

طرق الانشاء والتخمين

ا.م.د. عبدالرحمن عدنان

قسم الهندسة المدنية/ كلية الهندسة /جامعة تكريت

اجباري	الصف: الرابع	طرق انشاء وتخمين	CE ٤٣٧
--------	--------------	------------------	--------

ساعات التدريس المخطط لها : (٢) ساعة نظري و (١) ساعة تطبيقي الوحدات : ٤

وصف المنهج :

يغطي هذا الموضوع ادارة المعدات الانشائية وانتاجيتها والعوامل المؤثرة على الانتاجية وهندسة القيمة وانتاجية الخرسانة والقوالب وطرق التخمين وحساب الكميات والعقود.

الهدف من تدريس المنهج :

تعريف الطالب بالمفاهيم الاساسية لهندسة القيمة والمعدات الانشائية وحساب الكميات والتسعير للاعمال الانشائية وكذلك التعريف بالمواصفات الانشائية واعادها والدليل القياسي الموحد والعقود .

نتائج التعلم:

بعد تلقي هذه المادة فان المتعلم يكون قادرا على التعامل مع مفهوم هندسة القيمة وكيفية ادارة المعدات والتعامل مع انتاجية الخرسانة والقوالب وكذلك يكون متمكنا من حساب كميات الاعمال الانشائية حسب الدليل القياسي الموحد وتسعيرها وكيفية اعداد المواصفة الفنية وكذلك يكون له المام بالشروط العامة لمقاولات الهندسة المدنية واعداد العقود.

الكتاب المنهجي:

١. طرق تخطيط ومعدات الانشاء (الجزء الاول)

ترجمة : د. محمد ايوب صبري العزي

٢. التخمين : للمؤلف مدحت فضيل

التقييم المستمر اثناء العام الدراسي (٤٠%) توزع الى :

٩٠% امتحانات (اربع امتحانات)

١٠% (مناقشات جماعية، حل تمارين ،اداء متميز)

الامتحان النهائي (٦٠%)

- الجزء الاول: حل مسائل (٤) اسئلة من كل موضوع رئيسي (٧٠) درجة .
- الجزء الثاني: اسئلة شرحية (سؤالين بدون ترك (١٥×٢) درجة

الاسبوع	التاريخ	المادة النظرية	المادة العلمية	الملاحظات
١		هندسة القيمة		
٢		هندسة القيمة		
٣		العقود الهندسية		
٤		اساليب الاحالة		
٥		كلف امتلاك الالات		
٦		المقارنة بين امتلاك الالية واجارها		
٧		العوامل المؤثرة على اختيار المعدات الهندسية		
٨		امتحان شهري		
٩		العوامل المؤثرة على اختيار المعدات الهندسية		
١٠		تثبيت التربة		
١١		الجرارات		
١٢		المقلعة		
١٣		القاشطة		
١٤		انتاجية الخرسانة		
١٥		انتاجية الخرسانة		
١٦		تصميم القوالب الخرسانية		
١٧		امتحان شهري		
١٨		مقدمة لاعداد المسح الكمي		
١٩		الطرق المستخدمة في التخمين		
٢٠		جداول الكميات وحساب كمية الاعمال الانشائية		
٢١		حساب كمية الاعمال الانشائية		
٢٢		حساب اعداد حديد التسليح		
٢٣		الاعداد الترايية		
٢٤		امتحان شهري		
٢٥		اعداد التسعير		
٢٦		المواصفات		
٢٧		وثائق التعهد		
٢٨		الشروط العامة لاعداد الهندسة المدنية		
٢٩		الشروط العامة لاعداد الهندسة المدنية		
٣٠		الدليل القياسي الموحد		
٣١		الدليل القياسي الموحد		
٣٢		امتحان شهري		

هندسة القيمة

هندسة القيمة: تعرف على انها تقنية منظمة للتخلص من التكاليف الغير ضرورية والتي لاتسهم في تحسين شكل المشروع او جودته او عمره بما في ذلك التكاليف الاولية والتكاليف المتولدة خلال دورة حياة المشروع وتعتمد هندسة القيمة على اساس تحليل الوظائف الاساسية والفرعية لكل منها.

تعتمد تقنية هندسة القيمة على تحليل ناحية من نواحي المشروع وذلك بطرح الاسئلة الاتية:

- ما هو ؟ (الناحية المعينة او المواد).
- ما كلفته
- ما وظيفته
- ما المواد او الطرق البديلة التي يمكنها القيام بالعمب نفسه؟
- ما كلفة المواد او الطرق البديلة؟

اساسيات هندسة القيمة:

- الوظيفة : وهي الغرض الاساس من الانفاق ، كما انها تعرف على انها :كل منتج نافع او خدمة له وظيفة اساسية (مثل ساعة اليد التي تشير الى الوقت) وقد تكون هناك وظيفة ثانوية لها مثل (حلية او زينة) وفي بعض الحالات الوظيفة الثانوية تمثل (٧٥%) من الكلفة للمنتج او الخدمة.وفي دراسات هندسة القيمة يعبر عن الوظيفة عادة بايسر وصف او شكل ممكن وغالبا ما يعبر عنها بكلمتين (فعل واسم) مثل (مانع التاكل) او (اسناد وزن).

- الاهمية : وهي مقياس للقيمة وتمثل اقل كلفة مطلوبة للحصول على وظيفة او منتج معين. وتثبت الاهمية بواسطة المقارنة،

فمثلا تقرر الاهمية مع الكلفة المكافئة للوظيفة. ويمكن تحديد الاهمية من الحصول على كلفة سابقة لخدمات مشابهة (تنجز الوظيفة نفسها) والمقارنة بين كلفها.

- الكلفة : وهي الكمية الكلية للاموال المطلوبة للحصول واستخدام الوظائف بمودب المواصفات فمثلا لشراء سلعة معينة فان كلفتها ليس في سعر الشراء فقط وانما يضاف له اجور النقل والفحص والخزن والتداول والتشغيل وغيرها. وتعد الكلفة مهمة لان علاقتها مع الاهمية هي التي تحدد قيمة المنتج او المرفق.
- القيمة :وهي العلاقة بين اهمية المنتج وكلفته، لذلك فان الهدف من دراسة هندسة القيمة ايجاد القيمة الحقيقية للامتلاك.وتاتي القيمة الجيدة من خلال تحديد التكاليف غير الضرورية وازالتها

منهجية هندسة القيمة

تكون هندسة القيمة على اكبر قدرة من الفعالية اذا تم تطبيقها على اساس نظام منهجي وهذا النظام يتكون من مجموعة مراحل يمكن تسميتها بخط عمل هندسة القيمة. وهذه المراحل هي :

١. جمع المعلومات
٢. التحليل الوظيفي
٣. الخلق والابتكار
٤. تقويم الافكار
٥. التطوير
٦. تقديم المقترحات
٧. التنفيذ
٨. التدقيق

الاسباب التي تؤدي الى نقص القيمة

١. نقص الوقت المتوافر
 ٢. نقص في المعلومات
 ٣. نقص في الافكار
 ٤. الاعتقاد الخاطئ
 ٥. حالة وقتية غير مقصودة تصبح ثابتة
 ٦. العادات
 ٧. المواقف
 ٨. السياسات
 ٩. قلة الاجور
 ١٠. النفور من طلب النصيحة.
-

التعاقدات الهندسية

التعاقد : هو الموافقة ذات القوة القانونية بين شخصين او اكثر للقيام باشياء معينة بموجب اعتبارات قانونية.

ان عقد المقاولة بموجب المادة (٨٦٤) من القانون المدني العراقي هو عقد يتعهد به احد الطرفين ان يصنع شيئاً او يؤدي عملاً لقاء اجر يتعهد به الطرف الاخر.

التزامات طرفي العقد

١. التزامات صاحب العمل

- تتلخص مسؤولية صاحب العمل في العقد الهندسي بما يلي:
- تمكين المقاول من خلال ايضاح المطلوب تنفيذه من اعمال.
 - تسلم العمل عند انتهائه وفق الشروط.
 - دفع امستحقات المطلوبة للمقاول طبقاً للعقد وفي مواعيدها.
 - الاشتراك في المسؤولية في حال تعاقدته مباشرة مع موردي المواد.

٢. التزامات المقاول

- تتلخص مسؤولية المقاول في العقود الهندسية بما يلي:
- انجاز العمل وفق الشروط والمواصفات والمدة المقررة.
 - ضمان العمل فالمقاول هو المسؤول عن سلامة المنشأ خلال مدة الانشاء سنة الضمان والمسؤولية الكاملة لسلامة

المنشأ في مدة عشرة سنوات تالية من اي انهيار جزئي او كلي.

- ضمان سلامة العمال ودفع الاجور والتامين عليهم ضد وحدات واطار العمل وهو مسؤول عن اي مخالفات يقوم بها عماله .
- الالتزام بالحفاظ على المواد والمهمات المسلمة اليه لاستخدامها في الاعمال وكذلك الحفاظ على المنشآت التي تم انجازها ولم تسلم الى صاحب العمل ضد جميع الاخطار وهناك التزامات عامة على المقاول القيام بها وفق المادة (١٦) من الشروط العامة.

العوامل المؤثرة في تحديد نوعية العقد الهندسي

- طبيعة العمل الانشائي واهميته.
- سرعة الانجاز المطلوبة
- حجم العمل
- مدى توافر وثائق الانشاء (المواصفات ,المخططات,جداول الكميات)
- درجة استيعاب وادراك المقاولين المحليين لانواع التعاقدات
- تحري تحقيق كلف معينة والكلفة العامل والحاكم
- تحري الحصول على نوعية معينة
- مدة الانجاز وهي العامل الحاكم
- وجود جوانب امنية او تحقيق اهداف سياسية او استراتيجية
- محدودية البدائل او فقدانها
- عدم استقرار السوق والتذبذب في الاسعار

انواع التعاقدات في عقود هندسة التشييد

اولا: عقود تنافسية (عقود السعر الثابت) : هو ذلك النوع من العقود التي يتم فيها التفاوض مع المناقصين على اساس سعر محدد للتنفيذ ولهذا تسمى مقاولات السعر الثابت. ان السعر الثابت هنا قد يكون باكثر من شكل وكما يلي:

- عقود مقاولات مبالغ اجمالية : يستخدم هذا النوع من المقاولات عندما يكون نوع التشييد بمقاييس متغيرة ومتطلبات تنفيذ متعددة بالدرجة التي يصعب معها عمليا تقسيم العمل ال وحدة كلفة لهذه المتطلبات. يشترط هذا النوع من التعاقد توفر مواصفات فنية تبين بشكل مفصل وواضح يجميع متطلبات تنفيذ العمل. كما ان اي اعمال اضافية او تغيير في التنفيذ سيقود الى زيادات كبيرة في المبلغ الاجمالي وهذا يؤدي عادة الى كثير من المنازعات والمطالبات من قبل المقاول.

- عقود مقاولات وجدول اسعار :يستعمل هذا النوع من العقود في حالة وجود كميات كبيرة من الفقرات البنائية وعدد قليل من انواع تلك الفقرات. بحيث لايمكن تحديد حجم الاعمال بدقة قبل توقيع العقد. ولهذا النوع من العقود مزايا منها المرونة بتقليل او زيادة في كميات الاعمال بدون الحاجة الى عمل اوامر تغيير او زيادات في الكميات الاعمال المنفذة . يشترط في هذا النوع من العقود وجود مواصفات متكاملة وتفصيلية تبين طبيعة العمل وكافة تفاصيل انجازه وبدون تحديد لكميات الاعمال المتوقع تنفيذها.

- عقود مقاولات وحدات اصعار مع جداول كميات ومواصفات : يستخدم هذا النوع من العقود عندما يكون العمل يتطلب تنفيذ كميات معروفة (يمكن حسابها من المخططات) من الاعمال. ويختلف هذا النوع من العقود عن وحدات الاسعار باحتوائه على

جداول كميات مخمنة يبين حجم الاعمال المتوقع تنفيذها لل فقرات البنائية مع وحدات الاسعار لها.

ثانيا: عقود المقاولات التفاوضية : في هذا النوع لايعتمد الاسلوب التنافسي في احالة العمل انما تكون الاحالة كنتيجة للمنافسة المفتوحة بين جميع من هم مهتمين و منتخبيين من قبل صاحب العمل مسبقا. تحال المقاولات التفاوضية عادة الى مقاولينمنتخبين بعد دراسة امكانياتهم وخبراتهم السابقة في تنفيذ الاعمال المشابهة اضافة الى تقديم تسهيلات في التنفيذ. على العموم فان المقاولات التفاوضية تبنى على اياي ان صاحب العمل سيقوم بتحمل الكلفة الحقيقية لتنفيذ الاعمال المطلوبة في المقولة مضافا ليها تعويضات عن الخدمات والتسهيلات والخبرات والتقنيات المقدمة اثناء التنفيذ. يحصل المقاول المنفذ تحت هذا النوع من العقود على تعويضات هي بطبيعتها اجور مهنية اكثر من كونها ارباح مكتسبة من التنفيذ.

- عقود مقاولات تكلفة زائد نسبية مئوية من التكلفة.
- عقود تكلفة زائد اجور ثابتة.
- عقود تكلفة زائد اجور ثابتة مع بند المساهمة في الارباح.
- عقود تكلفة زائد اجور ثابتة مع بند علاوة (مكافآت).
- عقود تكلفة مضاف اليها اجور مع ضمان يقف يعري

ثالثا : عقود مقاولات ذات الصيغة الخاصة : ويمكن الوصول اليها اما عن طريق التنافس او التفاوض ومن هذه العقود :

- عقود تسليم مفتاح
- عقد التصميم والانشاء
- عقود الاتحاد اوالمشاركة وتالف الشركات

- عقد العمل
- عقود الحوافز للعمل خارج الحدود القطرية
- عقد المواد والوقت
- عقود الايجار
- عقود الاهداء

اساليب الاحالة

يقصد بالاساليب الاحالة هي الاساليب المتبعة في احالة الاعمال الانشائية. يوجد اربع انواع من اساليب الاحالة :

اولا: اسلوب المقاول العام : احيانا يدعى هذا الاسلوب بمدخل التصميم والبناء المتعاقبين . في هذا المدخل يتم التشييد على اساس تعاقب مراحل التشييد دون ان يكون لصاحب العمل اي سلطة فعلية غير دفع الاجور للعاملين في المراحل المختلفة. من عيوب هذا المدخل ان صاحب العمل يفتقر الى اساس سليم للحكم على نظام انشاء معين او اختيار نظام مرادف يوفر في الكلفة دون نقص في النوعية .

ثانيا : اسلوب الادارة الانشائية : يسمى هذا الاسلوب ايضا مدخل التصميم والتنفيذ المتوازي حيث يسمح ببدء التنفيذ قبل اكمال التصميم النهائي كما يسمح باستعمال المرافق التي تنتهي بتاكرا قبل اكمال المشروع ان لهذا الاسلوب مجموعة اسباب هي:

- يسمح لصاحب العمل ان يوفر شراء المواد التي لا يحتاجها الا عند نهاية التنفيذ مما قد يساعد في ايجاد بدائل اقل سعرا.
- توفير المتوقع في الكلفة نتيجة تحليل الاسعار والنظر في عدد من التصاميم البديلة والمنافسة بين المقاولين ونظم ضبط ومراقبة الكلفة.

ثالثا: اسلوب التنفيذ المباشر :يعتمد هذا الاسلوب على تكليف جهة معينة لتنفيذ الاعمال الهندسية بشكل مباشر وبالاعتماد على كادر هندسي من مهندسين وفنيين وايدي عاملة ومعدات انشائية دون الاستعانة باي شكل من اشكال المقاولات الانشائية. ان انعدام التنافس اثناء احالة العمل يجعل من الصعب التأكد من كون كلفة التنفيذ لمثل هذه المشاريع تمثل اقل طرق تنفيذها هي الافضل.

رابعاً : اسلوب التنفيذ امانة : في هذا الاسلوب من التنفيذ تعهد مسؤولية القيام بتنفيذ الاعمال امانة الى لجنة خاصة تقوم بتنفيذ فقرات الاعمال من شراء المواد وتوفير الايدي العاملة والمعدات المطلوبة على اساس حاجة العمل, اي ان كلفة التنفيذ هي في الواقع الكلف المباشرة عن مصاريف موارد المشروع . ان هذا الاسلوب يحقق توفير كبير في كلف تنفيذ الاعمال الانشائية الا انه يتطلب توفير كادر فني له الخبرة على تبني عملية التنفيذ كما ان الاسلوب يحتاج الى متابعة ودقة في مراقبة قيام اللجنة الخاصة بالتنفيذ بالاضافة الى انه يحتاج الى توفير نزاهة وامانة عالية في افراد اللجنة.

المعدات الهندسية—خواصها وانواعها

لا يخفى على اي مهندس اهمية المعدات في تنفيذ ونجاح اي مشروع هندسي خاصة في المشاريع التي تعتمد بشكل كلي على المعدات في تنفيذ فعاليتها مثل مشاريع الطرق والسدوس وما شابهها فان الانتاج الفعلي يكون بواسطة المعدات وتكون العمالة البشرية اما الادارة او تشغيل المعدات او ذات دور ثانوي بسيط في الانتاج.

تقسيم المعدات من الناحية التجارية

يقصد به تقسيم المعدات على اساس وضعية تلك المعدات في سوق الانتاج وتصنيفها وعرضها للبيع. يمكن تقسيم المعدات بهذا الخصوص الى :

- المعدات القياسية : وتمتاز بما يلي :
 - ❖ مالوفة الاستخدام والتي تعني توفر المشغلين وفنيي الصيانة
 - ❖ توفر الادوات الاحتياطية لها بسهولة من الاسواق
 - ❖ سهولة بيعها بعد الانتهاء من استخدامها وباسعار مقبولة لوجود التنافس على شرائها.
 - ❖ هناك تنافس مستمر بين المنتجين على تطويرها.
- المعدات الاختصاصية : هي المعدات التي تستخدم للقيام بنوع معين من الاعمال مثل الحفارات الكبيرة جدا وتمتاز هذه المعدات بما يلي:
 - ❖ صعوبة احضارها الى موقع العمل وقد تحتاج الى وقت طويل لتوفيرها لعدم انتاجها بخزين كبير.
 - ❖ تحتاج الى توفير العدد اللازم للتشغيل والصيانة.
 - ❖ عدم توفر ادواتها الاحتياطية
 - ❖ اسعار شراءها (للجديدة) عالية جدا لعدم وجود تنافس عليها (انتاجها قليل).

❖ صعوبة بيع المعدات بعد الانتهاء من استعمالها وبأسعار زهيدة جدا وقد يضطر صاحب العمل الى دفع مبالغ للتخلص منها.

تقسيم المعدات من الناحية الفنية والاداء

- بناء على نوع الوقود المستخدم في المحركات
 - ✓ معدات تعمل بالبنزين
 - ✓ معدت تعمل بالديزل
 - ✓ معدات تعمل بالطاقة الكهربائية
- بناء على نوع الاطارات والعجلات
 - ✓ معدات تسير باطارات مطاطية
 - ✓ معدات تسير باطارات مسرقة
 - ✓ معدات تتحرك على اطارات عبارة عن سكة حديد
- بناء على تشكيلة القيادة والتشغيل
 - ✓ معدات ذات مقطورة قيادة وتشغيل واحدة
 - ✓ معدات ذات مقطورة قيادة منفصلة عن مقطورة التشغيل
 - ✓ معدات مركبة على شاحنة او ناقلة
 - ✓ معدات مسحوبة او مدفوعة

تقسيم المعدات بناء على اسلوب الحصول على المعدة (التقييم المادي)

- عن طريق شراء المعدة
- عن طريق الايجار
- عن طريق الايجار لفترة ليتم شرائها فيمل بعد

حساب تكاليف امتلاك المعدات

ان الذي يجب بحثه هنا هو كيفية تقدير تكاليف استخدام المعدات لتنفيذ فعاليات المشروع لمعدة تم امتلاكها بالشراء والتي منها يمكن تقدير الكلفة المتولدة من استخدام هذا النوع من المعدات في تنفيذ وحدة انتاجية واحدة من كل فعالية من فعاليات المشروع ليضاف اليها الكلف المتولدة من استخدام بقية المصادر (عمال , مواد,مقاول ثانوي) ليكمن لدينا الكلفة الكلية المطلوبة (كلفة مباشرة)رلتنفيذ وحدة انتاجية واحدة من الفعالية.

تتكون كلفة الانتاج من الكلفة الانتاجية الناتجة من امتلاك المعدة والاحتفاظ بها وادامتها واستبدالها بعدئذ مضاف اليها كلفة تشغيلها. كلفة امتلاك وتشغيل المعدة تتكون من :

اولا : **كلفة الاندثار:** يعرف بانه مقدار الفقدان في قيمة المعدة من جراء استعمالها او مرور الزمن . على صاحب المعدة ان يعوض هذا الفقدان خلال حياتها النافعة والا فانه سيخسر مكائنه في المشاريع التي استعملها فيها. وهناك عدة طرق لحساب الاندثار :

- طريقة الخط المستقيم
- طريقة النسبة الثابتة
- طريقة مجموع ارقام السنوات
- طريقة تغطية راس المال

وقد تم شرحها بالتفصيل في الصف الثالث بمادة الاقتصاد الهندسي

ثانيا : **كلفة الصيانة والتصليح:** تختلف كلف الصيانة للمكانن والمعدات باختلاف نوع الماكنة وطبيعة عملها ودرجة استخدامها ولكن حتما الصيانة الجيدة سوف تقلل من حصول العطلات فيها. تقدر كلف الصيانة والتصليح كنسبة مئوية من كلفة الاندثار السنوي واحيانا بصورة مستقلة, عليه يحب الاحتفاظ بسجلات دقيقة لتكاليف الصيانة

والتصليح لكل نوع من انواع المعدات المستخدمة. تقدر كلفة الصيانة والتصليح بين (٨٠—١٢٠)% من كلف الاندثار. ان كلف الصيانة تتناسب عكسيا مع كلف الاندثار.

ثالثا :كلف الاستبدال : وهي الكلف المتولدة من عدم استبدال الماكنة بواحدة جديدة . ان كلف المكائن تزداد سنويا بمقدار (٥)% من قيمة الماكنة (كما لوحظ في السنوات العشر الاخيرة) . ان سبب هذه الزيادة هي سببين اولهما هو التطور الحاصل في صناعة المعدات والثاني التضخم الحاصل في اسعار المواد بصورة عامة.

رابعا:كلفة الاستثمار : هي تبك الكلف المتولدة من عدم دخال مبلغ الماكنة المشتراة في المصرف للحصول على فائدة او قد تكون هي مقدار الكلف المدفوعة كفوائد الى صاحب القرض الذي استخدم ماله كمبلغ استثمار لشراء الماكنة. يدخل ضمن هذا الحقل ايضا الرسوم والضرائب والتأمين والخزن. تقدر كلف الاستثمار عادة كنسبة مئوية من سعر الشراء لكل سنة استخدام. ان هذه الكلف تكون مبالغ فيها لان الكلف عادة تسترد كمبالغ اندثار ,لذلك نجد معدل قيمة الماكنة من القانون التالي:

$$P^{-} = (P(N+1) + S(N-1)) / 2N$$

حيث ان

$$P^{-} = \text{معدل قيمة الماكنة}$$

$$P = \text{القيمة الاصلية للماكنة}$$

$$S = \text{القيمة الاستردادية للماكنة}$$

$$N = \text{العمر النافع للماكنة بالسنوات}$$

خامسا : **كلف التشغيل**: كما تم الإشارة اليه سابقا فان الكلف الاربعة السابقة بمجموعها تمثل كلف امتلاك وهي كلف ثابتة . اما كلفة التشغيل فانها تتولد فقط عند استخدام الماكنة. وتتولد هذه الكلفة من :

● **كلفة الوقود** : تمثل كلف الوقود المستهلك من استخدام الماكنة سواء كان بنزين او ديزل. ان كمية الوقود المستهلك يعتمد على القدرة الحصانية للماكنة وان هذه القدرة تقل بمقدار يعتمد على معامل التشغيل. ان معامل التشغيل يعتمد على عاملين هما (معامل الوقت وهي المدة التي تشتغل بها الماكنة خلال الساعة) و (معامل المحرك وهو المدة التي يشتغل فيها الماكنة بقدرتها القصوى الى مدة الدورة الواحدة مضافا اليها القدرات المتبقية لنفس الدورة). ان القدرة الحصانية تتاثر بدرجة الحرارة والضغط الجوي. وعادة تقاس القدرة الحصانية للماكنة بظروف قياسية . ولاجل حساب ما تستهلكه الماكنة من الوقود اذا شغلت تحت الظروف القياسية :

❖ **تحتاج المكنن التي تعمل بالبنزين الى (٠,٢٣) لتر لكل وحدة حصانية في الساعة.**

كلفة الوقود = القدرة الحصانية × معامل التشغيل × ٠,٢٣ السعر

❖ **تحتاج المكنن التي تعمل بالديزل الى (٠,١٥) لتر لكل وحدة حصانية في الساعة.**

كلفة الوقود = القدرة الحصانية × معامل التشغيل × ٠,١٥ السعر

● **كلفت التزيت (زيت التزليق)**

تمثل الكلف الناتجة من استهلاك الزيوت للمحركات لاغراض التزيت وتبريد المحركات. ان كمية الزيت المستهلك تعتمد ايضا على :

❖ **حجم وسعة الحوض**

❖ حالة المكابس للمحرك

❖ عدد الساعات بين تبديلين (تتراوح بين ١٠٠—٢٠٠ ساعة).

❖ القدرة الحصانية الفعلية العاملة عليها الماكنة.

❖ معامل التشغيل

يمكن حساب كمية الزيت المستهلك باستخدام القانون التالي :

$$Q=\{ (HP \times F \times 0,0027(kg/hp.hr)) / (0,89 kg/liter) \} + (C/T)$$

حيث :

Q: كمية الزيت المستهلك

HP: القدرة الحصانية

C:سعة حوض المحرك

T:عدد الساعات بين تبديلين للزيت

F:معامل التشغيل

● كلفة التشحيم (الشحوم) : وتمثل المبالغ المصروفة على تشحيم الماكنة وتعتمد على طبيعة العمل و ظروف الموقع ودرجة الحرارة. يمكن ان تكون بين (٥٠-٨٠) % من تكاليف الزيوت المستهلكة.

● اجور المشغلين وعمال الادامة : تشمل هذه الاجور المراقبين والمساعدين ومشغلي المكائن وعمال الادامة . تكون الاجور اما بالساعة او شهرية .

مثال على حساب كلفة التملك

اوجد كلفة قطع ونقل وتفريغ التربة لقاشطة مملوكة اذا كان هناك بلدوزر واحد يدفع ٣ قاشطات في نفس الوقت ولديك المعلومات التالية:

القاشطة

سعر الشراء واصل للموقع (٤٨٠٠٠) دولار

العمر الاقتصادي المخمن (٧) سنوات

القيمة ارستردادية (٩٠٠٠) دولار

القدرة الحصانية (٣٤٥) حصان

سعة خزان الدهن (٥) لتر وعدد الساعات بين تبديلين (٦٠) ساعة

اعلى قدرة يستهلكها المحرك (٦٠)% ومعامل التشغيل (٨٠)%

البلدوزر

سعر الالية الجديدة واصله للموقع (٣٠٠٠٠) دولار

العمر الاقتصادي (٨) سنة والقيمة الاستردادية (١١٠٠٠) دولار

القدرة الحصانية (٣٦٠) حصان سعة خزان الدهن (٥) لتر وعدد

الساعات بين تبديلين (٦٠) ساعة.

كلفة لتر كاز (٠,٠٩) دولار وكلفة لتر زيوت (٠,٢٥) دولار كلفة

الشحوم (٥٠)% من كلفة الزيوت.نسبة الفائدة على الاستثمار (٨)%

والصيانة (٨٠)% من الاندثار السنوي.استخدم طريقة الخط المستقيم

لحساب الاندثار. عدد ساعات التشغيل السنوية (٢٠٠٠) ساعة وكلف

المشغلين والادامة (٧٢٠٠) دولار سنويا للقاشطة و(٦٠٠٠) دولار

سنويا للبلدوزر.

الحل

١- كلفة القاشطة

اولا: الكلفة الثابتة

- كلفة الاندثار $= 71(9000 - 48000) = 5571$ دولار/سنة
- كلفة الصيانة والتصليح $= 5571 \times 0,8 = 4457$ دولار/سنة
- كلفة الاستبدال $= 48000 \times 0,05 = 2400$ دولار/سنة
- كلفة الاستثمار

نجد معدل قيمة الماكينة

$$P^- = (P(N+1) + S(N-1)) / 2N$$

$$P^- = ((48000(8) + 9000(6)) / 14$$

$$P^- = 31285 \text{ £}$$

كلفة الاستثمار $= 31285 \times 0,08 = 2502$ دولار/سنة

مجموع الكلف الثابتة $= 5571 + 4457 + 2400 + 2502 = 14930$ دولار/سنة

مقدار الكلفة الثابتة بالساعة $= 14930 / 2000 = 7,46$ دولار/ساعة

ثانيا: كلف التشغيل

- كلفة الوقود $= 345 \times 0,6 \times 0,8 \times 0,15 \times 0,9 = 2,23$ دولار/ساعة
- كلفة الزيوت $= ((0,0027 \times 0,6 \times 0,8 \times 345) + (0,891(0,15))) \times 0,25 =$

$$= 0,15 \text{ دولار/ساعة}$$

- كلفة الشحوم $= 0,15 \times 0,5 = 0,075$ دولار/ساعة

- كلفة المشغلين $= 2000 / 7200 = 3,6$ دولار/ساعة

كلفة التشغيل $= 2,23 + 0,15 + 0,075 + 3,6 = 6,05$ دولار/ساعة

مجموع كلف الامتلاك والتشغيل للقاشطة $= 7,46 + 6,05 = 13,51$ دولار/ساعة

٢. كلفة البلدوزر الدافع

اولا: الكلفة الثابتة

- كلفة الاندثار = $(11000 - 3000) / 8 = 2375$ دولار / سنة
 - كلفة الصيانة السنوية = $2375 \times 0,8 = 1900$ دولار / سنة
 - كلفة الاستبدال = $3000 \times 0,05 = 1500$ دولار / سنة
 - كلفة الاستثمار = $21687,8$ (معدل قيمة الماكنة) $\times 0,08 = 1735$ دولار / سنة
- مجموع الكلف الثابتة لكل سنة = $2375 + 1900 + 1500 + 1735 = 7510$ دولار / سنة
- مجموع الكلف الثابتة لكل ساعة = $7510 / 2000 = 3,75$ دولار / ساعة

ثانيا : الكلفة المتغيرة

- كلفة الوقود = $360 \times 0,6 \times 0,8 \times 0,15 \times 0,09 = 2,33$ دولار / ساعة
 - كلفة الزيوت = $(0,0027 \times 0,6 \times 0,8 \times 360) + (0,891 \times 0,15) = 0,25$ دولار / ساعة
 - كلفة الشحوم = $0,15 \times 0,5 = 0,075$ دولار / ساعة
 - كلفة المشغلين = $2000 / 6000 = 3,0$ دولار / ساعة
- كلفة التشغيل = $2,33 + 0,15 + 0,075 + 3,0 = 5,54$ دولار / ساعة
- مجموع كلف الامتلاك والتشغيل للبلدوزر = $3,75 + 5,54 = 9,29$ دولار / ساعة

بما ان البلدوزر يخدم ثلاث قاشطات

اذن كلفة البلدوزر = $9,29 \times 3 = 3,1$ دولار / ساعة

اذن كلفة قطع وتفريغ التربة لقاشطة = $3,1 + 13,51 = 16,81$ دولار / ساعة عمل

كيفية المفاضلة بين ايجار او شراء الماكينة الانشائية

لكي يتم تحديد فيما اذا كان من الافضل شراء الماكينة ام الابقاء على ايجارها فيجب تحديد اولا عدد الساعات التي يتم فيها استخدام الماكينة اقتصاديا. يمكن حساب عدد الساعات هذه من مطابقة معادلتين الاولى تمثل تكاليف امتلاك الماكينة والثانية تكاليف ايجارها. ان الحسابات والمطابقة ادناه لاتمثل بشكل دقيق الواقع فقد تتوفر او تظهر تكاليف اخرى اثناء الاستخدام بالموقع.

$$n = \frac{525\{P - S + g(P - S) + NiQP\} - 175 Z(P - S)}{3NC}$$

حيث ان

P : كلفة الماكينة الجديدة

S : القيمة التخمينية الاستردادية للماكينة في نهاية عمره النافع

N : عدد سنوات عمرها النافع

Z : نسبة الكلفة السنوية للصيانة والتصليح الى كلفة الاندثار السنوية على اساس استعمال الماكينة بمعدل ٢٠٠٠ ساعة سنويا

g : معامل يساوي Z اذا استعملت الماكينة ٢٠٠٠ ساعة سنويا واقل من Z اذا استعملت اقل من ٢٠٠٠ ساعة سنويا

i : معامل استثمار راس المال على شكل نسبة من قيمة الماكينة وتقدر عادة بـ(١٣)%

Q : معامل ناتج من قسمة معدل قيمة الماكينة الى الكلفة الاصلية (ويمكن ايجاده ايضا من جدول (٣-٣) للكتاب المنهجي)

C : كلفة استئجار الماكينة في الشهر ولايشمل ذلك الكلف التشغيلية

n : عدد ساعات استعمال الماكينة في السنة في حالة امتلاك او استئجار الماكينة

ان شراء الماكنة مقارنة بتاجيرها له منافع متعددة منها :

- اكثر اقتصادية اذا استعملت الماكنة بكفاءة عالية.
- تكون الماكنة متيسرة في اي وقت يحتاج اليها.
- بسبب تملك الماكنة فان صيانتها تكون افضل.
- لكون المقاول يمتلك مكائن فله بعض الافضلية في عملية الاحالة

بينما هناك اضرار محتملة لشراء الماكنة منها :

- من المحتمل ان تكلف اكثر من تاجير الماكنة.
- ان شراء الماكنة يشكل استثمار رئيسي لرأس المال الذي يمكن الاستفادة منه في مجالات اخرى.
- ان امتلاك المكائن يجبر المقاول احيانا على استخدام المكائن القديمة المتوفرة لديه بدلا من المكائن الحديثة المتوفرة في الاسواق.
- ان امتلاك مكائن معينة يجبر المقاول احيانا على الاستمرار باعمال المقاولات التي تنجز بالمكائن التي لديه ويبعده ذلك عن مجالات اخرى للمقاولات ذات ربح افضل له.
- ان امتلاك المكائن قد يجبر المقاول احيانا على استعمالها حتى بعد تجاوزها العمر الاقتصادي.

استئجار الماكنة مع احتمالية شراءها

في هذا النوع من التملك فان المقاول يستأجر الماكنة مع الخيار بامتلاكها بالشراء لاحقاً اذا شاء ذلك. مع الاحتفاظ بنسبة من مبلغ الايجار فان المبلغ المتبقي من الايجار المدفوع سينزل من قيمة شراء الماكنة.

مثال:

اذا رغب مقاول شراء مقلعة بعد استئجارها لمدة (٨) اشهر وكانت تكاليف الشراء والايجار كما يلي:

الكلفة الاصلية بعمر (٥) سنوات = ٣٠٥٠٠ دولار

الايجار الشهري = ٢٦٥١ دولار

اوجد مقدار المبلغ على المقاول دفعه بعد انتهاء الايجار

الحل:

الكلفة الاصلية = ٣٠٥٠٠ دولار

مبلغ الايجار المدفوع = $2651 \times 8 = 21208$ دولار

مبلغ التخفيض لغرض الشراء = $21208 \times 0,9 = 19078$ دولار

المبلغ الواجب دفعه = $19078 - 30500 = 11413$ دولار

مناقشة : اوجد كلفة الامتلاك والتشغيل للماكنة للمدة المتبقية علما ان القيمة الاستردادية هي (٣٠٠٠) دولار والمعلومات المتبقية تؤخذ من المثال السابق.

العوامل الفيزيائية المؤثرة في اختيار المعدات الهندسية

هناك عدة عوامل فيزيائية تؤثر في استخدام المعدات في الاعمال الانشائية وخاصة الاعمال الترابية المختلفة منها الحفر والنقل والتفريغ وغيرها. هذه العوامل سوف تؤثر على انتاجية المعدات المستعملة في هذه الاعمال. فعند اختيار اي من المعدات التي سوف تستخدم لتنفيذ مثل هذه الاعمال فيجب ان يكون الاختيار بناء على انتاجيتها. وعليه يجب دراسة هذه العوامل الفيزيائية وكيفية تأثيرها على انتاجية المعدات لمثل هذه الاعمال واخذها بنظر الاعتبار عند اختيار نوع معين من المعدات. ومن هذه العوامل :

اولا: معامل الدحرجة (Rolling Resistance (R.R)

يعرف بانه "المقاومة التي تظهر على الماكينة بسبب حركتها على طريق او سطح مسببة خسارة في جهد السحب". او يمكن تعريفها "عبارة عن مقدار الخسارة في جهد السحب الذي يرافق حركة الساحة عندما تسير على طريق حمل ذو طبقة انهاء معينة وبسرعة ثابتة ويقاس بمقدار القوة اللازمة لتحريك طن واحد على طريق افقي ذو مواصفات معينة".

مثال : اذا كانت لدينا ماكينة محملة تزن (٢٠) طن تتحرك على طريق ذو مقاومة دحرجة مقدارها (٣٥) كغم/طن . اوجد القوة اللازمة لابقاء المركبة تسير بصورة منتظمة.

$$\text{الحل: } ٢٠ \times ٣٥ = ٧٠٠ \text{ كغم}$$

مثال: ساحة وزنها (٨٠) طن وتستخدم على طريق اسفلتي جيد والعجلات مطاطية بضغط عالي ولها جهد سحب مقداره (٥٠٠٠) كغم . اوجد مقدار الخسارة بجهد السحب للساحة

الحل : من الجدول (١-٤) ص ١١٦ . مقاومة الدرجة لهذا النوع من الدواليب و سطح الانهاء يكون بين (٣٠-١٨) كغم/طن.

معدل المقاومة تمثل ٢٤ كغم/طن

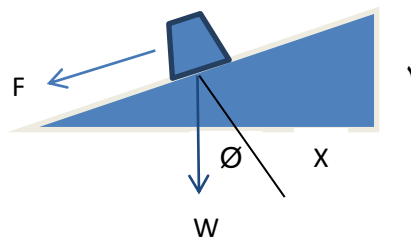
خسارة جهد السحب بسبب مقاومة الدرجة = $٨٠ \times ٢٤ = ١٩٢٠$ كغم

جهد السحب الصافي = $١٩٢٠ - ٥٠٠٠ = ٣٠٨٠$ كغم

ان فائدة دراسة مقاومة الدرجة هو لايجاد جهد السحب الصافي حيث لكل ماكنة جهد معين حسب التركيب الميكانيكية وان جزء من هذا الجهد سوف تفقده الماكنة اثناء حركتها على الطريق.

ثانيا : الانحدارية وجهد السحب the Effect of Grade on Traction Effort

عند حركة الساحة على منحدر فان قوة السحب تزداد وتقل وان كمية السحب او مقدار قوة السحب المطلوبة تزداد عند حركة الساحة للاعلى او تقل عند حركة الساحة للأسفل. ان النسبة المئوية لزيادة او نقصان قوة السحب المطلوبة تعتمد على مقدار الانحدار وعلى وزن الجسم المسحوب. وتكون موجبة عند حركة الساحة للاعلى او سالبة عند نزول الساحة للأسفل.



$$F=W.\sin\theta$$

عندما تكون الزاوية صغيرة فان

$$F=W \tan \theta$$

$$F = W \frac{1}{X}$$

For $W=1000$ kg and slope 1%

$$F = 1000 \frac{1}{100}$$

$$F= 10 \text{ kg/ton for } 1\% \text{ slope}$$

مثال: اذا كان لدينا ساحة تتحرك الى اعلى منحدر وكان جهد سحبها هو ٣٠٠٠٠ كغم , وزن الساحة ٣٠ طن مقاومة الدرجة ٣٠ كغم /طن . مقدار الانحدار (٤%+) اوجد مقدار السحب الصافي عندما تتحرك الساحة الى اعلى المنحدر.

الحل:

- خسارة في جهد السحب بسبب مقاومة الدرجة $900 = 30 \times 30 =$ كغم
- خسارة في جهد السحب بسبب الانحدار $1200 = 10 \times 30 \times 4 =$ كغم
- مقدار جهد السحب الصافي $27900 = 1200 - 900 - 30000 =$ كغم

ان سبب اجراء الحسابات اعلاه هو لمعرفة اكبر حمل تستطيع الساحة سحبه واكبر قوة سحب تستطيع ساحبه ان تسحبه على التعشيق الاول.

ومن دراسة تاثير الانحدارية يمكن التاكيد هنا بانه يمكن الاستفادة من خاصية الانحدار في اختيار موقع الامداد والمقالع .

ثالثا : معامل جهد السحب : Coefficient of Traction

هو العامل الذي بواسطته يجب ان يضرب مجموع الاوزان على اطارات السيارة او المجنزرات لتحديد اكبر قوة سحب ممكنة توفرها بين الاطارات او المسرفات والسطح الذي تتحرك عليه قبل حصول الزحقة مباشرة. ان مقدار معامل جهد السحب يعتمد على :

- نوع الطريق و سطح الانتهاء.
- نوع الاخاديد على سطح الاطارات المطاطية
- شكل التصميم في الاطارات المجنزرة

ولزيادة معامل جهد السحب توضع اطارات عريضة وكبيرة وباخاديد عميقة وعريضة لزيادة معامل جهد السحب وبالتالي زيادة قوة السحب.

جدول (٣-٤) يبين معامل جهد السحب للاطارات المطاطية والمجنزرة لانواع مختلفة من سطوح الانتهاء.

مثال: لو كان لدينا ساحبة بدواليب الوزن عليها ٢٠٠٠٠ كغم وان اعلى قوة سحب للساحبة ١٠٠٠٠ كغم. وكانت الساحبة تسير على سطح رملي رطب ذو معامل سحب ٠,٣ فما هي اعلى قوة سحب للساحبة؟

الحل: ان اعلى قوة سحب للساحبة هي $20000 \times 0,3 = 6000$ كغم قبل انزلاق دواليبها.

هذا بغض النظر من قوة السحب القصوى التي هي ١٠٠٠٠ كغم.

تأثير الارتفاع على اداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي :

ان عملية الاحتراق الداخلي تتولد من مزج الاوكسجين مع البنزين واحراقها. ان وجود الارتفاع سوف يقلل كمية الاوكسجين في الهواء وبالتالي ستكون عملية الاحتراق غير كاملة وبالتالي ستقل كفاءة الالية كلما زاد الارتفاع.

لقد وجد بان المحركات ذات الاشواط الاربعة بسبب صعودها بارتفاعات عن مستوى سطح البحر فانه يقل من قوتها بمقدار ٣% لكل ٣٠٠ متر بعد ٣٠٠ متر الاولى. اما المحركات ذات الشواطين فان مقدار النقصان يعادل ١% لكل ٣٠٠ متر بعد ٣٠٠ متر الاولى فوق مستوى سطح البحر.

مثال : لو كان لدينا محرك لماكنة ذو قدرة حصانية البالغة ١٠٠ حصان وكان يعمل على ارتفاع قدره ٣٥٠٠ متر عن مستوى سطح البحر. اوجد مقدار القدرة الحصانية الحقيقية للمحرك اذا كان من نوع ذا اربعة اشواط .

الحل: الفقدان بسبب الارتفاع = $300 \times 0.03 \times (3500 - 300) = 300 \times 0.03 \times 3200 = 32$ حصان

القدرة الحقيقية = $100 - 32 = 68$ حصان

تأثير درجات الحرارة والضغط على المحركات ذات الاحتراق الداخلي

بسبب تأثير درجة الحرارة والضغط على القدرة الحصانية لمحركات المكائن حيث تقل الانتاجية او القدرة الحصانية بزيادة الضغط ودرجة الحرارة. عند ذكر القدرة الحصانية فانها تكون لظروف قياسية (15°C , 760 ملم زئبق). فعندئذ يستخدم القانون التالي :

$$H_c = H_o (P_s / P_o) (T_o / T_s)^{1/2}$$

H_c : القدرة الحصانية المعدلة للظروف القياسية

H_o : القدرة الحصانية المقاسة من التجربة (في الموقع)

P_s : الضغط الجوي المقاس (760 ملم زئبق)

P_o : الضغط الجوي في الموقع

T_o : درجة الحرارة المطلقة في الموقع

T_s : درجة الحرارة المطلقة القياسية ($273 + 15 = 288$)

مثال : لو كان لدينا جرار يدار لمحرك ذو اربعة اشواط تحت الظروف القياسية وكانت قدرته الحصانية ١٣٠ حصان. فما هي قدرته الحقيقية المتوقعة عندما يكون الضغط الجوي ٦٦٣ ملم زئبق ودرجة الحرارة ٢٢,٢ درجة مئوية.

الحل:

باستخدام القانون اعلاه

$$H_o = 130 \times (663/760)(288/292,5)^{1/2}$$
$$= 112,1 \text{ fwhp}$$

رابعا : جهد السحب للساحبات المجنزرة Drawbar-Pull

يعرف بانه الجهد الذي يمكن الحصول عليه من ساحبة مجنزرة التي يمكن ان تؤثر به على وزن او ثقل معين يتم سحبه. وتعاذل هذه القوة الفرق بين قوة المحرك للماكنة والقوة الواجب صرفها لتحريك الماكنة لوحدها مضافا اليها القوة اللازمة للتغلب على تاثير انحدار الطريق.

قبل ايجاد مقدار جهد السحب لاي ماكنة يجب تحديد العوامل الاخرى التي تؤثر فيه مثل معامل الدحرجة او تاثير الانحدار. ان مقدار جهد السحب المعطى للساحبة هو مقدار الجهد المحسوب باستخدام طريقة قياس نبراسكا (Nebraska Test) والتي بها يتم ايجاد مقدار الجهد الهندسي للالاية عند كل تعشيق. ان طريقة القياس قد تمت على طريق حمل ذو معامل دحرجة مقدارها ٥٠ كغم/طن. وعليه فلهساب مقدار جهد السحب للساحبة نفسها على طريق حمل ذو معامل دحرجة اكبر او اقل فيجب ان يعدل الرقم السابق (يزداد او يقل) حسب معامل الدحرجة.

مثال: لو كان لدينا جرار مجنزر يزن ١٥ طن قوة سحبه ٣٥٠٠ كغم على طريق مستو حسب مقياس نبراسكا. فما قوة جره اذا كانت تسير على طريق مستو ذو معامل دحرجة مقداره ٩٠ كغم/طن.

الحل: النقصان في قوة السحب الناتجة من مقاومة الدحرجة = $١٥(٥٠-٩٠) = ٦٠٠$ كغم

اذن قوة السحب الحقيقية = $٦٠٠-٣٥٠٠ = ٢٩٠٠$ كغم

خامسا: جهد السحب للساحبات ذات الاطارات غير المجنزة Rimpull

في هذا النوع من الجهد فان قوة الجر المتولدة بين الاطارات المطاطية لعجلات القيادة والسطح الذي تتحرك عليه.

في حالة كون معامل جهد السحب كبير بالدرجة التي يمنع التزحلق للاطارات فان جهد السحب لهذا النوع من الاطارات يكون عبارة عن القدرة الكاملة للماكينة وحسب درجة التعشيق والسرعة الموضوعة للماكينة. اما في حالة ان الاطارات قد تتزحلق على طريق الحمل عند تكون مقدار جهد سحب يمثل قدرة الماكينة او المحرك مضروبا بمعامل السحب. يقاس جهد السحب بالكيلوغرامات

$$\text{Rimpull} = (272,2 \times \text{hp} \times \text{efficiency}) / \text{Speed(km/hr)}$$

كفاءة معظم الجرارات بين (٠,٨٥—٠,٨)

مثال: ما مقدار جهد السحب لاطارات جرار مطاطي ذو قدرة حصانية قدرها ١٥٠ حصان ويسير على التعشيق الاول بسرعة مقدارها ٥,٢ كم/ساعة.

الحل :

$$\text{Rimpull} = (272,2 \times 150 \times 0,85) / 5,2$$

$$= 6674,1 \text{ kg}$$

يراجع مثال ص ١٢٧

سادسا: الانحدارية: Gradability

هو مقدار الانحدار الاعتيادي التي يمكن للساحبة ان تسير على ذلك الانحدار. يتم التعبير عنه كقوة تسير على منحدر وهذه القيمة ليست حقيقية . حيث قد تكون هذه القيم اكبر من المسموح به.

الانحدارية (%) = جهد السحب بعد خصم خسارة الحرجة ÷ خسارة الانحدار

مثال: ساحبة بوزن ٢٠ طن وهي محملة , جهد السحب مقداره ٥٠٠٠ كغم . معامل الدحرجة ٣٥ كغم/طن. ما مقدار الانحدارية.

الحل: الخسارة في جهد السحب = ٢٠ × ٣٥ = ٧٠٠ كغم

جهد السحب بعد خسارة الدحرجة = ٥٠٠٠ - ٧٠٠ = ٤٣٠٠ كغم

الخسارة بجهد السحب للانحدار = ١٠ × ٢٠ = ٢٠٠ كغم

مقدار الانحدارية = ٤٣٠٠ ÷ ٢٠٠ = ٢١,٥%

ان هذه القيمة ٢١% هي عبارة عن امكانية جهد الساحبة اعلاه من السير على انحدار بهذه القيمة بسرعة منتظمة وبدون توقف.

سابعا : التعجيل Acceleration

هو مقدار الزيادة في سرعة المركبة نتيجة قوة اضافية من محركها. ان معدل التعجيل يعتمد على وزن المركبة وعلى جر الاطار الفائض في محركها. من الصعوبة تحديد مقدار هذا الجر الفائض لاعطاء التعجيل بشكل دقيق. ولكن يمكن تحقيقه بشكل تقريبي باستخدام قانون نيوتن التالي:

$$F = acc \frac{W}{g}$$

حيث ان :

F: قوة التعجيل (كغم)

W: الوزن الكلي (كغم)

g : التعجيل الارضي

acc : تعجيل وزن W

مثال لو كان لدينا قوة مقدارها ١٠ كغم استعملت لتعجيل وزن مقداره ١ طن فان التعجيل :

$$\begin{aligned} \text{acc} &= (10 \times 9,81) / 1000 \\ &= 0,098 \text{ m/sec/sec} \end{aligned}$$

هذا يعني ان في كل ثانية تمر على تسليط قوة ١٠ كغم فان سرعة الوزن تزداد بمقدار ٠,٠٩٨ م\ثا \ ثا اي ان السرعة تزداد بمقدار (٠,٠٩٨ \times ٦٠ = ٥,٨٨ م\ثا

تثبيت التربة والاعمال الترابية

السبب في دراسة التربة هو كونها تدخل مع او ضمن الانشاءات فقد تستخدم لاسناد المنشآت او للتبليط للطرق والمطارات او لمنشآت السدود وغيرها. ان التربة قد تكون بطبيعتها جيدة وبشكل مفيد للاستخدام بينما النوع الاخر يحتاج الى حفر, معاملة, او رص لكي يحقق الاغراض الخدمية منه.

لذا المعرفة بخواص التربة وتصرفاتها ناحية مهمة كي يمكن اجراء حسابات التصميم للمنشآت التي تدخل بتعاملها مع التربة.

مراجعة ص ١٣٤ . مطلوب التعاريف.

تثبيت التربة : هي عملية جعل التربة اكثر صلادة بزيادة مقاومتها وتصلبها وتقليل حساسيتها للتغيرات الحجمية مع التغير في المحتوى المائي.

الانتفاخ والانكماش

ان حجم وكثافة التربة تتغير بتغير اسلوب التعامل معها من حفرها ونقلها ووضعها في المكان المطلوب ومن ثم حذلها. لذلك يجب عند ذكر حجم التربة بيان طبيعة التربة المذكور حجمها .

- حجم الضفة Bank- Measure : هو حجم التربة وهو في موقع الامداد (الخندق, القناة) وقبل رفعها ان الدفع للمقاول والحساب على الكميات يعتمد على هذا الحجم.
- حجم الرخو Loose –Measure هو حجم التربة بعد رفعها اي عند وضعها في الشاحنات او القاشطات او اكوام التربة.
- حجم محلول(مرصوص) Compact- Measure هو حجم التربة بعد وضعها في المكان المحدد ورصها واحيانا يستخدم هذا الحجم في مقياس دفع القيمة اذا كان الاتفاق على ارض محدولة كما في السدود والطرق.

الانتفاخ Swelling

هو الزيادة بحجم التربة بسبب حفرها وجعلها رخوة وهو ما يعرف بالانتفاخ ويعبر عنه عادة كنسبة مئوية من حجم التربة الاصلي. فمثلا تربة بحجم ١ م^٣ عند حفرها وجدت بحجم ١,٢٥ م^٣

الانتفاخ % = الزيادة في الحجم ÷ الحجم الاصلي

الانكماش Shrinkage

عند حفر تربة ثم نقلها الى موضع اخر ثم حذلها باحدى طرق الحدل فان التربة تفقد قسم من حجمها بسبب زيادة كثافتها مقارنة بالحجم والكثافة الاصليين قبل حفرها من موقعها الاصلي. ان النقصان بالحجم عن الحجم الاصلي بسبب حذلها يدعى بالانكماش. يعبر عنه بالنسبة المئوية من الحجم الاصلي .

الانكماش = (الحجم الاصلي - الحجم بعد الحدل) ÷ الحجم الاصلي

يتاثر الانكماش بدرجة الحدل ونسبة الرطوبة فيها.

$$\%Sw = \left(\frac{B}{L} - 1 \right) \times 100$$

$$\%Sh = \left(1 - \frac{B}{C} \right) \times 100$$

حيث :

B : وزن التربة قبل حفرها

L : وزن التربة بعد حفرها

C : وزن التربة بعد حذلها

معامل الانتفاخ : هو حاصل قسمة وزن التربة الرخوة على وزن التربة قبل الحفر.

فحوصات التربة للاغراض الانشائية

قبل وضع التصميم التي تعتمد على تحمل التربة يجب اكرء الفحوصات المختبرية لتحقيق خواص التربة مثل الكثافة والرطوبة النسبية وغيرها.(مراجعة الكتاب ص ١٤٠).

اهم الطرق المستخدمة في تثبيت التربة

- مزج و خلط تربة غير متجانسة للحصول على تربة متجانسة.
- مزج مادة الجير المطفئ مع الطين او تربة ذات نسبة عالية من الطين (تبادل قاعدي بين الجير ودقائق الطين)
- مزج تربة بمادة الاسفلت
- مزج التربة بمادة الاسمنت
- دمج املاح مختلفة في التربة
- دمج مركبات كيميائية معينة في التربة
- حدل التربة بشكل جيد ومكثف بعد معاملتها.

رص التربة

هي العملية التي يتم بها تقوية التربة لتستخدم كقاعدة تحت التبليط او الاسس حيث يتم حدل التربة عند مقدار الرطوبة المثلى (O.M.C.) ان اعمال الرص تكلف مبالغ من المال وان المنفذ دائما يبحث عن ايجاد افضل الوسائل لتحقيق الحدل المطلوب بارخص الاسعار. ان مواصفات الرص المستخدمة هي :

- تثبيت الطريقة فقط.
- تثبيت الطريقة والنتيجة النهائية
- اقتراح الطريقة مع تثبيت النتيجة

- نتيجة نهائية فقط

انواع المعدات المستخدمة في اعمال الرص

ان اعمال الرص تتولد من توليد جهد على التربة بواحدة او اكثر من الطرق التالية :

- بفعل العجن
- بتسليط اوزان ثابتة
- بالاهتزاز
- الصدم
- بالتفجير

وهناك انواع عديدة من مكائن ومعدات الحدل منها :

- **الحادلات المدقية :** من هذه الحادلات ما يسمى باضلاف الغنم (Sheeps foot) وهي اما ذاتية الحركة او تسحب بواسطة جرارات وتتكون من اسطوانة حديدية فارغة مثبت على سطحها الخارجي بروزات حديدية (اقدام) مختلف الاطوال والمقطع , وتتألف الحادلة الواحدة من اسطوانة واحدة او اكثر. عندما تتحرك الحادلة على سطح التربة فان اقدامها تتغلغل بها مولدة عملية العجن في التربة وتيبب خلط التربة من اعلى الى اسفل. ان هذا النوع من الحادلات ذات تاثير كبير في التربة الطينية او خليط من الرمل والطين وفي نفس الوقت فانها غير صالحة لحدل تربة محبة كالرمل والحصى كذلك فان سمك الطبقة الواحدة من التربة يجب ان لايتجاوز طول البروز الواحد.

- **الحادلات المدقية المحسنة :** يمثل حادلة مدقية مع ابدال الاقدام بفلق او وسائد ومن الممكن زيادة تاثير هذه الحادلات بتحميلها بالرمل او الاحجار.

● **الحادلات ملساء الدواليب :** وهي حادلات ذات دولابين او ثلاثة دولايب مترادفية. وفي هذا النوع اكثر كفاءة من بقية انواع بسبب تمركز الضغط تحت الدولاب الاوسط عندما تمر الحادلة فوق جزء مرتفع منالسطح الذي سيحدل. ان دواليب هذه الحادلات هي اسطوانات حديدية فارغة يمكن ملئها بالماء او الرمل لزيادة وزنها. عندما تستعمل هذه الحادلات على تربة طينية فانه احيانا تتشكل قشرة قوية فوق السطح دون تغلغل تاثير الحدل الى بقية سمك الطبقة لذلك فان استعمال مثل هذا النوع من الحادلات يفضل في انواع التربة المحببة كالرمل والحصى والصخور المكسرة وهي جيدة وفعالة ايضا في جعل سطوح الطرق ملساء بعد حدلها بحادلات مدقية.

● **الحادلات الرئوية الاطارات :** تصنع اطارات هذه الحادلات من المطاط وتملأ بالهواء المضغوط بمقادير مختلفة حسب الحاجة اليها. والحدل بواسطة هذه المكائن يتبع اسلوب العجن للتربة المحدولة. الحادلات ذات الاطارات الصغيرة تكون عادة بمحورين مترادفية في كل محور هناك ما بين اربعة الى تسعة اطارات وتثبت الاطارات الخلفية بوضعية تجعلها تمر فوق المسار ما بين الاطارات الامامية وبذلك يتم حدل جميع المنطقة تحت الحادلة . يمكن زيادة وزن الحادلة بتحميلها بالحصى او الرمل. والجدول (٥-٣) يبين تاثير الوزن الكلي للحادلة وضغط الهواء داخل الاطارات علىضغط التماس الارضي والوزن لكل ملمتر طول من عرض الاطار. والشكل (٥-١٤) يبين طريقة بيانية لايجاد ضغط التماس الارضي.

يتم تطبيق نظرية بصلة الضغط لتوزيع الاحمال وبالتالي توزيع الضغط على التربة عندما تسلط عليها الاحمال من جسم دائري. وتطبق هذه النظرية على مساحة التماس بين التربة وبين الاطار الرئوي لانها اي لمساحة تكون بشكل دائرة تقريبا.(دراسة شكل (٥-١٦) ص ١٥٨.

- **الحادلات الاهتزازية :** بعض انواع التربة كالرمل والحصى تتأثر بالحدل الناتج من الاهتزاز الذي تولده الحادلة. فعندما تهز مثل هذه التربة فان حبيباتها تنزلق في الفراغات الموجودة بينها مسببة زيادة في كثافة التربة. مثل حادلات اضلاف الغنم الاهتزازية والحادلات الحديدية الاهتزازية وغيرها. يمكن الحصول على نتائج جيدة اذا سارت بسرعة بطيئة بين (٥,٢-٤) كم\ساعة.

- **الصفائح او الاقدام الاهتزازية :** وهي صفائح متعددة اهتزازية مثبتة على حاملة ذاتة الحركة, تهتز كل صفيحة بشكل منفرد.

- **الحادلات اليدوية الاهتزازية :** وهي حادلة يدوية تقاد باليد وتدار بالبنزين.

- **المدقات اليدوية :** مدقة تقاد باليد وتعمل بالبنزين.

مراجعة جدول (٥-٤) لمعرفة الحادلات المناسبة لانواع التربة المختلفة

معدات تستخدم للاعمال الترابية

هي المعدات التي تستعمل في الاعمال الترابية كالحفر والدفن والقشط وتجميع الاكوام الترابية ودفعها خارج الموقع وغيرها. ولهذه المعدات انتاجية عالية لذا تعتبر مهمة ومفيدة بالنسبة للاعمال الكبيرة. يحب معرفة انتاجية كل نوع من هذه الانواع حسب طبيعة العمل وظروف الموقع وحساب هذه الانتاجية بصورة دقيقة لاجل الاستفادة من هذه المعدات باقصى نطاق اقتصادي. ومن هذه المعدات :

اولا : الجرارات Tractors:

تستعمل الجرارات كمصدر رئيسي في الاعمال الانشائية . الغرض منها هي سحب او دفع اثقال معينة او تستعمل كمعدة لتشغيل او تركيب عليه اضافات للحصول على معدات تخدم اعمال معينة مثل سكاكين مجرفات او مشققات وغيرها.

انواعها :

- جرارات مجنزرة

- جرارات مدولبة :

❖ جرارات ذات دولابين ومن اهم ميزاتها زيادة مرونة التوجيه والقيادة و زيادة قوة الجر وقلة مقاومة الدحرجة بسبب قلة عدد الدواليب وقلة عدد الاطارات المطاطية.

❖ جرارات ذات اربعة دواليب ومن اهم ميزاتها تعطي اطمئنان اكثر للسائق و قلة احتمال قفزها على اسطوح الخشنة وغير المستوية ومن المحتمل ان سرعتها تكون اكثر بسبب العاملين السابقين وكذلك تستعمل كماكنة منفصلة ممكن الاستفادة منها في اغراض مختلفة.

هناك عوامل كثيرة يجب اخذها بنظر الاعتبار عند اختيار الجرار لعمل ما منها غلى سبيل المثال لا الحصر :

- الحجم المطلوب لعمل معين
- نوعية العمل الذي يستعمل به الجرار
- نوعية المنطقة التي سيعمل بها من حيث معامل الجر
- رسوخ وتماسك وطريق الحمل
- انحدار وميل الطريق
- طول الطريق

مناقشة : مثال ص ١٧٤

ثانياً: المقلعة Bulldozer :

تقسم مكائن المقلعات الى نوعين

- بعجلات مجنزرة
 - بعجلات مدولبة
- وللمقلعة استخدامات متعددة مثل :
- تنظيف الارض من الاخشاب المقطوعة وبقايا الاشجار.
 - فتح الطرق في المناطق الجبلية والصخرية.
 - دفع التربة لميافات متفاوتة في حدود ١٠٠ متر
 - مساعدة القاشطات في عملية تحميل التربة
 - توزيع تراب الدفن.
 - اعادة دفن الخنادق والحفر.
 - صيانة الطرق
 - تنظيف مواقع العمل.
- للمقلعة نصل Blade في مقدمتها معدني بابعاد قياسية كما في جدول (٦-٤) ص^{١٨٨} يمكن تحريك النصل عموديا وبارتفاعات محددة , وباستخدام الكبل او الاسلوب الهيدروليكي. بينما المقلعة المتدنية فهي

ذات نصل مثبت بزاوية مع اتجاه الحركة. (مقارنة بين المقلعة المجنزرة والمدولية).

حساب انتاجية المقلعة:

ان نصل البلدوزر نظريا يمكن معرفته ويتغير مع نوع التربة وحجم النصل. ويمكن عندها حساب الانتاجية بتخمين عدد مرات المرور) الذهاب والاياب للمقلعة خلال ساعة العمل).

ملاحظات في حساب الانتاجية للمقلعة :

ان توزيع التربة امام النصل بنسبة ٢١١ وخسارة ٢٠% من الاطراف

$$\text{حجم التربة} = (\text{الطول} \times \text{العرض} \times \text{الارتفاع}) \div 2$$

الزمن اللازم للنقلة :

$$T1 = \text{المسافة} \backslash \text{السرعة للامام}$$

$$T2 = \text{المسافة} \backslash \text{السرعة للخلف}$$

$$T3 = \text{الزمن الثابت او زمن الضياع (يتراوح بين ٠,٢٥ — ٠,٤)}$$

الجدول الانتاجية للمقلعة تشير الى التربة بوحدات مقياس الضفة باعتبار نسبة الانتفاخ هي (٢٥%). الساعة الانتاجية للمقلعة (٤٥—٥٥) دقيقة وبمعدل ٥٠ دقيقة وان ساعات العمل الاعتيادية في اليوم الواحد هي ٨ ساعات .

مثال : مقلعة تحت الظروف التالية

- ابعاد النصل طول = ٢,٩ م وارتفاع = ٠,٩ م
 - مسافة العمل ٣٠٠ م على ارض مستوية
 - الزمن الثابت = ٠,٣٥ دقيقة
 - ساعات العمل = ١٢ ساعة باليوم
 - معامل الانتفاخ = ٠,٨ وزن التربة الفل = ٢٠٠٠ كغم/م^٣
 - اجرة المقلعة لثمان ساعات عمل/يوم = ١٢٥ دولار
- اوجد كلفة نقل م^٣ الواحد الى نهاية المسافة (٣٠٠) متر اذا كلنت سرعة المقلعة للامام هي ٤٥ م/دقيقة والرجوع ٨٠ م/دقيقة.

الحل:

$$\text{حجم المواد امام النصل} = ((٢,٩ \times ٠,٩ \times ١,٨) \times ٠,٨)$$

$$= ١,٨٨ \text{ م}^٣$$

$$S.F = (L/B)$$

$$٠,٨ = ٢٠٠٠/B$$

$$B = ٢٥٠٠ \text{ Kg/M}^٣$$

$$\% Sw = ((B/L) - ١) \times ١٠٠ = ٢٥ \%$$

$$\text{الضفة} = ١,٨٨ / ١,٢٥ = ١,٥ \text{ م}^٣$$

$$T_1 = ٣٠٠ / ٤٥ = ٦,٦٧ \text{ دقيقة للذهاب}$$

$$T_2 = ٣٠٠ / ٨٠ = ٣,٧٥ \text{ دقيقة للعودة}$$

$$T_3 = ٠,٣٥ \text{ دقيقة}$$

$$T_{\text{total}} = ١٠,٧٧ \text{ دقيقة}$$

$$\text{عدد النقلات بالساعة} = ٥٠ / ١٠,٧٧ = ٤ \text{ نقلة}$$

$$\text{عدد النقلات في ١٢ ساعة عمل} = ٤ \times ١٢ = ٤٨ \text{ نقلة}$$

المواد المنقولة = $٤٨ \times ١,٥ = ٧٢$ م^٣ بمقياس الضفة

كلفة النقل = $(١٢٥ \times ١٢) \div (٧٢ \times ٨) = ٢,٦$ دولار لكل متر مكعب

ثالثا :المجرفة Shovel

من المكنائ الاساسية المستخدمة في المشاريع الانشائية وتقوم باعمال الحفر والتحميل والنقل لمسافات محدودة. يساحسن استعمال المجرفة بمعية ناقلات لانجاز العمل.

تتكون المجرفة من جرار (ساحبة) و وعاء معدني يسمى الدلو او القادوس (Bucket) الذي يمكن للجرار رفعه الى ارتفاعات محددة .

ملاحظات على انتاجية المجرفة

- الحجم المملوء (heap)
- الحجم المسح (struck)
- ان حجم الدلو مملوء عادة يفرض ٩٠ % من الحجم.
- في السرعة عادة تستخدم ٨٠ % من سرعة المحول الثاني اذا كانت المسافة اقل من ٦٠ متر وهناك شاحنات تعمل بمعيتهما. اما اذا كان عملها لوحدها لمسافة اكبر فناخذ سرعتها التي هي سرعة المحول الثاني. واذا كانت مسافة العمل (٣٠) متر او اقل فيؤخذ ٦٠ % من سرعتها الوسطى.
- الزمن الداخل في حساب الانتاجية هو الزمن الثابت (التحميل, تغيير المحول, الاستدارة, التفريغ) ويفرض عادة (٠,٣٥) اذا كانت الاطارات مطاطية و (٠,٤) اذا كانت المجرفة مجنزرة . وزمن الانتقال من مكان التحميل الى مكان التفريغ وزمن العودة الى مكان التحميل.

مثال : اوجد عدد الناقلات المطلوبة للعمل مع مجرفة جرار اذا توفرت المعلومات التالية :

الناقلة: الحجم ١٠ متر مكعب

السرعة وهي مملوءة = ٦٠ كم لكل ساعة

السرعة وهي فارغة = ٨٠ كم لكل ساعة

مسافة النقل = ٤٨ كم

الزمن الثابت = ٥ دقائق

الساعة الانتاجية الفعلية = ٥٠ دقيقة

المجرفة الجرار: مسافة النقل ٥٠ متر

حجم الدلو مملوء بحجم الضفة = ٤ م^٣

سرعة المجرفة للامام ٧٨ متر لكل دقيقة

سرعة المجرفة للخلف ٩٧ متر لكل دقيقة

الساعة الفعلية ٤٥ دقيقة لكل ساعة

نسبة الانتفاخ ٢٥%

الحل : حجم الدلو = $١,٢٤ \times ٠,٩ \times ٤ = ٤,٥$ م^٣ بمقياس الرخو (L.M)

على فرض ان التربة ترفع من الارض الطبيعية (B.M)

زمن النقلة الواحدة

- $T_1 = ٥٠ \div (٠,٨ \times ٧٨) = ٠,٨$ دقيقة للامام
- $T_2 = ٥٠ \div (٠,٨ \times ٩٧) = ٠,٦٥$ دقيقة للخلف
- الزمن الثابت = ٠,٣٥ دقيقة
- مجموع الزمن الكلي = ١,٨ دقيقة

انتاجية المزرعة بالساعة = $٤,٥ \times (١,٨ \div ٤٥) = ١١٢,٥$ م^٣ (L.M)

زمن النقلة الواحدة للناقلة

- $T_1 = 60 \times (60 \div 48) = 75$ دقيقة
- $T_2 = 60 \times (80 \div 48) = 100$ دقيقة
- $T_3 = 5$ دقائق
- الزمن الكلي = 89 دقيقة

الكمية المنقولة بالشاحنة بالساعة الواحدة = $10 \times (80 \div 60) = 13,33$ م^٣

الكمية المنقولة بالساعة الفعلية = $13,33 \times (60 \div 50) = 16,00$ م^٣

عدد الناقلات المطلوبة = انتاجية المجرفة ÷ انتاجية الشاحنة

$$= 16,00 \div 112,5 = 0,142 = 20 \text{ شاحنة ناقلة للعمل مع المجرفة}$$

رابعاً :القاشطات Scrapers

وهي من المعدات الرئيسية التي تستخدم لأعمال الحفريات . وان هذه المعدة هي الحل الوسط بين مكائن التحميل ومكائن النقل وعليه فانها ليست الافضل في عملية التحميل او في عملية النقل ,فان المجرفات الالية او الحفارات الناعورية افضل منها في عملية التحميل , والشاحنات افضل منها في النقل. وقد تصل سعة القاشطة الواحدة الى ٤٠ م^٣.

هناك نوعين رئيسيين من القاشطات :

- مسحوبة بجرار مجنزرة : للمسافات القصيرة نسبيا وفي الطرق غير الجيدة تقوم ساحبات مجنزرة بسحب القاشطات ذات الاطارات المطاطية محملة لنفسها. ان الفائدة هنا السحب الجيد المتوفر والمساويء هو السرعة البطيئة.
- مسحوبة بجرار مدولب : للمسافات الطويلة والسرعة العالية فان الساحبات ذات الاطارات تكون اقتصادية اكثر من المجنزرة . ومن انواعها :
 - ❖ ذات محرك واحد
 - ❖ ذات محركين
 - ❖ ذات حوضين مترادفين
 - ❖ متعددة المحركات ومتعددة الاحواض تدار كهربائيا
 - ❖ قاشطة رافعة

ومن الاعمال التي تقوم بها القاشطة

- القشط بطبقات بحدود سمك ١٥ سم
- التحميل والنقل
- تعديل المفروش بحركة السكين والماكنة راجعة غلى الطبقة المفروشة لفرش المرتفعات من المناطق التي تم فرشها.

تشغيل القاشطة

تتم عملية تحميل القاشطة بتنزيل مقدمة الحوض الى ان تدخل الحافة القاطعة (المثبتة على طول الحوض) في الارض وفي نفس الوقت يرفع المنزر (Apron) الامامي لعمل فتحة مناسبة تدخل التربة خلالها الى الحوض وعندما تسحب القاشطة للامام سوف تجبر التربة على دخول الحوض وتيتمر هذه العملية حتى يمتلئ او يتوقف دخول التربة وعندئذ ترفع الحافة القاطعة وينزل المنزر لمنع تسرب التربة للخارج اثناء عملية النقل. اما عملية التفريغ فتتم بتنزيل الحافة القاطعة الى الارتفاع المطلوب فوق الدفن ويرفع المنزر وثم تدفع التربة خارجا بين النصل والمنزر بواسطة طارد خاص متحرك مثبت في النهاية الخلفية للحوض. اما القاشطة الرافعة فانها مزودة لالواح افقية للامام وحافتها القاطعة تحفر الارض وتجعلها رخوة فان هذه الالواح تجرف التربة للاعلى وثم الى حوض القاشطة.

زمن دورة عمل للقاشطة

هو الزمن اللازم لتحميل ونقل لمكان التفريغ ومن ثم العودة الى مكان التحميل. يقسم زمن الدورة الى :

- الزمن الثابت : وهو الزمن الذي يتضمن كل ما هو عدى زمن النقل والعودة فارغة مثل زمن التحميل والتفريغ والاستدارة و التعجيل والتباطئ وهذا كلها نوعا ما ثابتة تحت ظروف عمل متجانسة. والجدول (٧-١) يقسم الزمن الى زمن التحميل وزمن التفريغ والاستدارة وزمن التعجيل والتباطئ.
- الزمن المتغير : هو زمن النقل والعودة ويعتمد على سرعة القاشطة وهي محملة ويجب ايجاد الزمن لكل من النقل والعودة بصورة منفردة .

ان عدد النقلات التي تقوم بها القاشطة خلال الساعة هي الزمن اللازم لكل نقلة يقسم على ساعة العمل الفعلية .

اساليب زيادة الانتاجية للقاشطات

يوجد عدة طرق لزيادة الانتاجية وهي :

- حرث الارض : اذا وجد بان قيمة الانتاج من حرث الارض ستزداد بمقدار اكبر من الزيادة التي يسببها كلفة الحرث فيجب حرث الارض وان الحرث يجب ان يكون بسمك اكثر من مقدار الانغراز للقاشطة لتوفير سمك معين تحت القاشطة لغرض توفير طبقة رخوة تحت عجلات القاشطة من الصخور المشققة التي تساعد على حركتها وتقلل من استهلاك الاطارات او السرفة.
- ترطيب التربة : بعض الترب يسهل التعامل معها اذا رطبت مع الحرث امام التحميل لتوفير توزيع متجانس للرطوبة على التربة. وكذلك يجعل التربة المنقولة رطبة من اصلها وقد لا تحتاج الى ترطيبها عند الدفن . كذلك فان الترطيب يسهل حركة القاشطة مع التربة عند فرشها للدفن.
- التحميل باسفل المنحدر : ان وزن القاشطة والجرار الدافع سيولد قوة افقية معززة لقوة التحميل ستزيد من كفاءة الانتاج باستمرار التحميل.

بيان نمو الحمل للقاشطة

ان القاشطة في بداية عملها سيكون دخول التربة فيها بسرعة جيدة ولكن بمرور الزمن فان دخول او تحميل التربة يقل بسبب مقاومة التربة التي في داخل الوعاء حتى تصل الى حد عندما تقريبا تكون مملوءة فان سرعة التحميل تكون بطيئة جداً . كما يلاحظ من الشكل (٧-٨) من الكتاب المنهجي. وكذلك جدول (٧-٣) الذي يبين تغير معدلات الانتاج مع وقت التحميل.

مثال : قاشطة حجم الوعاء مسح ١٥ م^٣ وزنها فارغة ٤٠ طن وزن التربة (بمقياس الضفة) ١٦٧٠ كغم م^٣ معامل الدرجة الطريق ٨٠ كغم /طن وانحدار الطريق +٢% مسافة النقل للتربة ٨٠٠ متر بعد املاء الوعاء .المطلوب ايجاد الزمن الاقتصادي واعلى انتاجية لهذه القاشطة اذا كانت الساعة الفعلية ٤٥ دقيقة

الحل : وزن القاشطة محملة = ٤٠ + ١٥ × ١,٦٧ = ٦٥,٠٥ طن

مجموع نسبة الانحدار والدرجة عند النقل = ٢ + ٨٠ ÷ ١٠٠٠ = ١٠%

مجموع نسبة الانحدار والدرجة عند العودة = ٢ - ٨٠ ÷ ١٠٠٠ = ٦%

من شكل (٧-٧) يتبين ما يلي :

سرعة التحميل لـ ١٠% و ٦٥,٠٥ طن = ١٢,٨ كم لكل ساعة

سرعة الرجوع لـ ٦% و ٤٠ طن = ٤٢,٢ كم لكل ساعة

زمن الذهاب = (٨٠٠ × ٦٠) ÷ (١٢,٨ × ١٠٠٠) = ٣,٨ دقيقة

زمن العودة = (٨٠٠ × ٦٠) ÷ (٤٢,٢ × ١٠٠٠) = ١,١٣ دقيقة

زمن التعجيل والتفريغ = ٠,٩ من جدول (٧-١) لحالة مقبولة

الزمن الكلي عدا التحميل = ٥,٨٣ دقيقة

عدد النقلات = ٤٥ (ساعة العمل) \ الزمن الكلي مع التحميل

الانتاجية = عدد النقلات × حجم الوعاء

الانتاجية	حجم الوعاء	عدد النقلات	الزمن الكلي مع التحميل	زمن النقلة بدون تحميل	زمن التحميل (دقيقة)
٢٨,٤	٣,٧٥	٧,٥٧	٥,٩٤	٥,٨٣	٠,١
٥٠,٦	٦,٧٥	٧,٤٩	٦,٠٤	٥,٨٣	٠,٢
٧١,٦	٩,٧٥	٧,٣٤	٦,١٤	٥,٨٣	٠,٣
٨٦,٦	١٢,٠٠	٧,٢٢	٦,٢٤	٥,٨٣	٠,٤
٩١,٠٠	١٢,٨٠	٧,١١	٦,٣٤	٥,٨٣	٠,٥
٩٣,١٠	١٣,٣٠	٧,٠٠	٦,٤٤	٥,٨٣	٠,٦
٩٧,٥**	١٤,١٥	٦,٨٩	٦,٥٤	٥,٨٣	٠,٧
٩٧,٠	١٤,٣٠	٦,٧٩	٦,٦٤	٥,٨٣	٠,٨
٩٦,٧	١٤,٤٥	٦,٦٩	٦,٧٤	٥,٨٣	٠,٩
٩٦,٢	١٤,٦	٦,٥٩	٦,٨٤	٥,٨٣	١,٠
٩٦,٠	١٤,٨٠	٦,٤٩	٦,٩٤	٥,٨٣	١,١
٩٥,٢	١٤,٨٨	٦,٤	٧,٠٤	٥,٨٣	١,٢
٩٤,٠	١٤,٩٠	٦,٣١	٧,١٤	٥,٨٣	١,٣
٩٣,٥	١٥,٠٠	٦,٢٣	٧,٢٤	٥,٨٣	١,٤

**نلاحظ انه عند مرور ٠,٧ دقيقة من بدء التحميل يكون لدينا اعلى انتاجية

مناقشة : مثال ص ٢٣٣

انتاجية الخرسانة

ان المنشآت الخرسانية بدون شك هي من اكثر المنشآت المنتشرة في الصناعة الانشائية وفي اعمال الهندسة المدنية وذلك لعدة اسباب منها :

- مختلفة الاستعمال والاغراض
- يمكن اتخاذها اي شكل يراد
- توفره بكثرة في انحاء العالم
- ذو فائدة عالية بسبب ان تكاليف صيانتها غير مرتفعة.

انتاجية الخرسانة : تتضمن العمليات التالية :

- قياس او تكييف المواد الداخلة في الخرسانة
- خلط المكونات مع الماء
- نقل الخرسانة اللينة
- وضع الخرسانة
- تصلب الخرسانة
- انتهاء الخرسانة
- المعالجة اثناء التصلب

ملاحظات حول دور كل مكون في الخرسانة :

- كلما زاد نسبة W/C في الخرسانة كلما قلت قوة و مقاومة الخرسانة
- كلما زاد كمية الماء المستخدم فانه يزيد مقدار الهطول
- كلما زادت كمية الركام المستخدم يقلل من كلفة الخرسانة الناتجة
- كلما كبر حجم الركام الخشن كلما قلت كمية العجينة التي نحتاجها لتغليف الجزيئات وتزيد سهولة استعمال الخرسانة
- كلما كان تصلب الخرسانة اكبر كلما كانت خواصه احسن

- اي وسيلة تقلل من الفجوات الهوائية المفتوح في الخرسانة سوف تزيد من خوصه الجيدة
- خاصية مقاومة التقشط (Abrasion Ressistance) من سطح الخرسانة تعتمد بشكل رئيسي على خواص الركام الناعم المستخدم في الخلطة.

الخرسانة اللينة Fresh Concrete

ان ما يهمننا في دراسة الخرسانة هي دراستها وهي لينة لكمن ما يهمن المقاول المنفذ هو اسلوب مزج, نقل, وضع, تصلب , انهاء ومعالجة هذه الخرسانة وهي لينة والتي بالتالي سوف تعتمد عليها خواصها بعد التصلب.

لكي تحقق قناعة المقاول والمصمم فان الخرسانة يحب ان تكون :

- سهولة الخلط والنقل
- متجانسة خلال الخلطه وبين الخلطات المتتابة
- سهولة التشكيل بحيث عند تصلبها فانها تاخذ بشكل كامل القالب بدون حصول الانفصال بين المكونات ويكون الانهاء جيد.

التشكيل Workability

من الصعب تعريفها ولكن يمكن بيانها من اجراء فحص الهطول ويمكن الاعتماد على جريان الخرسانة عند الوضع كمقياس للتشكيل. والجدول (١٢-٤) ص^{٣٩٨} يبين تاثير الخلط على هبوط وقوة الخرسانة.

تكيل ونقل مكونات الخرسانة

يجب تحديد الاحجام واوزان لمكونات الخرسانة والتي سوف تحدد خواص الخرسانة فيما بعد . عليه يجب معرفة العلاقة بين الوزن والحجم

ويجب وزن المكونات بشكل دقيق اذا كان المطلوب توفير خلطة بمواصفات معينة ودقيقة.

نقل السمّنت : ينقل عادة باكياس ذات وزن ٥٠ كغم والذي يشكل حجم (١) قدم^٣ اما اذا كان حجم العمل كبير فقد يجهز السمّنت كمادة فل بسايلوات ذات احجام ٢٥ طن او اكثر ويتم تفريغه في سايلوات عمودية . يحفظ السمّنت في مناطق جافة ويترك في اكياس لحين استعماله.

الخلاطات والخباطات وانواعها : هناك نوعين من اسلوب الخلط :

- الخلط الموقعي
- الخلط المركزي

الاول يستخدم في الاعمال الصغيرة بينما الثاني في الاعمال الكبيرة حيث يخلط المزيج في موقع مركزي وينقل كخرسانة جاهزة الى موقع العمل.

والخباطات المرطزية بثلاث انواع

- الخبابة اليدوية : تكون في الاعمال البسيطة والالانتاجية قليلة.
- الخبابة نصف اوتوماتيكية : التفريغ والاملاء يدوي بينما السيطرة على عملية الخلط اوتوماتيكي.
- الخبابة الاتوماتيكية : كل تفاصيل الخلط والاوزان والتفريغ اوتوماتيكي.

الخرسانة الجاهزة

الخرسانة الجاهزة التي تخلط في موقع مركزي ثم تنقل بالمشروع بحالة رطبة , يخلط في الخلاطة المركزية او في الطريق ويتم ايصال الخرسانة الى المشتري بعدة طرق هي :

- خرسانة مخلوطة مركزيا
- خرسانة مخلوطة جزئيا بالخبابة المركزية
- خرسانة مخلوطة في الطريق

المواصفات التي تطلب في الخرسانة الجاهزة المزودة للمجهز

- الخلطة الموصوفة.
- الخلطة المحددة النتائج.
- الخلطة ذات التحديدات من النتائج وجزء من المواصفات.

نقل و وضع الخرسانة

حال وصول الخرسانة الى الموقع فانها يجب ان توضع في مكان استخدامها بدون ان يحصل فيها انفصال او يحصل تصلب ابتدائي. ان نقل الخرسانة يتم بعدة طرق اعتمادا على :

- المسافة
 - الارتفاع
 - مؤثرات اخرى تفرض عند وضع الخرسانة.
- ان طرق وضع الخرسانة تكون بواحدة من ما يلي :

- اوعية مخروطية الشكل
 - عربات تدفع يدويا او اليا
 - مساقط او انابيب مائلة
 - مضخات خرسانية : وهي ثلاث انواع :
- ❖ المضخات المكبسية
 - ❖ المضخات ذات الهواء المحصور
 - ❖ المضخات ذات الضغط المحصور

انضمام الخرسانة

عند خلط الخرسانة يتكون مزيج من الماء ومواد صلبة في شكل خرسانة متصلبة فيما بعد . هذا المزيج سوف يحتوي على فراغات وفجوات . ان الفجوات هذه يمكن تقليلها اما باستخدام المضافات او باستخدام احد الطرق التالية :

- هزازات داخلية
- هزازات سطحية
- قوالب هزازة

انهاء الخرسانة ومعالجتها

ان دراسة انهاء الخرسانة قد تكون مهمة في واجهات الخرسانة في الجدران والاعمدة وان قوة السطح لا تكون ذات اهمية بينما ان الحالة في حالة خرسانة الارضيات وطبقات التبليط تكون قوة السطح ناحية مهمة في التصميم وليس الشكل النهائي.

الخرسانة المقذوفة

هذه الخرسانة عبارة عن مونة او خرسانة محمولة خلال انبوب بلاستيكي بضغط هوائي يدفع بسرعة عالية على السطح المراد استخدام الخرسانة له. ان القوة التي يخرج فيها الخرسانة المتدفقة تسبب رص الخرسانة. يستخدم هذا النوع من الخرسانة في حالات خاصة مثل التصليلات او فرش طبقة رقيقة من الخرسانة فوق نسائج من الحديد يتم تغطيتها.

استخدام الخرسانة في المناطق الباردة والمناطق الحارة.

القوالب الخرسانية

ان كلفة اعمال الخرسانة تشمل كلفة مادة الخرسانة مضافا اليها كلفة القوالب اللازمة لحفظ الخرسانة الى ان تتصلب بما فيه الكفاية للحصول على القوة اللازمة لاسناد نفسها وفي بعض الحالات فان كلفة القالب تزيد على كلفة الخرسانة.

بما ان الخرسانة مادة لدنة عند وضعها لذلك من الضروري استعمال القوالب لحصرها وتثبيتها , لذلك يجب ان يتوفر في القوالب ما يلي:

- ذات قوة كافية لمقاومة الضغط الناتج من وزن الخرسانة الحديثة مضافا اليها اي قوة خارجية.
- ان تكون متينة للاحتفاظ بسكلها المطلوب دون اي تغيير
- ان تكون اقتصادية بالنسبة للكلفة الكلية لاعمال الخرسانة.

الضغط الناتج من الخرسانة على القوالب العمودية

عندما توضع الخرسانة في القالب فانها تولد ضغطا عموديا على القالب ويتناسب هذا الضغط مع كثافة الخرسانة وعمق الخرسانة . ان وقت التصلب الابتدائي يتناسب عكسيا مع درجة الحرارة وطرديا مع سرعة املاء القالب وكما يلي :

- قوالب الجدران لسرعة املاء (R) اقل من ٢,١ م\ساعة
$$P_m = \gamma + (1414R)/(1,8T + 32)$$
- قوالب الجدران لسرعة املاء (R) اكثر من ٢,١ م\ساعة
$$P_m = \gamma + (2079 + 440R)/(1,8T + 32)$$

اعلى ضغط بحدد ٩٦ كنيوتن /م^٢
- قوالب الاعمدة

$$P_m = \gamma + (1414R)/(1,8T + 32)$$

اعلى ضغط بحدد ١٤٤ كنيوتن /م^٢

حيث ان

P_m : اعلى ضغط , كنيوتن / m^2

R : معدل سرعة املاء القالب . م/ساعة

T : درجة حرارة الخرسانة , درجة مئوية

جدول (٣-١١) و (٤-١١) للاطلاع

مثال : تم استخدام خلاطة نوع Tilting Type لغرض صب جدار بطول ٢٥ متر وعرض ٠,٤ متر وارتفاع ٤,٥ متر اوجد اعلى ضغط مسلط على القالب والفترة الزمنية للصب اذا توفرت لك المعلومات التالية :

- سعة الخلاطة = ٠,٥ متر مكعب
- درجة الحرارة ٣٠ درجة مئوية
- ساعة العمل ٥٠ دقيقة
- الوقت اللازم للتحميل ١ دقيقة
- الوقت اللازم للتفريغ ٤٥ ثانية
- الوقت الضائع للدورة الواحدة ٤٥ ثانية
- الوقت اللازم للحصول على خرسانة متجانسة ٢٥ دورة
- معدل سرعة الخلاطة ١٢,٥ دورة بالدقيقة

الحل: سرعة الاملاء = (انتاجية الخلاطة) / (الطول × العرض)

انتاجية الخلاط = (عدد دقائق العمل / وقت الدورة) × السعة

وقت الدورة الواحدة = وقت التحميل + وقت الخلط + وقت التفريغ + الوقت الضائع

$$= ١ + ١٢,٥ / ٢٥ + ٦٠ / ٤٥ + ٦٠ / ٤٥ = ٤,٥ دقيقة$$

$$\text{الانتاجية} = (٤,٥ / ٥٠) \times ٠,٥ = ٥,٨ م^٣ \text{ بالساعة}$$

$$\text{اذن سرعة الاملاء } R = (٢٥ \times ٥,٨ / ٠,٤) = ٣٠٨ م لكل ساعة اقل ٢,١ م/ساعة$$

اذن نستخدم معادلة

$$P_m = \gamma + (1.4 \times R) / (1.8T + 32)$$

$$P_m = 16.54 \text{ Kn/m}^2 < 96 \text{ Kn/m}^2$$

الفترة الزمنية اللازمة للصب = (الارتفاع / سرعة الاملاء)

$$= 0.58 / 4.5 = 7.7 \text{ ساعة}$$