفريغ الخلطة.
 ٣. **الخلاطات ذات الحوض الثابت و المجرى :-** و تتألف هذه الخلاطة من حوض ثابت يدور مع المحور الافقي و غير قابل للميلان و تحتوي الخلاطة على مجرى يصعد و ينزل لتعبئة المواد في الحوض و للحوض فتحتان عليا لتعبئة مواد الخلاطة و جانبية لتفريغ الخلطة.
 ٤. **الخلاطة العكسية :-** و تتألف من حوض مركب على هيكل حديدي و الحوض ثابت غير قابل للميلان يدور حول محور افقي و للحوض فتحتان احدهما لدخول مواد الخلاطة و الاخرى لخروج الخلاطة و في داخل الحوض شفرتان لولبيتان مرتبتان ترتيب يسمح لخلط المواد و منعها من الانسكاب من الحوض عندما يدور الحوض باتجاه عقرب الساعة في عملية الخلط و بعد انتهاء الخلط يدور الحوض باتجاه معاكس عكس عقارب الساعة و يكون في هذه الحالة ترتيب الشفرات يسمح لخروج

الخلطة و يدفعها من فتحة الخروج و لهذه الخلاطة سلة او دلو توضع فيه المواد ثم يصعد الى الاعلى لتفريغ المواد داخل الخلاطة و هذه الخلاطة من اهم الخلاطات الحديثة .

٥. **الخلاطات القدرية :-** وهذه الخلاطة تتكون من حوض افقي مركزي الدوران حول المحور الشاقولي او تتكون من حوض ثابت غير متحرك في داخله خلاطة او شفرات لخلط المواد و في اسفل الحوض بوابة منزلقة لتفريغ الخليط.
٦. **معامل الخلط المركزي (الخلاطات المركزية) :-** ان التطور الهائل الذي حصل في مكانن خلط الخرسانة حصل ببناء معامل خاظ مركزية و ذلك لأسباب منها الحصول على كميات كبيره من الخرسانة ذات النوعية الجيدة و التي تلبى حاجة المشاريع الكبيرة و الهائلة كذلك في هذه المعامل يتم ضبط مكونات الخرسانة و خلطها بصورة جيدة و كذلك فان انتاجية هذه المعامل تصل الى حوالي (٧٦ م^٣ / ساعة) و تتكون معامل الخلط المركزي من المنظومات التالية:-

- منظومة خلط الاسمنت بالسايلو و اجهزة قياسه
- منظومة خزن الركام الناعم و الخشن و اجهزة قياسه
- منظومة خزن الماء

- منظومة الخلط وهي غالبا ما تتكون من الخلاطات العكسية

٧. **الخلاطات الناقلة:-** وهي خلاطة محمولة على عجلة تتكون من حوض مثبت على هيكل شاحنة اعتيادية ذات ٤ او ٦ او ٨ عجلات و يتم تدوير الحوض بواسطة محرك مثبت بين غرفة جلوس السائق و الحوض و للحوض فتحة لدخول او تعبئة مكونات الخلطة الناتجة من معمل الخلط المركزي و يركب على الحوض مجرى لتفريغ الخلطة من مكان الصب و يحتوي الحوض على لولب ممتد على طول الحوض فعند عملية الخلط يدور الحوض باتجاه عقارب الساعة و تكون حركة اللولب بنفس الاتجاه بحيث يمنع خروج المواد من الحوض و بعد انتهاء الخلط يتم تدوير الحوض بالاتجاه المعاكس و كذلك تنعكس حركة اللولب فيقوم بدفع الخلطة الخرسانية للخروج عن طريق المجرى المائل و هي تعمل كلاتي:-

- تحميل العجلة الخلاطة بخرسانة كاملة الخلط من معمل الخلط المركزي و تقوم الخلاطة برج الخرسانة طوال الطريق و تقوم بتفريغ حملتها عند وصولها الى موقع الصب
- تحميل العجلة الخلاطة بمكونات الخرسانة الجافة (بدون اضافة الماء) و تنقل الى موقع الصب و عند الوصول الى الموقع يضاف الماء و يدور الحوض لخلط الخرسانة لمدة دقيقتين ثم تصب في الموقع
- تحميل الخلاطة بمكونات الخرسانة الرطبة و الممزوجة جزئيا من معمل الخلط المركزي و تستمر العجلة الخلاطة بخلط الخرسانة طول الطريق حتى الوصول الى موقع الصب ثم يعاد الخلط بزيادة سرعة الخلط ثم تصب الخرسانة.

معدات نقل ورص و صقل الخرسانة

اولا) معدات نقل الخرسانة:-

تختلف معدات نقل الخرسانة باختلاف مواضع الصب لذلك يجب التقيد عند اختيار الطريقة المناسبة للنقل بحيث تبقى الخرسانة ضمن المواصفات المطلوبة وان طريقة النقل يجب ان تحقق الامور التالية :-

- ١ . العربات اليدوية
- ٢ . القلابات الالية
- ٣ . السطل (الدلو)
- ٤ . المنحدرات
- ٥ . الانابيب
- ٦ . الرافعات
- ٧ . الاحزمة الناقلة
- ٨ . الخلاطة الناقلة
- ٩ . مضخات الخرسانة

- ١ . **العربات اليدوية:-** وهي تتكون من هيكل معدني وحوض و تتحرك على اطارات مطاطية و تستخدم العربات في المشاريع الصغيرة و مسافات قصيرة و ممرات ضيقة.
- ٢ . **السطل (الدلو):-** وهو وعاء مختلف الاشكال و الحجم و يستخدم في نقل الخرسانة الى الطوابق العالية حيث تحمل السطل بواسطة الرافعات البرجي او الالية وتتراوح حمولته ما بين ٠.٦ - ١٠ م^٣
- ٣ . **القلابات الالية (دمبر):-** وهي عربات الية ذاتية الحركة لها محرك و لها القابلية على الحركة و النقل بسهولة و يستخدم في المشاريع الصغيرة و المتوسطة و الكبيرة و تتراوح حمولاتها (٠.٢٥ - ٣م^٣)
- ٤ . **المنحدرات :-** وهي قنوات معدنية مركبة على شاحنات تنقل الخرسانة من الاعلى الى الاسفل كما في حالة صب الخرسانة للأسس المتوسطة العمق او العميقة
- ٥ . **الانابيب:-** وهي انابيب معدنية دائرية الشكل تستخدم لنقل الخرسانة من الاعلى الى الاسفل عند الصب تحت مستوى الماء
- ٦ . **الرافعات :-** وهي رافعات الية او ابراج تنصب في المشاريع لرفع معدات نقل الخرسانة (العربات و الاسطال) و بقية المواد الانشائية و نقلها افقيا او عموديا و الرافعات تتكون على نوعين رافعات برجية او رافعات قنطريه.
- ٧ . **الاحزمة الناقلة :-** وهي وسائل مهمة وجيدة في نقل كافة المواد الانشائية و منها الخرسانة و يصنع الحزام من نسيج قوي يتحمل جميع الظروف
- ٨ . **الخلاطة الناقلة:-** وهي وسيلة مهمة في نقل و خلط و تفريغ الخرسانة
- ٩ . **مضخات الخرسانة :-** وهي عبارة عن عجلة تحمل عليها مضخات ضخمة و هذه المضخات لها انابيب حديدية منها انابيب سحب الخرسانة من حوض الخرسانة

الموجود في مؤخرة العجلة و انابيب دفع الخرسانة الى مكان السب و ينتهي انبوب التفريغ بوصلة مطاطية او خرطوم و تستخدم طريقة مضخات الخرسانة في حالة استحالة استخدام الطرق الاخرى في نقل الخرسانة او عدم جدواها الاقتصادية.

ثانياً) معدات رص الخرسانة:-

ان الهدف الرئيسي من رص الخرسانة هو لتقليل الفراغات الهوائية الى اقل حد او الحصول كتلة كثيفة من الخرسانة حال وضعها في مكان الصب و بسمك اكبر للطبقة الواحدة و تقليل الفجوات الهوائية وترص الخرسانة بإحدى الطرق الآتية:-

❖ **الرص اليدوي:-** و تنفذ بالقضبان الحديدية او الاوتاد الخشبية حيث تغطس داخل الخرسانة و كذلك تستخدم المدقات المستعملة في رص التربة عندما يكون الخليط شبة جاف وتستعمل المطارق لرص الخرسانة الموضوعه في قوالب ضيقة كما في الاعمدة و الرص اليدوي هو من الاساليب الكفوة الا انه يستعمل عندما يتعذر الرص الآلي.

❖ **رص الخرسانة اليا:-** ويتم استخدام الهزازات و تكون الهزازات من مصدر الاهتزاز الذي هو عبارة عن محور مثقل يدور بصورة لا مركزية و بتردد عالي يصل الى ٤٠٠٠ مرة ادقيقة و تسلط هذه الحركة على الخرسانة الامر الذي يؤدي الى انتقال الاهتزاز اليها و يرصها تدار الهزازات بمحركات تعمل بالبنزين او الديزل او الكهرباء او الهواء المضغوط و توجد انواع من الهزازات هي :-

١. **هزازات داخلية :-** وهو اكثر الانواع شيوعا وهو يتكون من محرك و خرطوم ناقل للاهتزاز بقطر يتراوح من ٣٨ ملم الى ١٠٢ ملم و يثبت في نهايته اسطوانة معدنية متذبذبة و داخل الاسطوانة كتلة تدور بفعل محرك كهربائي او يعمل بالبنزين او الديزل او الهواء المضغوط و يتصل المحرك بالاسطوانة بواسطة خرطوم قابل للانحناء و نقل الحركة و تولد حوالي ٣٠٠٠ الى ٦٠٠٠ نذبذبة ادقيقة.

٢. **هزازات سطحية:-** وهي تستعمل لرص و انهاء الطبقة العلوية من الخرسانة و تستعمل بالإضافة الى النوع الاول في اعمال خرسانة الطرق و التبليط حيث تربط الهزاز على عارضة خشبية او معدنية حافظها السفلى مستوية و مركبة على اطارات مدرجة متحركة ترتكز على القوالب المعدنية في الجانبين و توضع الخرسانة بسمك اكثر من المطلوب قليلا و عند تحريك العارضة تقوم بفعل الاهتزاز فيها برص السطح و ازالة كمية الخرسانة الاضافية بموجب منسوب الحافة السفلى للعارضة و يمكن ربط الهزاز على عارضتين لتعطي استقرار افضل عند تحريكها .

٣. **الهزازات الخارجية :-** وهي نوع من الهزازات تثبت في نقاط معينة من قالب الخرسانة و في الاماكن التي يكون فيها حديد التسليح موزع

بتباعدات صغيرة لا تسمح باستخدام الهزازات الداخلية وهي تولد حوالي ٣٠٠٠ ذبذبة ادقيقة.

٤. **طاولات هزازة:-** وهي طاولات معدنية ذات مساحة واسعة ويركب فوقها الهزاز الذي يقوم بهز سطح الطاولة فينقل الهز الى داخل الخرسانة و ايضا بفعل وزن الطاولة يتم رص الخرسانة وهي تعمل بمحركات كهربائية مولدة ما بين ٣٠٠٠ - ٦٠٠٠ ذبذبة ادقيقة.

ثالثا) الرص بالكبس الهيدروليكي :- ويكون بتسليط ضغط هيدروليكي بواسطة مكابس خاصة على سطح الخرسانة الموضوعة في قوالب معدنية خاصة و يستفاد من هذه الطريقة في انتاج الكاشي و الكتل الخرسانية و يصاحب الكبس اهتزاز.

(أ) الانتهاء البسيط الخشن (الحرارة)
 (ب) الانتهاء البسيط
 (ج) الانتهاء البسيط بالتركيب اليدوي
 (د) الانتهاء البسيط بالتركيب اليدوي

Compaction by Hammer

المطارق الآلية

تتبع هذه الطريقة عند صب الخرسانة في بعض أنواع الركائز حيث تدق الخرسانة بالمطارق الساقطة على الخرسانة مباشرة أو من خلال صفيحة معدنية عند تشكيل قاعدة الركيزة يجب استعمال نسبة ماء/ سممت واطئة جداً نظراً للطاقة الهائلة التي تسقطها المطرقة.

الانتهاء الخشن

١٦- ٥ انتهاء الخرسانة وصلقلها

بعد اتمام عملية صب الخرسانة في قوالبها الخاصة تتم عملية الصقل. لاعطاء الخرسانة الوجه النهائي ونسبها المطلوب. ان انتهاء الخرسانة بصورة صقيلة يعتمد على الخبرة والمهارة والصبر ويستفاد من عملية الانتهاء بصورة صقيلة للماشي والطرقات والأرضيات.. الخ. وهناك عدة اساليب تتبع في عمليات الانتهاء منها.

١٦- ٥- ١- الانتهاء البسيط الخشن (الحرارة).

يُعتد هذا النوع من الانتهاء للخرسانة لأرضيات الكراجات والمخازن والمماش البسيطة والتي يتطلب فيها ان يكون منسوب سطحها ضمن الحدود المطلوبة وأن يكون سطحها خشناً نوعاً ما. ولاتمام هذه العملية يتم نصب القوالب الخشبية أو الحديدية على شكل سلك بعد اسنادها بصورة جيدة وتثبيت بحيث يكون سطح القالب ضمن المنسوب المطلوب وبعد ان تصب الخرسانة تستخدم قطعة خشبية بطول أكبر من المسافة ما بين وجهي القالب فعلى سبيل المثال كانت المسافة بين وجهي القالب هي ٣ م فإن طول الخشبية يجب ان يكون وعلى الأقل من (٣,٧٠ - ٤ م) وتكون بمقطع ذو ابعاد (١٠٠ × ٥٠) ملمتر) أو (١٠٠ × ٧٥) ملمتر) أو (١٠٠ × ١٠٠) ملمتر) حيث توضع على السلك وتثبت في نهايتها قطعتان مستعرضتان تساعدان على مسك القطعة الخشبية لغرض دفعها وتحريكها واستخدامها فإنه بالإمكان دفع الكونكريت الزائد عن مستوى القالب الى الخارج وتعديل السطح ضمن المنسوب المطلوب وإعادة العملية مرتان أو ثلاثة مرات يمكن الحصول على سطح كونكريتي خشن ضمن المنسوب المطلوب. ولغرض تقليل خشونته فإنه بالإمكان استخدام قطعة من اللانيموم بمقطع (٥٠ × ٥٠) ملمتر) بنفس طول القطعة الخشبية حيث تسحب أيضاً على الوجه لاعطاء الوجه خشونة أقل.

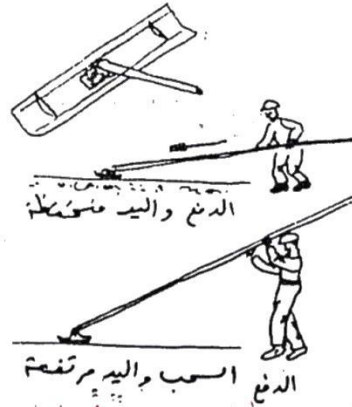
وبالإمكان الوصول الى درجة صقل جيدة باستخدام قطعة من النايلون السميك المرن وبنفس طول الخشبية وبعرض محدود ٢٠ سم حيث يمسك من طرفيه ويسحب على وجه الكونكريت لغرض صقله وتنعيمه بصورة افضل.

١٦- ٥- ٢ الانتهاء الصقيل

تستخدم عدة طرق للانتهاء الصقيل منها

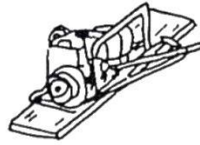
أ- الطرق اليدوية :

يمكن اتباع ما جاء في الفقرة (١) اعلاه وبعد الانتهاء يستخدم المالح الحديدي لغرض اعطاء الكونكريت الوجه الصقيل ان هذه الطريقة تتطلب الكثير من المهارة والخبرة والوقت فلذا فإنها تستخدم للمساحات الصغيرة وقد تم تطوير شكل المالح الحديدي ذو المقبض اليدوي المتعارف عليه ليستخدم محله مالح من الألومنيوم ذات حافة عريضة متصلة بمقبض يدوي مكون من ثلاث اجزاء ويبلغ طوله حوالي ١,٨٠ م والأنيوب مصنوع من معادن خفيفة الوزن. يدفع مالح الألومنيوم ببطء الى الامام ثم يسحب الى الخلف. شكل (١٦- ٩)



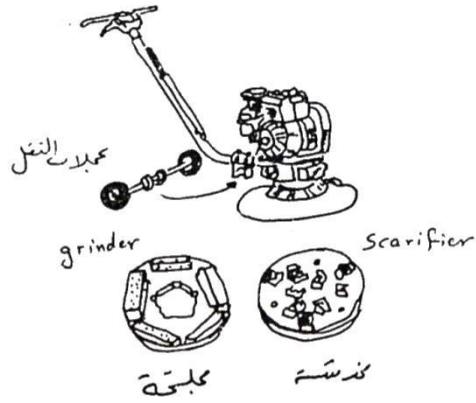
الشكل رقم (١٦-٩) مallet اليدوي

ب- الطرق اليدوية الميكانيكية .
 يتم استخدام المallet ذي الهزاز الآلي . حيث يتم دفع المallet بواسطة المقبض باليد بينما تعمل الهزاز على رص الكونكريت وجعل سطح الكونكريت ليناً وناعماً لغرض صفه . يتألف الهزاز من محرك يعمل بالبتزين مركب على شفرة من معدن خفيف (المallet) مع مقبض يصل طوله الى ٧,٥ م ويتراوح طول الشفرات (١,١٥ - ١,٨٣ - ٢,٤٤ م) ويعرض ٢٤٠ ملم وبسمك ٣٠ ملم وبوزن ١١ كغم - ١٣ كغم - ١٥ كغم . شكل (١٦ - ١٠) .



الشكل رقم (١٦-١٠) مallet هزاز آلي

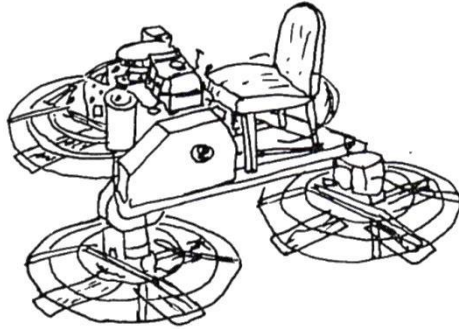
ج- الطواف الآلي
 نوع اخر من الماكائن الآلية العائمة حيث يكون قطرها ٦٠٠ ملم وتزن ٩٥ كغم وعند استخدامها يجب ان تكون الخرسانة صلبة بما فيه الكفاية لكي تتحمل وزن الشخص الذي يقوم بالصفل وتعمل هذه الالات اما بالطاقة الكهربائية او بالوقود وتتحرك بواسطة اطارات مطاطية . شكل (١٦ - ١١) . ان الشفرات المسطحة العائمة التي يتألف منها الطواف الالي يمكن تغييرها وتركيب لواحق بدلاً عنها . كشفرات صخور الكريورايدوم بنوعها المساء للتجليخ او الخشنه للتخديش وتستخدم لغرض قشط الاماكن المرتفعة من الصبات الخرسانية . ويتألف هذا الطواف من سبع شفرات تحتوي على سبع قاطعات نجمية الشكل .



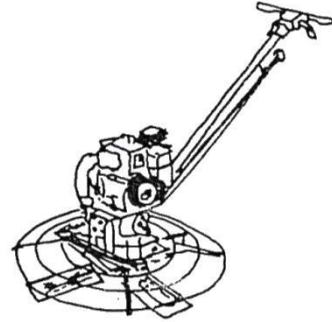
الشكل رقم (١١-١٦) الطواف الآلي

وهناك نوع اخر من المالج الطواف الالي والذي يتألف من اربع شفرات بأقطار من (٧٥٠ ملم - ٩١٥ ملم) و ١٤٠٠ (حسب حجم الطوافة .

وللشفرات حافظات خاصة بقطر اكبر من الشفرة بحوالي ٥٠ ملم وهو مزود بمحرك يعمل اما كهربائياً او بالوقود حيث كان الشفرات عمل ما بين ٥٠ - ١٢٠ دورة / دقيقة شكل (١٦-١٢) وهناك انواع اخرى اكبر حجماً وتستخدم ساحات الكبيرة وتحتوي على اربع طوافات وبأمكان عامل واحد ادارتها. من موقع مخصص لجلوسه عليها شكل (١٣-١)



الشكل رقم (١٦-١٣) المالج الطواف الآلي المتعدد



الشكل رقم (١٦-١٢) المالج الطواف الآلي

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 على سلسلة مستمرة تركيب عليها اسنان الحفر او اوعية الحفر و تحتوي جميع المخندقات على احزمة ناقله .

وظائف المخندقات

١. تستخدم لحفر الخنادق و لمسافات طويلة لمرار كيبيلات الكهرباء و الهاتف و انابيب الماء و المجاري و الغاز لان استخدام المخندقة في هذه الانواع من الحفريات يكون اكثر اقتصادية
٢. يكون استخدام المخندقة عمليا في المواقع الجديدة من المشاريع غير المكتظة بالمباني و التي لاتزال شوارعها غير مزدحمة بالخدمات (انابيب الماء و المجاري و الغاز و كيبيلات الكهرباء و الهاتف) و التي تعيق عملية الحفر المستمرة و كذلك يمكن استخدام المخندقة لحفر اسس المباني.

انواع المخندقات

تتوفر في الوقت الحاضر اربعة انواع من المخندقات وهي كالآتي :-

١. **المخندقة المستمرة ذات الذراع المائل:-** وهي لها جميع اجزاء المخندقة (محرك و مجنزرات و كابينة جلوس السائق و ذراع الحفر الذي يكون بشكل هيكل تتحرك على سلسلة مستمرة يركب عليها مجموعة من اوعية الحفر وهذه الاوعية مزودة بأسنان تقوم بحفر التربة و تتحرك من الاسفل الى الاعلى بعد امتلاءها بالتربة تقلب التربة على حزام ناقل يرمي التراب على احدى جانبي المخندقة
٢. **المخندقة المستمرة ذات الذراع الشاقولي (المخندقة السلمية):-** وهي تتألف من كل اجزاء المخندقة اما ذراع الحفر فيكون هيكلي و عمودي و تركيب على سلسلة تحمل اوعية الحفر المسننة تتحرك من الاسفل الى الاعلى و ترمي بالتربة على الحزام الناقل الذي ينقلها الى احدى جوانب الحفر.
٣. **المخندقة الدوالية:-** وهي تتكون من المحرك و المجنزرات و عمود الحفر الهيكلي الذي يكون بشكل دوالب كامل مثبت على اوعية الحفر المسننة و تقوم بحفر التربة عند دوران الدوالب و يتحرك من الاسفل الى الاعلى و تفرغ اوعية الحفر التربة على الحزام الناقل ليرميها الى احد جوانب الحفر.
٤. **المخندقة المثبتة على جرار :-** وهي مخندقة مستمرة مركبة على جرار و مصممة لأعمال حفر الخنادق الصغيرة الضحلة نسبيا حيث يمكن حفر خنادق بعرض تراوح من ١٠ سم الى ٦٠ سم و عمق الخندق ٢م و نظرا لصغر مقطع الخندق المحفور يمكن الاعتماد على جرار مدولب سهل الانتقال بين مواقع الحفر

اجزاء المخندقة

١. هيكل حديدي قوي يستند عليه المحرك و اجزاء الحفر
٢. المحرك
٣. المجنزرات للنوع الذاتي الحركة
٤. عمود هيكلي للحفر
٥. حزام ناقل

الانفاق

اهميتها و انواعها

الانفاق:- هي ممرات افقية تبنى تحت الارض و تمتد بين مدخل و مخرج ظاهران على سطح الارض

اهمية الانفاق

يعتبر انشاء الانفاق حاجة ملحة ازدادت اهميتها مه ازدياد التوسع العمراني و ازدياد قيمة الوقت و التطور الهائل في وسائل المواصلات كذلك فهي مهمة في عمليات التعدين و مد شبكات المياه و شبكات الصرف الصحي و منشآت الطاقة و غيرها.

العوامل التي تحدد نوع الطريقة المستخدمة في حفر الانفاق

هناك عدة طرق تقنيات مستخدمة لأنشاء الانفاق و ان اختيار الطريقة المناسبة يعتمد على :-

- قوة الصخور
- عمق النفق تحت الارض
- خصوصية المكان

طريق حفر الانفاق

١. طريقة الحفر المكشوف او الحفر بالردم

و تستخدم هذه الطريقة لأنشاء الانفاق القريبة من سطح الارض وهي ببساطة حفر خندق ثم بناء الجدران و السقف حيث يتم الحفر من السطح و الاستمرار 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 الطريقة 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.

٢. طريقة الحفر بالتنقيب و التفجير

ان استخدام المتفجرات ساهمت كثيرا في تطوير 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 تهشم مما يتيح عملية استخراجها من موقع النفق بعد خروج الغازات الضارة من الموقع و هنا يجب ان تكون الثقوب موزعه و متباعدة بشكل منتظم و مدروس و من سلبيات هذه الطريقة انها تسبب موجات ارتدادية يسبب ضررا للمنشآت المجاورة لذلك تكون هذه الطريقة محدودة الاستعمال.

مكائن حفر الانفاق

تختلف مكائن حفر الانفاق في حجمها و شكلها و تعقيدها و حسب اهمية و حجم و ارض النفق و من المكائن المهمة في حفر الانفاق

ماكينة الحفر العميق :- و تعتبر هذه الماكينة خلاصة تطور آلات و معدات حفر الانفاق على مدار القرن السابق و تتكون هذه الماكينة 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 ماكينة حفر عميق تم استخدامها كانت بقطر ١٧ م صرحت روسيا انها استخدمت الة حفر عميق بقطر ١٩م في سنة ٢٠٠٩ و تستخدم هذه الماكينة في كافة انواع الصخور وكذلك في التربة العادية اما مساونها فهي كلفتها الباهظة ، صعوبة نقلها و تركيبها بسبب وزنها الذي قد يقارب ١٢٠ طن و حجمها و ولها ١٥٠م