

قاعدة شبه المنحرف Trapezoidal Rule

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون حدود القطعة على شكل خطوط مستقيمة متكسرة ، او عندما تكون الفترة المتساوية بين الاعمدة قصيرة بحيث تقترب الحدود المنحنية من مستقيمات متكسرة بين الاعمدة.

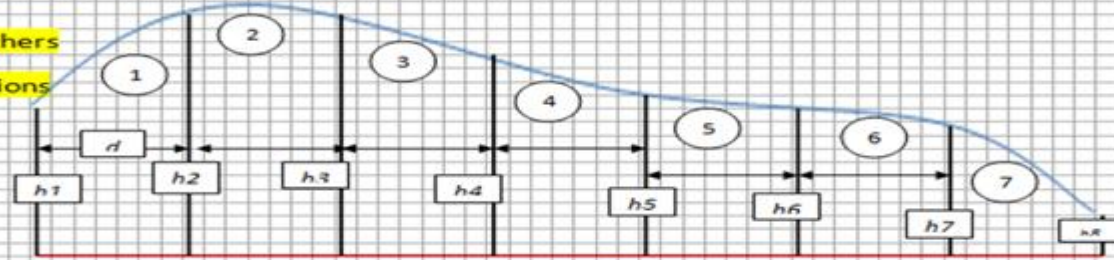
بشكل عام وفي حالة كون الفترة (d) غير متساوية ، يتم تطبيق المعادلة ادناه على كل جز (شبه منحرف) من ، ثم يتم جمع مساحة جميع الاجزاء للحصول على المساحة المطلوبة (، y_1, y_2 اعمدة، d = طول القاعدة)

$$A = \frac{(y_1 + y_2)}{2} \cdot d$$

اما في حالة كون تقسيم الخط المستقيم الى اجزاء فترات متساوية (d=) ، فيتم بالطريقة التالية :-

Trapezoidal Method:

This method and the others are used for determinations of areas for irregular shapes



$$\text{Area of trapezoid 1} = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot d$$

$$\text{Area of trapezoid 2} = \frac{h_2 + h_3}{2} \cdot d$$

$$\text{Area of trapezoid 7} = \frac{h_7 + h_8}{2} \cdot d$$

$$\text{Area} = \Sigma \text{Area of trapezoids} = \frac{d}{2} (h_1 + 2h_2 + 2h_3 \dots \dots \dots + 2h_7 + h_8)$$

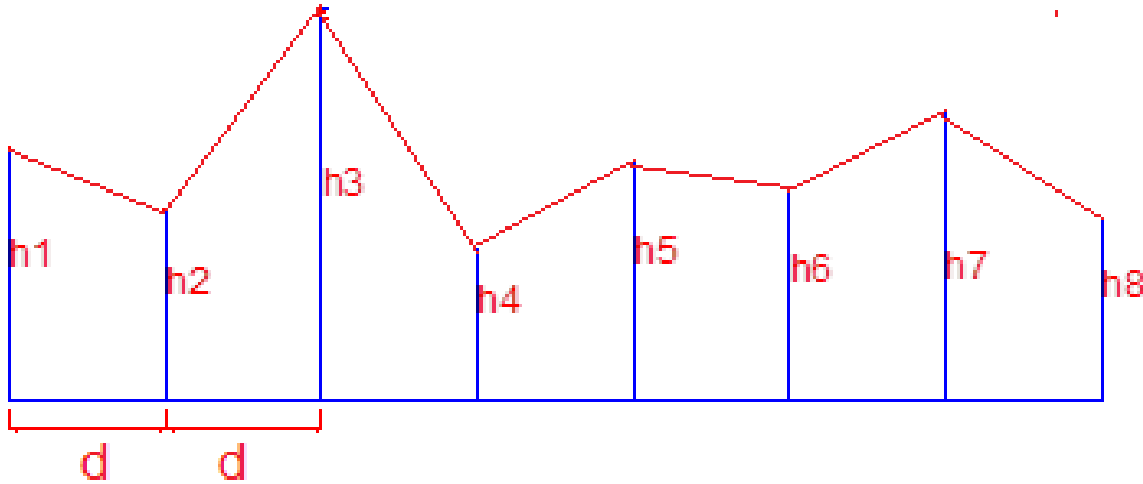
$$\text{Area} = = \frac{d}{2} (h_1 + h_8 + 2h_2 + 2h_3 \dots \dots \dots + 2h_7 +)$$

$$\text{Area} = = d \left(\frac{h_1 + h_8}{2} + h_2 + h_3 \dots \dots \dots + h_7 \right)$$

$$\text{Area} = = d \left(\frac{h_1 + h_n}{2} + h_2 + h_3 \dots \dots \dots + h_{n-1} \right)$$

مثال: جد مساحة قطعة الارض في الشكل ادناه بطريقة **Trapezoidal Rule**.

إذا كان عرض قاعدة المقطع أعلاه $d = 2 \text{ m}$ والارتفاعات العمودية هي بالشكل التالي:
 $h_1 = 4.8 \text{ m}$, $h_2 = 3.8 \text{ m}$, $h_3 = 3.4 \text{ m}$, $h_4 = 4.8 \text{ m}$, $h_5 = 4 \text{ m}$, $h_6 = 4.1 \text{ m}$,
 $h_7 = 4.3 \text{ m}$, $h_8 = 2 \text{ m}$



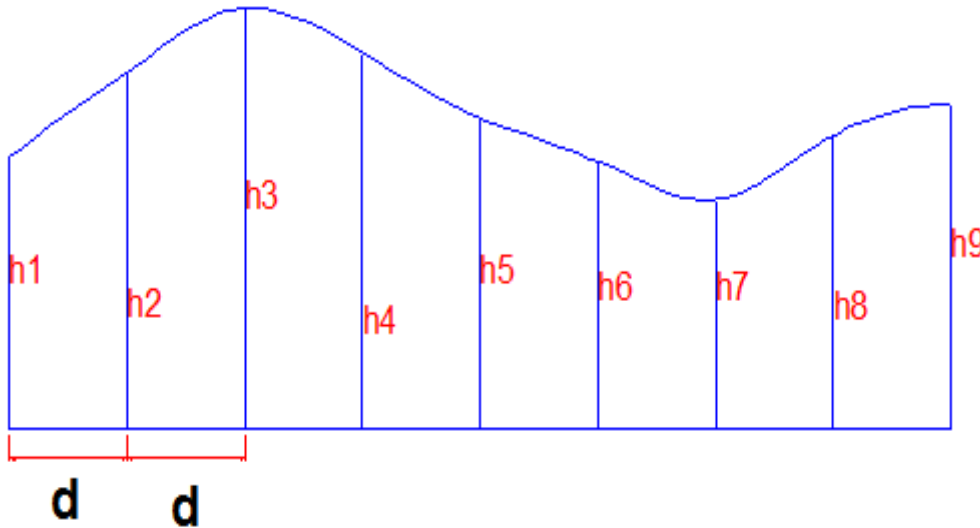
$$A_T = d \left[\left(\frac{h_1 + h_n}{2} \right) + \sum_{i=2}^{i=n-1} h_i \right] = 2 \left[\left(\frac{4.8 + 2}{2} \right) + 3.8 + 3.4 + 4.8 + 4 + 4.1 + 4.3 \right]$$

$$A_T = 55.6 \text{ m}^2$$

. طريقة سمبسون Simpson's Rule :

وهذه الطريقة مبنية على اعتبار ان الحدود الطبيعية للشكل المراد حساب مساحته هي حدود منحنية بطريقة معينة بحيث يمكن اعتبار ذلك التعرج عبارة عن منحنى لدالة من الدرجة الثانية، أي انه يمكن اعتبار كل ثلاث نقاط واقعة على منحنى الدالة هي مختلفة عن الثلاث نقاط الأخرى باعتبارها تقع على منحنى دالة أخرى. لذلك تحسب المساحة لكل ثلاثة أعمدة على حدة عندما تكون المسافات فيما بينها غير متساوية، إما إذا كانت المسافة متساوية لكل الأعمدة فتحسب المساحة الكلية على أساس جزء واحد بشرط أن يكون عدد الأعمدة **فردياً. وتعطي هذه الطريقة نتائج ادق.** إن القانون العام لحساب المساحة بطريقة سمبسون هو كالآتي:

$$A_S = \frac{d}{3} \left[h_1 + h_n + 4(\sum h_{even}) + 2(\sum h_{odd}) \right]$$



حيث ان:

A_S = المساحة بطريقة سمبسون

b = عرض قاعدة القطعة (الشريحة) الواحدة

$h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ = ارتفاعات القطع (الشرائح)

ويجب ان يكون عددها فردياً .

مثال: إذا كانت قاعدة الشكل أعلاه بعرض 1.5 متر

وارتفاعات الأعمدة كالتالي:

$h_1 = 2.25 \text{ m}, 3.3 \text{ m}, 3.6 \text{ m}, 2.95 \text{ m},$
 $1.75 \text{ m}, 1.4 \text{ m}, 1.6 \text{ m}, 2.1 \text{ m}, 2.7 \text{ m}$

اوجد مساحة الشكل بطريقة سمبسون

$$A_S = \frac{1.5}{3} \left[2.25 + 2.7 + 4(3.3 + 2.95 + 1.4 + 2.1) + 2(3.6 + 1.75 + 1.6) \right] = 28.925 \text{ m}$$

مثال: إذا كان عرض قاعدة المقطع أعلاه $d = 2 \text{ m}$ والارتفاعات العمودية هي بالشكل التالي:

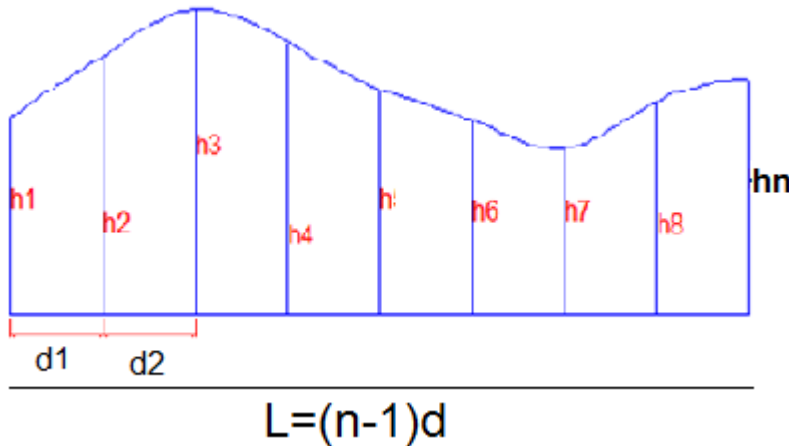
$$h_1 = 4.8 \text{ m}, h_2 = 3.8 \text{ m}, h_3 = 3.4 \text{ m}, h_4 = 4.8 \text{ m}, h_5 = 4 \text{ m}, h_6 = 4.1 \text{ m}, \\ h_7 = 4.3 \text{ m}, h_8 = 2 \text{ m}$$

- احسب مساحة المقطع باستخدام طريقة شبه المنحرف **Trapezoidal Rule**.

- احسب مساحة المقطع بطريقة **Simpson's Rule**.

طريقة متوسط الاعمدة Average offsets formula

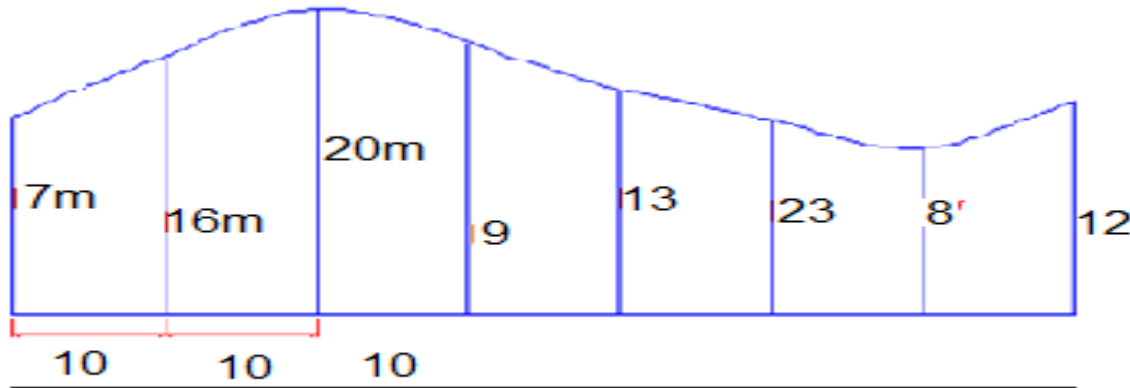
يستخدم هذا القانون لغرض حساب المساحات بصورة تقريبية وعلى نطاق قليل.



$$A = \left(\frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n}{n} \right) \cdot L = \frac{\sum h}{n} (n-1)d$$

اطوال الاعمدة المقامة h_1, \dots, h_n
 الفترة المتساوية بين الاعمدة n
 $L = (n-1)d$ = طول خط التضليع
 في حالة ان الفترات متساوية*

مثال: جد مساحة قطعة الارض في الشكل ادناه.



$$L=(n-1)d$$

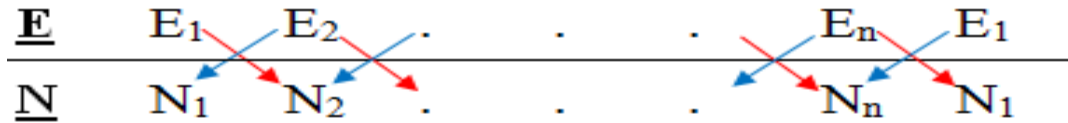
$$A = \frac{\sum h}{n} (n-1)d = \left(\frac{7+16+20+9+13+23+8+12}{8} \right) * 70$$

جد المساحة بطريقة شبه المنحرف ، سمبسون؟؟

4. طريقة الإحداثيات:

ويتم حساب مساحة الشكل الهندسي (أو المقطع العرضي) بعد معرفة إحداثيات نقاطه، ويتم حساب ضعف المساحة باستخدام القانون التالي:

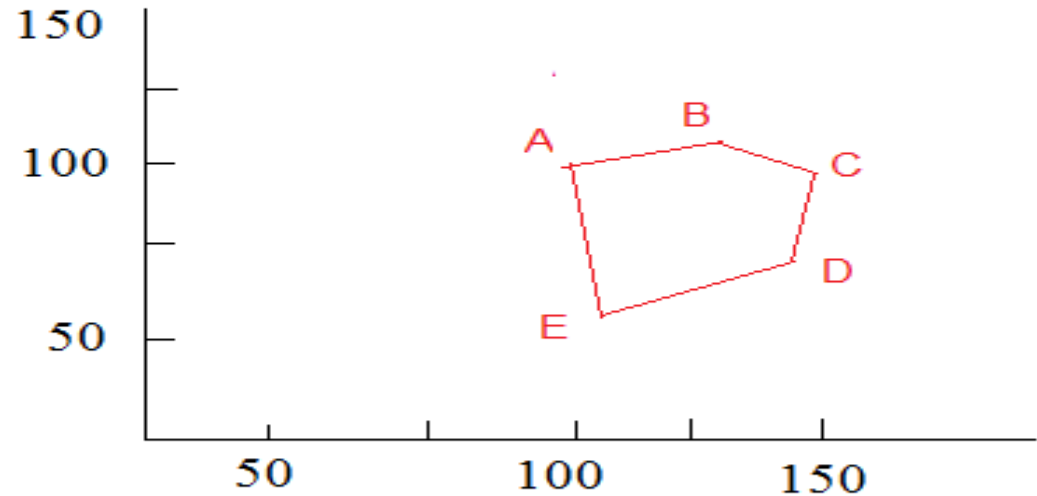
$$2A = \left| (E_1N_2 + E_2N_3 + \dots + E_nN_1) - (N_1E_2 + N_2E_3 + \dots + N_nE_1) \right|$$



مثال: اوجد مساحة المضلع ABCDE بالدونم إذا علمت ان إحداثيات نقاطه هي كالتالي:

A(100,100), B(130,110), C(150, 90), D(140,70), E(110, 60)

<u>E</u>	<u>N</u>
100	100
130	110
150	90
140	70
110	60
100	100

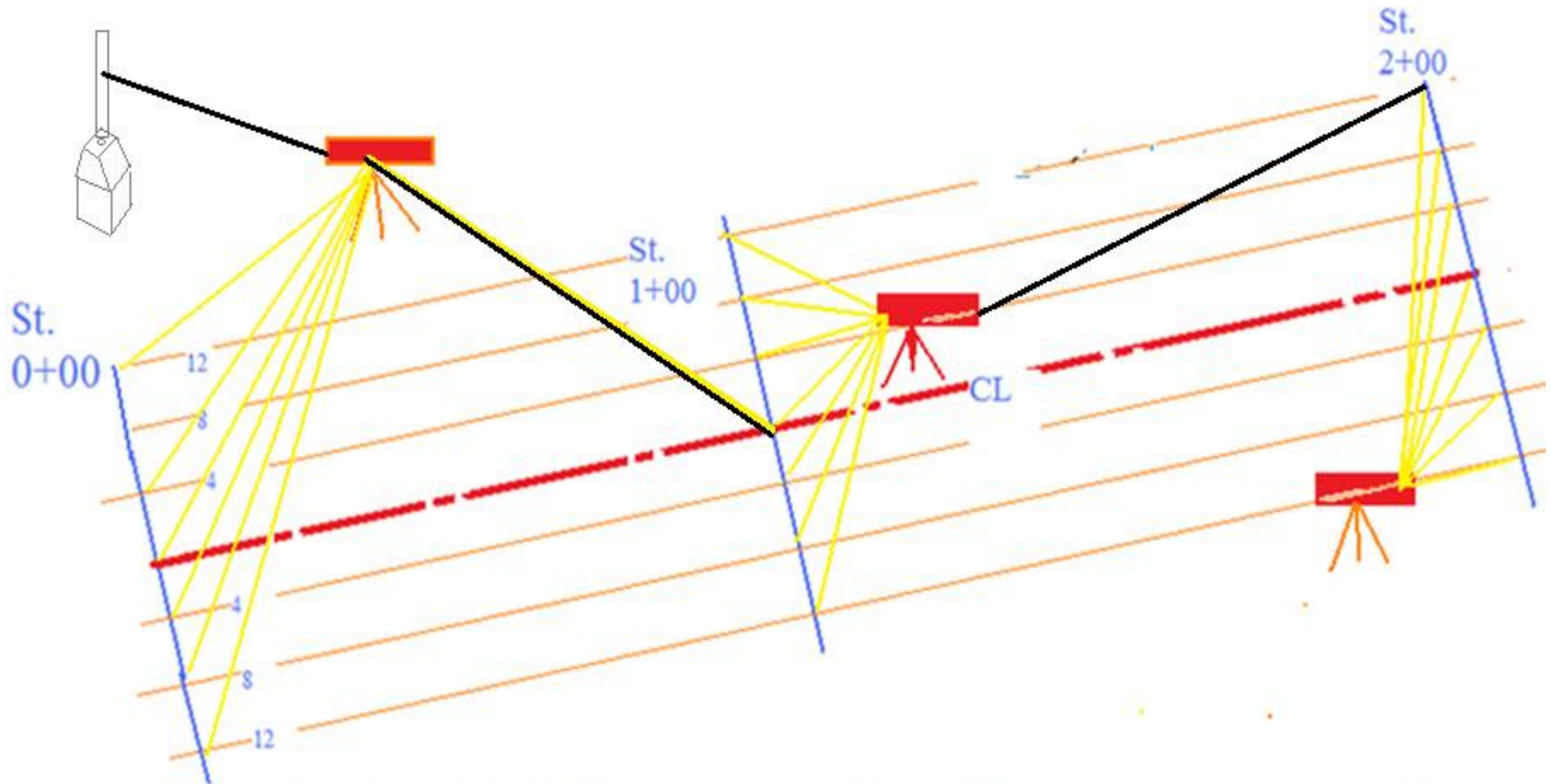


$$2A = |(100*110 + 130*90 + 150*70 + 140*60 + 110*100) - (100*130 + 110*150 + 90*140 + 70*110 + 60*100)|$$

$$2A = 3200 \text{ m}^2 \rightarrow A = 1600 \text{ m}^2$$

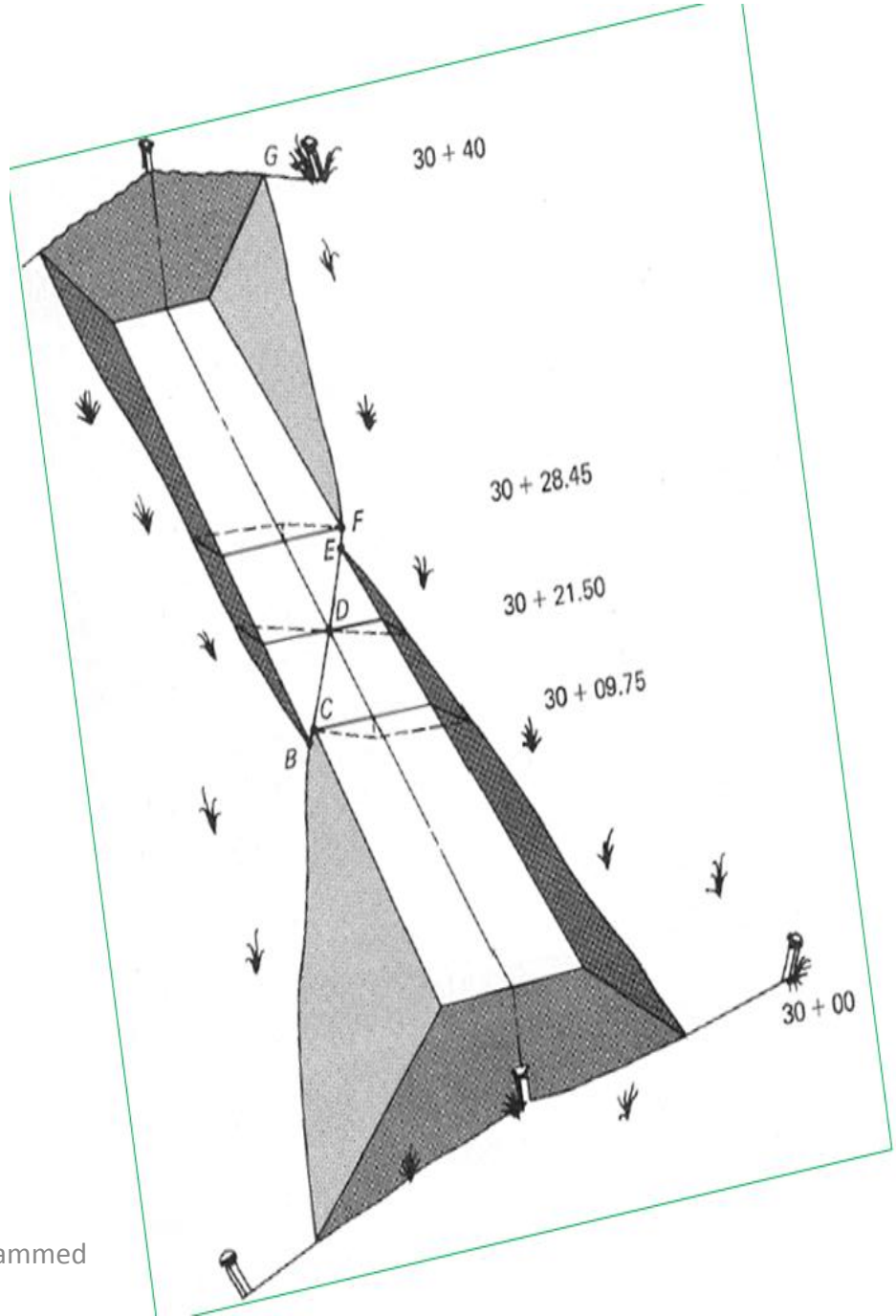
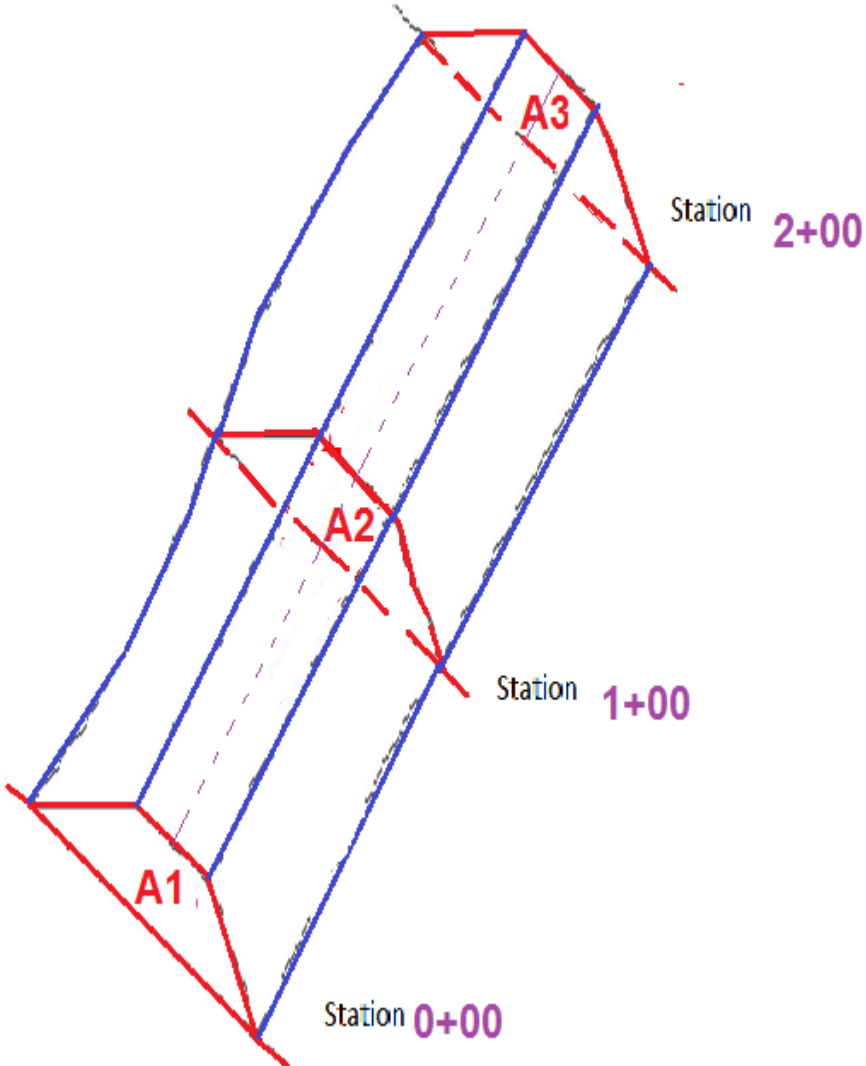
المساحة بالدونم = 1600/2500

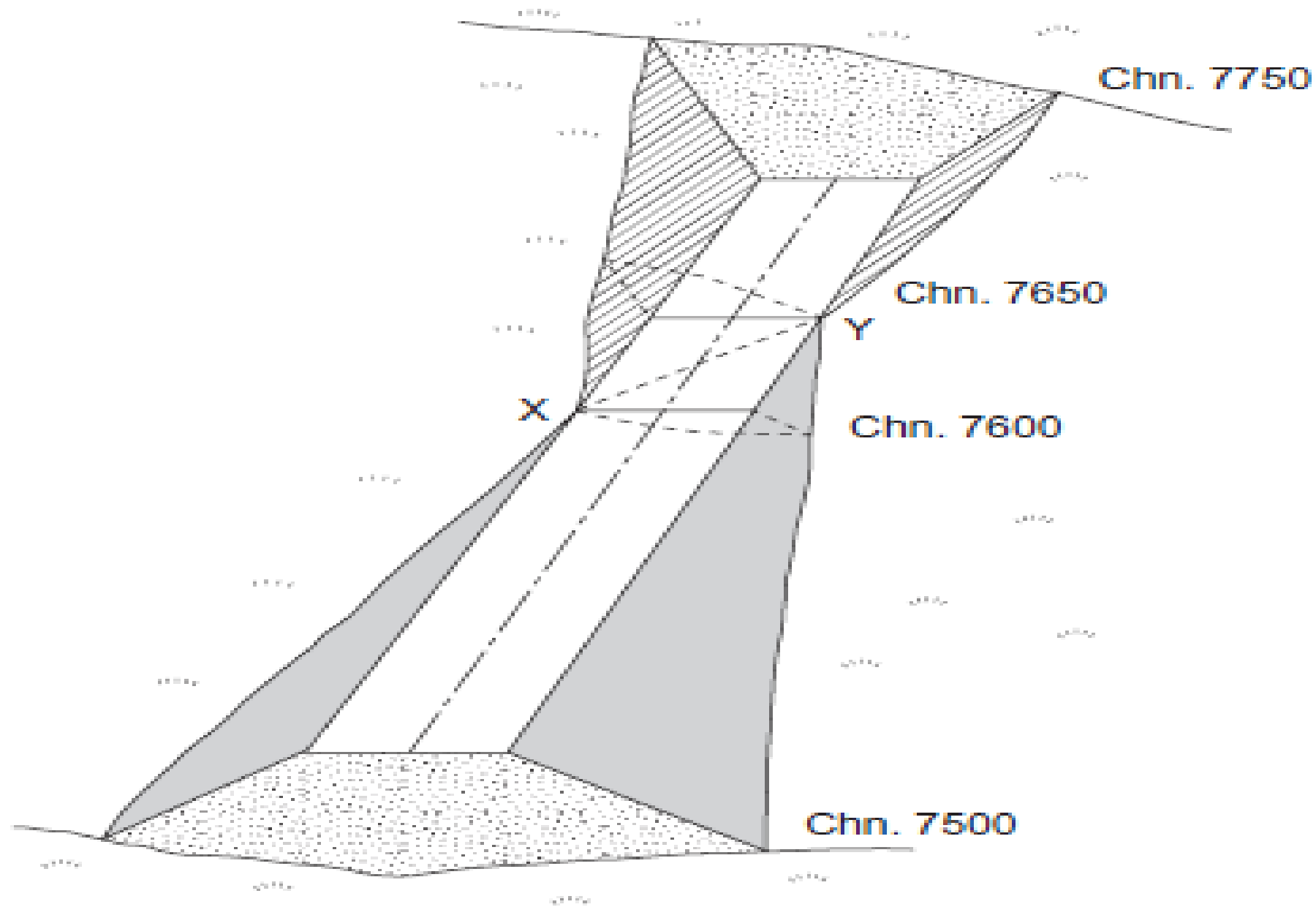
Road Survey for Profile And Cross Sections

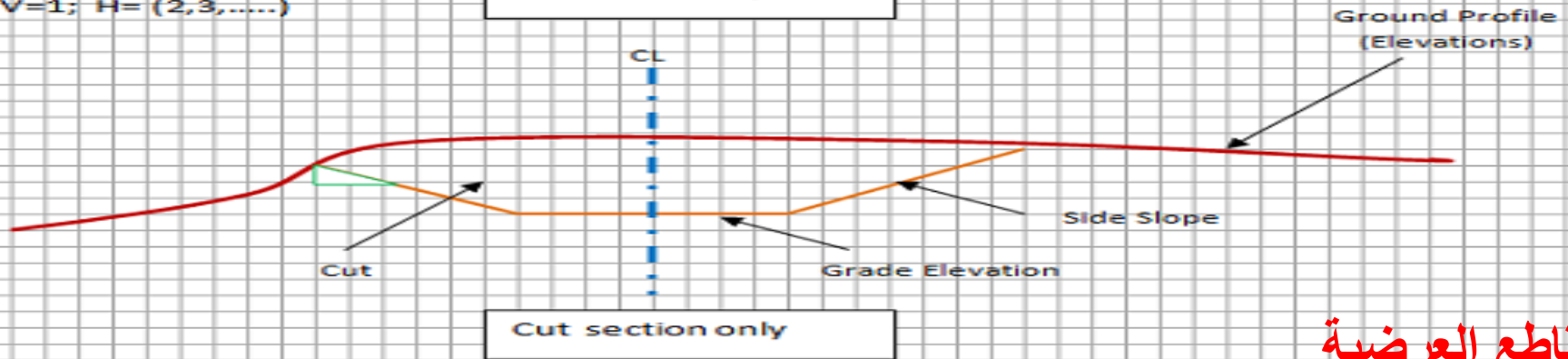
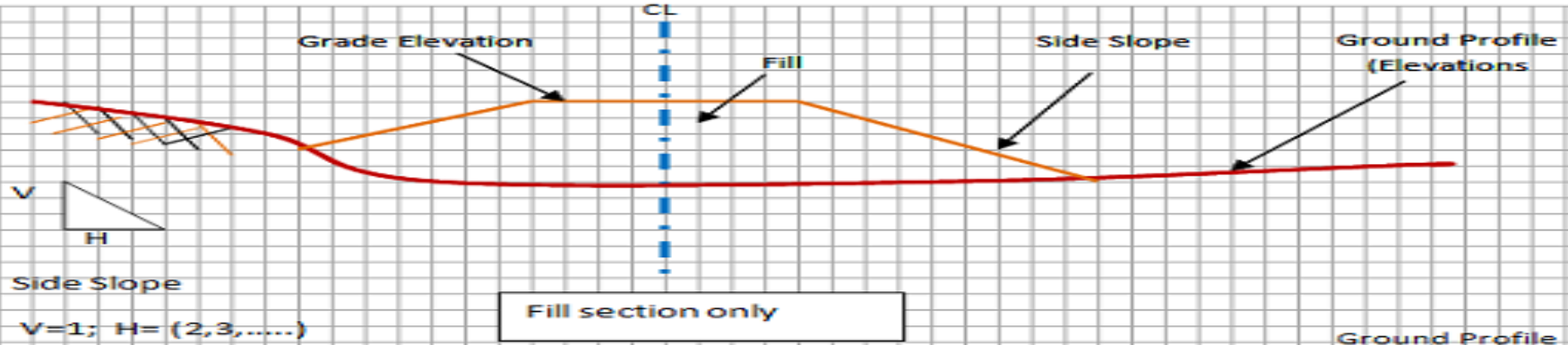


Plan showing Road Center Line CL and location of main stations along Route with Location of Instrument for taking Leveling

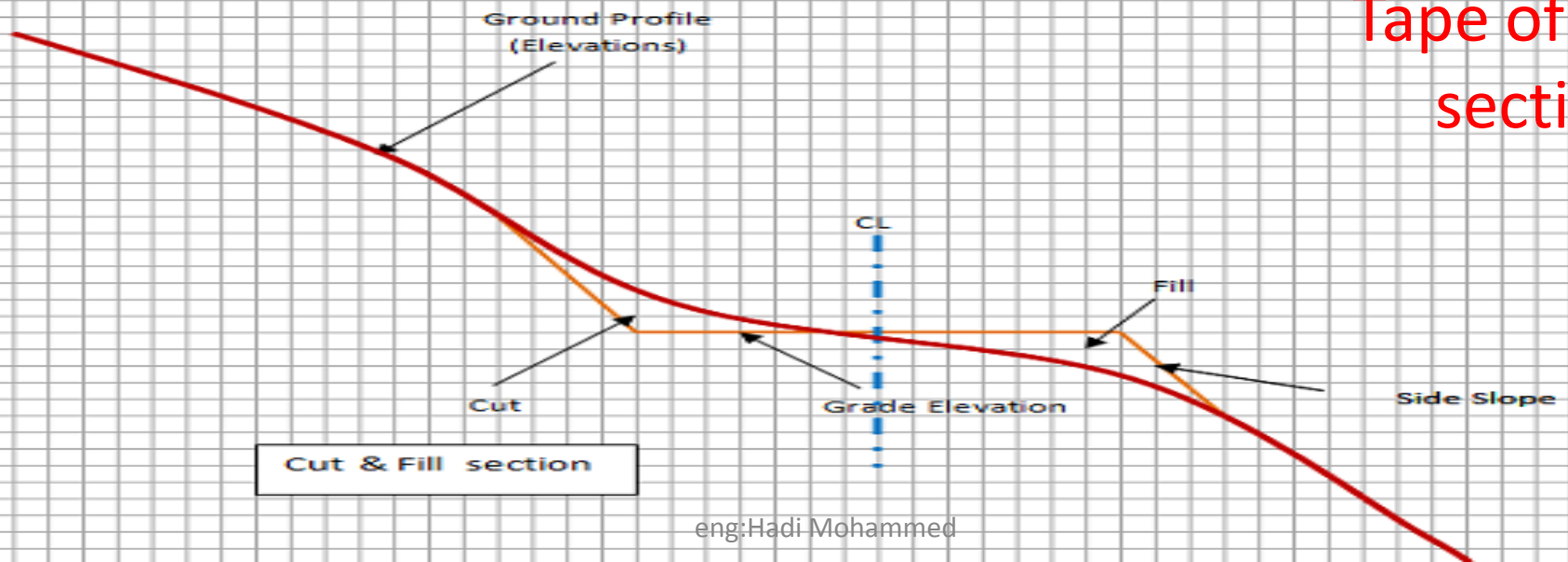
Road View







انواع المقاطع العرضية
Tape of cross
section



حساب مساحة المقاطع العرضية :Area Measurement for Cross-Sections

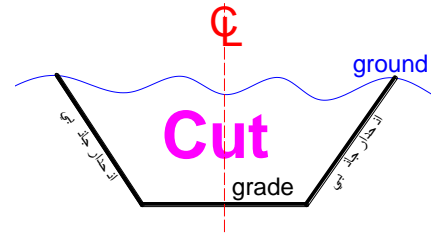
يتم الحصول على المقطع الطولي لسطح الأرض على امتداد الخط المركزي باستخدام التسوية الطولية حيث تحسب مناسب النقاط على فترات معينة كل (100 m) تدعى بالمحطات Stations. ثم يرسم المقطع الطولي لسطح الأرض ويدعى بخط الأرض Ground Line، ويرسم معه المقطع الطولي لسطح الإنشاء على امتداد الخط المركزي وبانحدار

ثابت يختار بموجب مواصفات معينة ويدعى بخط الإنشاء Grade Line. ويتم الحصول على المقطع العرضي لسطح الأرض والذي يكون عمودياً على المقطع الطولي باستخدام عملية التسوية العرضية Cross-section leveling حيث تحسب مناسب النقاط على جانبي الخط المركزي يميناً ويساراً. ثم يرسم المقطع العرضي لكل مسافة معينة وحسب المواصفات (20 متر أو 50 متر أو 100 متر) حيث يحدد المقطع العرضي سطح الإنشاء وسطح الأرض والانحدار الجانبي لكلا الجانبين.

هنالك ثلاثة أشكال رئيسية من المقاطع العرضية:

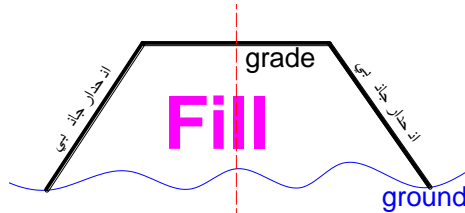
أ. مقطع حفر (قطع) Cut Section:

حيث يكون سطح الأرض أعلى منسوباً من سطح الإنشاء



ب. مقطع ردم (دفن) Fill Section:

حيث يكون سطح الأرض أوطى منسوباً من سطح الإنشاء



ج. مقطع جانبي (مقطع في جانب التل) Hill- Side section:

حيث يكون سطح الأرض أعلى منسوباً في جانب من سطح الإنشاء وأوطى في الجانب الآخر (أي انه يحتوي على ردم وحفر في نفس الوقت).

ويعرف الانحدار الجانبي Side Slope لأي مقطع عرضي بأنه النسبة بين وحدة مسافة رأسية إلى عدد من وحدات المسافة الأفقية ويكتب بالشكل التالي:

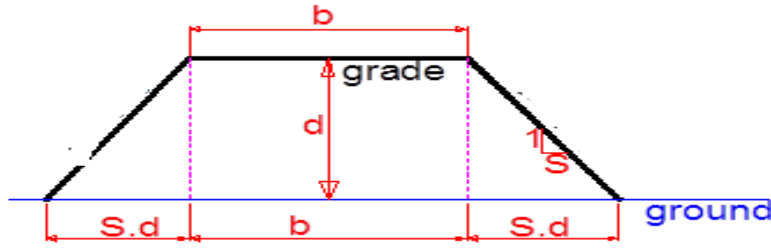
$$\frac{1}{S}$$

أو 1: S

الطرق الحسابية لحساب مساحة المقاطع العرضية:

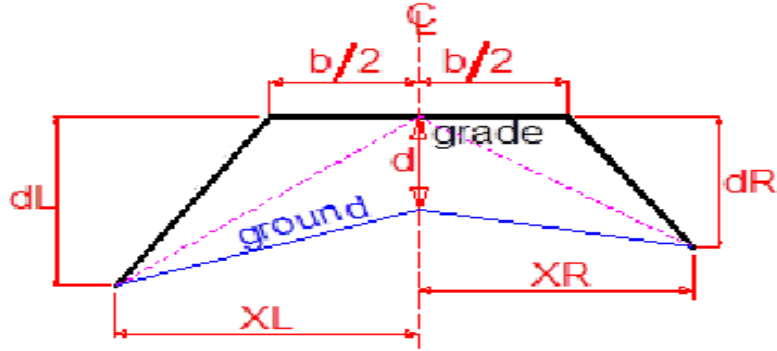
١. حساب مساحة مقطع مستوي (منسوب واحد لسطح الأرض)

$$A = d (b + S.d)$$



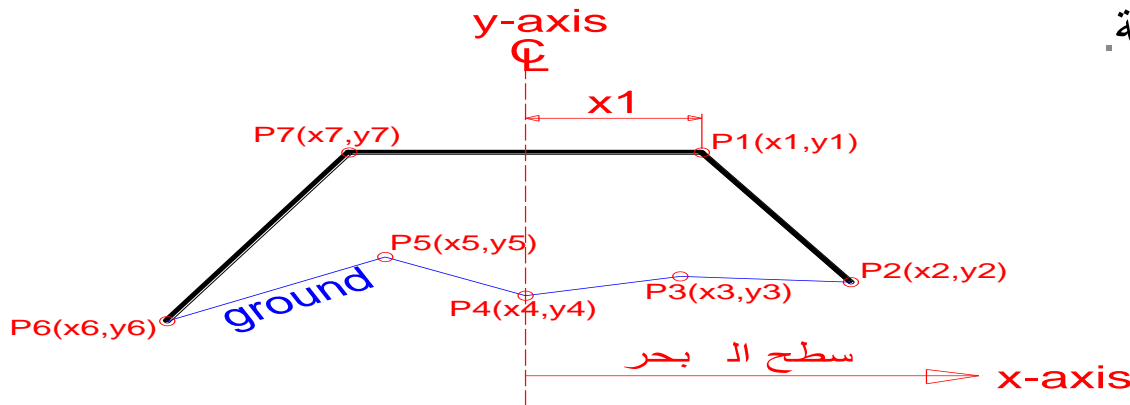
٢. حساب مساحة مقطع عرضي ذي ثلاثة مستويات (ثلاث مناسيب لسطح الأرض):

$$A = \frac{1}{2} \left[\frac{b}{2} (dR + dL) + d (XR + XL) \right]$$



٣. حساب مساحة مقطع متعدد المستويات (مناسيب متعددة لسطح الأرض):

في هذه الحالة يستخدم قانون الإحداثيات، حيث يتم فرض إحداثيات في المستوي الرأسى الواقع فيه المقطع لكافة النقاط المكونة للمقطع ومن ثم يتم حساب المساحة.

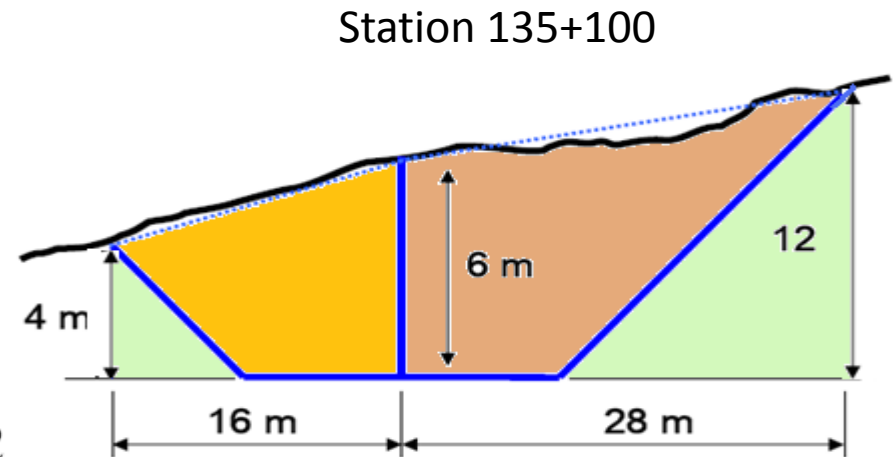


ملاحظة: يمكن استخدام طريقة الإحداثيات بالنسبة لأشكال المقاطع العرضية السابقة

2- Dividing the area into regular shapes, such as , triangles, rectangular, trapezoids etc.(b=20m).

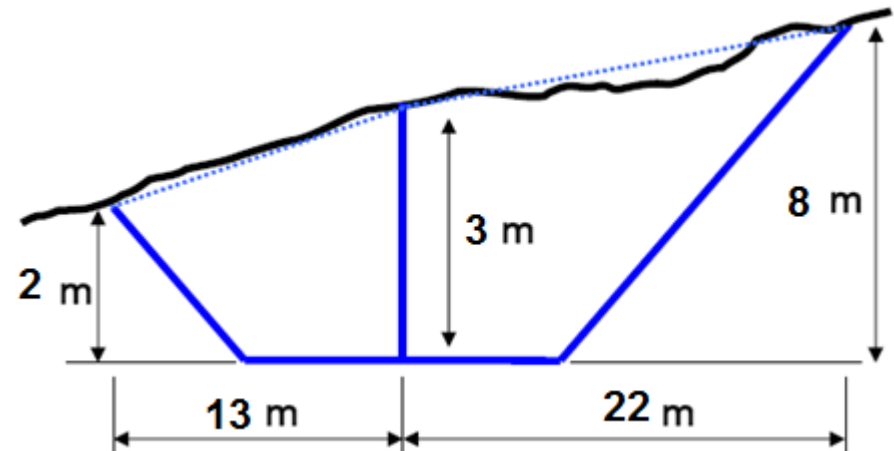
Station	Cross-section		
	L.	C.L.	R.
Station 135+100	$\frac{c4.0}{16.0}$	$\frac{c6.0}{0}$	$\frac{c12.0}{28.0}$
Station 135+200	$\frac{c2.0}{13.0}$	$\frac{c3.0}{0}$	$\frac{c8.0}{22.0}$

$$A_1 = \left(\frac{6+4}{2} \times 16 - \frac{4 \times 6}{2} \right) + \left(\frac{6+12}{2} \times 28 - \frac{18 \times 12}{2} \right) = 212$$



Similarly, for station 135+200:

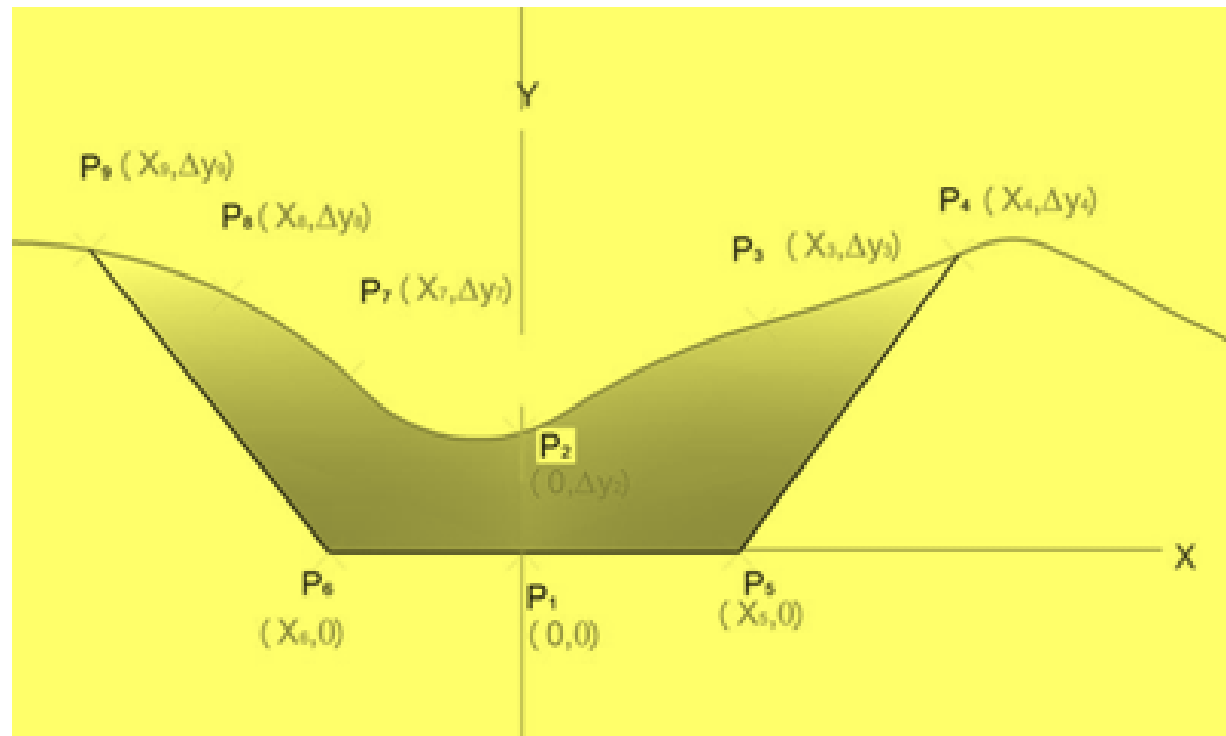
$$A_2 = 103 \text{ m}^2$$



Calculation of Area Using Coordinates Method

Δy_i = Difference in Elevation between CL of Grade Line and i point

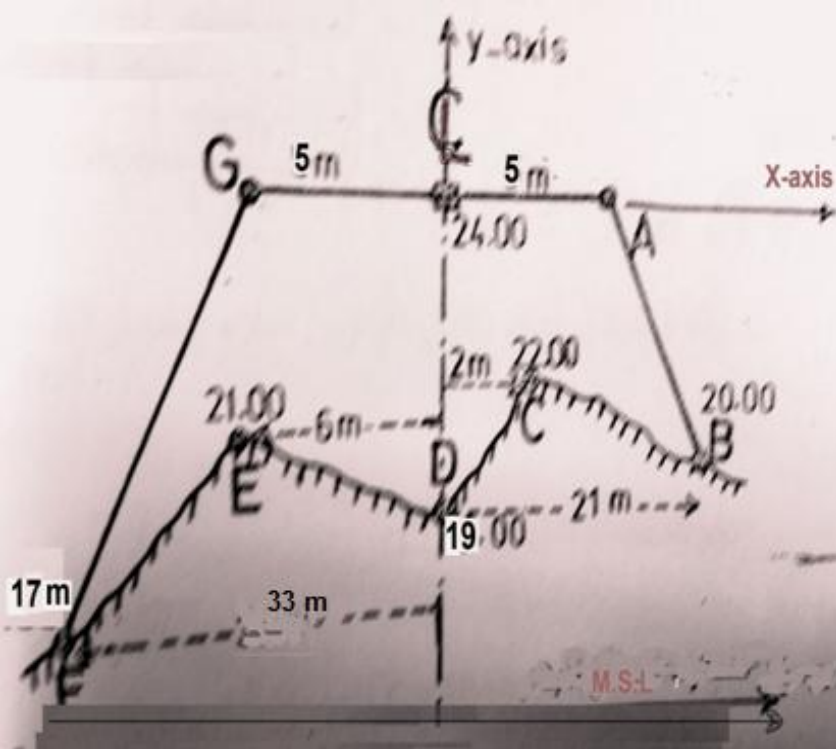
X_i = Distance in X-axis calculated from CL of grade Line.



X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9
0	0	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
0	Δy_2	Δy_3	Δy_4	Δy_5	Δy_6	Δy_7	Δy_8	Δy_9

eng:Hadi Mohammed

$$2A = (X_1 \cdot \Delta y_2 + X_2 \cdot \Delta y_3 + X_3 \cdot \Delta y_4 + \dots + X_8 \cdot \Delta y_9) - (\Delta y_1 \cdot X_2 + \Delta y_2 \cdot X_3 + \Delta y_3 \cdot X_4 + \dots + \Delta y_8 \cdot X_9)$$



EX:

1-Compute area of fill when x -axis represent M.S.L.

2-Compute area of fill when x -axis represent Grade.L

SOL:

$$\begin{array}{cccccccc}
 \text{A} & & \text{B} & & \text{C} & & \text{D} & & \text{E} & & \text{F} & & \text{G} & & \text{A} \\
 \frac{5}{24} & \searrow & \frac{21}{20} & \searrow & \frac{2}{22} & \searrow & \frac{0}{19} & \searrow & \frac{-6}{21} & \searrow & \frac{-33}{17} & \searrow & \frac{-5}{24} & \searrow & \frac{5}{24}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 2A &= (5 \cdot 20 + 21 \cdot 22 + \dots + (-5 \cdot 24)) \\
 &\quad - (24 \cdot 21 + 20 \cdot 2 + \dots + 24 \cdot 5) \\
 &= (-414) - (-228) = -186 \\
 &= \left| \frac{-186}{2} \right| \Rightarrow A = 93 \text{m}^2
 \end{aligned}$$

2-Compute area of fill when x -axis represent Grade.L

$$\begin{array}{cccccccc}
 \text{A} & & \text{B} & & \text{C} & & \text{D} & & \text{E} & & \text{F} & & \text{G} & & \text{A} \\
 \frac{5}{24-24} & \searrow & \frac{21}{20-24} & \searrow & \dots & \searrow & \frac{-33}{17-24} & \searrow & \frac{-5}{24-24} & \searrow & \frac{5}{24-24}
 \end{array}$$

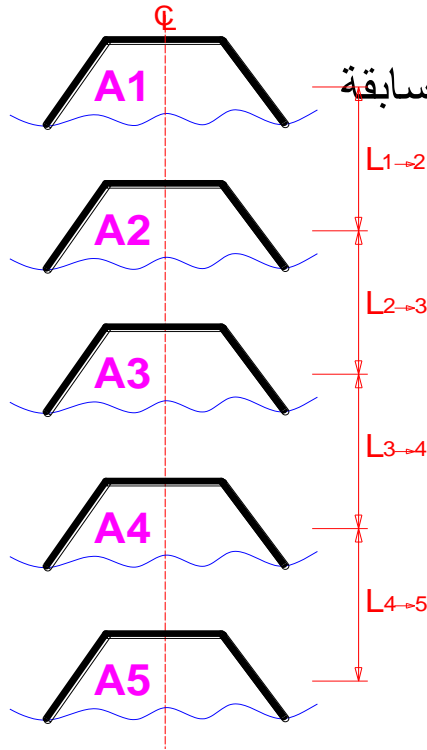
$$\begin{aligned}
 2A &= (-20 - 42 - 10 - 0 + 42 - 0 - 0) - (0 - 8 - 0 + 30 + 99 + 35 + 0) \\
 &= (-30) - (156) = -186 \\
 &= \left| \frac{-186}{2} \right| \Rightarrow A = 93 \text{m}^2
 \end{aligned}$$

الحجوم Volumes

هنالك قوانين خاصة وطرق مختلفة لحساب الحجوم اعتماداً على نوعية الحجم المطلوب حسابه والدقة المطلوبة في الحساب والمعلومات المتوفرة لغرض الحساب، وتشمل القوانين والطرق ما يلي:

١. قانون متوسط القاعدتين OR the average end area rule

يعتبر هذا القانون من أكثر القوانين استخداماً وشيوعاً لسهولة استخدامه، حيث يُمثّل الحجم بين أي مقطعين متتاليين بحجم موشور ناقص ارتفاعه يساوي المسافة بين المقطعين وقاعدته تساوي متوسط أو معدل مساحتي المقطعين في النهايتين، ولغرض اشتقاق القانون العام للحجم الكلي لعدد من المقاطع يساوي (n) في حالة الحفر أو الردم، يشتق أولاً الحجم الكلي لعدد محدد من المقاطع العرضية وكما مبين في الشكل المجاور وكالآتي:



إذا فرض أن A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 هي مساحات المقاطع العرضية المحسوبة بإحدى الطرق السابقة و $L_{1 \rightarrow 2}, L_{2 \rightarrow 3}, L_{3 \rightarrow 4}, L_{4 \rightarrow 5}$ هي المسافات الأفقية بين المقاطع المتتالية

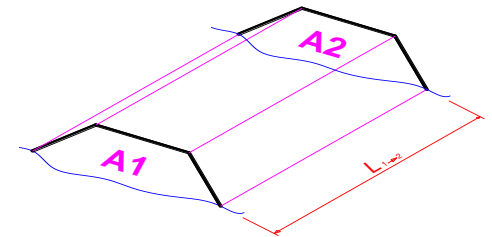
$$Vol_{1 \rightarrow 2} = L_{1 \rightarrow 2} \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right)$$

$$Vol_{2 \rightarrow 3} = L_{2 \rightarrow 3} \left(\frac{A_2 + A_3}{2} \right)$$

$$Vol_{4 \rightarrow 5} = L_{4 \rightarrow 5} \left(\frac{A_4 + A_5}{2} \right)$$

$$\text{Total volume}_{1 \rightarrow 5} = L \left(\frac{A_1 + A_5}{2} + A_2 + A_3 + A_4 \right)$$

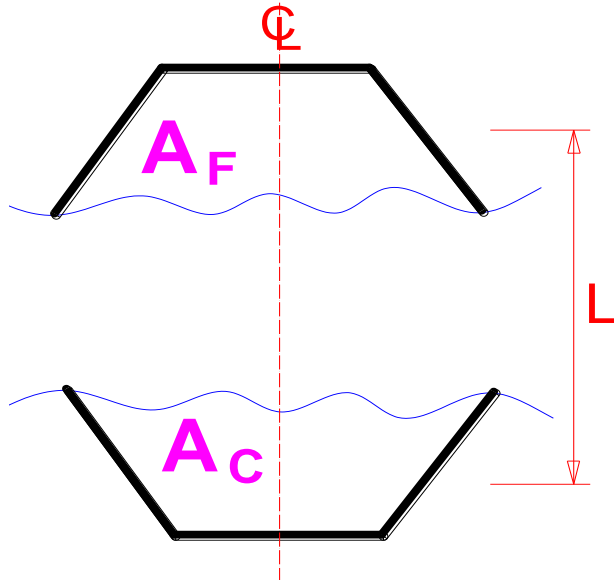
على فرض أن المسافات بين كل مقطعين متتاليين متساوية وتساوي L



إما القانون العام لعدد (n) من المقاطع، فإن الحجم الكلي يساوي:

$$\text{Total volume}_{1 \rightarrow n} = L \left(\frac{A_1 + A_n}{2} + A_2 + A_3 + \dots + A_{n-1} \right)$$

(وهذا القانون مشابه لقاعدة شبه المنحرف لحساب المساحة المذكورة في موضوع المساحات)
 إما إذا كان هنالك تغيير لنوع المقطع من حالة الردم إلى الحفر أو بالعكس (ولعدم معرفة المقطع الذي
 تصبح فيه قيمة الحجم تساوي صفر)، فعندئذ يعتبر حجم الردم أو الحفر بين المقطعين مساوياً لحجم هرم
 قاعدته تساوي مساحة المقطع وارتفاعه يساوي المسافة بين المقطعين، وهكذا يكون الحجم كالاتي وكما في
 الشكل أدناه:

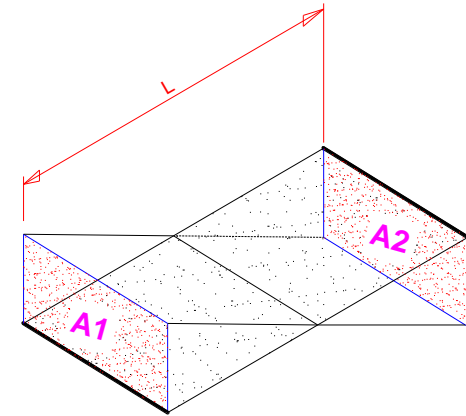


حيث ان A_F هي مساحة مقطع الردم

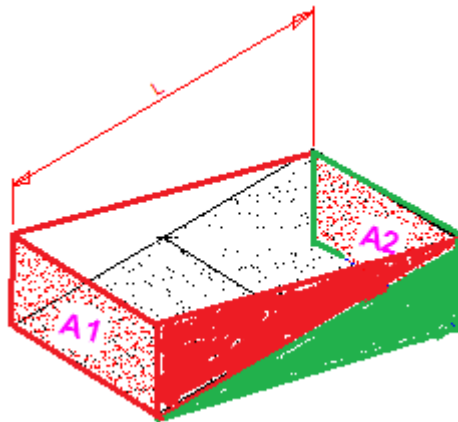
$$Vol_{Fill} = \frac{A_F}{3} * L$$

And

$$Vol_{Cut} = \frac{A_C}{3} * L$$



حيث ان A_C تمثل مساحة مقطع الحفر و L هي المسافة بين المقطعين



قانون الموشوراني Prismoidal Formula: ويمكن ان يطلق عليها سمبسون ايضا:-

إذا أريد الحصول على حجوم الكميات الترابية بدقة اكبر مما عليه عند استخدام القانون السابق فتؤخذ عندئذ مقاطع إضافية وسطية بين المقاطع الاعتيادية أو تقلل المسافة بين كل مقطعين اعتياديين إلى النصف، وبذلك تعتبر المقاطع الزوجية في الشكل السابق عبارة عن مقاطع وسطية، ويحسب حجم الكميات الترابية بين المقطعين A_1 و A_3 باعتبار ان المقطع A_2 هو مقطعاً وسطياً (أي في منتصف المسافة بين A_1 و A_3)، وكالآتي:

$$\text{Volume}_{A_1 \rightarrow A_3} = \frac{2L}{6}(A_1 + 4A_2 + A_3)$$

وهكذا بالنسبة للمقطعين التاليين A_3 و A_5 :

$$\text{Volume}_{A_3 \rightarrow A_5} = \frac{2L}{6}(A_3 + 4A_4 + A_5)$$

وهكذا يكون الحجم الكلي بين A_1 و A_5 مساوياً:

$$\text{Total Volume}_{A_1 \rightarrow A_5} = \frac{L}{3}[A_1 + A_5 + 4(A_2 + A_4) + 2(A_3)]$$

$$= \frac{L}{3}[A_1 + A_n + 4(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + \dots + A_{n-2})]$$

وإذا كان هناك عدداً فردياً من المقاطع = n ، فان الحجم الكلي يكون مساوياً إلى:

$$\text{Total Volume}_{A_1 \rightarrow A_n} = \frac{L}{3}[A_1 + A_n + 4(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + \dots + A_{n-2})]$$

وهذا القانون مشابه لقاعدة سمبسون لحساب المساحة باستخدام الأعمدة على فترات متساوية بشرط ان يكون عدد المساحات فردياً.

مثال: حسبت مساحات تسعة مقاطع عرضية لطريق وكانت في حالي الحفر والردم، حيث ان مساحات الخمسة مقاطع الأولى في حالة ردم وتساوي

$$A_{F1} = 24 \text{ m}^2, A_{F2} = 18 \text{ m}^2, A_{F3} = 21 \text{ m}^2, A_{F4} = 12 \text{ m}^2, A_{F5} = 4 \text{ m}^2,$$

إما مساحات المقاطع الأربعة الأخرى فكانت في حالة حفر وتساوي:

$$A_{C6} = 7 \text{ m}^2, A_{C7} = 11 \text{ m}^2, A_{C8} = 15 \text{ m}^2, A_{C9} = 23 \text{ m}^2$$

فإذا كانت المسافة بين كل مقطع وآخر تساوي 100 متر، فكم يكون الحجم الكلي للحفر والردم باستخدام (، احسب السعر الكلي للأعمال الترابية التي تشتري من خارج المشروع في حال كون نصف كميات التربة الناتجة من عمليات الحفر غير صالحة للدفن حسب نتائج مختبر التربة (H.W) علماً ان سعر المتر المكعب من التربة واحد دولار)

1- Using End- area method

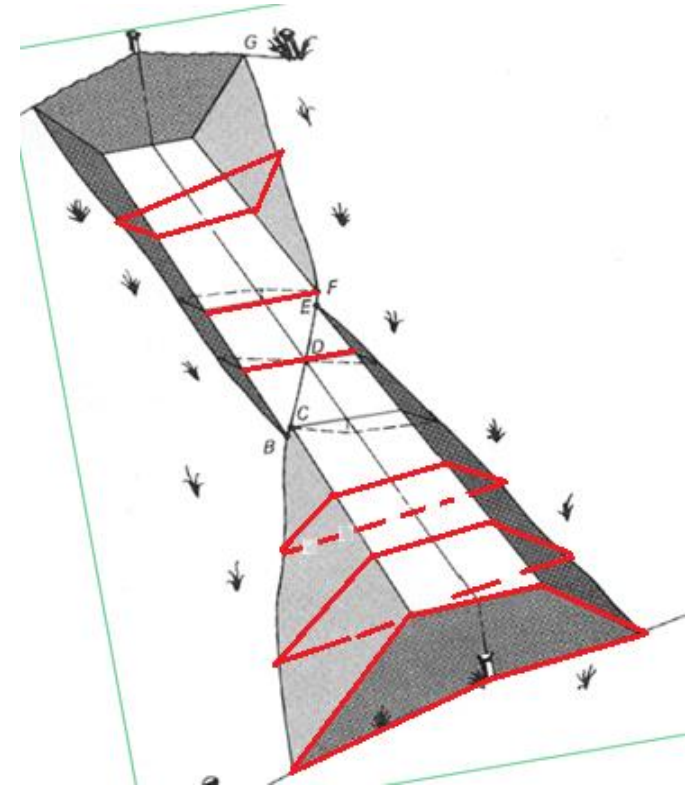
Total volume_{Fill} =

$$L \left[\frac{A_{F1} + A_{F5}}{2} + A_{F2} + A_{F3} + A_{F4} \right] + \frac{A_{F5}}{3} * L$$

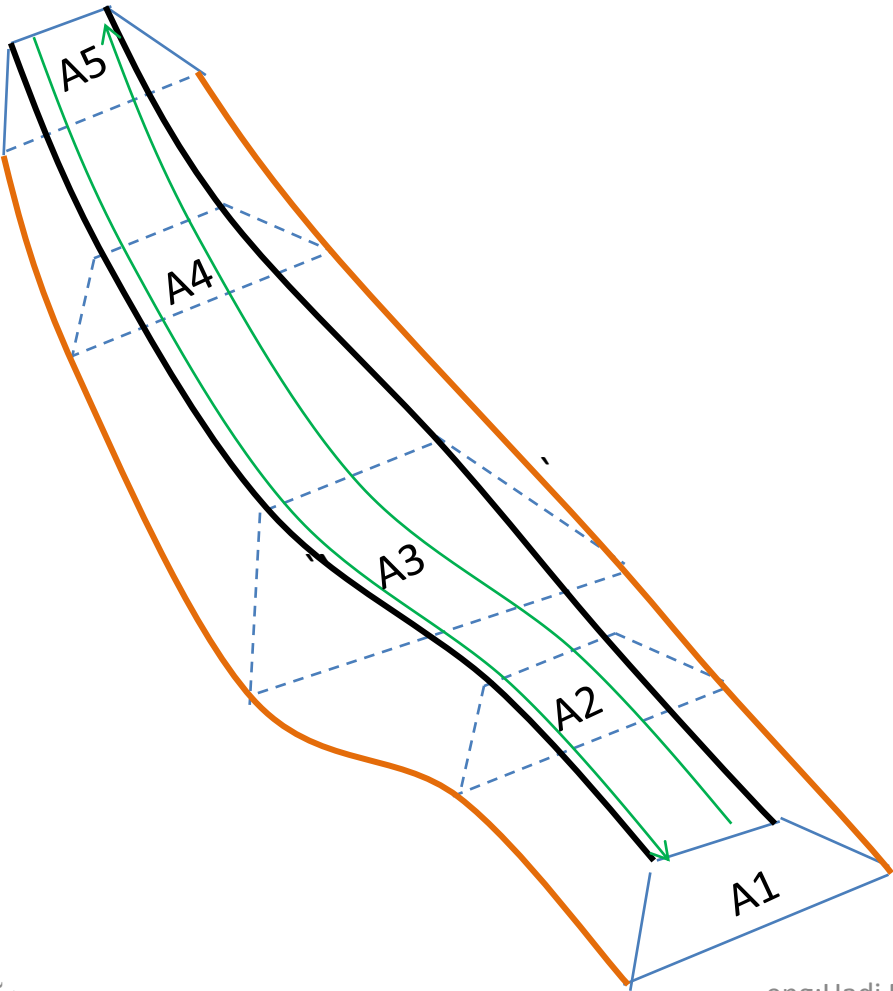
$$\text{حجم الردم الكلي} = 100 \left(\frac{24+4}{2} + 18 + 21 + 12 \right) + \frac{4}{3} * 100 = 6633 \text{ m}^3$$

$$\text{Total volume}_{\text{Cut}} = L \left[\frac{A_{C6} + A_{C9}}{2} + A_{C7} + A_{C8} \right] + \frac{A_{C6}}{3} * L$$

$$\text{حجم الحفر الكلي} = 100 \left(\frac{7+23}{2} + 11 + 15 \right) + \frac{7}{3} * 100 = 4333 \text{ m}^3$$



Example:- The table below represent the final cross-sectional areas **A1,A2,A3,A4,A5**, calculate the volume of earthwork using the “Average End Area” method and the “Prismoidal” method, Simpson's Rule(H.W)



Area No.	Value, m 2	dist	
1	22.88	l= 100 m	
2	24.38		
3	65.12		
4	11.18		
5	7.02		
	Volume by mean area=	= 11563 m3	
	Volume by Simpson's Rule=	=10079.33m3	
	Volume by Trapezoid method=	=10079.33m3	

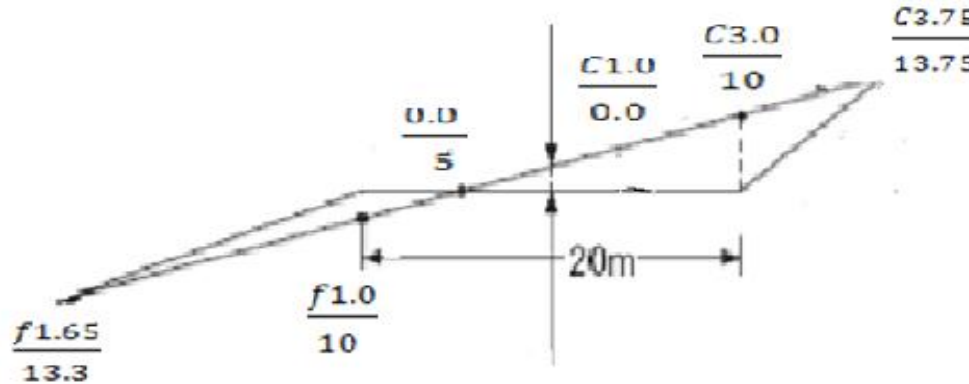
Example) The table below represent the final cross-section for road having bed width (b= 20m)

Station	Cross- Section						Area	Area
	Left		C.L.		Right		[Fill(m²)]	[Cut (m²)]
0+00							418.75	0.0
1+23	$\frac{f1.65}{13.3}$	$\frac{f1.0}{10}$	$\frac{0.0}{5}$	$\frac{C1.0}{0.0}$	$\frac{C3.0}{10}$	$\frac{C3.75}{13.75}$?	?

- 1-Compute areas of cut and fill at station 1+23 by coordinate method.
- 2- Compute volume of cut from station 0+00 to station 1+23.
- 3- Compute volume of fill from station 0+00 to station 1+23.

Solution:

1. Draw the cross- section.
2. Assume the coordinates (as shown below) according to the depth of cut and fill in the table.



Total area *fill* in **St 0+00** = 418.75 m² ,Total area fill in **St 1+23** = 4.1 m²

Total area *cut* in **example 2** = 28.1m² ,the distance between two station equal to 123m .

then by End area method

$$Vol_{1 \rightarrow 2} = L_{1 \rightarrow 2} \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right)$$

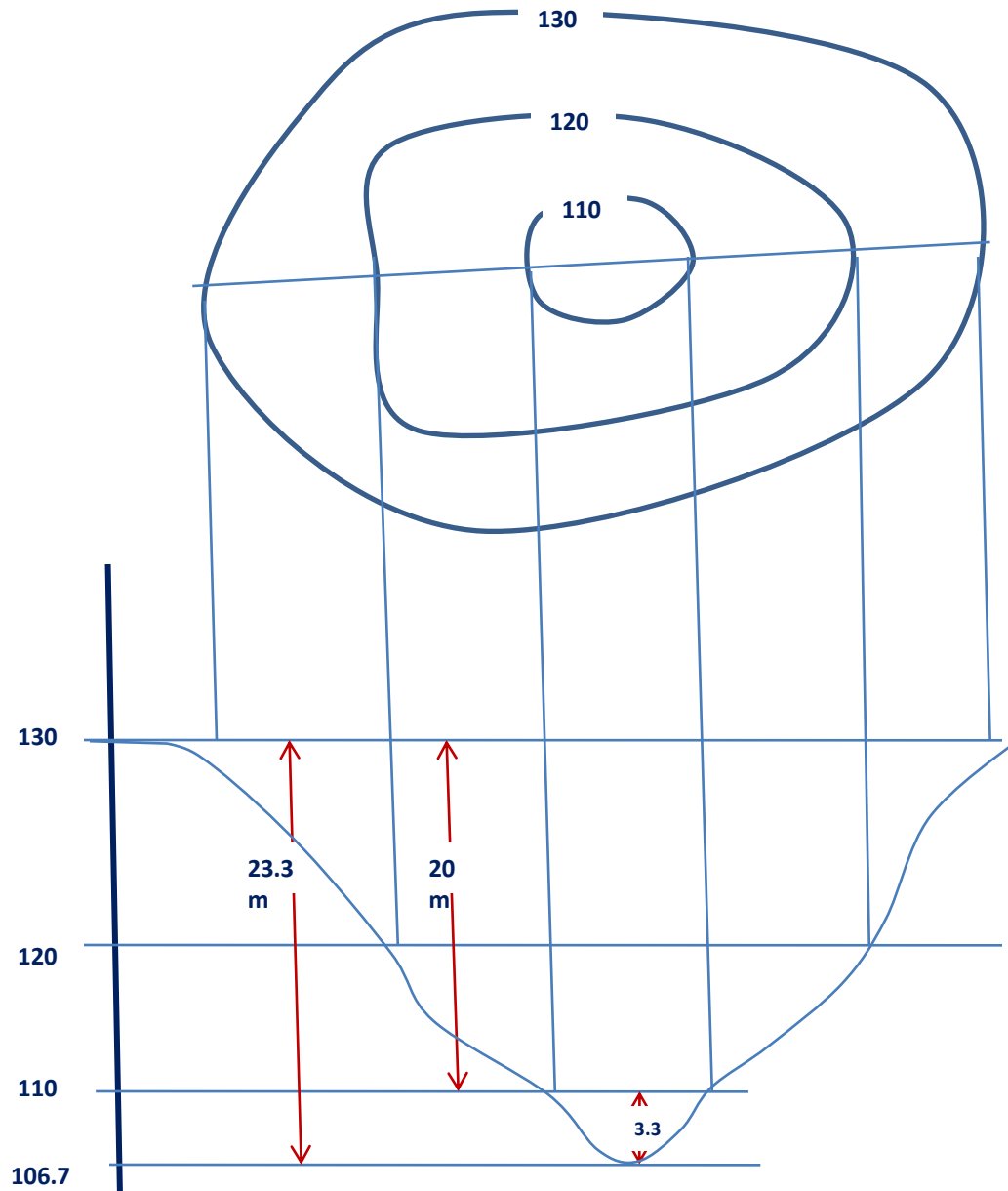
$$\text{Total volume}_{\text{Fill}} = [123 * (418.75 + 4.1) / 2] = 26005 \text{ m}^3$$

And total

$$Vol_{\text{Cut}} = \frac{A_C}{3} * L$$

$$= (28.1 / 3) * 123 = 1152 \text{ m}^3$$

Example 2: A reservoir of depth 23.3 m, calculate the volume of water that can be saved in this reservoir, if you know the following data, the contour line of the surface of water was 130 m when it is filled and the other two contour lines 110 and 120 were plotted at different stages of spillway of water and refill the reservoir, the area included within these three contour lines were 1100 m² for 110, 150000 m² for 120 and 610000 for 130.



Volume by Prismoidal Formula= $20/6(1100 + 4 \times 150000 + 610000) = 4037000 \text{ m}^3$

Volume between the contour line 110 and the bottom of the reservoir with depth = 3.3 m will equal to $1/3 \times 1100 \times 3.3 = 1210 \text{ m}^3$

Full capacity = $4037000 + 1210 = 4038210 \text{ m}^3$

Computation of Volume

Simpson's Rule

Volume,

- $V = \frac{d}{3} \times [A_1 + A_n + 4(A_2 + A_4 + A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + \dots + A_{n-2})]$

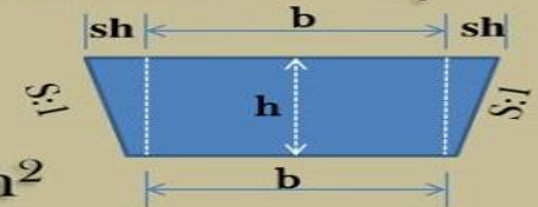
i.e. Volume = $\frac{\text{Common Distance}}{3} \times$

[Area of First Section + Area of Last Section + 4 (Sum of areas of even Section) + 2 (Sum of Area of Odd Sections)]

Example

- An embankment of width 10 m and side slope $1\frac{1}{2} : 1$ is required to be made on a ground which is level in a direction traverse to centre line. The central height at 20 m intervals are as follows:
 - 0.8, 1.2, 2.25, 2.6, 1.9, 1.4 and 0.9
 - Calculate the volume of earth work according to
 - (1) The trapezoidal formula
 - (2) The prismoidal formula

- **Level Section** : Ground is level along the traverse direction
- Here, **b= 10 m, s= 1.5, interval = 20 m**
- The cross-Sectional Area are calculated by equation



- **Area= (b + sh) h**
- $\Delta_1 = (10 + 1.5 \times 0.8) \times 0.8 = 8.96 \text{ m}^2$
- $\Delta_2 = (10 + 1.5 \times 1.2) \times 1.2 = 14.16 \text{ m}^2$
- $\Delta_1 = (10 + 1.5 \times 0.8) \times 0.8 = 8.96 \text{ m}^2$
- $\Delta_2 = (10 + 1.5 \times 1.2) \times 1.2 = 14.16 \text{ m}^2$
- $\Delta_3 = (10 + 1.5 \times 2.25) \times 2.25 = 30.09 \text{ m}^2$
- $\Delta_4 = (10 + 1.5 \times 2.6) \times 2.6 = 36.14 \text{ m}^2$
- $\Delta_5 = (10 + 1.5 \times 1.9) \times 1.9 = 24.42 \text{ m}^2$
- $\Delta_6 = (10 + 1.5 \times 1.4) \times 1.4 = 16.94 \text{ m}^2$
- $\Delta_7 = (10 + 1.5 \times 0.9) \times 0.9 = 10.22 \text{ m}^2$

Volume according to Formula

Simpson's Rule

$$\begin{aligned} V &= \frac{20}{3} [8.96 + 10.22 + 4 (14.16 + 36.14 + 16.94) + 2 (30.09 + 24.42)] \\ &= \frac{20}{3} \times (19.18 + 268.96 + 109.02) \\ &= 2647.73 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume according to Trapezoidal Rule

OR the average end area rule

$$\begin{aligned} \bullet \quad V &= 20 \left[\frac{8.96 + 10.22}{2} + (14.16 + 30.09 + 36.14 + 24.42 + 16.94) \right] \\ &= 2626.80 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

طرق الإنشاء

الكتاب المنهجي:

تخطيط ومعدات وطرق الإنشاء

محمد أيوب صبري العزي

2018- 2017

إعداد: د. عبدالأمير عطاالله

المكائن في المشاريع الهندسية:

- يعد استخدام المكائن والمعدات امرا أساسيا في نجاح تنفيذ المشاريع الهندسية.
- في المشاريع الكبيرة مثل الطرق والسدود فإن الإنتاج الفعلي يكون للآليات في حين يقتصر دور العمال على تشغيل وصيانة وإدارة تلك الآليات.
- لذا فإن اختيار المكائن المناسبة والاقتصادية امر أساسي لضمان ان يكون المشروع مربحا.
- ان عملية شراء وتشغيل أي ماكينة هي عملية استثمار للأموال.
- لذا يجب ان يغطي انتاج الماكينة خلال فترة استخدامها المبالغ التي تخصص لها مع أرباح مناسبة.

الكلف المالية للمعدات:

- تعد كلف المكنن من اكبر فقرات الأنفاق المالي للمقاول في كثير من المشاريع.
- لأجل ان يكون شراء ماكنة اختيارا صائبا يجب على المقاول معرفة ما يلي:
 1. كم سيكلف إمتلاك و تشغيل الماكنة في المشروع.
 2. ما هو افضل عمر اقتصادي لها وما هي الطريقة المثلى لأدامتها.
- السؤال الأول أساسي لغرض تسعير العمل والتخطيط لفعالياته، حيث يرتبط بتحديد كلف العمل بالماكنة الإنتاجية.
- هذه الكلف تسمى كلفة الامتلاك والتشغيل (Ownership & Operating Costs(O&O cost)
- كلفة الامتلاك والتشغيل (O&O Cost) تقاس بالكلفة لكل ساعة عمل، مثلا (\$/h, ID/h)

- مثلاً: اذا كانت مجرفة جرار تدفع تربة بإنتاجية مقدارها $200 \text{ m}^3/\text{hr}$ وان كلفة امتلاك وتشغيل المجرفة هي $90\$/\text{h}$ فان كلفة العمل للمتر المكعب الواحد ستكون:

$$\begin{aligned}\text{Cost per unit} &= \frac{90 \text{ \$/h}}{200 \text{ m}^3/\text{h}} \\ &= 0.45 \text{ \$/m}^3\end{aligned}$$

- ان استخدام مقدار الكلفة لكل وحدة انتاج (cost per unit) يمكن من تحديد الكلفة الكلية للعمل والتي ستساوي:

$$\text{Total cost} = \text{cost per unit} \times \text{Total quantity}$$

- يهدف السؤال الثاني (ما هو افضل عمر اقتصادي لها وما هي الطريقة المثلى لأدامتها) الى تحديد الوقت الأمثل لإستبدال الماكنة والطريقة المثلى لتأمين بقاء انتاجيتها.
- هذا السؤال يتعلق بموضوع يسمى تحليل الاستبدال (Replacement Analysis)
- للوصول الى تحليل متكامل يجب ان يتم المقارنة مع كلف استئجار ماكنة او إحالة الاعمال الخاصة بها الى مقالة ثانوية.

بيانات عمل المكائن:

- لغرض اتخاذ القرار الصحيح فيما يخص شراء او استئجار ماكينة في مشروع ما، يجب ان تتوفر معلومات عن عمل وانتاجية وكلف تشغيل وصيانة الماكينة في مشاريع مشابهة سابقة.
- لتوفير هذه المعلومات لغرض الاستفادة منها في المشاريع المستقبلية يجب ان يتم عمل سجل لكل ماكينة.
- هذا السجل يتضمن جدول زمني لإنتاجيتها والكلف المترتبة على استخدامها.

أنواع المعدات:

أولاً- من الناحية التجارية:

- يقصد به تقسيم المعدات على أساس وضعيتها في سوق الانتاج والبيع والشراء.
- يمكن تقسيم المعدات بهذا الخصوص الى:

A. المعدات القياسية

B. المعدات الخاصة

A. المعدات القياسية : Standard Equipments

وهي المعدات التي تنتج بأعداد كبيرة وتستخدم بشكل واسع لأعمال مختلفة وتتميز بما يلي:

- (1) مألوفة الاستخدام مما يعني توفر المشغلين وفنيي الصيانة.
- (2) توفر الادوات الاحتياطية لها بسهولة في الأسواق.
- (3) سهولة بيعها بعد الانتهاء من استخدامها وبأسعار مقبولة لوجود طلب على شرائها.
- (4) هناك تنافس مستمر بين المنتجين لذا تكون أسعارها معتدلة.

B. المعدات الخاصة Special Equipments :

وهي المعدات التي تستخدم للقيام بنوع معين من الاعمال مثل الحفارات الكبيرة جدا.
من سلبيات هذه المعدات ما يلي:

- (1) صعوبة الحصول عليها لعدم انتاجها بأعداد كبيرة وعدم توفرها.
- (2) غير مألوفة الاستخدام مما يعني قلة توفر الكادر المتخصص بالتشغيل والصيانة.
- (3) عدم توفر ادواتها الاحتياطية.
- (4) ينحصر انتاجها بمصانع قليلة لذا تكون اسعار شراءها عالية جدا لعدم وجود تنافس.
- (5) صعوبة بيعها بعد الانتهاء من استعمالها لقلة الحاجة لأستخدامها.

أسباب استعمال المعدات الخاصة:

1. عندما لا يمكن إنجاز العمل باستخدام المكائن القياسية.
2. عندما تكون كلفة إنجاز العمل باستخدام المعدات الخاصة أقل من كلفة إنجازها بالمعدات القياسية.
3. عندما يكون الوقت العامل الأهم (العامل الحاكم) في إنجاز العمل بغض النظر عن الكلفة.

المثال التالي يوضح أسلوب دراسة الكلفة لإختيار الماكنة المناسبة لتنفيذ العمل

- مثال/ في مشروع لإنشاء سد خرساني كان من المطلوب نقل 1,200,000 طن من الصخور المكسرة الى موقع العمل. يوجد اسلوبين لإنجاز العمل:

1. الأسلوب الأول: استعمال المكائن القياسية وذلك باستخدام الشاحنات لنقل الصخور من المقلع. هذا الخيار يتضمن الكلف التالية:

(a) انشاء طريق بكلفة \$ 280,000

(b) كلفة نقل الطن الواحد بالشاحنات 0.2 \$/ton

2. الأسلوب الثاني: استخدام حزام لنقل الصخور بدلا من الشاحنات. ويتضمن الكلف التالية

(a) كلفة شراء ونصب الحزام \$ 640,000 وبعد انتهاء العمل من الممكن بيعه بمبلغ \$ 60,000

(b) كلفة تشغيل الحزام وتشمل الصيانة والكهرباء والأيدي العاملة 0.12 \$/ton

الحل:

1. باستخدام الشاحنات:

$$\text{كلفة الطريق} = \$ 280,000$$

$$\text{كلفة النقل} = 0.2 \times 1,200,000 = \$ 240,000$$

$$\text{الكلفة الكلية في حالة استخدام الشاحنات} = 280,000 + 240,000 = \$ 520,000$$

$$\text{كلفة نقل الطن الواحد} = \frac{520,000}{1,200,000} = 0.433 \text{ \$/ton}$$

2. باستخدام الحزام الناقل:

$$\text{كلفة الاندثار للحزام} = \text{كلفة الشراء} - \text{كلفة البيع بعد الاستعمال (مبلغ الاسترداد)}$$

$$\text{كلفة اندثار الحزام} = 640,000 - 60,000 = \$ 580,000$$

$$\text{كلفة النقل} = 0.1 \times 1,200,000 = \$ 120,000$$

$$\text{الكلفة الكلية في حالة استخدام الحزام الناقل} = 580,000 + 120,000 = \$ 700,000$$

$$\text{كلفة نقل الطن الواحد} = \frac{700,000}{1,200,000} = 0.583 \text{ \$/ton}$$

- في هذه الحالة فان استخدام المعدات القياسية وهي الشاحنات يكون اكثر اقتصاديا من استعمال المعدات الخاصة وهو الحزام الناقل.

ثانيا - من الناحية الفنية والأداء:

- أ. حسب نوع الطاقة المستعملة:
 - (1) اليات تعمل بالبنزين: للمعدات الصغيرة والمتوسطة
 - (2) اليات تعمل بالديزل: للمعدات المتوسطة والكبيرة
 - (3) اليات تعمل بالطاقة الكهربائية: لأعمال خاصة

- أ. بناء على طريقة الحركة:
 - (1) اليات مركبة على عجلات (مدولة).
 - (2) اليات مركبة على سرفة معدنية (مجنزرة).
 - (3) اليات تتحرك على سكة حديد.

- أ. حسب مصدر الحركة:
 - (1) معدات ذاتية التشغيل
 - (2) معدات مسحوبة (مقطورة)

الكلف المالية للمكائن والمعدات الإنشائية:

• يتعامل المنفذ مع الآليات ضمن إحدى الحالات التالية:

1. امتلاك الآلية

2. تأجير الآلية

3. إحالة العمل الى مقاوله ثانوية

كلفة امتلاك وتشغيل المكين والمعدات الإنشائية:

- ويقصد به حساب تكاليف استخدام المعدات لتنفيذ فعاليات المشروع لمعدة تم امتلاكها بالشراء
- يستفاد من ذلك في تقدير الكلفة المتولدة من استخدام هذا النوع من المعدات في تنفيذ وحدة إنتاجية واحدة من كل فعالية من فعاليات المشروع
- يضاف الى تلك الكلفة المبالغ التي يتم صرفها في استخدام بقية المصادر مثل العمال والمواد.
- الناتج من جمع الكلف سيمثل الكلفة الكلية المطلوبة (الكلفة المباشرة) لتنفيذ وحدة إنتاجية واحدة من الفعالية.

- توجد عدة طرق لإيجاد كلفة امتلاك وتشغيل ماكينة انشائية.
- لكن الكلفة الفعلية تعتمد على ظروف العمل وحالة الماكينة.
- للحصول على حسابات قريبة من الواقع لماكينة ما يجب ان تتوفر سجلات مفصلة ودقيقة عن مكائن انشائية مماثلة استعملت سابقا.

العوامل المؤثرة على كلفة امتلاك وتشغيل ماكينة معينة:

1. الكلفة الأصلية للماكينة (كلفة الشراء)
2. ظروف عمل وتشغيل الماكينة
3. عدد ساعات التشغيل في السنة
4. عدد سنوات التشغيل
5. مقدار العناية في الصيانة وتبديل قطع الغيار
6. الطلب على الماكائن المستعملة المشابهة والذي يحدد قيمة الاسترداد (قيمة بيعها بعد الاستعمال)

كلفة إمتلاك المعدات:

• تتألف كلفة إمتلاك المعدات من الفقرات التالية:

1. الكلفة الابتدائية (Initial Cost)
2. الاندثار (Depreciation)
3. الاستثمار او الفائدة (Investment or Interest)
4. كلفة الضمان (Insurance)
5. الضرائب (Taxes)
6. كلفة الخزن (Storage)

1. الكلفة الابتدائية (Initial Cost):

- تشكل الكلفة الابتدائية كمعدل 25% من الكلفة الكلية المستثمرة خلال العمر النافع للماكنة.
 - الكثير من كلف الإمتلاك والتشغيل يتم حسابها اعتمادا على الكلفة الابتدائية.
 - هذه الكلفة بالإمكان حسابها عادة بشكل دقيق.
 - تتألف الكلفة الإبتدائية من العناصر التالية:
- a) السعر في المعمل + الملحقات + ضريبة البيع.
 - b) كلفة النقل
 - c) كلفة التجميع والتركيب.

2. الاندثار Depreciation:

- الاندثار هو الانخفاض بالقيمة السوقية للماكنة بسبب العمر والتآكل والتدهور والتقاعد.
- ويمثل مقدار ما تفقده الماكنة من قيمتها نتيجة الاستعمال او مرور الزمن.
- الاندثار الكلي = كلفة شراء الماكنة – كلفة بيعها بعد الاستعمال
- يمكن حساب الاندثار للماكنة باستخدام الطرق التالية:

1. طريقة الخط المستقيم

2. طريقة موازنة الانخفاض

3. طريقة جمع ارقام السنوات

1. طريقة الخط المستقيم Straight-Line Depreciation:

- في هذه الطريقة يتم افتراض ان قيمة الماكنة تنخفض بمرور الزمن بمعدل ثابت عن قيمتها الأصلية.
- يتم حساب كلفة الاندثار السنوية كما يلي:

The total depreciation, $D = \text{Purchase Expense} - \text{Salvage Value}$

Annual depreciation, $D_n = D / N$

Depreciation Rate, $R_n = 1/N$ where N is the number of years

الاندثار الكلي (Depreciation) = كلفة الشراء – مبلغ البيع بعد الاستعمال

مبلغ الاندثار السنوي (Annual) = الاندثار الكلي ÷ عدد سنوات الاشتغال

- كلفة الشراء (Purchase Expense) : وتشمل سعر الماكنة من المعمل مضافا اليه كلفة نقل ونصب الماكنة.
- مبلغ الاسترداد (Salvage Value) : ويقصد به السعر الذي تباع به الماكنة بعد استعمالها.

- يمكن ايضا ان يتم حساب معدل الاندثار لعمر الماكنة بالأشهر او الأسابيع او الأيام او الساعات.

- مثال: كلفة شراء ماكنة \$ 12000 Purchase Expense =

- العمر النافع لها 5 سنوات وأن عدد ساعات التشغيل في السنة الواحدة = 2000 ساعة

- قيمة الاسترداد لها بعد العمر النافع \$ 2000 Salvage Value =

- قيمة الاندثار تحسب كما يلي:

$$D = 12000 - 2000 = 1000 \$$$

$$\text{Annual depreciation, } D_n = D / N = 1000/5 = 2000 \$/\text{year}$$

$$\text{Depreciation per hour} = 2000 / 2000 = 1.0 \$/\text{h}$$

القيمة الدفترية للماكينة :Book Value

- وتساوي قيمة الماكينة في نهاية أي سنة خلال عمرها النافع.
- ويتم حسابها من طرح مجموع مبالغ الاندثار للسنوات السابقة من الكلفة الأصلية للماكينة.
- تحسب القيمة الدفترية في السنة n من المعادلة التالية:

$$BV_n = IC - \sum_{i=1}^n D_i$$

where:

BV_n : is the book value of the machine at year n

IC : is the initial cost (Purchase Expense) of the machine

D_i : is the depreciation at year i

2. طريقة موازنة الأنخفاض أو طريقة القيمة المضاعفة Double-Declining Balance Depreciation

- في هذه الطريقة تتناسب قيمة الأندثار في كل سنة مع القيمة الدفترية للماكنة في نهاية السنة السابقة.
- لذا فان قيمة الأندثار في اي سنة تكون اقل من السنة السابقة.
- حيث تكون قيمة الأندثار في السنوات الأولى من العمر النافع للماكنة اكبر من الأندثار في السنوات التالية.
- معدل الأندثار حسب هذه الطريقة هو $R = \frac{2}{N}$ حيث N هو عدد سنوات العمر النافع للماكنة.
- تحسب قيمة الأندثار حسب هذه الطريقة من المعادلة التالية:

$$D_n = \frac{2}{N} BV_{n-1}$$

where:

D_n : is the depreciation at year n

N : is the useful life of the machine

BV_{n-1} : the book value at year $n - 1$

in which S : is the salvage value

(Note: BV_{n-1} must be $\geq S$)

مثال: احسب الأندثار والقيمة الدفترية في كل سنة من العمر النافع لماكنة بطريقة موازنة الانخفاض اذا كان:
 كلفة الشراء (القيمة الابتدائية) = \$ 132,000

العمر النافع = 7 سنوات

قيمة الاسترداد = \$ 18,000

الحل: الأندثار السنوي

$$D_n = \frac{2}{N} BV_{n-1} = D_n = \frac{2}{7} BV_{n-1} \\ = 0.2857 BV_{n-1}$$

year n	$D_n = 0.2857 BV_{n-1}$ (\$)	BV_n (\$)
0	0	132,000
1	37,714	94,286
2	26,939	67,347
3	19,242	48,105
4	13,744	34,361
5	9,817	24,543
6	7,012 thus, $D_6 = 24,543 - 18,000 = 6.543$	17.531 → 18,000
7	0	18,000

ملاحظة:

- (1) في طريقة موازنة الانخفاض لم يتم طرح قيمة الاسترداد من الكلفة الابتدائية عند حساب الأندثار.
- (2) ان القيمة الدفترية لأي سنة خلال العمر النافع يجب ان لا تقل عن قيمة الاسترداد للماكنة.
- (3) في حالة كون القيمة الدفترية المحسوبة عند سنة ما اقل من قيمة الاسترداد يجب تعديلها لتساوي قيمة الاسترداد، وتعديل مبلغ الأندثار لتلك السنة ليساوي الفرق بين القيمة الدفترية للسنة السابقة وقيمة الاسترداد.
- (4) مبلغ الأندثار لبقية السنوات يصبح مساويا للصفر.

3. طريقة جمع أرقام السنوات :Sum-of-Years'-Digits Depreciation

• في هذه الطريقة يتم جمع كل ارقام سنوات العمر النافع للماكنة $\sum_{i=1}^n i = 1 + 2 + \dots + N$

• يتم ايجاد مبلغ الأندثار الكلي والذي يساوي $D = IC - S$

• معدل الأندثار في اي سنة يساوي $\frac{N+1-n}{\sum_{i=1}^n i}$

• مبلغ الأندثار في أي سنة يحسب من المعادلة التالية:

$$D_n = \frac{N+1-n}{\sum_{i=1}^n i} (IC - S)$$

مثال: احسب الأندثار والقيمة الدفترية في كل سنة من العمر النافع لماكنة بطريقة جمع أرقام السنوات اذا كان:

كلفة الشراء (القيمة الابتدائية) = \$ 132,000 ، العمر النافع = 7 سنوات ، قيمة الاسترداد = \$ 18,000

الحل:

$$\sum_{i=1}^n i = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28$$

• مجموع ارقام السنوات:

$$D = IC - S = 132,000 - 18,000 = 114,000 \$$$

• الأندثار الكلي :

$$D_n = \frac{N+1-n}{\sum_{i=1}^n i} (IC - S) = \frac{8-n}{28} (114,000)$$

مبلغ الأندثار في أي سنة n:

year, n	$D_n = \frac{8-n}{28} (114,000)$ (\$)	BV_n (\$)
0	0	132,000
1	28,500	103,500
2	24,429	79,071
3	20,357	58,714
4	16,286	42,428
5	12,214	30,214
6	8,143	22,071
7	4,071	18,000

3. كلفة الأستثمار :INVESTMENT (OR INTEREST) COST

- يقصد بكلفة الأستثمار هو مبلغ الفوائد المصرفية السنوية التي كان من الممكن الحصول عليها من ادخار قيمة الماكنة اذا لم يتم شرائها.
- كذلك يمكن ان تكون مساوية لمجموع الفوائد السنوية الواجب دفعها اذا كان مبلغ شراء الماكنة قد تم اقتراضه.
- ان قيمة ما يفقده مالك الماكنة يعتمد على القيمة الأصلية للماكنة عند شرائها.
- ففي السنة الأولى لشراء الماكنة تتناسب كلفة الأستثمار مع القيمة الأبتدائية للماكنة.
- تضاف لتلك الكلفة كلفة استثمار للسنة التالية من عمر الماكنة والتي بدورها تتناسب مع القيمة الدفترية للماكنة في تلك السنة. وهكذا لجميع سنوات عمر الماكنة.
- لذا فإن كلفة الأستثمار تعتمد على معدل قيمة الماكنة خلال عمرها النافع.

• يحسب معدل قيمة الماكنة من المعادلة التالية:

$$P = \frac{IC (N + 1) + S (N - 1)}{2N}$$

where:

P : is the average value of the machine,

IC: the initial cost,

N: the useful life,

S: the salvage value

مثال: احسب معدل قيمة ماكنة اذا كانت الكلفة الأبتدائية لها \$ 50,000 وقيمة الأسترداد بعد 5 سنوات تساوي \$ 15,000.

الحل: معدل قيمة الماكنة خلال 5 سنوات يساوي: $P = \frac{50,000 (5+1) + 15,000 (5-1)}{2 \times 5} = 36,000 \$$

4. كلف التأمين والضريبة والخزن :INSURANCE, TAX, and STORAGE COSTS

- كلفة التأمين: تمثل الكلفة المترتبة على التأمين ضد الحريق والسرقة والحوادث.
- كلفة الضريبة: تمثل كلفة ضريبة واجازة تملك الماكنة.
- كلفة الخزن: وتشمل كلفة استئجار وصيانة ساحة خزن المعدات، وأجور الحراسة والعمال المسؤولين عن دخول وخروج المعدات.
- هذه الكلف تكون معلومة على اساس سنوي.
- كلفة الخزن من الممكن ان تكون محسوبة لعدد من المعدات المخزونة في نفس الساحة.
- لذا فإن كلفة خزن اي ماكنة يمكن ايجادها من قسمة المبلغ الكلي على عدد المكائن المخزونة.

- ان كلف التأمين والضريبة والخزن تضاف عادةً الى كلفة الاستثمار ليتم حساب المبلغ السنوي الكلي المترتب على هذه الفقرات معا.
- هذه الكلف تمثل بحدود 8% - 12% من معدل قيمة الماكنة.
- الجدول رقم (1) يبين معدل كلف تلك الفقرات كنسبة من معدل قيمة الماكنة.

Table (1): Average Rates for Investment Costs

Item	Average Value (%)
Interest	3 - 9
Tax	2 - 5
Insurance	1 - 3
Storage	0.5 – 1.5

الكلفة الكلية للأمتلاك :TOTAL OWNERSHIP COST

- تحسب الكلفة الكلية لأمتلاك ماكينة من جمع كلف الأندثار والاستثمار والتأمين والضريبة والخزن.
 - هذه الكلفة الكلية تحسب عادة على أساس سنوي ثم يتم تحويلها الى كلفة كلية لكل ساعة عمل للماكينة.
- مثال: جد كلفة الإمتلاك لكل الساعة في السنة الثانية لقاشطة تعمل 8 ساعات يومياً، و250 يوم عمل في السنة في ظروف عمل اعتيادية. استخدم طريقة جمع ارقام السنوات لحساب الأندثار. علماً أن:

- Initial cost: \$186,000
- Estimated life: 5 years
- Salvage value: \$22,000
- Interest on the investment: 8%
- Insurance: 1.5%
- Taxes: 3%
- Storage: 0.5%

الحل: الأندثار خلال اي سنة يساوي:
$$D_n = \frac{N+1-n}{\sum_{i=1}^N i} (IC - S)$$

$$\sum_{i=1}^n i = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$$

الأندثار في السنة الثانية يساوي:
$$D_2 = \frac{4}{15} (186,000 - 22,000) = 43,733 \$$$

• معدل قيمة الماكنة:

$$P = \frac{IC (N + 1) + S (N - 1)}{2N} = \frac{186,000(5 + 1) + 22,000 (5 - 1)}{2(5)}$$

$$P = 120,400 \$$$

• مجموع نسب كلف الأستثمار والتأمين والضريبة والخزن = 8% + 1.5 + 3% + 0.5% = 13%

• كلفة الأستثمار والتأمين والضريبة والخزن = 120,400 × 0.13 = 15,652 \$

• الكلفة الكلية للأمتلاك خلال السنة الثانية = 15,652 + 43,733 = 59,385 \$

• كلفة الأمتلاك لكل ساعة = $\frac{59,385}{8 \times 250} = 29.6925 \$/\text{hr}$

COST OF OPERATING CONSTRUCTION كلفة تشغيل المعدات الإنشائية :EQUIPMENT

• تتألف كلفة تشغيل المعدات من الفقرات التالية:

- (1) كلفة الوقود
- (2) كلفة الزيوت
- (3) كلفة الصيانة
- (4) كلفة الأطنارات
- (5) كلفة مشغل الماكينة

1. كلفة الوقود Cost of Fuel:

- في ظروف العمل القياسية فإن استهلاك الوقود (F) لكل وحدة حصانية في الساعة هو:

1. المكائن التي تعمل بالبنزين: $q = 0.23 \text{ Letter/(hp-h)}$

2. المكائن التي تعمل بزيوت الغاز (الديزل): $q = 0.15 \text{ Letter/(hp-h)}$

- القدرة الحصانية في الساعة (horsepower hour) هو مقياس للشغل الذي ينجزه المحرك.
- الأستهلاك الفعلي للوقود في موقع العمل يعتمد على معامل التشغيل والذي يساوي:

$$\text{Operating Factor} = \text{Engine Factor} \times \text{Time Factor}$$

- وبذلك فإن الأستهلاك الفعلي للوقود يحسب من المعادلة التالية:

$$F = \text{Operating Factor} \times q \times \text{horsepower}$$

القدرة الحصانية للمحرك تكون مثبتة على لوحة معلومات المحرك ويرمز لها أحيانا بـ

flywheel horsepower (fwhp)

- وتحسب كلفة الوقود المستهلك من المعادلة:

$$\text{Cost of fuel} = F \times \text{Price of litter}$$

جدول يبين استهلاك الوقود بالغالون لعدد من المعدات حسب ظروف العمل

Equipment Type	Working Conditions (gal/h/hp)		
	Favorable	Average	Unfavorable
Loader track	0.030–0.034	0.040–0.042	0.046–0.051
Loader wheel	0.020–0.024	0.027–0.036	0.031–0.047
Motor grader	0.022–0.025	0.029–0.035	0.036–0.047
Scraper single engine	0.023–0.026	0.029–0.035	0.034–0.044
Scraper twin engine	0.026–0.027	0.031–0.035	0.037–0.044
Tractor crawler	0.028–0.342	0.037–0.399	0.046–0.456
Tractor wheel	0.020–0.028	0.026–0.038	0.031–0.052
Truck, off-highway	0.017–0.029	0.023–0.037	0.029–0.046
Truck, on-highway	0.014–0.029	0.020–0.037	0.026–0.046

Where 1 US Gallon = 3.785 Liters

- مثال: مجرفة ميكانيكية (Power Shovel) ذات قدرة 160 hp تعمل بوقود الديزل تستعمل لتحميل الشاحنات. تستغرق دورة التحميل والتفريغ 20 ثانية. تعمل هذه المجرفة بأعلى قدرتها فقط عند تحميل الشاحنة لمدة 5 ثواني، وخلال 15 ثانية المتبقية يعمل المحرك بنصف قدرته فقط. فترة عمل المجرفة بمعدل 50 دقيقة بالساعة. ما هو مقدار الوقود المستهلك خلال الساعة الواحدة؟
- الحل:

$$\text{Time Factor} = 50/60 = 0.833$$

$$\text{Engine Factor} = \frac{5}{20} \times 1.0 + \frac{15}{20} \times 0.5 = 0.625$$

$$\begin{aligned}\text{Operating Factor} &= \text{Time Factor} \times \text{Engine Factor} \\ &= 0.833 \times 0.625 = 0.521\end{aligned}$$

$$\text{Fuel consumed in hour, } F = \text{Operating Factor} \times q \times \text{Hp}$$

for diesel engines, $q = 0.15 \text{ } \ell/(\text{hp-h})$

$$F = 0.521 \times 0.15 \times 160 = 12.504 \text{ } \ell/\text{h}$$

2. كلفة الزيوت Lubricating Oil Cost:

تعتمد كلفة زيت المحرك على:

1. حجم المحرك
2. سعة حوض المحرك Crank Case
3. حالة المكابس في المحرك
4. عدد الساعات بين تغييرات الزيت (عادة كل 100 – 200 ساعة)
5. مقدار الزيت الذي يتم إضافته لتعويض النقص قبل تغيير الزيت.

• معدل استهلاك المحرك من الزيت بالكيلو غرام $0.0027 \text{ kg}/(\text{hp-h}) =$

• كثافة الزيت $0.89 \text{ kg/litter} =$

• فيكون معدل استهلاك المحرك للزيت باللتر $0.003 \text{ litter}/(\text{hp-h}) =$

- تحسب كمية الزيت التي (يستهلكها) المحرك في الساعة من المعادلة التالية:

$$q = 0.003 \times HP \times F + \frac{C}{t}$$

where: q: quantity of lubrication oil consumed (litter/h)

HP: is the horsepower of the engine (hp)

F: operation factor

C: the capacity of engine crankcase (liter)

t: the number of hours between changes.

مثال: ما مقدار الزيت المستهلك لماكنة قدرتها 100 hp وسعة حوض الزيت 15 liter والوقت بين تبديلات الزيت هو 100 h ومعامل التشغيل 60%.

الحل:

$$q = 0.003 \times HP \times F + \frac{C}{t} = 0.003 \times 100 \times 0.6 + \frac{15}{100}$$

$$q = 0.18 + 0.15 = 0.33 \text{ l/h}$$

3. كلفة الصيانة MAINTENANCE AND REPAIR COST:

- تشكل كلفة الصيانة والأصلاح جزءا كبيرا من كلفة تشغيل المكين الأنشائية.
- تتعرض المكين لتلف واستهلاك لأجزائها المختلفة خلال فترة استعمالها.
- بصورة عامة، تزداد كلفة الصيانة والأصلاح كلما زاد عمر الماكنة.
- ان الفحص والصيانة والأصلاح الدوري للماكنة يساعد في إطالة العمر النافع لها ويقلل بشكل كبير من كلفة التشغيل لكونه يقلل من احتمالية مشاكل التشغيل للماكنة.
- ان الكلفة السنوية للصيانة والأصلاح يتم التعبير عنها كنسبة من الأندثار السنوي للماكنة، كما وقد يعبر عنها كمقدار مستقل عن الأندثار.
- يتم حساب مقدار كلفة الصيانة والأصلاح في الساعة من قسمة كلفة الصيانة السنوية على عدد ساعات العمل السنوية.

- يمكن تقدير كلفة الصيانة في الساعة لسنة معينة من عمر الماكينة من المعادلة التالية:

$$\text{Hourly repair cost} = \frac{\text{year digit}}{\text{sum of year's digit}} \times \frac{\text{lifetime repair cost}}{\text{operating hours per year}}$$

- ان كلفة الإصلاح الكلية خلال العمر النافع للماكينة (lifetime repair cost) يمكن تقديرها كنسبة من الكلفة الابتدائية للماكينة بعد خصم كلفة الأطارات.
- هذه الكلفة تعتمد على ظروف التشغيل كما مبين في الجدول رقم (3).

Table(3): Range of Typical Lifetime Repair Costs

Equipment Type	Initial Cost without Tires (%)		
	Operating Conditions		
	Favorable	Average	Unfavorable
Crane	40–45	50–55	60–70
Excavator crawler	50–60	70–80	90–95
Excavator wheel	75	80	85
Loader track	80–85	90	100–105
Loader wheel	50–55	60–65	75
Motor grader	45–50	50–55	55–60
Scraper	85	90–95	105
Tractor crawler	85	90	95
Tractor wheel	50–55	60–65	75
Truck, off-highway	70–75	80–85	90–95

Example: Estimate the hourly repair cost of a scraper for the second year of operation. The initial cost of the scraper is \$186,000, tire cost \$14,000, and its useful life is 5 years. Assume average operating condition and 2000 h of operation per year.

Solution:

lifetime operating cost factor = 92.5% (from table 3)

lifetime repair cost = $0.925 \times (186,000 - 14,000) = 159,100$ \$

$$\text{Hourly repair cost} = \frac{\text{year digit}}{\text{sum of year's digit}} \times \frac{\text{lifetime repair cost}}{\text{operating hours per year}}$$

$$\text{Hourly repair cost for the second year} = \frac{2}{15} \times \frac{159,100}{2000}$$

$$\text{Hourly repair cost for the second year} = 10.607 \text{ $/h}$$

4. كلفة الأَطارات Tire Cost:

- كلفة الأَطارات تمثل كلفة تصليح وتبديل الأَطارات
- لكون العمر المتوقع للأطارات المطاطية اقل بكثير من عمر الماكنة، فإن معدل الأندثار للأطارات سيكون مختلفا بشكل كبير عن معدل لها.
- ان افضل مصدر لتقدير عمر الأَطارات هو المعلومات السابقة المسجلة للمكائن تحت ظروف عمل مشابهة.
- الجدول (4) يبين معدلات نموذجية لعمر الأَطارات لمختلف المعدات ولمختلف ظروف العمل.
- ان كلفة تصليح الأَطار قد تضيف بحدود 15% لكلفة استبدال الأَطار.
- لذا يمكن استخدام المعادلة التالية لتقدير كلفة صيانة وتبديل الأَطارات:

$$\text{Tire Repair and Replacement cost} = 1.15 \times \frac{\text{cost of set of tires (\$)}}{\text{expepected tire life (h)}}$$

Table (4): Range of Typical Tire Life

Equipment Type	Average Tire Life (h)		
	Operating Conditions		
	Favorable	Average	Unfavorable
Loader wheel	3200–4000	2100–3500	1300–2500
Motor grader	5000	3200	1900
Scraper single engine	4000–4600	3000–3300	2500
Scraper twin engine	3600–4000	3000	2300–2500
Scraper elevating	3600	2700	2100–2250
Tractor wheel	3200–4000	2100–3000	1300–2500
Truck, off-highway	3500–4000	2100–3500	1100–2500

5. كلفة مشغل الماكنة :EQUIPMENT OPERATOR COST:

- كلفة المشغل تمثل الأجور التي يتم دفعها للعامل المكلف بالعمل على الماكنة، بالإضافة الى اجور ساعات العمل الإضافية والمكافئات والتأمين والضرائب على المشغلين والضرائب.
- وتحسب كفقرة منفصلة تضاف لبقية فقرات كلف التشغيل.
- المبلغ الكلي خلال مدة العمل يتم تقسيمه على ساعات العمل لأيجاد كلفة المشغلين في الساعة.

الفصل الثاني

الأسس الهندسية Engineering Fundamentals

- يتناول هذا لفصل المشاكل المتعلقة بالأعمال الترابية كحفر التربة ونقلها والتعامل معها وفق المواصفات.
- في المشاريع الكبيرة مثل السدود والطرق والمطارات يجب اختيار المكان والمعدات المناسبة بأسلوب علمي لإنجاز العمل بأقل كلفة.
- لذا من الضروري للمهندس والمقاول الإلمام بالمكان المناسبة للأعمال الترابية.

النقاط التي يجب أخذها بالأعتبار في اعمال حفر ونقل التربة

EARTHMOVING AND EXCAVATING CONSIDERATIONS

1. مقاومة الدحرجة
2. تأثير ميل الطريق على جهد الجر المطلوب
3. معامل الجر
4. تأثير الارتفاع على أداء محركات الاحتراق الداخلي
5. تأثير درجة الحرارة والضغط على أداء محركات الاحتراق الداخلي

مقاومة الدحرجة :Rolling Resistance

- مقاومة الدحرجة هي المقاومة التي تجابهها المركبة عندما تتحرك على طريق أو سطح.
 - تعتمد مقاومة الدحرجة على العوامل التالية:
1. طبيعة السطح: حيث تكون مقاومة الجر في التربة الرخوة اكبر منها على السطح الصلب.
 2. بالنسبة للمركبات ذات الأتارات المطاطية فإن مقاومة الدحرجة تعتمد على:
 - a. حجم الأتار
 - b. مقدار ضغط الهواء داخل الأتار
 - c. شكل وتصميم سطح الأتار الملامس للتربة
- بالنسبة للمركبات المجنزرة فإن مقاومة الدحرجة تعتمد بشكل رئيسي على طبيعة سطح التربة.

- ان دفع عربة ذات اطارات مطاطية بضغط مناسب على سطح خرساني صلب اسهل مما لو تم خفض ضغط الأتارات.
- في حين اذا كان سطح الطريق رخو فإن حركة الأتارات ذات الضغط العالي ستكون اصعب بسبب انها ستغوص في سطح الطريق أكثر من الأتارات ذات الضغط المنخفض.
- مقاومة الدحرجة للطرق الترابية تتغير حسب الظروف الجوية ونوع التربة على طول الطريق.
- في حالة كون التربة مرصوفة بشكل جيد وتم تسوية سطح الطريق بآلة التسوية (Grader) فإن مقاومة الدحرجة لهذا الطريق الترابي تكون مساوية تقريبا لطريق مبلط بالأسفلت او الخرسانة.
- عند تعرض الطريق الترابي للمطر يصبح رطب وغير مستوي فتزداد مقاومة الدحرجة.
- لذا من الضروري في الطرق الترابية استخدام آلة التسوية والرش بالماء والحدل بصورة مستمرة للمحافظة عليه بشكل مناسب طيلة فترة استخدامه.

- تقاس مقاومة الدحرجة بمقدار القوة (بالكيلوغرام) اللازمة لتحريك طن واحد على الطريق.
- الجدول رقم (5) يبين قيم مقاومة الدحرجة لأنواع مختلفة من الطرق والأطارات.
- القوة الناتجة عن مقاومة الدحرجة التي تتعرض لها المركبة تحسب من المعادلة التالية:

$$P = W \times R$$

P: is the counter force from rolling resistance (kg)

W: total weight of the vehicle (ton)

R: rolling resistance (kg/ton)

مثال: جد القوة الناتجة عن مقاومة الدحرجة بوحدة (كغم) والتي تعيق حركة مركبة تزن 20 طن تسير على طريق ذو مقاومة دحرجة مقدارها 45 كغم/طن.

الحل:

$$P = 45 \times 20 = 900 \text{ kg}$$

جدول (5): مقاومة الدحرجة لأنواع مختلفة من الأطارات والسطوح بالكيلو غرام للطن الواحد من الوزن الكلي للمركبة

إطارات مطاطية		إطارات مجنزرة	إطارات حديدية	نوع السطح
ضغط واطيء	ضغط عالي			
20	15	25	18	خرسانة صقيلة
27 - 23	30 - 18	32 - 27	32 - 23	أسفلت جيد
32 - 23	32 - 40	36 - 27	45 - 27	تراب مرصوص
45 - 32	63 - 45	50 - 36	68 - 45	تراب غير مرصوص
91 - 68	100 - 82	82 - 63	113 - 91	تراب طيني
118 - 110	132 - 118	91 - 73	145 - 127	رمل رخو وحصى
154 - 127	181 - 136	109 - 91	181 - 160	تراب طيني جدا ومحروث

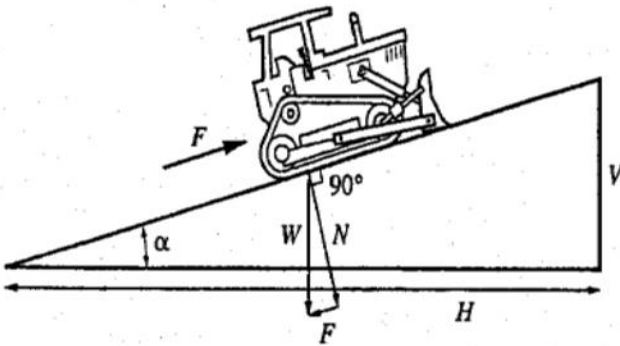
2. تأثير درجة ميل الطريق على جهد الجر المطلوب Effect of grade on required tractive effort

- يزداد جهد الجر لمركبة عندما تصعد طريق بزيادة درجة الانحدار للطريق.
- يحدد ميل الطريق كنسبة مئوية تكون موجبة اذا كان الاتجاه هو الصعود وسالبة في حالة النزول.
- مثلا الطريق الذي ميله 5% يعني ان يرتفع شاقوليا 5m لكل 100m طول افقي.

$$F = W \cdot \sin \alpha$$

- يمكن حساب مقدار القوة المطلوبة لمعادلة تأثير الانحدار من المعادلة:

- للقيم الصغيرة لزاوية الانحدار ($\alpha < 10^\circ$) فإن $\sin \alpha \approx \tan \alpha$



$$\tan \alpha = \frac{V}{H} = \frac{G\%}{100} \quad \text{وحيث أن}$$

• لذا تكون القوة المطلوبة تساوي $F = W \cdot \frac{G\%}{100}$

• حيث تكون وحدة F بنفس مقدار وحدة W

• قيمة F بالكيلو غرام لكل طن من وزن المركبة W فيمكن حسابها من المعادلة:

• $F(kg) = 10 W(ton) \cdot G\%$

• هذه المعادلة صحيحة لقيم $G < 10\%$

• أي إن جهد الجر يزداد أو يقل حسب اتجاه الحركة بمقدار 10kg تقريبا لكل طن من وزن المركبة لكل 1% من انحدار الطريق.

• الجدول (6) يبين مقدار تأثير الانحدار على جهد الجر بالكيلو غرام لكل طن من وزن المركبة.

جدول (6): مقدار القوة الناتجة عن تأثير الانحدار على جهد الجر (kg/ton)

Grade (%)	change in tractive effort (kg/ton)	Grade (%)	change in tractive effort (kg/ton)
1	10	12	119.2
2	20	13	128.9
3	30	14	138.7
4	40	15	148.3
5	50	20	196.2
6	59.9	25	242.6
7	69.9	30	287.4
8	79.6	35	330.3
9	89.6	40	371.4
10	99.5	45	410.4
11	109.0	50	447.2

ملاحظة:

- من المفضل ان يتم إختيار موقع جلب التربة (المقلع) بحيث يكون بمستوى أعلى من موقع العمل.
- وذلك لكون الشاحنة تصعد للمقلع وهي فارغة (وزنها الكلي يكون قليل) وهذا يعني ان القوة المعاكسة نتيجة الانحدار (والتي تعتمد على الوزن الكلي) تكون قليلة.
- أما عندما تكون الشاحنة محملة (وزنها كبير) فإن الانحدار سيكون نازلا مما يعني ان تأثير الانحدار سيساعد الشاحنة على السير بسرعة وسهولة.

المقاومة الكلية (Total Resistance) :

- المقاومة الكلية لحركة المعدات تساوي مجموع مقاومة الدحرجة والمقاومة الناتجة من تأثير الإنحدار.

$$\text{Total resistance (TR)} = \text{Rolling resistance (RR)} + \text{Grade resistance (GR)}$$

الإنحدار المكافئ (Equivalent Gradient) :

- يعبر أحيانا عن مقاومة الدحرجة بما يكافئها من انحدار (G_{RR}) وهو قيمة الأنحدار الذي يسبب نفس مقدار مقاومة التدحرج

$$G_{RR}(\%) = \frac{\text{Rolling Resistance} \left(\frac{kg}{ton} \right)}{10 \left(\frac{kg}{ton} \right)}$$

الإنحدار المؤثر (Effective Grade)

- ويساوي الإنحدار المكافئ (الناتج من مقاومة الدحرجة) مضافاً اليه (في حالة الصعود) او مطروحاً منه (في حالة النزول)

$$G_{eff} = G_{RR} \pm G$$

مقدار انحدار الطريق (G)

Example: The haul road from the borrow pit to the fill has an adverse grade of 4%. wheel type unit will be used on the job, and it is expected that the haul road rolling resistance will be 50 kg/ton. what will be the effective grade for the haul and return trip?

Solution:

$$G_{RR}(\%) = \frac{\text{Rolling Resistance } (\frac{kg}{ton})}{10 (\frac{kg}{ton})} = \frac{50 (\frac{kg}{ton})}{10 (\frac{kg}{ton})} = 5\%$$

$$G_{eff} = G_{RR} \pm G$$

- For haul trip, $G_{eff} = G_{RR} + G = 5\% + 4\% = 9\%$
- For return trip, $G_{eff} = G_{RR} - G = 5\% - 4\% = 1\%$
- Note that the effective grade is not the same for the two cases.
- During the haul, the unit must overcome the uphill grade.
- On the return, the unit is aided by the downhill grade.

مثال: مجرفة آلية مجنزرة وزنها 20 ton وقوة جر محركها 15,000 kg تتحرك الى اعلى طريق أسفلتي انحداره 4%، احسب قوة الجر الصافية.

الحل:

• من جدول (5) نجد أن $R = 29.5 \text{ kg/ton}$

Rolling resistance , $RR = R \times W = 29.5 \text{ kg/ton} \times 20 \text{ ton} = 590 \text{ kg}$

• من جدول (6) نجد أن معامل تأثير الانحدار يساوي 40 kg/ton

Resistance from Grade, $GR = 40 \times W = 40 \times 20 = 800 \text{ kg}$

total resisting force = $590 + 800 = 1390 \text{ kg}$

• نلاحظ ان قوة الأعاقه من تأثير الانحدار تم جمعها مع مقاومة الدحرجة لأن المركبة الى الأعلى.

Net Traction force, $F = \text{Engine force} - \text{Resisting forces}$

$F = 15,000 - 1390 = 13,610 \text{ kg}$

القدرة المتوفرة Available Power:

- تشكل محركات الاحتراق الداخلي القوة المحركة لمعظم معدات الأنشاء.
- في الأعمال الصعبة فإن أداء محركات الديزل هو أفضل من محركات البنزين.
- لذا تشكل محركات الديزل القدرة المحركة للصناعة الأنشائية.
- بالإضافة الى ان محركات الديزل تتصف بأن لها عمر أطول وأستهلاك وقود أقل وكونها أقل عرضة للحريق.

الشغل والقدرة Work and Energy:

• يحسب الشغل من المعادلة: $Work (J) = Force (N) \times Distance (m)$

• اما القدرة فتساوي: $Power (watt) = \frac{Work (N.m)}{Time (s)}$

The definition of horsepower:

- When James Watt developed the first practical steam engine and wanted to express the work of the engine to the work done by the horse, he used the following example.

Example: A 81.647 kg (180 lb) horse walks in circular path operating a pump that rises water from a well. The horse is attached to a 3.658 m (12 ft) lever arm that is connected to the pumping mechanism. The horse makes 144 revolutions per hour. How much work does the horse do in 1 hour?

Solution:

The moving force is the horse of mass 81.647 kg = 800.630 N

The distance is the circumference of the circle 144 times.

$$\text{Circumference} = 2\pi \times 3.658 = 7.316 \pi$$

$$\text{Total distance} = 144 \times 7.316 \pi = 1053.504 \pi \text{ m}$$

$$\text{Work in one hour} = 800.630 \times 1053.504 \pi = 2649829.44 \text{ N.m/h}$$

$$\text{the work in second} = 735.5 \text{ N.m/s (1 metric horsepower)}$$

$$\text{One mechanical horsepower} = 745.7 \text{ watt}$$

3. معامل الجر :Coefficient of Traction

- يعرف معامل الجر (C_T) على انه المعامل الذي يتم ضربه بالوزن الكلي المسلط على العجلات القائدة (Driving Wheels) لحساب أكبر قوة جر ممكنة بين العجلات والطريق قبل حصول الانزلاق.

$$\text{Maximum Tractive Force} = C_T \times \text{Total Load on driving wheels}$$

مثال: الوزن الكلي على العجلات (الدواليب) للقائدة لمركبة هو 18000 kg وإن أعلى قوة سحب لمحرك المركبة هي 9000 kg، فإذا كانت المركبة تسير على طريق رملي رطب معامل الجر له 0.30. احسب أعلى قوة سحب ممكن تسليطها قبل ان تنزلق الأتارات.

$$\text{الحل: Maximum Tractive Force} = 0.3 \times 18000 = 5400 \text{ kg}$$

- نلاحظ أن قوة السحب للمركبة لايمكن استغلالها بالكامل لأن الانزلاق أكبر قوة سحب ممكن تسليطها على العجلات هي اقل من قوة سحب المركبة. وهذا يعني انه اذا تم استخدام كامل قوة السحب للمحرك فستنزلق الأتارات على الطريق.
- في حالة كون معامل الجر هو 0.60 فإن أعلى قوة سحب يمكن تسليطها على الأتارات القائدة ستكون 10800 kg في هذه الحالة لايمكن جعل الأتارات تنزلق على الطريق حتى لو تم استخدام كامل قوة السحب للمحرك.

جدول (7): قيم معامل الجر لأنواع متعددة من سطوح الطرق

نوع السطح	الأطارات المطاطية (Rubber Tires)	الدواليب المجنزرة (Crawler Tracks)
خرسانة جافة وخشنة	0.80 - 1.00	0.45
تربة رملية طينية جافة	0.50 – 0.70	0.90
تربة رملية طينية رطبة	0.50 – 0.40	0.70
رمل وحصى رطب	0.30 – 0.40	0.35
رمل وحصى جاف	0.20 – 0.30	0.30
ثلج جاف	0.20	0.15 – 0.35
جليد	0.10	0.10 – 0.25

4. تأثير الارتفاع على أداء محركات الاحتراق الداخلي :Altitude's Effect on internal combustion Engines

- يتم تشغيل محركات الاحتراق الداخلي بواسطة خلط الأوكسجين من الهواء مع الوقود وحرقة لتحويل الطاقة الكامنة الى طاقة حركية.
- لأجل الحصول على أعلى كفاءة للمحرك يجب المحافظة على نسبة الخلط بين الأوكسجين والوقود في إسطوانات الإحتراق.
- إذا انخفضت كثافة الهواء بسبب الإرتفاع فإن كمية الأوكسجين في الهواء ستنخفض أيضا.
- وبالتالي ستقل كفاءة المحرك.
- ان تغير كثافة الهواء مع الارتفاع عن سطح البحر لا يكون بشكل منتظم.
- رغم ذلك توجد علاقات تجريبية يمكن عن طريقها إيجاد مقدار الفقدان في القدرة الحصانية للمحركات عندما تعمل في مناطق مرتفعة.
- لغاية إرتفاع 300 m عن سطح البحر لا يوجد فقدان ملحوظ في قدرة المحرك.
- بعد 300 m يكون النقصان ملحوظا ويتناسب مع مقدار الارتفاع عن سطح البحر.

الفقدان بالقدرة نتيجة الارتفاع:

- للمحركات ذات الأربعة أشواط:

$$\text{Loss in horsepower} = \frac{(H - 300) \times 0.03}{300} \times hp$$

- للمحركات ذات الشوطين:

$$\text{Loss in horsepower} = \frac{(H - 300) \times 0.01}{300} \times hp$$

where: H is the elevation with respect to sea level (m).

- مثال: ماكينة لها محرك ذو 4 أشواط بقدرة حصانية 100 hp عند مستوى سطح البحر، ما هو مقدار هذه القدرة عندما تعمل الماكين على ارتفاع 3000 m عن سطح البحر؟
- الحل:

$$\text{Loss in horsepower} = \frac{(H - 300) \times 0.03}{300} \times hp = \frac{(3000 - 300) \times 0.03}{300} \times 100$$

$$\text{Loss in horsepower} = 0.27 \times 100 = 27 \text{ hp}$$

the horsepower at 3000 m above sea level = 100 – 27 = 83 hp

Table (8): Percent flywheel horsepower for selected Caterpillar machines at specified altitudes

Model		Altitude (m)				
		0 - 760	760 - 1500	1500 - 2300	2300 - 3000	3000 - 3800
Tractor	D6D, D6E	100	100	100	100	94
	D7G	100	100	100	94	86
	D8L	100	100	100	100	93
	D8N	100	100	100	100	98
	D9N	100	100	100	96	89
	D10N	100	100	100	94	87
Graders	120G	100	100	100	100	96
	12G	100	100	96	90	84
	140G	100	100	100	100	94
	14G	100	100	100	94	87
	16G	100	100	100	100	100
Excavators	214B	100	100	100	100	92
	235D	100	100	100	98	91
	245D	100	100	100	94	87
Scrapers	615C	100	100	95	88	81
	621E	100	100	94	87	80
	623E	100	100	94	87	80
	631E	100	100	96	88	82
Trucks	769C	100	100	100	97	89
	773B	100	100	100	100	96
loaders	966E	100	100	100	93	86
	988B	100	100	100	100	93

5. تأثير درجة الحرارة والضغط على أداء محركات الاحتراق الداخلي

Effect of temperature and atmospheric pressure on the performance of internal combustion engines

- تنخفض كفاءة مكائن الاحتراق الداخلي عند ارتفاع درجة الحرارة، وتزداد الكفاءة عند انخفاض درجة الحرارة.
- يتم معايرة مكائن الاحتراق الداخلي بإيجاد قدرتها تحت الظروف القياسية والتي هي:
 - (a) ضغط جوي 760 ملم زئبق (103.3 kPa).
 - (b) 15 درجة مئوية.
- تسمى القدرة الحصانية التي يتم قياسها في الظروف القياسية بالقدرة الحصانية الفرملية (Brake horsepower).

- إذا تم قياس قدرة المحرك في ظروف تختلف عن الظروف القياسية فإن هذه القدرة المقاسة سوف لا تساوي القدرة القياسية.
- لكن بالأمكان حساب القدرة الحصانية القياسية (Break horsepower) لهذا المحرك من القانون التالي:

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

- where: H_c : the modified horsepower for the standard conditions
- H_o : measured horsepower (at non standard conditions)
- P_s : standard atmospheric pressure (760 mm Hg)
- P_o : the actual measured atmospheric pressure (mm Hg)
- T_o : measured absolute temperature = Celsius + 273 (kelvins)
- T_s : Standard absolute temperature = 15 + 273 = 288 kelvins

- مثال: تم فحص محرك تحت ضغط جوي مقداره 750 mm Hg و درجة حرارة 5.55°C فوجد ان القدرة الحصانية المقاسة تساوي 86.43 hp. جد القدرة الحصانية القياسية (الفرملية) لهذا المحرك تحت الظروف القياسية.
- الحل:

$$\begin{aligned}
 \bullet H_c &= H_o \frac{P_s}{P_o} \sqrt{\frac{T_o}{T_s}} = (86.43) \frac{760}{750} \sqrt{\frac{(5.55+273)}{288}} \\
 \bullet H_c &= 86.13 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

جدول (9): الضغط الجوي عند مستويات مختلفة من سطح البحر

الارتفاع فوق سطح البحر (متر)	الضغط الجوي المقاس (ملم زئبق)
0	760
300	733
600	707
900	682
1200	656
1500	632
1800	608
2100	586
2400	564
2700	543
3000	522

مثال: فحص جرار ذو محرك بأربعة أشواط تحت الظروف القياسية ووجد أن قدرته الحصانية 130 hp، فما هي قدرته الحصانية على ارتفاع 1115 m عن سطح البحر ودرجة حرارة 22.2° C ؟
الحل:

يمكن حساب الضغط الجوي عند ارتفاع مقداره 1115 متر من الجدول (9) بإستخدام قيم الضغط لأرتفاع 900 متر و 1200 متر

$$P(900) = 682 \text{ mm Hg}, P(1200) = 656 \text{ mm Hg}$$

$$P_o(1115) = 682 + \frac{656 - 682}{1200 - 900} (1115 - 900) = 682 - 18.633 = 663.37 \text{ mm Hg}$$

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

$$130 = H_o \times \frac{760}{663.37} \times \sqrt{\frac{(22.2 + 273)}{288}}$$

$$130 = 1.16 H_o$$

$$H_o = 112.07 \text{ hp}$$

جدول رقم (10): مقدار المعاملات التي يجب ضربها في القدرة الحصانية في الظروف القياسية لأي محرك ذو أربعة أشواط لإيجاد القدرة الحصانية عند درجة الحرارة والارتفاع المطلوبين.

معاملات التصحيح لإيجاد القدرة الحصانية الحقيقية
لمحركات ذات أربعة أشواط تحت تأثير مختلف الارتفاعات ودرجات الحرارة

درجات الحرارة (درجة مئوية)									الارتفاع عن سطح البحر متر
- 29	- 18	- 7	4	10	15	21	32	43	
1.085	1.062	1.039	1.018	1.008	1.000	0.991	0.971	0.954	0
1.048	1.025	1.003	0.984	0.974	0.964	0.955	0.937	0.920	300
1.010	0.988	0.968	0.948	0.938	0.930	0.921	0.904	0.887	600
0.974	0.952	0.933	0.914	0.905	0.896	0.888	0.872	0.855	900
0.938	0.918	0.899	0.882	0.873	0.865	0.856	0.840	0.825	1200
0.904	0.885	0.867	0.849	0.842	0.833	0.825	0.809	0.795	1500
0.872	0.853	0.836	0.820	0.811	0.803	0.795	0.781	0.767	1800
0.840	0.823	0.806	0.790	0.782	0.755	0.767	0.752	0.738	2100
0.811	0.793	0.766	0.762	0.754	0.746	0.739	0.725	0.712	2400
0.782	0.764	0.748	0.734	0.727	0.720	0.713	0.699	0.686	2700
0.753	0.737	0.722	0.707	0.707	0.693	0.687	0.675	0.682	3000

قوة الجر للجرارات المجنزرة Drawbar Pull:

- وهي قوة الجر الكلية التي يمكن للجرار تسليطها على أحمال مربوطة به.
- لحساب قوة السحب التي يمكن تسليطها لقطر حمل يجب طرح قوى الإعاقة من القوة الكلية للمحرك.
- ان قوة الجر للجرار المجنزر تتناسب عكسيا مع السرعة لكل مستوى في ناقل الحركة.
- تكون قوة الجر أكبر مايمكن اذا اشتغل الجرار في الترس الأول (First Gear).
- ان المواصفات المجهزة من المنتج يجب ان تتضمن اكبر سرعة وأكبر قوة جر لكل مستوى من ناقل الحركة (each gear).

مثال: جرار مجنزر وزنه 12 ton يتحرك على طريق افقي من التراب المرصوص بقوة جر صافية مقدارها 2750 kg ، كم ستكون قوة الجر الصافية اذا انتقل الجرار الى طريق افقي من التراب غير المرصوص.
الحل:

قوة الجر الصافية = قوة جر المحرك - الأعاقات

الأعاقات = مقاومة الدحرجة + الأعاقة الناتجة عن انحدار الطريق

حيث ان الطريق في الحالتين أفقي، لذا الأعاقة الناتجة عن إنحدار الطريق = صفر

مقاومة الدحرجة = مقاومة الدحرجة للطريق لكل طن من وزن المركبة × وزن المركبة

• من جدول رقم (5) نجد مقاومة الدحرجة لكل طن من وزن الجرار

• للطريق الأول: للتراب المرصوص وللإطارات المجنزرة، مقاومة الدحرجة = 31.5 kg/ton

• للطريق الثاني: للتراب غير المرصوص وللإطارات المجنزرة، مقاومة الدحرجة = 43.0 kg/ton

الفرق في مقاومة الدحرجة = (31.5 - 43.0) × 12 = 138.0 kg

قوة الجر الصافية على الطريق الثاني = 138.0 - 2750 = 2612 kg

جر الأتارات Rimpull:

- وهو قوة الجر بين الأتارات القائدة للجرار المدولب وسطح الطريق الذي يسير عليه.
- يمكن حساب مقدار السحب (قوة الجر) للمركبة من المعادلة التالية:

$$Rimpull = \frac{272.2 \times horsepower \times efficiency}{speed}$$

where:

Rimpull is in (kg)

speed: the speed of the vehicle (km/h)

efficiency: is the efficiency of the engine (0.80 – 0.85)

if efficiency is not known take it equals to 0.85

مثال: احسب قوة السحب (Rimpull) لشاحنة ذات إطارات مطاطية و محرك بقوة 140 hp ، عندما تسير الشاحنة بسرعة 5.0 km/h . افترض أن معامل الجر كافي لأستخدام كامل قوة الشاحنة. وما مقدار قوة السحب عندما تسير الشاحنة بسرعة 20 km/h ؟

الحل:

$$Rimpull = \frac{272.2 \times horsepower \times efficiency}{speed}$$
$$= \frac{272.2 \times 140 \times 0.85}{5} = 6478.36 \text{ kg} = 6.478 \text{ ton}$$

when speed= 20 km/h

$$Rimpull = \frac{272.2 \times 140 \times 0.85}{20} = 1619.59 \text{ kg} = 1.620 \text{ ton}$$

• يمكن ملاحظة ان قوة السحب تتناسب عكسيا مع سرعة سير المركبة.

مثال: جر الأطار لجرار في الترس الأول يعادل 6000 kg ووزن الجرار هو 12.4 ton. يسير الجرار صعودا على طريق ذو إنحدار قدره 2% ومقاومة دحرجة مقدارها 50 kg/ton . جد مقدار القوة الصافية التي يمكن للجرار إستعمالها في جر أحمال أخرى.
الحل:

$$\text{Rolling resistance, } RR = 50 \times 12.4 = 620 \text{ kg}$$

$$\text{Grade resistance, } GR = W \cdot \sin \alpha$$

$$\tan \alpha = 0.02, \text{ then } \alpha = 1.146^\circ, \sin \alpha = 0.019996 \approx 0.02 \quad (\text{note that } \sin \alpha \approx \tan \alpha)$$

$$GR = 12.4 \times 0.02 = 0.248 \text{ ton} = 248 \text{ kg}$$

$$\text{the net force available} = \text{engine force} - (RR + GR)$$

$$F = 6000 - (620 + 248) = 5132 \text{ kg}$$

الفصل الثالث

ترسيخ وحمل التربة Soil Stabilization and Compaction

- تستعمل التربة في مجالات مختلفة من الحقول الإنشائية.
- التربة تمثل القاعدة التي تستند عليها المنشآت والطرق.
- تستعمل التربة أيضا لعمل السداد لمنع تسرب المياه من القنوات المائية .
- بعض أنواع التربة تستعمل كما هي بينما أنواع أخرى تحتاج لمعالجة لغرض تهيئتها للاستخدام.
- لذا يجب معرفة الخواص الأساسية للتربة.

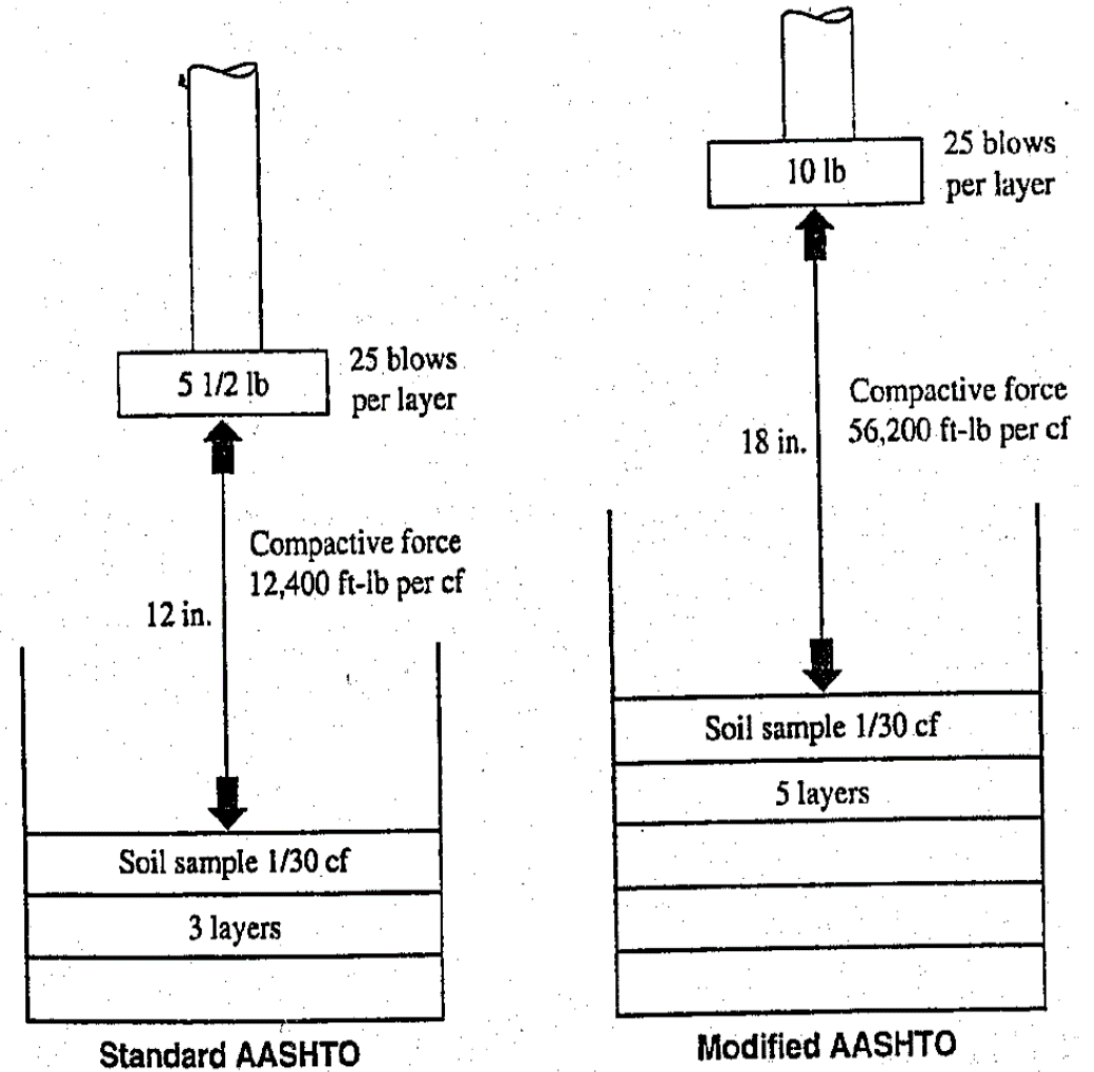
مصطلحات وإختصارات وتعريف : Terms, abbreviations and definitions

- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

- مواد الردم Backfill: المواد المستعملة في دفن وردم الحفريات
- الضفة Bank: كتلة من التراب ترتفع عن معدل مستوى الأرض أو أي تربة تحفر من موقعها الأصلي
- مقياس الضفة Bank measure: قياس حجم التربة وهي في وضعها في الطبيعة قبل حفرها.
- القاعدة Base: طبقة المواد في طريق أو مدرج التي توضع عليها طبقة التبليط.
- Standard Proctor Test: a method presented by Proctor to relate the maximum density of soil to its moisture content by applying a standard compaction effort.
- Modified Proctor: is similar to Standard proctor except that the effort is modified.
- القاعدة الدنيا (تحت القاعدة) subbase: طبقة من التربة توضع تحت طبقة القاعدة لأعطائها قوة مناسبة.
- الأرض الطبيعية Subgrade: هو السطح الناتج عن تسوية الأرض الطبيعية أو هو سطح التربة التي تم استخدامها كقاعدة لمواد التبليط.
- حفرة الأمداد Borrow pit: الحفرة أو الموقع الذي تجلب منه مواد الإملأيات.

Table 5-1 Characteristics of Proctor compaction tests

Test Details	Standard	Modified
Diameter of mold		
in.	4	4
mm	102	102
Height of sample		
in.	5 cut to 4.59	5 cut to 4.59
mm	127 cut to 117	127 cut to 117
Number of layers	3	5
Blows per layer	25	25
Weight of hammer		
lb	5.5	10
kg	2.5	4.5
Diameter of hammer		
in.	2	2
mm	51	51
Height of hammer drop		
in.	12	18
mm	305	457
Volume of sample		
cu ft	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{30}$
l	0.94	0.94
Compactive effort		
ft-lb/cu ft	12,400	56,200
kJ/m ³	592	2693



خواص التربة Soil Characteristics:

• الانتفاخ والانكماش Swell and Shrinkage:

• إن حجم وكثافة التربة يتغيران اثناء حفرها ونقلها ووضعها في المكان المطلوب ثم حذلها.

• لذا عند ذكر حجم التربة يجب ان يتم توضيح طبيعة ذلك الحجم وكما يلي:

1. مقياس حجم الضفة Bank: وهو قياس حجم التربة وهي في حفرة الأمداد او الأرض الطبيعية قبل الحفر. وهذا الحجم هو الذي يستخدم عادة عند حساب الكلفة.

2. مقياس الحجم الرخو Loose: هو قياس حجم التربة بعد حفرها وهي بالشكل الرخو حيث تحمل في الشاحنات او القاشطات.

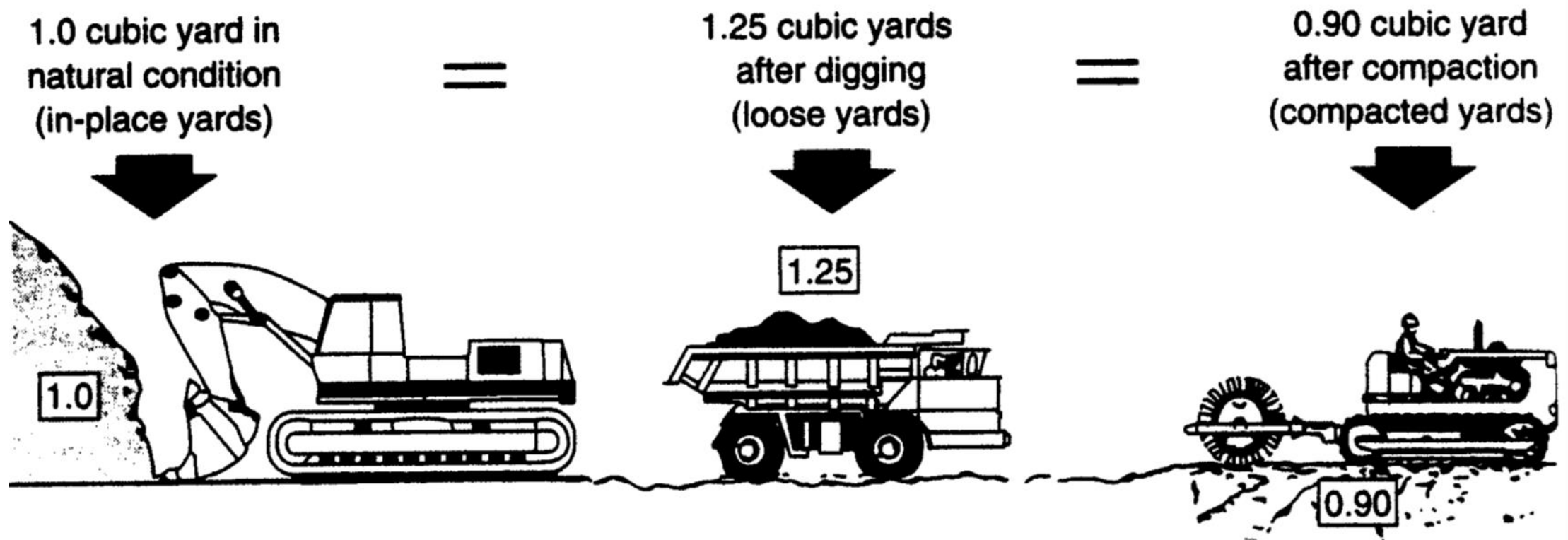
3. مقياس الحجم المحدول Compacted: وهو قياس حجم التربة بعد وضعها في المكان المطلوب وحذلها. يستعمل هذا الحجم أحيانا في دفع قيمة التربة اذا كان المطلوب أن تكون محدولة.

الانتفاخ Swell:

- يزداد حجم التربة عند حفرها ويعبر عن هذه الزيادة بنسبة مئوية من الحجم الأصلي للتربة (حجم الضفة).
- مثلاً إذا تم حفر 1 m^3 من التربة ووجد أن الحجم الرخو أصبح 1.25 m^3 فإن مقدار الانتفاخ هو 25%.
- يعتمد مقدار الانتفاخ على نوع التربة ورطوبتها.

الانكماش Shrinkage:

- عند وضع التربة في مكان الدفن وحملها فإن حجمها سيقول نتيجة زيادة كثافتها بسبب الحدل.
- يعبر عن هذا النقصان بنسبة مئوية من الحجم الأصلي (حجم الضفة).
- مثلاً إذا تم حفر 1 m^3 من التربة ثم وضع في المكان المطلوب وتم حمله ووجد بأن حجمه أصبح 0.9 m^3 فإن مقدار الانكماش هو 10%.
- يعتمد مقدار الانكماش على نوع التربة ورطوبتها ودرجة الحدل.



Typical soil volume change during earthmoving

يمكن حساب نسبة الانتفاخ من المعادلة:

$$\begin{aligned} \text{Swell (\%)} &= \left(\frac{\text{weight/bank volume}}{\text{weight/loose volume}} - 1 \right) \times 100 \\ &= \left(\frac{\text{bank unit weight}}{\text{loose unit weight}} - 1 \right) \times 100 \end{aligned}$$

or

$$\text{Swell (\%)} = \left(\frac{\text{loose volume}}{\text{bank volume}} - 1 \right) \times 100$$

Example: Find the swell of a soil that weighs 1661 kg/m³ in its natural state and 1186 kg/m³ after excavation.

Solution:

$$\text{Swell (\%)} = \left(\frac{\text{bank unit weight}}{\text{loose unit weight}} - 1 \right) \times 100$$

$$\text{Swell (\%)} = \left(\frac{1661}{1186} - 1 \right) \times 100 = 40\%$$

- This means that 1.0 m³ of the soil will expand to 1.4 m³ of loose soil after excavation.

تحسب نسبة الانكماش من المعادلة:

$$\begin{aligned} \text{Shrinkage (\%)} &= \left(1 - \frac{\text{weight/bank volume}}{\text{weight/compactd volume}} \right) \times 100 \\ &= \left(1 - \frac{\text{bank unit weight}}{\text{compacted unit weight}} \right) \times 100 \end{aligned}$$

or

$$\text{Shrinkage (\%)} = \left(1 - \frac{\text{compacted volume}}{\text{bank volume}} \right) \times 100$$

Example: Find the shrinkage of a soil that weighs 1661 kg/m³ in its natural state and 2077 kg/m³ after compaction.

Solution:

$$\text{Shrinkage (\%)} = \left(1 - \frac{\text{bank unit weight}}{\text{compacted unit weight}} \right) \times 100$$

$$\text{Shrinkage (\%)} = \left(1 - \frac{1661}{2077} \right) \times 100 = 20\%$$

- This means that 1.0 m³ of bank soil will shrink to 0.8 m³ of compacted soil.

Swell (Load) Factor & Shrinkage Factor:

- عند تنفيذ الأعمال الترابية فمن المهم ان يتم تحويل حجوم التربة الى مقياس موحد مشترك.
- على الرغم أن مقياس الضفة Bank Measure هو الذي يكون معتمدا لهذا الغرض، مع ذلك يمكن استخدام أي واحد من الحجوم الثلاثة لمقياس مشترك لحساب الحجوم.
- بسبب كون كميات التربة التي يتم تحميلها والتربة التي يتم تكديسها تحسب على أساس الحجم الرخو، فمن الضروري ان يتوفر معامل للتحويل بين الحجم الرخو وحجم الضفة.
- هذا المعامل يسمى معامل الانتفاخ او الحمل Swell or Load Factor، ويحسب من المعادلتين التاليتين:

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{loose unit wiegt}}{\text{bank unit weight}} \quad \text{or} \quad \text{Swell Fctor} = \frac{1}{1+\text{swell}}$$

$$\text{Bank Volume} = \text{Loose Volume} \times \text{Swell Factor}$$

حيث يتم ضرب كمية الحجم الرخو بمعامل الإنتفاخ لإيجاد كمية حجم الضفة.

- يستخدم معامل الأنكماش لتحويل حجم التربة المحدولة الى حجم الضفة، ويحسب من المعادلتين التاليتين:

$$\text{Shrinkage Factor} = \frac{\text{bank unit wiegt}}{\text{compacted unit weight}} \quad \text{or} \quad \text{Shrinkage Fctor} = 1 - \text{shrinkage}$$

$$\text{Bank Volume} = \text{Compacted Volume} / \text{Shrinkage Factor}$$

Example: A soil weighs 1163 kg/LCM, 1661 kg/BCM, and 2077 kg/CCM.

(a) Find the load (swell) factor and shrinkage factor.

(b) How many bank cubic meters (BCM) and compacted cubic meters (CCM) are contained in 593,300 loose cubic meter (LCM) of the soil?

Solution:

$$(a) \text{ Swell Factor} = \frac{\text{loose unit weight}}{\text{bank unit weight}} = \frac{1163}{1661} = 0.70$$

$$\text{Shrinkage Factor} = \frac{\text{bank unit weight}}{\text{compacted unit weight}} = \frac{1661}{2077} = 0.80$$

$$(b) \text{ Bank Volume} = \text{Loose Volume} \times \text{Swell Factor} = 593,300 \times 0.70 = 415,310 \text{ BCM}$$

$$\text{Bank Volume} = \text{Compacted} / \text{Shrinkage Factor}$$

then

$$\text{Compacted Volume} = \text{Bank Volume} \times \text{Shrinkage Factor} = 415,310 \times 0.80 = 332,248 \text{ m}^3 \text{ (CCM)}$$

جدول (11): قيم وزن الضفة والوزن الرخو ونسبة الانتفاخ ومعامل الانتفاخ لأنواع مختلفة من التربة

Material	Bank weight		Loose weight		Percent swell	Swell factor*
	lb/cy	kg/m ³	lb/cy	kg/m ³		
Clay, dry	2,700	1,600	2,000	1,185	35	0.74
Clay, wet	3,000	1,780	2,200	1,305	35	0.74
Earth, dry	2,800	1,660	2,240	1,325	25	0.80
Earth, wet	3,200	1,895	2,580	1,528	25	0.80
Earth and gravel	3,200	1,895	2,600	1,575	20	0.83
Gravel, dry	2,800	1,660	2,490	1,475	12	0.89
Gravel, wet	3,400	2,020	2,980	1,765	14	0.88
Limestone	4,400	2,610	2,750	1,630	60	0.63
Rock, well blasted	4,200	2,490	2,640	1,565	60	0.63
Sand, dry	2,600	1,542	2,260	1,340	15	0.87
Sand, wet	2,700	1,600	2,360	1,400	15	0.87
Shale	3,500	2,075	2,480	1,470	40	0.71

*The swell factor is equal to the loose weight divided by the bank weight per unit volume.

جدول (12): قيم الكثافة الرخوة والضفة والمحدولة ونسب الانتفاخ والانكماش ومعامل الانتفاخ ومعامل الانكماش لأنواع الترب والصخور

	Unit Weight [lb/cu yd (kg/m ³)]			Swell (%)	Shrinkage (%)	Load Factor	Shrinkage Factor
	<i>Loose</i>	<i>Bank</i>	<i>Compacted</i>				
Clay	2310 (1370)	3000 (1780)	3750 (2225)	30	20	0.77	0.80
Common earth	2480 (1471)	3100 (1839)	3450 (2047)	25	10	0.80	0.90
Rock (blasted)	3060 (1815)	4600 (2729)	3550 (2106)	50	-30**	0.67	1.30**
Sand and gravel	2860 (1697)	3200 (1899)	3650 (2166)	12	12	0.89	0.88

*Exact values vary with grain size distribution, moisture, compaction, and other factors. Tests are required to determine exact values for a specific soil.

**Compacted rock is less dense than is in-place rock.

أنواع التربة:

تقسم التربة هندسيا الى الأنواع التالية:

1. حصى

2. رمل

3. غرين

4. طين

5. مواد عضوية

- في الموقع فإن التربة في الغالب تتألف من خليط من عدد من هذه الأنواع.
- تكون بعض انواع التربة قوية ومتماسكة في حين تكون انواع اخرى ضعيفة ولايمكنها إسناد الأحمال التصميمية.
- يعتمد تحمل التربة على:

(1) تصنيفها (والذي يعتمد على نسب الأنواع أعلاه)

(2) كثافة التربة

(3) نسبة الرطوبة

جدول (12): الخواص الإنشائية لأنواع مختلفة من التربة

Soil Type	Symbol	Drainage	Construction Workability	Suitability for Subgrade (No Frost Action)	Suitability for Surfacing
Well-graded gravel	GW	Excellent	Excellent	Good	Good
Poorly graded gravel	GP	Excellent	Good	Good to excellent	Poor
Silty gravel	GM	Poor to fair	Good	Good to excellent	Fair
Clayey gravel	GC	Poor	Good	Good	Excellent
Well-graded sand	SW	Excellent	Excellent	Good	Good
Poorly graded sand	SP	Excellent	Fair	Fair to good	Poor
Silty sand	SM	Poor to fair	Fair	Fair to good	Fair
Clayey sand	SC	Poor	Good	Poor to fair	Excellent
Low-plasticity silt	ML	Poor to fair	Fair	Poor to fair	Poor
Low-plasticity clay	CL	Poor	Fair to good	Poor to fair	Fair
Low-plasticity organic	OL	Poor	Fair	Poor	Poor
High-plasticity silt	MH	Poor to fair	Poor	Poor	Poor
High-plasticity clay	CH	Very poor	Poor	Poor to fair	Poor
High-plasticity organic	OH	Very poor	Poor	Very poor to poor	Poor
Peat	Pt	Poor to fair	Unsuitable	Unsuitable	Unsuitable

جدول (13): التصنيف الموحد للتربة

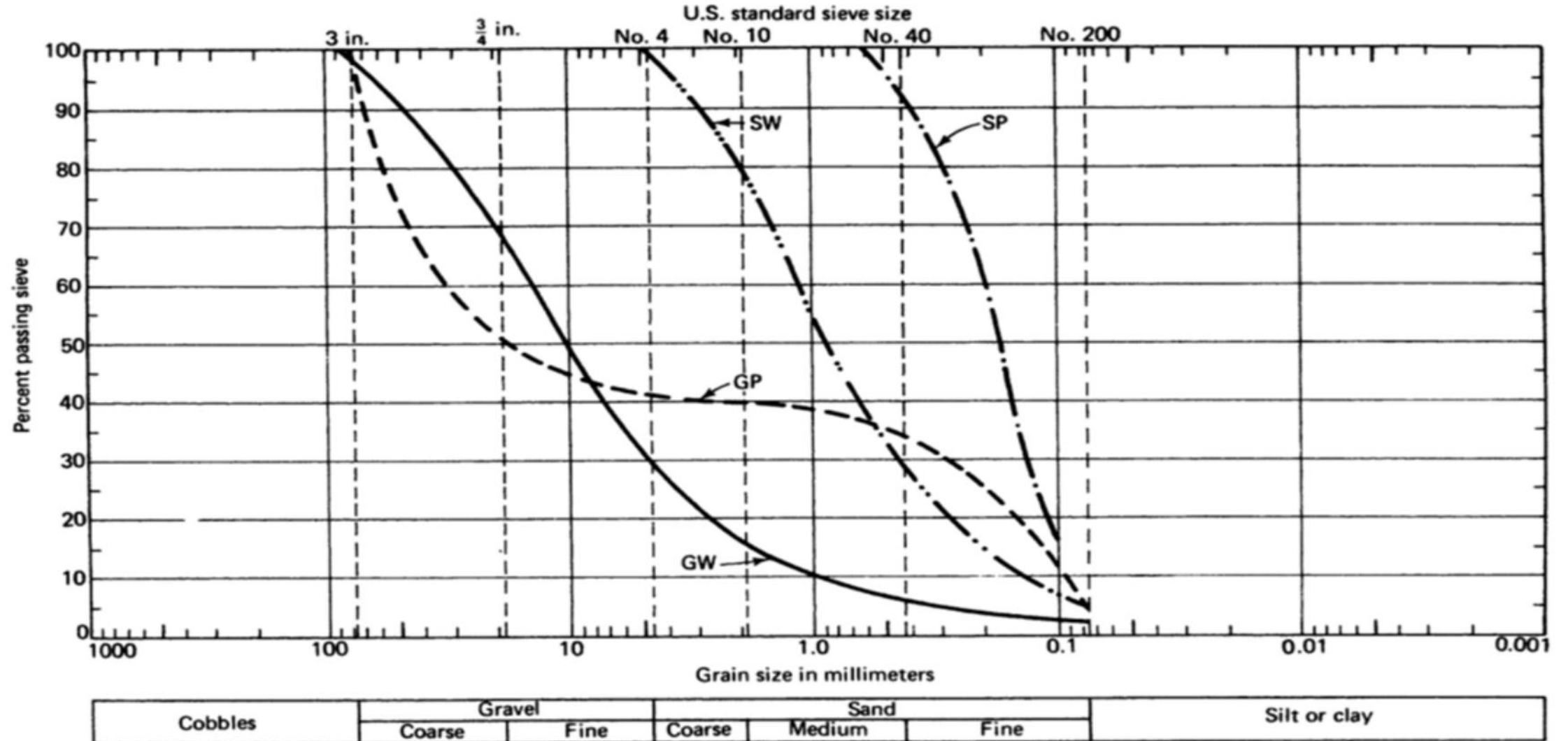
Coarse-Grained Soils (Less Than 50% Pass No. 200 Sieve)		Percent of Coarse Fraction Less Than $\frac{1}{4}$ in.	Percent of Sample Smaller Than No. 200 Sieve	Comments
Symbol	Name			
GW	Well-graded gravel	50 max.	< 10	Wide range of grain sizes with all intermediate sizes
GP	Poorly graded gravel	50 max.	< 10	Predominantly one size or some sizes missing
SW	Well-graded sand	51 min.	< 10	Wide range of grain sizes with all intermediate sizes
SP	Poorly graded sand	51 min.	< 10	Predominantly one size or some sizes missing
GM	Silty gravel	50 max.	≥ 10	Low-plasticity fines (see ML below)
GC	Clayey gravel	50 max.	≥ 10	Plastic fines (see CL below)
SM	Silty sand	51 min.	≥ 10	Low-plasticity fines (see ML below)
SC	Clayey sand	51 min.	≥ 10	Plastic fines (see CL below)
Tests on Fraction Passing No. 40 Sieve (Approx. $\frac{1}{64}$ in. or 0.4 mm)*				
Fine-Grained Soils (50% or More Pass No. 200 Sieve)				
Symbol	Name	Dry Strength	Shaking	Other
ML	Low-plasticity silt	Low	Medium to quick	
CL	Low-plasticity clay	Low to medium	None to slow	
OL	Low-plasticity organic	Low to medium	Slow	Color and odor
MH	High-plasticity silt	Medium to high	None to slow	
CH	High-plasticity clay	High	None	
OH	High-plasticity organic	Medium to high	None to slow	Color and odor
Pt	Peat	Identified by dull brown to black color, odor, spongy feel, and fibrous texture		

*Laboratory classification based on liquid limit and plasticity index values.

جدول (14): تصنيف التربة حسب نظام AASHTO

	Group Number										
	A-1		A-2								
	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Percent passing											
No. 10 sieve	50 max.										
No. 40 sieve	30 max.	50 max.					51 min.				
No. 200 sieve	15 max.	25 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	10 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Fraction passing No. 40											
Liquid limit	6 max.	6 max.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.		40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Plasticity index			10 max.	10 max.	11 min.	11 min.		10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Typical material	Gravel and sand		Silty or clayey sand or gravel				Fine sand	Silt	Silt	Clay	Clay

نماذج من منحنيات التدرج للترب الحبيبية - الخشنة

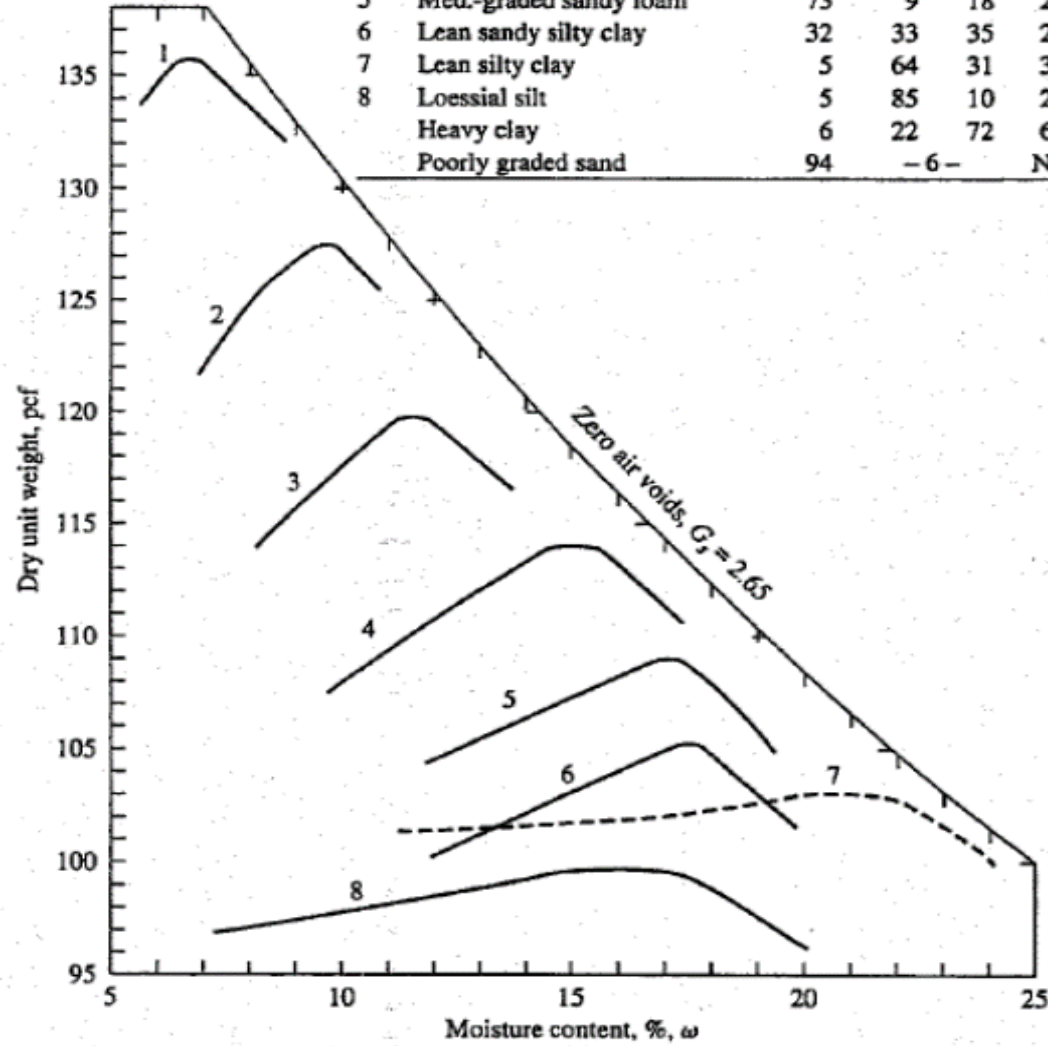


حدل التربة Soil Compaction:

- وهو عملية زيادة كثافة التربة عن طريق تسليط جهد لتقليل المسافات بين حبيبات التربة وطردها من الهواء من الفجوات.
- محتوى الرطوبة الأمثل Optimum Moisture Content: وهو نسبة الرطوبة الموجودة في التربة والتي عندها يمكن الوصول إلى الكثافة الجافة العظمى للتربة عن طريق تسليط جهد حدل محدد.
- يحسب محتوى الرطوبة من قسمة وزن الماء في التربة إلى الوزن الجاف لها.
- تكون قيمة محتوى الرطوبة الأمثل للتربة الناعمة من 12% - 25%.
- في حين تكون قيمته للتربة الخشنة جيدة التدرج من 7% - 12%.

SOIL TEXTURE AND PLASTICITY DATA

No.	Description	Sand	Silt	Clay	LL	PI
3	Well-graded loamy sand	88	10	2	16	NP
4	Well-graded sandy loam	78	15	13	16	NP
5	Med.-graded sandy loam	73	9	18	22	4
6	Lean sandy silty clay	32	33	35	28	9
7	Lean silty clay	5	64	31	36	15
8	Loessial silt	5	85	10	26	2
	Heavy clay	6	22	72	67	40
	Poorly graded sand	94	-6-		NP	—



العلاقة بين الكثافة الجافة
و نسبة الرطوبة
لأنواع مختلفة من التربة

تعديل نسبة الرطوبة الموقعية الى محتوى الرطوبة الأمثل:

- قبل القيام بحدل التربة في الموقع يجب جعل نسبة الرطوبة الموقعية مساوية الى محتوى الرطوبة الأمثل وذلك للحصول على أكبر كثافة جافة.
- قد يكون محتوى الرطوبة في الموقع أقل من محتوى الرطوبة الأمثل وهذا يعني ضرورة إضافة ماء للتربة.
- عند إضافة الماء للتربة لغرض ائصال الرطوبة فيها الى المحتوى الأمل يجب مراعاة النقاط التالية:

- (1) كمية الماء المطلوب إضافتها
- (2) معدل إضافة الماء
- (3) طريقة الأضافة
- (4) تأثير الطقس والظروف الجوية.

1. كمية الماء المطلوب إضافتها: وتحسب من المعادلة

$$Q = \gamma_{req} \times V \times (m_{req} - m_o)/100$$

Q: quantity of water to be added (t)

γ_{req} : the required density (gm/cm³ = t/m³)

V: volume of soil layer (m³)

m_{req} : required moisture (%)

m_o : initial field moisture (%)

2. معدل إضافة الماء: ويقصد به كمية الماء المطلوب رشها لكل متر مربع.

ويحسب من المعادلة:

$$q = \frac{Q \times h}{V}$$

q: quantity of water per square meter (ton)

h: thickness of layer (m)

3. طريقة الأضافة: وغالبا ما يتم استخدام صهاريج الماء ذات المرشات.

4. تأثير الطقس والظروف الجوية: يؤثر الطقس على رطوبة التربة وعلى كمية الماء التي تم رشها على التربة، فالجو الغائم او الممطر يجعل التربة تحتفظ بالرطوبة في حين الجو الحار الشمس يجعل التربة تفقد الرطوبة بشكل سريع. لذا في الأجواء الحارة جدا قد يتطلب الأمر زيادة نسبة الماء في التربة الى 6% أعلى من المحتوى الرطوبي الأمثل.

تقليل رطوبة التربة:

- عندما تكون رطوبة التربة أكبر من الرطوبة المثلى، عندئذ يجب سحب الماء من التربة.
- طرق تقليل رطوبة التربة تتراوح من طرق بسيطة كتقليب التربة وتخديشها وتعريضها للهواء لحين الوصول لمحتوى الرطوبة الأمثل.
- وقد يكون تقليل الرطوبة بطرق أكثر تعقيد وكلفة تسمى تثبيت التربة.
- ويقصد بتثبيت التربة هو اضافة مواد تمتص الرطوبة مثل النورة والسمنت وغيرها.
- تثبيت التربة يؤدي الى تغيير خواص التربة بسبب المواد التي تم إضافتها.

فحوصات التربة:

- لغرض إعداد تصاميم الأعمال الترابية وطبقات الطرق يجب معرفة خواص التربة في الموقع.
 - هذه الفحوصات تشمل الخواص الميكانيكية للتربة (المقاومة) والتدرج وحد السيولة ودليل اللدونة ونسبة الرطوبة والكثافة الموقعية.
 - كذلك من الضروري اجراء فحوصات لغرض تقييم جودة تنفيذ العمل.
 - والتي تشمل الكثافة الموقعية وايجاد قابلية التحمل لطبقات الحدل بواسطة فحص الصفيحة.
 - وتقسم هذه الفحوصات الى نوعين:
- (1) فحوصات مختبرية: مثل ايجاد الكثافة العظمى والرطوبة المثلى بطريقة بروكتر.
 - (2) فحوصات حقليّة: مثل فحص الكثافة الحقلية وفحص تحميل الصفيحة (Plate Load Test)

Field Soil Density



Nuclear method

Core Cutter method



Sand Replacement method

تثبيت (ترسيخ) التربة Soil Stabilization:

- تتعرض بعض أنواع التربة الى الانتفاخ والانكماش عند تغير محتوى الرطوبة فيها.
- هذه التغيرات الحجمية تؤدي الى تكسير وتلف في المنشآت والطرق المنفذة على هذه التربة.
- للتخلص من هذه التغيرات الحجمية أو التقليل من مقاديرها تستخدم طريقة تثبيت التربة.
- تتم عملية التثبيت في نفس موقع العمل على التربة الطبيعية او التربة التي يراد وضعها في طبقات الدفن.
- يتم إجراء التثبيت لطبقة التربة الطبيعية (subgrade) او طبقة تحت القاعدة (sub-base) او طبقة القاعدة.

طرق تثبيت التربة:

- (1) مزج وخلط التربة غير المتجانسة للحصول على تربة متجانسة.
- (2) مزج مادة الجير المطفأ (Hydrated Lime) مع التربة فيها نسبة عالية من الطين.
- (3) مزج التربة بمادة الأسفلت.
- (4) مزج التربة بالسمنت.
- (5) دمج أملاح ومركبات كيميائية مختلفة في التربة.
- (6) حدل التربة بشكل جيد بعد معالجتها.

1) مزج وخلط التربة غير المتجانسة للحصول على تربة متجانسة.

- بسبب ان حفر التربة يكون من اعماق ومواقع مختلفة فمن المتوقع ان تكون لها خواص مختلفة.
- للحصول على تربة متجانسة يتم خلط التربة عند حفرها وكذلك عند فرشها بطبقات قبل الحدل للحصول على طبقة ذات خواص متجانسة.

2) مزج مادة الجير المطفأ (Hydrated Lime) مع التربة فيها نسبة عالية من الطين.

- يحصل الانتفاخ في التربة عندما تكون قيمة دليل اللدونة (Plasticity Index) كبيرة (أكبر من 50%).
- يمكن خفض قيمة دليل اللدونة عن طريق مزج التربة بالجير المطفأ.
- ان انخفاض دليل اللدونة عند مزج التربة بالجير المطفأ هو بسبب التبادل القاعدي بين الجير ودقائق الطين مما يسبب تكتل دقائق الطين على شكل حبيبات أكبر حجماً.

(3) مزج التربة بمادة الأسفلت:

- إن إضافة الأسفلت للتربة بنسبة 5% - 7% من حجم التربة يزيد من استقراريتها.
- يمكن أيضا استخدام مواد ناعمة جدا بنسبة 10% - 15% من حجم التربة لمليء الفراغات في التربة قبل إضافة الأسفلت.
- عند استخدام الأسفلت لتثبيت التربة يجب ان تكون رطوبة التربة قليلة.
- كذلك يجب إعطاء الوقت الكافي للزيوت المتطايرة للتبخر من الأسفلت قبل بدء عملية الحدل.
- يمكن استخدام التربة المثبتة بالأسفلت كطبقة قاعدة تحت مواد التبليط او كطبقة نهائية للطرق الثانوية.

(4) مزج التربة بالسمنت:

- يعتبر استعمال السمنت من الطرق الشائعة والإقتصادية في تثبيت التربة الحاوية على نسبة عالية من الطين والغرين.
- تتم عملية التثبيت بنشر السمنت بنسبة 5% - 7% من وزن الطبقة المراد تثبيتها ثم تخلط التربة بماكنة مناسبة مع الرش بالماء للوصول الى نسبة الماء المثلى ثم يعدل السطح ويحدل.
- يجب ان يتم حدل التربة خلال 30 دقيقة من خلط السمنت.
- تستعمل في البداية حادلات رئوية (ذات اطارات مطاطية) ثم تتم عملية الحدل النهائي باستخدام حادلات حديدية ملساء.

Table (15): Common stabilization materials

Material	Soil	Quantity (% by weight)	Curing Time
Granular admixtures	Various	Varies	None
Portland cement*	Gravel	3–4	24 h
	Sand	3–5	
	Silt/clayey silt	4–6	
	Clay	6–8	
Lime*			
Hydrated	Clayey gravel	2–4	7 days
	Silty clay	5–10	
	Clay	3–8	
Quicklime	Clayey gravel	2–3	4 h
	Silty clay	3–8	
	Clay	3–6	
Asphalt	Sand	5–7	
	Silty or clayey sand	6–10	1–3 days

مكائن ومعدات الحدل:

أن الغاية من حدل التربة هو لتحسين خواصها للغرض:

1. تقليل او منع الهبوط.
2. تحسين قابلية التحمل.
3. تقليل التغيرات الحجمية.
4. تقليل النفاذية.

• تستعمل كثافة التربة كمعيار لتقييم الصفات الجيدة للتربة وذلك لوجود ارتباط مباشر بين كثافة التربة وتلك الصفات.

أنواع مكائن الحدل:

• تتم عملية الحدل بتسليط طاقة معينة أو جهد على التربة بوحدة أو أكثر من الطرق التالية:

1. الأصطدام (ضربات ضربات حادة) Impact

2. الضغط (الحمل الساكن) Pressure

3. الأهتزاز (Shaking) Vibration

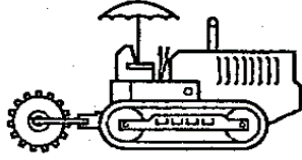
4. العجن Kneading

• إن كفاء طريقة الحدل تعتمد على خواص التربة. كما مبين في الجدول (16) أدناه:

Material	Method of Compaction			
	Impact	Pressure	Vibration	Kneading
Gravel	Poor	No	Good	Very Good
Sand	Poor	No	Excellent	Good
Silt	Good	Good	Poor	Excellent
Clay	Excellent with confinement	Very Good	No	Good

- تتم صناعة الحادلات بمواصفات متعددة لتحقيق واحد أو أكثر من طرق الحدل السابقة.
- توجد عدة أنواع من معدات الحدل منها:

1. حادلات أضلاف الغنم



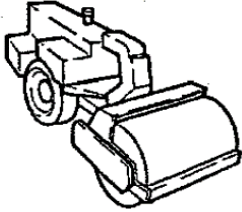
1. Sheepfoot rollers

2. حادلات مدقية



2. Tamping rollers

3. حادلات أسطوانية ملساء هزازة



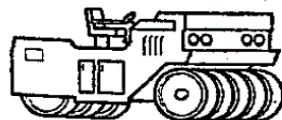
3. Smooth-drum vibratory soil compactors

4. حادلات مدقية اسطوانية هزازة



4. Pad-drum vibratory soil compactors

5. حادلات ذات اطارات رئوية



5. Pneumatic-tired rollers

- الجدول التالي يبين مبدأ العمل لكل نوع من الحادلات:

جدول (17): مبدأ العمل لأنواع الحادلات المختلفة

Compactor Type	Method of Compaction			
	Impact	Pressure	Vibration	Kneading
Sheepsfoot		yes		
Tamping roller	yes	yes		
Vibrating Smooth Roller	yes		yes	
Vibrating Pad Roller	yes		yes	
Pneumatic		yes		yes

- توجد أنواع أخرى من معدات الحدل مثل:

1. حادلات ذاتية الحركة ذات صفائح أو أقدام هزازة.
2. حادلات ذات اسطوانات مشبكة (Grid).
3. حادلات يدوية ذات صفائح هزازة.
4. حادلات يدوية.

- إن الهدف من استخدام معدات الحدل هو الحصول على اكبر كثافة للتربة بأقصر وقت وأقل كلفة.
- لذا يجب اختيار نوع الحادلة المناسب للتربة المراد حذلها.
- وبالتالي يجب اخذ نماذج من التربة واجراء فحوصات مختبرية عليها قبل تحديد نوع المعدات المناسبة.
- الجدول التالي بين النوع المناسب من معدات الحدل لكل نوع من التربة:
- جدول (18)

Material	Lift thickness (in.)	Number of passes	Compactor type	Comments
Gravel	8-12	3-5	Vib. padfoot	Foot psi 150-200
			Vib. smooth	—
			Pneumatic	Tire psi 35-130
			Sheepsfoot	Foot psi 150-200
Sand	8-10	3-5	Vib. padfoot	—
			Vib. smooth	—
			Pneumatic	Tire psi 35-65
			Smooth static	Tandem 10-15 ton
Silt	6-8	4-8	Vib. padfoot	Foot psi 200-400
			Tamping foot	—
			Pneumatic	Tire psi 35-50
			Sheepsfoot	Foot psi 200-400
Clay	4-6	4-6	Vib. padfoot	Foot psi 250-500
			Tamping foot	—
			Sheepsfoot	Foot psi 250-500

Table (19): Compaction Equipment Selection Guide

Material	Type of Compactor				
	Steel Wheel	Pneumatic	Vibratory	Tamping foot	Grid
Rock	Good	Poor	Good	Good	Good
Gravel, clean or silty	Good	Medium	Good	Good	Good
Gravel, clean	Good	Medium	Medium	Good	Medium
Sand, clean or silty	Poor	Poor	Good	Poor	Medium
Sand, clayey silt	Poor	Medium	Medium	Good	Poor
Clay	Poor	Good	Medium	Good	Poor

1. حادلات أضلاف الغنم Sheepfoot Rollers:

- تكون هذه الحادلات بشكل إسطوانة حديدية فارغة ذات بروزات (أقدام).
- يمكن زيادة وزن الحادلة بمليء الأسطوانة بالماء ليصل الضغط لأكثر من 5 N/mm^2 .
- تكون مناسبة للترب الناعمة (الطين والغرين) ولكنها غير مناسبة للترب الحبيبية غير المتماسكة.
- عندما تتحرك هذه الحادلة فإن أقدامها تتغلغل في التربة مولدة عملية عجن وخط لها.
- مع تكرار مرور الحادلة يبدأ تغلغل الأقدام يقل تدريجياً لغاية الوصول الى درجة الحدل المطلوبة.
- يكون عمل هذه الحادلة فقط بسرعة من 4 الى 6 ميل بالساعة.
- طبقة التربة بسمك 20 سم تحتاج لمرور الحادلة من 6 الى 10 مرات.
- ان عملية العجن والخط تؤدي الى تهوية التربة، لذا تكون هذه الحادلة مثالية للترب ذات الرطوبة العالية.
- هذه الحادلة لايمكنها حدل ال 5 الى 7.5 سم العلوية من الطبقة بشكل كافي لذا يجب ان تليها حادلة ذات اطارات رئوية أو حادلة اسطوانية ملساء لحدل وتسوية الطبقة الأخيرة.

2. حادلات مدقية :Tamping Rollers

- هذه الحادلات مشابهة لحادلات أضلاف الغنم مع ابدال الأقدام (البروزات) بفلق أو وسائد.
- يوجد نوع يمي بالحادلات الشبكية حيث يوجد فيها مشبك من قضبان حديدية حول الأسطوانة.
- وجدود المشبك يفيد في تهشيم الصخور الموجودة في التربة.
- يمكن زيادة وزن الحادلة بتحميلها بالرمل أو الأحجار لزيادة كفاءة الحدل.



3. حادلات أسطوانية ملساء:

- تكون هذه الحادلة ذات دواليب حديدية أسطوانية ملساء، يمكن ملئها بالماء أو الرمل لزيادة وزنها.
- تصنف هذه الحادلات حسب وزنها فمثلا حادلة 14 – 20 طن يعني ان وزنها وهي فارغة 14 ووزنها وهي مملوءة 20 طن.
- يمكن ان يشار الى هذه الحادلات حسب الوزن المسلط على الملمتر طول من عرض الدولاب، مثلا 6 كغم لكل ملمتر من عرض الدولاب.
- تكون هذه الحادلة مناسبة لحدل التربة الحبيبية مثلا الرمل والحصى والصخور المكسرة.
- تكون جيدة في جعل سطوح الطرق ملساء بعد حذلها بالحادلات المدقية.
- غير مناسبة لحدل التربة الطينية وذلك لأنها تشكل قشرة قوية فوق سطح التربة دون تغلغل تأثير الحدل الى عمق الطبقة.

4. حادلات ذات إطارات رئوية:

- تكون هذه الحادلات ذات إطارات مطاطية تملأ بالهواء المضغوط.
- يكون الحدل في هذا النوع بطريقة العجن.
- الحادلات ذات الأطارات الصغيرة تكون عادة بمحورين في كل محور من 4 الى 9 إطارات.
- تثبت الأطارات الخلفية بوضع يجعلها تمر فوق المسار مابين الأطارات الأمامية وبذلك يتم حدل جميع المنطقة.
- يمكن زيادة وزنها بتحميلها بالحصى او الرمل، او مليء خزان موجود ضمن هيكلها بالماء.
- أما الحادلات ذات الأطارات الكبيرة فإنها تكون بأوزان مختلفة من 15 – 200 طن.
- يمكن استعمال هذه الحادلات لجميع أنواع التربة ولأعماق مختلفة بسبب وزنها الكبير وارتفاع ضغط الهواء داخل إطاراتها.

• يمكن تحديد قابلية الحدل للحادلات الرئوية بالطرق التالية:

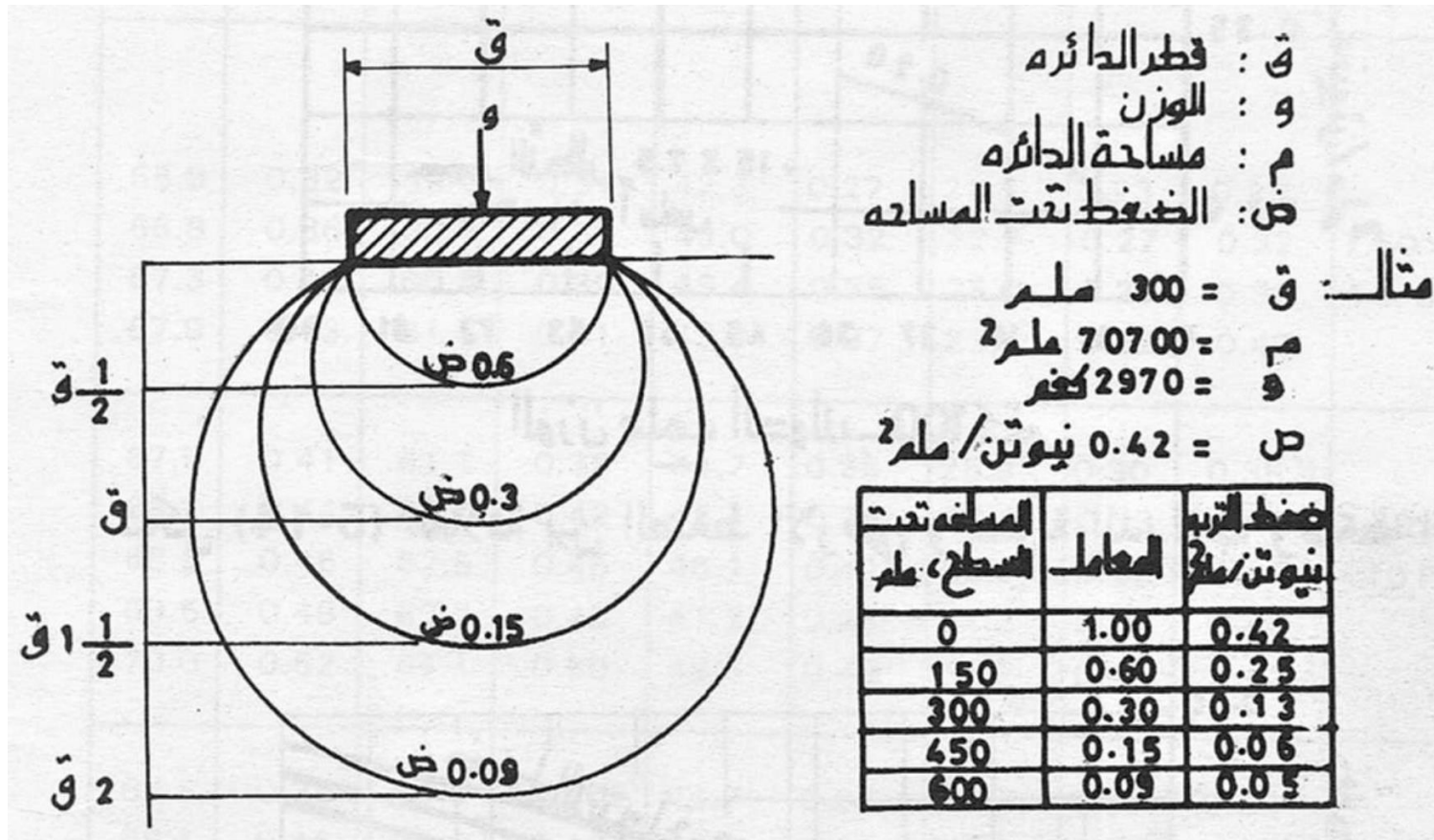
1. حسب الوزن الكلي للحادلة.
 2. حسب الوزن الكلي المسلط على الأطار الواحد.
 3. حسب الوزن لكل ملمتر طول من عرض الأطار.
 4. حسب ضغط الهواء داخل الأطارات.
- بما أن مساحة التماس بين الأطار والتربة تتغير بتغير ضغط الهواء داخل الأطارات، فإن معرفة الوزن الكلي للحادلة أو الوزن لكل إطار لايعطي دلالة على كفاءة الحدل والضغط المسلط على التربة.
- لذا يجب معرفة الوزن الكلي للحادلة وعدد وحجم الأطارات بالإضافة الى ضغط الهواء داخل الأطارات.

الجدول (20): تأثير الوزن الأجمالي والضغط في الأطارات
على ضغط التماس مع التربة

11343	10208	6942	3470	ضغط التماس الأرضي						الوزن الاجمالي (كغم)
حجم الاطار										
نيوتن	نيوتن	نيوتن	نيوتن	نيوتن	نيوتن	نيوتن	نيوتن	نيوتن	الضغط في الاطار	
ملم	ملم	ملم	ملم	ملم	ملم	ملم	ملم	ملم	2	
65.9	0.32	59.5	0.31	42.3	0.27	22.3	0.23	0.25	7.50 x 15	
66.8	0.36	60.4	0.35	43.0	0.32	22.7	0.27	0.32	4 or 6 Ply	
67.3	0.40	60.9	0.39	43.4	0.35	23.0	0.31	0.39		
67.9	0.43	61.4	0.41	43.8	0.37	23.4	0.32	0.42		
67.5	0.41	61.1	0.39	44.7	0.35	25.9	0.30	0.35	7.50 x 15	
68.2	0.44	62.0	0.42	45.4	0.38	27.1	0.33	0.42	10 Ply	
68.8	0.46	62.5	0.45	46.1	0.41	28.9	0.35	0.49		
69.5	0.49	63.2	0.48	47.2	0.44	31.3	0.38	0.56		
70.0	0.52	64.1	0.50	48.6	0.46	32.7	0.41	0.63		
67.5	0.35	61.3	0.40	44.7	0.35	27.3	0.30	0.35	7.50 x 15	
68.4	0.45	62.0	0.43	45.7	0.39	29.3	0.33	0.42	12 Ply	
68.9	0.48	62.7	0.46	47.2	0.41	30.4	0.36	0.49		
70.0	0.50	63.8	0.49	48.2	0.44	32.9	0.39	0.56		
70.9	0.53	65.0	0.51	49.3	0.46	36.1	0.41	0.63		
71.8	0.55	65.9	0.53	51.6	0.49	38.9	0.44	0.70		
72.5	0.58	67.0	0.56	52.3	0.51	40.0	0.46	0.77		
68.8	0.46	62.2	0.44	45.2	0.40	28.2	0.33	0.35	7.50 x 15	
69.5	0.48	63.0	0.47	46.4	0.4	30.4	0.35	0.42	14 Ply	
70.4	0.51	63.9	0.49	47.9	0.44	32.3	0.37	0.49		
71.3	0.53	65.2	0.51	49.3	0.46	34.3	0.39	0.56		
72.3	0.55	66.1	0.53	50.2	0.48	37.5	0.40	0.63		
72.9	0.58	67.3	0.56	51.8	0.50	40.2	0.43	0.70		
74.5	0.60	68.8	0.58	52.3	0.53	41.1	0.46	0.77		
75.5	0.63	69.8	0.61	53.8	0.56	42.7	0.48	0.74		
77.0	0.65	71.4	0.63	56.8	0.58	43.4	0.50	0.91		

نظرية بصلة الضغط لتوزيع الأحمال:

- تتعلق هذه النظرية بتوزيع الضغط على التربة عندما تسلط عليها الأحمال من جسم دائري.
- تطبق هذه النظرية على مساحة التماس بين التربة والأطار الرئوي لأن مساحة التماس في هذه الحالة تكون بشكل دائرة تقريبا.



الحادلات رئوية الأطارات ذات ضغط الهواء المتغير:

- عند إستعمال الحادلات الرئوية في الحدل، يتم تخفيض ضغط هواء الأطارات في البداية لتوسيع مساحة التماس.
- مع تكرار مرور الحادلة على التربة يتم زيادة ضغط الهواء تدريجيا الى ان يصل الى الحد الأعلى المثبت في مواصفات الماكنة في المراحل النهائية لعملية الحدل.
- توجد حادلات يتمكن فيها السائق من التحكم بضغط هواء الأطارات دون الحاجة لأيقاف عملية الحدل.
- حيث تبدأ عملية الحدل بضغط منخفض يتم زيادته تدريجيا مع استمرار الحدل.
- ان كفاءة الحدل بإستعمال هذه الحادلات افضل أكبر من كفاءة الحدل بالحادلات ذات الضغط الثابت.

الحادلات الاهتزازية:

- بعض انواع التربة كالرمل والحصى تتأثر بالحدل الناتج من الوزن والاهتزاز الذي تولده الحادلة.
 - عندما تتعرض مثل هذه التربة للاهتزاز، فإن حبيباتها تنزلق في الفراغات الموجودة بينها مسببة زيادة كثافة التربة.
 - لذا صممت بعض الحادلات لتعطي تأثير الوزن والاهتزاز في نفس الوقت.
 - من هذه الحادلات المزودة بوسيلة لتوليد الاهتزاز هي:
1. حادلات أضلاف الغنم الاهتزازية
 2. الحادلات الحديدية الملساء الاهتزازية.
 3. الحادلات رئوية الأطارات الاهتزازية.
 4. الصفائح والأقدام الاهتزازية.

- الحادلات 1 – 3 تكون مزودة بمحرك منفصل يولد الاهتزاز، أو بجهاز هيدروليكي يدور بمحور افقي عليه أوزان غير متمركزة.
- يتراوح مقدار الاهتزاز بين 1000 – 5000 ذبذبة في الدقيقة.
- يعتمد مقدار الإهتزاز على طبيعة التربة.
- بشكل عام فإن نتائج الحدل بإستخدام الحادلات الاهتزازية تكون جيدة اذا سارت الحادثة بسرعة بطيئة 2.5 – 4.0 كم/ساعة.
- ان سبب ذلك يعود الى أن الحركة البطيئة تسمح لأكبر طاقة ممكنة من التأثير على التربة.

- الصفائح أو الأقدام الاهتزازية:
- توجد حادلات بشكل صفائح إهتزازية متعددة مثبتة على حاملة ذاتية الحركة.
- تهتز كل صفيحة بشكل منفرد بواسطة أجهزة غير متركزة تدار كهربائيا او ميكانيكيا.
- تكون أبعاد كل صفيحة عادة 0.9 م × 0.6 م.
- يمكن ان تهتز هذه الصفائح افقيا وعموديا في نفس الوقت.



الحادلات اليدوية:

1. الحادلات اليدوية الاهتزازية:

- وهي صفائح مركبة على محرك صغير يولد اهتزاز يعمل بالبنزين وتوجه يدويا.

2. المدقات اليدوية:

- وهي مدقات تعمل بالبنزين تسلط ذربات بمعدل 450 – 600 ضربة



تقدير إنتاجية الحادلات :Estimating Compactor Production

• يمكن تقدير انتاجية الحادلة من المعادلة التالية:

$$Production (CCM/h) = \frac{10 \times W \times S \times L \times E}{P}$$

where:

W : width compacted per pass (m)

S : compactor speed (km/h)

L : compacted lift thickness (cm)

E : job efficiency

P : number of passes required

Note:

The power required to tow rollers depends on roller's total resistance (grade plus rolling).

The rolling resistance of tamping foot rollers has been found to be approximately 225 – 250 kg/t.

Table (20): Typical Speed operating speed of compactors

Compactor	Speed	
	<i>mi/h</i>	<i>km/h</i>
Tamping foot, crawler-towed	3–5	5–8
Tamping foot, wheel-tractor-towed	5–10	8–16
High-speed tamping foot		
First two or three passes	3–5	5–8
Walking out	8–12	13–19
Final passes	10–14	16–23
Heavy pneumatic	3–5	5–8
Multitired pneumatic	5–15	8–24
Grid roller		
Crawler-towed	3–5	5–8
Wheel-tractor-towed	10–12	16–19
Segmented pad	5–15	8–24
Smooth wheel	2–4	3–6
Vibratory		
Plate	0.6–1.2	1–2
Roller	1–2	2–3

الفصل الرابع الجرارات والمكائن المشابهة لها

الجرار Tractor

- تستعمل الجرارات بصورة رئيسية لسحب أو دفع الأحمال.
- قد تستعمل أيضا لأغراض أخرى إذا اضيف لها بعض الأجهزة المساعدة كأن تصبح مقلعة أو مجرفة ميكانيكية أو حفارة خنادق.

أنواع الجرارات:

1. جرارات مجنزرة Crawler Tractors
2. جرارات مدولبة Wheel Tractor
 - 1.2 جرارات ذات دولابين
 - 2.2 جرارات ذات أربعة دواليب

الجرارات المجنزرة Crawler Tractors



2. الجرارات المدولبة ذات دولابين



الجرارات المدولبة ذات أربعة دواليب

Wheel Tractor



العوامل المؤثرة في اختيار نوع الجرار:

1. حجم العمل المطلوب
2. نوعية العمل الذي يستعمل به الجرار: سحب قاشطات، دفع تربة، تنظيف موقع وغيرها.
3. معامل الجر للمنطقة التي سيعمل بها الجرار.
4. رسوخ وتماسك الطريق الذي سيتحرك به الجرار
5. انحدار وميل الطريق
6. طول الطريق

1. الجرارات المجنزرة:

- تصنف الجرارات المجنزرة اما بالحجم او بالوزن وقوة المحرك.
- الوزن مهم لأن أعلى قوة للجر تعتمد على الوزن (وتساوي حاصل ضرب الوزن في معامل الجر)
- تحسب قوة الجر المتوفرة لجر حمل من طرح مقاومة الدحرجة ومقاومة الانحدار من قوة الجر الكلية.
- قوة الجر الكلية تساوي حاصل ضرب معامل الكفاءة في قوة جر المحرك.

الجرارات المدولبة:

- تتميز الجرارات المدولبة بسرعتها العالية والتي من الممكن ان تصل الى 50 كم/ساعة.
- ان زيادة السرعة تكون على حساب قوة الجر المتوفرة.
- معامل الجر للإطارات أقل من معامل الجر للجرارات المجنزرة.
- قوة جر الإطارات تنخفض عند زيادة السرعة.
- حاصل ضرب السرعة في قوة جر الإطار يساوي مقدار ثابت تقريبا.
- $$Rimpull = \frac{272.2 \times horsepower \times efficiency}{speed}$$
- then $Rimpull \times speed = 272.2 \times horsepower \times efficiency$

أنواع الجرارات المدولبة:

- يوجد نوعان من الجرارات المدولبة، هما الجرارات ذات الدولابين والجرارات ذات الأربعة دوليب.
- تدار وتحرك الجرارات ذات الدولابين بنفس الدولابين.
- في الجرارات ذات أربعة دوليب، تستخدم الدولابين الخلفيين للحركة وتستخدم الدواليب الأمامية للتوجيه.
- بما أن مقدار جر الإطار يعتمد على الوزن المسلط على الدواليب المحركة (القائدة). لذا **فعند تساوي قوة جر المحركات فإن الجرارات ذات الدولابين تعطي قوة جر أكبر من الجرارات ذات أربعة دوليب.**

1. مميزات الجرارات ذات الدولابين:

2. زيادة مرونة التوجيه والقيادة.
3. زيادة قوة الجر.
4. قلة مقاومة الدحرجة بسبب قلة عدد الإطارات.
5. قلة عدد الإطارات المطاطية المطلوبة.

مميزات الجرارات ذات الأربعة دواليب:

1. تكون أكثر استقراراً وتعطي اطمئناناً أكثر للسائق.
2. قلة احتمال قفزها على السطوح غير المستوية.
3. تكون سرعتها أكبر بسبب العاملين 1 و 2.
4. يمكن استعمالها كماكنة منفصلة للاستفادة منها في أعمال مختلفة.

الإنحدارية Gradability:

- وهي نسبة مئوية تمثل أعلى درجة للانحدار تتمكن المركبة أن تصعد بها بسرعة منتظمة.
- تتغير الإنحدارية بتغير وزن المركبة وبتغير الترس المتحكم بالسرعة.
- تحسب الإنحدارية للمركبة بإيجاد القوة الصافية المتوفرة للتغلب على إنحدار الطريق.
- القوة الصافية تساوي قوة الجر الكلية مطروحا منها مقاومة الدحرجة للمركبة وحمولتها.
- قوة الجر الكلية تساوي حاصل ضرب قوة جر المحرك في معامل لا تزيد قيمته عن 85%.

- مثال: جد مقدار الانحدارية لجرار مجنزر يجر قاشطة محملة ذات إطارات مطاطية، بإستعمال المعلومات التالية:
- القدرة الحصانية للجرار = 180 حصان.
- وزن الجرار = 20.25 طن
- قوة الجر في الترس الأول (محسوبة لطريق ذو مقاومة دحرجة 50 كغم/طن) = 15300 كغم
- وزن القاشطة المحملة = 39.48 طن
- الطريق ترابي غير جيد
- مقاومة الدحرجة للجرار = 73 كغم/طن
- مقاومة الدحرجة للقاشطة = 95 كغم/طن

الحل:

قوة الجر الكلية المتوفرة = $15300 \times 0.85 = 13005$ كغم

مقاومة الدحرجة للجرار = $20.25 \times (50 - 73) = 456.75$ كغم

مقاومة الدحرجة للقاشطة المحملة = $39.48 \times 95 = 3750.6$ كغم

مقاومة الدحرجة الكلية (للجرار والقاشطة) = 4216.35 كغم

قوة الجر المتوفرة للتغلب على الانحدار = $4216.35 - 13005 = 8788.65$ كغم

وحيث أن القوة اللازمة للتغلب على الأنحدار تحسب من المعادلة التالية:

$$F \text{ (kg)} = 10 \times W \text{ (t)} \times G\%$$

تساوي الوزن الكلي (وزن الجرار + وزن القاشطة المحملة) W حيث ان

$$W = 20.25 + 39.48 = 59.73 \text{ t}$$

K لذا يمكن إيجاد الأنحدارية

$$K = G\% = \frac{F}{10 \times W} = \frac{8788.65}{10 \times 59.73}$$

$$K = 14.714 \%$$

• ملاحظة: حيث أن مقدار الأنحدار أكبر من 10% لذا فإن استعمال المعادلة أعلاه يعطي نتيجة غير دقيقة.

• للحصول على نتيجة دقيقة يجب استعمال الجدول الخاص بمقاومة الأنحدار (جدول رقم (6)) أو استخدام المعادلة

$$\text{Grade resistance, GR} = W \cdot \sin \alpha$$

جدول (6): مقدار القوة الناتجة عن تأثير
الأنحدار على جهد الجر (kg/ton)

Grade (%)	change in tractive effort (kg/ton)	Grade (%)	change in tractive effort (kg/ton)
1	10	12	119.2
2	20	13	128.9
3	30	14	138.7
4	40	15	148.3
5	50	20	196.2
6	59.9	25	242.6
7	69.9	30	287.4
8	79.6	35	330.3
9	89.6	40	371.4
10	99.5	45	410.4
11	109.0	50	447.2

□ باستخدام الجدول رقم (6)

• قوة الجر المتوفرة للتغلب على الانحدار = 8788.65 كغم

• الوزن الكلي = 59.73 طن

• القوة لكل طن = 147.140 كغم/طن

• من جدول (6) نجد ان قيمة الأنحدار المقابل لهذه القوة يساوي 14.879%

□ باستخدام المعادلة

$$\bullet \text{ GR} = W \cdot \sin \alpha$$

$$\alpha = \sin^{-1}(0.14139) = 8.4612^\circ$$

$$\tan \alpha = 0.1488 = G = K$$

$$\text{then } \sin \alpha = \text{GR}/W = 8788.65/59730 = 0.14139$$

$$\text{then the gradability, } K = 14.88\%$$

• يمكن إيجاد الأنحدارية للجرارات المدولبة أو الشاحنات بنفس الطريقة التي استخدمت للجرارات المجنزرة.

• يمكن أيضا إيجاد الإنحدارية للجرارات المدولبة بإستعمال القانون التالي:

$$K = \frac{81 \times T \times G}{R \times W} - \frac{N}{91}$$

• حيث أن:

K: الأنحدارية (%)

T: عزم التدوير المقدر للمحرك (كغم – متر)

G: معامل تخفيض الترس (%)

R: نصف قطر الدحرجة للدولاب ويقاس من محور الدولاب الى سطح الأرض (متر)

W: الوزن الكلي (كغم)

N: مقاومة الدحرجة (كغم/طن)

المقلعة Bulldozer:

- تقسم المقلعات حسب نوعية عجلات الجرار المستعمل الى:
 - A. مقلعات بجرار مدولب. و
 - B. مقلعات بجرار مجنزر.
- (فقد تكون الحركة بواسطة: Blade وتقسم حسب طريقة تحريك النصل)
 - A. Cable. (السلك)
 - B. منظومة هيدروليكية.



إستخدامات المقلعة:

1. تنظيف الأرض من الأخشاب المقطوعة وبقايا الأشجار.
2. فتح الطرق في المناطق الجبلية والصخرية.
3. دفع التربة لمسافة لا تزيد عن 100 متر.
4. مساعدة القاشطات في تحميل التربة.
5. نشر تراب الدفن.
6. إعادة دفن الخنادق والحفر.
7. تنظيف موقع العمل من الأنقاض.
8. صيانة الطرق.
9. تنظيف أراضي المقالع ومحلات جلب التربة.

مقارنة بين مميزات السيطرة بالسلك والمنظومة الهيدروليكية:

- مميزات التحكم بالسلك:

1. بساطة التركيب والتشغيل
2. بساطة الصيانة والأدامة

- مميزات التحكم بالمنظومة الهيدروليكية:

1. إمكانية تسليط قوة اضافية على النصل بالإضافة الى وزنه مما يساعد على إدخال النصل في التربة
2. التحكم بشكل أحسن بحركة النصل وتوجيهه

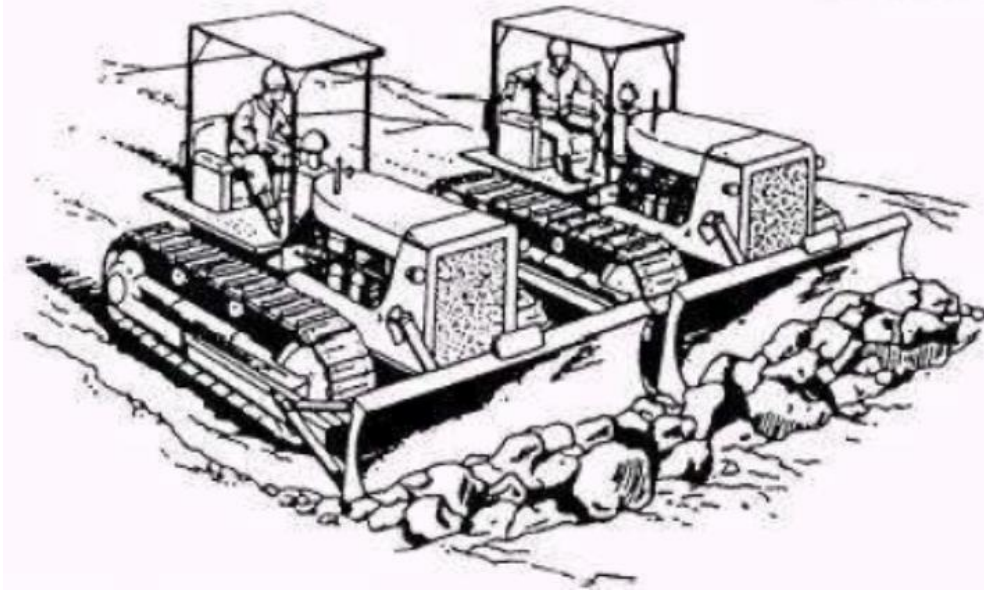
مقارنة بين مميزات المقلعة المجنزرة والمدولية:

• مميزات المقلعة المجنزرة:

1. إعطاء أعلى جهد للجر خاصة في الترب الطينية والرخوة.
2. إمكانية العمل على السطوح الصخرية والطينية والخشنة وغير المستوية، مما يقلل من كلف تهيئة الطرق.
3. قلة الضغط تحت الجنزير يساعدها على الحركة بسهولة.

مميزات المقلعة المدولية:

1. سرعتها العالية داخل موقع العمل وأثناء التنقل بين المواقع.
2. عدم الحاجة لتحميلها على مركبات لأوصولها الى موقع العمل.
3. إنتاجيتها العالية خاصة عندما تعمل لمسافات طويلة.
4. إمكانية سيرها على الطرق المبلط دون إتلافها.



دفع التربة ونقلها بواسطة المقلعة

١. للمسافات الطويلة او للسطوح المرصوصه والقويه يفضل المقلعه المدولبه.
٢. للمسافات القصيره او للسطوح الرخوه او الطينيه يفضل المقلعه المجنزره
٣. لعملية قشط التربه ودفعها . تكون انتاجيه مقلعتين متجاورتين اكبر مما لو استخدمنا مقلعتين بشكل منفرد وذلك بسبب ازاحة التربه الى الجوانب .

عملية تخلية موقع العمل:

تعتمد على نوع النباتات والتربة ودرجة التخلية المطلوبة وتتم عملية التخلية وفق الخطوات التالية:

1. إكمال قلع وإزالة الأشجار وجذورها.
2. إزالة المزروعات فوق الأرض
3. التخلص من المزروعات بجمعها وحرقها
4. قلع جذور المزروعات وتقطيعها أو سحقها وحرقها.

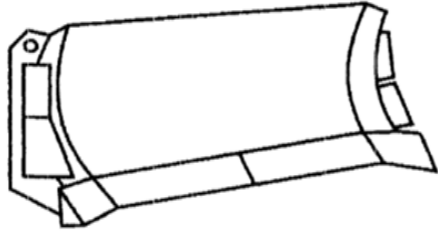
ويمكن اجراء التخلية بإستخدام المعدات التالية:

1. المقلعات بأنواعها
2. جرار مركب عليه نصل
3. جرار مركب عليه مشط لتسوية الأرض
4. جرار يسحب سلسلة حديدية
5. مكائن خاصة مزودة بقضبان ودواليب على شكل براميل ذات نصول لقطع المزروعات.

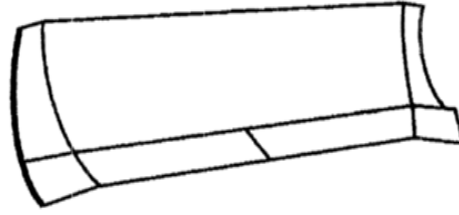
لعة:

• الى

1.



Straight blade

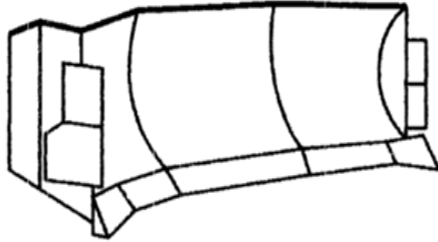


Angle blade

ستقيم

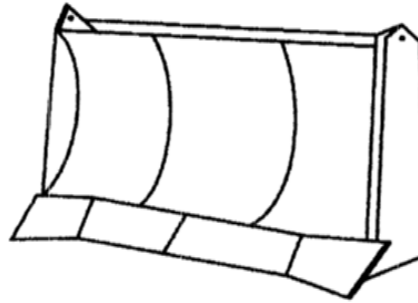
شكل

2.



Universal blade

3.



Cushion blade

يمكن تقدير سعة النصل باستخدام:

1. معلومات المصنع: وتستخدم السعة المحسوبة بهذه الطريقة للمقارنة بين ساعات النصول المختلفة وليس لحساب الحجم الفعلي للتربة في الموقع. حيث تكون سعة النصل:

For straight Blade: $V_s = 0.8 W H^2$

where W is the length (m) and H is the height (m)

2. القياس الموقعي:

تحسب انتاجية المقلعة من المعادلة التالية:

$$Production (LCM \text{ per hour}) = \frac{work \text{ minutes per hour (min)} \times Blade \text{ Vol. (m}^3\text{)}}{Push \text{ time(min)} + return \text{ time(min)} + maneuver \text{ time(min)}}$$

مثال: جد انتاجية مقلعة تحت الظروف التالية:

سعة النصل = 2.5 متر مكعب (بمقياس الرخو)

مسافة النقل = 30 متر

معامل التشغيل = 50 دقيقة في الساعة

سرعة الدفع = 2.4 كيلومتر/ساعة

سرعة العودة = 5.6 كيلومتر/ساعة

وقت التحميل وتبديل التروس = 0.32 دقيقة

الحل:

وقت الدفع = $30/2400 = 0.0125$ ساعة = 0.75 دقيقة

وقت الرجوع = $30/5600 = 0.0054$ ساعة = 0.32 دقيقة

$$Production (LCM \text{ per hour}) = \frac{50 \times 2.5}{0.75 + 0.32 + 0.32} = 89.928 LCM/h$$

Tractor Shovel: المجرفة الجرار

- تستعمل المجرفة الجرار بشكل واسع في المشاريع الإنشائية لحفر وتحميل المواد المختلفة
- تستعمل أحيانا لنفس أغراض استعمال المقلعة.
- يمكن ان تكون المجرفة مجنزرة او مدولبة.
- تحسب انتاجية المجرفة الجرار بنفس اسلوب حساب انتاجية المقلعة.



القاشطةScraper:

- تمتاز القاشطة بعدم حاجتها الى معدات لتحميلها بالتربة
 - حيث تقوم القاشطة بقشط التربة وتجميعها ونقلها وتفريغها بدون الحاجة لأي معد أخرى.
- يمكن ان تدور



ذات حو

أجزاء القاشطة:

١. النصل (السكين) حافة الحوض الحاده
٢. حوض القاشطه حجم (٥ متر مكعب الى ٥٠ متر مكعب)
 - حجم الحوض الثابت : وهو حجم التراب الذي يملأ الحوض بشكل مستو لنهايته العليا
 - حجم الحوض المكس : وهو حجم التراب عندما تكون التربه اعلى من مستوى الحافه العليا للحوض ويكون ميل الحوض عموما بحدود (٢:١) ويعتمد ذلك على نوع التربه

تشغيل القاشطة:

- ١ . القشط والتحميل : يتم تنزيل حافة الحوض (السكين) في التربة ثم تسحب القاشطة للامام مما يجعل التربة تدخل الى حوض القاشطة.
- ٢ . عملية نقل التربة الى الموقع المطلوب
- ٣ . التفريغ : يتم فتح حافة القاشطة بالارتفاع المطلوب ثم يتم دفن التربة ثم يتم تسويتها .

انتاجية القاشطة:

انتاجيتها في الساعه الواحده = سعة الحوض * عدد الدورات في الساعه

عدد الدورات = عدد دقائق العمل في الساعه (كفاءة التشغيل او معامل التشغيل) / وقت دوره الواحده (دقيقه)

وقت دوره = الوقت الثابت + وقت النقل + وقت العوده

الوقت الثابت = وقت التحميل + التفريغ + الاستداره + التبديل

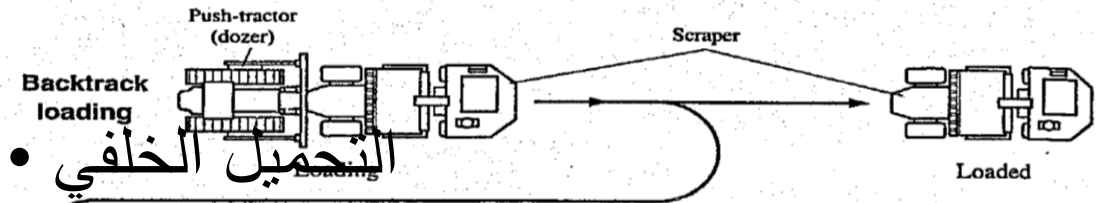
- مثال: احسب انتاجية قاشطة سعة حوضها 12.2 متر مكعب، طول الطريق 900 متر وسرعة الذهاب 12.8 كم/ساعة، وسرعة العودة 48 كم/ساعة، الوقت الثابت 1.9 دقيقة ومعامل التشغيل 80%.
- الحل:
- الإنتاجية = سعة الحوض × عدد الدورات في الساعة
- عدد الدورات في الساعة = عدد دقائق العمل في الساعة / وقت الدورة الواحدة
- عدد دقائق العمل في الساعة = $60 \times 0.80 = 48$ دقيقة عمل في الساعة
- $\text{دقيقة} 7.24 = (60 \times \frac{900}{12800}) + (60 \times \frac{900}{48000}) + 1.9$
- دورة 6.63 = عدد الدورات في الساعة = $48 / 7.24$
- الإنتاجية = $12.2 \times 6.63 = 80.886$ متر مكعب /ساعة (من التربة بمقياس الرخو)

طرق زيادة انتاجية القاشطة:

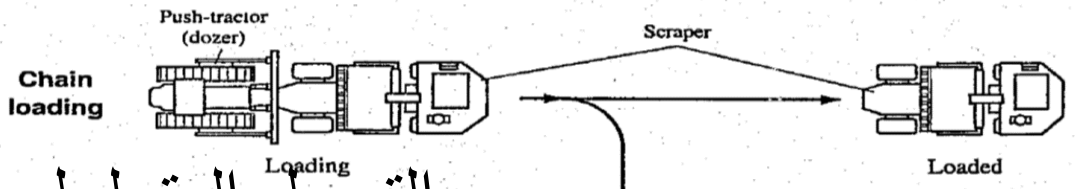
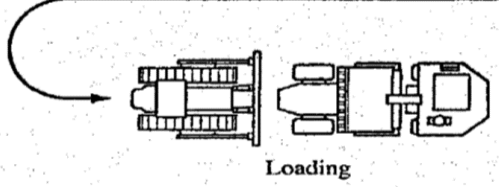
ان زيادة انتاجية القاشطة يؤدي الى تقليل كلفة التنفيذ للمشروع لذلك يستخدم اسلوب تنظيم عمل المكائن وتهيئة الظروف المناسبة لعملها لتقليل الكلفه ومن الطرق المستخدمه لتحسين الانتاجيه :-

١. تشقيق الصخور وتفتيت التربه :- تساعد في عملية تحميل القاشطه (ظروف التحميل جيده) ويكون عمق التشقيق اكثر من سمك الطبقة التي ستحمل بالقاشطات.
٢. ترطيب التربه مسبقا :- يؤدي الى سهولة دخول التربه الى حوض القاشطه وعدم الاحتياج الى عدد كبير من السيارات المستخدمه لرش التربه بالماء وعدم تعارض عمل القاشطات مع عمل السيارات المستخدمه في رش التربه بالماء.
٣. التحميل نزولا على منحدر:- في حالة سماح ظروف العمل فمن الافضل التحميل نزولا (حفرة الامداد تكون في اعلى المنحدر) وذلك لكي تربح قوة تاثير الميل.

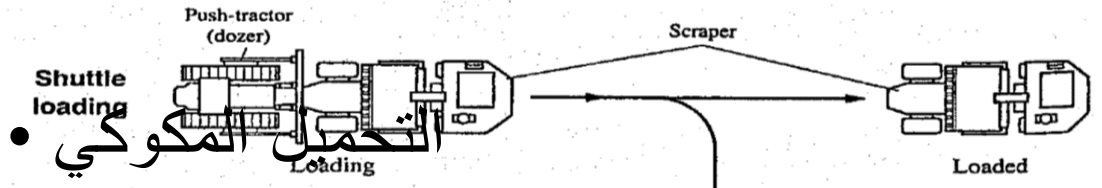
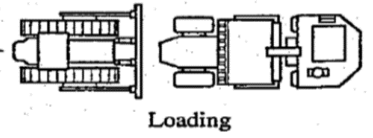
٢٠



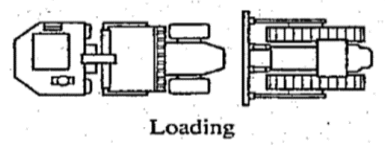
• التحميل الخلفي



• التحميل المتسلسل



• التحميل المكوكي



عدد القاشطات التي يمكن مساعدتها بجرار واحد:

لغرض ايجاد عدد القاشطات الملائم لمساعدتها في عملية التحميل باستخدام جرار دافع واحد نستخدم المعادله التاليه :-

$$N = T_s / T_p$$

- حيث T_s = وقت دورة القاشطه ،
- T_p = وقت دورة الجرار الدافع ،
- وقت دورة الجرار الدافع يعتمد على
- ظروف العمل في موقع التحميل (جيده ، معتدله ، غير جيده)
- سعة القاشطه والجرار
- طريقة التحميل بواسطة الجرار

وقت دورة العمل لجرار دافع (دقيقة)

ظروف موقع التحميل			طريقة التحميل
غير جيدة	معتدلة	جيدة	الدفع الخلفي
3.0	2.5	1.7	الدفع المتسلسل
2.0	1.6	1.2	الدفع المكوكي
2.0	1.6	1.2	

مثال:

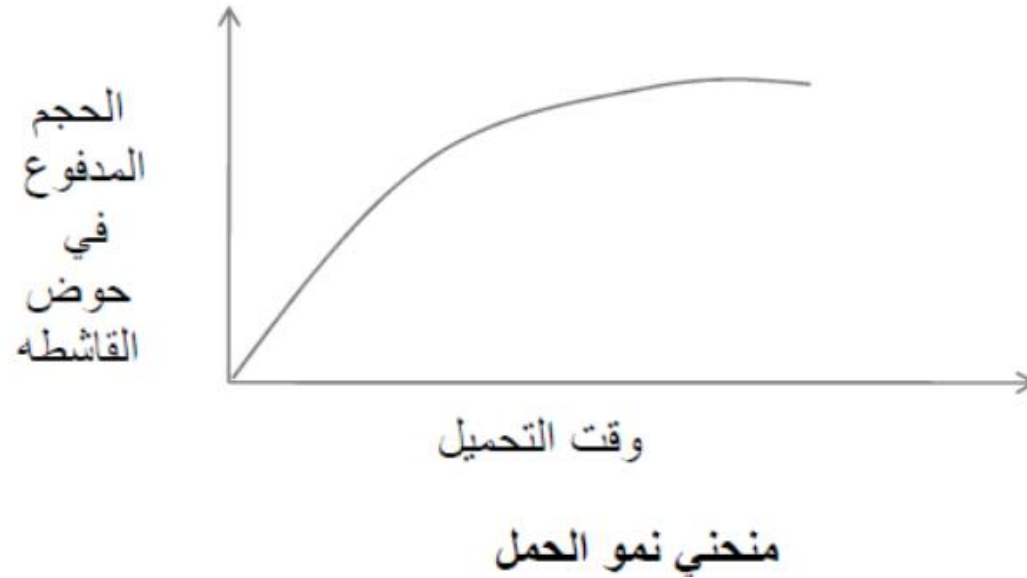
إذا استعمل جرار لدفع قاشطه اثناء عملية التحميل وكان وقت دوره الكامله للقاشطه 7.2دقيقه
اوجد عدد القاشطات التي يمكن للجرار خدمتها تحت ظروف معتدله في حالة الدفع بالطريقه الخلفيه

الحل:

$$\text{عدد القاشطات} = T_s / T_p = N = 7.2 / 2.5 = 2.8 \approx 3$$

مخطط نمو الحمل للقاشطة:

في بداية التحميل تكون عملية دخول التربة في حوض القاشطة سهله وسريعه وبعد ملئ جزء من حوض القاشطة تصبح عملية دخول التربة بطيئه وذلك لتكدس التربة داخل حوض القاشطة .

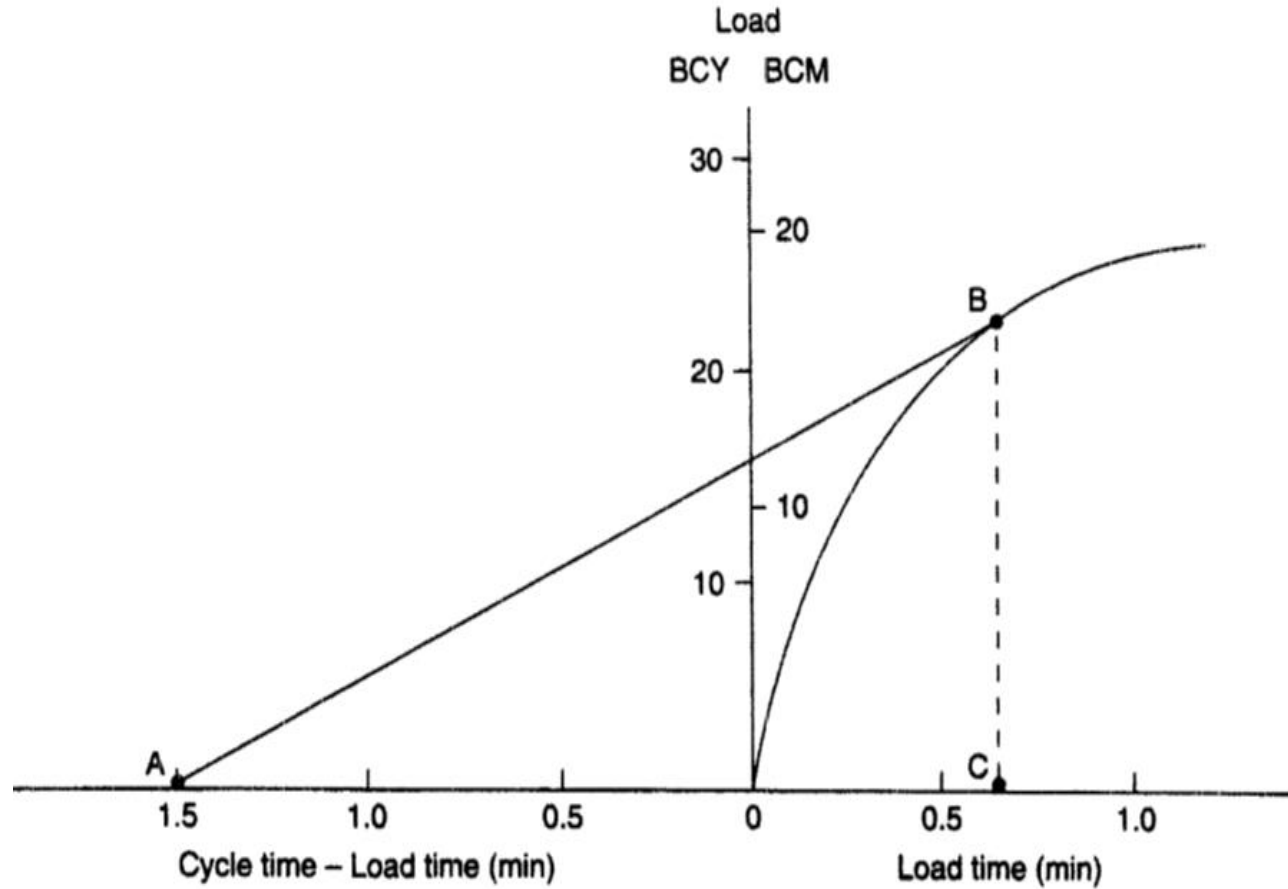


Optimum Load Time: الوقت الأمثل للتحميل

- وهو المدة الزمنية التي تستمر فيها القاشطة بقشط التربة وتحميلها للحصول على أفضل انتاجية.
- حيث ان معدل زيادة الحمل مع الزمن تتخفض باستمرار التحميل
- لذا يجب ايقاف تحميل القاشطة عند وقت امثل وإستغلال الوقت بإكمال دورة عمل القاشطة بالذاب لتفريغ حمولتها، أفضل من إضاعة الوقت بزيادة طفيفة بالحمل.

خطوات حساب الوقت الأمثل للتحميل:

- رسم مخطط نمو الحمل للقاشطة
- تساوي زمن دورة القاشطة ناقص وقت التحميل. أي انه يساوي الوقت الثابت مضافا اليه AO حيث ان المسافة A، تحديد النقطة ه وقت العدة



الشاحنات Trucks:

استعمالاتها :-

لنقل المواد المختلفه كـ (الركام و الطابوق والصخور)

مميزاتها :-

١. انتاجيتها جيده بسبب سرعتها الكبيره في عملية النقل
٢. هناك مرونة في استعمالاتها حيث يمكن زيادة عددها عند الحاجة
٣. يمكن استعمالها في انواع مختلفه من الطرق

العوامل التي تعتمد في تصنيف الشاحنات :

١. حجم ونوع المحرك ٢- عدد التروس ٣- عدد الدواليب والمحاور ٤ - السعه بالاطنان
- ٥- طريقة تفريغ المواد (خلفيه ، قعريه) ٦ - نوعية المواد المحموله

الشاحنات الخلفية التفريغ :-
يستعمل بسهولة لنقل الركام مهما كان شكل البدن . اما في حالة استخدامها لنقل تربه رطبه فيفضل ان يكون البدن خالي من الزوايا الحاده .
الشاحنات القعريه التفريغ :-
يستعمل اذا كان العمل المطلوب هو دفن الموقع بشكل طبقات وخاصة اذا كانت التربه او الركام بهيئة جافه.
ان التفريغ بهذه الطريقه يقلل من وقت التفريغ للشاحنات مقارنة مع الشاحنات الخلفية التفريغ .ولكن في حالة التربه الرطبه فانها تلاقي بعض الصعوبه في التفريغ بسبب السعه المحدوده لفتحة التفريغ

سعة الشاحنات يقاس اما
١ . بالاطنان ٢ - السعه الثابته للشاحنه ٣ - السعه المكدمه للشاحنه

بالنسبة للسعة بالاطنان نستخدم في حالة نقل المواد الخام كالحديد مثلاً . اما بالنسبة الى السعة الثابتة والمكدسه فأنها تقاس بالامتار المكعبه وفي حالة السعة المكدسه فان تحميل التربه الرطبه يمكن ان يكون بميل (١:١) اما في حالة التربه الجافه فيكون الميل (١:٣).

انتاجية الشاحنات :

نعمد على حجم الشاحنه وعدد الدورات في الساعه . كما يمكن ايجاد انتاجيه الشاحنات باستخدام مخطط الاداء للشاحنه وهذ المخطط يربط مابين وزن الشاحنه والمقاومه الكليه التي تساوي (مقاومة الدحرجه + تأثير ميل الانحدار) ومن هذا المخطط يمكن ايجاد سرعة الشاحنه وبالتالي ايجاد وقت دوره للشاحنه .

موازنه حجم الشاحنه مع حجم ماكنة الحفر :-

عند استخدام شاحنات ذات ساعات مناسبة لانتاجيه ماكنة الحفر فأن ذلك يؤدي الى تقليل الكلفه الكليه للعمل وهناك فوائد واضرار على الانتاجيه في حالة استخدام الشاحنات الكبيره وكذلك فوائد واضرار في حالة استخدام الشاحنات الصغيره .

ايجاد عدد الشاحنات التي تعمل مع مجرفة واحدة:

- أقل عدد من الشاحنات التي تجعل المجرفة تعمل دون توقف = دورة عمل الشاحنة / وقت تحميل الشاحنة
- دورة عمل الشاحنة = وقت التحميل + وقت النقل والتفريغ والعودة
- وقت التحميل = عدد المغارف المطلوبة لتحميل الشاحنة × وقت دورة المجرفة
- عدد المغارف المطلوبة لتحميل الشاحنة = حجم الشاحنة / حجم المغرفة
- معامل التشغيل للشاحنة = (وقت دورة عمل الشاحنة / الوقت الكلي لتحميل كافة الشاحنات) × 100%

مثال : استعملت مجرفه اليه حجمها 0.8م مكعب في تحميل شاحنات بحجم ١٢ م مكعب . وقت دوره الواحده للمجرفه ٢٠ ثانيه . وقت النقل والتفريغ والعوده للشاحنه ٨ دقائق . المطلوب :-

١ . ايجاد عدد الشاحنات التي تجعل المجرفه تعمل باستمرار

٢ . حساب معامل التشغيل للشاحنه

$$\text{عدد المغارف} = \text{حجم الشاحنه} / \text{حجم المجرفه} = 12 / 0.8 = 15 \text{ مغرفه}$$

$$\text{وقت التحميل} = 10 * 20 / 60 = 5 \text{ دقائق}$$

$$\text{وقت دوره الكامله للشاحنه} = 8 + 5 = 13 \text{ دقيقه}$$

$$١ . \text{اقل عدد ممكن من الشاحنات لجعل المجرفه تعمل باستمرار} = 13 / 5 = 2.6$$

عدد الشاحنات التي تجعل المجرفه تعمل باستمرار هو ٣ شاحنات.

$$٢ . \text{معامل التشغيل للشاحنات} = 100 * (3 * 5) / 13 = 86\%$$

الفصل الخامس معدات الحفر

معدات حفر التربة Excavation Equipment

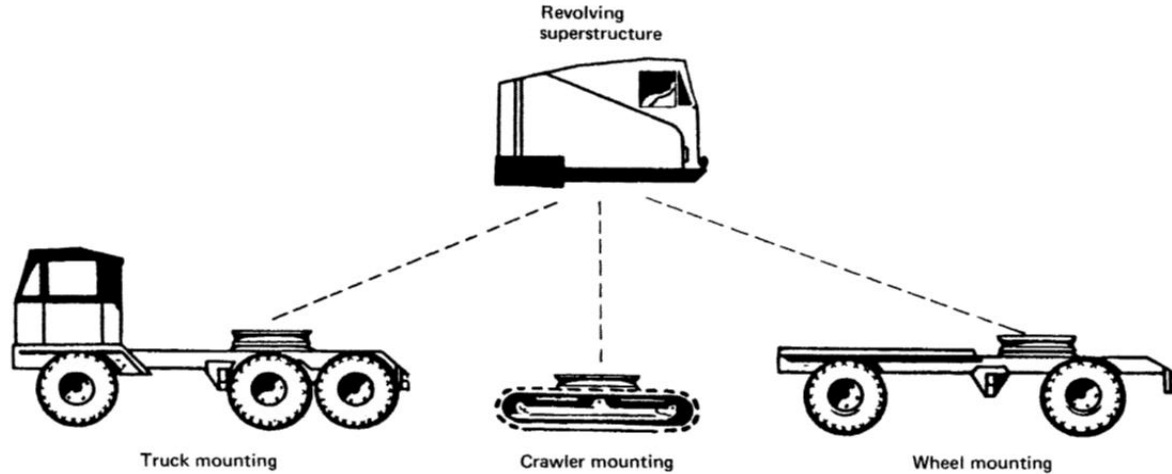
1. المجرفة الآلية Power shovel

- وتستخدم في حفر التربة وتحميلها على الشاحنات او العربات او الأحزمة الناقلة.
- يمكن استعمال المجرفة الآلية لحفر معظم انواع التربة عدا الصخور
- اعتمادا على حركتها يمكن ان تكون:

1. محمولة على اطارات مطاطية Wheel mounting

2. محمولة على سرفة مجنزرة Crawler mounting

3. محمولة على شاحنة Truck mounting



• حجم المجرفة الآلية:

- يحدد حجم المجرفة بحجم مغرفتها (دلوها) Bucket والذي يكون بحدود 0.3 ال 2.0 متر مكعب او أكثر من ذلك، وقد يحسب على أساس الحجم الثابت أو الحجم المكس Heaped.
- يمثل حجم الدلو كمية التربة بمقياس الرخو Loose لذا عند حساب حجم التربة بمقياس الضفة يجب ضرب هذا الحجم بمعامل الانتفاخ Load Factor.
- اعتمادا على نوع التربة يمكن ان يكون الحجم الرخو الذي يمكن تحميله في الدلو اقل أو اكبر من حجم الدلو.

TABLE 9.1 Fill factors for front shovel buckets.

Material	Fill factor* (%)
Bank clay; earth	100–110
Rock-earth mixture	105–115
Rock—poorly blasted	85–100
Rock—well blasted	100–110
Shale; sandstone—standing bank	85–100

*Percent of heaped bucket capacity.

Reprinted courtesy of Caterpillar Inc.

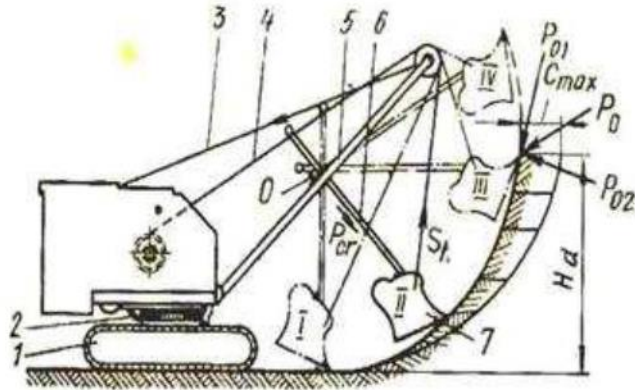
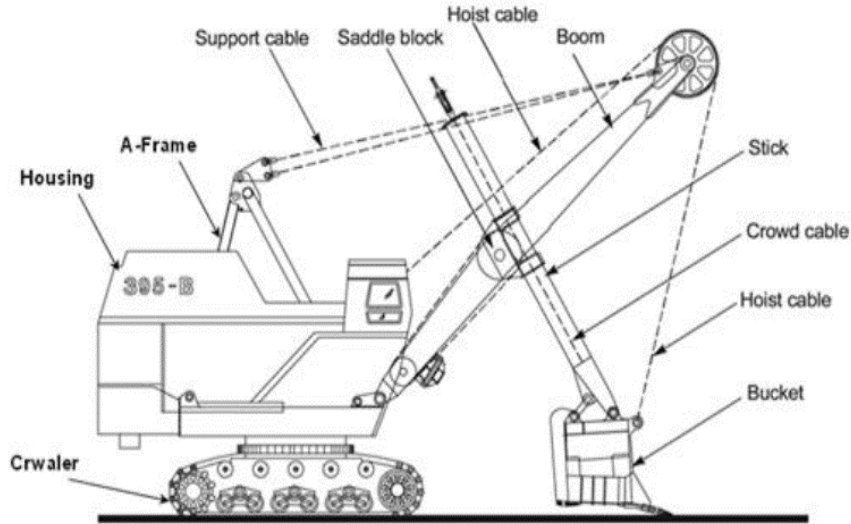
- لذا عند حساب حجم التربة الفعلي الذي يتم تحميله يتم ضرب حجم الدلو بمعامل يسمى معامل مليء الدلو أو معامل كفاءة الدلو والذي يعتمد على نوع التربة.

- مثال: خمن الحجم الفعلي لحمل المغرفة بمقياس الضفة لمجرفة الحجم المكس لها 3.82m^3 علما ان التربة لها معامل الانتفاخ هو 0.8 ، ومعامل الملى 0.9.
- الحل:

$$\text{Bucket load (LCM)} = \text{Fill factor} \times \text{Bucket Volume} = 0.9 \times 3.82 = 3.438 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Bucket Volume (BCM)} &= \text{Load factor} \times \text{Bucket load (LCM)} \\ &= 0.8 \times 3.438 = 2.7504 \text{ (BCM)}\end{aligned}$$

طريقة عمل المجرفة الآلية:



1. تقف المجرفة قرب واجهة التربة
2. يتم تنزيل المجرفة الى أسفل الحفرة وجعل الأسنان متجهة للتربة.
3. تسليط قوة لدفع المجرفة في التربة وفي نفس الوقت يتم تسليط شد على الحبل لسحب المجرفة للأعلى.
4. اذا كان ارتفاع التربة مناسب (حسب نوعية التربة وحجم المجرفة) فإن المجرفة ستمتليء بالتربة عند وصولها الى أعلى الحفر.
5. اذا كان ارتفاع التربة أقل فإن المجرفة لن تمتليء الا بتسليط قوة اضافة على الحبل.
6. وأذا كان الارتفاع كبير فيجب تقليل القوة لتقليل دخول حافة المجرفة فيها.

الأرتفاع الأمثل للقطع: Optimum depth of cut:

- وهو الأرتفاع الذي يعطي أعلى إنتاجية للمجرفة، وعنده يمكن مليء المغرفة دون تسليط أي قوة اضافية.
- يعتمد هذا الأرتفاع على نوع التربة وحجم المغرفة.
- يتراوح الأرتفاع الأمثل بين 30 – 50% من أقصى ارتفاع للحفر يصل الية برج الحفارة.
- النسب المنخفضة تناسب الترب سهلة التحميل مثل الترب المزيجية والرمل والحصى.
- أما المواد صعبة التحميل مثل الطين المتلاصق والصخور المكسرة فتكون النسبة بحدود 50%.
- التربة الأعتيادية تكون النسبة لها بحدود 40%.
- الجدول التالي يبين قيم الأرتفاع الأمثل للقطع والإنتاجية بالمتر المكعب بحجم الضفة لأنواع مختلفة من التربة ولحجوم متعددة من المجرفات.

Table (9.2): Ideal Outputs of Cable-Operated Power Shovel, in Cubic meters Per 60-min hour, Bank Measure

Class of material	Size shovel, cubic meter								
	0.3	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	2
Moist loam or high sand clay	1.1* 65**	1.4* 88**	1.6* 126**	1.8* 157**	2.0* 190**	2.1* 218**	2.2* 245**	2.4* 271**	2.6* 310**
Sand and gravel	1.1 61	1.4 84	1.6 118	1.8 153	2.0 178	2.1 206	2.2 229	2.4 252	2.6 298
Good common earth	1.4 54	1.7 73	2.1 103	2.4 134	2.6 160	2.8 183	2.9 206	3.1 229	3.4 268
Hard, tough clay	1.8 38	2.1 57	2.4 84	2.7 111	3.0 137	3.3 156	3.5 180	3.7 202	4.1 236
Well-blasted rock	— 30	— 46	— 72	— 95	— 118	— 137	— 156	— 175	— 210
Wet, sticky clay	1.8 19	2.1 30	2.4 53	2.7 73	3.0 91	3.3 110	3.5 125	3.7 141	4.0 175
Poorly blasted rock	— 11	— 19	— 38	— 57	— 73	— 88	— 107	— 122	— 149
* These values are the optimum depth of cut in meters. ** These values are the ideal outputs in cubic meters. • Source: Power Crane and Shovel Association.									

انتاجية المجرفة الآلية:

- يتم حساب انتاجية المجرفة بالمتر المكعب في الساعة محسوبة بمقياس الضفة.
- العوامل التي تؤثر على انتاجية المجرفة الآلية:

1. نوع التربة
2. ارتفاع القطع
3. زاوية الدوران
4. ظروف العمل وتهيئة منطقة العمل
5. حجم المكنن الناقله
6. مهارة المشغلين
7. حالة ونوعية المجرفة
8. سرعة تهيئة معدات النقل
9. طريقة التعامل مع الصخور كبيرة الحجم.

- المقصود بتهيئة معدات النقل هو الوقت الكلي المطلوب لناقلة محملة لترك موقعها تحت المجرفة لفسح المجال لناقلة الفارغة التالية لتقف في وضع التحميل.
- عند حفر الصخور المكسرة يجب حساب كمية الصخور ذات الحجوم الكبيرة التي تتجاوز حجم مغرفة المجرفة.
- حيث ان المجرفة ذات الدلو الذي يكون حجمه مناسباً للحجم المتوسط للصخور تستغرق وقت طويل للتخلص من الصخور ذات الحجوم الكبيرة.
- لذا يمكن التفكير ببدائل مثل استخدام دلو أكبر او استبدال المجرفة بحفارة أكبر او تغيير طريقة تفجير الصخور.
- ان استخدام معدات اضافية مثل القالعة (البلدوزر) لتنظيف وتهيئة منطقة التحميل يمكن ان يقلل من التأخير الناجم عن أيقاف العمل لغرض التنظيف.

تأثير زاوية الدوران على انتاجية المجرفة الآلية:

- زاوية دوران المجرفة هي الزاوية الأفقية بين وضعية المغرفة اثناء الحفر ووضعيتها اثناء التفريغ.
- الوقت الكلي لدورة المجرفة يشمل الحفر والدوران الى وضع التفريغ ثم التفريغ والعودة الى وضع الحفر.
- عند زيادة زاوية الدوران فمن الطبيعي أن يزداد وقت دورة العمل للمجرفة الآلية.
- الجدول التالي يبين تأثير زاوية الدوران على انتاجية المجرفة.
- مثلا اذا كانت مجرفة تحفر بالأرتفاع الأمثل وتم تقليل زاوية دورتها من 90 درجة الى 60 درجة فإن انتاجيتها ستزداد بمعدل 16%.

Table (9.3): Factors for height of cut and angle of swing effect on shovel production

Angle of swing , deg.							Percent of Optimum Depth
180	150	120	90	75	60	45	
0.59	0.65	0.72	0.8	0.85	0.89	0.93	40
0.66	0.73	0.81	0.91	0.96	1.03	1.1	60
0.69	0.77	0.86	0.98	1.04	1.12	1.22	80
0.71	0.79	0.88	1.00	1.07	1.16	1.26	100
0.7	0.77	0.86	0.97	1.03	1.11	1.20	120
0.66	0.73	0.81	0.91	0.97	1.04	1.12	140
0.62	0.67	0.75	0.85	0.90	0.96	1.03	160

خطوات حساب انتاجية معدات الحفر:

1. ايجاد الحجم المكس للمغرفة من معلومات المنتج، بمقياس الرخو.
2. حساب الحجم الفعلي للتربة عن طريق ضرب حجم المغرفة بمعامل المليء.
3. ايجاد زمن دورة الحفارة
4. تحديد معامل الكفاءة.
5. تحويل الحجم الى المقياس المطلوب (مقياس الضفة عادة).
6. حساب معدل الانتاجية

• تحسب انتاجية الحفارة من المعادلة التالية:

Production = Material carried per load \times cycles per hour

Material carried per load = $Q \times F \times AD \times Volume\ correction$

$$Cycles\ per\ hour = \frac{3600 \times E}{t(sec)}$$

where: Q = heaped bucket capacity (m^3) , F = Bucket fill factor

AD = angle of swing and depth (height of cut) correction

t = work cycle time (sec)

$$volume\ correction = \frac{1}{1+swell\ factor}$$

$$E = efficiency = \frac{work\ minutes\ per\ hour}{60\ (min)}$$

• تتألف دورة عمل المجرفة الآلية من العناصر التالية:

1. تحميل الدلو او المغرفة (load bucket)
 2. الأستدارة مع الحمل (swing with load)
 3. تفريغ الحمل (Dump load)
 4. الأستدارة للعودة لوضع الحفر (Return swing)
- المجرفة لا تسير اثناء دورة الحفر والتحميل.
- الانتقال والسير يكون مقتصرًا فقط للتحرك على طول وجه منطقة الحفر.
- إحدى الدراسات وجدت أنه بالمعدل فإن المجرفة تحتاج للسير بعد كل 20 حمل للمغرفة تقريبا، وأن هذه الحركة تستغرق بحدود 36 ثانية.

- معدل الفترات الزمنية النموذجية لمجرفة آلية هي:

Table (9.4): Typical cycle element times under average conditions for power shovel are:

Cycle Element	time (sec)
Load bucket	7 - 9
Swing with load	4 - 6
Dump load	2 - 4
Return swing	4 - 5
Travel	about 36 sec per 20 bucket load = 1.8 sec (per load)

- مثال: مجرفة ذات دلو بحجم 3.8 متر مكعب، تستعمل لحفر وتحميل صخور مكسرة بصورة سيئة (poorly blasted rocks). ارتفاع حفر 3.6 متر وإن أقصى ارتفاع للحفر للمجرفة هو 10.2 متر. العربات الناقلة تقف بحيث تكون زاوية الدوران 60 درجة. أحسب الإنتاجية المثالية (60 دقيقة/ساعة) المتحفظة (conservative) بوحدة (LCM/hr).

- Solution:

Production = Material carried per load × cycles per hour

Material carried per load = Q × F × AD × Volume correction

Q= 3.8 m, F= 0.85 (from table 9.1) conservative value

for poorly blasted rocks, optimum height= 0.5 × Max. digging height

$$= 0.5 \times 10.2 = 5.1 \text{ m}$$

Actual height/optimum height= 3.6/5.1= 0.71

Angle of swing= 60

from Table (9.3), AD= 1.08 (by interpolation)

Volume correction= 1.0 (Loose production)

Material carried per load = $3.8 \times 0.85 \times 1.08 \times 1.0 = 3.4884 \text{ m}^3$

• *Shovel cycle* = $8+5+3+4.5+1.8= 22.3 \text{ sec. (from table 9.4)}$

• $E= 60/60 = 1.0$ (ideal production)

• *Cycles per hour* = $\frac{3600 \times 1.0}{22.3} = 161.43 \text{ cycle/hr}$

Production = $3.4884 \times 161.43 = 563.1 \text{ m}^3 \text{ /hr}$

Actual Work Efficiency:

- Transportation Research Board (TRB) studies have shown that actual production times for shovels used in highway construction excavation operation are 50% to 75% of the available working time.
- Therefore, the actual work time is only 30 to 45 min/hr.

Example:

A shovel with a 3-cy heaped capacity bucket is loading well-blasted rock on a highway project. The average face height is expected to be 22 ft. The shovel has a maximum rated digging height of 30 ft. Most of the cut will require a 140° swing of the shovel to load the haul units. What is a conservative production estimate in bank cubic yards?

Step 1. Size of bucket, 3 cy

Step 2. Bucket fill factor (Table 9.1) for well-blasted rock 100 to 110%, use 100%, conservative estimate

Step 3. Cycle element times

Load	9 sec	(because of material, rock)
Swing loaded	4 sec	(small machine, 3 cy)
Dump	4 sec	(into haul units)
Swing empty	4 sec	(small machine, 3 cy)
Total time	21 sec	

Average height of excavation 22 ft

Optimum height: 50% of max.: $0.5 \times 30 \text{ ft} = 15 \text{ ft}$

Percent optimum height: $\frac{22 \text{ ft}}{15 \text{ ft}} \times 100 = 147\%$

Height and swing factor: From Table 9.2, for 147%, by interpolation, 0.73

Step 4. Efficiency factor: If the TRB information were used, the efficiency would be 30 to 45 working minutes per hour. Assume 30 min for a conservative estimate.

Step 5. Class of material, well-blasted rock, swell 60% (Table 4.3)

Step 6. Production:

$$\frac{3,600 \text{ sec/hr} \times 3 \text{ cy} \times 1.0 \times 0.73}{21 \text{ sec/cycle}} \times \frac{30 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times \frac{1}{(1 + 0.6)} = 117 \text{ bcy/hr}$$

المجرفة الخلفية Hoes :



- ماكينة من صنف المجارف الآلية وتسمى أحيانا المجرفة الهيدروليكية (Hoe or backhoe).

- تستعمل لحفر التربة تحت مستوى الأرض التي تقف عليها

- مناسبة جدا لحفر الخنادق (Trenches) وحفر السرديب (Basements)

- وهي الآلة لا تعتبر ماكينة ذات إنتاجية في أعمال الحفر، بل مخصصة للأعمال الحفر أثناء الحركة وأعمال الحفر العامة. من الممكن أن تكون محمولة على سرفة أو على عجلات.

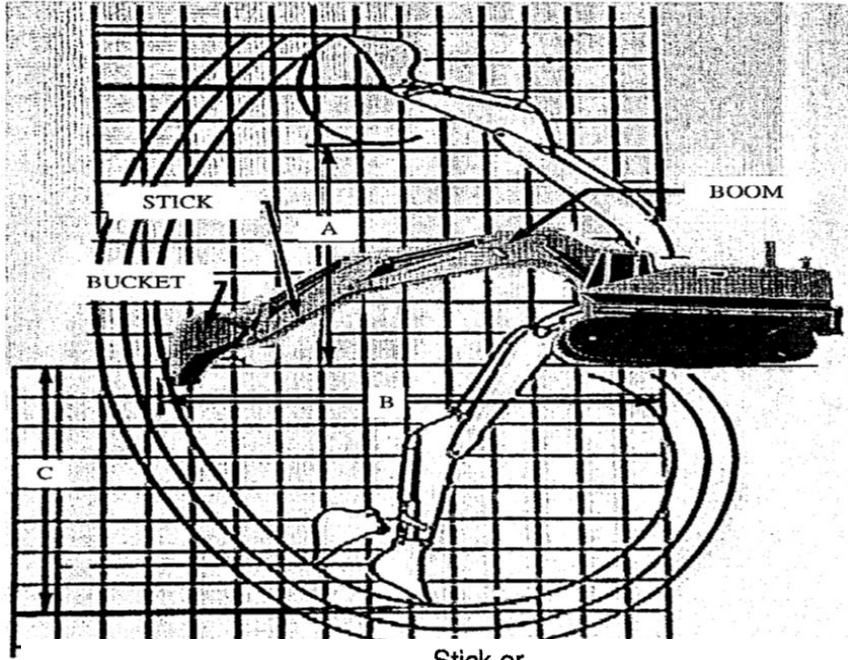
- يصل حجم الدلو للحفارة الخلفية المحمولة على عجلات إلى 1.4 متر مكعب.

- أكبر مقدار لعمق الحفر تصله الحفارات الكبيرة هو بحدود 7.5 متر.

- عند إنزال جميع المساند (الأرجل outriggers) للحفارات الكبيرة فإن بإمكانها تحميل وزن يصل إلى 4.5 طن، بنصف قطر 6 متر.



أجزاء وحدود عمل المجرفة الخلفية : Basic parts and operation of hoes



• تتألف المجرفة الهيدروليكية (الخلفية) من الأجزاء التالية:

1. البرج Boom

2. الذراع Stick

3. الدلو Bucket

• أن القوة المطلوبة لغرس أسنان الدلو في التربة المراد حفرها، يتم تسليطها من المكابس الهيدروليكية للذراع وللدلو.

• الجدول (5-5) بين الأبعاد والأحمال النموذجية لحفارة هيدروليكية مجنزرة.

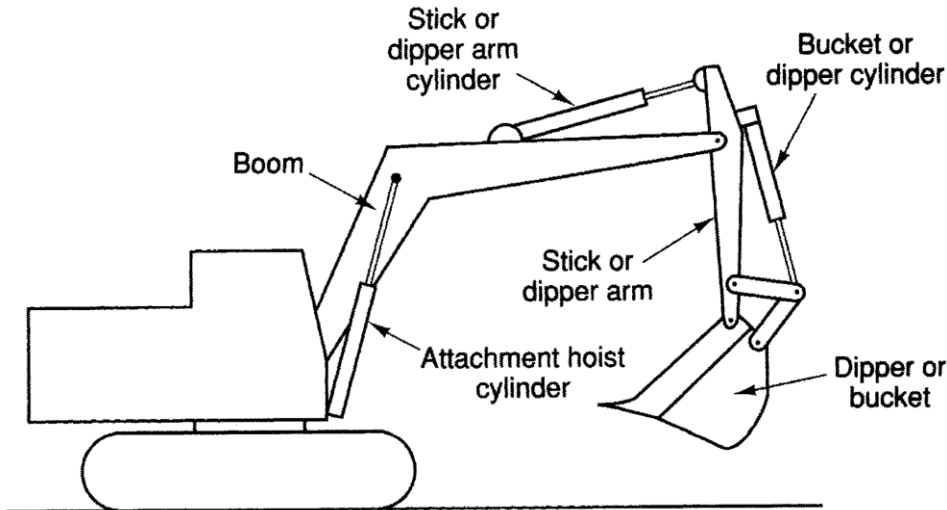


Table (5-5): Represented dimensions, loading clearance, and lifting capacity of hydraulic crawler hoes

Size bucket (cy)	Stick length (ft)	Maximum reach @ ground level (ft)	Maximum digging depth (ft)	Maximum loading height (ft)	Lifting capacity at 15 ft			
					Short stick		Long stick	
					Front (lb)	Side (lb)	Front (lb)	Side (lb)
$\frac{3}{4}$	5-7	19-22	12-15	14-16	2,900	2,600	2,900	2,600
$\frac{4}{4}$	6-9	24-27	16-18	17-19	7,100	5,300	7,200	5,300
1	5-13	26-33	16-23	17-25	12,800	9,000	9,300	9,200
$1\frac{1}{2}$	6-13	27-35	17-21	18-23	17,100	10,100	17,700	11,100
2	7-14	29-38	18-27	19-24	21,400	14,500	21,600	14,200
$2\frac{1}{2}$	7-16	32-40	20-29	20-26	32,600	21,400	31,500	24,400
3	10-11	38-42	25-30	24-26	32,900*	24,600*	30,700*	26,200*
$3\frac{1}{2}$	8-12	36-39	23-27	21-22	33,200*	21,900*	32,400*	22,000*
4	11	44	29	27	47,900*	33,500*		
5	8-15	40-46	26-32	25-26	34,100†	27,500†	31,600†	27,600†

*Lifting capacity @ 20 ft.

†Lifting capacity @ 25 ft.

تقييم مغرفة الحفارة الهيدروليكية :Bucket rating for hydraulic hoes

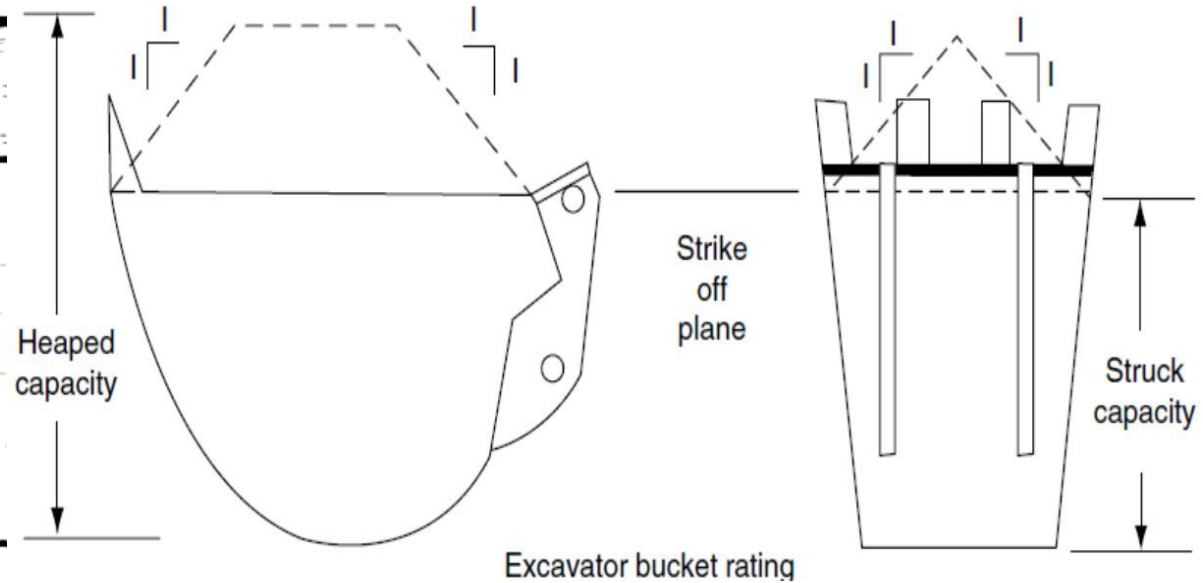
Table (5-6): Fill factor for hydraulic hoe buckets

- في المجرفة الخلفية - كما في المجرفة الآلية، فإن التربة تتجمع في المغرفة بميل 1:1، كما في الشكل أدناه، وقيم معامل ملئ المغرفة كما في الجدول (5-6).

Material	Fill factor* (%)
Moist loam/sandy clay	100–110
Sand and gravel	95–110
Rock—poorly blasted	40–50
Rock—well blasted	60–75
Hard, tough clay	80–90

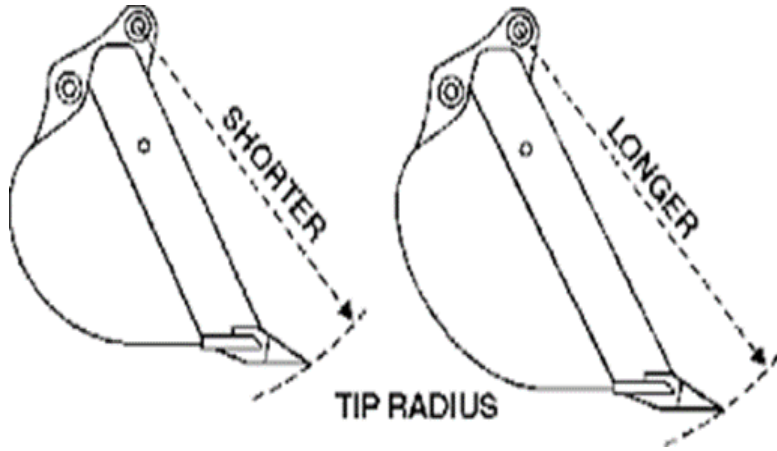
*Percent of heaped bucket capacity.

Reprinted courtesy of Caterpillar Inc.



أختيار نوع المغرفة:

- يجب أن يتم اختيار نوع المغرفة حسب نوع التربة المطلوب حفرها.
- بالأمكان الحصول على إنتاجية عالية وذلك بأختيار عرض ونصف قطر اسنان المغرفة المناسبين للتغلب على مقاومة المواد المطلوب حفرها.
- للمواد التي يمكن حفرها بسهولة، فإن المغرفة العريضة تكون مناسبة.
- للحفر في الصخور، فإن المغرفة الضيقة تكون ملائمة أكثر.
- في أعمال أمدادات الخدمات. فإن عرض الخندق (trench) هو الذي سيحدد عرض المغرفة المناسبة.



إنتاجية المجرفة الخلفية:

- تتأثر إنتاجية المجرفة الخلفية بنفس العوامل التي تؤثر بإنتاجية المجرفة الآلية.
- ان دورة عمل المجرفة الخلفية تكون اطول ب 20% تقريبا من دورة المجرفة الآلية التي لها نفس الحجم.
- هذه الزيادة تكون بسبب كون مسافة رفع المغرفة أكبر، وذلك لضرورة ان يكون البرج والذراع ممدودين بكامل طوليها للتمكن من تفريغ الحمل.
- الجدول (5-7) يبين تفاصيل دورة العمل للمجرفة الخلفية حسب حجم المغرفة وللظروف المعتدلة.
- العمق المثالي للحفر يعتمد على نوع المادة المطلوب حفرها وعلى حجم ونوع المغرفة.
- كقاعدة، فإن العمق المثالي للحفر يتراوح عادة بين 30% الى 60% من أكبر عمق حفر للماكينة.
- لا تتوفر جداول تربط بين دورة عمل المجرفة الخلفية مع التغير بعمق الحفر وزاوية الدوران الأفقية.
- لذلك عند استخدام الجدول (5-7) فيجب أخذ زمن الحفر وزمني الاستدارة بنظر الاعتبار.

Table (5-7): Excavation cycle times for hydraulic crawler hoes under average conditions

Bucket size		Load bucket (sec)	Swing loaded (sec)	Dump Bucket (sec)	Swing empty (sec)	Total cycle (sec)
cy	m ³					
<1	<0.765	5	4	2	3	14
1-1.5	0.765-1.15	6	4	2	3	15
2.2.5	1.53-1.91	6	4	3	4	17
3	2.29	7	5	4	4	20
3.5	2.68	7	6	4	5	22
4	3.05	7	6	4	5	22
5	3.82	7	7	4	6	24

حساب انتاجية الحفر للمجرفة الخلفية:

• تحسب انتاجية الحفر للمجرفة الخلفية من المعادلة التالية:

- *Hoe excavation production = Material per load × Cycles per hour*
- *Material per load = $Q \times F \times Vol. Correction$*
- *Cycles per hour = $\frac{3600 \times E}{t}$*

where:

Q= heaped bucket capacity (LCM)

F= bucket fill factor for hoe bucket

t= cycle time in seconds

E= efficiency = work minutes per hour/60

Vol. Correction (from loose volume to bank volume) = $1/(1+swell)$

Example: A crawler hoe having a 2.68 m³ bucket is used on a project to excavate very hard clay from a barrow pit. The clay will be loaded into trucks. Soil boring information indicates that below 2.5m, the material changes to unacceptable silt material. what is the estimated production of the hoe in bank measure, if the hoe works 50 minutes per hour.

Solution:

$$\text{Material per load} = Q \times F \times \text{Vol. Corr.} = 2.68 \times 0.85 \times \frac{1}{1+0.35} = 1.687 \text{ BCM per load}$$

$$\text{cycle time} = 22 \text{ sec, } E = 50/60 = 0.833$$

$$\text{Cycles per hour} = \frac{3600 \times 0.833}{22} = 136.3$$

- *Hoe excavation production* = $1.687 \times 136.3 = 229.938 \text{ BCM/hr}$
- Note: the ratio of depth of excavation to the maximum digging depth should be checked to be in the range of (30 – 60%) to consider its effect on the cycle time.

Example:

A crawler hoe having a $3\frac{1}{2}$ -cy bucket is being considered for use on a project to excavate very hard clay from a borrow pit. The clay will be loaded into trucks having a loading height of 9 ft 9 in. Soil-boring information indicates that below 8 ft, the material changes to an unacceptable silt material. What is the estimated production of the hoe in cubic yards bank measure, if the efficiency factor is equal to a 50-min hour?

Step 1. Size of bucket, $3\frac{1}{2}$ cy

Step 2. Bucket fill factor (Table 9.4), hard clay 80 to 90%; use average 85%

Step 3. Typical cycle element times

Optimum depth of cut is 30 to 60% of maximum digging depth. From Table 9.3 for a $3\frac{1}{2}$ -cy size hoe, maximum digging depth is 23 to 27 ft

Depth of excavation, 8 ft

$$\frac{8 \text{ ft}}{23 \text{ ft}} \times 100 = 34\% \geq 30\%; \text{ okay}$$

$$\frac{8 \text{ ft}}{27 \text{ ft}} \times 100 = 30\% \geq 30\%; \text{ okay}$$

Therefore, under average conditions and for a $3\frac{1}{2}$ -cy size hoe, cycle times from Table 9.5 would be:

1. Load bucket	7 sec	very hard clay
2. Swing with load	6 sec	load trucks
3. Dump load	4 sec	load trucks
4. Return swing	5 sec	
Cycle time	22 sec	

Step 4. Efficiency factor, 50-min hour

Step 5. Class of material, hard clay, swell 35% (Table 4.3)

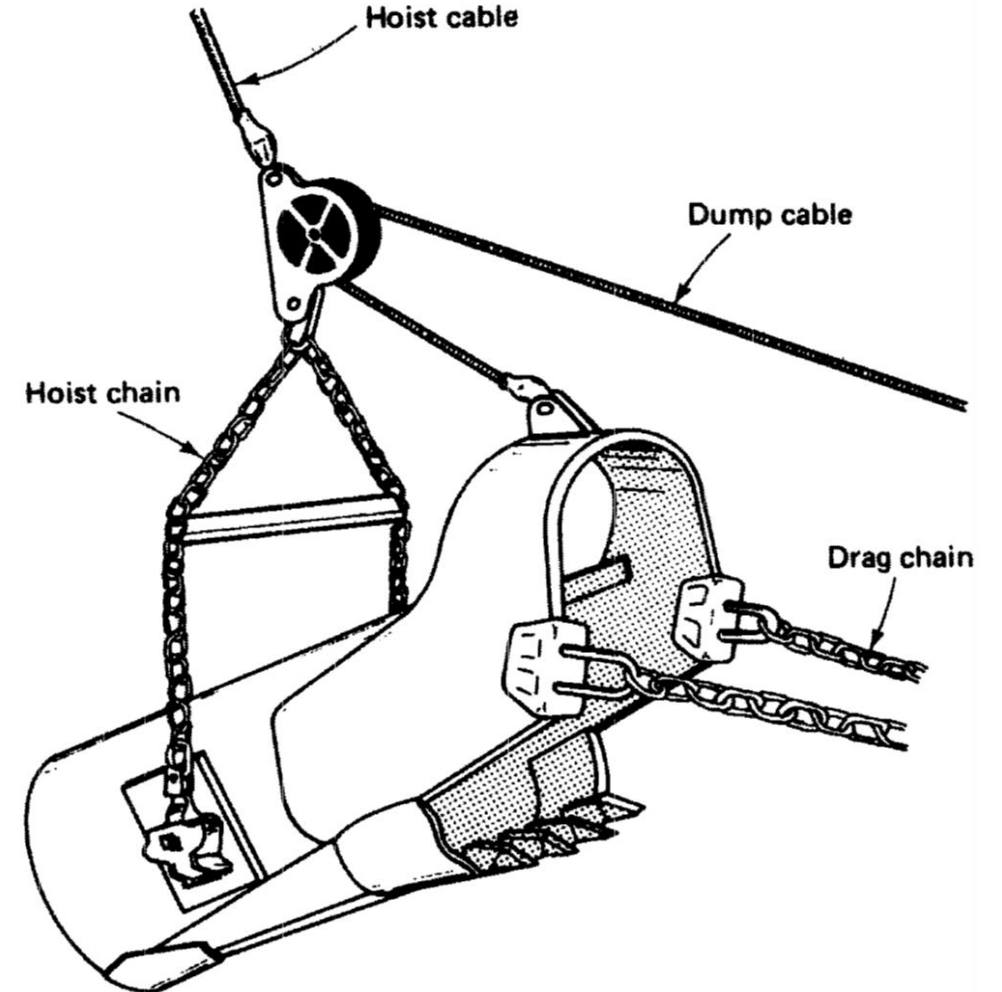
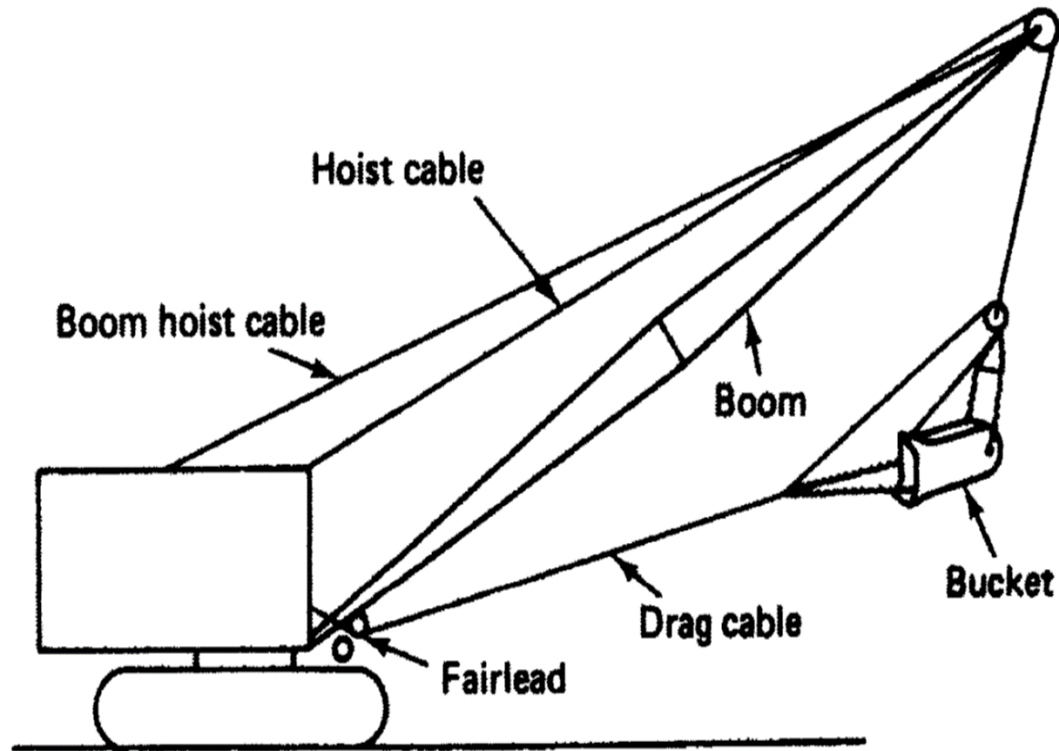
Step 6. Probable production:

$$\frac{3,600 \text{ sec/hr} \times 3\frac{1}{2} \text{ cy} \times 0.85}{22 \text{ sec/cycle}} \times \frac{50 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times \frac{1}{(1 + 0.35)} = 300 \text{ bcy/hr}$$

Check maximum loading height to ensure the hoe can service the trucks, from Table 9.3, 21 to 22 ft

21 ft > 9 ft 9 in. okay

الحفارة الناعورية (السلكية) : Dragline



إستخدامات الحفارة الناعورية ومميزاتها:

- تستخدم الحفارة الناعورية لحفر التربة وتحميلها في الشاحنات أو أي واسطة نقل أو تكديس التربة بشكل أكوام.
 - في معظم المشاريع يمكن استخدام المجرفة الآلية أو الحفارة الناعورية للقيام بأعمال الحفر.
 - في بعض المشاريع فإن استخدام الحفارة الناعورية أفضل من استخدام المجرفة الآلية ، وذلك للأسباب التالية:
1. لا تحتاج الحفارة الناعورية الى الدخول الى الحفرة، حيث يمكن ان تقف على الأرض الطبيعية وتحفر بواسطة انزال القدوس في مكان الحفر. هذه الصفة مهمة جدا في حالة كون الحفر من سرداب أو خندق يحتوي على مياه.
 2. تستطيع الحفارة الناعورية تحميل التربة على شاحنات بدون ان تحتاج الشاحنات للدخول الى مكان الحفر ومنطقة العمل، مما يسهل كثيرا من حركة الشاحنات.
 3. في حالة امكانية وضع التربة التي يتم حفرها على جانب الحفرة اذا كانت قناة أو خندق طويل، فإن الحفارة ناعورية بذراع طويل تكون قادرة على القيام بذلك دون الحاجة لشاحنات او أليات لنقل التربة وتكديسها، مما يقلل من كلف العمل.
- إن إحدى أهم مساوئ الحفارة الناعورية هي قلة انتاجها مقارنة بالمجرفة الآلية، حيث تكون انتاجيتها بحدود 75 – 80% من انتاجية المجرفة الآلية.

أنواع الحفارات الناعورية:

• توجد ثلاثة أقسام هي:

1. مركبة على جنزير: وتكون مناسبة للأستعمال في المواقع ذات التربة الرخوة، وتكون سرعتها بطيئة (بحدود 1.5 كم/ساعة)، لذا يجب انقلها الى موقع العمل بواسطة ناقلة.

2. مركبة على دواليب

3. مركبة على شاحنة

• تصل سرعة الحفارات الناعورية المركبة على دواليب او شاحنة الى أكثر من 45 كم/ساعة.

حجم الحفارة الناعورية:

- يعبر عن حجم الحفارة الناعورية بحجم القادوس (المغرفة) والتي تكون بشكل عام مشابهة لحجوم مغارف المجرفة الآلية.
- إن أكبر وزن للتربة تتمكن الحفارة الناعورية من رفعه يتم تحديده بالقوة اللازمة لقلب الحفار، لذا من الضروري تقليل حجم المغرفة عند استعمال ذراع تطويل (برج) تطويل، او
عندما تكون التربة ذات كثافة عالية.
- من الناحية العملية، يفضل ان لا يتجاوز وزن القادوس وحمولته من التربة 75% من القوة اللازمة لقلب الحفارة.

عمل الحفارة الناعورية:

1. تبدأ عملية الحفر برمي القادوس الفارغ في موقع العمل مع إرخاء أسلاك السحب والرفع.
 2. تتم عملية الحفر بسحب القادوس باتجاه الحفارة مع تنظيم عمق الحفر عن طريق التحكم بشد سلك الرفع.
 3. عند إمتلاء القادوس، يتم سحب سلك الرفع وإرخاء سلك السحب.
 4. يتم تفريغ القادوس بإرخاء سلك السحب.
- بما أن السيطرة على تفريغ القادوس في الحفارة الناعورة أصعب من تفريغ مغرفة الحفارة الآلية، لذا من المفضل ان تكون شاحنات التحميل التي تعمل مع الحفارة الناعورية أكبر من تلك التي تعمل مع المجرفة الآلية.
 - يكون حجم الشاحنة بحدود 5-6 أضعاف حجم قادوس الحفارة.

أنتاجية الحفارة الناعورية:

• تتأثر انتاجية الحفارة الناعورية بالعوامل التالية:

1. نوع التربة
2. إرتفاع القطع
3. زاوية الدوران
4. حجم ونوع القادوس
5. طول ذراع التطويل (البرج)
6. ظروف العمل
7. طريقة تفريغ التربة: التفريغ بشاحنات او التكديس بأكوام.
8. حجم الشاحنات (عند استخدامها)
9. مهارة المشغل
10. حالة الحفارة

حساب انتاجية الحفارة الناعورية:

- تقاس انتاجية الحفارة الناعورية بالمتر المكعب في الساعة بمقياس الضفة.
- وتحسب من ضرب حجم التربة في القادوس بمقياس الضفة في عدد دورات التحميل في الساعة.
- قيم الانتاجية المثلى والأرتفاع الأمثل للقطع لحفارة ناعورية ذات برج قصير مدرجة في الجدول (5-8).
- تأثير إرتفاع القطع وزاوية الدوران على انتاجية الحفارة الناعورية مدرجة في الجدول (9-5).

الجدول (5-8): الأرتفاع الأمثل للقطع (متر) والانتاجية المثلى بمقياس الضفة (متر مكعب لكل 60 دقيقة) لحفارة ناعورية ذات ذراع قصير

Type of Material	Bucket Size [cu yd (m ³)]										
	$\frac{3}{4}$ (0.57)	1 (0.75)	$1\frac{1}{4}$ (0.94)	$1\frac{1}{2}$ (1.13)	$1\frac{3}{4}$ (1.32)	2 (1.53)	$2\frac{1}{2}$ (1.87)	3 (2.29)	$3\frac{1}{2}$ (2.62)	4 (3.06)	5 (3.82)
Light moist clay or loam	130 (99)	160 (122)	195 (149)	220 (168)	245 (187)	265 (203)	305 (233)	350 (268)	390 (298)	465 (356)	540 (413)
Sand and gravel	125 (96)	155 (119)	185 (141)	210 (161)	235 (180)	255 (195)	295 (226)	340 (260)	380 (291)	455 (348)	530 (405)
Common earth	105 (80)	135 (103)	165 (126)	190 (145)	210 (161)	230 (176)	265 (203)	305 (233)	340 (260)	375 (287)	445 (340)
Tough clay	90 (69)	110 (84)	135 (103)	160 (122)	180 (138)	195 (149)	230 (176)	270 (206)	305 (233)	340 (260)	410 (313)
Wet, sticky clay	55 (42)	75 (57)	95 (73)	110 (84)	130 (99)	145 (111)	175 (134)	210 (161)	240 (183)	270 (206)	330 (252)

*Based on 100% efficiency, 90° swing, optimum depth of cut, material loaded into haul units at grade level.

	Bucket Size [cu yd (m³)]										
Type of Material	$\frac{3}{4}$ (0.57)	1 (0.75)	1 $\frac{1}{4}$ (0.94)	1 $\frac{1}{2}$ (1.13)	1 $\frac{3}{4}$ (1.32)	2 (1.53)	2 $\frac{1}{2}$ (1.87)	3 (2.29)	3 $\frac{1}{2}$ (2.62)	4 (3.06)	5 (3.82)
Light moist clay, loam, sand, and gravel	6.0 (1.8)	6.6 (2.0)	7.0 (2.1)	7.4 (2.2)	7.7 (2.3)	8.0 (2.4)	8.5 (2.6)	9.0 (2.7)	9.5 (2.9)	10.0 (3.0)	11.0 (3.3)
Common earth	7.4 (2.3)	8.0 (2.4)	8.5 (2.6)	9.0 (2.7)	9.5 (2.9)	9.9 (3.0)	10.5 (3.2)	11.0 (3.3)	11.5 (3.5)	12.0 (3.7)	13.0 (4.0)
Wet, sticky clay	8.7 (2.7)	9.3 (2.8)	10.0 (3.0)	10.7 (3.2)	11.3 (3.4)	11.8 (3.6)	12.3 (3.7)	12.8 (3.9)	13.3 (4.1)	13.8 (4.2)	14.3 (4.4)

جدول (5-9): تأثير زاوية الدوران وارتفاع القطع على انتلجية الحفارة الناعورية

Depth of Cut (% of Optimum)	Angle of Swing (deg)							
	30	45	60	75	90	120	150	180
20	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.70
40	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60	1.25	1.13	1.06	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80	1.29	1.17	1.09	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100	1.32	1.19	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120	1.29	1.17	1.09	1.03	0.98	0.90	0.82	0.76
140	1.25	1.14	1.06	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180	1.15	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.79	0.73	0.69

مثال:

Determine the expected dragline production in loose cubic yards (LCM) per hour based on the following information.

Dragline size = 2 cu yd (1.53 m³)

Swing angle = 120°

Average depth of cut = 7.9 ft (2.4 m)

Material = common earth

Job efficiency = 50 min/h

Soil swell = 25%

SOLUTION

Ideal output = 230 BCY/h (176 BCM/h) (Table 3–7)

Optimum depth of cut = 9.9 ft (3.0 m) (Table 3–8)

Actual depth/optimum depth = $7.9/9.9 \times 100 = 80\%$

[= $2.4/3.0 \times 100 = 80\%$]

Swing-depth factor = 0.90 (Table 3–9)

Efficiency factor = $50/60 = 0.833$

Volume change factor = $1 + 0.25 = 1.25$

Estimated production = $230 \times 0.90 \times 0.833 \times 1.25 = 216 \text{ LCY/h}$

[= $176 \times 0.90 \times 0.833 \times 1.25 = 165 \text{ LCM/h}$]

CONSTRUCTIONAL METHODS AND QUANTITY SURVEYING

CE 405 Fourth year of Civil Engineering

3 hours per week

Lecturer: Esam Hewayde, PhD, P.Eng

e.hewayde@gmail.com

First Semester

Constructional Methods and Equipment

What is the **CONSTRUCTION**

Is a process of constructing building or infrastructure.

It is the process of transferring drawings, plans, specification (sometimes ideas) into a physical structures

Construction

The industry of construction comprises **6% to 9%** of the gross domestic product of developed countries •

ENGINEER is the brain of construction •

Construction starts with engineer and ends with engineer •

The engineer is involved in •

Construction

- Planning Stage
- Design Stage
- Execution Stage
- Closing Stage

During these stages, the engineer controls quality, cost, time and others.

Engineers are involved in management and technical details of the project.

Construction

- In order to execute the design and drawings of a project, the engineer requires tools including labors, technicians and equipment.
- Constructional Equipment play very important role in cost, time, and quality of the project.
- Selecting of the suitable equipment and understanding the productivity of equipment are necessary to engineers.

Constructional Equipment

- Constructional Equipment can be defined as all machines that possibly used in construction such as excavators, shovels, compactors, graders, dozers and other.
- Construction Equipment can be classified according to economical market, motion method, fuel used, operation method and others

Constructional Equipment

- According to economical market (widely used), the constructional equipment are divided into:
 1. Standard Equipment
 2. Special Equipment

Standard Equipment

Standard Equipment are machines and equipment widely used and known and widely manufactured:

- ✓ Available for purchase
- ✓ Availability of operators
- ✓ Spare parts and maintenance are available
- ✓ Can be used in variety of project
- ✓ Owners are always trade

Special Equipment

Special Equipment are used in particular target and manufactured based on pre-order for special project:

- ✓ Not available for purchase at any time
- ✓ Difficult to find operators and maintenance crew
- ✓ Very expensive
- ✓ Difficult to trade, spare parts are not available

Special Equipment

Special equipment are used when work can not be carried out by standard equipment

For example (Truck 797, Shovel of 30 m³)

Assignment: Make your own search for standard and special equipment used in construction)

See the presentation attached

Cost of Owning and Operating Equipment

Ownership cost may include:

- Investment Cost
- Insurance, Taxes, and Storage
- Depreciation

Investment, insurance, taxes and storage are applied on AVERAGE VALUE (P_{average}) Not Purchase or original Value (P)

While depreciation is applied on Original Value P

Cost of Owning and Operating Equipment

To calculate Average value

$$P_{average} = \frac{P(1 + n) + s(n - 1)}{2n}$$

P average = Average Value

n = useful life

S = salvage value

P = original cost (book value)

Cost of Owning and Operating Equipment

- Depreciation is applied on original value P:
- Methods of depreciation:
 1. Straight Line Method
 2. Decline Method
 3. Double decline Method
 4. Sum of years Method

(Assignment: review your notes of depreciation method of 3rd year – engineering economy)

Cost of Owning and Operating Equipment

- A piece of equipment having purchase price of \$12,000, useful life of 5 years, salvage value \$2,000, interest rate of 12% while cost of insurance, taxes and storage are 8%. Calculate the average yearly cost of ownership and the book value at the end of each year?

Cost of Owning and Operating of Constructional Equipment

- Note that cost of owning is occurred whether the equipment is in service or not. The cost of operating is occurred when the equipment is only in service

Cost of Operating

The cost of operation may include the following

A) Cost of Fuel

The consume of fuel is affected by

1. Operating factor (OF): the actual time the equipment operated in one hour. Normally, it is between 0.8 to 0.85.

If the equipment is operated 50 minutes in one hour, the OP is $50/60 = 0.83$

Cost of Operating

2. Horse Power (hp) of the equipment

Gasoline Equipment consumes 0.23 liter/hp/hr

Diesel Equipment consumes 0.15 liter/hp/hr

So **Fuel per hr = 0.23x OFxhp (for gasoline)**

= 0.15xOFxhp (for diesel)

Cost of fuel/hr = Fuel/hr x Cost of 1 liter

Cost of Operating

B) Cost of Lubricating

The cost of lubricating depends on size of engine, capacity of case, condition of engine and number of hours between oil change

$$\text{Quantity Consumed (liter)} = 0.003 \times \text{hp} \times \text{OF} + (C/T)$$

C= capacity of case, T= number of hours between changes

$$\text{Cost of oil} = \text{Quantity Consumed (liter)} \times \text{Cost of 1 liter}$$

Cost of Operating

C) Cost of Repair: the cost of repair is normally assumed as a percentage of the original cost of the equipment.

Cost of hourly repair =

Repair cost of life time/total hours of operation

Cost of repair of tires is a percentage of the hourly cost of tire depreciation

Depreciation of tires (\$/hr) = cost of tires (\$) / estimated life of tires (hr)

Cost of Operating

D) Cost of Maintenance:

The cost of maintenance depends on condition of work, life of equipment and many others.

Normally, it is about 50% of depreciation cost

Cost of Owning and Operating

Example/Determine the hourly cost of owning and operating of an equipment and as follows:

Engine 200 hp, diesel, crankcase capacity 50 liters, hours between oil changes 80 hrs, $OF = 0.67$, useful life 5 years, it is used 2000 hrs per year, maintenance and repair is 50% of depreciation, life of tires 5000 hrs, repairs of tires 15% of depreciation of tires. Investment rate 5%, insurance rate 2%, tax and storage rate 3%, cost of fuel \$0.5/liter, cost of oil \$3/liter, purchase price \$30,000, tire price \$5,000.

Cost of Owning and Operating

1. Cost of Depreciation:
2. Cost of Investment+insurance+tax+year

Cost of Owning and Operating

3. Fuel Cost

4. Cost of Lubricating

Cost of Owning and Operating

5. Cost of Maintenance and Repair

Total cost of Owning

Total Cost of operating

Total Cost of operating and owning

Power Requirements of Equipment

Machine travel speed directly affects the production rate of a machine.

“Why does the machine only travel at 30 km/hr when its top speed is listed 70 km/hr???????”

To answer this question , it is necessary to examine three power question

1. Required Power
2. Available Power
3. Usable Power

Required Power

Power Required is the power needed to overcome resisting forces and cause machine motion.

The forces resisting the movement of the equipment are

1. Rolling Resistance
2. Grade Resistance

Total Resistance (TR)=Rolling Resistance (RR) + Grade Resistance (GR)

Rolling Resistance (RR)

Is the resistance of a level surface to constant velocity motion across it. Sometimes referred as “wheel resistance” or “track resistance”

It depends on condition of surface over which the equipment moves.

- High resistance for soft surface
- Low resistance for solid surface

For machines move on rubber tire, rolling resistance varies with the size of, pressure on, and the tread design of tire.

Rolling Resistance (RR)

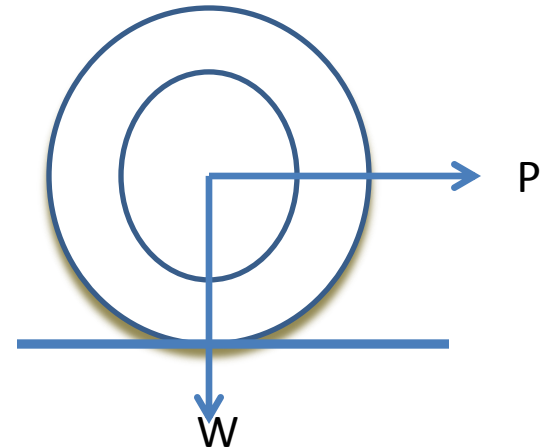
For equipment that moves on crawler tracks, the rolling resistance varies with the type and condition of the road surface.

$$\underline{RR = P/W}$$

RR= rolling resistance (kg/ton)

P = Tension force (kg)

W = Weight on tire (ton)



Grade Resistance (GR)

The force-opposing movement of a machine up a frictionless slope. When machine moves up, the power required to keep moving increases approximately in proportion to the slope of the road. If a machine moves down, the power required to keep it moving is reduced in proportion of the slope. This is known as Grade Resistance

Grade Resistance (GR)

$$\tan \alpha = \frac{V}{H} = \frac{P}{W}$$

$$P = W \times \text{Slope}$$

For slope of 1%

$$P = W \times 1/100$$

$$W = 1000 \text{ kg/ton}$$

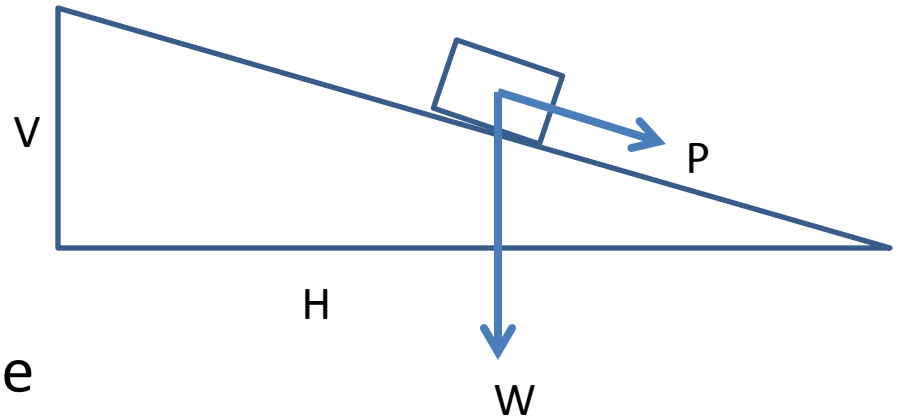
$$P = 1000 \times 1/100$$

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

So we need 10 kilos for each ton at 1% slope

If the weight is more than 1 ton and slope more than 1%

$$\underline{P \text{ (kg/ton)} = W \text{ (tons)} \times 10 \times \text{slope (G)}}$$



Grade Resistance (GR)

Ex/Determine the grade resistance for a machine having a weight of 9500 kg travelling on a rising grade of 4%?

Answer

$$\underline{P \text{ (kg/ton)} = W \text{ (tons)} \times 10 \times \text{slope (G)}}$$

$$P = 9.5 \times 10 \times 4 = 380 \text{ kg/ton}$$

Remember: rising is +

AVAILABLE POWER

It is the power that engine of equipment can provide. It depends on size of engine and type of fuel.

When analyzing a piece of equipment, we are interested in the usable force developed at the point of contact between the tire and the ground (rimpull) for a wheel machine. In case of track machine, the force in question is that available in drawbar (drawbar pull). Both rimpull and drawbar are measured in the same unit.

AVAILABLE POWER

Rimpull

It is the tractive force between the tires of a machine's driving wheels and the surface on which they travel.

$$Rimpull (kg) = \frac{272.2 \times hp \times efficiency}{speed \left(\frac{km}{hr} \right)}$$

Efficiency is ranged from 0.80 to 0.85

Rimpull

Ex/ Calculate the rimpull of pneumatic-tired truck with a 140 hp engine if it was operating at speed 10 km/hr?

$$\text{Rimpull} = 272.2 \times 140 \times 0.85 / 10 =$$

If the driving wheels slip on the supporting surface, the maximum effective rimpull will be equal to the total weight on tires multiplied by the coefficient of traction

Rimpull

Coefficient of Traction: The factor that determines the maximum possible tractive force between the machine and the surface on which it travels.

Ex/ A tire-vehicle of 140 hp, and weighted 12.4 ton, at speed of 5.2 km/hr moving on a +2% road of $RR = 50 \text{ kg/ton}$. What is the net force that the vehicle can use to pull extra loads?

Drawbar Pull

This term is used for crawler vehicle. It is simply the difference between the engine force and the force required to move the vehicle. Normally it is provided by manufacturer.

Ex/ A 15 tons crawler vehicle having a drawbar pull of 2600 kg on a leveled road of RR of 50 kg/ton. Calculate the drawbar pull of the vehicle on a leveled road of 80 kg/ton RR?

Drawbar Pull

There will be a reduction on the drawbar pull because of increasing of RR

$$\begin{aligned}\text{Reduction in Drawbar} &= 15 \text{ tons} \times (80-50) \text{ kg/ton} \\ &= 450 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{Drawbar Pull} = 2600 - 450 = 2150 \text{ kg}$$

What if road is -3% slope, calculate the drawbar?????

Acceleration

The force required to increase the speed of the vehicle:

Newton's second law

$$F = W \times a/g$$

F is acceleration force kg,

W is weight, kg

a is acceleration, m/s²

g is the gravitational acceleration = 9.81 m/s²

Acceleration

If 5 kg is applied to accelerate 1 ton. It means

$$a = 5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 / 1000 \text{ kg}$$

$$a = 0.049 \text{ m/s/s}$$

Which means that the speed will increase 0.049 m/s for each second. In one minute the speed will increase

$$60 \times 0.049 = 2.94 \text{ m/s}$$

Usable Power

Usable power depends on project conditions: surface condition, altitude, and temperature.

The total energy of an engine is designed for pulling a load can be converted into tractive effort only if sufficient traction can be developed between the tires or tracks and the surface

The coefficient of traction can be defined as the factor by which the total weight on drive wheels or tracks should be multiplied to determine the maximum tractive force between the wheel and the surface just before slipping will occur

Usable force = coeff. Of traction x weight on wheels

Usable Power

Ex/ An equipment with total weight on driving tires of 18,000 kg and the maximum tractive force of 8000 kg. The equipment travels on sandy surface of 0.3 coe. of traction, determine

- a) The tractive force just before the slippage of tire
- b) If the surface has coe. Of traction of 0.6, is the equipment able to make the tire slip?

Usable Power

Altitude Effect on Usable Power

No effect is the equipment works within 300 m above sea level.

There is a loss in horse power if the equipment works above 300 of sea level.

$$\text{Loss in hp} = hp \times 0.3 \left(\frac{H - 300}{300} \right)$$

H = height (m)

Usable Power

Combined Effect of Pressure and Temperature on Usable Power

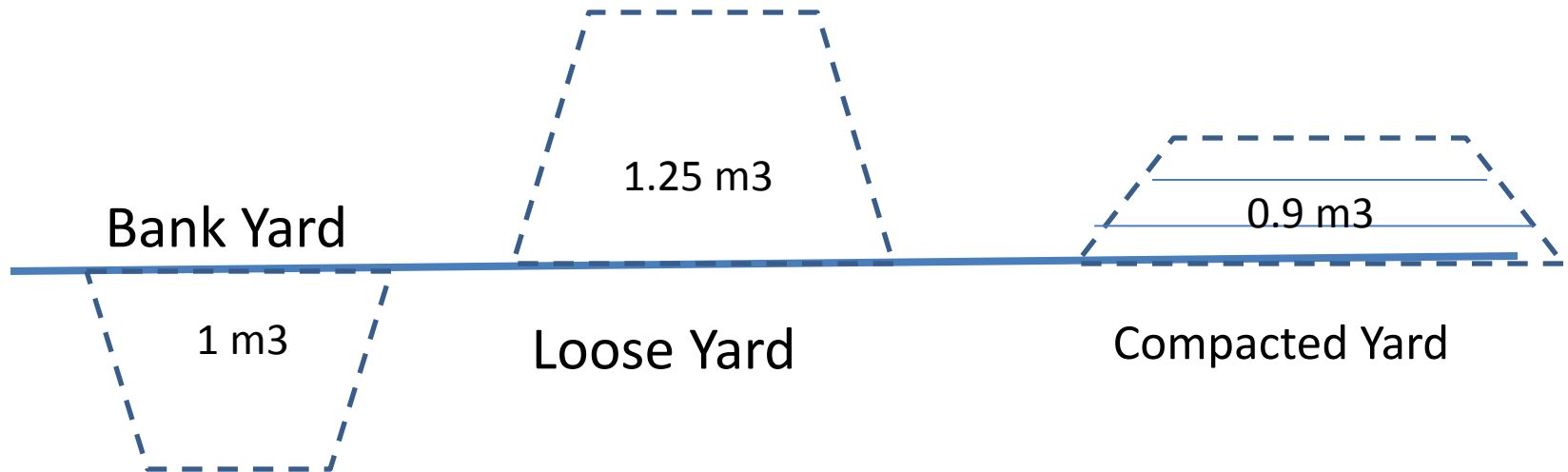
The engine is working ideally at a pressure of 760 mm.Hg and a temperature of 15 °C (288 K)

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

H_c = corrected horse power, H_o observed hp, P_s Standard Pressure 760 mm, P_o observed pressure, T_s standard temp. 288 K, T_o observed temp. in Kelvin

Soil Stabilization and Compaction

The same weight of material (soil) will occupy different volumes as the material is handled on the project. In other words, the soil will have different density



Soil Stabilization and Compaction

Volume or density is measured based on one of the three states

1. Bank State (one cubic meters of soil as it lies in natural state) refer as **B**
2. Loose State (one cubic meters after it has been disturbed by loading) refer as **L**
3. Compacted State (one cubic meters of soil in the compacted state) refer as **C**

Soil Stabilization and Compaction

Note

Volume L > Volume B > Volume C

Density L < Density B < Density C

As engineer has to use a consistent volumetric state, the following factors are necessary

Swelling is the increase in volume (decrease in density) as a result of disturbance

Shrinkage is the decrease in volume (increase in density) as a result of compaction

Soil Stabilization and Compaction

$$Sh\% = \frac{\gamma_{Compacted} - \gamma_{Bank}}{\gamma_{compacted}} \times 100\%$$

$$Sh\% = \left(1 - \frac{\gamma_{bank}}{\gamma_{compacted}}\right) \times 100\%$$

$$Sw\% = \frac{\gamma_{Bank} - \gamma_{loose}}{\gamma_{loose}} \times 100\%$$

$$Sw\% = \left(\frac{\gamma_{bank}}{\gamma_{loose}} - 1\right) \times 100\%$$

$$V_{compacted} = V_{bank} (1 - Sh\%)$$

$$V_{loose} = V_{bank} (1 + Sw\%)$$

Soil Stabilization and Compaction

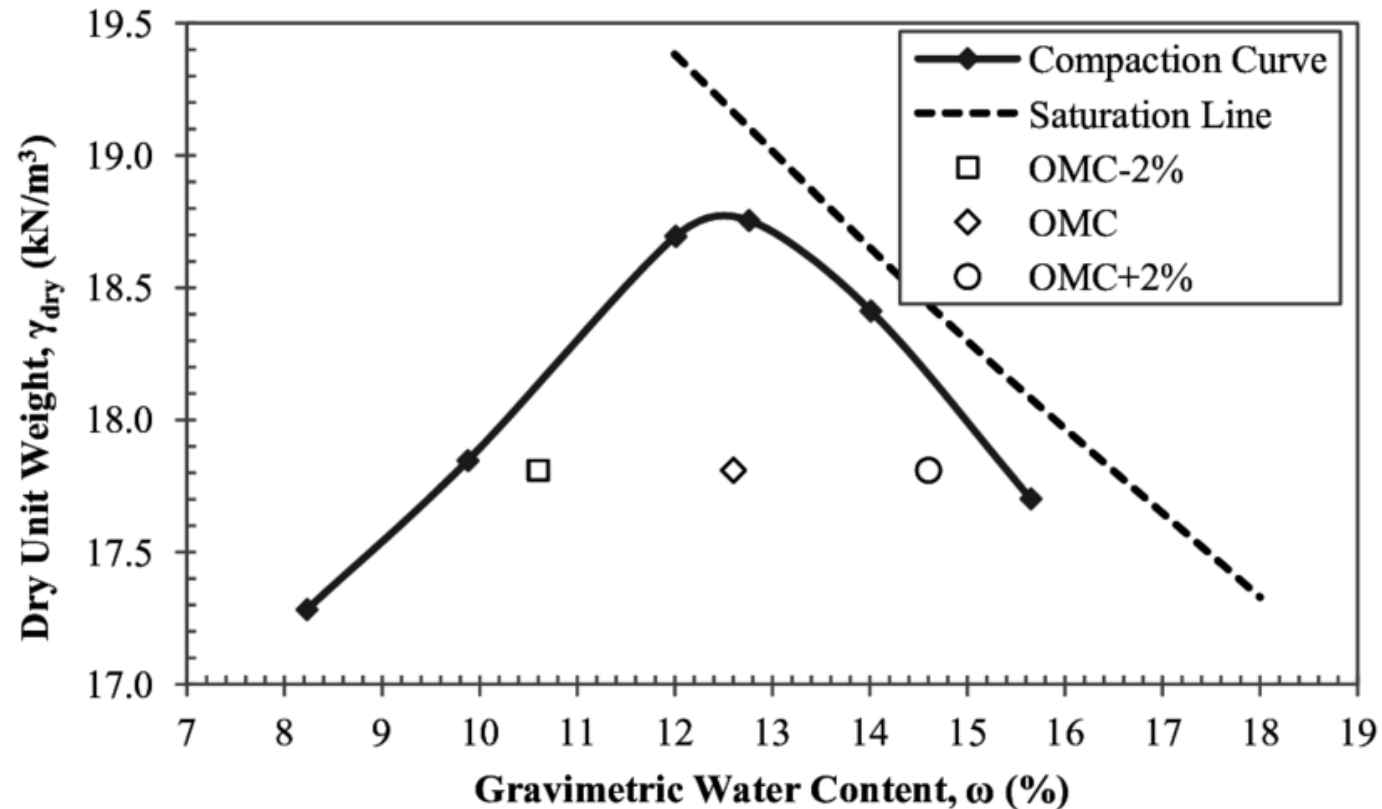
Ex/ how many cubic meter of loose volume is required to supply for 200 m³ compacted soil if compacted, bank and loose unit weight are 1950, 1800, and 1600 kg/m³?

Soil Compaction

Compaction is used to decrease voids between soil particles. This can be achieved by forcing (applying energy) the particles to be closer to each other and by re-orientation of particles to reduce voids. This process is strongly related to water content of soil.

Note: soil can not be compacted unless it contains a percentage of fine particles !!!!!

Soil Compaction



Proctor Test to determine optimum moisture content and maximum dry density

Soil Compaction

Compaction can be achieved by one or more of the following methods

1. Kneading
2. Static Weight
3. Vibration
4. Impact
5. Electrical methods and more

Soil Compaction

Most common equipment available for compaction

1. Sheep-foot roller with or without vibration.
Normally used for clay, silty clay and mixture soil



Soil Compaction

2. Smooth-wheel roller for sandy, gravelly and crush stone. Normally occupied with vibrator



Soil Compaction

3. Pneumatic tired roller for granular and asphalt.



Soil Compaction

4. Compactor

5. Mix of Pneumatic and smooth roller



Soil Compaction

At the end of compaction, soil will be

1. Higher bearing capacity
2. Lower permeability
3. Lower settlement
4. Higher strength

Soil Stabilization

Stabilization of soil means improving soil properties by treating soil with other materials:

There are many methods to stabilize soil including:

1. Replacing weak soil or mixing heterogeneous materials to make soil more homogenous
2. Cementing: a treatment of shallow soil by mixing with dry powder cement and compacting the soil-cement mixture. This method is very well known for geotechnical engineer

Soil Stabilization

3. Liming: This method is very similar to cementing and lime in form of CaO or Ca(OH)_2 is mixed with soil and the soil-lime mixture will be compacted. It has very good long term effect because of the pozzolanic reaction
4. Forcing soil by geopolymer or geotextile
5. Deep stabilization by lime pile, lime columns, injection, rock columns and others
6. Using certain chemicals mixed with soil such as fly ash, metakaolin, and others

Production of Roller

The compaction equipment used on a project must have a production capability matched to that of the excavation, hauling and spreading equipment. So number of rollers required shall be calculated

$$\text{Compacted soil m}^3/\text{hr} = \frac{20 \times W \times S \times L}{n} \times \text{Eff.}$$

W = width of roller (m)

S = Speed km/hr

L = Compacted lift thickness (cm)

n = Number of passes

Production of Roller

Field observations showed that 4 passes is required to achieve the density. The average speed is 3 km/hr and the compacted lift is 15 cm. The width of the roller is 2.1 m and the bank soil becomes 0,83 compacted soil. The scraper production is 450 m³/hr. How many rollers would be required to maintain this production. Assume a 50-min hour efficiency.

DOZERS



Crawler Dozer



Rubber tire dozer

DOZERS

A dozer is a tractor unit that has a blade attached to the machine's front. A dozer has no set volumetric capacity. It is designed to provide tractive power for drawbar. The amount of material the dozer moves is dependent on the quantity that will remain in the front of the blade during the push. Sometimes the dozers are equipped with rear-mounted rippers for heavy ripping of rock.

DOZERS

Dozers may be used for operation such as

- Moving earth for short distance (not more than 100 m)
- Spreading earth
- Backfilling trenches
- Opening pilot roads through mountains
- Clearing the floors and lands from debris, timber and roots

DOZERS

Both rubber-tire and crawler dozers are available

Wheel Dozer	Crawler Dozer
High Speed	Can work over almost any terrain
No need for mobilization	Can work on variety of soil
Good on firm soil, concrete and asphalt	Can bush large blade loads
Load on wheel has kneading and compaction effects	Can work on soft ground
Best in handling loose soil	Good for short distance
Can handle any moderate blade loads	Can handle tight soil

DOZERS

Cycle Time of Dozer Production:

The sum of the time required to push a load, back track and maneuver into position to push again represents one dozer production cycle. Push time and return time can be calculated based on the speed of dozer. Normally the return time is less than push time. The maneuver time is constant

DOZERS

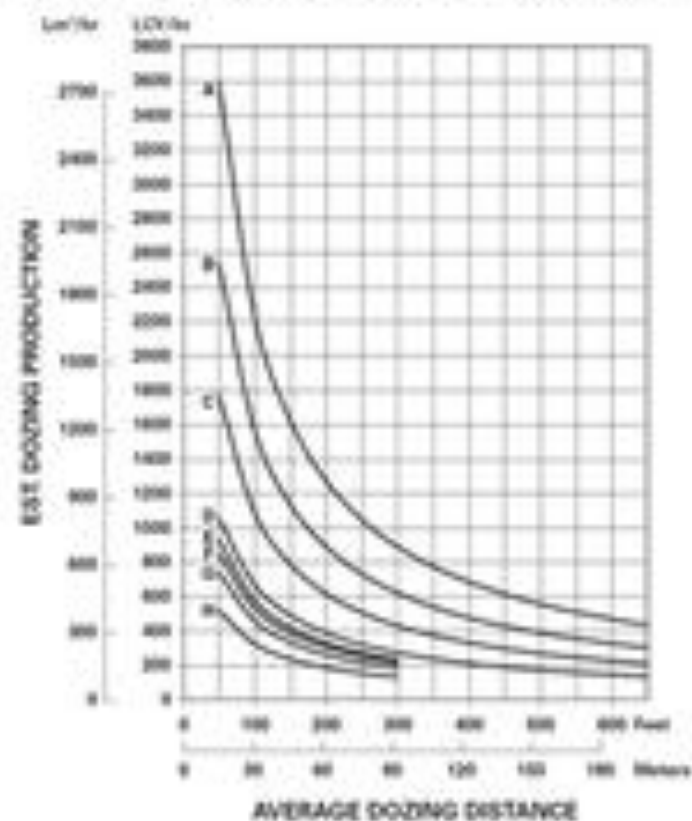
Ex/ Calculate the productivity (bank) that used to cut and push clay soil ($S_w=25\%$)

- Distance of push 45 m
- Width of blade 3m and 1 m height
- Working factor 50 min/hr and 8 hr a day
- Speed of hauling and return 3 km/hr and 6 km/hr
- Maneuver time 0.4 min.
- Slope of soil in the blade 2H:1V

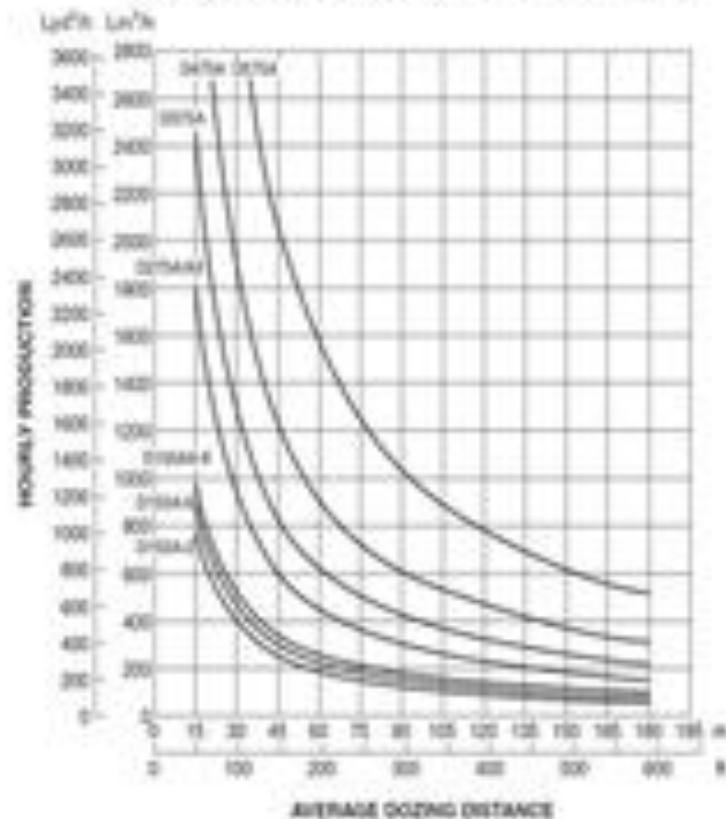
DOZERS

If the cost of owning and operating is \$40.5 per hour and the operator is paid \$15.5 per hour, calculate the cost of one cubic meter of clay soil.

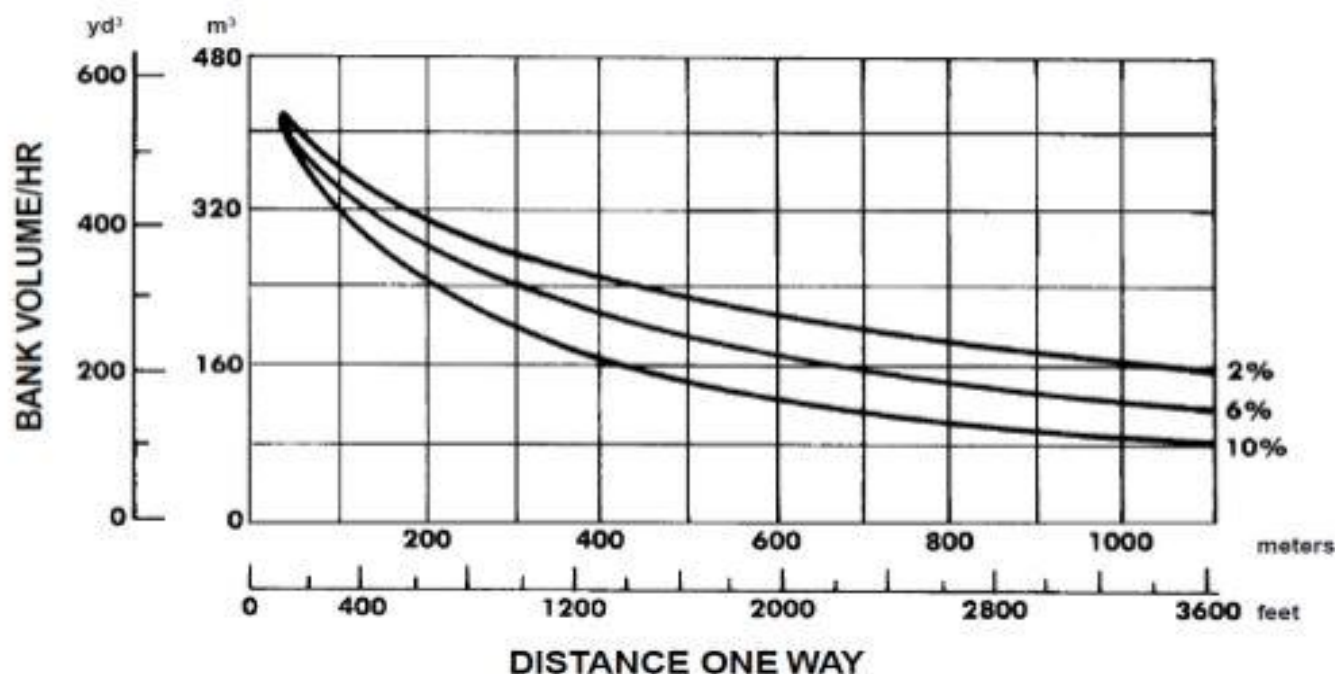
ESTIMATED DOZING PRODUCTION • Semi-Universal Blade • Data through 1977



Estimated Dozing Production (Semi-U-600000)



2. (10 pts) Your boss, Hank Hill, is asking you for the dozer and scraper production time for each balance line. Your scraper is a CAT 621F and your dozer is a CAT D9T (Semi-Universal Blade). For the dozer cases you have an average operator with a job efficiency of 50 min/hr dealing with a loose stockpile. For the scraper, use the chart below and read off of the 2% resistance line.



From: CAT Performance Handbook v. 29

Assuming there is only one dozer and one scraper for each balance line, how long will the earthwork take for each balance line? *Hint: don't use the balance line distance, you need the average haul distance to get a much more realistic estimate!*

Front Loader (Shovel)



Tired Loader



Tracked Loader

Front Loader (Shovel)

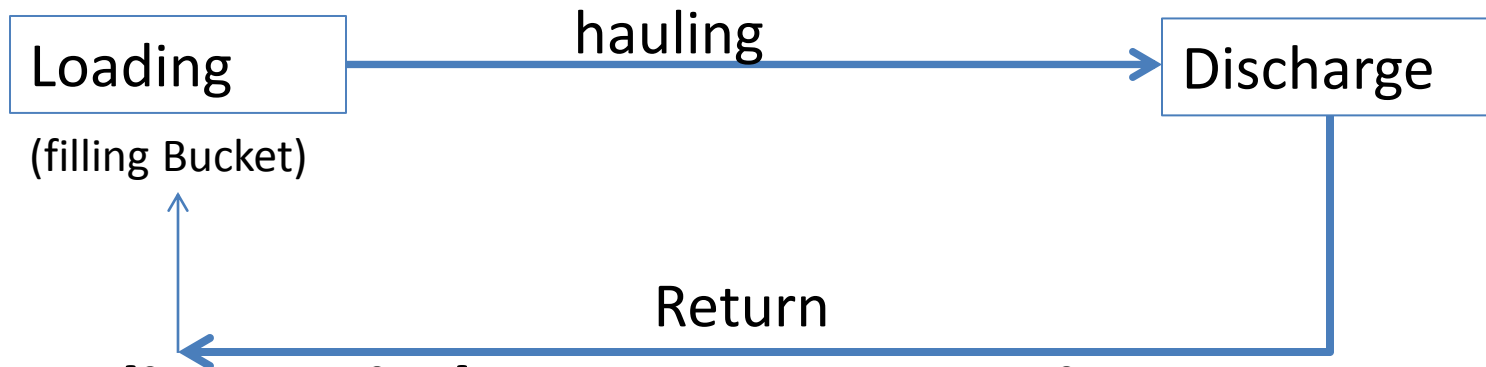
One of the most widely used equipment in projects.

It mainly used to load trucks with soil, aggregates, rocks. Sometimes used to push soil for short distance, cleaning sites (just like dozers). Rippers also can be used with tracked loader

One of the most available standard equipment

Front Loader (Shovel)

Cycle time of shovel



Loading + Discharge = Constant time

Hauling + Return = Variable time

(depends on velocity)

Front Loader (Shovel)

Productivity per hour is equal to volume of bucket multiplied by number of cycles per hour.
Efficiency can be applied

Front Loader (Shovel)

How many trucks are required to keep the front loader shovel working continuously if

Volume of bucket 0.6 m^3 , time of cycle (loading + hauling + discharge + return) is 21 seconds.

The cycle time of truck (hauling + discharge + return) is 7 minutes. Determine the number of trucks if truck can carry 2.4 m^3 and 4.6 m^3

SCRAPERS



SCRAPERS

It is mainly used to cut, push, and distribute soils and aggregates. Scrapers are the best suited for haul distance greater than 150 m but less than 1 km. Some big units of scraper can be used for distance more than 1 km

Also available as tire or crawler

The tired scraper is more available and efficient

Normally used in soft soils

SCRAPERS

It is not as efficient as front loader (shovel) in moving soil

It is not as efficient as dozers in pushing soil

Can be self loaded

Cycle time of scraper:

Loading time + Hauling Time + Distribution Time + Return Time

Constant Time: time to perform all processes except for hauling and return (1.5 to 2.5 min)

SCRAPERS

Variable time: Hauling time + Return time
(depending on speed)

Some references:

$$T = \text{Load}_t + \text{Haul}_t + \text{Dump}_t + \text{Turn}_t + \text{Return}_t + \text{Turn}_t$$

SCRAPERS

What is the productivity of a scraper that is used in a road of 600m length, capacity of container 22 m³, speed of hauling 19 km/hr, and speed of return is 40 km/hr, constant time 2.3 min and OF is 0.83

SCRAPERS

Scraper used to cut and move soil of 16520 m^3 for a distance of 1 km. The job has to be completed in 4 days. Capacity of scraper container is 20 m^3 , speed of hauling and return is 25 and 35 km/hr, respectively. Constant time is 2.4 min, 8 working hours a day and OF is 0.83

1. How many scrapers are required to perform the job
2. How can you increase the productivity of work (reducing job time), provide calculations

Hoe and Excavators



Hoe and Excavators

Excavator is mainly used to excavate below the natural ground.

Above the natural ground, the shovel can be more efficient.

When loading trucks, normally the excavator is stable

Cycle time:

Load time + Swing Loaded time+Dump time +
Swing empty

Hoe and Excavators

Most of the available excavator are crawler.

Hoe is available with tire but they need stands

Hoes are used for smaller work as trenches and pits

Size of buckets from 0.5 m³ to about 2 m³

Selecting of excavator or hoe depends on depth of excavation, radius for digging and dumping, required height dumping, and productivity required

Hoe and Excavators

Productivity is a result of size of bucket and no. of cycles per hour

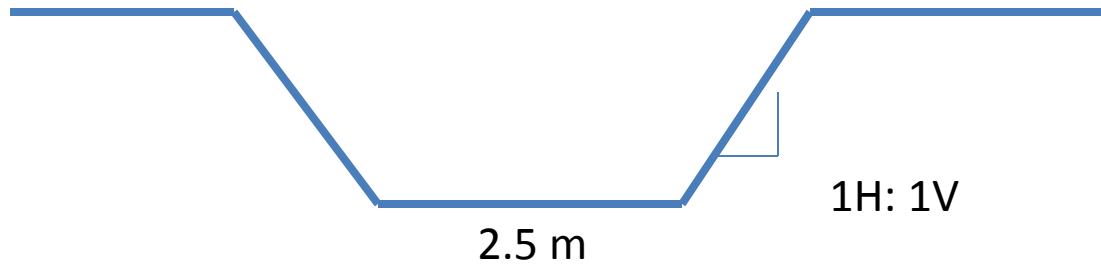
Bucket fill factor can be applied???? Can be from 1 to 1.2 (remember can be applied in Shovel)

Hoe and Excavators

A hoe was used to excavate a trench (cross-section as shown). Determine time required to complete the excavation of trench and the cost of 1 m³ using the following

Size of bucket 1.2 m³, OF 45 min/hr, 8 working hours a day, length of trench 15 km, time of loading, swing loaded, dumping, swing empty are 20 seconds, SW 20%, cost of renting 200,000 ID per day

Hoe and Excavators



If the work has to be finished in 60 days, what do you suggest

Concrete & Concrete Equipment

Concrete consists of Portland cement, water and aggregates that have been mixed together in the proper proportions and allowed to cure and gain strength.

Unless the project is a remote location, the concrete is batched in a central batch plant, and transported to the site

Introduction

In 690 B.C, the Assyrians used a mixture of one part lime, two parts sand, and four parts limestone aggregate to create a crude concrete

In 1824 Joseph Aspdin got a patent in England on Portland cement. He named it Portland because its color resembled the limestone on the Isle of Portland in the English channel. That was the beginning of concrete that we know today.

Introduction

- Cement in general is limestone and clay burned at temperatures in excess of 2700 F
- In the late 1800's cement became widely used in Europe and was brought to the States
- Portland cement concrete is the most widely used structural materials in the world.
- It is excellent building material because of its versatility, economy, adaptability, worldwide availability, and low maintenance requirements

Production of Concrete

The operations involved in the production of concrete will in general include:

1. Batching the materials
2. Mixing
3. Transporting
4. Placing
5. Consolidating
6. Finishing
7. Curing

Proportion Concrete Mixtures

Concrete proportions can be designed based on targeted compressive strength and available size of aggregate, remember

- Higher water cement ratio, the lower strength and durability
- The higher water, the higher slump
- Larger maximum size of aggregate, the less amount of cement paste
- The more aggregate used, the lower cost of concrete

Proportion Concrete Mixtures

- Adequate consolidation produces stronger and more durable concrete
- The use of properly entrained air enhances almost all concrete properties
- The surface abrasion resistance is almost entirely a function of the properties of fine aggregate.

(Recommendation of ACI)

Fresh Concrete

For designer, fresh concrete is usually of a little importance. To the constructors, fresh concrete is all important. To satisfy both, concrete should

1. Be easily mixed and transported
2. Minimum variability between batches
3. Proper workability, proper consolidation, prevent segregation, fill the forms, provide good finishing

Batching Concrete Materials

Cement: Can be provided as bags (50 kg) or in bulk quantities (loose). Normally bulk quantities in batch plant. Silos of different capacities are used to keep the cement



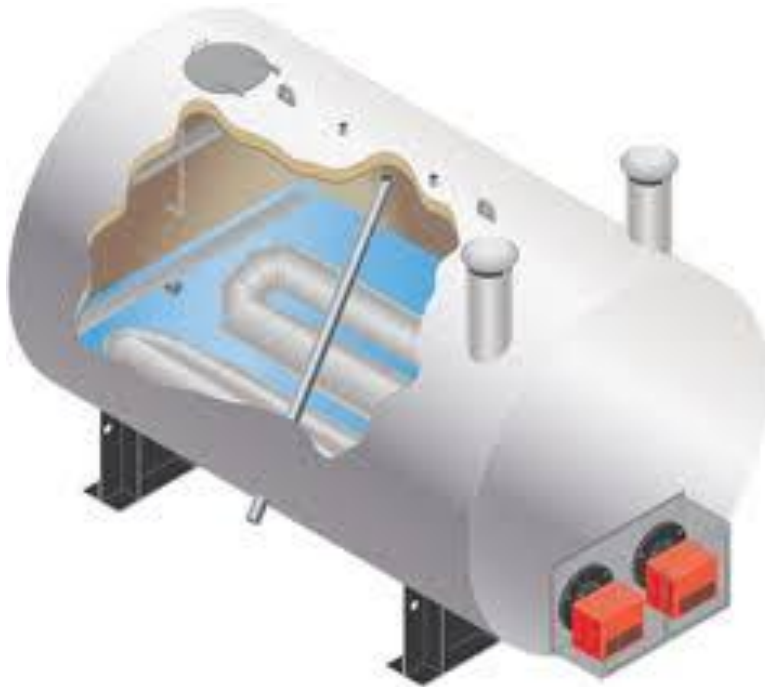
Batching Concrete Materials

Aggregates: should be clean hard, strong, durable, and resistant to abrasion. Normally aggregates are placed in steel contained in the batch plant



Batching Concrete Materials

Water: is kept in a tank protected from outside weather. It should be clean and potable



Batching Control

After establishing the mix proportions (Job Mix). A control room in the batch plant controls the providing weights of materials. The control can be manual, automatic and semi-automatic



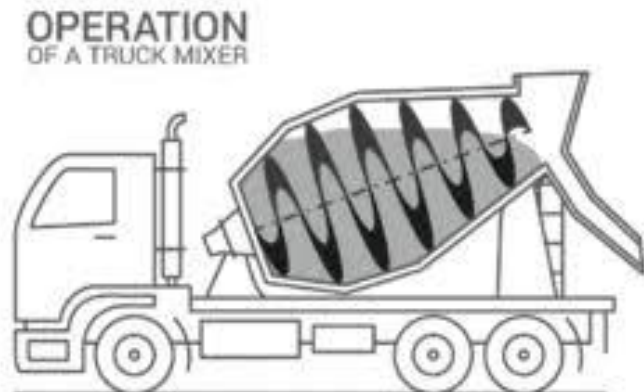
Concrete Mixing

In ready mix concrete, the mixing of concrete is occurred in the drum of the truck mixer. The truck mixer contains a tilted (twisted blades).

Truck mixers are available in various sizes up to 15 m³. When the drum of mixer moves clockwise, the materials are mixed. When the motion is reversed, the concrete is discharged

Concrete Mixing

- The concrete is completely mixed within 70 to 100 revolutions at a speed sufficient to mix the concrete completely



Concrete Transportation

Time of transportation is started from the introduction of water to the mix. ASTM allows 90 minutes or 300 revolutions whichever comes first.

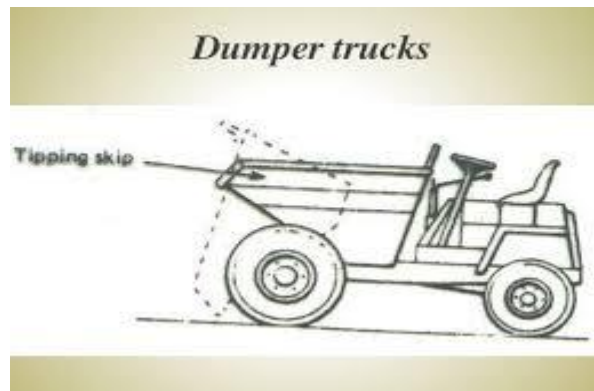
In hot weather, this time may be not applicable because of the evaporation of mixing water.

Iraqi standards allow up to 45 minutes transportation time otherwise retarders additives should be used

Concrete Transportation

The concrete materials can be transported in dry condition and then water is added in the site (not very controllable method)

Note: Mixing can be happened during the transportation of concrete



Placing of Concrete

Placing can be directly from truck mixer to the proposed structure using chutes or pipes. Normally this way is used for low elevation. Pipes also used in casting of piles



Placing of Concrete

For high elevation

Buckets: bottom-dump steel bucket handled by crane. Size of buckets up to 3.5 m³. Slow and not safe method



Placing of Concrete

Pumps: Very common and efficient way to place the concrete in high elevation. Can be reached up to 100 m. Can be mounted with tower-mounted



Placing of Concrete

the pumping can be through a system of piping connected to a compressor and ended by tower mounted boom



Consolidating and finishing and **Curing**

- Check your notes of concrete technology

Examples

Find the quantity of material for one batch of a mechanical mixer volume 0.452 m^3 if the mix design is 7.32 bags of cement/ m^3

853 kg sand/ m^3

1095 kg gravel/ m^3

193 liters water/ m^3

Recalculate the materials if sand and gravel have a moisture of 2% and 3%, respectively

What is the productivity of the mechanical mixer if loading time 0.25 min. mixing time 1 min. discharge time 0.25 min. waster time 0.1 min. efficiency is 50 min/hr

Examples

A concrete pump of $100 \text{ m}^3/\text{hr}$ maximum output (efficiency 54 min/hr) is used to place 270 m^3 of concrete. The concrete is supplied by 9 m^3 truck mixer arriving to the site every 12 min .

How many hours the placing is required?

Forms For Concrete Structures



Forms For Concrete Structures

Forms are temporary works that do not show in structures. Forms shall be safe and able to carry dead and live load.

Cost of forms can represent 30 to 70% of concrete cost

Cost of forms = cost of materials + fabrication + installation + removing + maintenance + waste divided on number of use

Forms For Concrete Structures

Forms shall be (requirements)

- Strong enough to carry loads and resist applied pressure
- Should provide the designated shapes within tolerance
- Should be economical

Forms For Concrete Structures

Materials of Forms:

1. Wood: widely used, light weight, economical.
Can be used many times
2. Steel: heavy, very affordable when used many times, difficult in fabrication
3. Aluminum: light, expensive, long life
4. Asbestos: not allowed any more
5. Plastic: used in decoration
6. Many other types of materials

Forms For Concrete Structures

Pressures on Forms due to Concrete

Applied pressure on forms due to concrete is directly proportional with density of concrete and depth of concrete (when it is liquid).

Pressure will be released when concrete becomes hard and then forms can be removed.

Therefore, temperature and rate pouring rate also affect the pressure of concrete

Forms For Concrete Structures

For vertical loads

- Loads of concrete and reinforcement (dead load) use $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$ (24 kN/m³)
- Live loads including weight of worker, equipment, vibrators, booms and others use live load 1.9 kN/m²

Forms For Concrete Structures

For horizontal Pressures

ACI suggest the following equations

For Walls

$$P_m = 7 + \frac{1414 R}{1.8T + 32} \quad \text{if } R < 2.1 \text{ m/hr}$$

$$P_m = 7 + \frac{2079 + 440R}{1.8T + 32} \quad \text{if } R > 2.1 \text{ m/hr}$$

At no case P_m is greater than γh

Forms For Concrete Structures

For Columns

$$P_m = 7 + \frac{1414 R}{1.8T + 32}$$

At no case P_m is greater than γh

P_m = lateral pressure kN/m²

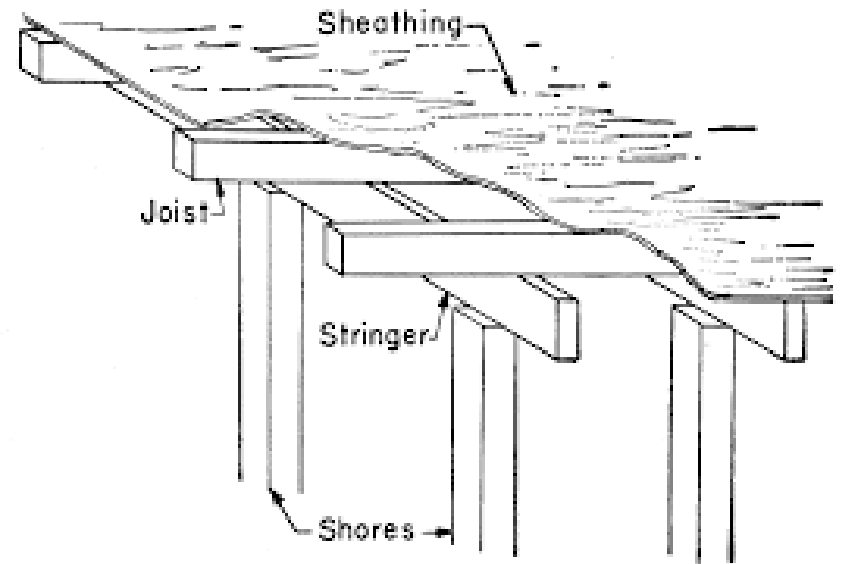
R = Pouring rate m/hr

T = Temperature of concrete °C

h = height of concrete

Forms For Concrete Structures

Most of Forms are consisted of
Sheathing on
Joists on
Stringers on
Shore on hard ground



Forms For Concrete Structures

Design of Forms is determining the spacing between sections of wood that carry the loads

In other words

Spacing between joists

Spacing between stringers

Spacing between shores

Forms For Concrete Structures

Sections of forms can be failed as a result of one of these

Bending Stress

$$L_{\text{bending}} = 1.29h \sqrt{\frac{f * b}{w}}$$

L (length, m), h (height of section, m), f (bending stress of wood kN/m²), b (width of section, m), w (weight kN per meter length)

Forms For Concrete Structures

Shear Stress

$$L_{\text{shear}} = \frac{2\tau * b * h}{1.5w}$$

L = Length, m

τ (shear stress of wood kN/m²)

b, h, and w (as before)

Forms For Concrete Structures

Deflection

$$L_{\text{deflection}} = (0.8) \ 4 \sqrt{\frac{E * I * D}{w}}$$

E = modulus of Elasticity kN/m²

I = moment of Inertia, m⁴

D = Allowed Deflection, mm use 3 mm

Forms For Concrete Structures

Check safe load for Shores

$$k = 7120 \left(1 - \frac{g}{80b}\right) b * h$$

g = length of shore, m

If K is (+) the load is safe

If K is (-) the load is not safe

Forms For Concrete Structures

Ex/Design a wooden form for a ceiling of 15 cm thickness, The height of ceiling is 3.25 m.

Sheathing thickness 25 mm. Joist 100x75 mm.

Stringers 200x150 mm. Shores 150x150 mm.

Bending stress 12400 kN/m². Shear stress 1040 kN/m². Compressive strength of wood 3400 kN/m². Modulus of elasticity 4×10^6 kN/m²

Forms For Concrete Structures

A concrete wall 60m length, 40 cm thick and 4m height. Calculate number of tie bar required to support the wall. Sheathing thick 25mm. Joists 100x150mm. Stringers 100x100mm. $f=112400$ kN/m², $\tau= 1000$ kN/m², deflection 3 mm, tie bar dia. 10 mm, yield 425 Mpa, $P_m=25$ kN/m³

طرق الانشاء والتخمين Method of Construction and Estimation

معدات الانشاء construction equipment

الأهداف الأساسية من استخدام المكائن والمعدات

1. تقليل كلفة المشروع
2. زيادة معدل الإنتاجية
3. انجاز فعاليات معقدة ويصعب ادائها
4. المحافظة على سرعه الإنجاز حسب مخطط التنفيذ

العوامل المؤثرة على انتخاب المكائن

- 1- معرفة القائم بالتنفيذ بأحدث المكائن
- 2- تعيين كمية وحجم الاعمال الواجب انجازها
- 3- معرفة إنتاجية المكائن والمعدات
- 4- تقدير كلفه امتلاك وتشغيل المكائن
- 5- تقدير كلفة الصيانة والتصليح للمكائن

العمر الاقتصادي للمكائن: هو العمر الذي تكون فيه كلفة الصيانة اقل ما يمكن

تصنيف المعدات والآليات

أولا حسب السوق الاقتصادية

- 1- مكائن قياسية
- 2- مكائن خاصة

ثانيا حسب طريقة الحركة

- 1- متحركة على إطارات
- 2- متحركة على سرفة
- 3- منقولة على سكة

ثالثا حسب الطاقة

- 1- آليات تعمل بالبنزين
- 2- آليات تعمل بالديزل
- 3- آليات تعمل بالكهرباء

رابعا حسب التشغيل

- 1- ذاتية الحركة
- 2- مقطورة او مسحوبة

أ- مكائن قياسية Standard equipment

وهي المكائن والآليات المعروفة في السوق والتي نتعامل معها بشكل واسع والتي تنتج من قبل مصنع بأعداد كبيرة

مميزات المكائن القياسية

- 1- مألوفة الاستخدام (توفر المشغلين المحليين)
- 2- يمكن بيعها بعد استخدامها
- 3- توفر المواد الاحتياطية
- 4- أسعار المعدات الجديدة منها غير مرتفعة
- 5- يتم تطويرها سنوياً

ب- المكائن الخاصة special equipment

وهي المكائن التي تستخدم لأغراض خاصة محددة أو تنتج حسب الطلب لأغراض السعة الإنتاجية مميزات المكائن الخاصة

- 1- غير معروفة أو متوفرة عند الحاجة
- 2- عدم وجود كادر تشغيل
- 3- الأدوات الاحتياطية غير متوفرة
- 4- أسعار الجديد منها عالية جداً
- 5- يصعب بيعها بعد انتهاء العمل

الغرض من الآليات الخاصة

- 1- عندما لا يمكن إنجاز العمل بالمكائن القياسية
- 2- عندما تكون الكلفة بهذه المكائن اقل

مثال/يتطلب نقل حجر جيرى الى معمل اسمنت بكمية مقدارها 63000 م³ وأقرب مقلع يجهز الحجر يبعد 20 كم المطلوب تحديد أفضل أسلوب لنقل الأحجار وبأقل كلفة

- 1- الأسلوب الأول استخدام حزام ناقل لنقل الحجر الكلفة لشراء وتنصيب الحزام 625 مليون دينار عراقي يباع بعد نهاية العمل بـ 125 مليون دينار وكلفة التشغيل هي
أ- الصيانة وقطع الغيار 2000 دينار/م³
ب- الطاقة الكهربائية 3000 دينار/م³
ت- الأيدي العاملة للتشغيل 1250 دينار/م³
- 2- الأسلوب الثاني استخدام معدات قياسية باستخدام شاحنات لنقل الحجر والذي يتطلب إنشاء طرق وقناطر بكلفة 750 مليون دينار عراقي وتكون كلفة التشغيل للمتر المربع 5000 دينار واجور صيانة الطريق 250 دينار/م³

الأسلوب الأول

كلفة الحزام الناقل = 625 مليون

كلفة بيع الحزام = 125 مليون

كلفة الاندثار = 125 - 625 = 500 مليون

كلفة الاندثار لكل م³ = $\frac{500,000,000}{63000} = 7973$ دينار

كلفة الصيانة = 2000 دينار/م³

كلفة الكهرباء = 3000 دينار/م³

الايدي العاملة = 1250 دينار/م³

مجموع الكلف للمتر المربع الواحد = 14187 دينار/م³

الأسلوب الثاني

كلفة الطريق 750 مليون

كلفة النقل + الصيانة = 5000 + 250 = 5250 دينار/م³

330,750,000 = 63000 * 5250

الكلفة الكلية = 750,000,000 + 330,750,000 = 1,080,750,000

كلفة النقل ل م³ = $\frac{1080750000}{63000} = 17155$ دينار/م³

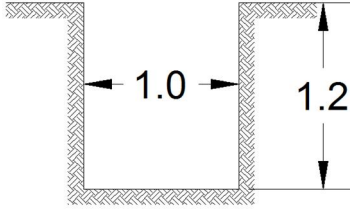
أي ان الأسلوب الأول هو الانسب اقتصاديا

مثال/ يراد انشاء شبكة ماء لمجمع سكني وكان مقطع الحفر كما مبين في الشكل ومجموع اطوال الانابيب 2 كم تم اختيار الاسلوبين التاليين فأوجد أي منهم أفضل اقتصاديا من ناحية الكلفة ومدة الإنجاز للمشروع

1- الأسلوب الأول استخدام الايدي العاملة واجرة العامل 20000 دينار/يوم وانتاجيته 3 م³/يوم ويحتاج كل ثمانية عمال الى مشرف عمل واحد 40000 دينار/ يوم علماً ان عدد المجاميع هي 8 مجاميع

2- الأسلوب الثاني استخدام الحفارة الهيدروليكية بإنتاجية 400 م³/يوم وكلفة ايجارها 300000 دينار/يوم

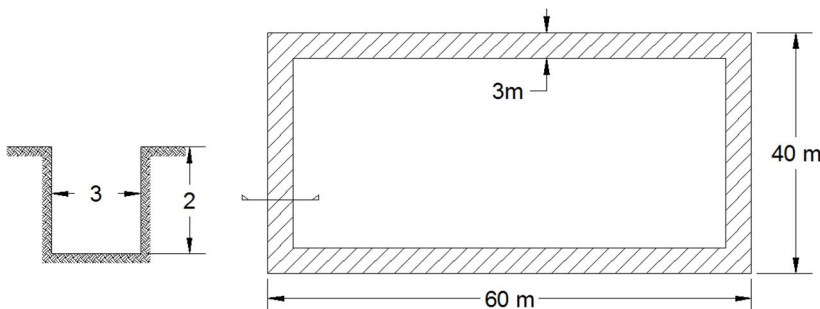
الحل/



H.W/ المطلوب انجاز حفريات لأساس بناية معينه حسب المخطط ادناه على ان عمق الحفر هو 2 م اختر بين الاسلوبين ادناه لتنفيذ العمل

1- الأسلوب الأول استعمال حفارة انتاجيتها 300 م³/يوم وبأجر يومي مقداره 250000 دينار
2- الأسلوب الثاني استعمال الايدي العاملة حيث ان اجره العامل الواحد 25000 دينار/يوم وانتاجيته 3 م³/يوم ومشرف واحد لكل عشر عمال أجرته 50000 دينار/يوم

فما هو الأسلوب الأكثر اقتصادية؟



حساب كلفة امتلاك وتشغيل المعدات

- 1- القيمة الزمنية للنقود
- 2- العمر الاقتصادي للمعدات
- 3- سعر المعدات عند الشراء
- 4- ظروف التشغيل
- 5- ساعات التشغيل السنوية (1800-2000)
- 6- عدد سنوات التشغيل
- 7- قيمة الاسترداد للمعدات
- 8- إمكانية صيانة المعدات

1- القيمة الزمنية للنقود

- أ- حساب الفائدة البسيطة
 الفائدة السنوية = قيمة المال × الفائدة السنوية × عدد السنوات
- ب- الفائدة المركبة

$$Q = M(1 + E)^N$$

- ق : القيمة الزمنية للنقود
 م: المبلغ المستثمر
 ع: سعر الفائدة
 ن: عدد السنوات

تم شراء حافلة بسعر 75 مليون دينار عمرها النافع 5 سنوات احسب كلفة امتلاك الحافلة على أساس

- (a) الفائدة البسيطة = $5\% = 0.05 \times 75 \times 5 = 18.75$ مليون
- (b) الفائدة المركبة = $6\% = (1 + 0.06)^5 \times 75 = 100.36$ مليون

حساب كلفة امتلاك وتشغيل المعدات**أولا - الكلفة السنوية الثابتة**

- (a) الاندثار
 (b) الصيانة والتصلح
 (c) الاستثمار
 (d) كلفة التقادم

$$\text{المجموع} = \frac{\text{الكلفة السنوية الثابتة}}{\text{عدد ساعات التشغيل}} = (\text{كلفة/ساعة})$$

ثانيا/ الكلفة التشغيلية وتشمل

1. كلفة الوقود
 2. كلفة الزيت
 3. كلفة المشغلين والسواق
 4. الكلف الإدارية
- المجموع = () كلفة/ساعة

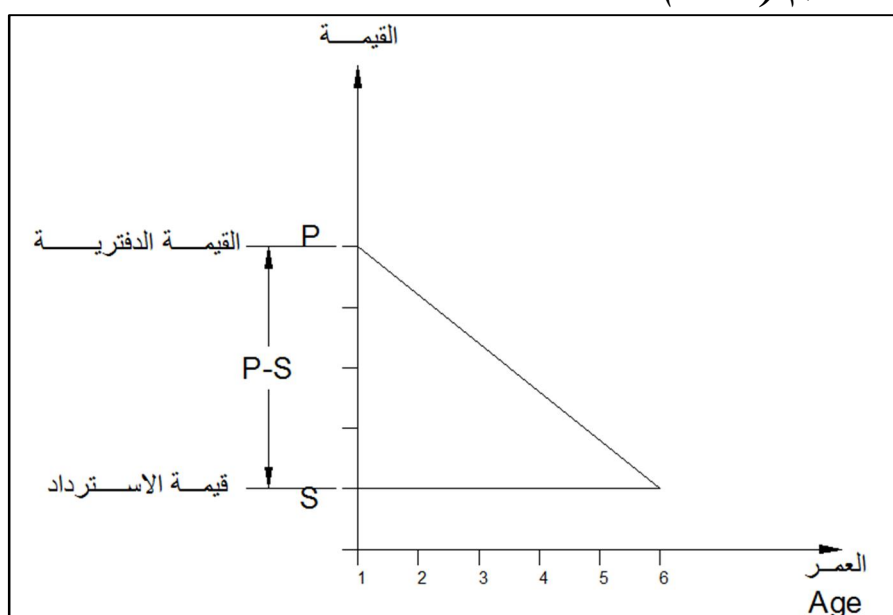
كلفة الامتلاك = الكلفة السنوية الثابتة + الكلف التشغيلية

(a) الاندثار Depreciation

هو فقدان الماكينة جزء من قيمتها بسبب الاستعمال

طرق حساب الاندثار

1. طريقة الخط المستقيم (SLM) Strait Lin Method



القيمة الدفترية: قيمة الماكينة عند اول شراء ومثبتة في سجلات الشركة

$$\text{Annual Depreciation} = \frac{P - S}{n}$$

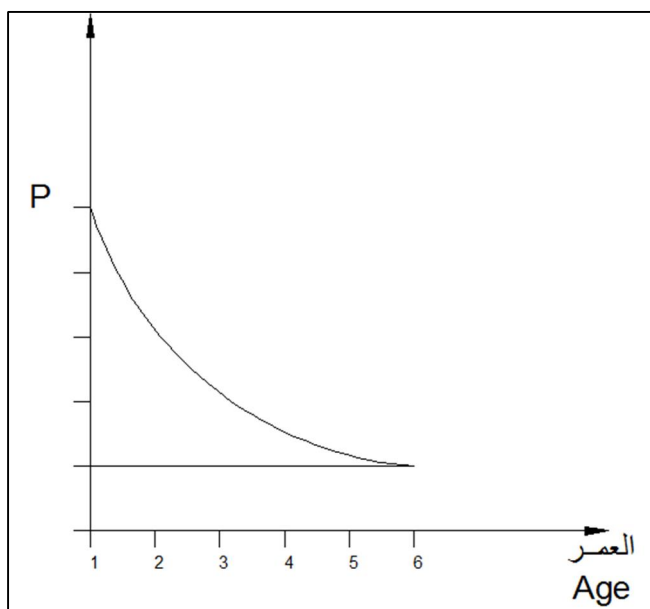
P القيمة الدفترية للماكينة

S قيمة الاسترداد

N العمر

2. طريقة موازنة الانخفاض (D.B.M) Declined Balance Method

$$\text{قيمة الاندثار} = 2 * \frac{1}{n}$$



مثال/تم شراء ماكينة بسعر 600000 دولار وكان العمر الاقتصادي لها 5 سنوات احسب القيمة الدفترية للماكينة في نهاية كل سنة بطريقة موازنة الانخفاض

الحل/

$$\text{قيمة الاندثار السنوية} = \left(2 * \frac{1}{5} \right) = 0.4 = 40\%$$

القيمة الدفترية	مقدار الاندثار	الاندثار %	نهاية السنة
600000	--	--	0
360000	240000=0.4*600000	40	1
216000	144000	40	2
129600	86400	40	3
77760	51840	40	4
46656	31104	40	5

3. طريقة جمع ارقام السنوات (S.Y.D) *Some of year Digits*

مجموع ارقام السنوات = $1+2+3+4+.....+n$

قيمة الاندثار خلال السنة الأولى = $\frac{n}{\text{مجموع ارقام السنوات}}$

مثال/ تم شراء قاشطه بسعر 100000 دولار وعمرها النافع 5 سنوات اوجد القيمة الدفترية في نهاية كل سنة باستخدام طريقة جمع ارقام السنوات إذا كانت القيمة الاستردادية 10000 دولار

الحل/

مجموع ارقام السنوات = $1+2+3+4+5=15$

نسبة الاندثار خلال السنة الأولى = $\frac{5}{15}$

الاندثار الكلي = $100000-10000=90000$

القيمة الاقتصادية	الاندثار خلال السنة	الاندثار الكلي	نسبة الاندثار	نهاية السنة
100000	0	0	--	0
70000	$30000 = 90000 * \frac{5}{15}$	90000	5/15	1
46000	24000	90000	4/15	2
28000	16000	90000	3/15	3
16000	12000	90000	2/15	4
10000	6000	90000	1/15	5

(b) كلفة الصيانة والتصلّيح 80-90% من قيمة الاندثار

(c) الاستثمار Investment

الاستثمار يشمل

أ- الفوائد المصرفية

ب- التأمين

ت- الضرائب والخزن

بقدر 10-12% من قيمة الماكينة السنوية (P')

$$P' = \frac{P(n + 1) + S(n - 1)}{2n}$$

P' معدل قيمة الماكينة السنوية

P القيمة الدفترية

S قيمة الاسترداد

n العمر الاقتصادي

(d) كلفة التقادم 5-10% من قيمة الاندثار

ثانيا/ الكلفة التشغيلية

أ- كلفة الوقود

- المكائن التي تعمل بالبنزين = $0.23 \times HP \times F \times \text{سعر اللتر الواحد}$

- المكائن التي تعمل بالديزل = $0.15 \times HP \times F \times \text{سعر اللتر الواحد}$

HP القدرة الحصانية

F معامل التشغيل (0.8-0.85)

ب- كلفة الزيت

$$g = 0.003 * F * HP + \frac{C}{t}$$

g كمية الزيت (لتر)

C سعه حوض المحرك

t عدد ساعات تبديل الزيت

∴ كلفة الزيت = $g \times \text{سعر اللتر الواحد}$

مثال/ في دراسة لبيان جدوى شراء ماكينة او استئجارها لتنفيذ احد المشاريع ودونت الملاحظات التالية
جراره مدولبة لسحب قاشطه بمحرك ديزل قدرته 200 حصان سعه حوض المحرك 23 لتر. الوقت بين
تبديله زيت وأخرى 80 ساعه ومعامل التشغيل 60% العمر النافع 5 سنوات عدد ساعات التشغيل في
السنة 2000 ساعه الكلفة السنوية للصيانة وقطع الغيار 80% من الكلفة السنوية للاندثار العمر النافع
للإطارات 4000 ساعه كلفة صيانة الإطارات 15% من اندثارها السنوي الكلفة الكلية للماكينة \$46000
كلفة الإطارات \$8000 كلفة اللتر الواحد من الوقود \$0.3 لكل لتر والزيت \$2.5 لكل لتر واجور
المشغلين \$4 في الساعة وبالإمكان الاستفادة من احد المقترحات التالية

- 1- تأجير بمعدل ثابت قدره \$30 في الساعة ولكل عمرها الاقتصادي
- 2- بالإمكان التقديم لمقولة لتنفيذ احد المشاريع لقشط الاتربة بكمية 350000 م³ على ان سعر المتر
المكعب الواحد هو \$0.5 على ان تنجز خلال فترة 4 سنوات على ان الغرامة التأخيريه \$200 في
اليوم وبإمكان الماكينة نقل 50 م³/ساعه

الحل/

$$\text{كلفة الماكينة بدون إطارات} = 46000 - 8000 = 38000$$

$$\text{معدل قيمة الماكينة} = \frac{(1+5) \cdot 38000}{2} = 22800$$

$$\text{كمية الوقود} = 0.15 \cdot 200 \cdot 0.6 = 18 \text{ لتر/ساعه}$$

$$\text{كمية الزيت} = \frac{23}{80} + 0.003 \cdot 0.6 \cdot 200 = 0.647 \text{ لتر/ساعه}$$

الكلفة السنوية

$$1 - \text{الاندثار} = \frac{38000}{5} = 7600$$

$$2 - \text{الصيانة والتصليح} = 7600 \cdot 0.8 = 6080$$

$$3 - \text{الاستثمار} = 22800 \cdot 0.18 = 2736$$

$$\text{مجموع الكلف السنوية} = 16416$$

الكلف في الساعة (التشغيلية)

$$1 - \text{الكلف الثابتة} = \frac{16416}{2000} = 8.208 \text{ \$ /ساعة}$$

$$2 - \text{اندثار الإطارات} = \frac{8000}{4000} = 2 \text{ \$ /ساعة}$$

$$\text{صيانة وتصليح الإطارات} = 2 \cdot 0.15 = 0.3 \text{ \$ /ساعة}$$

$$3 - \text{كلفة الوقود} = 0.3 \cdot (200 \cdot 0.15 \cdot 60\%) = 5.4 \text{ \$ /ساعة}$$

$$4 - \text{كلفة الزيت} = 2.5 \cdot \left(\frac{23}{80} + 60\% \cdot 200 \cdot 0.003 \right) = 1.6175 \text{ \$ /ساعة}$$

$$5 - \text{أجور العمال} = 4 \text{ \$ /ساعة}$$

$$\text{الكلفة الكلية/ ساعه} = 21.5255 \text{ \$ /ساعة}$$

$$\text{لعمر الماكينة} = 5 \cdot 2000 \cdot 21.5255 = 215255 \text{ \$}$$

أولاً في حالة تأجير الماكينة بمبلغ \$30/ساعة فإن ربح تأجيرها عند انتهاء العقد سيكون

$$30 \times 5 \times 2000 = \$300000$$

$$\text{الأرباح المستحصلة من الإيجار} = 300000 - 215255 = \$84745$$

ثانياً المبلغ الذي يستلم عند نقل كل الكمية من الاتربة

$$0.5 \times 350000 = \$175000$$

$$\frac{350000}{50} = 7000 \text{ ساعة عمل}$$

$$3.5 \text{ سنة} = \frac{7000}{2000} \text{ (ضمن المدة (4 سنوات) بدون غرامات تأخيريه)}$$

بالإمكان الاستفادة من الماكينة من خلال إيجارها للفترة المتبقية

$$2000 \times 5 = 10000 \text{ ساعة}$$

$$7000 - 10000 = 3000 \text{ ساعة عمل باقي من عمرها}$$

$$3000 \times 30 = \$90000$$

$$\therefore \text{المبلغ الكلي الناتج من تشغيلها ثم إيجارها} = 175000 + 90000 = \$265000$$

$$\therefore \text{الأرباح المتوقعة} = 215255 - 265000 = \$49475$$

H.W/ يتوفر لدى مقال الخيارات التاليين

1. استثمار رأس المال في احد المصارف والبالغ \$100000 بربح سنوي مقداره 8%
2. شراء بلدوزر وإيجارها الى احدى المشاريع الانشائية لمدة خمس سنوات بإيجار مقداره 250 \$/يوم

إذا توفرت لديك المعلومات التالية

- 1- سعر الشراء \$100000
- 2- سعر البيع بعد 5 سنوات \$50000
- 3- القدرة الحصانية للمحرك 350 حصان وسعه الحوض 30 لتر وقت تبديل الزيت 120 ساعة معامل التشغيل 85%
- 4- عدد ساعات التشغيل السنوية 2000 ساعة الكلفة السنوية للصيانة 90% من الاندثار السنوي
- 5- سعر الديزل 0.3 \$/لتر وسعر الزيت 21.5 \$/لتر
- 6- أجور المشغلين 2 \$/ساعة

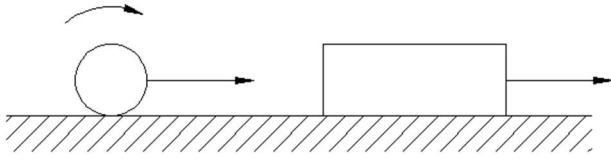
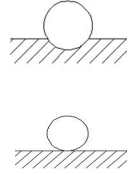
اختر الأسلوب الأكثر اربحاً.

الأسس الهندسية Engineering Foundation

العوامل التي تؤثر على إنتاجية المعدات

1- مقاومة الدحرجة Rolling Resistance

هي المقاومة التي تواجهها أي مركبة عند محاولتها الحركة
تتغير حسب نوعية السطح وطبيعته

مقاومة
دحرجةمقاومة
احتكاك

تربة رخوة (مقاومة عالية)

تربة صلبة (مقاومة أقل)

أنواع السطوح

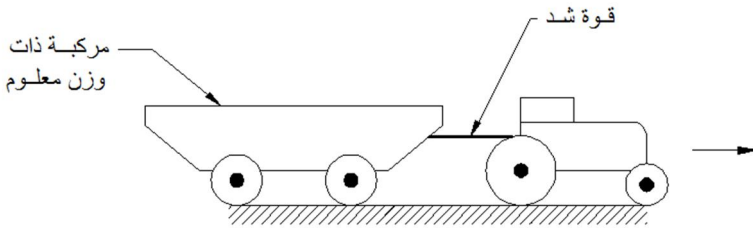
المركبات ذات الإطارات المطاطية مقاومة الدحرجة تتأثر

- بحجم الاطار
- شكل وتصميم سطح الاطار

المركبات المسرّفة مقاومة الدحرجة تتأثر

- نوعية السطح
- طبيعته السطح

قياس مقاومة الدحرجة



$$R = \frac{P}{w} \quad \text{or} \quad P = R * w$$

حيث

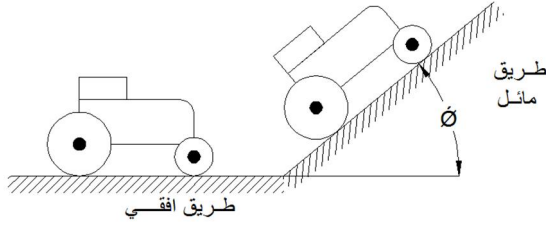
R مقاومة الدحرجة لذلك الطين كغم/ طن

P قوة السحب كغم

w الوزن الكلي للمركبة (طن)

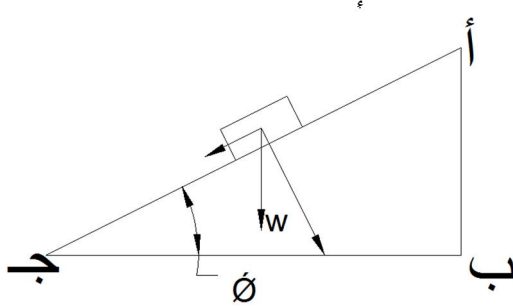
القوة اللازمة للتغلب على الدحرجة = وزن المركبة + مقاومة الدحرجة

2- تأثير الميل على الحركة



عندما تتحرك مركبة سطح مائل فإن جهد الجر يزداد ويزداد ميل السطح قياس جهد الجر للتغلب على الانحدار

$$\frac{P}{w} = \frac{ب أ}{ج ب} = \frac{ب أ}{ج أ}$$



لنفرض وزن المركبة 1 طن والميل 1%

$$P = 10 \text{ كغم/طن}$$

∴ القوة اللازمة للتغلب على الانحدار = وزن

المركبة × 10 × النسبة المئوية للانحدار

∴ القوة الصافية في المحرك = [القوة الفعلية للمحرك × معامل التشغيل] - [القوة اللازمة للتغلب على الدحرجة + القوة اللازمة للتغلب على الميل]

معامل الجر Coefficient of Tracking

هو المعامل الذي اذا ضرب بالوزن الكلي المسلط على الدولاب القائد ينتج من ذلك اعلى قوة جر

$$\text{معامل الجر} = \frac{\text{قوة سحب الماكينة}}{\text{الوزن المسلط على الدولاب القائد}}$$

معامل الجر يعتمد على

• نوعية الطريق

• نوعية الاخاديد أو تصميم السرفة

مثال /ماكينة قيمة الوزن الكلي على الدواليب قائده 18000 كغم واعلى قوة سحب للماكينة 8000 كغم الماكينة تعمل على سطح رملي رطب معامل الجر = 0.3 المطلوب

• اعلى قوة سحب للماكينة قبل انزلاق الدواليب

• اذا استخدمت الماكينة على تربة جافة ذات معامل جر = 0.6 هل تستطيع هذه الماكينة جعل الدواليب تنزلق؟

/الحل

$$\text{معامل الجر} = \frac{\text{قوة سحب الماكينة}}{\text{الوزن المسلط على الدولاب القائد}}$$

$$\text{∴ قوة السحب} = 18000 \times 0.3 = 5400 \text{ كغم}$$

$$\text{• اعلى قوة سحب قبل انزلاق الدواليب} = 18000 \times 0.6 = 10800$$

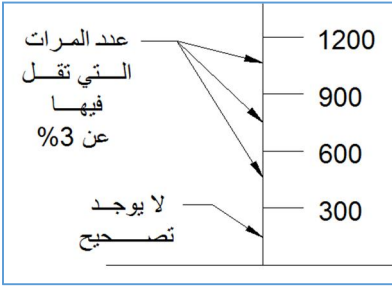
∴ لا تستطيع الماكينة ان تجعل الدواليب تنزلق

قوة السحب المتوفرة في المحرك 8000 > القوة لتي يوفرها السطح 10800 اي تستطيع

اذا كان الرقم اكبر لا تستطيع الماكينة

$$\text{معامل الجر الذي يجعل الماكينة تنزلق} = \frac{\text{قوة السحب التصميمية}}{\text{الوزن الكلي للدواليب}} = \frac{8000}{18000} = 0.445$$

3- تأثير الارتفاع على المحركات



لا يوجد تأثير للارتفاع ضمن مستوى 300 م فوق مستوى سطح البحر
المحرك ذو الأربع أشواط $= 0.03 \times \text{القدرة الحصانية} \times \text{عدد المرات التي تقل عن } 3\%$
المحرك ذو الشوطين $= 0.01 \times \text{القدرة الحصانية} \times \text{عدد المرات التي تقل عن } 1\%$
مثال/ محرك ذو قدرة حصانية 100 حصان يعمل على مستوى
سطح البحر ما هي قدرته الحصانية على ارتفاع 3000 م فوق
مستوى سطح البحر (محرك ذو أربعة أشواط)

$$\text{الفقدان بسبب الارتفاع} = \frac{300-3000}{300} \times 100 \times 0.03 = 27 \text{ حصان}$$

4- تأثير درجة الحرارة والضغط

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

حيث

H_c القدرة الحصانية القياسية

H_o القدرة الحصانية المتاحة

P_s الضغط الجوي القياسي (760 ملم زئبق)

P_o الضغط الجوي الحقيقي (ملم زئبق)

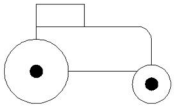
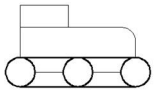
T_o درجة الحرارة المطلقة الحقيقية [درجة الحرارة السيليزية + 273]

T_s درجة الحرارة المطلقة القياسية $[273 + 15] = 288$ درجة مطلقة

الجرارات

أ- الجرارات المسرفة

ب- الجرارات المدولبة



الجرارات المسرفة = قوة الجر الكلية - [مجموع قوتي الدحرجة والميل]

الجرارات المدولبة

1- القوة السطحية للجرارات المسرفة مقاسة على طريق افقي ذو مقاومة دحرجة مقدارها 50 كغم/طن في حالة استخدام طريق مختلف عن ذلك يجب التصحيح (التصحيح = قوة الدحرجة الحقيقية - 50)

2- قوة الجر تتناسب عكسيا مع رقم الترس

• الترس الأول First Gear أعلى جر وأقل سرعه

• الترس الأعلى Top Gear أقل جر وأعلى سرعه

3- تؤخذ كفاءة الجر 0.8-0.85

$$\text{الجرارات المدولبة} = \frac{\text{الكفاءة} * \text{القدرة الحصانية (في ظروف العمل)}}{\text{السرعه كم / ساعة}} = \text{قوة الجر (كغم)}$$

الانحدارية

هو اعلى درجة انحدار (الميل) لتمكن المركبة أن تصعد بسرعه منتظمة يعبر عنه بنسبة مئوية
تتغير الانحدارية تبعا الى

أ- رقم الترس

ب-وضعية المركبة (محملة او فارغة)

مثال/ جد الانحدارية لجرار مسرف يسحب قاشطة مطاطية الدواليب محملة باستخدام المعلومات التالية :

القدرة الصافية للجرار 180 حصان وزن الجرار 21 طن قوة الجر على الترس الأول 15000 كغم وزن
القاشطة محملة 40 طن الطريق رملي غير معبد مقاومة لدرجة الجرار 73 كغم/طن ومقاومة الدرجة
للقاشطة 90 كغم/طن

الحل/ قوة المحرك الصافية=[القوة الفعلية للمحرك F*]-[مجموع قوتي التغلب على الدرجة والميل]

قوة الجر المتوفرة في الجرار = $1500 \times 0.85 = 12750$ كغم

مقاومة الدرجة للقاشطة $40 \times 90 = 3600$ كغم

∴ مجموع قوة الدرجة = $3600 + 483 = 4083$ كغم

قوة الجر المتبقية للتغلب على الميل = $12750 - 4083 = 8667$ كغم

قوة الجر اللازمة للطن الواحد لميل 1% = $10 \times 61 = 610$ كغم

الوزن الإجمالي للجرار والقاشطة = $21 + 40 = 61$ طن

∴ قوة الجر اللازمة للوزن الإجمالي لميل 1% = $10 \times 61 = 610$ كغم

∴ مقدار الميل (الانحداريه) = $\frac{8667}{610} = 14.21\%$

الانحدارية للجرار وحده

القوة المتبقية لصعود الميل = $12750 - 483 = 12267$ كغم

∴ القوة اللازمة لاصعاد الجرار لميل 1% = $10 \times 21 = 210$ كغم

∴ اعلى انحدارية للجرار = $\frac{12267}{210} = 58.4\%$

تصحيح = $50 - 73 = 23$ كغم/طن
 $P = 23 \times 21 = 483$ كغم

$$K = \frac{81 * T * G * F}{R * W} - \frac{N}{9.1}$$

حيث

K : الانحدارية %

T : عزم التدوير (دورة / دقيقة) أو (كغم * م)

G : تخفيض الترس

R : نصف قطر درجة الدولاب (م)

W : الوزن الإجمالي (كغم)

N : مقاومة الدرجة (كغم/طن)

F الكفاءة (0.8-0.85)

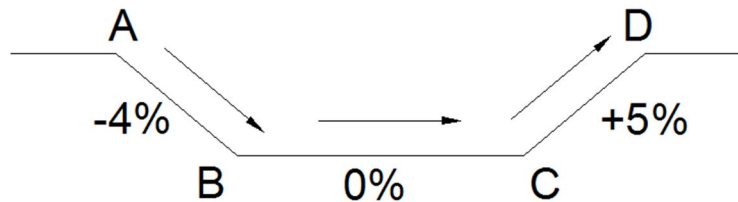
ملاحظة / اذا كانت K سالبة فإن الشاحنة غير قادره على صعود المنحدر (الانحدارية = 0)

مثال/ جد الانحدارية لجرار مدولب يسحب قاشطة محملة بسرعه الترس الثالث عزم التدوير 2100 دورة/دقيقة الذي يعادل 103.7 كغم*متر تخفيض الترس 41 نصف قطر الدرجة للدولاب = 0.75 الوزن الإجمالي 63000 كغم مقاومة الدرجة 35 كغم/طن

$$\frac{81 * 103.7 * 41 * 0.85}{0.75 * 63000} - \frac{35}{9.1} = 2.35\%$$

مثال/ جرار مسرف يزن 15 طن يسحب قاشطة محمله تزن 25 طن (قاشطة مدولبة) على طريق مكون من المقاطع المبينة في الشكل . فاذا كانت القوة المتوفره في المحرك للجرار 5000 كغم فما هي القوة الصافية المتبقية نتيجة سحب الجرار على كل مقطع من الطريق؟

مقطع الطريق	الميل %	مقاومة الدرجة للجرار (كغم/طن)	مقاومة الدرجة القاشطة (كغم/طن)
A B	4-	60	80
B C	0	40	90
C D	5+	50	80



القوة الصافية للمحرك = [القوة الكلية] - القوة اللازمة للتغلب على الدرجة (جرار + قاشطة) \pm القوة اللازمة للتغلب على الانحدار (جرار + قاشطة)

$$\text{القوة المتوفرة في المحرك} = 0.85 * 5000 = 4250 \text{ كغم}$$

المقطع AB

التصحيح لانه تجاوز الـ 50

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للجرار} = 15 * (50 - 60) = 150 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للقاشطة} = 25 * 80 = 2000 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للجرار والقاشطة} = 150 + 2000 = 2150 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الميل للجرار} = 15 * 10 * (-4) = -600 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الميل للقاشطة} = 25 * 10 * (-4) = -1000 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الميل للقاشطة والجرار} = -600 - 1000 = -1600 \text{ كغم}$$

$$\therefore \text{القوة الصافية في المحرك} = 4250 - (2150 - 1600) = 3700 \text{ كغم}$$

\therefore يمكن للجرار والقاشطة النزول في المقطع AB

مقطع BC

التصحيح لانه اقل من 50

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للجرار} = 15 * (50 - 40) = 150 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للقاشطة} = 25 * 90 = 2250 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للقاشطة والجرار} = 150 + 2250 = 2400 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على انحدار الجرار} = 15 * 10 * 0 = 0$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على انحدار للقاشطة} = 25 * 10 * 0 = 0$$

$$\text{القوة الصافية في المحرك} = 4250 - (2400 - 0) = 1850 \text{ كغم}$$

مقطع CD

لا تحتاج تصحيح لأنها 50

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للجرار} = 15 * 50 = 750 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للقاشطة} = 25 * 80 = 2000 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على الدرجة للجرار والقاشطة} = 750 + 2000 = 2750 \text{ كغم}$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على انحدار الجرار} = 15 * 10 * 5 = 750$$

$$\text{القوة اللازمة للتغلب على انحدار للقاشطة} = 25 * 10 * 5 = 1250$$

$$\text{القوة الصافية في المحرك} = 4250 - (2750 + 1250) = 250 \text{ كغم}$$

في حاله المسرفه فانه يمكن ان تكون قوة الدرجة سالبة لانها مصممة على 50 فالذي يعطى يطرح منه 50 فقط اذا اقل من 50 تعطي قيمة سالبة لمقاومة الدرجة (نجري تصحيح للمسرفه اذا كانت غير الـ 50)

1- البلدوزر (المقلعه) *Buldozer*

2- الشوفل *Shovel*

3- المعدله *Grader*

4- المجرفة الخلفية *Hoe*

5- القاشطة *Scroper*

6- الشاحنات *Trucks*

البلدوزر (المقلعه) *Buldozer*

هدفها الأساس قطع ودفع التربة لمسافة محدودة

أنواعها

1- مسرفه

2- مدولة

استعمالاتها

1- تنظيف الأراضي من بقايا الأشجار والنباتات

2- قلع الطرق والابنية القديمة

3- فتح الطريق في المناطق الجبلية والصخرية

4- دفع التربة لمسافه لا تزيد عن 100 م

5- مساعده القاشطة في عملية التحميل

6- توزيع تراب الدفن

7- إعادة دفن الخنادق

8- تنظيف موقع العمل

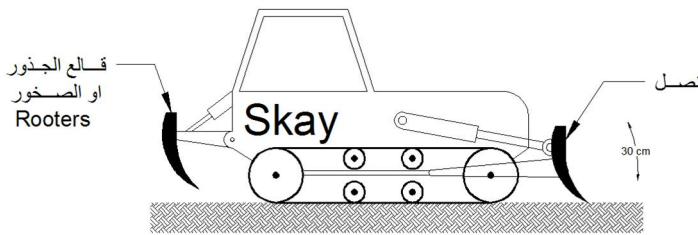
قلع الجذور *Rooters*

1- قلع الصخور

2- إعادة حرث التربة او الحصى الخابط

3- قلع الجذور

4- قلع الطرق القديمة



المسرفه	المدولة
<p>1- القابلية على إعطاء جهد عالي</p> <p>2- العمل على السطوح الصخرية</p> <p>3- قلة الضغط تحت السرفة يساعد في سهولة الحركة على التربة الرخوة</p>	<p>1- سرعه عالية</p> <p>2- عدم الحاجة الى النقل</p> <p>3- إنتاجية عالية</p> <p>4- تسير على الطرق المعبدة</p>

إنتاجية البلدوزر

تعتمد الإنتاجية على

1- انتفاخ التربة

ملاحظة/ جميع الحجوم الهندسية تتعامل مع الرخو (إنتاجية الشاحنة أو الشوفل كلها رخو)

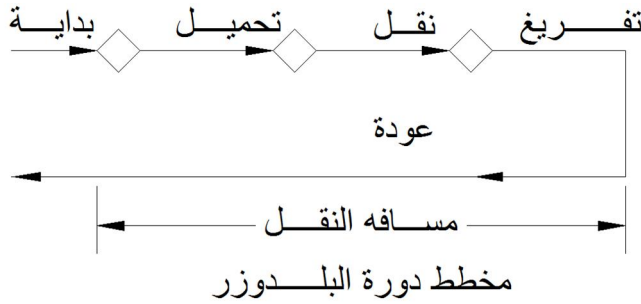
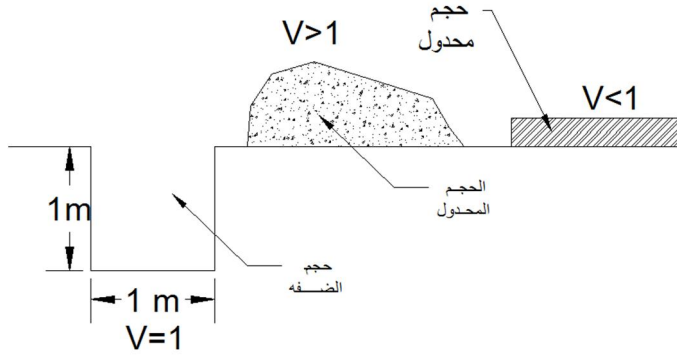
$$\text{حجم الضفة} = \frac{\text{الحجم الرخو}}{\text{معامل الانتفاخ} + 1}$$

معامل انتفاخ التربة (15-25)%

2- معامل الوقت يؤخذ من 45-50 دقيقة في الساعة

3- دورة تشغيل البلدوزر تتكون من

- زمن ثابت (تحميل ، تغيير سرعه ، تفريغ ودوران)
- زمن متغير لقطع مسافة النقل ومسافة الرجوع



$$\text{الإنتاجية (م}^3/\text{ساعة)} = \text{حجم الاتربة المدفوعه (م}^3) \times \text{عدد الدورات في الساعة}$$

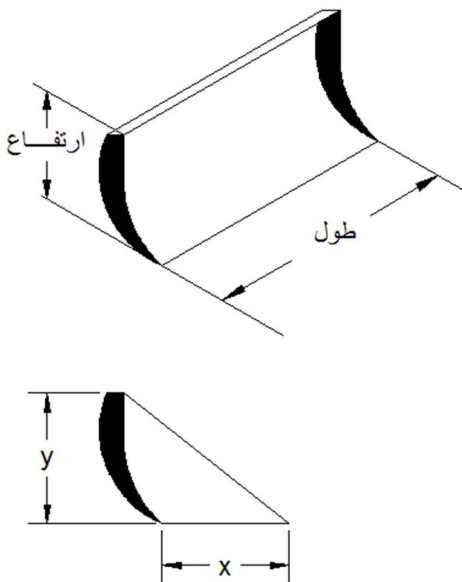
مثال/ احسب إنتاجية بلدوزر تعمل لقطع ودفع تربة طينية معامل انتفاخها 25% مستخدما المعلومات التالية

- 1- مسافة دفع الاتربة 45 م
- 2- سعه نصل البلدوزر 3 م طول 1م ارتفاع
- 3- معامل التشغيل 50 د/س
- 4- سرعه النقل 3 كم/ساعة ، سرعه العودة 6 كم/ساعة
- 5- الوقت الثابت 0.4 دقيقة
- 6- ميل الاتربة 1:2

الحل/

y	x	
1	1	التربة الرملية
1	2	التربة الطينية

$$\text{الحجم الرخو} = 3 = \frac{2 \times 1}{2} \times 3 = 3 \text{ م}^3$$



زمن الدورة الإنتاجية = زمن الذهاب + زمن الرجوع + زمن ثابت

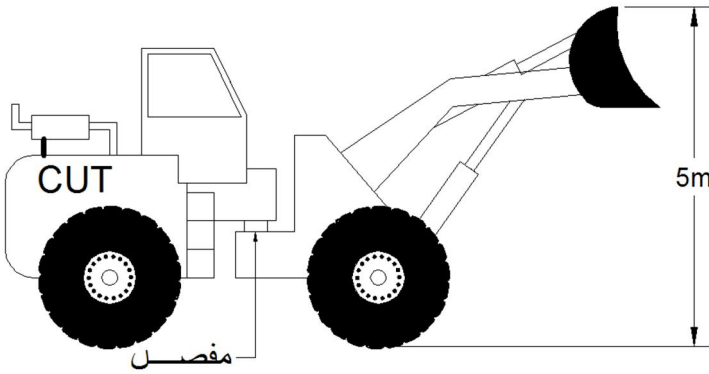
$$1.75 \text{ دقيقة} = 0.4 + \frac{45}{\frac{1000}{60} \times 6} + \frac{45}{\frac{1000}{60} \times 3} =$$

$$\therefore \text{عدد الدورات في الساعة} = \frac{50}{1.75} = 28.57 \text{ دوره}$$

$$\therefore \text{الإنتاجية ليوم واحد (رخو)} = 8 \times 28.5 \times 3 = 684 \text{ م}^3$$

$$\text{الإنتاجية (ضفة)} = \frac{684}{1+0.25} = 547.2 \text{ م}^3$$

مجرفه التحميل شوفل



ماكنه انشائية تستعمل لحفر وتحميل مواد مختلفه كالتربة والركام والصخور واحيانا تستخدم مثل البلدوزر

عملها الأساسي: جرف التربة والمواد غير المرصوفة

أنواعها

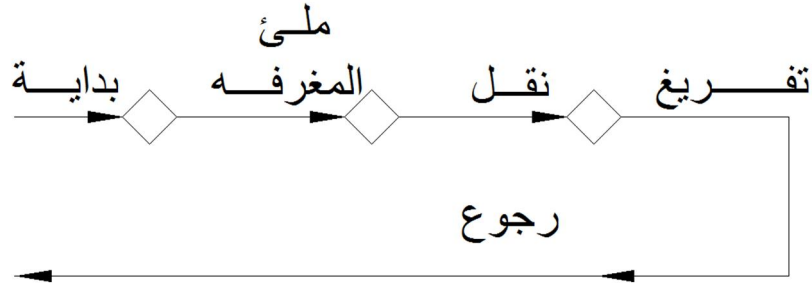
1- مدولة

2- مسرفه

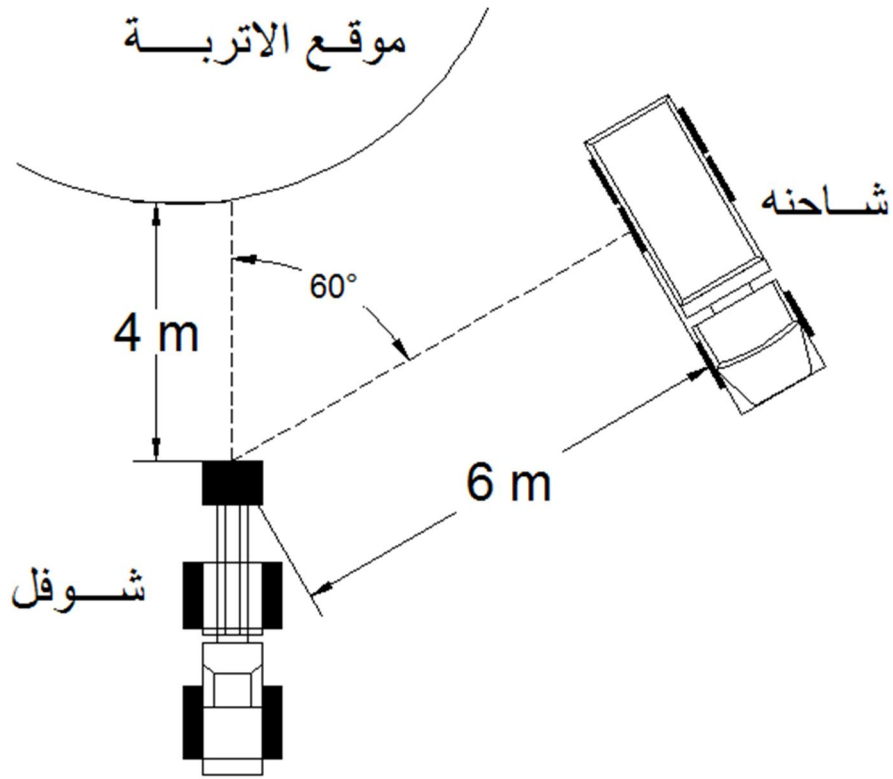
إنتاجية الشوفل = حجم المغرفه × عدد الدورات في الساعه

إنتاجية الشوفل تعتمد على

- 1- الوقت اللازم لملء المغرفه + الدوران + التفريغ
- 2- الوقت اللازم لقطع مسافه النقل (زمن النقل)
- 3- الوقت اللازم لقطع مسافه الرجوع (زمن الرجوع)



مخطط الدورة لانتاج الشوفل



مثال/ جد عدد الشاحنات التي يمكن ان تعمل مع مجرفة التحميل مستخدما المعلومات التالية

أ- حجم مغرفة الشوفل 0.6 م³ وزمن دورتها 21 ثانية (زمن الدوره = الزمن الكلي لاملأ المغرفة والتفريغ والرجوع)

ب- وقت النقل للشاحنة لمسافة (الذهاب + الرجوع + التفريغ) 7 دقيقة باستخدام

1- شاحنة حجم 2.4 م³

2- شاحنة حجم 4.6 م³

الحل/

زمن دورة المغرفة = 21 ثانية

$$\text{عدد المغارف لاملأ شاحنه} = \frac{\text{حجم الشاحنة}}{\text{حجم المغرفة}} = \frac{2.4}{0.6} = 4 \text{ مغرفة}$$

الوقت اللازم لاملأ الشاحنة = $21 \times 4 = 84$ ثانية = 1.4 دقيقة

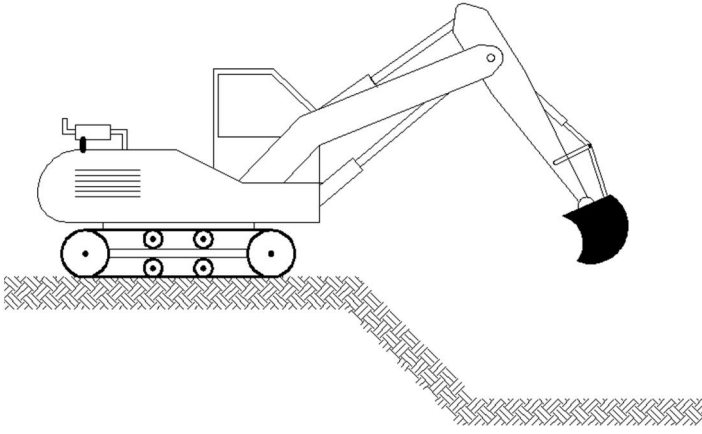
وقت دورة الشاحنة = زمن التحميل + زمن ذهاب + زمن الرجوع + زمن ضائع

$$= 1.4 + 7 + 0 = 8.4 \text{ دقيقة}$$

$$\therefore \text{اقل عدد من الشاحنات} = \frac{\text{زمن دورة الشاحنه الواحد}}{\text{زمن تحميل الشاحنة}}$$

$$= \frac{8.4}{1.4} = 6 \text{ شاحنه}$$

H.W النقطة (2) من المثال (باستخدام شاحنة حجم 4.6 م³)

المجرفه الخلفية Hoe

ماكينة من صنف المجارف الآلية وتسمى أحيانا المجرفه الهيدروليكية تستعمل (لحفر التربة تحت مستوى الأرض التي تقف عليها)

الدورة الإنتاجية = زمن التحميل + زمن التفريغ
+ زمن دوران + زمن ضائع

حجم المجرفه (2-0.5) م³

الإنتاجية (م³/ساعة) = حجم المجرفه × عدد الدورات في الساعة

مثال/ استعملت مجرفه هيدروليكية لحفر قناة ري مقطوعها كما مبين في الشكل أوجد المدة اللازمة لانجاز العمل وكلفه حفر 1 م³ مستخدما المعلومات التالية

سعه المجرفه = 1.2 م³ معامل الوقت 45 دقيقة/ساعه ساعات العمل اليومي 8 ساعات طول القناة 15 كم
زمن املاء المجرفه 12 ثانية الدوران والتفريغ 6 ثانية الوقت الضائع 2 ثانية معامل انتفاخ التربة 20%

الحل/

الإنتاجية = الحجم × عدد الدورات

$$\text{عدد الدورات} = \frac{45}{\frac{2+6+12}{60}} = 35 \text{ دورة/ساعة}$$

$$\therefore \text{الإنتاجية} = 1.2 \times 135 = 162 \text{ م}^3/\text{ساعة}$$

$$\therefore \text{الإنتاجية في اليوم} = 1296 = 8 \times 162 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

$$\text{مدة انجاز العمل} = \frac{\text{حجم الاتربة المطلوب حفرها}}{\text{الإنتاجية في اليوم}}$$

$$\text{حجم الاتربة المطلوب حفرها} = \frac{2.5+7.5}{2} \times 2.5 \times 15000 = 187500 \text{ م}^3$$

$$\therefore \text{الحجم الرخو} = 1.2 \times 187500 = 225000 \text{ م}^3$$

$$\therefore \text{مدة انجاز العمل} = \frac{225000}{1296} = 174 \text{ يوم}$$

على فرض كلفة استئجار = 300 الف دينار/ يوم (وهي تتراوح بين 250-500 الف)

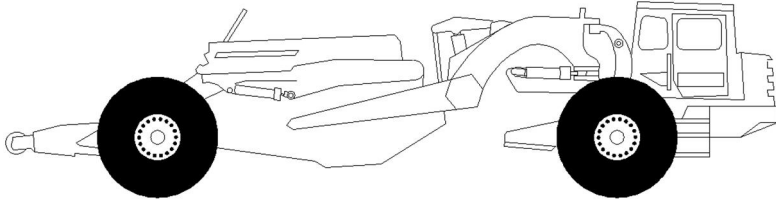
$$\therefore \text{الكلفة الكلية} = 174 \times 300000 = 52200000 \text{ دينار}$$

$$\text{كلفة 1 م}^3 = \frac{\text{الكلفة الكلية}}{\text{حجم الضفه}} = \frac{5220000}{187500} = 278.4 \text{ دينار/م}^3$$

المقترحات / بما ان الوقت اللازم 174 يوم وهذا غير معقول لذلك فبالإمكان استئجار اكثر من مجرفه لتقليل الوقت

القاشطات Scrapers

ماكينة انشائية تستخدم في عمليتي قشط ونقل وإعادة فرش الاتربة من مكائن الحل الوسط بين مكائن التحميل والشاحنات



أنواع واحجام القاشطات

1- مسحوبة بالجرارات المسرفة

2- مسحوبة بالجرارات المدولبة

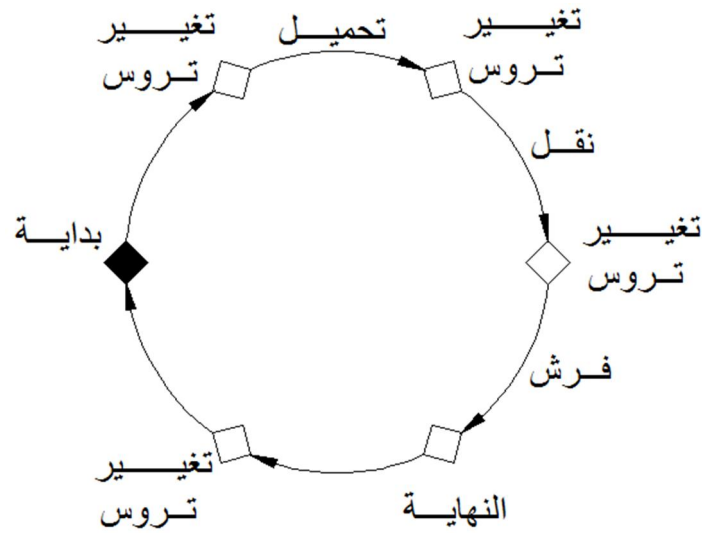
• ذات محرك واحد

• ذات محركين

3- قاشطات رافعه

4- متعددة الاحواض

- تستخدم في التربة الرخوة ولا تستخدم في الصخور
- سرعه قليلة والحالة المثالية عندما يكون الموقع قريب والحركة مكوكية أي انها ليست كفوة في التحميل مثل الشوفل وليست كفوة في النقل مثل الشاحنات



وقت دورة القاشطة = الوقت الثابت + الوقت المتغير

الوقت الثابت :- هو الوقت اللازم لكافة العمليات عدا النقل والعودة ويتراوح بين (1.5-2.5) دقيقة

الوقت المتغير = زمن النقل + زمن الرجوع

مثال/ ماهي إنتاجية قاشطة تستعمل في موقع طريق مسافة النقل 600م سعه الحوض 22 م³ معدل سرعه النقل 19 كم /ساعة سرعه الرجوع 40 كم/ساعة الوقت الثابت 2.3 دقيقة معامل التشغيل 0.83

الحل

زمن الدورة الإنتاجية = زمن النقل + زمن الرجوع + زمن ثابت

$$5.1 \text{ دقيقة} = 2.3 + \frac{60 \times 0.6}{40} + \frac{60 \times 0.6}{19} =$$

عدد الدورات = $\frac{60}{5.1} \times 0.83 = 9.8$ دورة (ملاحظة/ 9.8 لا يقرب لأنه /ساعة وسوف يتراكم لليوم بأكمله)

∴ الإنتاجية = $9.8 \times 22 = 215.6$ م³/ساعة

∴ الإنتاجية في اليوم = $8 \times 215.6 = 1724.8$ م³/يوم

H.W/ لتنفيذ طريق عام تم استخدام قاشطات لقلع ونقل تربة بكمية 16520 م³ الى الموقع المسافه بين موقع التحميل والتفريغ 1 كم على ان ينجز العمل في 4 أيام سعه حوض القاشطة مكس 20 م³ بانحدار (1:3) معدل سرعه النقل 25 كم/ساعة معدل سرعه الرجوع 35 كم/ساعة الوقت الثابت = 2.4 دقيقة ساعات العمل اليومية 8 ساعه كفاءة التشغيل 0.85

1- كم قاشطة نحتاج لانجاز العمل؟

2- كيف نزيد من إنتاجية العمل (تقليص مدة العمل) برهن ذلك حسابيا؟

ترسيخ وحدل التربة Soil stabilization and compaction

تعريف الترسيع:- جعل التربة راسخة وقوية وغير قابلة للحركة بأحد الوسائل الميكانيكية أو الفيزيائية أو الكيميائية

الصفات القابلة للتحسين

1- كثافة التربة

2- قابلية التحمل

طرق ترسيخ التربة

1- الطرق الميكانيكية

• الحدل

• الصدم

• الاهتزاز

• مشتركة

2- الطرق الكيميائية

• التثبيت باستخدام الجير

• التثبيت باستخدام الاسمنت

• التثبيت باستخدام الرماد المتطاير

3- استخدام الاستبدال او الإضافة

- مزج التربة وخلطها (الرمل النهري والغرين يجب استبداله)
- باستخدام الاعمدة الحجرية
- استخدام الحصى الخابط
- استخدام الجلود

الانتفاخ والانكماش

الانتفاخ بسبب تصدع التربة

$$S_w = \left(\frac{B}{L} - 1 \right) * 100$$

$$S_h = \left(1 - \frac{B}{C} \right) * 100$$

حيث

S_w : % الانتفاخ

S_h : % الانكماش

B : كثافة التربة قبل حفرها (كغم/م³)

L : كثافة التربة بعد حفرها

C : كثافة التربة بعد حدها

أنواع الترب

1- الجلود < 250 ملم

2- الحصى < 6 ملم

3- الرمل (6-0.05) ملم

4- الغرين > 0.05 ملم

5- الطين (0.002) ملم

6- المواد العضوية

يجب استبدالهما أو مزجهما مع ترب أخرى لأنها غير قابلة للحدل

يجب التخلص منها لأنها تسبب الانتفاخ والتحلل والتعفن ويجب قشطها ورميها الى الخارج

الفحوصات المختبرية الخاصة بفحص كثافة التربة

1- فحص بروكتر القياسي

2- فحص بروكتر المعدل

حدل التربة: استخدام المعدات والمكائن التي تزيد من كثافته التربة (ضغط + اهتزاز)

مواصفات حدل التربة

أ- تثبيت الطريقة فقط يثبت في المواصفه سمك كل طبقة المحتوى الرطوبي أنواع الحادلات عدد مرات المرور ... الخ)

- ب- تثبيت الطريقة والنتيجة النهائية
- ت- اقتراح طريقة مع تثبيت النتيجة النهائية
- ث- تثبيت النتيجة النهائية فقط

أنواع مكائن حدل التربة

1- الحادلات المدقية

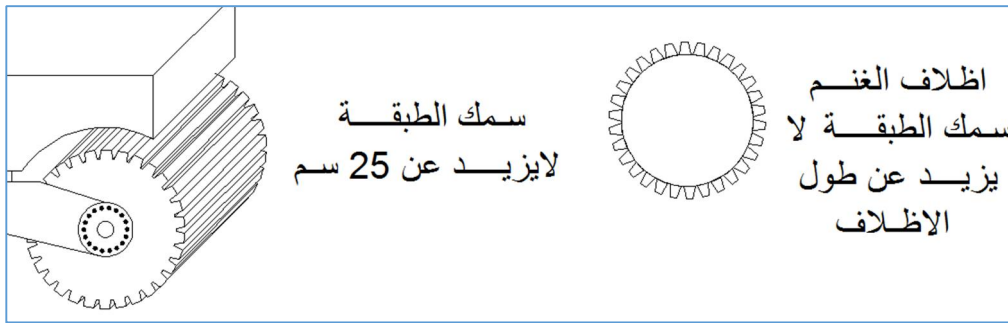
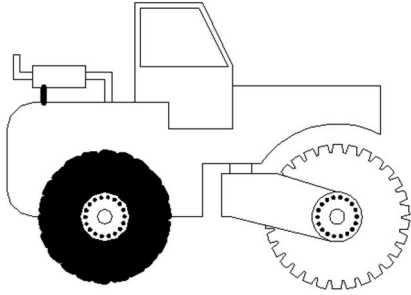
المواصفات الخاصة بالحدل

1- عدد مرات مرور الحادلة

2- إعادة مرور الحادلة لحين وصول القدم الى سمك معين

3- إعادة مرور الحادلة لحين الوصول الى كثافته معينه

الحادلة ملائمة لحدل التربة الطينية أو خليط الطين والرمل وغير صالحه للترب الحبيبية كالرمل والحصى



2- الحادلات ذات العجلات المستوية

تستخدم في حدل الترب الحبيبية وفي الطبقات النهائية في الطرق وكذلك الاسفلت لا تصلح لحدل الترب الطينية لانها تشكل قشرة في الأعلى تكون محدولة بينما اسفلها غير محدول (تمنع تغلغل الحدل الى الأسفل) يلتصق الطين بها لذلك تفتت التربة

3- الحادلات الرئوية الإطارات (الإطارات متغيرة الضغط)

تصلح لحدل جميع أنواع الترب والاسفلت يوضع في حوضها الماء او التراب لزيادة الوزن الاسفلت عادة يحدل بحادلة ملساء ثم الحادله رئوية الإطارات لان وزنها عالي في هذه الآلية نزيد الضغط باستمرار مع استمرار عملية الحدل

4- حادلات الرص الهزازة

معظم الحادلات حاليا هي حادلات مدقية هزازة أي مجهزة بجهاز هزاز مكائن خاصة تركيب على الحادلات لاعطائها صفه الاهتزاز والتأثير يكون كبير على الترب الحبيبية

طرق الحدل

أ- تأثير العجن

ب- الوزن الساكن

ت- الاهتزاز

ث- الصدم

H.W/ يراد اصعاد قاشطة على سطح ذو ميل (4%) فاذا كان وزن القاشطة 60 طن ومعامل الاحتكاك للطريق هو 40 كغم/طن قدرة القاشطة 180 حصان فهل بإمكانها ان تصعد المنحدر بسرعة 12 كم/ساعة واذا لم تستطع ماهي السرعة الممكنة للصعود؟

H.W/ احسب الكلفة الكلية لحفر بحيرة 100×100 م وعمق 1.2م في تربة طينية باستخدام بلدوزر علما ان الاتربة الناتجة من الحفر توضع على جوانب الحفر ابعاد نصل البلدوزر 1×3 م معامل انتفاخ التربة 25% سرعه الدفع 4 كم/ساعة وسرعه الرجوع 8 كم/ساعة والوقت الثابت 0.5 دقيقة وكلفه استئجار البلدوزر لليوم الواحد 300 الف دينار؟

محاضرة (9) في 2012/11/12

ثانيا الطرق الكيميائية

1- التثبيت باستخدام الجير CaO

يستخدم لتثبيت الترب ذات التدرج الحبيبي

المضافات الشائعة

أ- خليط الجير+اسمنت

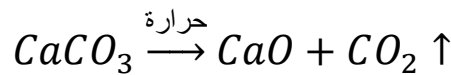
ب-خليط اسمنت + رماد متطاير

الكمية المضافه = 5-10% من وزن التربة

عند الإضافة الى التربة يحدث تفاعلين

• الاستبدال الأيوني

• عملية الترسيب



يستخدم في صناعه الاسمنت واستخدامات انشائية أخرى ويستخدم في تثبيت التربة



مضافات

من

سليكات

الكالسيوم

المائية

التربة

(مركب اسمنت)

طرق الإضافة

أ- الخلط في الموقع

ب- الخلط المسبق

ت- الخلط على شكل معجون

2- التثبيت بإضافة الاسمنت

يستخدم في اعمال الطرق والسدود الترابية

التربة المناسبة

الرملية

الطينية ← حد السيولة اقل من (45-50) معامل اللدونة اقل من 25

يساعد السمنت على تقليل حد السيولة وزيادة معامل اللدونة

AASHTO	Uniform classification	% Cement by Volum
A-2 and A-3	Gp ,Sp and Sw	6-10
A-4 and A-5	CL ML and MH	8-12
A-6 and A-7	CL and CH	10-14

أنواع التربة	المادة المثبتة
التربة الحبيبية والطين ذات اللدونة القليلة	اسمنت
التربة الكلسية الطينية	اسمنت
التربة الصوديومية الهيدروجينية والتي لها قابلية انتفاخ	الجير

طريقة اضافة الاسمنت

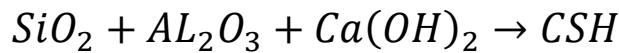
أ- الإضافة المباشرة + الحرث + رطوبة + حدل

ب- الخلط المسبق + فرش + حدل

ت- عملية استخدام معجون الاسمنت والماء للحقن بنسبة الخلط 5:0.5 اسمنت:ماء للترب الضعيفه وتحت أسس الأبنية بأسلوب التحشية (الحقن) الذي يسبب تقليل النفاذية وكذلك زيادة مقاومة التحمل

3- التثبيت باستخدام الرماد المتطاير Fly ash

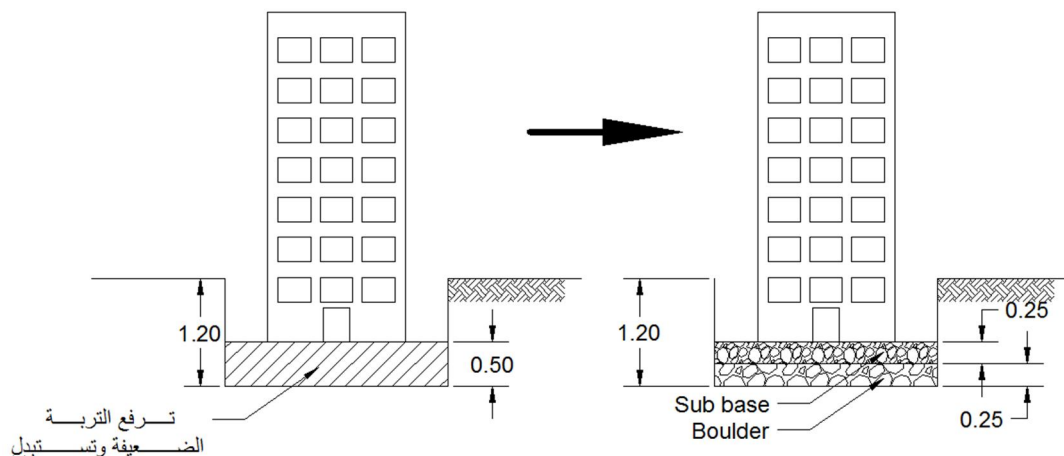
$SiO_2 + Al_2O_3$ اضافة الى اكاسيد أخرى مثل $(K_2O, MgO, Fe_2O_2, NO_2O)$ مادة بوزولانية تتفاعل مع الجير لتكوين مركب اسمنتي يساعد على تثبيت التربة وكذلك زيادة مقاومة تحملها وتقليل النفاذية



الخلطة المثالية تحتوي 10-35% رماد متطاير 10-20% جير يحدل المزيج من التربة مع نسبة ملائمة من الرطوبة

ثالثا/ استخدام الاستبدال والاضافة

أ- الاستبدال



ب-الإضافة الاعمدة الحجرية

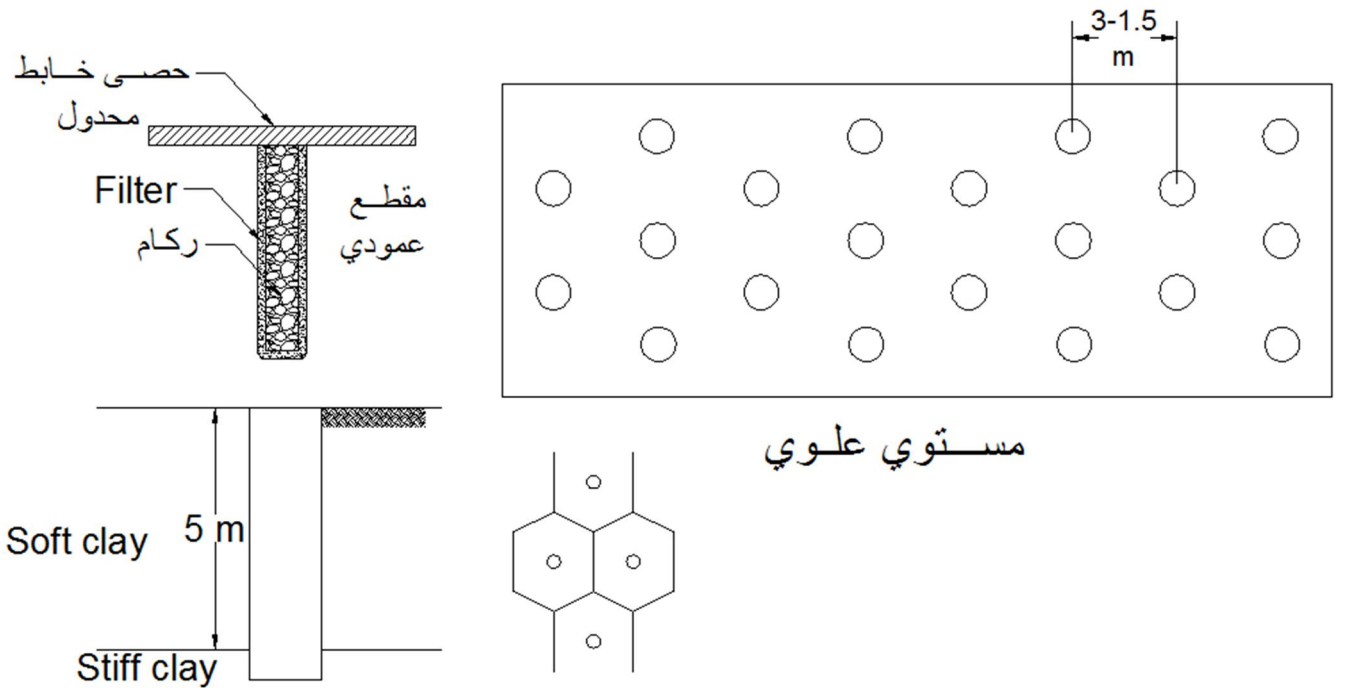
تستخدم لزيادة قابلية تحمل الأسس الضحلة المنشأة على طبقات طين ناعمة المواصفات

- حجر الركام يستخدم (6-40) ملم
- قطر الاعمدة (0.5-0.75) م
- التباعد بين الاعمدة (1.5-3) م

فائدتها

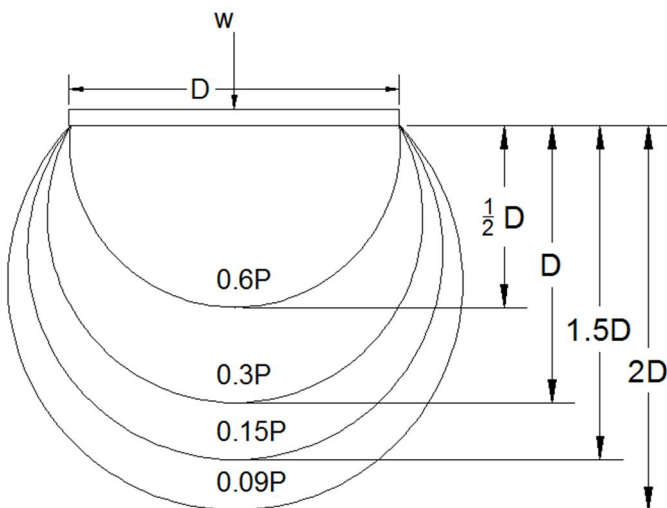
- تنقل الثقل الى طبقة ذات قابلية تحمل اعلى
- تقليل الانضمام في التربة الناعمة

يفضل ان يكون الركام أو الحجر متدرج حتى يحصل تداخل بين الحبيبات

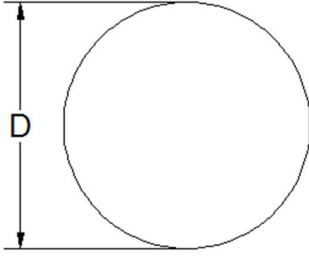


نضريه بصلة الضغط

في حالة استخدام حادله رئوية الإطارات وفي داخل الاطار ضغط مقداره (P) فإنه يتوزع في التربة على شكل بيضوي ويتم تحويله الى دائره مكافئه تسمى دائرة التماس الأرضي وقد وجد ان توزيع الضغط تحت الإطارات كما في الشكل حيث تستطيع تحديد عمق الطبقة المتأثرة وكم تستطيع الحادله ان تحدد من عمق في التربة



مساحة التماس الارضي = $\frac{\text{الحمولة المسلطة على الاطار}}{\text{ضغط التماس الارضي}}$

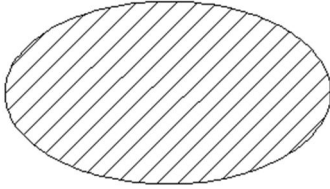


الدائرة المكافئة
(دائرة التماس الارضي)

$$A = \frac{W}{P}$$

$$\frac{\pi}{4} * D^2 = \frac{W}{P} \rightarrow D^2 = \frac{4W}{\pi P}$$

$$\therefore D = \sqrt{\frac{4W}{\pi P}}$$



D قطر الدائرة المكافئة

W الوزن المسلط (N)

P الضغط داخل الاطار (N/mm²) MPa

محاضرة رقم (10) في 2012/11/19

مثال اوجد إنتاجية القاشطة في الساعة واليوم باستخدام مخطط الأداء والمعلومات ادناه

سعه القاشطة 15 م³ وكثافة التربة الرخوة 1400 كغم/م³ وزن القاشطة وهي فارغه 33570 كغم الوقت الثابت 0.47 دقيقة معامل الوقت 50 دقيقة /ساعة معامل انتفاخ التربة 25% علماً ان القاشطة تسير وهي محمله مسافه 150 م على طريق مستقيم ذو مقاومة درجة قدرها 40 كغم/طن بعدها تصعد القاشطة منحدر بميل 4% وطول 250 م ومقاومة درجة قدرها 40 كغم/طن ثم تعود الى نقطة البداية وهي فارغة على طريق طوله 500 متر بمقاومة درجة قدرها 60 كغم/طن

الحل/

وزن القاشطة وهي فارغه = 33570 كغم

وزن التربة = الحجم × الكثافة

$$= 15 \times 1400 = 21000 \text{ كغم}$$

$$\text{الوزن الكلي} = 21000 + 33570 = 54570 \text{ كغم}$$

سرعه القاشطة من مخطط الأداء

محملة مسافه 150 متر ← 40 كم /ساعة الترس الرابع

محملة مسافه 250 متر ← 22 كم /ساعة الترس الخامس

فارغة مسافه 500 متر ← 48 كم /ساعة الترس الثامن

احتساب زمن الدورة الإنتاجية

$$\text{زمن الذهاب} = \frac{250}{\frac{1000}{60} * 22} + \frac{150}{\frac{1000}{60} * 40} = 0.907 \text{ دقيقة}$$

$$\text{زمن الرجوع} = \frac{500}{\frac{1000}{60} * 48} = 0.625 \text{ دقيقة}$$

الزمن الثابت = 0.47 دقيقة

∴ الزمن الكلي = 2 دقيقة

$$\text{عدد الدورات في الساعة} = \frac{50}{2} = 25 \text{ دورة}$$

$$\text{إنتاجية القاشطة في الساعة} = \frac{15}{1.25} * 25 = 300 \text{ م}^3/\text{ساعة}$$

$$\text{إنتاجية القاشطة في اليوم} = 8 * 300 = 2400 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

مثال/ تربة تزن 1826 كغم/م³ وهي في الطبيعة و 1474 كغم/م³ وهي رخوة وتزن 2018 كغم/م³ وهي محدولة في الموقع جد النسبة المئوية للانتفاخ والانكماش لهذه التربة

الحل/

$$S_w = \left(\frac{B}{L} - 1 \right) * 100\% = \left(\frac{1826}{1474} - 1 \right) * 100\% = 23.9\%$$

$$S_h = \left(1 - \frac{B}{C} \right) * 100\% = \left(1 - \frac{1826}{2018} \right) * 100\% = 9.5\%$$

مثال/ وضعت تربة في موقع الدفن بمعدل 100 م³/ساعة وكان وزنها 1200 كغم/م³ ماهو عدد الالترار من الماء الواجب اضافتها في الساعة لزيادة المحتوى الرطوبي للتربة من 4%-10%

الحل/

$$\text{نسبة الماء الفائض} = 10 - 4 = 6\%$$

$$\text{كمية التربة المدفونة في الساعة} = 1200 * 100 = 120000 \text{ كغم/ساعة}$$

$$\text{∴ كمية الالترار بالساعة} = 120000 * 0.06 = 7200 \text{ كغم/ساعة} = 7200 \text{ لتر/ساعة}$$

مثال/ يراد انشاء طريق للمرور السريع يمر في تربة صوديومية وهيدروجينية طينية اقترح طريقة لتثبيت هذه التربة واحسب كمية المواد المضافة اذا كانت نسبة الاضافة 10% حجمية من التربة علماً ان طول الطريق 2 كم وعرضه 8 متر وسمك الطبقة المحدولة 0.3 م ونسبة الانتفاخ للتربة هي 20%

الحل/

يفضل استخدام الجير لعملية التثبيت لان هذه التربة لها قابلية انتفاخ

نحسب الحجم الرخو لان في حال خلط التربة يحدث فيها فجوات

$$\text{∴ حجم التربة} = 2000 * 8 * 0.3 * 1.2 = 5760 \text{ م}^3$$

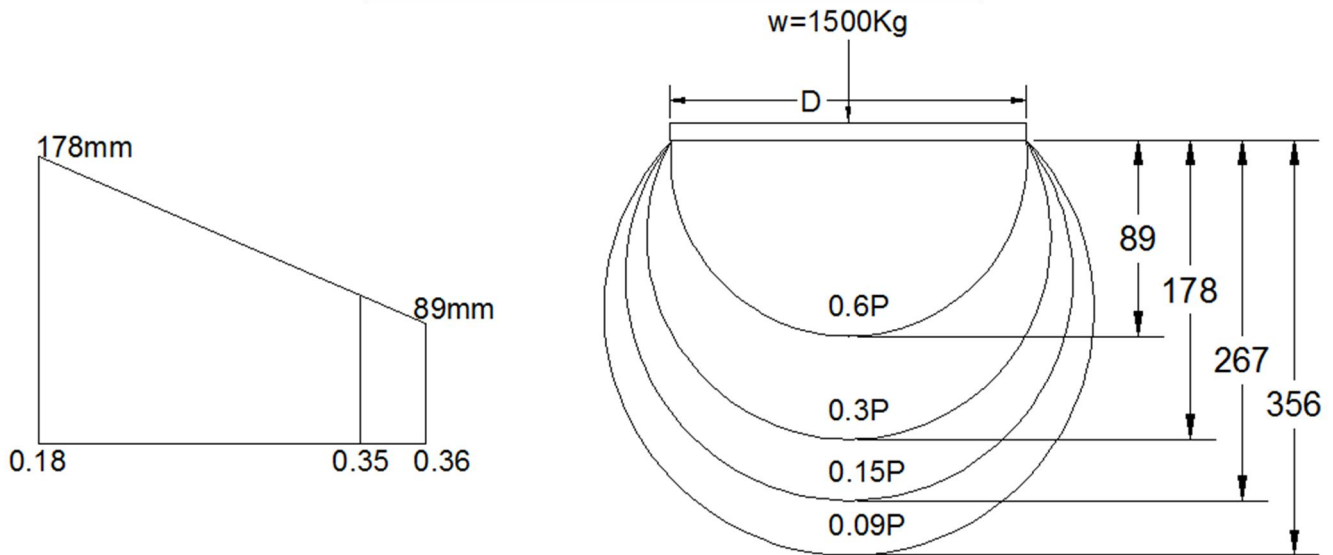
مثال/ استخدمت حادلة رئوية متعددة الإطارات من نوع (7.5*15-14Fly) وذات حمولة للإطار الواحد = 1500 كغم والضغط داخل الإطار 0.6 نت/ملم² في حدل تربة ما هو اكبر ارتفاع لطبقة التربة الواجب حدلها للحصول على ضغط نسبته في اسفل كل طبقة بما لا يقل عن 0.35 نت/ملم²

الحل

$$A = \frac{w}{P} = \frac{(1500 * 10)}{0.6} = 25000$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * 25000}{\pi}} = 178 \text{ mm}$$

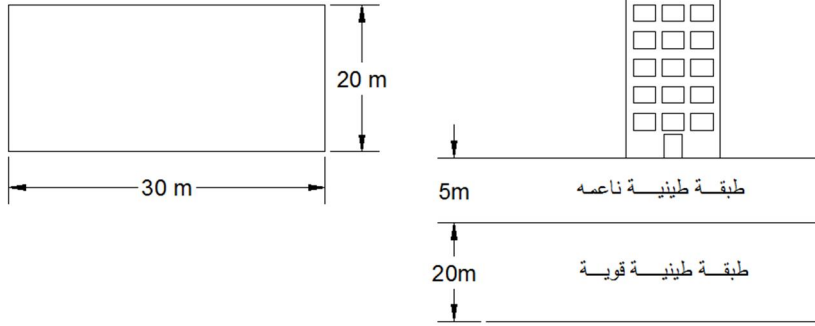
المسافة عن السطح	المعامل	ضغط التربة N/mm ²
0	1	0.6
89	0.6	0.36
178	0.3	0.18
267	0.15	0.09
356	0.09	0.054



$$\frac{y}{0.01} = \frac{89}{0.18} \rightarrow y = 4.94$$

$$\therefore \text{سمك الطبقة المحدولة} = 89 + 4.94 = 94 \text{ ملم}$$

مثال/ بناية متعددة الطوابق يراد انشائها على طبقة من التربة الطينية الناعمة والتي اسفلها طبقة من الطين القوي كما مبين في الشكل ادناه اقترح طريقة لتثبيت التربة مع حساب كمية المواد المطلوبة لهذه العملية اذا كانت ابعاد أسس هذه البناية هي (20×30)م



الحل/ يتم استخدام طريقة الاعمدة الحجرية لتثبيت التربة الطينية الناعمة ولعمق 5م باستخدام قطر عمود 0.5م والتباعد بين الاعمدة 2م ونضع فوق الاعمدة طبقة من الحصى الخابط المعدل بسمك لا يقل عن 25 سم عدد الاعمدة $1 + \frac{L}{S}$ ونجد الحجم وكمية المواد

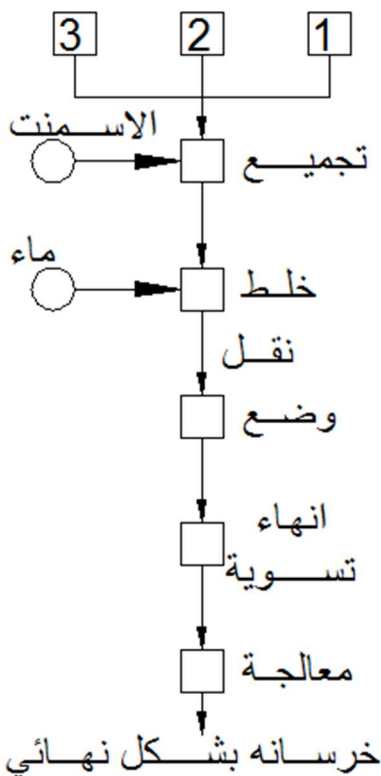
محاضرة (11) في 2012/11/21

معدات انتاج ونقل الخرسانة

اولاً الخرسانة الاسمنتية

تتكون الخرسانة الاسمنتية من (اسمنت +ركام +ماء) التي تخلط سوياً وتوضع في الوضع المطلوب وتترك لتتصلب

الركام



خطوات انتاج الخرسانة

1- تجميع المواد (Batching)

2- الخلط (Mixing)

3- المعاملة والنقل (Handling and Transportation)

4- الوضع (Placing)

5- الاكمال (Finishing)

6- المعالجة (Curing)

الركام الخشن

40 ملم

20ملم

15 ملم

الخلطات التصميمية

21MPa

ماء	حصى	رمل	اسمنت
185 لتر	1200 كغم	650 كغم	500 كغم

تجميع المواد

الاسمنت [مكيس (50 كغم) خلطات الموقع
فل (20 – 30) طن خلطات مركزية]

الركام بحجوم مختلفة حسب نوعية الخرسانة تستخدم الطريقة الوزنية او الحجمية للقياس
الطريقة الوزنية (دقيقة) تستخدم في معامل الخلط المركزي
الطريقة الحجمية (غير دقيقة) تستخدم في خلطات الموقع
خلطات الخرسانة

1- خلطات الانشاء

2- خلطات الشاحنة

إنتاجية الخلاطة م³/ساعة الحجم (م³) × عدد الدورات في الساعة

زمن دورة الخلاطة = زمن ملئ الخزان + زمن الخلط + زمن تفريغ + زمن ضائع

نسب الخلط حسب (ASTM) 1.3 دقيقة لكل 1 م³ خرسانة ويضاف 15 ثانية لكل 1 م³ إضافية من الخرسانة

معاملة ونقل الخرسانة

1- العربات اليدوية

2- العربات الآلية

3- القواديس (Skips or Boxes)

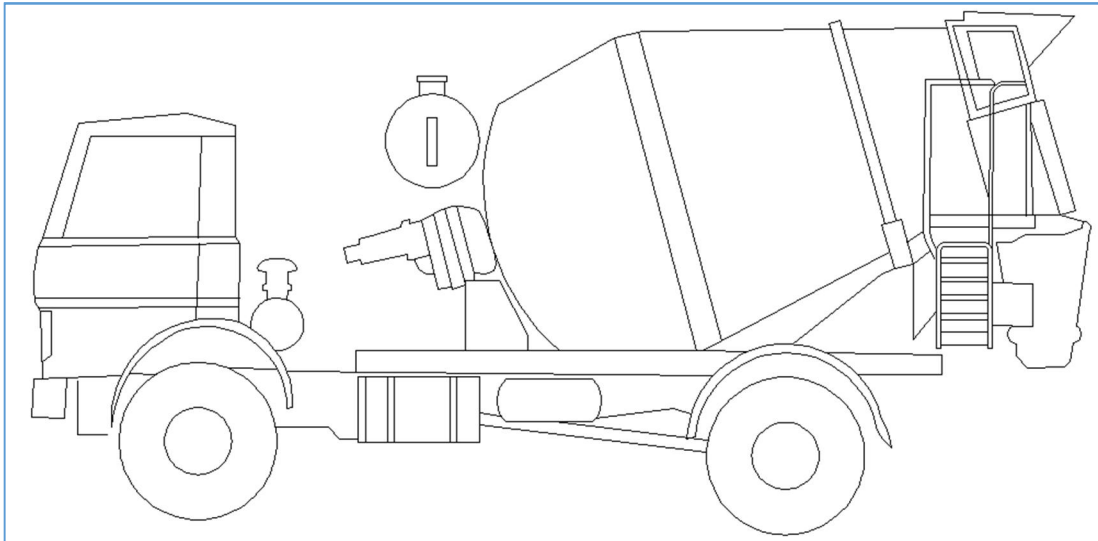
4- المنحدرات

5- الانابيب

6- الاحزمة الناقلة

7- الخلاطات الناقلة (6-10) م³

8- مضخات الخرسانة 15- 45 م³/ساعة 30-40 م ارتفاع



مثال/ اوجد كمية المواد المطلوبة لدفعه واحده من خلاطة انشاء حجم 0.452 م³ واوقات دورتها الانتاجية هي (زمن التحميل = 0.25 دقيقة زمن التفريغ = 0.25 دقيقة زمن الخلط = 1 دقيقة زمن ضائع = 0.1 دقيقة) الكميات المطلوبة لـ 1 م³ من الخرسانة

اسمنت	رمل	حصى	ماء
7.32 كيس	853 كغم	1095 كغم	195 لتر

الحل/

حجم الاسمنت = $7.32 \times 0.452 = 3.31$ كيس استخدم 3 كيس

∴ حجم الدفعه = $0.452 \times \frac{3}{3.31} = 0.41$ م³

∴ اسمنت = 3 كيس

الرمل = $853 \times 0.41 = 349.7$ كغم

الحصى = $1095 \times 0.41 = 449$ كغم

الماء = $193 \times 0.41 = 79.1$ لتر

زمن الدورة الانتاجية = $0.1 + 0.25 + 1 + 0.25 = 1.6$ دقيقة

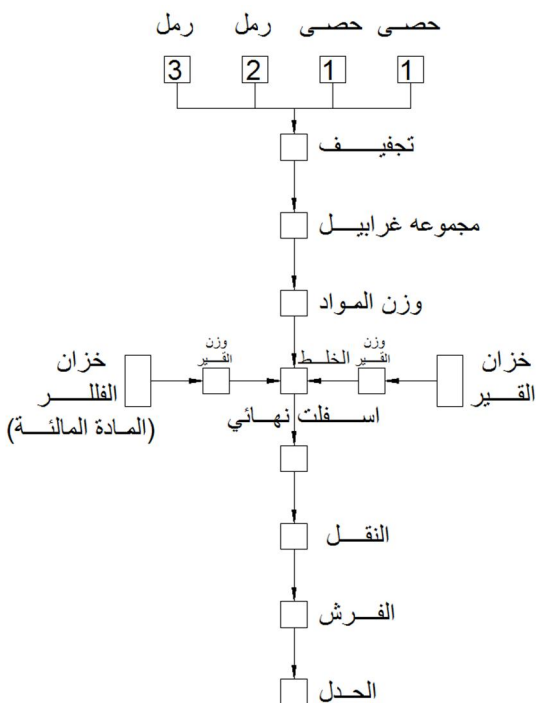
عدد الدفعات في الساعة = $\frac{50}{1.6} = 31.25$ دفعه

∴ الانتاجية = $31.25 \times 0.41 = 12.8125$ م³

∴ الانتاجية في اليوم = $8 \times 12.8125 = 102.5$ م³

الخرسانة الاسفلتية تتكون الخرسانة الاسفلتية من الركام والمواد المائنة والاسفلت التي تختلط سوية وفي درجة حرارة معينة تنقل الخرسانة الاسفلتية حارة الى الموقع ثم تفرش وتحدل

تشمل عملية انتاج الخرسانة الاسفلتية الفقرات التالية



- 1- تجميع المواد
- 2- تسخين المواد
- 3- تصنيف المواد وحسب المعادلة
- 4- وزن المواد
- 5- المزج
- 6- النقل
- 7- الفرش
- 8- الحدل

تتم عملية انتاج الخرسانة الاسفلتية في المراحل التالية

- 1- **مرحلة معامل الخلط** يتم تجميع المواد وخلطها بعد عملية التجفيف تتراوح انتاجية المعامل المتوقعة من 50-250 طن/ساعة وقد تكون ثابتة او متحركة
- 2- **مرحلة النقل** ينقل باستخدام شاحنات سعة (16-24) م³
- 3- **مرحلة الفرش** استخدام فارشات الاسفلت (c° 120) الانتاجية (30-50) م³/ساعة عرض الفرش متغير (2-8) م سمك الفرش متغير (5-20)سم
- 4- **مرحلة الحدل**

- أ- حادلات ملساء الدواليب (90c°)
- ب- حادلات رئوية الاطارات

مثال/ يراد صب اساس خرساني حصيري حجم 340 م³ باستخدام الاسلوبين التاليين ادرس امكانية استخدام اي منهما وكلفة انتاج 1 م³ من الخرسانة لكل اسلوب

أ- **الاسلوب الاول :-** شراء خرسانة من معمل الخلط المركزي يبعد 15 كم عن موقع المشروع ويتوفر فيه

1. خلاطة مركزية حجم 0.5 م³ وزمن دورتها 1.6 دقيقة ومعامل الوقت 45 دقيقة/ساعة ايجارها اليومي 500 الف دينار
2. خلاطات شاحنة سعة 5 م³ العدد المتوفر في المعمل 6 شاحنة سرعه النقل 40 كم/ساعة سرعة الرجوع 60 كم/ساعة الوقت الضائع 6 دقيقة ايجارها اليومي 200 الف دينار

3. مضخة خرسانة انتاجيتها 0.5 م³/دقيقة ايجارها اليومي 300 الف دينار

ب- الاسلوب الثاني

استخدام خلاطة انشاء موقعيه حجمها 0.2 م³ زمن دورتها 90 ثانية معامل الوقت 50 دقيقة/ساعة ساعات العمل اليومي 8 ساعات كلفة استئجارها مع العمل 400 الف دينار/يوم

الحل/

أ- **الاسلوب الاول**

$$a. \text{ انتاجية الخلاطة المركزية} = 0.5 * \frac{45}{1.6} * 8 = 112.5 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

$$\therefore \text{ المدة اللازمة للانجاز العمل} = \frac{\text{حجم كلي}}{\text{الانتاج}} = \frac{340}{112.5} = 3 \text{ يوم}$$

$$b. \text{ الزمن اللازم لتحميل الشاحنة} = \frac{5}{0.5} * 1.6 = 16 \text{ دقيقة}$$

$$\text{زمن دورة الشاحنة} = 16 + \frac{15}{60} + \frac{15}{60} + 6 = 59.5 \text{ دقيقة}$$

$$\therefore \text{ عدد الشاحنات المطلوبة} = \frac{\text{زمن دورة الشاحنة}}{\text{زمن تحميل الشاحنة}} = \frac{59.5}{16} = 3.72 \text{ شاحنة}$$

نستخدم 4 شاحنات خلال 3 يوم

$$\therefore \text{انتاجية الشاحنة} = \frac{45}{59.5} * 5 * 8 = 30.25 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

$$\therefore \text{انتاجية 4 شاحنات} = 30.25 * 4 = 121 \text{ م}^3$$

$$\text{اكبر انتاجية للمعمل} = 112.5 \text{ م}^3 \text{ o.k}$$

$$\text{c. انتاجية المضخة} = 0.5 * 60 * 8 = 240 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

$$\therefore \text{الكلفة الكلية} = [300 + (200 * 4) + 500] * 3 = 4800000 \text{ دينار}$$

$$\therefore \text{كلفة الـ 1 م}^3 = \frac{4800000}{340} = 14118 \text{ دينار}$$

ب-الاسلوب الثاني

$$\text{انتاجية الخلاطة} = 0.2 * \frac{50}{\frac{90}{60}} * 8 = 53.34 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

$$\therefore \text{مدة انجاز العمل} = \frac{340}{53.34} = 6.4 \cong 7 \text{ يوم}$$

$$\therefore \text{الكلفة الكلية} = 400000 * 7 = 2800000 \text{ دينار}$$

$$\therefore \text{كلفة 1 م}^3 = \frac{2800000}{340} = 8235 \text{ دينار}$$

\therefore الاسلوب الثاني افضل اقتصاديا

ملاحظة/ لتقليل زمن الانجاز يمكن استخدام خلاطة انشائية ثانية اذا كان الموقع يسمح بتواجد خلاطتين او استخدام شفتين من العمل صباحي ومساءلي

قوالب المنشآت الخرسانية Form for concrete structure

متطلبات القوالب

- 1- يوفر القالب القوة والمتانة الكافية لتحمل الضغط
- 2- تحمل الاحمال الاخرى المسلطة
- 3- الاحتفاظ بالشكل المطلوب
- تصميم المشروع من اجل قوالب اقتصادية
- الخطوات التي يمكن للمصمم اتباعها لتقليل كلفه القالب

- 1- تقليل عدد الاشكال غير المنتظمة
- 2- تصميم القالب بما يسمح باستخدام القوالب التجارية
- 3- استخدام الاساليب الاقتصادية (القوالب المنزلقة)
- 4- استخدام المفاصل الانشائية
- 5- عدم اللجوء الى القالب معقد التصميم
- 6- تسهيل مهمة نصب القالب

مواد القالب

- 1- الخشب بأنواعه
- 2- الحديد
- 3- الالمنيوم
- 4- الاسبست
- 5- البلاستيك
- 6- قوالب مركبه

القوالب هي اعمال وقتية لا تظهر في البناية ولكن يجب ان تكون آمنه لان الخسارة البشرية والاقتصادية مكلفه جداً

القوالب الخشبية تكون اقل كلفه اذا استخدمت بعدد قليل من المرات . القوالب الحديدية تكون اصرف اذا استخدمت بعدد كبير من المرات

الضغط الناتج من الخرسانة على القوالب

- 1- قوالب السقوف وزن الخرسانة
- 2- قوالب الاعمدة والجدران حسب (ACI)
- أ- الجدران

$$P_m = 7 + \frac{1414 * R}{18 * T + 32} \dots \dots \dots R < 2.1 \text{ m /hr}$$

$$P_m = 7 + \frac{2079 + 440 * R}{1.8 * T + 32} \dots \dots \dots R > 2.1 \text{ m/hr}$$

$$P_m = 7 + \frac{1414 * R}{1.8 T + 32}$$

حيث

P_m ضغط الخرسانة kN/m^2

R معدل سرعة املاء القالب m/hr

T درجة حرارة الخرسانة $^{\circ}C$

اعلى قيمة لـ P_m معادلة (1) $96 kN/m^2$

اعلى قيمة لـ P_m معادلة (2) $144 kN/m^2$

اعلى ضغط للخرسانة $H = 23.5$ حيث H ارتفاع الخرسانة

المعادلات التصميمية

من هذه المعادلات الثلاثة نختار اقل (l) غالبا ما تكون في $(Deflection \& Bending)$ لأنها تمثل الـ $(Critical)$

عند تصميم القوالب الخشبية:- يجب ان تستوفي القوالب أو اجزائها المتطلبات التالية

أ- عزم الانحناء $(Bending Stress)$

تستخدم المعادلات التالية لتدقيق كفاية المقطع

$$l_{bending} = 1.29 * h * \sqrt{\frac{f b}{w}}$$

حيث

l_b : طول المقطع بدون اسناد

h : سمك المقطع

f : اجهاد الانحناء kN/m^3 (معلوم)

b : عرض المطع (m)

w : الحمل المسلط (kN)

ب- اجهاد القص $Shear Stress$

$$l_{shear} = \frac{4 * \tau * b * h}{3w}$$

حيث

l_s : الطول غير المسند (m)

τ : اجهاد القص للخشب kN/m^2 (معلوم)

b : عرض المقطع (m)

h : ارتفاع المقطع (m)

w : الحمل المسلط على القالب

ث- انحراف القالب Deflection of form

$$l_{deflection} = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{E I D}{w}}$$

حيث

l_d الطول غير المسند

E معامل مرونة الخشب (kN/m^2) (معلوم)

I عزم القصور الذاتي للمقطع (m^4) (معلوم)

D اعلى انحراف مسموح به (mm)

w الحمل المسلط kN

يفضل استخدام اعلى انحراف مسموح به ($3mm$)

الحمل المأمون على الدعامات أو الاعمدة

$$k = 7120 \left(1 - \frac{g}{80b}\right) * b h$$

الاشارة (+) يعني ok مأمون

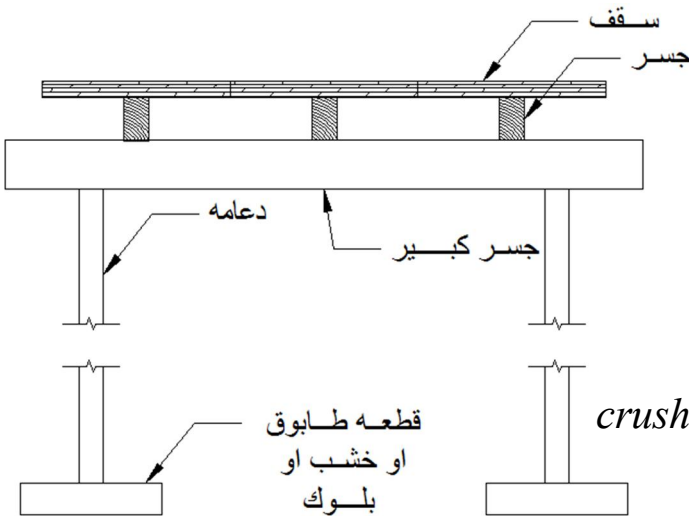
الاشارة (-) يعني ($not ok$) غير مأمون يحصل *Buckling*

where

k : (kN) اعلى حمل مأمون

g : (m) الطول غير المسند

b, h : (m) ابعاد المقطع



القوالب تتكون من

أ- خشب اللوح (السطح)

ب- خشب الروافد (صغير)

ت- خشب الروافد (كبير)

ث- الدعامات

لتدقيق *Crushing*

1- اذا كانت $\frac{P}{A} > f_c$ يعني مأمون من حدوث *crushing*

2- اذا كانت $\frac{P}{A} < f_c$ يعني حدوث *crushing*

تصميم القوالب الخشبية

اولا تصميم قوالب السقوف ذات العتبات والالواح المسطحة

الاحمال التصميمية

- 1- الاحمال الميتة (*Dead Load*) وزن الخرسانة المسلحة $24 \text{ (kN/m}^3\text{)}$
- 2- الاحمال الحية (*Live Load*) اوزان العمال والآليات التي تستخدم في الصب وأي احمال اخرى متحركة $(1.9 - 2.4) \text{ kN/m}^2$

محاضرة (18) في 2012/12/5

مثال/ صمم القالب الخشبي بجميع اجزائه للسقف المبين مقطعه في الشكل التالي اذا كانت الالواح والاختشاب المستخدمة في القالب كما يلي

- 1- خشب اللوح ذو المقطع $(100 \times 25 \text{ mm})$
- 2- خشب الروافد العرضية ذو المقطع $(100 \times 75 \text{ mm})$
- 3- خشب الروافد الطولية ذو المقطع $(200 \times 150 \text{ mm})$
- 4- خشب الدعامات ذو المقطع $(150 \times 150 \text{ mm})$

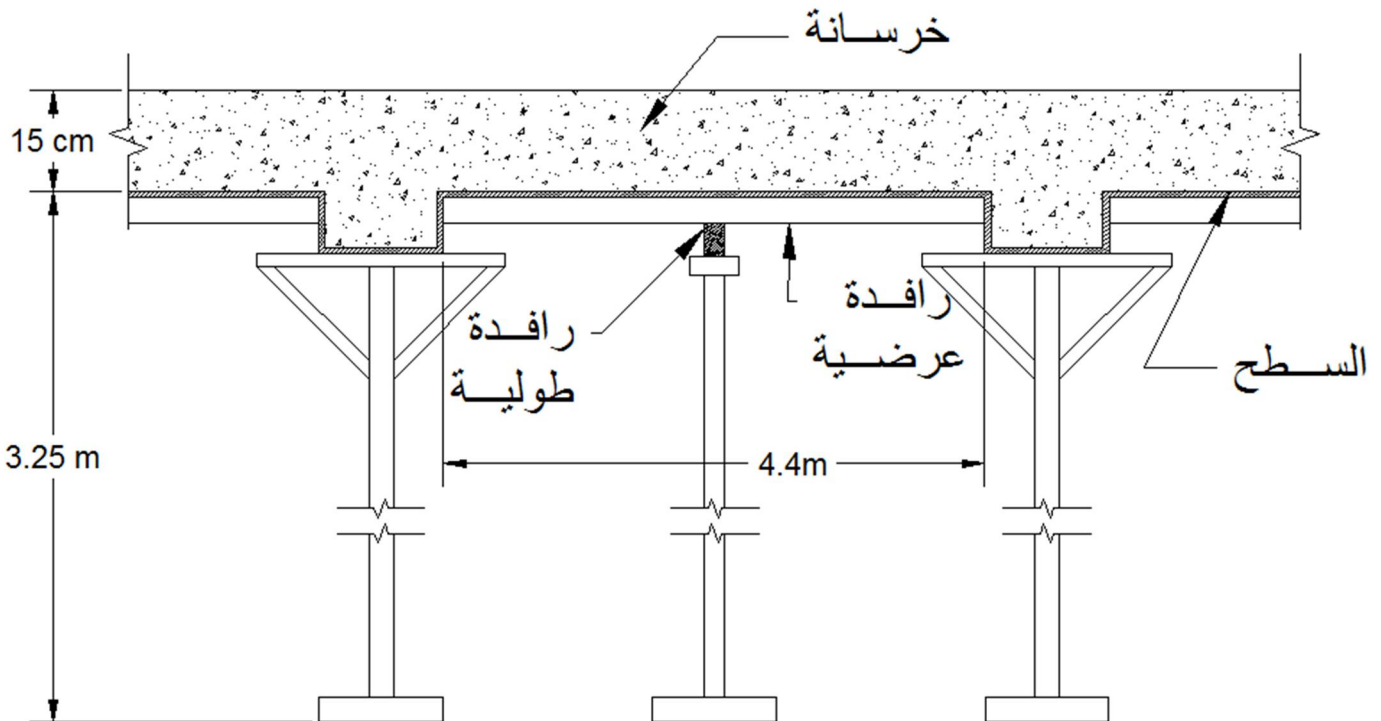
استخدم المعلومات التالية

اجهاد الانحناء الخارجي للخشب $= 12400 \text{ kN/m}^2$

اجهاد القص للخشب $= 1040 \text{ kN/m}^2$

اجهاد الضغط للخشب $= 3400 \text{ kN/m}^2$

معامل مرونة الخشب $= 1 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$



$$kN/m^2 \ 3.6 = 24 \times 0.15 = \text{الاحمال الميتة للخرسانة}$$

$$kN/m^2 \ 1.9 = \text{الاحمال الحية}$$

1- تصميم الغلاف (السطح) *sheeting* (نأخذ شريط من السطح بعرض 1 م)

$$l_b = 1.29 * 0.025 * \sqrt{\frac{12400 * 1}{5.5}} = 1.53 \text{ m}$$

$$l_s = \frac{4 * 1040 * 0.025 * 1}{3 * 5.5} = 6.3 \text{ m}$$

$$l_d = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{4 * 10^6 * 13 * 10^{-7} * 3}{5.5}} = 1.3 \text{ m}$$

∴ نختار 1.3 م

2- تصميم الروافد العرضية باستخدام الرافدة (100*75 mm)

$$w = 5.5 * 1.3 = 7.15 \frac{kN}{m^2}$$

$$l_b = 1.29 * 0.1 * \sqrt{\frac{12400 * 0.075}{7.15}} = 1.47 \text{ m}$$

$$l_s = \frac{4 * 1040 * 0.075 * 0.10}{3 * 7.15} = 1.45 \text{ m}$$

$$l_d = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{4 * 10^6 * 625 * 10^{-7} * 3}{7.15}} = 1.85 \text{ m}$$

∴ نختار 1.45 م

∴ نستخدم ثلاث صفوف من الروافد العرضية وذلك لانه (2*1.45) اقل من 4.4 م

3- تصميم الروافد الطولية باستخدام الرافدة (200*150)

الحمل الكلي على الروافد الطولية

$$w = 5.5 * 1.3 * 1.45 = 10.37 \text{ kN}$$

$$\frac{\text{الحمل}}{\text{الاجهاد}} = \frac{\text{الحمل}}{\text{المساحة}} \leftarrow \frac{\text{الحمل}}{\text{المساحة}}$$

$$\frac{10.37}{3400} = 0.00305 \text{ m}^2$$

$$0.00305 < 0.03 \text{ م}^2 \text{ } 0.03 = 0.2 * 0.15 = \text{مساحه المقطع المتوفرة}$$

الحمل الطولي على الرافدة الطولية

$$w = 5.5 * 1.45 = 7.98 \frac{kN}{m}$$

$$l_b = 1.29 * 0.2 * \sqrt{\frac{12400 * 0.15}{7.98}} = 3.93 \text{ m}$$

$$l_s = \frac{4 * 1040 * 0.2 * 0.15}{3 * 7.98} = 5.213 \text{ m}$$

$$l_d = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{11 * 10^6 * 0.15 * 0.2^3 * 3}{12 * 7.98}} = 3.61 \text{ m}$$

∴ نختار 3.61 م

الروافد الطولية تثبت على دعامة خشبية

الوزن الكلي على الدعامة = $1.45 * 3.61 * 5.5 = 28.8 \text{ kN}$

4- تصميم الدعامات باستخدام الخشب (150*150)

• ندقق كفاية مساحة المقطع المتوفر لتحمل الضغط المسلط

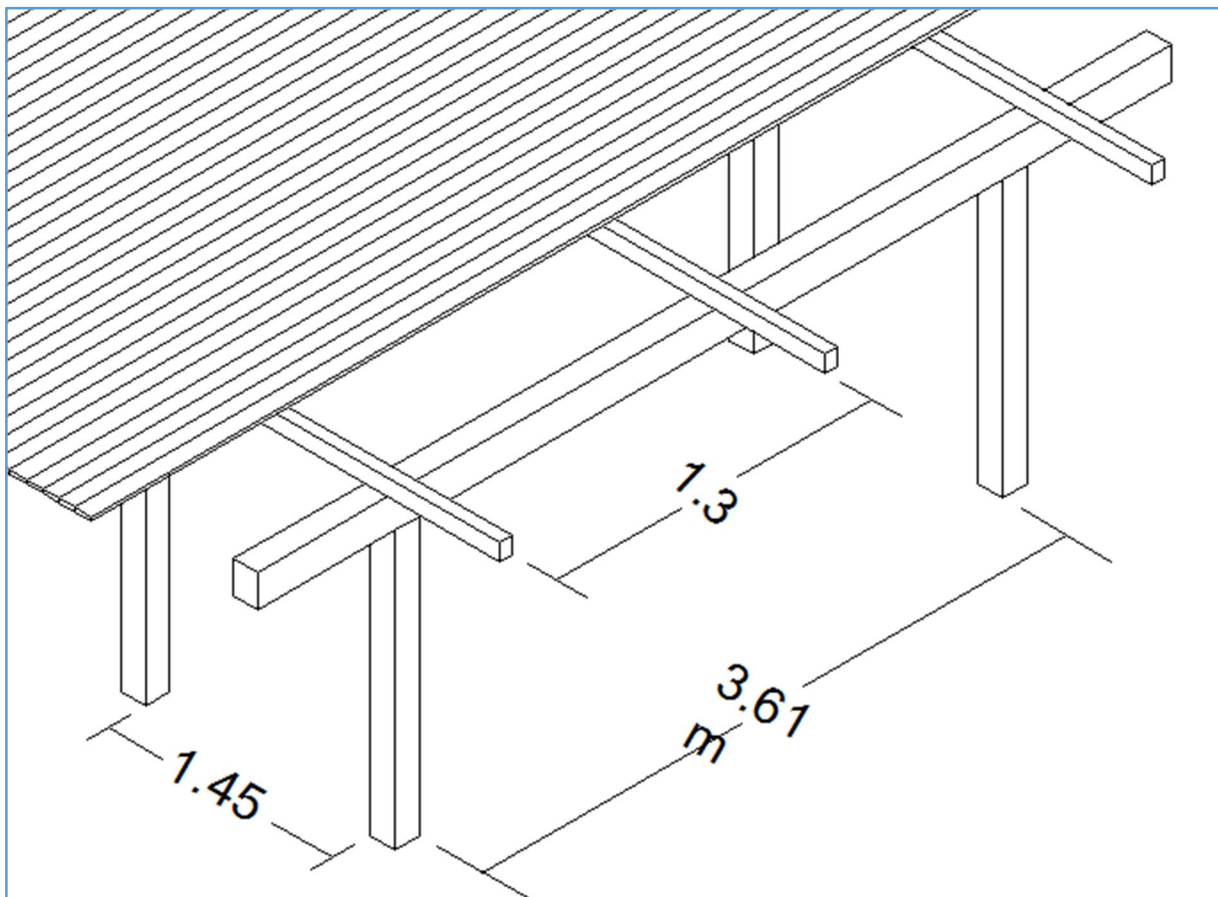
$$\text{مساحة المقطع اللازم لمقاومة الانضغاط} = \frac{28.8}{3400} = 0.00847 \text{ م}^2$$

$$\text{المساحة المتوفرة} = 0.15 * 0.15 = 0.0225 \text{ م}^2 \text{ o.k.}$$

• ندقق قابلية التحمل بدون اسناد جانبي

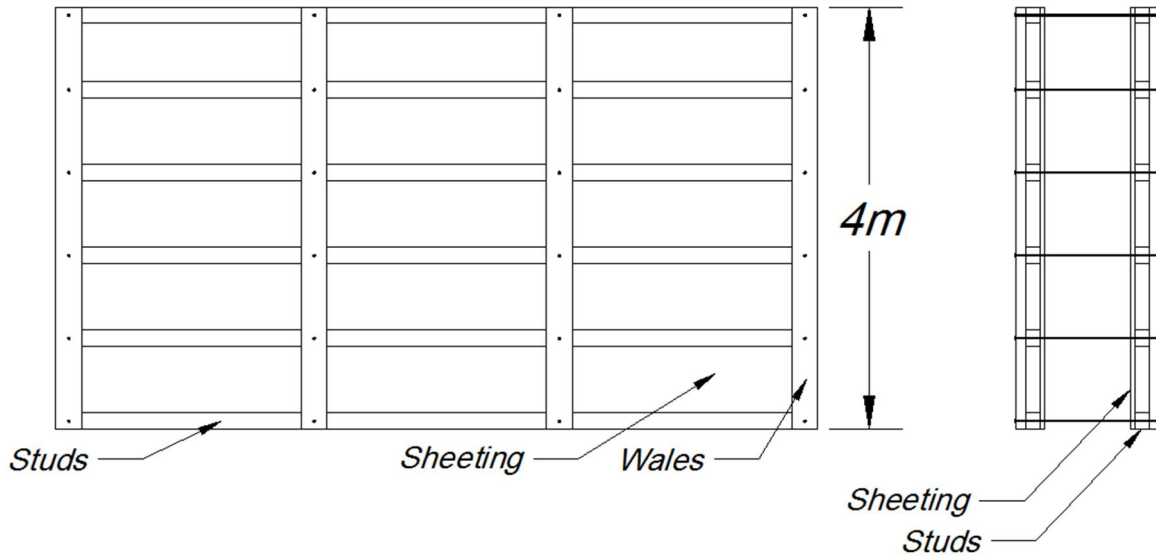
$$k = 7120 \left(1 - \frac{g}{80 * b}\right) * b * h$$

$$k = 7120 \left(1 - \frac{3.25}{80 * 0.15}\right) * 0.15 * 0.15 = +116.8 \text{ kN} \therefore \text{o.k.}$$



مثال / جدار من الخرسانة بطول 60 م وبسمك 0.4 م وارتفاع 4 م المطلوب حساب قابلية تحمل الرباطات (Tie Bar) الواجب استخدامها في تنفيذ القالب اذا توفرت لديك المعلومات التالية

- 1- خشب اللوح المستخدم $sheeting (100*25 \text{ mm})$
- 2- المساند الافقية $Studs (100*50\text{mm})$
- 3- المساند العمودية $Wales (100*100\text{mm})$
- 4- اجهاد الانحناء المسموح به 12400 kN/m^2
- 5- اجهاد القص للخشب 100 kN/m^2
- 6- معامل مرونة الخشب $11*10^6 \text{ kN/m}$
- 7- الضغط العمودي على الالياف 4000 kN/m^2
- 8- الهطول المسموح به 3mm
- 9- اجهاد الخضوع للحديد 425MPa
- 10- اهمل تأثير الرياح
- 11- الضغط المسلط من الخرسانة $25=P_m \text{ kN/m}^2$



/الحل

1- Sheeting

ناخذ شريط بعرض 1 م $w=25*1=25 \text{ kN/m}$

$$l_b = 1.29 * 0.025 * \sqrt{\frac{12400 * 1}{25}} = 0.72\text{m}$$

$$l_s = \frac{4 * 1000 * 1 * 0.025}{3 * 25} = 1.33\text{m}$$

$$l_d = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{11 * 10^6 * 1 * 0.025^3 * 3}{12 * 25}} = 0.9 \text{ m}$$

$$l = 0.72\text{m}$$

2- Studs

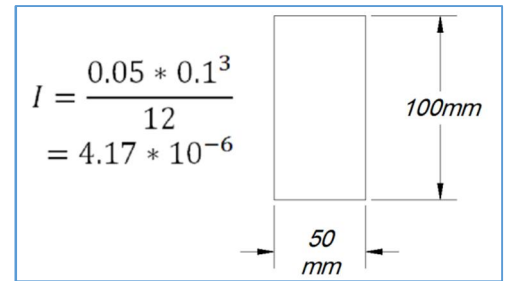
$$w = 25 * 0.72 = 18 \text{ kN/m}$$

$$l_b = 1.29 * 0.1 * \sqrt{\frac{12400 * 0.05}{18}} = 3.39 \text{ m}$$

$$l_s = \frac{4 * 1000 * 0.05 * 0.1}{3 * 18} = 0.37 \text{ m}$$

$$l_d = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{11 * 10^6 * 4.17 * 10^{-6} * 3}{18}} = 1.33 \text{ m}$$

$$l = 0.37 \text{ m}$$



3- wales

$$w = 0.37 * 25 = 9.25 \text{ kN/m}$$

$$l_b = 1.29 * 0.1 * \sqrt{\frac{12400 * 0.1}{9.25}} = 1.49 \text{ m}$$

$$l_s = \frac{4 * 1000 * 0.1 * 0.1}{3 * 9.25} = 1.44 \text{ m}$$

$$l_d = 0.8 * \sqrt[4]{\frac{11 * 10^6 * 0.1 * 0.1^3 * 3}{12 * 9.25}} = 1.87 \text{ m}$$

$$l = 1.44$$

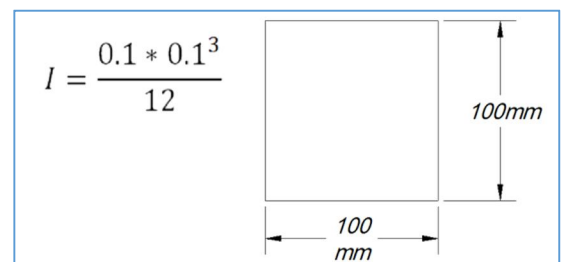
$$\text{No. of spacing} = \frac{4}{1.44} = 2.78 \cong 3$$

$$\text{Total} = 3 + 1 = 4 \text{ Tie bar}$$

$$\text{Load on tie bar} = 25 * 0.37 * 1.44 = 13.3 \text{ kN}$$

$$\delta = \frac{P}{A} = \frac{13.3 * 1000}{\frac{\pi}{4} * 10^2} = 169 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \therefore o.k < 425 \text{ MPa}$$

Tie bar diameter (6, 8, 10, 12 mmetc)



مثال/ جدار من الخرسانة المسلحة لسرداب بناية طوله (60 m) وبسمك 0.3m وارتفاعه (4m) يراد صبه باستخدام فريق عمل مع خلطه للخرسانة حيث ان انتاجية الفريق مع الخلطة للدورة الواحدة والتي تستغرق 15 دقيقة هي 12 م³ من الخرسانة. اذا علمت بأن درجة حرارة الخرسانة المتوقعة اثناء الصب (30 °C). أوجد مقدار الضغط الجانبي الذي تسطه الخرسانة الطرية على قالب الجدار والذي يؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم القالب

الحل/

1- الطريقة الاولى

$$\text{حجم الخرسانة المطلوب املائها} = 0.3 * 4 * 60 = 72 \text{ م}^3$$

$$\text{انتاجية الخلطة} = \frac{60}{15} = 4 \text{ خلطات}$$

$$\text{حجم الخلطات} = 12 * 4 = 48 \text{ م}^3/\text{ساعة}$$

$$R = \frac{\text{الانتاجية}}{\text{المساحة}} = \frac{48}{0.3 * 60} = 2.667 \text{ م}^3/\text{ساعة}$$

2- الطريقة الثانية

$$\text{عدد الدورات اللازمة لصب القالب} = \frac{72}{12} = 6 \text{ دورات}$$

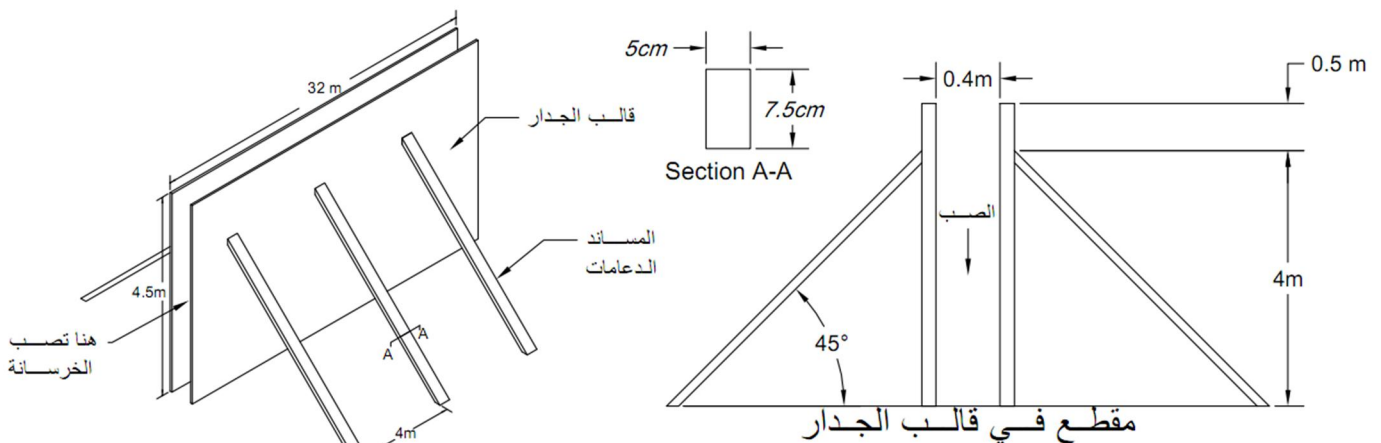
$$\text{زمن الدورة الواحدة} = 15 \text{ دقيقة}$$

$$\therefore \text{زمن الصب} = \frac{90}{60} = 1.5 \text{ ساعة}$$

$$\text{Rate of filling} = \frac{h}{t} = \frac{4}{1.5} = 2.667 \text{ m/hr}$$

$$P_m = 7 + \frac{2079 + 440 * 2.667}{1.8 * 30 + 32} = 44.82 \text{ kN/m}^2$$

H.W / قالب خشبي للجدار المبين في الشكل ادناه بطول 32 m وارتفاع 4.5 m وسمك (0.4 m) تم اسناده بمساند جانبية من الخشب بمقطع (5*75 cm) وبمسافه (4 m) بين مسند واخر. المطلوب بيان اذا كانت قوة تحمل المسند كافية لإسناد القالب أم لا وفي حالة عدم كفايتها بين الاجراءات الواجب اتخاذها لجعلها صالحة للاستعمال وبشرط عدم تغيير المقطع للمسند والمسافة بين مسند وآخر وزاوية ميل المسند اذا علمت أن القالب يتعرض الى قوة جانبية قدرها (1 kN/m²) وأن قابلية خشب المسند لتحمل ضغط موازي للألياف (12600 kN/m²)



دالو وارسي
حامد سر سريا

دالو وارسي
حامد سر سريا

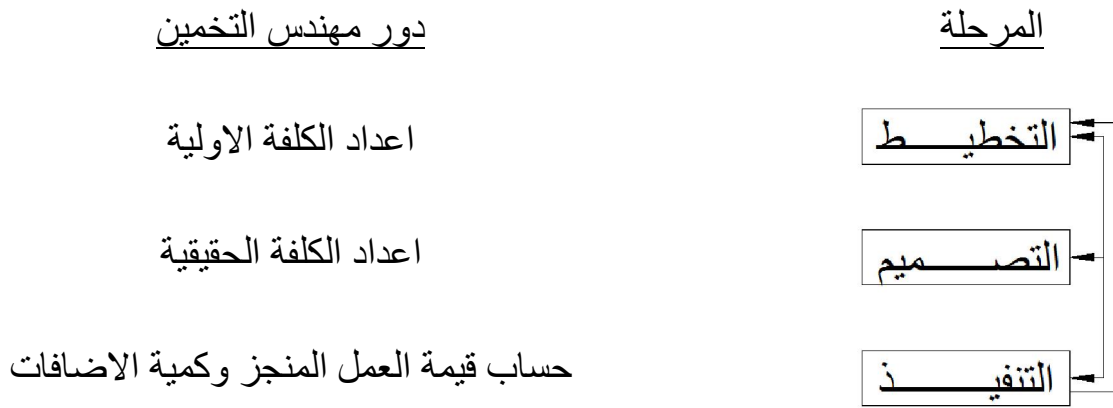
الصناعة الانشائية Construction Industry

الانشاء Construction :- خدمات صناعية يتم فيها تحويل المخططات والواجهات المعدة من قبل المهندسين الى مشروع متكامل

يشمل تنفيذ اي مشروع انجاز وعمل العديد من الفقرات وكذلك مجموعة كبيرة من العلاقات المعقدة والمتعددة مع اصحاب المشروع والمهندسين المدنيين والمعماريين والمقاولين واصحاب المعامل ومجهزي المواد والمكائن وكذلك بعض العلاقات مع المؤسسات الحكومية والعمال وغيرهم.

مراحل انجاز المشاريع الهندسية:

- 1- مرحلة التخطيط Planning
- 2- مرحلة التصميم Design
- 3- مرحلة الانشاء الفعلي Construction



التخمين Estimation

تقدير حساب كميات [حجوم ، مساحات ، اطوال ، جملة الخ] المواد اللازمة للمشاريع الهندسية وما تقتضيه من اسعار أو تقدي الاسعار المختلفة في هذه المشاريع والمدة اللازمة لإنشائها وإيجاد الكلفة النهائية

اهم فوائد التخمين

- 1- حساب الكلفة المتوقعة للمنشأ والتي تكون الاسس لاعداد مستندات المقاوله
- 2- حساب قيمة العمل المنجز
- 3- حساب قيمة الاعمال الاضافية
- 4- اعداد تقارير الكلفة

اقسام التخمين

- 1- التخمين التقريبي Approximate Estimation
- 2- التخمين التفصيلي Detailed Estimation

أ- التخمين التقريبي :- يتم اعداد الكلفة التخمينية للمنشأ وذلك قبل البدء بوضع التصاميم النهائية ومع المواصفات وفق الشروط المتاحة بالمقاولات والغرض منه

أ- التعرف على كلفة المنشأ وبصورة سريعة

ب- اجراء المقارنة بين عدة بدائل

ت- التحقق من كلفة المنشأ المخمن بالطريقة التفصيلية

الطرق المستخدمة في التخمين التقريبي

1- طريقة مساحة البناء *Floor-Area method*

تستخدم هذه الطريقة لتخمين الكلفة التقديرية لأنواع عديدة من الابنية مثل (المكاتب ، المدارس ، الابنية السكنية ، المستشفيات الخ) وتعتبر مثالية عند استخدامها لحساب كلفة لبناية جديدة اعتمادا على نتائج استحصلت من بناية تم تنفيذها

الابنية المتعددة الطوابق هنالك فرضيتان لتقدير الكلفة

أ- تعتبر الطوابق ومن ضمنها السطح والسرداب ذات كلف متساوية للمتر المربع الواحد

ب- تعتبر السرداب والسطح ذات كلف مختلفة للمتر المربع الواحد

مثال/ يتم تنفيذ بناية بأبعاد 35×20 م وتتكون من سرداب ، ارضي ، أول ، ثاني ، سطح لو كانت كلفة البناية 1.89 مليار دينار عراقي اوجد الكلفة التقديرية لـ 1 م^2 على اساس الطريقتين التاليتين

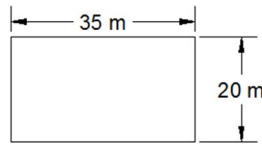
سطح

ثاني

اول

ارضي

سرداب



أ- الطوابق الثلاثة و السرداب والسطح ذات

كلفة واحدة لـ 1 م^2

ب- كلفة السرداب لـ 1 م^2 تؤلف 60% من كلفة

باقي الطوابق

كلفة 1 م^2 للسطح تؤلف 40% من كلفة باقي

الطوابق

الحل/

الفرضية الاولى

$$\text{مساحة السرداب} = 35 \times 20 = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة الارضي} = 35 \times 20 = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة الاول} = 35 \times 20 = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة الثاني} = 35 \times 20 = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة السطح} = 35 \times 20 = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{المجموع} = 3500 \text{ م}^2$$

$$\text{الكلفة لـ } 1 \text{ م}^2 = \frac{1.89 \times 10^9}{3500} = 540000 \text{ دينار}$$

الفرضية الثانية

$$\text{مساحة السرداب} = 0.6 \times 700 = 420$$

$$\text{مساحة الطابق الارضي} = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة الطابق الاول} = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة الطابق الثاني} = 700 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة السطح} = 0.4 \times 700 = 280$$

$$\text{المجموع} = 2800$$

$$\text{الكلفة لـ } 1 \text{ م}^2 = \frac{1.89 \times 10^9}{2800} = 675000 \text{ دينار}$$

2- طريقة حجم البناء Cubic meter

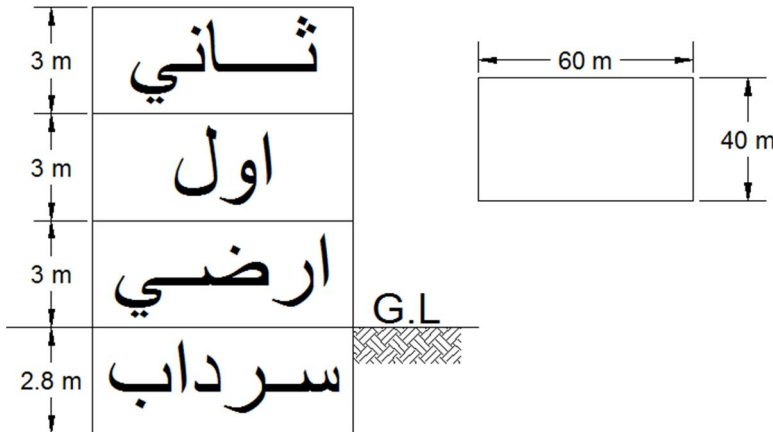
اكثر دقة ن طريقة مساحة البناء كونها تأخذ بنظر الاعتبار البعد الثالث (الارتفاع) يتم العمل بهذه الطريقة بعد حساب حجم البناء لكل طابق وتقدير كلفة 1 م³ استناداً على كلفة بناية تم تشيدها
مثال/ تم تنفيذ بناية بأبعاد (60 × 40) م وتتكون من سرداب ، ارضي ، أول ، ثاني ارتفاع الطوابق كان 2.8 م للسرداب و 3 م لبقية الطوابق. الكلفة الكلية للبناء 22.5 مليار دينار المطلوب حساب كلفة 1 م³ باستخدام الفرضيتين

أ- كلفة 1 م³ لجميع الطوابق متساوية
ب- كلفة 1 م³ للسرداب تقدر 60% من بقية الطوابق

$$\text{ج}_1 = 794491 \text{ دينار}$$

$$\text{ج}_2 = 877809 \text{ دينار}$$

الحل/



$$\text{أ- حجم السرداب} = 2.8 \times 60 \times 40 = 6720 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الارضي + الاول + الثاني} = (3 \times 60 \times 40) \times 3 = 21600$$

$$\text{المجموع} = 28320 \text{ م}^3$$

$$\text{كلفة } 1 \text{ م}^3 = \frac{22.5 \times 10^9}{28320} = 794491 \text{ دينار/م}^3$$

$$\text{ب- حجم السرداب} = 6720 \times 0.6 = 4032 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الارضي + الاول + الثاني} = (3 \times 60 \times 40) \times 3 = 21600$$

$$\text{المجموع} = 25632 \text{ م}^3$$

$$\text{كلفة } 1 \text{ م}^3 = \frac{22.5 \times 10^9}{25632} = 877808.9 \text{ دينار/م}^3$$

$$\text{كلفة } 1 \text{ م}^3 \text{ سرداب} = 877808.9 \times 2.8 \times 0.6 = 526685.4 \text{ دينار}$$

3- طريقة الكميات التقريبية *Approximate Quantities*

تفرض هذه الطريقة على حساب كميات تقريبية لفقرات عناصر البناء مثل (فقرة الاساس ، فقرة الهياكل والسقوف والابواب والشبابيك والانهاآت ، التطبيق التسطيح، الكهربائيات ، الصحيات) وتسعر كل فقرة للوصول الى كلفة المشروع الكلية .

ب- التخمين التفصيلي *Detailed Estimation*

يتم اعداد التخمينات التفصيلية للمنشأ بعد تقسيمه الى فقرات وتخمين كل فقرة بعد تحليل كلفتها الى كلفة المواد والعمل والمصاريف الادارية والارباح

التعديلات على الاسعار السابقة لغرض التخمين التقريبي يجب اخذ النقاط التالية بنظر الاعتبار

- 1- مستوى المواصفات الفنية والانهاء في المشروع السابق والمشروع الحالي
- 2- التاريخ الذي وردت فيه اسعار المشروع السابق وتاريخ تنفيذ المشروع الحالي
- 3- موقع المشروع السابق والحالي
- 4- الشروط العامة والخاصة للمشروع السابق والحالي
- 5- تركيب البناء وخاصة الهيكل الانشائي
- 6- شكل البناية وارتفاعها

تعديل عامل الوقت

يعتبر دائما موجب لانه زيادة بسبب التضخم ويتم حسابه من المعادلة التالية:-

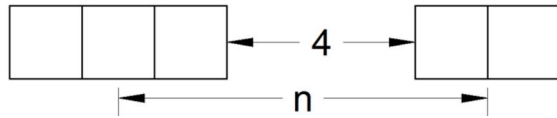
$$F = (1 + i)^n - 1$$

حيث

i : نسبة الزيادة في التضخم

n : الفارق الزمني بين المشروع السابق والحالي

F : عامل الوقت

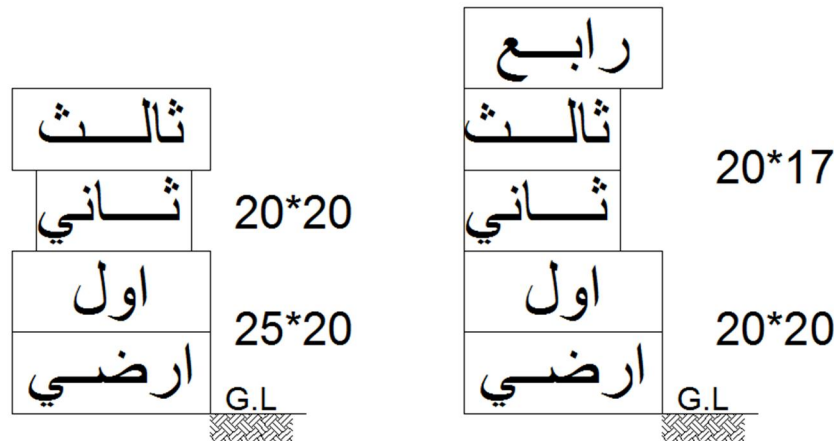


مثال/احسب الكلفة التخمينية التقريبية وبطريقة المساحة لبناية مقترح تشيدها وتتكون من طابق ارضي واول وثالث بأبعاد (25×20) وطابق ثاني بأبعاد (20×20) م تشيد في منطقة غير مزدحمة وبمواصفات جيدة جداً وليس من المحتمل اعطاء تسهيلات الى المقاول ومن المقترح المباشرة في تشيدها في بداية عام 2010 وعلى ان يتم انجازها في منتصف 2011 قدرت كلفة المتر المربع الواحد من الطابق الثالث 90% من كلفة الطابق الارضي ولغرض حساب الكلفة التخمينية نقوم بأخذ بناية قديمة مؤلفة من طابق ارضي وأربع طوابق اخرى وكانت ابعاد الطابق الثاني والثالث هي (20×17)م وبقية الطوابق (20×20) م شيدت في منطقة مزدحمة بوشر بتنفيذها في بداية عام 2005 وانجزت في نهاية عام 2007 واعطيت في حينها تسهيلات تعاقبية للمقاول بمواصفات جيدة بلغت كلفة 500 مليون دينار وكانت كلفة المتر المربع الواحد للطابق الارضي 1.2% من كلفة المتر المربع الواحد للطوابق الاخرى وكلفة السطح 0.3 من كلفة بقية الطوابق

علماً ان معدل ارتفاع الاسعار سنوياً 4% وأن فرق الاسعار هو كما يأتي في حالة كلا البنائيتين

- 1- المواصفات الجيدة و الجيدة جدا هو 10%
- 2- اعطاء تسهيلات تعاقدية للمقاول 5%
- 3- منطقة مزدحمة وغير مزدحمة 12%

الحل/



البنائية القديمة البنائية الجديدة

اولاً// البنائية القديمة

$$\text{مساحة الطابق الارضى} = 1.2 \times 20 \times 20 = 480 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة (ط}_1\text{+ط}_4\text{)} = 2 \times 20 \times 20 = 800 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة (ط}_2\text{+ط}_3\text{)} = 2 \times 20 \times 17 = 680 \text{ م}^2$$

$$\text{مساحة السطح} = 0.3 \times 20 \times 20 = 120 \text{ م}^2$$

$$\text{المساحة الكلية} = 2080 \text{ م}^2$$

$$\text{كلفة 1م} = \frac{500 \times 10^6}{2080} = 240385 \text{ دينار} \cong 241 \text{ الف دينار}$$

$$\text{كلفة السطح} = 240385 \times 0.3 = 72116 \text{ دينار} \cong 73 \text{ الف دينار}$$

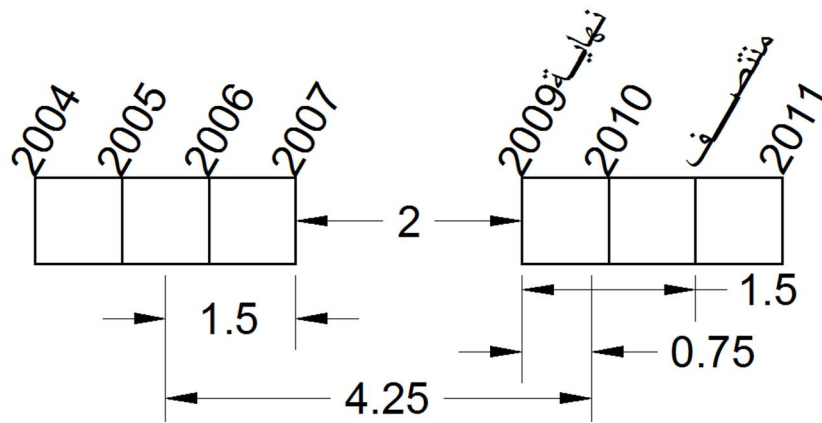
$$\text{كلفة الطابق الارضى} = 240385 \times 1.2 = 288462 \text{ دينار} \cong 289 \text{ الف دينار}$$

اجراء تقليل الاسعار

التقليل على عامل الوقت

$$F = (1 + i)^n - 1 = (1 + 0.04)^{4.25} - 1 = 0.181 = 18.1\%$$

ت	البنية القديمة	البنية الجديدة	عامل السعر %
1	مزدحمة	غير مزدحمة	12-
2	مواصفات جيدة	جيدة جداً	10+
3	تسهيلات تعاقدية	لا توجد تسهيلات	5+
4	عامل الوقت		18.1+
		المجموع	21.11



كلفة 1م² للبنية الجديدة = $1.211 \times 241 = 292$ ألف دينار

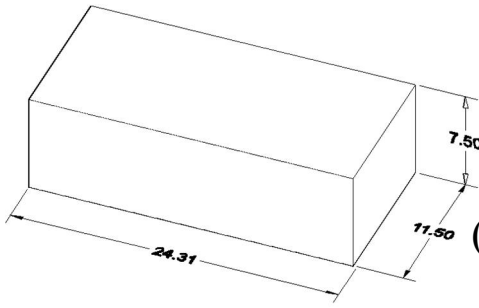
كلفة 1م² للطابق الارضي = $1.211 \times 89 = 350$ ألف دينار

كلفة 1م² للسطح = $1.211 \times 7.3 = 83$ ألف دينار

تابع

حساب كمية المواد الانشائية

حساب الطابوق



ابعاد الطابوق القياسي الكلي حسب المواصفة القياسية العراقية
ابعاد الطابوق قبل البناء (24 : 11.5 : 7.5) سم (طول : عرض : ارتفاع)

ابعاد الطابوق بعد البناء يضاف له 1 سم كمونة (25 : 12.5 : 8.5) سم
كمية الطابوق في 1 م³ بناء

$$\text{حجم الطابوقة بعد البناء} = 0.085 \times 0.125 \times 0.25 = 0.00265 \text{ م}^3$$

$$\therefore \text{عدد الطابوق في 1 م}^3 = \frac{1}{0.00265} = 377.4 \cong 378 \text{ طابوقة}$$

يضاف 5% عن التلف والخسائر الاخرى $\leftarrow 378 \times 1.05 = 397 \cong 400$ طابوقة

قواطع بناء الطابوق

أ- سمك الجدار نصف طابوقة = 12.5 سم

$$\text{الوجه الظاهر من الطابوق} = 0.085 \times 0.25 = 0.02125 \text{ م}^2$$

$$\therefore \text{عدد الطابوق في 1 م}^2 = \frac{1}{0.02125} = 47 \text{ طابوقة}$$

ب- سمك الجدار 8.5 سم

$$\text{الوجه الظاهر من الطابوق} = 0.125 \times 0.25 = 0.03125 \text{ م}^2$$

$$\therefore \text{عدد الطابوق في 1 م}^2 = \frac{1}{0.03125} = 32 \text{ طابوقة}$$

العقادة في الطابوق

$$\text{مساحة الوجه الظاهر من الطابوق} = 0.085 \times 0.25 = 0.02125 \text{ م}^2$$

$$\therefore \text{عدد الطابوق في 1 م}^2 = 47 \text{ طابوقة}$$

حجم المونة في بناء 1 م³ من الطابوق

تتكون المونة المستخدمة في البناء من

أ- مونة اسمنت ورمل

ب- مونة الجص

$$\text{حجم الطابوق قبل البناء} = 0.075 \times 0.115 \times 0.24 = 0.00207 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الطابوق بدون مونة في 1 م}^3 = 0.00207 \times 378 = 0.78246 \text{ م}^3$$

$$\therefore \text{حجم المونة} = 1 - 0.78246 = 0.22 \text{ م}^3$$

٠.٧٨ م^٢ طابوق

١ م^٢ من بناء الطابوق والمونة
يتكون من

٠.٢٢ م^٢ مونة

كمية الجص اللازمة للبياض

يتكون البياض من طبقتين

أ- الطبقة الاولى (جص) سمك = 3.2 سم

ب- الطبقة الثانية (بورك) سمك = 2 ملم

حجم البياض في 1 م² = 0.02 * 1 = 0.02 م³

يضاف 20% للخسائر

كثافة الجص = 1275 كغم/م³

البورك في اكياس سعه 30 كغم يعطي 20 م²

كمية السمنت والرمل اللازمة للبلخ

يستخدم البلخ للواجهات الخارجية وقد يستعمل داخل الابنية بسمك يتراوح بين (1-2) سم

حجم مونة الاسمنت بعد الخلط (ح) وحجم السمنت (س) وحجم الرمل (م)

وبعد الخلط يفقد المزيج (1/4) حجم

∴ ح = 0.75 × (س + م) → المونة

إذا كانت المونة بنسبة خلط 1 : 3 (سمنت : رمل)

∴ ح = 0.75 × (س + 3س)

1 × 1 × 0.02 = 0.75 × (س + 3س)

س = $\frac{0.02}{4 \times 0.75} = 0.0067$ م³

∴ وزن الاسمنت = 1400 × 0.0067 = 9.4 كغم ≈ 10 كغم

حجم الرمل = 3 × 0.0067 = 0.02 م³

حساب كمية المواد الداخلة في الخرسانة

تتكون الخرسانة من (سمنت : ماء : رمل : حصي)

يفقد المزيج ثلث (1/3) حجم بعد الخلط

حجم الخرسانة = 0.67 (س + م + ص)

ح=1=0.67 (س+س2+س4) على اساس نسبة خلط 1: 2: 4

$$\therefore \text{س} = \frac{1}{0.67 \times 7} = 0.213 \text{ م}^3 \text{ حجم السمنت}$$

∴ وزن السمنت = 1400 × 0.213 = 298 ≈ 300 كغم ← 6 كيس

$$\text{حجم الرمل} = 2 \times 0.213 = 0.42 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الحصى} = 4 \times 0.213 = 0.85 \text{ م}^3$$

طريقة الحجم المطلق

$$\frac{c}{\text{كثافة}} + \frac{S}{\text{كثافة}} + \frac{G}{\text{كثافة}} + \frac{W}{\text{كثافة}} + V\% = 1$$

$$\frac{C}{3150} + \frac{S}{2650} + \frac{G}{2650} + \frac{W}{1000} + (2 - 4)\% = 1$$

$$C = 335 \text{ kg/m}^3$$

نسب الخلط الشائعة (1: 1.5: 3) ، (1: 2: 4) ، (1: 3: 6) ، (1: 4: 8)

حساب كميات المواد الانشائية

- 1- عدد الكاشي المستخدم لـ 1 م² لتطبيق الاراضيات والاسطح والازارة
- 2- عدد الشتاكر المستخدم لـ 1 م² لتطبيق السطوح
- 3- عدد السيراميك للمجاميع الصحية لـ 1 م² المستخدم للمجاميع الصحية والمطابخ والواجهات
- 4- عدد البلوك (القطع الخرسانية لـ 1 م³ المستخدمة في البناء)

حساب عدد الكاشي لـ 1 م²

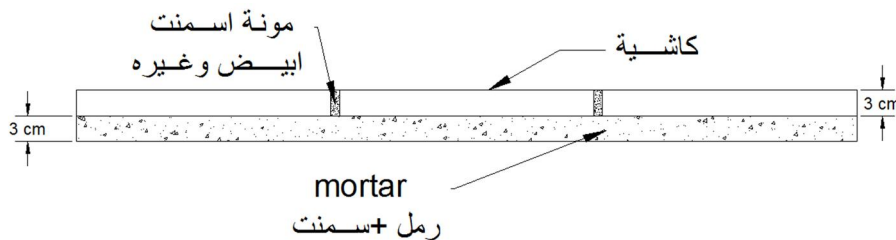
المواصفات

- 1- ابعاد الكاشي الموزائيك (20×20) سم، (30×30) سم و (40×40) سم
- 2- سمك الكاشي يتراوح بين (2-3) سم
- 3- التطبيق يكون بمونة الاسمنت المفاصل بين الكاشي يتراوح بين (2-4) ملم وتستخدم كمعدل 3 ملم

$$\text{حساب عدد الكاشي بأبعاد (20×20) سم لـ 1 م}^2 = \frac{1}{0.203 \times 0.203} = 24.9 \text{ كاشية}$$

$$\text{حساب عدد الكاشي للإزارة لـ 1 م طول} = \frac{1}{\text{طول الكاشية الواحدة}}$$

$$20 \times 20 \text{ سم} = \frac{1}{0.203} = 4.9 \text{ كاشية}$$



المواصفات

- 57

الحل/ الفقرة الاولى

خرسانة 1: 3: 6

$$\text{حجم الخرسانة} = 360 \times 0.1 \times 0.12 = 4.32 \text{ م}^3$$

$$(x6+x3+x) 0.67 = 1$$

$$0.149 = x \therefore$$

$$\therefore \text{كمية الاسمنت} = 1400 \times 0.149 = 209 \text{ كغم/م}^3$$

$$\text{كمية السمنت الكلية} = 4.32 \times 209 = 0.9 \text{ طن}$$

$$\text{حجم الرمل} = 4.32 \times 3 \times 0.149 = 1.95 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الحصى} = 4.32 \times 6 \times 0.149 = 3.86 \text{ م}^3$$

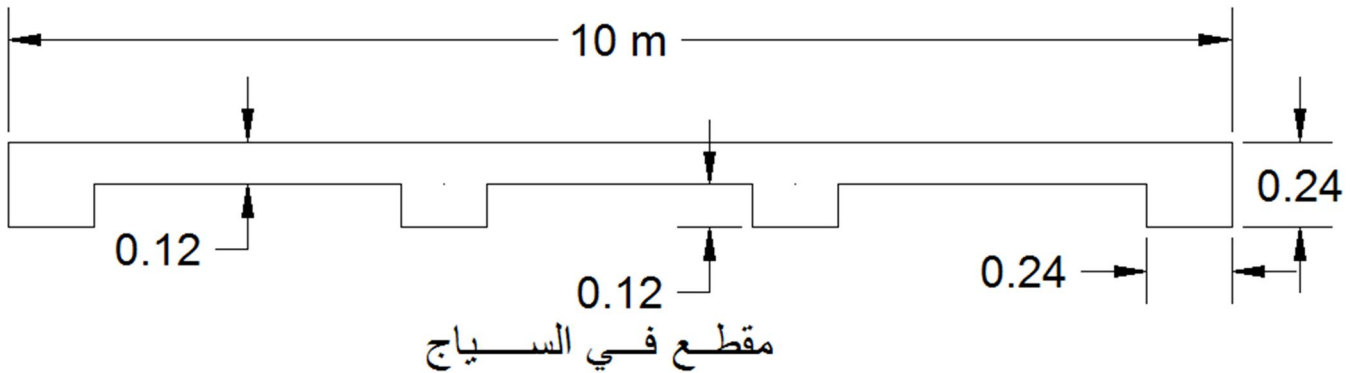
الفقرة الثانية البناء بالطابوق

$$\text{حجم البناء} = 1.2 \times 0.24 \times 0.12 \times 144 + 360 \times 1.2 \times 0.12 = 56.82 \text{ م}^3$$

$$\text{عدد الطابوق} = 56.82 \times 400 = 22728 \text{ طابوقة}$$

$$\text{كمية السمنت} = 56.82 \times 103 = 5.85 \text{ طن}$$

$$\text{كمية الرمل} = ?$$



مثال/ نظم جدول كميات الشكل ادناه واحسب
الفقرات التالية

- 1- الحفریات الترابية
- 2- خرسانة الاساس
- 3- البناء بالطابوق ومونة الاسمنت
- 4- خرسانة الرباط
- 5- الكاشي للأرضيات
- 6- خرسانة البادلو

الحل/

$$12.32 = 22 \times 0.8 \times 0.7 = \text{كمية الحفریات الترابية م}^3$$

$$4.62 = 22 \times 0.3 \times 0.7 = \text{خرسانة الاساس م}^3$$

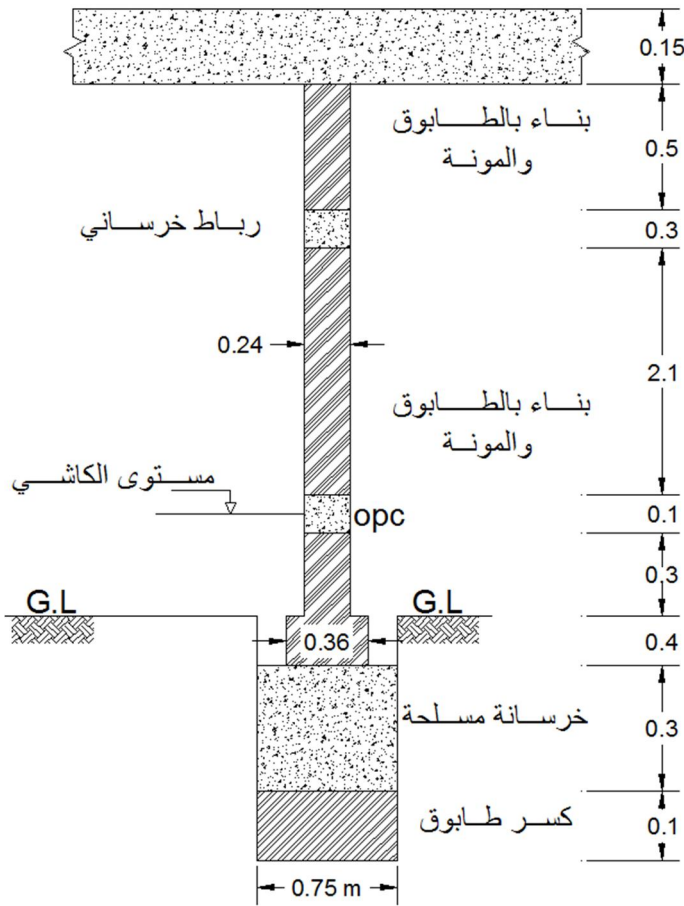
$$19.118 = 22 \times (2.9 \times 0.25 + 0.4 \times 0.36) = \text{البناء بالطابوق ومونة الاسمنت م}^3$$

$$1.65 = 22 \times 0.3 \times 0.25 = \text{خرسانة الرباط م}^3$$

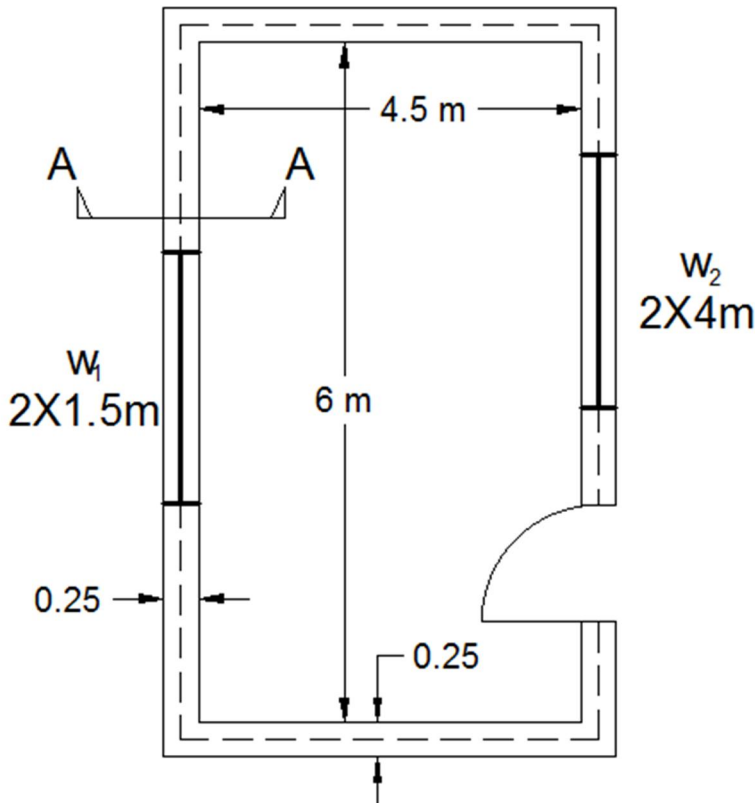
$$63.8 = 22 \times 2.9 = \text{البياض بالجص م}^2$$

$$1.54 = 22 \times 0.1 \times 0.7 = \text{التربيع بكسر الطابوق م}^3$$

$$27 = 4.5 \times 6 = \text{الكاشي للأرضيات}$$



Sec. A-A



Plane View

حساب كمية حديد التسليح في الخرسانة المسلحة

يتم حساب حديد التسليح في الخرسانة المسلحة بالاعتماد على المخططات الانشائية

أ- حساب كمية حديد التسليح في الاسس

1- الاسس الجدارية

مثال/ احسب كمية حديد التسليح لمقطع الاساس

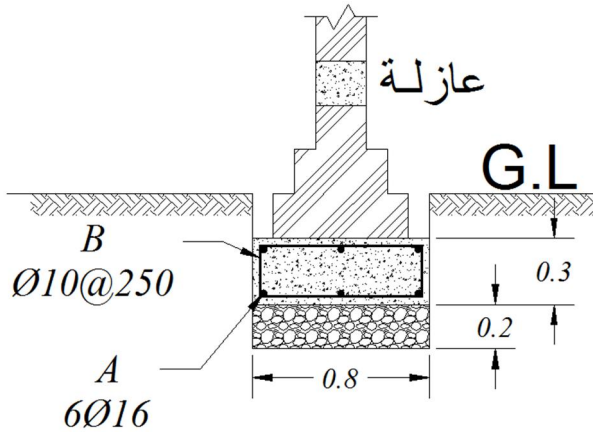
الجداري المبين في الشكل ادناه اذا كان الطول

الكلي للجدار = 60 متر

ملاحظة / سمك الغطاء الخرساني = 5سم

$$A = 6\phi 16 \text{ ملم}$$

$$B = \phi 10 @ 250$$



الحل/

كمية حديد التسليح الرئيسي (A) = العدد × الطول × الوزن = $1.58 \times 60 \times 6 = 569$ كغم

حديد التسليح الثانوي (B)

طول الحلقة الواحدة = $2 \times (0.07 + 0.7 + 0.2) = 1.94$ متر

$$\text{عدد الحلقات} = \left(1 + \frac{60}{0.25}\right) = 241 \text{ حلقة}$$

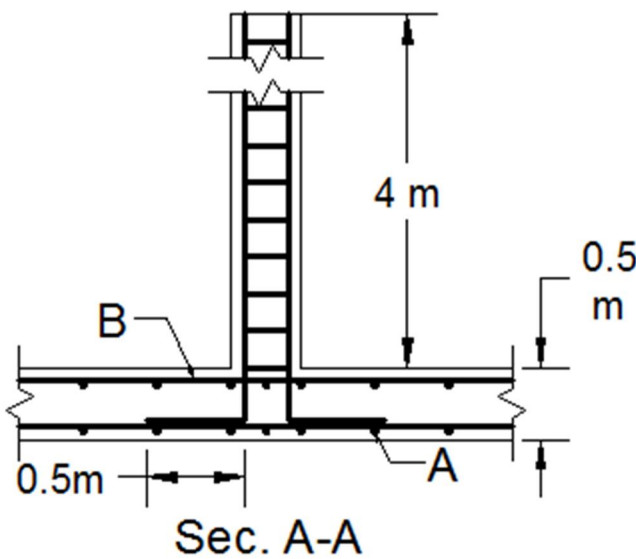
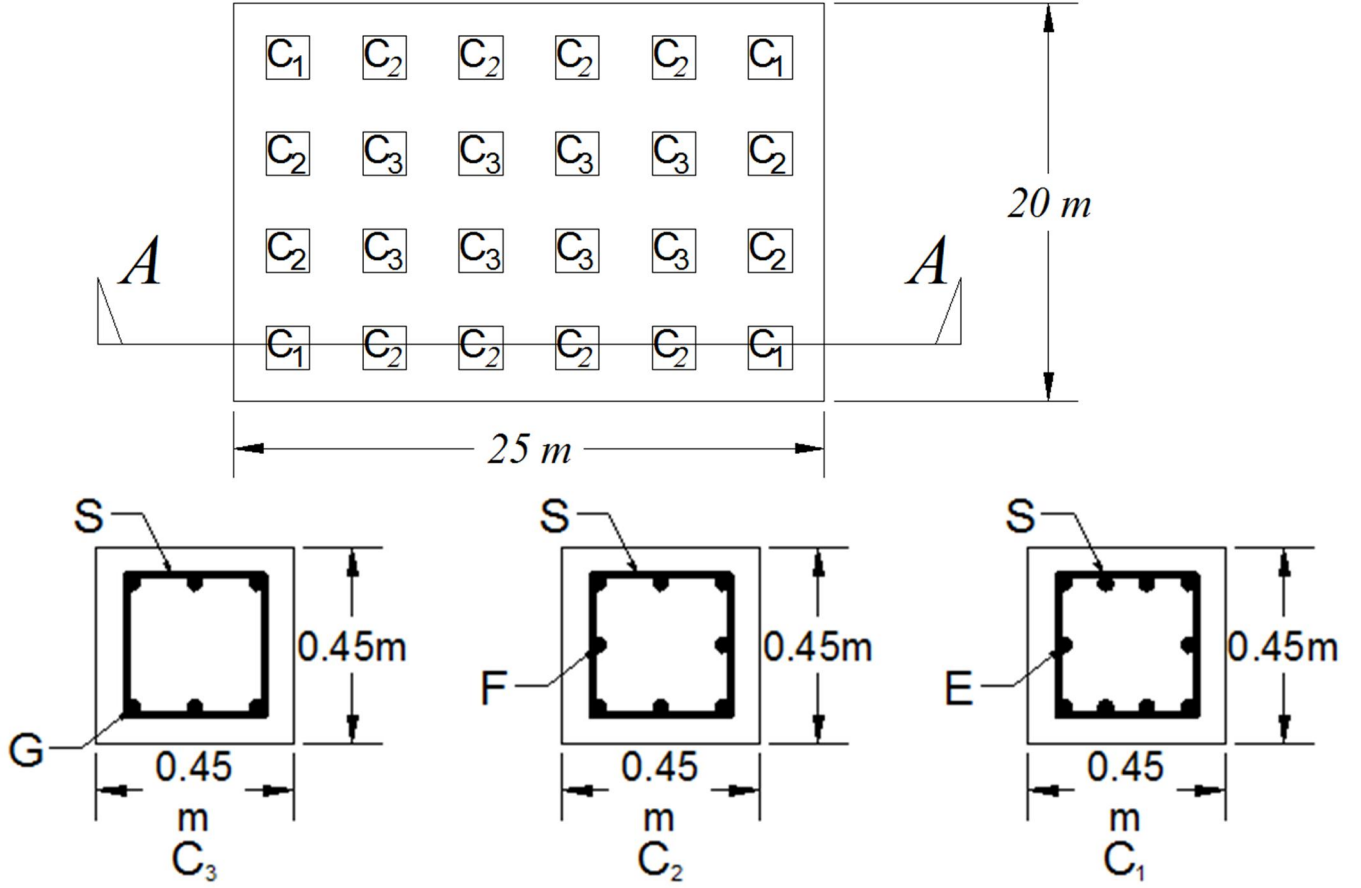
∴ كمية الحديد = $0.62 \times 1.94 \times 241 = 290$ كغم

البعد عن الحافة بمقدار (5-7) سم (Cover) عندما يكون تماس مع التربة نأخذ 5 سم وعندما

لا يذكر تماس مع التربة نأخذ 2.5 سم

2- الاساس الحصري Raft foundation

مثال/ اساس حصيري ابعاده 20×25 م وبسمك 0.5 م كما مبين في المخطط ادناه احسب كمية حديد التسليح اللازمة للأساس والاعمدة ، رتب الكميات في جدول حسب الاطوال والاقطار
سمك الغطاء الخرساني للأساس = 5 سم
سمك الغطاء الخرساني للأعمدة = 2.5 سم
 $S = \phi 10 @ 200mm$



$A = \phi 16 @ 200mm$
 $B = \phi 25 @ 175mm$
 $C = \phi 16 @ 250mm$
 $D = \phi 16 @ 200mm$
 $E = 10 \phi 16$
 $F = 8 \phi 16$
 $G = 6 \phi 16$
 $S = \phi 10 @ 200mm$

الحل/

حساب كمية حديد التسليح (A)

$$3962 \text{ كغم} = 1.58 * 19.9 * \left(1 + \frac{25}{0.2}\right) =$$

كمية حديد التسليح (B)

$$11149 \text{ كغم} = 3.86 * 24.9 * \left(1 + \frac{20}{0.175}\right) =$$

كمية حديد التسليح (C)

$$3176 \text{ كغم} = 1.58 * 19.9 * \left(1 + \frac{25}{0.25}\right) =$$

كمية حديد التسليح (D)

$$5030 \text{ كغم} = 20 * 24.9 * \left(1 + \frac{20}{0.2}\right) =$$

حساب كمية حديد التسليح في الاعمدة

المرحلة الاولى/ لا تقل عن $(40 * d_b) = 16 * 40 = 640 \text{ ملم} \cong 750 \text{ ملم} = 0.75 \text{ م}$
طول حديد الاعمدة $1.7 = 1.666 = [0.016 + 0.016 + 0.05] - 0.5 + 0.5 + 0.75 \text{ م}$

كمية الحديد في $C_1 = 4 * [1.58 * 1.7 * 10] = 107.45 \text{ كغم}$

كمية الحديد في $C_2 = 8 * [1.58 * 1.7 * 8] = 607 \text{ كغم}$

كمية الحديد في $C_3 = 8 * [1.58 * 1.7 * 6] = 304 \text{ كغم}$

حساب كمية حديد تسليح الاتاري

طول الاتاري $1.74 = 2 * [0.007 + 0.4 + 0.4] =$

لان التسليح يبدأ من نصف Spacing

$$\text{العدد} = \left[1 + \frac{0.1 - 4}{0.2}\right] = 21$$

كمية تسليح الاتاري $= 24 * [0.62 * 1.74 * 21] = 544 \text{ كغم}$

Bar	Ø mm	No.	Length	Shape
A	16	126	19.9	Str.
B	25	115	24.9	
C	16	101	19.9	
D	16	101	24.9	
E	16	10	4.5	
F	16	8		
G	16	6		
S	10	21	1.94	

مثال / للمثال السابق احسب الكلفة الكلية لانجاز العمل اذا كانت نسبة الخلط بالنسبة للاساس الحصري (1:2:4) وللعمدة (1:1.5:3) وكلفة المواد هي كما يأتي

- 1- السمنت 180 ألف دينار للطن
- 2- الحصى 40 ألف دينار للمتر المكعب
- 3- الرمل 20 ألف دينار للمتر المكعب
- 4- حديد التسليح 800 ألف دينار للطن
- 5- اجور عمل 1 م² قالب خشبي = 10 الاف دينار
- 6- اجور عمل 1 طن حديد تسليح = 100 ألف دينار
- 7- اجور صب 1 م³ خرسانة = 25 ألف دينار

الحل/

1- حساب كلفة الاساس الحصري الخرساني

$$\text{حجم الاساس} = 0.5 * 20 * 25 = 250 \text{ م}^3$$

$$\text{وزن الاسمنت} = 1400 * 250 * 0.213 = 74.6 \text{ طن}$$

$$\text{حجم الرمل} = 250 * 2 * 0.213 = 105 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم الحصى} = 250 * 2 * 0.213 = 213 \text{ م}^3$$

$$\text{كلفة السمنت} = 180 * 74.6 = 13425 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{كلفة الرمل} = 20 * 105 = 2100 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{كلفة الحصى} = 40 * 213 = 8520 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{كلفة القالب} = 10 * 0.5 * 2 * (25 + 20) = 450 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{كلفة صب الخرسانة} = 25 * 250 = 6250 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{كلفة الحديد} = 800 * 23.2 = 18560 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{كلفة عمل الحديد} = 100 * 23.2 = 2320 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{كلفة الاساس الكلية} = 51628000 \text{ دينار}$$

2- الاعمدة

نسبة الخلط (1:1.5:3)

$$\text{حجم الخرسانة} = 25 * 0.45 * 0.45 = 6250 \text{ ألف دينار}$$

$$\text{وزن السمنت} = 1400 * 105 * 0.27 = 7.5 \text{ طن}$$

$$\text{كمية الحصى} = 19.5 * 3 * 0.27 = 8 \text{ م}^3$$

$$\text{كمية الرمل} = 19.5 * 1.5 * 0.27 = 8 \text{ م}^3$$

الكلفة

$$\text{السمنت} = 180 * 7.5 = 1350 \text{ ألف دينار}$$

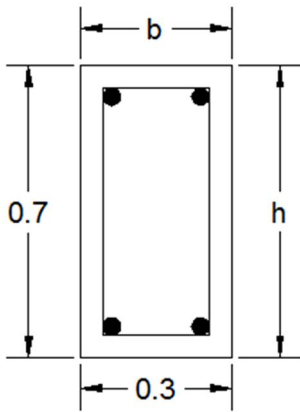
$$\text{الحصى} = 40 * 16 = 640 \text{ ألف دينار}$$

الرمل = $20 \times 8 = 160$ ألف دينار
 كلفة القالب = $10 \times 24 \times 4 \times (4 \times 0.45) = 1728$ ألف دينار
 كلفة الصب = $25 \times 19.5 = 487$ ألف دينار
 كلفة حديد التسليح = $1.97 \times 800 = 1576$ ألف دينار
 كلفة عمل التسليح = $100 \times 1.97 = 197$ ألف دينار
 الكلفة الكلية للاعمدة = 6138000 دينار
 الكلفة الكلية للعمل = 57766000 دينار

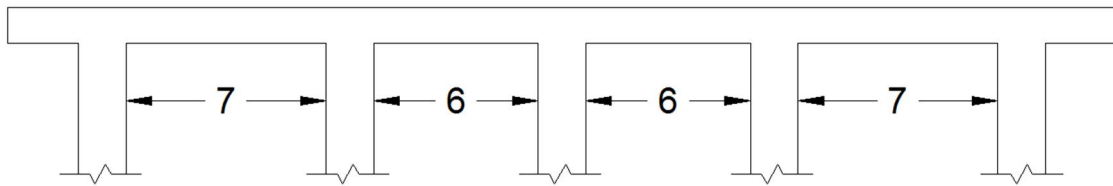
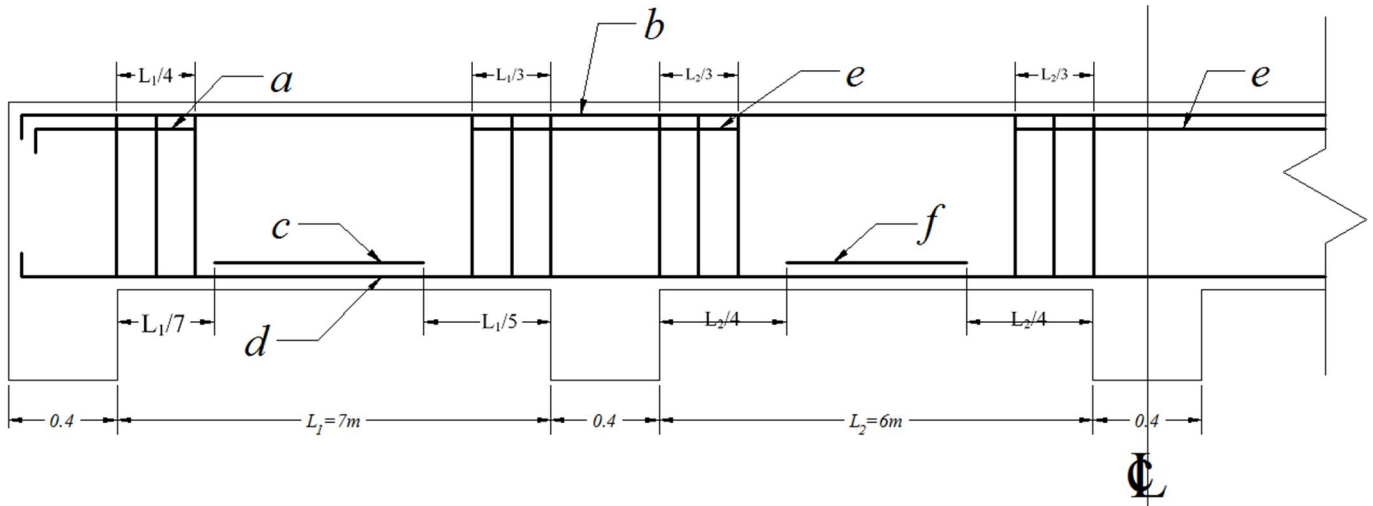
ب- حساب كمية حديد التسليح في الروافد والجسور

مثال/ للعتب الخرساني المبين في الشكل احسب ما يلي

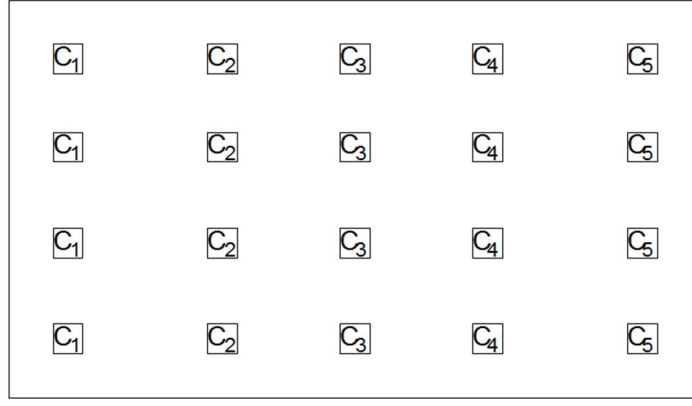
- 1- كمية حديد التسليح
- 2- الكلفة الكلية لإنجاز العمل
- 3- كلفة 1 م³ من العمل اذا توفرت لديك المعلومات التالية



- a. نسبة خلط الخرسانة 1:1.5:3
- b. سعر 1 طن من السمنت 180 ألف دينار
- c. سعر 1 م³ من الحصى 30 ألف دينار
- d. سعر 1 م³ من الرمل 20 ألف دينار
- e. سعر 1 طن حديد تسليح 950 ألف دينار
- f. اجور عمل 1 م² من القالب الخشبي 12 ألف دينار
- g. اجور عمل 1 طن حديد تسليح 100 ألف دينار
- h. اجور عمل صب 1 م³ من الخرسانة 30 ألف دينار



مقطع عرضي



مخطط افقي للبناءية

Span length m	b*h m	a	b	c	d	e	f	g	Stirrups spacing
$L_1=7$	$0.3*0.7$	$3\phi 16$ mm	$2\phi 16$ mm	$2\phi 25$ mm	$2\phi 16$ mm	$3\phi 25$ mm	--	$2\phi 12$ mm	$\phi 10@200mm$
$L_2=6$	$0.3*0.7$	--	$2\phi 16$ mm	--	$2\phi 16$ mm	$3\phi 25$ mm	$3\phi 16$ mm	$2\phi 12$ mm	$\phi 10@200mm$

1- حساب كمية حديد التسليح

حديد التسليح = العدد × الطول × الوزن

$$\text{كمية حديد التسليح (a)} = 1.58 * \left[0.2 + 0.35 + \frac{7}{4} \right] * 3 = 10.9 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح (b)} = 1.58 * [0.2 + 6 + 0.4 + 7 + 0.35 + 0.2] * 2 = 44.714 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح (c)} = 3.86 * \left[\frac{7}{5} - \frac{7}{7} - 7 \right] * 2 = 35.52 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح (d)} = 1.58 * [0.2 + 6 + 0.4 + 7 + 0.35 + 0.2] * 2 = 44.714 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح (e)} = 3.86 * \left[0.2 + \frac{6}{3} \right] + 3.86 * \left[\frac{7}{3} + 0.4 + \frac{6}{3} \right] * 3 = 80.288 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح (f)} = 1.58 * \left[2 * \frac{6}{4} - 6 \right] * 3 = 14.22 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح (g)} = [0.35 + 7 + 0.4 + 6 + 0.2] * 0.9 * 2 = 25.11 \text{ كغم}$$

2- حساب كمية حديد التسليح الاتاري

نفرض الغطاء الخرساني 25 ملم = 2.5 سم

$$\text{طول الحلقة} = 2 * 0.07 + 2 * [0.65 + 0.25] = 1.94 \text{ م}$$

$$\text{عدد الحلقات} = \frac{6}{0.2} + \frac{7}{0.2} = 65 \text{ حلقة}$$

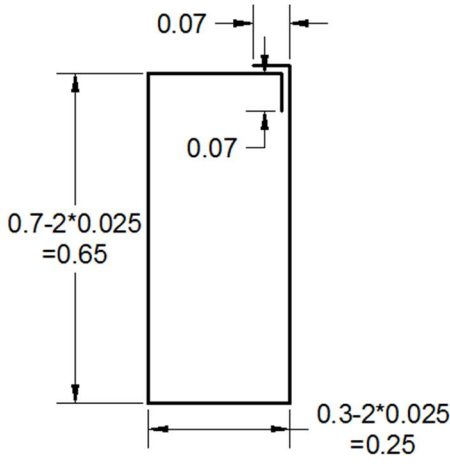
$$\text{كمية حديد تسليح الاتاري} = 0.62 * 1.822 * 65 = 72.54$$

$$\text{كمية حديد التسليح الكلية} = 72.54 + 25.11 + 14.22 + 80.20 + 14.714 + 35.52 + 44.71 + 10.9 =$$

$$327.99 \text{ كغم}$$

$$\text{حجم الخرسانة} = (0.4 + 7 + 0.4 + 6 + 0.2) * 0.7 * 0.3 = 2.94 \text{ م}^3$$

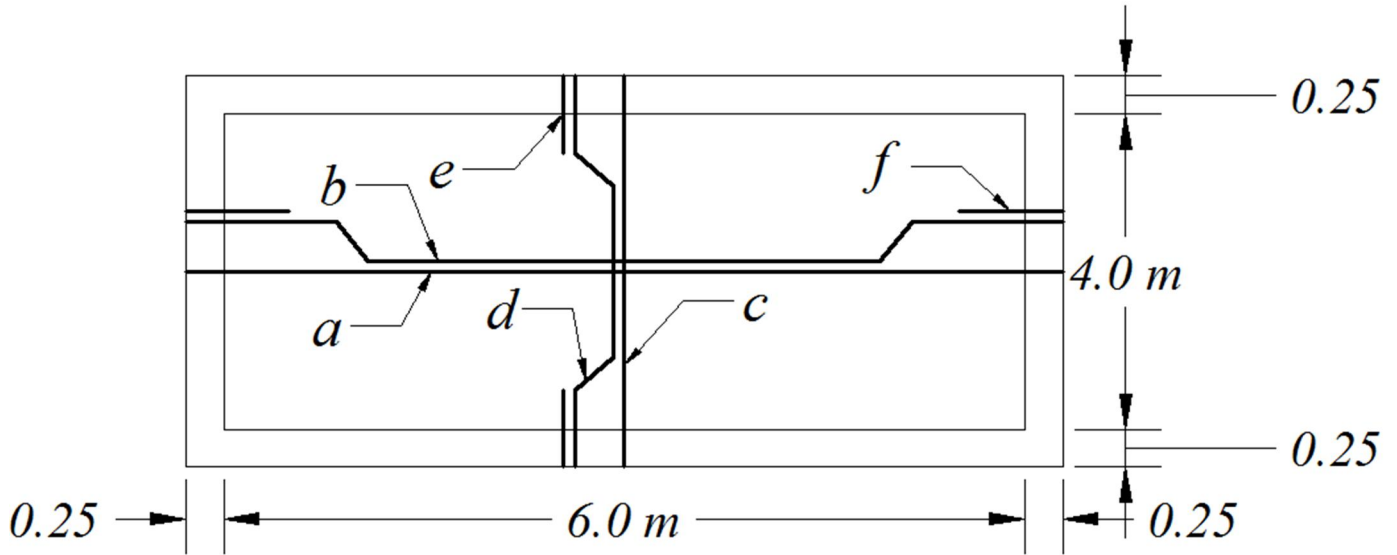
$$\text{كمية حديد التسليح في 1 م} = \frac{327.99}{2.94} = 111.56 \text{ كغم/م}^3$$



Bar	L	No	Shape
10	-	20	-
12	-	30	-

ج- حساب كمية حديد التسليح في السقوف

مثال/سقف خرساني مبين في الشكل ادناه احسب كمية التسليح اللازمة للتنفيذ ورتب المعلومات في جدول سمك السقف 0.15 م



Slab	E or I	L*B	a	b	c	d	e	f
A	E	6*4	Ø12@450 mm	Ø12@450 mm	Ø10@250 mm	Ø10@250 mm	Ø16@150 mm	Ø16@150 mm

$$\text{كمية حديد التسليح } a = 0.9 * [6.45] \left[1 + \frac{4.5}{0.45} \right] = 63.86 \text{ كغم}$$


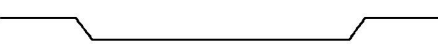

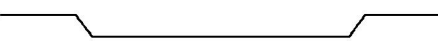


$$\text{كمية حديد التسليح } b = 0.9 * [0.15 + 6.45] \left[1 + \frac{4.5}{0.45} \right] = 65.34 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح } c = 0.62 * [4.45] \left[1 + \frac{6.5}{0.25} \right] = 82.36 \text{ كغم}$$

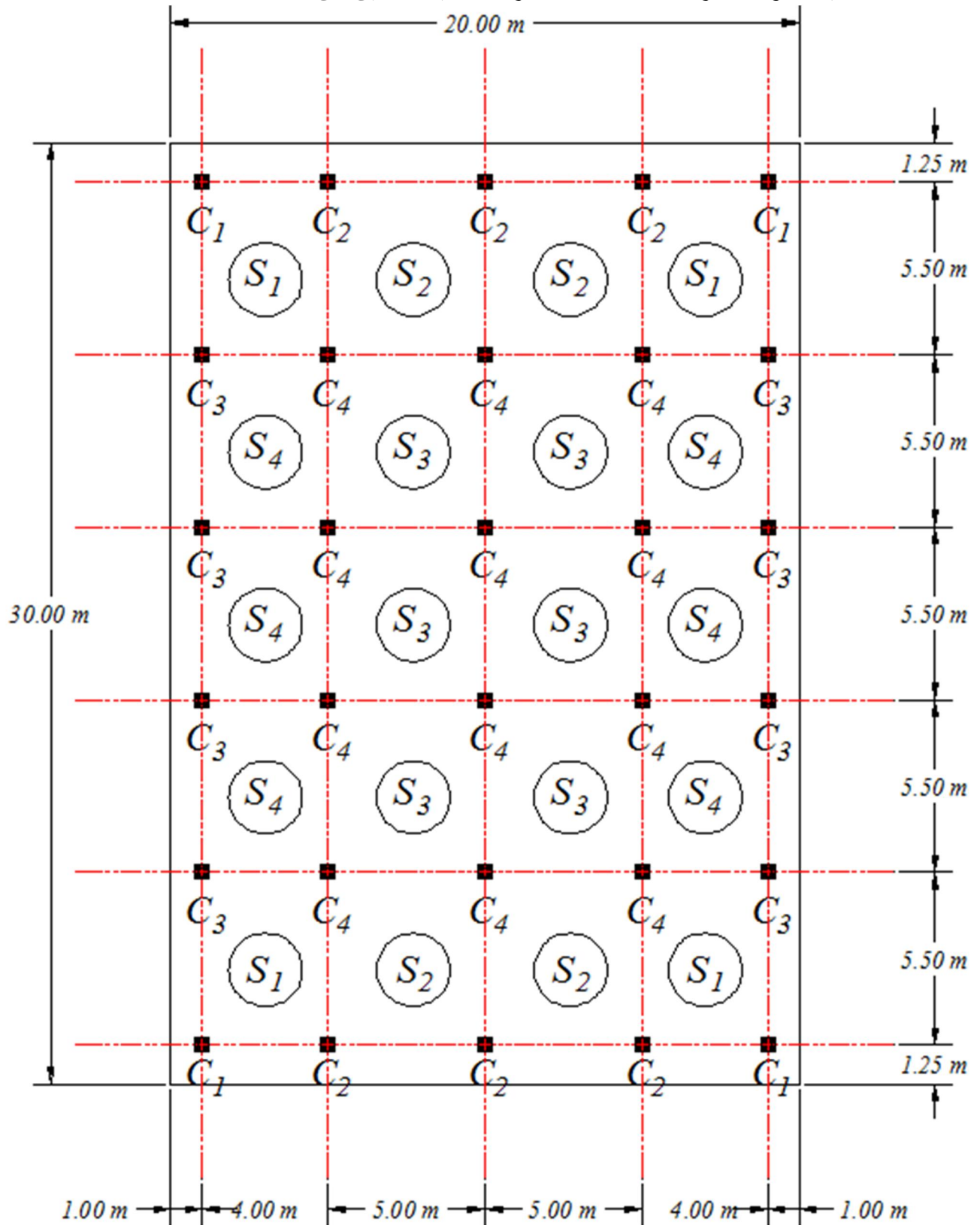
$$\text{كمية حديد التسليح } d = 0.62 * [0.15 + 4.45] \left[1 + \frac{6.5}{0.25} \right] = 85.37 \text{ كغم}$$

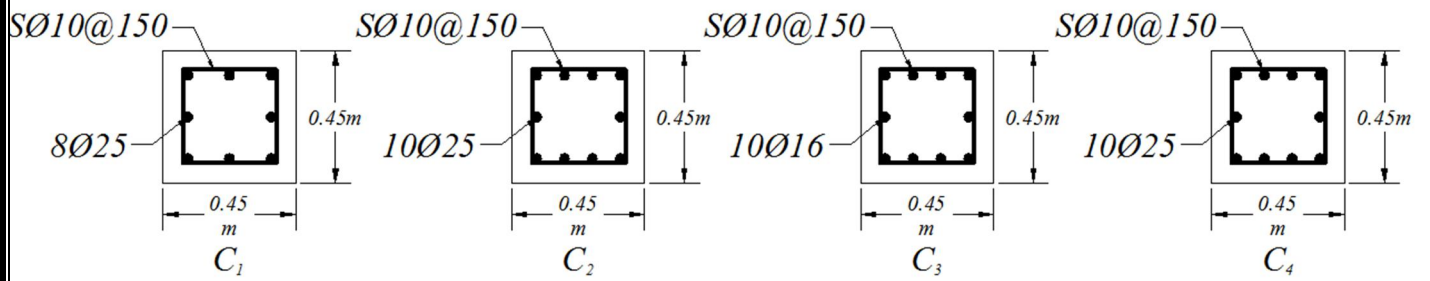
$$\text{كمية حديد التسليح } e = 2 * 1.58 * \left[0.25 + \frac{6}{3} \right] \left[1 + \frac{4.5}{0.15} \right] = 220.4 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح } f = 2 * 1.58 * \left[0.25 + \frac{4.5}{3} \right] \left[1 + \frac{6.5}{0.15} \right] = 245.2 \text{ كغم}$$

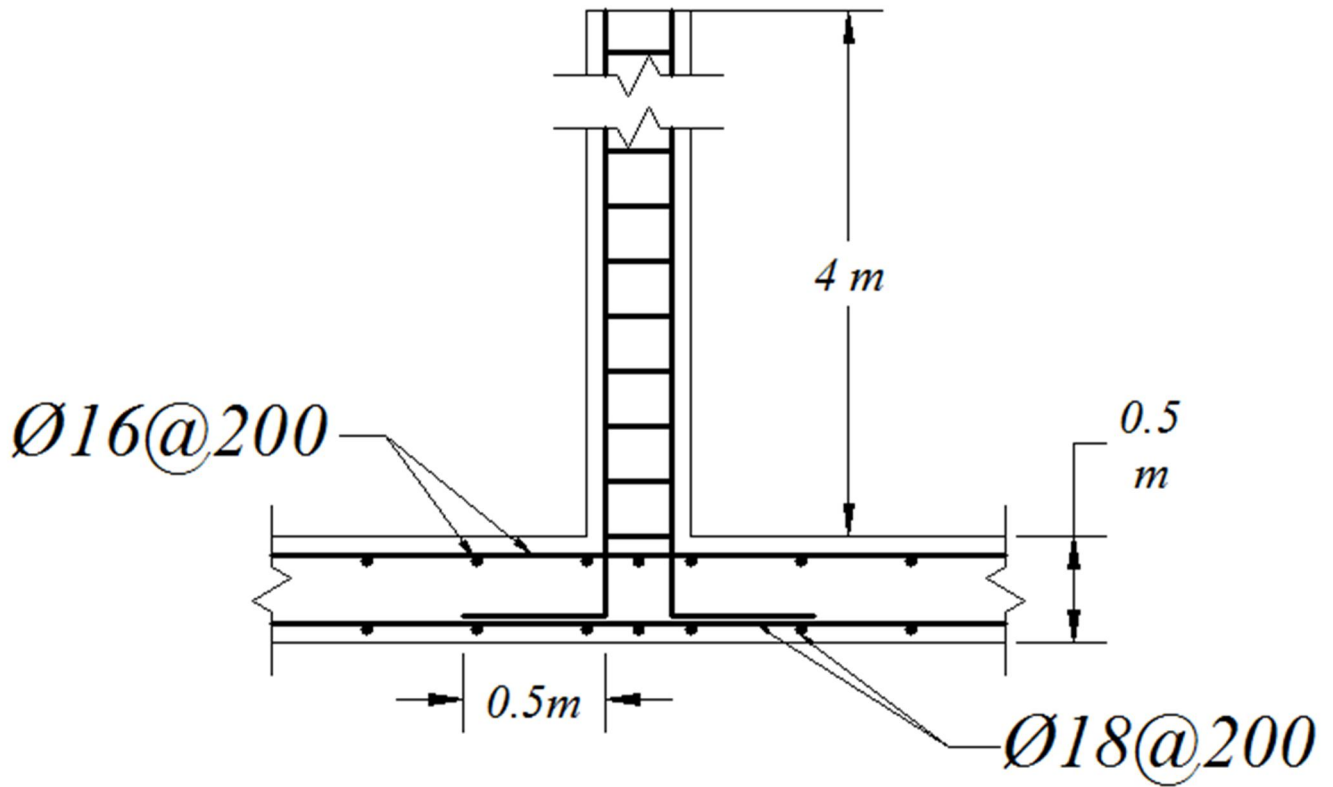
Bar index	Bar Dia.	No.	L m	Shape	
a	12	11	6.45		straight @450mm c/c
b	12	11	6.6		bent @450mm c/c
c	10	27	4.95		
d	10	27	5.10		
e	16	31	2.25		
f	16	45	1.75		

مثال// احسب كمية المواد للخرسانة المسلحة اللازمة لتنفيذ طابقين من المخطط ادناه





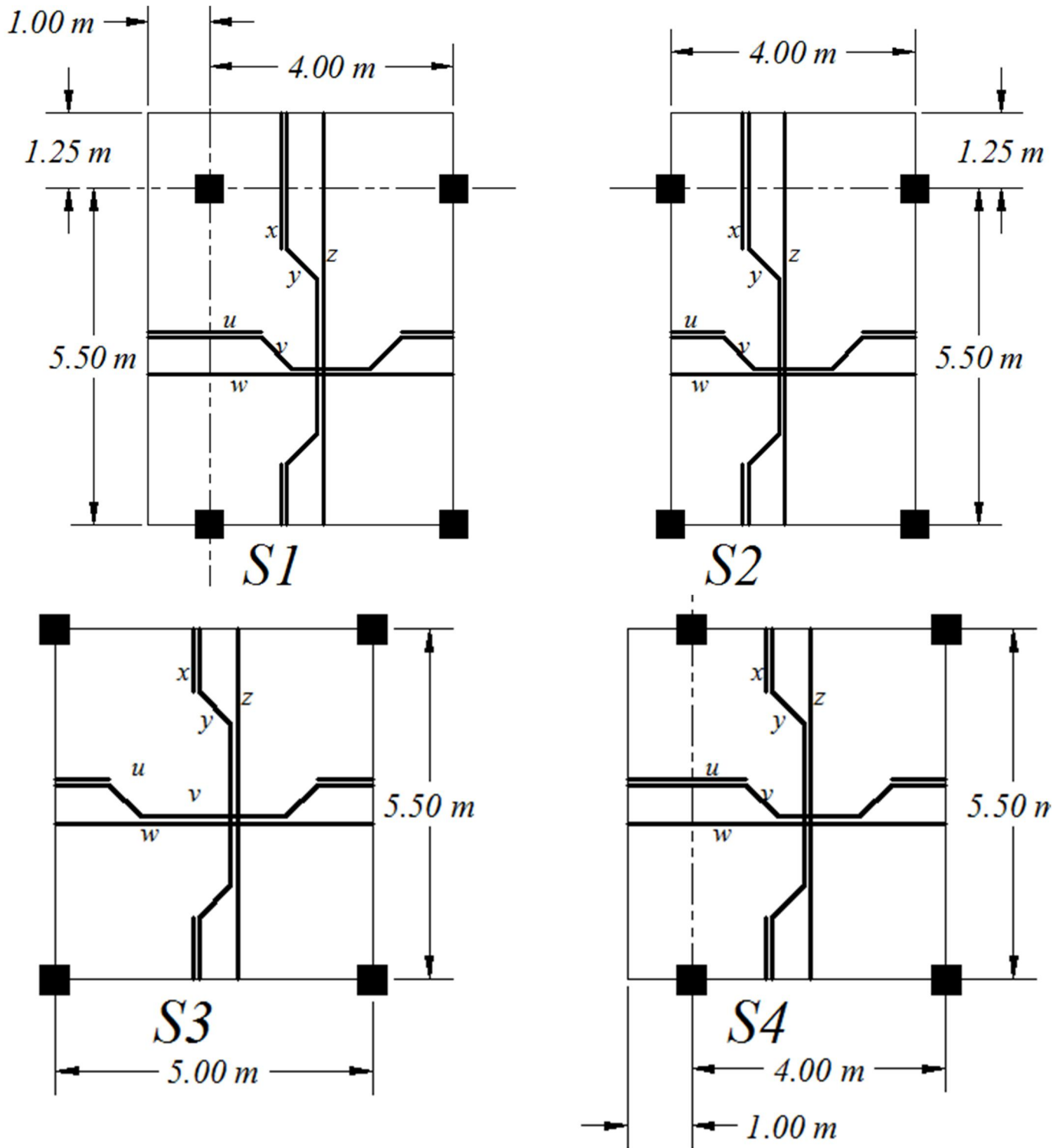
مخطط تسليح الاعمدة



مقطع عرضي في الاساس والاعمدة

جدول تفاصيل تسليح الجسور

Span	b*h	a	b	c	d	e	f	G
E	0.8*0.3	2Ø25	4Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø18		Ø10@200
I	0.8*0.3	-	4Ø16	-	3Ø16	3Ø18	3Ø16	Ø10@200



$u = \emptyset 16 @ 150 \text{ mm}$
 $v = \emptyset 12 @ 250 \text{ mm}$
 $w = \emptyset 12 @ 250 \text{ mm}$
 $x = \emptyset 16 @ 150 \text{ mm}$
 $y = \emptyset 12 @ 450 \text{ mm}$
 $z = \emptyset 12 @ 450 \text{ mm}$

مخطط تسليح السقف

//الحل

حساب كمية حديد التسليح

اولا/ حديد تسليح الاساس الحصري

سمك الغطاء الخرساني = 5 سم

الشبكة العلوية الاتجاه الطويل

$$weight = \left(\frac{20}{0.2} + 1\right) * 30 * 1.58 = 4787.4 \text{ kgm}$$

الشبكة العلوية الاتجاه القصير

$$weight = \left(\frac{30}{0.2} + 1\right) * 20 * 1.58 = 4771.6 \text{ kgm}$$

الشبكة السفلية الاتجاه الطويل

$$weight = \left(\frac{20}{0.2} + 1\right) * 30 * 2 = 6060 \text{ kgm}$$

الشبكة السفلية الاتجاه القصير

$$weight = \left(\frac{30}{0.2} + 1\right) * 20 * 2 = 6040 \text{ kgm}$$

حساب حديد تسليح الاعمدة

المرحلة الاولى من الاعمدة بارتفاع $d_b = 40 * 25 = 1000$ ملم = 1 م

$$C_1 = [0.5 + 0.5 - 0.05 - 2 * 0.018 + 1] * 3.86 * 8 * 4 = 236.417 \text{ kgm}$$

$$C_2 = 1.914 * 3.86 * 10 * 6 = 443.3 \text{ kgm}$$

$$C_3 = 1.914 * 1.58 * 10 * 8 = 241.93 \text{ kgm}$$

$$C_4 = 1.914 * 3.86 * 10 * 12 = 886.6 \text{ kgm}$$

عدد الاتاري (Stirrup)

$$n = \frac{1 - 0.075}{0.15} + 1 = 8 \text{ for each coloumn}$$

$$\text{Stirrup length} = (0.4 * 4) * 2 * 0.07 = 1.74 \text{ m}$$

$$\text{Stirrup weight} = 8 * 1.74 * 0.62 * 30 = 258.9 \text{ kgm for all columns}$$

المرحلة الثانية من الاعمدة بطول 4.63=(4+0.02-0.15+0.5) م

$$C_1 = 4.63 * 4 * 8 * 3.86 = 547.4$$

$$C_2 = 4.63 * 10 * 6 * 3.86 = 1026$$

$$C_3 = 4.63 * 10 * 8 * 1.58 = 587.8$$

$$C_4 = 4.63 * 10 * 12 * 3.86 = 2053.4$$

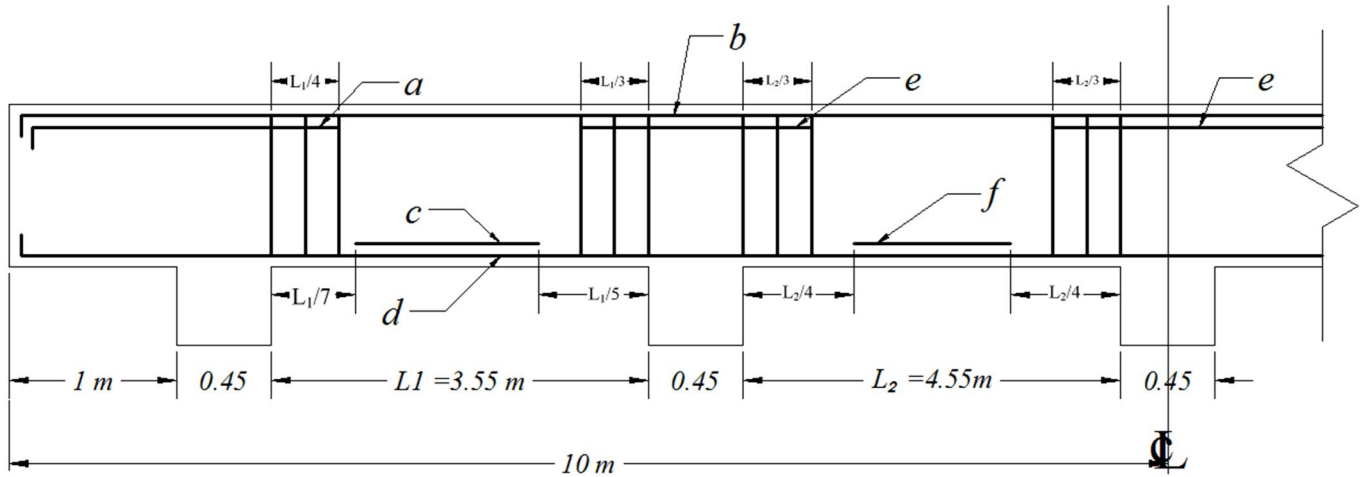
عدد الاتاري

$$n = \frac{4 - 1}{0.15} + 1 = 21$$

$$\text{lenght} = 2.14$$

$$\text{weight of stirrup} = 2.14 * 21 * 0.62 * 30 = 840 \text{ kgm}$$

حساب كمية حديد التسليح للأعتاب
أولا الاعتاب بالاتجاه القصير



(ملاحظة الكميات ادناه من منتصف العتب الى طرفه نظرا للتشابه بين الطرفين لذلك تضاعف الارقام للحصول على كميات العتب الواحد بأكمله)

$$a = \left[1 + 0. \frac{45}{2} + \frac{4}{4} \right] * 2 * 3.86 = 17.2 \text{ kgm}$$

$$b = [5 + 4 + 1 - 0.025] * 4 * 1.58 = 63.1 \text{ kgm}$$

$$c = \left[3.55 - \frac{3.55}{7} - \frac{3.55}{5} \right] * 3 * 1.58 = 11.1 \text{ kgm}$$

$$d = [10 + 0.2] * 1.58 = 48.4 \text{ kgm}$$

$$e = \left[0.45 + \frac{4 - 0.45}{3} + \frac{5 - 0.45}{3} \right] * 3 * 2 = 18.9 \text{ kgm}$$

$$f = \left[4.55 - \frac{4.55}{4} * 2 \right] * 3 * 1.58 = 10.8 \text{ kgm}$$

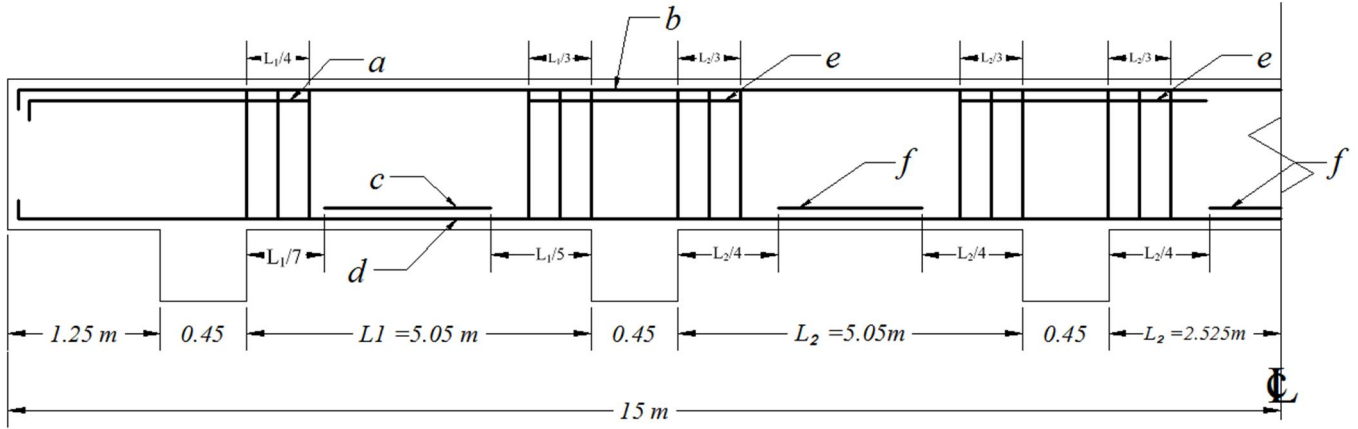
$$\text{no. of stirrup} = \left[\frac{4.55}{0.2} + \frac{3.55}{0.2} \right] = 41 \text{ pice}$$

$$\text{length of stirrup} = [[0.8 - 0.05] + [0.3 - 0.05]] * 2 + 2 * 0.07 = 2.14 \text{ m}$$

$$\text{weighth of stirrup} = 41 * 2.14 * 0.62 = 54.4 \text{ kgm}$$

∴ كميات العتب كاملا هي كما في الجدول ادناه الذي يوضح كميات عتب واحد وكميات الاعتاب الماخري (بالاتجاه القصير)

رمز حديد التسليح	a	b	c	d	e	f	stirrup
كمية نصف العتب kgm	17.2	63.1	11.1	48.4	18.9	10.8	54.4
كمية العتب كامل kgm	34.4	126.2	22.2	96.8	37.8	21.6	108.8
كمية الاعتاب الستة kgm	206.4	757.2	133.2	580.8	226.8	129.6	652.8



(ملاحظة الكميات ادناه من منتصف العتب الى طرفه نظرا للتشابه بين الطرفين لذلك تضاعف الارقام للحصول على كميات العتب الواحد بأكمله)

$$a = \left[0.2 + 1.025 + 0.45 + \frac{5.05}{4} \right] * 2 * 3.86 = 22.678$$

$$b = \left[0.2 + \frac{30 - 0.05}{2} \right] * 4 * 1.58 = 95.9$$

$$c = \left[5.05 - \left(\frac{5.05}{7} + \frac{5.05}{5} \right) \right] * 3 * 1.58 = 15.73$$

$$d = [0.2 + 1.25 + 5.5 + 5.5 + 2.525] * 3 * 1.58 = 44.9$$

$$e = \left[0.45 + \frac{5.05}{3} * 2 \right] * 3 * 2 = 22.9$$

$$f = \left[\left[5.05 - 2 * \frac{5.05}{4} \right] + \left[2.525 - \frac{5.05}{4} \right] \right] * 3 * 1.58 = 18$$

$$\text{no. of stirrup} = \left[\frac{1.025 + 5.05 * 2 + 2.525}{0.2} \right] = 69 \text{ pice}$$

$$\text{length of stirrup} = 2.14 \text{ m}$$

$$\text{weight of stirrup} = 91.6 \text{ kgm}$$

∴ كميات العتب كاملا هي كما في الجدول ادناه الذي يوضح كميات عتب واحد وكميات الاعتاب الـ5 الاخرى (بالاتجاه الطويل)

رمز حديد التسليح	a	b	c	d	e	f	Stirrup
كمية نصف العتب kgm	22.678	95.9	15.73	44.9	22.9	18	91.6
كمية العتب كامل kgm	45.356	191.8	31.46	89.8	45.8	36	183.2
كمية الاعتاب الخمسة kgm	226.78	959	157.3	449	229	180	916

حساب كمية حديد التسليح للسقوف

اولا السقوف نوع (S1)

(ملاحظة الرموز التالية مثبتة في مخططات السقوف المرفقة مع التقرير)

$$u_o = \left(\frac{6.75}{0.15} + 1 \right) * \left(2 * \frac{4}{3} + 1 \right) * 1.58 * 4 = 1076 \text{ kgm}$$

$$x_o = \left(\frac{5}{0.15} + 1 \right) * \left(\frac{5.5}{3} * 2 + 1.25 \right) * 1.58 * 4 = 1106 \text{ kgm}$$

$$z_o = \left(\frac{5}{0.45} + 1 \right) * (6.725) * 0.9 * 4 = 315 \text{ kgm}$$

$$y_o = \left(\frac{5}{0.45} + 1 \right) * (6.725 + 0.15) * 0.9 * 4 = 332 \text{ kgm}$$

$$w_o = \left(\frac{5.5 + 1.25}{0.25} + 1 \right) * (4.975) * 0.9 * 4 = 504 \text{ kgm}$$

$$v_o = (28) * 5.3 * 0.9 * 4 = 534 \text{ kgm}$$

ولأنواع السقوف الاخرى قمنا بنفس الخطوات والنتائج مبينة في الجدول ادناه تبين الاطوال والاقطار والاعداد والاوزان الكلية لكل نوع من السقوف

الوزن الكلي	الوزن للمتر الواحد	المقاس	العدد	عدد الفضاءات	الطول	تفاصيل التسليح	جزء البنية
1076	1.58	16	46	4	3.7	u0	السقوف بسمك 0.15 م وبالتفاصيل الانشائية المبينة في المخططات المرفقة (النوع S1) وعدد 4
1106	1.58	16	35	4	5	X0	
315	0.90	12	13	4	6.73	Z0	
332	0.90	12	13	4	7.1	Y0	
504	0.90	12	28	4	5	W0	
534	0.90	12	28	4	5.3	V0	
971	1.58	16	46	4	3.34	U1	السقوف بسمك 0.15 م وبالتفاصيل الانشائية المبينة في المخططات المرفقة (النوع S2) وعدد 4
1084	1.58	16	35	4	4.9	X1	
316	0.90	12	13	4	6.75	Z1	
323	0.90	12	13	4	6.9	Y1	
504	0.90	12	28	4	5	W1	
534	0.90	12	28	4	5.3	V1	

السقوف بسمك 0.15 م وبالتفاصيل الانشائية المبينة في المخططات المرفقة (النوع S3) وعدد 6	U2	3.3	6	46	16	1.58	1439
	X2	3.7	6	35	16	1.58	1228
	Z2	5.5	6	13	12	0.90	386
	Y2	5.65	6	13	12	0.90	397
	W2	5	6	23	12	0.90	621
	V2	5.15	6	23	12	0.90	640
السقوف بسمك 0.15 م وبالتفاصيل الانشائية المبينة في المخططات المرفقة (النوع S4) وعدد 6	U3	3.7	6	46	16	1.58	1613
	X3	3.7	6	35	16	1.58	1228
	Z3	5.5	6	13	12	0.90	386
	Y3	5.5	6	13	12	0.90	386
	W3	5	6	23	12	0.90	621
	V3	5.15	6	23	12	0.90	640

الملخص (للتطبيق الاول فقط)

25	18	16	12	10	قطر حديد التسليح
5.626	12.556	18.740	7.439	2.668	الكمية الحقيقية طن
6.19	13.81	20.61	8.18	2.93	الكمية بعد اضافة 10% خسائر طن

H.W / باستخدام النتائج اعلاه قم بحساب كميات حديد التسليح للطابق الثاني من البناية

Quiz//احسب كمية المواد الانشائية (سمنت رمل حصى وحديد تسليح) اللازمة لتنفيذ الفقرات التالية

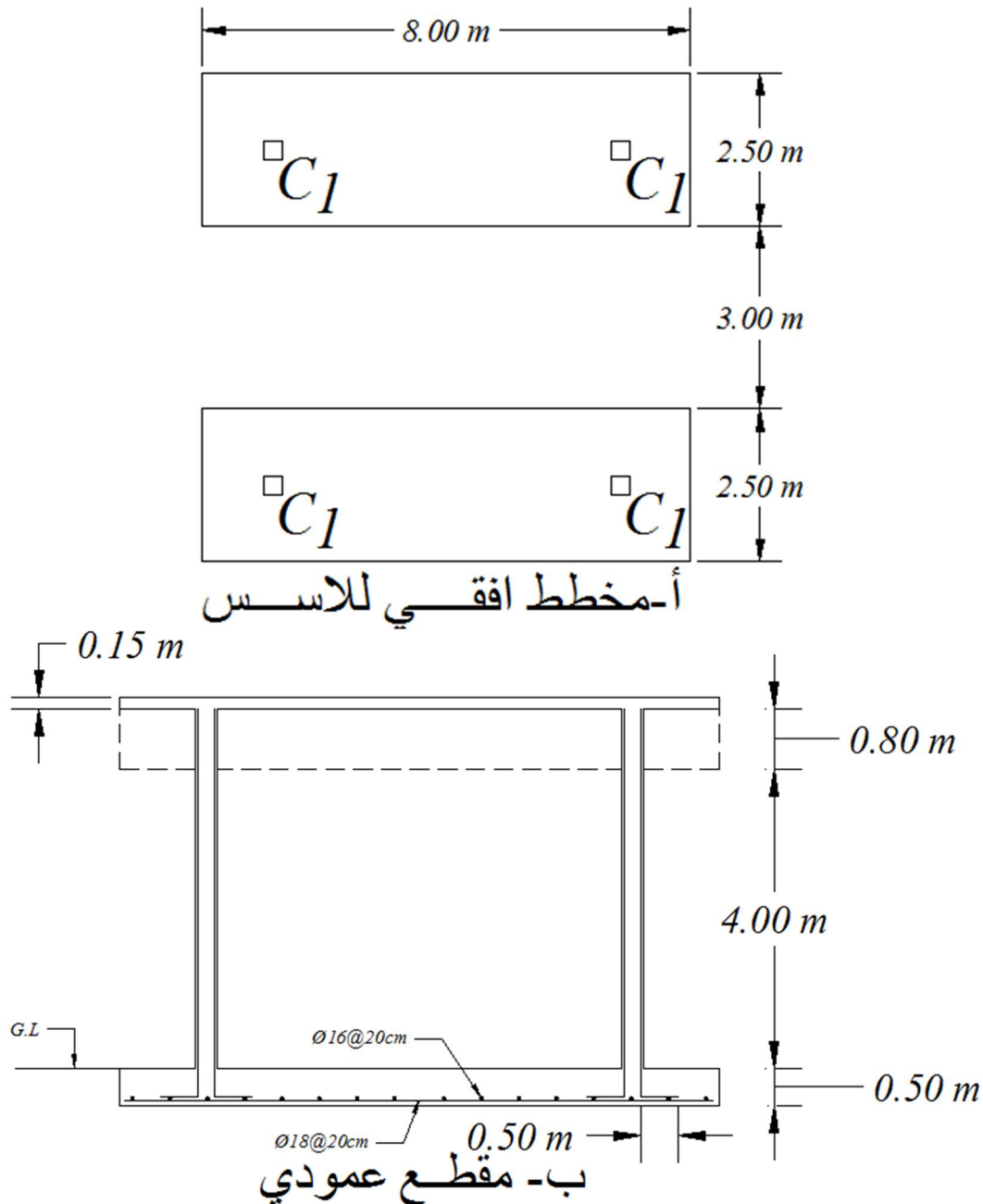
- أ- الاسس
- ب-الاعمدة
- ت-الجسور
- ث-السقف

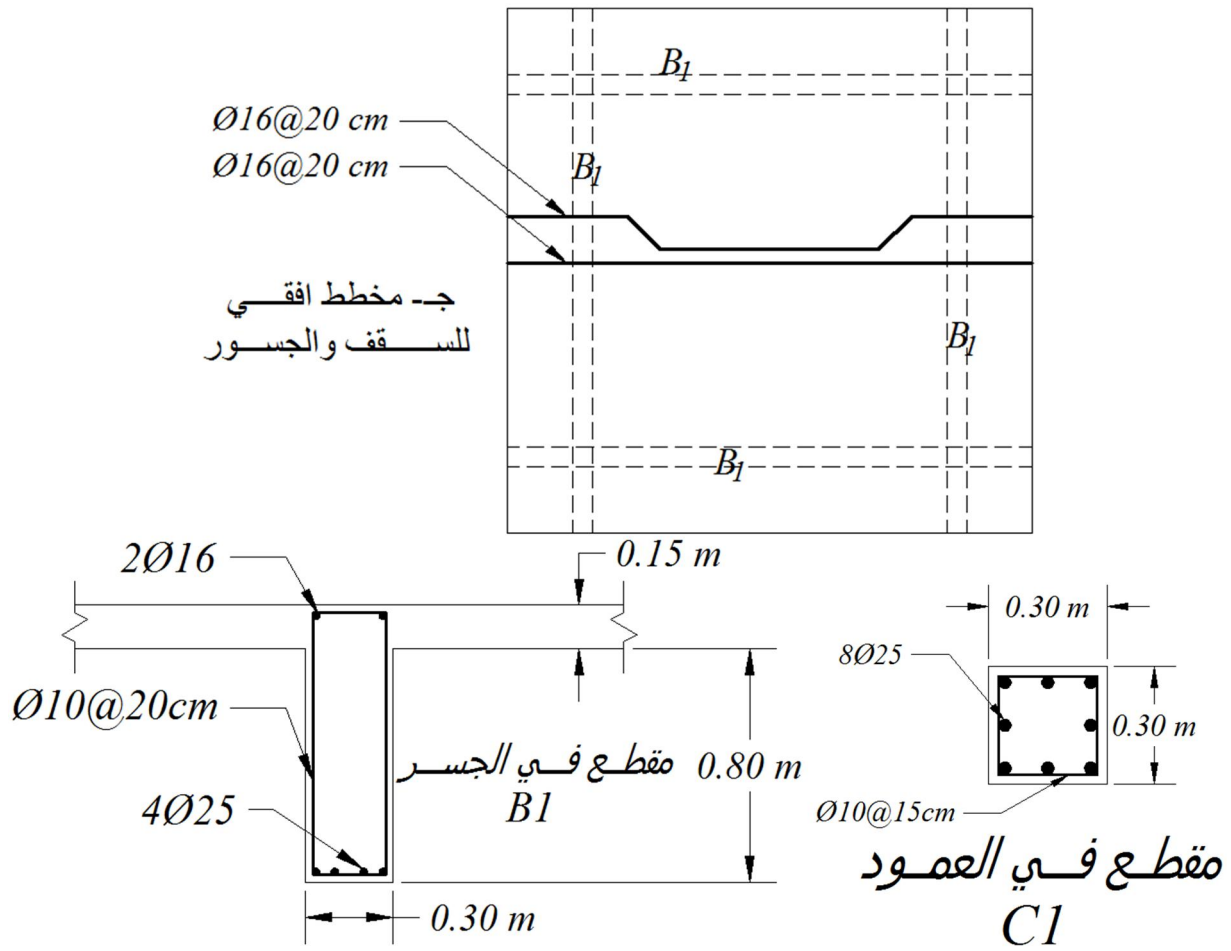
علما ان

- أ- الاسس والاعمدة (1 : 2 : 4)
- ب-الاسس والسقف (1 : 3 : 6)
- ج- الاسس والجسور (1 : 3 : 6)

سمك الغطاء الخرساني

- أ- 5 سم للأسس
- ب- 2.5 لبقية الاعضاء الانشائية





شعبة (أ)

$$1- \text{الاسس} = [2.5 * 8 * 0.5] = 20 \text{ م}^3$$

$$2- \text{الاعمدة} = (0.3 * 0.3) * 4 * 1.44 = 21.44$$

$$\text{المجموع} = 21.44$$

$$\text{نسبة الخلط} = 1 : 2 : 4$$

$$\text{س} = 0.213$$

$$\therefore \text{سمنت} = 21.44 * 1400 * 0.213 = 6.400 \text{ طن}$$

$$\text{الرمل} = 21.44 * 0.43 = 9.219 \text{ م}^3$$

$$\text{الحصى} = 21.44 * 0.85 = 18.22 \text{ م}^3$$

حديد التسليح

$$\text{كمية حديد التسليح A} = 2 \left[1.58 * 2.4 * \left(1 + \frac{8}{0.2} \right) \right] = 311 \text{ كغم}$$

$$\text{كمية حديد التسليح B} = 2 \left[2.0 * 7.9 * \left(1 + \frac{2.5}{0.2} \right) \right] = 442.2 \text{ كغم}$$

المرحلة الاولى من الاعمدة

$$\text{الاعمدة} = \text{الحديد E} = [3.86 * 5.7 * 8] * 4 = 671 \text{ كغم}$$

$$\text{طول الاتاري} = 2 * (0.07 + 0.15 + 0.25) = 1.14 \text{ م}$$

$$\text{كمية الاتاري} = 4 \left[0.62 * 1.14 * \left(1 + \frac{4}{0.15} \right) \right] = 79.2 \text{ كغم}$$

شعبة (ب)

1- الاسس = 20 م^3

2- السقف = $0.15 * 8 * 8 = 9.6 \text{ م}^3$

المجموع = 29.6 م^3

نسبة الخلط 1 : 3 : 6

س = 0.15

السمنت = $29.6 * 1400 * 0.15 = 6.22 \text{ طن}$

الرمل = $29.6 * 0.45 = 13.22 \text{ م}^3$

الحصى = $29.6 * 0.9 = 26.64 \text{ م}^3$

حديد التسليح

$311 \text{ كغم} = 2 \left(1.56 * 2.4 * \left(1 + \frac{8}{0.2} \right) \right) = A$

$442.4 \text{ كغم} = 2 \left(2.0 * 7.9 * \left(1 + \frac{8}{0.2} \right) \right) = B$

السقف

المستمر = $1.58 * 8 * \left(1 + \frac{8}{0.2} \right) = 518.3 \text{ كغم}$

المحني = $1.58 * 8.15 * \left(1 + \frac{8}{0.2} \right) = 528 \text{ كغم}$

شعبة (ج)

1- الاسس = 20 م^3

2- الجسور = $4 * 8 * 0.8 * 0.3 = 7.68 \text{ م}^3$

المجموع = 27.68 م^3

نسب الخلط 1 : 3 : 6

س = 0.15

السمنت = $27.68 * 1400 * 0.15 = 5.81 \text{ طن}$

الرمل = $27.68 * 0.45 = 12.5 \text{ م}^3$

الحصى = $27.68 * 0.9 = 24.9 = 25 \text{ م}^3$

حديد التسليح

الاسس

$311 \text{ كغم} = 2 \left(1.58 * 2.4 * \left(1 + \frac{8}{0.2} \right) \right) = A$

$44.4 \text{ كغم} = 2 \left(2 * 7.9 * \left(1 + \frac{2.5}{0.2} \right) \right) = B$

الجسور

الاسفل = $4 * 3.68 * 8 * 4 = 353 \text{ كغم}$

الاعلى = $4 * 1.58 * 8 * 2 = 101 \text{ كغم}$

طول الاتاري = $(0.25 + 0.9 + 0.07) * 2 = 2.4 \text{ م}$

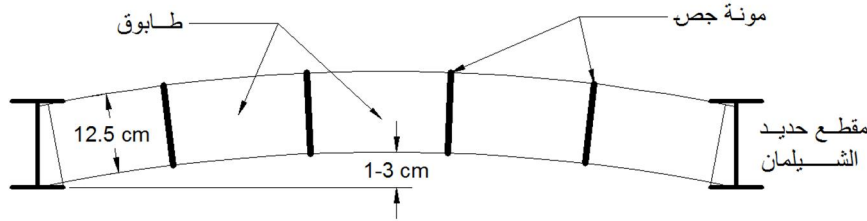
كمية الاتاري = $4 \left(0.62 * 2.4 * \left(1 + \frac{8}{0.2} \right) \right) = 244 \text{ كغم}$

حساب كمية حديد الشيلمان في العقادة

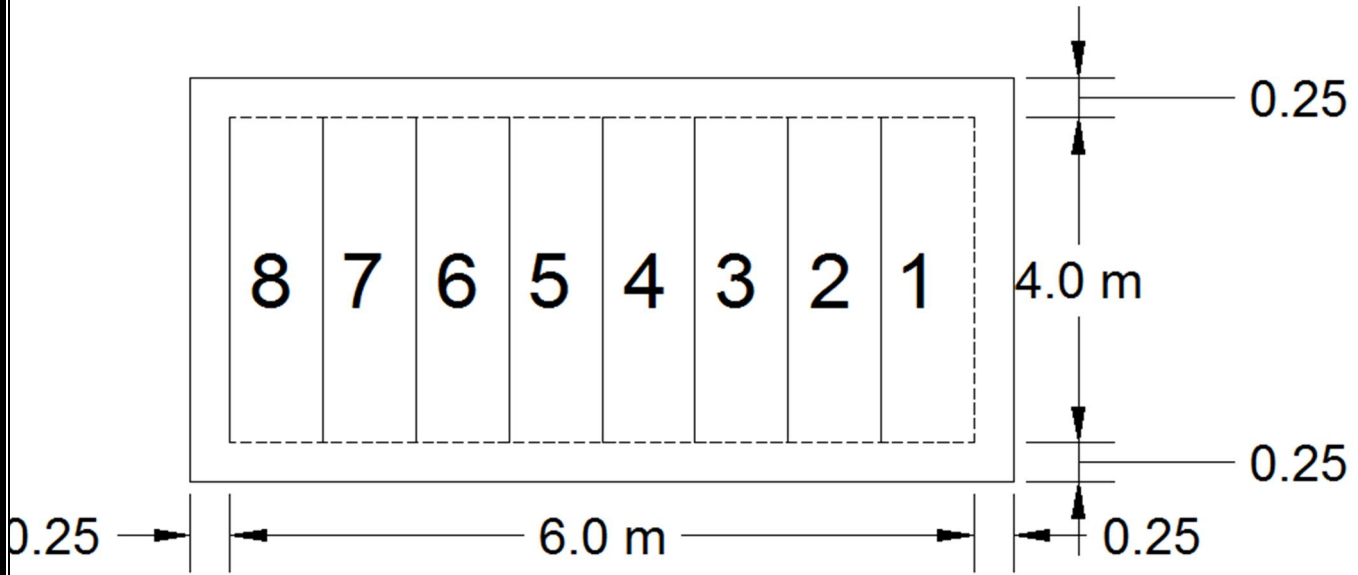
تعمل سقوف العقادة من حديد الشيلمان بمقطع (I) يستند على جدران حاملة او اعتاب ويبلغ سمك العقادة 12.5 سم

اهم النقاط التي تؤخذ بنظر الاعتبار في عمل العقادة

- 1- يوضع حديد الشيلمان باتجاه الفضاء القصير وبمسافة تتراوح مركزها بين 0.75 و 0.9 متر
- 2- اقل مسافة لجلوس حديد الشيلمان على الجدران هي ($\frac{2}{3}$) سمك الجدران من كل جهة
- 3- يصمم الشيلمان بمقطع يكفي لتحمل عزم انحناء ($\frac{wl^2}{8}$) وأن لا يزيد الهطول عن الانحناء المسموح به والذي يساوي ($\frac{1}{360}$) من طول الفضاء
- 4- استعمال وسادة خرسانية تحت المساند ومن الافضل استعمال رباط خرساني او مقطع خرسانة مسبق الصب
- 5- تعتمد المسافة ما بين حديد الشيلمان على الطابوق ومونة الجص وبتقوس يتراوح بين (1-3) سم وحسب المسافة
- 6- شربت العقادة بالجص لسد الفراغات وتسوية الوجه العلوي لغرض طبقات التسطیح
- 7- استعمال سلك مشبك ومن النوعية التي تقاوم الصدأ وبعرض اكثر من 3 اضعاف عرض الشيلمان وتثبت على العقادة من الطرفين لكي يزيد من مقاومة التغيرات الحرارية



مثال/ غرفة ابعادها الداخلية (4×6)م وسمك الجدران 0.25 م المطلوب توزيع حديد الشيلمان بمقطع 91×180 ملم



الحل/ يوضع حديد الشيلمان بالاتجاه القصير (4م)

طول حديد الشيلمان = 4.5 = 0.25 + 0.25 + 4 م

نفرض بأن المسافة بين حديد الشيلمان هي 0.8 م

$$\therefore \text{عدد حديد الشيلمان} = \frac{\text{طول الفضاء الطويل}}{\text{المسافة بين الحديد}} - 1$$

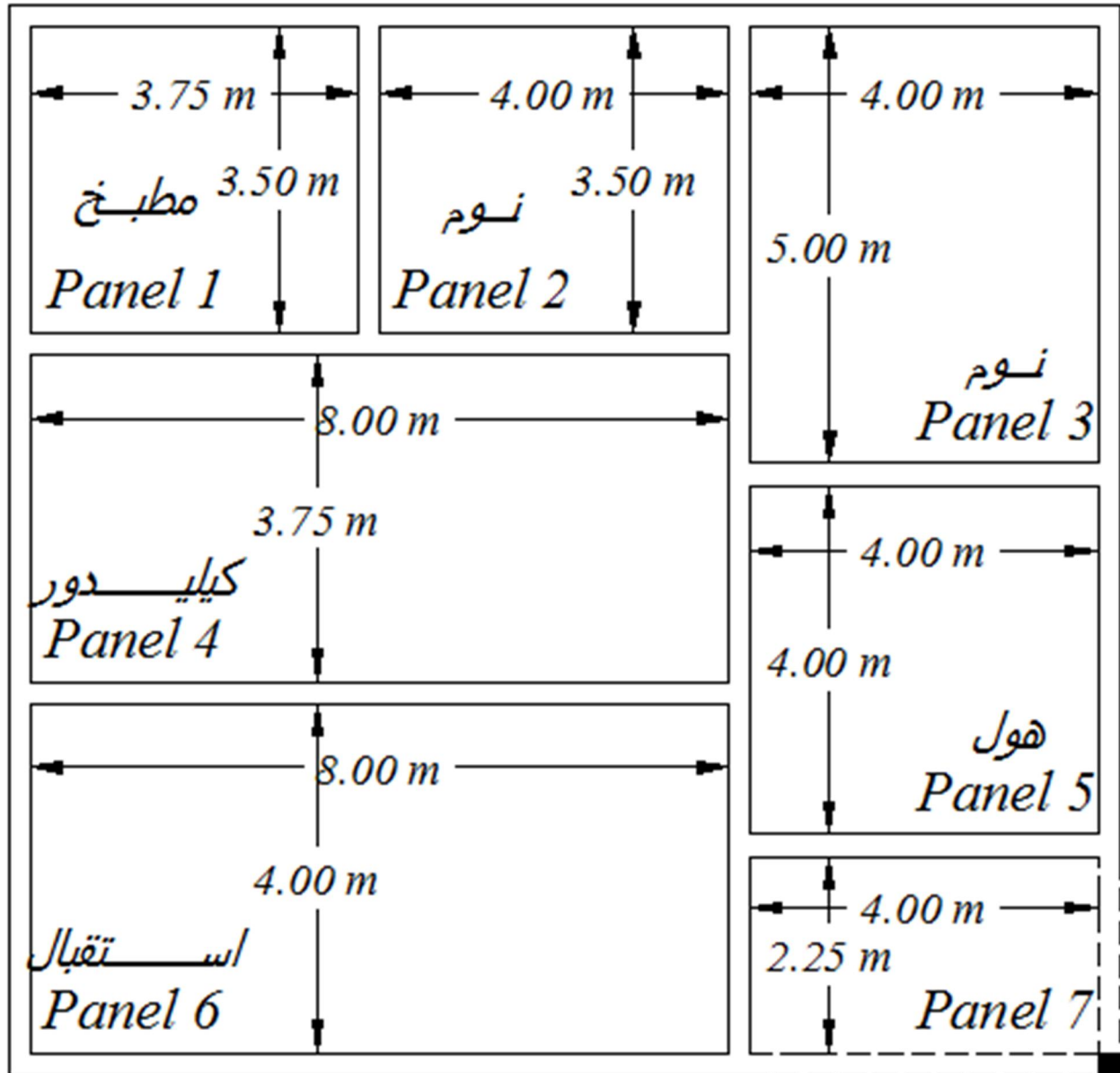
$$= 1 - \frac{6.25}{0.8} \cong 6.8 \approx 7 \text{ مقطع}$$

$$\therefore \text{عدد الفضاءات} = 1 + 7 = 8$$

$$\therefore \text{المسافة الحقيقية بين حديد الشيلمان} = \frac{6.25}{8} = 0.78 \text{ متر}$$

$$\therefore \text{طول الشيلمان الكلي} = 7 \times 4.5 = 31.5 \text{ ممت}$$

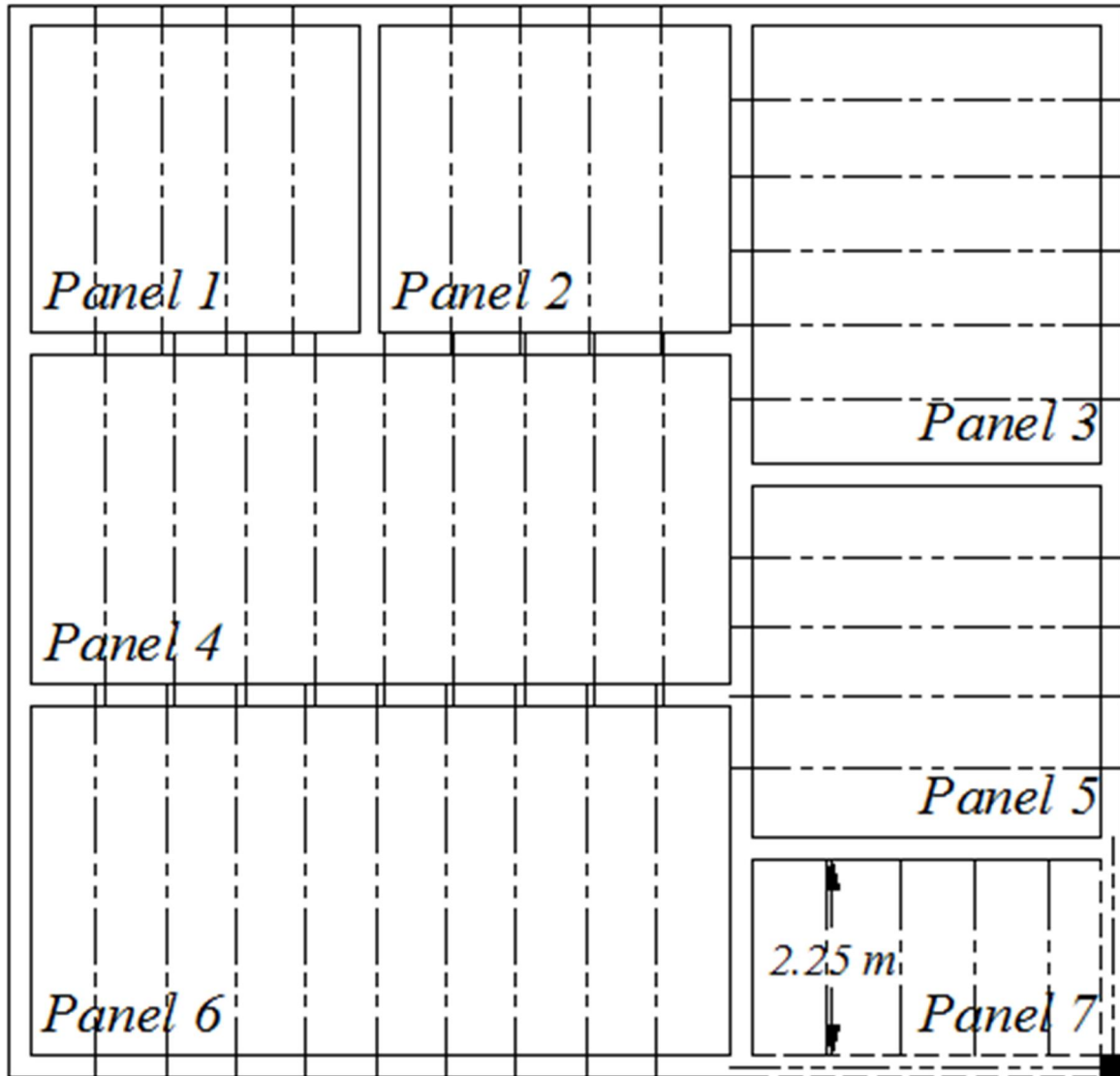
مثال/ للمخطط ادناه اعد جدول لتوزيع حديد الشلمان ورتب المعلومات بجدول (سمك الجدران 0.25 م)



المخطط الافقي للبناء

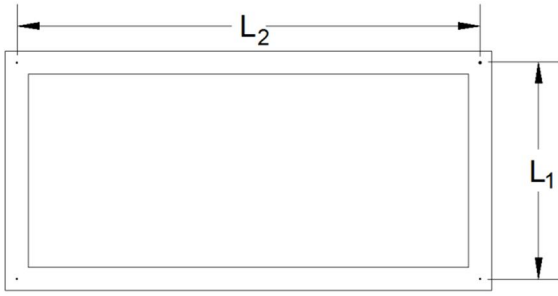
(الابعاد المؤشرة تمثل الابعاد الصافية وسمك الجدار 0.25 م)

رقم الفضاء	عدد القطع	الطول	التباعد	ملاحظات
1	4	4	0.75	
2	4	4	0.8	
3	5	4.5	0.8	
4	9	4.25	0.8	
5	4	4.5	0.8	
6	9	4.5	0.8	
7	4	2.75	0.85	بالإضافة الى قطعتين تستند على العمود وتستند عليها بقية القطع وهما بطول (4.5 m&2.75 m)



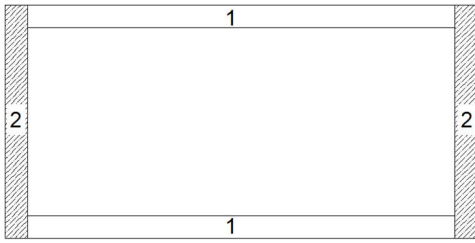
جداول الكميات والذريعة :-

الاسس المعتمدة



1- طريقة الخط المركزي *Center line method*
تعتبر هذه الطريقة اكثر عملية وسهلة في تنفيذ الحسابات الخاصة بإعداد جداول الكميات والذريعة

$$\text{الطول المركزي للشكل} = 2 \times [L_2 + L_1]$$



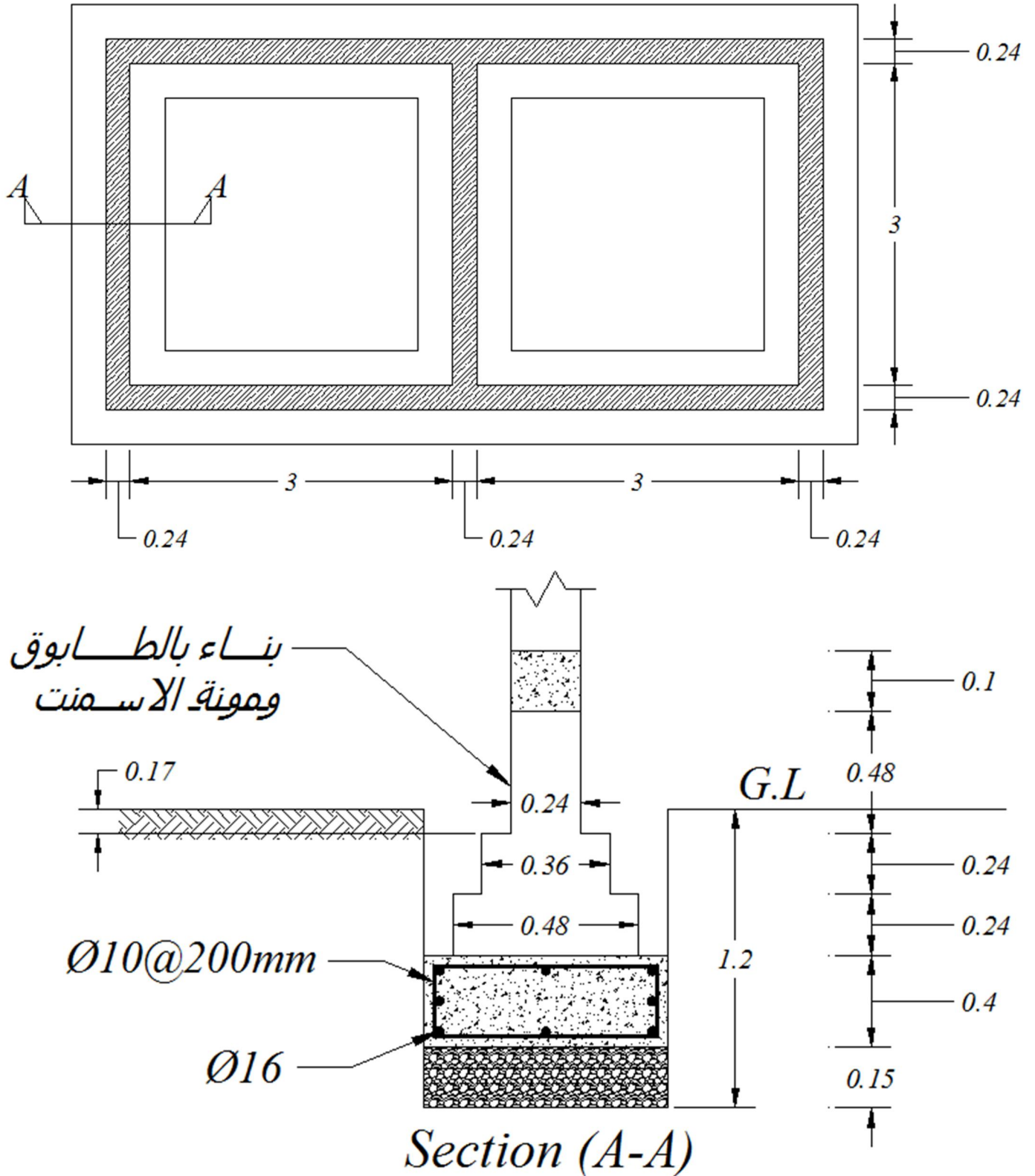
2- طريقة الاشكال الهندسية
يتم تقسيم الشكل الى مجموعة من الاشكال الهندسية المنتظمة (مثلث ، مربع، مستطيل، الدائرة واجزائها الخ)

$$\text{مساحة الشكل} = [\text{مساحة الشكل 1} + \text{مساحة الشكل 2}] \times 2$$

3- استخدام (AutoCAD) في التخمين

مثال/ الشكل المبين ادناه اعد جدول الكميات للفقرات التالية

- 1- حفریات الاسس *Earth Excavation*
- 2- التريبع بالحصى الخابط *Sub-base Blinding*
- 3- صب خرسانة مسلحة للأسس بنسبة خلط 1 : 2 : 4
- 4- البناء بالطابوق ومونة الاسمنت تحت صبة مانع الرطوبة
- 5- صب خرسانة مانع الرطوبة (البادلو) *Dump proof Concrete (DPC)*



الحل/

الطول المركزي الكلي = مجموع الاطوال المركزية للأشكال + طول التقاطعات - عدد التقاطع × عرض التدريجة

$$2 \times [(0.12+3+0.12)+(0.12+.+0.24+3+0.12)] = \text{الطول المركزي عند اسفل الحفر}$$

$$0.9 \times 1 - (0.12+3+0.12) +$$

$$= 21.78 \text{ م}$$

$$0.9 - 3.24 + 2 \times [3.24 + 6.48] =$$

$$\text{الطول المركزي عند اسفل التدريجة } 0.48 = 1 \times 0.48 - 22.68 = 22.2 \text{ م}$$

$$\text{الطول المركزي عند اسفل التدريجة } 0.36 = 1 \times 0.36 - 22.68 = 22.32 \text{ م}$$

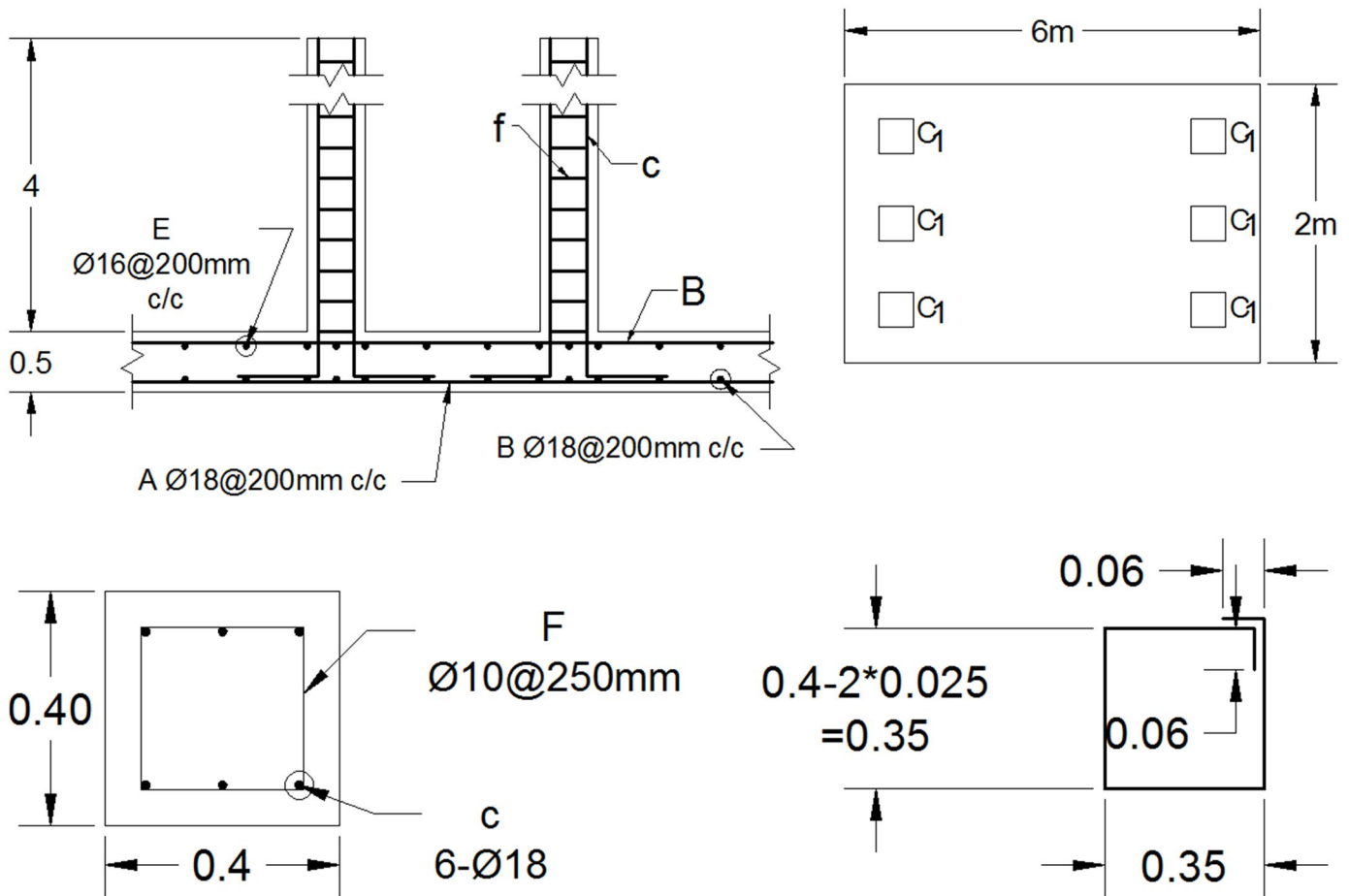
$$\text{الطول المركزي عند اسفل التدريجة } 0.24 = 1 \times 0.24 - 22.68 = 22.44 \text{ م}$$

جدول الكميات

ت	تفاصيل الفقرة	الوحدة	الابعاد			الكمية
			الطول	العرض	الارتفاع	
1	القشط والتسوية	جملة	-	-	-	جملة
2	التخطيط	جملة	-	-	-	جملة
3	حفريات الاسس	م ³	21.78	0.9	1.2	23.52
4	التربيع بالحصى الخابط	م ³	21.78	0.9	0.15	2.94
	التربيع بالحصى الخابط وبسمك 0.15	م ²	21.78	0.9	-	19.6
5	صب خرسانة مسلحة للاسس بنسبة خلط 4 : 2 : 1	م ³	21.78	0.9	0.4	7.8
6	البناء بالطابوق ومونة الاسمنت أ- التدريجة 0.48 ب- التدريجة 0.36 ج- التدريجة 0.24	م ³	22.2	0.48	0.24	2.55
			22.32	0.36	0.24	1.93
			22.44	0.24	0.48	2.58
						Σ7.06
7	صب خرسانة مانع الرطوبة بنسبة خلط 3 : 1.5 : 1	م ²	22.44	0.24	-	5.38
		م.ط	22.4	-	-	22.4

H.W احسب كمية المواد الانشائية اللازمة لتنفيذ العمل في جدول الكميات اعلاه

مثال/ احسب كمية حديد التسليح اللازمة لتنفيذ المخطط المبين ادناه واعد جدولاً خاصاً بحديد التسليح المطلوب للعمل مبينا في الاطوال والاقطار والعدد



<i>Dia.</i>		<i>shape</i>	<i>length</i>	<i>No.</i>	<i>Total length (m)</i>	<i>weight</i>	<i>Total weight</i>
Ø18 mm	<i>A</i>	-	$6-0.05*2$ $=5.9$	$\frac{12}{0.2} + 1 = 61$	359.9	718.5	1792kg
Ø18 mm	<i>B</i>	-	11.9	31	368.9	737.8	1792kg
Ø18 mm	<i>C</i>		4.65	36	167.4	334.8	1792kg
Ø16 mm	<i>D</i>	-	5.9	41	241.9	282.2	777kg
Ø16 mm	<i>E</i>	-	11.9	21	249.9	394.8	777kg
Ø16 mm	<i>F</i>		1.52		155	96.1	96.1 kg

اعداد جداول الكميات ***

مثال/ اعد جدول الكميات حسب الدليل القياسي الموحد للمخطط المبين ادناه
المخطط مرفق مع الملزمة

الحل/

حساب الطول المركزي = طول الاطوال المغلقة + طول التقاطعات
-(عدد التقاطعات × عرض التدريجة)

$$= \text{شكل (1)} + \text{شكل (2)} + \text{شكل (3)}$$

$$\begin{aligned} \text{شكل (1)} &= 2 \times (6.25 + 4.25) + 2 \times (4.25 + 8.5) + 2 \times (1.25 + 2) + 2.75 + 2 \times 3 \\ &= 2.35 + 2.35 + 2 \times 3.75 + 1.6 + 4.25 \\ &= 26.8 + 53 = \end{aligned}$$

∴ الطول المركزي عند اسفل الحفر = $71.7 = 0.9 \times 9 - 26.8 + 53$ م

الطول المركزي عند التدريجة 0.48 = $75.48 = 0.48 \times 9 - 26.8 + 53$ م

الطول المركزي عند التدريجة 0.36 = $76.56 = 0.36 \times 9 - 26.8 + 53$ م

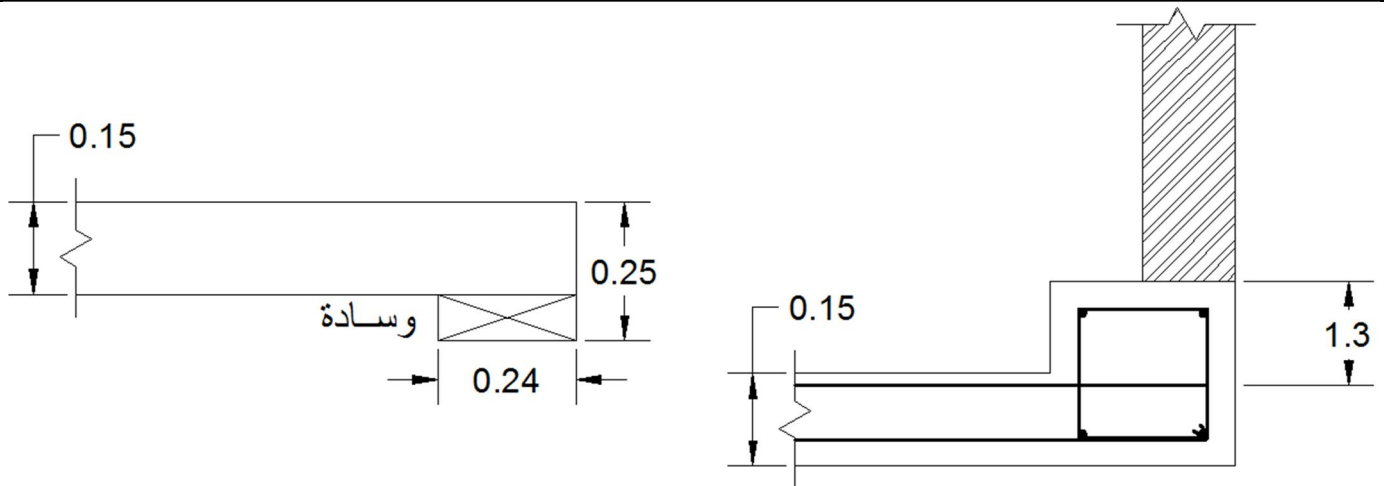
الطول المركزي عند التدريجة 0.24 = $77.64 = 0.24 \times 9 - 26.8 + 53$ م

جدول الكميات

اولاً اعمال الاسس

الكمية	الابعاد			الوحدة	تفاصيل الفقرة	ت
	الارتفاع	العرض	الطول			
جملة	-	-	-	جملة	القشط والتسوية	1
جملة	-	-	-	جملة	التخطيط (التسقيط) وتثبيت نفاط التسوية (B.M)	2
64.53	1.0	0.9	71.7	م ³	الحفريات الترابية	3
61.53	0.1	0.9	71.7	م ³	التربييع بالحصى الخابط Sub-base	4
جملة	-	-	-	جملة	معالجة حشرة الارضة	5

ت	تفاصيل الفقرة	الوحدة	الابعاد			الكمية
			الطول	العرض	الارتفاع	
أ- الخرسانة غير المسلحة						
1	خرسانة مانع الرطوبة	م.ط	77.64	-	-	68.94=8.7-77.64
2	خرسانة تحت الكاشي سمك 15 سم	م ²	مساحة الغرف			
ب- الخرسانة المسلحة						
1	الاسس	م ³	71.7	0.9	0.3	19.359
2	خرسانة الجسور (الرباط)+بيجات الشبائيك	م ³	77.64	0.24	0.3	9.49=3.9+5.59
3	السقف					
	أ- الوسادة	م ³	77.64	0.24	0.1	1.86
	ب-سقف الطابق الارضي*	م ³	118.41	0.15		17.76
	ج- سقف البيتونة	م ³	20.475	0.15		Σ19.62
	د- صحن الدرج	م ³	2.6	1.5	0.15	3.07 0.59



- اطوال الابواب = $8.7 = 1 + 0.8 \times 3 + 1.3 + 4 \times 1$ (فتحات الابواب 9)
- مساحة الغرف = $..... \times 4 \times 6 + 2 \times 4 \times 4$
- سقف الطابق الارضي = $118.41 \text{ م}^2 = 2.25 \times 2 - 4.25 \times 1.6 - 1.35 \times 13.75$
- سقف البيتونة = $20.475 = 2.6 \times 2.75 + 4.1 \times 3.25$
- بيجات الشبائيك = $3.9 = 1 \times [0.5 \times 1.3 + 0.5 \times 25 + 2 \times [2 \times 0.5]]$

ثالثا اعمال البناء بالطابوق ومونة الاسمنت (للدور بدون السياج)

ت	تفاصيل الفقرة	الوحدة	الابعاد			الكمية
			الطول	العرض	الارتفاع	
1	البناء تحت مانع الرطوبة أ- تدريجة 0.48 ب-تدريجة 0.36 ت-تدريجة 0.24	م ³	75.48	0.48	0.2	7.24
			76.56	0.36	0.2	5.51
			77.64	0.24	0.4	7.45
						Σ20.2
2	البناء بالطابوق ومونة الاسمنت فوق مانع الرطوبة أ- من مستوى مانع الرطوبة الى السقف ب-جدران البيتونة ج- جدار ستارة السطح	م ³	77.64	0.24	2.6	48.44
			19.2	0.24	2.7	12.44
			47.45	0.12	1.2	6.82

رابعا الاعمال المعدنية والخشبية

ت	تفاصيل الفقرة	الوحدة	الابعاد			الكمية
			الطول	العرض	الارتفاع	
1	تجهيز وتركيب الابواب وكما يأتي أ- ابواب خشب صاج بأبعاد (1×2.1)م ب-ابواب PVC بأبعاد (0.8×2.1)م ج- ابواب حديد بأبعاد 1.0×2.1م د- باب حديد بأبعاد 1.3×2.1م هـ- باب حديد بأبعاد 1.4×2.8 م	عدد				4
						3
						2
						1
						1
						1
2	تجهيز وتركيب شبابيك واطار تثبيت تكون الكتائب من الحديد والشباك من PVC أ- شباك بأبعاد 1.5×2.5 ب-شباك بأبعاد 1.5×1.5 ج- شباك بأبعاد 1.5×2 د- شباك بأبعاد 0.5×0.7 هـ- شباك بأبعاد 1.5×1.2	عدد				1
						1
						2
						3
						1
3	اعمال المحجرات (المحجر من الحديد)	م.ط				10

خامسا اعمال التطبيق

الكمية	الابعاد			الوحدة	تفاصيل الفقرة	ت
	الارتفاع	العرض	الطول			
98.02	ابعاد الغرف			م ²	تطبيق الارضيات بالمرمر ومونة الاسمنت	1
8.0				م ²	تطبيق الارضيات والصبات بالسيراميك	2
41.31 62.73				م ² م ²	تطبيق الجدران أ- المطبخ ب- الصحيات	3
13					تجهيز بايات الدرج بأبعاد 0.1×0.35×1.25	4
				م ²	تطبيق الجدران الخارجية	5

1- مساحة الغرف = $(2.25 \times 2.75) + (2.75 \times 3.75) + (3.5 \times 3.25) + (4 \times 4) \times 2 + (4 \times 6) = 98.02$ م²

2- تطبيق الارضيات والصبات بالسيراميك

$8.0 = (1.0 \times 1.75) + (2.5 \times 1) + (2.5 \times 1.5)$

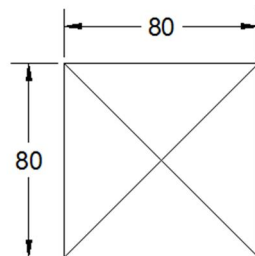
3- المطبخ = $3.06 \times 2 \times (3.5 \times 3.25) = 41.31$

4- الصحيات = $3.06 \times [2 \times (1 + 1.75) + 2 \times (2.5 + 1) + 2 \times (2.5 \times 1.5)] = 62.73$ (تطرح الفتحات)

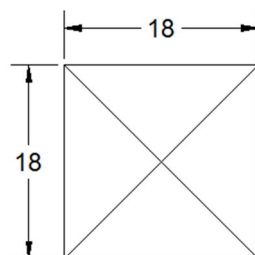
سادسا اعمال الانتهاء

الكمية	الابعاد			الوحدة	تفاصيل الفقرة	ت
	الارتفاع	العرض	الطول			
	$3.06 \times 2 \times (4 \times 6)$ $2 \times [3.06 \times 2 \times (4 + 4)]$ 3.06×19.2 2.7×19.2			م ² م ² م ² م ²	اعمال البياض بالجص والبورك أ- الاستقبال ب- غرف النوم ج- كليدور د- بيتونة	1
	مساحة الصحيات والمطبخ الدار + البيتونة + الستارة			م ² م ²	اعمال اللبخ أ- لبخ داخلي ب- لبخ خارجي	2
	الدار + البيتونة			م ²	اعمال النثر	3
	سقف المطبخ + الصحيات + الكليدور الداخلي			م ²	اعمال السقف الثانوية	4

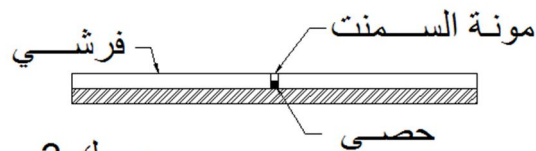
الكمية	الابعاد			الوحدة	تفاصيل الفقرة	ت
	الارتفاع	العرض	الطول			
91.6 91.6 91.6 91.6				م ² م ² م ² م ²	أ- فرش طبقتين من القير ب- طبقة من سبايروبور ج- طبقة من تراب التطبيق د- التطبيق بالفرشي ابعاد (3×18×18)سم او الشتاكر بأبعاد (4×80×80)سم	1
15				م.ط	انابيب تصريف مياه الامطار تجهز وتركب انابيب PVC قطر 75 ملم +كافة الملحقات	2



سمك 4 سم



سمك 3 سم



التسعير Pricing

هو تحديد الكلفة النهائية للقرارات الانشائية مضافا اليها التحميلات الادارية والارباح
تتكون الكلفة النهائية لاي فقرة انشائية من الكلفة التالية

أ- المواد الداخلة في تنفيذها

ب- الاعمال اللازمة لانجازها

ت- التحميلات والمصاريف الادارية

ث- الارباح (10-20)%

مثال/ سعر الفقرات التالية على فرض نسبة تحميلات ادارية 10% وارباح صافية 15% من الكلفة الكلية

1. فقرة البناء بالطابوق ومونة الاسمنت اذا توفرت لديك المعلومات التالية انتاجية مجموعة البناء 4 م³/يوم تتكون المجموعة من 1 عامل ماهر باجرة يومية مقدارها 80 الف دينار و 4 عمال غير ماهرين باجرة يومية مقدارها 20 الف دينار سعر الطابوق 1 مليون دينار لكل 4000 طابوقة سعر الرمل 25 الف دينار/م³ سعر 1 طن اسمنت 170 الف دينار

ماهي الكلفة الكلية لـ 1م³ من البناء بالطابوق مع مونة السممت مع التحميلات الادارية والارباح

الحل/

كمية الطابوق لـ 1م³ = 400 طابوقة

كمية المونة = 0.22 م³

0.22 = 0.75 × (3+1) × س

س = 0.073 م³

∴ وزن السممت = 1400 × 0.073 = 103 كغم ≅ 100 كغم = 2 كيس

الرمل = 0.22 م³

كلفة الطابوقة الواحدة = $\frac{1000000}{4000}$ = 250 دينار

كلفة المواد

1. السممت = $170 \times \frac{100}{1000}$ = 17 الف دينار

2. الطابوق = 250 × 400 = 1100 الف دينار

3. الرمل = 25 × 0.22 = 6.6

المجموع = 123.6 الف دينار

كلفة العمل

انتاجية العمال = 4 م³/يوم

كلفة المجموع لليوم الواحد = 80 × 1 + 20 × 4 = 160 الف دينار

كلفة عمل 1 م³ = $\frac{160}{4}$ = 40 الف دينار

الكلفة الحقيقية الكلية = كلفة المواد + كلفة العمل = $123.6 + 40 = 163.6$ الف دينار

الكلفة مع التحويلات الادارية = $1.1 \times 163.6 = 179.96$ الف دينار

الكلفة النهائية مع الارباح = $1.15 \times 179.96 = 206.955 \cong 207$ الف دينار / م³

2. اوجد كلفة 1 م³ من الخرسانة المسلحة اذا توفرت لديك المعلومات التالية
نسبة الخلط 1: 2: 4 كمية حديد التسليح 100 كغم/م³ اجور القالب الخشبي = 40 الف دينار / م³
(يشمل اجور الحدادين) اجور الصب لـ 1 م³ خرسانة = 25 الف دينار
الحل/

كمية المواد

اسمنت = 300 كغم

رمل = 0.43 م³

حصى = 0.85 م³

أ- كلفة المواد

الاسمنت = $170 \times \frac{300}{1000} = 51$ الف دينار

الرمل = $25 \times 0.43 = 10.75$ الف دينار

الحصى = $35 \times 0.85 = 30$ الف دينار

حديد التسليح = $1000 \times \frac{100}{1000} = 100$ الف دينار

المجموع = 191.75 الف دينار

ب- كلفة الاعمال

اجور القالب الخشبي = 40 الف دينار

اجور صب الخرسانة = 25 الف دينار

المجموع = 65 الف دينار

الكلفة الحقيقية = $191.75 + 65 = 256.75$ الف دينار

الكلفة + التحويلات الادارية = $1.1 \times 256.75 = 282.425$ الف دينار

∴ الكلفة الكلية = $1.15 \times 282.425 = 324.788$ الف دينار

4- اوجد كلفة التطبيق بالمرمر ومونة الاسمنت للارضيات على اساس 1 م² اذا توفرت لديك المعلومات التالية

سعر 1 م² مرمر بأبعاد (0.3 × 0.6 × 0.03 م) = 34 الف

كلفة المواد

أ- المرمر 1 م² = 34 الف دينار

ب- المونة الخاصة بالتطبيق = $1 \times 1 \times 0.04 = 0.04$ (3+1) س

س = 0.0133

∴ وزن الاسمنت = 20 كغم

الرمل = 0.04 م³

4. اجور العمل ومجموعة العمل تتكون من 1 عامل ماهر باجرة يومية 80 الف دينار و 4 عمال

غير ماهرين باجرة يومية 20 الف دينار الانتاجية لهذه المجموعة = 5 م²/يوم

كلفة المجموعة = $80 \times 1 + 4 \times 20 = 160$ ألف دينار

كلفة عمل 1 م² = $\frac{160}{15} = 10.67$ ألف دينار

كلفة المرمم = 34 ألف دينار

السمنت = $170 \times \frac{20}{1000} = 3.4$ ألف دينار

الرمل = $25 \times 0.04 = 1.0$

المجموع = 38.4 ألف دينار

الكلفة الحقيقية = $38.4 + 10.67 = 49.07$

الكلفة + التحويلات الادارية = $49.07 + 1.1 = 53.9$

الكلفة النهائية = $53.9 \times 1.15 = 61.9$ ألف دينار

H.W

4. التطبيق بالكاشي السيراميك (1 م²)

5. التغليف بالمرمر للجدران الخارجية

6. البياض بالجص

7. اللبخ بمونة السمنت (1 م²)

8. النثر بمونة السمنت (1 م²)

المواصفات الفنية

أحدى مستندات المقابلة والتي تحدد صفة كل مادة ضمن المواد المستخدمة في انجاز العمل وصفة ومستوى وانجاز كل جزء من اجزاء العمل كذلك تبيين الابعاد والمعلومات التي لا تظهر في المخططات او في مستندات المقابلة

الغرض من اعداد المواصفة

هو تمكين جميع الاطراف المعنية بالعمل في الاطلاع على جميع المعلومات والتي لا يمكن اظهارها في المخططات

1- المقاول

2- مهندس التخمين (لدى المقاول)

3- مسؤول المشتريات (لدى المقاول)

4- المهندس المقيم

5- صاحب العمل

6- المقاولين الثانويين

مستندات المقابلة

1- صيغة التعاقد

2- شروط المقابلة بقسميها الاول والثاني

3- جدول الكميات

4- المخططات

5- المواصفة

6- كتاب الاحالة

7- عطاء المقابلة

8- تعليمات الى مقدمي العطاءات (التأهيل)

الوثائق التي يجب ان تقدم مع العطاء

1- هوية المقاول

2- الوثائق الخاصة بتكوين الشركة

3- قائمة مفصلة بالاعمال المماثلة

4- قائمة بالاعمال التي يقوم بها المقاول حالياً

5- التأمينات الاولية

6- التسهيل لدى هيئة الضرائب

العلاقة بين المواصفات والخرائط (المخططات)

المخططات

- 1- الحدود
- 2- موقع المواد
- 3- التفاصيل والابعاد
- 4- تفاصيل الانهاء الداخلي
- 5- حجم وسعة الاجهزة والمعدات

اما المواصفات

- 1- نوعية وصفة المواد
- 2- مستوى او نوعية العمل
- 3- الفحوصات المطلوب اجرائها
- 4- طريقة العمل
- 5- المواصفات القياسية العالمية

الانظمة المستخدمة في كتابة المواصفات

- 1- طريقة الشرح
- 2- طريقة النتيجة النهائية

المواصفات المعتمدة

- 1- المواصفات العراقية
- 2- المواصفات الامريكية ASTM
- 3- المواصفات الامريكية AASHTO
- 4- المواصفات الاوربية EN
- 5- المواصفات العالمية ISO
- 6- المواصفات البريطانية BS
- 7- المواصفات الالمانية DN

التأمينات

- 1- التأمينات الاولى (2-5)% من قيمة العطاء (صك غير مصروف)
- 2- التأمينات النهائية (10%) من قيمة العطاء (صك مصروف او كتاب ضمان)

تعاد

- 1- التأمينات الاولى

- 2- التأمينات النهائية

a. 5% بعد الاستلام الاولي

b. 5% بعد نهاية فترة الصيانة