الموضوع	الصفحة
معلومات اولية • بعض الصيغ الرياضية لحساب الاطوال والمساحات والحجوم • وحدات القياس وتحويلها بين النظامين المتري والبريطاني • مراجعة لبعض طرائق حساب المساحات والحجوم • فصول مختارة من الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي	
مقدمة في المسح الكمي ووثائق المقاولة	1
فوائد منهج المسح الكمي وطرائق الانشاء	1
مراحل المشروع الانشائي Stages of Construction Project	1
مهمات مخمن التكاليف (مسّاح الكميات) Cost Estimator (Quantity Surveyor)	5
جداول الكميات وجداول ذرعة الاعمال	6
وحدات فقرات العمل	7
المواصفات القياسية	8
المواصفات القياسية للهيأة العامة للطرق والجسور العراقية	8
المواصفات الفنية	11
الغاية من المواصفات الفنية	11
أمثلة على كيفية كتابة المواصفات الفنية لبعض فقرات مشروع متوسط الحجم	12
صياغة نصوص فقرات العمل في جدول الكميات	15
ملاحظات عامة ينبغي ملاحظاتها عند كتابة او قراءة نص فقرة العمل في جدول الكميات	15
مثال تطبيقي على صياغة فقرات العمل في جدول الكميات	16
حساب كميات فقرات مختارة من اعمال الطرق والجسور والمنشآت المصاحبة لها	19
أولاً: الاعمال الترابية Earth Works	19
حساب كميات اعمال القشط والتسوية بطريقة نقاط التسوية Volume by Contours	20
مثال تطبيقي	22
حساب حجوم القطع والاملاء لمسارات الطرق	23
مثال تطبيقي	24
حساب كمية الاعمال الترابية بطريقة معدل المساحة	25
مثال تطبيقي	25
حساب كمية الاعمال الترابية باستخدام الصيغة المنشورية Prismoidal Formula	26
مثال تطبيقي	26
ثانياً: حساب كميات فقرات الطرق الاسفلتية Flexible Pavements	27
مثال تطبيقي	27
ثالثاً: الخرسانة الاسمنتية (المسلحة وغير المسلحة)	28
تصنيف الخرسانة الاسمنتية	28
خرسانة التبليط الصلب Rigid Pavement	29
حافات الطرق الجانبية (حافات تعلية الرصيف) Kerbs (Curbs) (Kerbstones)	29
أعمال الاسس الخرسانية	30

الموضوع	الصفحة
اولاً: أسس الاعمدة المنفردة	30
مثال تطبيقي	30
ثانياً: خرسانة الاسس المتصلة او المستمرة Combined or Continuous Footings	32
مثال تطبيقي	32
ثالثاً: الركائز الخرسانية Reinforced Concrete Piles	33
مثال تطبيقي	34
الجدران الساندة Retaining Walls من الخرسانة المسلحة	35
مثال تطبيقي	35
القناطر (البرابُخ) الخرسانية Culverts	36
الاجزاء الخرسانية الاخرى	37
مثال تطبيقي لقنطرة صندوقية	38
مثال تطبيقي لقنطرة انبوبية	39
رابعاً: حساب الكميات لأعمال الحديد الانشائي Structural Steel	40
مثال تطبيقي	40
مثال تطبيقي عام	42
خامساً: مقدمة في جداول ذرعة اعمال سكك الحديد التقليدية Traditional Railways	44
ملاحظات عامة	44
فقرات عمل السكك الحديدية	44
الفقرات التي تتكرر بكثرة في جداول كميات خطوط سكك الحديد	46
حساب الكميات لبعض فقرات سكك الحديد	46
مثال تطبيقي	47
سادساً: حساب كميات فقرات الابنية الخدمية	49
أمثلة تطبيقية	49
تخمين كلفة المشروع	59
التخمين التقريبي	59
طريقة الحجم	59
طريقة المساحة	59
طريقة كلفة العناصر	60
العوامل التي ينبغي مراعاتها عند التخمين التقريبي	60
مثال تطبيقي	61
التخمين التفصيلي من خلال تسعير فقرات العمل	62
تحليل فقرات العمل لأجل التسعير والتجهيز Work Item Analysis for Pricing and Supply	62
مثال تطبيقي	64
تحليل وحساب كميات المواد التي تتألف منها فقرة العمل	65
تقدير ضائعات المواد الانشائية	65
الحصى الخابط	65
الحديد الانشائي	66

الموضوع	الصفحة
مثال تطبيقي	66
بلاطات تعلية الرصيف وبلاطات مماشي الارصفة	67
مثال تطبيقي	67
فقرات التبليط الاسفلتي	68
الطلاء الرابط الاولي Prime Coat وطلاء اللصاق Tack Coat	68
مثال تطبيقي	68
خلطات التبليط الاسفلتي	69
مثال تطبيقي	69
الخرسانة الاسمنتية (المسلحة وغير المسلحة)	71
مواد الخلطة الاسمنتية	71
القوالب Forms	72
حديد التسليح Reinforcement Steel للخرسانة المسلحة	72
مثال تطبيقي1	78
مثال تطبيقي2	80
فقرات بنائية اخرى	81
البناء بالطابوق بالمتر المكعب	81
البناء بالطابوق بالمتر المربع	81
مونة الاسمنت مع الرمل Cement-Sand Mortar	81
كمية الجص في فقرة بياض الجدران	82
ادارة معدات التشييد	83
العوامل المؤثرة في اختيار معدات التشييد	83
كيفية الحصول على الماكنة	84
مفاهيم اساسية	84
عمر الماكنة Equipment Life	84
اندثار الماكنة Equipment Depreciation	85
معدل قيمة الماكنة Average Value of Equipment	86
معامل التشغيل Operating Factor (OF or f)	87
تكاليف معدات التشييد Costs of Construction Equipments	88
حساب تكاليف الماكنة	88
تكاليف الحصول على الماكنة	89
تكاليف امتلاك الماكنة Ownership Costs	89
كلفة استئجار الماكنة	89
كلفة استئجار الماكنة ثم شرائها بعد الاستئجار	90
مثال تطبيقي	90
تكاليف التشغيل والصيانة التشغيلية Operating and Maintenance Costs	91
مثال تطبيقي1	93
مثال تطبيقي2	95

الموضوع	الصفحة
حسابات الانتاجية للمعدات الانشائية	96
حساب انتاجية المكائن بطريقة دراسة العمل Work Study	96
قياس العمل Work Measurement	96
دراسة الوقت والحركة للمعدات الانشائية	97
مثال تطبيقي	99
حساب العدد الامثل للشاحنات التي تقوم مجرفة آلية بتحميلها	100
مثال تطبيقي	101
امور ينبغي اعتبارها في الاعمال الترابية عند حساب الانتاجيات	103
حالات قياس حجم التربة	103
مثال تطبيقي	104
الاسس الهندسية لحركة المكائن الانشائية	105
قوة سحب الماكنة	105
مقاومة الدحرجة Rolling Resistance	105
معامل السحب Coefficient of Traction	106
مقاومة الانحدار Grade Resistance	107
مقاومة التعجيل Acceleration Resistance	108
تأثير بعض الظروف غير القياسية على اداء المكائن الانشائية	108
تأثير الارتفاع عن مستوى سطح البحر High Altitudes	108
تأثير تغيرات درجات الحرارة والضغط على كفاءة المحركات	109
أمثلة تطبيقية على الاسس الهندسية لمعدات التشييد	110
ملخص مراحل انشاء الطريق ومواصفات الانشاء والمعدات المستخدمة	115

4 GEOMETRIC FORMULAS

RECTANGLE OF LENGTH b AND WIDTH a

4.1 Area $= ab$

4.2 Perimeter $= 2a + 2b$

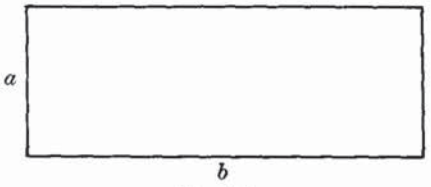


Fig. 4-1

PARALLELOGRAM OF ALTITUDE h AND BASE b

4.3 Area $= bh = ab \sin\theta$

4.4 Perimeter $= 2a + 2b$

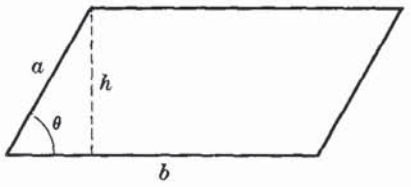


Fig. 4-2

TRIANGLE OF ALTITUDE h AND BASE b

4.5 Area $= \frac{1}{2}bh = \frac{1}{2}ab \sin\theta$

$= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$

where $s = \frac{1}{2}(a+b+c) =$ semiperimeter

4.6 Perimeter $= a + b + c$

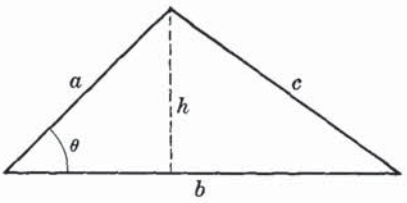


Fig. 4-3

TRAPEZOID OF ALTITUDE h AND PARALLEL SIDES a AND b

4.7 Area $= \frac{1}{2}h(a+b)$

4.8 Perimeter $= a + b + h\left(\frac{1}{\sin\theta} + \frac{1}{\sin\phi}\right)$

$= a + b + h(\csc\theta + \csc\phi)$

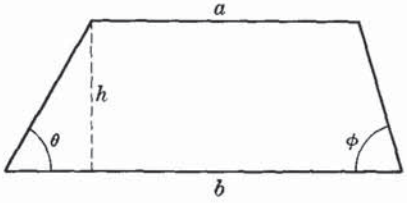


Fig. 4-4

REGULAR POLYGON OF n SIDES EACH OF LENGTH b

4.9 Area $= \frac{1}{4}nb^2 \cot\frac{\pi}{n} = \frac{1}{4}nb^2 \frac{\cos(\pi/n)}{\sin(\pi/n)}$

4.10 Perimeter $= nb$

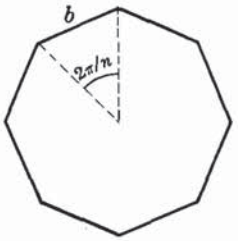


Fig. 4-5

CIRCLE OF RADIUS r

4.11 Area $= \pi r^2$

4.12 Perimeter $= 2\pi r$

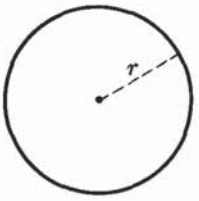


Fig. 4-6

SECTOR OF CIRCLE OF RADIUS r

4.13 Area $= \frac{1}{2}r^2\theta$ [θ in radians]

4.14 Arc length $s = r\theta$

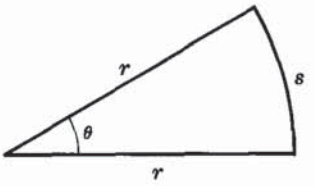


Fig. 4-7

RADIUS OF CIRCLE INSCRIBED IN A TRIANGLE OF SIDES a, b, c

4.15 $$r = \frac{\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}}{s}$$

where $s = \frac{1}{2}(a+b+c)$ = semiperimeter

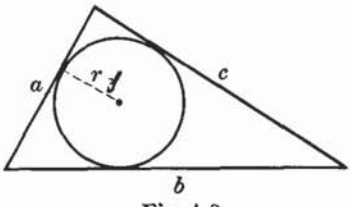


Fig. 4-8

RADIUS OF CIRCLE CIRCUMSCRIBING A TRIANGLE OF SIDES a, b, c

4.16 $$R = \frac{abc}{4\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}}$$

where $s = \frac{1}{2}(a+b+c)$ = semiperimeter

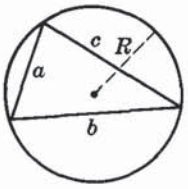


Fig. 4-9

REGULAR POLYGON OF n SIDES INSCRIBED IN CIRCLE OF RADIUS r

4.17 Area $= \frac{1}{2}nr^2 \sin\frac{2\pi}{n} = \frac{1}{2}nr^2 \sin\frac{360°}{n}$

4.18 Perimeter $= 2nr \sin\frac{\pi}{n} = 2nr \sin\frac{180°}{n}$

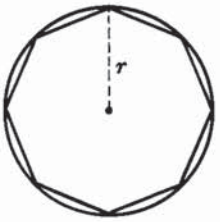


Fig. 4-10

REGULAR POLYGON OF n SIDES CIRCUMSCRIBING A CIRCLE OF RADIUS r

4.19 Area $= nr^2 \tan\frac{\pi}{n} = nr^2 \tan\frac{180°}{n}$

4.20 Perimeter $= 2nr \tan\frac{\pi}{n} = 2nr \tan\frac{180°}{n}$

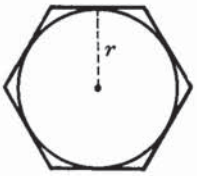


Fig. 4-11

SEGMENT OF CIRCLE OF RADIUS r

4.21 Area of shaded part $= \frac{1}{2}r^2(\theta - \sin\theta)$

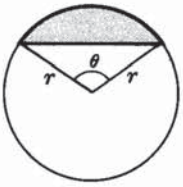


Fig. 4-12

ELLIPSE OF SEMI-MAJOR AXIS a AND SEMI-MINOR AXIS b

4.22 Area $= \pi ab$

4.23 Perimeter $= 4a\int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - k^2 \sin^2\theta}\, d\theta$

$= 2\pi\sqrt{\frac{1}{2}(a^2 + b^2)}$ [approximately]

where $k = \sqrt{a^2 - b^2}/a$. See page 254 for numerical tables.

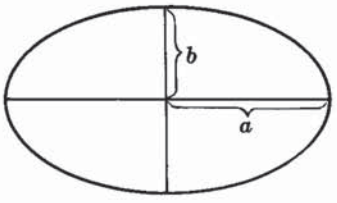


Fig. 4-13

SEGMENT OF A PARABOLA

4.24 Area $= \frac{2}{3}ab$

4.25 Arc length $ABC = \frac{1}{2}\sqrt{b^2 + 16a^2} + \frac{b^2}{8a}\ln\left(\frac{4a + \sqrt{b^2 + 16a^2}}{b}\right)$

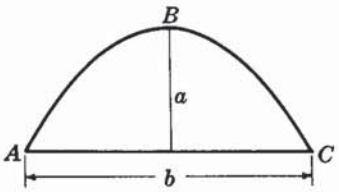


Fig. 4-14

RECTANGULAR PARALLELEPIPED OF LENGTH a, HEIGHT l, WIDTH c

4.26 Volume $= abc$

4.27 Surface area $= 2(ab + ac + bc)$

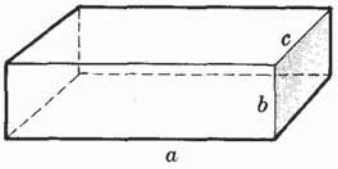


Fig. 4-15

PARALLELEPIPED OF CROSS-SECTIONAL AREA A AND HEIGHT h

4.28 Volume $= Ah = abc \sin\theta$

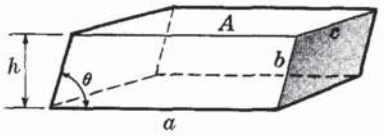


Fig. 4-16

SPHERE OF RADIUS r

4.29 Volume $= \frac{4}{3}\pi r^3$

4.30 Surface area $= 4\pi r^2$

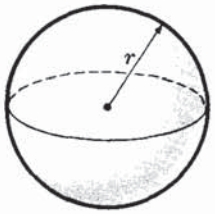


Fig. 4-17

RIGHT CIRCULAR CYLINDER OF RADIUS r AND HEIGHT h

4.31 Volume $= \pi r^2 h$

4.32 Lateral surface area $= 2\pi rh$

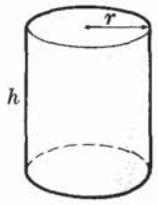


Fig. 4-18

CIRCULAR CYLINDER OF RADIUS r AND SLANT HEIGHT l

4.33 Volume $= \pi r^2 h = \pi r^2 l \sin\theta$

4.34 Lateral surface area $= 2\pi rl = \dfrac{2\pi rh}{\sin\theta} = 2\pi rh \csc\theta$

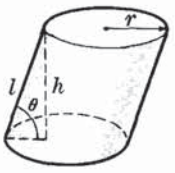


Fig. 4-19

CYLINDER OF CROSS-SECTIONAL AREA A AND SLANT HEIGHT l

4.35 Volume $= Ah = Al \sin\theta$

4.36 Lateral surface area $= pl = \dfrac{ph}{\sin\theta} = ph \csc\theta$

Note that formulas 4.31 to 4.34 are special cases.

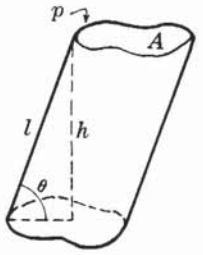


Fig. 4-20

RIGHT CIRCULAR CONE OF RADIUS r AND HEIGHT h

4.37 Volume $= \frac{1}{3}\pi r^2 h$

4.38 Lateral surface area $= \pi r\sqrt{r^2 + h^2} = \pi r l$

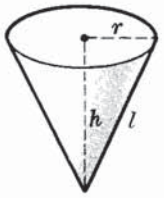


Fig. 4-21

PYRAMID OF BASE AREA A AND HEIGHT h

4.39 Volume $= \frac{1}{3}Ah$

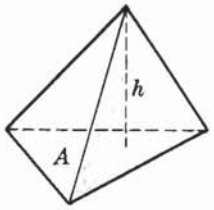


Fig. 4-22

SPHERICAL CAP OF RADIUS r AND HEIGHT h

4.40 Volume (shaded in figure) $= \frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$

4.41 Surface area $= 2\pi r h$

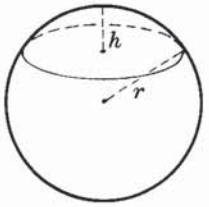


Fig. 4-23

FRUSTRUM OF RIGHT CIRCULAR CONE OF RADII a, b AND HEIGHT h

4.42 Volume $= \frac{1}{3}\pi h(a^2 + ab + b^2)$

4.43 Lateral surface area $= \pi(a + b)\sqrt{h^2 + (b - a)^2}$
$= \pi(a + b)l$

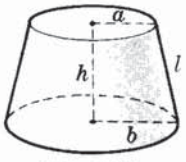


Fig. 4-24

SPHERICAL TRIANGLE OF ANGLES A, B, C ON SPHERE OF RADIUS r

4.44 Area of triangle $ABC = (A + B + C - \pi)r^2$

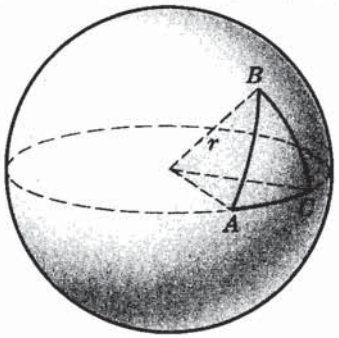


Fig. 4-25

TORUS OF INNER RADIUS a AND OUTER RADIUS b

4.45 Volume $= \frac{1}{4}\pi^2(a + b)(b - a)^2$

4.46 Surface area $= \pi^2(b^2 - a^2)$

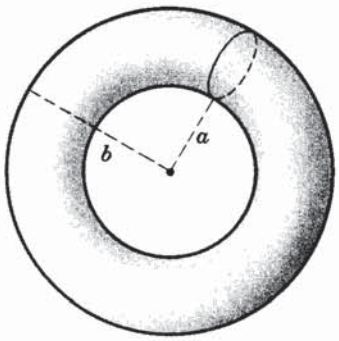


Fig. 4-26

ELLIPSOID OF SEMI-AXES a, b, c

4.47 Volume $= \frac{4}{3}\pi abc$

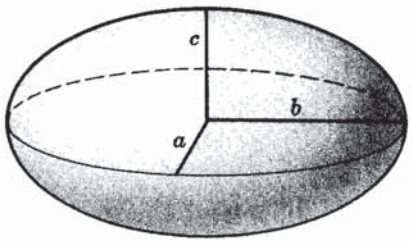


Fig. 4-27

PARABOLOID OF REVOLUTION

4.48 Volume $= \frac{1}{2}\pi b^2 a$

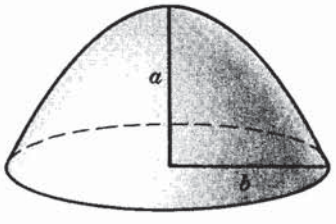


Fig. 4-28

Names and Abbreviations of Some Measurement Units

Unit	Abbreviation	Arabic Abbreviation or Name
Millimetre	mm	ملم
Centimetre	cm	سم
Metre	m	م
Kilometre	km	كم
Foot	ft	(قدم)
Yard	yd	(ياردة)
Gram	gm	غم
Kilogram	kg	كغم
Pound	lb	(باوند أو ليبرة أو رطل)

(m^2 = ^{2}م = sqm)
(m^3 = ^{3}م = cum)

English-Metric Conversion Factors

Conversion Factors from English Units to Metric Units

	Unit	Multiply by	Convert to
Length	inch	25.4 2.54	mm cm
	ft (12 inch)	30.48 0.3048	cm m
	Station (100 ft)	0.3048	Station (100 m)
	yd (3 ft)	0.9144	m
	Mile (1760 yd)	1.6093	km
Area	$inch^2$	645.16	mm^2
	Acre (4840 yd^2)	0.4047 4046.86	Hectare (10000 m^2) m^2
	ft^2 (144 $inch^2$)	0.0929	m^2
	yd^2	0.8361	m^2
	Square Mile	2.59	km^2
	دونم (مشارة) (في العراق)	2500	m^2
	فدان (في مصر)	4200	m^2
Volume	$inch^3$	16.3871	cm^3
	ft^3	0.0283	m^3
	yd^3	0.7646	m^3
	British (Imperial) Gallon	4.5461	Litre (1000 cm^3)
	U.S. Gallon	3.7854	Litre (1000 cm^3)
Mass	lb	0.4536	kg (1000 gm)
	British Ton (2000 lb)	1.0161	Tonne (1000 kg)
	U.S. Ton (2240 lb)	0.9072	Tonne (1000 kg)
Density	lb/yd	0.4961	kg/m
	lb/ft^3	16.0185	kg/m^3

Conversion Factors from Metric Units to English Units

	Unit	Multiply by	Convert to
Length	mm	0.0394	inch
	cm	0.3937 0.0328	inch ft
	m	3.2808 1.0936	ft yd
	Station (100 m)	3.2808	Station (100 ft)
	km	0.6214	Mile (1760 yd)
Area	mm^2	0.0016	$inch^2$
	Hectare (10000 m^2)	2.4711	Acre (4840 yd^2)
	m^2	10.7639 1.1960	ft^2 (144 $inch^2$) yd^2
	km^2	0.3861	Square Mile
Volume	cm^3	0.061	$inch^3$
	m^3	35.3147 1.3080	ft^3 yd^3
	m^3 (1000 Litre)	220 264.2	British (Imperial) Gallon U.S. Gallon
Mass	kg (1000 gm)	2.2046	lb
	Tonne (1000 kg)	0.9842 1.1023	British Ton (2000 lb) U.S. Ton (2240 lb)
Density	kg/m	2.0159	lb/yd
	kg/m^3	0.0624	lb/ft^3

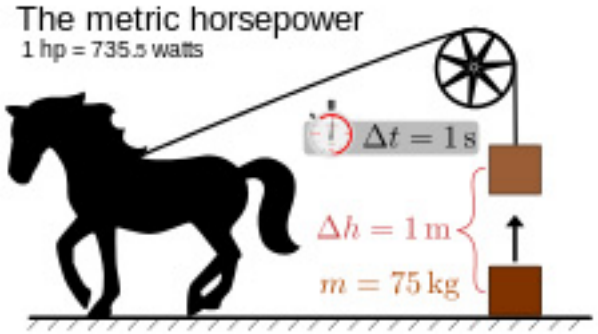
الاحجام الشائعة للبراميل الحديدية:

1) برميل النفط القياسي سعة (160) لتر او ما يعادل (42) غالون امريكي.
2) برميل سعة (200) لتر أو ما يعادل (44) غالون بريطاني.

Horse Power

1 Imperial (Mechanical) Horse Power (hp) = 745.7 Watts

1 Metric Horse Power = 735.5 Watts

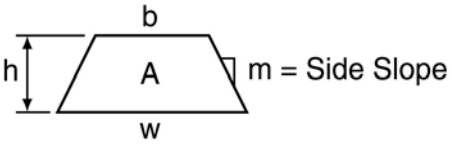


مراجعة لبعض طرائق حساب المساحات والحجوم:

قاعدة شبه المنحرف Trapezoidal Rule:

عندما يكون الشكل يشبه شبه المنحرف ولكن احد جوانبه خط منحني فيمكن تقريب الجزء المنحني الى خط مستقيم وتحويله الى شبه منحرف مثل الشكل الآتي:

وهناك طريقة ادق وهي التي تعتبر ان الخط المقوس هو منحني من الدرجة الثانية Parabola وهي الطريقة المسماة Simpson's Rule وهي خارج نطاق مفردات منهجنا الحالي (راجع منهج المساحة الهندسية).



مساحة شبه المنحرف = معدل مساحة القاعدتين * الارتفاع

$$A = \frac{w + b}{2} \times h$$

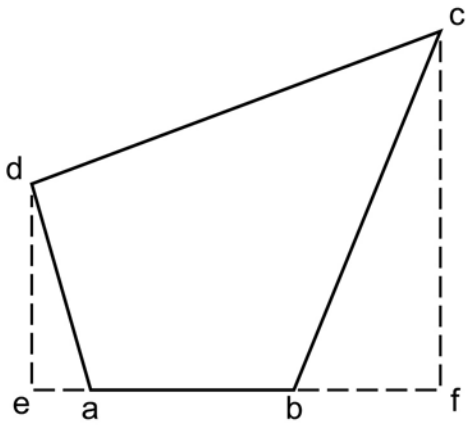
وفي بعض الاحيان تكون القاعدة (w) مجهولة فتحسب المساحة بدلالة الميل الجانبي (m):

$$A = h \times (b + mh)$$

حساب مساحة اي مضلع عن طريق تجزئته الى مستطيلات ومثلثات واشباه منحرفات:

يمكن تجزئة بعض المضلعات الى اشكال مركبة مع بعضها يمكن حساب مساحتها بالمعادلات المعروفة.

مثال ذلك الشكل الآتي، المطلوب فيه حساب المساحة $(abcd)$:



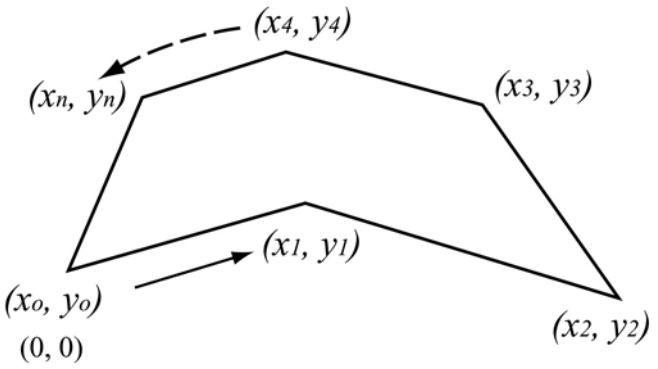
$$A_{abcd} = A_{efcd} - A_{ead} - A_{bfc}$$

$$A_{abcd} = \frac{ed + cf}{2} \times ef - \frac{1}{2} ea \times ed - \frac{1}{2} bf \times fc$$

حساب مساحة اي مضلع بطريقة احداثيات المضلع Coordinates of Traverse:

وهي طريقة عامة لحساب مساحة اي مضلع من خلال تحديد احداثيات رؤوس المضلع المغلق، ويمكن اعتبار اي نقطة من رؤوس المضلع هي نقطة الاصل ثم تقاس احداثيات باقي النقاط بالتتابع نسبة الى تلك النقطة مع اعتبار الاشارات، فالاحداثي الافقي (السيني) يمين نقطة الاصل تكون اشارته موجبة والذي يقع يسارها تكون اشارته سالبة، وهكذا الحال في الاحداثيات العمودية (فوق نقطة الاصل موجب وتحتها سالب).

يتم ترتيب احداثيات كل نقطة بصورة بسط ومقام ($\frac{y}{x}$) بدءاً من نقطة الاصل والسير بالتتابع في مسار مغلق حتى العودة الى نقطة الاصل (مع تكرار نقطة الاصل في نهاية السلسلة). نضرب القيم باتجاه القطر الرئيسي ونجمعها حتى الوصول الى نهاية السلسلة ثم نطرح رجوعاً حاصل الضرب باتجاه القطر الثانوي حتى الوصول الى بداية السلسلة.



$$\frac{y_o}{x_o} \overset{+}{\times} \frac{y_1}{x_1} \times \frac{y_2}{x_2} \times \frac{y_3}{x_3} \times \cdots\cdots \times \frac{y_{n-1}}{x_{n-1}} \times \frac{y_n}{x_n} \overset{-}{\times} \frac{y_o}{x_o}$$

$$2A = [y_o x_1 + y_1 x_2 + y_2 x_3 + \cdots + y_{n-1} x_n + y_n x_o] - [y_o x_n + y_n x_{n-1} + \cdots + y_3 x_2 + y_2 x_1 + y_1 x_o]$$

واذا كان ناتج $(2A)$ سالباً فتؤخذ قيمته المطلقة:

$$A = \left|\frac{(2A)}{2}\right|$$

<u>ملاحظة:</u>

في بعض الحالات قد تتوفر نقطة وميل فيمكن استخراج معادلة الخط المستقيم من نقطة وميل واستخدام تقاطع المستقيمات لاستخراج احداثيات نقاط التلاقي.

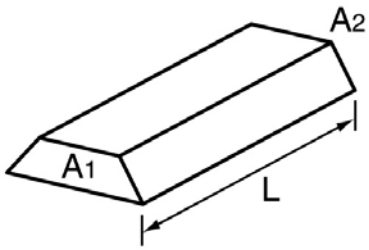
ويمكن عادة الحصول على الاحداثيات من خلال الرسم على ورق بياني او باستخدام جهاز Planometer.

حساب الحجوم باستخدام الطرق التقريبية للاشكال المنشورية:

تعريف المنشور (Prism): هو جسم هندسي يتألف من وجهين مضلعين متوازيين وتصل بين رؤوس المضلعين خطوط مستقيمة، ولا يلزم ان يكون المضلعان متماثلين في الشكل او المساحة.

1) طريقة معدل المساحات:

تستخدم هذه الطريقة عندما يكون المضلعان في طرفي الشكل ذوي اشكال متماثلة (مستطيلان او شبها منحرف او مثلثان).

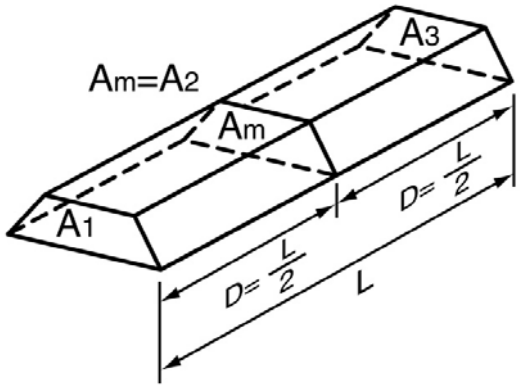


الحجم = معدل مساحتي الطرفين × طول الشكل

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \times L$$

2) الطريقة (الصيغة) المنشورية Prismoidal Formula:

هذه الطريقة ادق من طريقة معدل المساحة وتعطي نتائج ادق عندما يكون المضلعان في طرفي المنشور غير متماثلين. في هذه الطريقة تستخدم المساحة في وسط المنشور بدلاً من معدل المساحة ولذلك تتطلب وجود ثلاث مساحات بدلاً من مساحتين (مساحتان طرفيتان ومساحة في الوسط) تفصل بينها مسافات متساوية.



$$V = \frac{L}{6} \times (A_1 + 4A_m + A_3)$$

حيث ان A_m هي المساحة في وسط المنشور والتي قد لا تساوي معدل مساحتي الطرفين.

فصول مختارة من الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي لاعمال المباني والهندسة المدنية

فصول الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي لاعمال المباني والهندسة المدنية

رقم الفصل	المحتويات
الفصل الاول	قواعد عامة
الفصل الثاني	متطلبات عامة وخاصة
الفصل الثالث	اعمال الموقع والاعمال الترابية
الفصل الرابع	الركائز
الفصل الخامس	الاعمال الخرسانية
الفصل السادس	اعمال البناء والقواطع
الفصل السابع	اعمال العزل الحراري وقطع الرطوبة
الفصل الثامن	الاعمال المعدنية
الفصل التاسع	الاعمال الخشبية
الفصل العاشر	الابواب والشبابيك
الفصل الحادي عشر	اعمال الانهاء والصبغ
الفصل الثاني عشر	الاثاث والمعدات
الفصل الثالث عشر	اعمال الهندسة الصحية والميكانيكية
الفصل الرابع عشر	اجهزة النقل
الفصل الخامس عشر	التأسيسات الكهربائية
الفصل السادس عشر	اعمال السكك الحديدية
الفصل السابع عشر	الانفاق

1- الفصل الاول: قواعد عامة

1-1 مقدمة:

1-1-1 أن قواعد حساب الكميات يمكن استخدامها في مرحلة التصاميم واعداد وثائق المقاولات وكذلك في مراحل التنفيذ لتلك الاعمال.

1-1-2 يجب أن تزود المخططات والتفاصيل والمواصفات الفنية للمواد والاعمال بصورة منفصلة عن جداول الكميات.

1-1-3 أن التبويب المقترح في هذا الدليل لايشكل اقتراحاً ملزماً لشكل وهيكل جداول الكميات لمختلف الاعمال حيث أن تنظيمها متروك لمهندس التخمين.

1-2 جداول الكميات:

أن جداول الكميات يجب أن توفر وصفاً دقيقاً للاعمال الواجب انجازها أضافة الى تحديد الكميات المطلوب تنفيذها فعلاً في موقعها النهائي في المنشأ بموجب المخططات وضوابط هذا الدليل، كما وان الجداول يجب أن تبين الاعمال المطلوب انجازها في مواقع وتحت ظروف معينة والتي قد تؤثر على تسعير الفقرات. إن القاعدة الاساسية في جداول الكميات هي أن تكون بسيطة وواضحة قدر المستطاع وأن تكون شاملة للاعمال المطلوبة.

1-3 حساب الكميات

1-3-1 تسجل الابعاد لغرض احتساب كميات الاعمال الحقيقية لاقرب (10) ملم بشكلها الصافي. وأن هذه القاعدة يجب أن لاتطبق على الابعاد التي تذكر في شرح فقرات جدول الكميات حيث يجب إعطاء الابعاد كاملة عند وصف الفقرات بموجب الوثائق الاخرى للمقاولة.

1-3-2 تطرح الفراغات الموجودة ضمن او في حدود الاعمال عند حساب كمياتها عدا ما يذكر على خلافه نصاً في فصول هذا الدليل.

1-3-3 يكون حساب طول الانابيب ومجاري الهواء وغيرها على اساس طول الخط المركزي لها.

1-3-4 يكون تسلسل تسجيل الابعاد لغرض مسح الكميات كما يأتي: الطول، العرض السمك او الارتفاع حسب الحالة.

1-4 أسعار الفقرات

1-4-1 أضافة الى ما هو مذكور في الفصل الثاني (متطلبات عامة وخاصة) تكون كلفة الفقرات شاملة لكل الواجبات والاعمال الواجب انجازها بموجب المقاولة ومطابقة لشروطها وتعتبر حاوية لما يأتي الا اذا نصت الفقرة المعينة على خلاف ذلك.

1-4-1-1 كلفة الايدي العاملة وكل ما يتعلق بها.

1-4-1-2 المواد والبضائع وكل ما يتعلق بكلفها.

1-4-1-3 إستعمال المكائن والمعدات وبضمنها فترة عدم التشغيل.

1-4-1-4 الضائعات من المواد.

1-4-1-5 تنفيذ العمل في أي وضع، مستوى او ارتفاع ومن ضمنها توفير الطرق اللازمة

1-4-1-6 الاعمال المؤقتة.

1-4-1-7 كلفة تهيئة العمل، التحميلات والربح.
1-4-1-8 حماية الاعمال في كافة مراحل التنفيذ.
1-4-1-9 الكلف الاخرى التابعة للفقرة بموجب المقاولة (المواد الاحتياطية، التدريب ... الخ).

1-5 شرح الفقرات والاشارة الى المواصفات
1-5-1يجب الاشارة الى البنود المعينة في المواصفات او المخططات عند وصف العمل المطلوب في الفقرة، وكما يمكن الاشارة الى معلومات تنشر حول بعض المنتجات المنوي استعمالها في الاعمال.
1-5-2 عند احتساب كميات بعض الفقرات بالمساحة يجب ذكر السمك.
1-5-3 بالنسبة للفقرات التي تمسح كمياتها بالطول فأن من الضروري ذكر أبعاد المقطع وشكله ومحيطه أوأية معلومات مناسبة اخرى كما يجب ذكر القطر الداخلي او الخارجي للانابيب.
1-5-4 يجب إعطاء معلومات كافية حول الفقرات التي تمسح كمياتها بالعدد او الجملة.
1-5-5 يمكن مسح كميات بعض المنتجات الخاصة بموجب تعليمات الجهة المنتجة اذا وجد ذلك مناسباً.

1-6 الكميات:
1-6-1 يجب أن تسجل كميات الفقرات في جداول الكميات لاقرب عدد صحيح، وأن الكسور يجب أن تقرب وتهمل ان كانت أقل من نصف الوحدة.
1-6-2 اذا لوحظ عند تطبيق الفقرة اعلاه أن الكمية تصبح صفراً فأن الفقرة يجب أن تحسب بالعدد مع ذكر الحجم او الوزن حسب ما هو مناسب. [**ملاحظة:** في هذه الحالة بدلاً من تحسب الفقرة بالعدد يمكن ان تحسب جملة او كزيادة على فقرة اخرى Extra Over].

1-7 مبالغ الفقرات الاحتياطية او الكلف الاولية (المشار اليها في الشروط العامة لمقاولات اعمال الهندسة المدنية الصادرة عن وزارة التخطيط) لبعض الفقرات الخاصة فأن التعاريف تكون كما يأتي:
1-7-1 مبالغ الفقرات الاحتياطية: وتعني المبالغ المخمنة لبعض الفقرات التي لايمكن تقييمها او تحديدها او تقدير تفاصيلها او سعتها في وقت اعداد مستندات التعهد، علماً بأن هذه الفقرات يتوقع تنفيذها ولاتدخل ضمن مبلغ الاحتياط للمشروع بكامله عند تحديد كلفته الكلية.
1-7-2 الكلف الاولية (الفقرات ضمن الكلفة الكلية للمشروع): وتعني المبالغ المخمنة لبعض الفقرات او الخدمات الخاصة التي تنفذ من قبل مقاولين ثانويين يسمون من قبل صاحب العمل او جهة رسمية او المبلغ اللازم لتجهيز مواد وبضائع من قبل مجهزين يسمون من قبل صاحب العمل. أن هذه الكلف تعتبر كلف صافية لاتحوي على ربح للمقاول الرئيسي وتخصص فقرة خاصة لتشمل الربح وكلفة الاتعاب الادارية وغيرها والتي تقدم من قبل المقاول الرئيسي تحسب جملة.

1-8 العمل تحت ظروف خاصة.
1-8-1 أعمال التحويرات للابنية المشيدة يتم حسابها بصورة منفصلة.
1-8-2 الاعمال في او تحت سطح الماء (قناة، نهر، مياه جوفية).
1-8-3 الاعمال ضمن محيط ذو هواء مضغوط على أن يذكر مقدار الضغط وطرق الدخول او الخروج.

3- الفصل الثالث: اعمال الموقع والاعمال الترابية

3-1 التهديم والتحويرات.

3-1-1 يذكر موقع كل فقرة ويشار الى الخرائط عند وصف الفقرات في جداول الكميات.

3-1-2 تهديم جزء من هيكل إنشائي او تهديم المنشأ كاملاً ورفع الانقاض يحسب جملة مع ذكر الحجم الكلي مع اعمال لاسناد المنشآت المجاورة.

3-1-3 المواد القديمة الناتجة عن التهديم تكون ملكاً للمقاول ما لم يذكر خلاف ذلك.

3-1-4 فتح فتحات او سد فتحات تحسب جملة مع ذكر الابعاد وطبيعة البناء.

3-1-5 يعتبر تصليح او انهاء البناء لاعادته الى ما كان عليه نتيجة التحويرات ضمن الاسعار للفقرات.

3-1-6 أعمال الاسناد (عدا الذي له علاقة مباشرة باعمال التهديم والتحويرات) تحسب جملة مع ذكر الموقع وسعة العمل. إن الاسناد المطلوب تركه في موقعه بصورة دائمية يجب أن يحسب بصورة منفصلة.

3-1-7 أعمال التسييج والحماية الوقتية اثناء التهديم والتحويرات تحسب جملة.

3-2 أعمال الموقع

3-2-1 تعليمات عامة

رفع الانقاض خارج الموقع، إسناد الاعمال الترابية وإعادة الوضع الاولي تعتبر مشمولة بأسعار الفقرات الاخرى.

كلفة جمع المعلومات عن الموقع، الفحوصات الموقعية، الفحوصات المختبرية والتقارير وغيرها التي قد يقوم بها المقاول لاغراضه الخاصة لغرض تنفيذ المقاولة تعتبر داخلة في اسعار فقرات المقاولة.

3-2-2 حفر الاختبار (TRIAL PITS)

الحفر لغرض الاختبار الموقعي يجب أن يحسب بالطول (الطول المركزي) او العدد حسب طبيعة الفحص مع ذكر العمق. اي إسناد للتربة يجب ذكره في وصف الفقرة.

3-2-3 جسات (BORE HOLES)

3-2-3-1 تحسب حفر الجسات بالطول، السعر يتغير بعمق متدرج متتالي (مثلاً من مستوى الارض الطبيعية الى عمق (10) م ومن (10) م الى (20) م ومن (20) م الى (30) م ... وهكذا) كما يجب ذكر العدد والعمق.

التكسية الداخلية (LINING): اذا طلبت يجب أن تحسب بصورة منفصلة بالطول الغطاء يعتبر مشمولاً ضمن سعر الحفر.

3-2-3-2 يجب ذكر طريقة الحفر مثلاً (DRILLING) أو (PERCUSSION) وكذلك فيما اذا كان الحفر (DRY BORING) او (WASH BORING).

3-2-3-3 الحفر في طبقة صخرية يجري حسابه بصورة منفصلة او كفقرة زيادة سعر على الحفر العام (EXTRA OVER).

3-2-3-4 يوضع سعر لفقرة نقل معدات الحفر الى ومن موقع العمل.

3-2-3-5 يعتبر سعر الحفر للفحوصات شاملاً على الانابيب والمعدات اللازمة وكذلك النقل الى المختبر واستخدام النماذج عدا نماذج التربة غيرالمخلخلة (UNDISTURBED SAMPLES) فأنها تحسب بالعدد.

3-2-4 الفحوصات: الفحوصات المختبرية والحقلية يجب أن تحسب بالعدد.

3-3 تهيئة الموقع

ازالة الاعشاب والشجيرات والكثبان والجذور والاشجار (عدا التي يزيد محيطها على (600) ملم او ارتفاعها اكثر من (1) متر والتي يجب أن تحسب بالعدد) وغيرها تحسب بالمساحة.

3-4 تعليمات عامة للاعمال الترابية

3-4-1 المصطلح "الاعمال الترابية" يعني الحفر بأية وسيلة ضرورية لذلك ومعالجة المواد المتخلفة من الحفر والاملائيات والحفر الآلي في مناطق مائية (DREDGING). يشمل الحفر إعادة الدفن ونقل الاتربة الفائضة خارج الموقع او فرشها في الموقع حسب تعليمات المهندس المقيم.

3-4-2 إن الكميات التي تحسب لاعمال الحفر هي كميات صافية بموجب الابعاد الفعلية للمنشأ تحت الارض والمبينة في المخططات، ولايضاف اي نوع من التغيير في الحجم (BULKING) نتيجة الحفر او زيادة الحفر لغرض تكوين مجال لعمل قوالب او اسناد التربة.

3-4-3 اسناد الاعمال الترابية يعتبر مشمولاً بأسعار الحفر لغاية (1,5) متر.

3-4-4 الحفر في طبقة صخرية يجب حسابه بصورة منفصلة او يحسب كفقرة فرق سعر على الحفر العام (EXTRA OVER).

3-4-5 الحفر تحت مستوى المياه الجوفية يجب أن يحسب كفقرة فرق سعرعلى الحفر العام ويعتبر مستوى الماء الجوفي بموجب (ARBITRARY DATUM) لغرض احتساب الحفر بالرغم من أية تغيرات مستقبلية تحدث عليه أثناء التنفيذ.

3-4-6 تشمل اسعار الحفر التصرف بالاتربة الناجمة من الحفر كما هو مبين في هذا الدليل بالرغم من تعدد تحويل تلك الاتربة من مواقعها حسب ظروف العمل.

3-4-7 تشمل أسعار الحفر اعداد السطوح المطلوبة كالتسوية والحدل وما شابه قبل البدء بالانشاء.

3-5 اعمال الحفر

3-5-1 اعمال قشط القشرة الارضية يجب أن تحسب بالمساحة مع ذكر العمق. (في الحالات التي لاحاجة لقشط القشرة مثل حفر الموقع بكامله او دفنه للوصول الى مستوى معين فعندها تكون هذه الفقرة ضمن اعمال الحفر او الدفن المذكورة).

3-5-2 اعمال الحفر (عدا القشرة) يجب أن تحسب بالحجم الذي يشغله المنشأ بتدرج متتالي لحد (1.5) متر (مثلاً: العمق لحد (1.5) متر، العمق اكثر من (1.5) متر ولكن لايزيد على (3) متر) وتبوب أعمال الحفر كالآتي:

3-5-2-1 الحفر للوصول الى مستوى معين (بعد قشط القشرة الارضية).

3-5-2-2 الحفر للتسوية (CUTTING).

3-5-2-3 حفر السراديب.

3-5-2-4 حفر الخنادق الطويلة لغرض الاسس من ضمنها قبعات الركائز والجسور الارضية.

3-5-2-5 الحفر لقواعد الاعمدة مع ذكر القواعد (FOUNDATION BASES) ويذكر عدد القواعد في وصف الفقرة.

3-5-2-6 الحفر للجدران الساندة (DIAPHRAGM WALLS) مع ذكر عرض اسس الجدران

3-5-3 الحفريات الترابية للانابيب، المجاري، كيبلات، وغيرها والتي لايقل قطرها عن (200) ملم تحسب بالطول مع ذكر معدل العمق ويشمل السعر اعادة الدفن ومعالجة المواد المتخلفة، أما التي أقل من (200) ملم فتكون مشمولة بسعر وحدة طول الانبوب.

3-6 الحفر الآلي في مناطق مائية (DREDGING)

تحسب اعمال الحفر في المناطق المائية بالحجم مع ذكر الموقع والاتساع والعمق وتكون الذرعة باتباع ما يسمى بالانعكاس الصوتي او اجهزة سبر الاغوار.

3-7 الاملائيات الترابية

اعمال الاملائيات غير المشمولة بأسعار فقرات الحفر الوارد ذكرها في الفقرة (3-4) آنفاً تحسب بالحجم للفراغ الصافي الذي يملأ فقط وتقسم الاملائيات الى الانواع التالية (السعر يشمل المواد من داخل الموقع او خارجه).

3-7-1 الاملائيات لغرض التسوية (في فراغات او انخفاضات في مستوى سطح الارض).

3-7-2 الاملائيات فوق الموقع لتعلية المستوى مع ذكر تفاصيل العمق او اي تغير في المستوى (CONTOURING) وغيرها من المعلومات.

3-7-3 الاملائيات الترابية للاعمال الساندة (DIAPHRAGM CONNTOURING).

3-7-4 الاملائيات لغرض تقوية التربة (FOUNDING STRATA FILLING).

3-7-5 الاملائيات تحسب بالمساحة او بالحجم حسب طبيعة المنشأ (HARDCORE FILLING).

3-8 يعتبرازالة المياه العامة (عدا التي تحت مستوى المياه الجوفية) مشمول بأسعاراعمال الحفر. ازالة المياه الجوفية (WATER TABLE) تحسب جملة كفقرة احتياطية. تزويد المضخات وغيرها من المعدات والاشراف يعتبر مشمولاً بسعر الفقرة.

3-9 اعمال دعم وتقوية الاسس (UNDER PINNING).

3-9-1 اعمال تقوية الاسس يجب أن تحسب بصورة منفصلة مع تحديد المكان.

3-9-2 اعمال الحفر يجب أن تحسب مع أخذ طول الحافة الخارجية للاسس القديمة او طول الحافة الخارجية للاسس الجديدة (يؤخذ الطول الاكبر) وتقسم عملية حساب الحفرالى مرحلتين.

3-9-2-1 حفر الخندق الاولي الى مستوى الاسس القديمة.

3-9-2-2 الحفر تحت مستوى الاسس القديمة.

3-9-2-3 تكسير بروز الاسس القديمة يحسب بالطول او جملة، مع ذكر أبعاد مقطع الاسس.

3-10 اعمال المجاري تحت الارض وتشمل الحفر والردم والقوالب والتوابع والاملائيات وغيرها.

3-10-1 انابيب المجاري تحسب بالطول (يحسب الطول مع جميع الملحقات) مع ذكر القطر الداخلي ونوعية خرسانة التغليف ونوع المفصل وغيرها.

3-10-2 ملحقات أنابيب المجاري (مثل عكس، تقسيم وغيرها) تحسب بالعدد مع ذكر القطر كفرق سعر.

3-10-3 توابع (ACCESSORIES) أنابيب المجاري مثل السيفون، المصيدة (TRAP) تحسب بالعدد مع ذكر النوعية وقطر الانابيب المرتبطة بها.

3-10-4 احواض التفتيش تحسب بالعدد مع ذكر الابعاد، طريقة البناء، عدد السواقي، الانابيب المرتبطة بها، الغطاء (يذكر نوعيته وابعاده)، العتبات الحديدية إن وجدت.

3-10-5 حوض تجميع (GULLY) يحسب بالعدد شاملاً أعمال الخرسانة والاعمال الضرورية الاخرى.

3-10-6 ربط انبوب المجاري مع انابيب قديمة يحسب بالعدد مع ذكر نوع المفصل.

3-10-7 ربط انبوب المجاري الرئيسي بالمجاري العامة يحسب جملة.

3-11 اعمال التبليط.

3-11-1 اعمال التبليط والتسوية تحسب بالمساحة مع ذكر عدد الطبقات تحتها والسمك الكلي ونوعية الانهاء.

3-11-2 السواقي لتصريف المياه، الحافات (KERBS) مشبكات حديدية فوق السواقي (GRATINGS) وغيرها تحسب بالطول ويشمل السعر أية قاعدة او تغليف بالخرسانة ومونة وحفر وردم وكل ما يتطلبه العمل لغرض التثبيت.

3-12 اعمال التسييج.

3-12-1 السياج (عدا الذي تركيبه البنائي من الطابوق او الكتل الخرسانية او الحجر) يحسب بالطول (عبر جميع المساند والاعمدة) يشمل السعر الحفر، القواعد الخرسانية للاعمدة، الاملائيات وغيرها.

3-12-2 الاعمدة الخاصة (اعمدة الابواب (GATE POSTS)،اعمدة مائلة للتقوية (STRAINING POSTS) وغيرها تحسب بالعدد كفرق سعر شاملاً الحفر، القاعدة والاساس وغيرها.

3-12-3 الابواب وما شابه تحسب بالعدد مع ذكر الابعاد، النرمادات، نوع القفل.

3-12-4 صبغ السياج والابواب تحتسب بموجب التعليمات الواردة في الفصل الحادي عشر.

3-13 اعمال الحدائق والموقع (LANDSCAPING)

3-13-1 اعمال الحرث والزميج والتسميد وما شاكلها بالمساحة مع ذكر العمق.

3-13-2 رش بذور الثيل او شتل الثيل تحسب بالمساحة مع ذكر طريقة الرش.

3-13-3 الاشجار تحسب بالعدد مع ذكر النوع وان كانت من داخل الموقع او خارجه.

3-13-4 نباتات مثل الياس (HEDGES) تحسب بالعدد.

3-13-5 عملية السقي والادامة تعتبر ضمن أسعار النباتات.

4- الفصل الرابع: الركائز

4-1 تعليمات عامة

4-1-1 تزويد كافة المعلومات المتوفرة عن طبيعة الارض وطبقاتها كما ويذكر عما اذا كانت الارض مستوية او متعرجة.

4-1-2 يذكر فيما اذا كان تصميم الركائز يعد من قبل صاحب العمل او المقاول.

4-1-3 تعطى معلومات كافية عن مواصفات المواد المستعملة.

4-1-4 في حالة كون مستوى القطع (CUT OFF LEVEL) أوطأ من مستوى الارض عندها تحسب فقرة حفر جزء الركيزة المكملة (BLIND BORING) بالطول من مستوى القطع الاولى والى مستوى العمل.

4-2 الركائز المدفوعة (DRIVEN PILES)

4-2-1 تزويد وغرز الركائز الخشبية، الخرسانية، الفولاذية وغيرها تحسب بالطول او بالعدد (شاملاً السعر أية ملحقات وتوابع ضرورية) مع ذكر التحمل وحجم المقطع وعدد الركائز ويذكر التسليح في وصف الفقرة. تحسب الركائز المائلة بصورة منفصلة.

4-2-2 تحسب كميات الركائز بالطول من نقطة النهاية السفلى ولغاية مستوى القطع. كما يمكن حسابها بالعدد لكل تحمل معين.

4-2-3 اختراق الطبقات الصخرية تحسب بالطول كفرق سعر على الركائز.

4-2-4 تكسير رؤوس الركائز يحسب بالعدد.

4-2-5 طلاء الركائز الجاهزة يحسب بالطول مع ذكر عدد الطبقات.

4-3 ركائز الحفر المسبق (BORED PILES)

4-3-1 عمل الركائز بضمنها (الحفر والتسليح) وصب الخرسانة او اية مادة اخرى يحسب بالطول مع ذكر ابعاد المقطع، المزج، التسليح، التحمل وعدد الركائز. يشمل السعر ازالة المواد الناتجة عن الحفر والصب كما يمكن حسابها بالعدد لكل تحمل معين.

4-3-2 يحسب طول الركيزة من مستوى القطع والى نقطة النهاية السفلى.

4-3-3 الحفر في طبقة صخرية يحسب كفرق سعر على الركائز.

4-3-4 تكسير رؤوس الركائز يحسب بالعدد.

4-4 ركائز الصفائح الدائمية (PERMANENT SHEET PILES).

4-4-1 تجهيز الصفائح وغرزها تحسب بالمساحة الصافية للارض المسنودة مع ذكر المقطع والسمك. يشمل السعر التقوية اللازمة للصفائح.

4-4-2 الركائز الخاصة بالزوايا تحسب بالطول كفرق سعر على ما ذكر في (4-4-1).

4-4-3 تقطيع الصفائح يحسب بالطول كفرق سعر اضافي لفقرة الركائز.

4-5 فحص الركائز.

4-5-1 فحص الاختبار (لحد الفشل) يحسب بالعدد.

4-5-2 فحص التحميل يحسب بالعدد.

5- الفصل الخامس: الاعمال الخرسانية

5-1 تعليمات عامة

5-1-1 تحسب اعمال الخرسانة بصورة منفصلة حسب نوعيتها كالخرسانة العادية والخرسانة المسلحة والخرسانة المانعة للرطوبة والخرسانة مسبقة الصب والمسبقة الجهد وغيرها حسب تحملها ومواصفاتها.

5-1-2 لاتطرح حجوم حديد التسليح او مقاطع الفولاذ الاخرى وتطرح الفراغات التي تزيد حجومها على (0.05) م3 في حالة احتساب الفقرة بالحجم والفراغات التي تزيد مساحتها على (0.10) م2 في حالة احتساب الفقرة بالمساحة.

5-1-3 تكون الفتحات والتجاويف والخسفات والكلابات وغيرها واية اعمال مشابهة مشمولة بأسعار فقرات اعمال الخرسانة.

5-1-4 تحسب اعمال الخرسانة بصورة فقرات منفصلة لاعمال صب الخرسانة عن اعمال القوالب واعمال حديد التسليح او تحسب الكميات كفقرة واحدة شاملة للصب والقوالب والتسليح، ويترك أمر اختيار احدى الطريقتين لمهندس التخمين آخذاً بنظر الاعتبار اهمية وحجم المشروع.

5-2 الخرسانة المسلحة والعادية.

5-2-1 عند احتساب الخرسانة شاملة القوالب وحديد التسليح فأنها تحسب بالحجم وتبوب بموجب ما يأتي:

5-2-1-1 الاسس بمختلف انواعها مثل قواعد الاعمدة المنفردة والمزدوجة (COMBINED BASES) والجسور الرابطة والاسس الحصيرية (RAFT) وقبعات الركائز وما اشبه.

5-2-1-2 ارضيات الطوابق والسقوف وما شابهها مع ذكر السمك.

5-2-1-3 الستائر والمردات.

5-2-1-4 الجدران (في حالة وجود اعمدة متداخلة ضمنها تطرح كمية الاعمدة).

5-2-1-5 الاعمدة، وفي حالة الاعمدة اللاصقة بالجدران فأن الجزء البارز فقط عن الجدار يحسب كعمود وفي حالة كون العمود متداخل مع الجدار يحسب كامل مقطع العمود.

5-2-1-6 تغليف الاعمدة المعدنية.

5-2-1-7 الجسور.

5-2-1-8 الجسور فوق الفتحات.

5-2-1-9 تغليف الجسور المعدنية او الفولاذية.

5-2-1-10 السلالم بضمنها الصحون.

5- 2-1-11 الجدران الساندة (RETAINING WALLS)

5-2-1-12 قواعد المكائن الثقيلة.

5-2-1-13 تقسيمات اخرى مثل دعامات الجسور (BRIDGE ABUTEMENTS) وغيرها.

5-2-2- أما عند احتساب عمل الخرسانة بصورة منفصلة عن القوالب والتسليح فأنها تحسب بالحجم مع ذكر تحملها ومواصفاتها بموجب الاصناف الآتية:

5-2-2-1 الاسس بمختلف انواعها.

5-2-2-2 ارضيات الطوابق والسقوف بضمنها المردات والستائر.

5-2-2-3 الجدران

5-2-2-4 الاعمدة

5-2-2-5 تغليف المقاطع المعدنية كالاعمدة وغيرها.

5-2-2-6 الجسور بكافة انواعها.
5-2-2-7 السلالم بضمنها الصحون.
5-2-2-8 الجدران الساندة.
5-2-2-9 قواعد المكائن وماشابهها.
5-2-2-10 تقسيمات اخرى مثل دعامات الجسور وغيرها.
5-2-3 خرسانة لصب ارضيات الطرق والمماشي والتعمية (BLINDING) وغيرها تحسب بالمساحة مع ذكر السمك.
5-2-4 ارضيات الطوابق والسقوف ذات المقاطع الخاصة مثل الصندوقية والمضلعة (RIBBED SLAB) وغيرها تحسب بالمساحة مع ذكر الارتفاع الكلي للارضيات ذات السواقي تحسب بصورة منفصلة مع اعطاء التفصيلات عن المقاطع.
5-2-5 تحسب الاعمدة من نقطة الاتصال مع الاساس والى الوجه السفلي لسقف الطابق.
5-2-6 يحسب عمق الجسور من اسفل ارضيات الطوابق الى الوجه السفلي للجسور ويحسب الطول للمسافة بين الاعمدة، وفي حالة كون الجسور اعرض من الاعمدة فعندها تحسب كميات اجزاء الجسور البارزة عن العمود ضمن كميات الجسور.
5-2-7 في حالة تقاطع الجسور الثانوية مع الرئيسية فأن الجزء المتداخل يحسب ضمن كميات الجسور الرئيسية.

5-3 حديد التسليح
5-3-1 عند احتساب وزن الحديد يؤخذ الوزن الصافي فقط ولاتضاف اسلاك الربط والكراسي وما شابه.
5-3-2 يحسب حديد التسليح بالوزن مع ذكر القطر والتحمل والنوع (MILD OR HIGH TENSILS) وعما اذا كان املس او محزز (DEFORMED).
5-3-3 حديد التسليح المشبك يحسب بالمساحة مع ذكر ابعاد الفراغات والقطر ولايضاف للمفاصل وخطوط الربط بين الشبكات (OVERLAP) (اي تحسب المساحة الصافية للمكان الذي تغطيه الشبكة).

5-4 القوالب
5-4-1 القوالب تحسب لوجه المنشأ الملامس للقالب وتبوب بموجب الاصناف الآتية:
5-4-1-1 وجه سفلي افقي لارضية طابق او سقوف بضمنها مردات الماء وغيرها.
5-4-1-2 وجه سفلي مائل لارضية طابق وغيرها من ضمنها السلالم وغيرها.
5-4-1-3 وجه علوي مائل تحسب لاوجه يزيد ميلها على (15) درجة عن الخط الافقي.
5-4-1-4 جوانب الاسس من ضمنها القواعد، قبعات الركائز والجسور الارضية.
5-4-1-5 جوانب الجدران مع الاعمدة اللاصقة لها، الحافات والنهايات.
5-4-1-6 الجوانب والوجه السفلي للجسور الافقية من ضمنها الجسور فوق الفتحات.
5-4-1-7 الجوانب والوجه السفلي للجسور المائلة التي يزيد ميلها على (15) درجة عن الخط الافقي.
5-4-1-8 جوانب الاعمدة.
5-4-1-9 انواع اخرى (مثل تكسية نفق، دعامات، جسور وغيرها).
5-4-2 قوالب جوانب حافات (KERB) التي ليست جزءاً من ارضيات طوابق او سقف واوجه الارتفاع في السلالم وما شاكلها تحسب بالطول مع ذكر العرض.
5-4-3 عمل فتحات، خسفات، زوايا بارزة، ترجيعات (REBATES) وغيرها تعتبر مشمولة في اسعار القوالب.

5-4-4 القوالب التي تطلب او يستوجب العمل أن تترك في موقعها يجب أن تحسب بصورة منفصلة.
5-4-5 القوالب لاوجه ناعمة (FAIR FACE) وما شابه تحسب بصورة منفصلة او كسعر اضافي (EXTRA OVER).
5-4-6 القوالب لاوجه مقوسة وغيرها تحسب بصورة منفصلة.
5-4-7 أية تقسيمات أخرى.

5-5 أعمال الخرسانة الجاهزة (المسبقة الصب) (PREFABRICATED OR PRECAST UNITS).
5-5-1 تعتبر الخرسانة الجاهزة شاملة على القوالب والتسليح اللازم.
5-5-2 ارضيات الطوابق والسقوف، القواطع والجدران تحسب بالمساحة مع ذكر السمك وتفاصيل حديد التسليح.
5-5-3 الجسور فوق الفتحات، العتبات، السواقي الخرسانية وغيرها تحسب بالطول مع ذكر أبعاد المقطع والتسليح.
5-5-4 القطع الانشائية (مثل الجسور، الاعمدة، حلقات انفاق ومجاري تحسب بالعدد مع ذكر أبعاد المقطع، الطول، الشكل التحمل والتسليح.
5-5-5 حافات الطرق والمماشي، غطاء الجدران وما شاكلها تحسب بالطول مع ذكر أبعاد المقطع والشكل.
5-5-6 أسعار الخرسانة الجاهزة، شاملة للبراغي، المثبتات، مونة السمنت، المفاصل، وجميع ما يتطلبه العمل لتثبيت القطع.

5-6 الخرسانة المسبقة الجهد (PRESTRESSED).
5-6-1 تعطى معلومات كافية عما اذا كان التصميم يعد من قبل صاحب العمل او المقاول.
5-6-2 معلومات كاملة عن الاسلاك الفولاذية (STEEL WIRES) مع إجهاد الشد المطلوب واجهاد الشد التي تستعمل (JACK) مع ذكر نوعية الشد فيما اذا كان الشد قبل صب الخرسانة (PRETENSIONED) او بعد صبها (POST TENSIONED) وفي هذه الحالة يجب إعطاء معلومات كاملة عن الانابيب المستعملة (CONDUIT) وكذلك ضخ السمنت (GROUTING) وغيرها من المعلومات.
5-6-3 يذكر في وصف الفقرات تفاصيل تثبيت النهايات وتكوين الخسفات والفتحات وغيرها.
5-6-4 يجري إحتساب الخرسانة مسبقة الجهد بالحجم او بالطول او بالعدد حسب طبيعة المنشأ شاملاً السعر الاسلاك والقوالب اللازمة، تثبيت النهايات (CONES, WEDGES , SPACERS) وغيرها. توضح عملية صب الخرسانة فيما اذا كانت تنفذ باجزاء مع وصف نوعية المفاصل.
5-6-5 المفاصل الانشائية بين الاجزاء تحسب بالطول او العدد حسب النوعية.

5-7 فقرات متفرقة:
5-7-1 صب الخرسانة للانهاء والارضيات (مثل ارضيات مع المنحدرات لتسريب المياه) تحسب بالمساحة مع ذكر السمك والمزج.
5-7-2 المفاصل، مانع تسرب الماء (WATER STOP) وغيرها وتحسب بالطول مع ذكر العرض.
5-7-3 تكوين هبوط (SINKING) وما شاكلها تعتبر مشمولة بأسعار الفقرات الاخرى.
5-7-4 تشمل اسعار فقرات الخرسانة عمل فتحات وتجويف البراغي والمثبتات وغيرها.
5-7-5 عمل وجه خشن للخرسانة قبل اللبخ او البياض يحسب بالمساحة.
5-7-6 استعمال المواد الكيمياوية في مزج الخرسانة لتحضير خرسانة مانعة الرطوبة او غيرها تكون مشمولة بالعمل.

8- الفصل الثامن: الاعمال المعدنية

8-1 تعليمات عامة

8-1-1 تبين طريقة ربط المقاطع (اللحام او البراغي او الكبس) وتحسب بصورة منفصلة.

8-1-2 يكون وزن المعدن هو الوزن الصافي فقط.

8-1-3 عمل الفتحات والخسفات وغيرها لاعمال الخدمات تعتبر مشمولة بأسعار الفقرات.

8-1-4 تعطى معلومات كافية عن نوع وجودة المواد وسمكها مع أية معاملة خاصة لسطوحها.

8-2 اعمال الحديد الانشائية

8-2-1 جميع اعمال الحديد الانشائية تحسب بالوزن ما لم يطلب عكس ذلك مع ذكر المقطع، شكله ووزن وحدة الطول وتبوب بموجب الاصناف التالية:

8-2-1-1 شبكة قواعد للاعمدة الحديدية (GRILLAGES).

8-2-1-2 الجسور

8-2-1-3 الاعمدة.

8-2-1-4 اعمال اسناد حديدية من ضمنها اعمال التقوية، والاسناد الداخلي وغيرها ويجوز ايضاً احتساب هذه الفقرة جملة.

8-2-1-5 أية تقسيمات اخرى.

8-2-2 البراغي والملحقات الاخرى (مثل قبعات، قطع إسناد، قطع مسافات (SPACERS) يجب أن تضاف الى وزن الاجزاء الانشائي المحسوبة بالوزن وبعكس ذلك تكون مشمولة بأسعار الفقرات الاخرى.

8-2-3 تثبيت وحقن مونة الانهاء (GROUTING) لقواعد الاعمدة تحسب بالعدد.

8-2-4 تحسب البراغي الخاصة لتثبيت قواعد الاعمدة (HOLDING DOWNBOLTS) بالعدد القوالب المؤقتة والمونة تعتبر مشمولة بالعمل.

8-2-5 الصبغ الموقعي (عدا صبغ الانهاء) تحسب جملة.

8-2-6 هيكل خاص (PORTAL FRAME) ومشبك / مسنم (TRUSSES) يحسب بالعدد مع ذكر أبعاد المقاطع والفضاء.

8-3 اعمال الحديد غير الانشائية.

8-3-1 قطع حديدية للارضيات (FLOOR PLATES)، غطاء سواقي، صفائح حديدية للتغطية والاكساء وغيرها تحسب بالمساحة مع ذكر السمك والنوعية وطريقة التثبيت.

8-3-2 أعمال الاسناد، محجل، قضبان حاملة، محجلات السلالم (HAND RAILING) وما شابه.

8-3-3 اعمال اطارية مثل مشبك تنظيف الاحذية (MATWELL FRAME)، قاعدة خزان ماء وغيرها تحسب بالعدد مع ذكر حجم الاجزاء والابعاد الكلية .

8-3-4 السلالم والدرج (CAT – LADDER) وما يشبه تحسب بالعدد مع ذكر حجم الاجزاء والطول الكلي، عدد العتبات وطريقة الصنع والملحقات.

8-3-5 الابواب والشبابيك الحديدية تحسب بموجب القواعد في الفصل العاشر من هذا الدليل.

11- الفصل الحادي عشر: اعمال الانهاء والصبغ.

11- 1 تعليمات عامة

11-1-1تحسب الاعمال للسطوح المغطاة فقط ولاتضاف اي زيادة للمفاصل (OVERLAPS) وما يشبه أما صبغ السطوح المتعرجة او المزخرفة يجب أن تحسب بصورة منفصلة.

11-1-2 الاعمال للسطوح المقوسة، الكروية وغيرها تحسب بصورة منفصلة عن غيرها.

11-1-3 تحسب الاعمال الداخلية بصورة منفصلة عن الاعمال الخارجية (الواجهات وغيرها) وتعتبرالاعمال الداخلية في الفضاءات التي ستكون محاطة من جميع جوانبها (ENCLOSED).

11-1-4 الاعمال حول انابيب الخدمات، السويجات، وعمل فتحات وتجاويف وغيرها تعتبر مشمولة بالاسعار.

11-1-5 تعطى معلومات عن نوع وجودة المواد المستعملة.

11-1-6 الاعمال الاضافية في التقطيع المقوس والمائل وغيرها تعتبر مشمولة بالاسعار.

11-1-7 لاتطرح الفراغات التي لاتزيد مساحتها على (0.50) متر مربع.

11-2 اعمال الانهاء (البياض، اللبخ، التطبيق، صفائح الانهاء وغيرها....)

11-2-1 اعمال الانهاء تحسب بالمساحة مع ذكر عدد الطبقات المطلوبة وتبوب بموجب الاصناف الآتية (11-2-1-1 الى 11-2-1-5).

11-2-2 الازارة، زخرفة الزوايا بين الجدران والسقف (CORNICES) تغطية الحافات وعمل سواقي وغيرها تحسب بالطول.

11-2-3 الزوايا وحافات الجدران وغيرها تعتبر مشمولة بالعمل وكل ما يتطلبه العمل من زوايا معدنية قبل الانهاء.

11-3 الطبقات الاولى قبل الانهاء (BACKGROUNDS)، اللبخ لغرض النثر، المونة تحت التطبيق، مشبكات السقف الثانوي وغيرها.

11-3-1 ان اعمال الطبقات الاولى قبل الانهاء يجب أن تذكر في وصف فقرات الانهاء مع ذكر السمك والمزج وغيرها.

11-3-2 المونة لانهاء الارضيات والجدران (مثل التطبيق بالكاشي) يجب أن يعطى في وصف فقرات الانهاء.

11-3-3 طبقات انهاء (مثل بلاستر بورد) التي تستعمل في الجدران الخشبية قبل البياض يجب أن تذكر في وصف البياض.

11-7 اعمال الصبغ والطلاء

11-7-1 اعمال الصبغ والطلاء للسطوح المختلفة (مثل بياض، طابوق، وجه ناعم خرساني وجدران قديمة وغيرها تحسب بصورة منفصلة وتحت عناوين خاصة).

11-7-2 تعطى معلومات كافية عن اي طريقة خاصة للصبغ تطلب (مثل الرش SPRAY).

11-7-3 اعمال الصبغ والطلاء وغيرها تحسب بالمساحة مع ذكر عدد طبقات الطلس والطبقات الاولى، الوسطية والنهائية، نوعية وطبيعة العمل وتبوب بموجب الاصناف الآتية (11-7-3-1 الى 11-7-3-6).

11-10 كتابة العناوين واللوحات (SIGN WRITTING).

11-10-1 كتابة او عمل حروف وارقام اشارات، اسهم وما يشبه تحسب بالعدد مع ذكر نوعية المواد والشكل.

11-10-2 قاعدة الكتابة وغيرها مع الاطارات إن طلبت والتثبيت يجب أن تذكر في وصف فقرة الكتابة.

16- الفصل السادس عشر: اعمال السكك الحديدية

16-1 تعليمات عامة

16-1-1 تعطى معلومات عن نوع وجودة المواد المستعملة.

16-1-2 اعمال التخطيط لكل محطة تحسب جملة وتفصل عن تخطيط الخطوط التي تحسب بالطول.

16-1-3 تفصل الاعمال التي تنفذ في المحطات عن تلك التي خارجها.

16-2 السكك وملحقاتها:

16-2-1 السكك تحسب بالطول (الطول المركزي) ويؤخذ الطول عبر جميع الملحقات والمفاصل مع ذكر نوع السكة (مثل: مدور السطح او مستوي)، ابعاد المقطع والوزن للمتر الطولي، الاعمال التي تخطط على قوس تحسب بصورة منفصلة.

16-2-2 اسيجة الحماية (GUARD RAILS) وما يشبه تحسب بالمتر الطولي مع ذكر التفاصيل.

16-2-3 اسس السكك تحسب بموجب الفصل الخامس.

16-2-4 العوارض تحسب بالعدد بضمنها الكراسي مع ذكر النوع (خرسانية جاهزة، خشبية حديدية وغيرها) وتفصل عوارض المحطات عن عوارض الخطوط الخارجية.

16-2-5 مواد الترصين الحجرية (BALLAST) تبوب بموجب الانواع التالية:-

الطبقات السفلى توضع قبل وضع السكك وتحسب كحجم مع ذكر التدرج والطبقات العليا توضع بعد وضع السكك وتحسب بالمساحة مع ذكر السمك والتدرج.

16-3 المفاتيح (SWITCHES):

المفاتيح اللازمة لتغيير اتجاه القطارات والتقاطع تحسب بالعدد بضمنها العتلات والاسلاك وغيرها وتفصل مسالك الخطوط الرئيسية عن الفرعية وتبوب بموجب الانواع التالية: -

16-3-1 مفاتيح و (TUMONTS).

16-3-2 تقاطعات معينية (DIMOND CROSSING).

16-3-3 تقاطع احادي (SINGLE SLIP).

16-3-4 تقاطع مزدوج (DOUBLE SLIP).

16-3-5 مفاتيح وتقاطعات اخرى.

16-4 الاعمال الترابية.

16-4-1 الاملائيات الترابية لغرض التسوية، التعلية وعمل السدود تحسب بموجب الفصل الثالث من هذا الدليل.

16-4-2 عمل خنادق جانبية بمحاذاة خط السكة لغرض تصريف المياه تحسب بالطول مع ذكر العمق ومعدل العرض.

16-5 فقرات متفرقة:

16-5-1 حواجز الوقوف، موقف العجلات في نهاية السكك وغيرها تحسب بالعدد.

16-5-2 براغي الكراسي، آصرات (FISH PLATES) كلابات وغيرها تعتبر مشمولة بسعر السكك.

16-6 الفحوصات: تخصص فقرة لتغطية كلف الفحوصات اللازمة للعوارض، السكك وغيرها تحسب جملة.

17- الفصل السابع عشر: الانفاق

17-1 تعليمات عامة
17-1-1 تعطى معلومات كافية عن نوع وجودة المواد المستعملة.
17-1-2 تعطى فقرات خاصة لتغطية اعمال التخطيط، اعمال المساحة وغيرها وتحسب كل منها جملة.

17-2 الحفريات:
17-2-1 اعمال الحفر في الانفاق تحسب بالحجم (تؤخذ أبعاد المقطع الخارجي حسب التكسية الدائمية) ويشمل العمل معالجة وازالة المواد الناتجة عن الحفر مع ذكر طبيعة التربة شكل المقطع والانحدار الطولي للنفق، اعمال الحفر يجب أن تجمع سوية لمختلف المقاطع والاطوال وتبوب بموجب الاصناف الآتية:-
17-2-1-1 نفق مستقيم.
17-2-1-2 بئر التهوية مستقيم (SHAFT).
17-2-1-3 نفق مقوس
17-2-1-4 بئر تهوية مقوس
17-2-1-5 نفق متغير المقطع بتدرج (TAPERED).
17-2-1-6 بئر تهوية متغير المقطع بتدرج
17-2-1-7 تجاويف اخرى منها مناطق انتقال، تقاطع الانفاق وغيرها (ولايذكر هنا الانحدار او الابعاد).
17-2-2 اعمال الحفر الاضافية في البقع الضعيفة تحسب بالمساحة ويشمل ذلك ملئ التجويف وتقوية الجوانب.

17-3 إكساء الانفاق
17-3-1 إكساء الانفاق بالخرسانة تحسب بالمساحة مع ذكر السمك، المزج، التسليح وتبوب بموجب الاصناف الآتية:
17-3-1-1 الاكساء الاولي
17-3-1-2 الاكساء النهائي
17-3-2 القطع الجاهزة لاكساء النفق تحسب بالعدد مع ذكر للشكل والابعاد وطريقة تثبيتها.
17-3-3 إكساء الانفاق بطريقة اخرى (مثل الطابوق) يحسب بالمساحة ويذكر السمك واي تسليح (إن وجد).

17-4 إسناد النفق وتقوية التربة:
17-4-1 اعمال الاسناد تحسب بالمساحة (المساحة الملامسة للوجه المسنود).
17-4-2 الاسناد بواسطة النثر الخرساني والتسليح يحسب بالمساحة.
17-4-3 براغي صخرية تحسب بالطول.
17-4-4 حشو وجه الجوانب (FACE PACKERS) تحسب بالعدد.
17-4-5 الاقواس المعدنية الداخلية وتحسب بالعدد مع ذكر شكل المقطع.
17-4-6 حقن التربة (GROUTING) مثل مونة السمنت او مواد كيمياوية تحسب بالوزن.

17-5 تصريف المياه: إبقاء النفق خال من المياه الارضية اثناء التنفيذ يحسب جملة، ويشمل ذلك المضخات الخراطيم المطاطية والتراكيب اللازمة وغيرها.

17-6 التهوية: تزويد وتثبيت اجهزة تهوية داخل النفق كاملة تحسب جملة ويشمل ذلك الساحبات مجاري الهواء (DUCT) وجميع ما يتطلبه العمل.

17-7 الفحوصات: تخصص فقرة لتغطية كلف الفحوصات، وحدات الاسناد، وحدات الاكساء والخرسانة وغيرها وتحسب جملة.

مقدمة في المسح الكمي ووثائق المقاولة:

فوائد منهج المسح الكمي وطرائق الانشاء:

1) دراسة حساب الكميات واعداد جداول الذرعة Measurement Tables وجداول الكميات Bills of Quantities (BOQ) وذلك من خلال:
   - تعلم صياغة فقرات العمل وحساب كمياتها.
   - تحليل فقرات العمل لمعرفة متطلبات كل فقرة من المواد والمعدات والايدي العاملة، وينتج من عملية التحليل هذه امكانية حساب تكاليف فقرات العمل وتسعيرها وحساب مبالغها وتقدير الكلفة التخمينية للمشروع.
   - من خلال تحديد الموارد المطلوبة للعمل (المواد والمعدات واليد العاملة والتمويل المطلوب) يمكن التخطيط لكيفية تجهيز هذه الموارد المطلوبة خلال فترة العمل.
   - من خلال حساب كمية العمل لكل فقرة ومعرفة المعدات واليد العاملة المطلوبة لتنفيذ الفقرة ومقدار انتاجيتها يمكن حساب مدة انجاز كل فقرة حيث ان المدة = كمية الفقرة \ انتاجية فريق العمل، وبذلك يمكن اعداد المخطط الزمني للمشروع وتقدير مدته والتخطيط لفعالياته من خلال توفير الموارد المطلوبة للعمل في الوقت المناسب.
2) دراسة شروط التعاقد والمواصفات الفنية للمشاريع، والتي تمثل مع جداول الكميات اهم وثائق المقاولة التي يتم التعاقد على اساسها مع الجهة المنفذة للمشروع (المقاول)، ومن خلالها يتم متابعة تنفيذ العمل واجراء المحاسبات المالية اثناء وبعد انتهاء المشروع.
3) دراسة طرائق الانشاء وتحليل التكاليف للمعدات الانشائية من خلال دراسة انتاجياتها.

مراحل المشروع الانشائي Stages of Construction Project:

بصورة عامة يمكن تقسيم المشروع الانشائي الى المراحل الآتية:

الدراسات والتصاميم الاولية ← التصاميم والمخططات التفصيلية ← اعداد وثائق المقاولة والتعاقد ← التنفيذ ← استلام العمل ← الاشغال (و/أو) التشغيل والصيانة ← الازالة Removal (حسب الهندسة المستدامة).

وفيما يأتي عرض بشيء من التفصيل لهذه المراحل:

1) الدراسات والتصاميم الاولية Conceptual Studies and Preliminary Designs، وتشمل:
   أ) جمع البيانات الاحصائية والمعلومات البيئية والاجتماعية المرتبطة بموقع المشروع.
   ب) اجراء عمليات المسح لموقع المشروع واعداد خرائط الموقع واجراء فحوصات التربة للموقع.
   ج) اجراء دراسات الجدوى الاقتصادية والمقارنات الاقتصادية بين البدائل المختلفة للمشروع.
   د) اعداد التصاميم الاولية وعرضها على صاحب العمل واستحصال الموافقات اللازمة من قبل صاحب العمل والجهات القانونية ذات العلاقة.

2) التصاميم التفصيلية Detailed Designs، وتشمل:

أ) التصاميم والمخططات المعمارية Architectural Designs and Drawings.

ب) التصاميم والمخططات الانشائية Structural Designs and Drawings.

ج) تصاميم ومخططات الخدمات (الكهربائية والميكانيكية والصحية والاتصالات Electrical, Mechanical, Sanitary, and Communicational).

د) مخططات التفاصيل المعملية Workshop Drawings (مثل المخططات الخاصة بأعمال الحدادة والقوالب والاعمال الخشبية ونحوها).

3) اعداد وثائق المقاولة والتعاقد لتنفيذ العمل Contract Documents, Bidding and Contracting:

أ) وثائق المقاولة تشمل:

- مجموعة المخططات.
- جداول كميات المشروع (جداول مسعرة او غير مسعرة) وبواسطة هذه الجداول يمكن تقدير الكلفة التخمينية للمشروع، ويتطلب اعداد هذه الجداول:
  - المجموعة الكاملة من مخططات المشروع.
  - القدرة على قراءة المخططات وفهم وتخيل تفاصيل العمل وذلك لأجل تقسيم العمل الى فقرات بحسب متطلبات التنفيذ وحساب كمية كل فقرة عمل على حدة (اطوالها أو مساحاتها أو حجومها – ولهذا سميت بالمسح الكمي). عملية تقسيم المشروع الى فقرات عمل يحتاج الى خبرة عملية.
- الشروط والمواصفات الفنية الخاصة بالمشروع: المواصفات الفنية تبين التفاصيل الفنية التي لا يمكن ذكرها في المخططات مثل مواصفات المواد الانشائية المطلوب استخدامها في المشروع (الخصائص الكيميائية والفيزيائية والفحوص المختبرية) والامور التي يجب مراعاتها عند التنفيذ مثل مستوى الحدل وحدود درجة حرارة الماء المستخدم ومواصفات الخلطات الاسفلتية.
- الشروط القانونية والمواصفات القياسية المعتمدة (وتسمى ايضاً المواصفات المرجعية او المصدرية): الشروط القانونية هي شروط تعاقدية توضح العلاقات والالتزامات بين اطراف العقد والهدف منها حل الخلافات التي قد تنشأ خلال العمل بين اطراف العقد. والمواصفات المصدرية هي مواصفات عامة وشاملة منشورة تبين حدود التفاصيل التي يجب الالتزام فيها لكل نوع من انواع الاعمال الانشائية، وبالنظر لضخامة المواصفات القياسية فهي لا ترفق مع وثائق كل مشروع بل يكتفى بالاشارة الى اسم المواصفة المعتمدة لذلك المشروع.

هذه الوثائق تكون جاهزة قبل التعاقد وبعد ان يرسو العطاء على مقاول محدد ويتم التعاقد معه يضاف الى وثائق المشروع الامور الآتية:

- عطاء المقاول الذي قدمه وتم اختياره لتنفيذ المشروع ويقدم المقاول مع عطائه الجدول الزمني لتنفيذ المشروع وأي شروط خاصة تم التفاوض عليها اثناء فترة تقديم العطاء.
- العقد القانوني بين اطراف المشروع.

- جميع التوثيقات التنفيذية والمحاسبية خلال فترة تنفيذ العمل الى نهاية المشروع ومنها التعديلات وتقارير المتابعة والسلف والحسابات وتسوية الخلافات.
- وبعد انتهاء العمل واستلامه تضاف الى وثائق المشروع شهادة استلام المشروع وجدول الذرعة النهائية للمشروع ووثائق تصفية حسابات المشروع.

ب) التعاقد: يتم التعاقد بموجب نموذج عقد قانوني بين صاحب العمل (الطرف الاول) وجهة (أو جهات) اخرى (الطرف الثاني) حسب نوع التعاقد. واجمالاً فإن اطراف العقد الانشائي Stakeholders هم:

- صاحب العمل Client or Employer.
- الاستشاري Consultant.
- المقاول (المنفّذ او المنفّذون) Contractor ويشمل المقاول العام General Contractor والمقاول الثانوي (من الباطن) Sub-Contractor.
- المجهزون Suppliers: ويشمل مجهزي المواد والمعدات والايدي العاملة سواء كان التجهيز محلياً او من دول اخرى.
- المستفيدون من المشروع Beneficiaries (حسب الهندسة المستدامة).

وفيما يأتي بعض انواع العقود الشائعة للمشاريع الانشائية:

❖ تقسيم العقود بحسب اسلوب الاحالة:
- عقود تفاوضية (للمشاريع التخصصية).
- عقود تنافسية.
- عقود تكليف (تنفيذ مباشر).

❖ تقسيم العقود بحسب تسعير العمل:
- عقود الثمن (العقود المسعّرة) Price Contracts: وتشمل عقود الثمن المقطوع Lump-Sum، وعقود ثمن وحدة العمل Unit-Price.
- عقود الكلفة (عقود غير مسعّرة) Cost Contracts: وتشمل عقود الكلفة المستهدفة Target Cost (وفيها تشجيع للمقاول للعمل ضمن كلفة محددة)، وعقود الكلفة مع الزيادة Cost-Plus وفي هذا النوع تكون الزيادة اما قطعية او كنسبة من الكلفة.

❖ تقسيم العقود بحسب العمل المطلوب:
- عقود التصميم (العقود الاستشارية الفنية) Consultancies.
- عقود التنفيذ Execution (Building) Contracts.
- عقود التصميم مع التنفيذ Design and Build Contracts.
- عقود ادارة المشاريع Management Contracts.
- عقود المشاريع الجاهزة (مفتاح باليد) Turn-Key Contracts.

4) التنفيذ Execution.

5) انتهاء واستلام العمل Completion and Delivery:

استلام العمل بعد انتهائه على نوعين:

أ) استلام اولى: ويتحقق عند انجاز العمل الاساسي بالدرجة التي يمكن معها الاستفادة منه للغرض الذي انشأ من اجله، وان الاعمال قد اجتازت بنجاح اي فحص نهائي ينص عليه العقد. ويُعطى المقاول حينئذ (شهادة الاستلام) ويتعهد فيها باكمال اي نواقص خلال فترة الصيانة، ويتم بالاستلام الاولي اطلاق نصف الاستقطاعات بشروط معينة (تنص عليها المادة 62 من شروط المقاولة)، ثم يتم دفع باقي الاستقطاعات بعد صدور شهادة الاستلام النهائي.

ب) الاستلام النهائي: يتم اصدار شهادة الاستلام النهائي بعد انتهاء مدة الصيانة بمدة لا تزيد عن 30 يوماً. وبعدها يتم دفع باقي الاستقطاعات للمقاول ويعتبر المقاول حينئذ قد أوفى بجميع التزاماته تجاه صاحب العمل (الا في حالات خاصة مذكورة في المادة 64 من شروط المقاولة).

الذرعة النهائية: هي حساب الكميات الفعلية لفقرات العمل بعد استلامه لاجل تصفية الحسابات. الكميات في جدول الكميات المعد قبل التعاقد هي كميات تقديرية بحسب المخططات. الفرق بين الكميات التقديرية والفعلية يجب ان لا يزيد عن نسبة ضئيلة.

6) الإشغال (و/أو) التشغيل والصيانة:

الإشغال Occupation يكون في مثل مشاريع الابنية السكنية والمدارس والدوائر الحكومية.

التشغيل Operating يكون في مثل مشاريع الطرق والجسور وقنوات الري.

وقد يجتمع الإشغال والتشغيل في مثل مشاريع المصانع.

الصيانة Maintenance تستمر مع العمر النافع للمنشأ.

7) الازالة Removal:

هذه المرحلة تمت اضافتها ضمن مفاهيم الهندسة المستدامة (او التطوير المستدام) Sustainable Engineering (or Development).

تهدف الهندسة المستدامة الى تلبية احتياجات الحاضر دون الاضرار بمصالح الاجيال القادمة، وذلك عن طريق:

أ) استخدام المواد المتجددة Renewable Materials، وعكسه الاستخدام الجائر للموارد.

ب) اعادة تدوير المواد المستخدمة Recycling.

ج) تقليل استخدام المواد السامة والضارة بالبيئة (الملوثات Contaminants).

د) تقليل استهلاك المياه والطاقة.

ه) تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة GHG التي تسبب التغيرات المناخية، وهي ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 وبخار الماء والميثان CH_4 واكاسيد النيتروجين).

و) مراعاة المتطلبات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية عند تخطيط وتنفيذ المشاريع.

مهمات مخمن التكاليف (مسّاح الكميات) Cost Estimator (Quantity Surveyor):

1) اعداد جداول الكميات والاسعار عند تهيئة وثائق المقاولة: يقوم المخمن بدراسة المخططات ويصنف العمل الى فقرات بحسب نوع وحجم العمل واسلوب التنفيذ، ويضع توصيف لكل فقرة من فقرات العمل.
2) حساب كمية كل فقرة من فقرات العمل بالاستناد الى المخططات، ويضع الكمية المحسوبة ووحداتها مقابل تفصيل كل فقرة من فقرات العمل في جدول الكميات.
3) حساب الكلفة التخمينية (المبلغ المتوقع) لفقرات العمل وذلك من خلال تحليل فقرة العمل الى مكوناتها وحساب تكاليفها ومن ثم وضع سعر مناسب لفقرة العمل، هذا السعر يضرب في كمية الفقرة فيتم الحصول على (مبلغ الفقرة)، وعن طريق جمع مبالغ الفقرات يحصل على الكلفة التخمينية الكلية للعمل. وعند وضع جدول الكميات ضمن وثائق المقاولة فإما ان تحذف منه الاسعار ليقوم المقاول بوضع اسعار الفقرات كما يرتأيها هو، او تبقى الاسعار في الجدول ليضع المقاول نسبة مئوية (زيادة او نقصان) على سعر كل فقرة، وعند فتح العطاءات التي يقدمها المقاولون تتم مقارنة الاسعار مع الاسعار التقديرية للمخمن، ويتم تقييم عطاء المقاول على هذا الاساس.
4) إعداد حسابات السُلف المالية التي تدفع الى المقاول عند استحقاقه لها وذلك عند انجاز كل مرحلة من مراحل العمل، وذلك من خلال حساب نسب الاعمال المنجزة مقارنة مع كل العمل، كذلك يمكن للمخمن ان يقوم بإعداد السلف للمقاول لتجهيز بعض المواد او المعدات اللازمة للمشروع.
5) اعداد اوامر الغيار واوامر تمديد المدة Variation Orders and Time Extension Orders: من الامور المألوفة في المشاريع الانشائية حصول تغييرات في فقرات العمل اثناء التنفيذ لعدة اسباب مثل وجود اخطاء في التصاميم او في جداول الكميات او حصول تغيير في بعض فقرات العمل بحسب رغبة صاحب العمل أو لأسباب تنفيذية وغير ذلك، وعلى المخمن ان يقدر نسبة الفرق بين العمل الجديد والعمل الاصلي ويقوم بإعداد اوامر غيار او اوامر تمديد مدة لتعديل مبلغ المقاولة او مدتها بحسب الوضع الجديد. ملاحظة: في الاعمال الحكومية يبقى سعر الفقرة ثابتاً اذا كانت نسبة التغيير في كمية الفقرة لا تتجاوز 20% من كمية الفقرة في جدول الكميات، فإذا زادت عن هذه النسبة يتم اصدار امر غيار.
6) اجراء الذرعة النهائية Final Measurement لتحديد الاستحقاق المالي الفعلي للمقاول، والذرعة النهائية يجب ان تتسم بالدقة وتغطي كل جزئيات فقرات العمل، وعلى اساس هذه الذرعة يتم استلام العمل وتصفية الحسابات المالية. بعض الفقرات المخفية تتم ذرعتها اثناء التنفيذ قبل ان تُدفن او تغطى.
7) قد يتم استدعاء المخمن من قبل لجان التحكيم عندما يكون هناك اختلاف بين المقاول وصاحب العمل لبيان رأيه بصفة خبير، هذا النوع من الدعاوى بين اطراف العقد يسمى (Claims).

جداول الكميات وجداول ذرعة الاعمال:

توجد طريقتان لاعداد جداول الكميات وجداول الذرعة هما الطريقة التقليدية والطريقة القياسية. والتي سندرسها في منهجنا هي الطريقة التقليدية لكونها الطريقة الشائعة في الاعمال الهندسية المحلية.

توضيح الفروق بين جداول الذرعة وجداول الكميات:

جداول الذرعة تستخدم في مرحلتين من مراحل المشروع، فهي تستخدم في مرحلة اعداد وثائق المقاولة كمسودة حسابات لإعداد جدول كميات المشروع (فتكون جداول الكميات هي خلاصة حسابات الذرعة التي تجري بالاستناد الى مخططات المشروع). والمرحلة الثانية عند استلام العمل فتستخدم جداول الذرعة في عمل الذرعة النهائية بحسب واقع الحال المنفّذ. والمخطط الآتي يوضح الفرق بين هذه الجداول:

الذرعة الاولية بحسب المخططات Measurement (Taking dimensions and squaring)	جدول الذرعة الاولية
الخلاصة Abstraction and Billing	
جدول الكميات Bill of Quantities	جدول الكميات BOQ
تنفيذ المشروع	
الذرعة النهائية بحسب واقع الحال المنفّذ Final Measurement	جدول الذرعة النهائية

صيغة جداول الذرعة:

رقم الفقرة	وصف الفقرة	العدد	الابعاد			الكمية		صافي الكمية والوحدة	مسودة الحسابات والملاحظات
			طول	عرض	ارتفاع (الوزن)	+	-		

Waste and Remarks	Total and Unit	Quantity		Dimensions			No.	Particulars	Index
		-	+	Depth (Weight)	Width	Length			

صيغة جداول الكميات:

رقم الفقرة	تفاصيل الفقرة	الكمية	الوحدة	السعر	المبلغ

Index	Description	Quantity	Unit	Price	Amount

وحدات فقرات العمل:

وحدات فقرات العمل هي واحدة من الوحدات الآتية:

جملة (Lump-Sum (L.S.، عدد .No، حجم (م^3) (m^3) cum، مساحة (م^2) (m^2) sqm، طول (م.ط. او م او كم) (M.L., m or km)، وزن (كغم او طن) kg or Tonne (مع ملاحظة ان الطن المتري Tonne ويساوي 1000 كغم يختلف عن الطن الانكليزي او الامريكي Ton).

المواصفات القياسية:

المواصفات القياسية للهيأة العامة للطرق والجسور العراقية:

الهيأة العامة للطرق والجسور (حالياً: مديرية الطرق والجسور) هي احدى تشكيلات وزارة الاعمار والاسكان واسمها باللغة الانكليزية تغير عدة مرات منذ تأسيسها وهو:

State Organization of Roads and Bridges (SORB)

State Corporation for Roads and Bridges (SCRB)

وحالياً: Directorate of Roads and Bridges

تأسست الهيأة عام 1987 كتشكيل من تشكيلات وزارة الاسكان والتعمير (حالياً: وزارة الاعمار والاسكان وقد دمجت مؤخراً مع وزارة البلديات والاشغال العامة في وزارة واحدة). تتلخص مهام الهيأة في:

1) الاشراف على تصميم مشاريع الطرق العامة والجسور والتقاطعات والانفاق بجميع انواعها بما في ذلك طرق المرور السريع الواقعة خارج حدود امانة بغداد وبلديات المحافظات.
2) تصميم بعض الطرق والجسور والتقاطعات الصغيرة.
3) الاشراف على تنفيذ المشاريع المذكورة في الفقرة (1) اعلاه.
4) الاشراف على تأثيث وتشغيل وصيانة المشاريع المذكورة اعلاه.
5) تنفيذ الصيانة الطارئة (عند الحاجة) للطرق والجسور.
6) تملّك الأراضي للمشاريع المذكورة اعلاه مع الحفاظ على محرماتها ومنع التجاوز عليها.

ومن هذه المهام يتبين ان للهيأة كادر اداري ومالي وقانوني وفريق تصميم وكوادر استشارية وتنفيذية.

المواصفات القياسية للهيأة العامة للطرق والجسور:

تتألف هذه المواصفة المكتوبة باللغة الانكليزية من ثلاثة ابواب (Parts) رئيسية هي:

1) الطرق Roads، ويرمز لفقراتها بالرمز (R).
2) الجسور Bridges، ويرمز لفقراتها بالرمز (B).
3) الانارة Illumination، ويرمز لفقراتها بالرمز (Il).

ويبين الجدول الآتي عناوين فقرات هذه المواصفة القياسية:

رمز الفقرة	العنوان	موضوع الفقرة
PART I - ROADS		
R1	General	فقرة عامة عن التهيأة للمشروع وادارته ولموقع العمل ومحيطه
R2	Clearing and Grubbing-Up	تنظيف الموقع وتهيأته
R3	Reinforced Concrete Pipe Culverts	القناطر (البرابخ) الانبوبية من الخرسانة المسلحة
R3A	Unreinforced Concrete Pipe Culverts	القناطر (البرابخ) الانبوبية من الخرسانة غير المسلحة
R3B	Corrugated Metal Pipe Culverts	القناطر (البرابخ) الانبوبية من المعدن المضلع
R4	Pipes and General Drainage	تصريف المياه للطرق
R5	Earthworks	الاعمال الترابية

رمز الفقرة	العنوان	موضوع الفقرة
R6	Selected Granular Material Sub-Base Course	طبقة تحت الاساس المؤلفة من مادة حبيبية مخلوطة حسب الطلب
R6E	Soil Cement Stabilised Subgrade, Sub-Base or Base	طبقات التربة المُثبَّتة بالاسمنت
R6E	Lime Stabilised Subgrade or Sub-Base	الطبقات المُثبَّتة بالمواد الجبسية
R6G	Bitumen Stabilised Subgrade, Sub-Base or Base	الطبقات المُثبَّتة بالمواد الاسفلتية
R7	Base Courses	طبقة الاساس بأنواعها المختلفة
R8	Double Bituminous Surface Dressing	الانهاء بطبقة مزدوجة من التبليط الاسفلتي
R8A	Bituminous Prime Coat	طبقة الرابط الاولي الاسفلتية
R8B	Bituminous Tack Coat	طبقة اللصاق الاسفلتية
R9	Hot-Mix Asphaltic Concrete Pavement	التبليط باستخدام الخلطات الاسفلتية الحارة
R10	Portland Cement Concrete Pavement	التبليط باستخدام خرسانة الاسمنت البورتلاندي
R11	Concrete Kerbs and Concrete Channels (Cast-In-Place)	تعلية الارصفة ومسالك تصريف المياه المنشأة باستخدام الخرسانة الاسمنتية بالصب الموقعي
R11A	Precast Concrete Kerbs and Footways	تعلية الارصفة ومماشيها المنشأة باستخدام القطع الخرسانية مسبقة الصب
R11B	Extruded Concrete Kerbing and Channels	تعلية الارصفة ومسالك تصريف المياه المنشأة باستخدام الخرسانة المقذوفة بالضخ
R11C	Extruded Asphalt Kerbing	تعلية الارصفة باستخدام الخلطات الاسفلتية المقذوفة بالضخ
R12	Fencing	التسييج بالمشبكات السلكية والاعمدة الحديدية
R13	Furnishing and Planting Trees, Shrubs and Ground Cover	تأثيث الطرق والمساحات الخضراء
R14	Guard Rails and Safety Fencing	اسيجة الحماية
R15	Traffic Signs	العلامات المرورية
R16	Road Markings	العلامات الارضية على سطح الطريق
PART II - BRIDGES		
B1	Structures General	فقرة عامة حول المنشآت في الجسور (الاجزاء الانشائية فوق اسس الجسور)
B2	Concrete Structures General	فقرة عامة حول منشآت الجسور من الخرسانة المسلحة
B3	Steel Structures General	فقرة عامة حول منشآت الجسور من الحديد الانشائي
B4	Piling for Structures	الركائز كأسس لمنشآت الجسور
B5	Large Diameter Piles Foundation Cylinders	الركائز ذات الاقطار الكبيرة واسطوانات الاسس
B6	Formwork and Surface Finish For Structures	القوالب وانهاء الاسطح لمنشآت الجسور

رمز الفقرة	العنوان	موضوع الفقرة
B7	Steel Reinforcement for Structures	حديد التسليح لمنشآت الجسور
B8	Structural Concrete	الخرسانة المستخدمة في منشآت الجسور
B9	Prestressing For Structures	عملية سبق الاجهاد للقطع الخرسانية مسبقة الجهد
B10	Structural Steelwork	الحديد الانشائي المستخدم في منشآت الجسور
B11	Waterproofing for Structures	موانع تسرب المياه في منشآت الجسور
B12	Protection of Steelwork against Corrosion	حماية الحديد الانشائي المستخدم في منشآت الجسور من التآكل
B13	Bridge Bearings	مساند الجسور
B14	Bridge Railings	المحجرات المستخدمة في الجسور
B15	Bridge Movement Joints	مفاصل التمدد في الجسور
B16	Brickwork for Structures	الاعمال الطابوقية في منشآت الجسور
B17	Masonry for Structures	الاعمال الحجرية في منشآت الجسور
B18	Castings, Steel Forgings and Miscellaneous Metals	فقرات متنوعة عن الاعمال المعدنية
B19	Riprap or Stone Pitching	الرصف بالحجر المكسر
B20	Sundry Materials	مواد متنوعة
PART III - ILLUMINATION		
I1	Illumination	الانارة في الطرق والجسور ومستلزماتها من الاعمال الكهربائية

وستكون المواصفات القياسية المعتمدة في هذا الفصل الدراسي هي المواصفات القياسية للهيأة العامة للطرق والجسور العراقية لسنة 1983 وتعديلاتها لغاية 2003.

ومن اهم المواصفات المرجعية المعتمدة عالمياً:

AASHTO Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing adopted by the (American Association of State Highway and Transportation Officials).

ASTM Standard Specification adopted by the (American Society for Testing and Materials).

BS British Standard, published by the British Standards Institution.

DIN Deutsche Industrial Norm (German Standard).

JIS Japanese Industrial Standard, published by Japanese Industrial Standard Committee (JISC) (Established from the old Japanese Engineering Standards JES-1921).

المواصفات الفنية:

هي جزء من وثائق التعهد ولها أهمية خاصة في اي تعاقد لأنها تشكل ركن مهم اركان التعاقد.

الغاية من المواصفات الفنية:

1) ترشد الى كيفية تنفيذ العمل بفقراته المختلفة.
2) تحدد الحد الادنى المقبول من النوعية المطلوبة للمواد وناتج العمل لكل فقرة في المشروع.
3) تبين حدود التزام المقاول بالتنفيذ بأسلوب محدد.
4) تبين الفحوص المطلوبة للتأكد من نوعية المواد والعمل والمواصفات المرجعية التي تتم بموجبها تلك الفحوصات وكذلك تشير الى الانظمة التصميمية او المدونات Codes of Practice التي تُعتمد كأساس للتصميم.
5) تبين اسلوب ذرعة العمل والمواد لغرض احتساب المبالغ المستحقة للجهة المنفذة وفق جداول الكميات والاسعار وكذلك المساعدة في عملية التسعير عند تخمين الكلف والاسعار في مختلف مراحل العمل.

على هذا الاساس تمتاز المواصفة الفنية الجيدة بما يأتي:

1) تبين المجال Scope الذي تغطيه من فقرات الاعمال (المواد والعمل).
2) ترتبط من الناحية الفنية بمواصفات قياسية (مرجعية) وطنية او عالمية معترف بها وبمستوى مطلوب من الجودة.
3) تحدد نوعية المواد والمنتوج من حيث الجودة ودرجة التفاوت (السماح Tolerance) وأي خواص اخرى للمواد او العمل تحتاج الى ان يُشار اليها بشكل خاص.
4) أن تتطابق المواصفات مع متطلبات المواصفات المرجعية او المدونات التي جرى التصميم على اساسها.
5) أن تتطابق مع المخططات المختلفة وتفاصيلها دون تعارض.
6) أن تحتوي على وصف واضح لمواد العمل وفحوصها والجهة التي تتحمل تكاليف تلك الفحوصات، وقد تحتوي على وصف لكيفية تنفيذ العمل.
7) أن تحتوي على اسلوب مقايسة او ذرعة الاعمال المنفذة او المواد المجهزة وذلك لتسهيل تقييم العمل وتحاشي الخلافات بين اطراف التعاقد.

ملاحظة:

تتم صياغة المواصفات الفنية حسب حاجة العمل ومستوى الجهة المنفذة.

أمثلة على كيفية كتابة المواصفات الفنية لبعض فقرات مشروع متوسط الحجم:

مثال (1): المواصفة الفنية لفقرة الاعمال التحضيرية وتخطيط الموقع

Preliminary Site Works, Setting Out and Site Planning

تشمل الفقرة الاعمال الآتية وتعتبر أسعارها داخلة ضمن الاسعار المقدمة من قبل المقاول إلا إذا ذكر خلاف ذلك في جداول الكميات والاسعار، وتشمل الأعمال الآتية:

1) هدم الأبنية القائمة وتسوية الموقع.
2) إيصال الماء والطاقة الكهربائية الى ساحة العمل.
3) الأسيجة الوقتية Temporary Fencing.
4) تخطيط الموقع.

وذلك بحسب التفاصيل الآتية:

1) هدم الأبنية القائمة وتسوية الموقع: على المقاول انجاز عملية الهدم لكافة الابنية القائمة وقلع التبليط إن وجد ورفع الانقاض وتسوية ساحة العمل بموجب المستويات الموضحة في المخططات على أن يراعي عدم عرقلة الاعمال الاعتيادية للمصالح الخاصة والعامة ويكون المقاول مسؤولاً عن كافة الأضرار الحاصلة بسبب قيامه بعملية الهدم وأن يتخذ الاحتياطات والاجراءات اللازمة لضمان سلامة الأعمال والممتلكات والأشخاص.

   في حالة وجود سواقي او تلول يقل عمقها او ارتفاعها عن متر واحد على المقاول ان يقوم بتسويتها وردمها وجعلها مستوية تماماً، وعليه ملء التجاويف في مثل احواض التفتيش واحواض التعفين بالطابوق الناتج من عملية الهدم.

   يكون المقاول أيضاً مسؤولاً عن المحافظة على الأشجار والمزروعات التي لا تتعارض مع سير العمل والمؤشرة على المخططات والتي يعينها المهندس، ويكون مسؤولاً عن سقيها وادامتها طول مدة العمل.

2) أيصال الماء والطاقة الكهربائية الى ساحة العمل: على المقاول ان يقوم بتوفير او ايصال الطاقة الكهربائية والماء الى موقع العمل لفترة مؤقتة (فترة التنفيذ) وعلى نفقته الخاصة ويشمل ذلك الكلفة الاولية للتأسيس والإيصال والتأمينات ودفع الاجور اللازمة طيلة مدة العمل علىأن يراعي في ذلك عدم التسبب في الاضرار للابنية المجاورة او ازعاج ساكنيها.

3) الأسيجة الوقتية Temporary Fencing: على المقاول انشاء سياج وقتي حول الموقع مع مدخل رئيس بصورة متناسبة مع شكل البناية ووضعيتها بالنسبة للموقع، وللمقاول الحق في رفع جميع او جزء من السياج الوقتي عند قيامه بإنشاء السياج الدائمي على ان يستحصل موافقة خطية من المهندس قبل القيام بذلك. تعود ملكية السياج المؤقت الى المقاول، ويتم انشاؤه من الاسلاك الشائكة او المشبكة او الصفائح المعدنية او البلاستيكية او غير ذلك بموجب اقتراح يقدمه المقاول ويوافق عليه المهندس.

4) تخطيط الموقع: يجري تخطيط الموقع بموجب المخططات الخاصة بالعمل، تستعمل الاوتاد الحديدية او الخشبية لتثبيت النقاط الرئيسة للعمل. يجب تثبيت نقطة او اكثر كمرجع للمناسيب Bench Marks ويُؤيد منسوبها من قبل المهندس، وتؤخذ هذه النقطة (او النقاط) كأساس لتحديد كافة المناسيب التي تتحكم بالبناء

وتؤخذ كافة الذرعات والمقايسات بالنسبة لها أيضاً. تثبت هذه النقطة (او النقاط) بصورة دائمية وبطريقة بحيث لا تتأثر بالعوامل الخارجية او بعملية الانشاء وتكون مثبتة الى صبة خرسانية يكون المقاول مسؤولاً عن ضمان ثباتها ودقتها.

يكون المقاول مسؤولاً عن الأضرار الناتجة عن الاخطاء في التخطيط وعليه رفع كافة الابنية التي تختلف عن المخططات نتيجة خطأ التخطيط على حسابه الخاص ولا يحق له المطالبة بالتعويض عن عملية الرفع والإعادة ولا تمدد مدة المقاولة نتيجة هذا الخطأ.

تكون اعلى الاوتاد المثبتة للخطوط المركزية Centre Lines على مستوى افقي واحد لضمان صحة التخطيط، وتثبت هذه المراكز بالخرسانة للرجوع اليها عند الحاجة. في حالة استعمال الركائز او بعض الاسس العميقة على المقاول ان يقوم بتثبيت نقاط خارجية على جوانب البناء باستقامة الخطوط المارة من المراكز وأن تؤشر ابعاد ومواقع هذه النقاط على المخططات للرجوع اليها عند الحاجة.

تتم كافة عمليات التخطيط بالآلات الخاصة ذات الدقة المناسبة (خصوصاً اجهزة تحديد المناسيب والاتجاهات) وأن يقوم بعملية التخطيط مهندسون أو مساحون من ذوي الخبرة، وعلى المقاول استحصال تأييد تحريري من المهندس على صحة التخطيط قبل المباشرة بأعمال الحفريات، ولا ترفع هذه الموافقة مسؤولية المقاول عن الاخطاء التي قد تنجم في البناء بسبب الاخطاء في عملية التخطيط.

مثال (2): المواصفة الفنية لفقرة الحفريات الترابية لأعمال الأسس

تشمل هذه الفقرة عمليات الحفر وسد الجوانب وضخ المياه الجوفية وغيرها وتصريفها والدفن وتسوية التربة او نقلها وجميع ما يتطلبه العمل من حدل او رص تضمن القيام بالعمل بشكل صحيح ويعتبر سعرها جميعاً داخلاً في هذه الفقرة. على المقاول القيام بالحفريات بموجب الأبعاد والتفاصيل المبينة في المخططات مهما كانت نوعية التربة. ويشمل السعر نقل الاتربة الفائضة الى خارج الموقع او الى المحل الذي يعينه المهندس.

في حالة ظهور طبقات من الحجر، على المقاول اتباع الطرق المسموح بها لتكسيرها ورفع الاحجار من الاسس وتكديسها على ان تعود ملكية الاحجار الى صاحب العمل.

لا يحق للمقاول المطالبة بأي سعر إضافي لقاء اختلاف نوعية المواد التي يجري فيها الحفر وعليه التأكد من نوعية التربة التي تجري فيها الحفريات قبل تقديم العطاء. عند ظهور طبقة حجرية فللمهندس الحق بإعادة النظر في تصاميم الاسس وشكلها النهائي، وفي هذه الحالة تضاف الى مدة المقاولة المدة التي تستغرقها عملية تهيئة المخططات الجديدة والمدة اللازمة لتحضيرات المقاول لتنفيذ الاسس الجديدة ان تطلب ذلك.

على المقاول استعمال الاساليب المناسبة لإسناد جوانب الحفر ان تطلب ذلك بغية المحافظة على العمال والأعمال، وتشمل عملية إسناد جوانب الحفريات جميع ما يلزم لثبات الجوانب بواسطة الالواح الخشبية او المعدنية او الركائز الصفيحية مع كافة ما يتطلبه الاسناد من مواد اخرى وأعمال لتحقيق الاسناد الآمن. على المقاول وضع التصاميم المناسبة للمساند واستحصال موافقة تحريرية من المهندس قبل التنفيذ.

تشمل اسعار الحفريات جميع ما يتطلب من أعمال سحب وتصريف المياه الجوفية وغيرها وعمل المساند او الركائز الصفيحية وكذلك رفعها بعد انتفاء الحاجة اليها، واعادة الدفن في جوانب الاسس. في حالة الحفر أكثر

من اللازم يتم املاء الزائد بخرسانة ضعيفة 8:4:1 على حساب المقاول ولا يستحق أي تعويض مادي أو زمني.
في حالة وجود بقع رخوة فيجب على المقاول اخبار المهندس لتحديد مواقع البقع ومعالجتها اما برفعها واعادة املائها بالخرسانة الضعيفة او أن يكون القرار بخفض مستوى الاساس بأكمله الى ما تحت تلك الطبقات الرخوة، وفي كلتا الحالتين تعتبر هذه الاعمال أعمالاً اضافية ويستحق المقاول عنها الأجور ويحق له المطالبة بتمديد المدة.

عند الحاجة الى استعمال المفرقعات لتكسير الصخور، على المقاول تجهيز الآلات والادوات اللازمة وأن تحاط المنطقة بشكل جيد بسياج آمن وأن تستحصل الموافقات الأصولية قبل القيام بذلك.

على المقاول تصريف المياه الجوفية او مياه الامطار وغيرها التي قد تتجمع في موقع انشاء الاسس باستعمال مضخات آلية وتوزع هذه المضخات في مواقع مختلفة من حفريات الاسس بحيث لا يتراكم اكثر من 5 سم من الماء في أسوأ الاحوال، وأن يتم تصريف المياه بصورة لا تؤدي الى عرقلة المرور أو تسبيب الأضرار للآخرين. يجب أن يقوم المقاول بإخبار المهندس عند انتهاء الحفر لاستحصال الموافقة على الخطوات التالية.

تجري الذرعة للحفريات بموجب الأبعاد المثبتة في المخططات ولا يدفع المقاول كلفة أي زيادة في الحفر أو زيادة في الدفن نتيجة القيام بعملية الحفر خلافاً لما هو مبين في المخططات الأصلية إلا بموجب أوامر تحريرية من قبل صاحب العمل ومؤيدة من قبل المهندس.

إعادة الدفن تكون عند وصول البناء الى مستوى مانع الرطوبة ويكون سعر فقرة إعادة الدفن داخلاً في فقرة الحفريات.

صياغة نصوص فقرات العمل فى جدول الكميات:

يتألف نص الفقرة من توصيف (بمقدار مناسب) شامل ودقيق (غير قابل للتأويلات) لفقرة العمل + اشارة الى قدر مناسب من المواصفات الفنية + اشارة الى المواصفات القياسية (المرجعية).

القدر التفصيلي من المواصفات الفنية يضاف كوثيقة منفصلة من وثائق المقاولة قبل الاحالة، اما المواصفات القياسية فيكفي فيها الاشارة الى رقم الفقرة او الفصل.

ملاحظات عامة ينبغي ملاحظاتها عند كتابة او قراءة نص فقرة العمل في جدول الكميات:

- اي فقرة تتضمن مواد انشائية فتشمل تجهيز المواد والعمل الا اذا ذكر خلاف ذلك.
- اي فقرة تتضمن تجهيز مواد انشائية فتشتمل ضمناً على فحص المواد لأجل مطابقتها للمواصفات.
- قد تضاف لأي فقرة تفاصيل حسبما يقتضي واقع الحال لإزالة اي حالة من اللبس وعدم الوضوح.
- اذا كانت الفقرة كبيرة من حيث حجم العمل فقد تتجزأ الى عدد من الفقرات.
- يمكن وضع فقرة عامة توضع قبل فقرات الاعمال تتضمن النص الآتي:

  ان جميع المواد المجهزة والاعمال يجب ان تنفذ وفقاً للتصاميم المبينة في المخططات وطبقاً للمواصفات الهندسية القياسية ومواصفات ... وان المبلغ المحدد لكل فقرة في جدول الكميات يتضمن تجهيز المواد مع كافة ملحقاتها مع اجور النقل والعمل والتنصيب والفحص وتكاليف الفحص المختبري واية مصاريف اخرى يسلتزمها العمل وتوجيهات المهندس المشرف. ويلتزم المقاول بتجهيز الاشرطة التحذيرية وبدلات العمل النظامية وقبعات الحماية وتوفير كافة شروط السلامة اثناء العمل وكل ما تنص عليه توجيهات المهندس المشرف في هذا المجال.
- الفقرات يمكن ان تصنف عموماً الى ثلاثة اقسام:
  - اعمال تهيئة.
  - اعمال انشاء.
  - اعمال انهاء.

مثال تطبيقي على صياغة فقرات العمل في جدول الكميات:

يراد تنفيذ ساحة وقوف سيارات لمؤسسة حكومية حسب المخططات المرفقة، وعندما استطلع مساح الكميات موقع العمل تبين ان الموقع مشغول كمكب للنفايات والانقاض وانه يحتوي على عدد من الاشجار الكبيرة، واظهرت فحوص التربة ان تربة الموقع رديئة الى مستوى (-0.30) م. كما ان صاحب العمل يمتلك خزين من لفات مشبك BRC يكفي لتسييج الساحة.

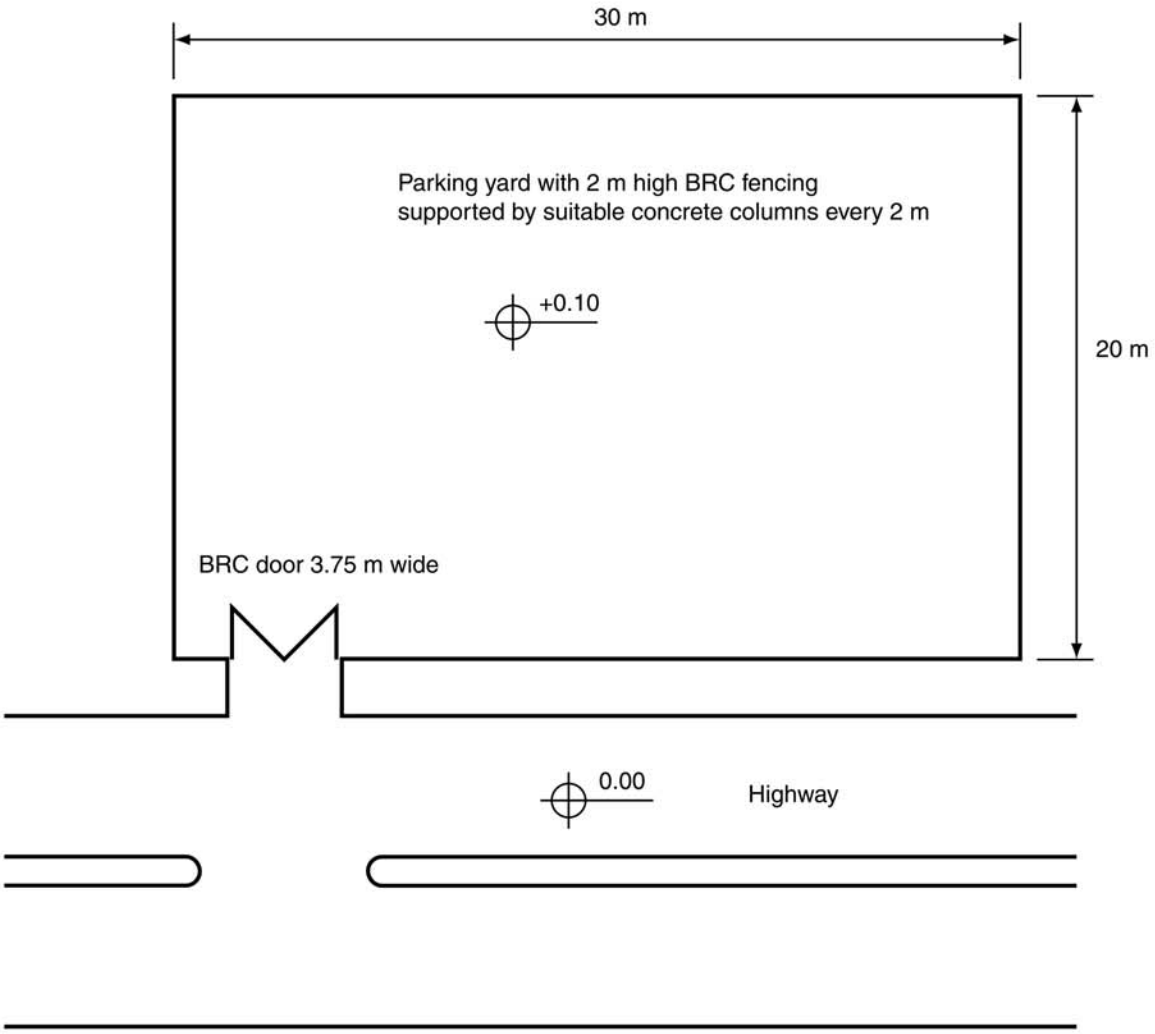
افترض ان نصوص المواصفات الفنية المعطاة في المحاضرات السابقة هي جزء من المواصفات الفنية لهذا المشروع، وان المواصفات القياسية المعتمدة هي المواصفات القياسية للهيئة العامة للطرق والجسور العراقية لسنة 2003.

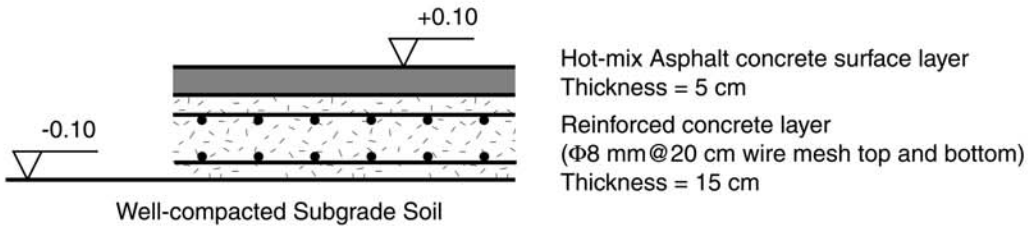
المطلوب:

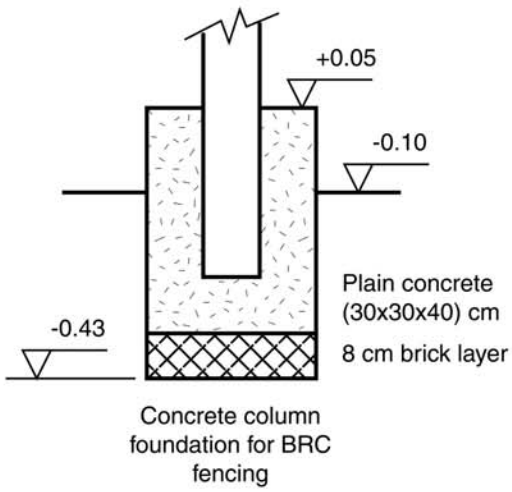
1) اكتب فقرات العمل بالصيغة المناسبة لجدول كميات المشروع.
2) عند تنفيذ العمل طلب المقاول من صاحب العمل ايصال الطاقة الكهربائية الى موقع العمل، فهل على صاحب العمل ان يوافق على هذا الطلب؟ ولماذا؟.
3) طلب ممثل صاحب العمل من المقاول ان يترك الاسيجة الوقتية في موقع العمل بعد ازالتها واستبدالها بالسياج الدائمي ليستفيد منها صاحب العمل في مشروع آخر، فهل يجب على المقاول ان يمتثل لهذا الطلب؟ ولماذا؟.
4) اثناء قيام عمال المقاول بالحفر لأسس الاعمدة الخرسانية الساندة للسياج، تم الحفر الى مستوى (-0.60) م، فماذا يجب على المقاول ان يفعل في هذه الحالة؟.
5) اثناء تنفيذ العمل لاحظ ممثل صاحب العمل (المهندس) ان احجار تعلية الرصيف المقابلة لساحة وقوف السيارات تالفة، فقرر صاحب العمل اضافة الفقرة الآتية الى فقرات العمل عن طريق اصدار امر غيار:

تفاصيل العمل	الكمية	الوحدة
تجهيز وتركيب قطع خرسانة جاهزة لاحجار تعلية الرصيف (الكربستون) ويشمل السعر طلاء القطع الخرسانية باللونين الابيض والاصفر بالتعاقب.	26.25	م.ط.

فهل هناك خلل في صياغة فقرة العمل الاضافية؟ بين ذلك بالتفصيل.


30 m
Parking yard with 2 m high BRC fencing
supported by suitable concrete columns every 2 m
+0.10
20 m
BRC door 3.75 m wide
0.00
Highway


+0.10
-0.10
Hot-mix Asphalt concrete surface layer
Thickness = 5 cm
Reinforced concrete layer
(Φ8 mm@20 cm wire mesh top and bottom)
Thickness = 15 cm
Well-compacted Subgrade Soil


+0.05
-0.10
Plain concrete
(30x30x40) cm
-0.43
8 cm brick layer
Concrete column
foundation for BRC
fencing

حساب كميات فقرات مختارة من اعمال الطرق والجسور والمنشآت المصاحبة لها:

تتضمن اعمال الطرق والجسور عادة الفقرات الشائعة الآتية:

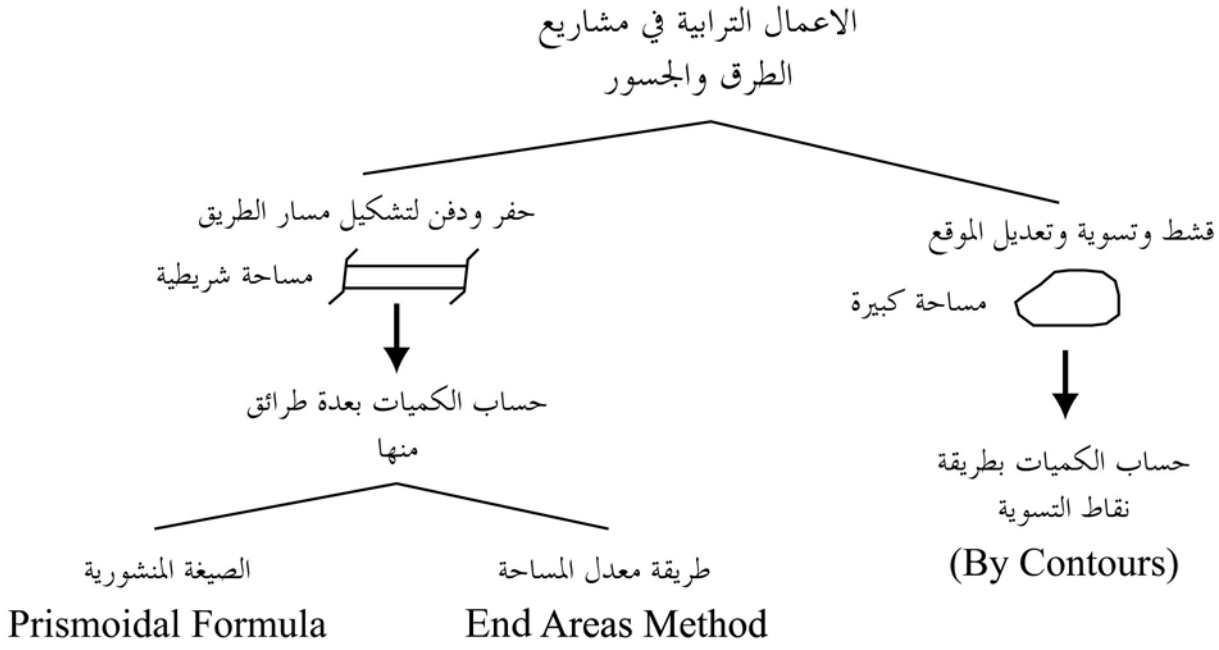
1) فقرات الاعمال الترابية Earth Works: وتشمل فقرات الحفر والدفن والتسوية.
2) فقرات اعمال الطرق Road Works: وتشمل فقرات التبليط الصلب والمرن Rigid and Flexible Pavement والارصفة وتأثيث الطرق (انارة، علامات، تخطيط الشوارع ووضع العلامات الارضية، أسيجة، ... الخ).
3) فقرات اعمال الجسور والقناطر Bridges and Culverts: وتشمل فقرات الاسس والدعائم الخرسانية والجسور مسبقة الصب والاجهاد واعمال الحديد الانشائي، ويمكن جمعها بفقرات الخرسانة الاسمنتية والحديد الانشائي.
4) فقرات البناء الطابوقي للمنشآت الخدمية: وتشمل فقرات الاسس الجدارية والجدران الطابوقية والارضيات والتسطيح وغيرها من فقرات الابنية.
5) فقرات اخرى: مثل تصريف المياه والخدمات الكهربائية وغير ذلك.

أولاً: الاعمال الترابية Earth Works:

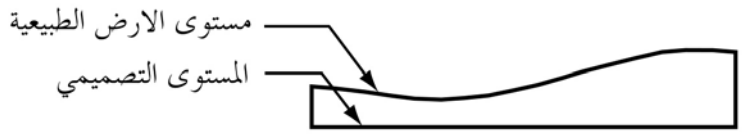
تشمل فقرات الاعمال الترابية: الحفر Cutting (Excavating) والدفن (الاملائيات) Filling (Embankment) والقشط Scraping والتسوية والتعديل Grading and Leveling ونقل المواد الزائدة المتخلفة من عمليات الحفر والازالة.

يتغير حجم التربة عند الحفر والدفن بسبب حالتي الانتفاخ Swelling والانكماش عند الحدل Shrinkage. حساب الكميات لعمليات الحفر والدفن يكون كما هو في المخططات بدون مراعاة حالتي الانتفاخ والانكماش، ولكن عند حساب كميات التحميل والنقل والتفريغ لهذه الاتربة تؤخذ حالات الانتفاخ والانكماش بنظر الاعتبار لأجل حساب انتاجيات المكائن وتكاليف عملها. نسبة الانتفاخ عموماً تكون بين 10% الى 25% حسب نوع التربة.

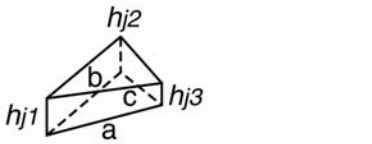
تحسب كميات الاعمال الترابية بالمتر المكعب وتكون الحسابات عادة دقيقة للاعمال الصغيرة، اما في الاعمال الكبيرة مثل مشاريع الطرق وقنوات الري والبزل فتكون الحسابات تقريبية بسبب التغيرات في تضاريس الارض الطبيعية في موقع العمل. التقريب يكون من خلال اعتبار التقوسات البسيطة خطوطاً مستقيمة حسب قاعدة شبه المنحرف Trapezoidal Rule.



حساب كميات اعمال القشط والتسوية بطريقة نقاط التسوية Volume by Contours:



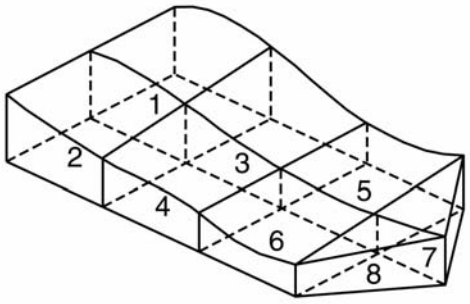
في هذه الطريقة يتم تقسيم مساحة العمل الى مربعات او مستطيلات او مثلثات بحيث يمكن تقريب الخطوط المنحنية للارض الطبيعية الى خطوط مستقيمة حسب قاعدة شبه المنحرف بمقدار مقبول من الدقة، ولتسهيل الحسابات نختار مساحات متساوية قدر الامكان.

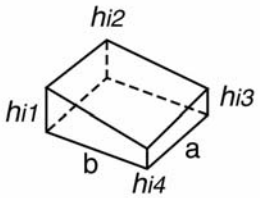


j (Trianglar Portion)

$$Aj = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

$$S = \text{Semiperimeter} = \frac{a+b+c}{2}$$





i (Rectangular Portion)

Ai = a x b

فاذا كان عدد القطع الكلي هو (N) وكان حجم كل قطعة هو (V_k) فإن:

$$V_T = Total\ Volume = \sum_{k=1}^{N} V_k = V_1 + V_2 + \cdots + V_N$$

وللشكل اعلاه حيث $(N=8)$ فإن:

$$V_T = V_1 + V_2 + \cdots + V_8$$

حجم كل قطعة = معدل ارتفاعات الاركان × مساحة المسقط الافقي للقطعة

∴ للمساحات المستطيلة او المربعة:

$$V_i = \frac{h_{i1} + h_{i2} + h_{i3} + h_{i4}}{4} \times A_i \qquad A_i = a \times b$$

وللمساحات المثلثة:

$$V_j = \frac{h_{j1} + h_{j2} + h_{j3}}{3} \times A_j \qquad A_j = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

حيث ان S = نصف المحيط Semiperimeter = $\frac{a+b+c}{2}$

واذا كانت المساحة الكلية تتألف من اشكال متشابهة متساوية المساحة فيمكن اخراج المساحة كعامل مشترك:

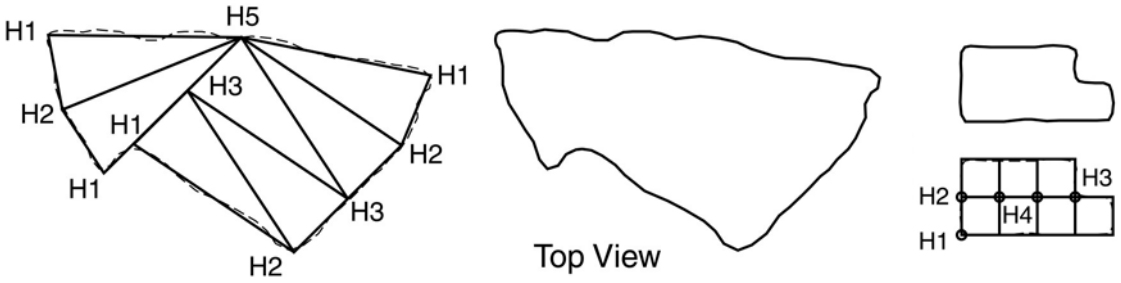
فتنتج المعادلة الآتية للأشكال المستطيلة:

$$V_T = \frac{A_i}{4}\left[\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4\right]$$

والمعادلة الآتية للأشكال المثلثة:

$$V_T = \frac{A_j}{3}\left[\sum H_1 + 2\sum H_2 + \cdots + n\sum H_n\right]$$

حيث ان:



H_1 = الارتفاعات التي تتكرر مرة واحدة في نقطة التقاطع

H_2 = الارتفاعات التي تتكرر مرتين في نقطة التقاطع

H_3 = الارتفاعات التي تتكرر ثلاث مرات في نقطة التقاطع

H_4 = الارتفاعات التي تتكرر أربع مرات في نقطة التقاطع

و...

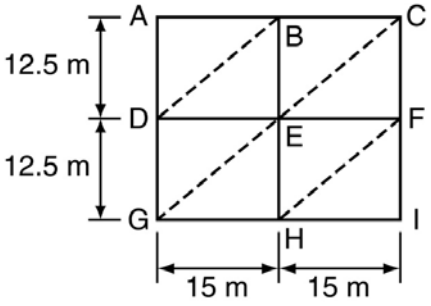
H_n = الارتفاعات التي تتكرر (n) من المرات في نقطة التقاطع

وبصورة عامة، يمكن كتابة المعادلة العامة لمجموع حجوم الاجزاء ذات المساحة المتساوية بالصيغة الآتية:

$$V_T = \frac{Area\ of\ Shape}{Number\ of\ Corners} \times \sum n\ H_n$$

مثال تطبيقي:

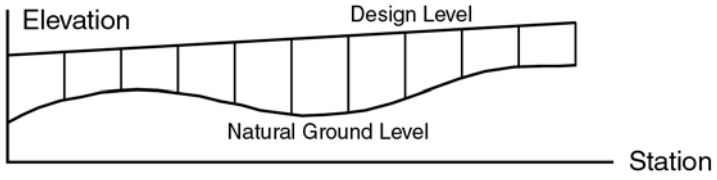
الشكل الآتي هو لمساحة أرضية يراد حفرها الى المستويات المبينة في الجدول المرفق. احسب حجم الاعمال الترابية: (1) بحسب المساحات المستطيلة. (2) بحسب المساحات المثلثة. ثم كون جدول كميات لهذه الفقرة.



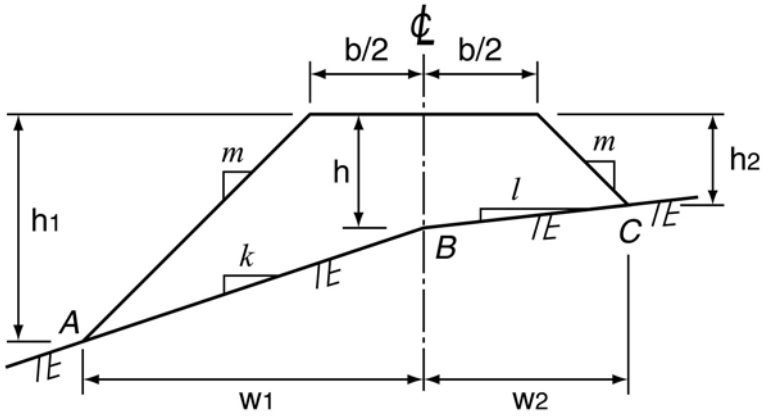
Station	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Depth of Excavation	3.15	3.70	4.33	3.94	4.80	4.97	5.17	6.10	4.67

حساب حجوم القطع والاملاء لمسارات الطرق:

يقسم مسار الطريق الى مسافات متساوية او بحسب ما تفرضه تضاريس الارض.



ثم تقرب اقواس التضاريس الى خطوط مستقيمة بحسب قاعدة شبه المنحرف Trapezoidal Rule ثم تحسب حجوم الاعمال الترابية بين كل نقطتين بطريقة معدل المساحة Mean Areas Method، أو بين كل ثلاث نقاط بالصيغة المنشورية Prismoidal Formula. مساحات المقاطع المستخدمة في هاتين الطريقتين يمكن ان تحسب من خلال تجزئة الشكل الى اشكال بسيطة او باستخدام طريقة احداثيات المضلع، كما يمكن استخدام المعادلات الآتية لبعض المقاطع النموذجية (المعادلات ليست للحفظ)، فللمقطع النموذجي الآتي:



العرض (b) يسمى عرض تهيئة الطريق Formation Width.

$$Section\ Area = \frac{1}{2}\left[\frac{b}{2}(h_1 + h_2) + h(w_1 + w_2)\right]$$

$$h_1 = \frac{w_1 - \frac{b}{2}}{m} \qquad\qquad h_2 = \frac{w_2 - \frac{b}{2}}{m}$$

عادة يكون المعلوم هو (b) و (h) ومقادير الميل (m و l و k)، فيمكن حساب w_1 و w_2 على اساسها:

$$w_1 = \left(\frac{b}{2} + mh\right)\left(\frac{k}{k - m}\right)$$

$$w_2 = \left(\frac{b}{2} + mh\right)\left(\frac{l}{l + m}\right)$$

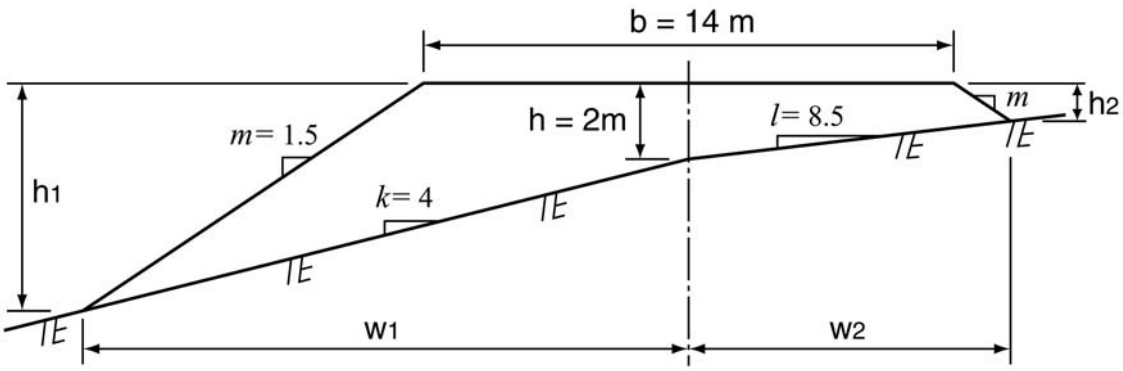
واذا كان الميل (l) يميل باتجاه نازل عن نقطة B الواقعة على الخط المركزي فيكون:

If BC was falling away from the centre line then:

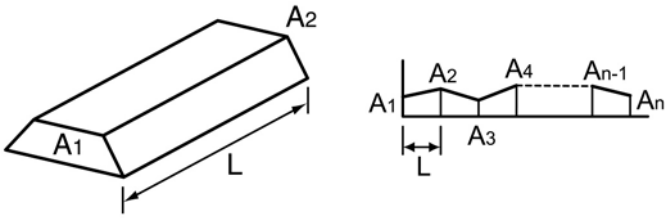
$$w_2 = \left(\frac{b}{2} + mh\right)\left(\frac{l}{l - m}\right)$$

مثال تطبيقي:

احسب مساحة المقطع الترابي المبين في الشكل باستخدام المعادلات وباستخدام طريقة احداثيات المضلع:



حساب كمية الاعمال الترابية بطريقة معدل المساحة:



اذا كان حجم كل منشور بين مقطعين $= V$ وعدد المقاطع يساوي n:

$$V = \frac{A_i + A_{i+1}}{2} \times L \qquad ,i = 1 \cdots (n-1)$$

فاذا كانت المسافات بين جميع المقاطع متساوية وتساوي L فيكون الحجم الكلي (V_T) يساوي:

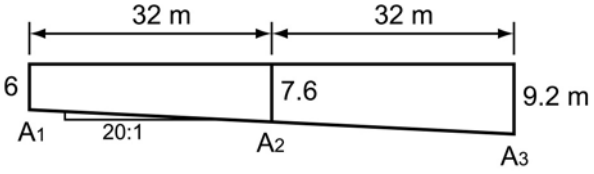
$$V_T = \frac{A_1 + A_2}{2} \times L + \frac{A_2 + A_3}{2} \times L + \cdots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} \times L$$

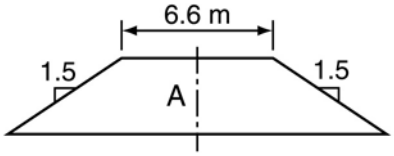
$$V_T = L\left(\frac{A_1 + A_n}{2} + A_2 + A_3 + \cdots + A_{n-1}\right)$$

وهذه تسمى قاعدة شبه المنحرف للحجوم (Trapezoidal Rule for Volumes).

مثال تطبيقي:

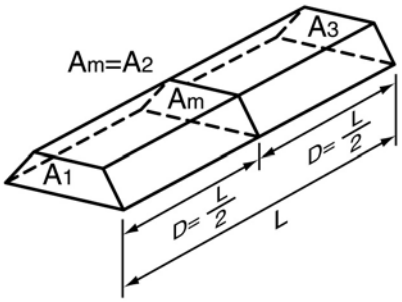
تعلية ترابية يراد انشاؤها على ارض منحدرة طولياً بميل (20:1) (1 in 20)، تم تسجيل 3 مقاطع تبعد عن بعضها مسافة (32) متر ويبلغ ارتفاع خطها المركزي فوق مستوى الارض الطبيعية 6.0 و 7.6 و 9.2 متر على التوالي. الميل الجانبي لمقطع التعلية هو (1.5:1)، أوجد حجم التعلية اذا كان عرض تهيئة الطريق Formation Width هو 6.6 متر.

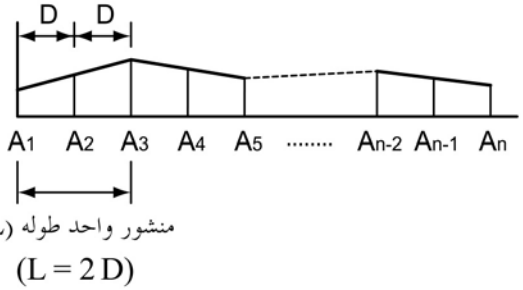




حساب كمية الاعمال الترابية باستخدام الصيغة المنشورية Prismoidal Formula:

لتطبيق الصيغة المنشورية للمقاطع الواقعة على مسار طريق، ينبغي ان يكون عدد المقاطع فردياً وان تكون كل ثلاثة مقاطع على استقامة واحدة ليتحقق تعريف المنشور، فاذا لم يتحقق هذا الشرطان فيحسب الحجم للمسافات التي لا تتحقق فيها الشروط بطريقة معدل المساحة.





منشور واحد طوله (L)

(L = 2 D)

A_m = المساحة في منتصف المنشور

$$V = \frac{L}{6}(A_1 + 4A_m + A_2)$$

فعندما تكون هناك عدة مقاطع على مسافات متساوية مقدارها (D) وعدد المقاطع هو عدد صحيح فردي Odd Number (n) فيكون:

$$V_T = \frac{2D}{6}(A_1 + 4A_2 + A_3) + \frac{2D}{6}(A_3 + 4A_4 + A_5) + \cdots + \frac{2D}{6}(A_{n-2} + 4A_{n-1} + A_n)$$

$$V_T = \frac{D}{3}(A_1 + 4A_2 + 2A_3 + 4A_4 + 2A_5 + \cdots + 2A_{n-2} + 4A_{n-1} + A_n)$$

مثال تطبيقي:

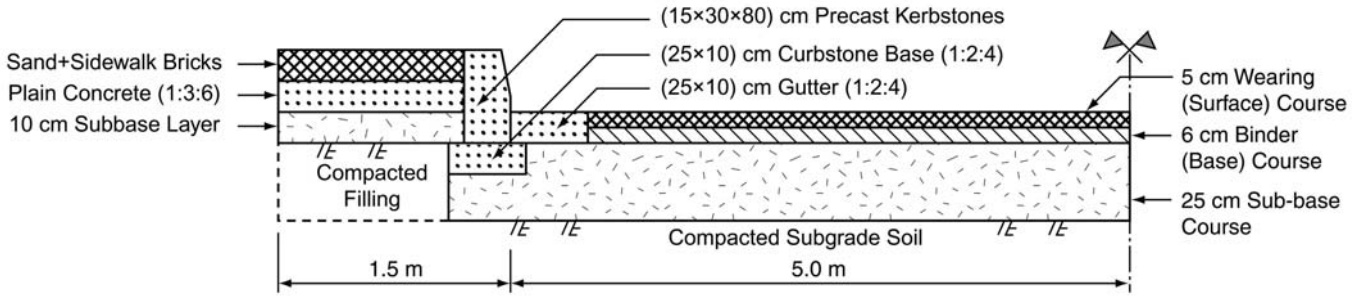
لنفس المثال السابق، احسب حجم تربة التعلية الترابية باستخدام الصيغة المنشورية.

ثانياً: حساب كميات فقرات الطرق الاسفلتية Flexible Pavements:

قواعد حساب كميات فقرات انشاء الطرق الاسفلتية مذكورة في الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي، وهي في الغالب تحسب بالمتر المربع او بالمتر طول وفي بعض الاحيان قد يتطلب بعض الفقرات حسابها بالمتر المكعب.

مثال تطبيقي:

كون جدول ذرعة لحساب كميات فقرات انشاء طريق اسفلتي بطول 3 كم وحسب المقطع المبين في الشكل، علماً ان عرض الطريق هو 10 متر وعرض الرصيف 1.5 متر من كل جانب.



ثالثاً: الخرسانة الاسمنتية (المسلحة وغير المسلحة):

تصنيف الخرسانة الاسمنتية:

تصنيف الخرسانة يكون على اساس:

1) القوة المطلوبة بحسب نسب الخلط:

الكود العراقي لسنة 1987 يصنف الخرسانة بحسب القوة الى خرسانة اعتيادية وخرسانة مسلحة:

C7 ← C15 : خرسانة اعتيادية و C20 ← C50 : خرسانة مسلحة.

التصنيف المستخدم حالياً هو المبين في الجدول الآتي:

صنف الخرسانة	نسبة الخلط (اسمنت:رمل:حصى)	طبيعة الاستعمال وقوة التحمل
A	2:1:1	أعمال الخرسانة المسلحة ذات التحمل العالي جداً والمنشآت غير النفاذة للماء
B	3:1.5:1	أعمال الخرسانة المسلحة ذات التحمل العالي أو المعرضة الى ظروف خارجية قاسية
C	4:2:1	معظم أعمال الخرسانة المسلحة ذات التحمل المتوسط
D	6:3:1	خرسانة غير مسلحة او مسلحة بتسليح خفيف للتمدد مثل صبات الارضيات والمماشي
E	8:4:1	خرسانة ضعيفة التحمل للاملاء والتعمية (سد الفراغات) Blinding تحت الاسس
F	10:5:1	خرسانة ضعيفة جداً للاملاء والتعمية

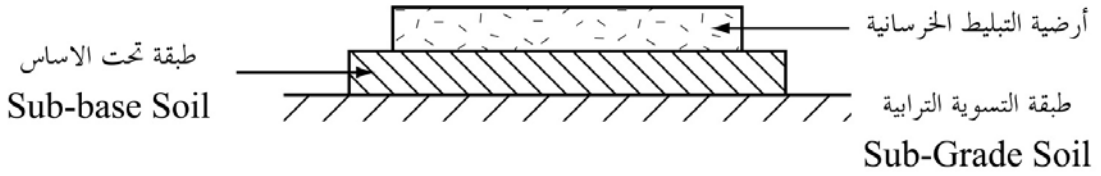
2) طبيعة الجزء الخرساني، وذلك بسبب اختلاف اسلوب التنفيذ لكل صنف من اصناف الاجزاء الخرسانية مما يؤدي الى اختلاف كلفة الوحدة الواحدة، وعليه يمكن تصنيف فقرة الخرسانة الى: جسور (عتبات) Beams or Girders، أعمدة Columns، هياكل خرسانية Frames، سقوف Slabs، سقوف قشرية Shells، دعامات الجسور Piers، أرضيات Floors، وحدات مسبقة الصب (ومسبقة الاجهاد) Precast (and Prestressed) Units، تبليط صلب Rigid Pavement، جدران ساندة Retaining Walls، أسس Foundations (Piles, Rafts, Isolated, Combined, …etc)، ستائر ومردات Shields and Curtains، جدران خرسانية Walls، قناطر (برابخ) Culverts، وغيرها.

الاجزاء الخرسانية تحسب عموماً بالمتر المكعب، اما الاجزاء المسطحة النحيفة ذات السمك الثابت فتحسب بالمتر المربع مع ذكر السمك، خرسانة مانع الرطوبة في الجدران الطابوقية وحافات تعلية الرصيف Kerbs وسواقي تصريف المياه في الطرق Channels تحسب بالمتر طول وكذلك في الابنية تحسب الجسور فوق الفتحات بالطول في بعض الاحيان مع ذكر ابعاد المقطع، الوحدات الخرسانية مسبقة الصب المنفردة تحسب بالعدد مع ذكر مواصفاتها.

كمية الخرسانة المسلحة تحسب كقطعة واحدة باعتبار ان التسليح هو من مكونات الكتلة الخرسانية، ويحسب التسليح عند حساب الكميات التي تتألف منها الخرسانة المسلحة (اسمنت، رمل، حصى، حديد التسليح، وحتى الماء اذا كانت كلفته معتبرة)، وتهمل الفراغات التي يكون حجمها اصغر او يساوي 0.05 م^3 (او التي تكون مساحتها اصغر او تساوي 0.10 م^2 في حالة حساب الكمية بالمساحة) [انظر الفقرة 5-1 في الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي].

خرسانة التبليط الصلب Rigid Pavement:

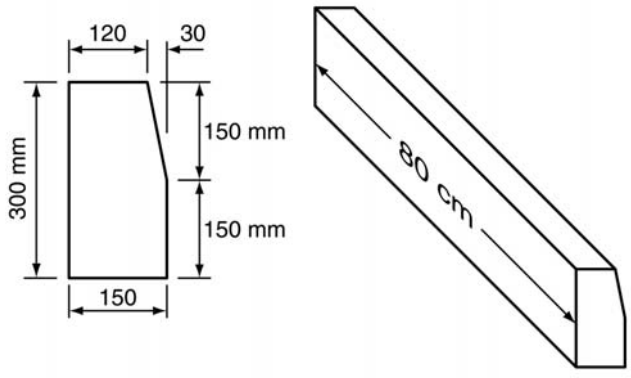
تكون هذه الخرسانة عادة مسلحة بمشبك تسليح BRC واذا كانت الاحمال عالية والارض ضعيفة فيستخدم تسليح بقضبان تسليح بطبقتين من الاعلى والاسفل وبالتجاهين.



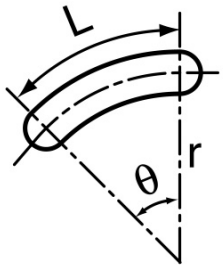
تحسب كمية خرسانة التبليط الصلب بالمتر المربع (كما هو مقترح في الدليل القياسي الموحد فقرة 5-2-3) مع ذكر السمك [انظر الفقرتين 5-2-3 و 5-2-7 في الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي]. ويمكن ان تحسب الكمية بالمتر المكعب (الكمية = الطول × العرض × السمك) اذا كان السمك كبيراً نسبياً او كان السمك غير ثابت في بعض اجزاء الطريق.

حافات الطرق الجانبية (حافات تعلية الرصيف) Kerbs (Curbs) (Kerbstones):

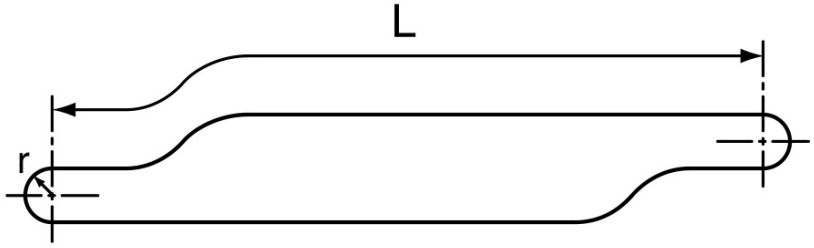
حافات التعلية الرصيف قد تنفذ بالصب الموقعي او باستخدام وحدات خرسانية قياسية مسبقة الصب وفق المقطع العرضي والابعاد المبينة في الشكل الآتي:



وفي كل الاحوال تحسب الفقرة بالمتر طول (طول حافة الطريق)، واذا كانت التعلية مستخدمة على جانبي الطريق فتحسب بقياس (طول الخط المركزي للطريق × 2). واذا كانت هناك مسالك وسطية (جزرات) ذات عرض منتظم فتحسب بقياس (طول الخط المركزي للمسلك الوسطي × 2 + طول الحافات المستديرة عند حافات الاستدارة)، واذا كان هناك جزء من قوس دائري فيقاس طوله من حاصل ضرب نصف القطر × الزاوية نصف قطرية التي تشكل القوس كما مبين في الشكل الآتي:



وفي الجزرة الوسطية المبينة في الشكل الآتي يكون طول حافة التعلية = $(2L + 2\pi r)$.



وفي الجزرات الوسطية يتم حساب كميات المساحات الخضراء والتشجير كما هو محدد في الفقرة (3-13) من الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي (الحدائق والموقع Landscaping).

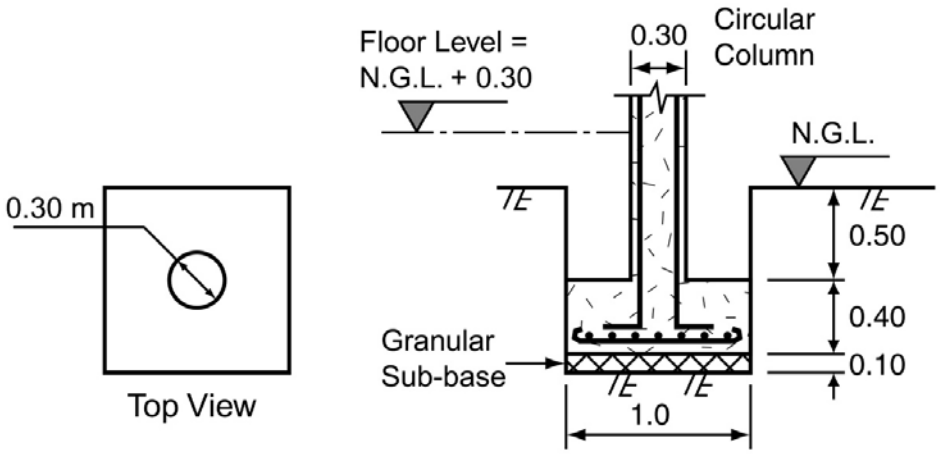
أعمال الاسس الخرسانية:

اولاً: أسس الاعمدة المنفردة:

تحسب خرسانة الاسس المنفردة بالمتر المكعب واذا كانت قليلة تحسب بالعدد [انظر الفقرة 1-6-2 في الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي].

مثال تطبيقي:

في الشكل الآتي مقطع اساس مربع لعمود دائري بقطر 0.30 متر، احسب كمية فقرات العمل لاربعة اسس متشابهة لفقرات الحفريات، والحصى الخابط، وخرسانة الاساس للعمود الى مستوى ارضية البناء (Floor Level)، والاملائيات الترابية الى مستوى الارض الطبيعية.

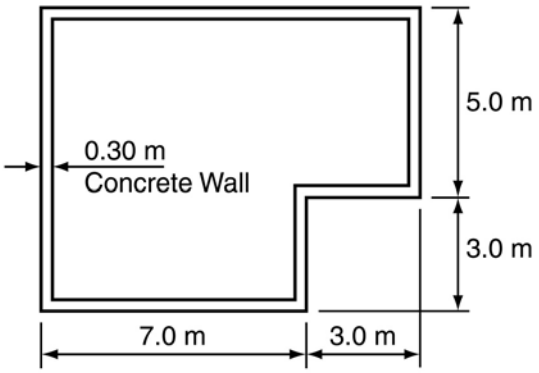


ثانياً: خرسانة الاسس المتصلة او المستمرة Combined or Continuous Footings:

تحسب اطوال الاسس المتصلة او المستمرة بقياس طول الخط المركزي مع ضربه × مساحة المقطع للحصول على الحجم، واذا كان الاساس المستمر ذو مقطع صغير نسبة الى طوله فتحسب جميع فقراته كفقرة واحدة وتحسب بالمتر طول.

مثال تطبيقي:

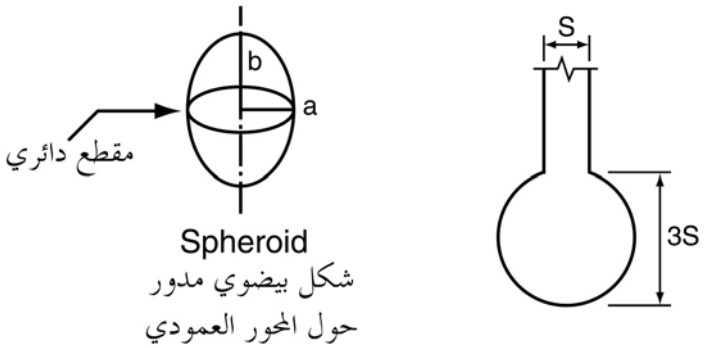
نفس مقطع الاساس في المثال السابق، مع اعتبار ان الاساس متصل ويحمل جدار خرساني مستمر بسمك 0.30 متر حسب المخطط المرفق.



ثالثاً: الركائز الخرسانية Reinforced Concrete Piles:

الركائز الخرسانية الجاهزة (مسبقة الصب) يتم ادخالها بالدق وتحسب بالعدد مع ذكر ابعادها ومواصفاتها، اما الركائز المصبوبة موقعياً فيتم حسابها بالمتر المكعب، وقد تحسب بالمتر طول اذا كان مقطعها منتظماً (لا يحتوي على قاعدة ارتكاز).

الركائز التي تحتوي على قاعدة ارتكاز قد تكون قاعدتها مخروطية او كروية، فإذا كانت كروية او بيضوية Spheroid فتحسب قاعدة الارتكاز باستخدام معادلة الحجم لهذا الشكل.

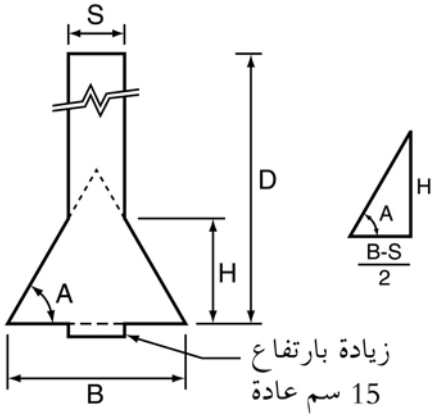


S = قطر عمود الركيزة Pile Shaft.

Volume of Spheroid = $\frac{4}{3} \times \pi \times a^2 \times b$

If a = b = r (Sphere), then Volume = $\frac{4}{3} \times \pi \times r^3$

اما اذا كانت قاعدة الارتكاز مخروطية (على شكل مخروط ناقص Cone (جرس Bell)) فتحسب كما مبين في المعادلات الآتية:



S = Shaft Diameter قطر عمود الركيزة

B = Bell (Cone) Base Diameter قطر قاعدة المخروط الناقص

A = Bell Angle زاوية جانب المخروط

H = Bell Height ارتفاع المخروط الناقص

$$H = Tan(A) * \left(\frac{B-S}{2}\right)$$

$$Bell\ Volume = H * \left[\frac{\pi}{12} * (S^2 + B^2 + S * B)\right]$$

حجم المخروط الناقص = ارتفاع المخروط الناقص × مساحة مقطع الاسطوانة الدائرية المكافئة للمخروط

مثال تطبيقي:

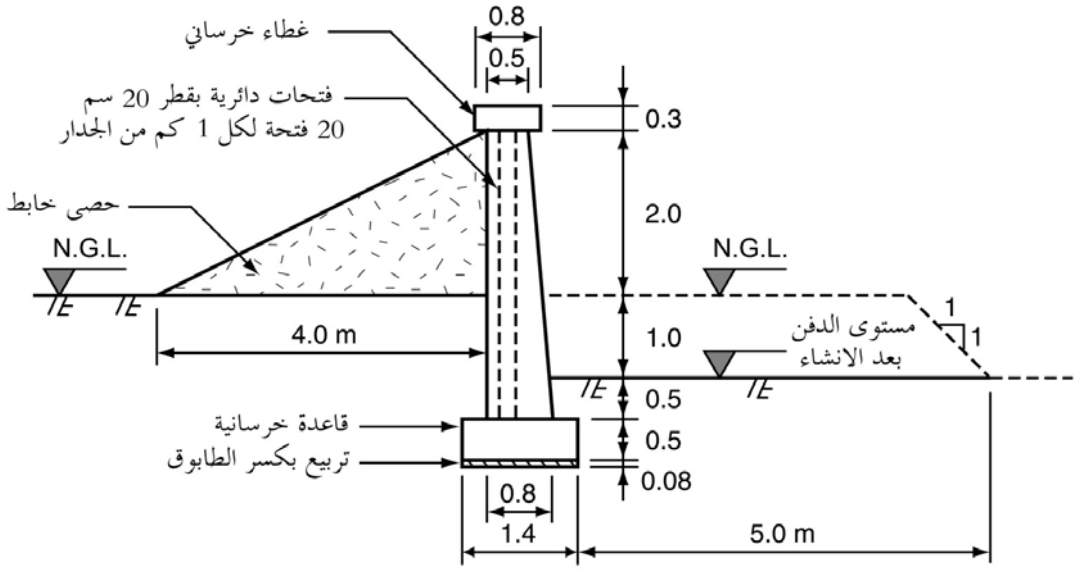
احسب كمية الخرسانة لثلاثة ركائز متشابهة ذات قواعد ارتكاز مخروطية وبالابعاد الآتية: قطر عمود الركيزة 50 سم، قطر القاعدة العريضة للركيزة 100 سم، زاوية قاعدة الركيزة 60 درجة، الارتفاع الكلي للركيزة فوق قاعدة الاستناد العريضة على التربة 4.8 متر.

الجدران الساندة Retaining Walls من الخرسانة المسلحة:

تتضمن الجدران الساندة عادة فقرات حفريات واملائيات ترابية اضافة الى فقرة الخرسانة المسلحة، الاعمال الترابية للجدران الساندة تحسب بنفس الطرائق التي سبق دراستها في فقرة الاعمال الترابية.

مثال تطبيقي:

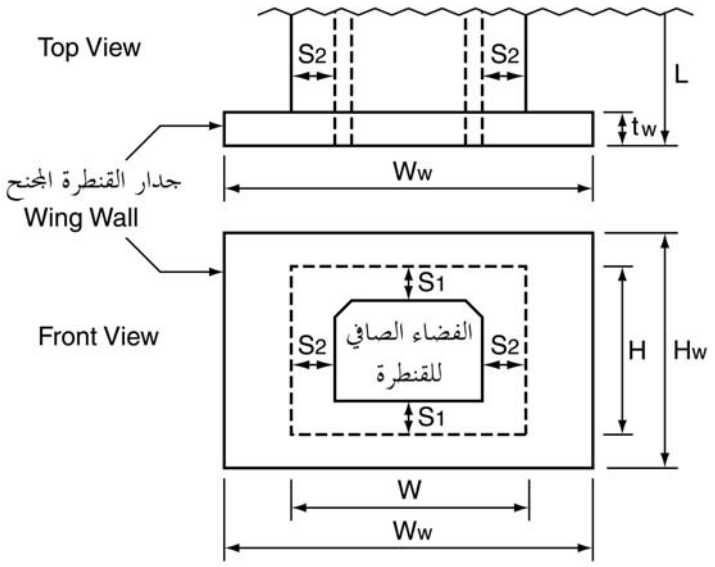
جدار ساند من الخرسانة المسلحة له المقطع العرضي المبين في الشكل المرفق، المطلوب تنظيم جدول ذرعة لفقرات هذا الجدار لمسافة 1 كم من طول الجدار.

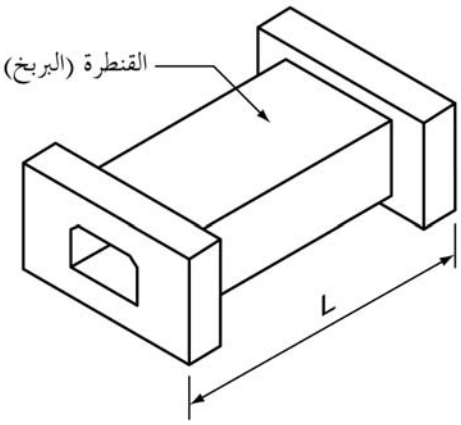


القناطر (البرابُخ) الخرسانية Culverts:

تستعمل البرابخ (البربخ في اللغة هو مجرى مائي يصنع عادة من الخزف) لغرض تصريف المياه عبر الطرق او الانفاق من جانب الى آخر او لعبور الكابلات الكهربائية او كابلات الاتصالات او حتى لعبور المركبات والمشاة في الانفاق الكبيرة. وهناك نوعان اساسيان من القناطر الخرسانية :

أ) القناطر الصندوقية Box Culverts (بأحجام قياسية مختلفة) ذات فتحة واحدة او فتحات متعددة.





W = العرض الخارجي للقنطرة

H = الارتفاع الخارجي للقنطرة

S_1 = سمك القاعدة العليا والسفلى لجدار الصندوق

S_2 = سمك الحافة الجانبية لجدار الصندوق

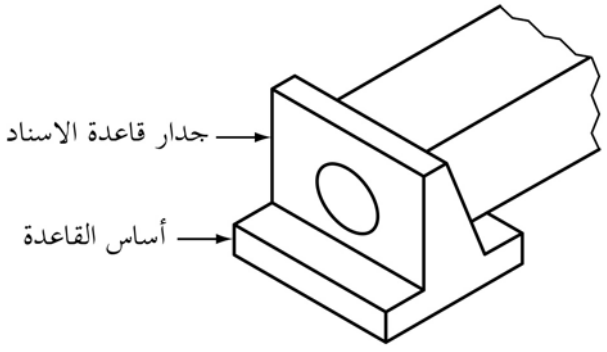
W_w = عرض الحافة المجنحة

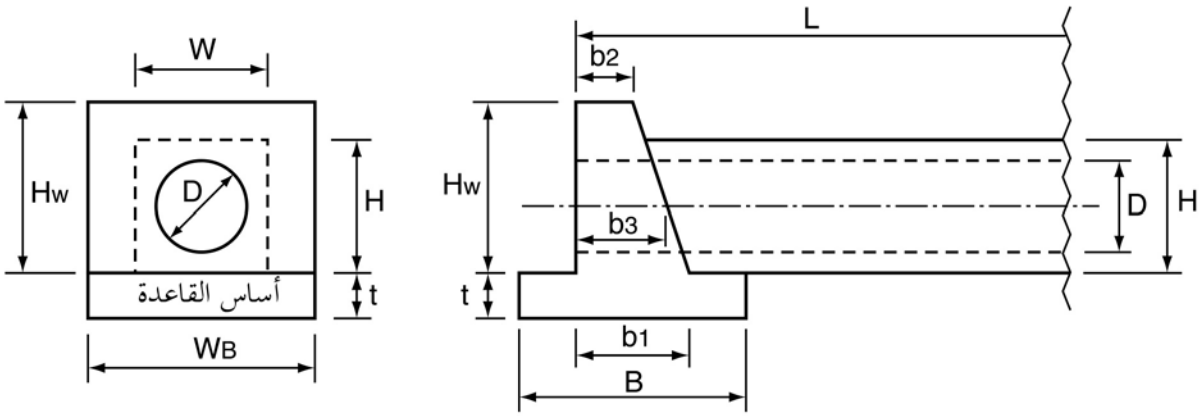
H_w = ارتفاع الحافة المجنحة

t_w = سمك الحافة المجنحة

L = الطول الكلي للقنطرة شاملاً الجناحين

ب) القناطر الانبوبية Pipe Culverts (بأنابيب ذات قطار قياسية مختلفة) منفردة او مزدوجة او ثلاثية الفتحات، وبنهايات على شكل جدار ساند او اجنحة (حافات مستطيلة بارزة) وتغلف الانابيب بالكامل بالخرسانة.





القناطر الخرسانية قد تكون مسبقة الصب وفي هذه الحالة تحسب بالعدد مع ذكر مواصفاتها [انظر الفقرة 5-5 في الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي]. وقد تصب موقعياً وفي هذه الحالة تقاس بالمتر المكعب:

كمية الخرسانة للقنطرة الخرسانية = حجم خرسانة البربخ + حجم خرسانة المساند الجانبية (الجناحين).

حجم خرسانة البربخ للقنطرة الصندوقية هو صندوق القنطرة بين الجناحين، واذا كانت هناك حافتان مائلتان في السقف العلوي للفتحة الصندوقية فإن حجم الخرسانة لهاتين الحافتين المائلتين في القنطرة الصندوقية القياسية يساوي $(0.6 \times W)$ حيث ان (W) هو العرض الخارجي للبربخ.

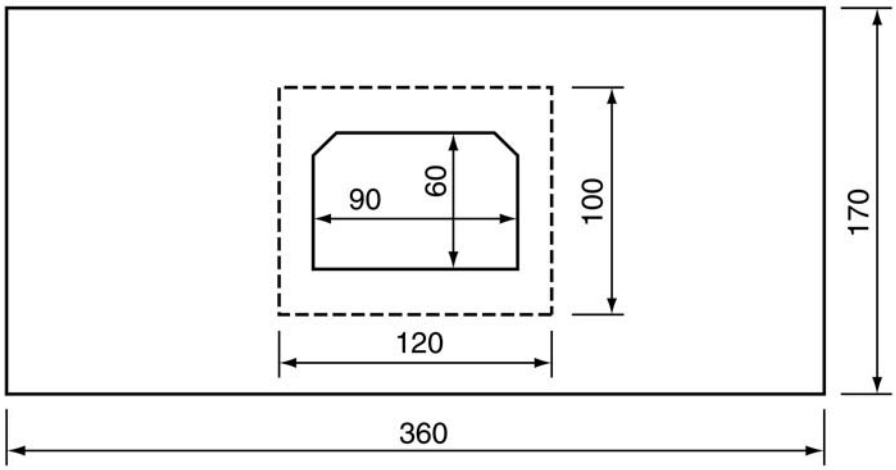
الاجزاء الخرسانية الاخرى:

مثل العتبات Beams والاعمدة Columns والسلالم Stairs وغيرها، جميعها تحسب كأشكال هندسية بسيطة، وأي شكل معقد تتم تجزئته الى مجموعة من الاشكال البسيطة وتحسب الكمية للمجموع.

للقطع الخسانية مسبقة الصب ومسبقة الجهد [انظر الفقرتين 5-5 و 5-6 من الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي].

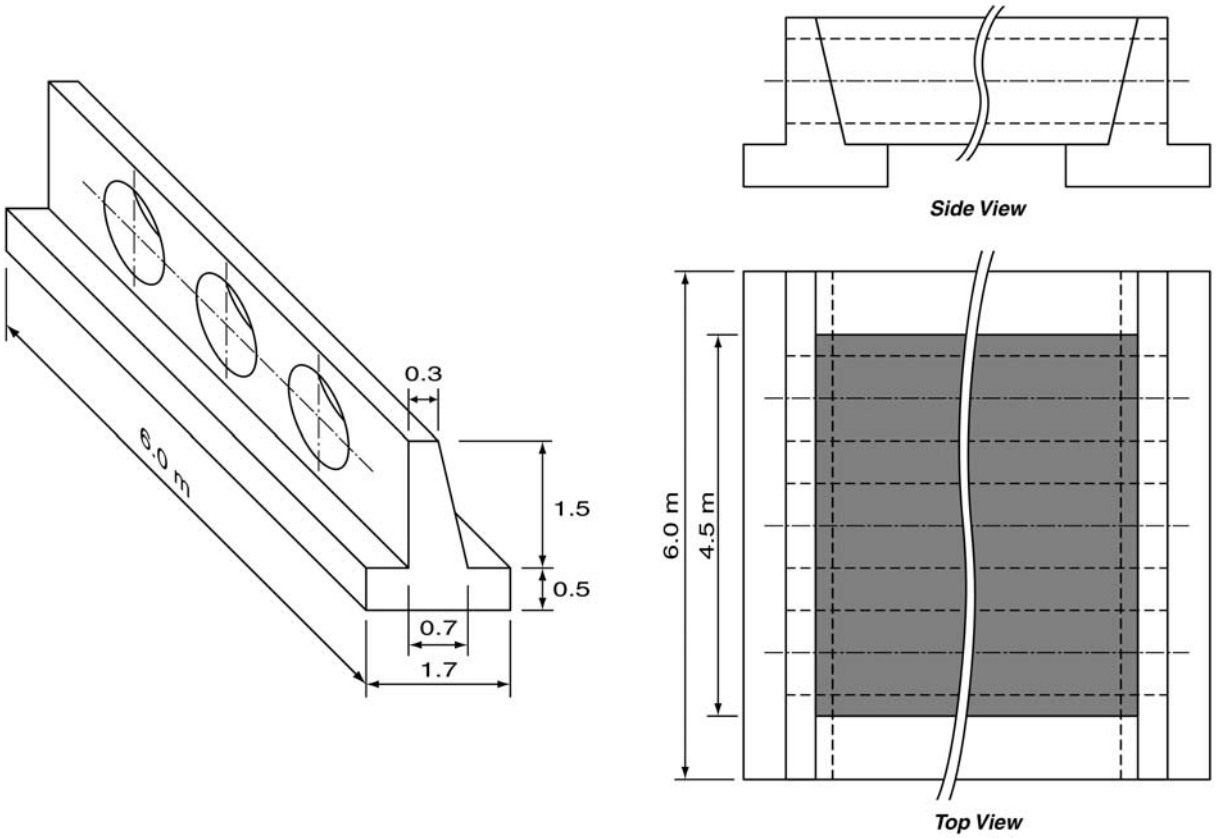
مثال تطبيقي لقنطرة صندوقية:

قنطرة صندوقية بالابعاد المبينة في الشكل المرفق وبطول كلي قدره 12 مترتصب موقعياً، كون جدول ذرعة لفقرة الخرسانة المسلحة للقنطرة، علماً ان سمك الجدار المجنح هو 30 سم (الابعاد في الشكل بالسنتيمتر).



مثال تطبيقي لقنطرة انبوبية:

كون جدول ذرعة لحساب كمية فقرة الخرسانة المسلحة لعشرة قناطر انبوبية ثلاثية الفتحات تصب موقعياً. علماً ان القنطرة مصممة لعبور طريق عرضه 15 متر وعرض اكتافه 3 متر من كل جانب، وان قطر كل فتحة انبوبية فيها 1.0 متر، عرض القنطرة (البربخ) 4.5 متر وارتفاعها 1.5 متر، وابعاد قاعدتي استناد القنطرة مبينة في المخطط المرفق. ثم انقل فقرة الخرسانة المسلحة الى جدول كميات علماً ان صنف الخرسانة هو (C).



رابعاً: حساب الكميات لأعمال الحديد الانشائي Structural Steel:

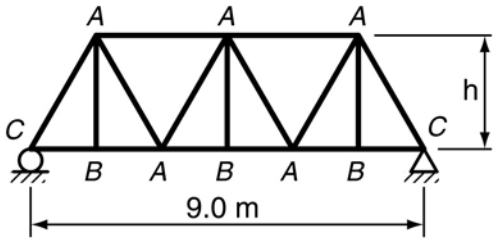
تُقاس فقرة الحديد الانشائي بوحدات الوزن (كغم kg والطن المتري (1000 كغم) Tonne)، وذلك من خلال قياس طول الاعضاء الحديدية التي يتألف منها الهيكل الحديدي وضرب الطول (متر) × الوزن لكل وحدة طول (كغم \م)، وقياس مساحة الصفائح المعدنية المستخدمة في الهيكل وضرب مساحتها ($م^2$) × الوزن لكل وحدة مساحة (كغم\$م^2$).

طلاء الحديد الانشائي يحسب بالمتر المربع للمساحة السطحية للاجزاء الحديدية المستخدمة في الهيكل الحديدي (أعضاء الهيكل وصفائح التثبيت).

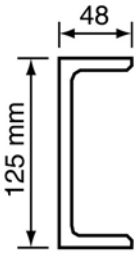
الاسيجة الحديدية ومحجرات الحماية في الطرق والجسور مع طلائها وتوابعها تُحسب بالمتر طول.

مثال تطبيقي:

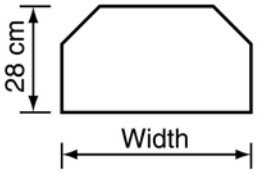
جسر حديدي صغير يشتمل على مسنمين Trusses كما مبين في المخطط المرفق، أضلاع المسنم تثبت بزاوية 60° مكونة خمسة مثلثات متساوية الاضلاع مع ثلاثة اضلاع عمودية. المطلوب: تكوين جدول ذرعة لحساب كميات الحديد الانشائي في الجسر مع الطلاء، ثم انشاء جدول كميات يتضمن هاتين الفقرتين. خصائص حديد أضلاع المسنمات وصفائح التثبيت Gusset Plates مبينة في المخطط المرفق.



Horizontal and Inclined Members Are
3.0 m Length Each



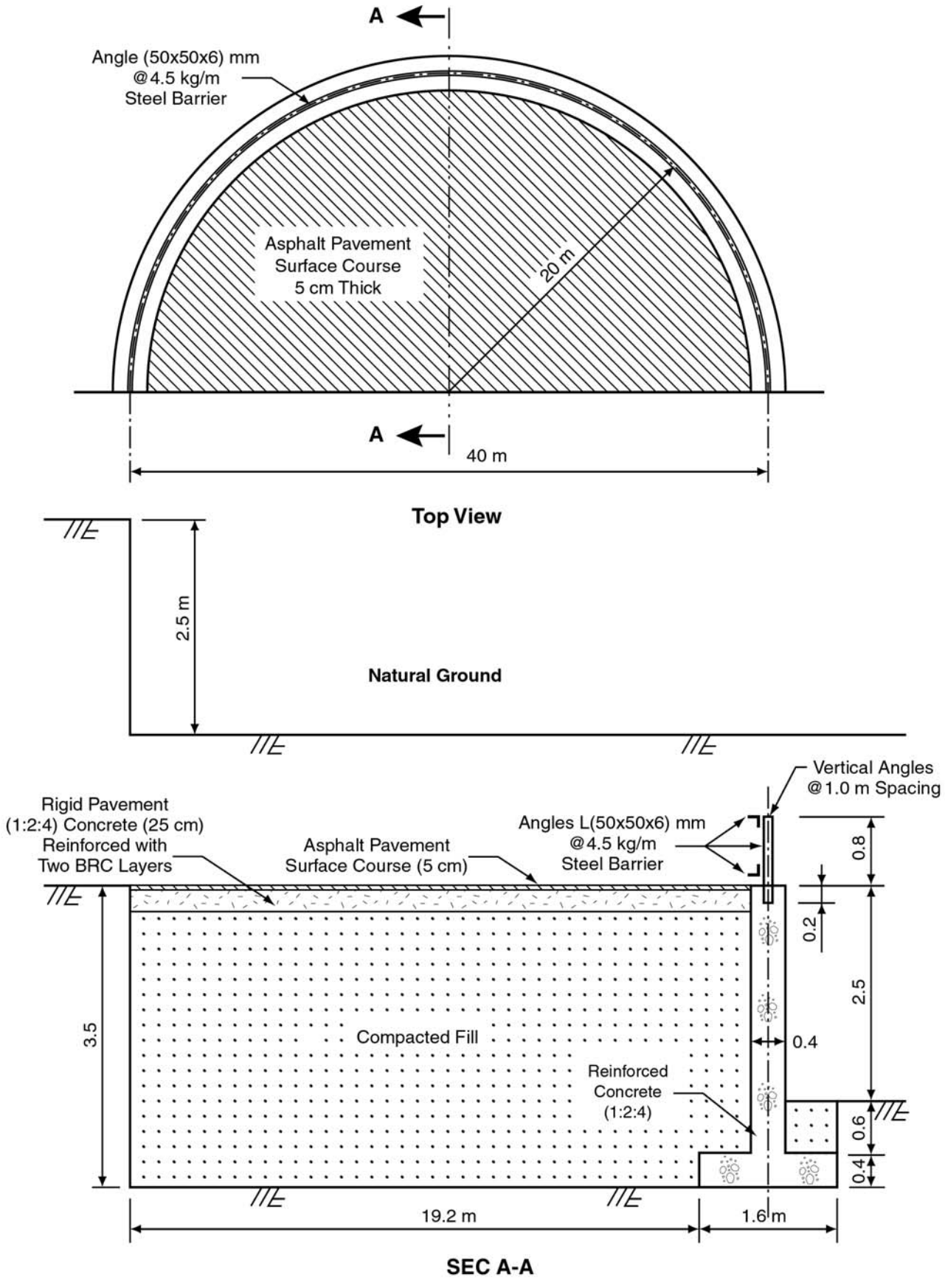
Truss Members: Channel
Thickness = 8 mm
Weight = 13.406 kg/m
Std. Length = 6.0 m



Gusset Plates
Thickness = 8 mm
Width: A = 50 cm
B = 40 cm
C = 30 cm
Weight = 67.5 kg/sqm
Std. Plates = 3 sqm

مثال تطبيقي عام:

كون جدول ذرعة لفقرات العمل المبينة في المخطط. ثم انقل فقرتي التبليط الاسفلتي والحديد الانشائي الى جدول كميات.



سادساً: حساب كميات فقرات الابنية الخدمية:

مشاريع الطرق والنقل قد تتضمن مجموعة من الابنية الخدمية وهذا يتطلب معرفة كيفية اعداد جداول الذرعة لمثل هذا النوع من المنشآت. المثالان الآتيان مستنسخان من كتاب (تخمين ومواصفات الاعمال الانشائية – غانم عبد الرحمن بكر، ص46 الى ص55) مع تصحيح لبعض الاخطاء الطباعية فيهما، ويلاحظ فيهما عدم وجود عمودي الكمية (+/–) في جداول الذرعة اختصاراً لحجم الجدول لأجل الطباعة.

مثال (٥) :

احسب جميع الفقرات الداخلة في انشاء غرفة بأبعاد داخلية مقدارها ٥ر٠٠×٤ر٠٠ م والمبينة تفاصيلها في الشكل ٢–٧ مع العلم – ان مواصفات الفقرات هي كالآتي :

١ – اعمال الحفريات تتم يدويا .

٢ – التربيع بالطابوق الكسر تحت الاساس وارضية الغرفة وبسمك ٠ر٠٨ م .

٣ – خرسانة الاسس بنسبة (١ : ٢ : ٤) (غير مسلحة) ويستخدم – السمنت المقاوم للاملاح في جميع الاعمال تحت مستوى سطح الارض الطبيعية .

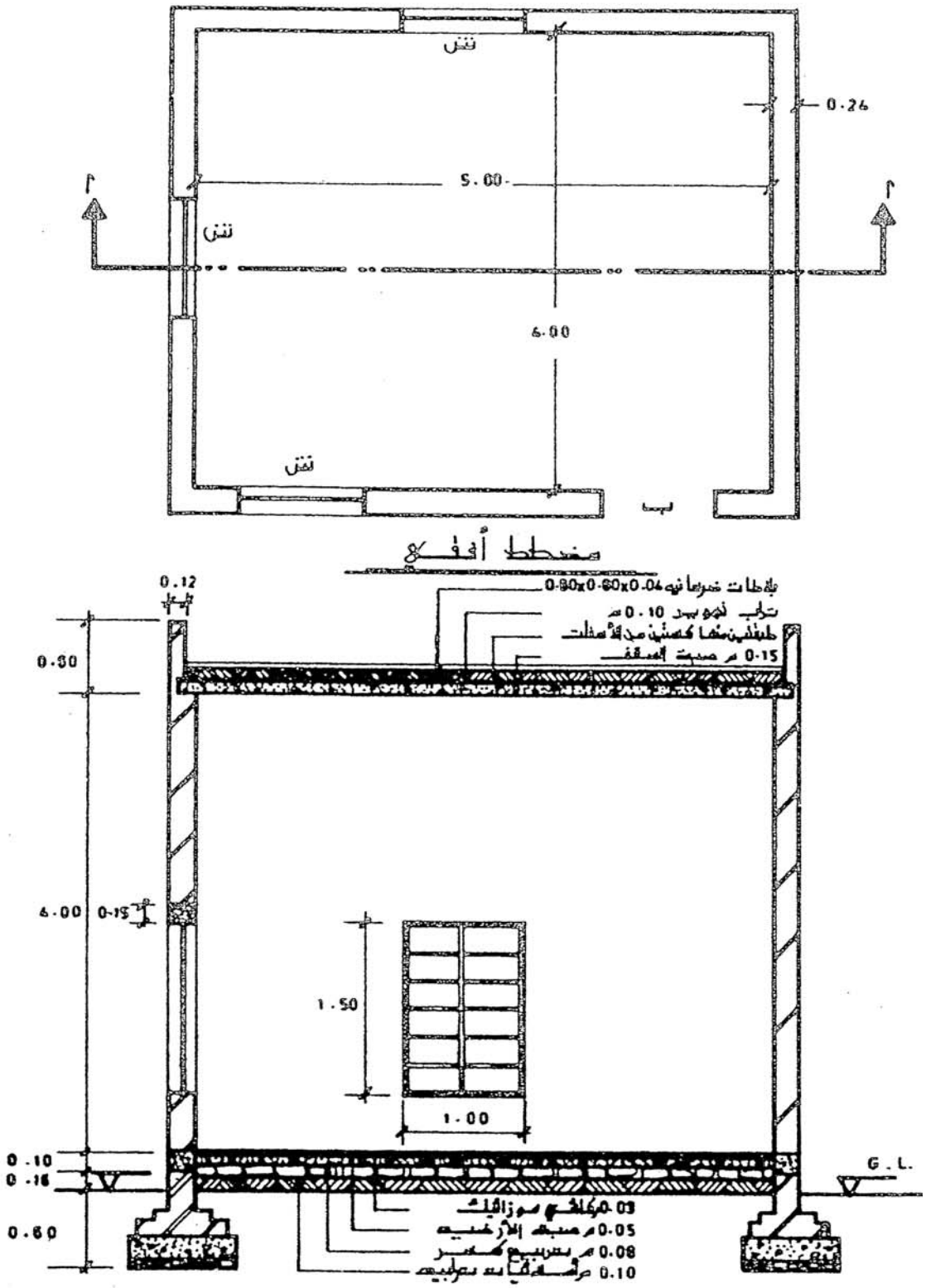
٤ – بناء جميع الجدران يتم بأستخدام مونة السمنت (١ : ٣)

٥ – يستخدم البياض بالجص لاعمال الانهاء الداخلية على ان تطلى الجدران والسقف (بالبنتلايت) .

٦ – يستخدم اللبخ بمونة السمنت لاعمال الانهاء الخارجية وستارة السطح (الداخل والخارج) على ان تطلى تلك السطوح بالاصباغ – الاسمنتية .

٧ – انهاء الارضيات (الداخلية والخارجية) بأستخدام الكاشي – الموزائيك (٢٥ر٠ × ٢٥ر٠ × ٠٣ر٠ م) على ان يتم (التشريت) بمونة السمنت الابيض .

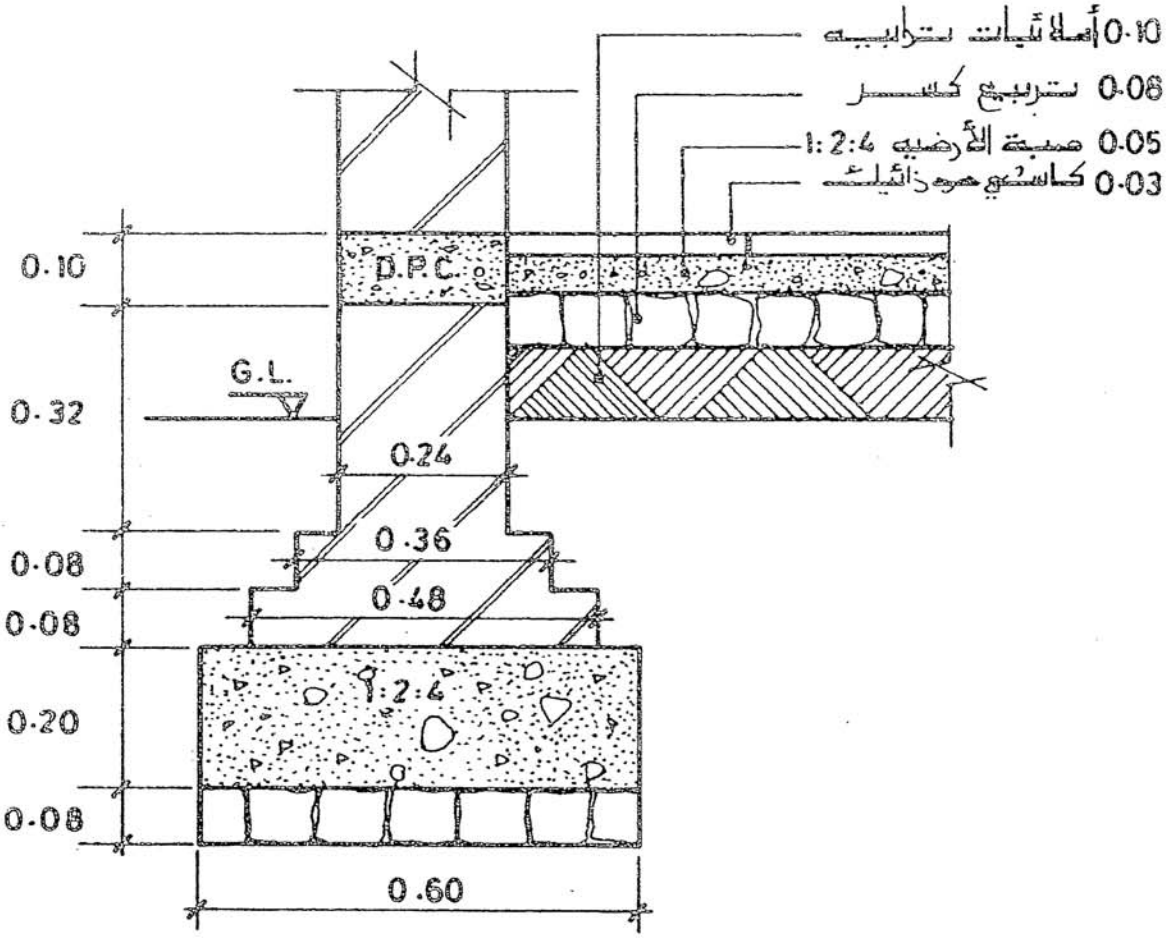
٨ – الازارة بارتفاع ١٢ر٠ م ومن نفس نوعية الكاشي المستخدم للارضيات .



مسقط أفقي

مقطع ٢-٢

شكل (٢-٧)



تفاصيل الأساس

	العدد	العرض (م)	الارتفاع (م)
ب	1	1.00	2.10
تش	3	1.00	1.50

تفاصيل الأبواب والشبابيك

شكل (٢-٧)

رقم الفقرة	التفاصيل	الوحدة	العدد	الابعاد			الكمية	الملاحظات والحسابات الاخرى
				الطول	العرض	الارتفاع		
	الاعمال الترابية							بروز الاساس عن الجدار = (٠٫٦٠ − ٠٫٢٤) / ٢ = ٠٫١٨ م
١	حفريات الاسس	م٣	١	١٨٫٩٦	٠٫٦٠	٠٫٦٠	٦٫٨٢	طول الحفريات = ٢ (٥٫٤٨ + ٠٫١٨ + ٠٫١٨) + ٢ (٤ − ٠٫١٨ − ٠٫١٨) − ١٨٫٩٦
							٦٫٨٢	
٢	الاملائيات الترابية للارضية	م٣	١	٥٫٠٠	٤٫٠٠	٠٫١٠	٢٫٠٠	سمك الاملائيات الترابية = ٠٫٢٦ − ٠٫٠٣ − ٠٫٠٥ − ٠٫٠٨ = ٠٫١٠ م
							٢٫٠٠	
	الاعمال الخرسانية							
٣	خرسانة (١ : ٢ : ٤) للاسس	م٣	١	١٨٫٩٦	٠٫٩٠	٠٫٢٠	٢٫٢٧	
							٢٫٢٧	
٤	خرسانة (١ : ٢ : ٤) المسلحة لعتبات الابواب والشبابيك							
	٤−١ : عتبات الابواب (١×٠٫١٠×٢ م)	م٣	١	١٫٤٠	٠٫٢٤	٠٫١٥	٠٫٠٥٠	بروز العتبة عن حافة الباب او الشباك = ٠٫٢٠ م
	٤−٢ : عتبات فوق الشبابيك (عرض الشباك ١٫٠٠ م)	م٣	٣	١٫٤٠	٠٫٢٤	٠٫١٥	٠٫١٦	
							٠٫٢١	
٥	الخرسانة المسلحة للسقف (السمك ٠٫١٥ م)	م٣	١	٥٫٤٨	٤٫٤٨	٠٫١٥	٣٫٦٨	
							٣٫٦٨	
٦	الخرسانة (١ : ٢ : ٤) للارضية وبسمك ٠٫٠٥ م	م٣	١	٥٫٠٠	٤٫٠٠	١	٢٠٫٠٠	
							٢٠٫٠٠	
٧	ساف مانع الرطوبة (بعرض ٠٫٢٤ م)	م	١	١٨٫٩٦	—	—	١٨٫٩٦	طول ساف مانع الرطوبة ٢(٥٫٢٨ + ٤) = ١٨٫٩٦ م
	الفراغات (عرض الباب)	م	١	١٫٠٠	—	—	١٫٠٠	
	المجموع						١٧٫٩٦	

رقم الفقرة	التفاصيل	الوحدة	العدد	الابعاد			الكمية	الملاحظات والحسابات الاخرى
				الطول	العرض	الارتفاع		
	اعمال الطابوق							
٨	التربيع بالطابوق الكسر للاسس	م٢	١	١٨٫٩٦	٠٫٦٠	–	١١٫٣٨	
٩	التربيع بالطابوق الكسر للارضيات	م٢	١	٥٫٠٠	٤٫٠٠	–	٢٠٫٠٠	
	المجموع						٣١٫٣٨	
١٠	البناء بالطابوق ومونة السمنت (١ :٣) تحت مستوى مانع الرطوبة							
	١٠-١ : التدريج الاول (٠٫٤٨ م)	م٢	١	١٨٫٩٦	٠٫٤٨	٠٫٠٨	٠٫٧٣	
	١٠-٢ : التدريج الثاني (٠٫٣٦ م)	م٢	١	١٨٫٩٦	٠٫٣٦	٠٫٠٨	٠٫٥٥	
	١٠-٣ : جدار (٠٫٢٤ م) الى حد مستوى مانع الرطوبة	م٢	١	١٨٫٩٦	٠٫٢٤	٠٫٣٢	١٫٤٦	
	المجموع						٢٫٧٤	
١١	البناء بالطابوق ومونة السمنت (١ :٣) فوق مستوى مانع الرطوبة وبسمك ٠٫٢٤ م							
	١١-١ : الجدران (عدا الفتحات)	م٢	١	١٨٫٩٦	٠٫٢٤	٤٫٠٠	١٨٫٢٠	
	١١-٢ : حجم فتحة الباب	م٢	١	٢٫١٠	١٫٠٠	٠٫٢٤	٠٫٥٠	
	١١-٣ : حجم فتحات الشبابيك	م٢	٣	١٫٥٠	١٫٠٠	٠٫٢٤	١٫٠٨	
	١١-٤ : حجم العتبات فوق الابواب والشبابيك (من الفقرة٥)	م٢	–	–	–	–	٠٫٢٥	
	المجموع						١٦٫٣٧	

رقم الفقرة	التفاصيل	الوحدة	العدد	الابعاد			الكمية	الملاحظات والحسابات الاخرى
				الطول	العرض	الارتفاع		
١٢	البناء بالطابوق ومونة السمنت (١ : ٣) لستارة السطح وبسمك ١٢ر٠ م	م٣	١	١٨ر٩٦	٠ر١٢	٠ر٤٥	١ر٠٢	ارتفاع الستارة = ٠ر٦٠-٠ر١٥ = ٠ر٤٥ م
							١ر٠٢	
	اعمال التسطيح							
١٣	فرش طبقتين من القير وبسمك لايقل عن ٠ر٠٢ م	م٢	١	٥ر٢٤	٤ر٢٤	–	٢٢ر٢٢	ابعاد السطح الداخلية الطول = ٤٨ر٥-١٢ر٠ - ١٢ر٠ = ٢٤ر٥ م العرض = ٤٨ر٤-١٢ر٠- ١٢ر٠=٢٤ر٤م
							٢٢ر٢٢	
١٤	فرش طبقتين من اللباد القيري	م٢	١	٥ر٢٤	٤ر٢٤	–	٢٢ر٢٢	
							٢٢ر٢٢	
١٥	التهوير بالتراب الناعم وبسمك لايقل عن ١٠ر٠ م	م٢	١	٥ر٢٤	٤ر٢٤	–	٢٢ر٢٢	
							٢٢ر٢٢	
١٦	التسطيح بالكاشي الموزائيك ٢٥ر٠× ٢٥ر٠	م٢	١	٥ر٢٤	٤ر٢٤	–	٢٢ر٢٢	
							٢٢ر٢٢	
	اعمال الانهاء والصبغ							
١٧	بياض الجدران الداخلية والسقف بالجص							محيط الغرفة = ٢ (٥+٤) = ١٨ م ارتفاع الجدار لغرض البياض بالجص = ٤ر٠٠ - ٠ر١٢ (للازارة) ٣ر٨٨ م
	١٧-١ : الجدران	م٢	١	١٨ر٠٠	–	٣ر٨٨	٦٩ر٨٤	
	١٧-٢ : السقف	م٢	١	٥ر٠٠	٤ر٠٠	–	٢٠ر٠٠	
	١٧-٣ : عتبة الشبابيك (العرض ١٠ر٠ م)	م٢	٣	٣ر٠٠	٠ر١٠	–	٠ر٩٠	محيط الشباك = ٢(١ر٠٠+١ر٥٠)=٣ر٠٠م
	١٧-٤ : عتبات الابواب (ثلاث جهات فقط)	م٢	١	٥ر١٠	٠ر٢٠	–	٠ر٥٢	محيط الباب . . (ثلاث جهات فقط) = ١٠ر٢
	١٧-٥ : فتحات الشبابيك	م٢	٣	–	١ر٠٠	١ر٥٠	٤ر٥٠	+ ١٠ر٢+١ر٠٠=٢٠ر٥
	١٧-٦ : فتحة الباب	م٢	١	–	١ر٠٠	٢ر١٠	٢ر١٠	
	المجموع الصافي						٨٤ر٦٦	

رقم الفقرة	التفاصيل	الوحدة	العدد	الابعاد			الكمية	الملاحظات والحسابات الاخرى
				الطول	العرض	الارتفاع		
١٨	تبليط الارضية بالكاشي الموزائيك ٠ر٢٥×٠ر٢٥ × ٠ر٠٣ م	م٢	١	٥ر٠٠	٤ر٠٠	–	٢٠ر٠٠	
							٢٠ر٠٠	
١٩	الازارة بارتفاع ٠ر١٢) م							
	١٩-١ : الطول الكلي	م	١	١٨ر٠٠	–	–	١٨ر٠٠	
	١٩-٢ : فتحة الباب	م	١	١ر٠٠	–	–	١ر٠٠	
	المجموع الصافي						١٧ر٠٠	
٢٠	لبخ الجدران الخارجية مع ستارة السطح (الداخل والخارج) بمونة السمنت							محيط الغرفة من الخارج = ٢ (٥ر٤٨+٤ر٤٨) = ١٩ر٩٢ م ارتفاع الجدار (من مستوى سطح الارض الى أعلى الستارة) = ٠ر٢٦+٤ر٠٦٠-٤ر٨٦
	٢٠-١ : اللبخ من الخارج (مع الستارة)	م٢	١	١٩ر٩٢	–	٤ر٨٦	٩٦ر٨	
	٢٠-٢ : لبخ الستارة من الداخل	م٢	١	١٨ر٩٦	–	٠ر٣٠	٥ر٦٩	محيط السطح من الداخل
	٢٠-٣ : لبخ عتبات الشبابيك (العرض ٠ر١٠ م)	م٢	٣	٣ر٠٠	٠ر١٠	–	٠ر٩٠	= ٢(٤ر٢٤+٥ر٢٤) = ١٨ر٩٦ م
	٢٠-٤ : لبخ عتبة الباب (ثلاث جهات فقط) .	م٢	١	٥ر٢٠	٠ر١٠	–	٠ر٥٢	ارتفاع الستارة من الداخل = ٠ر٣٠ م
	٢٠-٥ : فضاء الشبابيك	م٢	٣	–	١ر٠٠	١ر٥٠	٤ر٥٠	
	٢٠-٦ : فضاء الباب	م٢	١	–	١ر٠٠	٢ر١٠	٢ر١٠	
	المجموع الصافي						٩٧ر٣	

رقم الفقرة	التفاصيل	الوحدة	العدد	الطول	العرض	الارتفاع	الكمية	الملاحظات والحسابات الاخرى
٢١	صبغ الجدران الداخلية والسقف بالبتلايت	م٢					٨٤ر٦٤	نفس كمية البياض بالجص
٢٢	طلاء الجدران الخارجية وستارة السطح (جهتين) بالصبغ السمنتي	م٢					٩٧ر٣	نفس كمية اللبخ
	الابواب والشبابيك							
٢٣	شبابيك حديدية مع الاطارات والملحقات	م٢	٣	–	١ر٠٠	١ر٥٠	٤ر٥٠	
							٤ر٥٠	
٢٤	باب معدني مع الاطار والملحقات	م٢	١	–	١ر٠٠	٢ر١٠	٢ر١٠	
							٢ر١٠	

مثال (٦) :

احسب كميات الفقرات المدرجة ادناه والخاصة بأنشاء سياج وساحة بابعاد خارجية مقدارها ٢٩ر٦٨ × ١٤ر٤٦ م وحسب المخطط المبين في الشكل (٢–٨) .

الفقرات :–

١ – حفريات الاسس

٢ – خرسانة (١ : ٢ : ٤) غير مسلحة للاسس

٣ – خرسانة (١ : ٢ : ٤) غير مسلحة للارضية

٤ – خرسانة (١ : ٢ : ٤) مسلحة للاعمدة

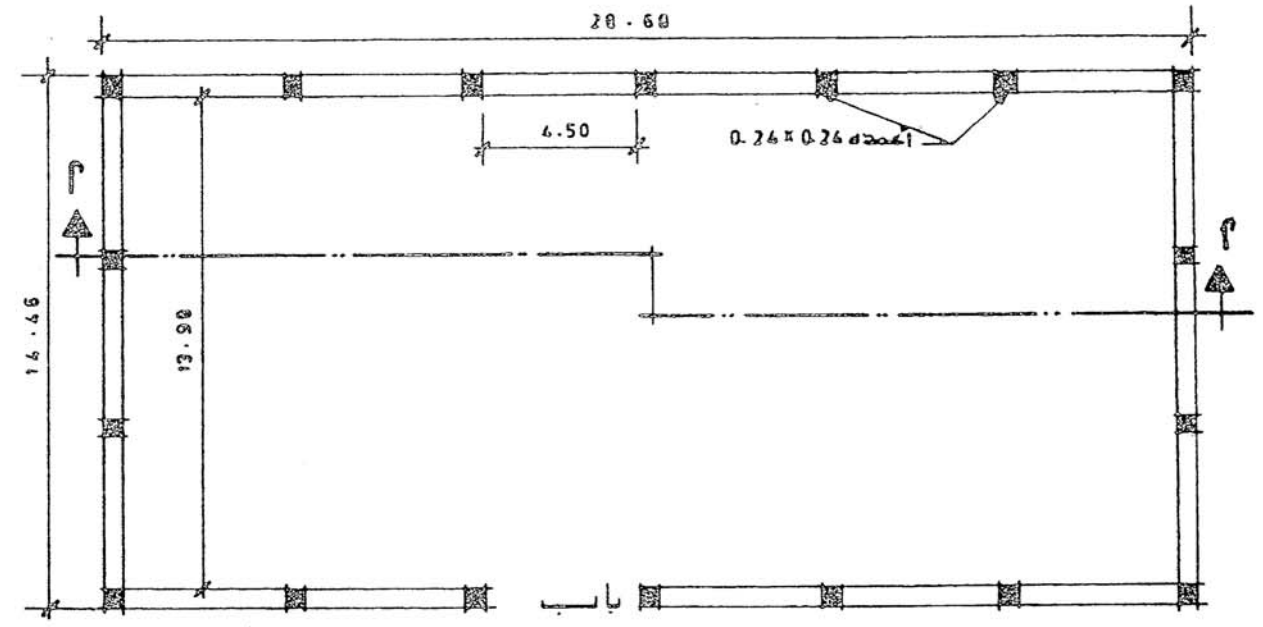
٥ – التربيع بالكسر للاسس والارضية

٦ – البناء بالطابوق ومونة السمنت (١ : ٣) تحت مستوى الرطوبة (البادلو) .

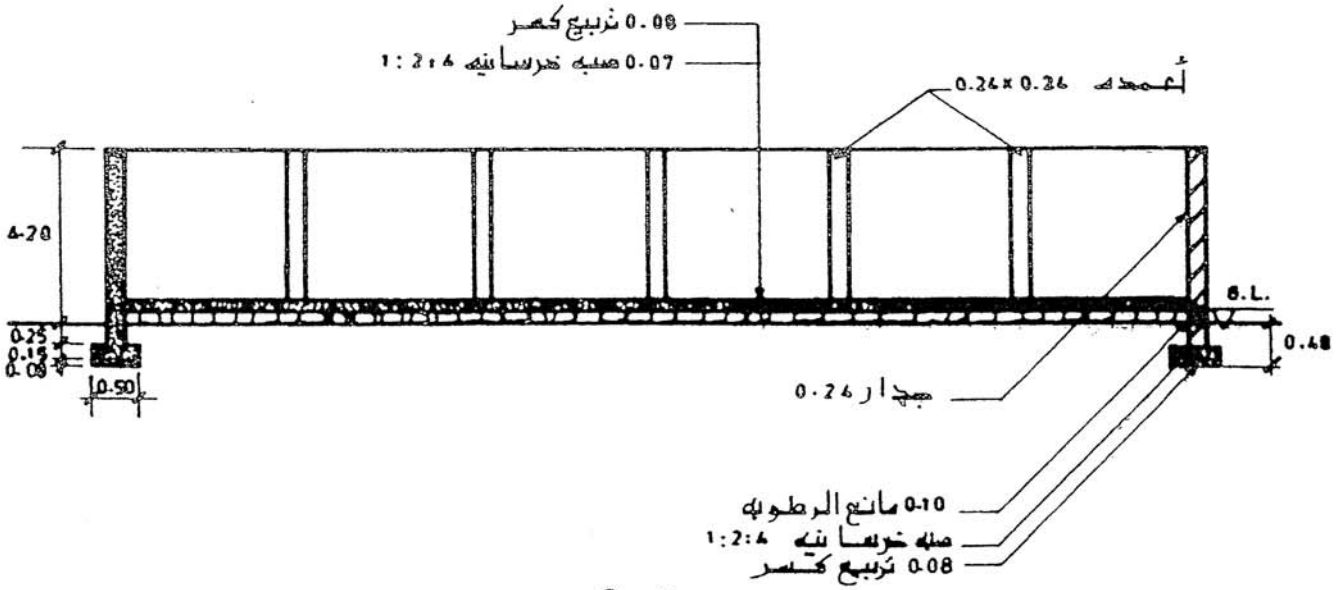
٧ – البناء بالطابوق ومونة السمنت (١ : ٣) فوق مستوى مانع الرطوبة (البادلو) .

٨ – الدرز بمونة السمنت للجدران الخارجية والداخلية

ملاحظة : يستعمل السمنت المقاوم للاملاح لجميع الاعمال تحت مستوى سطح الارض .



مخطط أفقي



قطاع ب-ب

شكل (٢-٨)

رقم الفقرة	التفاصيل	الوحدة	العدد	الابعاد			الكمية	الملاحظات والحسابات الاخرى
				الطول	العرض	الارتفاع		
١	حفريات الاسس	م٣	١	٨٥ر٣٢	٠ر٥٠	٠ر٤٨	٢٠ر٤٨	بروز الاساس عن الجدران =٠ر٥٠-٠ر٢٤=١٣ر٠م
							٧٠ر٤٨	٢
								طول الاساس = ٢(٦٨ر٢٨+١٣ر٠+١٣١ر٠)+ ٢،٩٨ر١٣ ١٣ر٠ ١٣ر٠)=٨٥ر٣٢م
٢	خرسانة (١ : ٢ : ٤) للاسس	م٣	١	٨٥ر٣٢	٠ر٥٠	٠ر١٥	٦ر٤٠	
							٦ر٤٠	
٣	خرسانة(١ :٢ :٤) غير مسلحة للارضية (السمك ٠٧ر٠م)	م٣	١	٢٨ر٢٠	١٣ر٩٨	–	٣٩٤ر٢٤	
							٣٩٤ر٢٤	
٤	خرسانة (١ :٢ :٤) مسلحة للاعمدة	م٣	١٨	٠ر٢٤	٠ر٢٤	٤ر٤٥	٤ر٦١	ارتفاع العمود=٢٠ر٤+٢٥ر٠ =٤٥ر٤م
							٤ر٦١	
٥	التربيع بالكسر للاسس والارضية							
	٥-١ : للاسس	م٣	١	٨٥ر٣٢	٠ر٥٠	–	٤٢ر٦٦	
	٥-٢ للارضية	م٣	١	٢٨ر٢٠	١٣ر٩٨	–	٣٩٤ر٢٤	
							٤٣٦ر٩٠	
٦	البناء بالطابوق ومونة السمنت (١ :٣) تحت مستوى مانع الرطوبة	م٣	١٧	٤ر٥٠	٠ر٢٤	٠ر٢٥	٤ر٥٩	
							٤ر٥٩	
٧	البناء بالطابوق ومونة السمنت (١ :٣) للجدران فوق مستوى مانع الرطوبة (البادلو)	م٣	١٧	٤ر٥٠	٠ر٢٤	٤ر١٠	٧٥ر٢٨	ارتفاع الجدار = ٢٠ر٤-١٠ر٠=١٠ر٤م
							٧٥ر٢٨	
٨	الدرز بمونة السمنت للجدران							المحيط الخارجي =
	٨-١ : الجدران الخارجية	م٣	١	٨١ر٧٨	–	٤ر٢٠	٣٤٣ر٤٨	٢(٦٨ر٢٨+١٤ر٤٦) -٥٠ر٤=٧٨ر٨١م
	٨-٢ : الجدران الداخلية	م٣	١	٧٩ر٨٦	–	٤ر٠٥	٣٢٣ر٤٣	المحيط الداخلي= ٢(٢٠ر٢٨+٩٨ر١٣) -٥٠ر٤=٨٦ر٧٩م
	المجموع						٩١ر٦٦٦	ارتفاع الدرز (من الداخل) =٢٠ر٤-٠٨ر٠-٠٧ر٠ = ٠٥ر٤م

خامساً: مقدمة في جداول ذرعة اعمال سكك الحديد التقليدية Traditional Railways:

ملاحظات عامة:

- اذا كانت نفس فقرة العمل تنفذ في المحطات وفي الخطوط الخارجية فإنها تكتب في جدول الكميات كفقرتين منفصلتين، فقرة للمحطات وفقرة للخطوط الخارجية.
- قياس الطول لخطوط السكك الحديد يكون عادة بالكيلومترات بدلاً من (متر طول) إلا اذا كان طول الخط صغيراً نسبياً كأعمال اصلاح بعض الاجزاء التالفة من خطوط سكك الحديد.

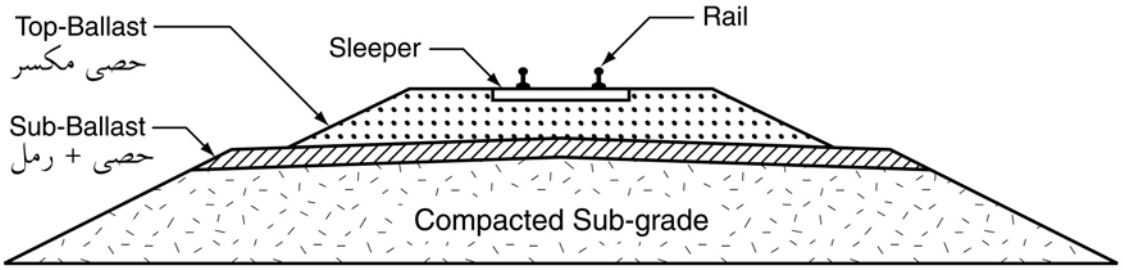
فقرات عمل السكك الحديدية:

1) فقرة التخطيط: تحسب هذه الفقرة للمحطات: جملة، ولخطوط سكك الحديد: طول.
2) الاعمال الترابية: تحسب بموجب الفصل الثالث من الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي.
3) السكك وملحقاتها:

3-1) خطوط سكك الحديد: تحسب بالطول (طول الخط المركزي)، الاقواس تحسب بصورة مستقلة لأن عملية لي حديد السكة تتطلب كلفة اضافية.

3-2) الاعمال الخرسانية: تحسب بموجب الفصل الخامس من الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي.

3-3) مواد الترصين الحجرية (حجر التحكيم) Ballast: تتألف طبقة الترصين الحجرية من طبقتين كما مبين في الشكل الآتي:



الطبقات السفلى توضع قبل وضع السكة وتحسب بالحجم (مثل التعليات الترابية) مع ذكر تدرج الركام الذي تتألف منه الطبقة. والطبقة العليا توضع بعد وضع السكة وتحسب بالمساحة مع ذكر سمك الطبقة والتدرج، وللخطوط القياسية قد تحسب الطبقة العليا بالحجم أيضاً.

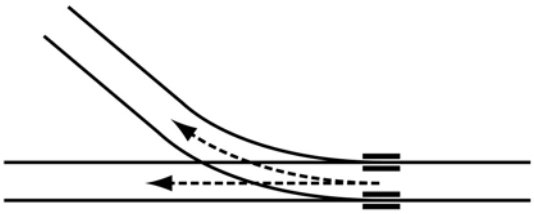
3-4) العارضات Sleepers (Ties): تحسب بالعدد وبضمنها الكراسي Chairs، مع ذكر نوع العارضات. تحسب العارضات داخل المحطات بصورة منفصلة عن العارضات في الخطوط الخارجية.

[العارضات: هي مساند عرضية ذات ابعاد قياسية توضع تحت السكة وتنقل بواسطتها الاحمال الواقعة عليها الى طبقة حجر التحكيم ومنه الى السدة الترابية، وتكون عادة خرسانية مسبقة الصب، او خشبية، او حديدية. العارضات مسبقة الصب قد تكون مسبقة الاجهاد].

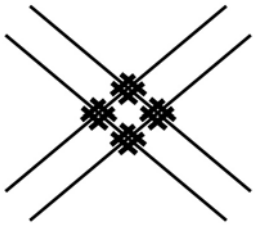
3-5) المفاتيح Switches: وتسمى ايضاً مفاتيح الانزلاق والتحويل Slip Switches، وهي اجزاء السكة المخصصة لتغيير اتجاه القطارات ولتنظيم حالات تقاطع السكك وتمثل مناطق التقاء او

تقاطع الخطوط مع بعضها. تحسب المفاتيح بالعدد وبضمنها الملحقات والتوابع اللازمة لعمل المفتاح كالعتلات والاسلاك. ومن انواعها:

1-5-3) مفاتيح Turnouts.



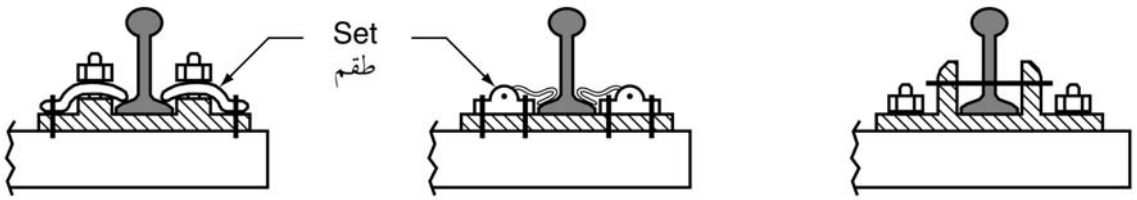
2-5-3) تقاطعات معينية Diamond Crossings.



وهناك مفاتيح وتقاطعات اخرى. وقد تكون المفاتيح منفردة Single Slip أو مزدوجة Double Slip.

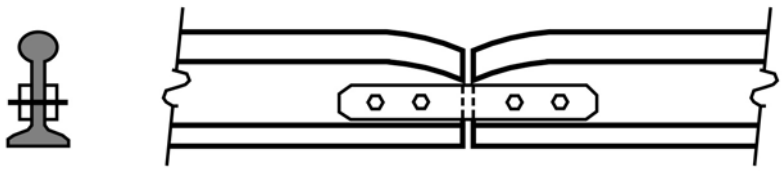
6-3) ملحقات السكة: تكون ملحقات السكة مشمولة عادة بسعر السكة، وتشمل:

1-6-3) المثبتات (الكراسي والوسائد) Tie Plates and Chairs: وهي اجزاء ربط حديد السكة مع العارضات، ومنها اجزاء توضع بين قاعدة قضيب السكة وسطح العارضة لتقليل تآكل العرضات نتيجة الاحتكاك وتزيد من ثبات القضبان والسكة بشكل عام. وهناك عدة انواع من المثبتات، ففي العوارض الخشبية يتم التثبيت باستخدام المسامير (او البراغي)، وفي العوارض الخرسانية تستخدم مثبتات نوع K. ويبين الشكل الآتي بعض نماذج المثبتات:

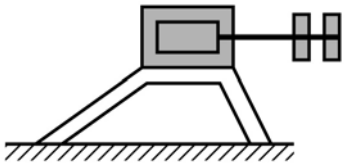


وتحسب المثبتات بالعدد (أطقم Sets) وتشتمل على مسامير التثبيت Spikes.

2-6-3) روابط السكة (الآصرات) Joint Bars or Fish Plates: وهي قطع حديدية تستخدم لربط اجزاء قضيب السكة مع بعضها من الجانبين، وتحسب بالعدد (أزواج Pairs).



7-3) حواجز الوقوف Buffer-Stops: وهي مصدات وقوف القطارات في نهاية السكة وقد تكون مشتملة على معدات ماصة للصدمات، وتحسب بالعدد.



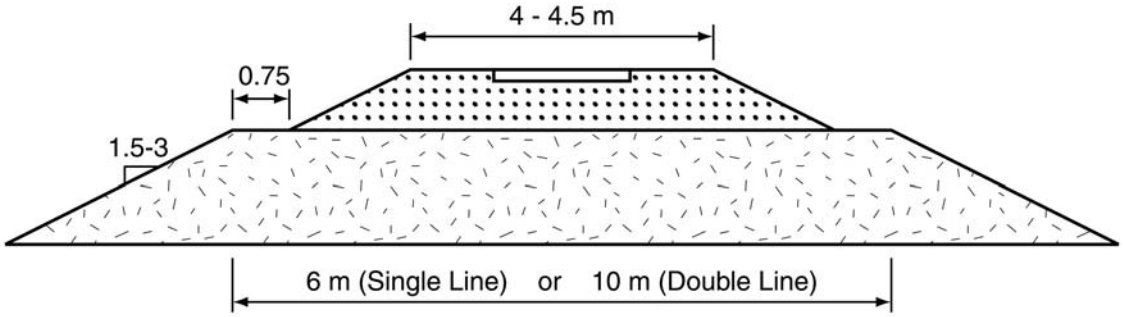
4) الخنادق الجانبية التي تكون بمحاذاة خط السكة لتصريف المياه: تحسب بالطول مع ذكر العمق ومعدل العرض.
5) الفحوصات اللازمة للعوارض وقضبان السكك وغيرها من الاجزاء: تحسب جملة.

الفقرات التي تتكرر بكثرة في جداول كميات خطوط سكك الحديد:

1) ازالة خط سكة تالف او مستهلك لغرض استبداله (طول).
2) تخطيط مسار خط سكة الحديد (طول للخطوط الخارجية، وجملة للمحطات).
3) السداد الترابية (متر مكعب).
4) حجر التحكيم (الترصين) (فرش + رص او حدل): الطبقة السفلى (متر مكعب)، والطبقة العليا (متر مربع مع ذكر السمك أو متر مكعب للخطوط القياسية).
5) مد خط السكة:
   - حديد السكة (طن).
   - روابط حديد السكة (عدد – زوج Pair (لأنها تثبت من جهتي قضيب سكة الحديد)).
   - العارضات (عدد).
   - مثبتات السكة (مع ملحقاتها) (عدد – طقم Set).

حساب الكميات لبعض فقرات سكك الحديد:

1) الاعمال الترابية وحجر التحكيم: الشكل الآتي يبين مقطع نموذجي لخط قياسي:



مقطع نموذجي لخط قياسي

الكميات تحسب بحسب المخططات، وتوجد كميات تقديرية للخطوط القياسية محسوبة مع التداخل الحجمي والضائعات، وهي الكميات المبينة في الجدول الآتي:

الطبقة	المادة	السمك (سم)	الكمية ($م^3$ \ كم من طول الخط)
طبقة الترصين السفلى (Sub-Ballast)	حصى + رمل (Sand + Stones)	10	400
		15	600
		20	1000-800
طبقة الترصين العليا (Top-Ballast)	حصى مكسر (Crushed Stones)	20	1400 (خط فرعي ومحطات وساحات)
		25	1750 (خط رئيسي)

2) حديد السكة: وهي مقاطع حديدية خاصة بطول قياسي قدره (12.5) متر في العادة، وتقاس بوحدة (وزن \ وحدة طول). القياسات المتعارفة هي (الليبرة (باوند) \ ياردة) ويعبر عنها (ليبرة) فقط، أو (كغم \ م.ط). ويمكن تحويل قياس السكة (ليبرة \ ياردة) الى (كغم \ م.ط) بضربها بمعامل التحويل (0.4961) الناتج من ضرب (0.4536 ليبرة \ كغم × 1.0936 ياردة \ متر).

صنف حديد السكة	الوزن (كغم \ م.ط)
41 ¼ (ليبرة)	21.46
50، 60، 65، 75، 78 (ليبرة)	يضرب × معامل التحويل (0.4961)
90 (ليبرة)	44.64
R43	43
VIC60	60

3) العارضات Sleepers: تحسب بالعدد حسب التصميم، الكميات التقديرية للخطوط القياسية هي كما يأتي:

نوع الخط	عدد العارضات \ كم من طول الخط
رئيسي	1600
فرعي	1440
ساحات	1400
منحنيات	1800

4) روابط سكة الحديد والمثبتات: يحدد العدد لكل كم من طول الخط حسب الطول القياسي لقضبان حديد السكة المستخدمة، وتحسب الكمية الكلية من ضرب هذا العدد × طول الخط بالكيلومتر.

مثال تطبيقي:

نظم جدول ذرعة لحساب كميات فقرات العمل لاستبدال جزء مستهلك من خط سكة حديد رئيسي خارجي (خارج المحطات) وفق المعطيات الآتية:

طول الخط المراد استبداله 5 كم.

حجر التحكيم مؤلف من طبقة واحدة من الحصى المكسر بسمك 25 سم.

حديد السكة قياس 90 ليبرة.

روابط السكة بمعدل 160 زوج لكل كم من طول الخط.

العارضات الخرسانية بمعدل 1600 عارضة لكل كم من طول الخط.

مثبتات السكة نوع K.

تخمين كلفة المشروع:

تخمين الكلفة الاجمالية للمشروع اما ان يكون بحساب تقريبي او بحساب تفصيلي. الحساب التفصيلي يكون عن طريق تسعير فقرات الاعمال وحساب مبالغها في جدول الكميات ثم جمع مبالغ الفقرات للحصول على المبلغ الكلي للمشروع. وبعد حساب كلفة المشروع يضاف اليها مبالغ احتياطية Contingencies بمقدار (5-10%) من المبلغ الكلي المحسوب.

التخمين التقريبي:

يمكن اجراء التخمين التقريبي لكلفة المشروع باستخدام واحدة من عدة طرائق، أشهرها:

1) طريقة الحجم Cubic Method.
2) طريقة المساحة Area Method.
3) طريقة كلفة العناصر Element Cost Method.

طريقة الحجم:

يمكن تقدير كلفة المشروع بهذه الطريقة عن طريق حساب كلفة 1 م^3 من المنشآت المماثلة التي سبق تنفيذها وسبق معرفة كلفتها. ويمكن تطبيق هذه الطريقة على الجسور ذات الارتفاع المنتظم مثل الجسور الحديدية.

حجم المنشأ = المساحة مقاسة على الابعاد الخارجية للمنشأ × معدل ارتفاع المنشأ

$$\text{كلفة المنشأ الجديد} = \text{حجم المنشأ الجديد} \times \frac{\text{كلفة المنشأ القديم المماثل}}{\text{حجم المنشأ القديم}}$$

- في الابنية يحسب الارتفاع من منسوب ارضية الطابق الارضي الى اعلى صبة السقف للطابق الاخير. واذا كان هناك سرداب، يضاف الارتفاع من اعلى صبة الاساس الى منسوب ارضية الطابق الأرضي.
- في حالة كون السقوف مائلة او غير منتظمة الارتفاع، يُحسب معدل الارتفاع.

طريقة المساحة:

يمكن تقدير كلفة المشروع بهذه الطريقة عن طريق حساب كلفة 1 م^2 من المنشآت المماثلة التي سبق تنفيذها وسبق معرفة كلفتها. ويمكن تطبيق هذه الطريقة لأعمال الطرق والساحات.

مساحة المنشأ = المساحة مقاسة على الابعاد الخارجية للمنشأ

$$\text{كلفة المنشأ الجديد} = \text{مساحة المنشأ الجديد} \times \frac{\text{كلفة المنشأ القديم المماثل}}{\text{مساحة المنشأ القديم}}$$

- عند استخدام اي من الطريقتين السابقتين (الحجم او المساحة) للأبنية متعددة الطوابق، ففيهما فرضيتان:

الاولى: ان تعتبر جميع الطوابق متماثلة في الكلفة، فتتوزع كلفة المنشأ بالتساوي على كل وحداته الحجمية او المساحية.

الثانية: ان تعتبر بعض الطوابق كالسرداب والطابق الاعلى المشتمل على السطح ذات كلفة مختلفة (عادة كلفة انشاء السرداب اقل من الطوابق الوسطية، وكلفة الطابق المشتمل على السطح اعلى من كلفة باقي الطوابق).

فعلى سبيل المثال:

حجم المنشأ على الفرضية الاولى = حجم السرداب + (عدد الطوابق × حجم الطابق بالمتر المكعب)

وإذا افترضنا ان كلفة انشاء السرداب تعادل 60% من كلفة الطوابق الوسطية، وكلفة انشاء الطابق الاعلى المشتمل على السطح تعادل 120% من كلفة الطوابق الوسطية، فيكون:

حجم المنشأ على الفرضية الثانية = (0.6 × حجم السرداب) + (عدد الطوابق الوسطية × حجم كل طابق) + (1.2 × حجم الطابق الاعلى)

ويمكن تطبيق هاتين الفرضيتين على اي نوع آخر من المنشآت بجعل بعض وحداته او اجزائه اكثر اهمية او اقل اهمية عن طريق اعطائها اوزان مختلفة.

طريقة كلفة العناصر:

وهي طريقة ادق من الطريقتين السابقتين، وتقوم على اساس تجزئة المنشأ الى عدد محدود من العناصر الاساسية، مثل تجزئة الطريق الى تبليط وأرصفة، او تجزئة الجسور الى ركائز ودعامات وهيكل حديدي وأرضية وخدمات. وتقدر الكلفة التقريبية لك عنصر كما هي لمنشآت سابقة مع مراعاة النسب الحجمية او المساحية لكل منشأ.

العوامل التي ينبغي مراعاتها عند التخمين التقريبي:

1) عدم وجود فاصل زمني كبير بين تاريخ البيانات السابقة وزمن تخمين الكلفة بحيث تتغير فيه الاسعار بسبب التضخم، ويجب عند حصول مثل هذا الفارق تصحيح الكلفة التقديرية باستخدام المعادلة الآتية:

$$S = P(1 + i)^N$$

S = الكلفة التقديرية المصححة لنسبة التضخم

P = الكلفة التقديرية بدون التضخم

i = النسبة المئوية للتضخم

N = عدد السنوات

2) المنشأ القديم والجديد يجب ان يكونا متقارنين من حيث اسلوب التنفيذ ومستوى المواصفات الفنية للعمل ومن حيث ظروف الموقع وظروف الانشاء، ويمكن تصحيح الكلفة التقديرية لأي من عوامل الاختلاف بين المنشأ القديم والمنشأ الجديد اذا توفرت المعلومات الكافية لإجراء التصحيح، كما يمكن اضافة الكلفة التقريبية لأجزاء في المنشأ الجديد لا يوجد ما يماثلها في المنشأ القديم بصورة منفصلة.

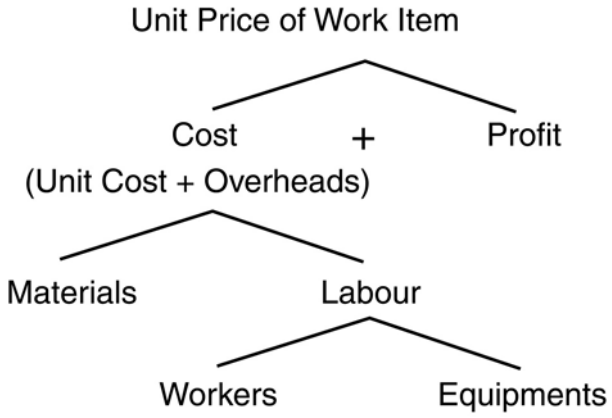
مثال تطبيقي:

شكبة طرق داخلية بطول 2000 متر وبعرض طريق 10 متر ومساحة ارصفتها 6000 م^2، يراد تخمين كلفتها تقريبياً من خلال مقارنتها بشبكة مشابهة تم انشاؤها قبل 5 سنوات طولها 1500 متر وبعرض طريق 8 متر ومساحة ارصفة 4000 م^2. كلفة الانشاء للشبكة القديمة كانت 268 مليون دينار موزعة على 180 مليون دينار للطريق و 88 مليون دينار للأرصفة. معدل التضخم السنوي هو 5.6%. احسب الكلفة التقديرية للمشروع الجديد.

التخمين التفصيلي من خلال تسعير فقرات العمل:

يمكن تخمين كلفة المشروع من خلال تسعير فقرات العمل ثم ضرب سعر كل فقرة × كميتها في جدول الكميات للحصول على مبلغ الفقرة، ثم يتم جمع مبالغ الفقرات في جدول الكميات للحصول على المبلغ الكلي للمشروع.
عملية التسعير تتطلب تحليل فقرة العمل الى عناصر الكلفة المختلفة فيها (المواد والعمل، والعمل فيها يشمل اليد العاملة والمعدات)، فإذا تم تحليل عناصر الكلفة في كل فقرة عمل يمكن جمع تكاليف هذه العناصر للحصول على الكلفة الكلية للفقرة، ثم يضاف اليها نسبة التحميلات الادارية والارباح للحصول على سعر الفقرة (سعر الوحدة الواحدة منها). وكذلك يمكن من خلال تحليل فقرة العمل معرفة متطلبات المواد واليد العاملة والمعدات التي يتطلب تجهيزها لتنفيذ الفقرة، وهذا امر مهم لأجل التخطيط الزمني والمالي للمشروع.

تحليل فقرات العمل لأجل التسعير والتجهيز Work Item Analysis for Pricing and Supply:



- التحميلات الادارية Overheads: هي التكاليف غير المباشرة وتشمل تكاليف العمل الاداري واجور المهندس المشرف، وتحسب كنسبة من كلفة الفقرة. هذه النسبة تتراوح عادة بين 10% الى 20% من كلفة الفقرة، ومع اضافة نسبة الارباح Profits اليها يصبح مجموع الاضافة الى كلفة الفقرة هو 20% الى 30%.
  سعر الفقرة = كلفة الفقرة + التحميلات الادارية والارباح
  وبما ان التحميلات الادارية والارباح تحسب كنسبة من كلفة الفقرة:
  ∴ سعر الفقرة = كلفة الفقرة × (1 + نسبة التحميلات الادارية والارباح)
- كلفة العمل Labour (اليد العاملة + المعدات) تحسب ككلفة زمنية (أجور يومية او اسبوعية او شهرية) وتجمع ثم تقسم على انتاجية فريق العمل في تلك الوحدة الزمنية للحصول على كلفة العمل لكل وحدة عمل:
  كلفة العمل لكل وحدة عمل = كلفة العمل في كل وحدة زمنية ÷ انتاجية فريق العمل
  انتاجية فريق العمل = عدد وحدات العمل التي ينتجها فريق العمل في تلك الوحدة الزمنية
- كلفة المواد Materials التي تستخدم في فقرة العمل تحسب من خلال تحليل فقرة العمل وحساب مكونات الوحدة الواحدة من المواد الانشائية مع اضافة نسبة من الضائعات، ثم تحول كميات المواد الانشائية الى ما يقابلها من الوحدات التجارية المتوفرة في الاسواق وتضرب × سعرها للحصول على كلفة المواد.

ولأجل حساب سعر الفقرة بصورة نظامية نستخدم **جدول تحليل الاسعار (Abstract of Prices):**

ت	فقرة العمل والوحدة	الموارد المطلوبة (مواد/عمالة/معدات)	كمية المورد	وحدة المورد	كلفة المورد	تحليل السعر	الملاحظات
1	اسم الفقرة1 (الوحدة)	**تجهيز المواد:** مادة 1 مادة 2 ... **اليد العاملة:** عمال ماهرون عمال نصف ماهرين عمال غير ماهرين عدد وادوات (مستلزمات اخرى) **المعدات:** ماكنة 1 ماكنة 2 ...		طن م^3 ... عدد عدد عدد جملة جملة عدد عدد ...	(الكلفة لكل وحدة من وحدات المورد)	(حاصل ضرب العمود رقم 4 × العمود رقم 6) (كمية المورد × كلفة المورد) مجموع كلفة (المواد والعمل) + التحميلات الادارية والارباح + مصاريف اخرى (مثل الضرائب) سعر فقرة العمل	
2	اسم الفقرة2 (الوحدة)	...	...	...	...	...	

Work Item	Resource Description	Quantity	Unit	Rate	Amount	Remarks
	Supply of Materials: … **Labour:** … **Equipments:** … **Tools:** …					

مثال تطبيقي:

احسب سعر فقرة قشط وتظيف وتسوية أرض الموقع ثم فرش طبقة من التراب النظيف بسمك 20 سم مع الحدل، لكل متر مربع من العمل، اذا كانت المعدات المستخدمة وايجاراتها اليومية كما مبين في الجدول الآتي، وكلفة المتر المكعب من التراب النظيف مع النقل هي 10,000 دينار عراقي، علماً ان انتاجية فريق العمل هي 1500 م^3 في اليوم وان نسبة التحميلات الادارية مع الارباح هي 25% من كلفة الفقرة.

اليد العاملة	العدد المطلوب	الاجرة اليومية (ألف دينار)
مسّاح	1	150
عامل غير ماهر	3	30
اجور نقل وطعام	---	30

الماكنة	العدد المطلوب	الاجرة اليومية (ألف دينار)
مدرّجة (Grader)	1	300
مجرفة آلية (Shovel)	1	300
قلاب (Truck)	2	200
حادلة (Roller)	2	275
شاحنة حوضية (Tanker)	2	250

تحليل وحساب كميات المواد التي تتألف منها فقرة العمل:

تقدير ضائعات المواد الانشائية:

المواد الانشائية المستخدمة في العمل قد تتعرض لبعض الضائعات نتيجة عمليات التحميل والنقل والتفريغ والتداول، وبعض المواد تتعرض لأكثر من عملية ضياع في المادة، فعلى سبيل المثال: خلطات الخرسانة الاسمنتية: تتألف من عدة مواد، وكل مادة من مواد الخلطة تتعرض لنسبة من الضائعات قبل الخلط، وبعد الخلط فهذه الخرسانة اما ان يتم تجهيزها كخلطة جاهزة الى الموقع فيحصل فيها ضائعات نتيجة الخلط والتحميل والنقل والتفريغ، او قد يتم صبها موقعياً فيحصل فيها ضائعات نتيجة الصب الموقعي.

وفيما يأتي بعض نسب الضائعات حسب دليل تحليل الاسعار الصادر عن وزراة الاعمار والاسكان سنة 2014:

المادة	النسبة التقديرية للضائعات
الحصى او الرمل	%9-6
الاسمنت الفل	%7-6
القوالب وملحقاتها	%7-5
قضبان حديد التسليح	%6-4
مشبك تسليح BRC	%7-5
الخرسانة الاسمنتية	%5-4
الصب الموقعي	%10-5
الحصى الخابط	%20-15
القطع الخرسانية مسبقة الصب	%5-3
الطابوق	%20-10
حديد الزاوية او الساقية	%4-3
الجص	%15-10

الحصى الخابط:

يتم تجهيز الحصى الخابط على عدة أصناف (A, B, C, …) بحسب نسبة الخلط والتدرج، ويكون بحالة مفككة عند التجهيز والنقل، وعند الفرش في موقع العمل والحدل تتداخل المواد مع بعضها فينكمش الحجم.

نسبة التداخل الحجمي نتيجة الفرش والحدل تقدر عادة بمقدار 30-35%.

نسبة الضائعات نتيجة النقل والفرش تقدر عادة بمقدار 15-20%.

وعليه يقدر مجموع نسبة التداخل الحجمي مع الضائعات بمقدار 50%.

فإذا كانت كمية فقرة الحصى الخابط في جدول الكميات = 1000 م^2 بسمك 25 سم، فإن حجم الحصى الخابط المطلوب تجهيزه = 1000 × 0.25 × 1.50 = 375 م^3.

فإذا كان سعر المتر المكعب من الحصى الخابط (مع النقل) = 20,000 دينارعراقي، فتكون كلفة المواد للمتر المربع الواحد = (20000 × 375) ÷ 1000 = 7500 دينار عراقي \ م^2.

ملاحظة: في المناطق النائية التي لا يتوفر فيها الماء المناسب للعمل، تضاف كلفة تجهيز الماء (من حفر الآبار أو من النقل بالشاحنات الحوضية)، وفي هذه الحالة توزع كلفة تجهيز الماء على فقرات العمل التي تحتاج الماء بكميات كبيرة.

الحديد الانشائي:

تحسب كمية الحديد الانشائي اللازم للعمل من المخططات. ومن خلال معرفة اطوال واحجام القضبان التجارية القياسية يمكن معرفة مقدار الضائعات الناتجة من عمليات التقطيع للأطوال المطلوبة للعمل، ولكن للاعمال الكبيرة تكون هذه الحسابات غير عملية وحينئذ يمكن تقدير نسبة الضائعات بنسبة (3-4%) من الكمية المقدرة لفقرة العمل. فإذا افترضنا ان نسبة الضائعات هي 4%، فيكون:

كمية الحديد الانشائي المطلوب تجهيزه = كمية الحديد الانشائي المطلوب لتنفيذ فقرة العمل × 1.04

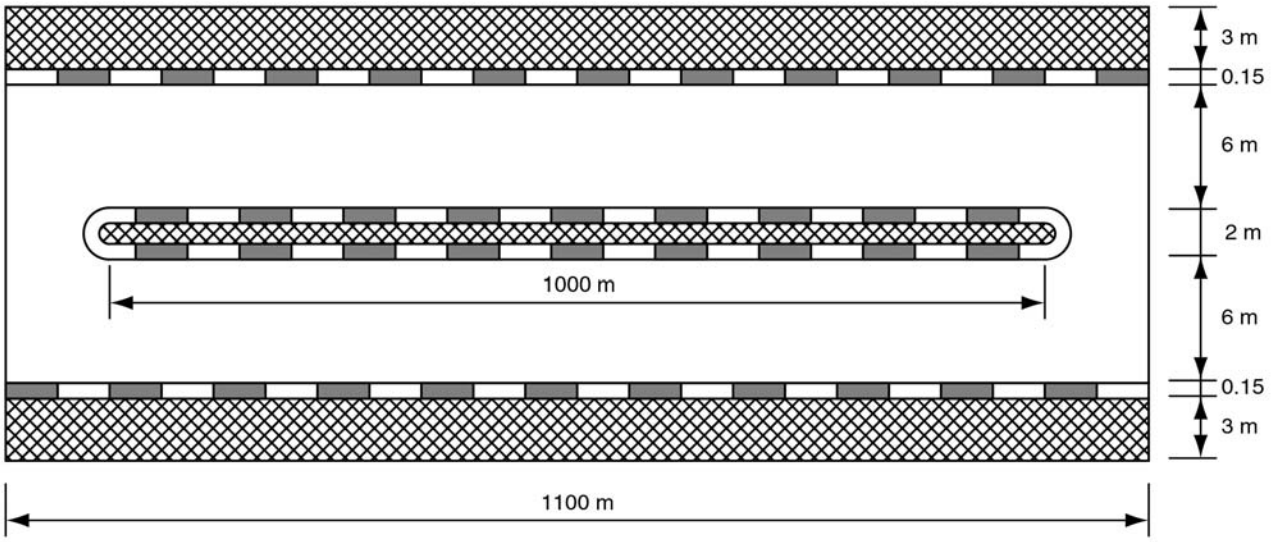
مثال تطبيقي:

للمثال التطبيقي السابق المتعلق بجدول ذرعة الحديد الانشائي للجسر الحديدي، احسب كمية الحديد الانشائي المطلوب تجهيزها لذلك الجسر، ثم احسب نسبة الضائعات لكل من حديد الساقية وصفائح التثبيت استناداً الى ابعاد القطع القياسية من الحديد التجاري.

بلاطات تعلية الرصيف وبلاطات مماشي الارصفة:

مثال تطبيقي:

جزء من طريق داخلي طوله 1100 متر يشتمل على مماشي جانبية وجزرة وسطية، تم رصف مماشي الارصفة والجزرة ببلاطات خرسانية مضلعة مساحتها 500 سم^2 للبلاطة الواحدة، وقد تم الرصف بعد ان تم مد حافات تعلية باستخدام بلاطات مسبقة الصب بأبعاد قياسية (15×30×80) سم كما مبين في المخطط. احسب كمية فقرتي بلاطات التعلية وبلاطات الرصف وعدد البلاطات المطلوبة لكل منهما. اعتبر ان نسبة الضائعات في البلاطات هي 3%.



فقرات التبليط الاسفلتي:

تقدر نسبة الضائعات للمواد الاسفلتية عادة حوالي 5%.

الطلاء الرابط الاولي Prime Coat وطلاء اللصاق Tack Coat:

طبقة الطلاء الرابط الاولي هي طبقة رابطة من الاسفلت المخفف يرش باستخدام الشاحنات الحوضية المجهزة بمرشات خلفية بكمية لا تقل عن 0.5 لتر \ م^2 ولا تزيد عن 1.2 لتر \ م^2 من مساحة التبليط. وطبقة طلاء اللصاق ترش بكمية لا تقل عن 0.15 لتر \ م^2 ولا تزيد عن 0.5 لتر \ م^2 من مساحة التبليط.

كثافة الاسفلت المخفف حوالي 1120 كغم \ م^3. الاسفلت المخفف يحسب بوحدات الغالون وقد يحسب بالطن اذا كانت الكميات كبيرة، الغالون الذي سنعتمده في الحسابات هو الغالون البريطاني والذي يساوي (4.546) لتراً (المتر المكعب = 220 غالون بريطاني).

مثال تطبيقي:

جد كمية الاسفلت اللازمة لرش طبقتي الرابط الاولي واللصاق لطريق مساحته 1000 م^2 اذا كان معدل كمية الاسفلت المطلوب رشها هي 0.9 لتر \ م^2 لطلاء الرابط الاولي و 0.4 لتر \ م^2 لطلاء اللصاق.

خلطات التبليط الاسفلتي:

هناك جانبان في عملية حساب كميات مواد الخلطات الاسفلتية، الجانب الاول: هو حساب كلفة الخلطة الجاهزة (شراؤها ونقلها) وهذا يحسب للخلطة المفككة قبل الحدل، حيث ان مكونات الخلطة تتداخل بسبب الحدل بنسبة تقدر بحوالي 50% من حجمها المفكك، وهذه النسبة هي نسبة التداخل الحجمي.

حجم الخلطة المفككة = [(1+0.5) × حجم الخلطة المحدولة] + ضائعات الصب الموقعي

علماً ان حجم الفقرة المحسوب في جدول الكميات هو الحجم النهائي المحدول.

الجانب الثاني: هو حساب كميات المواد التي تتألف منها الخلطة الاسفلتية لحساب كلفة انتاج الخلطة، وهذه المكونات تحسب كنسب وزنية من وزن الخلطة الاسفلتية (حسب النسب المقررة في التصميم الانشائي للخلطة)، حيث ان:

الوزن = الحجم × الكثافة

وبما ان كثافة الخلطة المفككة غير معلومة لأنها تتغير اثناء الخلط والنقل والفرش، فإن الكثافة المحددة هي كثافة الخلطة بعد الحدل، وعليه نستخدم الحجم بعد الحدل (الحجم في جدول الكميات) وليس حجم الخلطة المفككة، وبضربهما نحصل على وزن الخلطة الاسفلتية التي تستخدم لتحليل مكونات الخلطة من حيث النسب الوزنية.

ضائعات مكونات الخلطة الاسفلتية تقدر عادة بنسبة (5%) لكل مادة من المواد الداخلة في تركيب الخلطة (اسفلت، ركام خشن، ركام ناعم، مادة مالئة Filler)، وقد تقدر ضائعات الركام الخشن والركام الناعم بأكثر من ذلك (6-9% بحسب دليل تحليل الاسعار).

كثافة طبقة الاساس الاسفلتية المحدولة Base Course هي عادة 2200 كغم \ م^3، وسمكها يتراوح بين 5.0 سم الى 10.0 سم والمحتوى الاسفلتي لها 3-5%.

كثافة الطبقة الرابطة المحدولة Binder Course هي عادة 2300 كغم \ م^3، وسمكها يتراوح بين 3.75 سم الى 6.25 سم والمحتوى الاسفلتي لها 4-6%.

كثافة الطبقة السطحية المحدولة Surface (Wearing) Course هي عادة 2300 كغم \ م^3، وسمكها يتراوح بين 2.5 سم الى 5.0 سم والمحتوى الاسفلتي لها 4.5-6.5%.

هذه هي القيم الشائعة وقد تتغير بحسب متطلبات التصميم.

مثال تطبيقي:

يراد تبليط طريق بطبقة اساس بمساحة 1000 م^2 وبسمك 9 سم بخرسانة اسفلتية نسبة الاسفلت فيها 5% والركام الخشن 55% والركام الناعم 30% والمادة المالئة 10% وجميع هذه النسب هي نسب وزنية. احسب كمية تلك الطبقة مع حساب كمية المواد الاولية الداخلة في تركيبها علماً ان كثافة اسفلت الطرق (AC) = 1070 كغم \ م^3 وكثافة الخرسانة الاسفلتية المحدولة لطبقة الاساس هي 2200 كغم \ م^3، كثافة الركام الخشن 1500 كغم \ م^3 والركام الناعم 1600 كغم \ م^3.

الخرسانة الاسمنتية (المسلحة وغير المسلحة):

مواد الخلطة الاسمنتية:

عندما يتم خلط مكونات الخرسانة مع اضافة الماء فانها تتداخل عادة بنسبة قدرها 33%، اي ان:

حجم الخرسانة الطرية او المتصلبة = 67% من مجموع حجوم مكوناتها من الاسمنت والرمل والحصى.

أو بعبارة اخرى:

مجموع حجوم المكونات الجافة للخرسانة قبل الخلط = 1.5 × حجم الخرسانة الطرية او المتصلبة.

$V_{Concrete} = 0.67 \times (V_C + V_S + V_G)$

Where:

$V_{Concrete}$ = Volume of concrete mix

V_C = Volume of cement

V_S = Volume of sand

V_G = Volume of gravel

فإذا كانت نسبة الخلط (4:2:1) فإن 1 م^3 من الخرسانة يتألف من المكونات الآتية:

$1\ m^3 = 0.67 \times (V_C + V_S + V_G)$

Since $V_S = 2 \times V_C$ and $V_G = 4 \times V_C$ (1:2:4) concrete mix

$\therefore\ 1\ m^3 = 0.67 \times (V_C + 2V_C + 4V_C) = 0.67 \times 7 \times V_C$

$\therefore\ V_C = 1 / (0.67 \times 7) = 0.2132\ m^3$

$\therefore\ V_S = 2 \times 0.2132\ m^3 = 0.426\ m^3$

$\therefore\ V_G = 4 \times 0.2132\ m^3 = 0.853\ m^3$

الرمل والحصى يحسبان تجارياً بالمتر المكعب، اما الاسمنت فيحسب تجارياً بالطن او بالاكياس زنة 50 كغم للكيس الواحد (طن الاسمنت المكيس = 20 كيس). كثافة الاسمنت تتراوح بين 1400 الى 1440 كغم \ م^3 بحسب نوع الاسمنت، فإذا افترضناها 1400 كغم \ م^3 فإن وزن الاسمنت المطلوب للخلطة المذكورة اعلاه:

W_C = Weight of cement (kg)

$W_C = V_C \times \gamma_C = 0.2132\ m^3 \times 1400\ kg / m^3 = 298.5\ kg \approx 300\ kg = 6\ bags$

وإذا كان الاسمنت غير مكيس (فَلّ) فتضاف اليه نسبة ضائعات 6-7%.

ضائعات الرمل والحصى تقدر بحوالي 6-9% فإذا افترضناها 7.5% كقيمة وسطية، فإن كمية الحصى والرمل المطلوب تجهيزها للخلطة اعلاه هي:

$V_S = 0.426\ m^3 \times 1.075 = 0.46\ m^3$

$V_G = 0.853\ m^3 \times 1.075 = 0.92\ m^3$

وبنفس الطريقة تحسب كمية المواد لأي نسبة مزج أخرى.

كمية الماء: الماء في بعض مواقع المشاريع قد يكون مكلفاً بسبب عدم توفر الماء المناسب للعمل في موقع المشروع. تحدد نسبة الماء في الخلطة من قبل المصمم وتذكر في المواصفات الفنية وهي تتراوح عادة بين 80% الى 100% من حجم الاسمنت، فإذا كان:

$V_W = V_C$

V_W = Volume of water per 1 m^3 of concrete mix

فيكون للخلطة المذكورة اعلاه:

$V_W = 0.2132\ m^3 \approx 213$ Liters

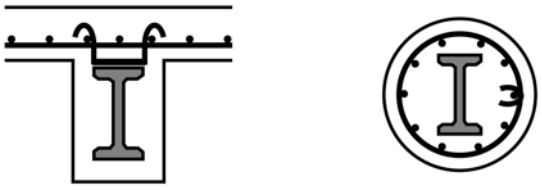
$V_W \approx 50$ Imp. Gallons ≈ 60 US Gallons

القوالب Forms:

تحسب القوالب حسب المساحة السطحية الجانبية والسفلى للخرسانة كما هو موضح في الفقرة 5-4 من الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي.

حديد التسليح Reinforcement Steel للخرسانة المسلحة:

الاعمدة والجسور الخرسانية قد تكون من الخرسانة المسلحة بقضبان التسليح Reinforcement Bars او قد تكون مركبة من مقاطع حديدية وخرسانة مسلحة Composite، وهناك اشكال عديدة من التركيبات وليس هذا محل دراستها ولكن المطلوب هو معرفة كيفية حساب الكميات مهما كان شكل او تصميم المقاطع.



Samples of
Composite Sections

جدول حديد التسليح Reinforcement Bars Schedule:

هو جدول يبين تفاصيل حديد التسليح ليقوم حدادو التسليح بالتقطيع والتعويج على اساسه، وهناك عدة نماذج من هذا النوع من الجداول، اخترنا منه النموذج الآتي:

وصف الجزء الانشائي			وصف قضيب التسليح						العدد الكلي	الطول الكلي (م)
النوع	الرمز	العدد	الرمز	النوع	القطر (ملم)	الطول (م)	الشكل	العدد		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Structural Member			Reinforcement Bars						Total Count	Total Length (m)
Type	Designation	Count	Designation	Kind	ϕ (mm)	Length (m)	Shape	Count		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

في هذا الجدول:

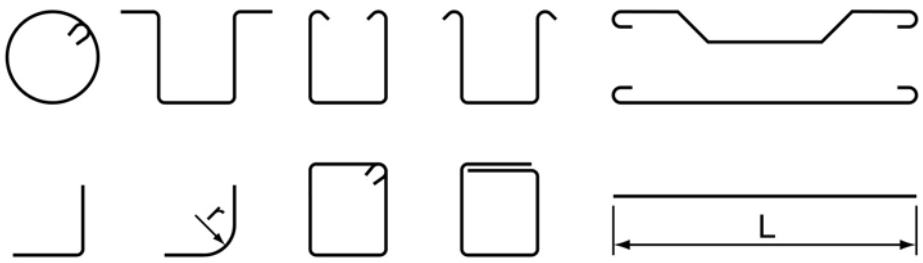
- نوع الجزء الانشائي (العمود 1): عمود، عتبة، سقف، ... الخ (حسب التصنيف الذي سبقت الاشارة اليه في مواضيع سابقة).
- الرمز (العمود 2): رمز الجزء الانشائي. قد تكون هناك عدة اشكال أو احجام من نفس نوع الجزء الانشائي ويكون لكل منها رمز خاص في المخططات التصميمية.
- العدد (العمود 3): العدد الذي يتكرر به الجزء الانشائي ذو الرمز المحدد في عمود (الرمز).
- نوع قضبان التسليح: أملس Plain / محزز Deformed ؛ مطاوع Mild / عالي التحمل للشد High Tensile.
- العدد (العمود 9): العدد الذي يتكرر به هذا القضيب بالرمز والمواصفات المذكورة في ذلك الجزء الانشائي.
- العدد الكلي للقضبان (العمود 10) = العدد الذي يتكرر به الجزء الانشائي (العمود 3) × عدد القضبان المتشابهة في ذلك الجزء الانشائي (العمود 9).
- الطول الكلي (العمود 11) = طول قضيب التسليح ذو مواصفات معينة (العمود 7) × العدد الكلي (العمود 10)
- وباقي الحقول واضحة ...

مثال لكيفية استخدام جدول حديد التسليح:

وصف الجزء الانشائي			وصف قضيب التسليح						العدد الكلي	الطول الكلي (م)
النوع	الرمز	العدد	الرمز	النوع	القطر (ملم)	الطول (م)	الشكل	العدد		
عمود	C-05	10	RB-01	MS-Def.	20	2.0		6	60	120

حساب اطوال قضبان التسليح:

هناك تفاصيل كثيرة للتسليح سنأخذ منها بعض الاشكال البسيطة الشائعة:



تفاصيل انحناءات القضبان تختلف بحسب نوع التصميم، فالتصاميم المبنية على المدونات (الكودات Codes) الامريكية تختلف عن تلك المبنية على المدونات البريطانية. ويمكن استخدام الطريقة الآتية الميسرة لتقدير الاطوال:

Standard Hooks (for anchorage):

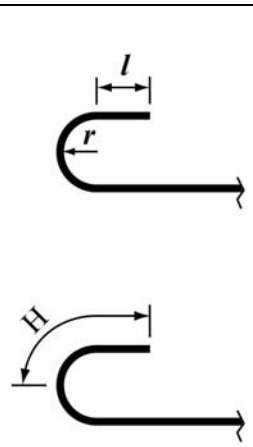
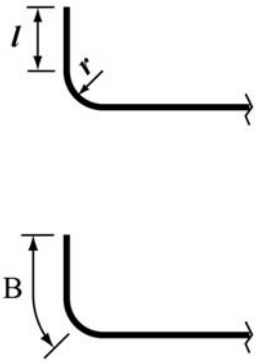
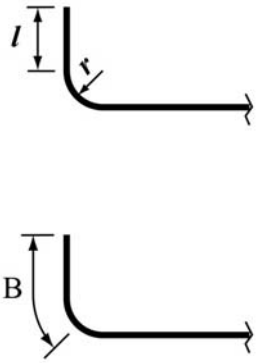
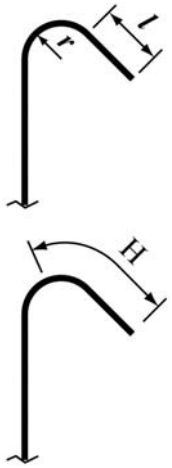
Notes:

1) أطوال اجزاء التثبيت في قضبان التسليح تُحدد من قبل المصمم حسب المدونة التي تم التصميم بموجبها، وفي حالة عدم توفر الاطوال المحددة من قبل المصمم يمكن استخدام الاطوال القياسية المبينة في هذا الفصل.

2) $r \geq r_{min}$

3) r_{min} is to reduce stress concentration at bend point لتقليل تركيز الاجهادات في منطقة الليّ

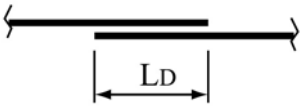
d_b = Bar Diameter

Main Reinforcement		**Stirrups**	
180°	**90°**	**90°**	**135°**
			
$r_{min} = 3d_b \rightarrow 5d_b$	$r_{min} = 3d_b \rightarrow 5d_b$	$r_{min} = 4d_b$	$r_{min} = 4d_b$
$l = 4d_b \geq 60$ mm	$l = 12d_b$	$l = 6d_b \geq 60$ mm	$l = 6d_b \geq 75$ mm
H = $4d_b$ + ¼ circle $H = d_b\left[4 + \frac{1}{4}(2 \times 5 \times \pi)\right]$ $H \approx 12d_b$	B = $12d_b$ + $^1/_8$ circle $B = d_b\left[12 + \frac{1}{8}(2 \times 5 \times \pi)\right]$ $B \approx 12d_b$	$B = H \approx 12d_b$	

Bar Overlap (Development Length) تداخل القضبان:

L_D = Factor × d_b

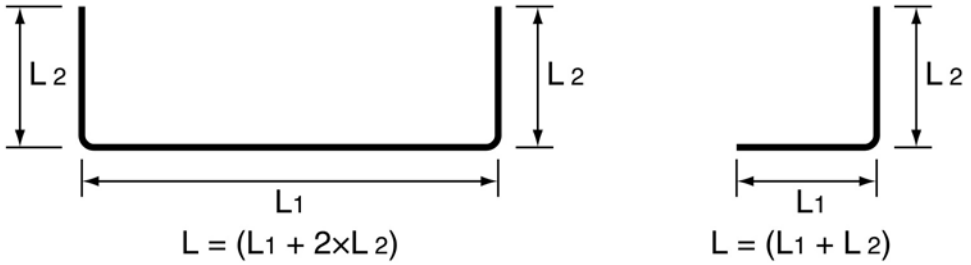
Factor = (20 to 60): According to Tension/Compression, (f_c` and $f_y$), and some other factors. Factor increases for low values of ($f_c$` and f_y) and vice versa.



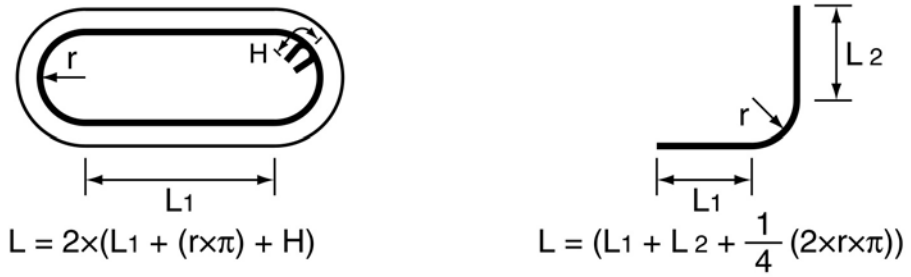
طول تداخل القضبان L_D: هو طول التداخل بين جزئي قضيب تسليح واحد ليعمل الجزءان كقضيب واحد، فعندما لا يكفي طول القضيب القياسي ويحتاج الى استطالة (ليحقق ما هو مطلوب في التصاميم) فسيحتاج الى طول اضافي عن طريق اضافة قضيب آخر على نفس الامتداد، ولتحقيق قيام الجزئين بالعمل كأنهما قضيب واحد يتم وضعهما بصورة متداخلة بالمقدار L_D، وطول التداخل هذا يختلف بحسب مدونة التصميم.

الانحناءات في القضبان إما ان تقع بين جزئين رئيسيين من قضيب التسليح أو تقع بين جزء رئيسي وجزء تثبيت Anchorage Part الذي اما ان يكون كـّلاب Hook أو جزء مستقيم Bend.

فإذا كان الانحناء بين جزئين رئيسيين فيتم تقريبه الى زاوية ذات رأس محدد عند حساب طول القضيب (اي يتم تقريب الاجزاء المنحنية الى استطالات مستقيمة)، ويحسب الطول عن طريق جمع اطوال الاجزاء المستقيمة، كالمثال الآتي:

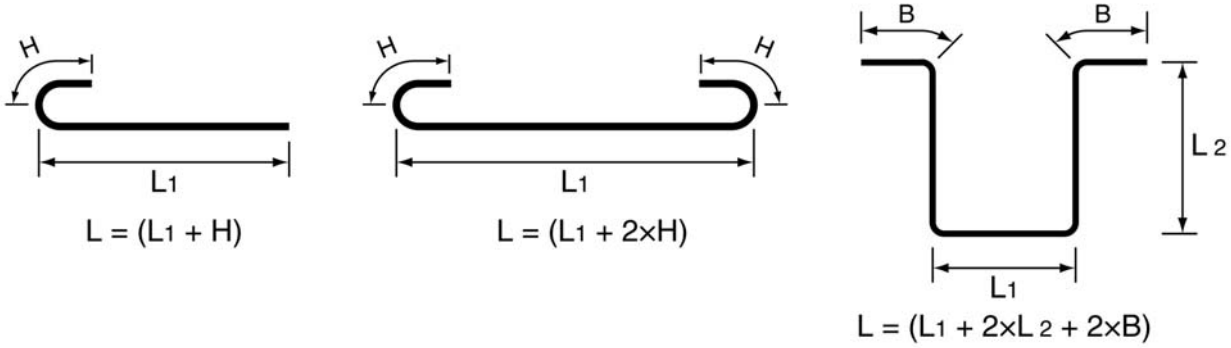


إلا اذا كان الانحناء كبيراً ونصف قطره مؤشر على الرسم، كالمثال الآتي:



ملاحظة: طول اي قوس دائري = نصف القطر × زاوية القوس بالتقدير نصف القطري Radian

واذا كان الانحناء بين جزء رئيسي وجزء تثبيت فيحسب طول الجزء الرئيسي الى منتصف الانحناء، وما تبقى من الانحناء يحسب ضمن جزء التثبيت ((Hook (H) or Bend (B))، كما مبين في النماذج الآتية:



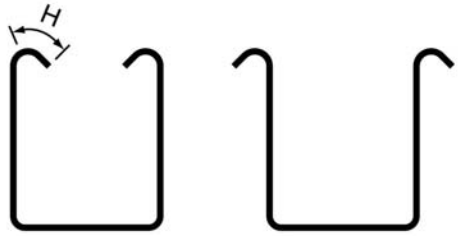
ويمكن افتراض الاطوال التقديرية الآتية لمنحنيات التثبيت H و B كما يأتي:

For main reinforcement, assume: $H = 12\ d_b$ and $B = 16\ d_b$

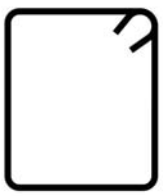
For stirrups, assume $H = B = 12\ d_b$

Where: d_b = bar diameter

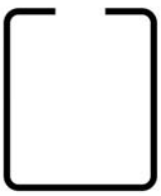
وفيما يأتي نماذج أخرى على نفس السياق (L_1 يمثل الطول الافقي، و L_2 يمثل البعد العمودي):



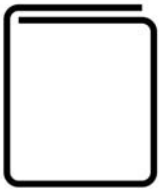
$L = (L_1 + 2\times L_2 + 2\times H)$



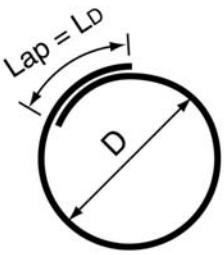
$L = (2\times L_1 + 2\times L_2 + 2\times H)$



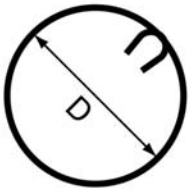
$L = (L_1 + 2\times L_2 + 2\times B)$



$L = (3\times L_1 + 2\times L_2)$



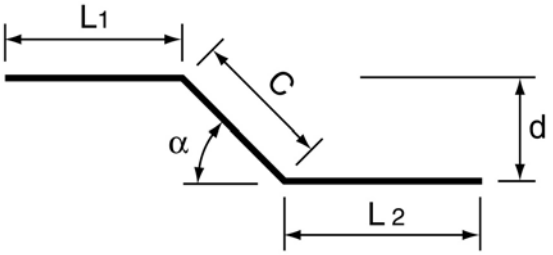
$L = (D\times\pi + L_D)$



$L = (D\times\pi + 2\times H)$

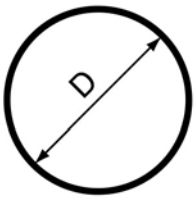
حالات وتفاصيل أخرى:

1) Cranking:

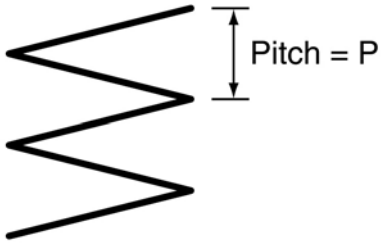


$\alpha = 30°, 45°, \text{or } 60°$

2) Spiral (Helix):



D = Internal Diameter



If $P \leq \frac{D}{5}$ then:

تقرّب الدائرة المائلة الى دائرة افقية ويُحسب الطول بموجب العلاقة الآتية:

$$L = N \times (D + d_b) \times \pi$$

حيث ان: N = عدد اللفات، ويمكن ان يكون عدداً كسرياً.

If $P > \frac{D}{5}$ then calculate inclined lengths (تُحسب الاطوال المائلة)

الغطاء الخرساني الذي يحمي قضبان التسليح يتراوح بين 12 الى 75 ملم (حسب المدونة الامريكية ACI Code فقرة 7.7) وهذا التغير في سمك الغطاء هو بحسب التعرض للماء والاملاح. سمك الغطاء يجب ان يكون محدد في المخططات او ضمن المواصفات الفنية للمشروع.

أوزان قضبان حديد التسليح:

قضبان التسليح تتوفر في اسواق المواد الانشائية بالوزن (طن Tonne)، ولذلك نحتاج الى الكثافة الطولية للحديد لنضربها × أطوال القضبان فنحصل على الوزن المطلوب للتجهيز.

الجدول الآتي يبين الاوزان المذكورة في بعض المصادر لأقطار مختلفة من قضبان حديد التسليح، علماً ان هذه الاوزان قد تتغير قليلاً بحسب المنشأ الذي يقوم بتصنيعها. ضائعات حديد التسليح تقدر بنسبة 4-6%.

قياس قضيب التسليح		الكثافة الطولية
إنج	ملم	كغم \ م.ط
¼	6	0.249
3/8	10	0.561
½	12	0.997
5/8	16	1.555
¾	18	2.238
7/8	22	3.046
1.0	25	3.978

وبعد ان يتم حساب اطوال قضبان التسليح في جدول حديد التسليح وتحديد اوزانها لكل متر طول، يمكن اعداد جدول (خلاصة قضبان التسليح Reinforcement Bars Summary):

ت	القطر	النوع	الوزن النوعي (كغم \ م.ط)	الطول الكلي (م)*	مجموع الاطوال (م)	الوزن (كغم)**

*** الطول الكلي ينقل من جدول حديد التسليح.**

**** الوزن = الوزن النوعي * مجموع الاطوال**

وبعد ان يتم حساب كمية حديد التسليح بالدقة المقبولة، يمكن قسمة الوزن على كمية فقرة الخرسانة المسلحة فنحصل على وزن حديد التسليح لكل وحدة من وحدات الفقرة (كغم \ م^3 أو كغم \ م^2)، ويمكن استخدام هذا الرقم للفقرات المشابهة من حيث تشكيلة حديد التسليح وابعاد المقطع.

وهناك طريقة اخرى للتقدير التقريبي لوزن حديد التسليح في كل متر مكعب من الخرسانة اذا كانت نسبة مساحة حديد التسليح في مساحة المقطع الخرساني معلومة، فإذا كانت:

A_s = معدل مساحة حديد التسليح في المقطع الخرساني

A_c = مساحة المقطع الخرساني

V_s = حجم حديد التسليح في الجزء الخرساني

V_c = حجم الجزء الخرساني

R_s = معدل نسبة مساحة حديد التسليح في مساحة المقطع الخرساني = $\frac{A_s}{A_c}$

وكانت (Rs) معلومة مع افتراض انها لا تتغير على طول المقطع الخرساني، فإن ضرب طرفي هذه النسبة × طول الجزء الخرساني (L) سيؤدي الى:

$$R_s = \frac{A_s \times L}{A_c \times L} = \frac{V_s}{V_c} \qquad \frac{m^3}{m^3}$$

فإذا كان $V_c = 1$ م^3 فإن حجم حديد التسليح $R_s = V_s$ م^3

∴ وزن حديد التسليح في 1 م^3 من الخرسانة = حجم حديد التسليح × كثافة حديد التسليح

= R_s × كثافة حديد التسليح

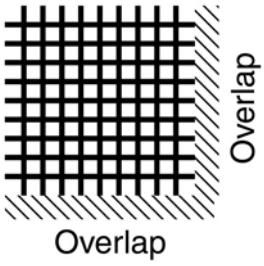
كثافة حديد التسليح للحديد المطاوع Mild Steel = 7850 كغم \ م^3

كثافة حديد التسليح للحديد عالي التحمل High Tensile = 7810 كغم \ م^3

فإذا افترضنا ان معدل الكثافة هو 7830 كغم \ م^3 ، فإن:

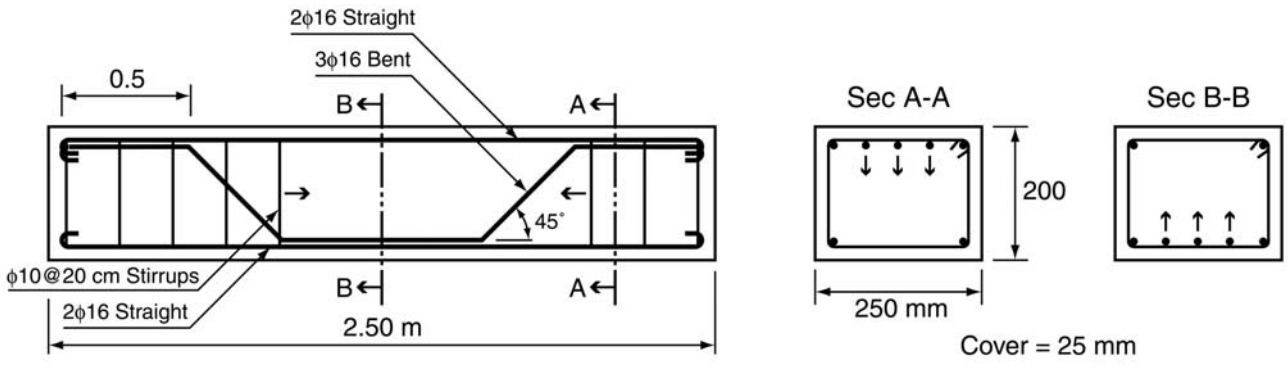
وزن حديد التسليح في 1 م^3 من الخرسانة ≈ R_s × 7830 (كغم)

ملاحظة: عند وضع طبقات مشبك التسليح BRC للسقوف او للتبليط الصلب، يحسب التداخل من جهة واحدة لكل اتجاه كما مبين في الشكل الآتي:



مثال تطبيقي:

عتبة خرسانية مسلحة مسبقة الصب في موقع العمل، خرسانتها ذات نسبة خلط (4:2:1) ومسلحة بحسب التفصيل المبين في المخطط المرفق. احسب: (1) كمية الخرسانة المسلحة لعشرين عتبة متماثلة. (2) كمية المواد اللازمة لانتاج هذا العدد من العتبات. (3) كمية القالب اللازم لصب عتبة واحدة. (4) كمية التسليح لكل م^3 من الخرسانة. (5) كلفة المواد لكل م^3 من الخرسانة اذا كانت اسعار المواد هي: الاسمنت 150,000 دينار للطن، الرمل 25,000 دينار\م^3، الحصى 35,000 دينار\م^3، الحديد 800,000 دينار\طن.



Beam B-01

مثال تطبيقي:

طريق مساحته 1000 م^2 يراد تبليطه بطبقة من الخرسانة صنف C بسمك 20 سم ومسلحة بطبقتين من مشبك تسليح BRC بقطر 8 ملم وبفتحات (20×20) سم. احسب كلفة المتر المربع الواحد من التبليط الخرساني اذا علمت ان:

سعر 1 طن اسمنت = 150,000 دينار، 1 م^3 رمل = 25,000 دينار، 1 م^3 حصى = 35,000 دينار، 1 طبقة BRC = 20,000 دينار. مساحة طبقة BRC = (2×3) م مع تداخل 30 سم من كل جانب، كلفة العمل للتسليح (الحدّاد) = 5,000 دينار لكل طبقة، كلفة صب الخرسانة (اليد العاملة والمعدات) = 30,000 دينار \ م^3.

فقرات بنائية اخرى:

البناء بالطابوق بالمتر المكعب:

الابعاد القياسية للطابوقة هي (230×115×75) ملم ± 3% من اي بُعد، وعندما تضاف المونة بسمك 1 سم يصبح حجم الطابوقة مع المونة = 0.240 × 0.125 × 0.085 = 0.0026 م^3.

∴ عدد الطابوق في 1 م^3 من البناء بالطابوق والمونة = 1 ÷ 0.0026 = 385 طابوقة.

يضاف اليها ضائعات بنسبة 10-15% (تلفيات نقل وعمل) فيصبح العدد 420-450 طابوقة لكل م^3.

ملاحظة: الطابوق غير القياسي المنتج في العراق من قبل بعض المعامل الاهلية حجمه اصغر قليلاً من الطابوق القياسي، ويكون عادة بابعاد (230×110×70) ملم وعليه يكون حجمها مع المونة هو 0.0023 م^3 ويكون عدد الطابوق في 1 م^3 من البناء هو 435 طابوقة ومع الضائعات يُحسب 450 طابوقة لكل م^3 من البناء الطابوقي.

البناء بالطابوق بالمتر المربع:

القواطع الطابوقية بسمك 12 سم، والسقوف بالعقادة الطابوقية تحسب بالمتر المربع.

مساحة وجه الطابوقة الظاهر في سطح القاطع (مع المونة) = 0.240 × 0.085 = 0.0204 م^2.

∴ عدد الطابوق في 1 م^2 من مساحة القاطع الطابوقي = 1 ÷ 0.0204 = 49 طابوقة.

يضاف اليها 10-15% ضائعات فيصبح العدد 54-57 طابوقة قياسية.

وبنفس الطريقة يحسب الطابوق في العقادة للسقوف.

مونة الاسمنت مع الرمل Cement-Sand Mortar:

عند خلط الاسمنت مع الرمل فإنه يتداخل بنسبة حوالي 25% فيكون حجم الخليط ≈ 75% من مجموع حجوم المواد الاولية.

$V = 0.75 (V_S + V_C)$

Where:

V = حجم مونة الاسمنت مع الرمل

V_S = حجم الرمل

V_C = حجم الاسمنت

فإذا كانت نسبة الخلط (سمنت:رمل) هي (3:1)، فيكون:

$V_S = 3 \times V_C$

$\therefore V = 0.75 \times (3V_C + V_C)$

$\therefore V_C = (V / 3)\ m^3\ ;\ V_S = 3V_C = V\ m^3$

فإذا اعتبرنا ان كثافة الاسمنت هي 1400 كغم \ م^3:

W_C = Weight of cement (kg) = $(V / 3) \times 1400$

وتضاف الى الكميات المحسوبة نسبة من الضائعات للحصول على الكمية النهائية المطلوبة للتجهيز.

1) مونة الاسمنت مع الرمل في بناء الطابوق بالمتر المكعب:

حجم الطابوقة بدون مونة = $0.230 \times 0.115 \times 0.075 = 0.002$ م^3

حجم الطابوق في 1 م^3 من البناء الطابوقي = $385 \times 0.002 = 0.770$ م^3

حجم المونة في 1 م^3 من البناء الطابوقي = $1 - 0.77 = 0.23$ م^3 = V

يعوّض هذا الرقم في المعادلات أعلاه للحصول على كمية الاسمنت والرمل لكل 1 م^3 من البناء الطابوقي.

2) مونة الاسمنت مع الرمل في بناء الطابوق بالمتر المربع (للقواطع والعقادة):

حجم 1 م^2 من بناء القواطع = $1 \times 0.115 = 0.115$ م^3

حجم الطابوق في 1 م^2 من بناء القواطع = $49 \times 0.002 = 0.098$ م^3

حجم مونة الاسمنت مع الرمل في 1 م^2 من بناء القواطع = $0.115 - 0.098 = 0.017$ م^3 = V

يعوّض هذا الرقم في المعادلات أعلاه للحصول على كمية الاسمنت والرمل لكل 1 م^2 من البناء الطابوقي للقواطع وسقوف العقادة.

3) مونة الاسمنت مع الرمل في اللبخ:

حجم 1 م^2 من اللبخ بمونة الاسمنت مع الرمل = 1 × معدل سمك اللبخ

فإذا كان معدل سمك اللبخ هو 2 سم، فإن حجم مونة الاسمنت مع الرمل = 0.02 م^3 = V

يعوّض هذا الرقم في المعادلات أعلاه للحصول على كمية الاسمنت والرمل لكل 1 م^2 من اللبخ.

أمثلة رقمية لمونة الاسمنت مع الرمل بنسبة خلط (3:1):

1) لبناء طابوق بسمك 24 سم: كمية الرمل = 0.23 م^3 + ضائعات 6-9% ≈ 0.25 م^3.

كمية الاسمنت = $(0.23 \setminus 3) \times 1400 = 108$ كغم ≈ 110 كغم (كمية الضائعات عند استخدام الاكياس قليلة جداً).

2) لبناء القواطع الطابوقية بسمك 12 سم: كمية الرمل = 0.017 م^3 + ضائعات 6-9% ≈ 0.018 م^3.

كمية الاسمنت = $(0.017 \setminus 3) \times 1400 = 8$ كغم \ م^2 من بناء القواطع الطابوقية.

3) عند اللبخ بسمك 2 سم: كمية الرمل = 0.02 م^3 + ضائعات 6-9% ≈ 0.022 م^3.

كمية الاسمنت = $(0.02 \setminus 3) \times 1400 = 9.33$ كغم ≈ 10 كغم \ م^2 من اللبخ.

كمية الجص في فقرة بياض الجدران:

اذا كان معدل سمك البياض هو 2 سم فإن حجم 1 م^2 من البياض = $1 \times 0.02 = 0.02$ م^3

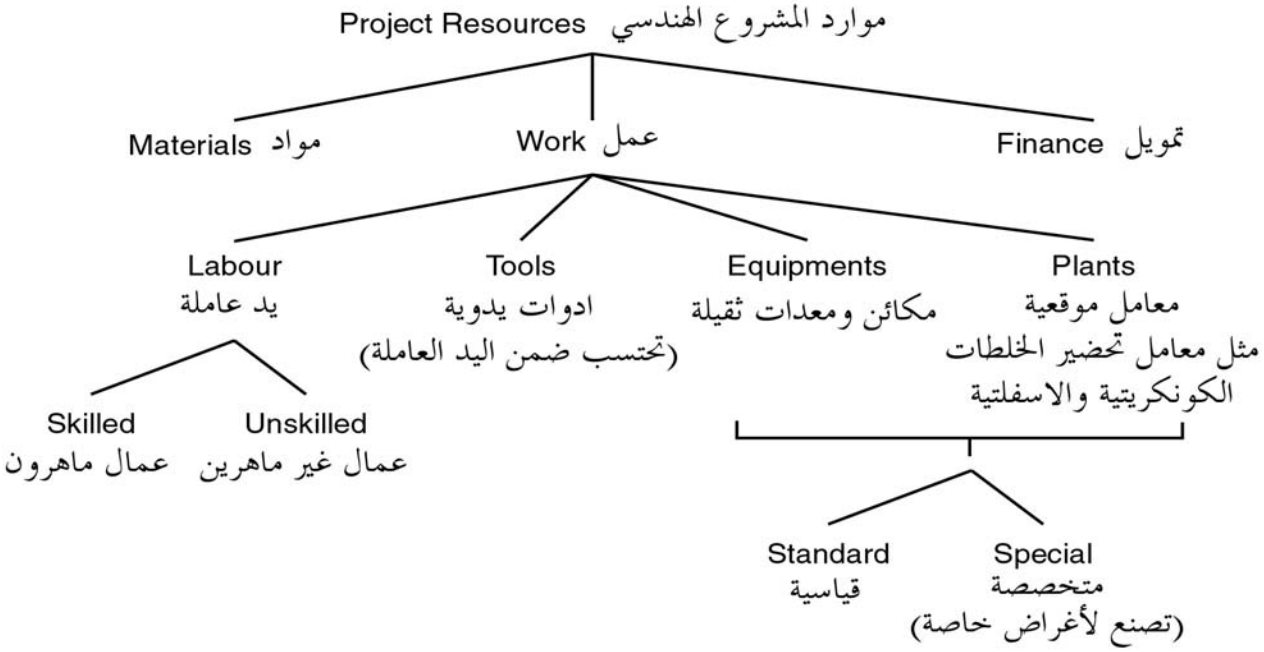
يفقد الجص عادة 10% من حجمه بعد خلطه مع الماء، وكثافة الجص = 1275 كغم \ م^3.

∴ وزن الجص لحجم 0.02 م^3 = $1275 \times 0.02 \times 1.10 = 28$ كغم \ م^2 من البياض.

تضاف نسبة ضائعات 10-15% فتصبح الكمية حوالي 30 كغم \ م^2 من البياض.

ادارة معدات التشييد:

المعدات الانشائية هي احد موارد المشروع الهندسي التي يمكن بيانها في المخطط الآتي:



المبادئ التي سيتضمنها هذا الموضوع تنطبق على المعدات الثقيلة والمعامل الموقعية وسنصطلح عليها جميعاً بتعبير معدات التشييد او المكائن الانشائية.

هذا نوع من أنواع تقسيمات المكائن الانشائية الثقيلة، وقد تقسم على تقسيمات اخرى مثل كونها ثابتة ومتحركة، والمتحركة على عدة انواع: فمنها المسرّفة (المجنزرة) Crawler، والمدولبة (على اطارات مطاطية)، وقد تسير على اسطوانات حديدية (كبعض انواع الحادلات)، وقد تسير على سكة. وهناك أنواع اخرى من التقسيمات.

العوامل المؤثرة في اختيار معدات التشييد:

الهدف من عملية اختيار المكائن المناسبة لعمل هندسي معين هو تحقيق البرمجة الزمنية والمالية للمشروع وانجاز العمل بالنوعية المطلوبة، وبتعبير آخر: انجاز المشروع ضمن الكلفة المحددة والوقت المحدد وبالمواصفات المطلوبة. لذلك ستتم دراسة معدات التشييد من حيث:

1) التكاليف: وهي تكاليف المعدات في وحدة الزمن.
2) الانتاجية: وهي عدد الوحدات التي تنتجها الماكنة في وحدة الزمن.

الانتاجية تدخل في حساب التكاليف وفي حساب مدة الفعالية، حيث ان:

$$\text{كلفة الماكنة لوحدة العمل} = \frac{\text{كلفة الماكنة لوحدة الزمن}}{\text{انتاجية الماكنة}}$$

$$\text{مدة الفعالية} = \frac{\text{كمية فقرة العمل}}{\text{انتاجية فريق العمل (اليد العاملة + المعدات)}}$$

3) الاداء: وهو اختيار الماكنة المناسبة للقيام بالوظيفة المطلوبة.

هذه العوامل الثلاثة هي العوامل الاساسية المؤثرة على اختيار الماكنة لتنفيذ العمل الهندسي.

كيفية الحصول على الماكنة:

يمكن الحصول على الماكنة عادة بواحد من أربعة اساليب:

1) شراء (امتلاك) الماكنة Purchasing.
2) استئجار الماكنة: الاستئجار يمكن ان يكون قصير الامد Renting أو طويل الامد Leasing.
3) استئجار الماكنة مع امكانية شرائها بعد الاستئجار (استئجار لمدة محددة ثم الشراء).
4) احالة العمل المتعلق بالماكنة الى مقاول ثانوي (مقاول من الباطن Sub-Contractor) يمتلك تلك الماكنة.

ولكل أسلوب من هذه الاساليب الاربعة طريقته الخاصة في حساب تكاليف الماكنة. وعند الاختيار بين هذه البدائل يؤخذ بنظر الاعتبار الكلفة الاقل والانتاجية الاعلى والاداء الاحسن.

مفاهيم اساسية:

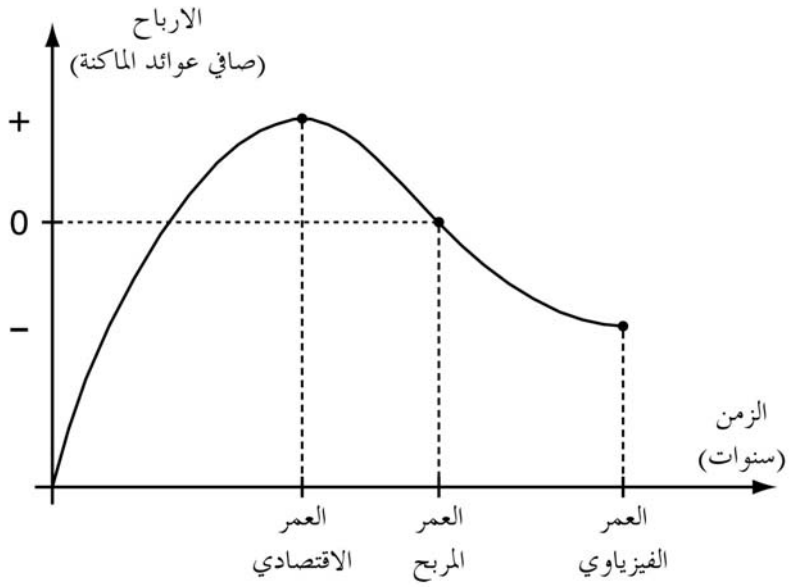
عمر الماكنة Equipment Life:

لأجل حساب تكاليف الماكنة نحتاج الى معرفة العمر الذي سيمكن فيه الاستفادة من الماكنة، ويسمى هذا العمر بالعمر النافع Useful Life، وهو العمر الذي تؤدي فيه الماكنة عملاً نافعاً لمالكها، وينتهي عندما تتوقف الماكنة عن تحقيق هذه المنفعة.

وهناك مجموعة من الاعتبارات تحدد العمر النافع للماكنة، حيث ان هناك ثلاثة اعمار معتبرة للمكائن، هي:

1) العمر الفيزياوي Physical Life: وهو العمر الذي تكون فيه الماكنة منتجة بغض النظر عن كون انتاجها مربحاً ام لا، وبعده تصبح الماكنة غير منتجة وتصبح مجرد قطعة خردة Scrap، وتكون قيمتها في نهاية هذا العمر هي قيمة الخردة Scrap Value وقد تكون حينئذ لا قيمة لها.
2) العمر المربح Profit Life: وهو العمر الذي تكون خلاله الماكنة منتجة ويكون انتاجها مربحاً، أي ان عوائد عملها اكبر من التكاليف.
3) العمر الاقتصادي Economical Life: وهو العمر الذي تحقق فيه الماكنة اقصى ارباحها، وبعده تأخذ أرباحها بالتناقص حيث يكون انتاجها مربحاً ولكن بمعدل متناقص.

هذه الاعمار الثلاثة يمكن تمثيلها بالشكل البياني الآتي:



العمر النافع للماكنة يمكن ان يكون أياً من هذه الاعمار بحسب وجهة نظر مالك الماكنة. وبعد انتهاء العمر النافع تصبح قيمة الماكنة هي القيمة التي يمكن ان تباع بها وتسمى (القيمة الاستردادية Salvage Value)، وفي بعض الحالات قد تكون هذه القيمة صفراً.

يمكن تحديد العمر الفيزياوي من خلال دليل الماكنة حيث يحدد المصنِّع عادة عدد ساعات التشغيل التي تتحملها قطع الماكنة، ولكن هذا العمر قد يختلف حتى لنفس الطراز من المكائن بحسب مستوى الاعتناء بها الذي يشمل التنظيف والصيانة الدورية والخزن الجيد. أما الاعمار الاخرى فلا يمكن تقديرها الا من خلال مسك سجلات تثبت فيها تكاليف وعوائد الماكنة، كما يمكن تقدير العمر من خلال ملاحظة سجلات لمكائن مشابهة.

اندثار الماكنة Equipment Depreciation:

اندثار الماكنة: هو تناقص قيمة الماكنة نتيجة الاستهلاك او التقادم.

ويحسب الاندثار كمبلغ سنوي يعبر عن الانخفاض في قيمة الماكنة خلال كل سنة من سني عمرها النافع، وتكون قيمتها في نهاية عمرها النافع نتيجة هذا التناقص هي قيمة الاسترداد Salvage Value.

القيمة السنوية للماكنة بعد استثناء مقدار اندثارها يسمى (القيمة الدفترية Book Value) وهي القيمة المثبتة في السجل المالي للماكنة (دفتر الماكنة). القيمة الدفترية للماكنة في نهاية السنة (0) هي الكلفة الاولية للماكنة Initial Cost (IC or P) وهذه القيمة تكون معلومة عادة، والقيمة الدفترية في نهاية عمرها النافع (نهاية السنة n) هي القيمة الاستردادية Salvage Value (S) وهذه القيمة يمكن تقديرها من مراجعة سجلات مكائن مشابهة او من خلال الخبرة.

فإذا كان العمر النافع = n من السنوات، فلأي سنة k (بحيث ان $1 \le k \le n$):

d_k = Depreciation at year (k) only

D_k = Cumulative depreciation from year (1) to year (k)

$D_k = d_1 + d_2 + \ldots + d_k = \sum_{i=1}^{k} d_i$

BV_k = Book Value at year (k)

$BV_k = P - D_k = BV_{(k-1)} - d_k$

توجد عدة طرائق لحساب قيمة اندثار الماكنة (d_k) سبق دراستها في منهج الاقتصاد الهندسي، أهمها أربع طرائق هي:

1) طريقة الخط المستقيم Straight Line Method (SL).
2) طريقة جمع ارقام السنوات Sum-of-years-digits Method (SOYD).
3) طريقة موازنة الانخفاض المزدوج Double Declining Balance Method (DDB).
4) طريقة التمويل المطفأ Sinking Fund Method.

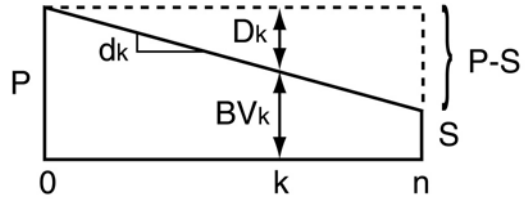
الطرائق الثلاث الاولى هي طرق محاسبية اي لا تأخذ بنظر الاعتبار القيمة الزمنية للنقود، والطريقة الرابعة هي طريقة اقتصادية تأخذ القيمة الزمنية للنقود بنظر الاعتبار، وتعتمد اسلوب التدفقات النقدية المخصومة

Discounted Cash-Flows بنسبة فائدة Interest Rate مقدارها (i%) كما سبق دراسته في منهج الاقتصاد الهندسي. ولكون حساب اندثار معدات التشييد هو جزء من حسابات اكبر واوسع، سنقتصر على استخدام طريقة الخط المستقيم لحساب الاندثار لكونها تعطي قيمة سنوية ثابتة للاندثار مما يسهل حساب التكاليف السنوية لامتلاك الماكنة.

ملاحظة: اطارات المكائن الثقيلة لها كلفة معتبرة وعمرها يختلف عن عمر الماكنة، ولذلك فإن كثيراً من المصادر تتعامل مع الاطارات كموجودات مستقلة عن الماكنة عند اجراء حسابات الاندثار، وفي هذه الحالة تطرح قيمة الاطارات من الكلفة الاولية الماكنة ويُحتسب اندثار الماكنة بدون الاطارات، ثم يتم حساب كلفة الاطارات بصورة مستقلة ضمن تكاليف تشغيل الماكنة.

حساب اندثار الماكنة بطريقة الخط المستقيم:

تفترض هذه الطريقة ان قيمة الماكنة تتناقص بصورة منتظمة خلال سني عمرها النافع.



dk = (ميل الخط المستقيم) الاندثار السنوي

= قيمة ثابتة = d

$$d_k = \text{constant} = d = \frac{P - S}{n}$$

$$D_k = \sum_{i=1}^{k} d_i = d \times k = \frac{P - S}{n} \times k$$

$$BV_k = P - D_k$$

For Example: P = \$42,000 ; S = 2,000 ; n = useful life = 10 years ; Find D_6 ; BV_6.

Solution: $d = \frac{42,000 - 2,000}{10} = \$4,000 = \text{Annual Depreciation}$

$D_6 = d \times k = 4,000 \times 6 = \$24,000$

$BV_6 = P - D_6 = 42,000 - 24,000 = \$18,000$

معدل قيمة الماكنة Average Value of Equipment:

وهو معدل القيمة الدفترية للماكنة خلال عمرها النافع، ويحسب عن طريق جمع القيم الدفترية للماكنة خلال عمرها النافع (من السنة 0 الى السنة n) وقسمة المجموع على (n). ويرمز لمعدل قيمة الماكنة ($\overline{P}$).

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=0}^{n} BV_i}{n}$$

ملاحظة: سبقت الاشارة الى ان المكائن الثقيلة المدولبة (المحمولة على اطارات) قد يُحسب اندثارها بدون الاطارات ثم تضاف كلفة الاطارات ضمن تكاليف التشغيل، ولكن عند حساب معدل قيمة الماكنة يجب ان تكون القيمة الدفترية شاملة لقيمة الاطارات لأن معدل قيمة الماكنة يعبر عن قيمة الماكنة ككل واحد لا يتجزأ.

على سبيل المثال: اذا كانت القيمة الاولية للماكنة = 100,000$ وعمرها النافع 5 سنوات وقيمتها الاسترادادية = صفر، وتم حساب الاندثار بطريقة الخط المستقيم، فإن:

Year (k)	D_k	BV_k
0	---	100,000
1	20,000	80,000
2	40,000	60,000
3	60,000	40,000
4	80,000	20,000
5	100,000	0
		Σ=300,000

$$\overline{P} = 300{,}000 \div 5 = \$60{,}000$$

ملاحظة: اذا كانت الماكنة مدولبة فإن (D_k) يجب ان تكون محسوبة للماكنة كلها مع الاطارات.

ويلاحظ هنا ان القيمة الدفترية للماكنة عند حساب الاندثار بطريقة الخط المستقيم تتغير بصورة خطية خلال عمرها النافع، وعليه يمكن حساب معدل قيمة الماكنة (عندما يُحسب الاندثار بطريقة الخط المستقيم) باستخدام المعادلة الآتية:

$$\overline{P} = \frac{P(n+1) + S(n-1)}{2n}$$

فللمثال السابق:

$$\overline{P} = \frac{100{,}000 \times (5+1) + 0 \times (5-1)}{2 \times 5} = \frac{600{,}000}{10} = \$60{,}000$$

معامل التشغيل (*f* Operating Factor (OF or:

هو نسبة الاستفادة من الماكنة، وتنتج قيمته من حاصل ضرب معاملين هما: معامل المحرك ومعامل الوقت.

معامل المحرك: هو نسبة الاستفادة من القدرة الحصانية للماكنة حيث ان الماكنة لا تعمل بكامل قدرتها الحصانية الا في جزء يسير من دورة العمل، اما حركتها في باقي دورة العمل فتحتاج فيها الى قدرة أقل من قدرتها الحصانية.

فعلى سبيل المثال: اذا كانت مدة دورة العمل لمجرفة آلية Shovel هي 20 ثانية، والماكنة تحتاج في 4 ثواني منها الى كامل قدرتها الحصانية، وفي الـ 16 ثانية المتبقية تحتاج الى نصف قدرتها الحصانية فقط، فإن:

معامل المحرك = $(4 \setminus 20) \times 1.0 + (16 \setminus 20) \times 0.5 = 12 \setminus 20 = 0.60$

معامل الوقت: هو نسبة وقت العمل الفعلي الى وقت العمل الكلي، فإذا كانت الماكنة تعمل فعلياً بمقدار 45 دقيقة في الساعة فإن معامل الوقت = $45 \setminus 60 = 0.75$

معامل التشغيل = معامل المحرك × معامل الوقت

فللمثال اعلاه: معامل التشغيل = $0.60 \times 0.75 = 0.45$

تكاليف معدات التشييد Costs of Construction Equipments:

في كل مشروع انشائي تؤثر تكاليف معدات التشييد على:

1) تسعير فقرات الاعمال.
2) الموازنة المالية للمشروع (التدفقات النقدية للمشروع خلال فترة التنفيذ).

وتقسم تكاليف معدات التشييد الى قسمين رئيسيين:

1) تكاليف الحصول على الماكنة (عن طريق الامتلاك او الاستئجار):

لا ترتبط هذه التكاليف بحجم العمل المراد انجازه او ساعات العمل، فهذه التكاليف تتحقق حتى لو لم يكن هناك عمل تنجزه الماكنة خلال وقت امتلاكها او استئجارها، وفي حالة الامتلاك فإن هذه التكاليف تتضمن تكاليف الصيانة الرئيسية لان هذه الصيانة هي مسؤولية مالك الماكنة وقد تتطلب مبالغ كبيرة نسبياً. وتكون تكاليف الحصول على الماكنة عادة تكاليف سنوية او شهرية او اسبوعية.

2) تكاليف التشغيل والصيانة التشغيلية ويعبر عنها بالتكاليف التشغيلية:

ترتبط هذه التكاليف بساعات العمل الفعلي للماكنة، ولذلك فهي تحسب لكل ساعة عمل.

ولأجل توحيد التكاليف يتم تحويل تكاليف الحصول على الماكنة من تكاليف سنوية او شهري او اسبوعية الى تكاليف لكل ساعة عمل من خلال قسمتها على عدد ساعات العمل خلال تلك الفترة الزمنية.

وفي حالة عدم وجود سجلات لعدد ساعات العمل فيمكن تقديرها بالقيم المتعارفة الآتية:

عدد ساعات العمل في السنة حوالي 2000 ساعة عمل، عدد ساعات العمل في الشهر حوالي 175 ساعة، وعدد ساعات العمل في الاسبوع حوالي 40 ساعة.

تكاليف الماكنة (عدا كلفة الشراء) هي تكاليف تقديرية فلا يمكن حسابها بصورة دقيقة لكثرة المتغيرات التي تؤثر فيها، فإذا لم تكن هناك سجلات سابقة فيجب احتساب قيم تقديرية لعمر الماكنة وقيمتها الاستردادية ولتكاليف الصيانة والتشغيل التي تشمل الوقود وزيت التزليق وقطع الغيار وغيرها. وعلى كل حال فطرائق الحساب الموجودة تعطي تقديرات قريبة بالقدر الذي يمكن الاعتماد عليه في تخمين التكاليف.

حساب تكاليف الماكنة:

تختلف تفاصيل كلفة الماكنة باختلاف مصادر الحصول على الماكنة:

1) في حالة الشراء: التكاليف = كلفة الشراء + كلفة التشغيل والصيانة.
2) في حالة الاستئجار: التكاليف = كلفة الاستئجار + كلفة التشغيل والصيانة التشغيلية خلال فترة الاستئجار (ولا تشمل الصيانة الرئيسية التي يتحملها مالك الماكنة الذي تمت عملية الاستئجار منه).
3) في حالة استئجار الماكنة مع امكانية شرائها بعد فترة الاستئجار: التكاليف = كلفة الاستئجار + كلفة الامتلاك للعمر المتبقي بعد الشراء + كلفة التشغيل والصيانة لمجموع المدتين.
4) في حالة احالة العمل المتعلق بالماكنة الى مقاول ثانوي: التكاليف = كلفة العقد مع المقاول الثانوي، وفي هذه الحالة سيتحمل المقاول الثانوي كافة تكاليف الماكنة.

تكاليف الحصول على الماكنة:

تكاليف امتلاك الماكنة Ownership Costs:

عند شراء الماكنة يتحمل مالك الماكنة التكاليف الآتية:

1) كلفة الشراء: وهي كلفة الماكنة واصلة الى مخزن المشتري، وتشمل (اضافة الى سعر الشراء الاصلي) تكاليف الشحن والتركيب. وتسمى هذه الكلفة بالكلفة الاولية Initial Cost. ويتم احتساب هذه الكلفة ككلفة سنوية من خلال تحويلها الى اقساط الاندثار السنوي.
2) كلفة الاستثمار Investment Cost: وهي الكلفة السنوية التي تنتج من احدى الحالتين الآتيتين: فأما ان يكون مالك الماكنة لا يملك النقد اللازم للشراء فإنه سيحتاج الى الاقتراض، وسيؤدي تسديد القروض الى كلفة اضافية تتمثل بالفوائد على القروض الاستثمارية. وأما ان يكون المالك حائزاً للنقد اللازم للامتلاك فستتسبب عملية الشراء في ضياع فرصة بديلة لاستثمار هذه الاموال في مشاريع اخرى.
تحسب كلفة الاستثمار كنسبة مئوية من (معدل قيمة الماكنة) وتساوي هذه النسبة عادة نسبة الفائدة التي تحتسبها المصارف على القروض Investment Rate. وقد تتراوح عادة بين (2%) الى (10%) وقد تكون اقل او اكثر من ذلك في بعض الحالات.

كلفة الاستثمار = نسبة معدل الفائدة المصرفية × معدل قيمة الماكنة $(\overline{P})$

3) تكاليف التأمين والضرائب والخزن Insurance, Tax, and Storage: وهي تكاليف سنوية تفصيلها كالآتي:
كلفة التأمين: وهي الاقساط السنوية للتأمين على الماكنة ضد حالات السرقة او الحريق او الحوادث او غير ذلك، وقد تكون عملية التأمين الزامية بحسب قوانين بعض الدول.
كلفة الضريبة: وهي كلفة مالية سنوية يفرضها قانون الدولة، حيث تؤخذ ضريبة على بعض الموجودات الاستثمارية كرخصة قانونية لاستغلال الماكنة في عمل تجاري ذي ربحية.
كلفة الخزن: هي كلفة مكان الايواء وتشمل الحراسة واجرة العاملين المسؤولين عن تنظيف الماكنة والحفاظ عليها.
هذه التكاليف الثلاثة يمكن ان تُقدَر مجتمعة كنسبة مئوية من معدل قيمة الماكنة (مثل كلفة الاستثمار) ويتراوح مجموع النسب الثلاثة عادة من (4%) الى (10%) من معدل قيمة الماكنة.
4) كلفة الصيانة الرئيسية Major Maintenance: وتشمل عمليات الصيانة الرئيسية غير المرتبطة بالتشغيل مثل تبديل محرك الماكنة او برج الرافعة ونحو ذلك، وتحسب هذه الكلفة كنسبة مئوية من الاندثار السنوي للماكنة، وقد تتراوح عادة بين 50% الى 120% من الاندثار السنوي للماكنة.

هذه التكاليف الاربعة هي تكاليف سنوية ثابتة Fixed Costs لأنها لا ترتبط بتشغيل الماكنة.

كلفة استئجار الماكنة:

كلفة استئجار الماكنة هي ايضاً كلفة ثابتة وقد تكون سنوية او شهرية او اسبوعية او حتى يومية. ولا يتحمل المستأجر (المستفيد من الماكنة) شيئاً من تكاليف الامتلاك.

كلفة استئجار الماكنة ثم شرائها بعد الاستئجار:

في هذه الحالة يتم استئجار الماكنة لفترة محددة يتحمل المالك خلالها تكاليف الامتلاك ويتحمل المستأجر (المستفيد من الماكنة) خلالها تكاليف الاستئجار، ثم قد يرغب المستأجر (بعد انتهاء فترة الاستئجار) بشراء الماكنة من مالكها، فيتم في هذه الحالة استقطاع مبلغ (يمثل نسبة من مجموع مبلغ الاستئجار المدفوع) من ثمن الماكنة، هذا المبلغ يتراوح عادة بين (80%) الى (90%) من مجموع اقساط الاستئجار المدفوعة، وبهذا يصبح المستأجر هو المالك الجديد للماكنة ويتحمل تكاليف امتلاكها لما تبقى من عمرها النافع. وبذلك يكون المالك الجديد للماكنة قد دفع ثمنها الحالي + نسبة (10-20%) من مبلغ الاستئجار، ولا تشكل هذه الزيادة خسارة للمالك الجديد لأنه خلال فترة الاستئجار لم يكن مسؤولاً عن تكاليف امتلاك الماكنة مثل الفوائد والضرائب والتأمين.

وفي هذه الحالة تحسب كلفة الاستئجار مضافاً اليها كلفة الامتلاك لما تبقى من عمر الماكنة، وتبقى كلفة الصيانة الرئيسية على حالها خلال ما تبقى من عمر الماكنة وتحتسب كنسبة من الاندثار المحسوب للعمر الكلي للماكنة وليس للعمر المتبقي بعد الاستئجار.

مثال تطبيقي:

مقلعة مجنزرة (مسرّفة) Crawler Bulldozer يحتاجها مقاول لديه عقود تتضمن اعمال ترابية لعدة سنوات يحتاج فيها الى مثل هذه المقلعة وتتوفر لديه ثلاثة خيارات. الخيار الاول: شراء الماكنة بمبلغ $93,000 وقدّر ان عمرها النافع سيكون 7 سنوات يمكن بعدها بيع الماكنة بمبلغ $9,000 وأن المعدل السنوي للصيانة الرئيسية يقدر بنسبة 100% من اندثارها السنوي. معدل الفائدة المصرفية = 4%، وتكاليف التأمين والضرائب والخزن السنوية تقدر بنسبة 8% من معدل قيمة الماكنة. الخيار الثاني: استئجار الماكنة بمبلغ $4,400 شهرياً. والخيار الثالث استئجار الماكنة لمدة 18 شهر ثم شراؤها بعد تخفيض سعرها بنسبة 90% من مبلغ الاستئجار المدفوع. أي الخيارات افضل؟

تكاليف التشغيل والصيانة التشغيلية Operating and Maintenance Costs:

وهي التكاليف التي ترتبط بالعمل الفعلي للماكنة، وتتألف عادة من الفقرات الآتية:

1) تكاليف الصيانة التشغيلية Minor (Operating) Maintenance: وتشمل هذه الصيانة تبديل المواد الاستهلاكية Consumables التي تستهلك عادة بكثرة اثناء العمل مثل المصافي (الفلاتر) والانابيب المطاطية (الصوندات) واحزمة نقل الحركة (القوايش) ونحوها. الصيانة التشغيلية تحسب ضمن كلفة المواد الاستهلاكية كالوقود وزيت التزليق كما سيأتي في الفقرات اللاحقة.

2) كلفة المواد الاستهلاكية Consumables Cost: وتشمل كلفة الوقود Fuel وزيت التزليق Lubricating Oil، وتشمل معادلات حساب تكاليف الوقود وزيت التزليق تكاليف المواد الاستهلاكية الاخرى مثل المصافي والانابيب المطاطية واحزمة نقل الحركة ونحوها. كلفة الوقود وزيت التزليق تحسب لكل ساعة عمل.

حساب كلفة الوقود: المكائن الانشائية التي تحتاج الى وقود اما ان تعمل بالبنزين (الكازولين) Benzene (Gasoline) او تعمل بزيت الغاز (وقود الديزل) Gas-Oil، وتشمل هذه الكلفة كلفة مصافي الوقود وبعض المواد الاستهلاكية المرتبطة باستهلاك الوقود، وبصورة عامة:

كلفة الوقود المستهلك في الساعة الواحدة = كمية الوقود المستهلك بالساعة (لتر) × سعر اللتر من الوقود

كمية الوقود \ ساعة = القدرة الحصانية الفعلية للماكنة × معامل التشغيل × معامل استهلاك الوقود

معامل استهلاك الوقود = 0.23 للمكائن التي تعمل بالبنزين

= 0.15 للمكائن التي تعمل بزيت الغاز

فمثلاً اذا كانت القدرة الحصانية للماكنة هي 100 حصان، وكان معامل التشغيل = 0.5، فإذا كانت الماكنة تعمل بالبنزين فإن كمية الوقود المستهلك بالساعة = 100 × 0.5 × 0.23 = 11.5 لتر\ساعة

واذا كانت تعمل بزيت الغاز فإن كمية الوقود المستهلك بالساعة = 100 × 0.5 × 0.15 = 7.5 لتر\ساعة.

حساب كلفة زيت التزليق: تشمل كلفة زيت التزليق الزيت الذي تستهلكه الماكنة خلال ساعة من تشغيلها اضافة الى بعض المواد الاستهلاكية المرتبطة باستهلاك زيت التزليق.

كلفة الزيت المستهلك في الساعة الواحدة = كمية الزيت المستهلك بالساعة (لتر) × سعر اللتر من الزيت

فإذا كانت كمية الزيت المستهلك \ ساعة = q، فإن:

$$q = \frac{c}{t} + (0.003 \times hp \times OF)$$

حيث ان : c = سعة حوض المحرك (لتر)

t = الزمن بالساعات بين عمليات تبديل زيت المحرك (عادة حوالي 100 ساعة)

hp = القدرة الحصانية للمحرك

OF = معامل التشغيل

3) كلفة الاطارات Tires للمكائن المدولبة: في كثير من الاحيان تدخل كلفة الاطارات ضمن كلفة الماكنة كأي جزء آخر من اجزائها، ولكن في المكائن الثقيلة والكبيرة تكون الاطارات عالية الكلفة ويكون

استهلاكها سريعاً بسبب قساوة ظروف العمل، كذلك فإن كلفة صيانة الاطارات كنسبة مئوية من اندثار الماكنة تختلف عن كلفة صيانة باقي اجزاء الماكنة، وبالنظر لكون استهلاك الاطارات يحصل بسبب التشغيل فهي تدخل ضمن تكاليف التشغيل التي يتحملها المستفيد من الماكنة ولا تدخل ضمن تكاليف الامتلاك. لكل هذه الاسباب اصبح من المفضل ان تحسب تكاليف استبدال الاطارات وصيانتها بصورة مستقلة ضمن تكاليف التشغيل وذلك بعد ان يتم استثناؤها من تكاليف الامتلاك.

ملاحظة: عند فصل حسابات تكاليف الاطارات عن تكاليف امتلاك الماكنة، فإن معدل قيمة الماكنة يبقى شاملاً للاطارات مع الماكنة، لأن تكاليف الاستثمار والتأمين والضرائب والخزن تتعلق بالماكنة بكل اجزائها.

كيفية حساب كلفة الاطارات: كلفة الاطارات هي مجموع كلفتين: استبدال الاطارات، وصيانتها بين فترات الاستبدال. استبدال الاطارات يحسب لمجموعة اطارات كاملة Set of Tires، ويكون عمرها مقدر بعدد معين من ساعات العمل. أما كلفة صيانة الاطارات فتحسب كنسبة من كلفة استبدال مجموعة الاطارات، وهذه النسبة تقدر عادة 15% من كلفة الاستبدال.

$$\text{كلفة استبدال وتصليح الاطارات لكل ساعة} = 1.15 \times \frac{\text{كلفة مجموعة الاطارات}}{\text{العمر المتوقع لمجموعة الاطارات بالساعات}}$$

4) تكاليف النقل من موقع خزن الماكنة الى موقع المشروع وبالعكس، او تكاليف النقل بين مواقع المشاريع المختلفة، وتسمى هذه العملية Mobilization and Demobilization. فالمكائن المسرّفة الثقيلة لا يمكنها السير لمسافات طويلة على الطرقات ولذلك يجب نقلها باستخدام شاحنات خاصة. وكذلك المعامل الموقعية تحتاج تركيب وتفكيك ونقل من موقع لآخر، وتزداد هذه الكلفة مع كبر حجم الماكنة او المعمل، وتتغير بحسب مسافة النقل ونوع الطريق.

5) أجرة المشغل (أو المشغلين): وهذه تختلف بحسب اسلوب الحصول على الماكنة، فالماكنة المستأجرة قد يكون مشغلها مشمولاً بسعر الاستئجار، اما الماكنة المملوكة فيختلف الوضع بحسب كون المشغل موظفاً لدى المقاول او مستأجراً، وفي جميع الاحوال تضاف اجرة (المشغل\ المشغلين) بالساعة الى كلفة تشغيل الماكنة.

مثال تطبيقي:

جد الكلفة المتوقعة لامتلاك وتشغيل مجرفة آلية مسرّفة Crawler Power Shovel، سعة مجرفتها 3 م^3، اذا علمت ان: كلفة شراء الماكنة مع الشحن = 170,000$، المحرك ديزل ذو قدرة حصانية = 320 حصان وسعة حوضه = 45.4 لتر، العمر النافع للماكنة هو 12 سنة يمكن بيعها بعده بمبلغ 8,000$، كلفة صيانتها السنوية تقدر بنسبة 100% من اندثارها السنوي، معدل الكلفة السنوية للاستثمار والتأمين والضرائب والخزن = 12% من معدل قيمة الماكنة. الماكنة تعمل بمعدل 45 دقيقة في الساعة، وتعمل في 26% من وقت دورتها بكامل قدرتها الحصانية وفي باقي وقت الدورة تعمل بنسبة 60% من قدرتها الحصانية. افرض ان اجرة المشغل هي 10 دولار في الساعة وان سعر وقود الديزل = 0.5 دولار لكل لتر، وسعر زيت التزليق = 2 دولار لكل لتر.

مثال تطبيقي:

جد الكلفة المتوقعة لامتلاك وتشغيل شاحنة بسعة 20 م^3، وذات ستة اطارات مطاطية مستفيداً من البيانات الآتية: القيمة الاولية للماكنة = 100,000$، وعمرها النافع 10 سنوات، يمكن بيعها بعده بمبلغ 9,000$، معدل الفائدة المصرفية = 4%، وكلفة التأمين والضرائب والخزن = 8% من معدل قيمة الشاحنة.

كلفة مجموعة الاطارات = 9,600$ وتستبدل كل 5000 ساعة عمل. المحرك ديزل ذو قدرة حصانية 300 حصان وسعة حوض المحرك = 53 لتر، عدد الساعات بين عمليات تبديل زيت المحرك = 80 ساعة.

معامل تشغيل الشاحنة = 0.60، ومعدل عدد ساعات تشغيلها في السنة = 2000 ساعة عمل. كلفة الصيانة والتصليح السنوية تعادل 50% من اندثار الشاحنة. افرض ان سعر وقود الديزل = 0.5 دولار لكل لتر، وسعر زيت التزليق = 2 دولار لكل لتر.

حسابات الانتاجية للمعدات الانشائية:

تعريف **الانتاجية**: هي عدد وحدات العمل التي تنتجها الماكنة في وحدة الزمن.

نحتاج حسابات الانتاجية لأجل:

1) حساب مدد الفعاليات لأجل الجدولة الزمنية للمشروع، لأن المدة = كمية الفقرة ÷ انتاجية فريق العمل.
2) تسعير فقرات الاعمال في جداول الكميات لأن كلفة المعدات هي جزء مهم من كلفة فقرة العمل.

كلفة المكائن تحسب للساعة الواحدة (كما سبق توضيحه في الموضوع السابق) وللحصول على كلفة الماكنة لكل وحدة عمل نحتاج الى قسمة الكلفة الزمنية على الانتاجية في كل ساعة عمل.

كلفة الماكنة لكل ساعة = نقد \ ساعة

الانتاجية = وحدات عمل \ ساعة

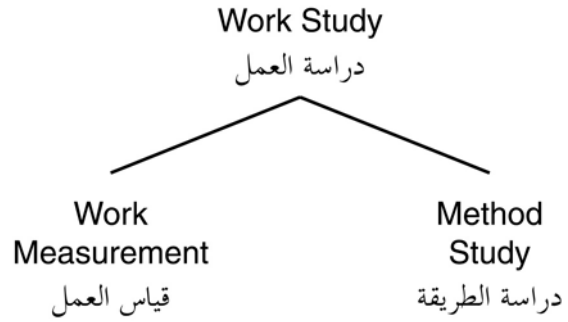
كلفة الماكنة لكل ساعة ÷ الانتاجية = نقد \ وحدة عمل = كلفة الماكنة لكل وحدة عمل

حساب انتاجية المكائن بطريقة دراسة العمل Work Study:

توجد طرائق متعددة لحساب الانتاجية ابرزها هي طرائق دراسة العمل، والتي تُعرّف بأنها: دراسة ادارية علمية تهدف الى رفع الانتاجية او زيادة كفاءة العمل بدون زيادة في الكلفة.

وتتألف هذه الدراسة من جزئين هما:

1) قياس العمل: وهو تحديد الوقت اللازم لانجاز عمل معين.
2) دراسة الطريقة: وهي ايجاد احسن طريقة لانجاز العمل ضمن نفس الموارد المتاحة.



عند اجراء دراسة العمل يتم اولاً قياس العمل ثم اجراء تحسينات على اسلوب الاداء ضمن دراسة الطريقة للحصول على افضل الانتاجيات.

ضمن منهج هذه الدراسة سنحتاج فقط الى قياس العمل لتحديد عدد الوحدات التي تنتجها الماكنة في وحدة الزمن.

قياس العمل Work Measurement:

لتحقيق قياس العمل توجد عدة اساليب اهمها:

1) دراسة الوقت والحركة Motion and Time Study.
2) التقدير التحليلي.
3) الاستناد الى البيانات القياسية والبيانات التاريخية المأخوذة من سجلات الاعمال السابقة واجراء التحليل الاحصائي لها.

دراسة الوقت والحركة للمعدات الانشائية:

خطوات الدراسة:

1) تحليل دورة حركة الماكنة الانشائية في موقع العمل الى عناصرها الاساسية. دورة العمل هذه تختلف حسب نوع الماكنة ونوع عملها وطبيعة الموقع.
2) تسجيل الزمن اللازم لكل عنصر من عناصر دورة حركة الماكنة باستخدام ساعة توقيت.
3) تحديد عدد الدورات التي تتم دراستها (عدد المشاهدات الاحصائية) حسب الطرائق الاحصائية (كلما كان عدد المشاهدات اكبر كانت النتائج افضل ولكن لا يمكن زيادة عدد المشاهدات عن حد معين لاسباب عملية).
4) حساب السماحات او التأخيرات Allowances or Delays: وهي الاوقات الفاصلة بين دورات العمل او بين عناصر الدورة الواحدة من دورات العمل. السماحات يمكن ان تكون لأسباب تتعلق بمشغل الماكنة او بالماكنة نفسها او لأجل تقديم خدمات تشغيلية للماكنة، من امثلتها: وقت الراحة بعد الاجهاد، تناول الطعام، قضاء الحاجة، اجراء بعض الخدمات اللازمة للماكنة مثل اضافة الوقود او ضبط بعض الوصلات ونحو ذلك.
5) حساب الوقت اللازم لدورة الحركة بالاساليب الاحصائية.

ومن خلال معرفة الوقت اللازم لدورة عمل الماكنة ومعرفة كمية الوحدات التي تنجزها خلال الدورة الواحدة (مثل عدد الامتار المكعبة من الاتربة التي تقوم المجرفة الآلية بتحميلها، او عدد الامتار المربعة من التبليط التي تفرشها الفارشة ونحو ذلك) يمكن حساب الانتاجية باستخدام المعادلة الآتية:

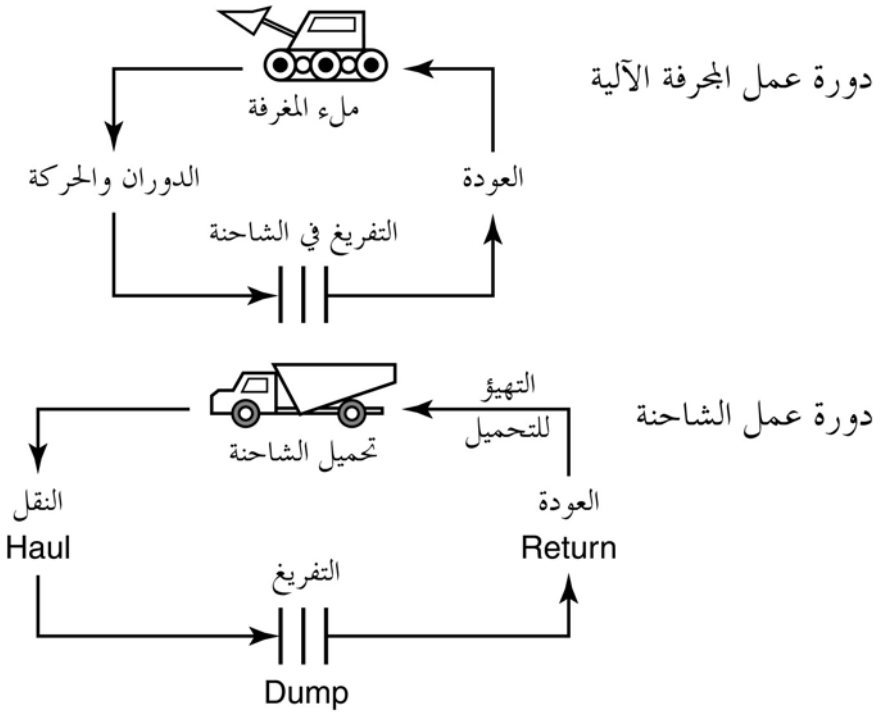
$$\text{الانتاجية} = \frac{\text{عدد الوحدات التي تنجزها الماكنة في دورة العمل}}{\text{معدل الزمن الكلي لدورة العمل (مع التأخيرات)}}$$

أو:

$$\text{الانتاجية} = \frac{\text{عدد الوحدات التي تنجزها الماكنة في دورة العمل}}{\text{معدل صافي زمن العمل للدورة الواحدة (بدون التأخيرات)}} \times \text{معدل عدد دقائق العمل في الساعة}$$

في المعادلة الثانية تكون التأخيرات محسوبة ضمن عدد دقائق العمل في الساعة الواحدة، فإذا كان معدل عدد دقائق العمل في الساعة هو 50 دقيقة فهذا يعني ان معدل التأخيرات في كل ساعة عمل هو 10 دقائق.
وينبغي عند تطبيق اي من المعادلتين اعلاه مراعاة تطابق الوحدات الزمنية في المعادلة.

وفيما يأتي نموذج لاستمارة دراسة الوقة والحركة لشاحنة نقل Truck تعمل مع مجرفة آلية Shovel.



دراسة الوقت والحركة للماكنة											
المشروع ..... التاريخ											
مشغل الماكنة ..... مسجل البيانات.....											
الفعالية	**ملء المغرفة**		**الدوران**		**التفريغ**		**العودة**		**التأخير**		**وقت الدورة**
الدورة	**R**	**T**	**R**	**T**	**R**	**T**	**R**	**T**	**R**	**T**	
1											
2											
3											
⋮											
n											
مجموع الوقت ΣT											
معدل الوقت											

ملاحظات حول الجدول
Form Header →
الجدول يمكن ان يكون بالعكس (الصفوف↔الاعمدة)
وقت الدورة لكل صف هو مجموع اوقات الفعاليات لكل صف (بدون التأخير)
مجموع قيم T لكل عمود
(ΣT / n)

في هذا الجدول:

R = قراءة ساعة التوقيت Stop-Watch Reading، وهي قراءة تراكمية يتم الحصول عليها خلال المشاهدة الموقعية.

T = الوقت المحسوب لكل حركة، والذي يتم حسابه بعد انجاز المشاهدة الموقعية.

الوقت الكلي لدورة العمل = معدل صافي وقت دورة العمل + معدل التأخيرات

$\overline{T}$ = $\overline{T}$ (لمجموع عناصر دورة العمل) + $\overline{T}$ (للتأخيرات)

الوقت الصافي لدورة العمل = $\overline{T}$ (لمجموع عناصر دورة العمل فقط)

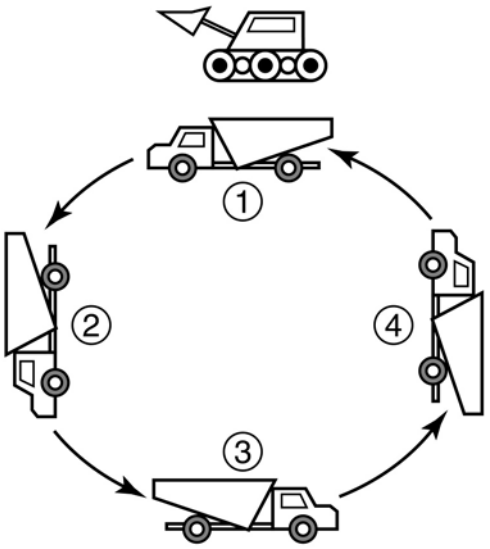
مثال تطبيقي:

اذا كانت نتائج دراسة الوقت لمجرفة آلية سعة مجرفتها 1.0 م^3 لأربع دورات عمل كما مبين في الجدول الآتي (الوقت في الجدول بالثواني)، وكانت نسبة القدرة الحصانية اللازمة لكل فعالية هي: 0.70، 0.80، 0.80، 0.30 على التوالي. فإذا كانت المجرفة تعمل بمعدل 50 دقيقة في الساعة، فكم هي انتاجية الماكنة؟ وكم هو معامل التشغيل لها؟

الفعالية / الدورة	ملء المغرفة	الدوران	التفريغ	العودة
1	15	12	9	11
2	12	12	7	10
3	14	10	8	11
4	13	11	9	12

حساب العدد الامثل للشاحنات التي تقوم مجرفة آلية بتحميلها:

زمن دورة الشاحنة = زمن التحميل + زمن الرحلة Travel Cycle-Time



من الرسم السابق يمكن استنتاج العلاقات الآتية:

$$\text{عدد الشاحنات} = \text{الشاحنة التي تم تحميلها اولاً} + \frac{\text{زمن رحلة الشاحنة التي تم تحميلها اولاً}}{\text{زمن تحميل الشاحنة الواحدة}}$$

$$\therefore \text{عدد الشاحنات} = 1 + \frac{\text{زمن دورة الشاحنة} - \text{زمن التحميل}}{\text{زمن التحميل}}$$

$$= 1 + \frac{\text{زمن دورة الشاحنة}}{\text{زمن التحميل}} - 1$$

$$\therefore \text{عدد الشاحنات} = \frac{\text{زمن دورة الشاحنة}}{\text{زمن التحميل}} \quad \text{(زمن دورة الشاحنة هنا = الزمن الكلي مع التاخيرات)}$$

ولكن زمن تحميل الشاحنة متعلق بانتاجية المجرفة، حيث ان:

$$\text{زمن التحميل} = \frac{\text{سعة الشاحنة}}{\text{انتاجية المجرفة}} \quad (\text{م}^3 \div \text{م}^3 \setminus \text{ساعة} = \text{ساعة})$$

$$\therefore \text{عدد الشاحنات} = \frac{\text{زمن دورة الشاحنة}}{(\text{سعة الشاحنة} \div \text{انتاجية المجرفة})}$$

$$= \frac{\text{زمن دورة الشاحنة} \times \text{انتاجية المجرفة}}{\text{سعة الشاحنة}}$$

$$\text{وبما ان: } \frac{\text{سعة الشاحنة}}{\text{زمن دورة الشاحنة}} = \text{انتاجية الشاحنة}$$

$$\therefore \text{عدد الشاحنات} = \frac{\text{انتاجية المجرفة}}{\text{انتاجية الشاحنة}}$$

ملاحظة:

1) اذا كان عدد الشاحنات الناتج هو عدد كسري فتُجرى حينئذ مقارنة اقتصادية لكلفة الوحدة بين عدد الشاحنات الاقل والاكثر من العدد الكسري، مع مراعاة الحراجة الزمنية للفعالية (كما سيأتي بيانه في المثال القادم).
2) اذا كان هناك اكثر من مجرفة في نفس الموقع فتكون انتاجية المجرفة = مجموع انتاجية المجرفات العاملة سوية.

مثال تطبيقي:

مجرفتان آليتان سعة مجرفة كل منهما 1.2 م^3 وانتاجية كل مجرفة 54 م^3\ساعة، تقوم المجرفتان بتحميل شاحنات سعة كل منها 12 م^3. زمن رحلة الشاحنة (للنقل والتفريغ والعودة) هو 10 دقائق.

كم هو زمن دورة المجرفة الآلية؟ وما هو العدد الامثل للشاحنات التي تعمل مع هاتين المجرفتين؟ علماً ان كلفة الشاحنة الواحدة هو (32) دولار في الساعة: (أ) اذا كانت نسبة الفائض الزمني في زمن الفعالية = 20%.

(ب) اذا كانت نسبة الفائض الزمني في زمن الفعالية = 30%.

امور ينبغي اعتبارها في الاعمال الترابية عند حساب الانتاجيات:

مصطلحات:

الاملائيات Backfill: هي المواد التي تستخدم لإملاء أماكن منخفضة او حفر.

الضفة Bank: قدر من الارض الطبيعية يرتفع فوق المستوى المعدل للأرض.

مقياس الضفة Bank Measure: هو مقياس لحجم او كثافة التربة في حالتها الطبيعية قبل ان تُشوّش بالحَفر.

مأخذ الاملائيات Borrow Pit: هو مكان الحفريات الذي تؤخذ منه تربة الاملائيات.

الحجم المحدول Compacted Volume: هو حجم التربة بعد اجراء عمليات الحدل (الرص) عليها.

الانتفاخ والانكماش Swell and Shrinkage: هما حالتان فيزيائيتان للتربة تعكس تغير حجمها او كثافتها في حالات الحفر والنقل والدفن والرص.

حالات قياس حجم التربة:

هناك ثلاث حالات رئيسية لقياس حجم التربة:

1) التربة غير المشوشة (بحالتها الطبيعية) Undisturbed Soil: وعلى اساسها تُحسب كميات الاعمال الترابية لإعمال الحفر والازالة، وقياس حجم التربة في هذه الحالة يكون بمقياس الضفة.
2) التربة المشوّشة بالحفر Disturbed Soil: وهي التربة المنتفخة نتيجة تفرق اجزائها بسبب عمليات الحفر والازالة، وهذه التربة يكون حجمها اكبر من الحجم في الحالة الطبيعية قبل الحفر (أي ان كثافتها أقل من الحالة الطبيعية)، وعلى اساسها تحسب كميات الاتربة عند التحميل والنقل. هذه الحالة الفيزيائية للتربة تسمى (الانتفاخ Swell)، ويُعبّر عنها كنسبة مئوية من الحجم غير المشوش وتتراوح عادة بين 10% الى 60% حسب نوع التربة.
3) التربة المحدولة (المرصوصة) Compacted Soil: وهي التربة التي تقلص حجمها عن الحجم الطبيعي نتيجة عمليات الحدل او الرص ونتيجة لذلك تصبح كثافتها اعلى، وعلى اساسها تحسب كميات اعمال الاملائيات الترابية. نقصان حجم التربة نتيجة الحدل او الرص يسمى (الانكماش Shrinkage). ويُعبّر عنها كنسبة مئوية من حجم التربة غير المشوشة وتتراوح عادة بين 5% الى 15% بحسب مستوى الحدل.

مثلاً: اذا أصبح حجم المتر المكعب الواحد من التربة الطبيعية بعد الحفر 1.2 م^3 فإن نسبة الانتفاخ هي 20%، واذا أصبح حجم المتر المكعب الواحد من التربة الطبيعية بعد الحدل 0.9 م^3 فإن نسبة الانكماش هي 10%. وهذه القيم يتم تحديدها في المختبر عن طريق اخذ عينات من مناطق مختلفة ولأعماق مختلفة من موقع المشروع.

نسبة الانتفاخ او الانكماش يمكن حسابها باستخدام المعادلات الآتية:

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

$$S_h\,(\%\text{Shrinkage}) = \left(1 - \frac{B}{C}\right) \times 100\%$$

Where:

B = Bank Measure وزن (كثافة) عينة التربة الطبيعية غير المشوشة

L = Loose Measure وزن (كثافة) عينة التربة المشوشة (المفككة)

C = Compacted Measure وزن (كثافة) عينة التربة المحدولة

واذا تم احتساب الاوزان بدل الكثافات في هذه المعادلات فيجب ان تكون العينات المختبرية بنفس الحجم.

مثال تطبيقي:

أخذت ثلاث عينات متساوية الحجم من التربة في احد مواقع المشاريع، فكان وزن العينة الطبيعية (غير المشوشة) 46 كغم، ووزن العينة المشوشة المفككة 38 كغم، ووزن عينة التربة المحدولة 54 كغم، فكم هي نسبة الانتفاخ ونسبة الانكماش لتلك التربة؟

الاسس الهندسية لحركة المكائن الانشائية:

من المهم دراسة الاسس الهندسية لحركة المكائن الانشائية لأجل:

1) تحديد الاسلوب الامثل لحركتها في موقع العمل (تحسين كفاءة دورة عمل الماكنة) مما يؤدي الى رفع انتاجيتها وتقليل تكاليفها.
2) معرفة الظروف المؤثرة على عمل الآليات وعلى انتاجيتها، للحصول على تخطيط احسن لعمل المكائن في موقع العمل واختيار احسن للمعدات المناسبة للعمل من بين البدائل المتاحة.
3) اجراء التقدير التحليلي لدراسة الوقت والحركة لتقدير زمن دورة عمل الماكنة اذا لم تتوفر مشاهدات موقعية لدراسة الوقت.

وهذا الموضوع واسع لأن العوامل المؤثرة على حركة المعدات كثيرة، وسنأخذ منه بعض المقتطفات على مستوى المنهج الدراسي.

قوة سحب الماكنة:

هي القوة التي يوفرها محرك الماكنة لسحب الماكنة مع الاثقال المرتبطة بها، وهذه القوة يحددها مصنّع الماكنة، وهناك نوعان من قوة السحب وكلاهما يقاس بالكغم، هما:

1) قوة سحب الاطار Rim Pull: وهي قوة السحب للمكائن المدولبة (المحمولة على اطارات مطاطية).
2) قدرة قضيب السحب Drawbar Pull: وهي قوة السحب للمكائن المسرّفة.

قوة سحب الاطار يمكن حسابها باستخدام المعادلة الآتية:

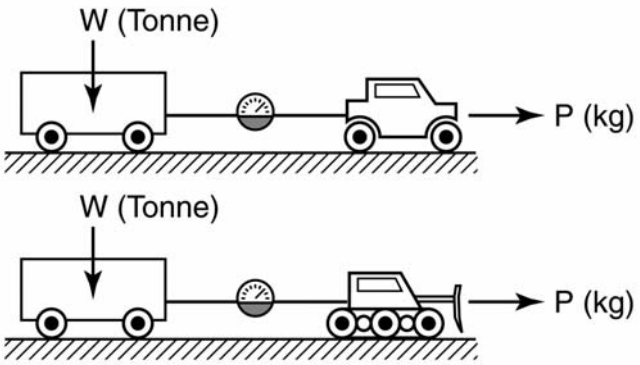
$$\text{Rim Pull (kg)} = \frac{272.2 \times \text{hp} \times \text{Machine Efficiency}}{\text{Speed (km/hr)}}$$

حيث ان hp هي القدرة الحصانية للمحرك، والكفاءة الميكانيكية للمحرك تتراوح عادة بين 80% الى 85%.

مقاومة الدحرجة Rolling Resistance:

وهي اقل قوة سحب (مقاسة بالكغم) التي تحتاجها الماكنة لسحب ثقل مقداره (1) طن لتشرع الماكنة بالحركة على سطح معين.

وتعتمد هذه المقاومة بالاساس على خصائص السطح الذي تتحرك عليه الماكنة، فإن نفس الماكنة لها مقاومات دحرجة مختلفة على مختلف انواع السطوح التي قد تعمل عليها في مواقع العمل الانشائي. ولكنها تعتمد ايضاً على نوعية الاطارات ومواصفات السرفة (الجنزير) التي تحرك الماكنة.



$$\text{مقاومة الدحرجة} = \frac{P}{w} \text{ (كغم \ طن)}$$

حيث ان: P = القوة (كغم) التي تسبب بدء دحرجة العربة التي وزنها (w) طن.

ان فائدة حساب هذه القوة هي معرفة القوة التي ستخسرها الماكنة من قوة سحبها لتشرع بالحركة على سطح معين يمثل السطح الذي ستتحرك عليه في موقع العمل، حيث ان قوة سحب الماكنة التي ستتم الاستفادة منها هي القوة المتبقية بعد استثناء مقاومة الدحرجة.

وتوجد جداول خاصة لإعطاء مقاومة الدحرجة لسطوح مختلفة ولأنواع مختلفة من الاطارات او الجنازير، وهذه القوة تتراوح عادة بين (30) الى (400) كغم \ طن. ويمكن قياس القوة (P) في موقع العمل باستخدام سلك مجهز بمقياس لقوة الشد، كما هو مبين في الشكل السابق.

<u>ملاحظة:</u> قدرة قضيب السحب للمكائن المسرّفة يُحسب على اساس ان السرفة تسبب مقاومة دحرجة مقدارها (50) كغم لأجل الشروع بالحركة، وعليه فإن الأرقام المعطاة لقدرة قضيب السحب لهذا النوع من المكائن يتضمن هذا القدر من مقاومة الدحرجة. فإذا تم حساب مقاومة الدحرجة لماكنة مسرّفة في الموقع وتبين انها (110) كغم فإن (50) كغم منها سبق حسابه ضمن قدرة السحب، وتكون مقاومة الدحرجة المتبقية التي ينبغي اعتبارها هي: 110 – 50 = 60 كغم.

معامل السحب Coefficient of Traction:

هو نسبة اقصى قوة سحب (كغم) يمكن ان توفرها الماكنة للحركة على سطح معين الى الوزن الذي تقوم هذه الماكنة بسحبه (كغم). فعندما تزداد قوة سحب الماكنة من الصفر الى ان تتخطى مقاومة الدحرجة تشرع الماكنة بالحركة ويمكنها ان تستمر بزيادة قوة السحب الى ان تصل الى طاقتها القصوى او تصل الى حد تحصل فيه حالة الانزلاق Slippage (وهو دوران العجلات بدون ان تتحرك الماكنة).

القوة التي تسبب حالة الانزلاق (P) (كغم) هي التي تستخدم لحساب معامل السحب في المعادلة الآتية:

$$\text{معامل السحب} = \frac{P}{w} \text{ (نسبة مطلقة كغم \ كغم)}$$

حيث ان (w) هو الثقل المسلط على المحاور القائدة التي يديرها المحرك (كغم).

اذا كانت القوة (P) التي تسبب الانزلاق اقل من قوة سحب الماكنة فهذا يعني ان هناك جهد ضائع من قدرة الماكنة لن يمكن الاستفادة منه.

وبصورة عامة، اذا كانت القوة التي تسبب الانزلاق هي اصغر من قوة سحب المحرك فإن:

مقاومة الدحرجة < القوة التي يمكن الاستفادة منها < القوة التي تسبب الانزلاق

P (rolling resistance) < Usable (P) < P (that cause slippage)

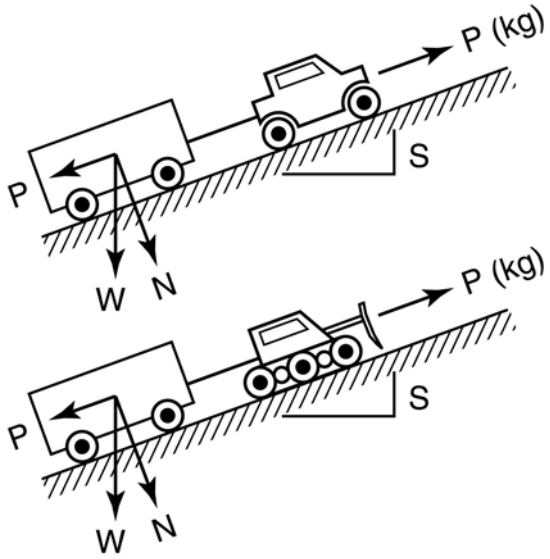
وفي بعض الحالات قد يكون سطح الموقع رديئاً لدرجة ان القوة التي تسبب الانزلاق تكون أصغر من مقاومة الدحرجة، وفي هذه الحالة لن تتمكن الماكنة من الحركة.

ولأجل رفع معامل سحب الماكنة ينبغي زيادة القوة (P) التي تسبب الانزلاق بحيث تصبح اكبر او تساوي قوة سحب المحرك، وذلك من خلال اجراء تحسينات على المسار الذي تسلكه الماكنة في موقع العمل، او من خلال اضافة سلاسل حديدية للاطارات، وعملية التحسين هذه تؤدي الى زيادة في الكلفة فينبغي الموازنة بين هذه الكلفة ومقدار الانتفاع من الزيادة المستحصلة في قدرة الماكنة بواسطة هذه التحسينات.

مقاومة الانحدار Grade Resistance:

الاسطح المنحدرة هي من الامور الشائعة الموجودة في مواقع العمل الانشائي، وهي تمثل حملاً اضافياً على المحرك في حالة صعود المنحدر بينما تعتبر عاملاً مساعداً في حالة النزول على المنحدر.

الانحدارات تقاس عادة كنسبة مئوية = عدد وحدات الارتفاع لكل مائة وحدة افقية.



If w = 1.0 Tonne = 1000 kg; and S (Slope) = 1%, then:

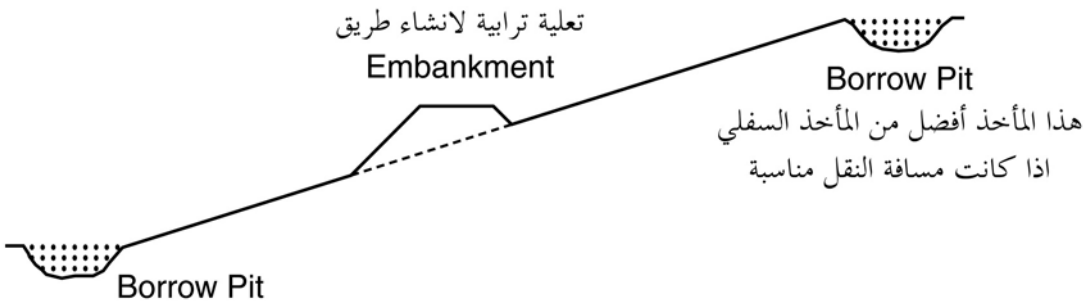
P = 1000 / 100 = 10 (kg / Tonne / 1% slope)

∴ For any weight (w) (Tonne) and any slope (S) (%):

$$\text{Grade Resistance (G.R.) (kg)} = 10 \times w \times S$$

واذا كانت الحركة نزولاً فيكون الميل سالباً وتكون المقاومة سالبة وتسمى حينئذ (مساعدة Help) وليست (مقاومة Resistance).

وبسبب مقاومة الانحدار يكون من المفضل في مواقع العمل المنحدرة ان يكون المأخذ للاملائيات الترابية Borrow Pit في الجزء الاعلى من المنحدر لتصعد اليه الشاحنة وهي فارغة وتنزل وهي مثقلة بالحمولة فيساعدها الانحدار على تخفيف الحمل عن محرك الماكنة، ولكن اذا كان المأخذ العلوي بعيداً مقارنة مع المأخذ السفلي فيجب اجراء حساب اقتصادي لمقارنة مسافة النقل مع تأثير مقاومة الانحدار.



وبهذه الطريقة يمكن التخطيط لمسار حركة المعدات بحيث يتم تقليل الخسائر في قدرة المكائن بسبب المنحدرات الى اقل ما يمكن.

مقاومة التعجيل Acceleration Resistance:

هي المقاومة التي تتحملها الماكنة لأجل تعجيل حركتها (زيادة سرعتها)، فإذا كانت الماكنة تسحب ثقلاً مقداره (w) فإنها ستحتاج الى قوة مقدارها (F) لزيادة سرعتها بتعجيل مقداره (a) حيث ان:

$$F = \frac{a}{g} \times w$$

F = القوة بالكغم اللازمة لتعجيل الماكنة بمقدار (a) (م \ ثا^2)

g = التعجيل الارضي = 9.81 (م \ ثا^2)

w = الثقل المسحوب المراد تعجيله (كغم)

مجموع المقاومات الثلاثة (الدحرجة والانحدار والتعجيل) يمثل المقاومة الكلية التي تقلل من قوة سحب الماكنة، والقوة الصافية للسحب بعد طرح هذه المقاومات هي القوة التي يمكن الاستفادة منها فعلياً في تنفيذ العمل.

القوة الصافية للسحب = قوة السحب – (مقاومة الدحرجة + مقاومة الانحدار + مقاومة التعجيل)

واذا كان الانحدار للأسفل فستكون قيمته سالبة فتتم اضافته الى قوة سحب المحرك.

<u>تأثير بعض الظروف غير القياسية على اداء المكائن الانشائية:</u>

تأثير الارتفاع عن مستوى سطح البحر High Altitudes:

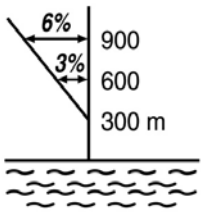
العمل في مواقع مرتفعة تقع في مستويات عالية عن مستوى سطح البحر (حيث تقل كثافة الاوكسجين في الهواء) يؤثر سلباً على كفاءة محركات الاحتراق الداخلي، لذلك فمن الافضل استخدام المكائن ذات المحركات التي تجهز بالهواء عن طريق دافعات تدفعه الى داخل المحرك (تسمى الشواحن Chargers) بدلاً من المكائن التي تقوم بسحب الهواء بالاسلوب الاعتيادي (عن طريق مصفاة الهواء -الشوته-).

المحركات ثنائية الشوط Two-Cycle Engines تستخدم عادة هذا النوع من دافعات الهواء لذلك تكون خسارتها في الكفاءة اقل في الارتفاعات العالية، كذلك فإن المحركات ثنائية الشوط تحتاج اصلاً الى كمية اوكسجين اقل من المحركات رباعية الشوط Four-Cycle Engines. وعند استخدام المحركات التي تسحب الهواء عن طريق المصفاة في الاماكن المرتفعة فينبغي تجهيزها بدافعات الهواء (الشواحن).

الخسارة في قدرة المحرك بسبب الارتفاع:

For 4-cycle engines:

hp Loss % = 3% for every 300 m after first 300 m above sea level.



$$\text{hp Loss\%} = (\frac{H - 300}{300} \times 3\%) \times \text{hp}$$

Where: H = Altitude over sea level

hp = engine horse-power at sea level

For 2-cycle engines:

hp Loss % = 1% for every 300 m after first 300 m above sea level.

$$\text{hp Loss\%} = (\frac{\text{H} - 300}{300} \times 1\%) \times \text{hp}$$

تأثير تغيرات درجات الحرارة والضغط على كفاءة المحركات:

تقل كفاءة المحركات كلما ارتفعت درجة حرارة الجو، ولتلافي هذه الحالة في الاجواء الحارة ينبغي استخدام المعدات ذات انظمة التبريد الكفوءة. اما تأثير الضغط الجوي فهو سلبي في المواقع التي ينخفض فيها الضغط الجوي كما هو تأثير المناطق المرتفعة التي سبق ذكر تأثيرها.

القدرة الحصانية المسجلة للمكائن هي القدرة المقاسة في ظروف قياسية وهي: (15) درجة سيليزية (مئوية) (او ما يعادل 60 درجة فهرنهايت أو 288 درجة مطلقة Absolute)، وضغط جوي (760) ملم زئبق (وهو الضغط عند مستوى سطح البحر).

فإذا اختلفت ظروف العمل عن تلك الظروف القياسية فيمكن تصحيح مقدار القدرة الحصانية وفق المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{hp}_\text{c}}{\text{hp}_\text{o}} = \frac{\text{P}_\text{S}}{\text{P}_\text{o}} \times \sqrt{\frac{\text{T}_\text{o}}{\text{T}_\text{S}}}$$

Where: hp_c = Corrected horse-power for standard conditions

hp_o = Observed horse-power at work (or test) conditions

P_S = Standard barometric pressure (760 mm Hg)

P_o = Observed barometric pressure at work (or test) conditions

T_S = Absolute temperature at standard conditions

(15°C + 273° = 288° Absolute) or (60°F + 460°)

T_o = Observed absolute temperature at work (or test) conditions

(T°C + 273°) or (T°F + 460°)

ملاحظة:

اذا عُلم الارتفاع عن مستوى سطح البحر مع درجة الحرارة والضغط فإن تصحيح القدرة الحصانية يكون على اساس درجة الحرارة والضغط فقط، لأن الارتفاع سيكون مُحتسباً ضمن تأثير الضغط واذا تم احتسابه فسيكون تكراراً لحساب تأثير الضغط. وإذا عُلمت درجة الحرارة مع الارتفاع فيتم تحويل قيمة الارتفاع الى ما يقابلها من الضغط الجوي (باستخدام جداول التحويل) ويُحسب التأثير المزدوج لدرجة الحرارة والضغط على القدرة الحصانية للمحرك.

أمثلة تطبيقية على الاسس الهندسية لمعدات التشييد:

مثال1:

احسب تأثير الانحدار على قوة سحب الاطار لشاحنة وزنها الاجمالي (10) طن حيث ستتم قيادتها على منحدر ميله 5% صعوداً ونزولاً.

مثال2:

اذا كان الوزن الكلي على محاور الدواليب القائدة لماكنة انشائية هو (18,000) كغم، وكانت قوة السحب القصوى للماكنة هي (9,000) كغم، فما هي اعلى قوة سحب يمكن الاستفادة منها من تلك الماكنة اذا كانت:

1) تعمل على سطح رملي رطب ذو معامل سحب قدره (0.30).
2) تعمل على سطح من التربة الجافة ذو معامل سحب قدره (0.60).

مثال3:

قدرة قضيب السحب لجرار مجنزر تساوي 4,000 كغم ووزنه 12.4 طن. تم تشغيل الجرار صعوداً على طريق ذي ميل قدره 2% ومقاومة دحرجة قدرها 100 كغم \ طن:

أ) جد مقدار القوة الصافية التي يمكن الاستفادة منها من الجرار في جر أحمال أخرى.

ب) ما هو حجم التربة التي يستطيع الجرار سحبها بالقوة الصافية المحسوبة بالمطلب السابق اذا كانت كثافة التربة بمقياس الضفة 2160 كغم \ م^3، ومعامل الانتفاخ هو 20%، وكان وزن العربة الحاملة للتربة هو 10 طن محمولة على عجلات مطاطية بحيث كانت مقاومة الدحرجة للعربة = 45 كغم \ طن.

مثال4:

أ) فُحص محرك ماكنة انشائية لقياس قدرته الحصانية، وكانت ظروف الفحص هي: درجة الحرارة 26 درجة سيليزية، الضغط الجوي 750 ملم زئبق، فكانت القدرة الحصانية المقاسة هي 97 حصان. ما هي القدرة الحصانية للمحرك في الظروف القياسية.

ب) فُحص جرار يدار بمحرك ذو أربعة اشواط في ظروف قياسية فوجد ان قدرته الحصانية تساوي 130 حصاناً، فما هي قدرته الحصانية المتوقعة في موقع عمل معدل درجة الحرارة فيه 22 درجة سيليزية ومعدل الضغط الجوي فيه 656 ملم زئبق.

مثال5:

شاحنة قدرتها الحصانية 160 حصاناً ووزنها الاجمالي وهي محملة 18.1 طن. يمكنها ان تسير بحمولتها على ارض مستوية بسرعة قصوى قدرها 30 كم في الساعة:

أ) ماهي السرعة القصوى التي يمكن ان تصعد بها على منحدر ميله 3% اذا كانت الكفاءة الميكانيكية للمحرك تساوي 80%، وما هي السرعة التي يمكن ان تنزل بها على نفس المنحدر؟ مع كونها محملة عند النزول وفارغة عند الصعود.

ب) اذا كانت مسافة المنحدر هي 500 متر، فما هو الزمن اللازم للشاحنة لصعود المنحدر ولنزوله؟

ج) احسب انتاجية الشاحنة اذا كانت تزن وهي فارغة 3.6 طن، وكانت كثافة التربة بمقياس الضفة 2160 كغم\م^3 ومعامل الانتفاخ لها 20%، وكان زمن التحميل 3 دقائق وزمن التفريغ دقيقتين، والشاحنة تعمل بمعدل 50 دقيقة في الساعة.

ملخص مراحل انشاء الطريق ومواصفات الانشاء والمعدات المستخدمة:

أولاً: تهيئة الموقع:

1) اخلاء الموقع من اي حالات إشغال (فوق سطح الارض وتحته).
2) تنظيف الموقع (خصوصاً من المواد العضوية). هنا قد تستخدم معدات التنظيف وازالة الاشجار ونقل الانقاض ومخلفات التنظيف بعيداً عن الموقع.
3) تسوية الموقع، واذا كان الموقع يتطلب قشط التربة فيتم ذلك بسمك لا يقل عن (15) سم (باستخدام المقلعات والمدرجات).
4) تسييج الموقع واعداد مستلزمات العمل (ومنها انشاء المعامل الموقعية).

ثانياً: الاعمال الترابية (عدا تسوية الموقع):

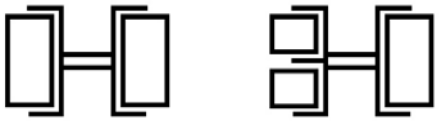
الحفر: يتم الحفر باستخدام معدات حفر وازالة ونقل التربة مثل القاشطات Scrapers، وقد تستخدم هنا معدات تفجير لتكسير الصخور او لازالة كميات كبيرة من التربة، كما قد تستخدم معدات حفر الانفاق.

الدفن: يتم الدفن للمواقع المنخفضة عن المستوى التصميمي باستخدام تربة مأخوذة من مأخذ املائيات مناسب لا يحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية او المتحللة او المتفحمة أو على مواد ملحية او جبسية او مواد طينية ذات سيولة عالية.

مراحل اعمال الدفن:

1) اخذ عينات من تربة الموقع لتحديد موقع مناسب لمأخذ الاملائيات، وحساب نسبة الرطوبة المثلى.
2) فرش التربة وحدلها على طبقات بسمك (15-20) سم لكل طبقة مع الرش المنتظم. المعدات التي تستخدم لحدل التربة هي:

- الحادلات الظلفية Sheep's-Foot Rollers: يتراوح وزنها بين (3-5) طن بعرض (3) متر وقد يصل وزنها الى (35) طن بعرض (5) متر للحادلات العملاقة.
- الحادلات ذات الاطارات المطاطية Pneumatic-Tired Rollers: هذه الحادلات فعالة مع التربة الرملية وقد يصل وزنها الى ثمانية اطنان.
- الحادلات ذات العجلات المعدنية الملساء Smooth-Wheel Rollers: تتكون من عجلتين او ثلاث من الحديد الصلب الاملس.



- الحادلات الاهتزازية Vibrating Rollers: وهي من انواع الحادلات السابقة تم تطويرها باضافة اجهزة اهتزازية تزيد من كفاءة الحدل، ولا ينفع هذا النوع كثيراً لحدل التربة الطينية.

الاختبارات الهندسية لتحديد صلاحية التربة الاساس للتبليط:

1) اختبار منسوب المياه الجوفية Water Table.
2) اختبار تحمل CBR.
3) اختبار نسبة الحدل موقعياً باستخدام المخروط الرملي.
4) سمك وكثافة طبقة التربة السطحية: طبقة التربة السطحية المطابقة للمواصفات يجب ان لا يقل سمكها عن (30) سم ويجب ان لا تقل كثافتها الجافة القصوى عن (1.7) غم \ سم^3.

تجرى الفحوصات على عمق (30) سم من السطح النهائي. عدد العينات لفحص مستوى الحدل يجب ان لا يقل عن (2) عينة لكل (2000) م^2 ، او حسب ما يقرره المهندس المشرف.

ثالثاً: طبقة ما تحت الاساس Sub-base Course:

تتألف هذه الطبقة من خليط من المواد الحبيبية بنوعية ومواصفات محددة. ويتم تنفيذها بحسب المراحل الآتية:

1) فرش الطبقة الحبيبية بطبقات بحيث لا يزيد سمك كل طبقة عند الفرش عن (20) سم.
2) ترطيب الطبقة وحدلها بالحادلات التي سبق ذكرها في الاعمال الترابية.
3) اجراء فحوص الحدل عليها التي سبق ذكرها في الاعمال الترابية، مع اخذ عينات اضافية من الاماكن التي بجوار احجار الرصف او فتحات المجاري لأن هذه الاماكن تشكل غالباً نقاط ضعف في الطريق.
4) اجراء فحوص منسوب واستواء السطح النهائي للطبقة باستخدام فحص المسطرة المعدنية.
5) اجراء ذرعة طبقة ما تحت الاساس.

محددات الطقس: يجب ان لا يكون التنفيذ في درجات حرارة انجمادية.

رابعاً: انشاء احجار تعلية الرصيف Kerbstones:

ويتم تنفيذها بأحد طريقتين:

1) باستخدام قطع خرسانية مسبقة الصب بأبعاد قياسية.
2) باستخدام خرسانة صب موقعي باستخدام قوالب منزلقة ذاتية الحركة خاصة لهذا الغرض.

مراحل التنفيذ:

1) تسقيط المسار باستخدام المعدات والاساليب المساحية.
2) الرصف باستخدام القطع الخرسانية الجاهزة او باستخدام الصب الموقعي. وفي حالة استخدام القطع الخرسانية الجاهزة يتم الرصف بثلاث مراحل:

- صب خرسانة الاساس (4:2:1) بسمك (10) سم عادة باستخدام الاسمنت المقاوم للاملاح مع عمل مفاصل تمدد كل (3) متر.
- فرش مونة اسمنت ورمل (3:1) مخلوطة بنسبة ماء قليلة.
- وضع احجار الرصف بحيث لا تزيد الفراغات بين القطع عن (1) سم مع تدقيق الاستقامة واستواء السطح، ثم تملأ الفجوات بين القطع بمونة الاسمنت مع الرمل.

خامساً: طبقة التشرب الاولية Prime Coat:

مادة الطبقة هي الاسفلت المخفف بالكيروسين بنسبة (1:1.5) حجماً، كمية الرش هي (0.5-1.2) لتر \ م^2، حيث تزاد كمية الرش كلما كانت التربة رملية او جافة او عند ارتفاع درجات الحرارة. زمن الرش (24-48) ساعة قبل فرش طبقة التبليط الاسفلتي. أهم فوائد هذه الطبقة:

1) تشكل سطحاً غير نفاذ للماء.
2) تشكل طبقة لاصقة.
3) تسد الفجوات في طبقة ما تحت الاساس.

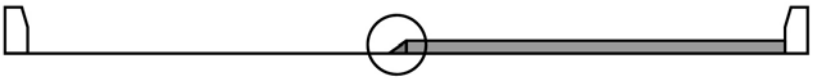
خطوات التنفيذ:

1) التأكد من نظافة وتماسك وجفاف طبقة ما تحت الاساس.
2) تسخين الاسفلت السائل الى درجة (60-85) درجة سيليزية.
3) الرش باستخدام الشاحنات الحوضية المجهزة بمرشات خلفية، مع استخدام الرش اليدوي لحافات الطريق بعرض (25) سم، ولا يُسمح بالتداخل العرضي بين مساحات الرش ويُسمح بالتداخل الطولي بعرض لا يزيد عن (15) سم.

سادساً: طبقة التبليط الاسفلتي:

يتم فرش طبقات الخرسانة الاسفلتية باستخدام الفارشات Pavers، ويستخدم معها ضاغطات الهواء Compressors للتنظيف قبل الفرش، والحادلات Rollers للحدل بعد الفرش. مع مراعاة الامور الآتية:

- جدولة عملية نقل الخلطات الاسفلتية بحيث لا تتأخر الخلطة قبل وضعها في حوض الفارشة.
- درجة حرارة الخلطة عند وضعها في الفارشة يجب ان لا تقل عن (120±10)° سيليزية.
- الفرش اليومي ينبغي ان يتم لكامل عرض الطريق، واذا لم يحصل ذلك، يقطع الجزء المائل (كما مبين في شكل المقطع العرضي الآتي) بحيث تكون حافة التبليط عمودية، ثم ترش حافة التبليط غير المكتمل باللاصق الاسفلتي (Tack Coat) قبل الاستمرار في اليوم التالي.



- يراعى في سرعة سير الفارشة ان تكون في حدود (3-6) متر \ دقيقة، وأقصى سمك لكل طبقة تبليط يتم فرشها هو (10) سم، ولا يتم وضع الطبقة التالية قبل اكمال حدل الطبقة السابقة. ويراعى تجنب الوقوف المفاجئ للفارشة او تغيير منسوب الفرش بصورة سريعة. ويمكن استعمال اكثر من فارشة في نفس الوقت.
- لا يُسمح بالمرور على الطبقة المفروشة او فرش طبقة اخرى فوقها قبل وصول درجة حرارة الطبقة المفروشة الى درجة حرارة الجو او مضي (12) ساعة على انهاء حدلها أيهما أبعد.

محددات الطقس:

1) يمنع فرش طبقات الخرسانة الاسفلتية في الجو الممطر، أو على سطح متجمد او مغطى بطبقة ثلجية او جليدية.

2) لا يسمح يفرش الطبقات الاسفلتية عندما تقل درجة حرارة الجو عن (5)° سيليزية الا اذا تم استخدام معدات خاصة لهذا الغرض بحيث تحافظ على درجة حرارة الخلطة الاسفلتية.

بعض الملاحظات التي تؤدي الى رفض الخلطة موقعياً:

1) عدم تجانس لون الخلطة الاسفلتية مما يدل على عدم تمام الخلط او نقص في نسبة الاسفلت المضاف للخلطة.
2) اختفاء لمعان حبيبات الركام وميل لون الخلطة الى اللون البني يدل على نقص نسبة الاسفلت في الخلطة.
3) في حالة ظهور الخلطات بسطح مستوٍ على مركبات الحمل وليس بشكل هرمي فإن ذلك يدل على زيادة نسبة الاسفلت في الخلطة. ويستدل ايضاً على نفس الحالة من خلال وجود تكتلات ضمن الخلطة.
4) تصاعد دخان ازرق من الخلطة يدل على احتراقها ويتوجب في هذه الحالة تدقيق قياس درجة حرارتها، وفي حالة زيادة درجة حرارة الخلطة عن درجة حرارة الوميض أو التوهج (Flash Point) فيجب رفض الخلطة.

حدل طبقة التبليط الاسفلتي:

1) الحدل الاولي (الابتدائي): ويتمثل في حدل الفارشة، والحادلات الاسطوانية الملساء زنة (2-12) طن ذات اسطوانة امامية واسطوانة واحدة خلفية.
2) الحدل الرئيسي: باستخدام حادلات الاطارات المطاطية زنة (10-20) طن عدد عجلاتها الامامية (2-5) عجلات، وعدد عجلاتها الخلفية (3-7) عجلات. سرعة الحدل (3-5) كم \ ساعة. درجة حرارة طبقة التبليط الاسفلتي لا تقل عن (100)° سيليزية، وتسير الحادلات خلف الفارشة بمسافة (50-100) متر.
3) الحدل النهائي: يتم باستخدام حادلات الاسطوانات الملساء زنة (3-16) طن وبسرعة (6-12) كم \ ساعة، وعلى مسافة (80-120) متر خلف الفارشة. ينتهي الحدل عندما تبرد طبقة التبليط الاسفلتي بحيث يمكن وضع اليد على طبقة التبليط لمدة لا تقل عن (6) ثواني.
4) في الاماكن الضيقة والمساحات الصغيرة يُستخدم الحدل بالحادلات اليدوية.

من الامور التي يجب مراعاتها في عمليات الحدل:

1) يفضل ان تبدأ عملية الحدل من الجانب المنخفض للطريق باتجاه الجانب المرتفع.
2) اتخاذ اجراءات تمنع من تعرض سطح التبليط الى النفط ومشتقاته ومواد التشحيم من المكائن الانشائية او من غيرها.
3) عند حدل الاقواس الافقية يراعى بدء الحدل عند الممر الداخلي والتوجه نحو الخارج بمسارات منتظمة.
4) في الطرق العريضة ومدارج المطارات قد يُصار الى استخدام فارشتين تسيران بخطوط متوازية، وفي هذه الحالة يبدأ الحدل من جوانب الطريق ويُترك مفصل المركز بعرض (15-20) سم ليتم حدله بمركز اسطوانة الحادلة الملساء كي لا يظهر أثر للمفصل بين عمل الفارشتين.
5) يجب عدم ايقاف الحادلة على منحدر قوي بعد انهاء عملية الحدل كي لا يؤدي وزنها الكبير الى حدوث انزلاق قد يؤدي الى حوادث.

سابعاً: طبقة اللصاق Tack Coat:

مادة الطبقة هي الاسفلت المخفف بمشتق نفطي سريع التطاير Motor Spirit بنسبة (1:2) حجماً، كمية الرش هي (0.15-0.5) لتر \ م^2 مع تسخين المزيج الى درجة حرارة (65-85)° سيليزية. ترش مادة الطبقة مباشرة قبل التبليط (خلال ساعتين على الاكثر) مع كون الظروف الجوية مناسبة وبعد تنظيف سطح الرش من المواد الناعمة باستخدام ضاغطات الهواء.

قد يؤدي زيادة معدل رش هذه الطبقة عن الحدود المقبولة الى حدوث الانفصال بدل الالتصاق، كما قد يؤدي الى حدوث ظاهرة النضح (النزف Bleeding) على الطبقات السطحية.

ثامناً: طبقة التبليط الاسفلتي النهائية:

الفرش والحدل كما سبقت الاشارة اليه في الفقرة (سادساً) بفارق كون درجة حرارة الخلطة عند وضعها في الفارشة يجب ان لا تقل عن (130±10)° سيليزية.

تاسعاً: التدقيق على نوعية التبليط:

1) التدقيق على حالة سطح الطبقة: يجب ان يكون السطح بعد اتمام الحدل مستوياً ذو ملمس خشن منتظم غير نفاذ للماء، ويجب ان يكون السطح خالياً من الاخاديد والنزف الاسفلتي والتشققات والتفتتات. ويجب التحقق من حالة عدم الانتظام في استواء سطح التبليط وذلك برش كمية من الماء للتأكد من عدم تجمع المياه في اي مكان من السطح، وفي حالة وجود عدم انتظام في السطح فيجب تصحيحه دون اضافة اي مبلغ للمقاول.
2) التدقيق على سمك طبقة التبليط:
   - اذا حصل نقصان في سمك الطبقة لا يزيد عن (3) ملم فيمكن قبول الطبقة.
   - اذا كان النقص في السمك اكثر من (3) ملم الى حد (10) ملم فيمكن قبول الطبقة بعد تقليل سعر الفقرة بمقدار يتناسب مع النقص.
   - اذا زاد النقصان عن (10) ملم فيجب رفض الطبقة ويجب على المقاول قلعها واستبدالها بطبقة اخرى بدون اضافة سعر.
3) التدقيق على استواء سطح طبقة التبليط كما في الجدول الآتي (الجدول R9/6 في المواصفات القياسية للهيأة العامة للطرق والجسور العراقية لسنة 2003):

Course	Tolerance (mm)
Surface Course	±4.0
Binder Course	±6.0
Base Course	(-20) to (+8)
Subbase Course	(-20) to (+10)

4) الاختلاف في الميول العرضية يجب ان لا يزيد عن (0.3%) عن ما هو مطلوب في التصميم.