شهادة تقيم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل – فلسطين

تخطيط وتصميم طريق أرنبة الواصل
بين مدينة حلحول وبلدة بيت أولا

فريق العمل

امير جهاد عوض **فؤاد حاتم زماعرة**

بناءاً على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع و بموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس

توقيع مشرف المشروع **توقيع رئيس الدائرة**

الاسم: **الاسم:**

توقيع اللجنة الممتحنة

....

.....

كانون اول - 2009 م

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
acc ١٤٠٥٢٨ الرقم التسلسل
Cl 38 رقم التصنيف

الإهداء

إلى نبض قلبي . . . وزهرة عمري . . . إلى الغالية التي تعطي بلا حدود . . . التي سهرت

الليالي بقربي

إلى أمي الحبيبة

إلى خير مربي . . . وشعلة الأمل في نفسي , وراعي أمري . . .

إلى والدي العزيز

إلى زهرات الأمل . . . ومشاعر النور في حياتي

إلى إخوتي وأخواتي الأحباء

إلى اعز الناس . . . ومن لهم اثر في حياتي ووجداني

إلى جميع أصدقائي

إلى من فقدته نفسي . . . حياتي . . . عمري . . . وجداني

إلى أرواحهم الطاهرة أجدادي

اهدي هذه الثمرة المتواضعة لك قدسي

شكـــر وتقدير

الحمد لله وحده –أولا وقبل كل شي– كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه الذي خلقنا وأسبغ علينا نعمه ظاهرة وباطنة

وانطلاقا من حديث النبي صلى الله عليه وسلم :" من لا يشكر الناس لا يشكر" وامتثالا له فانه يسرني ويسعدني أن نتقدم ونتوجه بالشكر الجزيل والعرفان بالجميل لأستاذي المهندس خليل كرامة على تكرمه بالإشراف على هذا المشروع ، ولما منحنى إياه من نصائح وتشجيع .

كما ونتقدم بجزيل الشكر لجامعة بوليتكنك فلسطين ممثلة بدائرة الهندسة المدنية والمعمارية ومكتبة الجامعة التي لم تبخل علينا بالمراجع التي تم الاستفادة منها .

كما نتقدم بجزيل الشكر لجميع أساتذة دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

كما و نتقدم بجزيل الشكر إلى المهندس فيضي شبانه والمهندس مصعب شاهين والمهندس معتز قفيشة والمهندس نضال أبو رجب والمهندسة علياء الزير.

كما ونتقدم بجزيل الشكر الى المهندس يوسف حسين ابو الريش والمهندس نائل قفيشة لما قدموه لنا من مساعده

ملخص المشروع

تخطيط وتصميم الطريق الواصل
بين مدينة حلحول وبلدة بيت اولا

فريق العمل:

امير جهاد عوض **فؤاد حاتم زماعرة**

جامعة بوليتكنك فلسطين- 2009م

إشراف:

م.خليل كرامه

المشروع عبارة عن تخطيط وتصميم شارع ارنبة في مدينة حلحول، وقد تم اختيار هذا المشروع لما له من أهمية حيوية في مدينة حلحول ، حيث يشكل هذا المشروع تطبيقا للمفاهيم الهندسية والمواصفات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بتصميم أي طريق . يحتوي هذا المشروع على عدة فصول نظرية وحسابية مبينة بالتفصيل في هيكلية المشروع ، ويتكون هذا المشروع من جزئيين : عمل ميداني وعمل مكتبي .

يحتوي هذا المشروع على عدة مخططات (تصميم المقاطع العرضية ، تصميم المقطع الطولي ، منحنى الحجوم ، التصميم الأفقي ، التصميم الرأسي،البنية التحتية) .

Abstract

Planning And Design Of The Road Arnba
Between Halhul and Beit ola

Team work

Ameer Jihad Awad Fuad Hatem Zamareh

Palestine Polytechnic University-2009

Supervisor:

Eng. Khalel Karamma

This project is design for arnba street in Halhul city, the importance of this street is that it connects Halhul and beit ola.

This project is an application for engineering and technical specifications that have to be considered in highway design, the project consist of theory and calculations chapters as shown in the project scope, the project has two parts: field work and office work. The plans of the project contain: Horizontal plan, profile, horizontal and vertical curves, cross sections and the mass whole diagram.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج	I
الاهداء	II
شكر وتقدير	III
ملخص المشروع	IV
Abstract	V
فهرس المحتويات	VI
فهرس الجداول	XIII
فهرس الاشكال	XV

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	الفصل الأول: المقدمة	
1-1	مقدمة عامة	1
2-1	نبذة تاريخية عن الطرق	1
3-1	اهمية انشاء الطرق	3
4-1	فكرة المشروع	3
5-1	الدراسات السابقة	3
6-1	منطقة الدراسة	3
7-1	موقع المشروع	4
8-1	الاعمال المساحية المطلوبة لتخطيط الطريق	5
1-8-1	المرحلة الاستطلاعية	5
2-8-1	المسح الميداني للطريق	5
3-8-1	التصميم النهائي للطريق	5
9 -1	العوائق والصعوبات	5
10- 1	هيكلية المشروع	6
11-1	الجدول الزمني	6
	الفصل الثاني: التصميم الهندسي للطريق	

1-2 مقدمة 8

2-2 العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق..... 9

1-2-2 النقاط الحاكمة 9

1-2-2 أسس التصميم الهندسي للطريق 10

2-2-2 حجم وتركيب المرور 10

3-2-2 التصميم الهندسي للطريق 10

4-2-2 التكلفة 11

5-2-2 عوامل اخرى 11

3-2 العوامل الاساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند انشاء الطرق بين مدينتين 11

1-3-2 قوة الرياح واتجاهها 12

2-3-2 طبوغرافية المنطقة وثباتها الجيولوجي 12

3-3-2 الهيدرولوجية 15

4-3-2 الاهمية الاقتصادية 15

5-3-2 التوزيع السكاني 17

6-3-2 انواع السيارات المستخدمة على الطريق 17

4-2 التصميم الهندسي للطريق 18

5-2 اسس التصميم الهندسي 19

1-5-2 حجم المرور 19

2-5-2 تركيب المرور 19

3-5-2 عربات التصميم 22

4-5-2 السرعة التصميمية 24

5-5-2 قطاع الطريق 24

6-5-2 عرض المسارب 24

7-5-2 الميول العرضية 25

8-5-2 الاكتاف 27

9-5-2 الارصفة 27

الفصل الثالث: حجم المرور

1-3 مقدمة.....18

2-3 حجم 18

1-2-3 تعريف.....18

2-2-3 التعداد 19
3-2-3 فترات التعداد 19
4-2-3 انواع التعداد 19
5-2-3 طرق اجراء التعداد 20
6-2-3 حجم السير الحالي والمستقبلي 20
3-3 عمر الطريق 21
4-3 مسافة التوقف المرئية 21
5-3 مسافة التجاوز المرئية 23
6-3 سعة الطريق 25
7-3 اشارات المرور على الطريق 29
1-7-3 انواع اشارات المرور على الطريق 29
2-7-3 مواصفات اشارات المرور على الطريق 30
3-7-3 موقع الاشارة 30
4-7-3 الرؤية في الليل 31
5-7-3 اشارات الطوارىء 31
8-3 علامات المرور 31
1-8-3 اهداف علامات المرور 31
2-8-3 الشروط الواجب توفرها في العلامات 32
3-8-3 علامات المرور على الطريق 32
4-8-3 انواع علامات المرور 33

الفصل الرابع : المضلعات

1-4 مقدمة 34
2-4 انواع المضلعات 34
1-2-4 المضلع المفتوح 34
2-2-4 المضلع المغلق 35
3-4 متطلبات الدقة لأعمال المضلعات 36
4-4 القراءات 36
5-4 حساب احداثيات المحطّات قبل التصحيح 39
6-4 تصحيح الأخطاء للمضلع Reduction of Errors 41
1-6-4 الأخطاء في المسافات Error in Distance 41

2-6-4 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز Instrument Centering Error 41
3-6-4 أخطاء التوجيه Target Centering 42
4-6-4 الأخطاء في قياس الزوايا 43
7-4 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات 43
1-7-4 Least Square Method 44
2-7-4 Distance observation reduction 45
3-7-4 Angle observation reduction 45
8-4 الإحداثيات المصححة 47
9-4 المسافات المصححة 47
10-4 الزوايا المصححة 48

الفصل الخامس: التخطيط الأفقي والراسي

1-5 مقدمة 52
2-5 القوة الطاردة المركزية 52
3-5 التعلية 53
4-5 التوسعة 54
5-5 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق 56
6-5 المنحنيات الافقية 58
1-6-5 انواع المنحنيات الافقية 59
2-6-5 المنحنيات الافقية الدائرية 59
7-5 ملاحظات عامة عن التخطيط الافقي 64
8-5 التخطيط الراسي للطريق 70
1-8-5 المنحنيات الراسية 70
2-8-5 اشارة الميل وزاوية التدرج 71
3-8-5 عناصر المنحنى الراسي 71
4-8-5 خواص القطع المكافىء البسيط 72
5-8-5 المنحنيات الراسية غير المتماثلة 73
6-8-5 الميول الراسية العظمى في الطرق 74
9-5 العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي 76
10-5 ملاحظات عامة في التصميم الراسي 77

الفصل السادس: التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6	مقدمة	81
2-6	الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة	81
1-2-6	أختبارات التربة	81
1-1-2-6	اختبار الدمك	81
2-1-2-6	تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا	86
3-6	التصميم الانشائي للطريق	93
1-3-6	العناصر الانشائية للرصفة المرنة	94
2-3-6	العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة	94
3-3-6	حساب الاوزان المحورية القياسية وسمك الرصفة	94
3-3-6	سماكة الطبقات	99

الفصل السابع : حساب المساحات والحجوم

1-7	حساب مساحات المقاطع العرضية المختلفة	105
2-7	طريقة الاحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية	105
3-7	حساب الحجوم والكميات	107
1-3-7	حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي	107
1-1-3-7	الحالات التي من الممكن ان يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين	107
4-7	التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم	115
5-7	خواص منحنى الحجوم	116
6-7	مسافة النقل المجانية	117

الفصل الثامن : التكلفة والعطاء

1-8	مقدمة	118
2-8	حساب تكلفة الطريق	118
1-2-8	تكلفة الرصفة	118
2-2-8	تكلفة الحفر والردم	119
3-2-8	تكلفة تنظيف الطرق ورش مادة البيتومين	120
4-2-8	تكلفة علامات المرور	120
5-2-8	التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق	120

6-2-8 التكلفة النهائية للمشروع 120
3-8 العطاءات 121
1-3-8 طرح العطاء 121
2-3-8 دراسة العروض وتقييمها 123
3-3-8 قرار الاحالة 124
4-3-8 نموذج عرض مناقصة مقترح 124

الفصل التاسع : النتائج والتوصيات

1-9 النتائج 126
2-9 التوصيات 126

المصادر والمراجع 127

الملحقات

ملحق رقم 1 : دليل الموقع 128
ملحق رقم 2 : traverse 129
ملحق رقم 3 : المنحنيات الراسية (Vertical Curve) 130
ملحق رقم 4 : Horizontal Incremental Stationing Repor 131
ملحق رقم 5 : station increment 132
ملحق رقم 6 : Horizontal report 133
ملحق رقم 7 : جدول الحجوم 134

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	رقم الصفحة
1-1	الجدول الزمني للمشروع	6
1-3	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف	22
2-3	العلاقة بين السرعة و معامل الاحتكاك f	12
3-3	تأثير الميول على مسافة الرؤية للتوقف	23
4-3	سعة الطريق حسب ASHTO	25
5-3	تعداد المركبات على الطريق	26
6-3	متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع	27
7-2	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف	21
1-4	متطلبات الدقة لأعمال المضلعات	36
2-4	القراءات التي تم رصدها في الميدان	37
3-4	معدل الزوايا و المسافات	38
4-4	حساب الإحداثيات	40
5-4	احداثيات طابو	40
6-4	معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة	42
7-4	قيم الإحداثيات التي تم تصحيحها	47
8-4	المسافات المصححة	48
9-4	الزوايا المصححة للمضلع	48
10-4	Observation	50
11-4	Adjusted Coordinate	50
12-4	Semi-Axes are at 95% Confidence Level	51
1-5	قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة	54
2-5	قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر	55
3-5	توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام الثيودوليت	69

4-5	توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام (Total Station)	70
5-5	الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية	74
6-5	القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية	76
7-5	قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية	79
1-6	قيم الكثافة الرطبة لعينات (Base course)	83
2-6	قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات (Base course)	83
3-6	قيم الكثافة الرطبة لعينات التربة	85
4-6	قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة	85
5-6	بعض قيم نسبة التحمل	86
6-6	حساب نسبة التحمل (CBR)	87
7-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10 ضربة	89
8-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 30 ضربة	90
9-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربة	91
10-6	الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة	92
11-6	نسبة المركبات في المسرب الواحد	95
12-6	معامل النمو	95
13-6	حجم المرور	96
14-6	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)	97
15-6	نسبة كاليفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة	99
16-6	قيم المعامل المناخي	100
17-6	معامل الطبقة للاسفلت	101
18-6	معامل الطبقة للبيسكورس	101
1-7	حساب المساحة بطريقة الإحداثيات	106

1-8 تكاليف كميات طبقات الرصفة المرنة 120

2-8 تكاليف كميات الحفر والردم 121

فهرس الأشكال

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة

1-1 موقع المشروع 4

1-2 ادخال الميول العرضية على الطريق 15

1-3 مسافة الرؤية للتوقف 22

2-3 مسافة الرؤية للتجاوز 23

1-4 المضلع المفتوح 34

2-4 المضلع المغلق 35

3-4 Closed traverses or link traverses 35

1-5 تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات 52

2-5 التوسعة على المنحنيات 55

3-5 الرفع الجانبي للطريق حول المحور 57

4-5 التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية 58

5-5 أنواع المنحنيات الدائرية 59

6-5 عناصر المنحنى الدائري البسيط 60

7-5 عناصر المنحنى الدائري المركب 62

8-5 عناصر المنحنى الدائري مكسور الظهر 63

9-5 المنحنيات العكسية 64

10-5 فرق الميل أو زاوية الميل 71

11-5 عناصر المنحنى الرأسي 71

12-5 منحنى راسي غير متماثل 73

13-5 القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل 75

14-5 منحنى رأسي قاعي 77

1-6 العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (Base course) 84

2-6 العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة التربة 86

3-6 مطرقة وقوالب المعدلة بروكتور 87

4-6 جهاز الغرز..... 87
5-6 المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 10 ضربات 89
6-6 المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 30 ضربة 91
7-6 المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 65 ضربة 92
8-6 العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBR عند غرز 5 ملم..... 93
9-6 طبقات الرصفة المرنة..... 94
10-6 ايجاد قيمة s-soil support value 103
11-6 (AASHTO flexible-pavement design 104
1-7 حساب المساحة بطريقة الإحداثيات 106
2-7 مقطع عرضي في منطقة حفر 108
3-7 مقطع عرضي في منطقة حفر 108
4-7 مقطع عرضي في منطقة حفر 110
5-7 مقطع عرضي في منطقة حفر وردم 110
6-7 مقطع عرضي في منطقة ردم 112
7-7 مقطع عرضي في منطقة حفر وردم 112
8-7 مقطع عرضي في منطقة حفر وردم 114
9-7 مقطع عرضي في منطقة حفر وردم 114
10-7 منحنى الحجوم 116

الفصل الأول

١

مقدمة

١-١ مقدمة عامة .

١-٢ نبذة تاريخية عن الطرق.

١-٣ أهمية انتشاء الطرق.

١-٤ فكرة المشروع.

١-٥ الدراسات السابقة.

١-٦ منطقة الدراسة.

١-٧ موقع المشروع .

١-٨ الأعمال المساحية المطلوبة لتخطيط الطريق.

١-٩ العوائق والصعوبات.

١-١٠ هيكلية المشروع .

١-١١ الجدول الزمني للمشروع.

الفصل الأول

مقدمة

١-١ مقدمة عامة : -

بدأ الاهتمام بفتح الطرق منذ أن بدأت الحضارات الإنسانية الأولى، فأصبحت حضارة الشعوب و مدى تقدمها تعتمد على حجم الطرق المفتوحة، و على مقدار ما توفره هذه الطرق من درجة أمان للمواطنين و مستخدميها وعلى مدى توفر سبل الراحة عليها.

و كان الاهتمام بالطرق حسب الإمكانيات المتاحة،ففي قديم الزمان كانت الطرق مجرد مسرب ترابي بعرض قليل جدا، و ذلك بسبب تواضع وسائل المواصلات في ذلك الوقت، حيث كانت تقتصر على الدواب في بادئ الأمر، و مع تقدم الحضارة البشرية و خصوصا وسائل المواصلات،و زيادة أعداد السكان المطرد، رافق ذلك أيضا تطورا في شبكات الطرق، فبدأت تتطور الطرق من مسارب صغيرة لحيوانات النقل إلى مسارب أكبر قليلا، ثم إلى مسارب مرصوفة لتوفير المزيد من الراحة و السلامة لمستخدميها، إلى أن وصلت إلى ما هي عليه هذه الأيام من شق طرق ذات العرض الكبير و الحارات المتعددة و مدت بطبقات من الإسفلت لتوفير أكبر قدر ممكن من الأمن و الراحة للمواطنين و المركبات على حد سواء،وأصبحت هنالك الجزر الوسطية و على الأطراف، وثم إدخال التعلية على المنحنيات و غيرها من الأمور الأخرى التي سنتعرف عليها بالتفصيل، وحدث هذا التقدم و التطور في الطرق مواكبا و متوازيا مع التقدم في اختراع وسائل المواصلات الحديثة ومع الزيادة الهائلة في عدد السكان، بالإضافة إلى التقدم الكبير في العلم. كل هذه الأمور أدت إلى ارتفاع مستوى حياة البشرية و جعلتها أكثر سهولة و نجاعة خصوصا في البلدان ذات المساحات الكبيرة.

وتعتبر شبكة الطرق من أهم عناصر البنية التحتية اللازمة للتطور الاقتصادي والصناعي والاجتماعي للدول ، إذ أنها تربط بين المدن والقرى أو على مدى أوسع من ذلك إذ أنها تربط الدول مع بعضها البعض،حتى أصبحت الطرق معيارا أساسيا لمدى تطور الدول وتميزها ونموها حيث من شأنه أن يجلب للبلاد التقدم والرقي والترابط بين السكان للفوائد المتعددة التي تقدمها فيما يتعلق بتسهيل انتقال الأفراد ونقل البضائع .

١-٢ نبذة تاريخية عن الطرق:-

لا يوجد تاريخ محدد لنشأة الطرق، ولكن كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هي أول طرق سير عرفتها البشرية حيث نشأت مع توطن البشر واستئناسهم للحيوانات قبل نحو 9000 عام، وقد أخذ مسار المشاة والحيوانات مسارا متعرجا ليخدم الملكيات الخاصة المتناثرة. وهذا الذي دعا إلى إتباع نظام الطرق المتعرجة ذات المنحنيات والميول الشديدة.

والطرق الحديثة يعود تاريخها إلى اليوم الذي اخترع فيه الإنسان العجلة منذ حوالي 5000 عام قبل الميلاد، إن الفضل في إنشاء الطرق يعود للرومان حوالي 4000 ق.م . فقد أنشؤوا شبكة ضخمة من الطرق تتكون من 29 طريقا رئيسيا يصل مجموع أطوالها إلى 80 ألف كلم، والتي أنشأت لأغراض عسكرية حيث كانت تنطلق على شكل طرق شعاعيه من عاصمتهم روما إلى جميع أنحاء الإمبراطورية الرومانية.

فالرومان هم من أسس التقنية الحديثة لإنشاء الطرق، فقد اعتمدوا الطرق المستقيمة لتقليل المسافات وابتعدوا عن الوديان التي تغمرها السيول، واعتمدوا في إنشاء طرقهم على التقنية المتبعة آنذاك وهي فرش مسار الطريق بطبقات من الصخور الثقيلة لتكون الأساس، ثم الرصف بطبقة من الأحجار المسطحة، ومسك الأحجار ببعضها عن طريق عجينة جيرية. وهم من أقام المجاري على جانبي الطريق لتحمل المياه بعيداً وكذلك عرفوا الانحدار الطفيف للطرق لتصريف المياه.وعرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالأحجار في عام 3500 ق.م في بلاد ما بين الرافدين، ثم أتى البابليون وبنو شبكة مهمة من الطرق تصل العاصمة بالمناطق المحيطة بها، وكانوا أول من استخدم الإسفلت (القار) كمادة من مواد إنشاء الطرق.

في نهاية القرن الثامن عشر الميلادي تطور إنشاء الطرق في انجلترا على طريقة أحد المهندسين الفرنسيين، حيث قام كل من المهندسين تلفورد و ماكآدم من تطوير أساليب مشابهة لإنشاء الطرق، حيث استخدم تلفورد أحجارا كبيرة كقاعدة للطريق وغطاها بأحجار اصغر كسطح للطرق، أما ماكآدم فاستخدم أحجارا صغيرة لكامل أجزاء الطريق، وهذا النوع ما زال مستخدما إلى اليوم في إنشاء الطرق ويحمل اسمه.

ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادي أنشأت آلاف الكيلومترات من الطرق التي أخذت بعين الاعتبار تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة، كما أن اختراع الإطارات المطاطية بدلا من المعدنية من قبل العالم دنلوب 1888م ساعد على تغطية الطرق بالإسفلت مع بداية القرن العشرين مما زاد من مستوى الراحة والسرعة وتقليل الضوضاء، كما أن اختراع محرك الاحتراق الداخلي عام 1880 م ادخل ثورة في عالم الطرق والدخول في عصر السيارات الذي نعيشه اليوم.

١-٣ أهمية إنشاء الطرق:-

للطرق أهمية كبيرة في كافة المجالات حيث أنها تمثل المقياس الذي يحكم من خلاله على مدى تطور والتقدم الذي وصلت إليه البلد، وللطرق أهمية كبيرة حيث أنها تعمل على الاقتصاد في الوقت والطرق الجيدة تعمل على زيادة عمر المركبة وقلة استهلاك الوقود، كمان أن الطرق الجديدة تساعد على نشر التعليم وتسهيل انتقال طالبي العلم إلى المراكز الرئيسية والمدارس والجامعات، والطرق الجيدة تحتوي على إشارات ضوئية وعلامات مرور تساعد المشاه والسيارات على التنقل من مكان لأخر وتحافظ على أرواحنا، كما أنها تساعد على رفع المستوى المعيشي للناس عن طريق خلق صناعات جديدة .

١-٤ فكرة المشروع:

تم اختيار هذا المشروع من أجل خدمة المواطنين وتسهيل حركتهم وقضاء حاجاتهم وذلك بسبب الزيادة السكانية والتوسع العمراني وتشتمل فكرة المشروع على أعادة تأهيل و تصميم طريق أرنبة(الواصل بين مدينة حلحول وبلدة بيت أولا) ، و الذي هو عبارة عن طريق ترابي .

حيث تم القيام بهذا المشروع بكافة الأعمال المساحية اللازمة للتعرف على مسار الطريق وطبيعة التضاريس ودراسة التربة وذلك بعمل مسح أولي للمنطقة ، وبعد إجراء كافة الدراسات قمنا بتصميم المنحنيات الرأسية والمنحنيات الأفقية وعمل التوسعة عليهما، ويشمل عمل الميول الجانبية والأفقية لتصريف مياه الأمطار والمياه العادمه، ومن ثم إجراء كافة الحسابات للحفر والردم الذي يلزم لتوقيع الطريق.

١-٥ الدراسات السابقة :-

الطريق ضمن المخطط الهيكلي لمدينة حلحول، لكن لا يوجد دراسات سابقة على هذا الطريق .

1-6 منطقة الدراسة:-

مدينة حلحول:

تقع مدينة حلحول بعد 7 كم من شمال الخليل ، كما وتبعد نحو 25 كم عن البحر الميت و60 كم عن البحر المتوسط ويبلغ ارتفاعها 997 كم عن سطح البحر وهي بذلك تعد أعلى نقطة مسكونة في عموم فلسطين.

تبلغ المساحة الإجمالية للمدينة 39 ألف دونم ، منها 9000 دونم للمدينة والباقي أراضي زراعية وخرب تابعة للمدينة.

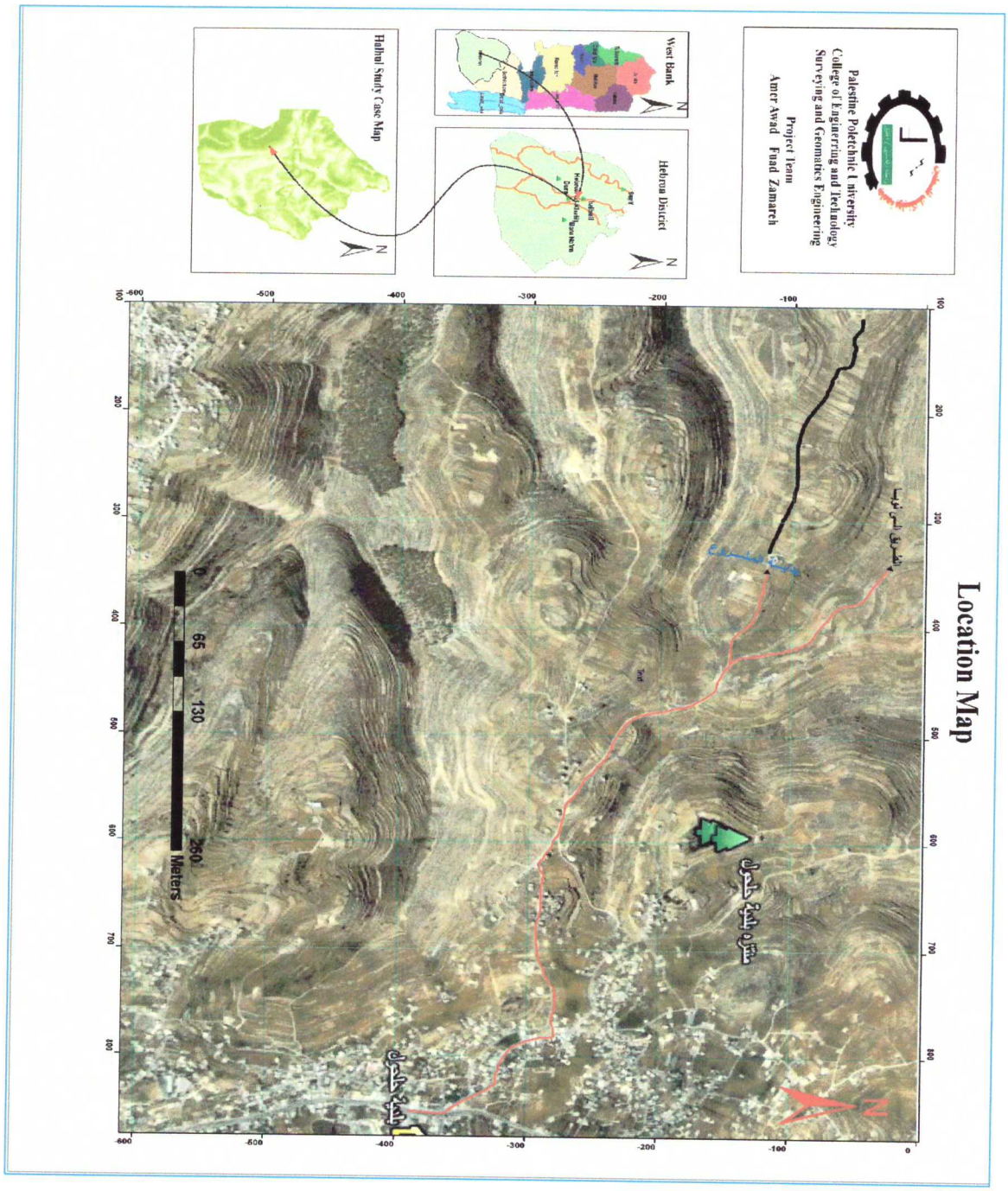
و حسب دائرة الإحصاء المركزية بلغ عدد سكان المدينة لعام 2008 م 30 ألف نسمة موزعين على حلحول القديمة وحلحول الجديدة التي تعرف بأنها التمدد والنمو السكاني الطبيعي للمدينة القديمة حيث التوسع العمراني ذو الطابع الحديث في الهندسة والتخطيط.

يعتمد النشاط الاقتصادي في حلحول على الزراعة بالدرجة الأولى نتيجة توفر الأراضي الزراعية

الخصبة والمناخ المعتدل وكثرة مصادر المياه، حيث يوجد فيها أكثر من 20 نبعاً لذا فمعظم سكانها يعملون بالزراعة ومن أهم مزروعاتها العنب والتين والبرقوق والمشمش والكرز والتفاح والخوخ .

١-٧ موقع المشروع :-

الشكل التالي (١-١) يوضح موقع الطريق المقترح تصميمه:



الشكل (١-١)

١-٨ الأعمال المساحية المطلوبة لتخطيط الطريق

١-٨-١ المرحلة الاستطلاعية

١- تحديد منطقة المشروع .
٢- زيارة استطلاعية لمنطقة المشروع .
٣- إحضار الصور الجوية لمنطقة المشروع .
٤- تحديد نوع وطبيعة التربة في منطقة المشروع .
٥- تحديد جميع العوائق الغير ظاهرة على الصور .
٦- تحديد المحطات لرفع الطريق.

١-٨-٢ المسح الميداني للطريق

١. عمل مضلع لمنطقة المشروع ورصد المحطات من نقاط معلومة لحساب إحداثياتها.
٢. القيام بعملية الرفع المساحي لكافة التفاصيل الموجودة على الطريق .

١-٨-٣ التصميم النهائي للطريق :-

حيث تم القيام بعد عملية الرفع المساحي للطريق التالي :-
١- عمل التخطيط والتصميم بمراحله المختلفة (المنحنيات الأفقية والراسية).
٢- عمل المقاطع العرضية والطولية للطريق.
٣- حساب كميات الحفر والردم .
٤- عمل الفحوصات للتربة .
٥- تحديد سماكة الطبقات وعددها
٦- البنية التحتية للطريق

١-٩ العوائق والصعوبات:-

١- صعوبة الحصول على المعلومات من الجهات الرسمية أثناء عملية جمع المعلومات.
٢- طبيعة التضاريس في المنطقة مما أدى إلى صعوبة في العمل الميداني وصعوبة في التصميم.
٣- مرور الطريق من أراضي زراعية وإحالة المواطنين في بعض الأحيان دون العمل المساحي.

١-١٠ هيكلية المشروع:-

تم بالتشاور بين فريق عمل المشروع والمشرف على وضع هيكلية للمشروع تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه أي طريق من أعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كالأتي:-

- الفصل الأول: يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث (تصميم وإنشاء بنية تحتية لطريق أرنبة)، الأهمية والأهداف، فكرة وهيكلية المشروع، طريقة البحث، العوائق والصعوبات.
- الفصل الثاني : يتحدث عن التصميم الهندسي للطرق من حيث العوامل التي تتحكم في التخطيط وأسس التصميم الهندسي للطريق.
- الفصل الثالث: يتحدث عن حجم المرور من حيث طرق معرفة وتحديد حجم السير من تعداد للمركبات وأنواع التعداد على الطريق ووسائل إجراء التعداد، وتحديد فترات التعداد وتحديد حجم السير الحالي والمستقبلي.
- الفصل الرابع: يتحدث عن المضلعات حيث يُظهر عدد من القراءات التي تم رصدها في الميدان وحساب إحداثيات المحطات وتصحيحها.
- الفصل الخامس: يتحدث عن التخطيط الأفقي وكيفية تصميم المنحنيات الأفقية والمتدرجة والميول العرضية، ويتحدث كذلك عن تصميم المنحنيات الرأسية والعناصر الأساسية للمنحنى الرأسي والميول الرأسية العظمى في الطرق.
- الفصل السادس : التصميم الانشائي لطريق والفحوصات المخبرية
- الفصل السابع : حساب المساحات والحجوم
- الفصل الثامن: تكلفة المشروع
- الفصل التاسع : النتائج والتوصيات

١-١١ الجدول الزمني للمشروع :-

جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع

تجهيز التقرير النهائي	
حساب التكلفة النهائية للمشروع	
تصميم شبكات الصرف الصحي	
التصميم الإنشائي للطريق	
الرسم بالحاسوب	
التصميم الرأسي للطريق	
التصميم الأفقي	

النشاط / الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
العمل الميداني																
للطريق																

الفصل الثاني

٢

التصميم الهندسي للطريق

٢-١ مقدمة.
٢-٢ العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق .
٢-٣ العوامل الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند إنشاء طريق بين مدينتين.
٢-٤ التصميم الهندسي للطريق .
٢-٥ أسس التصميم الهندسي للطرق .

الفصل الثاني

التصميم الهندسي للطريق

٢-١ مقدمة

يعتبر التصميم الهندسي من أهم مراحل التصميم لأي طريق، حيث أنه تكون هذه المرحلة من التصميم داخل المكتب و تسير جنبا إلى جنب مع عمليات المسح المذكورة سابقا.

تتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية و هي كالتالي:

١. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment): حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية و تحديد بداياتها و نهاياتها و كذلك تحديد أطوالها و زواياها و نقاط التقاطع فيها، و بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي و عرض الطريق و الحواجز الجانبية و نقاط المضلع المفتوح (PI) و كذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمال.

٢. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment): إن التصميم الرأسي للطريق يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية و تحديد الانحدار الجيد للطريق، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي و نشاهد كيف ترتفع و تهبط و نحدد مناطق الحفر و الردم، و كذلك من التصميم الرأسي للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية .

إن عملية تمثيل التصميم الأفقي و التصميم الرأسي على مخططات التصميم تتمثل في وضع التصميمان الأفقي و الرأسي في لوحة واحدة تسمى (Plan _ Profile)، حيث يكون التصميم الأفقي في الجزء العلوي من اللوحة و يكون التصميم الرأسي في الجزء السفلي من اللوحة.

٣. أما المرحلة الثالثة من التصميم للطريق هي التصميم العرضي للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق و ميولها الجانبية و كذلك بيان سطح الطريق و عرضه.

ونظرا لان اختيار مسار الطريق يعتبر من أهم المراحل في التصميم يجب أن تأخذ النقاط التالية في الاعتبار:

١- يجب أن يكون الطريق اقصر ما يمكن وبأقل انحدار حتى نضمن انسياب المرور بأقل وقت وبأقل التكاليف.

٢- يجب أن تكون تكلفة الإنشاء اقل ما يمكن مع الأخذ بالاعتبار تكاليف الصيانة مستقبلا بحيث تكون في أضيق الحدود ولهذا يفضل سهولة الموقع المقترح بسهولة لنقل المعدات والمواد وتجهيزات الصيانة.

٣- في حالة الطرق الجديدة يفضل أن تتساوى كميات الحفر والردم بقدر الامكان .

٢-٢ العوامل الرئيسية التي تتحكم في التخطيط:

حتى يكون الطريق اقصر ما يمكن يجب ان يكون الطريق مستقيما بين نقطة البداية ونقطة النهاية وهذا لا يمكن تحقيقه في معظم الأحيان لصعوبات عملية كثيرة مثل العوائق الطبيعية التي قد تعترض المسار، والعوامل التي تتحكم في التخطيط هي:

١- النقاط الحاكمة.
٢- حجم وتركيب المرور
٣- التصميم الهندسي للطريق.
٤- التكلفة.
٥- عوامل اخرى

أما في حالة الطرق الجبلية يجب الاخذ بعين الاعتبار:
١- الاستقرار والثبات.
٢- الصرف الصحي.
٣- أسس التصميم الهندسي للطرق الجبلية.
٤- الارتفاع والانخفاض.

٢-٢-١ النقاط الحاكمة:

وهي النقاط الأساسية التي يمر بها مسار الطريق وتنقسم إلى قسمين:
١- نقاط يجب أن يمر بها الطريق اضطراريا وهذه قد تسبب في زيادة طول المسار و المرور في مناطق صعبة،كالمرور مثلا حول مناطق جبلية وعدم اختراقها والبدائل عمل نفق يمر بالمنطقة الجبلية او الالتفاف حول الجبل وهذا بالطبع سوف يزيد من التكاليف.
٢- نقاط يجب أن لا يمر بها الطريق وفي هذه الحالة قد نضطر إلى تغير المسار بشكل كلي ومن هذه النقاط أماكن للعبادة، المدافن، المنشآت الضخمة عالية التكاليف والبرك والمستنقعات.

٢-٢-٢ حجم وتركيب المرور:

يجب أن يتمشى التخطيط مع حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا ولذلك يجب عمل دراسات مسحية تحدد الوجهة والمصدر وعمل دراسة عن المسار المرغوب لمعرفة اتجاه حركة المرور المتوقعة.

٢-٢-٣ التصميم الهندسي للطريق:

أسس التصميم الهندسي مثل الانحدارات وإنصاف الأقطار للمنحنيات ومسافة الرؤية تتحكم في الاختيار النهائي للمسار فإذا تطلب الأمر اختيار المسار الأقصر فان هذا سينعكس على انحدار الطريق والذي يجب أن لا يزيد بأي حال من الأحوال عن الانحدار الحاكم، ولتفادي الانحدار الكبير يفضل ان يكون الطريق موازي لخطوط الكنتور وعليه فان الأمر يتطلب تحديد اقل نصف قطر واقل طول لمنحنى انتقال بعد تحديد السرعة التصميمية.

٢-٢-٤ التكلفة:

بعد أن تأخذ العوامل السابقة في الاعتبار يجب أن يكون اختيار المسار النهائي متوقفا على التكلفة الكلية والتي يجب أن تشمل تكلفة الإنشاء والصيانة والتشغيل،ويمكن جعل تكلفة الإنشاء قليلة في حال تجنب الجسور العالية والقطع بكميات كبيرة.

٢-٢-٥ عوامل أخرى:

هنالك عوامل أخرى تتحكم في تخطيط الطريق مثل عوامل صرف مياه الأمطار عن سطح الطريق وكذلك تحديد منسوب المياه الارضية ومعدل التسرب ، وعند اختيار التخطيط الراسي للمسار يجب أن يؤخذ بالاعتبار كيفية التخلص من المياه في حالة الفيضانات، وفي بعض الحالات قد يتغير تخطيط الطريق كي لا يمر في ارض أجنبية خاصة عندما يكون المسار بالقرب من الحدود.

٢- ٣ العوامل الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند إنشاء طريق بين مدينتين:-

٢-٣-١ قوة الرياح واتجاهها:

يجب إن يكون موقع الشارع في منطقة لا تتعرض للرياح الشديدة فيفضل إن لا يكون اتجاه الرياح مع أو عكس أو متعامدا مع اتجاه السير وهذا للتقليل من القوى الخارجية التي تؤثر سلبيا على سير المركبات وتوازنها.

٢-٣-٢ طبوغرافية المنطقة وثباتها الجيولوجي:

يجب إن يؤخذ بالاعتبار عند التخطيط وإنشاء الطرق العوائق الطبوغرافية حيث يجب الاختصار من طول الطريق ما أمكن والابتعاد عن أعمال الحفر والردم الكبيرة والمكلفة كذلك الاستفادة من أي مقلع أو مناطق تصلح تربتها لأعمال الردم والتأسيس كذلك يجب الابتعاد وتجنب أماكن الانهيارات الانزلاقات، و يجب إن تجرى الفحوصات والتجارب المخبرية للتربة التي تشمل فحص مقاومة التربة وطبيعة المواد المستخدمة وهذا يساعد في حساب السماكات الضرورية لطبقات التعبيد.

٢-٣-٣ الهيدرولوجية:

يجب عمل استطلاع ميداني لجمع المعلومات عن كميات الأمطار ومناطق تكون السيول لاختيار الموقع المناسب للجسور والعبارات ويمكن الاستفادة من السكان المجاورين في اخذ المعلومات.

٢-٣-٤ الأهمية الاقتصادية:

إن دراسة معدلات التطور المستقبلي للمنطقة من الناحية التجارية والصناعية والسياحية....إلخ له أهمية كبيرة في تصميم الطريق وتخطيطها من حيث نوعه ومستواه الفني ومحطات المرور فيجب إن تكون هذه الدراسات دقيقة مبنية على أسس علمية لكي تواكب متطلبات المستقبل حيث يمكن الحصول عليها من المؤسسات الحكومية المختصة.

٢-٣-٥ التوزيع السكاني وكثافته:

من أهم العوامل التي تحدد مسار ونوع الطريق هي أماكن تجمع السكان وتوزيعهم حيث إن من أهم الأهداف التي تنشأ من اجلها الطرق هي خدمة اكبر قطاع ممكن من السكان لتسهيل تنقلهم بين ألاماكن المختلفة بأكبر قدر من ألامان واقل وقت ممكن، ويجب إن يصل الطريق إلى مناطق الخدمات العامة مثل المستشفيات والجامعات وأماكن سياحية.....الخ.

٢-٣-٦ أنواع السيارات المستخدمة على الطريق:

تأتي أهمية هذا البند في تجنب سير المركبات الثقيلة بالقرب من ألاماكن السكانية تجنبا للضوضاء والإزعاج، كذلك يجب وضع خطوط خاصة ومستقلة لراكبي الدراجات وأخرى لعربات الجر الحيواني وأخرى للشاحنات بمعنى عام تمكن أهمية أنواع السيارات في عمل مسارب واتجاهات منفصلة لكل نوع.

٢-٤ التصميم الهندسي للطريق:

يشمل التصميم الهندسي للطرق الأجزاء الظاهرة من الطريق أو الشارع ولذا يجب أن يغطي هذا التصميم الانحدارات سواء كانت طولية أو عرضية، والتخطيط الأفقي للمسار ، ومسافة الرؤية ، والتقاطعات. وجميع تفاصيل القطاعات العرضية والطولية، ويجب أن يأخذ في الاعتبار عند تصميم الطرق إمكانيات مستخدم الطريق وحالة العربات المارة حتى نحصل على طريق على درجة عالية من الأمان.

ويجب أن نأخذ في الاعتبار ثلاثة عوامل رئيسية هي :

١- حجم المرور.
٢- تركيب المرور .
٣- سرعة المرور .

ومن المفروض أن كل عمل هندسي يجب أن يستوفي الغرض الذي أنشأ من أجله بحيث يكون الاقتصاد عند التصميم. لذلك فعلى المهندس أن يأخذ في الاعتبار العوامل الأساسية التالية:

١. يجب أن يتمشى التصميم الهندسي مع حجم المرور المتوقع في المستقبل، وان يتمشى مع نوع المركبات المارة والسرعة التصميمية لها.
٢. يجب أن يؤدي التصميم إلى قيادة أمنة للسيارات ويعطي السائق انطباع بالأمان.
٣. يجب أن يكون التصميم متكاملا مع تجنب التغيرات المفاجأة كالانتقال الفجائي إلى المنحنيات الأفقية أو الانحدارات الراسية مع عدم وجود مدى رؤية مناسب.
٤. يجب أن يكون التصميم شاملا لجميع الوسائل الضرورية للتحكم في المرور مثل علامات الإرشاد وتخطيط الحارات والإضاءة الملائمة.
٥. يجب أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر الامكان سواء تكاليف الإنشاء أو تكاليف الصيانة.

٢-٥ أسس التصميم الهندسي للطرق:

٢-٥-١ حجم المرور Traffic volume:

يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب أن تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

٢-٥-٢ تركيب المرور (Character of Traffic):

وهذا يتطلب تحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي، ولا يمكن معرفة تركيب المرور إلا عن طريق إتباع العد اليدوي.

٢-٥-٣ عربات التصميم (Design Vehicles):

جميع الطرق تمر عليها سيارات خاصة وسيارات نقل ولذلك يجب معرفة خصائص هذه السيارات مثل الأبعاد الرئيسية والوزن والقدرة، وتشمل أبعاد العربة التي يجب معرفتها طول العربة وارتفاعها وعرض المحور ونوع العربة إذا ما كانت مفردة أو مقطورة.

٢-٥-٤ السرعة التصميمية(Design Speed):

تعتبر السرعة التصميمية من المعلومات الأساسية والضرورية في تصميم الطرق ويمكن توقع سرعة السير وطبيعة الحركة على الطرقات وبالتالي تحديد السرعة التصميمية والتي بناء عليها يجب تصميم الطريق.

٢-٥-٥ قطاع الطريق:

أن الاستفادة من الطريق تتوقف على تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق، فالطرق التي يمر عليها عدد كبير من السيارات وبسرعة عالية يتطلب عدد كبير من حارات المرور ومنحنيات ذات أنصاف قطار كبيرة نسبيا وانحدارات طولية صغيرة لذلك يجب الاهتمام بأكتاف الطرق المتسعة وعمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور.

٢-٥-٦ عرض المسارب :

إن عرض المسرب الواحد يختلف حسب درجة و مستوى و نوعية الطريق ،حيث انه يلعب عرض المسار دورا كبيرا في سهولة القيادة و درجة الأمان على الطريق ، فبعد رسم سطح الطريق يتم تحديد عرض هذا السطح حيث يجب أن لا يقل عرض المسار عن (3م) في جميع الأحوال. و في حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة (3.70م) نظرا لمرور عربات النقل و السرعة الكبيرة بشكل عالي، حيث كلما أردنا أن نزيد سرعة السيارات و الشاحنات التي تسير على المسرب توجب علينا أن نزيد عرض المسارب. بالإضافة إلى المسارب الأساسية في الطرق هنالك أنواع أخرى من المسارب و هي كالتالي:

١. مسرب التسارع: هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.

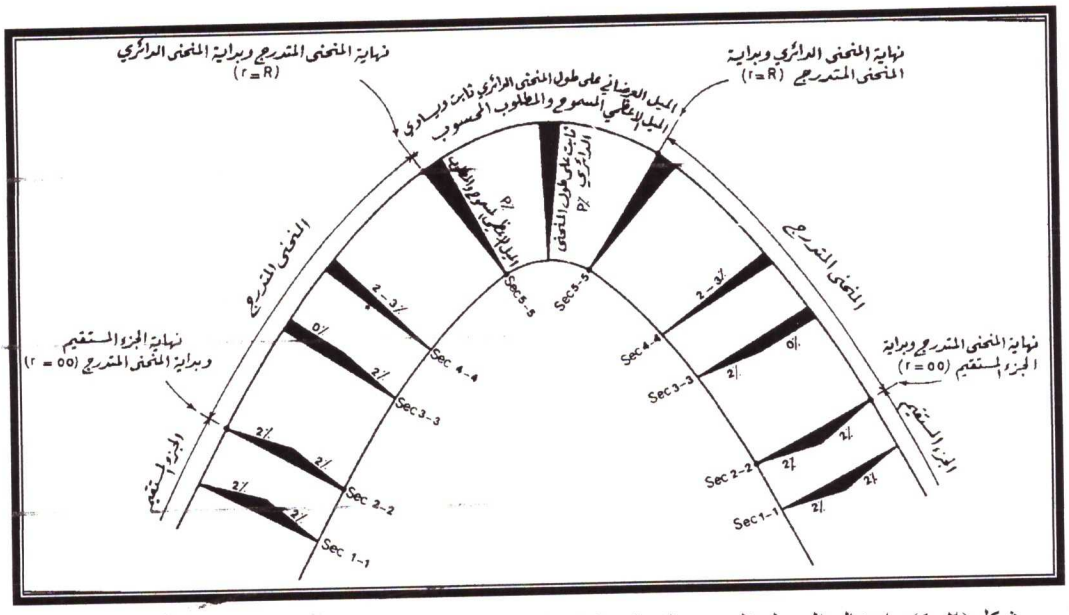
٢. مسرب التباطؤ: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.

٣. مسرب الصعود: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.

٤. مسرب الهروب: وهو مسرب يكون موجود في حالة وجود انحدارات طويلة وشديدة حيث يكون المسرب بمحاذاة الطريق وصاعد وغير معبد ليعمل على تقليل سرعة السيارة .

٢-٥-٧ الميول العرضية:

لتسهيل عملية صرف المياه يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق. وقد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ. وفي حالة وجود جزيرة وسطى فإن كل اتجاه يعمل به ميل خاص به كما لو كان من حارتين. وقد تم اعتماد الميول العرضية للطريق بمقدار2% على الجانبين.



شكل(٢-1): إدخال الميول العرضية على الطريق.

٢-٥-٨ الأكتاف:

إن الطرق الخلوية تزود بأكتاف جانبية تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ و كذلك للمحافظة على طبيعة الأساس و السطح الخاصة بالطريق، و الحاجة للأكتاف و نوعها يتوقف على نوع الطريق و جسم و سرعة العربات و تركيب المرور و طبيعة المنطقة التي يمر فيها الطريق، و يتراوح عرض الكتف بين (1.25-3.6م) للطرق السريعة و (2.5-3.6م) للطرق التي يزيد حجم المرور الساعي التصميمي فيها عن (100) عربة، و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو مصبوبة أو اسفلتيه و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي.

❖ فوائد الأكتاف للطريق:

١. شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تجنح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
٢. تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق.
٣. تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
٤. تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.

٢-٥-٩ الأرصفة:

تعتبر الأرصفة داخل المدن جزء مكمل للشوارع. أما الشوارع المارة بالقرب من الضواحي عند مناطق المدارس والمصانع والأسواق فالحاجة إليها تكون ماسة. وبالطبع تعتبر الأرصفة حالة خاصة جدا ووجودها يتوقف على مرور المشاة وعلى سرعة وعدد العربات المارة هذا بالإضافة إلى إمكانية وجود خطر بالنسبة للمشاة في هذه المناطق. حيث كان عرض الرصيف في المشروع متر لكل جانب كما هو موضح في التصميم.

٢-٥-١٠ الجزر الفاصلة بين الاتجاهين:

تستخدم الجزر الفاصلة لتفصل حركة المرور المتعاكسة وجميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة خصوصا إذا كانت تتألف من أربع حارات أو أكثر وعرض هذه الجزر يجب أن يكون كافيا وذلك لتأدية الغرض الذي وضعت من اجله ومن أهمها تقليل تأثير الأضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلا هذا بالإضافة إلى حماية السيارات القادمة من الاتجاه المعاكس من الاصطدام وللتحكم في المناطق المسموح فيها بالدوران في حالة التقاطعات السطحية، ويتراوح عرض الجزيرة من 1 إلى 3.5 مترا أو أكثر، وهذا طبعا ليس بعرض ثابت على طول الطريق وإنما يتغير حسب الحالة أو الضرورة بالإضافة إلى أن منسوب الطريق في الاتجاهين قد يكون مختلفا.

٢-٥-١١ الجدر الاستنادية:

إن إنشاء الجدران الاستنادية على جوانب الطرق يكون بناءا على عوامل تحتم علينا إنشاؤها في تلك المناطق حيث انه إذا كان حرم الطريق ضيق و كانت التربة لا تستطيع الثبات على ميول شديدة الانحدار فإنه لا بد من استعمال الجدران الاستنادية لمنع التربة من الانهيار و بالتالي منعها من الخروج عن حدود الطريق، و يكون هذا ضروري بشكل خاص في مناطق المدن حيث انه تكون الأراضي مرتفعة الثمن و كذلك يكون وجود الجدران الاستنادية مهم عندما يكون هناك نية للبناء على جوانب الشوارع أو عند احتمال وقوع انهيارات على جوانب الطريق، و يتطلب الأمر حماية الشوارع من المياه،و يتم إنشاء الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة ، حيث يصمم أساس الجدار بعرض كاف يتناسب مع قوة التحمل للتربة المبني عليها و يعلو الأساس جدار بعرض كاف تمكنه من مقاومة قوة دفع التراب الذي يسنده و يكون إنشاءها باهض الثمن لذلك يجب إجراء دراسة للمنطقة المرد إنشاء جدار استنادي عليها و تحديد مدى أهمية وجود الجدار في تلك المنطقة.

٢-٥-١٢ الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts):-

حيث تستخدم مثل هذه الحواجز والأعمدة في المناطق الخطرة التي يخشى فيها أن تخرج المركبات عن مسارها، وهذه المناطق غالبا ما تكون:-

- جسور ذات انحدارات شديدة أو على منحنيات حادة.
- التغيير المفاجئ في عرض الكتف وفي حالة الاقتراب من المنشآت.
- الطرق الجبلية وخاصة من جهة الانحدار.

وتصمم السياجات والحوائط الواقية بحيث تقاوم الاصطدام عن طريق تحريف اتجاه المركبة بحيث تستمر في سيرها على طول السياج أو الحائط بسرعة منخفضة، ويلاحظ أن الإيقاف الفجائي للسيارة خطأ ، ولذلك فإن أي قائم إرشادي أو سياج أو حائط بارز يتسبب في إيقاف السيارة المتحركة دفعة واحدة ليس مستحباً، بل إن الإيقاف الفجائي قد يكون أشد خطراً من الاستمرار في الحركة على ميول الردم. ويكون تصميم هذا الحاجز لمنع المركبة من الخروج عن الطريق عند الاصطدام بها حيث تمتص الصدمة وتقوم بتوجيه المركبة بمحاذاة الحاجز وبسرعة قليلة.

إن القوائم المرشدة لا يقصد منها في الغالب مقاومة الاصطدام غير أنه إذا ما كان إنشاؤها قوياً بدرجة كافية فإنها تمنع السيارات من الخروج عن الطريق وهي أقل في التكاليف من السياجات الواقية والحوائط الواقية. ولكنها أقل فاعلية منها فيما إذا كان المقصود من تصميمها هو مقاومة الاصطدام. ولما كان هناك كثير من المواقع التي يصعب فيها على السائق أن يتبين اتجاه الطريق لا سيما أثناء الليل لذا تستخدم عادة القوائم المرشدة في مثل تلك الأماكن.

الفصل الثالث

٣

حجم المرور

٣-١ مقدمة.
٣-٢ حجم المرور .
٣-٣ عمر الطريق .
٣-٤ مسافة التوقف المرئية.
٣-٥ مسافة التجاوز المرئية.
٣-٦ سعة الطريق .
٣-٧ علامات المرور .
٣- ٨ أهداف علامات المرور .
٣- ٩ إشارات المرور .

الفصل الثالث

حجم المرور

٣-١ مقدمة :-

قبل القيام بعملية التصميم للطريق يجب الأخذ بعين الاعتبار حجم المرور وكثافته ونوع المركبات التي ستمر على الطريق ، فإذا كان الطريق مصمم وقائم على ارض الواقع يتم حساب حجم المرور و كثافته عن طريق معرفة عدد السيارات التي تستخدم هذا الطريق للسير عليه. أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور و كثافته بالرجوع إلى دراسة المنطقة والمخطط الهيكلي التي سوف يخدمها الشارع سكنية أو صناعية أو زراعية وما هي المشاريع المقترحة والموجودة ضمن المخطط الهيكلي حيث انه على أساس ذلك نقوم بتصميم الشارع.و يتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و السنوي للمرور.

إن معدل السير اليومي أو السنوي مهم جدا في عمليات تخطيط الطرق و رسم سياستها و دراستها لان ذلك يؤثر في الطريق من حيث تصميم المنحنيات و الانحدارات و سعة الطريق وتصميم سمك الرصف وغيرها من الأمور.

٣-٢ حجم المرور:-

٣-٢-١ تعريف :

يعرف حجم المرور بأنه عدد المركبات التي تقطع او تمر من مقطع معين من الطريق خلال فترة زمنية محددة، فالعدد يختلف من ساعة لأخرى ،ومن يوم لآخر ،ومن شهر لآخر خلال السنة الواحدة، ولذلك لابد من إجراء التعداد على مدار ساعات النهار والأيام خلال العام الواحد، وهذا التعريف يختلف عن كثافة المرور التي تكون عبارة عن عدد المركبات التي تتواجد في قطاع معين من الطريق في لحظة معينة، ولذلك فإن معرفة حجم السير الذي يمر على مقطع معين من الطريق هو أمر ضروري من اجل التصميم، وأي تصميم لطريق لا يمكن إتمامه إلا إذا تم معرفة حجم المرور ومعرفة نوع المركبات وعددها التي ستستخدم هذا الطريق.

٣-٢-٢ التعداد:

ولتحديد حجم المرور لابد من إجراء تعداد للمركبات التي تمر على نقطة معينة من هذا الطريق، وأما هدف التعداد فهو للوصول إلى:

١- معرفة عدد السيارات بالساعة الواحد خلال اليوم وأيام السنة كاملة، وتحديد الساعات التي يمر بها العدد الأقصى من المركبات واختيار ثلاثين ساعة على مدار السنة كاملة.

٢- عدد السيارات يوميا على مدار السنة وتحديد الأيام والأشهر التي يكون فيها الازدحام اكبر ما يمكن.

٣- إيجاد المعدل اليومي للسير Average Daily Traffic -ADT وهو مجموع المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.

٤- معدل السير اليومي السنوي Annual Average Daily Traffic –AADT وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام السنة.

٥- تحديد حركة المشاة عند التقاطعات وتحديد طبيعة حركة السيارات التي تدخل المنطقة والتي تخرج منها، وكذلك متابعة حركتها عند التقاطعات، وتحديد نقطة البداية والنهاية لحركتها.

٦- ونظرا لأن عدد المركبات يختلف من وقت لآخر ومن يوم لآخر فإنه لا يمكن اخذ معدل عدد المركبات التي تمر من نقطة معينة وذلك لان التصميم الهندسي للطريق يجب أن يكون قادرا على استيعاب عدد المركبات في ساعات الازدحام.

٣-٢-٣ فترات التعداد:-

إن إجراء التعداد على فترات مختلفة أمر في غاية الأهمية، وذلك من اجل الحصول على معلومات دقيقة يتم على أساسها التصميم. ويمكن وضع فترات للتعداد كما يلي:

- تعداد في ساعات الازدحام.
- تعداد في ساعات مختلفة من اليوم.
- تعداد في أيام العطل.
- تعداد أثناء إغلاق بعض الشوارع.

٣-٢-٤ أنواع التعداد:

بما أن إحصاء عدد المركبات على الطريق قبل التصميم أو تحسين الطريق من الأمور المهمة جدا، فإن لهذا التعداد أنواعا عدة منها:

١. تعداد يجري على الطريق.

٢. تعداد يجري على التقاطعات.

٣. تعداد تصنيفي، حيث يحدد فيه أنواع المركبات التي من خلالها نحدد تصميم الرصفة.
٤. تعداد اتجاهي يوضح فيه حركة المركبات ويبين الاتجاه الأكثر أهمية لوضع الإشارات ووسائل تنظيم السير.

٣-٢-٥ طرق إجراء التعداد:

هناك عدة طرق متبعة لإجراء عملية التعداد للمركبات ومنها:

١. العد اليدوي:

❖ ويكون بوقوف الفريق بتسجيل الوقت وعدد المركبات ونوعها التي تمر بنقطة معينة على الطريق، ولهذا فان هذه الطريقة لها ميزات كثيرة من أهمها البساطة والدقة وتصنف أنواع المركبات سيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة وتحدد عدد محاورها وتحدد اتجاه سيرها ودورانها على التقاطعات وتبين حركة المشاة وتوضح طبيعة استعمال الطريق، ولكن تحتاج إلى فريق عمل كبير .

٢. العد الميكانيكي:

ويتم هذا العد باستخدام وسائل العد الميكانيكية وأهمها التصوير والرادار والخراطيم التي تثبت على الطريق وتمر فوقها السيارات وتقوم بتسجيل عددها بواسطة أجهزة على جانب الطريق.
وهذه الطريقة غير مكلفة لكنها تحتاج لصيانة ولا تقوم بتصنيف عدد السيارات ونوع محاورها .

٣. المقابلة:

حيث يتم توقيف السيارات وسؤالهم عن مكان انطلاقهم ووجهتم لكن هذه الطريقة تحتاج للكثير من الوقت والجهد.

٣-٢-٦ حجم السير الحالي والمستقبلي:

إن حجم السير كل يوم في ازدياد نتيجة عدة عوامل منها

١. الزيادة الطبيعية في عدد السكان
٢. الزيادة نتيجة التطور مثل فتح جامعة في منطقة يؤدي الى زيادة حجم المرور،
٣. الزيادة نتيجة عملية جذب للمرور حيث من الممكن ان الطريق الجديد أفضل من طريق قديم فيكون هنالك اقبال على الطريق

ولذلك فان تصميم الطريق يعتمد على حجم السير المستقبلي ،لأنه إذا أهملنا التخطيط المستقبلي فان الطريق ستصبح ضيقة وغير قابلة على استيعاب السيارات، ولذلك فان السير المستعمل في التصميم يتكون من:

١. السير الحالي:

يتم الحصول عليه بإجراء تعداد على الطريق والطرق المؤثرة عليه بطرق التعداد المعروفة

٢. الزيادة الطبيعية:

وتكون الزيادة الطبيعية في عدد السيارات الناتجة بسبب الزيادة في عدد السكان وعدد مستعملي السيارات وكذلك التطور الاقتصادي.

٣. السير المتولد:

وهذا السير لم يحدث إذا لم تنشأ الطريق بعد أو إن السير فيه موجود بوسائل نقل أخرى وعند إنشائه يلجا الناس للسير بوسائل أخرى.

٤. السير المتطور:

يتولد من التحسن في المنطقة ويتم فيها استغلال الأراضي للزراعة والصناعة .

٣-٣عمر الطريق:

في أي عملية تصميم ينظر للزيادة المتوقعة في استخدام هذا الطريق وبذلك فمن الواجب تحديد فترة زمنية للتصميم تصبح بعدها الطريق إما عديمة الفائدة أو تحتاج لإعادة صيانة، وعند تصميم الطرق لفترة قصيرة تكون اقل تكاليف ولكن بنفس الوقت تكون خدمتها محدودة على عكس الطرق المصممة لأعمار كبيرة تكون تكاليفها عالية وبنفس الوقت تخدم فترات كبيرة.

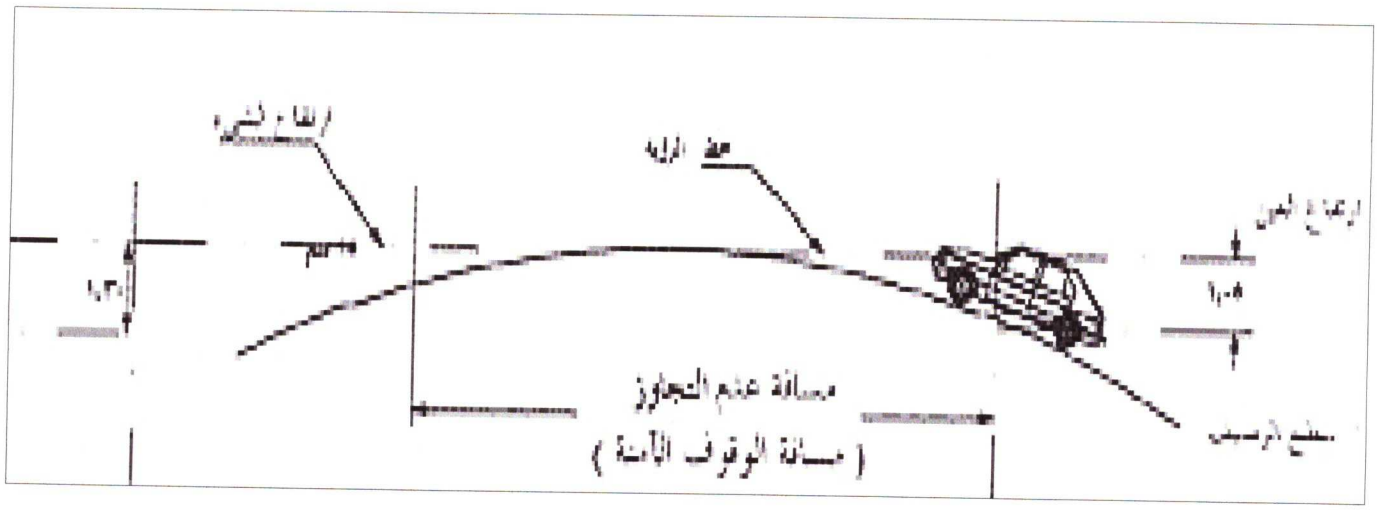
٣-٤ مسافة التوقف المرئية :

تعرف مسافة الرؤية التصميمية للتوقف الآمن بمقدار الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير بسرعة تقترب من سرعة التصميم دون أن تصطدم بعائق يعترض خط سيرها (التوقف الآمن)، ومن الواضح أنه قبل أن يتمكن السائق من التوقف نهائيا، يكون قد صرف وقتا في تمييز العائق وإجراءات رد الفعل وقتا آخر يعتمد على مدى تجاوب المركبة ميكانيكيا وعلى طبيعة سطح الطريق احتكاكيا. و من المفيد جدا أن تكون مسافة الرؤية للتوقف الآمن محققة عند كل نقطة من الطريق وبأطول ما يمكن ولا يجوز أن تقل بحال من الأحوال عن القيم التالية المتناسبة مع سرعة التصميم .

والجدول التالي يوضح القيم الصغرى لمسافات الرؤية الضرورية للتوقف الآمن والمتناسبة مع قيم مختارة للسرعة التصميمية.

جدول رقم(٣-١) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف*

السرعة التصميمية (كم/ساعة)	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
مسافة الرؤية للتوقف الآمن (متر)	20	25	30	45	60	80	110	140	170	205	245	285



الشكل(٣-١) مسافة التوقف المرئية

$$SD = 0.278V.t + 0.039\frac{V^2}{f} \quad \text{.....3.1}$$

V: سرعة العربة (كم/ساعة)

f: معامل الاحتكاك

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية

جدول (٣-٢) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك (f)

السرعة (كم/ساعة)	20-30	40	50	60	70	80	100
معامل الاحتكاك(f)	0.4	0.38	0.37	0.36	0.36	0.35	0.35

سالم، محمود توفيق ، هندسة النقل والمرور ، دار الراتب الجامعية، لبنان 1985

جدول(3-3) تأثير الميول على مسافة الرؤية للتوقف

السرعة التصميمية كم/ساعة	زيادة مسافة الرؤية للتوقف في حالة الميول لأسفل (م)		
	٪ 3	٪ 6	٪ 9
40	2	4	6
50	3	6	10
60	5	10	18
70	7	15	26
80	9	21	-
90	12	29	-
100	16	38	-

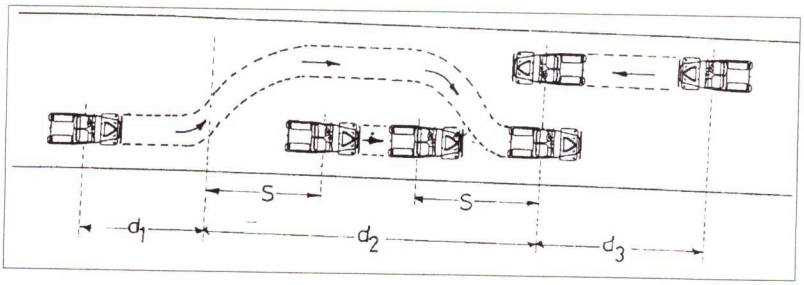
تصبح المعادلة:-

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....2.2}$$

حيث N : هي المجموع الجبري لميل مماس المنحنى الرأسي.

٣-٥مسافة التجاوز المرئية (Passing Sight Distance):

في الطرق ذات الحارتين لإمكان تجاوز السيارات بأمان فإنه يجب أن يرى السائق أمامه مسافة كافية خالية من المرور بحيث يمكنه إتمام عملية التجاوز دون احتكاك بالسيارة التي يتخطاها ودون أن تعترضه أي عربة مضادة يحتمل ظهورها بعد أن يبدأ التجاوز ثم يعود إلى الحارة اليمنى بسهولة بعد عملية التجاوز.



الشكل(3-2) مسافة الرؤية للتجاوز

ويمكن استخدام المعادلات التالية لإيجاد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن (بالمتر)

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad \text{.....2.3}$$

$$OSD = 0.28Vb.t + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad \text{.....2.4}$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \text{.....2.5}$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \text{.....2.6}$$

حيث:

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

S : اقل مسافة كافية يجب أن يحافظ عليها السائق بينه وبين السيارة التي أمامه (متر).

d1 : المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطية واحتلال الحارة الأخرى .

d2 : المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

d3 : المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية

Vb : سرعة السيارة المتجاوز عنها (كم/ساعة)

t : زمن رد الفعل (عادة يفترض ٢ ثانية).

V : سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة)

T : الزمن الذي تستغرقه المركبة للقيام بعملية التجاوز (ثانية)

A : تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة.ثانية)

في حالة عدم معرفة سرعة السيارة المتجاوز عنها يمكن إيجادها من العلاقة التالية:

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....2.7}$$

حيث V:السرعة التصميمية (كم /ساعة).

في المقطع الذي يحصل عليه التجاوز في الطريق فإن الحد الأدنى المطلوب لمسافة التجاوز هو d1+d2+d3 في حالة وجود طريق من مسربين فقط وبدون جزر ، أما في حالة الفصل مع الإبقاء على مسربين فإن المسافة تصبح d1+d2 ، أما في حالة وجود أربعة مسارب فإنه لا حاجة لدراسة مسافة الرؤية للتجاوز حسب الجمعية الأمريكية لمسئولي الطرق والنقل بالولايات المتحدة (AASHTO)، وتؤثر الميول الحادة في الطريق على مسافة الرؤية للتجاوز سواء كانت صعودا أو نزولا؛ فهي تزيد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن .

٣-٦ سعة الطريق:

تعرف سعة الطريق بأنها أقصى عدد للمركبات التي يتوقع مرورها فوق جزء معين من حارة أو طريق خلال فترة زمنية معينة في ظل وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور. تعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور ، تعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول التالي(٣-٥) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة الآشتو الأمريكية (AASHTO).

جدول(٣-4) سعة الطريق حسب مواصفات هيئة (AASHTO).

نوع الطريق	السعة(سيارة خاصة /ساعة)
طريق سريع	2000 (لكل حارة)
طريق بحارتين	3000(الإجمالي في الاتجاهين)
طريق ذو ثلاث حارات	4000 (الإجمالي في الاتجاهين)

وتتأثر سعة الطريق بعدة عوامل منها:

١- التخطيط الأفقي والرأسي: حيث تتسبب المنحنيات الأفقية الحادة والمنحنيات الرأسية القصيرة في تقليل سرعة الطريق وذلك يؤدي إلى تخفيض السعة.

٢- عرض الحارة: تتسبب الحارات والأكتاف الضيقة والعوائق على حافتي الطريق في تخفيض سعة الطريق.

٣- مركبات النقل: تقلل مركبات النقل من سعة الطريق وذلك بسبب تأثيرها على حركة المرور.

و تتم عملية تعداد المركبات خلال ساعات مختلفة في أيام مختلفة وتحديد ساعات الازدحام ومن خلال ذلك يتم حساب عدد المركبات المناسب والذي سيتم اعتماده في التصميم (Design Hour Volume) (D.H.V) كما هو مبين في الحسابات اللاحقة.

و يجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة *1،عدد الحافلات *2.5 ،عدد الشحن* 3) .

وبناء على اختيار حجم السير المناسب فانه يجري تحديد عرض الطريق، وسرعة السيارات عليها وغير ذلك.

و الجدول التالي يبين تعداد المركبات على الطريق المراد تصميم الطريق البديل له المدة الزمنية للتصميم ل (20) سنة مقبلة.

جدول (3-5): تعداد المركبات على الطريق

اليوم	الفترة الزمنية		نوع المركبات		
	الزمن	عدد المركبات	سيارات صغيرة	باصات	شاحنات
السبت	7-8	120	111	2	7
	8-9	105	103	1	1
	9-10	95	94	1	0
	10-11	90	90	0	0
	11-12	95	93	0	2
	12-1	105	93	1	1
	1-3	145	139	2	4
الأحد	7-8	115	106	3	6
	8-9	120	117	1	2
	9-10	105	103	1	1
	10-11	90	88	1	1
	11-12	100	99	1	0
	12-1	115	112	0	3
	1-3	145	138	2	5
الاثنين	7-8	135	125	2	8
	8-9	115	112	1	2
	9-10	100	97	0	3
	10-11	85	84	1	0
	11-12	90	88	1	1
	12-2	160	141	4	9
الثلاثاء	7-8	135	128	2	5
	8-9	105	101	2	2
	9-10	95	92	1	2
	10-11	80	79	0	1

	11-12	85	83	1	1
	12-1	110	106	2	2
	1-2	100	94	3	3
الأربعـــاء	7-8	145	133	9	3
	8-9	110	106	3	0
	9-10	95	94	0	1
	10-11	90	86	2	0
	11-12	90	86	3	1
	12-1	110	107	2	1
	1-3	140	130	6	4
الخمـــيس	7-8	110	103	5	2
	8-9	95	90	3	2
	9-10	85	83	2	0
	10-11	80	77	2	1
	11-12	95	93	1	1
	12-1	100	96	2	2
	1-3	150	136	9	5

لحساب عدد المسارات المطلوبة في الطريق ، يتم استخدام المعلومات التي تم جمعها من حجم المرور ، حيث أن الجدول التالي يظهر معلومات تعداد المرور لمدة أسبوع على الطريق :

جدول(٣-٦) : متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	سيارة	باص	شحن
السبت	90	1	2
الأحد	94	1	2
الاثنين	92	1	3

الثلاثاء	97	1	2
الأربعاء	92	1	3
الخميس	85	1	3
الجمعة	34	0	0

أن المعلومات التي تظهر في الجدول السابق يتم تحويلها إلى عدد من المركبات المكافئة باستخدام معاملات وفقا للمواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين كما يلي :

عدد السيارات الصغيرة × 1 ،عدد الباصات × 2.5 ،عدد الشاحنات × 3

حيث أن عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × 1 + عدد الباصات × 2.5+ عدد الشاحنات × 3)

السيارات الصغيرة = (90+94+92+97+92+85+34)/7

=83.43 سيارة صغيرة

الشاحنات = (2+2+3+2+3+3) × 3 /7

= 2.57 سيارة صغيرة

الباصات = (1+1+1+1+1+1) × 2.5 / 7

= 2.14سيارة صغيرة

متوسط عدد السيارات الصغيرة الحالي = 83.43+2.57+2.14

= 88.14

= 88 سيارة صغيرة

معدل المرور اليومي ADT = 88*24

= 2112 سيارة / يوم

عند حساب عدد المسارب يتم حسابها وفقا لحجم المرور الحالي والمستقبلي ويكون المستقبلي في العادة خلال عشرين سنة حيث يتم ضرب معدل المرور اليومي بمعامل يساوي(2.5).

معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 2112 * 2.5

= 5280 سيارة / يوم

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فانه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي (0.24 – 0.12) ويرمز لها بالرمز(k)ويتم أخذها بالعادة(0.16) ، لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من العلاقة التالية:

عدد المركبات في الساعة التصميميةD.H.V = k × معدل المرور اليومي

5280 × 0.16 =

=844.8 سيارة / ساعة

بما إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 850 سيارة / ساعة ، حيث إن السعة التصميمية عبارة عن أقصى عدد من المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة.

عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال الخمس وعشرين سنة القادمة = D.H.V / السعة التصميمية

850 / 844.8 =

1 = مسرب في كل اتجاه

٣-٧ إشارات المرور على الطريق:

إن إشارات المرور أيضا من الأساسيات الواجب توفرها على سطح الطريق من اجل تسهيل عملية السير على الطريق وتوصيل المعلومات للسائق أو الماشي،وتتألف بشكل أساسي من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنين معا بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق.

٣-٧-١ أنواع إشارات المرور على الطريق:

تقسم الإشارات إلى أربعة أنواع رئيسية ولكل نوع من هذه الأنواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل تفهمه من قبل السائق وهذه الأنواع هي:-

١- إشارات التحذير:

كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر وتكون هذه الإشارة مثلثة الشكل.

٢- إشارات الأوامر:

حيث إن هذه الإشارة تعطي الأوامر إلى السائق مثل أمر قف، تمهل، وغيرها من الأوامر وهذه الإشارة تكون مستديرة الشكل.

٣- إشارات المنع:

مثل ممنوع المرور، ممنوع التجاوز، وهي مستديرة الشكل.

٤- إشارات التعليمات (التوجيه):

وهي تعطي التعليمات إلى السائق مثل استراحة، مكان وقوف، وهذه تكون مربعة أو مستطيلة الشكل.

٣-٧-٢ مواصفات إشارات المرور على الطريق:

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها، فيجب أن يراعى في وضع الإشارات أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة الموجودة على الإشارة، وكما يجب أن تكون الكتابة التي على الإشارة واضحة ومفهومة للسائق من مسافة طويلة كافية لكي يتصرف طبقا للإشارة بدون أن ينصرف انتباهه عن الطريق. وحتى يتم تحقيق ذلك فانه لا بد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة وهي:-

١- أبعاد الإشارة:

كلما كبر حجم الإشارة ضمن حدود معقولة كلما كانت رؤية السائق لها أفضل.

٢- تباين الألوان في الإشارة:

إن التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الإشارة بالنسبة للمنطقة التي حولها وظهور الكتابة بالنسبة للإشارة نفسها، وهذا التباين يتحقق باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلفة.

٣- الشكل:

يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله.

٤- الكتابة:

تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل وهي نوع الكتابة، حجم الأحرف، وسماكة الخط، والمسافات بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش.

٣-٧-٣ موقع الإشارة

يجب أن تكون الإشارة في موقع وارتفاع مناسبين لتسهيل رؤيتها وقراءتها من قبل السائق من مسافة كافية دون أن تضطره إلى صرف انتباهه عن الطريق، كما يجب أن توضع الإشارة قبل مسافة كافية من المكان الذي تشير إليه حتى يكون مع السائق وقت كافي للتصرف واخذ القرارات المناسبة، وأن تتناسب هذه المسافة مع سرعة السيارة. فإذا كانت الإشارة تدل على وجود مفرق طرق مثلا فإنه يجب وضع الإشارة قبل مسافة كافية من المفرق لكي تمكن السائق من التخفيف من سرعته تمهيدا للدخول في الطريق الفرعية. وعادة توضع الإشارة قبل مسافة(45)متر من الموقع المراد.

3-7-4 الرؤية في الليل:

يجب أن تكون الإشارة واضحة للسائق سواء في الليل أو النهار وذلك بتامين الإضاءة اللازمة لها أو جعلها عاكسة للأضواء بحيث يراها السائق.

3-7-5 إشارات الطوارئ:

هذا النوع من الإشارات عبارة عن إشارات متنقلة وغير ثابتة توضع على الطريق عند وقوع حادث على الطريق أو تعطل السيارات أو وجود عمليات إصلاح على الطريق ويؤمن لهذه الإشارات إضاءة كافية ليتسنى رؤيتها من قبل السائق.

3-8 علامات المرور:

إن علم الطرق هو علم واسع وشامل ويمكننا أن نحصر هذا العلم في قسمين رئيسيين هما هندسة الطرق وهندسة المرور،فالهدف الرئيسي من هندسة المرور هو إيجاد أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق بعد فتحها للسيارات ومنع وقوع الحوادث على هذا الطريق.

و علم المرور علم واسع يشمل على عدة أمور أساسية ومهمة لضمان تصميم صحيح للطريق ومن هذه الأمور الاتجاهات والمسارب والتقاطعات والمسافات وإشارات الضوء والمواقف العامة والانعطاف والوقوف وغيرها من الأمور الرئيسية المهمة من اجل تنظيم حركة المرور على الطريق.

3-8-1 أهداف علامات المرور :

إن وجود علامات المرور على الطريق له أهمية كبيرة وله أهداف عديدة ومنها:

1- تحديد المسارب وتقسيمها.
2- فصل السير الذاهب عن القادم.

٣- منع التجاوز في المناطق الخطرة.
٤- منع الوقوف في المناطق التي لا يجوز فيها ذلك.
٥- تحديد أماكن عبور المشاة.
٦- تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
٧- تحديد مواقف السيارات.
٨- تعيين الاتجاهات بالأسهم لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.

٣-٨-٢ الشروط الواجب توفرها في العلامات :

إن علامات المرور تنتظم حركة السير للسائق والماشي وتنقل التعليمات لهم ، لذلك يجب ان يراعى فيها ما يلي:

١. أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلا أو نهارا
٢. أن تكون فيها الألوان منسجمة مع بعضها البعض و ملفتة للانتباه
٣. أن تخدم الطريق أطول فترة ممكنة و تكون من مواد جيدة من مواد جيده مقاومة للعوامل البيئية.
٤. أن يتمكن كافة مستخدميها من فهمها مع اختلاف مستواهم العلمي "سهلة الفهم".
٥. أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها.

٣-٨-٣علامات المرور على الطريق:

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة ومتقطعة بأشكال وألوان محددة كل حسب الوظيفة التي يؤديها ، إن أهداف هذه العلامات تنحصر فيما يلي:

- تحديد المسارب وتقسيمها، وفصل السير الذاهب عن القادم
- منع التجاوز والوقوف أو التوقف على الطريق.
- تحديد أماكن عبور المشاة وتحديد أولوية المرور على التقاطعات
- تحديد مواقف السيارات وتحديد جانبي الطريق.
- تعيين الاتجاهات على الطريق باسهم لتحديد الأماكن التي يجب أن يتجه إليها السائق.
- إعطاء تعليمات ومعلومات إلى السائق مثل توقف أعط أولوية...

إن عملية وضع إشارات المرور ليست عملية عشوائية و إنما تتم تحت شروط يجب توفرها في العلامات كما يلي:

١- أن تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار وفي كافة الظروف الطبيعية.
٢- أن تتوافق فيها الألوان، وان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
٣- أن تكون تعليماتها سهلة للفهم ومرئية من مسافة كافية.

٣-٨-٤ أنواع علامات المرور:

١- الخطوط:

تكون الخطوط بعرض 10 سم وهي متصلة أو متقطعة، أما المتقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب وفصل السير في الاتجاهين، أما المتصلة فتستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في آن واحد. توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة كما توضع خطوط صفراء في المناطق التي يحظر على السيارات المرور فوقها.

٢- الكلمات:

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا، وغير ذلك، ويجب أن تكون الكلمات كبيرة ومناسبة ليتسنى قراءتها، ولا تزيد عن كلمة أو كلمتين، كما يجب أن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

٣- الأسهم:

تستعمل الأسهم إما بدلا من الكلمات لتحديد الاتجاهات أو مع الكلمات كسهم يتجه إلى اليمين مع كلمة إلى اليمين.

٤- اللون:

يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الشارع.

٥- المواد العاكسة:

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في أيام الضباب حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب. إن استعمال أدوات عاكسة كعيون القطط أو غيرها عملية مفيدة جدا وتعكس الضوء من مسافات طويلة

الفصل الرابع

٤

المضلعات Traverse

٤-١ المقدمة.
٤-٢ أنواع المضلعات .
٤-٣ متطلبات الدقة لأعمال المضلعات .
٤-٤ القراءات .
٤-٥ حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح .
٤-٦ تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors) .
٤-٧ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات.
٤-٨ الإحداثيات المصححة .
٤-٩ المسافات المصححة .
٤-١٠ الزوايا المصححة .

الفصل الرابع

تصحيح المضلع

4- ١مقدمة :-

المضلع هو عبارة عن مجموعة خطوط متصلة ببعضها البعض حيث تبدأ من نقطتين معلومتين وتشكل بمجموعها خطاً متكسراً يأخذ أشكال مختلفة ومسميات متعددة كالمغلق (Closed) والمفتوح (Open) والرابط (Connecting) والحلقي (Loop) وغير ذلك .

حيث تتفرع هذه الخطوط من نقاط معلومة (نقاط شبكة المثلثات العامة) ويتم قياس المسافة والزاوية الأفقية بين المحطات وتمتد باتجاهات مختلفة للإحاطة بالمباني و الطرق والساحات أو أي معلم .

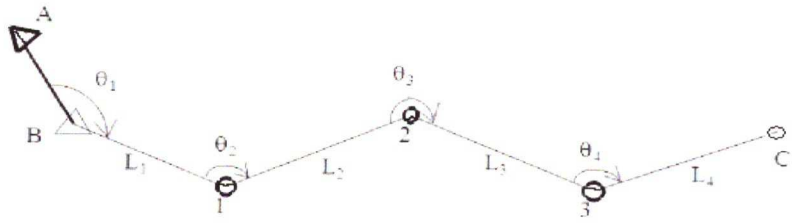
ويعود الهدف في إنشاء المضلعات في تعين إحداثيات (تحديد مواقع) نقاط جديدة انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS) وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما أو أي طريقة أخرى.

٤-٢ أنواع المضلعات (Types of Traverses):-

هنالك الكثير من المسميات المختلفة للمضلعات، سنذكر أبزها:-

٤-٢-١ المضلع المفتوح (Open Traverses) :-

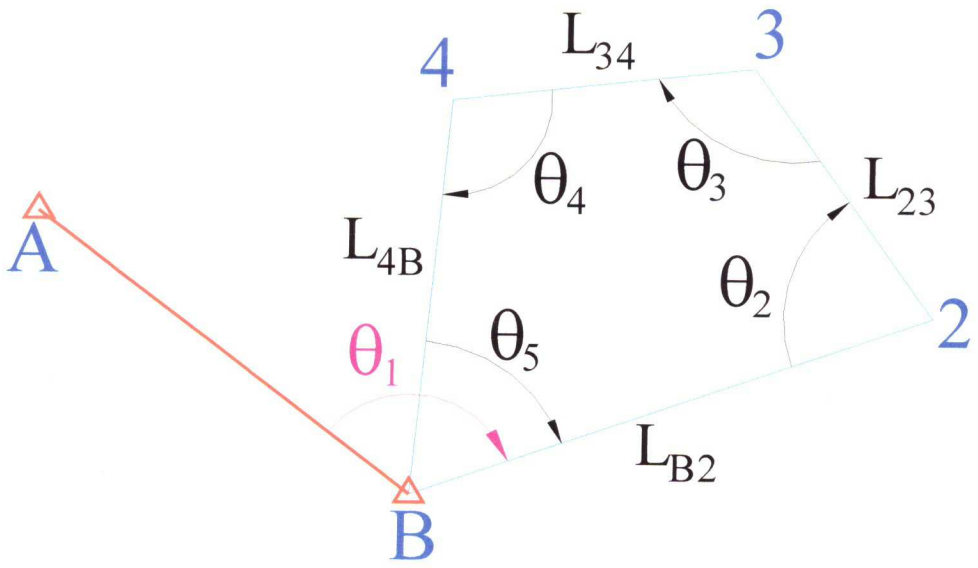
يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بالغلق أو القفل على نقطتين أخريين غير معلومتين الإحداثيات ، كما في الشكل(٤-١) :



الشكل (4-١)

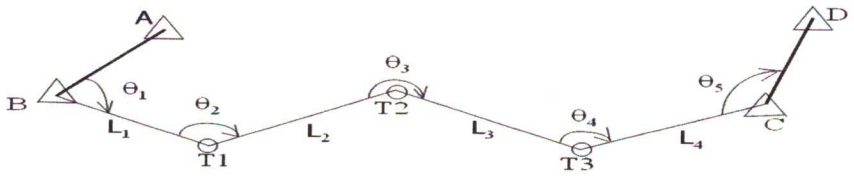
٤-٢-٢ المضلع المغلق (Closed Traverses):-

في هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي ، حيث يبتدئ بالربط على نقطتين معلومتي الإحداثيات ثم ينتهي بالغلق على ذات النقطتين فيسمى (Closed loop traverses) كما في الشكل (٤-٢)



الشكل (4-٢)

أو على نقطتين جديدتين معلومات الاحداثيات فيسمى (Closed traverses or link traverses) وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في وهذا المشروع ، كما في الشكل (٤-٣)



الشكل(4-٣)

حيث قمنا باستخدام جهاز (Trimble GPS) في وضع أربع نقاط (اثنتين في البداية واثنتين في النهاية المضلع) وقمنا بقياس الزاوية الأفقية والمسافات الأفقية بين كل محطة باستخدام جهاز (Total station).

٤-٣ متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverses) :-

يبين جدول (٤-١) متطلبات الدقة لأعمال المضلعات والتي يمكن الاستئناس بها في الحكم على دقة ونوعية القياسات الميدانية ، حيث هنالك عدة درجات متفاوتة . تعتبر المرتبة الثالثة هي الأكثر شيوعاً على نطاق المشاريع ذات المساحة المحدودة، أما المشاريع الهندسية الكبرى مثل قياس إزاحة المنشآت وغيرها فتحتاج إلى المرتبة الأولى.

جدول رقم (4-١)[١]

	المرتبة الأولى First Order	المرتبة الثانية Second Order		المرتبة الثالثة Third Order	
		صنف أول Class I	صنف ثاني Class II	صنف أول Class I	صنف ثاني Class II
عدد الأضلاع غير معلومة الانحراف يجب أن لا يتجاوز	5 -6	10 - 12	15 - 20	20 -25	30 - 40
مقدار العد الأدنى لقراءة الزوايا الأفقية	0.2"	10"	10"	10"	10"
عدد القراءات (عدد مرات الرصد)	16	12	8	4	2
الخطأ المعياري في قياس المسافات	1/600 000	1/300 000	1/20 000	1/60 000	1/30 000
خطأ القفل في الانحراف عند خطوط أو نقاط التحقق يجب أن لا يتجاوز	2"√N	3"√N	6"√N	"√N	30"√N
خطا القفل في الموقع بعد تصحيح الانحراف يجب أن لا يتجاوز	1:100 000	1:50 000	1:20 000	1: 10 000	1: 5000

٤-٤ القراءات :-

الجدول التالي (٤-٢) يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية و المسافة الأفقية لكل محطة أربع مرات و ذلك للحصول على دقة عالية :

[١] *التغطية المساحية – يوسف صيام ص٢١٠*

جدول(4-٢) القراءات التي تم رصدها

From	To	H. angle			H. Distance
83HK	H57	٠	٠	٠	
83HK	١	١٨٩	٥٢	٣٥	٨٢٥.٣٣٠
83HK	١	١٨٩	٥٢	٣٥	٨٢٥.٣٤٥
83HK	١	١٨٩	٥٢	٤٠	٨٢٥.٢٦٧
83HK	١	١٨٩	٥٢	٣٠	٨٢٥.٣٧٨
١	83HK	٠	٠	٠	
١	٢	٣٠٥	٠٦	١٥	٢٥٧.٧٧٨
١	٢	٣٠٥	٠٦	١٠	٢٥٧.٧٥٥
١	٢	٣٠٥	٠٦	١٠	٢٥٧.٨٠٤
١	٢	٣٠٥	٠٦	٥	٢٥٧.٦٨٣
٢	١	٠	٠	٠	
٢	٣	١٣٥	٥٩	٠٠	٥٧٠.٨٥٨
٢	٣	١٣٥	٥٩	١٠	٥٧٠.٨٤٩
٢	٣	١٣٥	٥٩	٣٥	٥٧٠.٧٠٨
٢	٣	١٣٥	٥٨	٥٥	٥٧٠.٩٨٢
٣	٢	٠	٠	٠	
٣	٤	٢٣٤	٢٠	١٥	٤٠٦.٤٩٥
٣	٤	٢٣٤	٢٠	٣٠	٤٠٦.٣٥٨

٣	٤	٢٣٤	٢٠	٢٠	٤٠٦.٢٦٧
٣	٤	٢٣٣	٢٠	٣٥	٤٠٦.٧٧٢
٤	٣	٠	٠	٠	
٤	82KH	١٩٨	٤٤	٣٠	١٤٥٦.٦٩٧
٤	82KH	١٩٨	٤٤	٢٥	١٤٥٦.٧١٤
٤	82KH	١٩٨	٤٤	٥٥	١٤٥٦.٧٢١
٤	82KH	١٩٨	٤٤	٥٠	١٤٥٦.٦٨٤
82KH	٤	٠	٠	٠	
82KH	54IB	١٥٥	٢٥	٤٥	١٠٤٨.٧٢٦
82KH	54IB	١٥٥	٢٥	٥٠	١٠٤٨.٦٧٣
82KH	54IB	١٥٥	٢٥	٤٥	١٠٤٨.٧.٨
82KH	54IB	١٥٥	٢٥	٤٠	١٠٤٨.٧٤٩

و الجدول التالي(٤-٣) يظهر معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان :

جدول (4-٣) معدل الزوايا والمسافات

From	To	H. angle			H. Distance
83HK	**H57**	٠	٠	٠	
83HK	**1**	١٨٩	٥٢	٣٥	٨٢٥.٣٣
1	**83HK**	٠	٠	٠	
1	٢	٣٠٥	٠٦	١٠	٢٥٧.٧٥٥

٢	١	٠	٠	٠	
٢	٣	١٣٥	٥٩	١٠	٥٧٠.٨٤٩
٣	٢	٠	٠	٠	
٣	٤	٢٣٤	٢٠	٢٥	٤٠٦.٤٧٣
٤	٣	٠	٠	٠	
٤	82KH	١٩٨	٤٤	٤٠	١٤٥٦.٧٠٤
82KH	٤	٠	٠	٠	
82KH	54IB	١٥٥	٢٥	٤٥	١٠٤٨.٧١٤

٤ـ ٥ حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح :

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية :

$$\overline{83HK, H57} = (\tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N}) + C \text{.....4.1}$$

Example :

$$\overline{83HK, H57} = \tan^{-1}\frac{156844.29-157029.29}{112806.96-111724.19} + C = \tan^{-1}\frac{-185}{1082.77} + 360° = 350°18'15.04"$$

$$\overline{GPS2,1} = 336°44'49.9"+122°33'35"-360 = 99°18'24.91"$$

بعد حساب الانحراف لكل خط يتم حساب الإحداثيات غير المصححة لكل نقطة بناءا على العلاقات التالية :

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (Azimuth)

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (Azimuth)

Easting 2 = Easting 1 + Δ easting

Northing 2 =Northing 1 + Δ northing

Example for station 1 :

Δ Easting =825.312× sin (350°18'15.04" +189°52'35"-360°) = -2.601

Δ Northing = 825.312× cos (350°18'15.04" +189°52'35"-360°) =-825.308

Easting = 157029.29+-2.601= 157026.689

Northing = 111724.19+ -825.308= 110898.882

لقد تم حساب الإحداثيات غير المصححة عن طريق الحاسوب باستخدام البرامج (Autodesk 2006) وهو برنامج المساحة الأول من أهم برامج المساحة يمكن بواسطته إيجاد جميع إحداثيات النقاط على طول الطريق كما يمكن عن طريقه عمل مختلف الأعمال التصميمية للطريق وباقي الأعمال المساحية والجدول التالي(٤-٤) يشمل حساب هذه الإحداثيات :

جدول(٤-٤) حساب الاحداثيات

Station	Easting (m)	Northing (m)
1	157026.69	110898.88
2	111047.76	156816.29
3	110961.50	156254.56
4	110557.48	156293.45

لقد تم تصحيح المضلع بناءا على إحداثيات معلومة و صحيحة نقاط طابو

جدول(٤-٥) احداثيات طابو

# Station	Northing	Easting	Elevation
83HK	111724.19	157029.29	903.81
H57	112806.96	156844.29	----

82KH	112562.11	155341.47	----
54IB	113230.31	154538.81	648.24

٦-٤ تصحيح الأخطاء للمضلع(Reduction of Errors) :

الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نوع Total Station sokkia وقيم الأخطاء في هذا الجهاز هي كالتالي:

- الخطأ في الزاوية angular error = 5"
- الخطأ في المسافة distance error = ±(2 mm + 2ppm*d)mm

١-٦-٤ الأخطاء في المسافات Error in Distance :

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....4.2}$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسه

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

٢-٦-٤ الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز (Instrument Centering Error):

وهذا الخطأ يكون بالعادة ناتج عن الأسباب التالية:

- دقة الجهاز The Quality of Instrument
- دقة الحامل The Quality of Tripod
- ومهارة الراصد الذي يعمل على الجهاز The Skill of the Observer

٤-٦-٣ أخطاء التوجيه (Target Centering) :

وهذه الأخطاء تكون ناجمة عن وضع العاكس بشكل غير قائم ويقدر هذا الخطأ بقيمة ٢ ملم

a,b وهذه معاملات الجهاز والتي يتم الحصول عليها من الكتيب المرافق حيث أن:

$$2\text{mm} \pm 2\text{ppm} = a,b$$

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسه ما بين المحطة 1,2 تساوي 257.755 م

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_t)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....4.3}$$

$$\sigma_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.002)^2 + ((257.755 * 0.000002)^2} = 0.0035m$$

والجدول التالي(٤-٦) يشمل معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة :

جدول(٤-٦) معدل المسافات ونسبة الخطأ

Line	Distance (m)	$\sigma_D(m)$
83hk -1	825.330	0.0038
1 -2	257.755	0.0035
2-3	570.849	0.0036
3-4	406.473	0.0036
4-82kh	1456.704	0.0045

٤-٦-٤ الأخطاء في قياس الزوايا :

إن الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة، لذلك فان الأخطاء في الزوايا يمكن جمعها ضمن خطا واحد ناتج عن ما يلي:

- أخطاء في التوجيه Pointing Errors
- أخطاء في القراءة Reading Errors

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\sigma_{\alpha pr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....4.4}$$

حيث أن:

$\sigma_{\alpha pr}$: هو الخطأ الناتج عن التوجيه والقراءة.

σ_{DIN} : الخطأ الناتج عن جهاز المحطة الشاملة.

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي

$$\sigma_{\alpha pr} = \pm \frac{2 \times 5''}{\sqrt{4}} = 5 \text{.....} \quad .4.5$$

٤-٧ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات :

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها :

- Least Square Method .

- Linear and Angular Misclosure Method .

-Compass Rule.

لقد استخدمنا الطريقة الأولى في التصحيح و ذلك لأنها أدق طريقة وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع ،حيث تم التصحيح الإحداثيات باستخدام برنامج(Autodesk 2006).

٤-٧-١ Least Square Method

المعادلة الرئيسة

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \text{.....4.6}$$

حيث أن:

Unknown matrix : X

Jacobean matrix : A

Observation matrix :L

Variance matrix : **V**

والصيغ التالية عبارة عن المصفوفات العامة لهذه الطريقة وقد تم تحديد صيغ المشتقات و الرتب للمصفوفات بناءا على القراءات التي تم رصدها في الميدان و المجاهيل المراد حسابها (إحداثيات المحطات):

The Jacobean Matrix A:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_2} & \cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_4} & \frac{\partial F_1}{\partial dy4} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_2} & \cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{4_0}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy4} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{11}}{\partial dx_1}) & (\frac{\partial F_{11}}{\partial dy_1}) & (\frac{\partial F_{11}}{\partial dx_2}) & (\frac{\partial F_{11}}{\partial dy_2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{11}}{\partial dx4}) & (\frac{\partial F_{11}}{\partial dy4}) \\ (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_1}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_1}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_2}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx4}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy4}) \end{bmatrix}_{12*8}$$

Distance observation reduction ٤-٧-٢

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....4.7}$$

Linearization:

Taking the derivatives of last equation:

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{x_i - x_j}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{y_{i-} y_j}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_j} = \frac{x_j - x_i}{IJ}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y_j} = \frac{y_j - y_i}{IJ}$$

Angle observation reduction ٤-٧-٣

$$\theta = Az_{IF} - Az_{IB}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....4.8}$$

Taking the derivatives of the last equation:

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{yi - y_b}{IB^2} - \frac{yi - y_f}{IF^2}$$

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{x_b - x_i}{IB^2} - \frac{x_f - x_i}{IF^2}$$

The Observation Matrix L:

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F12 - F12 \end{bmatrix}_{12\times 1}$$

The Weight Matrix W:

$$W = \begin{bmatrix} (\sigma F_1)^2 & & & & & & & & & & & \\ & (\sigma F_2)^2 & & & & & & & & & & \\ & & (\sigma F_3)^2 & & & & & & & & & \\ & & & \ddots & & & & & & & & \\ & & & & \ddots & & & & & & & \\ & & & & & \ddots & & & & & & \\ & & & & & & (\sigma F_9)^2 & & & & & \\ & & & & & & & \ddots & & & & \\ & & & & & & & & \ddots & & & \\ & & & & & & & & & (\sigma F_{12})^2 & & \\ & & & & & & & & & & \ddots & \end{bmatrix}_{12\times 12}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_1 \\ dy_1 \\ dx_2 \\ dy_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx4 \\ dy4 \end{bmatrix}_{8\times 1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{11} \\ V_{12} \end{bmatrix}_{12\times 1}$$

4-8 الإحداثيات المصححة :

$$X = X_0 + dx$$
$$Y = Y_0 + dy \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.9$$

الجدول التالي(4-7) يظهر قيم الإحداثيات التي تم تصحيحها باستخدام برنامج إل (Autodesk land 2006):

الجدول (4-7) الاحداثيات المصححة

Point	Northing	Easting
1	110898.8689	157026.7484
2	111047.7222	156816.3578
3	110961.4281	156254.6697
4	111251.4048	155970.7828

4-9 المسافات المصححة:

بعد حساب الإحداثيات المصححة يتم حساب المسافات بناء على هذه الإحداثيات, وذلك بالاعتماد على قانون المسافة ما بين نقطتين:

$$dis = \sqrt{(E_j - E_i)^2 + (N_j - N_i)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.10$$

الجدول التالي(4-8) يظهر قيم المسافات المصححة:

الجدول(٤-٨) المسافات المصححة

Line	Distance (m)
83hk-1	825.325
1-2	257.723
2-3	568.278
3-4	405.805
4-82kh	1453.951

٤-١٠ الزوايا المصححة:

بعد حساب الانحرافات المصححة يتم حساب الزوايا المصححة وذلك باستخدام الفرق ما بين الانحرافات حسب موقع الزاوية ما بين الخطوط، والجدول التالي(٤-٩) يظهر قيمة الزوايا المصححة للمضلع

جدول(٤-٩) الزوايا المصححة

From	To	H. angle		
83HK	H57	٠	٠	٠
83HK	1	١٨٩	٥٢	20.15
1	83HK	٠	٠	٠
1	٢	٣٠٥	٠٦	11.95
٢	١	٠	٠	٠
٢	٣	١٣٥	٥٩	09.52
٣	٢	٠	٠	٠
٣	٤	٢٣٤	٢٠	32.15

٤	٣	٠	٠	٠
٤	82KH	١٩٨	٤٤	41.27
82KH	٤	٠	٠	٠
82KH	54IB	١٥٥	٢٥	26.30

وهذه هي الجداول التي تم الحصول عليها من برنامج (**Autodesk Land2006**) للقيم التي تم تصحيحها:

Angular error = 0-00-24

Angular error/set = 0-00-04 Over

Error North : -0.1684

Error East : 0.1130

Absolute error : 0.2028

Error Direction : S 33-51-56 E

Perimeter :3511.2167

Precision : 1 in 17311.6643

Number of sides : 5

Total # of Unknown Points: 4

Degrees of Freedom : 4

Confidence Interval : 95%

Number of Iterations : 2

Chi Square Value : 3686.64372

Goodness of Fit Test : Fails at the 5% Level

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library الكتبة
Acc. ١٢٥٣٨ الرقم التسلسل
Class ..... رقم التصنيف

Standard Deviation of Unit Weight: 30.35887

Observation

جدول (4-10)

Type	Pnt1	Pnt2	Pnt3	Measured	Std. Dev.	Adjusted	Resid.
DIST	1000	1		825.3115	0.006	128.74	0.0135
ANG	1001	1000	1	189-52-35.00	2	189-53-20.15	-14.85
DIST	2	3		568.3103	0.006	568.2783	-0.032
ANG	1	2	3	135-59-10.00	2.8	135-59-09.52	-0.48
DIST	1006	1007		1043.9723	0.007	1044.3918	0.4195
ANG	4	1006	1007	155-25-45	1.9	155-25-26.30	-18.70
DIST	4	1006		1454	0.009	1453.9541	-0.0565
ANG	3	4	1006	198-44-40	2.2	198-44-41.27	1.27
DIST	3	4		405.8331	0.005	405.8057	-0.0274
ANG	2	3	4	234-20-25	2.4	234-20-32.15	7.15
DIST	1	2		257.7511	0.005	257.7237	-0.0274
ANG	1000	1	2	305-06-10	2.4	305-06-11.95	1.95

ADJUSTED COORDINATES

Std Deviations are at 95% Confidence Level

جدول (4-11)

Point#	Northing	Easting	Std .Dev. Nth	Std .Dev. Est
1	110898.8689	157026.7484	0.688	0.752
2	1111047.7222	156816.3578	0.708	0.747
3	110961.4281	156254.6697	0.797	0.884
4	111251.4048	155970.7828	0.802	0.796

Semi-Axes are at 95% Confidence Level

جدول (٤-١٢)

Point#	Semi-Major Axis	Semi-Minor Axis	Axis Azimuth
1	0.652940	0.782824	47-46-59
2	0.676771	0.775113	20-06-12,3
3	0.764802	0.912504	43-48-11.6
4	0.746616	0.848179	07-58-13.6

الفصل الخامس

٥

التخطيط الأفقي والراسي للطريق

٥-١ مقدمة.
٥-٢ القوة الطاردة المركزية .
٥-٣ التعلية .
٥-٤ التوسعة .
٥-٥ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطرق
٥-٦ المنحنيات الأفقية .
٥-٧ ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي .
٥-٨ التخطيط الرأسي للطرق .
٥-٩ العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي .
٥-١٠ ملاحظات عامة في التصميم الراسي .

الفصل الخامس

التخطيط الأفقي والرأسي للطريق

٥-١مقدمة :-

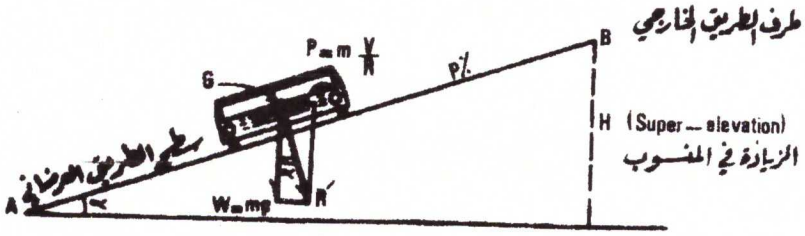
يكون مسار الطريق عبارة عن أجزاء مستقيمة و أخرى دائرية، فلا بد من ربط هذه الأجزاء مع بعضها بواسطة منحنيات تنقلنا من الأجزاء المستقيمة إلى دائرية بشكل تدريجي تجنبا للانتقال المفاجىء و ذلك للتقليل من أخطار الطريق إلى الحد الأدنى. و حتى نحصل على تصميم متزن للطريق يجب أن نأخذ بعين الإعتبار أسس التصميم الهندسي التي تعطي انسياب مستمر للمرور عند السرعة التصميمية كما يجب أن نأخذ في عين الإعتبار العلاقة بين السرعة التصميمية و أنصاف أقطار المنحنيات و ارتفاع الحافة الخارجية للرصف عن الحافة الداخلية.

التخطيط الأفقي يشمل تحديد أطوال المسارات والزوايا والنقاط للتقاطعات، وتصميم المنحنيات الأفقية وأطوالها وبداياتها ونهاياتها.

التخطيط الراسي يهدف إلى تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدارات المختلفة والمنحنيات الراسية ومسافات الرؤية وكميات الحفر والردم.

٥-٢القوة الطاردة المركزية :-

انتقال المركبة من الجزء المستقيم إلى الجزء المنحني سوف يعرضها لحظة دخولها المنحنى إلى قوة طاردة مركزية قد تؤدي إلى قلب المركبة في بعض الأحيان. حيث إن القوة الطاردة المركزية تتناسب تناسبا عكسيا مع نصف قطر المنحنى. و القوه الطاردة المركزية تؤثر بشكل يتعامد مع محور الدوران الذي هو في الواقع خط وهمي ورأسي مار بمركز المنحنى الدائري ، أي إن اتجاه هذه القوة سيكون أفقيا. كما في الشكل (٤-١).



الشكل (٥-١) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من المالانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر. و لمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات

المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم و المنحنى الدائري، و بالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي حيث أن المركبة سوف تسير أولا على الجزء المستقيم ذو نصف القطر الكبير جدا أي دون تأثير للقوة الطاردة المركزية ثم تبدأ المركبة دخول المنحنى، عندها سوف تبدأ قيمة القوة الطاردة المركزية تتزايد بشكل منتظم و تدريجي إلى أن تدخل المنحنى الدائري الذي نصف قطره ثابت و محدد فتثبت القوة الطاردة و تبقى إلى نهاية المنحنى الدائري ثابتة، وعند دخولها المنحنى المتدرج الثاني فإن قيمة القوة الطاردة الثابتة سوف تبدأ بالتناقص بشكل تدريجي نتيجة لتزايد نصف القطر على المنحنى المتدرج الثاني إلى لحظة دخول المركبة إلى الجزء المستقيم فتتلاشى القوة الطاردة المركزية. ولمنع قفز القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة.

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....5.1}$$

من الشكل السابق:

- p : القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها
- w : وزن العربة
- m: كتلة العربة
- v: سرعة العربة
- R : نصف قطر المنحنى الدائري
- g: التسارع الأرضي

٥-٣ التعلية:-

التعلية هي عبارة عن رفع الحافة الخارجية للطريق عن الحافة الداخلية. حيث أن المركبة عندما تسير على المنحنى وتكون سرعتها عالية فإنها سوف تتعرض إلى قوة طاردة مركزية تؤثر على المركبة مما تتسبب في انزلاق المركبة و قد تؤدي إلى انقلابها. وللتقليل من هذه الأضرار على المنحنيات يتم رفع الحافة الخارجية حيث تعمل على مقاومة القوة الطاردة المركزية حيث أن قيمة الميل الجانبي للطريق تتراوح من ٤% - ٧% وقد تصل إلى ٩% حسب الأنظمة المعمول بها في البلد.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:

$$e = \frac{v^2}{gR} \quad \text{.....} \qquad .5.2$$

$$e+f=\frac{V^2}{gR}\text{.....5.3}$$

$$e+f=\frac{(0.75\times v)^2}{g\times R}$$

حيث أن:

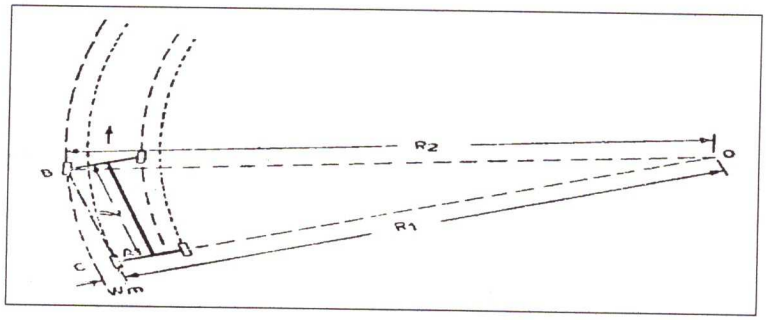
- R : هي نصف القطر الدائري بالمتر
- V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة ، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).
- e: أقصى معدل رفع جانبي بالمتر.
- f: هي معامل الاحتكاك الجانبي .

جدول (٥-١) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة

درجة الطريق	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق مرغوبة (متر/ متر)	أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (متر / متر)
طريق سريع	0.08	0.09
طريق شرياني	0.08	0.09
طريق تجميعي	0.08	0.10
طريق محلي	0.10	0.10

٥-٤ التوسعة:-

يتم عمل التوسيع في المنحنيات بسبب عدم إتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية في المنحنيات وهناك حاجة لتوسيع المنحنى حسب السرعة التصميمية وحسب نصف القطر والتوسيع يتم وضعه في بداية المنحنى تم بالطول الداخلي الكامل للمنحنى .



الشكل (٥-٢) التوسعة على المنحنيات

يتم زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات حيث يتم زيادة الاتساع إما على الطرف الخارجي للمنحنى أو بتوزيعه على الطرفين الداخلي و الخارجي للمنحنى. والجدول(٥-٢) يوضح قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

الجدول(٥-٢) قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر

نصف قطر المنحنى(متر)	حتى60	61-150	151-300	301-900	اكبر من900
التوسعة(متر)	1.2	0.9	0.6	0.3	-

الأسباب التي تدفعنا لتنفيذ التوسعة على المنحنيات هي:

١ – عند المنحنى لا تتبع العجلات الخلفية العجلات الأمامية.
٢ – يزداد العرض مما يساعد على رؤية المركبة القادمة بسهولة.
٣- لا تلتصق السيارة تماما بالرصف على المنحنى.

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية:

$$w = \left[\left(\frac{nl^2}{2R}\right) + \left(\frac{V}{9.5\sqrt{R}}\right)\right] \quad \text{..... 5.4}$$

حيث أن:

w : زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.

n : عدد الحارات.

I : اتساع قاعدة العجل لأطول عربة و تؤخذ عادةً حوالي 6.1 متر.

V : السرعة التصميمية على المنحنى.

R : نصف قطر المنحنى.

وهنالك نوعين من التوسعة لابد من آخذها في الاعتبار عند إجراء التصميم وهما:

١. التوسيع الميكانيكي ومعادلته:

$$w_m = n * i^2 / 2 * r \quad \text{.....5.5}$$

حيث W_m= التوسيع الميكانيكي.

n= عدد الحارات.

I^2= تسارع قاعدة العجل لأطول مركبة وتؤخذ عادة ٦.١ م لعربات النقل.

R= نصف قطر المنحنى

٢. التوسعة نتيجة العامل النفسي ومعادلته:

$$w_{ps} = v^2 / 9.5 * \sqrt{r} \quad \text{.....5.6}$$

حيث w_{ps} = توسعة الطريق نتيجة للعامل النفسي.

V= السرعة التصميمية.

$$We = Wm + Wps \quad \text{.....5.7}$$

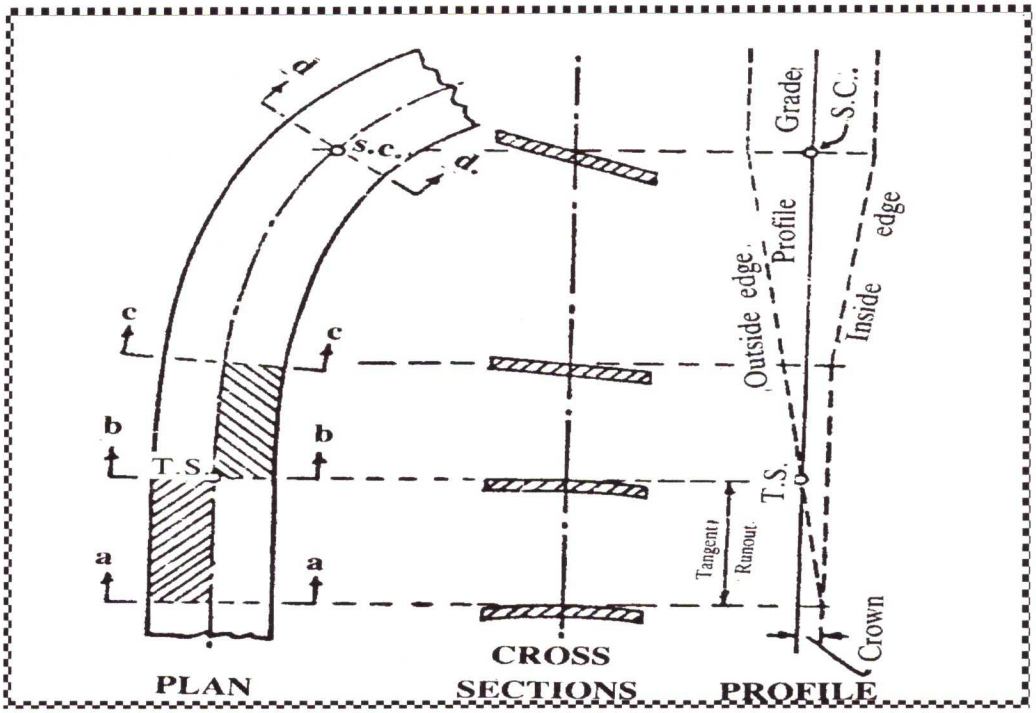
حيث We= التوسعة الكلية

٥ـ ٥ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق:-

حيث يتم بإحدى الطرق الثلاث التالية:

*الطريقة الأولى: يبقى محور الطريق ثابتا، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، والجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور

الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مائلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 1.5% -2 .

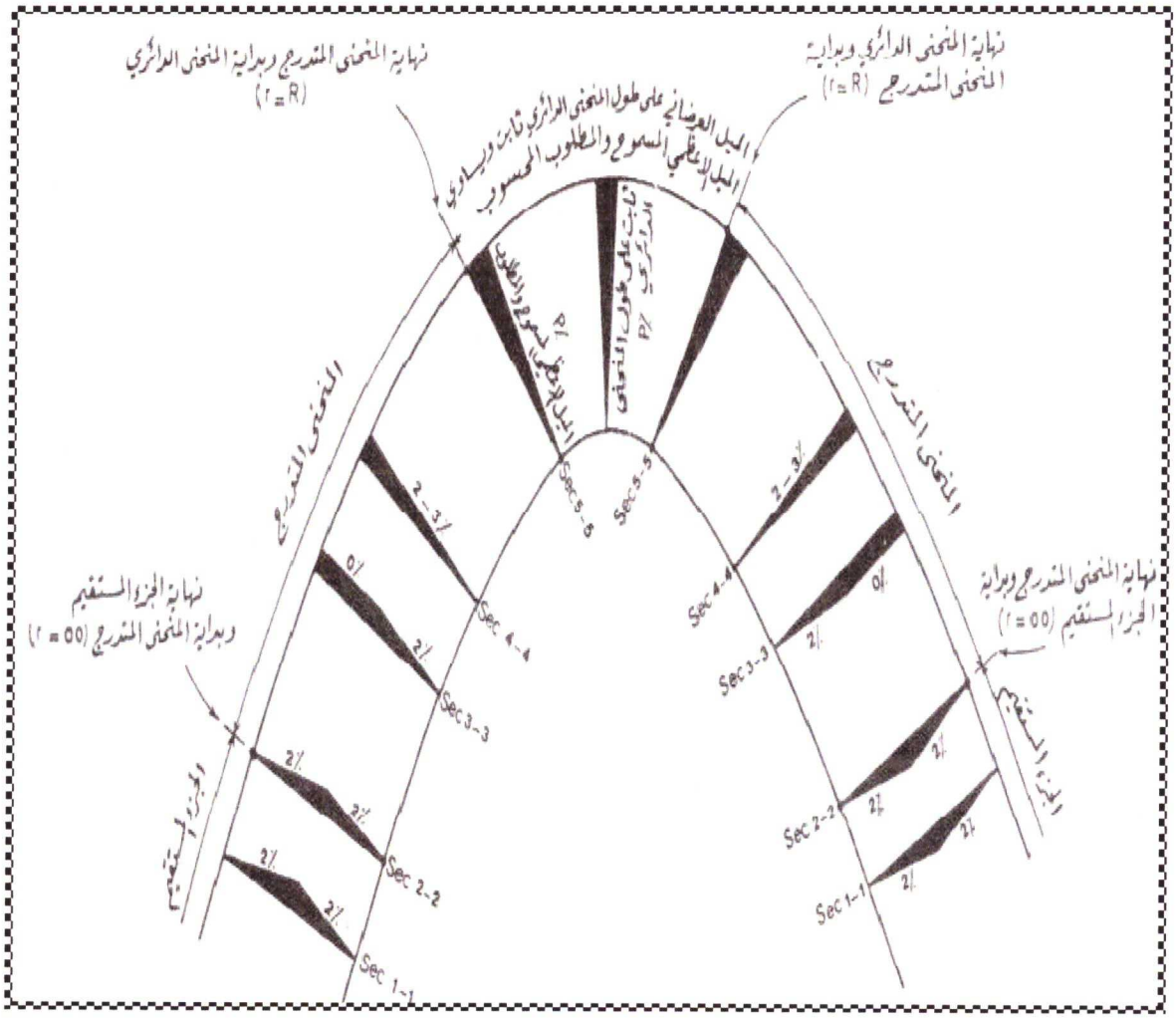


الشكل (5- ٣)كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور

*الطريقة الثانية: يرتفع الجانب الخارجي للطريق (ظهر المنعطف)، ويبقى الجانب الثاني ثابتا حتى يصبح كامل سطح الطريق على استقامة واحدة بميل % 2-1.5 ، عند ذلك يدور كامل سطح الطريق حول حافة الطريق الداخلية و(ليس حول محور)، بحيث أن كامل سطح الطريق يرتفع بدلا من ارتفاع نصفه حتى يصل السطح إلى الميلان المطلوب.

*الطريقة الثالثة: يبدأ كامل سطح الطريق بالانخفاض و الدوران حول طرف الطريق الخارجي (ظهر المنعطف)، حتى يصبح سطح الطريق على استقامة واحدة، بعدها يحصل دوران لكامل السطح حتى يصل للميلان المطلوب.

الشكل (٥-٤) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية



٥-٦ المنحنيات الأفقية:-

الهدف من استخدام المنحنيات هو وصل الأجزاء المستقيمة ببعضها بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة في الاتجاهات التي تسبب الإزعاج للسائقين، و هناك أنواع متعددة من المنحنيات التي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة المتقاطعة.

٥-٦-١ أنواع المنحنيات الأفقية:-

١- المنحنيات الدائرية Circular curves

٢- المنحنيات المتدرجة Transitions Curves

٥-٦-٢ المنحنيات الأفقية الدائرية Circular curves

تُعرف المنحنيات الأفقية إما بنصف قطر المنحنى أو بدرجة المنحنى و يجب اختيار نصف القطر بحيث يتمشى مع السرعة التصميمية للطريق .

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

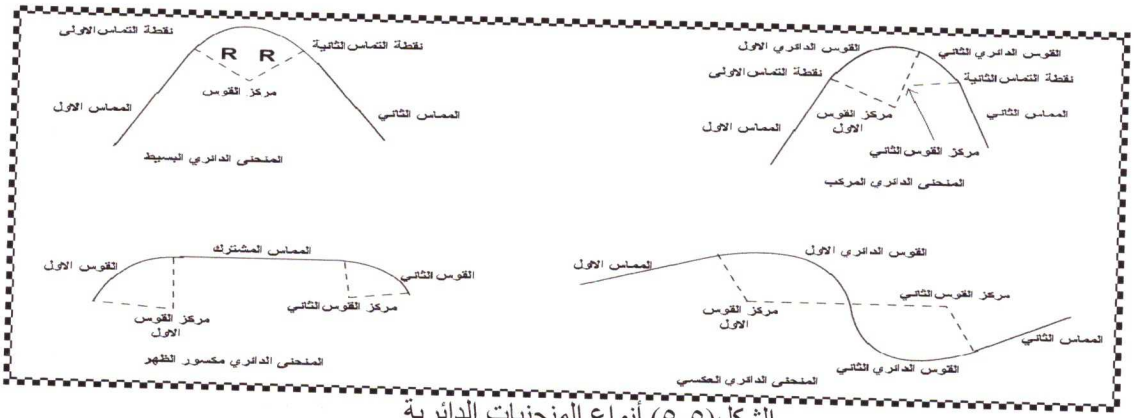
١- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

٢- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves

٣- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves

٤- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves

تقسم المنحنيات الدائرية إلى أربعة أنواع كما هي في الشكل التالي :



الشكل(٥-٥) أنواع المنحنيات الدائرية

أولا: المنحنى الدائري البسيط:-

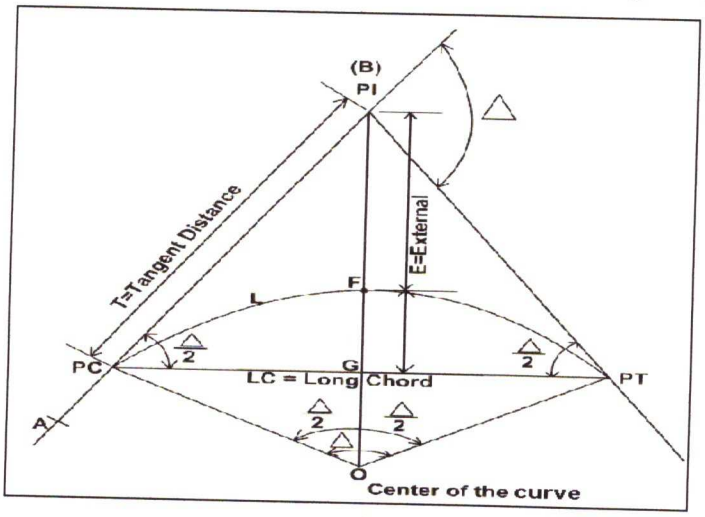
هذا المنحنى عبارة عن جزء من دائرة ذات نصف قطر محدد وثابت، حيث يصل بين الخطيين المستقيمين ولمختلفي الإتجاه في نقطتي الوصل.

بمعرفة نصف قطر المنحنى الدائري المراد تصميمه و معرفة زاوية انحراف المماسين (Δ) يمكن حساب عناصر المنحنى الدائري البسيط من العلاقات التالية:

١. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

❖ عناصر المنحنى الدائري البسيط:

الشكل التالي يوضح منحنى دائري بسيط ، حيث انه يتكون من العناصر التالية:



الشكل (٥-٦) عناصر المنحنى الدائري البسيط

- نقطة تقاطع المماسين (**PI**).
- زاوية الانحراف (Δ) Deflection Angle:

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The tow Tangent:

حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر لنقطة التقاطع PI بالمماس الخلفي، والمماس على الجانب الأيمن بالمماس الأمامي.

- نقطة بداية المنحنى (**PC**) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (**PT**) Point of Tangency.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (**LC**).
- نصف القطر (**R**) Radius.
- طول المنحنى (**L**) Length of curve.
- المسافة الخارجية(**E**),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) و بين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate، و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.

- مركز المنحنى ونرمز له (**O**).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (**C1**)، وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (**C**)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة، و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 10،25,20 مترا.
- الوتر الجزئي النهائي (**C2**)، و هو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة، وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (**d1**)، وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(**d**)، وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط و بين مماس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (**d2**)، و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

١- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....5.8}$$

٢- المسافة الخارجية (E)

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{.....5.9}$$

٣- سهم القوس (M)

$$M = R(1 - \cos\frac{\Delta}{2}) \quad \text{.....5.10}$$

٤- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....5.11}$$

٥- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \text{.....5.12}$$

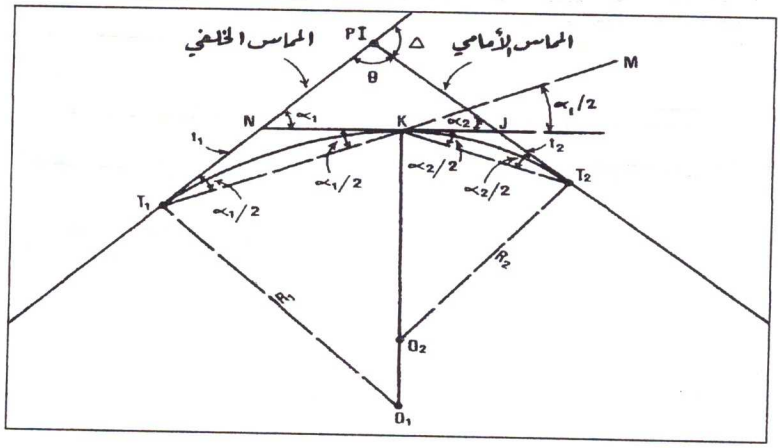
ثانيا: المنحنيات الدائرة المركبة:-

يتألف المنحنى المركب من منحنيين أفقيين (أو أكثر) متتابعين بحيث تكون نقطة التماس الثانية للمنحنى الأول هي نفسها نقطة التماس الأولى للمنحنى الثاني تحت الشروط التالية:-

1- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.

2- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

3- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدة.



الشكل (5-7) عناصر المنحنى الدائري المركب

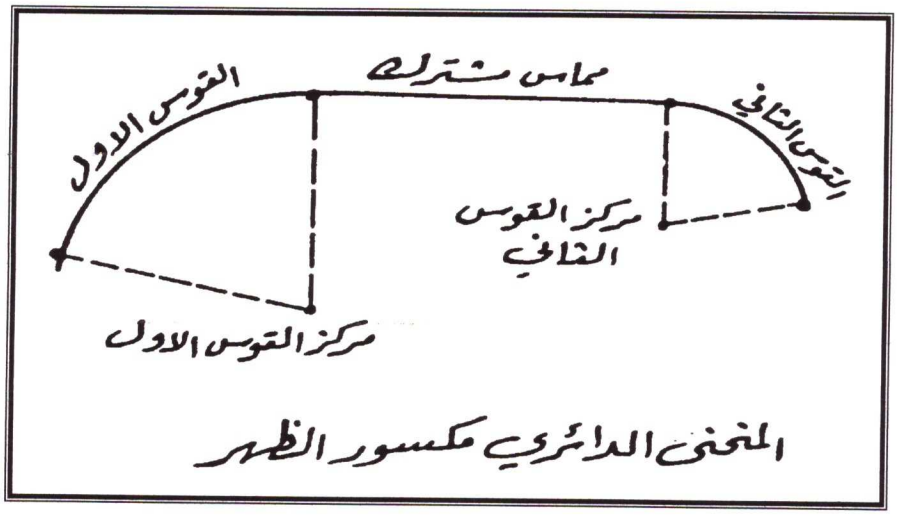
عناصر المنحنى المركب :

- نقطة تماس المنحنى المركب مع المستقيم أو المماس الخلفي (Back Tangent) ويرمز لها بـ T_1.
- نقطة التقاء أو تماس المنحنيين الدائريين المشكلين للمنحنى المركب ويرمز لها بـ K.
- نقطة تماس المنحنى المركب مع المماس الأمامي ويرمز لها بـ T2.
- نقطة تقاطع المماس الخلفي مع المماس المشترك ويرمز لها بـ N
- نقطة تقاطع المماس المشترك مع المماس الأمامي ويرمز له بـ J.
- نقطة تقاطع المماس(الأمامي والخلفي) ويرمز لها بـ PI.
- مركز المنحنى الدائري الخلفي أو الأيسر ويرمز له بـ O_2.
- مركز المنحنى الدائري الأمامي أو الأيمن ويرمز له بـ O_2.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والأمامي ويرمز لها بـ Δ.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والمشترك ويرمز لها بـ α_1.

- زاوية انحراف المماسين المشترك والأمامي α_2 .
- الطول المشارك مع المماس ويرمز له بـ (t_1) وهو يساويNK.
- الطول المشارك من المماس الأمامي مع المماس المشترك ويرمز له بـ (t_2) وهو يساوي JK.
- نصف قطر المنحنى الأول أو الأيسر ونرمز له بـ R_1.
- نصف قطر المنحنى الثاني أو الأيمن R_2.

ثالثا: المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر:-

يطلق هذا الاسم على الجزء المكون من منحنيين دائريين مركزيهما في جهة واحده و متصلين ببعضهما بواسطة مماس مشترك واحد و قصير يقل طوله عن 30 م.

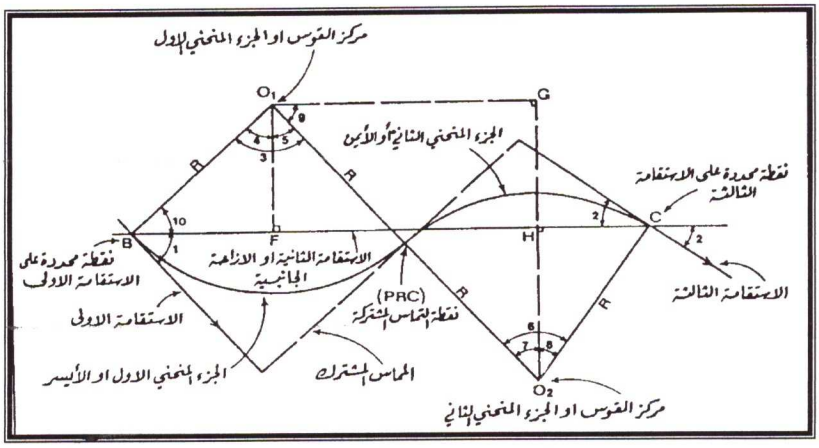


الشكل(٥-٨)عناصر المنحنى الدائري مكسور الظهر

رابعا: المنحنيات الدائرية العكسية:-

يتم وصل الخطيين المستقيمين بأكثر من قوس دائري واحد و تحت الشروط التالية:

- مراكز التقوس ليست في جهة واحدة.
- أنصاف أقطار هذه الأقواس قد تكون متساوية أو مختلفة.
- الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعض.



الشكل (٥-٩) المنحنيات العكسية

٥-٧ ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي:-

بالإضافة إلى عناصر التصميم المحددة في التخطيط الأفقي، فقد عرفت بعض القواعد العامة والحاكمة،وهذه القواعد ليست خاضعة لمعادلات ولكنها ذات أهمية في الحصول على طرق مأمونة سهلة الانسياب فالانحناء الزائد، وكذلك سوء الترابط بين المنحنيات المختلفة، يقلل السعة ويترتب عليه خسائر اقتصادية بسبب الزيادة في زمن الرحلة ونفقات التشغيل ويسئ إلى جمال المنظر. ولكي نتلافى تلك المظاهر السيئة في أعمال التصميم، يجب إتباع القواعد العامة التالية:

أ- تأمين مسافة الرؤية الأفقية عبر الطرف الداخلي للمنحنى.

ب- تأمين تصريف جيد للمياه السطحية.

ت- تجنب المناطق السيئة جيولوجيا ومواقع المستنقعات.

ث- التقليل ما أمكن من الأعمال الترابية.

ج- الانسجام مع التضاريس و الطبيعة بشكل عام.

ح- تجنب عمل منحنيات وصل قصيرة أو حادة ولكن يجب استخدام منحنيات متدرجة بأطوال كافية.

خ- لتكن المسافة الأصغر بين منحيين أفقيين متتاليين (٦٠m)، خصوصا في الطرق السريعة.

د- توسيع سطح الطريق المخصص للسير عندما يقل نصف قطر المنحنى عن (150 m)، إضافة إلى اعتبارات التعلية (Super Elevation) والسرعة.

ذ- تخفيفا لآثار المنحنيات العكسية (إن وجدت) السلبية، لا بد من زيادة مقدار نصف القطر وتخفيض السرعة بالإضافة إلى وضع الإشارات التحذيرية الكافية في منطقة المنحنى العكسي، علما بأنه قد تنشأ ظروف تحتم علينا استخدام المنحنيات العكسية، على سبيل المثال

- مرور الطريق من موقع معين لأسباب اقتصادية أو سياحية أو .....الخ.
- وجود عوائق تحول دون استمرار الطريق بشكل ملائم.
- ظروف استملاك معقدة ومكلفة.
- ظروف طبوغرافية قاهرة.

ر- إذا كانت هناك عوائق تحول دون استخدام منحنى دائري بنصف قطر كبير أو مناسب، نلجأ عندها إلى استخدام منحنى مركب يساعد في تحقيق مرونة أكبر في مجال السرعة ولعناصر أخرى مؤثرة على تكلفة الطريق وجماله.

ز- في المناطق الجبلية، تكون تكلفة الإنشاء عالية في العادة، بسبب ارتفاع الأعمال الترابية مما يتطلب السير في الاتجاه الذي يقلل من حجم الأعمال الترابية، وعليه تكثر المنحنيات في مثل هذه الطريق.

س- يجب أن لا تتجاوز التعلية (12%).

ش- إن قيمة التعلية المرغوبة هي (6%).

ص- يجب أن لا تتجاوز قيمة الاحتكاك الجانبي القيمة العظمى والمسموح بها (f = 16%).

ض- لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية، نلجأ إلى تطبيق التعلية المناسبة وتوسيع الطريق على المنحنى.

ط- يعتمد اختيار أو تحديد القيمة القصوى للتعلية على:

- مدى الحرص على تأمين سلامة العربات التي يمكن أن تسير بسرعة بطيئة على المنحنى.
- السرعة التصميمية.
- نصف قطر المنحنى.

ظ- تجنب استخدام المنحنيات العكسية ما أمكن تفاديا للأمور التالية:

- الانتقال الفجائي من نصف قطر معين إلى آخر بشكل مفاجئ وعكسي، مما يؤدي إلى نتائج قاسية خصوصا إذا لم ينتبه السائق إلى وجود منحنى عكسي.
- الاضطرار إلى تخفيض السرعة بشكل كبير.
- صعوبة معالجة آثار القوة الطاردة المركزية حيث يتطلب الأمر الانتقال من المنحنى الأول إلى الثاني مع وجود ميلين عرضيين مختلفي الاتجاه.

ع- يجب إعطاء أهمية خاصة لموقع منشآت التصريف ومواقع اجتياز الأودية السحيقة والمناطق العالية تجنبا لزيادة نفقات التنفيذ والصيانة على حد سواء.

- **حساب المنحنيات الأفقية** : - المنحنى الدائري رقم 1 (Horizontal Curve No. 1)

المعلومات اللازمة من أجل عمل المنحنيات الأفقية

R = 200 m
Δ= 18°04'43.72"
PC = 0+260.27
Δ/2 =9° 02' 21.86"

- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2}$$

T = 200*tan (18°04'43.72"/2) = 31.818 m

- المسافة الخارجية (E)

$$E = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1)$$

E = 200 (sec (18°04'43.72"/2)-1) = 2.515m

- سهم القوس (M)

$$M = R(1 - \cos\frac{\Delta}{2})$$

M = 200 (1 – cos (18°04'43.72"/2) = 2.484m

- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2}$$

LC = 2*200*sin (18°04'43.72"/2) = 62.845 m

- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180}$$

$$M = (\pi * 200 * 18^{\circ}\ 04'\ 43.72"") / 180 = 63.107m$$

- حساب المحطة (PT)

$PC = PI - T$

$PI = PC + T$

$PI = 260.27+31.818 = 292.088m$

$PT = PC + L$

$PT = 260.27+63.107$

$= 323.377m$

- **توقيع المنحنيات الأفقية : -** المنحنى الدائري رقم 1 (Horizontal Curve No. 1)

يتم توقيع المنحيات الأفقية باستخدام : -

١- الثيودوليت.

٢- (Total Station) .

أولا : توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام الثيودوليت :

$C \leq R/20$

$d = C * 90/(\pi * R)$

حيث أن :

C : طول القوس.

d : الزاوية الجزئية.

R : الزاوية الجزئية.

$C \leq 200 /20 = 10$

- نأخذ المحطة الأعلى من (PC) = 270 (عادة يكون الرقم مدور يقبل القسمة على 5)

C1 = 270 -260.27 = 9.73m

C = 10

- من حساب عدد الأقواس نقوم بطرح (c1) من (L) ثم نقسم على الرقم (10)

No. Of C =(63.107-9.73)/10 = 5.3377

يعني أن هناك ٥ أجزاء صحيحة

C2 = 0.3377*10

C= 3.377

- نقوم بحساب الزوايا الجزئية

$d1 = C1 * 90/(\pi * R)$

$= 1^\circ 23' 37.38"$

$d = C * 90/(\pi * R)$

$= 1^\circ 25' 56.62"$

$d2 = C2 * 90/(\pi * R)$

$= 0^\circ 29' 1.38"$

والجدول التالي يوضح باقي النتائج :

الجدول(5-٣) توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام الثيودوليت

النقطة (Point)	طول القوس (L)	الزاوية الجزئية (d)	الزاوية الجزئية التراكمية	المحطة (ST.)
PC	0.0	0° 0' 0"	0° 0' 0"	0+260.27
1	9.73	1° 23' 37.38"	1° 23' 37.38"	0+270
2	10	1° 25' 56.62"	2° 49' 34"	0+280
3	10	1° 25' 56.62"	4° 15' 30.62"	0+290
4	10	1° 25' 56.62"	5° 41' 27.24"	0+300
5	10	1° 25' 56.62"	7° 07' 23.86"	0+310
6	10	1° 25' 56.62"	8° 333' 20.48"	0+320
PT	3.38	0° 29' 1.38"	9° 02' 21.86"	0+323.38

وعند توقيع المنحنيات الأفقية في النهاية يجب إن تكون :

مجموع الزوايا التراكمية = $\Delta/2$

$= 9^\circ\ 02'\ 21.86"$

ثانيا : توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام (Total Station) :

LC 1 = 2 R Sin(d1)

LC 2 = 2 R sin (d1 +d)

LC 3 = 2 R sin (d1 + 2 d)

LC 4 = 2 R sin (d1 + 3 d)

LC PT = 2 R sin ($\Delta/2$)

والجدول التالي يوضح باقي النتائج لتوقيع المنحنيات الأفقية باستخدام (Total Station)

الجدول(5-4) توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام (Total Station)

النقطة (Point)	طول الوتر (LC)	الزاوية الجزئية (d)	الزاوية الجزئية التراكمية	المحطة (ST)
Pc	0.00	0° 0' 0"	0° 0' 0"	0+260.27
1	9.73	1° 23' 37.38"	1° 23' 37.38"	0+270
2	19.72	1° 25' 56.62"	2° 49' 34"	0+279.99
3	29.70	1° 25' 56.62"	4° 15' 30.62"	0+289.97
4	39.66	1° 25' 56.62"	5° 41' 27.24"	0+299.93
5	49.60	1° 25' 56.62"	7° 07' 23.86"	0+309.87
6	59.51	1° 25' 56.62"	8° 33' 20.48"	0+319.78
PT	62.84	0° 29' 1.38"	9° 02' 21.86"	0+323.11

5-8 التخطيط الرأسي للطرق (Vertical Alignment):-

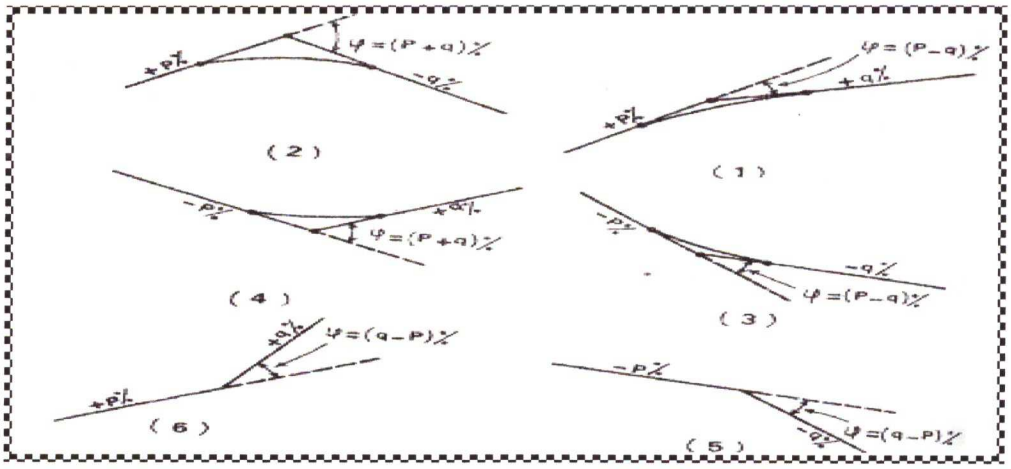
يتكون التخطيط الرأسي للطرق من سلسلة من الميول متصلة مع بعضها البعض بمنحنيات رأسية ويتحكم في التخطيط الرأسي عوامل الأمان والتضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات وصرف الأمطار ويجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو اكبر منها ويستخدم القطع المكافئ في المنحنيات الراسية لسهولة حساباته وبساطة توقيعه في الطبيعة واستيفائه للمطالب السالفة.

5-8-1 المنحنيات الرأسية (Vertical Curves):-

يجب أن تكون المنحنيات الرأسية سهلة الاستخدام وتهيئ تصميماً مأموناً ومريحاً في التشغيل ومقبولاً في الشكل كافياً في تصريف المياه. وأهم المطالب في المنحنيات الرأسية المحدبة هو أن تعطينا مسافات رؤية كافية للسرعة التصميمية(SD) وفي جميع الحالات يجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو أكبر منها, ويستخدم القطع المكافئ في المنحنيات الرأسية لسهولة حساباته وبساطة توقيعه في الطبيعة واستيفائه للمطالب السالفة.

٥-٨-٢ إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle):-

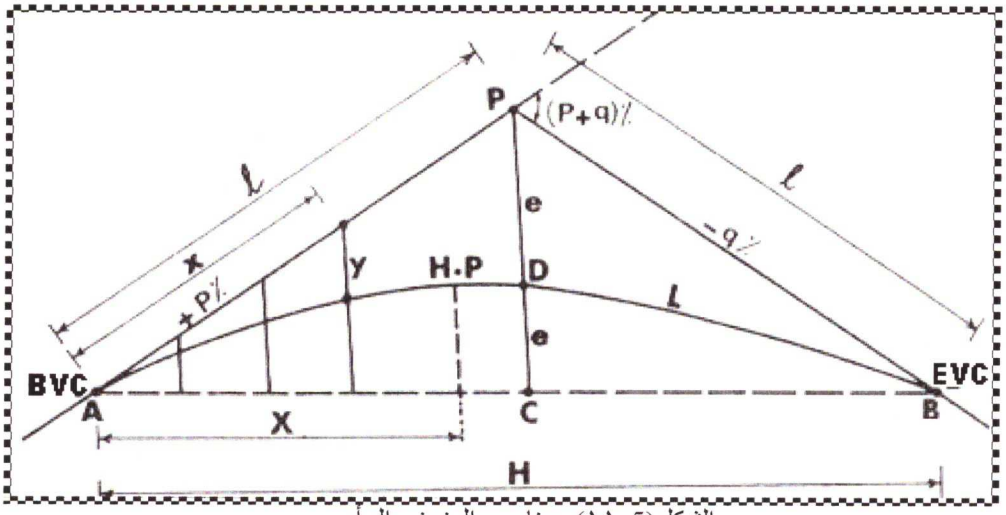
وزاوية التدرج هي عبارة عن الفرق الجبري بين الميلين، وهو في ست حالات كما هو موضح في الشكل التالي :



الشكل(5-١٠) فرق الميل أو زاوية الميل

٥-٨-٣ عناصر المنحنى الرأسي:-

لتعين مختلف العناصر اللازمة لتصميم وتوقيع منحنى راسي معين، وتحديد مناسيب عدد كاف من النقاط الواقعة على المنحنى الراسي المعتبر، لا بد من توافر المعلومات التالية كما هي مبينة في الشكل التالي :



الشكل(5-١١) عناصر المنحنى الرأسي

حيث :

نسبة الميل = **p & q**

بداية المنحنى الرأسي = **BVC**

منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين (**Elevation of the PI**)

محطة نقطة التقاطع (**Stationing of PI**)

نهاية المنحنى الرأسي = **EVC**

المسافة الخارجية المتوسطة(متر) = **e**

طول القطع المكافئ (متر) = **H**

الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي = **X**

٥-٨-٤ خواص القطع المكافئ البسيط:-

أ- طول المنحنى الراسي **L** يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحنى بهذا المنحى، بحيث أن طول المماس الخلفي يساوي $\ell 1$ وطول المماس الأمامي يساوي $\ell 2$ ، فأن:

$$\mathbf{L} = \ell 2 + \ell 1 \quad \text{..... 5-13}$$

ب- الخط الراسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD، بحيث أن PD = e = DC، حيث C نقطة منتصف الوتر وD نقطة تقطع الخط الراسي مع المنحنى وهذه النقطة تكون أعلى أو اخفض نقطة من المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

ج- وتر المنحنى AB يساوي مسقطه الأفقي H، ويساوي أيضا مجموع المماسين أي أن:

$$\mathbf{AB = H = 2\ell = L} \quad \text{..... 5-14}$$

د- أطوال الأعمدة المأخوذة على المماس تتناسب مع مربعات المسافات المأخوذة على المماس المقاسة من A(بالنسبة للمماس الخلفي) أو من B (بالنسبة للمماس الأمامي)، كما في المعادلة التالية:

$$\mathbf{y = ax^2} \quad \text{..... 5-15}$$

where :

$$\mathbf{a} = \frac{p + q}{400\ \ell} x^2 \quad \rightarrow$$ عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين

$$a = \frac{p - q}{400\ \ell} x^2$$ → عندما يكون المماسان في اتجاه واحد

معادلة القطع المكافئ بدلالة (e):-

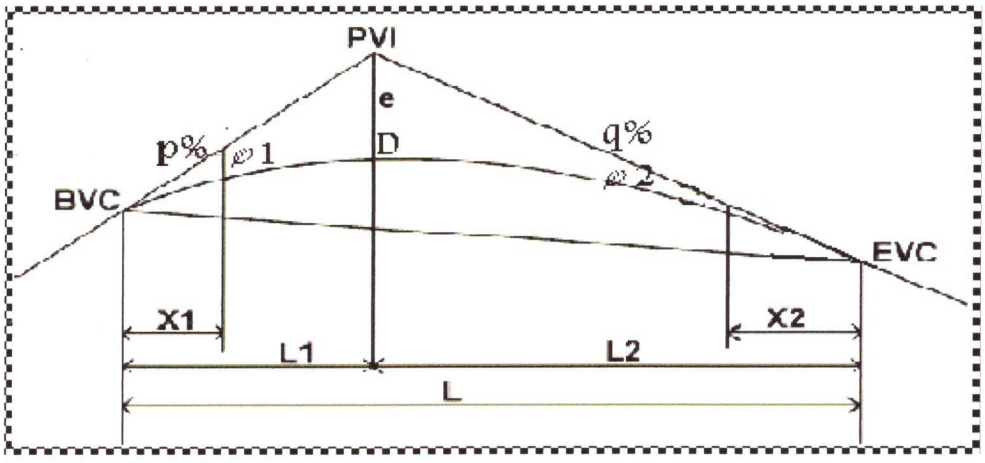
$$e = \frac{p + q}{400} \ell$$ → عندما يكون المماسين في اتجاهين مختلفين

$$e = \frac{p - q}{400} \ell$$ → عندما يكون المماسان في اتجاه واحد

$$\Rightarrow y = e\left(\frac{x}{\ell}\right)^2$$

٥-٨-٥ المنحنيات الرأسية غير المتماثلة:-

في بعض الحالات من الممكن للمنحنى غير المتماثل أن يكون أكثر ملائمة من المنحنى المتماثل وخصوصاً عندما تكون المسافة الأفقية المطلوب عمل منحنى رأسي لها صغيرة أو في حالات التضاريس الجبلية.



الشكل(5-١٢) منحنى راسي غير متماثل

$$e = L1 * L2 / 2(L1 + L2) * A /100 \quad \text{..... 5-16}$$

$$\varphi 1 = e\,(x1 /L1)2 - \varphi 2 = e(x2 /L2) \text{..... 5-17}$$

$$N = | p - q | \quad \text{..... 5-18}$$

حيث أن :

- الفرق الجبري بين الميلين = N
- المسافة الأفقية من بداية المنحنى إلى النقطة C على المنحنى = L1
- المسافة الأفقية من نهاية المنحنى إلى النقطة C على المنحنى = L2

٥-٨-٦ الميول الرأسية العظمى في الطرق:-

- العوامل التي تتحكم بتحديد الميول الرأسية:-

١) السرعة المعتبرة في التصميم (Design Speed).

٢) طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).

٣) طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

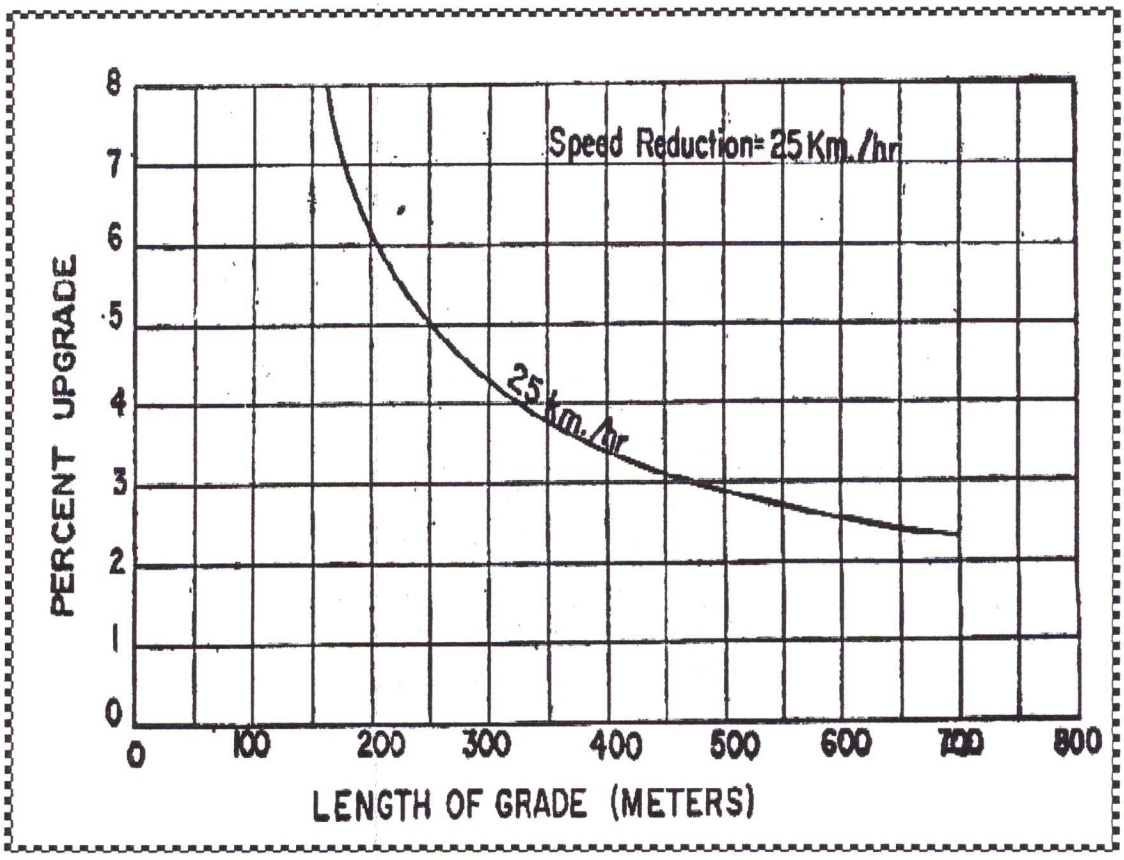
نبين في الجدول التالي قيما عملية للميول الرأسية بأخذ السرعة التصميمية وطبوغرافية المنطقة بعين الاعتبار مع مراعاة عدم تجاوزها.

الجدول(5-٥) الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية

السرعة التصميمية DESIGN SPEED KPH	منبسطة FLAT %	تلالي HILLY %	جبلية MOUNTAINOUS %
50	6	8	9
65	5	7	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5

120	3	4	-
130	3	4	-

وبالنسبة لطول الجزء الخاضع للميل الرأسي فإنه لا بد من ربط هذا العامل أيضا بمقدار الميل الرأسي، وهنا يفضل كلما أمكن أن لا يتجاوز هذا الطول الحد الذي تضطر معه شاحنة نموذجية مختارة تخفيض سرعتها بمقدار يزيد عن أو يساوي 25 Kph تقريبا من سرعتها الاعتيادية على جزء منبسط قبل صعودها هذا الجزء المائل المعتبر من الطريق، من الطبيعي أن هذا يعتمد على نوع الشاحنات التي تسلك الطريق. ويبين الشكل رقم (5- 13) القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية.



الشكل (5-13) القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل

والجدول (5-٦) يبين القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية:

مقدار الميل الرأسي (%)	3	4	5	6	7	8
القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل (m)	500	325	250	200	180	170

في الحالات التي يضطر معها إلى تجاوز القيم العظمى للأطوال الواردة في الجدول السابق، لا بد من توسيع وتعريض هذه الأجزاء من الطريق لضمان حركة السير بشكل اعتيادي إضافة إلى إعطاء حرية أكبر من الحركة للشاحنات الكبيرة وتوفير إمكانية عزل الشاحنات أو تلك التي تتوقف لعدم القدرة على متابعة السير لسبب أو لآخر.

٥-٩ العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي:-

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول المنحنى الرأسي مايلي:

أ- مسافة الرؤية (Sight or Vision Distance):-

مسافة الرؤية للتوقف الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى وخاصة منحنى القمة، والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز.

حيث يتم تحديد طول المنحنى الراسي لتحقيق شروط الرؤية للتوقف الآمن بإحدى الحالتين التاليتين:

١- بافتراض أن طول مسافة الرؤية للتوقف الآمن اقل من طول المنحنى الراسي:

$$L = (D.S^2 * N) / 4 \quad \text{..... 5.19}$$

Where :

D.S = مسافة الرؤية للتوقف الآمن

$D.S = 0.28* V* T + V^2/ [254*(F + N)]$

V = السرعة كم/ ساعة

T = زمن الارتداد العصبي الكلي بالثانية

F = معامل الاحتكاك الجانبي

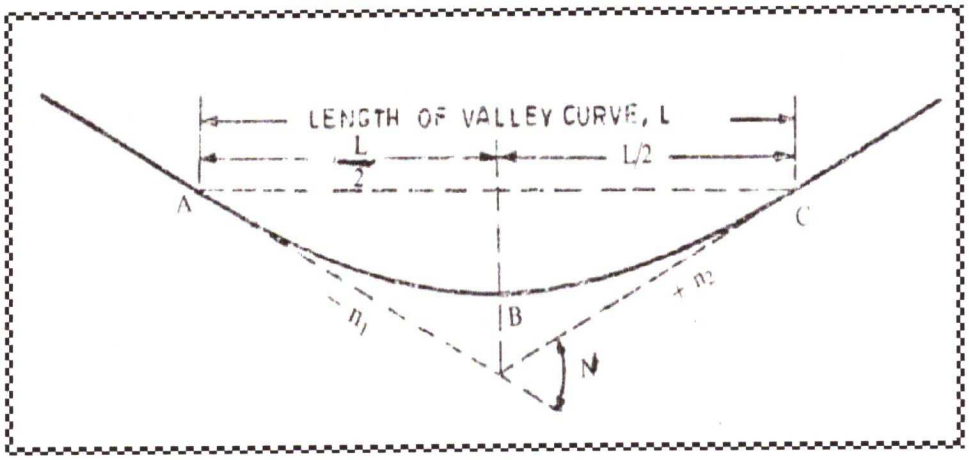
N = زاوية انحراف المماسين

٢- بافتراض أن مسافة الرؤية للتوقف الآمن اكبر من طول المنحنى الرأسي:

$$L = 2*D.S - (4 / N) \quad \text{..... 5.20}$$

ب- راحة المسافرين (comfort of passenger):-

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين، حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي ٠.٦ م/ ث^2، وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما، ومن الشكل (5-١٤) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB ، BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



الشكل (5-١٤) منحنى رأسي قاعي

$$Ls = L/2$$

$$\Rightarrow L = 2*[N V^3/C]^{0.5} \quad \text{..... 5.21}$$

Where:

V: السرعة التصميمية م / ث

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي ٠.٦ م / ث^2

N : زاوية انحراف المماسين

وبعد إيجاد طول المنحنى حسب المعادلة السابقة يتم التحقق من أن طول المنحنى اقل من (maximum impact factor) المسموح بها وهي ١٧% حسب المعادلة التالية:

$$I_{max} = [(200 * N * V2) / (g*L)]\ \% \quad < \%17 \qquad \text{..... 5.22}$$

فإذا كان الناتج اقل من (maximum impact factor) المسموح فيها وهي ١٧%، فان الطول يكون ملائما ويحقق راحة المسافرين.

٥-١٠ ملاحظات عامة في التصميم الراسي:

١- في حالة طريق بعدة مسارب (أربعة مسارب على سبيل المثال فأكثر) وباتجاه واحد، تعتبر مسافة الرؤية للتوقف الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى الرأسي، والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز، أما في حالة طريق بمسربين مع احتمال التجاوز عن عربة تسير بنفس الاتجاه عند مواقع المنحنيات الرأسية فتعتبر مسافة الرؤية للتجاوز الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى الرأسي.

٢- ينتج عن استخدام مسافة الرؤيا للتجاوز الآمن كمعيار في تحديد طول المنحنى الرأسي، زيادة في طول المحنى مما يتسبب غالبا في زيادة الأعمال الترابية.

٣- في حالة الطريق بمسربين، يمكن استخدام مسافة الرؤية للتوقف الآمن بدلا من مسافة الرؤيا للتجاوز الآمن في تحديد طول المنحنى الرأسي، إذا تحقق شرطين وهما:

أ- منع حدوث التجاوز عن سيارة أخرى تسير في نفس الاتجاه في مواقع المنحنيات الرأسية التلالية، والإشارة لذلك بوضع إشارات وتنبيهات في مواقع مناسبة على محور الطريق أو أطرافها.

ب- تعريض الطريق عند المنحنيات الرأسية التلالية بحيث يسمح بمسربين في كل اتجاه ولمسافة مناسبة.

إلى جانب العوامل الخاصة في التخطيط الرأسي هناك عدة اعتبارات عامة يجب مراعاتها في التصميم وهي:

- يجب أن يكون الهدف هو الحصول على منسوب تصميمي طولي سهل ذي تغييرات تدريجية تتمشى مع نوع الطريق أو درجته وكذا طبيعة الأرض فإن ذلك أفضل من مناسيب تكثر فيها الانكسارات والأطوال الانحدارية القصيرة وحقيقة أن هناك قيماً تصميمية خاصة بالانحدارات القصوى والطول الحرج لكل انحدار، إلا أن طريقة تطبيق ذلك وتهيئته مع طبيعة الأرض في مناسيب مستمرة هي التي تحدد صلاحية العمل المنتهي وشكله الأخير.

- يجب اجتناب التخطيط الرأسي المتموج أو ذي الانخفاضات المحجوبة ويصادفنا هذا المنظر الطولي عادة في التخطيطات الأفقية القريبة من الاستقامة عندما تعمل المناسيب الطولية لسطح الطريق متفقة في الشكل إلى حد بعيد مع الأرض الطبيعية المتموجة. وليس ذلك سيئ المنظر فحسب، بل إنه خطر أيضا فالانخفاضات المحجوبة تسبب الحوادث في عمليات التجاوز، حيث يخدع السائق المتجاوز بمظهر الطريق فيما وراء المنخفض ويظن الطريق خالياً من السيارات المضادة، بل وفي المنخفضات قليلة العمق فان مثل هذا التموج الطولي يوجد عدم الاطمئنان عند السائق لأنه لا يمكنه الجزم بوجود أو عدم وجود مركبة مقبلة يحتمل اختباؤها خلف الجزء المرتفع. وهذا النوع من التخطيطات الطولية يمكن تجنبه بعمل انحناء أفقي أو تغيير الانحدارات تدريجيا بمعدلات خفيفة وذلك ممكن بزيادة أعمال الحفر والردم.

- يجب اجتناب التخطيط الطولي المنكسر الانحناء (انحنائين رأسيين في نفس الاتجاه يفصلهما مماس قصير) وخاصة في المنحنيات المقعرة التي يكون فيها المنظر الكامل الانحنائين معاً غير مقبول.

- من المفضل في الانحدارات الطويلة أن تكون الانحدارات الشديدة في الأسفل ثم يقل الانحدار قريباً من القمة أو يتجزأ الانحدار المستمر بإدخال مسافات قصيرة تكون الميول أقل فيه بدلاً من أن يعمل انحدار كامل منتظم، وقد لا يكون أخف من الحد الأقصى المسموح به إلا بقليل، ويعتبر ذلك ملائماً بصفة خاصة لحالة الطرق ذات السرعة التصميمية المنخفضة.

- **حساب المنحنيات الرأسية:** -

تم حساب أطوال المنحنيات الرأسية بناءا على جداول (ASHTTO 2004)

الجدول(5-٧) قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية

SPEED	AASHTO

	K_{crest}	K_{sag}
20	1	3
30	2	6
40	4	9
50	7	13
60	11	18
70	17	23
80	26	30
90	39	38
100	52	45
110	74	55
120	95	63
130	124	73
140	-----	-----

$K = Length / |p - q|$ 5.2

K : قيمة الثابت في المنحنيات الرأسية

P : ميل المماس الأول

q : ميل المماس الثاني

- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Crest) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 60 Kph هي= 11

- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Sag) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 60 Kph هي =18

الفصل السادس

6

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

٦-١ مقدمة.
٦-٢ الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.
٦-٣ التصميم الإنشائي للطريق.
٦-٤ سماكة الطبقات

الفصل السادس

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

٦-١مقدمة :-

التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على الطرق، وذلك بالاعتماد على نتائج الفحوصات المخبرية وحجم المرور على الطريق.

٦-٢الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة:-

وتشمل عدة اختبارات تجرى على مواد طبقات الرصف والتربة، ومنها اختبار الدمك، نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR).

٦-٢-١ اختبارات التربة:-

ويقصد بها تلك الفحوصات التي يتم أجراؤها على التربة من اجل معرفة تصنيف التربة وقدرة التربة على التحمل ، ومن هذه الاختبارات :-

١. اختبار الدمك (تجربة بروكتور)
٢. اختبار تحديد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)

٦-٢-١-١ اختبار الدمك (تجربة بروكتور) (Proctor Test) :-

يمكن من خلال معرفة الكثافة للتربة أن نتعرف على الكثير من الصفات لها. ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بالات الرص المختلفة.

كما أن نسبة الماء الموجودة في التربة أثناء عملية الرص لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة لهذه التربة حيث أنه كلما كانت كمية الماء(نسبة الماء) في التربة كبيرة فإن كثافتها تزداد و أنه بعد الوصول إلى حد معين تبدأ الكثافة بالنقصان تدريجيا. و الكثافة عند هذه النقطة سميت الكثافة العظمى (Maximum density). ونسبة الماء التي تعطي أعلى كثافة (الكثافة العظمى) سميت بنسبة الماء المثالية Optimum moisture content.

- **اختبار بروكتور المعدل Modified Proctor Test.**

إن مبدأ التجربة يقوم على أساس دمك التربة بداخل أسطوانة معدنية وهي ما يسمى (قالب بروكتور)، حيث نقوم بدمك التربة على خمسة طبقات متتالية ومتساوية بعد خلطها بالماء بنسب محسوبة، ويتم دمك كل طبقة بمطرقة خاصة وتابعة للقالب وزنه ٤.٤٥كغم تسقط من ارتفاع طوله قدم واحد (٤٥.٨سم).

- **الأدوات المستخدمة:**

١- قالب بروكتور المعدل مع الغطاء المتحرك.

٢- مطرقة بروكتور المعدلة (10 باوند).

٣- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء و مسطرين وأداه غير حادة.

٤- منخل رقم ¾" و 4".

٥- جفنات صغيرة وفرن للتجفيف.

٦- ميزان (سعة 40كغم، دقة 2غم)، ميزان حساس (سعة 1200غم، دقة 0.01غم).

٧- أداة استخراج العينة (رافعة) ومسطرة.

٨- فرن تجفيف.

- **طريقة العمل:**

١- يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .

٢- يوزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .

٣- تحضر العينة وتنخل على منخل رقم ¾"، الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط، المحجوز على منخل رقم ¾" يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".

٤- بناءاً على نسبة الرطوبة المحسوبة توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلط بالمسطرين ثم تأخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها منقلا المطرقة على جميع أجزاء سطح العينة .تكرر العملية حسب عدد الطبقات.

٥ - يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن سطح القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه غير حادة (spatula) ويسوى سطح القالب.

٦ - توزن العينة مع القالب ويسجل الوزن . تزال العينة من القالب بالإزميل أو باستعمال جهاز إخراج العينات، تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنتين وتزن الجفنتين مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة٢٤ ساعة لتزن الجفنتين مع العينة المجففة في اليوم التالي .

٧- تعاد العينة إلى وعاء الخلط وتحرك جيداً وتزاد كمية الماء في العينة ثم يملأ القالب مرة ثانية وتعاد الخطوات السابقة.

٨- تكرر العملية كل مرة تزيد فيها نسبة الماء حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان.

٩- رسم الكثافة الجافة للتربة مع نسبة الرطوبة على رسم بياني والتي ستشكل منحنى ومنه حدد الكثافة الجافة العظمى للتربة، وهي أعلى نقطة في المنحنى ويمثل المحتوي المائي لهذه النقطة نسبة الماء المثالية .

- **النظرية:-**
  - نسبة الرطوبة = وزن الماء ÷ وزن العينة جافة.
  - وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة رطبة – وزن الجفنة مع العينة جافة.
  - وزن العينة جافة = وزن الجفنة مع العينة جافة – وزن الجفنة.
  - الكثافة الرطبة = وزن العينة رطبة ÷ حجم العينة (حجم العينة = حجم قالب بروكتور).
  - الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة ÷ (1+ نسبة الرطوبة).
  - ترسم علاقة بيانية بين نسبة الماء والكثافة الجافة بناءاً على النتائج، ومنة تؤخذ الكثافة العظمى (Maximum Density) ونسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).

- **الحسابات والنتائج:-**

تظهر قيمة الكثافة الرطبة والكثافة الجافة و كافة المعلومات الأخرى لطبقة الأساس (Base course) في الجداول (٦-١)،(٦-٢) عل التوالي. وتظهر قيمة نسبة الماء المثالية في الشكل (٦-١). حيث أن:-

ارتفاع قالب بروكتور المعدل = 116.5 ملم.

قطر القالب = 152.4 ملم.

حجم القالب= (4÷D^2л) ×الارتفاع = (л×$(152.4)^2$ ÷4)×116.5= 2125 سم^3 وهو ثابت لجميع العينات.

حجم العينة = حجم القالب.

وزن القالب فارغ = 5116غم

وزن عينة (Base coarse) التي تم العمل عليها = 7000(غم)

تم الدمك في القالب على خمس طبقات وكل طبقة تم دمكها بخمسة وخمسين (٥٥) ضربة بمطرقة بروكتور المعدلة.

الجدول (٦-١) قيم الكثافة الرطبة لعينات (Base coarse)

رقم العينة	وزن العينة بعد الدمك + القالب (غم)	وزن العينة الرطبة (غم)	حجم العينة (سم^3)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3)
1	9608	4492	حجم القالب =2125	2.11
2	9910	4794		2.25
3	10125	5009		2.35
4	10114	4998		2.35
5	10022	4906		2.30

الجدول (٦-٢) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات (Base coarse)

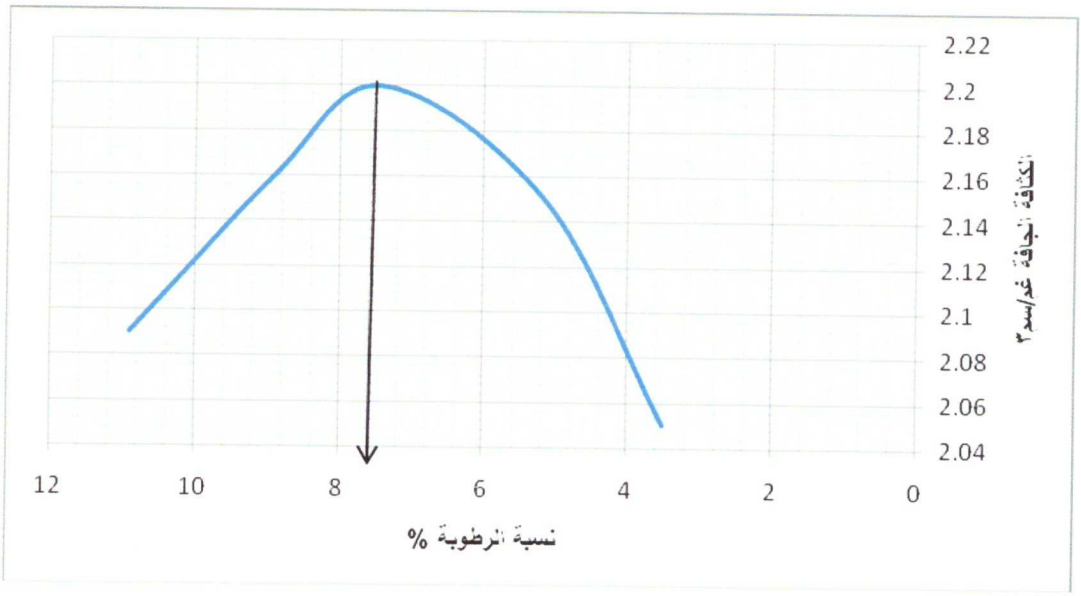
رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة + العينة الرطبة (غم)	وزن الجفنة + العينة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن العينة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة (%)	الكثافة الجافة (غم/سم٣)
1	A2	31.85	307.85	298.6	9.25	266.75	3.5	2.05
2	A7	31.45	304.8	291.4	13.4	259.95	5.16	2.15
3	E17	32.8	276.05	259.2	16.85	226.4	7.44	2.20
4	D4	31.7	300.5	278.6	21.9	246.9	8.90	2.16
5	A11	29.15	239.95	219.3	20.65	190.15	10.90	2.09

من النتائج الموضحة في جدول (٦-١)،(٦-٢):-

الكثافة الرطبة١= وزن العينة الرطبة١÷ حجم العينة = 4492 ÷ 2125= 2.11غم/سم^{٣} .

نسبة الرطوبة١ = وزن الماء١÷ وزن العينة الجافة١ =9.25÷ 266.75 = 3.5 % .

الكثافة الجافة١ = الكثافة الرطبة١ ÷ (١+نسبة الرطوبة)١ = 2.11 ÷ (1+ 3.5) = 2.05 غم/سم^{٣} .



شكل(٦-١) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (Base coarse)

من الرسم البياني الموضح في الشكل بالأعلى نجد أن:-

- أقصى كثافة جافة (maximum density) = 2.20 غم/سم^{3}.
- نسبة الماء المثالية = 7.44 % .

فيما يلي نتائج الحسابات التي تمت على عينة تحت الأساس (التربة) والتي كانت 8 (كغم).

الجدول (٦-٣) قيم الكثافة الرطبة لعينات التربة

رقم العينة	وزن العينة بعد الدمك + القالب (غم)	وزن العينة الرطبة (غم)	حجم العينة (سم^3)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3)
1	9433	4317	حجم القالب =2125	2.03
2	9625	4509		2.12
3	9690	4574		2.15
4	9545	4429		2.08
5	9403	4287		2.01

الجدول (٦-٤) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة

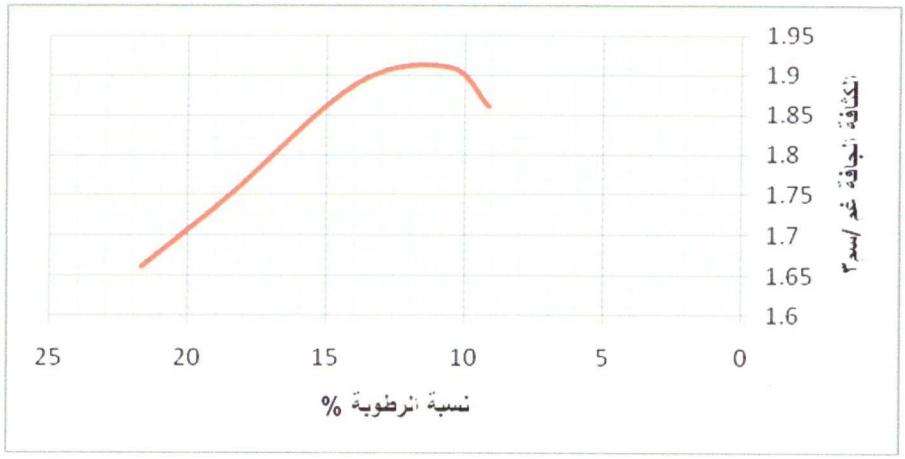
رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة + العينة الرطبة (غم)	وزن الجفنة + العينة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن العينة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة %	الكثافة الجافة (غم/سم٣)
1	A14	31.95	246.44	228.5	17.94	196.55	9.12	1.86
2	B6	31.75	245.87	225.4	20.47	193.65	10.57	1.91
3	C13	30.55	246.81	220.5	26.31	189.95	13.85	1.89
4	A3	30.55	215.28	186.5	28.78	155.95	18.45	1.75
5	8	29	320.2	268.3	51.9	239.3	21.68	1.66

من النتائج الموضحة في جدول (٦-٣)،(٦-٤):

الكثافة الرطبة١= وزن العينة الرطبة١÷ حجم العينة = 4317 ÷ 2125 = 2.03غم/سم^3 .

نسبة الرطوبة١ = وزن الماء١÷ وزن العينة الجافة١ = 17.94 ÷ 196.55 = 9.12 % .

الكثافة الجافة١ =الكثافة الرطبة١ ÷ (١+نسبة الرطوبة)١ =2.03÷ (1 + 9.12) = 1.86 غم/سم^3 .



شكل(٦-٢) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة التربة

من الرسم البياني الموضح في الشكل بالأعلى نجد أن:-

- أقصى كثافة جافة (maximum density) =1.91 غم/سم^3.
- نسبة الماء المثالية(Optimum moisture content = 10.57 %

٦-٢-١-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR):-

وهو قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الحمل (الضغط) إلى الحمل (الضغط) القياسي عند غرز للإبرة مقداره ٢,٥ملم (١ر. بوصة) أو ٥ملم (٢ر. بوصة) ويعطي الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء ، كما تعطي نسبة التحمل لكاليفورنيا تصوراً عن تصرف التربة تحت الإسفلت (مواد الأساس) ، ويمكن عمل الاختبار في الحقل أو المعمل، ويوضح الجدول التالي بعض القيم لنسبة التحمل.

جدول (٦-٥) بعض قيم نسبة التحمل

نسبة التحملCBR	تصنيف المواد	مجال الاستخدام	النظام الموحد USC	نظام AASHTO
0-3	ضعيفة جداً	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A5 ,A6,A7
3 – 7	ضعيفة	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A4 , A5 ,A6,A7
7 – 20	مقبولة	تحت الأساس	OH,CH,MH,OL	A2 , A4 ,A6,A7
20-50	جيدة	أساس و تحت الأساس	GM ,GC,SW ,SM ,SP,GP	A1b , A2 – 5, A3,A2-6
أكبر من ٥٠	ممتازة	أساس	GW ,GM	A1a,A2-4,A3

وتستخدم القيم القياسية الموضحة في الجدول التالي لحساب نسبة التحمل:-

جدول (٦-٦) حساب نسبة التحمل (CBR)

وحدة الوزن القياسية ميجا باسكال	مقدار الاختراق ملم
6.9	2.5
10.3	5.00
13.00	7.5
16.00	10
18.00	12.7

- **الأدوات المستخدمة:-**

١. منخل رقم ٢٠ملم (٣/٤").
٢. ثلاث قوالب معدنية اسطوانية ذات أبعاد معينة مع قاعدة وحلقة إضافية لكل منها توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص شكل(٦-٣).
٣. مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة ١٩٦٣ملم٢ وطول ٢٥٠ملم.
٤. جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة.(شكل ٦-٤).
٥. مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها ٤.٥٤كغم شكل(٦-٤)
٦. ميزان يزن لغاية ٢٥كغم.
٧. فرن تجفيف.

شكل (٦-٣) مطرقة وقوالب المعدلة بروكتور

شكل (٦-٤) جهاز الغرز

- **طريقة العمل:-**

١. تجهيز حوالي ١٨ كيلو جرام من التربة المارة من منخل رقم (٤)، وخلطها مع كمية الماء المناسبة تبعاً للمحتوى المائي المطلوب.
٢. أخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي للتربة .

٣. حساب وزن القالب الأسطواني بدون القاعدة والحلقة .

٤. دمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة.

٥. فصل الحلقة المعدنية عن القالب الأسطواني، ثم أزاله التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب، وفي حالة وجود فجوات تضاف تربة لسدها من نفس التربة

٦. فصل القاعدة والأسطوانة ثم حساب وزن القالب الأسطواني مع التربة، ومنه حدد وزن وكثافة التربة.

٧. وضع العينة في آلة قياس الضغط ثم وضع أوزاناً لا تزيد عن ٤.٥ كيلو جرام وصقر مؤشر الضغط وكذلك مؤشر الاختراق.

٨. زيادة قيمة الضغط والاختراق لها وتسجيل القيم المطلوبة والموضحة في الجداول اللاحقة.

بعد انتهاء الاختبار يتم استخراج عينة التربة ثم اخذ عينات من الثلث الأول والوسط والثلث الأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة .

رسم منحنى الضغط (كيلو باسكال) مع الاختراق (ملم) ثم تسجيل مقدار الضغط عند الاختراق 2.5 و 5 ملم ومنها يتم تحديد قيمة التحمل بالمعادلة التالية :-

نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) = مقدار الضغط في الاختبار/ مقدار الضغط القياسي × ١٠٠ (٪) .

يجب ملاحظة أنه عندما تكون نسبة التحمل عند اختراق 5 ملم أكبر من نسبة التحمل عند اختراق 2.5 ملم يجب إعادة الاختبار مرة أخرى .

- **النتائج والحسابات:-**

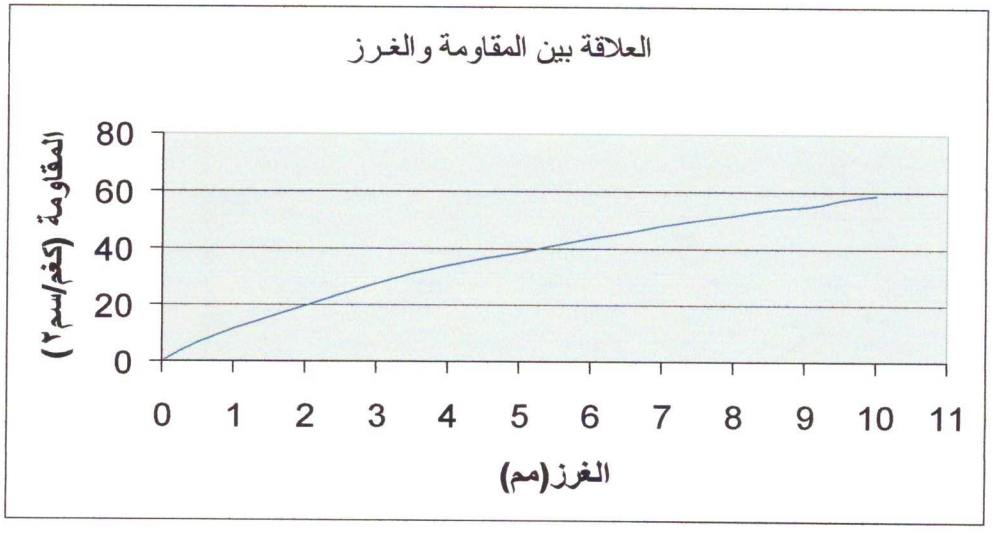
يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق 2.5 ملم في العينة عند التجربة و يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحديا من الأعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة (CBR) منه.

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)=(الحمل المسبب لاختراق ٠.١" للعينة عند التجربة /الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية)*١٠٠%

الجدول (٦-٧): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ١٠ ضربات

المقاومة بعد تعديل المنحنى	المقاومة (كغم/سم^2)	الحمل div	الغرز (mm)
	0	**0**	**0**
	6.3	48	0.5

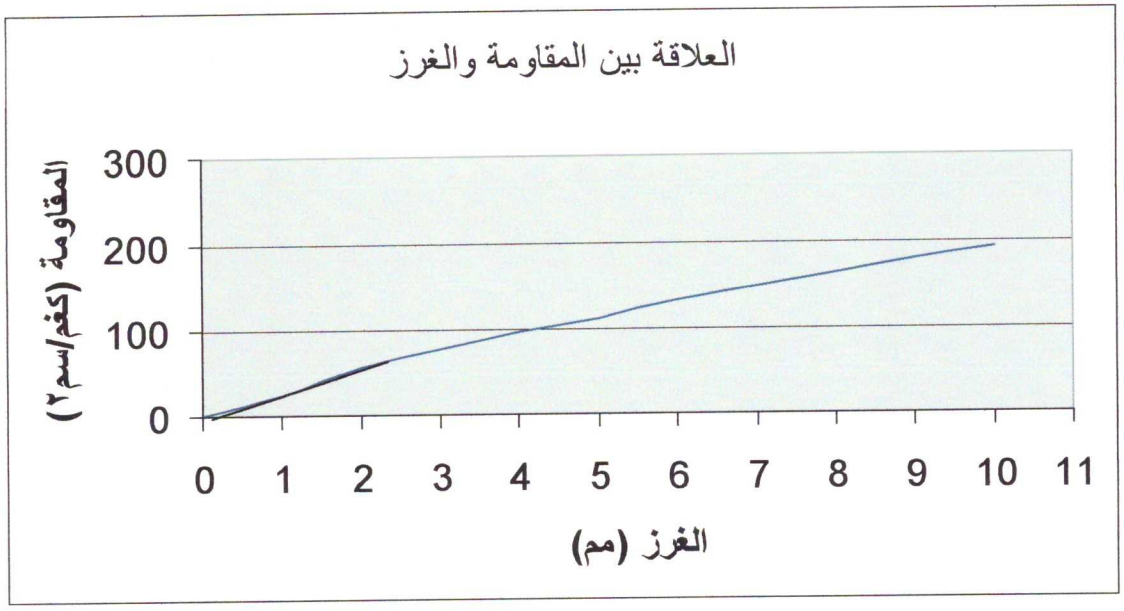
1	87	11.4	
1.5	117	15.3	
2	148	19.42739018	
2.5	177	23.2	23.2
3	207	27.1	
3.5	234	30.7	
4	256	33.6	
4.5	275	36.1	
5	290	38.01	38.1
5.5	310	40.61	
6	328	43.1	
6.5	344	45.11	
7	363	47.61	
7.5	377	49.41	
8	392	51.41	
8.5	407	53.41	
9	418	54.81	
9.5	434	56.91	
10	448	58.81	



الشكل (٦-٥): المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ١٠ ضربات

الجدول (٦-٨): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ٣٠ ضربة

الغرز(mm)	الحمل	المقاومة (كغم/سم٢)	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0	**0**	**0**	
0.5	90	11.8	
1	175	22.9	
1.5	310	40.6	
2	418	54.8	
2.5	512	67.2	51.1
3	590	77.4	
3.5	662	86.8	
4	730	95.8	
4.5	792	103.9	
5	843	110.6	98.3
5.5	936	122.8	
6	1005	131.9	
6.5	1070	140.4	
7	1132	148.5	
7.5	1192	156.4	
8	1250	164.0	
8.5	1307	171.5	
9	1359	178.3	
9.5	1418	186.1	
10	1462	191.9	

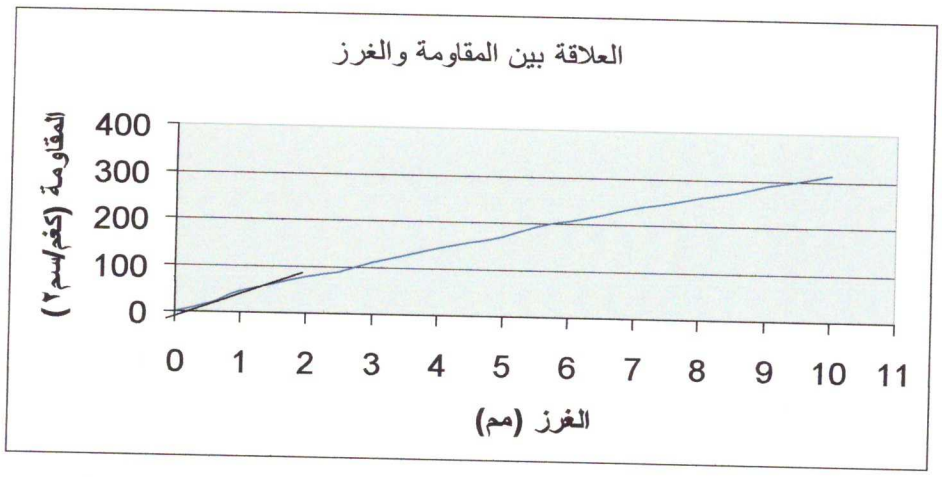


الشكل (٦-٦) :المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ٣٠ ضربة.

الجدول (٦-٩): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ٦٥ ضربة.

الغرز (mm)	الحمل	المقاومة (كغم/سم٢)	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0	**0**	**0**	
0.5	135	17.7	
1	330	43.3	
1.5	460	60.3	
2	585	76.7	
2.5	670	87.9	81.0
3	840	110.2	
3.5	970	127.3	
4	1095	143.7	
4.5	1190	156.2	
5	1290	169.3	158.3
5.5	1452	190.5	
6	1570	206.0	
6.5	1672	219.4	
7	1790	234.9	

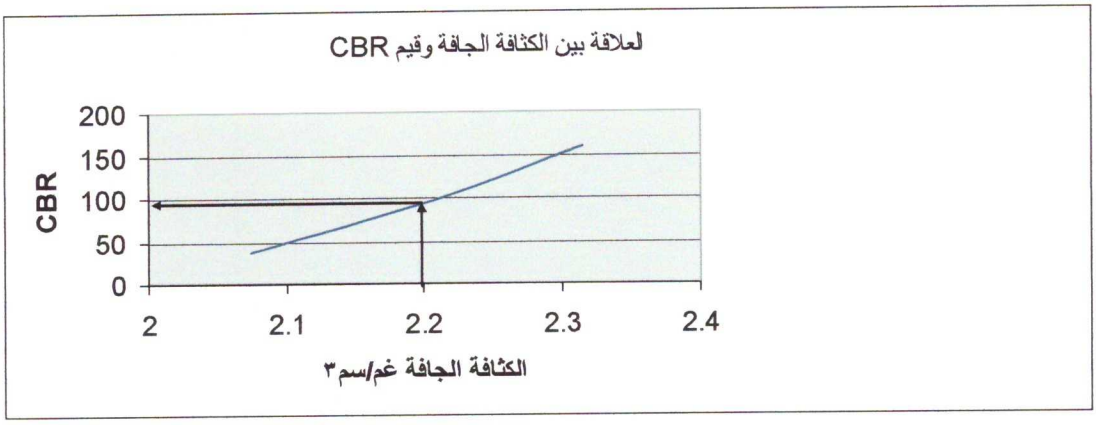
7.5	1882	247.0	
8	1979	259.7	
8.5	2075	272.3	
9	2182	286.4	
9.5	2275	298.6	
10	2382	312.6	



الشكل (٦-٧): المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ٦٥ ضربة.

الجدول (٦-١٠): الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها:

عدد الضربات	الكثافة الجافة (غم / سم٣)	CBR at 5 mm	CBR at 2.5 mm
10	2.074	36.08264	33.04994
30	2.21	105.388	95.60209
65	2.315	161.2698	125.1043



الشكل (٦-٨): العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBR عند غرز ٠.٥ مم.

من الشكل السابق يتم حساب قيمة CBR عند كثافة ٩٥% من أعلى قيمة للكثافة الجافة وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي ٢.٩٧%.

٦-٣ التصميم الإنشائي للطريق:-

انطلاقا من أن عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف لذا لا بد مكن التطرق إلى أنواع الرصف على الطريق و هناك نوعان رئيسيان للرصفة:-

أولا: الرصفة المرنة (Flexible Pavement):-

وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات ، وتوجد على نوعين :-

١. **رصفة تلفورد:**

- وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف بأحجار تسمى حجارة الشك.
- يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة 20 سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة
- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات.
- يرش إسفلت بدرجة غرز 80% و بمعدل 4 كيلو على المتر المربع.

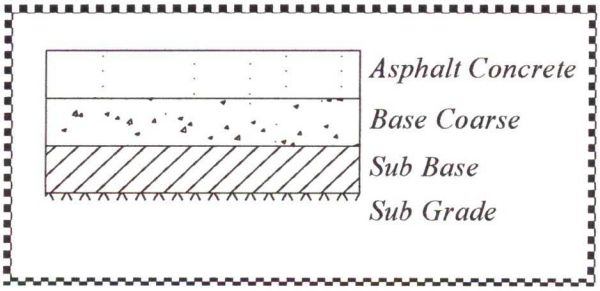
٢. **رصفة الفرشيات :** ويمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقات بحيث لا يتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم.

ثانيا: الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

وهي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (30 – 15) سم ، بحيث يتم صبها على الطريق أو على أساس حصوي الذي يتم فرده قبل ذلك ، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة ، وتصب بشكل

كامل او على شكل قطع بحيث يبلغ طول كل قطعة ما بين (50 – 20) م للخرسانة العادية ، وقد يصل طول القطعة إلى 300 م للخرسانة المسلحة.

٦-٣-١ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (٦-٩) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(٦-٩) من العناصر التالية:-

١. **طبقة القاعدة الترابية (sub grade)**: و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله أو من المواد التي تم قصها من مكان آخر، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .

٢. **طبقة ما تحت الأساس (sub base)** :وهي الطبقة التي تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية. إذا كانت خواص القاعدة الترابية مساوية لخصائص هذه الطبقة فيمكن الاستغناء عن هذه الطبقة، وإذا لزم الأمر يتم إجراء عملية تثبيت لهذه الطبقة لتصل إلى المقاومة المطلوبة.

٣. **طبقة الأساس (base coarse)** وهي مجموعة من الحصى المتدرجة متوسطة الخشونة و تكون حجارة مكسرة ة يتم إحضارها حاليا من الكسارات، وهو ما يعرف في بلادنا بالبسكورس .

٤. **الطبقة السطحية الإسفلتية (surface coarse)** : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

٦-٣-٢ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة:-

إن هناك مجموعة من العوامل التي تتحكم في تصميم الطريق كحجم و نوع المرور ،(Traffic)ويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره 18 kips على المحور المفرد. كما أن خصائص التربة والمواد المستخدمة في تكوين وإنشاء كل كل طبقة من طبقات التربة، و بعض العوامل الأخرى من أحوال جوية كأمطار و رياح و غيرها.

٦-٣-٣ حساب الأوزان المحورية القياسية وسمك الرصفة حسب (Asphalt Institute Method) :-

كما يبين الشكل السابق فان تصميم الطريق يتكون من مجموعة من الطبقات و هي مبينة كالتالي:-

- ✓ طبقة الإسفلت.
- ✓ طبقة البسكورس(base coarse)(طبقة الأساس).

- ✓ طبقة ما تحت الأساس(sub base).
- ✓ طبقة القاعدة الترابية (sub grade).

- وسيتم عمل خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات:

حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load)

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....6.1}$$

حيث:

ESAL: Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load:

f_d: design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

Ni : number of axles on each vehicle.

fE : load equivalency factor

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول (٦-١١) :-

جدول(٦-١١) نسبة المركبات في المسرب الواحد

Number Of Traffic Lanes (Two Directions)	Percentage Truck in Design Lane (%)
2	50
4	45 (35-48)
6 or more	40 (25-48)

قيمة growth factor (G_f) يتم الحصول عليه من الجدول (٦-١٢) :

جدول(٦-١٢) معامل النمو (Growth factor)

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11

6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

- وكما نعلم تصميم أي طريق يتم على اعتبار أن صلاحية الطريق تؤخذ عادة 20 سنة مستقبلا ، وتوقع نسبة الزيادة السنوية 4% فتكون قيمة (G_f =29.78%) .
- أما AADT فتؤخذ من جداول حجم المرور (٦-١٣) وهي على النحو التالي :

اليوم	ساعة متوسط عدد المركبات لكل					
	سيارة	%	شاحنة	%	باص	%
السبت	90	96	2	2	**1**	1
الاحد	94	96	2	2	1	1
الاثنين	92	95	3	3	1	1
الثلاثاء	97	97	2	2	1	1
الاربعاء	92	95	3	3	1	1
الخميس	85	95	4	3	1	1
الجمعة	34	97	0	0	1	3
المتوسط	**84**	**96**	**2.14**	**2.3**	**1**	**1.3**

Passenger cars (10 k N / axle) = 96%

2- axle single-unit busses (100 k N / axle) = 1.3%

2- axle single-unit trucks (110 k N / axle) = 2.3%

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول (٦-١١) كما يلي:

load equivalency factor for a cars (f_E (car)) = 0.0003135 (single axle)

load equivalency factor for a busses (f_E (bus)) = 0.198089 (tandem axle)

load equivalency factor for a trucks (f_E (truck)) = 0.29419 (tandem axle)

جدول (٦-١٤) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45

84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73
120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة (6-١) على حده ومن ثم تجمع القيم ما عدا قيمة (Car) لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :-

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E$$

$$\mathrm{ESAL}_{\mathrm{bus}} = 0.5 \times 29.78 \times 2112 \times 365 \times 0.013 \times 2 \times .198089 = 59317.38$$

٦-٤ حساب سماكة الطبقات:

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 29.78 \times 2112 \times .96 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 6909.08$$

- يبين الجدول التالي نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 2112 \times 365 \times 0..023 \times 2 \times .29419 \quad = 155368.41$$

$$ESAL_{total} = 221594.87$$

جدول (6-١٥): نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

الطبقة	CBR(Kentuky)	المادة المستخدمة
Asphalt	.....	Plant Mix.
Base Coarse	٩٧.٢	Crushed Stone
Sub Base	١٩.٢	.....

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad \text{.....6.2}$$

Where:

- SN: Structural Number.
- a_1,a_2,a_3: layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively .
- D_1,D_2,D_3 : actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively.

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة :

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \quad \text{.....6.3}$$

Where:

- R: Regional Factor

- Nd: Number of dry months in a year
- Rd : Regional Factor for soils dry
- Ns: Number of saturated months in a year
- Rs: Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول التالي :

جدول (٦-١٦): قيمة المعامل المناخي(Regional Factor)

case	Suggested Regional Factor
Roadbed soil frozen 5in or more	0.2 –1.0
Roadbed soils dry	0.3 – 1.5
Roadbed soils saturated	4.0 – 5.0

أما في منطقة حلحول فتكون فيها السنة 4 أشهر رطبة (saturated) و8 أشهر جافة (dry) فتكون قيمة R في منطقة حلحول:

$$R = \frac{8}{12} \times 0.9 + \frac{4}{12} \times 4.5 = 2.1$$

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :

١. بمعرفة (CBR) لكل طبقة ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة ل(CBR) لكل طبقة على حده .

- (S1-soil support value) = 10.2
- (S2-soil support value) = 7.1
- (S3-soil support value) = 6.5

٢. ثم تعين قيم (S-soil support value) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج (ESAL = 4238) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :

- (SN1-structural Number) = 1.75

- (SN2-structural Number) = 2.7
- (SN3-structural Number) = 2.9

٣. ثم توصل هذه النقط مع النقطة المعينة على تدريج (Regional Number)، ومن ثم يمد الخط على استقامته إلى أن يلاقي تدريج SN في نقطة معينة فتكون قيم SN كما يلي :

- SN1 = 2.1 (from enter CBR for base course in chart).
- SN2 = 2.8 (from enter CBR for sub base course in chart).
- SN3 = 3.2 (from enter CBR for sub base course in chart).

٤. ويتم الحصول على قيم(a_1,a_2,a_3) من الجداول:

جدول (٦-١٧): معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت

Case of Pavement	a1 suggested
Road mix (low stability)	0.20
Plant mix (high stability)	0.44
Sand Asphalt	0.40

جدول (٦-١٨) : معامل الطبقة (layer coefficient) للبيسكورس

Case of base course	a2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	0.14
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime –treated	0.15-0.30

ونوع المادة في هذه الطريق موجودة في جدول ومن الجداول السابقة نجد أن :

- a1 = 0.44,
- a2 = 0.14,

❖ يتم حساب سمك الطبقة الأولى(الاسفلت) كما يلي :

- SN1 = a1 D1 → 2.1 = 0.44·D1 → D1 = 5 in = 5*2.54 = 12 cm.
  - نأخذ هذه القيمة = ١٢ سم

SN1 = (13/2.54)×0.44 = 2.1in

❖ سمك الطبقة الثانية(base coarse) :

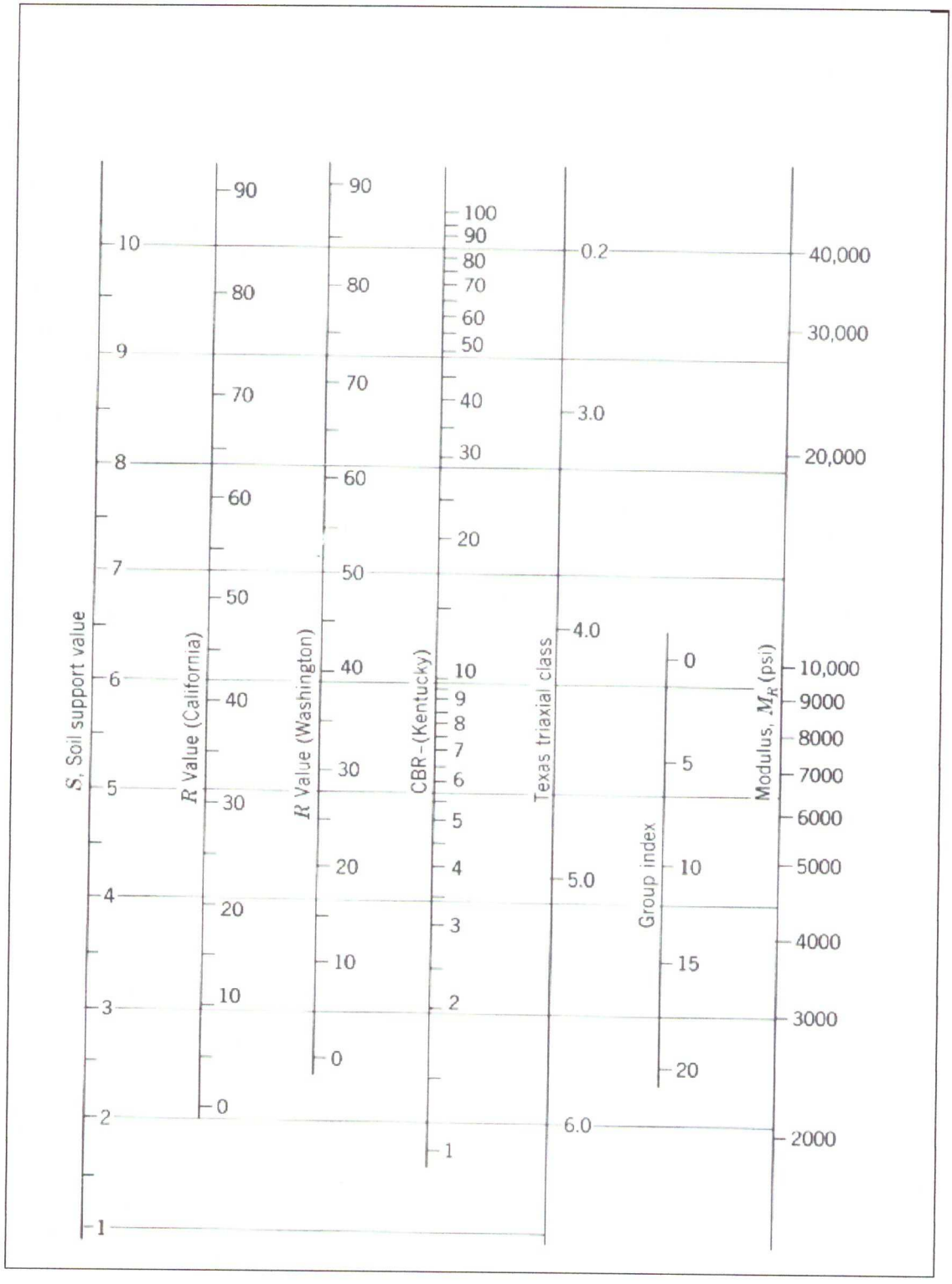
- SN2 = SN1 + a1 D1 → 2.8= 2.1 + 0.14*D2
- → D2 = 5 in = 5*2.54 = 12.7 cm .
- Take (D2 = 20 cm).

❖ سمك الطبقة الثانية(base coarse) :

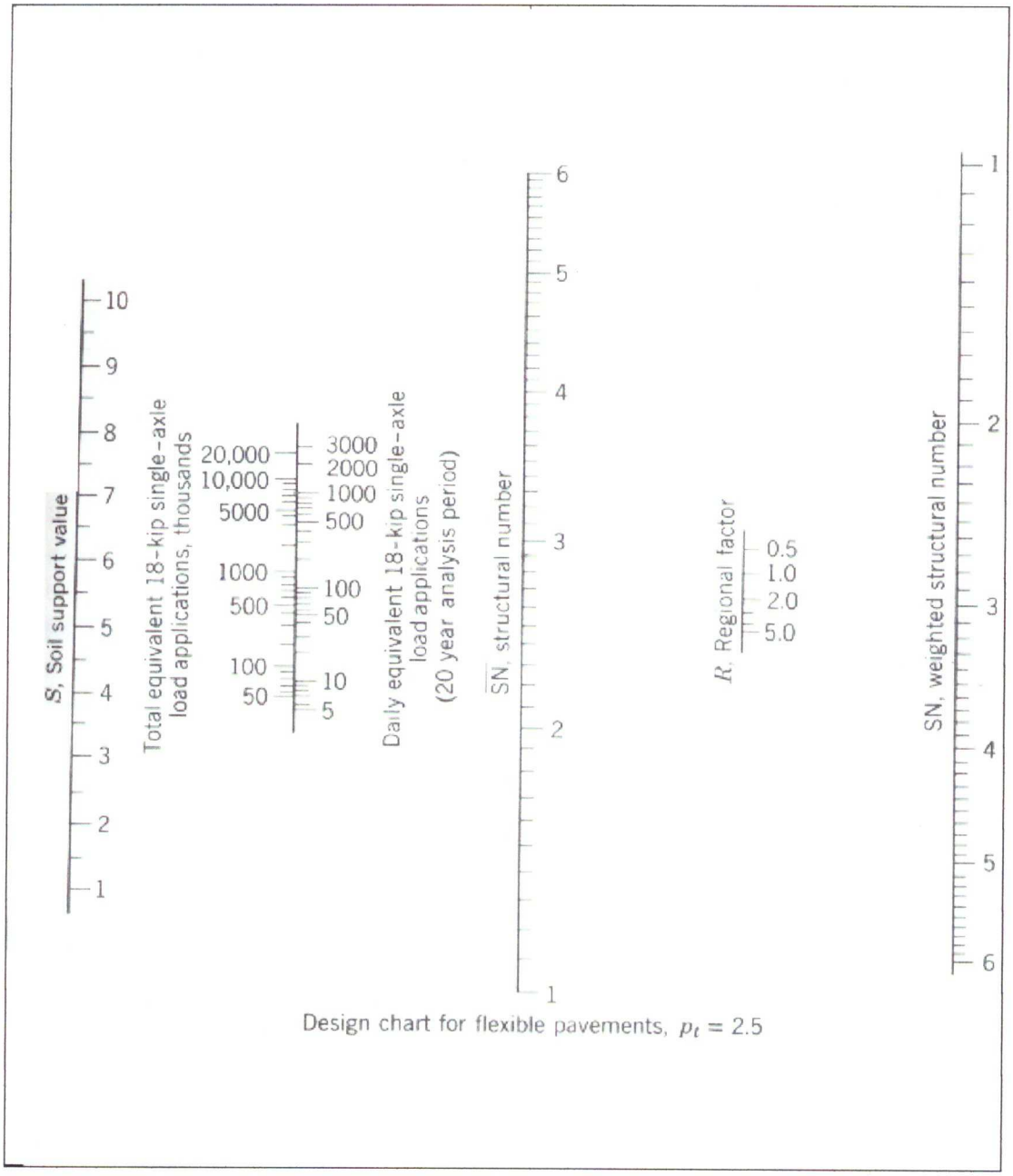
❖ SN3 = SN2 + a1 D1 → 2.8= 2.1 + 0.14*D2

3.2=2.8+.11D3

D2=3.6 in = 3.6*2.54=9.1 take (D3=15cm)



شكل (٦-١٠): إيجاد (S-soil support value)



Design chart for flexible pavements, $p_t = 2.5$

شكل (٦-١١): (AASHTO flexible-pavement design

الفصل السابع

٧

حساب المساحات والحجوم

٧-١ حساب مساحات المقاطع العرضية المختلفة.

٧-٢ طريقة الإحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية.

٧-٣ حساب الحجوم والكميات.

٧-٤ التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم.

٧-٥ خواص منحنى الحجوم.

٧-٦ مسافة النقل المجاني.

الفصل السابع

حساب المساحات والحجوم

٧-١ حساب مساحات المقاطع العرضية المختلفة :-

المقطع العرضي هو عبارة عن الجزء المحصور بين سطح الطريق المخصص لمرور السيارات وخطي الميلين الجانبيين وخط سطح الأرض الطبيعية، وعادة تؤخذ المقاطع العرضية متعامدة مع محور الطريق.

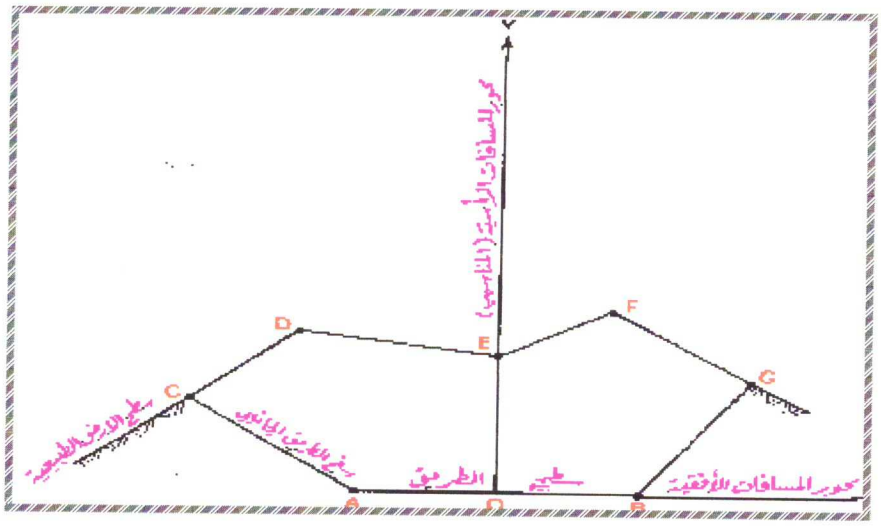
تحسب مساحات المقاطع العرضية بمعلومية مناسيب جميع نقاط المقطع العرضي التصميمية ومناسيب الأرض الطبيعية وعناصر التصميم، وبمعرفة مساحات المقاطع العرضية والأبعاد بينها يمكن حساب كميات الحفر أو الردم أو كليهما بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب جميع الأعمال الترابية اللازمة لكامل المشروع.

يمكن حساب مساحات المقاطع العرضية وفق ثلاثة طرق رئيسة :

- ❖ الطريقة الحسابية أو التحليلية.
- ❖ الطريقة التخطيطية.
- ❖ الطريقة الميكانيكية.

٧-٢ طريقة الإحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية:-

وهذه هي الطريقة التي قمنا باستخدامها في المشروع، حيث أن هذه الطريقة الأكثر تمشيا مع الأجهزة الالكترونية الحديثة ، وهذه الطريقة تقوم على اعتبار مساحات المقاطع العرضية مضلعات مغلقة.
والآن سنقوم بشرح هذه الطريقة بالتفصيل، فعلى سبيل المثال لحساب مساحة المقطع العرضي المبين في الشكل (٧-١):



شكل (٧-١): حساب المساحة بطريقة الإحداثيات.

يتم اختيار نظام إحداثيات معين مركزه النقطة O حيث محور السينات يمثل المسافات الأفقية و محور الصادات يمثل مناسيب النقاط (أي أعماق الحفر و الردم) و بمعلومية المسافات الأفقية و المناسيب المتعلقة بالنقاط C,D,E,F,G و بمعرفة عرض الطريق AB الخاص بهذا المقطع يمكن تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع العرضي .

يتم ترتيب الإحداثيات الخاصة بالنقاط على شكل كسور بحيث يكون البسط يمثل الاحداثي الصادي و المقام يمثل الاحداثي السيني و نرتبها في جدول على الشكل التالي :

جدول (٧-١) : حساب المساحة بطريقة الإحداثيات.

Point NO.	A	C	D	E	F	G	B	A
Y	y_A	y_C	y_D	y_E	y_F	y_G	y_B	y_A
X	$-x_A$	$-x_C$	$-x_D$	x_E	x_F	x_G	x_B	$-x_A$

الآن يتم ضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل خط قطري متصل، وتجمع النواتج وليكن المجموع الناتج من عملية الضرب مساويا $1\sum$.

وكذلك نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل سهم ونجمع النواتج وليكن المجموع الناتج من عملية الضرب مساويا $2\sum$.

لحساب المساحة نطبق العلاقة التالية :

$$Area = \frac{|\sum 1 - \sum 2|}{2} \quad \text{.....7.1}$$

٧-٣ حساب الحجوم والكميات :-

في مشاريع الطرق وبعد الوصول إلى المسارين النهائيين (الأفقي والرأسي) لا بد وأن ينتج لدينا كميات حفر وردم للوصول إلى منسوب معين(وهو هنا منسوب سطح الطريق المخصص للمركبات)، وذلك لدارسة التكلفة وتسهيل طرح المعطاءات.

بعد الحصول على المعلومات اللازمة من الحقل لكافة المقاطع العرضية التي تمكننا من حساب مساحاتها نستطيع حساب كميات الحفر والردم اللازمة بعدة طرق ولكنها طبعا على درجات مختلفة من الدقة وسنستعرض فيما يلي الطريقة التي سيتم استخدامها في حساب الحجوم والكميات وهي طريقة المقطع الوسطي.

٧-٣-١ حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي :-

هذه الطريقة تتطلب أن يكون ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين متتاليين، ولذلك قمنا بأخذ مقاطع عرضية عند كل تغير رأسي في سطح الأرض المقام عليها الطريق، مع ملاحظة التغيرات الأفقية في الطريق.
في هذه الطريقة يتم اخذ معدل مساحتي هذين المقطعين وتضرب في المسافة بين المقطعين .

٧-٣-١-١ الحالات التي من الممكن أن يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين:-

١. المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر أو ردم كامل :-

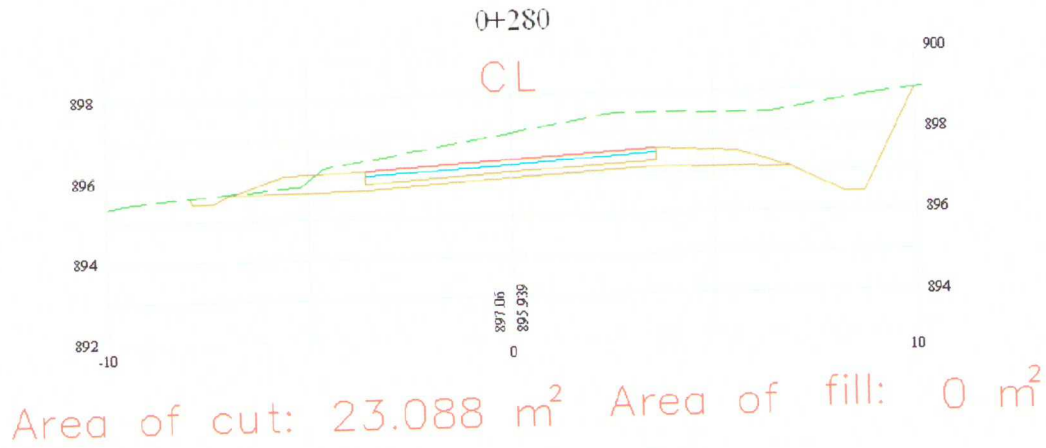
أن ما ينطبق على المقطعين اللذين يقعان في منطقة حفر كامل ينطبق على تلك المقاطع التي تكون في منطقة ردم كامل لهذا سنكتفي بذكر مثال عن المقاطع التي تقع في منطقة حفر كامل.

في هذه الحالة تحسب الحجوم على القانون التالي :

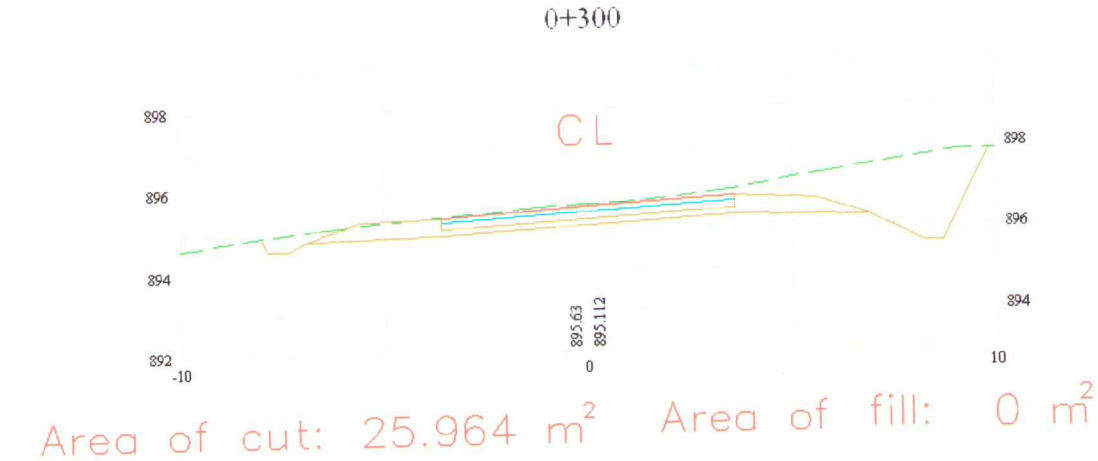
$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \quad \text{.....7.2}$$

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+300) & (Station0+280)

والشكل(٧- ٢) والشكل (٧-٣) يوضحان المقطعان :



الشكل (٧-٢) المقطع الأول حفر



الشكل (٧-٣) المقطع الثاني حفر

في هذا الشكل، الخط الأفقي (الأحمر) يوضح منسوب سطح الطريق أما الخط المائل (الأخضر) فيمثل سطح الأرض الطبيعية. طبعا بعد حساب المساحة حسب طريقة الإحداثيات التي تم شرحها، نبدأ ألان بحساب كميات الردم المطلوبة لهذين المقطعين كالتالي :

المسافة بين المقطعين (D) = 20 m

مساحة الحفر في المقطع الأول الذي محطته (Station 0+280) = 23.088 m^2

مساحة الردم في المقطع الأول الذي محطته (Station 0+280) (A1) = 00 m^2

مساحة الحفر في المقطع الثاني الذي محطته (Station 0+300) = 25.964 m^2

مساحة الردم في المقطع الثاني الذي محطته (Station 0+300) (A2) = 00 m^2

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right)$$

$$V = 20\left(\frac{23.088 + 25.964}{2}\right)$$

$$V = 490.25\ m^3$$

٢- المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الردم حسب القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(F_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....7.3}$$

❖ أما الحفر فعلى القانون التالي:

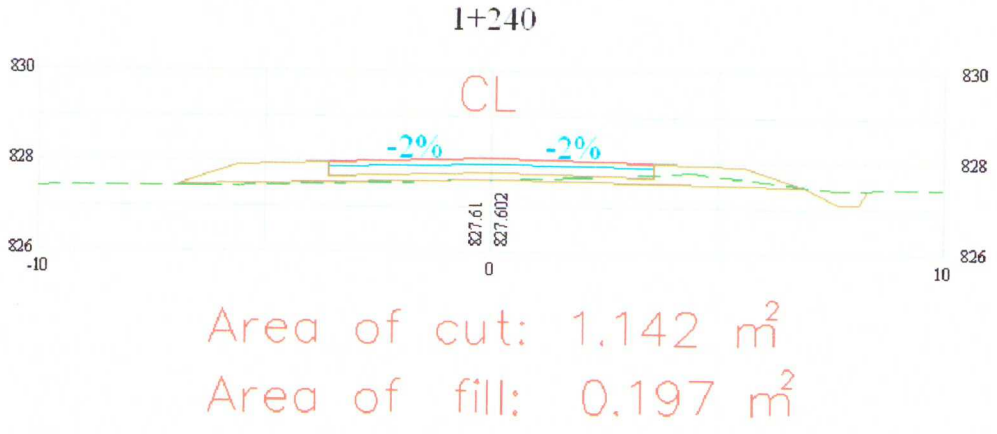
$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....7.4}$$

حيث:

- (F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.
- (C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.
- (C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعين اللذين أرقام محطاتهما على التوالي (Station1+230) & (Station 1+240) والشكل(٧-4) والشكل (٧-5) يوضحان المقطعان

الشكل (٧-٤) المقطع الاول حفر



الشكل (٧-٥) المقطع الثاني مختلط

- مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 1+240) (F_{i+1}) = 0.197 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 1+240) (C_{i+1}) = 1.142 m^2
- مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي (Station 1+230) (C_i) = 5.242 m^2
- المسافة بين المقطعين (D) = 10 m

❖ حجم الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(0.197)\times(10)$$

$$V_{fill} = .656m^3$$

❖ أما الحفر:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(1.142 + 5.242)\times(10)$$

$$V_{cutl} = 31.92m^3$$

٣- المقطع الأول ردم والأخر مختلط(أو العكس):-

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الحفر حسب القانون التالي:

$$V_{cut} = \frac{1}{3}(C_i)\times(D) \quad \text{.....7.٥}$$

أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})\times(D) \quad \text{.....7.٦}$$

حيث:

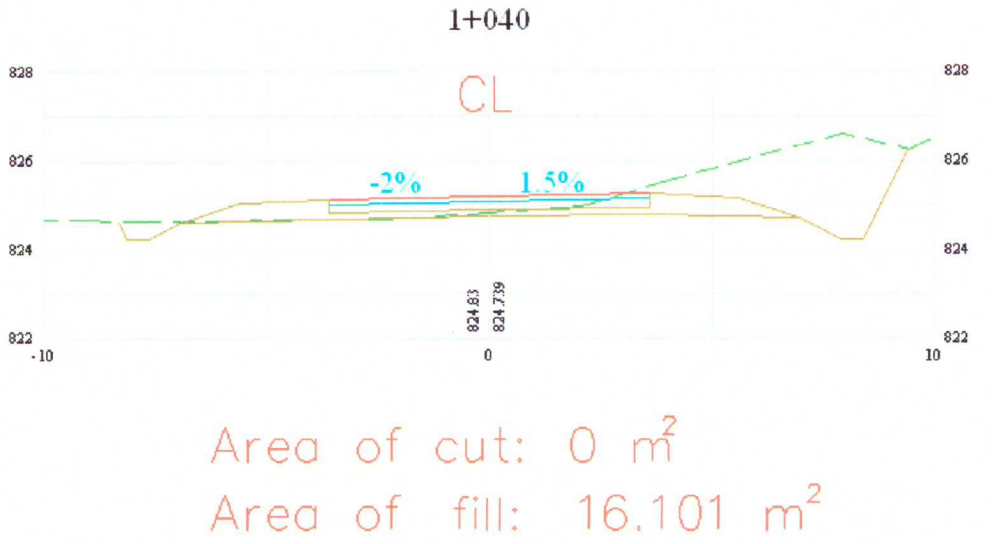
(F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.

(C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.

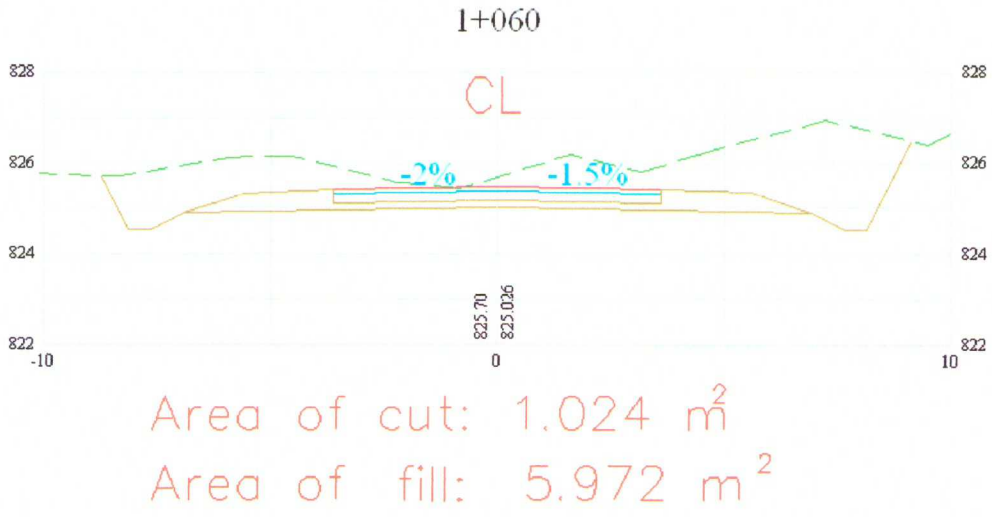
(F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في مقطع الردم الكامل.

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعين اللذين أرقام محطاتهما على التوالي (Station1+040) & (Station 1+060) والشكل(٧-٦) والشكل (٧-٧) يوضحان المقطعان:



الشكل (٧-٦) مقطع عرضي الأول ردم



الشكل (٧-٧) مقطع عرضي مختلط

حيث:

مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 1+040) (F_i) = 16.10m²

مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 1+060) (C_i) = 1.024m²

مساحة الردم في مقطع الردم الكامل(Station 0+40) (F_{i+1}) = 5.972 m^2

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 25 m

الحفر:

$$V_{cut} = \frac{1}{3}(1.024)\times(20)$$

$$V_{cut} = 6.83m^3$$

أما الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(16.10 + 5.972)\times(20)$$

$$V_{fill} = 220.72m^3$$

٤- المقطعان مختلطان:

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الحفر حسب القانون التالي:

$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1})\times(D) \quad \text{.....7. ٧}$$

أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})\times(D) \quad \text{.....7. ٨}$$

حيث:

(F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الأول.

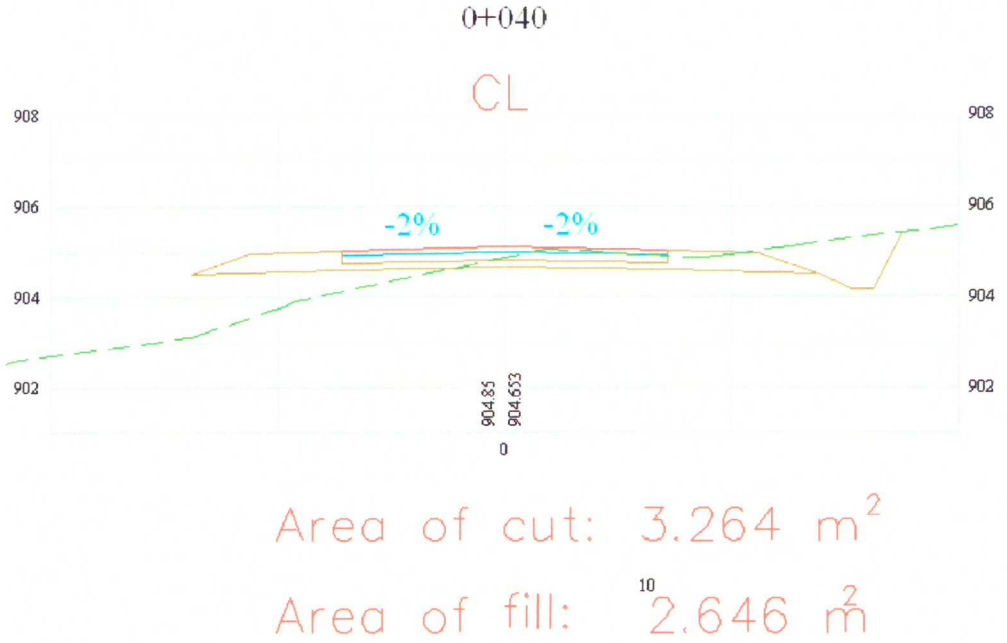
(C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول.

(F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.

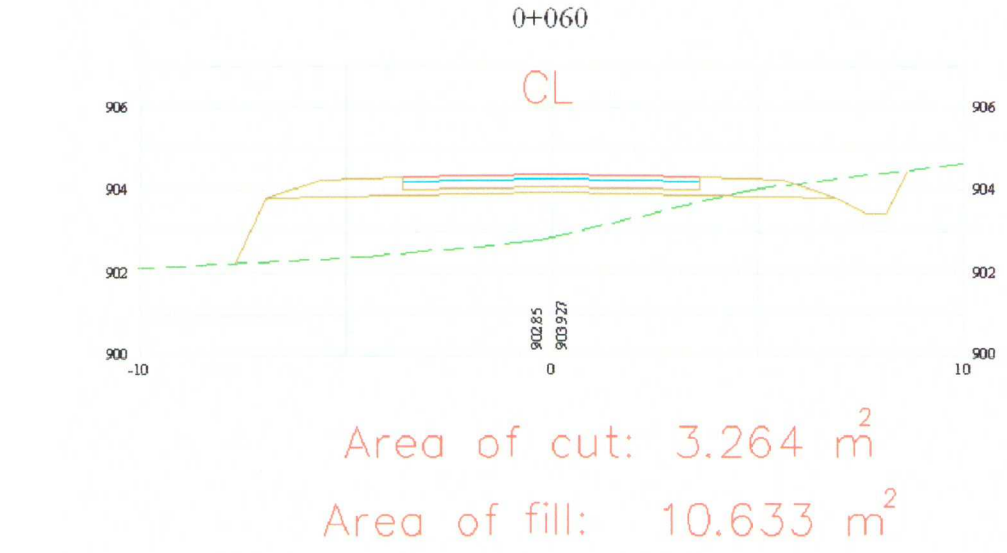
(C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+040) & (Station 0+060) والشكل(٧-8) والشكل (٧-٩) يوضحان المقطعان:



(٧-٨) يبين مقطع مختلط



شكل

(٧-٩) يبين مقطع مختلط

حيث:

مساحة الردم في المقطع المختلط الأول (Station 0+040) (F_i) = 2.646m^2

مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول (Station 0+040) (C_i) = 3.264m^2

مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني (Station 0+060) (F_{i+1}) = 10.633 m^2

مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني (Station 0+060) (C_{i+1}) = 3.264m^2

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 20 m

وعليه فأن

الحفر يساوي :

$$V_{cut} = \frac{1}{2}(3.264 + 10.633) \times (20)$$

$$V_{cut} = 138.97m^3$$

أما الردم فيساوي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(2.646 + 10.633) \times (20)$$

$$V_{fill} = 132.795m^3$$

- وبنفس الطريقة تم ايجاد باقي المساحات والحجوم كما في الجداول الموجودة في الملحقات واستخدم معامل الانتفاش 1.10 :-

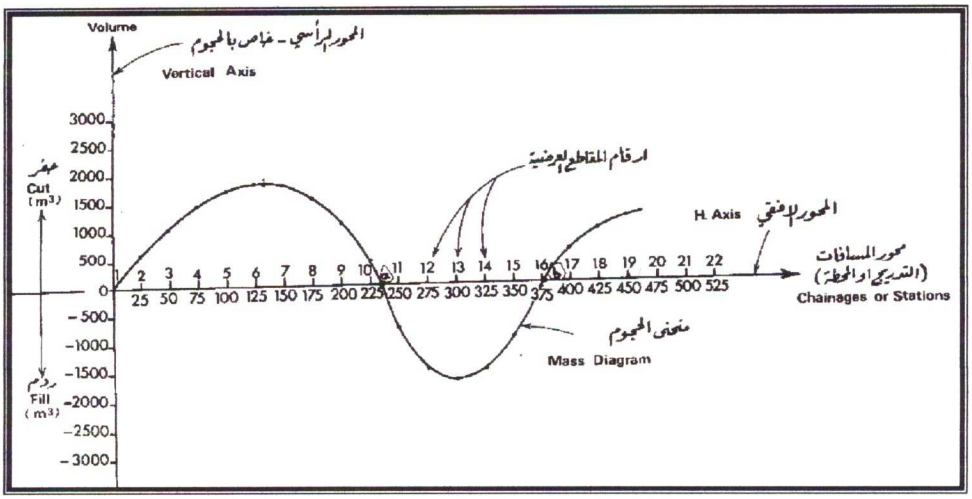
الحجم الكلي للحفر = 14879.77m^3

الحجم الكلي للردم = 12951.299 m^3

٤-٧ التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم (منحنى الحجوم) :-

منحنى الحجوم هو عبارة عن تمثيل بياني لكميات الحفر والردم اللازمة لمشروع ما. لعمل هذا المنحنى نرسم خطا أفقيا مستقيما ونحدد عليه بمقياس مناسب مواقع المناطق العرضية المتتالية والمتباعدة عن بعضها بمسافات معلومة مبتدئين بالمقطع الخاص بنقطة بداية المشروع. عند كل نقطة ممثلة لموقع مقطع عرضي معين على محور السينات. نقيم عامودا بطول يمثل – وفق مقياس رسم معين – المجموع الجبري لكميات الحفر والردم

حتى ذلك المقطع وذلك على أساس أن الحفر يعتبر موجبا والردم سالبا (أو مجموع الحفر – مجموع الردم حتى ذلك المقطع). والشكل التالي يوضح مثالا لمنحنى الحجم.



شكل(٧-10): مثال لمنحنى الحجوم.

٧-٥ خواص منحنى الحجوم:

- الميل الموجب للمنحنى يدل على تزايد كميات الحفر أو تناقص كميات الردم والميل السالب يدل على تزايد كميات الردم أو تناقص كميات الحفر.
- عندما نصل إلى أعلى نقطة من المنحنى تتوقف كميات الحفر عن التزايد وتبدأ كميات الردم بالتزايد.
- قيمة الاحداثي الصادي عند أي نقطة من المنحنى تمثل مقدار الفرق بين كميات الحفر والردم حتى تلك النقطة فإن كان هذا الاحداثي موجبا فيعني هذا إن كميات الحفر تفوق كميات الردم بنفس القيمة العددية للاحداثي الصادي ولغاية هذه النقطة والعكس صحيح.
- الفرق بين الاحداثيين الصاديين لنقطتين على منحنى الحجوم يمثل كمية الحفر أو الردم بين هاتين النقطتين من المشروع بشرط أن يكون المنحنى بين هاتين النقطتين صاعدا أو هابطا دون انقطاع (أي لا يوجد بين هاتين النقطتين نقطة أخرى ذات قيمة أعظمية أو اصغرية).
- وتجدر الملاحظة إلى أن كميات الحفر لا تحافظ على حجمها الأصلي حيث يحدث لها انتفاخ بمقدار معين، وكذلك كميات الردم يحدث لها انكماش عند دمكها بمقدار معين.

كمية الأتربة المحفورة = الحجم المحسوب للحفر * 1.1.

كمية الأتربة اللازمة للردم = الحجم المحسوب للردم * 1.1.

من الضروري في أعمال الطرق والسكك الحديدية والمطارات حساب كميات الحفر والردم بشكل مدروس وبأقل التكاليف قدر الإمكان. وللحصول على كميات حفر وردم بأقل التكاليف نحاول الحصول على كميات حفر مساوية لكميات الردم.

إلا أنه في بعض الحالات تكون كميات الحفر اكبر من الردم مما يضطرنا إلى نقل كميات الحفر إلى مناطق مناسبة، وأحيانا تكون كميات الردم اكبر من الحفر أو المواد التي حصلنا عليها من كميات الحفر غير مناسبة لعملية الردم ، مما يوجب نقل مواد الردم من أماكن مناسبة إلى منطقة المشروع ، مما يؤدي إلى زيادة تكاليف المشروع .

٦-٧ مسافة النقل المجاني :

مسافة النقل المجاني:هو النقل الذي لا يترتب عليه أية أجور بل يكون في الغالب مشمولا ضمن سعر الحفر شريطة أن لا تتجاوز مسافة النقل حدا معينا متفق عليه.

تم اعتماد مسافة النقل المجاني تساوي (150m) وذلك حسب نظام وزارة الأشغال العامة الأردنية، و سعر حفر ونقل المتر المكعب الواحد لمسافة (150m) أو دون ذلك يساوي (5) دولار ، وسعر نقل المتر المكعب الواحد لكل (50m) زيادة عن (150m) يساوي 1.5 دولار.

وبالنسبة لمنحنى الحجوم التراكمي الخاص بالمشروع فهو مبين في المخططات.

الفصل الثامن

٨

التكلفة والعطاء

٨-١ مقدمة.
٨-٢ حساب تكلفة الطريق.
٨-٣ العطاءات.

الفصل الثامن

التكلفة والعطاء

٨-١ مقدمة :-

لا بد من معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع و ذلك لتزويد الجانب الممول بكافة التكاليف الواجب تغطيتها للمشروع حيث سيتم في هذا الفصل حساب تكلفة كل طبقة من طبقات الرصفة على طول الطريق كما وسيتم حساب تكلفة الحفر والردم .

٨-٢ حساب تكلفة الطريق:-

يبلغ طول الطريق حوالي 1240 م و كما هو موضح سابقا فإن الرصفة من ثلاث طبقات وهي:

١- الطبقة الاسفلتية

٢- طبقة الاساس (البسكورس)

٣- طبقة ما تحت الأساس (sub base) .

٨-٢-١ تكلفة الرصفة (Pavement):-

تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي:

مساحة المسارب 1240×7.2

$= 8928$ م^{٢}.

بعد معرفة مساحة المسارب سوف يتم حساب طبقة حجم الإسفلت وطبقة البسكورس وطبقة ما تحت الأساس و موضحا كل طبقة على حدة كما يلي:

١-حجم الإسفلت = مساحة المسارب × سمك طبقة الإسفلت .

$= 8928 \times 0.12 = 1071$ م^{٣}.

٢-حجم البسكورس = مساحة المسارب × سمك طبقة البسكورس .

$= 8928 \times 0.2 = 1785$ م^{٣}.

٣-حجم طبقة ما تحت الأساس = مساحة المسارب × سمك الطبقة .

= 8928 × 0.15 =1339 م^3.

- ولحساب أسعار الرصفة تم اعتماد الأسعار الموجودة من بلدية الخليل وهي أسعار العطاءات التي جاري تنفيذها في مشاريع مشابهة في بلدية الخليل :

سعر المتر مربع من البسكورس المشغول 6 $.

سعر المتر مربع الإسفلت المشغول = 15 $.

سعر المتر مكعب من طبقة ما تحت الأساس المشغول =4.5 $.

تكلفة الإسفلت = مساحة الطريق × سعر المتر مربع من الإسفلت .

= 8928 ×15 = 133920 $.

تكلفة البسكورس = حجم الطبقة × سعر المتر مكعب من البسكورس .

= 1785 × 6 = 10710 $.

تكلفة طبقة ما تحت الأساس = حجم الطبقة × سعر المتر مكعب الواحد.

= 1339 × 4.5 = 6025 $.

التكلفة الكلية للرصفة = تكلفة الإسفلت + تكلفة البسكورس+ تكلفة طبقة ما تحت الأساس .

= 133920 +10710 +6025 = 150655 $.

٨-٢-٢ تكلفة الحفر والردم :-

تم حساب الحجم الكلي لكل من الحفر والردم في الباب الثالث ، وكانت النتائج كما يلي :

حجم الحفر الكلي = 14879م^3 .

حجم الردم الكلي =12951 م^3 .

سعر المتر المكعب للحفر = 7 $.

سعر المتر المكعب للردم = 5 $.

تكلفة الحفر = حجم الحفر × سعر المتر المكعب للحفر .

= 14879 ×7 = 104153 $

تكلفة الردم = حجم الردم × سعر المتر المكعب للردم .

= 12951 × 5 = 64755 $.

تكلفة الحفر والردم الكلية = تكلفة الحفر + تكلفة الردم .

168908 $ =64755 + 104153=

٨-٢-٣ تكلفة تنظيف الطريق قبل الرصف ورش مادة البيتومين:-

سعر المتر المربع لعملية التنظيف = 2 $.

تكلفة التنظيف = مساحة الطريق × 2 = 18104 $.

٨-٢-٤ تكلفة علامات المرور التي توضع على الطريق (Road Marking) :-

سعر المتر مربع من علامات المرور = 27 $.

مساحة العلامات قدرت على أنها 20 م^{٢}

التكلفة = مساحة العلامات × 27 = 450 $

٨-٢-٥ التكلفة المستقبلية صيانة الطريق :-

بما أن الطبقة الوحيدة التي من الممكن العمل عليها هي طبقة الإسفلت إذا فإن أعمال الصيانة تتم عليها كالتالي :-.

بعد الرجوع إلى البلدية لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات و الأيدي العاملة فكانت هذه القيمة 17 $.

التكلفة الكلية للصيانة = مساحة الإسفلت × سعر صيانة المتر المربع للإسفلت .

= 9052 × 17= 153884$

٨-٢-٦ التكلفة النهائية للمشروع :-

جدول(٨-١) تكاليف كميات طبقات الرصفة المرنة

المادة	تكلفة المتر المربع الواحد($)	التكلفة الكلية ($)
Sub base	4.5	6111
Base course	6	10860
Asphalt	15	135780
	المجموع	152751

والجدول التالي يبين تكلفة الحفر والردم :

نوع العمل	الكمية بالمتر المكعب	تكلفة المتر المكعب ($)	التكلفة الكلية ($)
الحفر	14879	7	104153
الردم	12951	5	64753
المجموع			168906

جدول(٨-٢) تكاليف كميات الحفر والردم

التكلفة الكلية :

- تكلفة طبقات الرصفة المرنة (ما تحت الأساس والإسفلت) = 152751 $
- تكلفة الحفر والردم (وقد تم حساب كميات الحفر والردم في الفصل السابع) = ١٦٨٩٠٦$
- تكلفة أشارات المرور + النظافة = ١٨٥٥٤ $

التكلفة النهائية للمشروع = ٣٤٠٢١١$

٨-٣العطاءات :-

٨-٣-١ طرح العطاء:-

بعد حساب التكاليف النهائية للمشروع تقوم الدوائر و الهيئات العامة والبلديات و المجالس القروية بممارسة طرح العطاء بتطبيق مبدأ المنافسة الحرة وإعطاء الفرص المتكافئة للمقاولين القادرين على القيام بتنفيذ الأشغال ، أو المستشارين المؤهلين لتقديم الخدمات الهندسية .

وتتبع الأساليب التالية في طرح العطاءات أو دعوة المناقصين لتقديم العروض ومنها:

- المناقصات التنافسية المفتوحة :

وهي الطريقة التي تنص عليها غالبية أنظمة الأشغال وتعليمات العطاءات حيث يدعى المقاولون لتقديم العروض، وذلك لتحقيق المبدأ العام للمنافسة الحرة والمساواة بتكافؤ الفرص، ومن حيث المبدأ يحال العطاء إلى مقدم أفضل العروض المناسبة.

- الدعوات الخاصة :

هنالك مشاريع لها طبيعة خاصة ولا تنفذها سوى شركات منتجة أو صانعة مثل محطات الإرسال الإذاعية أو إنتاج الأعلاف وغيرها، وهي مشاريع متخصصة، ولذلك يلجأ صاحب العمل لحصر دعوات المناقصة في الجهات الصانعة فقط.

- التفاوض والتلزيم :

في بعض الظروف يجد صاحب العمل نفسه مضطرا لدعوة مقاول أو صانع واحد أو أكثر لتقديم عروض مباشرة ، وذلك في إحدى الحالات التالية :

- في حالات استثنائية ومستعجلة لمواجهة حالة عامة وطارئة.
- عندما لا يكون هنالك وقت كاف يسمح بإجراءات طرح العطاء.
- إذا كان من غير الممكن الحصول على تنفيذ الأشغال أو الخدمات الهندسية أو اللوازم إلا من مصدر واحد وحيث أن صاحب العمل يلجأ إلى استعمال هذا الأسلوب في ظروف استثنائية وبمنافسة محدودة فان صاحب العمل قد يتكبد كلفة أعلى في هذه الحالة.

- استدراج العروض :

لا يصنف هذا الأسلوب ضمن أساليب طرح العطاءات، ولكن صاحب العمل يمكنه أن يدعو المختصين لتقديم عروض لتنفيذ عمل أو خدمة أو شراء لوازم وينظر في هذه العروض، فان وجد فيها ما يلبي مطالبه بكلفة معقولة، قبل العرض وأكمل مرحلة مناقشة المناقص وتكليفة بالعمل، وان لم يجد فلا يعتبر العرض ملزما لأي طرف.

وعند إحالة العطاء على أي من المقاولين يراعى التقيد بأفضل الأسعار والكلفة عند تنفيذ الأشغال، مع مراعاة درجة الجودة المطلوبة وإمكانية التنفيذ في المدة المحددة.

لطرح أي عطاء يجب إعداد وثائق العطاء بشكل متكامل وتوزيعها على المناقصين الراغبين بالاشتراك من الفئات المعنية، ويجب أن تحتوي دعوة الاشتراك في المناقصة العامة على الشروط الواجب توفرها لدى من يرغب بتقديم العطاء، مثل :

- أن يكون مقاولا لديه تسجيل تجاري .
- أن يكون قد أنجز مشاريع مشابهة.
- أن يكون لديه طاقم فني وإداري.
- أن تتوفر لديه كافة المعدات اللازمة.
- سلامة الوضع المالي.

- يتم استبعاد كل عطاء لا يرفق المعلومات والوثائق اللازمة.

نموذج طرح عطاء من قبل وزارة الإشغال العامة :

طرح عطاء تصميم وانشاء الطريق الواصل بين حلحول وبيت اولا :

تعلن دائرة العطاءات المركزية - وزارة الأشغال العامة والإسكان وبالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) بتمويل من الحكومة اليابانية عن طرح المناقصة التالية : تصميم وانشاء الطريق الوتاصل بين حلحول وبيت اولا • المناقصة مفتوحة للمقاولين المسجلين لدى اتحاد المقاولين الفلسطينيين والمصنفين لدى لجنة التصنيف الوطنية في مجال الطرق درجة أولى. • يمكن شراء وثائق المناقصة من دائرة العطاءات المركزية في مبنى الوزارة في رام الله - مجمع الوزارات وذلك اعتبارا من يوم الخميس الموافق ٢٠٠٩/١٢/٣١ مقابل رسم مالي لا يرد قيمته أربعمائة دولار أمريكي للمناقصة. • آخر موعد لتسليم الوثائق وفتح المظاريف في دائرة العطاءات المركزية في مبنى الوزارة في رام الله - مجمع الوزارات هو يوم الأربعاء الموافق ٢٠٠٩/١/١٠ الساعة الثانية عشرة ظهرا • . الوزارة غير ملزمة بإحالة العطاء على اقل الأسعار ودون إبداء الأسباب. • يجب إرفاق تأمين ابتدائي ٢ % من قيمة العطاء اما شيك بنكي او ضمانة بنكية وساري المفعول لمدة 90 يوما من تاريخ فتح المظاريف. • الأسعار غير شاملة ضريبة القيمة المضافة وعلى المقاول تقديم فاتورة ضريبية صفرية. • يجب تقديم خلوات طرف ضريبية مع العطاء. • سوف يعقد اجتماع تمهيدي للرد على استفسارات المقاولين في الإدارة العامة للطرق في رام الله بعد جولة ميدانية لزيارة الموقع وذلك يوم الثلاثاء الموافق ٢٠٠٨/١/٥ الساعة العاشرة صباحا.

٨-٣-٢ دراسة العروض وتقييمها:-

يتم دراسة كل عرض مقدم من النواحي الفنية مثل :

- تصنيف المقول أو المستشار .
- خطته المقترحة لتنفيذ العمل.
- المعدات والجهاز الفني الذي يقترح استخدامه.
- أية متطلبات أخرى منصوص عليها في دعوة العطاء.

٨-٣-٣ قرار الإحالة:-

ينظر في العروض عادة لجان للعطاءات تكون مشكلة بموجب أنظمة الأشغال العامة السائدة، ولهذه اللجان صلاحية استدعاء المناقصين لمناقشتهم حول تحليل أسعارهم. وبصدور قرار الإحالة تكون قد انتهت مهلة العطاء وتقديمه وتقييمه والقرار حول إحالته. ثم يبلغ المناقص الفائز بقرار الإحالة، ويشرع بإعداد عقد الاتفاقية.

٨-٣-٤ نموذج عرض مناقصة مقترح :

مشروع : إعادة تصميم وانشاء شارع حلحول بيت اولا رقم .....

عطاء رقم.....

إلى السيد (رب العمل):

١) بعد أن قمنا بزيارة موقع المشروع ، والدراسة الدقيقة للمخططات والشروط والمواصفات، وجميع الوثائق وتعليمات المناقصة الخاصة بإنشاء المشروع، وتفهمنا ماهيتها وجميع الظروف المحيطة بها، وسائر العادات المحلية والرسوم وغيرها من الأمور التي لها علاقة بها فإننا نحن الموقعين أدناه:

.....

نعرض بأن نقوم بإنشاء كامل هذه الأعمال المطلوبة وإتمامها وصيانتها وفقا لشروط ومواصفات العطاء وبالأسعار المذكورة في جداول الكميات بمبلغ إجمالي قدره (.....) أو أي مبلغ آخر يصبح مستحقا لنا بموجب شروط هذا العطاء.

٢) نتعهد في حالة قبول عرضنا أن نباشر العمل خلال الفترة الزمنية المحددة من تاريخ أمر المباشرة الذي يعطيه المهندس أو صاحب العمل، وأن ننهي ونسلم جميع الأعمال المشمولة في العقد خلال مدة (.....) من تاريخ أمر المباشرة.

٣) نتعهد في حالة قبول عرضنا أن نقدم الكفالة المطلوبة لحسن التنفيذ من مصرف أمؤسسة مقبولة لديكم وذلك بمبلغ يعادل (.....) بالمائة من قيمة العطاء المذكور أعلاه.

٤) نوافق على أن نلتزم بهذا العرض لمدة (.....) يوما ابتداء من التاريخ المحدد لفتح العطاء ويبقى هذا العرض ملزما لنا طيلة هذه المدة.

٥) إلى أن يتم إعداد اتفاقية العقد الرسمية والتوقيع عليها، فان عرضنا هذا مع قرار الإجابة يشكل عقدا ملزما بيننا وبينكم.

٦) ونعلم كذلك بأنكم غير ملزمين بإحالة العطاء على أقل الأسعار أو قبول أي عرض، وأنكم غير ملزمين لإبداء أسباب ذلك.

ملاحظة : يشكل هذا النموذج جزءا من وثائق هذا العطاء :

حرر في هذا اليوم.....من شهر.....عام.....

اسم المناقص.....توقيعه وخاتمه.....

باعتباره.....

ومفوضا رسميا لتوقيع هذا العرض باسمه ونيابة عن المناقص

العنوان.....

الفصل التاسع

٩

النتائج والتوصيات

٩-١ النتائج .

٩-٢ التوصيات.

--الفصل التاسع

النتـــائـــج والتـــوصيـــــات

٩-١ النتائج:

- ✓ أهمية الطريق موضوع البحث ، كونه الطريق الأقصر لربط حلحول مع مدينة بيت اولا .
- ✓ تم تجهيز كافة التصميمات الافقية والرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها.
- ✓ تم حساب سماكات الرصفة المختلفة للمشروع .
- ✓ تم حساب التكلفة النهائية للمشروع.

٩-٢ التوصيات:

١. الإسراع في التأسيس لهذا الطريق وذلك نظرا لحاجة السكان الشديدة إليه .

٢. طرح مساقات للتصميم الإنشائي للطرق لطلبة هندسة المساحة والجيوماتكس.

المراجع

1- داود شحادة خلف ، مبادئ الهندسة الصحية عمان ، الأردن ، 1982.

2-روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، 1981.

3- يوسف صيام، عبد الله القرني ، سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ، 1999.

4- يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،1978 .

5 - سالم, محمود توفيق ، هندسة الطرق والمطارات (1)، دار الراتب الجامعية، بيروت – لبنان.

6- Paul R. Wolf, Adjustment Computations Statistics and Least Squares in Surveying and GIS, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997.

الـمـلـحق رقـم

﴿1﴾

دليل الموقع

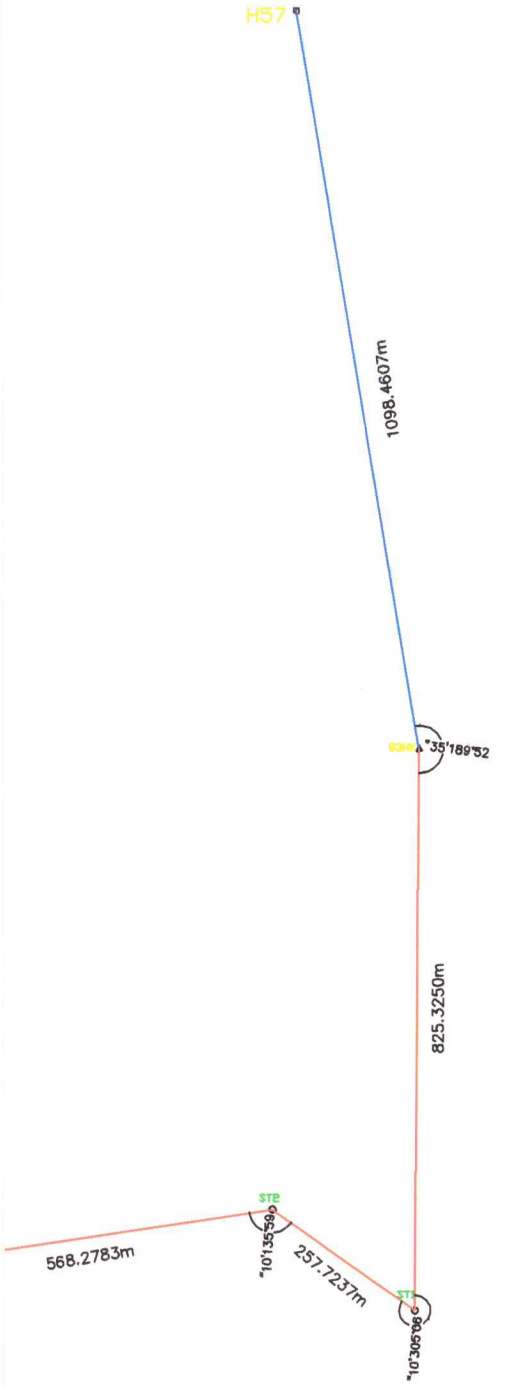
ation Map

500
600
700
800
0
-100
-200
-300
-400
-500
-600
N
منتزه بلدية حلحول
Text
بلدية حلحول
65
130
260
Meters

الملحق رقم

﴿2﴾

traverse



Palestinian Polytechnic University

Engineering College / Civil & Architecture Dept.

planning and design the road of arnaba street between halhoul and beit ula town

Line between Control point

Line between Station

Station full Control point

Station horizontal Control point

Station Unkown Coordinat

DRAWING TITLE :

plan of the Travers

Supervisor : *Eng . khalil karama*

Desined by :

Ameer Awad

Fuad Zamara

SCALE	NO.OF DRAW	DATE
	A3	31/12/2009

الـمـلـحق رقـم

﴿3﴾

Vertical Curves

Vertical Alignment Report

PVI Stations and Curves

Data generated:
12/25/2009 4:05:37 PM

Project: ameer

Units: meter

Horizontal Alignment Information

Name: Ameer 1
Station Range: 0+000 to 1+242.51
Station Equations: None

Curve Calculation Options ▲

Passing Eye Height	1.070000
Passing Object Height	1.300000
Stopping Eye Height	1.070000
Stopping Object Height	0.150000
Headlight Height	0.600000
Headlight Angle (deg)	1.000000

Vertical Alignment: Center FG

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
1	0+000.65	906.082	-3.631	
2	0+330	894.123	-12.524	88.173

Vertical Curve Information: (crest curve)

PVC Station:	0+285.91	Elevation:	895.724
PVI Station:	0+330	Elevation:	894.123
PVT Station:	0+374.09	Elevation:	888.602
Grade in (%):	-3.631	Grade out (%):	-12.524
Change (%):	8.893	K:	9.915
Curve Length:	88.173		
Passing Distance:	97.262	Stopping Distance:	63.310

3	0+900	822.736	1.431	209.129

Vertical Curve Information: (sag curve)

PVC Station:	0+795.44	Elevation:	835.832
PVI Station:	0+900	Elevation:	822.736
PVT Station:	1+004.56	Elevation:	824.232
Grade in (%):	-12.524	Grade out (%):	1.431
Change (%):	13.955	K:	14.986

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
	Curve Length:	209.129		
	Low Point:	0+983.12	Elevation:	824.079
	Headlight Distance:	75.983		
4	1+242.51	827.637		

الملحق رقم

4

Horizontal Incremental Stationing Report

.Horizontal Incremental Stationing Report

Alignment: Ameer 1

Tangential Direction	Easting	Northing	Station:

41-33-291	157026.455	110865.971	000+0
41-33-291	157007.855	110873.321	020+0
41-33-291	156989.254	110880.671	040+0
41-33-291	156970.654	110888.021	060+0
41-33-291	156952.053	110895.371	080+0
41-33-291	156933.453	110902.721	100+0
41-33-291	156914.852	110910.071	120+0
41-33-291	156896.252	110917.421	140+0
41-33-291	156877.651	110924.771	160+0
41-33-291	156859.051	110932.121	180+0
41-33-291	156840.450	110939.471	200+0
41-33-291	156821.850	110946.821	220+0
41-33-291	156803.249	110954.171	240+0
41-33-291	156784.649	110961.521	260+0
36-54-285	156765.721	110967.955	280+0
50-10-280	156746.245	110972.467	300+0
03-27-274	156726.416	110975.013	320+0
57-28-273	156706.455	110976.256	340+0
57-28-273	156686.492	110977.471	360+0
57-28-273	156666.529	110978.686	380+0

57-28-273	156646.566	110979.901	400+0
57-28-273	156626.603	110981.116	420+0
57-28-273	156606.640	110982.331	440+0
57-28-273	156586.677	110983.546	460+0
57-28-273	156566.714	110984.760	480+0
57-28-273	156546.751	110985.975	500+0
57-28-273	156526.788	110987.190	520+0
58-08-274	156506.825	110988.419	540+0
44-52-279	156486.983	110990.860	560+0
31-36-285	156467.484	110995.270	580+0
17-20-291	156448.523	111001.605	600+0
04-04-297	156430.288	111009.800	620+0
23-52-301	156412.949	111019.754	640+0
23-52-301	156395.965	111030.315	660+0
23-52-301	156378.980	111040.875	680+0
23-52-301	156361.996	111051.436	700+0
23-52-301	156345.012	111061.997	720+0
23-52-301	156328.027	111072.558	740+0
23-52-301	156311.043	111083.118	760+0
23-52-301	156294.058	111093.679	780+0
23-52-301	156277.074	111104.240	800+0
23-52-301	156260.090	111114.801	820+0
23-52-301	156243.105	111125.361	840+0
23-52-301	156226.121	111135.922	860+0
23-52-301	156209.136	111146.483	880+0

23-52-301	156192.152	111157.044	900+0
23-52-301	156175.167	111167.605	920+0
23-52-301	156158.183	111178.165	940+0
23-52-301	156141.199	111188.726	960+0
27-49-301	156124.214	111199.287	980+0
00-41-291	156106.379	111208.278	000+1
18-48-282	156087.244	111214.016	020+1
18-48-282	156067.742	111218.448	040+1
18-48-282	156048.239	111222.881	060+1
18-48-282	156028.736	111227.314	080+1
18-48-282	156009.234	111231.746	100+1
18-48-282	155989.731	111236.179	120+1
18-48-282	155970.229	111240.612	140+1
19-30-281	155950.749	111245.135	160+1
27-32-272	155930.902	111247.397	180+1
27-32-272	155910.921	111248.284	200+1
27-32-272	155890.941	111249.171	220+1
27-32-272	155870.961	111250.057	240+1

الـمـلـحق رقـم

5

station increment

Vertical Alignment Report

Station Increment

Data generated:
12/25/2009 4:05:37 PM

Project: ameer

Units: meter

Horizontal Alignment Information

Name: Ameer 1
Station Range: 0+000 to 1+242.51
Station Equations: None

Station	Elevation
	Center FG
0+000	
0+010	905.743
0+020	905.380
0+030	905.017
0+040	904.653
0+050	904.290
0+060	903.927
0+070	903.564
0+080	903.201
0+090	902.838
0+100	902.475
0+110	902.112
0+120	901.749
0+130	901.385
0+140	901.022
0+150	900.659
0+160	900.296
0+170	899.933
0+180	899.570
0+190	899.207
0+200	898.844
0+210	898.480
0+220	898.117

Station	Elevation
	Center FG
0+230	897.754
0+240	897.391
0+250	897.028
0+260	896.665
0+270	896.302
0+280	895.939
0+290	895.567
0+300	895.112
0+310	894.557
0+320	893.900
0+330	893.143
0+340	892.285
0+350	891.326
0+360	890.266
0+370	889.105
0+380	887.861
0+390	886.609
0+400	885.356
0+410	884.104
0+420	882.851
0+430	881.599
0+440	880.347
0+450	879.094
0+460	877.842
0+470	876.589
0+480	875.337
0+490	874.085
0+500	872.832
0+510	871.580
0+520	870.327
0+530	869.075
0+540	867.823
0+550	866.570

Station	Elevation Center FG
0+560	865.318
0+570	864.065
0+580	862.813
0+590	861.561
0+600	860.308
0+610	859.056
0+620	857.803
0+630	856.551
0+640	855.299
0+650	854.046
0+660	852.794
0+670	851.541
0+680	850.289
0+690	849.037
0+700	847.784
0+710	846.532
0+720	845.279
0+730	844.027
0+740	842.774
0+750	841.522
0+760	840.270
0+770	839.017
0+780	837.765
0+790	836.512
0+800	835.267
0+810	834.078
0+820	832.957
0+830	831.901
0+840	830.913
0+850	829.991
0+860	829.136
0+870	828.348
0+880	827.627

Station	Elevation
	Center FG
0+890	826.972
0+900	826.384
0+910	825.863
0+920	825.408
0+930	825.020
0+940	824.699
0+950	824.445
0+960	824.257
0+970	824.136
0+980	824.082
0+990	824.095
1+000	824.174
1+010	824.310
1+020	824.453
1+030	824.596
1+040	824.739
1+050	824.883
1+060	825.026
1+070	825.169
1+080	825.312
1+090	825.455
1+100	825.598
1+110	825.741
1+120	825.884
1+130	826.027
1+140	826.170
1+150	826.314
1+160	826.457
1+170	826.600
1+180	826.743
1+190	826.886
1+200	827.029
1+210	827.172

Station	Elevation
	Center FG
1+220	827.315
1+230	827.458
1+240	827.602

الـملـحق رقـم

﴿6﴾

Horizontal report

Alignment: Ameer 1

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0.000	110865.971	157026.455
End:	2+60.273	110961.621	156784.395

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	260.273	Course:	N 68° 26' 19.1403" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	2+60.273	110961.621	156784.395
RP:		110775.616	156710.895
PT:	3+23.380	110975.247	156723.044

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	18° 04' 43.7102"	Type:	LEFT
Radius:	200.000		
Length:	63.107	Tangent:	31.818
Mid-Ord:	2.484	External:	2.515
Chord:	62.845	Course:	N 77° 28' 40.9953" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	3+23.380	110975.247	156723.044
End:	5+37.672	110988.264	156509.148

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	214.292	Course:	N 86° 31' 02.8504" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+37.672	110988.264	156509.148
RP:		111187.894	156521.297
PT:	6+36.774	111018.050	156415.689

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	28° 23' 25.6211"	Type:	RIGHT
Radius:	200.000		
Length:	99.101	Tangent:	50.590
Mid-Ord:	6.107	External:	6.299
Chord:	98.091	Course:	N 72° 19' 20.0399" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+36.774	111018.050	156415.689
End:	9+79.904	111199.236	156124.296

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	343.130	Course:	N 58° 07' 37.2294" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	9+79.904	111199.236	156124.296
RP:		111103.274	156064.628
PT:	10+17.510	111213.464	156089.672

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	19° 04' 04.3952"	Type:	LEFT
Radius:	113.000		
Length:	37.606	Tangent:	18.979
Mid-Ord:	1.561	External:	1.583
Chord:	37.433	Course:	N 67° 39' 39.4269" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	10+17.510	111213.464	156089.672
End:	11+52.176	111243.311	155958.355

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	134.666	Course:	N 77° 11' 41.6245" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	11+52.176	111243.311	155958.355
RP:		111134.406	155928.210
PT:	11+77.680	111247.295	155933.220

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	12° 55' 52.9790"	Type:	LEFT
Radius:	113.000		
Length:	25.504	Tangent:	12.806
Mid-Ord:	0.719	External:	0.723
Chord:	25.449	Course:	N 80° 59' 36.3290" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	11+77.680	111247.295	155933.220
End:	12+42.514	111250.169	155868.449

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	64.834	Course:	N 87° 27' 32.8185" W

الملحق رقم

﴿7﴾

جدول الحجوم

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.000	0.000				
0+010	3.376	0.707	16.879	3.537	16.879	3.537
0+020	1.017	4.182	21.967	24.448	38.846	27.985
0+030	1.460	3.435	12.389	38.089	51.235	66.074
0+040	3.264	2.646	23.622	30.409	74.857	96.483
0+050	1.578	6.621	24.213	46.338	99.070	142.821
0+060	1.233	10.633	14.056	86.273	113.126	229.094
0+070	0.997	8.314	11.146	94.739	124.273	323.833
0+080	0.756	18.400	8.763	133.573	133.036	457.406
0+090	0.525	12.236	6.406	153.183	139.442	610.589
0+100	0.000	8.242	2.625	102.393	142.067	712.981
0+110	0.000	15.814	0.000	120.281	142.067	833.262
0+120	0.000	12.434	0.000	141.241	142.067	974.504
0+130	0.000	12.169	0.000	123.017	142.067	1097.521
0+140	0.582	17.187	2.911	146.780	144.978	1244.301
0+150	0.724	13.542	6.529	153.646	151.506	1397.947
			7.954	114.640	159.460	1512.587

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+160	0.867	9.386				
0+170	1.760	13.097	13.136	112.414	172.596	1625.001
0+180	1.719	14.316	17.396	137.065	189.992	1762.066
0+190	2.210	11.431	19.645	128.735	209.637	1890.801
0+200	2.770	7.591	24.902	95.109	234.539	1985.910
0+210	5.827	5.212	42.985	64.013	277.525	2049.924
0+220	9.072	4.508	74.493	48.600	352.017	2098.524
0+230	10.962	2.155	100.169	33.316	452.187	2131.840
0+240	14.931	0.621	129.467	13.880	581.654	2145.720
0+250	10.253	0.612	125.924	6.165	707.578	2151.884
0+260	12.721	0.042	114.873	3.272	822.451	2155.157
0+270	17.039	0.000	151.129	0.208	973.580	2155.365
0+280	23.088	0.000	202.864	0.000	1176.444	2155.365
0+290	22.954	0.000	232.239	0.000	1408.682	2155.365
0+300	25.964	0.000	246.375	0.000	1655.057	2155.365
			277.378	0.000	1932.435	2155.365

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+310	29.145	0.000	310.045	0.000	2242.480	2155.365
0+320	32.494	0.000	319.881	0.000	2562.361	2155.365
0+330	31.482	0.000	338.617	0.000	2900.978	2155.365
0+340	36.242	0.000	411.060	0.000	3312.038	2155.365
0+350	45.970	0.000	459.197	0.000	3771.235	2155.365
0+360	45.869	0.000	452.927	0.000	4224.162	2155.365
0+370	44.716	0.000	448.996	0.000	4673.158	2155.365
0+380	45.083	0.000	433.112	0.000	5106.270	2155.365
0+390	41.539	0.000	454.557	0.000	5560.827	2155.365
0+400	49.372	0.000	474.099	0.000	6034.926	2155.365
0+410	45.448	0.000	440.373	0.000	6475.298	2155.365
0+420	42.627	0.000	425.804	0.000	6901.103	2155.365
0+430	42.534	0.000	423.843	0.000	7324.946	2155.365
0+440	42.234	0.000	432.968	0.000	7757.914	2155.365
0+450	44.359	0.000	455.310	0.000	8213.225	2155.365
0+460	46.703	0.000	479.979	0.000	8693.204	2155.365

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+470	49.293	0.000				
0+480	52.154	0.000	507.237	0.000	9200.440	2155.365
0+490	47.273	0.000	497.139	0.000	9697.579	2155.365
0+500	38.312	0.000	427.928	0.000	10125.507	2155.365
0+510	30.244	0.000	342.781	0.000	10468.288	2155.365
0+520	28.341	0.000	292.926	0.000	10761.214	2155.365
0+530	19.549	0.000	239.453	0.000	11000.667	2155.365
0+540	17.034	0.000	182.914	0.000	11183.581	2155.365
0+550	11.338	0.000	140.944	0.000	11324.525	2155.365
0+560	7.911	0.000	95.602	0.000	11420.127	2155.365
0+570	5.412	0.000	66.088	0.000	11486.215	2155.365
0+580	4.271	1.000	47.623	5.046	11533.838	2160.411
0+590	2.757	0.628	34.241	8.251	11568.079	2168.661
0+600	3.627	0.000	31.416	3.152	11599.495	2171.814
0+610	1.464	0.793	25.193	3.997	11624.688	2175.810
0+620	0.000	3.829	7.261	23.436	11631.949	2199.247
			0.000	53.581	11631.949	2252.828

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+630	0.000	6.759	0.000	70.207	11631.949	2323.035
0+640	0.000	7.123	0.000	72.198	11631.949	2395.234
0+650	0.000	7.316	3.021	72.702	11634.970	2467.935
0+660	0.604	7.224	3.021	96.805	11637.991	2564.740
0+670	0.000	12.137	0.000	152.012	11637.991	2716.752
0+680	0.000	18.266	0.000	210.325	11637.991	2927.078
0+690	0.000	23.799	0.000	259.489	11637.991	3186.566
0+700	0.000	28.098	0.000	301.469	11637.991	3488.036
0+710	0.000	32.196	0.000	341.522	11637.991	3829.558
0+720	0.000	36.109	0.000	368.840	11637.991	4198.398
0+730	0.000	37.659	0.000	384.875	11637.991	4583.273
0+740	0.000	39.316	0.000	413.422	11637.991	4996.695
0+750	0.000	43.369	0.000	439.141	11637.991	5435.836
0+760	0.000	44.460	0.000	432.429	11637.991	5868.265
0+770	0.000	42.026	0.000	398.118	11637.991	6266.383
0+780	0.000	37.597	0.000	342.716	11637.991	6609.099
0+790	0.000	30.946	0.000	303.609	11637.991	6912.709

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+800	0.000	29.776	0.000	291.004	11637.991	7203.713
0+810	0.000	28.425	0.000	263.541	11637.991	7467.254
0+820	0.000	24.283	0.000	228.670	11637.991	7695.924
0+830	0.000	21.451	0.000	249.929	11637.991	7945.854
0+840	0.000	28.535	0.000	264.478	11637.991	8210.332
0+850	0.000	24.360	0.000	224.940	11637.991	8435.272
0+860	0.000	20.628	0.000	221.568	11637.991	8656.840
0+870	0.000	23.686	0.000	168.093	11637.991	8824.934
0+880	0.000	9.933	11.813	88.114	11649.804	8913.048
0+890	2.363	7.690	25.053	83.877	11674.858	8996.925
0+900	2.648	9.085	21.956	103.205	11696.814	9100.130
0+910	1.743	11.556	8.716	155.188	11705.530	9255.318
0+920	0.000	19.482	0.816	208.245	11706.345	9463.563
0+930	0.163	22.167	0.816	251.252	11707.161	9714.815
0+940	0.000	28.083	0.000	328.913	11707.161	10043.729
0+950	0.000	37.699	0.000	379.324	11707.161	10423.052
0+960	0.000	38.165	0.000	388.754	11707.161	10811.806

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+970	0.000	39.585	0.000	385.715	11707.161	11197.521
0+980	0.000	37.558	0.000	344.920	11707.161	11542.442
0+990	0.000	32.459	0.000	308.412	11707.161	11850.853
1+000	0.000	30.338	0.000	266.863	11707.161	12117.716
1+010	0.000	24.015	0.000	204.532	11707.161	12322.248
1+020	0.000	17.485	0.000	173.173	11707.161	12495.421
1+030	0.000	17.150	0.000	166.255	11707.161	12661.677
1+040	0.000	16.101	0.000	151.223	11707.161	12812.900
1+050	0.000	14.143	5.121	100.577	11712.281	12913.477
1+060	1.024	5.972	23.298	33.349	11735.579	12946.825
1+070	3.635	0.698	70.476	3.488	11806.055	12950.314
1+080	10.460	0.000	146.839	0.000	11952.894	12950.314
1+090	18.908	0.000	201.554	0.000	12154.447	12950.314
1+100	21.403	0.000	207.006	0.000	12361.453	12950.314
1+110	19.998	0.000	201.425	0.000	12562.878	12950.314

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
1+120	20.287	0.000	208.894	0.000	12771.772	12950.314
1+130	21.492	0.000	306.300	0.000	13078.072	12950.314
1+140	39.768	0.000	322.245	0.000	13400.317	12950.314
1+150	24.681	0.000	258.417	0.000	13658.734	12950.314
1+160	26.914	0.000	264.160	0.000	13922.895	12950.314
1+170	25.897	0.000	229.410	0.000	14152.304	12950.314
1+180	19.951	0.000	180.367	0.000	14332.671	12950.314
1+190	16.122	0.000	153.704	0.000	14486.375	12950.314
1+200	14.619	0.000	154.547	0.000	14640.922	12950.314
1+210	16.291	0.000	131.090	0.000	14772.011	12950.314
1+220	9.927	0.000	75.846	0.000	14847.858	12950.314
1+230	5.242	0.000	31.919	0.985	14879.777	12951.299
1+240	1.142	0.197	0.000	0.000	14879.777	12951.299