تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الأولى **عدد الصفحات : 10**

تاريخ المحاضرة : 13/2/2012

الدكتور : شكري البابا

الفصل الأول :أسس تكنولوجيا إنشاء البناء

أولاً مقدمة :

- يعتبر قطاع البناء من أهم القطاعات التي تساهم في رفع سوية الاقتصاد الوطني من جهة و في تحسين ظروف الحياة من جهة أخرى لذلك نلاحظ أن صناعة البناء تأتي في طليعة اهتمامات الدول المتقدمة.
- إن البناء يؤمن النمو المستمر و التجديد لقواعد الإنتاج الرئيسية (الأبنية و المنشآت الصناعية و الموانئ .... الخ) و كذلك يؤمن إنشاء القواعد الرئيسية الضرورية للحياة المدنية (أبنية سكنية و مدارس و مشافي و مطاعم ... الخ).
- إلا أنَّ الانفجار السكاني الحاصل في نهاية القرن العشرين جعل تسريع التطوير العلمي و التقني مطلباً ضرورياً لرفع وتيرة البناء ، هذا التطوير قائم على أساس التنمية المستمرة لوسائل الإنتاج (آليات ، تجهيزات ، تقنيات) ، و لمواد العمل (مواد البناء ، منتوجات خاصة بالبناء و عناصر إنشائية) ، و لطرق تأثير أدوات العمل على مواد العمل (تكنولوجيا ، تنظيم ، تخطيط و توجيه) على أساس منجزات العلم و التكنولوجيا .
- إن رفع وتيرة و فعالية النمو الاقتصادي يتعلق إلى حد كبير بجملة عمليات يجب تنفيذها في الوقت المناسب مثل:

Eng.Dana Akil

❶ إعادة تجهيز المنشآت القديمة :

- عبارة عن جملة الإجراءات المتخذة من أجل رفع المستوى التقني للورشات الإنتاجية و للمصانع على أساس التطبيق العملي للتكنولوجيا المتقدمة و على أساس مكننة و أتمتة عمليات الإنتاج و تحديث أو استبدال التجهيزات القديمة بتجهيزات جديدة .

❷ توسيع الأبنية و المنشآت القديمة :

- هو عبارة عن إنشاء أقسام إضافية جديدة أو تكبير مساحة الأقسام القديمة المخصصة للعمليات الإنتاجية أو الخدمية و ذلك بهدف توفير إمكانية إدخال طاقات إنتاجية جديدة .

❸ تشييد الأبنية و المنشآت الجديدة :

- يتضمن إنشاء أبنية و منشآت جديدة على مساحات جديدة طبقاً لمخططات درست مسبقاً . هذا الموضوع يعتبر الأكثر انتشاراً في أعمال الإنشاءات .

ثانياً مفهوم تكنولوجيا البناء :

❖ إن البناء هو عبارة عن مجموعة عمليات إنتاجية معقدة تنفذ مباشرة في موقع العمل على مراحل مختلفة . و من أجل السيطرة على هذه العمليات الإنتاجية بشكل جيد كان لا بد من إيجاد ما يسمى بتكنولوجيا الإنشاء و تنظيم المشروعات.

← تكنولوجيا الإنشاء : هو فرع من فروع التكنولوجيا بشكل عام و هو علم متخصص بطرق تنفيذ عمليات البناء التي تقوم بمعالجة مواد البناء مع التغيير النوعي في خواصها الكيميائية و الفيزيائية و في أبعادها الهندسية و ذلك بهدف الحصول على العنصر الإنشائي المطلوب.

❖ إن مفهوم (طريقة تنفيذ) يحتوي ضمنياً مبادئ تنفيذ أعمال البناء التي تعتمد على طرق تأثير مختلفة (فيزيائية ، كيميائية ، ميكانيكية .. الخ) على مادة العمل بوساطة أدوات العمل (آليات ، تجهيزات .. إلخ) ؛ أي: من أجل قيام أي عملية إنتاجية يجب أن تتوفر العناصر التالية :

- اليد العاملة .
- مواد العمل .
- أدوات العمل .

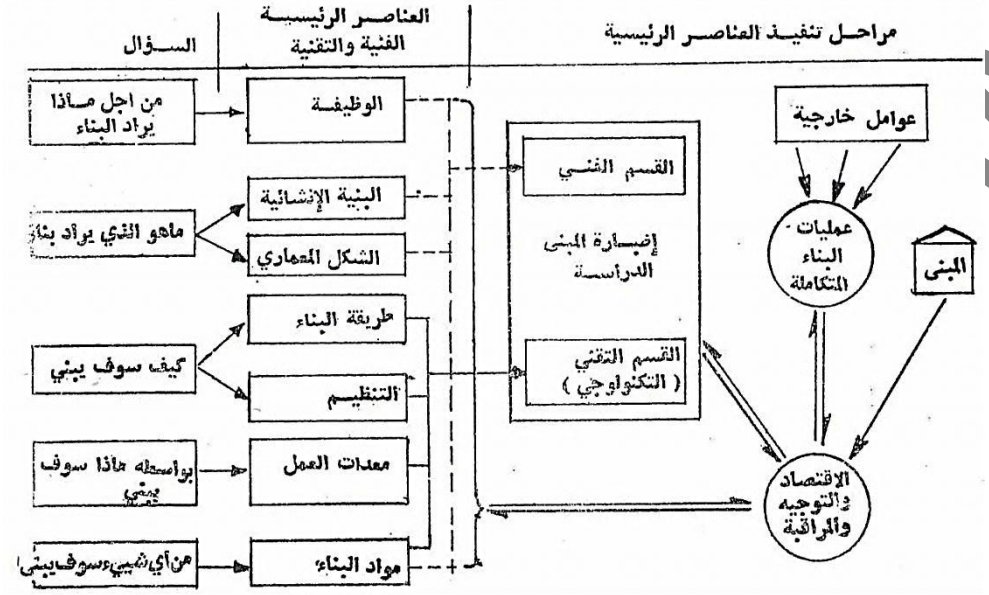
Eng.Dana Akil

ثالثاً مكانة علم تكنولوجيا البناء بين علوم هندسة البناء :

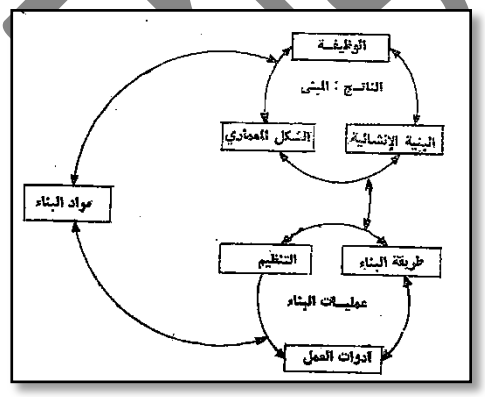
❖ من أجل إيضاح مكانة تكنولوجيا البناء بين علوم هندسة البناء سوف نستعين بالمثال التالي :

لنفترض أنه يتوجب بناء مستودع ذي طابق واحد فنجد أمامنا مجموعة من الأسئلة التي تطرح نفسها و التي يجب ربطها مع جميع العناصر الفنية و التكنولوجية المتعلقة بهذا البناء ، تترجم هذه العناصر الرئيسية بعد دراستها إلى مخططات و وثائق و تشكل ما نسميه باضبارة المشروع التي تحدد مضمون المشروع بكل تفاصيله .

و الشكل التالي يوضح الفكرة :



إن العناصر الرئيسية الفنية و التقنية الواردة في الشكل السابق ليست مستقلة عن بعضها البعض نظراً للتأثير المتبادل بين هذه العناصر .



بالنظر إلى الشكل المبين جانباً يتوضح لنا أنه من أجل دراسة أي منشأ فإنه لابد من العمل المشترك و التعاون الوثيق بين جميع المختصين العاملين خلال جميع مراحل تحقيق هذا المنشأ من مصممين و منفذين و كذلك العاملين في مجال مواد و آلات البناء و إن الدراسة الصحيحة هي التي لا يكون فيها أية تناقضات إذا ما قورنت بهذا الشكل .

إنَّ لمقرر تكنولوجيا التشييد علاقة وثيقة بمقرر تنظيم و إدارة المشروعات الذي ستتم دراستها لاحقاً و هو مقرر يتضمن دراسة جميع الخطوات التي تحدد الروابط المتبادلة اللازمة لتنفيذ عمليات البناء زمنياً و في الفراغ بشكل اقتصادي و بالتحديد فإن تنظيم البناء يدرس كيفية توحيد عناصر الإنتاج و التنسيق بينها (مواد و أدوات العمل و اليد العاملة) في عملية البناء .

رابعاً تصنيف عمليات البناء :

❖ يشترك في تنفيذ عمليات البناء عمال ذوو مهن مختلفة مع استخدام معدات تقنية تساعدهم في تحويل عناصر المبنى إلى سلع جاهزة .

❖ عمليات البناء من حيث المضمون و العلاقات التكنولوجية المتبادلة فيما بينها هي عبارة عن اجتماع ظاهرتين :

1) الظاهرة الأولى تحدد الخواص التي تطرأ على عناصر البناء في الفراغ و الزمان دون تغيير في خواصها الفيزيا - ميكانيكية ، نقل ، صب ، تكثيف ، تركيب و ما شابه .
2) الظاهرة الثانية هي عبارة عن التحولات الفيزيا-كيميائية التي تساعد في إعطاء الخواص النهائية لعناصر البناء : متانة ، كثافة ، إجهاد و ما شابه .

❖ جميع عمليات البناء يمكن تقسيمها إلى مجموعتين خارج موقع العمل و عمليات داخل موقع العمل كل مجموعة من المجموعتين السابقتين تقوم بحل مسائل معينة و هي كذلك تملك تصنيف داخلي خاص بها .

❖ التصنيف الأساسي لعمليات إنتاج البناء :

- هو عبارة عن تقسيم هذه العمليات حسب مؤشرات تكنولوجية إلى :

❶ عمليات التصنيع :

➢ هي العمليات المسؤولة عن تقديم القطع النصف مصنعة و المصنعة و كافة التجهيزات و المعدات الضرورية في عملية الإنتاج و قطع التبديل اللازمة من أجل الصيانة و التخزين . هذه العمليات تنفذ عادة في ورشات متخصصة (معامل بيتون مسلح مسبق الصنع ، مجابل مركزية ، ورشات حدادة ... الخ).

Eng.Dana Akil

❷ عمليات النقل :

- هي العمليات المسؤولة عن نقل جميع مواد العمل و نقل التجهيزات التقنية إلى أمكنة الإنتاج . عمليات النقل خارج موقع العمل تتم من ورشات التصنيع حتى مستودعات موقع البناء أو حتى مكان التنفيذ مباشرة ، ترافق عمليات النقل عادة عمليات تحميل و تفريغ و تخزين .

❸ عمليات تجهيزية (تحضيرية) :

- هي العمليات التي تسبق العمليات التنفيذية و التي يؤمن تنفيذها الفعّال ، مثال : تجميع بعض العناصر المراد تركيبها قبل وضعها في مكانها .

❹ عمليات تنفيذية :

- هي العمليات التي تفيد في الحصول على الناتج النهائي المطلوب و ذلك عن طريق تحويل مواد البناء بحيث تأخذ الشكل و الخواص المحددة لها و هي تقسم إلى عمليات تقنية (فعلية) تتم تحت تأثير اليد العاملة و أدوات العمل على مواد العمل أو عمليات طبيعية (ذاتية) و هي تتم تحت تأثر الظروف الطبيعية مثل تصلب البيتون و جفاف الدهان و غيرها ...

❖ تُصنف العمليات التنفيذية حسب دورها في الإنتاج إلى :

❶ عمليات رئيسة (قائدة) :

- تدخل العمليات القائدة ضمن سلسلة تكنولوجية مستمرة و هي تحدد عمليات البناء بالكامل و تحدد فترة إنجاز المشروع أيضاً .

❷ عمليات مرافقة (مشاركة) :

- لا يمكن أن تتوسط (من الناحية التنفيذية) عمليتين رئيسيتين ، إنما يمكن أن تنفذ بشكل موازٍ تساعد الأعمال المرافقة بشرط التشديد على قواعد أمن العمل بشكل كبير في اختصار فترة إنجاز المشروع.

❖ تصنف العمليات التنفيذية حسب درجة المَكْنَنِة (أي درجة مشاركة الآليات في العملية الإنتاجية) إلى :

❶ عمليات مُمَكْنَنِة يكون دور العمال في العملية المُمَكْنَنِة هو قيادة و إدارة و صيانة الآليات .
❷ عمليات نصف مُمَكْنَنِة تتميز عن سابقتها بأنها بالإضافة للآليات تستخدم العمل اليدوي أيضاً.
❸ عمليات يدوية تتم يدوياً بمساعدة مكنات خفيفة .

Eng.Dana Akil

❖ تصنف العمليات التنفيذية حسب درجة الأتمتة إلى :

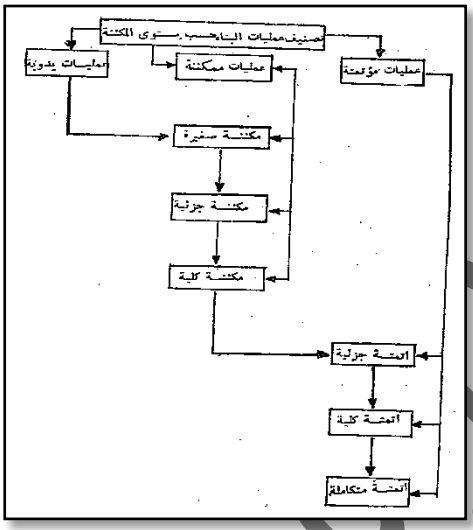
❶ أتمتة متكاملة.

❷ أتمتة كلية.

❸ أتمتة جزئية .

❖ لقد تحقق في الفترة الأخيرة نجاحات كبيرة في أتمتة المؤسسات المصنعة لمواد البناء مثل المجابل المركزية و معامل البيتون المسبق الصنع إلا أنه من الصعب أتمتة العمليات التنفيذية الجارية مباشرة في موقع البناء فيما عدا برمجة عمل الروافع أو مضخات البيتون و ما شابهها من الآليات .

❖ إن جميع عمليات البناء يمكن تقسيمها حسب درجة التعقيد إلى :

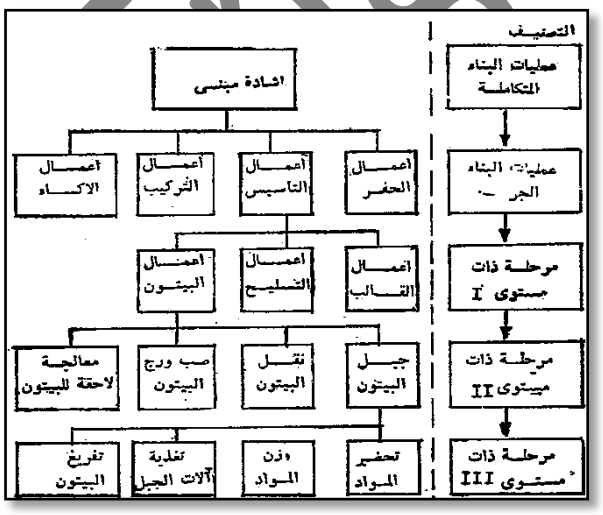


❶ العمليات البسيطة : هي عبارة عن مجموعة العمليات المرتبطة مع بعضها تكنولوجيا و التي يمكن تنفيذها بوساطة عامل واحد أو مجموعة عمال .

❷ العمليات المركبة : هي عبارة عن مجموعة عمليات بسيطة تجري في وقت واحد و لها علاقة تبادلية فيما بينها و مرتبطة مع الناتج النهائي .

❖ هناك تصنيف آخر لعمليات إنتاج البناء و هو التصنيف الهرمي :

➢ يعتمد هذا التصنيف على تجزئة أعمال التنفيذ حسب نوع العمل و حجمه و ذلك من خلال تحليل كل عملية إلى العمليات الجزئية التي تتألف منها و ذلك ضمن مستويات متعددة و يعطينا الشكل الموضح مثالاً لهذا التصنيف :



Eng:Dana Akil

❖ إن تنفيذ أي عملية إنتاجية يتطلب تنظيم مكان العمل بشكل جيد إذ أن مكان العمل هو جزء من الفراغ يتحرك ضمنه العمال المشاركون في العملية الإنتاجية و الذي يحتوي ايضاً على تجهيزات مختلفة و على مواد و أدوات العمل .

❖ مساحة العمل التي تخصص لعامل واحد أو لزمرة عمال تسمى قطاعاً ؛ أما المساحة التي تخصص لفريق عمل كامل تسمى قسماً تكنولوجياً.

❖ أبعاد القطاع الواحد أو القسم التكنولوجي الواحد يجب أن تؤمن جبهة عمل كافية تؤمن للزمرة العاملة أو لفريق العمل مساحة كافي تضمن استمرارية العمل لمدة نصف وردية على الأقل دون الانتقال إلى مكان عمل جديد.

❖ ظروف جبهة العمل يجب أن تساعد في رفع الإنتاجية وأن تحقق الشروط اللازمة لأمن العمل

❖ إن عمليات البناء يتم تنفيذها على ثلاثة أطوار :

❶ <u>الأعمال الأرضية</u> :
- أعمال ترابية [تنفيذ حفر الأقبية و الأساسات و الردم العكسي مع الرص].
- أعمال بيتونية و بيتونية مسلحة [إنشاء الأساسات و بيتون النظافة].
- أعمال عزل مائي [عزل أرضية و جدران القبو] .

❷ <u>أعمال الهيكل</u> :
- صب أو تركيب العناصر الإنشائية (بيتونية مسلحة ، بيتونية).
- بناء الجدران الخارجية و الداخلية.
- تنفيذ المداخن.
- تنفيذ أعمال الصحية المشتركة للبناء بأكمله.
- تنفيذ أعمال العزل للجدران الخارجية إذا كان ذلك ضرورياً .

❸ <u>أعمال الإكساء</u> :
- تنفيذ أعمال الكهرباء و الصحية الخاصة بالمبنى.
- تنفيذ أعمال الطينة و علب النوافذ و بلاط الأرضيات.
- إكساء الحمامات بالسيراميك.
- دهان الجدران و الأسقف و المنجور الخشبي .

Eng.Dana Akil

خامساً تصنيف عمليات البناء :

❖ أشكال تنظيم العمل :

- المهنة عبارة عن نشاط متواصل يحتاج إلى إعداد خاص في المعاهد المهنية و في ورشات العمل أيضاً ، نوع وصفة الأعمال المطلوب تنفيذها يحددان المهنة اللازمة ، عمال البيتون ينفذون أعمال البيتون ، عمال الصحيّة ينفذون شبكة التمديدات الصحيّة ... الخ .
- يمكن التمييز بين عمال البناء بحسب المهن التي يتقنونها و الكفاءات التي يتمتعون بها إلا أنه يمكن أن يكون لكل عامل ذي مهنة معينة اختصاص ضيق ضمن المهنة نفسها فمثلاً أعمال البيتون المسلّح تتضمن عمّال متخصصين بأعمال الكوفراج و آخرين بأعمال التسليح و آخرين بالصّب ، و يجري تصنيف العمال حسب درجة كفاءاتهم إلى 3 مستويات :

❶ معلم حرفة : العامل الذي يتمتع بمهارات عالية في ممارسة إحدى المهن .

❷ مساعد معلم : العالم الذي يتمتع بمهارات متوسطة في ممارسة إحدى المهن .

❸ عامل عادي .

❖ أمن العمل و سلامته (الأمن و السلامة المهنية) :

- إن أمن العمل في مجال البناء هو عبارة عن مجموعة إجراءات ضرورية (تقنيّة و تنظيمية) هدفها حماية العمّال من إصابات العمل و من الحوادث المؤلمة و تأمين الظروف المريحة القادرة على رفع إنتاجية العمل و نوعية العمل .

- أمن العمل يتضمن أيضاً الإجراءات القانونية التي تحدد طبيعة العلاقات بين العمّال و الإدارة مثل :
  - وقت العمل .
  - ظروف نقل و تسريح العمّال .
  - الإجازات السنوية اللازمة لراحة العمّال .

- لذلك نجد أن ضابط السلامة في موقع العمل و مساعدوه من اكثر العاملين المهتمين و المتابعين و طوال ساعات العمل العادية منها و الورديات المسائية و هم قد جعلوا من مبدأ العمل الآمن شعاراً في جميع مواقع العمل . و لا يقتصر عمل ضابط السلامة و مساعديه على التأكد من ارتداء العاملين لملابس الحماية بل لابد من تنمية الحس بالمسؤولية لدى العامل لينفذ عمله وفق مبدأين أساسيين هما الكفاءة العالية و السلامة و يتم ذلك بعقد

Eng. Dana Akil

الندوات في الموقع و شرح الجديد في ميدان السلامة و أصول تنفيذ تعليمات السلامة .

- أمثلة على ملابس الحماية :

- القفازات و الأحذية الواقية و القبعات الصلبة و النظارات الماصة عند اللحام و كمامات الغبار و واقيات الضجيج على الأذنين و حزام الأمان ...

- إن الهدف من أمن العمل هو درء الخطر الذي يؤدي إلى الضرر بالإنسان بالدرجة الأولى (سواء العاملين بالمشروع أو غيرهم) و المواد و الآليات بالدرجة الثانية ؛ فسقوط العمال في حفر أو من الشرفات أو عن السقائل و المراجيح و سقوط المطارق و الأخشاب على رؤوس الناس و إعطاب أقدام العمال بالمسامير في موقع العمل و انهيار السقائل و المراجيح و السلالم أقل هذه الحوادث .

- لابد أن لكل حادث سبب مباشر قد يكون ناتجاً عن خطأ أو إهمال في أعمال تحضيرية

Eng. Dana Akil

سابقة للحادث أو في أعمال متزامنة مع الحادث أو سبب غير مباشر مثل سقوط العامل في حفرة أو من علو نتيجة لعدم وضع حاجز ملائم أو عدم وجود لوحة تحذيرية حول المكان الخطر.

- من الأسباب المساعدة على وقوع الحوادث سوء الأحوال الجوية مثل هطول الأمطار و سقوط الثلوج أو هبوب الرياح و الأعاصير و لذا يكون من الضروري اخذ مزيد من الاحتياطات في الظروف الجوية السيئة.

- نظراً للأضرار الكبيرة التي تنتج عن الحوادث المباغتة في موقع العمل و التي تؤدي إلى إصابات متفاوتة الخطورة في صفوف العمال و الآليات فإن الدراسات تجري في الوقت الحاضر بشكل نشيط من أجل وضع طرق علمية لمكافحة الحوادث في مواقع العمل بالإضافة إلى ذلك تسعى المؤسسات المتطورة على وضع تقنيات سهلة و آمنة تقوم على استخدام تجهيزات الوقاية اللازمة للعمال و الآليات و على تنظيم العمل مما يؤدي إلى تفادي الحوادث أو جعلها أقل ما يمكن .

انتهت المحاضرة الأولى

ملاحظة :

يُرفق بالمحاضرة الأولى ملحق يحوي الفصل الثاني من كتاب المقرر (تكنولوجيا الإنشاء 1) ، حيث طلب الدكتور شكري البابا دراسته من الكتاب ولم يتطرق له خلال المحاضرة "عادةً يأتي منه أسئلة مهمة في الامتحان النظري ☺".

Eng. Dana Akil

تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الأولى (ملحق) **عدد الصفحات : 30**

تاريخ المحاضرة : –

الدكتور : شكري البابا

✕ الفصل الثاني :أسس مكننة عمليات البناء ✕

أولاً العوامل المؤثرة في إختيار آليات البناء :

1) الآليات القياسية و غير القياسية :

- الآليات القياسية : تلك التي تصنع وفق مواصفات معينة و بأعداد كبيرة ، و هي معروفة عالمياً لدى شركات الإنشاءات.
- الآليات غير القياسية : فهي التي يتم تطويرها و تصنيعها لإنجاز عمل ذي طبيعة خاصة، و هي لا تصلح في كثير من الأحيان لاستخدامها في مشروع آخر.

❖ من الطبيعي أن المقاول أو الشركة الإنشائية تحاول تنفيذ المشروع بوساطة الآليات القياسية لمرونة استخدامها في أكثر من مشروع، أو إمكان بيعها بعد إنجازها العمل المطلوب إلا إذا ثبت بالتحليل الاقتصادي أن استخدام الآليات غير القياسية هو الأجدى.

Eng.Dana Akil

2) قطع الغيار :

- ❖ إن السرعة في الحصول على قطع الغيار تعني تشغيل الآلية لفترة أطول (عامل الاستغلال الزمني أكبر)، و لا تسبب توقف أعمال المشروع.و ذلك يعد من العوامل الهامة في اختيار آليات البناء.

3) كلف الامتلاك :

- ❖ إن امتلاك أي آلية يكلف مصاريف معينة بغض النظر عن الاستعمال.
- ❖ تتمثل هذه المصاريف في التأمين و الضرائب و الرسوم و التخزين و الاهتلاك ، إضافةً إلى الخسائر الناجمة عن تجميد رؤوس الأموال.
- ❖ لذلك يجب تحليل ذلك بدقة و أخذ هذه الأمور بعين الاعتبار، إذ أنه في كثير من الحالات قد يكون استئجار الآلية ذا جدوى أكبر من امتلاكها.

4) كلفة التشغيل :

- ❖ هي عبارة عن كلفتي (وقود الاشتعال + كلفة زيت التزليق).
- ❖ إن مقدار ما تصرفه الآلية الواحدة و قيمة الوحدة من الوقود و الزيت تختلف من آلية إلى أخرى و من مشروع لآخر و حسب طبيعة العمل و ظروفه.
- ❖ من العوامل الهامة التي تؤثر في كلفة التشغيل هي المدة التي تستعمل بها الآلة بأعلى قدرة خلال الساعة و المدة الحقيقة التي تشتغل بها الآلة خلال الساعة أو اليوم.
- ❖ عادة لا تستعمل أعلى قدرة للآلية طوال فترة التشغيل بل لفترات محددة حسب طبيعة الآلية و على سبيل المثال فإن المجرفة الميكانيكية تستعمل أعلى قدرة لها في تحميل المغرفة و لكن بعد تفريغ المغرفة و العودة و قبل البدء بالتحميل فالقدرة تتناقص باضطراد.
- ❖ بما أن القدرة الحصانية لأي آلية و التي يثبتها المعمل لتلك الآلية لم تحسب بالظروف نفسها التي ستعمل بها بهذه الآلة في حقل العمل لذلك من الصعوبة مقارنة إنتاجية بقدرتها الحصانية المثبتة و بشكل دقيق ، و تثبت عادةً هذه القدرة إما تحت الظروف (درجة الحرارة 15°C و الضغط يعادل $76\ cmHg$) أو تحت ظروف اعتيادية للتشغيل (الارتفاع عن مستوى سطح البحر لا يزيد على $610\ m$ ، و درجة الحرارة لا تزيد على 30 °C).

Eng.Dana Akil

❖ لأجل حساب ما تستهلكه الآلية من الوقود إذا شغلت تحت الظروف القياسية يتبع ما يلي :

a) تحتاج الآليات التي تشتغل بالبنزين إلى $0.23\ litre$ لكل وحدة حصانية في الساعة.

b) تحتاج الآليات التي تشتغل بالديزل إلى $0.15\ litre$ لكل وحدة حصانية في الساعة.

❖ لأجل إيجاد إنتاجية الآلية فمن الضروري إيجاد معدل القوة التي تولدها تلك الآلية و مدتها، فمن النادر في حقل المشاريع الإنشائية أن تشتغل بشكل يعطي إنتاجية ثابتة إلا لمدد قصيرة أحياناً.

❖ معظم الآليات لا تشتغل بمعدل 60 دقيقة في الساعة.

❐ مثال :

مجرفة ميكانيكية (Power shovel) ذات قدرة حصانية قدرها 160 حصاناً و محركها يشتغل بالديزل تستعمل لتحميل الشاحنات.تستعمل هذه المجرفة بأعلى قدرتها الحصانية عند تحميل الشاحنة فقط و بمعدل 5 ثوان للدورة الواحدة و التي مقدارها 20 ثانية و خلال الـ 15 ثانية المتبقية فإن المحرك يحتاج إلى نصف القدرة الحصانية للآلية فقط بالإضافة إلى ذلك فإن المجرفة تتوقف عن العمل بمعدل من 10 إلى 15 دقيقة في الساعة (أي : العمل الفعلي يدوم مدة 50 دقيقة فقط) .

المطلوب حساب الوقود المستهلك في الساعة.

الحل :

يُحسب مقدار الوقود المستهلك كما يلي :

$$\text{مقدار الوقود المستهلك} = 0.15 * \text{القدرة الحصانية} * \text{معامل التشغيل}$$

⬇

"لأن الوقود هو الديزل"

▪ معامل تشغيل الآلية (f) :

$$f = \text{معامل المحرك} * \text{معامل الوقت}$$

$$\text{معامل الوقت} = \frac{50_{\text{فعلي}}}{60_{\text{كلي}}} = 0.833 \quad \leftarrow \quad \text{العمل الفعلي يدوم مدة 50 دقيقة فقط}$$

Eng.Dana Akil

- دورة العمل تتضمن ← إملاء الترس ← المعامل $= \frac{5}{20} * 100\% = 0.25$
  - ذهاب
  - تفريغ ← المعامل $= \frac{15}{20} * 50\% = 0.375$
  - دوران وعودة

$$\Longrightarrow \text{معامل المحرك} = 0.25 + 0.375 = 0.625$$

$$\Longrightarrow f = 0.625 * 0.833$$

$$\Longrightarrow \text{مقدار الوقود المستهلك في الساعة} = 0.15 * 160 * 0.625 * 0.833$$

$$\Longrightarrow \boxed{\text{مقدار الوقود المستهلك في الساعة} = 12.48\ lit}$$

❖ تعتمد كمية زيت التزليق لأي آلية على :

- حجم المحرك
- سعة حوض المحرك
- حالة المكابسة في المحرك
- عدد الساعات بين تغيرات الزيت.

❖ إن مقدار الزيت الذي يستهلكه المحرك بين تبديل زيت و آخر يشمل أي إضافة للزيت خلال تلك الفترة و يستعمل القانون التالي لتخمين كمية الزيت التي يستهلكها أي محرك في الساعة:

$$\boxed{g = \frac{C}{t} + \frac{0.0027 * f * h_p}{0.89}}$$

حيث :

g : مقدار الزيت المستهلك (lit/h)

h_p : القوة الحصانية المقدرة للمحرك

f : معامل تشغيل الآلية

Eng.Dana Akil

C : سعة حوض المحرك (lit)

t : عدد الساعات بين تبديل زيت و آخر (h)

مثال :

ما مقدار الزيت المستهلك في الساعة لآلة ذات 100 حصان و سعة حوض الزيت تساوي $15\ lit$ و الوقت لتبديل الزيت و آخر هو 100 ساعة و معامل التشغيل يساوي 60%.

الحل :

$$g = \frac{C}{t} + \frac{0.0027 * f * h_p}{0.89}$$

$$g = \frac{15}{100} + \frac{0.0027 * 0.6 * 100}{0.89} \quad \Rightarrow \quad \boxed{g = 0.332\ lit/h}$$

5) وزن الآلية :

- في معظم آليات البناء يعد وزن الآلية مؤشراً هاماً و خاصة في آليات رص التربة حيث يلعب دوراً إيجابياً ، و في الآليات العاملة على مبدأ قوى الجر و الدفع حيث يؤثر الوزن القائم على العجلات القائدة أو الجنزير في زيادة قوى تماسك الآلية مع التربة لتحقيق قوى دفع أو جر كبيرة.
- كما يلعب دوراً إيجابياً في استقرار عمل بعض أنواع الآليات مثل الروافع أو الحفارات وحيدة السطل، إلا أنه يأخذ أيضاً دوراً سلبياً في بعض الآليات عندما يزداد الوزن على الحد المطلوب.
- لذلك يؤخذ عادة عند المقارنة بين الآليات مؤشر الوزن النوعي المنسوب إلى إنتاجية الآلية أو استطاعتها أو المنسوب إلى حجم العنصر العامل أو أبعاده مثل سعة سطل الحفر أو القشط أو أبعاد شفرة الجرف أو حمولة الرافعة.
- الآليات ذات الوزن النوعي المنخفض سريعة المناورة و سهلة الحركة و النقل من مكان عمل إلى آخر.

Eng.Dana Akil

❖ نميز للآليات عموماً الأوزان التالية :

1. وزن الآلية التصميمي الصافي.
2. وزن الآلية الاستثماري الكامل : (وزن المواد الاستثمارية المحمولة + وزن الأثقال الإضافية + وزن الآلية الأساسي مع الحمولة أو دون الحمولة).
3. الوزن القائم على العجلات أو المحاور.
4. وزن الآلية في حالة تنقلها من مكان عمل إلى آخر أو شحنها.
5. الضغط النوعي للآلية على سطح مكان العمل.

6) أبعاد الآلية :

❖ تتصف الآلية بأبعاد عامة و بأبعاد عملية خاصة بالعمل.

❖ تكون الأبعاد الأساسية للآلية ثابتة و يفضل دائماً أن تكون في حدها الأدنى نظراً لأنها تُعيِّن حجم الآلية و وزنها و تسهل نقلها و مناورتها.

❖ تكون للآليات العاملة على جمل نقل الحركة الهيدروليكية أبعاد أقل من الآليات العاملة على جملة نقل الحركة الميكانيكية، كما يجب أن تكون أبعاد الآلية الأساسية في حدود الأبعاد القياسية التي تسمح بنقلها عبر سكك الحديد أو الطرق العامة.

❖ أما الأبعاد العملية للآلية الخاصة بالعمل فتحدد لكي تكون في المجال الأدنى الكافي و المناسب لاستطاعة الآلية و إنتاجيتها، لأن أية زيادة في الأبعاد العملية للآلية تؤدي إلى زيادة في تحميلها مما يتطلب زيادة في استطاعتها و وزنها و هذا يؤدي إلى انخفاض إنتاجها و فعالية عملها.

❖ الأبعاد العملية مثل سعة سطل الحفر أو أبعاد شفرة الجرف أو حمولة الرافعة هي التي تحدد استطاعة الآلية.

7) إنتاجية الآلية :

❖ تُعبِّر عن كمية إنتاج الآلية خلال واحدة الزمن ، مثلاً تقدر الإنتاجية لآليات جرف التربة و حفرها بـ $m^3/hour$ ، و إنتاجية آليات التسوية أو رص التربة بـ $m^2/hour$ ، و آليات الرفع بـ $ton/hour$.

❖ في حساب الإنتاجية نميز :

Eng.Dana Akil

نوع الإنتاجية	التعريف
الإنتاجية التصميمية	◆ الإنتاجية عند العمل على السرعات الحسابية التصميمية للآلية. ◆ تعبر عن قياس قدرة الآلية لمقارنتها مع آليات أخرى.
الإنتاجية الفنية	◆ الإنتاجية العملية عند العمل المستمر للآلية في ظروف معينة. ◆ تكشف عن إمكانات الآلية و جودة تصميمها و ملاءمتها للعمل المطلوب
الإنتاجية الاستثمارية	◆ الإنتاجية الفعلية للآلية في ظروف استثمار معينة. ◆ تتعلق بدرجة الاستفادة من زمن العمل و تنظيمه و مهارة السائق و ظروف قيادة الآلية و ظروف العمل بشكل عام.

8) درجة تعقيد الآلية :

❖ تتحدَّد عادة بكمية القطع و العقد الأساسية و بوزن الآلية أيضاً .

❖ في مجال آليات الطرق يُمكن تصنيف الآليات حسب عدد قطعها إلى :

نوع الآلية	عدد القطع
بسيطة التصميم	عدد القطع لا يزيد على 1500
متوسطة التصميم	عدد القطع ما بين (1500 – 3000)
معقدة التصميم	عدد القطع أكثر من 3000

9) قابلية إصلاح الآلية :

❖ تتحدد بسهولة فك المجموعات و الأجزاء و العقد و القطع في الآلية و بسهولة و دقة و وثوقية تركيبها.

❖ إن سهولة أعمال الفك و التركيب تتعلق بـ :

- إمكان الوصول بسهولة إلى المجموعات و الأجزاء كافة
- عدم تعقيد أعمال الفك و التركيب و مجهود العمل المنخفض

❖ يمكن التعبير عن قابلية إصلاح الآلية بمعامل حسابي يحدد من إحصائيات معينة بالاعتماد على نظرية الاحتمالات.

Eng.Dana Akil

10) خدمة الآلية:

- ❖ هي خاصة الآلية في الحفاظ طويلاً على قدرة العمل مع فترات خدمة متقطعة بهدف صيانة قدرتها على العمل و تحديدها (و ذلك وفقاً لأنظمة معينة في صيانتها و إصلاحها و استخدامها في ظروف معينة) حتى الحالة النهائية عند تنسيقها من العمل.
- ❖ تكون الحالة النهائية لعمل الآلية مختلفة تبعاً لظروف الاستثمار، مثلاً في ظروف الاستثمار الطويل تفقد الآلية مقدرتها على العمل نهائياً (اهتلاك الآلية فيزيائياً) ، و في ظروف أخرى تتطلب أعمال الإصلاح و التجديد لإعادة قدرتها على العمل ، و لكن من المستحسن تنسيقها بسبب عدم فعالية الإصلاح اقتصادياً (اهتلاك الآلية اقتصادياً) ، أو بسبب ظهور نموذج جديد مماثل للآلية في مهمة العمل و أكثر إنتاجية منها (اهتلاك الآلية فنياً أو معنوياً).
- ❖ يعبر عن خدمة الآلية بعمر الآلية و يقدر بالسنوات عادة أو بعدد ساعات العمل الفعلية.
- ❖ يجري على الآلية خلال استثمارها عدد من الإصلاحات الرئيسة (العامة) و يكون طول فترة الخدمة بين الإصلاحات الرئيسية عادة أقل بـ 20 % من طول فترة خدمة الآلية من بدء استثمارها حتى الإصلاح الرئيسي الأول.
- ❖ يجري عادة لآليات بناء الطرق إصلاحين رئيسيين على الأقل خلال فترة استثمارها الكاملة حتى تنسيقها من العمل ، و مع زيادة عدد الإصلاحات الرئيسة للآلية تزداد تكاليف استثمارها و تصبح غير فعالة اقتصادياً ، لذلك فإن العمر الاقتصادي للآلية عادة أقل من العمر الفيزيائي لها ، و يكون العمر المعنوي أقل من العمر الاقتصادي للآلية عند ظهور نماذج ذات تكنولوجية متقدمة و ذات ثمن غير مرتفع نسبياً.

- ❖ إن طول خدمة القطع و العقد في الآلية يجب أن يكون :

10 % من طول خدمة الآلية حتى الإصلاح الرئيسي للقطع و العقد البسيطة.

100 % من طول خدمة الآلية حتى الإصلاح الرئيسي للقطع و العقد الأساسية و المعقدة.

11) موثوقية الآلية :

- ❖ صفة تُعبِّر عن قدرة الآلية أو مجموعاتها أو أجزائها على العمل المستمر دون أعطال مع الحفاظ على المؤشرات الاستثمارية للآلية خلال فترة معينة كافية تتناسب مع نظام استثمار الآلية ؛ أي خلال الفترات الدورية بين صيانات الآلية ، و يجب أن لا تزيد نسبة زمن إزالة العطل إلى زمن عمل الآلية المستمر دون أعطال على ⟨1/250⟩ وسطياً لكي تكون الآلية ذات درجة وثوقية عالية في العمل.
- ❖ إن المؤشرات الاستثمارية التي يجب أن تحافظ عليها الآلية ضمن معدلها الطبيعي خلال

Eng. Dana Akil

العمل هي الإنتاجية.
الاستطاعة.
سرعات الحركة العاملة.
استهلاك الوقود و الزيوت و الطاقة الكهربائية (إن وجدت).

❖ تتضمن صفة الوثوقية :
- فترة خدمتها الكاملة.
- قابليتها للإصلاح.
- نسبة الاحتمال في عملها المستمر دون أعطال خلال الفترات الدورية للصيانة.

12) قوة الجر و سرعة الحركة :
❖ يُعبِّران عن إمكانية الآلية في التغلب على مقاومة الحركة عند العمل و عند صعود الميل و كذلك إمكان المناورة ، و تتعلق بها إنتاجية آليات شق الطرق العاملة على قوى الدفع أو الجر.
❖ بالإضافة إلى ذلك فإن الضغط النوعي للآلية على سطح مكان العمل و التماسك يحددان أيضاً إمكان عمل الآية في ظروف التربة المختلفة.
❖ إن قوة الدفع و سرعة الحركة المطلوبتين للعمل تعبران عن استطاعة الآلية اللازمة.

13) درجة تقنية (تكنولوجية) التصميم :
❖ تعني تناسب تصميم الآلية و مجموعاتها للشروط الفنية من حيث الحد الأدنى لكتلة المعادن المستخدمة و مجهود التصنيع و تكلفته مع الحفاظ على المواصفات الاستثمارية المطلوبة و الموثوقية و الخدمة الطويلة للآلية و مجموعاتها.
❖ تؤثر بشكل كبير في جودة الآلية و ثمنها و مجموعاتها و أجزائها.
❖ يلعب دوراً كبيراً في تقنية التصميم
- حجم الإنتاج.
- الطرق التقنية في التصنيع و مستوى المكننة فيه.
- استخدام المعادن ذات الجودة و المتانة العالية.

14) درجة تقييس التصميم و توحيده :

Eng. Dana Akil

- ❖ يؤثران في جودة الآلية و ثمنها و مجموعاتها و أجزائها.
- ❖ إن الهدف الأساسي للتقييس هو في تحديد المعايير و الشروط الفنية لتصنيع القطع و المجموعات و الآلية بشكل كامل على نطاق الشركة الصانعة أو الدولة ، و تشمل عادة القطع كافة ذات الاستخدام العام مثل الألماني أو الفرنسي أو السوفييتي أو الأمريكي.
- ❖ إن التوحيد في تصميم القطع و العقد و المجموعات ضروري من أجل تخفيض الأشكال التصميمية المختلفة التي يمكن أن تخدم الهدف نفسه و تقوم بالمهمة ذاتها.و يشمل التوحيد أيضاً المواد المستخدمة في التصنيع و العمليات التقنية و الأبعاد و المؤشرات المختلفة .
- ❖ إن التوحيد في تصميم القطع و العقد و المجموعات يكون على مستوى الشركة الصانعة غالباً ، و يمكن أن يكون على نطاق الدولة أو على نطاق مجموعة من الدول.
- ❖ إن أغلب الشركات الصانعة أو أكثر من آليات الطرق تلجأ في الإنتاج إلى أسس التقييس و التوحيد لتصمم القطع و المجموعات ، و تلجأ أيضاً إلى اعتماد آلية أساسية معينة يمكنها أن تجهز بأجزاء عمل متعددة الأغراض مما يعطي للآلية استخداماً أوسع في تنفيذ الأعمال.

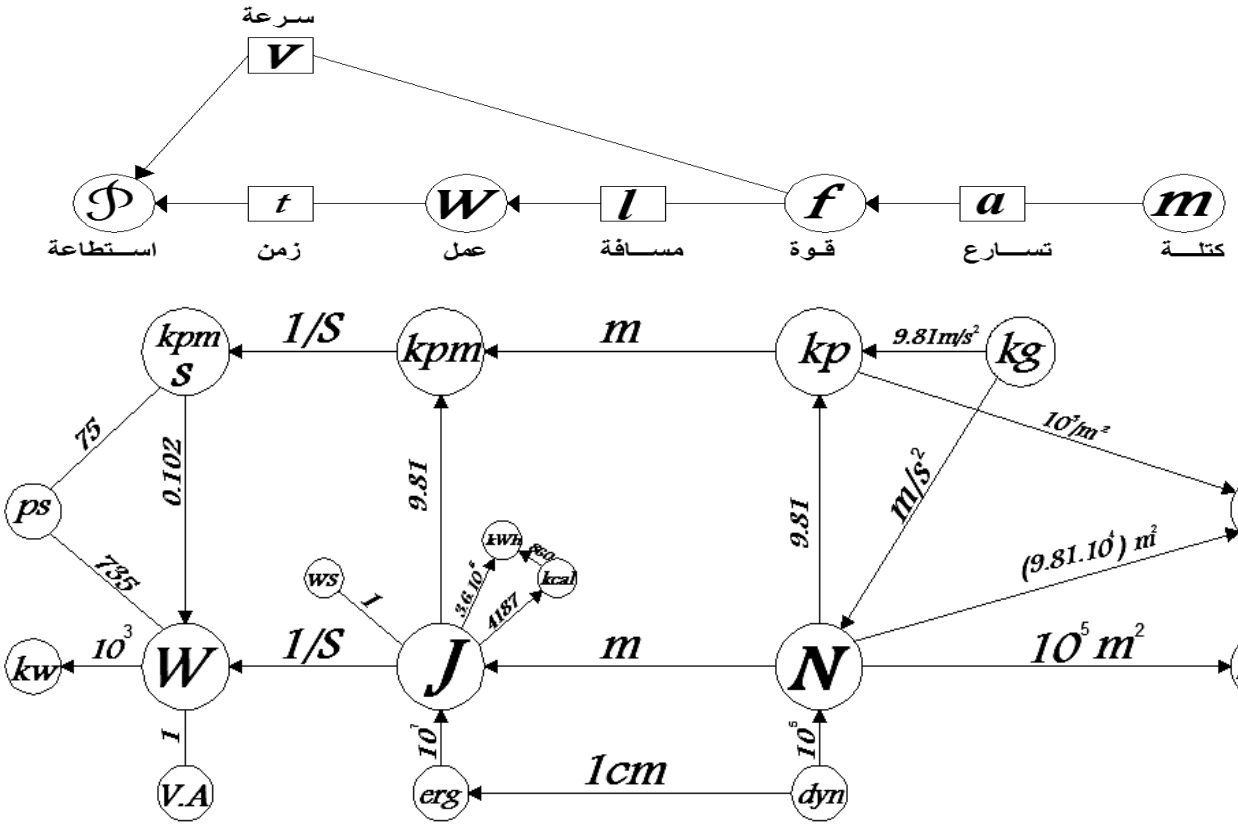
ثانياً الأسس الهندسية للآليات :

❶ أسس حساب الاستطاعة الميكانيكية :

❖ المسائل التي تصادف المهندس خلال ممارسته العملية :

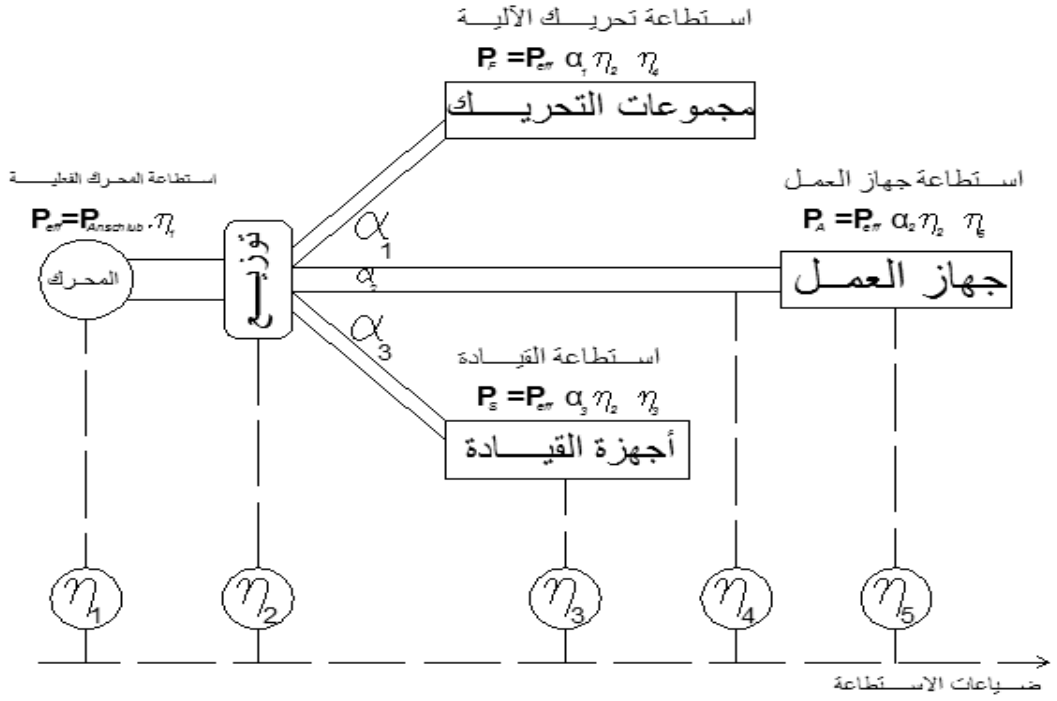
- ➢ حساب القوة الواجب توفرها في الآلية و حساب السرعات.
- ➢ اختيار المحركات و عناصر نقل الحركة.
- ➢ حساب الاحتياجات للقدرة و كلفتها نتيجة تشغيل الآليات.

Eng.Dana Akil



العلاقات الرئيسية بين وحدات القياس

توزع الاستطاعة في أجزاء الآلية



- ❖ يوضح المخطط بأن قسماً من الاستطاعة المنقولة من الآلية إلى أجزائها المختلفة يضيع خلال انتقالها بأجزاء الآلية.
- ❖ يدعى العامل الذي يأخذ بعين الاعتبار هذه الضياعات η بالمردود، و هو يساوي النسبة بين القدرة الداخلة و الخارجة.
- ❖ فالعامل (η_1) يأخذ بعين الاعتبار الضياعات في أجزاء الآلية التي توزع القدرة إلى مجموعات تشغيل الآلية – مثل مجموعة تحريك الآلية و مجموعة التوجيه و العمل
- ❖ يُلاحَظ بأنَّ الاستطاعة المنقولة من المحرك تنتقل إلى مجموعات الآلية بنسب مختلفة $(\alpha_3, \alpha_2, \alpha_1)$، هذا يعني أنه من أجل حساب كلف القدرة يجب الأخذ بعين الاعتبار كامل القدرة المطلوبة لتشغيل الآلية و المحرك و ليس فقط القدرة المطلوبة لتشغيل مجموعة أو وعاء العمل.

❷ مقاومة الدحرجة :

- ❖ إن المقاومة التي تجابهها أي مركبة تتحرك على طريق أو سطح ما تسمى مقاومة الدحرجة و تتغير هذه المقاومة بتغير نوعية السطح الذي تتحرك فوقه المركبة و طبيعته.
- ❖ بالنسبة للمركبات ذات الإطارات المطاطية فإن مقاومة الدحرجة تتأثر بحجم الإطار و مقدار ضغط الهواء فيه و كذلك بشكل سطح الإطار و تصميمه من الخارج أي الملامس للتربة.
- ❖ أما بالنسبة للمركبات المجنزرة كالجرارات مثلاً فإن مقاومة الدحرجة تتأثر بشكل رئيسي بنوعية سطح الطريق و طبيعته.
- ❖ من الملاحظ بأن دفع عربة يدوية محملة ذات دواليب مطاطية و بضغط مناسب داخل الدواليب على سطح خرساني صلب هو أسهل من دفعها بعد تخفيض الضغط ، هذا الاختلاف يعود إلى الاختلاف في مقاومة الدحرجة و السبب في ذلك أن مساحة التلامس بين الدواليب و سطح الطريق هي أقل في الحالة الأولى مما هي في الحالة الثانية.
- ❖ من جهة ثانية إذا كان سطح الطريق رخواً فإن الدواليب ذات الضغط العالي ستغوص نسبياً في السطح أكثر من ذات الضغط المنخفض و بذلك تزداد مقاومة الدحرجة بدلاً من أن تنخفض.
- ❖ في الطرق الترابية لا تبقى مقاومة الدحرجة ثابتة لأي طريق تحت ظروف جوية مختلفة و اختلاف نوعية التربة على طول الطريق.

Eng.Dana Akil

❖ إذا كانت التربة جيدة و مرصوصة بشكل مناسب و الطريق معامل بشكل جيد بإحدى آليات التسوية و إذا احتفظ بالرطوبة داخل التربة في الحدود المثالية فإن مقاومة الدحرجة لهذا السطح الترابي تكون تقريباً مساوية طريقاً خرسانياً أو مبلطاً اسفلتياً و لكن أحياناً و بعد فترة من المطر الشديد فإن الطريق الترابي يصبح طينياً و تزداد بذلك مقاومته للدحرجة.

❖ تقاس مقاومة الدحرجة عادة بمقدار القوة اللازمة kg لكل طن واحد على طريق أفقي ذي مواصفات معينة.

❖ لإيجاد مقاومة الدحرجة لطريق معين تُربط حافلة ذات وزن معلوم بماكنة سحب على الطريق الأفقي المعين و بقياس قوة الشد في السلك الرابط ما بين الآلية و الحافلة بوساطة جهاز قياس خاص يمكن تحديد مقاومة الدحرجة لذلك الطريق باستعمال المعادلة التالية :

$$R = \frac{P}{W} \quad (kg/ton)$$

حيث :

R : مقاومة الدحرجة (kg/ton)

P : قوة شد في السلك (kg)

W : الوزن الكلي للحافلة (ton)

❸ تأثير درجة ميل الطريق في جهد الجر المطلوب :

❖ عندما تتسلق مركبة سطحاً مائلاً فإن جهد الجر الكلي المطلوب لإبقاء المركبة تسير بسرعة منتظمة يزداد بازدياد درجة ميل السطح

❖ أما إذا كانت المركبة تنحدر على الطريق فإن جهد الجر يقل بازدياد درجة الميل.

❖ يُخمَّن ميل الطريق عادة على شكل نسبة مئوية و تكون هذه النسبة :

- موجبة إذا كان اتجاه سير المركبة صعوداً.
- سالبة إذا كان اتجاه سيرالمركبة نزولاً.

Eng.Dana Akil

❖ وُجِدَ بأن جهد الجر المطلوب لتحريك مركبة على سطح منحدر يزداد أو يقل حسب اتجاه الحركة بمقدار $10\ kg$ لكل طن من وزن المركبة و لكل $1\ \%$ من انحدار السطح.

❖ إنَّ القيمة التقريبية لـ P مقدرة بال kg للطن الواحد لمختلف الانحدارات يمكن حسابها بالمعادلة التالية :

$$P = 1000\ (kg) * \frac{\text{النسبة المئوية للانحدار}}{100} = 10(kg/t) * \text{الانحدار } \%$$

❐ مثال :

أوجد تأثير انحدار طريق ما في جهد الجر المطلوب لحركة شاحنة ذات وزن كلي مقداره $20\ \text{ton}$ صعوداً على سطح ذي ميل مقداره $5\ \%$

الحل :

$$P = 10(kg/t) * \text{الانحدار } \% = 10(kg/t) * 5 * 20 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{P = 1000kg}$$

لذلك فإن محرك الشاحنة يحتاج إلى $1000\ kg$ إضافية للتغلب على تأثير الانحدار ، أما إذا كانت الشاحنة تتحرك نزولاً على السطح فإن الجهد البالغ $1000\ kg$ يصبح قوة مساعدة لحركة الشاحنة.

❹ تأثير انحدار السطح في تعيين موقع حفرة الإمداد :

❖ إن بعض المهندسين و المقاولين لا يعطون احياناً الاهتمام اللازم لموقع جلب التربة بالنسبة لموقع الردميات الترابية من ناحية انحدار الطريق.

❖ و لكن من المفضل إذا سمحت الظروف أن يختار موقع جلب التربة من محل أعلى من محل الردميات الترابية لكي يساعد انحدار الطريق نزول الشاحنات المحملة من موقع جلب التربة إلى موقع الردميات الترابية مما يساعد على زيادة حمولة الشاحنات من ناحية و زيادة سرعتها من ناحية أخرى.

Eng.Dana Akil

❺ معامل الجر :

- ❖ هو المعامل الذي إذا ضرب بالوزن الكلي المسلط على الدواليب القائدة لنتج من ذلك أعلى جهد للجر بين الدواليب و السطح الملامس لها قبل انزلاق تلك الدواليب.
- ❖ من الممكن تحويل الطاقة المتولدة في أي محرك إلى جهد الجر في تلك الآلية إذا توفرت قوة جر مناسبة بين الدواليب القائدة للآلية و سطح الطريق فإذا لم يتوفر هذا المقدار من الجر فلا يمكن الاستفادة من الطاقة المولدة في المحرك.

❐ مثال :

إذا احتاجت مركبة إلى $4800\ kg$ قوة قبل أن يحدث الانزلاق في الدواليب و كان الوزن المسلط على الدواليب القائدة هو $8000\ kg$ فإن معامل الجر في هذه الحالة بين الدواليب و سطح الطريق هو $\frac{8000}{4800} = 0.6$

- ❖ إن معامل الجر يعتمد على نوعية الطريق من ناحية و نوعية الأخاديد على سطح الإطارات المطاطية أو شكل التصاميم في الإطارات المجنزرة و لذلك فمن الصعوبة بمكان تحديد و بشكل دقيق مقدار معامل الجر لمختلف أنواع الآلات و الطرق.

❐ مثال :

إذا كان الوزن الكلي على الدواليب القائدة لمركبة هو $18000\ kg$ و إن أعلى قوة سحب للمركبة هي $9000\ kg$ و إذا كانت المركبة تشتغل على سطح رملي رطب ذي معامل للجر قدره 0.3 فإن أعلى قوة للسحب قبل أن تنزلق الدواليب تساوي $18000 * 0.3 = 5400\ kg$ و نلاحظ هنا بغض النظر عن أعلى قوة سحب لمحرك المركبة فإن أعلى قوة سحب يمكن أن تعطيها هذه المركبة هي $5400\ kg$ قبل انزلاق دواليبها.

إذا استعملت هذه المركبة نفسها على طريق من التربة الجافة ذات معامل انزلاق الدواليب هي $18000 * 0.6 = 10800\ kg$ و نلاحظ أن المحرك لا يمكن أن يجعل الدواليب تنزلق على مثل هذا السطح لأن أعلى قوة للمحرك هي $9000\ kg$ و هي أقل من $10800\ kg$.

Eng.Dana Akil

❻ تأثير الارتفاع في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي :

- ❖ يتم تشغيل المحركات ذات الاحتراق الداخلي بوساطة خلط الأوكسجين من الهواء مع الوقود و حرقه لتحويل الطاقة الكامنة إلى طاقة ميكانيكية.
- ❖ لأجل الحصول على أعلى قدرة للمحرك يجب المحافظة على نسبة الخلط بين الأوكسجين و الوقود في أسطوانات الاحتراق.
- ❖ إذا انخفضت كثافة الهواء بسبب الارتفاع فإن كمية الأوكسجين المتواجدة في حجم الهواء ستقل أيضاً و لما كانت كل أسطوانة احتراق تسحب حجماً ثابتاً من الهواء لذلك فإن كمية الأوكسجين ستقل في هذا الحجم الثابت على ارتفاع معين من سطح الأرض ، و لما كانت نسبة الأوكسجين إلى الوقود هي نسبة ثابتة لكل محرك فعندما تقل كمية الأوكسجين بسبب الارتفاع عن سطح البحر فيجب أن تقل كمية الوقود كذلك ، و بالتالي ينعكس ذلك على قدرة المحرك.
- ❖ وُجِدَ من الناحية العملية بأن المحركات ذات الأشواط الأربعة تفقد قوتها بسبب الارتفاع عن سطح البحر بما يعادل $3\ \%$ من قوتها على سطح البحر لكل $300\ m$ بعد الـ $300\ m$ الأولى من سطح البحر.

◘ مثال :

المحرك ذو القدرة الحصانية البالغة 100 حصان على مستوى سطح البحر ستصبح قدرته على ارتفاع $3000\ m$ بالمقدار المذكور أدناه إذا كان من المحركات ذات الأشواط الأربعة :

$$\text{الفقدان بسبب الارتفاع} = \frac{(300 - 30000) * 100 * 0.03}{300} = 72 \text{ حصاناً}$$

$$\Longleftarrow \text{القدرة الحصانية الحقيقية} = 100 - 27 = 73 \text{ حصاناً}$$

- ❖ أما المحركات ذات الشوطين فإن الفقدان في قوتها يعادل $1\ \%$ من القدرة الحصانية لكل $300\ m$ بعد الـ $300\ m$ الأولى من سطح البحر.

Eng.Dana Akil

فمثلاً إذا كانت الآلية المذكورة أعلاه ذات شوطين بدلاً من أربعة عندئذ تحسب القدرة الحصانية الحقيقية كما يلي :

$$\text{الفقدان بسبب الارتفاع} = \frac{(300 - 30000) * 100 * 0.01}{300} = 9 \text{ أحصنة}$$

$$\Leftarrow \text{القدرة الحصانية الحقيقية} = 100 - 9 = 91 \text{ حصاناً}$$

- ❖ يُمكن التغلب على الفقدان في القدرة الحصانية بسبب الارتفاع و ذلك بتزويد المحرك بجهاز صغير يضغط الهواء داخل المحرك و بذلك يعوض عن قلة نسبة الأوكسجين و على أي ارتفاع.

❼ تأثير درجة الحرارة في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي :

- ❖ من المعروف أن أداء الآليات ذات الاحتراق الداخلي يقل في مواسم الحر بازدياد درجة الحرارة بينما يزداد أداؤها بانخفاض درجات حرارة الجو ، و يلاحظ هذه الظاهرة كل من يسوق السيارة عبر الصحراء خلال النهار و الليل.
- ❖ إن تأثير درجة الحرارة في أداء هذه الآليات قد درس بإسهاب من خلال تجارب مخبرية مختلفة و في الفقرة التالية سيتم بحث تأثير درجة الحرارة و الضغط في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي.

❽ تأثير درجة الحرارة و الضغط في أداء المحركات ذات الاحتراق الداخلي :

- ❖ لأجل تحديد قوة أي آلية من ذوات الاحتراق الداخلي فإن التجارب المخبرية التي تجرى عليها تكون عادة تحت الظروف القياسية (الضغط على مستوى سطح البحر $760\ mmHg$ و درجة الحرارة 15 °C) ، و في هذه الحالة فإن القدرة الحصانية التي تحدد تعرف بالقدرة الحصانية الفرملية (Brake horsepower).
- ❖ إذا أجريت التجارب تحت ظروف تختلف عن الظروف القياسية فيجب عندئذ استخدام القانون التالي لتحديد القدرة الحصانية تحت الظروف الجديدة :

Eng.Dana Akil

$$H_c = H_o * \frac{P_s}{P_o} * \sqrt{\frac{T_o}{T_s}} \qquad (✸)$$

حيث :

H_c : القدرة الحصانية المعدلة أو الفرملية في الظروف القياسية.

H_o : القوة الحصانية المقاسة من التجربة.

P_s : الضغط الجوي القياسي $(760mm$ من الزئبق$)$.

P_o : الضغط الجوي الحقيقي المقاس من التجربة $(mm$ من الزئبق$)$.

T_o: درجة الحرارة المطلقة الحقيقية = درجة الحرارة المئوية وقت التجربة + 273

T_s : درجة الحرارة المطلقة للظروف القياسية = 288°

▫ مثال :

فحص محرك آلة تحت الظروف المذكورة أدناه و المطلوب إيجاد القدرة الحصانية الفرملية لهذا المحرك تحت الظروف القياسية :

القدرة الحصانية المقاسة $= 86.43\ mmHg$

الضغط المقاس $= 750\ horses$, درجة الحرارة المقاسة $= 5.55℃$

الحل :

$$H_c = H_o * \frac{P_s}{P_o} * \sqrt{\frac{T_o}{T_s}}$$

$$H_c = 86.43 * \frac{760}{750} * \sqrt{\frac{273 + 5.55}{288}} = \quad \Rightarrow \quad \boxed{H_c = 86.09\ horses}$$

Eng.Dana Akil

❖ يستعمل الجدول (☸) التالي في إيجاد القدرة الحصانية لأي محرك من ذوي الأشواط الأربعة تحت تأثير أي درجة حرارة و أي ارتفاع فوق سطح البحر ، فإذا قيست درجة الحرارة و استعمل الضغط المردف للارتفاع عن سطح البحر من هذا الجدول فمن الممكن إيجاد القدرة الحصانية للمحرك باستعمال القانون (✷).

الارتفاع فوق سطح البحر $\langle m \rangle$	الضغط المقاس $\langle mmHg \rangle$
0	760
300	733
600	707
900	682
1200	656
1500	632
1800	608
2100	586
2400	564
2700	543
3000	522

Eng.Dana Akil

▫ مثال :

فُحِصَ جرار يدار بمحرك ذي أربعة أشواط تحت الظروف القياسية فوُجد أن قدرته الحصانية هي $130\ horses$ فما هي قدرته الحصانية المتوقعة على ارتفاع $1115\ m$ عن سطح البحر إذا كان معدل درجة الحرارة هو $22.2\ ℃$ ؟

الحل :

$$H_c = 130 \text{ حصاناً}$$

$$P_c = 760\ mmHg$$

$$P_o = 633\ mmHg \qquad \langle \text{من الجدول ☸} \rangle$$

$$T_s = 288℃ \qquad \Longrightarrow \qquad T_o = 273 + 22.2 = 295.2℃$$

$$H_o = H_c * \frac{P_o}{P_s} * \sqrt{\frac{T_s}{T_o}}$$

$$H_o = 130 * \frac{66.3}{76} * \sqrt{\frac{288}{295.2}} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{H_o = 112.1 \text{ horses}}$$

⟸ القدرة الحصانية للجرار ستنخفض إلى 112.1 حصاناً بسبب ازدياد الارتفاع عن سطح البحر و تغير درجة الحرارة.

❾ قوة الجر:

- ❖ هي قوة الجر الكلية التي يمكن للجرار تسليطها على أحمال مربوطة بها و تقدر عادة بال kg و تعادل هذه القوة الفرق بين قوة محرك الآلية و القوة الواجب صرفها لتحريك الآلية وحدها مضافاً إليها القوة اللازمة للتغلب على تأثير انحدار الطريق إن وجد.
- ❖ إن أداء الجرارات المجنزرة المصنعة في أمريكا المثبت من قبل المصانع يكون عادةً قد حسب اعتماداً على فحص مقاطعة نبراسكا (إحدى المقاطعات الأمريكية).
- ❖ لتحديد قوة جر الجرارات المجنزرة لسرع مختلفة نفترض بأن الطريق الذي أجرى الفحص عليه ذو مقاومة للدحرجة تعادل $50\ kg$ للطن الواحد. فإذا استعمل جرار على طريق ذي مقاومة للدحرجة تختلف عن $50\ kg/$ للطن فيجب عندئذ إجراء تعديل على قوة جره و ذلك بضرب وزن الجرار (بالأطنان) في الفرق بين معامل دحرجة الطريق و $50\ kg/ton$.

◻ مثال:

يزن جرار مجنزر $15\ ton$ و إن قوة جره $2600\ kg$ على طريق مستوٍ ذي مقاومة للدحرجة تعادل $50\ kg/ton$. احسب قوة جره الحقيقية على طريق مستوٍ ذي مقاومة للدحرجة تعادل $80\ kg/ton$ ؟

الحل:

Eng. Dana Akil

$$\text{النقصان في قوة الجر} = 15 * (80 - 50) = 450\ kg$$

$$\text{قوة الجر الحقيقية} = 2600 - 450 = 2150\ kg$$

❖ إن قوة جر أي جرار تتناسب عكسياً مع سرعته لذلك فإنها تكون في أعلى مستوى عندما يشغل الجرار في الترس الأول و تكون أقل ما يمكن في الترس الأعلى.

⑩ جر الإطار :

❖ هو قوة الجر بين دواليب القيادة المطاطية للجرار المدولب و سطح الطريق الذي يسير عليه.

❖ إذا كان معامل الجر بين الدواليب و سطح الطريق كبيراً بحيث يلغي احتمال انزلاق الدواليب على الطريق عندئذ فإن أعلى جر للإطار يعتمد على المحرك و نسبة الترس بين المحرك و الدواليب القائدة.

❖ أما إذا انزلقت الدواليب على الطريق فإن أعلى جر للإطار يعادل حاصل ضرب الضغط الكلي بين الدواليب و سطح الطريق في معامل الجر.

❖ يقاس جر الإطار عادة بال kg. و يمكن إيجاد جر الإطار باستعمال القانون التالي :

$$\text{جر الإطار} = \frac{272 * \text{القدرة الحصانية} * \text{الكفاءة}}{\text{السرعة}\ (km/hour)}$$

❖ إن قدرة معظم الجرارات و الشاحنات تتراوح ما بين $(0.8 \leftarrow 0.85)$.

▫ مثال :

ما هو مقدار جر الإطار لجرار مدولب ذي قدرة حصانية قدرها 140 حصاناً و يسير على الترس الأول بسرعة مقدارها $5.2\ km/hour$.

الحل : $$\text{جر الإطار} = \frac{272.2*140*0.85}{5.2} = 6229\ kg$$

❖ لأجل إيجاد مقدار قوة الجر التي يمكن للجرار استعمالها يجب أن يطرح من جر الإطار الخاص به مجموع القوى اللازمة للتغلب على مقاومة الدحرجة و تأثير أي انحدار في

Eng: Dana Akil

الطريق.

▫ مثال :

جر الإطار لجرار في الترس الاول يعادل $6000\ kg$ و يزن الجرار $12.4\ ton$. شغل الجرار صعوداً على طريق ذي ميل قدره $2\ \%$ و مقاومة للدحرجة مقدارها $50\ kg/ton$.

أوجد مقدار القوة الصافية التي يمكن للجرار استعمالها في جر أحمال أخرى.

الحل :

$$\text{جر الإطار} = 6000\ kg$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على تأثير الانحدار} = 12.4 * 10 * 2 = 248\ kg$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على مقاومة الدحرجة} = 12.4 * 50 = 620\ kg$$

$$\text{مجموع القوى الواجب طرحها} = 248 + 620 = 868\ kg$$

$$\text{القوة الصافية للجرار} = 6000 - 868$$

$$\Longrightarrow \boxed{\text{القوة الصافية للجرار} = 5132\ kg}$$

ثالثاً أسس حساب إنتاجيات الآليات :

Eng.Dana Akil

❶ مفهوم الإنتاجية :

❖ تعد إنتاجية العمل من أهم مؤشرات تقويم فعالية آليات البناء و استخدامها ، و يفهم من الإنتاجية الكمية المنتجة خلال واحدة الزمن (في الساعة أو في الوردية أو في السنة) ، و تقدر الكمية بالحجم المشغول (بالأمتار المكعبة) أو بالمساحة المشغولة (بالأمتار المربعة) أو بالوزن المشغول (بالطن).

❖ إن الإنتاجية مؤشر عام لآليات البناء تتعلق بعدد من الخصائص التصميمية و الاستثمارية للآلية في آن واحد ، مثل : معطيات الشكل الهندسي لجهاز العمل ، و خصائص الشد و السرعة للآلية ، و ميزات استخدام جهاز العمل ، و قيادة الآلية و سلامة العمل و سهولته عليها.

❷ دورة عمل آليات البناء :

❖ إن أشكال آليات البناء كثيرة جداً ، و تقسم كما ذكرنا سابقاً من ناحية طبيعة عملها إلى :
- آليات ذات عمل دوري متقطع
- آليات ذات عمل مستمر.

❖ في الآليات ذات العمل الدوري مثل البلدوزرات ، السكريبرات ، الحفارات وحيدة السطل ، التركسات ، يعمل الجهاز العامل لفترة جزئية من دورة العمل (كالحفر أو القشط أو الغرف مثلاً)، ثم تقوم الآلية خلال الفترة المتبقية بالنقل أو بالتفريغ و بعمل فارغ ، لكنه ضروري لاستكمال دورة العمل (كالدوران أو المناورة أو الحركة الخلفية للرجوع إلى جبهة العمل) ، أي أن كافة العمليات الضرورية لتنفيذ العمل تجري بشكل متسلسل ، و تسمى الفترة الزمنية لمجموع العمليات بدورة العمل $(\sum t_c)$.

❖ في الآليات ذات العمل المستمر التي تعد آليات عالية الإنتاج (مثل الحفارات متعددة السطول و حفارات الخنادق أو آليات التسوية و آليات الحرث) و التي تقوم بعمل مستمر لفترة طويلة نسبياً ، فإن كافة العمليات الضرورية لتنفيذ العمل الأساسي تجري في آن واحد دون تقطع ، عدا عمليات الدوران و المناورة التي لا تشكل فترة زمنية طويلة بالمقارنة مع فترة العمل الأساسي المستمرة للآلية خلال دورة العمل.

❖ تحدد الإنتاجية لكل نوع من هذه الآليات بشكل مختلف نظراً لاختلاف دورة العمل ، إلا أن الإنتاجية في كلتا الحالتين تتعلق بأبعاد جهاز العمل و سرعة الحركة، كما تؤثر في الإنتاجية قوى الدفع المبذولة على الحفر أو العمل المنتج، لأنه مع زيادتها يمكن مثلاً زيادة

Eng.Dana Akil

عمق الحفر، لكن ربما يؤدي ذلك إلى انخفاض في سرعة الحركة.

- ❖ لذلك فإن المؤشر الهام لتحديد إنتاجية مختلف الآليات ذات العمل الدوري أو المستمر هو استطاعة الآلية العظمى و قدرتها على العمل المطلوب.
- ❖ عند تعبئة سطل السكريبر تزداد قوة الشد على العجلات بـ $(3 - 2)$ مرات مع بلوغ الانزلاق على العجلات عدة مرات نسبة 100% ، مما يؤدي إلى انخفاض بشكل حاد و يتطلب دفعاً إضافياً من جرار لآخر ، أما خلال نقل التربة المقشوطة فتنخفض قوة الشد و تزداد سرعة الحركة.
- ❖ عند التفريغ تكون قوى الشد في البداية عالية نظراً للمقاومات الكبيرة، ثم تنخفض فيما بعد.
- ❖ عند حركة الآلية الفارغة تنخفض قوى الشد إلى أدنى قيمة لها، و تكون سرعة الحركة عظمى.
- ❖ يُبيِّن مخطط دورة عمل السكريبر اختلاف قوى الشد و سرعات الحركة خلال مراحل العمل ، و يتميز هذا المخطط أيضاً بعدم انتظام قوى الشد و سرعات الحركة خلال مراحل العمل.
- ❖ إنَّ مرحلة الحفر التي تتطلب قوى شد كبيرة تشكل نسبة غير كبيرة تقدر بـ $(15 - 30)\%$ من زمن دورة العمل، و مرحلة النقل و التفريغ للسكريبر أو الإزاحة للبلدوزر نسبة $(40 - 50)\%$ ، و زمن العمل الفارغ نسبة $(20 - 25)\%$ ، و زمن المناورة $(5 - 10)\%$.

❸ أشكال إنتاجية آليات البناء :

- ❖ نميز ثلاثة أشكال للإنتاجية : 1) **الإنتاجية التصميمية** (Q_o)

2) **الإنتاجية الفنية** (Q_t)

3) **الإنتاجية الاستثمارية** (Q_e)

1) **الإنتاجية التصميمية** (Q_o) :

- ➢ الإنتاجية النظرية القصوى التي تحققها الآلية مع افتراض ثبات العملية الإنتاجية و استمرارها و وجود معطيات و ظروف مثالية للآلية و لجهازها العامل .

Eng.Dana Akil

- تقدر بكمية التربة الموجودة في الأساس (بحالتها الطبيعية في الأرض) أو المساحة المشغولة خلال ساعة عمل واحدة.

- تحدد الإنتاجية التصميمية للآليات ذات العمل الدوري كما يلي :

لآليات الأعمال الترابية	➔	$Q_0 = V * n \quad \langle m^3/h \rangle$

لآليات الرفع و النقل	➔	$Q_0 = q * n \quad \langle t/h \rangle$

حيث :

V : الحجم النظري للسطل المنتج خلال دورة عمل واحدة $\langle$دورة/$m^3 \rangle$

q : وزن الحمل المرفوع أو المنقول خلال دورة عمل واحدة $\langle$دورة/$t \rangle$

n : عدد دورات العمل خلال الساعة $\langle$دورة/ساعة$\rangle$

$$n = \frac{3600}{\sum t_i}$$

$\sum t$: زمن دورة العمل الواحدة و تساوي مجموع الفترات الزمنية للعمليات خلال مراحل العمل للدورة الواحدة.

$$\sum t = t_1 + t_2 + t_3 + \cdots \qquad (sec/syc)$$

تحدد الفترات الزمنية (t_i) حسب نوع العملية المنفذة و ذلك انطلاقاً من المسافة الواجب قطعها (l_i) و سرعة الحركة (v_i) لهذه العملية أي : $t = \frac{l_i}{v_i}$

أو تفرض مباشرة لبعض العمليات الثانوية.

❖ تحدد الإنتاجية التصميمية للآليات ذات العمل المستمر كما يلي :

لآليات الأعمال الترابية	➔	$Q_0 = 3600 * A * V \quad \langle m^3/h \rangle$

Eng. Dana Akil

لآليات الحفر متعددة السطول	➔	$Q_0 = 3600 * \frac{V_i}{a} * V$	$\langle m^3/h \rangle$

لآليات تسوية التربة أو رصها	➔	$Q_0 = 3600 * \frac{V_i}{a} * V$	$\langle m^3/h \rangle$

حيث :

V : سرعة الحركة للجهاز العامل $\langle m/sec \rangle$

A : سطح مقطع الحفر لعنصر العمل، أو سطح المقطع للمواد المنقولة $\langle m^2 \rangle$

n : عدد دورات العمل خلال الساعة ⟨دورة/ساعة⟩

a : الخطوة بين السطول في جهاز الحفر متعدد السطول $\langle m \rangle$.

l : عرض جهاز العمل للمحراث أو للمدحلة $\langle m \rangle$.

- يمكن تحديد سرعة الحركة بشكل وسطي خاصة لآليات التسوية أو الرص من العلاقة التالية :

$$V = \frac{L}{\sum t}$$

حيث L : طول المسافة المشغولة خلال دورة عمل واحدة ⟨م/دورة⟩.

2) الإنتاجية الفنية (Q_t) :

- هي الإنتاجية القصوى الممكنة و الفعلية التي تحققها الآلية خلال العمل المتواصل في ظروف محددة و تأخذ بالاعتبار :
  - امتلاء جهاز أو تعبئته (لسطول الحفر أو الغرف أو القشط)
  - الضياعات في كمية التربة أو المواد عند إزاحتها أو نقلها و تفريغها (للشفرة و

Eng. Dana Akil

السطول)

- انخفاض سرعة الحركة النظرية خلال العمل.

➢ أي تأخذ بالاعتبار السرعات الفعلية للعمل و العوامل الفنية الأخرى المؤدية إلى زيادة الفترة الزمنية لدورة العمل مثل الظروف الصعبة لعمل الآلية و قيادتها.

➢ تقدر الإنتاجية الفنية بالكمية المنتجة خلال ساعة واحدة و تحدد من العلاقة :

$$Q_t = Q_o * \frac{k_v}{k_r} * k_t$$

حيث :

k_v : معامل ملء السطل أو تعبئته و يحدد حسب نوع التربة و المواد المنقولة و شكل السطل الهندسي و يؤخذ عادة : $(0.8 - 1.3)$ للسطول ، $(0.75 - 1)$ للشفرات.

k_r : معامل خلخلة التربة و يؤخذ حسب نوع التربة $(1.08 - 1.8)$.

k_t : معامل يأخذ بعين الاعتبار ازدياد الفترة الزمنية لدورة العمل بالمقارنة مع الدورة النظرية نظراً لانخفاض سرعات العمل الفعلية عن النظرية و يحدد بالحساب و تتراوح قيمته حسب ظروف الفعل في المجال $(0.7 - 0.9)$.

➢ يهدف حساب الإنتاجية الفنية للآليات إلى تحديد القدرة الإنتاجية القصوى و الممكنة للآلية في ظروف عمل محددة كمؤشر أعلى ، و يستخدم هذا المؤشر لمقارنة آليات متعددة من ذات الصنف و النوع أو لمقارنة أجهزتها العاملة ذات الأشكال المختلفة.

➢ كما يؤخذ كمؤشر لمقارنة الإنتاجية النوعية المنسوبة لوزن الآلية ، أو لاستطاعتها ، أو لمعدل استهلاكها من الوقود ، أو لقوى الشد على العجلات أو السلاسل.

3) **الإنتاجية الاستثمارية** (Q_e):

➢ هي الإنتاجية الفعلية التي تحققها الآلية على أن يؤخذ بالاعتبار:

أولاً : التوقفات الطويلة خلال العمل لأسباب تنظيمية و فنية منسوبة لوردية العمل الواحدة (و هي التوقفات لضرورات العمل، و من أجل التزود بالوقود و تنفيذ الصيانات الدورية).

ثانياً : نوع التربة و ظروف مكان العمل من ناحية سهولة أو صعوبة معاملة التربة و

Eng.Dana Akil

وجود الميول و ظروف قيادة الآلية من ناحية الرؤيا أو العوامل الجوية.

ثالثاً : مهارة السائق في استخدام الآلية الواحدة أو بالاشتراك مع آليات أخرى.

- تعبر الإنتاجية الاستثمارية عن مدى الاستخدام الفعلي للآلية في واحدة الزمن بمقارنتها مع الإنتاجية الفنية ، و تقدر بالكمية المنتجة خلال ساعة عمل واحدة ، و تحدد من العلاقة :

$$Q_e = Q_t * k_1 * k_2 * k_3$$

حيث :

k_1 : معامل يعبر عن مدى الاستفادة من الآلية خلال زمن الوردية الواحدة ، و يؤخذ في المجال $(0.85 - 0.65)$.

k_2 : معامل يأخذ بعين الاعتبار نوع التربة و صعوبة حفرها أو تشغيلها و ملاءمة شكل جهاز العمل لها ، و وجود الميول في مكان العمل ، و يكون أكبر من (1) للظروف السهلة أو المناسبة ، و أصغر من (1) للظروف الصعبة و الشاقة.

k_3 : معامل يعبر عن مهارة السائق و ظروف المناخ و الرؤيا ، و يؤخذ حسب درجة مهارة السائق و ظروف القيادة في المجال $(1 - 0.5)$.

- و يمكن أن يزداد إنتاج الآلية بنسبة $\%(25 - 10)$ عند استخدام طرق تنظيم متقدمة في العمل.
- من أهداف حساب الإنتاجية الاستثمارية تحديد قدرة إنتاج الآلية الفعلي في الظروف الاستثمارية المعينة و تحديد حالة الآلية الفعلي في الظروف الاستثمارية المعينة و تحديد حالة الآلية الفنية و جودة أعمال الصيانة و الإصلاح الجارية عليها بمقارنتها مع الإنتاجية الفنية أو التصميمية للآلية.

❹ شروط رفع إنتاجية آليات بناء الطرق :

- إحدى المهمات الأساسية القائمة أمام الفنيين المصممين و المستثمرين لآليات بناء الطرق.
- هي رفع الإنتاجية الفعلية الاستثمارية للآلية و تخفيض الفرق بينها و بين الإنتاجية النظرية التصميمية لها.
- إن هذه المهمة يمكن تحقيقها إذا توفرت الشروط التالية :

Eng. Dana Akil

الشرط الأول : التصميم المتقن لجملة نقل الحركة و قيادتها الذي يتيح بشكلٍ كامل الاستفادة من خصائص الشد و السرعة للآلية ، ◘ على سبيل المثال:

- تتطلب بعض الآليات خلال عملها قوى دفع و شد كبيرة لتنفيذ العمل المطلوب و بسرعات منخفضة ، في هذه الحالة نظام العمل الأمثل الذي يعطي الإنتاجية الأعلى هو العمل على قوى دفع كبيرة دون حدود التزحلق و ضياع السرعة ، أي عندما تكون استطاعة الشد المستفاد منها في حدها الأعلى و يكون مردود الشد أعظمياً.
- كما تعمل بعض الآليات في حالات أخرى على سرعات عالية نظراً لانخفاض قوى المقاومة عند تنفيذ العمل المطلوب و في هذه الحالة أيضاً يكون نظام العمل الأمثل و الذي يعطي الإنتاجية الأعلى هو العمل بسرعات عالية بحيث تكون الاستطاعة المستجرة من الآلية و المستفاد منها في حدها الأقصى.

الشرط الثاني : التصميم المتقن لأجهزة العمل و قيادتها الذي يؤمن تنفيذ العمل المطلوب بأقل مجهود و ضياع ممكن و بفترة زمنية قصيرة.

- إن أجهزة العمل المتقنة و الملائمة لظروف العمل المختلفة من شأنها أن تخفض كثيراً مقاومات العمل و زمن دورته و بالتالي تؤدي إلى زيادة إنتاج الآلية.
- في هذا المجال تنتج بعض الشركات الصانعة لآليات بناء الطرق أجهزة عمل مختلفة و متعددة لكي تركب على الآلية الواحدة تبعاً لظروف العمل الخاصة.
- كما يستخدم في بعض سطول قشط التربة كبيرة الحجم سير متحرك خاص يتوضع فوق شفرة قشط التربة للمساعدة في دفع التربة إلى داخل السطل للحصول على ملء كبير له و في تخفيض مقاومات العمل أيضاً.
- من الهام جداً عند استثمار الآليات اختيار مواصفات الآلية من حيث استطاعتها و أبعاد جهاز العمل و حجمه و نوعه بحيث تتلاءم مع ظروف العمل المطلوبة.

الشرط الثالث : الاستخدام الأمثل للآلية من ناحية اختيار طرق العمل المتقدمة و تنظيمه عند عمل الآلية بمفردها أو مع مجموعة من الآليات بشكل مشترك.

- و هذا يتطلب وضع مخطط تنفيذي للعمل يبين:
  - تسلسل العمليات الإنتاجية
  - أنواع الآليات و مواصفاتها المطلوبة لتنفيذه
  - أبعاد جبهة العمل و طول شوط عمل كل آلية.

Eng.Dana Akil

- إن هذه الإجراءات التنظيمية في الاستخدام تخفض إلى الحد الأدنى توقفات الآلية مما يرفع من فعالية استخدامها خلال الزمن و يزيد من إنتاجها.

الشرط الرابع : تنفيذ الصيانات و الإصلاحات كافةً في الوقت الملائم و بشكل دوري و مخطط و وضع إمكانات خاصة لتنفيذ ذلك في أماكن عمل الآليات و مراكز تجمعها.

- إن هذا النظام الوقائي يحفظ الآلية في حالة فنية جيدة و يجدد قدرتها على العمل و يقلل إلى أدنى حد الأعطال الطارئة ، و هذا يعني تخفيض توقفات الآلية و التي تؤدي أحياناً إلى توقف كبير في كامل جبهة العمل لآليات أخرى تعمل سوية.
- لذلك من الضروري جداً تخطيط توقفات الآلية من أجل الصيانات و الإصلاحات الدورية و رفع جاهزيتها للعمل.

﴿ انتهى ملخص المحاضرة الأولى ﴾

Eng.Dana Akil