جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة المساحة والجيومتكس

إعادة تصميم وتأهيل الطريق الواصل بين دوار عيصى و مفرق طيبة

فريق العمل

ربيع علي السعدي خالد جميل إبراهيم

محمد القواسمي

إشراف

م. فيضي شبانه

الخليل – فلسطين

2011

إعادة التصميم والتأهيل الإنشائي

الطريق الواصل بين دوار عيصى ومفرق طيبة

فريق العمل

ربيع علي السعدي　　خالد جميل إبراهيم

محمد القواسمي

إشراف

م.فيضي شبانه

تقرير مقدمة مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعة بوليتكنك فلسطين

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص المساحة والجيومتكس

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

2011

الإهداء

إلى الرحمة المهداة وخاتم الأنبياء ... رسول الله صلى الله عليه وسلم

إلى نبع الحب والحنان وسيدة القلوب ومن باعت سنوات العمر من اجلي .... إلى أمي الحبيبة

إلى من تناثرت قطرات العرق من جبينه على تراب الحبيبة فلسطين .... أبي الغالي

(واخص بالذكر أبي العزيز جميل إبراهيم والذي وافته المنية قبل أن يراني مهندسا)

والى من علموني معنى الإيثار على النفس والتضحية .... إخواني وأخواتي

والى الذين رفعوا لواء العشق للرحمن وحب الوطن .... شهدائنا الإبرار

(واخص بالذكر الاخ العزيز اسيد ابو عيطة وماهر أبو الريش و أحمد أبو جعفر وسمير القنديل ومحمد العط وغيرهم الكثير من الأحبة)

والى أقصانا الحبيب وأسرانا البواسل وجرحانا الأشاوس وهم من علمنا معنى الثبات على الدين وحب فلسطين.

واليكم يا من كنتم جسرا أوصلنا إلى أرقى درجات العلم .... أساتذتي ومعلمين

والى كل من شارك في إتمام هذا العمل

(محمد داوود وخالد طنينه وطارق السعدي وعثمان وزوز ومحمد السعيد ومحمد السعدي واحمد بدران وطارق القبج)

"وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون"

إليكم جميعا نهدي هذا العمل

الشكر والتقدير

"ولئن شكرتم لأزيدنكم"

فالشكر والحمد لله الذي يسر لنا إتمام هذا العمل , فمن داخل القلوب وبريق العيون وروائح الجنان نتقدم بالشكر الجزيل وفائق الاحترام والتقدير لكل من :-.

جامعتي الحبيبة ... جامعة بوليتكنك فلسطين ... إدارة وهيئة تدريسية وموظفين ... والذين كانوا لنا منارة العلم والعمل والإخلاص والتفاني ونخص بالذكر دائرة الهندسة المدنية ممثلة برئيسها الدكتور غسان دويك.

ونتقدم بكل الحب والوفاء للمشرف على هذا العمل الأستاذ الفاضل م.فيضي شبانه , ونتقدم بأجمل آيات الشكر والعرفان لأهل الخير والعلم والعمل للأساتذة الأفاضل المهندس مصعب شاهين والمهندس نضال أبو رجب والمهندس معتز قفيشة و المهندسة سماح الجعبري والمهندسة علياء الزير .

ونفيض بمشاعر الاحترام والتقدير إلى كل من أسهم ومد يد العون والمساعدة لإتمام هذا العمل سواء بمشاركتنا بالعمل أو بكلمة طيبة أو بدعوة صادقة في الغيب

.

إلى كل من ساهم في إتمام هذا العمل

إليكم جميعا

ملخص المشروع

إعادة تصميم وتأهيل
الطريق الواصل بين دوار عيصى ومفرق طيبة

فريق العمل:

ربيع علي السعدي **خالد جميل إبراهيم**

محمد القواسمي

جامعة بوليتكنك فلسطين- 2011م

إشراف:- م.فيضي شبانه

المشروع عبارة عن إعادة تصميم الإنشائي والهندسي للطريق الواصل بين دوار عيصى ومفرق مدينة طيبة الترفيهية ، وقد تم اختيار هذا المشروع لموقعه الحيوي الذي يمر خلال منطقة سكنية ذات كثافة سكانية عالية والعديد من المدارس والشركات التجارية والعديد من المساجد ويصل إلى العديد من الضواحي في الجزء الغربي والشمالي الغربي من مدينة الخليل ، ويتكون هذا المشروع من جزأين :- العمل ميداني والعمل مكتبي .

ويضم المشروع على العديد من الأعمال الميدانية ومنها (الجولات الاستطلاعية، عمل المضلع، رفع الطريق بما يضم من تفاصيل على ارض الواقع).

وكما يشمل المشروع على العديد من الأعمال المكتبية منها استخدام البرامج وتصحيح المضلع وعمل المخططات وهي (مخطط تصميم المقاطع العرضية، مخطط تصميم المقطع الطولي، مخططات تصميم شبكة الإنارة، التصميم الأفقي، التصميم الرأسي). و مما ذكر يجب توضيح أمر مهم وهو لفت الانتباه إلى انه يجب مراعاة تصميم الطرق حسب المواصفات الهندسية المعتمدة.

يحتوي هذا المشروع على عدة مخططات (تصميم المقاطع العرضية للطريق ، تصميم المقطع الطولي ، منحنى الحجوم، التصميم الأفقي ، التصميم الرأسي) . كما ويجب لفت الانتباه إلى انه يجب الاهتمام بتصميم الطرق حسب المواصفات الهندسية المتفق عليها وكذلك يجب الاهتمام بالتنفيذ الصحيح للعمل حسب المخططات التصميمية .

Abstract

Redesign and rehabilitation of the road between issa round about and tayba junction

Group work

Khalid Ibrahim **Rabea' al-sa'di**

Mohammad al-qawasmi

Palestine polytechnic university

Supervisor

Faydi Shabaneh

The project is a redesign and a re- constructive engineering for the road that extends from Issa square to and Taybeh crossroad. This project has been chosen because of its vital and strategic situation which goes past a crowded living area , several schools, companies and mosques . In addition, it reaches several suburbs in western and southern parts of Hebron.

This projects consists of two parts: field work and office work

The project includes several field works , discovery tours, the work of traverse , road aspects with details on the ground.

The project also includes several office works such as using programs , traverse correction and making maps . it must be taken into consideration that the road designing is according to approved engineering standards

This project includes several maps (width section designing, profile designing, volum curve, horizontal d and vertical curves). It is worth to mention that it is important to have interest in road designing according to approved engineering standards , so the right implementation should be done according to designing maps .

فهرس المحتويات

صفحة العنوان II

الإهداء III

الشكر والتقدير IV

ملخص المشروع V

ABSTRACT VI

الفصل الأول

مقدمة 2

1-1 نظرة عامة 2

2-1 نبذة تاريخية عن الطرق 3

3-1 أهمية المساحة في تصميم الطرق 4

4-1 فكرة المشروع 4

5-1 موقع ومنطقة المشروع 4

6-1 مشكلة المشروع 5

7-1 أهداف المشروع 5

8-1 هيكلية المشروع 6

9-1 الدراسات السابقة 8

10-1 طريقة البحث 8

11-1 الصعوبات والعوائق 9

12-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة 10

الفصل الثاني

الأعمال المساحية والمضلعات 12

2-1 مقدمة 12

2-2 العوامل التي تتحكم في تصميم وتخطيط الطريق 13

2-2-1 النقاط الحاكمة 13

2-2-2 التصميم الهندسي للطريق 13

2-2-3 التكلفة 13

2-2-4 حجم المرور 14

2-3 الأعمال المساحية لمسار الطريق 14

2-3-1 دراسة الخرائط 14

2-3-2 المساحة الاستطلاعية 15

2-3-3 المسح الابتدائي 15

2-3-4 المساحة التفصيلية 15

2-3-5 الأعمال المساحية النهائية (Final survey) 16

2-3-6 مرحلة المسح التثبيتي (Location survey) 16

2-3-7 مرحلة المسح الإنشائي (Construction survey) 17

2-4 المضلعات TRAVERSE 17

2-4-1 مقدمة 18

2-4-2 أنواع المضلعات (Types of Traverses) 18

2-4-2-1 المضلع المفتوح (Open Traverses) 18

2-4-2-2 المضلع المغلق (Closed Traverses) 18

2-5 القراءات 20

2- 5-1 حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح 21

2-5-2 تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Error) 23

2-5-3 الأخطاء في المسافات Error in distance 23

2-5-4 الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز (Instrument Centering Error) 24

2-5-5 أخطاء التوجيه (Target Centering) 24

2-5-6 الاخطاء في قياس الزوايا 26

2-5-7 تصحيح الاخطاء في الاحداثيات 26

6-2 النتائج 33

الفصل الثالث

التقاطعات المرورية 35

1-3 مقدمة 36

2-3 أنواع التقاطعات المرورية 36

1-2-3 التقاطعات على نفس المستوى 36

1-1-2-3 الشكل البسيط 37

2-1-2-3 الشكل البسيط لتقاطع على شكل مصلب (+) 38

3-1-2-3 التقاطع ذو القنوات (CHANNELED) 38

1-3-1-2-3 فوائد التقاطع ذو القنوات 39

4-1-2-3 الدوار 40

1-4-1-2-3 فوائد الدوار 40

2-4-1-2-3 مساوئ الدوار 40

3-3 المعايير الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم التقاطعات المرورية 41

4-3 الحركات على التقاطعات 41

5-3 عوامل اختيار التقاطع 45

6-3 الجزر على التقاطعات :- 46

7-3 اشكال الجزر :- 46

الفصل الرابع

هندسة النقل والمرور 47

1-4 مقدمة 48

2-4 العوامل الأساسية التي تتحكم في سريان المرور 49

3-4 الهدف من دراسة حجم المرور 49

4-4 طرق عد السيارات 50

1-4-4 العد اليدوي 50

4-4-2 العد الميكانيكي.....50
4-4-3 العد بطريقة المشاهد المتحرك 51
4-5 مكان الانطلاق والاتجاه 51
4-6 تحليل معلومات السير الحالي والمستقبلي.....52
4-7 العمر التصميمي للطريق 53
4-8 تعداد المركبات.....54
الفصل الخامس
التصميم الهندسي للطريق 60
مقدمة :-.....61
5-2 أسس عملية التصميم :-.....61
5-2-1 قطاع الطريق :- 62
5-2-2 حجم المرور (TRAFFIC VOLUME) :-.....62
5-2-3 الأرصفة (SIDEWALKS) :- 63
5-2-4عرض الحارة (LANE WIDTH):-.....64
5-2-5 الميول الطولية :- 64
5-2-6 الميول العرضية:-.....64
5-3 التخطيط الأفقي للطريق :- 65
5-3-1 المنحنيات الأفقية :-.....65
5-3-1-1 المنحنيات الدائرية البسيطة (SIMPLE CIRCULAR CURVES) :- 66
5-4 القوة الطاردة المركزية :-.....69
5-5 التعلية :- 70
5-5-1 الطرق تنفيذ التعلية :-.....72
5-5-1-1الطريقة الأولى :- 72
5-5-1-2 الطريقة الثانية:- 73
5-5-1-3 الطريقة الثالثة:- 73

5-6 التخطيط الراسي للطريق (VERTICAL ALIGNMENT) :- 76
5-6-1 أنواع المنحنيات الرأسية :- 76
5-6-2 عناصر المنحنى الرأسي :- 77
5-6-2-1 الميول الرأسية العظمى :- 78
5-6-3 مسافة الرؤية (SIGHT DISTANCE) :- 78
5-6-4 مسافة التجاوز (PASSING SIGHT DISTANCE) :- 79
5-7 المياه السطحية ومياه الأمطار :- 81
5-7-1 أهمية تصريف المياه :- 81
5-8 شبكة الإنارة :- 82
5-8-1 أعمدة الإنارة:- 82
5-8-2 ارتفاع أعمدة الإنارة :- 82
5-8-3 عوامل توزيع أعمدة الإنارة على الطريق :- 82
5-8-4 طرق توزيع الإنارة على مسار الطريق :- 83
5-8-5 المسافة بين أعمدة الإنارة :- 84
5-8 إشارات المرور: 85
5-8-1 انواع الاشارات: 85
5-8-2 مواصفات الإشارات :- 86
5-8-3 موقع الإشارة :- 86
5-9 علامات المرور على الطريق (TRAFFIC MARKING) :- 89
5-9-1 أهداف علامات المرور:- 89
5-9-2 الشروط الواجب توفرها في علامات المرور:- 89
5-9-3 أنواع علامات المرور :- 90

الفصل السادس
التصميم الانشائي للطريق 91
1-6 مقدمة 92
2-6 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة 93
1-2-6 العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO :- 94
3-6 الفحوصات المخبرية في تصميم الطريق :- 95
1-3-6 اختبارات التربة :- 95
1-1-3-6 اختبار الدمك (تجربة بروكتور) :- 96
2-1-3-6 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) :- 101
4-6 حساب الأوزان المحورية القياسية :- 108
5-6 حساب سماكة الطبقات :- 115
6-6 الخلاصة :- 122
الفصل السابع
حساب المساحات والحجوم 123
1-7 المساحات :- 124
1-1-7 طريقة الإحداثيات :- 124
2-7 حساب الحجوم والكميات :- 125
1-2-7 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي 125
1-1-2-7 المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل :- 126
2-1-2-7 المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس):- 127
3-1-2-7 المقطعان مختلطان :- 129
الفصل الثامن
النتائج والتوصيات 133
1-8 النتائج:- 134
2-8 التوصيات: 134

فهرس الاشكال

الشكل رقم (2-1) (OPEN TRAVERSE) 18

الشكل رقم (2-2) (LINK TRAVERSE) 19

الشكل رقم (2-3) (CLOSED TRAVERSE) 19

الشكل رقم (2-4) شكل توضيحي للمضلع المستخدم في المشروع 20

الشكل رقم (2-5) شكل توضيحي يبين(RELATIVE ERROR ELLIPSE) 32

الشكل (3-1) التقاطعات على نفس المستوى 37

الشكل (3-2) تقاطع الشكل البسيط 38

الشكل (3-3) تقاطع الشكل المصلب 38

الشكل (3-4) تقاطع ذو القنوات 39

الشكل (3-5) الدوار 40

الشكل (3-6) يبين أنواع الحركات على التقاطعات المرورية 42

الشكل (3-7) يبين حركة التبادل على التقاطعات المرورية 43

الشكل (3-8) يبين طريق على شكل + بمسربين بنفس الاتجاه 43

الشكل (3-9) يبين طريق على شكل + بمسربين احدهما بنفس الاتجاه والأخر باتجاهين 44

الشكل (3-10) يبين طريق على شكل(+) بمسربين وكل مسرب باتجاهين 44

الشكل (3-11) اشكال الجزر على التقاطعات 46

الشكل (5-1) عناصر المنحنى الدائري البسيط 66

الشكل(5-2) القوى المؤثرة على المركبة 69

الشكل (5-3) التعلية على الطريق 71

الشكل (5-4) الطريقة الأولى 72

الشكل (5-5) الطريقة الثانية 73

الشكل (5-6) الطريقة الثالثة 73

الشكل (5-7)العلاقة ببين نصف القطر والتعلية 75
الشكل (5-8) أنواع المنحنيات الراسية 76
الشكل (5-9) عناصر المنحنى الراسي..... 77
الشكل (5-10)يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن..... 78
الشكل (5-11) عناصر مسافة التجاوز 79
الشكل (5-12) توزيع الإنارة في المنتصف (L < 1.5H) 83
الشكل الشكل (5-13) توزيع الأعمدة في جهة واحدة (H > E) 83
الشكل(6-1) طبقات الرصفة المرنة 93
الشكل (6-2) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة 99
الشكل (6-3) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة 100
الشكل (6-4) العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 10ضربات..... 105
الشكل (6-5) العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 30ضربة..... 105
الشكل (6-6) العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 65 ضربة..... 106
الشكل (6-7) العلاقة بين CBR والكثافة الجافة 107
شكل(6-8) إيجاد (S-SOIL SUPPORT VALUE)..... 120
شكل (6-9) (AASHTO FLEXIBLE-PAVEMENT DESIGN)..... 121
الشكل (7-1) مقطع عرضي..... 124
شكل (7-2) :- حساب المساحة بطريقة الإحداثيات..... 125
الشكل (7-3) :- المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل..... 126
الشكل (7-4) :- المقطع الأول مختلط والآخر حفر 128
الشكل (7-5): المقطعان مختلطان 130

فهرس الجداول

جدول (2-1) جدول معدل القراءات التي تم رصدها في الميدان..... 21

جدول (2-2) الإحداثيات غير المصححة للمحطات في الميدان 23

جدول (2-3) الإحداثيات المعلومة (TRIGS) 23

جدول (2-4) الجدول يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية..... 25

جدول (2-5) معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة..... 25

جدول (2-6) الإحداثيات المصححة للمحطات في الميدان 30

جدول(2-7) قيم الأخطاء الناتجة..... 33

جدول (2-8) أطوال الخطوط والزوايا المحصورة بينها ومقدار الدقة فيها. 34

جدول (4-1) :- تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه.....54

جدول(4-2) :- متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع. 57

جدول (5-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية..... 63

جدول (5-2) الميول العرضية حسب نوع الرصفة 65

جدول (5-3) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق 68

جدول (5-4) الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى..... 69

جدول (5-5) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة 74

جدول (5-6) يبين أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي..... 74

جدول (5-7) العلاقة بين عرض الطريق وارتفاع العمود والمسافة بين الأعمدة..... 84

جدول(5-8) إشارات التحذير ومدلولاتها 87

جدول(5-9) إشارات الإرشاد ومدلولاتها..... 88

جدول (6-1) قيم الكثافة الرطبة لعينات ال (BASE COURSE)..... 98

جدول (6-2) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات ال (BASE COURSE) 98

جدول (6-3) قيم الكثافة الرطبة لعينات طبقة الاساس 99

جدول (6-4) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة 100
جدول (6-5) بعض قيم نسبة التحمل (CBR). 101
جدول (6-6) حساب نسبة التحمل (CBR) 102
جدول (6-7) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10 , 30 , 65 ضربة. 104
جدول (6-8) الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم ال CBR لها..... 106
جدول (6-9) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة..... 107
جدول (6-10) نسبة المركبات في المسرب الواحد 108
جدول (6-11) معامل النمو (GROWTH FACTOR) 110
جدول (6-12) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية..... 114
جدول (6-13) قيمة المعامل المناخي (REGIONAL FACTOR) حسب المناخ..... 116
جدول(6-14) معامل الطبقة (LAYER COEFFICIENT) للإسفلت 117
جدول (6-15) معامل الطبقة (LAYER COEFFICIENT) للبسكورس..... 117
جدول(6-16) معامل الطبقة (LAYER COEFFICIENT) ل SUB BASE..... 118
جدول (6-17) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة 122

الفصل الأول

1

مقدمة

1-1 نظرة عامة
2-1 نبذة تاريخية عن الطرق
3-1 أهمية المساحة في تصميم الطرق
4-1 فكرة المشروع
5-1 موقع ومنطقة المشروع
6-1 مشكلة المشروع
7-1 أهداف المشروع
8-1 هيكلية المشروع
9-1 الدراسات السابقة
10-1 طريقة البحث
11-1 الصعوبات والعوائق
12-1 الأجهزة المساحية المستخدمة

الفصل الأول

مقدمة

1-1 نظرة عامة:-

إن المجتمع في أي دولة صغيرة كانت أم كبيرة تتداخل مصالحه وتتكامل وظائفه في معظم أمور الحياة وتترابط مؤسساته جنباً إلى جنب في أغلب متطلبات العيش، وقلما تتلاقى في أمور أخرى لكن القاعدة هي العمل الجماعي لكل مؤسسات الدولة لتستمر أمور الحياة كما يجب وعلى نحو أفضل.

ارتبطت شبكة الطرق على مر العصور ارتباطا وثيقا بتطور الإنسان , و الطرق كانت تعكس مدى التطور الذي توصل إليه الإنسان على مر العصور, حيث تطورت الطرق من طرق ترابية تفتقر إلى أدنى مستويات الخدمة إلى أن أصبحت تحمل طابع التخطيط السليم , حيث أصبح الإنسان يبحث عن الطريقة الصحيحة في إنشاء شبكة طرق , و أصبحت تعتمد على نظريات هندسيه وعلى تخطيط سليم يرتقي بالإنسان إلى أعلى درجات الراحة والرقي والأمان .

وتلعب الطرق دور مهم وفعال في التنمية الحضرية حيث ان لها الدور الرئيس في التطور الاقتصادي والاجتماعي والرقي بالمجتمع إلى أعلى درجات التطور والنمو على كافة المجالات حيث أن المنطقة التي تعتبر متقدمه في هذه المجالات أكثر ما تتميز به هو نظام شبكة الطرق والنقل فيها.

2-1 نبذة تاريخية عن الطرق:-

لا ترتبط نشأة الطرق بتاريخ معين, ولكن كانت المسارات التي سلكها الناس بحيواناتهم هي أول طرق سير عرفتها البشرية حيث نشأت مع توطن البشر واستخدامهم للحيوانات قبل آلاف الأعوام , لم يأخذ الطريق في ذلك الوقت نظاما معينا بل اخذ 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 فقد أنشئوا شبكة ضخمة من الطرق تتكون من 29 طريقا رئيسيا يصل مجموع آلاف الكيلومترات، 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. وكذلك عرفوا الانحدار الطفيف للطرق لتصريف المياه. وعرف الإنسان أول طريق مرصوفة بالأحجار في بلاد ما بين الرافدين، ثم أتى البابليون وبنوا شبكة مهمة من الطرق تصل العاصمة بالمناطق المحيطة بها، وكانوا أول من استخدم الإسفلت (القار) كمادة من مواد إنشاء الطرق.

وفي القرن الثامن عشر الميلادي تطور إنشاء الطرق على يد كل من المهندسين تلفورد و ماكآدم من تطوير أساليب مشابهة لإنشاء الطرق مستخدمين الأحجار مختلفة الأحجام ، حيث استخدم تلفورد أحجارا كبيرة كقاعدة للطريق وغطاها بأحجار اصغر كسطح للطرق، أما ماكآدم فاستخدم أحجارا صغيرة لكامل أجزاء الطريق .

وفي القرن التاسع عشر الميلادي أنشأت آلاف الكيلومترات من الطرق التي أخذت بعين الاعتبار تصريف المياه والتأسيس على أرضية صلبة ، وتبعها اختراع الإطارات المطاطية بدلا من المعدنية من قبل العالم دنلوب الذي ساعد على تغطية الطرق بالإسفلت مع بداية القرن العشرين مما زاد من مستوى الراحة والسرعة وتقليل الضوضاء، كما أنه تم اكتشاف محرك الاحتراق الداخلي بواسطة العالمين بتر و دملر والذي شكل ثورة في عالم الطرق والدخول في عصر السيارات الذي نعيشه اليوم.

3-1 أهمية المساحة في تصميم الطرق:-

تستند أعمال تصميم طريق معين على المعلومات المهمة , وتحتاج الكثير الحسابات و الدقة ، هذه المعلومات تحتاج إلى دراسة حقيقية وتصور واقعي ، وعدم الإلمام بهذه المعلومات يؤدي إلى التخطيط العشوائي ، ونستنتج مما ورد انه لابد من توفر أجهزة وبرامج في التصميم ولانجاز عملية الحسابات الدقيقة .

في الآونة الأخيرة ازداد الإقبال على أجهزة قياس المسافات الإلكترونية واستخدام الوسائل المساحة الجوية ومعلومات الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد بالنظر لما توفره هذه المصادر من توفير للوقت والجهد ودقة هائلة في القياس.

4-1 فكرة المشروع :-

تشتمل فكرة المشروع على إعادة تصميم وتأهيل للطريق الواصل بين دوار عيصى ومفرق طيبة، وهو عبارة عن طريق بطول حوالي 1200 متر، ونهدف من وراء هذا العمل القيام بوضع تصميم نموذجي لهذا الطريق، و الاهتمام قدر الإمكان بجميع عناصر الطريق .

وسيتم ذلك من خلال دراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها ، و العمل على التصميم الإنشائي و التصميم الهندسي والذي يعرف بأنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات . وتصميم عرض الطريق والرصفة وطبقة الإسفلت وتصميم المنحنيات اللازمة في الطريق (الأفقية والراسية) وتخطيط التقاطعات و تحديد تفاصيل العلامات والخطوط وإشارات المرور وغيرها من مقاييس التحكم في المرور .للوصول إلى طريق لا يسبب حوادث ويحقق الانسياب السلس لتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم ، وكما سيتم تصميم مخططات لأعمدة الإنارة , واستخدام البرامج اللازمة للتخطيط ولتصحيح الأخطاء المساحية ، وكذلك لإعطاء قيمة جمالية وحضارية للمنطقة .

5-1 موقع ومنطقة المشروع :-

يقع المشروع في مدينة الخليل في جنوب فلسطين , في منطقة عيصى الواقعة في غرب مدينة الخليل,ويصل الطريق ما بين المنطقة الواصلة ما بين دوار منطقة عيصى ومفرق مدينة طيبة الترفيهية.

ويعد هذا المشروع استكمالا للعمل الذي قامت به بلدية الخليل و مجموعة من الطلاب من تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس , حيث يربط المشروع ما بين العمل الذي قامت به بلدية الخليل والذي يصل إلى دوار عيصى والعمل الذي قامت به مجموعة الطلاب والذي يصل إلى مفرق طيبة.

ويعد الطريق مهما إذ يمر من خلال منطقة حيوية في مدينة الخليل , حيث يمر من خلال أحياء عامة وخاصة ومجموعة مدارس مساجد , ويصل إلى ضواحي أخرى في مدينة الخليل .

6-1 مشكلة المشروع :-

بالرغم من المنطقة الحيوية التي يمر بها الطريق والقيمة التي يحتلها والحجم المروري الذي يمر من الطريق إلا انه يحوي الكثير من المشكلات , ومن هذه المشكلات عدم وجود رصيف للمشاة وعدم وجود الإنارة في الطريق و وجود التشققات والهبوط في الإسفلت , وعدم وجود تخطيط للطريق وسوء تصميم التقاطعات , وعدم مراعاة تصميم المنحنيات الأفقية والرأسية والأمور الإنشائية الأخرى .

7-1 أهداف المشروع :-

يكتسب هذا الطريق الأهمية لعدة أسباب ، حيث انه يؤدي إلى منطقة ترفيهية ويصل إلى القرى مجاورة ، ويقع عليه العديد من المدارس المساجد ويربط عدة أحياء وضواحي بمدينة الخليل ، حيث يهدف المشروع إلى خدمة المنطقة السكانية التي يمر منها الطريق ، وذلك لجعل المنطقة حيوية و متطورة أكثر بزيادة الإقبال على تعمير المنطقة المحيطة والانتشار السكاني فيها وبذلك يتم تخفيف الازدحام في بعض المناطق الغربية لمدينة

الخليل نظرا لارتفاع نسبة الزيادة الطبيعية للسكان ولتوفير الراحة والهدوء والأمان فكان من الضروري إعادة تصميم وتأهيل للطريق حسب المواصفات الفنية والهندسية طبقا لقانون وزارة الأشغال العامة المستخدم في الضفة الغربية.

يتضمن العمل في المشروع على القيام بالأعمال المساحية اللازمة لإعادة تصميم الطريق وهي :-

1- إعادة تصميم الطريق تصميما إنشائيا مع الأخذ بعين الاعتبار القواعد والأسس الصحيحة في التصميم ويشتمل ذلك على تصميم طبقات الرصفة والإسفلت.
2- إعادة تصميم التقاطعات .
3- إعادة تصميم المنحنيات الراسية والأفقية .
4- إعادة تصميم شبكة الإنارة .
5- توفير الراحة والأمان على الطريق وخصوصا مع وجود العديد من المدارس الأساسية.

1-8 هيكلية المشروع :-

من خلال المناقشة من بين فريق العمل والمشرف على المشروع على وضع هيكلية معينة تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه الطريق من أعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كالأتي :-

- الفصل الأول :- يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث (إعادة تصميم وتأهيل الطريق الواصل بين دوار عيصى ومفرق طيبة)، الأهمية والأهداف ، فكرة ... الخ.

- الفصل الثاني :- الأعمال المساحية و المضلعات :- يتحدث عن الأعمال المساحية وعن العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطرق ودراسة الخرائط و المضلعات حيث يُظهر عدد من القراءات

التي تم رصدها في الميدان لحساب إحداثيات المحطات التي تساعد في تصحيح المضلعات اللازمة لإظهار الشكل الحقيقي للطريق .

- الفصل الثالث :- التقاطعات المرورية :- يشمل هذا الجزء على شرح لأنواع التقاطعات المرورية بشكل عام والتقاطعات التي سيتم دراستها واستخدامها لحل مشكلات التقاطع المرورية , وكما سيتم دراسة أنواع الحركات على التقاطعات المرورية .

- الفصل الرابع :- هندسة النقل والمرور :- يتحدث عن هندسة النقل والمرور 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 , وعلامات وإشارات المرور.

- الفصل الخامس :- التصميم الهندسي :- عن التصميم الهندسي للطرق من حيث أسس التصميم الهندسي للطرق ومسافة الرؤية و التوقف و التخطية و التصميم الأفقي والرأسي للطريق وكيفية تصميم المنحنيات الأفقية والمتدرجة والميول العرضية بالإضافة إلى عن تصميم المنحنيات الرأسية والعناصر الأساسية للمنحنى الرأسي والميول الرأسية العظمى في الطرق ، والإضاءة على الطريق .

- الفصل السادس :- التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية :- يتحدث عن التصميم الإنشائي للطريق و الفحوصات المخبرية التي تجري على طبقات الرصفة وحساب قيم ال (CBR) لكل طبقة من طبقات الرصفة .

- الفصل السابع :- حساب المساحات و الحجوم لكميات الحفر والردم :- يتحدث عن كيفية حساب الحجوم والكميات باستخدام القوانين اللازمة لذلك والعمل على العديد من المقاطع كما سيتم التوضيح من خلال هذا الفصل .

- الفصل الثامن :- النتائج والتوصيات :- يتحدث عن ما تم التوصل إليه من خلال عملية البحث في المشروع وما يتوقع تطبيقه والتوصيات الخاصة لمتابعته .

1-9 الدراسات السابقة :-

تعد الدراسات السابقة من أهم الركائز والدعائم التي يجب الاهتمام بها عند التخطيط للقيام بدراسة لتنفيذ أي مشروع في أي مجال من المجالات , ولا بد من الأخذ بعين الاعتبار الدراسات و تحليلها , و ذلك لما كان لها من فائدة كبيرة من حيث التعرف على الأفكار المراد عملها في هذا المشروع ومحاولة الاستفادة منها ومحاولة لتصحيح الأخطاء إن كانت موجودة.

وتعتبر الدراسات السابقة كمراجع أو كتب أو خرائط ومخططات يتم الاستفادة منه في عملية التصميم والتخطيط , لذلك يمكن اعتبار الكتب التي تتحدث عن تصميم الطرق و تخطيطها كدراسات سابقة للطريق التي نعمل على إعادة تأهيلها في هذا المشروع.

و لوفرة الكتب والمؤلفات في مجال تصميم الطرق، فقد تم الاعتماد على عدة كتب ومراجع تتناول موضوع الطرق ومن أهمها (المساحة وتخطيط المنحنيات), (تغطية مساحية للطرق) وهما من مؤلفات الدكتور يوسف صيام ، وتتناول عدة مواضيع منها التخطيط الأفقي و التخطيط الرأسي بما يحتويان من منحنيات أفقية و رأسية، مع بيان أنواعهما و بيان القوانين المتعلقة بهما وبيان ذلك مع بعض الأمثلة المشروحة ، وهناك كتب ومراجع أخرى تم استخدامها منها هندسة الطرق وكتاب هندسة المساحة 1و2 وهندسة النقل والمرور والتي تعتبر مساقات إجبارية في تخصص المساحة والجيوماتكس في الجامعة, بالإضافة إلى بعض المواقع المهمة من شبكة (الإنترنت) و بعض المخططات من بلدية الخليل التي ستستخدم في هذا المجال .

وسنعمل جاهدين على الاستفادة من هذه المراجع في حسن تصميم هذه الطريق وفقاً لما تم ذكره في هذه المراجع.

1-10 طريقة البحث :-

- اختيار موضوع البحث (مشروع مساحة-طرق) حيث قمنا بالبحث عن طريق مناسبة تتوفر فيها عدة خصائص مناسبة للمشروع مثل؛ الطول , الموقع ، المكان, الحاجة إليها وغيرها من الأمور الأخرى .

فتم بحث الموضوع مع المشرف والجهات المختصة مثل بلدية الخليل وتحديد (الطريق الواصل بين دوار عيصى و مفرق طيبة) مشروع تخرج .

- القيام بزيارات ميدانية (استطلاعية) للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل المهمة للتصميم وتعيين نقاط المضلع الكاشفة لأجزاء الطريق(stations) .
- البحث عن المراجع والمصادر في المكتبة وغيرها والتي يمكن الاستفادة منها خلال كتابة المشروع .
- بدأ العمل الميداني من نقاط معلومة الإحداثيات مربوطة بمضلع (Traverse) وتصحيحه من الأخطاء باستخدام العديد من البرامج المساحية لزيادة الدقة في العمل المساحي .
- العمل على المسح الميداني للطريق ورفع التفاصيل الموجودة في المنطقة من اجل تجهيز المخططات اللازمة لعملية التخطيط والتصميم.
- تخطيط وتصميم الطريق بمراحل مختلفة (مرتبط بالعمل الميداني) .
- كتابة المادة النظرية لمقدمة المشروع مع مراعاةً الشروط الأساسية الواجب توفرها في المقدمة مع و مراجعة مشرف المشروع والأخذ بنصيحته .

بعد إتمام مساق المقدمة وتسليمها ومناقشتها ، يستمر العمل في تصميم وإنشاء المخططات و كتابة مشروع التخرج الذي يكمل حسب الأنظمة المتبعة في الجامعة (المواصفات الفنية والهندسية طبقا لقانون وزارة الأشغال العامة المستخدم في الضفة الغربية).

11-1 الصعوبات والعوائق :-

يوجد العديد من العوائق الموجودة في الطريق والتي يمكن تلخيصها فيما يلي :-

1- وجود العديد من المنحنيات في الطريق مما أدى إلى زيادة في عدد المحطات .
2- كثرة التفاصيل حول الطريق مثل المنازل والمباني التي تعيق عملية الرؤية والعمل الميداني وصعوبة التصميم .
3- وجود حجم مروري عالي حيث يؤدي مرور المركبات إلى إعاقة الرؤية وصعوبة العمل الميداني.

4- صعوبة الحصول على المعلومات من الجهات الرسمية أثناء عملية جمع المعلومات.
5- وجود بعض المنازل حول الطريق يسبب صعوبة في توسع الطريق بالاتجاه المستقيم .
6- إحالة بعض المواطنين دون العمل الميداني ووجود المدارس الأساسية حول الطريق .

12-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة :-

1- أجهزة المحطة الشاملة (Total Station) .

ولوازمها مثل :- (عواكس , شواخص , شريط قياس مسافات, أجهزة لاسلكية, علبة دهان لتعليم النقاط,...الخ).

2-جهاز (Trimble) .

3- جهاز (GPS نوع 5700 Trimble Dual Frequency).

4- برنامج (AutoCAD).

5-برنامج (Autodesk land survey 2007).

6- برنامج (Adjust).

7-برنامج (Arc GIS 9.2) .

8-برنامج (civil 3d companion)

الفصل الثانى

2

الأعمال المساحية والمضلعات

2-1 مقدمة
2-2 العوامل التي تتحكم في تصميم وتخطيط الطريق
2-3 الأعمال المساحية لمسار الطريق
2-4 المضلعات
2-5 القراءات
2-6 النتائج

الفصل الثاني

الأعمال المساحية والمضلعات

2-1 مقدمة :-

في تصميم أو إنشاء الطريق لا بد من مراعاة الأمور التصميمية والتنظيمية , وذلك من اجل تنظيم حركة السير على الطريق و منع وقوع الحوادث وضمان حسن أداء الطريق وحتى يتم تحقيق الأهداف الذي أنشئت من اجله الطريق . لذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أمور تصميمية عدة ومنها المسارب والاتجاهات والتقاطعات والانعطافات حيث لا تقل أهمية هذه الأمور عن أهمية الطريق , و يجب تصميمها أثناء تصميم الطريق و بنفس الأداء والدقة .

ويجب مراعاة الكثير من الأمور عند فتح طريق جديدة ومن هذه الأمور أن يكون هذا التصميم يعود بالفائدة الاقتصادية والاجتماعية والراحة على المجتمع .

وحتى نحقق ما ذكر سيتم دراسة كلفة الطريق وأهميتها ومدى فائدتها وإسهامها في تلبية الاحتياجات الاجتماعية بعد إعادة تصميم هذه الطريق ، لذلك فهي بحاجة للدراسة والتطوير والتصميم والصيانة.

من الأمور الأساسية الواجب مراعاتها عند إنشاء الطريق أو تصميمه ما يلي :-

1- مراعاة الميول المناسبة للطريق ما يمكن .
2- تحقيق الفائدة من الطريق ما أمكن .
3- تحقيق اقل تكلفة مع مراعاة جودة التصميم والإنشاء, واخذ عوامل السلامة والأمان بعين الاعتبار .

2-2 العوامل التي تتحكم في تصميم وتخطيط الطريق :-

لتصميم الطريق لأفضل ما يكون من درجات التصميم واقل كلفة ممكنة ومريحا إلى درجة جيدة يجب أن يكون الطريق مستقيما بين النقاط الحاكمة وهذا قد لا يمكن تحقيقه في الكثير من الأحوال لوجود الكثيرة من العوائق الطبيعية والصناعية التي تعترض مسار الطريق .

ومن الأمور التي تتحكم في تشكيل مسار الطريق ما يلي :-

2-2-1 النقاط الحاكمة:-

وهي عبارة عن النقاط التي يمر بها مسار الطريق وتعتمد على العديد من العوامل ومنها :-

- وجود بعض العقبات في مسار الطريق .
- مناطق يفضل القرب منها (مناطق ترفيهية و سياحية) .
- المناطق المراد الوصول إليها وخدمتها .
- مناطق يجب الابتعاد عنها (مثل الآثار وغيرها) .

2-2-2 التصميم الهندسي للطريق:-

هنالك الكثير من الأمور التي يجب مراعاتها عند التصميم الهندسي للطريق مثل الانحدارات ومسافة الرؤية وأنصاف أقطار المنحنيات والتي تتحكم في الاختيار المسار النهائي للطريق ويجب اخذ النقاط التالية بعين الاعتبار:-

- ميل الطريق .
- التصميم الأفقي .
- التصميم الرأسي .
- إمكانية التنفيذ للمناطق المجاورة .

3-2-2 التكلفة:-

يجب أن تكون تكلفة الطريق اقل ما يمكن مع مراعاة أن تكون الاستفادة من الطريق اكبر ما يمكن مع المحافظة على مستوى عالي من التصميم الهندسي ضمن الشروط و المواصفات التي يجب مراعاتها عند التصميم.

4-2-2 حجم المرور:-

يجب أن يتم مراعاة الحجم المروري عند تخطيط الطريق , حيث يتم دراسة الحجم المروري الحالي والمتوقع في المستقبل , ولذلك يجب عمل دراسة على المسار المرغوب لمعرفة اتجاهات حركة المرور التي يجب عملها في الطريق .

3-2 الأعمال المساحية لمسار الطريق:-

قبل توقيع مسار الطريق على الخرائط يجب أن تؤخذ في الاعتبار جميع النقاط السابقة. وهناك مراحل للأعمال المساحية هي :-

- دراسة الخرائط.
- المساحة الاستطلاعية.
- المسح الابتدائي.
- المساحة التفصيلية.
- الأعمال المساحية النهائية (Final survey).
- مرحلة المسح التثبيتي (Location survey).
- مرحلة المسح الإنشائي (Construction survey).

2-3-1 دراسة الخرائط :-

من خلال الخرائط يمكن وضع وتحديد مسار الطريق وتحديد موقعه على الخرائط مع مراعاة ضرورة الرجوع إلى الطبيعة وذلك للتعرف على الشكل الواقعي والفعلي للطريق .

2-3-2 المساحة الاستطلاعية :-

بالرغم من توفر الخرائط لدى المهندس إلا أنها لا تمثل شكل الطريق الفعلي كما دقة في الواقع , ويجب على المهندس زيارة الموقع لوضع أسس التخطيط و التصميم الأفضل لمسار للطريق وتحديد العوائق التي تحدد مسار الطريق . ويجب جمع المعلومات من الموقع ومن هذه المعلومات :-

- تحديد جميع العوائق غير الموضحة على الخرائط والتي تعيق مسار الطريق .
- تصميم المنشآت اللازمة لتصريف مياه الأمطار والمياه السطحية .
- نوع وطبيعة التربة في الموقع وضع الطريق الحالي (تشقق و انهيار الإسفلت) .

2-3-3 المسح الابتدائي :-

أهداف المسح الابتدائي :-

1- عمل مضلع مغلق (Link Traverse) للطريق .
2- دراسة العوائق على الطريق والتي تعيق عملية التصميم .
3- دراسة طبيعة وطبوغرافية الأرض لعمل الميول المناسبة .
4- عمل مسح مبدئي للطريق المختارة بعد عملية الاستطلاع .
5- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار سلاسل وغيرها من التفاصيل.
6- الدراسة الهندسية للطريق لعمل المنحنيات اللازمة للطريق (الأفقية و الراسية) .
7- اختيار المسار النهائي.
8- إيجاد البدائل في التخطيط الجديد ومقارنتها بالواقع الحالي للطريق لأخذ الأفضل وتطبيقه .
9- عمل دراسة اقتصادية اللازمة لمسارات الطريق .

ومن المسح الابتدائي يمكن الحصول على جميع البيانات اللازمة لعمل التخطيط النهائي للطريق.

2-3-4 المساحة التفصيلية:-

بعد اختيار الطريق قام فريق العمل بعمل مضلع مصحح معلوم الإحداثيات من أجل ربط الطريق بنقاط معلومة الإحداثيات ، و ذلك باستخدام جهاز المحطة الشاملة في عملية المساحة الأرضية وذلك لرفع مسار الطريق وما يقع في حرم الطريق من مباني وأعمدة الكهرباء والهاتف الواقعة ضمن نطاق الطريق . وذلك لعمل المقاطع العرضية كل (20م - 25م) مع مراعاة تقليل المسافة بين المقاطع العرضية عند وجود تغير مفاجئ في طبيعة مسار الطريق وعند وجود المنحنيات والتقاطعات. من اجل دقة العمل المساحي يتم تصحيح ومعالجة المضلع من الأخطاء باستخدام عدة برامج تعتمد على طريقة Adjustment by Least Squares وسيتم توضيح طريقة تصحيح المضلع من الأخطاء بالتفصيل في الفصول القادمة .

2-3-5 الأعمال المساحية النهائية (Final survey):-

يشمل هذا الجزء من الدراسة على رسم المقاطع العرضية لمسارات لدراسة وحساب كميات الأعمال الترابية من حفر وردم و تحديد مواقع العبارات والجسور وغيرها من الأمور التصميمية. كذلك لابد للفريق المصمم أن يأخذ بعين الاعتبار مختلف الجوانب الاقتصادية والبيئية والفنية والاجتماعية التي تسهل عملية اختيار مسار الطريق وهي كما يلي :-

2-3-6 مرحلة المسح التثبيتي (Location survey) والمسح الإنشائي (Construction survey) :-

بعد عملية تحديد مسار الطريق المقترح يجب تثبيت خط الوسط (المركز) , وكذلك يتم التثبيت بوضع أوتاد (مسامير و الرش بالدهان) على خط المحور على مسافات متساوية وكذلك يتم تثبيت بداية المنحنيات الأفقية ونهايتها ونقاط التقاطع ويتم ربط هذه النقاط بنقاط ربط ثابتة و واضحة .

ومن ثم تتم عمل الميزانية الطولية وهي اخذ المناسيب على خط المحور كما يتم اخذ مناسيب عرضية على مقاطع عرضية تؤخذ كل (20م – 25م) , كما يتم عمل المقاطع العرضية عند مجاري المياه بحيث تمتد المقاطع العرضية على جانبي المحور لمسافات مناسبة لتصميم جسم الطريق ويتم عمل الفحوصات اللازمة من خلال اخذ عينات ترابية من الطريق .

ومن ثم يتم رصد المناسيب للمقاطع الطولية والعرضية وذلك حتى يتم تصميم الطريق بالمستوى الرأسي و تحديد الانحدارات وتصميم المنحنيات الراسية و تحديد عرض سطح الطريق وحرم الطريق والميول الجانبية ومن حساب الكميات لأعمال الحفر والردم .

ومن خلال المسح الإنشائي نقوم بالأمور التالية :-

1. تثبيت جميع أوتاد الطريق وتثبت على بعد 20 أو 25 متر على امتداد المحور الطولي للطريق مع تثبيت بداية المنحنى و نهاية ونقاط التقاطع والربط.
2. تثبيت أوتاد الميول الجانبية.
3. تثبيت أوتاد حدود حرم الطريق وهو العرض المخصص لكامل جسم الطريق مع أي توسعات في المستقبل وتثبيت الأوتاد هنا على حدود الأرض المخصصة للطريق.
4. تثبيت أوتاد المرجع (Reference point).
5. تثبيت الأوتاد اللازمة لتحديد حفر استعادة المواد وحدودها هي مناطق يتم جلب الردم منها في حالة عدم توفر كميات كافية للردم في الطريق.
6. تثبيت الأوتاد اللازمة للمنشآت الأخرى كالأبنية و العبارات و الجزر و وسائل الحماية على جانبي الطريق.

4-2 المضلعات Traverse

1-4-2 مقدمة :-

يعرف المضلع بمجموعة من الخطوط المستقيمة متصلة يبعضها البعض حيث تبدأ من نقطتين معلومتين وتشكل بمجموعها خطاً متكسراً , ويأخذ 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 الأفقيتين بين المحطات وتمتد باتجاهات مختلفة للإحاطة بالمباني و الطرق والساحات والاهداف المطلوبة للرصد .

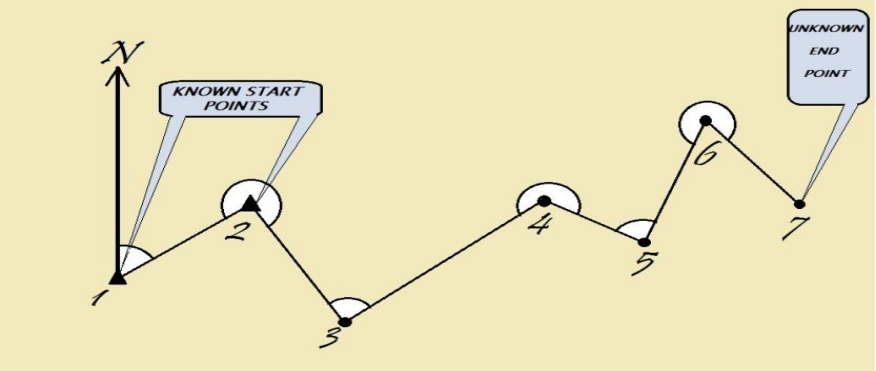
ويعود الهدف في إنشاء المضلعات في تعين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع او الرصد انطلاقاً من نقاط معلومة الإحداثيات قد تكون نقاط من شبكات مثلثة أو وضعت بطرق مساحية أخرى .

2-4-2 أنواع المضلعات (Types of Traverses):-

هنالك الكثير من الأنواع المختلفة للمضلعات :-

1-2-4-2 المضلع المفتوح (Open Traverses) :-

يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بنقطتين أخريين غير معومتي الإحداثيات .



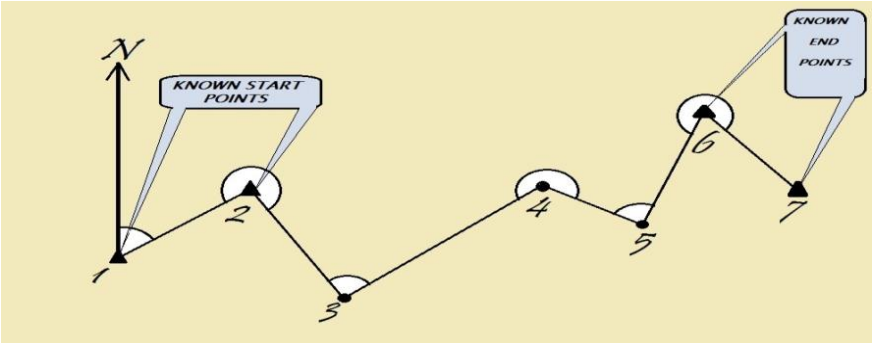
الشكل رقم (2-1) (open traverse)

2-4-2-2 المضلع المغلق (Closed Traverses):-

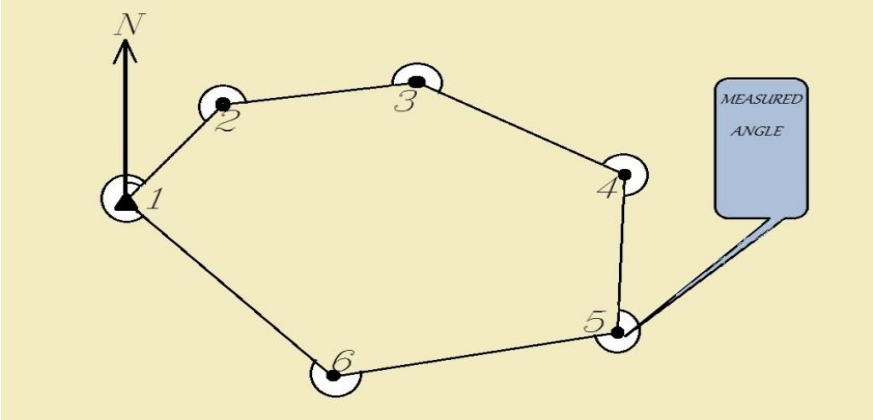
في هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي ، حيث يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات .

وهو نوعين :-

1. إذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وعاد وانتهى بنفس النقطتين يسمى (closed loop traverse) .
2. إذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وانتهى بنقطتين جديدتين معلومات الإحداثيات أيضا يسمى (Closed traverses or link traverses) , وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في هذا المشروع .



الشكل رقم (2-2) Link traverse



الشكل رقم (2-3) Closed traverse

الشكل رقم (2-4) شكل توضيحي للمضلع يبين المضلع المستخدم في المشروع وهو من نوع المضلع المغلق (LINK TRAVERS) حيث يبدأ من دوار عيصى وينتهي بمفرق طيبة.

5-2 القراءات:-

ويظهر الجدول التالي القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية و المسافة الأفقية لكل محطة :-

جدول (2-1) جدول معدل القراءات التي تم رصدها في الميدان بتاريخ 2011/3/27 لحساب إحداثيات المحطات وقام بالرصد فريق العمل وعدد من الزملاء .

From	To	Horizon Angle			H. Distance
GPS control (B)	GPS control (A)	0	0	0	
GPS control (B)	1	230	00	18.75	116.216
1	GPS control (B)	0	0	0	
1	2	136	58	9.17	67.698
2	1	0	0	0	
2	3	264	27	28.7	140.481
3	2	0	0	0	
3	4	161	05	34.17	123.571
4	3	0	0	0	
4	5	211	25	32.5	132.043
5	4	0	0	0	
5	6	141	00	25.83	61.117
6	5	0	0	0	
6	7	229	07	25	199.162
7	6	0	0	0	
7	8	144	25	21.6	88.731
8	7	0	0	0	
8	9	202	43	37	103.948
9	8	0	0	0	
9	10	167	16	56.5	94.577
10	9	0	0	0	
10	GPS control (C)	124	36	11	92.176
GPS control (C)	10	0	0	0	
GPS control (C)	GPS control (D)	176	13	32.4	79.5

2- 5-1 حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح:-

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية:-

$$AzA-B=\tan^{-1}\frac{\Delta E(B-A)}{\Delta N(B-A)}+C \quad \text{.....(1)}$$

Example :

$$AzA-B=\tan^{-1}\frac{157674.738-157692.511}{104160.833-104222.387}+180=\tan^{-1}\frac{-17.773}{-61.554}+180=196°6'19.64''$$

.....(2)

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

Δ Easting(4) = Horizontal Distance (3-4) × Sin (azimuth(3-4))..... (3)

Δ Northing(4) = Horizontal Distance (3-4) × Cos (azimuth(3-4))…… (4)

Easting(4) = Easting (3) + Δ Easting(4)…… (5)

Northing(4) =Northing (3)+ Δ Northing(4)……... (6)

Example for station 4 :

Δ Easting4 = 123.571× sin($268°37'50.5''$) = -123.5357

Δ Northing4 = 123.571× Cos($268°37'50.5''$)= -2.95199

Easting4 = 157407.989- 123.5357 = 157284.4533

Northing4 = 104093.822 - 2.95199 = 104090.8700

وقد تم حساب الإحداثيات غير المصححة عن طريق الحاسوب باستخدام برنامج (Autodesk civil 3D)

والجدول التالي يشمل هذه الإحداثيات:-

جدول (2-2) الإحداثيات غير المصححة للمحطات في الميدان

Station	Easting (m)	Northing (m)
1	157568.4782	104113.769
2	157541.9397	104051.4896
3	157407.9886	104093.8218
4	157284.4533	104090.8700
5	157170.1652	104157.0028
6	157109.7901	104147.5089
7	156957.642	104276.0253
8	156869.1981	104238.1567
9	156776.8588	104330.8918
10	156685.3438	104354.7627

لقد تم تصحيح المضلع اعتمادا على إحداثيات معلومة و صحيحة تم أخذها من خلال جهاز GPS والجدول التالي يشمل هذه الإحداثيات :

جدول (2-3) إحداثيات المعلومة (Trigs)

Point (Station)	Easting (m)	Northing (m)
A	157692.511	104222.387
B	157674.738	104160.833
C	156615.661	104294.749
D	156559.017	104238.956

2-5-2 تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Error): -

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

- الخطأ في الزاوية angular error = 5"
- الخطأ في المسافة distance error = $\pm$3 mm + 2ppm

2-5-3 الأخطاء في المسافات Error in distance:–

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....(7)}$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

2-5-4 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

2-5-5 أخطاء التوجيه (Target Centering):-

وهذه الأخطاء ناجمة عن وضع العاكس بشكل غير قائم , ويقدر هذا الخطأ بقيمة 2 ملم

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

$$3\text{mm} \pm 2\text{ppm} = a, b$$

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسة ما بين المحطة(4,5) = 132.043 m

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....(8)}$$

$$\sigma_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (132.043 \times 0.000002)^2} = 0.0041355m$$

وهذا الخطأ مسموح حسب جدول المواصفات التالي حيث تم اعتماد (Less Important Area)

جدول رقم (2-4) الجدول يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية (5)

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area (Example : rural area)
Measured distance Measured angles Closer error	$\Delta L = .0005l + .03$ m $\Delta = 60''\sqrt{n}$ $€ = .0006\sum l + .20m$	$\Delta L = .0007l + .03$m $\Delta = 90''\sqrt{n}$ $€ = .0009\sum l + .20m$
Where L= measured length, Δ= angle closure error in second n=number of measured angles,		

جدول (2-5) معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة

Line	Distance (m)	$\sigma_D(m)$
B-1	116.216	0.00469
1-2	67.698	0.00612
2-3	140.481	0.00723
3-4	123.571	0.00635
4-5	132.043	0.012
5-6	61.117	0.00541
6-7	199.162	0.011
7-8	88.731	0.00577
8-9	103.948	0.00638
9-10	94.577	0.00215
10-C	92.176	0.0126

2-5-6 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:

$$\sigma_{apr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....(9)}$$

حيث أن:

σ_{apr} : 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 :-

$$\sigma_{apr} = \pm\frac{2\times 5''}{\sqrt{4}} = \pm 5$$

2-5-7 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات:-

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها :

1) Least Square Method .
2) Linear and Angular Misclosure Method .

لقد استخدمنا مجموعة من البرامج المساحية لتصحيح الأخطاء وهي (Adjust , Autodesk civil 3D) والتي تعتمد على الطريقة الأولى في التصحيح و ذلك لأنها أكثر دقة من غيرها , وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه , وتعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع .

-:Least Square Method 1-7-5-2

المعادلة الرئيسية

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \quad \text{.....(10)}$$

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 J:-

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{11}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{14}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{14}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{11}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{14}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{14}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{10}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{11}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{13}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{14}}) \\ (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{10}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{11}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{13}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{14}}) \end{bmatrix}_{24*20}$$

حيث أن :-

عدد الصفوف يمثل عدد القراءات

عدد الأعمدة يمثل عدد المجاهيل (الإحداثيات)

F:- Distance between stations

Distance observation reduction:-

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....(11)}$$

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:-

$$\theta = Az_{IF} - Az_{IB}$$
$$\theta = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....(12)}$$

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:

$$L = \begin{bmatrix} F_{10} - F_{10a} \\ F_{11} - F_{11a} \\ F_{12} - F_{12a} \\ F_{13} - F_{13a} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{\theta 6} - F_{\theta 6a} \end{bmatrix}_{24*1}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_{10} \\ dy_{10} \\ dx_{11} \\ dy_{11} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{14} \\ dy_{14} \end{bmatrix}_{20*1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} V_{10} \\ V_{11} \\ V_{12} \\ \vdots \\ \\ \\ \\ \\ V_{13} \\ V_{14} \end{bmatrix}_{24*1}$$

لقد تم استخدام الإحداثيات غير المصححة كقيم ابتدائية في عملية الحل (X_0 , Y_0) :

$$X = X_0 + dx$$

$$Y = Y_0 + dy$$

وبعد إجراء العمليات الحسابية حسب العلاقة الرئيسية باستخدام برامج (Adjust , Autodesk) تم الحصول على الإحداثيات المصححة التي تظهر في الجدول التالي :-

جدول (2-6) الإحداثيات المصححة للمحطات في الميدان

Station	Easting (m)	Northing (m)	Std. Dev. Nth	Std. Dev. Est	Su	Sv	t
1	157568.477	104113.776	0.0137	0.0145	0.0145	0.0137	169.12°
2	157541.935	104051.501	0.0196	0.0228	0.0230	0.0193	163.40°
3	157407.994	104093.856	0.0244	0.0357	0.0358	0.0243	175.38°
4	157284.461	104090.940	0.0279	0.0423	0.0423	0.0278	177.70°
5	157170.205	104157.109	0.0325	0.0434	0.0434	0.0324	2.40°
6	157109.829	104147.637	0.0324	0.0453	0.0454	0.0323	3.82°
7	156957.730	104276.204	0.0329	0.0487	0.0515	0.0283	23.07°
8	156869.290	104238.353	0.0313	0.0418	0.0462	0.0244	30.07°
9	156776.955	104331.092	0.0285	0.0317	0.0386	0.0182	40.23°
10	156685.438	104354.953	0.0287	0.0253	0.0366	0.0114	49.42°

وقد تم حساب (Relative error ellipse) , في هذا النوع من التصحيح يلزم الأمور التالية :-

- إحداثيات النقاط التي تصل الخط , فمثلا إذا كان لدينا الخط الذي يصل بين النقطتين 1و 2 نحتاج إلى إحداثياته :-

$$(E_2,N_2)\ ,\ (E_1,\ N_1)$$

وهنا نفرض أن E=X و N=Y

$$\Delta x = x_2 - x_1$$
$$\Delta y = y_2 - y_1 \quad \text{.....(13)}$$

- كذلك يجب أن تتوفر لدينا (Qxx) covariance matrix .

الحل باستخدام relative error ellipse :-

يكون الخطأ في النقاط على شكل ellipse ونعتمد في ذلك على المعادلات التالية تبين طريقة الحل:-

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = F \sum_{xx} F^T \text{.....(14)}$$

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = \begin{bmatrix} s^2{}_{\Delta x} & s_{\Delta x \Delta y} \\ s_{\Delta x \Delta y} & s^2{}_{\Delta y} \end{bmatrix} \text{.....(15)}$$

$$\begin{aligned} \Delta_x &= x_2 - x_1 \\ \Delta_y &= y_2 - y_1 \end{aligned} \text{.....(16)}$$

$$\begin{bmatrix} s^2{}_{\Delta x} & s_{\Delta x \Delta y} \\ s_{\Delta x \Delta y} & s^2{}_{\Delta y} \end{bmatrix} = So^2 \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times Q_{xx} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{.....(17)}$$

$$\tan(2t) = \frac{2q_{\Delta x \Delta y}}{q_{\Delta y} - q_{\Delta x}} \text{.....(18)}$$

$$\begin{aligned} q_{\Delta u} &= q_{\Delta x} \sin^2(t) + 2q_{\Delta x \Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \cos^2(t) \\ q_{\Delta v} &= q_{\Delta x} \cos^2(t) - 2q_{\Delta x \Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \sin^2(t) \end{aligned} \text{.....(19-2)}$$

الانحراف المعياري :-

$$S_0 = \sqrt{\frac{V^T \times V}{m - n}} \qquad \textit{Where } m: \textit{Number of Observations, } n: \textit{Number of unknowns}$$

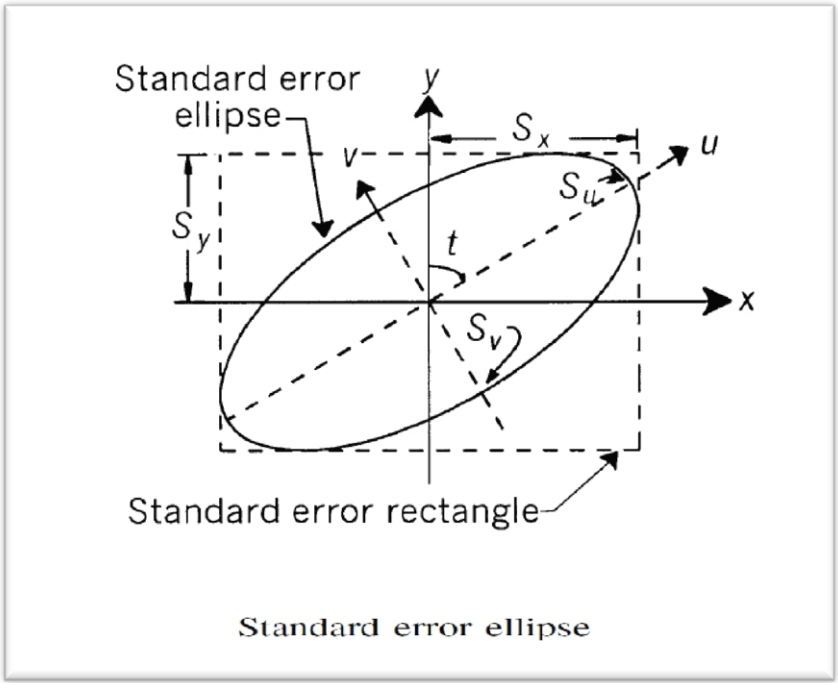
.....(20-2)

$$S_u = S_\circ \sqrt{q_{\Delta u}}$$
$$S_v = S_\circ \sqrt{q_{\Delta v}} \quad \text{.....(21-2)}$$

$$relative\ accuracy = \frac{S_{u(\max)}}{D_i} \quad \text{.....(22-2)}$$

حيث أن :-

Di : هي طول الخط الذي توجد عنده Su(max)



الشكل رقم (2-5) شكل توضيحي يبين(relative error ellipse)

6-2 النتائج :-

بعد إدخال القراءات التي تم رصدها إلى برنامج (Autodesk) ظهرت النتائج التالية :-

جدول(2-7) قيم الأخطاء الناتجة

Angular error	0-00-51
Angular error/set	00-00-04
Error North	0.1898
Error East	0.1173
Absolute error	0.2231
Error Direction	N 31-43-02 E
Perimeter	1219.7200
Precision	1 in 5466.6398
Number of sides	11
Total # of Unknown Points	10
Total # of Points	14
Degrees of Freedom	4
Number of Iterations	2
Standard Deviation of Unit Weight	3.94150

Semi-Axes are at 95% Confidence Level

من المعروف أن نسبة الخطأ المقبولة في نظام دائرة المساحة في فلسطين داخل المدن هي
$60*\sqrt{(n)}$
فتكون نسبة الخطأ المسموحة في مشروعنا =
$0^{\circ}3'10''$
وكان ال(Angular error)اقل من ذلك ونسبة الخطأ مقبولة

والجدول التالي يشمل أطوال الخطوط والزوايا ومقدار الدقة في كل خط وزاوية وتصحيحها :-

جدول (2-8) أطوال الخطوط والزوايا المحصورة بينها ومقدار الدقة فيها.

Typ	Pnt	Pnt2	Pnt3	Measured	StdDev	Adjusted	Resid
DIS	2	3		116.2160	0.005	116.2094	-.0066
AN	1	2	3	230-00-18.80	9.300	230-00-32.47	13.67
DIS	4	5		140.4810	0.005	140.4752	-0.0058
AN	3	4	5	264-27-28.70	7.700	264-27-43.89	15.19
DIS	6	7		132.0430	0.005	132.0381	-0.0049
AN	5	6	7	211-25-32.50	6.400	211-25-37.70	5.20
DIS	5	6		123.5710	0.005	123.5644	-0.0066
AN	4	5	6	161-05-34.20	6.300	161-05-40.60	6.40
DIS	3	4		67.6980	0.005	67.6940	-0.0040
AN	2	3	4	136-58-09.20	9.100	136-58-24.54	15.34
DIS	8	9		199.1620	0.005	199.1579	-0.0041
AN	7	8	9	229-07-25.00	8.000	229-07-25.08	0.08
DIS	10	11		103.9480	0.005	103.9429	-0.0051
AN	9	10	11	202-43-37.00	8.500	202-43-19.28	-17.72
DIS	9	10		88.7310	0.005	88.7246	-0.0064
AN	8	9	10	144-25-21.60	6.500	144-25-12.77	-8.83
DIS	13	14		79.5000	0.005	79.5072	0.0072
AN	12	13	14	176-13-32.40	9.600	176-13-01.28	-31.12
DIS	12	13		92.1760	0.005	92.1700	-0.0060
AN	11	12	13	124-36-11.00	8.300	124-35-43.94	-27.06
DIS	11	12		94.5770	0.005	94.5711	-0.0059
AN	10	11	12	167-16-56.50	8.300	167-16-33.47	-23.03
DIS	7	8		61.1170	0.005	61.1103	-0.0067
AN	6	7	8	141-00-25.80	9.300	141-00-26.47	0.67

الفصل الثالث

3

التقاطعات المرورية

1-3 مقدمة
2-3 أنواع التقاطعات المرورية
3-3 المعايير الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم التقاطعات المرورية
4-3 الحركات على التقاطعات
5-3 عوامل اختيار التقاطع

الفصل الثالث

التقاطعات المرورية

1-3 مقدمة :-

في عملية إنشاء أي طريق يجب دراسة مدى الفائدة التي تقدمها الطريق للمنطقة التي تمر بها والمناطق المجاورة , وعند دراسة الطريق لا بد من دراسة مسار الطريق بشكل منفصل على حدا ودراسة الطريق من خلال موقعه في شبكة الطرق التي تشكل الشريان الرئيس لكل منطقة .

ونلاحظ بان الترابط بين الطرق يشكل شبكة تسهل عملية الانتقال من مكان لأخر , ومن هنا يأتي الدور الأساس والرئيس للتقاطعات المرورية في تسهيل عملية الانتقال وجعلها آمنة ومنظمة , حيث يعرف التقاطع بأنه عبارة المنطقة التي يلتقي فيها طريقان أو أكثر في نفس المستوى (الارتفاع) أو على مستويات مختلفة ، وتشمل هذه المنطقة المساحة المخصصة للسيارات وحركتها بالإضافة إلى المساحة المخصصة للمشاة والجزر المرورية وتعتبر التقاطعات أجزاء حرجة من شبكة الطرق من حيث السعة المرورية وذلك بسبب تركيز أحجام المرور المختلفة وما يرافق ذلك من إعاقة لحركة المركبات وزيادة احتمال وقوع الحوادث .

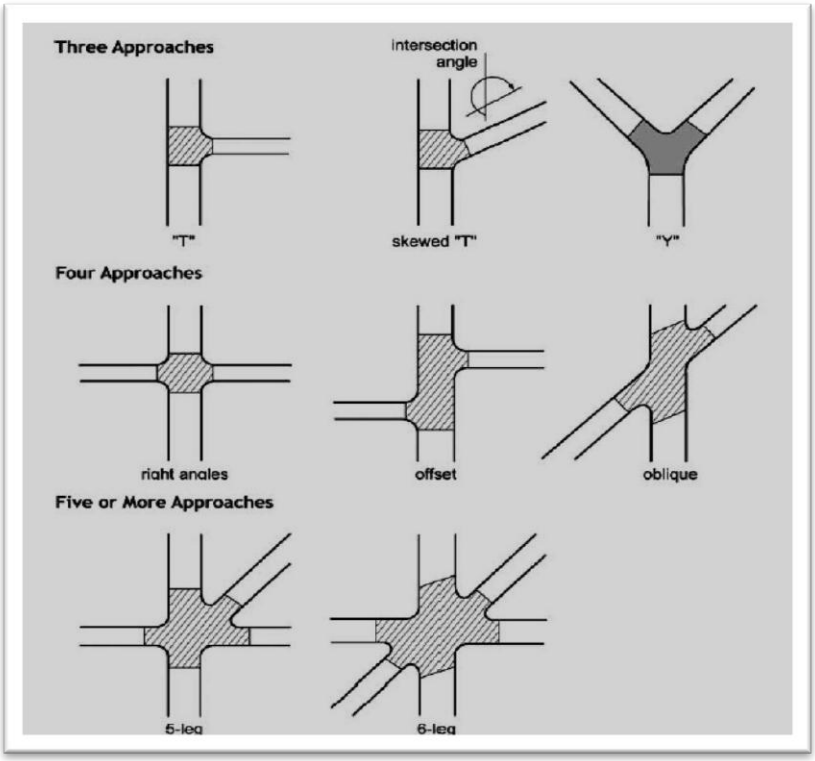
2-3 أنواع التقاطعات المرورية :-

تقسم التقاطعات المرورية إلى عدة أقسام وهي :-

- تقاطعات على نفس المستوي .
- تقاطعات بمستويين أو أكثر .
- خليط من كلا النوعين (بحيث يكون جزء على نفس المستوي والجزء الأخر بمستويين).

3-2-1 التقاطعات على نفس المستوى (التقاطع العادي البسيط على شكل (T) أو (Y) أو (+) أو متعدد الأذرع) :-

تتميز هذه التقاطعات بأنها بسيطة و رخيصة التكاليف وغير معقدة , وتحوي بعض الخطوط التي تحدد الطرق وإشارة قف لتوضح أولوية المرور على الطريق الرئيسي , وإذا كانت كلتا الطريقين المتقاطعين ثانويتين أو فرعيتين فانه لا يتم تحدد الأولوية لأي منهما ونظراً لان هذا النوع يستعمل في المناطق غير المزدحمة بالسير فانه لا يتم في مثل هذا التقاطع فصل السير المتجه إلى اليمين عن السير المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام ويتم تطوير هذا النوع من التقاطعات حسب الأحجام المرورية وأهمية التقاطع وسنبين تاليا بعض أنواع هذا التقاطعات :-

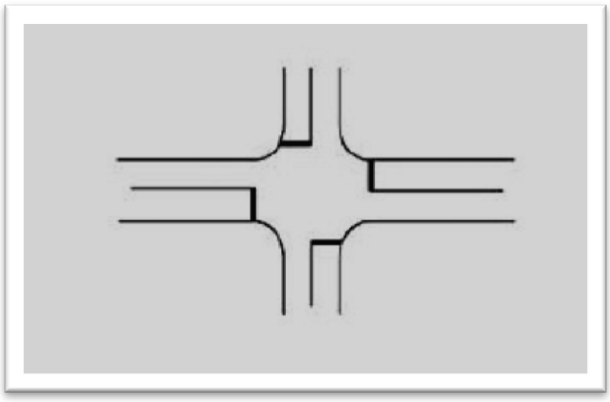


الشكل (3-1) التقاطعات على نفس المستوى (7)

3-2-1-1 الشكل البسيط:-

والذي تبقي فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي وخطورة هذا النوع من التقاطعات تكمن في أن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيراً عند محاولة الدوران إلى اليمين أو

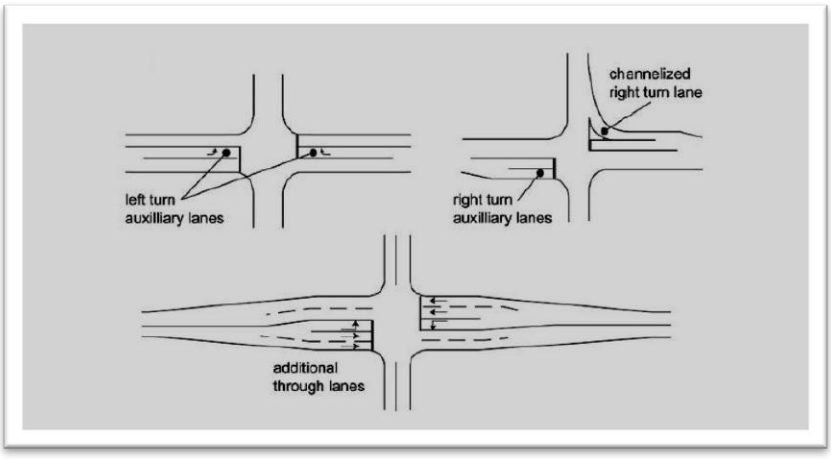
إلى اليسار وقد تتوقف كليا وهذا بدورة يسبب خطورة على باقي المركبات وتستمل مثل هذه التقاطعات عندما تكون السرعة اقل من 80كم/ساعة ومن الممكن أن تكون هذه الأشكال من التقاطعات بزاوية قائمة أو بزاوية مختلفة.



الشكل (3-2) تقاطع الشكل البسيط

3-2-1-2 الشكل البسيط لتقاطع على شكل مصلب (+) :-

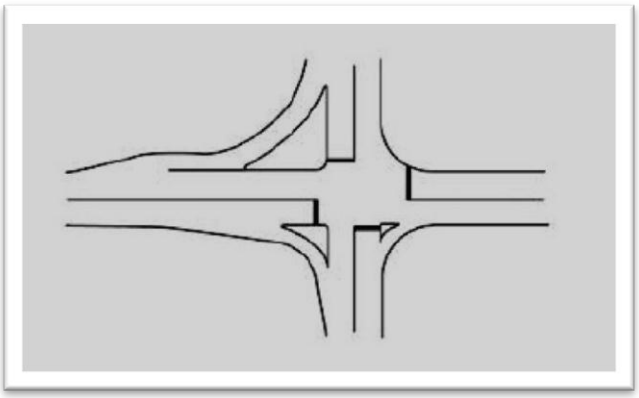
بحيث يبقي فيه المسارب بنفس العرض ولا يوجد مسارب خاصة بالانعطاف يميناً ويساراً.



الشكل (3-3) تقاطع الشكل المصلب

3-1-2-3 التقاطع ذو القنوات (Channeled) :-

عندما تزداد حركة السير وتتعقد عند التقاطع ويصبح غير قادر على استيعاب حجم المرور وتقل قدرة السائقين على التصرف الصحيح فأنه لا بد من توسيع التقاطع وتقسيمه إلى مسارب وقنوات بواسطة جزر أو بواسطة خطوط ترسم أو حواجز تقام، أن هذه الجزر تبني لتقسم الطريق وفصل السير وتحديد المسارب وحماية السائقين والمشاة بالإضافة إلى فوائد أخرى ألا أن التقاطع ذا القنوات يتسبب في الحوادث إذا لم يرافقه توعية مرورية ، وإذا لم تكن الجزر واضحة ومحددة بإشارات.



الشكل (3-4) تقاطع ذو القنوات

1-3-1-2-3 فوائد التقاطع ذو القنوات:-

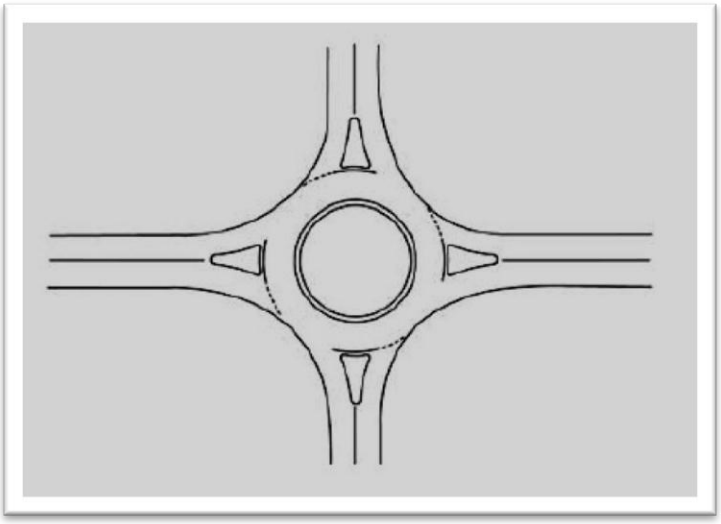
للتقاطع ذي القنوات فوائد ومزايا متعددة وهي :-

- يفصل السير ذي الاتجاهين والسرعات المختلفة وينظم حركة السير ويحقق استعمالاً مناسباً للتقاطع.
- يعطي الأولوية لاتجاه معين.
- تساعد السائق على تغيير اتجاهه بسهوله وأمان.
- تقوم بحماية المشاة وتساعد على قطع الطرق على مراحل وذلك بالاستعانة بالجزر.

- تمنع الحوادث وتؤمن حماية للسائق أثناء قطع الطريق.
- تؤمن حماية للمركبات التي ستدور لليمين واليسار أثناء انتظارها.
- تساعد الجزر على وضع وسائل تنظيم التقاطع بإشارة ضوئية أو شواخص ومكان مناسب لوقوف شرطي السير.

3-2-1-4 الدوار:-

الدوار عبارة عن دائرة تشعب منها عدة طرق ويكون في وسط الدائرة جزيرة, وهذا التقاطع مفيد في المناطق التي يزيد فيها حجم المرور حيث لا تستطيع التقاطعات الثلاثة الأولى استيعابه.



الشكل (3-5) الدوار

3-2-1-4-1 فوائد الدوار:-

- تنظيم حركة السير وعدم التوقف حيث يستمر السير بدون توقف.
- سهولة التوجه إلى اليمين أو اليسار أو حتى إلى الخلف مع ضمان الأمان.
- تكاليف اقل من تكاليف التقاطعات المفصولة.
- إزالة التعارض المباشر الناتج عن وجود تقاطع متعامد.

3-2-1-4-2 مساوئ الدوار:

- لا يعمل بفاعلية إذا كانت الطرق المغذية له تعمل بنفس الكثافة.
- صعب حركة المشاة.
- يجب أن تزداد مساحته كلما زادت السيارات الداخلة أو الخارجة منه.
- يحتاج إلى إشارات كثيرة في الليل والنهار لمنع وقوع الحوادث.

3-3 المعايير الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم التقاطعات المرورية :-

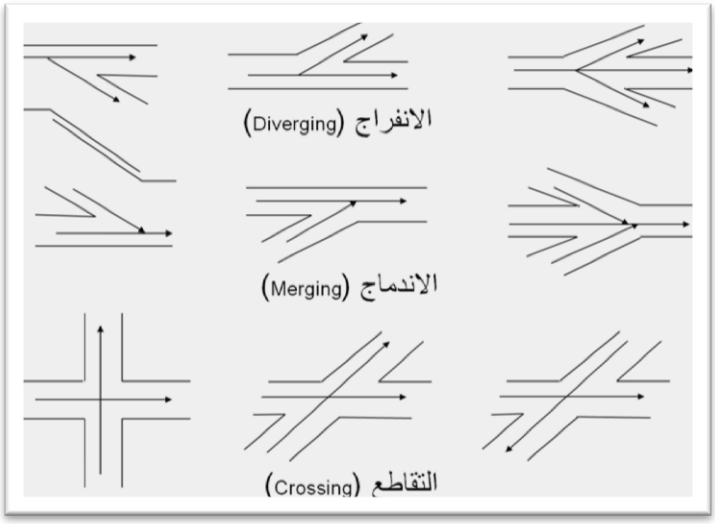
يجب مراعاة عدة أمور عند دراسة وتصميم التقاطعات المرورية ومن أهم هذه الأمور :-

1. السلامة المرورية من خلال فصل اتجاهات المرور المختلفة بواسطة الجزر المرورية أو الإشارات الضوئية .
2. السعة المرورية الملائمة حسب التوقعات المستقبلية لأحجام المرور .
3. النواحي الاقتصادية وتكاليف الإنشاء.
4. الاستمرارية في الانسياب المروري بما يتناسب وشبكة الطرق المتصلة بالتقاطع .

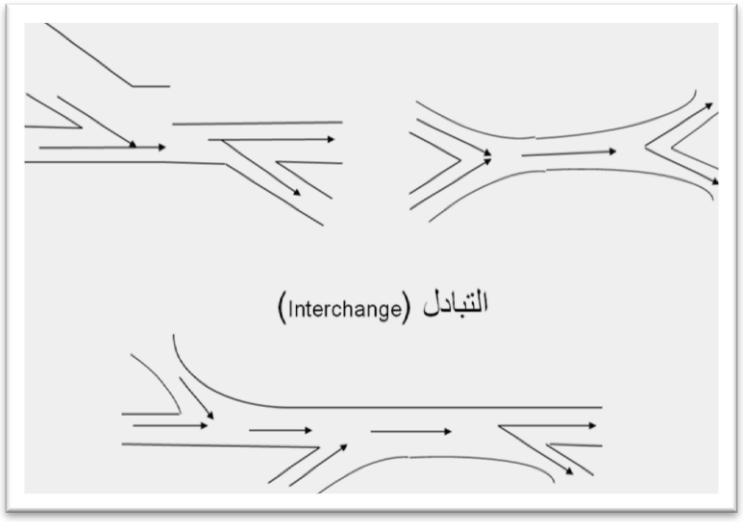
4-3 الحركات على التقاطعات :-

عند دراسة الحركات على التقاطعات نجد أن هناك العديد من حركات المركبات على التقاطعات وهي متعددة ومختلفة وقد تم حصرها فيما يلي :-

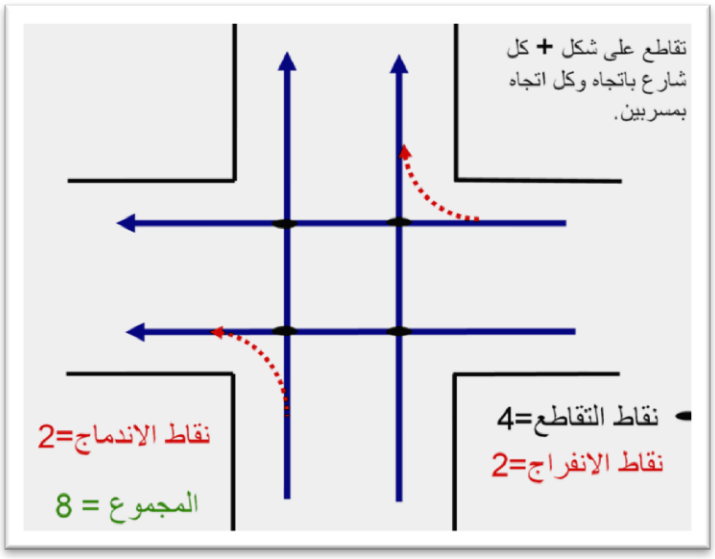
- الانفراج أو الخروج (Diverging)
- الاندماج أو الدخول (Merging)
- التبادل (Interchange)
- التقاطع (Crossing)



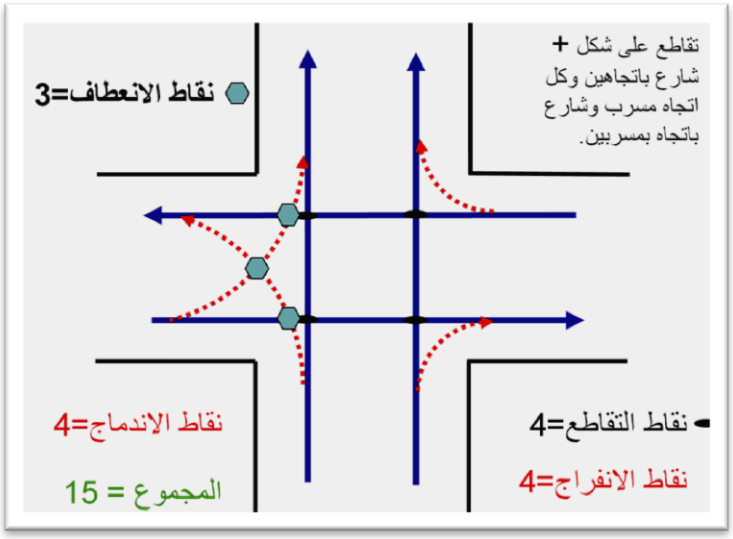
الشكل (3-6) يبين أنواع الحركات على التقاطعات المرورية



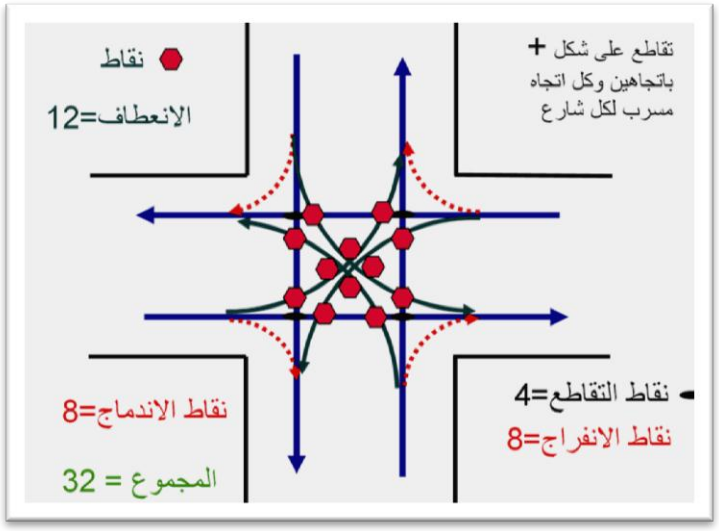
الشكل (3-7) يبين حركة التبادل على التقاطعات المرورية



الشكل (3-8) يبين طريق على شكل + بمسربين بنفس الاتجاه



الشكل (3-9) يبين طريق على شكل + بمسربين احدهما بنفس الاتجاه والأخر باتجاهين



الشكل (3-10) يبين طريق على شكل(+) بمسربين وكل مسرب باتجاهين

نقاط التقاطع :- وهي النقاط التي يحدث فيها التقاء المسارات المرورية عند الانتقال من مسار لأخر .

نقاط الانعطاف :- وهي النقاط التي يحدث عندها تغيير المسار, حيث تنتقل المركبة من مسار لآخر .

نقاط الانفراج :- وهي النقاط التي يبدآ عندها تغيير المسار, حيث يبدأ انتقال المركبة للمسار الجديد .

نقاط الاندماج :- وهي النقاط التي ينتهي عندها تغيير المسار, حيث ينتهي انتقال المركبة للمسار الجديد .

5-3 عوامل اختيار التقاطع :-

تتسلسل التقاطعات اختلافا في المستوى من التقاطع البسيط جداً وتقاطع محدد المسارب (ذوي القنوات) إلى ألجرسي والدوار فاختيار نوع التقاطع بحاجة إلى دراسة حيث يعتمد اختيار التقاطع على عدة عوامل منها :-

1. طبيعة حركة المركبات على التقاطع ودورانها.
2. حجم المرور على اذرع التقاطع.
3. حركة المشاة .
4. مكونات المرور على الأذرع ونسبة الشاحنات فيها.
5. طبوغرافية الأرض .
6. النواحي الاقتصادية وتكاليف الإنشاء.
7. المحاذاة الأفقية وزاوية التقاطع.
8. مسافة الرؤية المتوفرة.

ومن الأمور التي نلاحظها انه إذا كان المرور بسيطاً وقليلاً ولم يكن الطريق في حالة ازدحام وكانت الطريق فرعية تتقاطع مع طريق رئيسية فإنهما يلتقيان بالتقاطع البسيط , وفي حالة ازدياد الحجم المروري فيتطلب الأمر استعمال التقاطع ألجرسي , وعند ازدياد الحجم المروري عن حد معين يستعمل التقاطع مجدد المسارب (ذو القنوات) وعندما يزداد الحجم ويصبح كبيراً بشكل لا يمكن لأي واحد من التقاطعات المذكورة سابقا إبقاء الحالة المرورية آمنة وسريعة ومنتظمة فإننا بحاجة إلى أن نلجأ إلى الدوار , شريطة أن تكون الأرض واسعة وتسمح لنا بذلك أما إذا لم تسمح فانه لا بد من وضع إشارة ضوئية .

من الملحوظ أن كافة التقاطعات المذكورة البسيطة و الجرسي و المحدد المسارب (ذوي القنوات) والدوار والإشارة الضوئية هي كلها تقاطعات على نفس المستوى (مستوى واحد) , حيث تكون الطرق المتقاطعة على مستوي واحد وتتحرك في مستوي واحد , وإذا أردنا منع الحوادث و تجنب التأخير خاصة إذا كان التقاطع بين طريقين رئيسيين فانه لا بد من فصل الطريقين عن بعضهما البعض , حيث تتقاطع الطرق على مستويات فوق بعضها البعض وهو ما يسمي (Grad Separated).

ومما تجدر الإشارة إليه انه كلما تطورنا في مستوى التقاطعات كلما زادت التكاليف ، ولا يبرر ذلك الأحجام المرورية الداخلة والخارجة من التقاطع وحوادث الطرق والذي بدورة يكون أكثر كلفة.

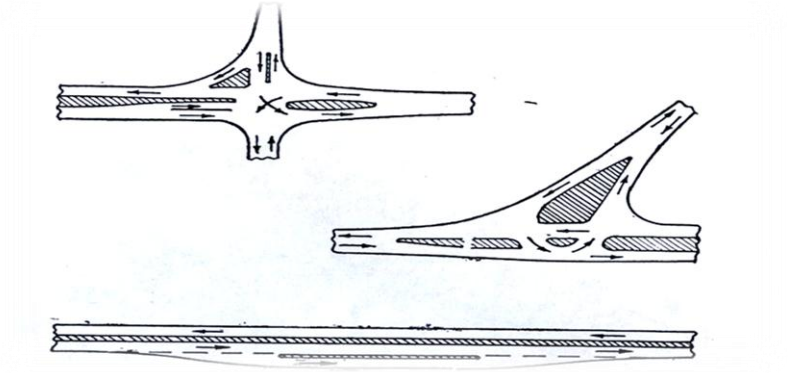
وكما سنقوم من خلال دراسة الطريق بدراسة أنواع الحركات على التقاطعات من خلال حركة المشاة وحجم المرور والأمور المحددة التي ذكرت وذلك حتى نستطيع تحديد وتصميم التقاطعات اللازمة (والتي تبلغ في مشروعنا 12 تقاطعا) لربط الطريق بالطرق المجاورة لتسهيل عملية الانتقال وجعلها آمنة وسريعة.

6-3 الجزر على التقاطعات :-

يمثل التقاطع المحدد المسارب أكثر تعقيدا من التقاطع العادي البسيط ، فالهدف هنا هو تسيير المركبات بسهولة دون تعطيل حركة السير أو وقوع الحوادث من خلال استخدام الجزر على التقاطعات ، كما أن المقطع المحدد المسارب يعني أن السيارات التي ستستعمل اتجاها معينا ستحدد بمسارب معينة لا يمكنها الخروج منها ، وذلك حتى لا يحصل أزمة مرورية في مسرب يقابله فراغ تام في مسرب آخر ، بل يجب أن يكون الممر ذو الأزمة المرورية مثلا ممر بمسربين والمسرب القليل السير بمسرب واحد فقط وهكذا .

7-3 أشكال الجزر :-

هنالك إشكال وأبعاد متعددة للجزر , إلا أن استخدام الجزر المثلثة هو الشائع حيث يفصل هذا النوع السير الذي يندمج أو ينفرج عن السير المستقيم , وتكون الجزر المستديرة في الوسط ليدور حولها السير والشكل ( ) يبين أشكالا متعددة للجزر الفاصلة .



الشكل (3-11) اشكال الجزر على التقاطعات

الفصل الرابع

4

هندسة النقل والمرور

4-1 مقدمة
4-2 العوامل الأساسية التي تتحكم في سريان المرور
4-3 الهدف من دراسة حجم المرور
4-4 طرق عد السيارات
4-5 مكان الانطلاق والاتجاه
4-6 تحليل معلومات السير الحالي والمستقبلي
4-7 العمر التصميمي للطريق
4-8 تعداد المركبات
4-9 إشارات المرور
4-10 علامات المرور على الطريق

الفصل الرابع

هندسة النقل والمرور

1-4 مقدمة :-

عند البدء في عملية تصميم أو تأهيل طريق معين يجب مراعاة عدد من الأمور ومن أهمها الحجم المروري والذي يعرف بأنه عدد المركبات المارة عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة , والكثافة (السعة) المرورية والتي تعرف بأنها عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة في وقت محدد, حيث تؤخذ بعين الاعتبار قبل بدء الأعمال المساحية أو حتى التصميمية . فإذا كان الطريق مصمم على ارض الواقع يتم حساب حجم المرور اليومي المتوسط (ADT) للمرور في الاتجاهين. وحجم المرور الساعي التصميمي (DHV) للمرور في الاتجاهين(كما في حاله طريقنا) , و يتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي للمرور.

إن معرفة حجم السير مهم جدا في عملية تخطيط وتصميم الطرق وذلك من اجل تحديد عدد المسارب وعرضها وتصميم المنحنيات الأفقية والرأسية وسمك طبقة الإسفلت وطبقات الرصفة وذلك لتجنب التشققات والهبوط في طبقات الطريق والتي نسعى إلى معالجتها (كما في حالة طريقنا) .

وكما انه يجب تحديد نسبة المرور في كل اتجاه من الاتجاهات خلال ساعات الذروة وساعات الازدحام المروري وخاصة للاتجاه الرئيس الذي عادة ما تتراوح فيه نسبة المرور ما بين (50-60)% من حجم المرور الكلي .

ومما ذكر لابد من توضيح بعض المصطلحات في علم النقل والمرور والتي سنتطرق الى التعامل معها والتعرف على معانيها :-

- المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي ((**AADT**) Annual Average Daily Traffic) :-
  وهو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة ويتراوح من 700 – 1000 مركبة.
- المتوسط اليومي لحجم المرور ((**ADT**) Average Daily Traffic) :-

وهو حجم المرور الكلي خلال فترة زمنية محدودة ,عادة أكثر من يوم و أقل من سنة، مقسوما على عدد الأيام خلال الفترة الزمنية .

2-4 العوامل الأساسية التي تتحكم في سريان المرور :-

وهي :-

1. حجم المرور، الذي يرمز له (**V**) و وحدته (عربة في الساعة) .
2. السرعة (**S**) و وحدتها (كيلومتر في الساعة) .
3. الكثافة (**D**) ووحدتها (مركبة في الكيلومتر) .

والتي تترتب ضمن المعادلة التالية :-

$$V = D * S \quad \text{.....(1-4)}$$

3-4 الهدف من دراسة حجم المرور :-

1. العمل على إعادة تصميم الطريق بناء على أسس صحيحة ومعتمدة .
2. حساب الحجم المروري الحالي والمتوقع في المستقبل.
3. معرفة عدد المركبات في ظروف وأوقات مختلفة وذلك لوجود مجموعة من المباني تسبب حجم مروري عالي مثل :- (المساجد وصالات الأفراح والمدارس) .

4-4 طرق عد السيارات :-

عند عد المركبات يتم تقسيم الحجم المروري إلى فئات(وحدات) مرور مكافئه لعربة التصميم(equivalent passenger car) بحيث يتم على أساسها تصميم الطريق هندسيا , وعادة يكون لهذه المركبات عدد محاور و أوزان محدده , ولمعرفة الحجم المروري فلا بد من القيام بتعداد المركبات حيث لان الحجم المروري يختلف من ساعة إلى ساعة ومن يوم لآخر ومن شهر إلى آخر خلال السنة , لذلك يجب عمل التعداد على مدار ساعات النهار خلال اليوم الواحد للتوصل إلى أدق قيمة ممكنة من المعلومات المطلوبة للحجم المروري ، وتتم معرفة حجم المرور عن طريق إتباع طرق إحصائية مختلفة للمركبات على الطريق.

حيث سنقوم بالتطرق إلى هذه الطرق وبشكل مبسط، ومن هذه الطرق :-

4-4-1 العد اليدوي :-

حيث يقف فريق العمل ليقوم بتسجيل الوقت وعدد السيارات مع تحديد أنواعها (شاحنة ، باص، حافلة ، سيارة ركاب) وتمتاز هذه الطريقة بالبساطة والدقة وتحديد عدد المحاور للمركبات ولكنها مكلفة وتحتاج إلى فريق عمل كبير خاصة إذا كان العد سيستمر خلال الليل والنهار حيث قمنا باستخدام هذه الطريقة للعد في الطريق .

4-4-2 العد الميكانيكي :-

يقوم فريق العمل بالعد بواسطة :- اللاقط المغناطيسي ، والتصوير ،والرادار ، والخراطيم التي تثبت على الطرق وتمر فوقه السيارات وتسجل العدد بواسطة جهاز مثبت على جانب الطريق .
ومن فوائد هذه الطريقة أنها رخيصة ولكن من مساوئها أنها تحتاج إلى صيانة دائمة ولا تقوم بتصنيف أنواع السيارات أو عدد محاورها.

3-4-4 العد بطريقة المشاهد المتحرك :-

حيث يقوم فريق العمل بالعد أثناء التحرك في سيارة تسير مع السيارات حيث تسبق بعضها وتقوم بتجاوزها ويتم عد السيارات باتجاه السيارة وعد السيارات المقابلة للسيارة , ومن ثم إيجاد إحصائية عدد السيارات الكلي .
وقد قمنا بعد المركبات اعتمادا على الطريقة الأولى , حيث تبين من المخططات التي تم الحصول عليها من بلدية الخليل ان عرض الطريق المقترح 18 متر وعلى هذا الأساس سنقوم بتصميم الطريق .

5-4 مكان الانطلاق والاتجاه:-

حتى يتم تصميم الطريق بأدق شكل ممكن وعلى أسس علمية صحيحة يجب القيام بمسح لنقطة انطلاق المرور والاتجاه ، إن هذه العملية تسهل عملية تصميم الطريق وخصوصا التقاطعات المرورية والتي لوحظ وجودها بكثرة في نطاق الطريق من خلال الفصول السابقة وأماكن الخدمات اللازمة ومناطق التجمعات وأماكن الوقوف والتحميل وغير ذلك .

وتتم هذه العملية في عدة طرق وهي :-

1. المقابلة :- حيث يتم إيقاف المركبات والاستفسار من ركابها من خلال طرح الأسئلة عن مكان انطلاقهم واتجاههم والهدف من الرحلة وعدد المرات تكرار الرحلة .
2. تسجيل رقم السيارة :- حيث قام فريق العمل بوضع محطات مسح على طول الطريق وقام بتسجيل رقم السيارة (رقم الخط) التي تمر من المحطة والوقت الذي مرت فيه .

حيث يتم من خلال تعداد المركبات الحصول على :-

1- تحديد المعدل اليومي للمرور Average Daily Traffic (ADT) :-
وهو مجموع المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام .
2- تحديد معدل السير اليومي على مدار السنة Annual Average Daily Traffic (AADT) :-
وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام الستة .
3 - تحديد العدد المناسب من المركبات التي سيتم اعتماده واستعماله في تصميم الطريق
ويسمى Design Hourly Volume (DHV) .

فالطريق لا تصمم على أساس السير اليومي او معدل السير السنوي ولكن تصميم الطريق من حيث المنحنيات والانحدارات فانه يتطلب التعرف على ساعات الازدحام .

6-4 تحليل معلومات السير الحالي والمستقبلي :-

من المعروف بأن الحجم المروري غير ثابت فهو يزداد يوما بعد يوم وذلك بسبب بعض العوامل وأهمها الزيادة السكانية ، وعند تصميم للطريق يجب أن يؤخذ حجم الحالي وحجم السير المستقبلي على الطريق أثناء تصميم الطريق , لان مقدار توسعة للطريق يعتمد على الحجم المروري المستقبلي المتوقع , وكذلك حتى يستطيع فريق العمل تصميم طريق يستوعب حجم السير الحالي والمستقبلي . لذلك فان السير المستعمل لتصميم الطريق يتكون من العناصر التالية :-

- الحجم المروري الحالي :- يتم الحصول عليه من خلال تعداد المركبات(حجم المرور) على الطريق المراد تصميمه .
- الزيادة الطبيعية في عدد السيارات (Peak Factor) :- وهي الزيادة الناتجة عن زيادة عدد السكان أو زيادة عدد المركبات وهي الزيادة الناتجة عن تطور البلد .

- السير المتطور :- وينتج هذا السير من تحسين المنطقة , حيث يتم الاستفادة من المنطقة (استعمالات الأراضي كالزراعة والتجارة والصناعة والسياحة) .

ومن الملاحظ إن الزيادة في عدد المركبات يؤدي إلى مضاعفة الحجم المروري (حجم السير) على الطريق , حيث سيتم حساب عدد المركبات , ومن ثم سيتم الاعتماد عليه في التصميم (Design Hour Volume) (D.H.V) كما هو سيبين في الحسابات اللاحقة.

وسيتم الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات الذي سيتم اعتماده في التصميم وذلك بالتعويض بمعاملات عن أنواع المركبات كما يلي :-

- السيارات الصغيرة :- (*1)
- عدد الحافلات :- (*2.5)
- عدد الشحن :- (*3)

- حيث سيتم اعتماد فترة تصميم (15- 20) سنة مقبلة .

4-7 العمر التصميمي للطريق :-

هناك مجموعة من العوامل التي تسبب الزيادة في حجم السير , ومن المعروف انه لا يمكن تصميم او تخطيط طريق اعتمادا على حجم المروري الحالي , إنما يتم الاعتماد في التصميم على العمر المستقبلي المتوقع للطريق , فمثلا 15 أو 20 او 25 عاما حتى يستطيع الطريق استيعاب الحجم المروري خلال الفترة المستقبلية القادمة ، وبعد تلك الفترة تصبح الطريق بحاجة إلى إعادة تأهيل وتصميم .

فتصميم طريق لفترة قصيرة يكلف مبالغ قليلة مقارنة بتصميم لفترة طويلة وبحاجة المستمرة لإعادة التصميم والتأهيل، أما التصميم لفترة زمنية طويلة يسبب زيادة كبيرة في التكاليف ويقلل من الحاجة لتصاميم جديدة .

8-4 تعداد المركبات :-

قام فريق العمل بعملية تعداد المركبات خلال ساعات مختلفة من كل يوم وفي أيام مختلفة من الأسبوع وبالتعاون مع مجموعة من الزملاء وهم :- (خالد طنينه و علي أبو الهيجاء واحمد القاسم وعدي مجاهد) , وفيما يلي سنقوم بعرض تعداد السيارات كما قام به فريق العمل :-

جدول (4-1) :- تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه

اليوم	الفترة الزمنية		نوع المركبات		
	الزمن	عدد المركبات	سيارات صغيرة	سيارات متوسطة	باصات (أو شاحنات)
السبـــــت 2011/4/9	9-8	206	179	11	16
	10-9	291	271	9	11
	11-10	247	197	31	19
	12-11	235	179	41	15
	1-12	346	282	36	28
	2-1	294	211	49	34
	3-2	322	227	57	38
الأحـــد 2011/4/10	9-8	384	307	42	35
	10-9	362	277	46	39
	11-10	359	299	33	27
	12-11	424	346	59	19
	1-12	377	293	58	26
	2-1	421	298	84	39
	3-2	335	207	86	42

21	28	245	294	9-8	الاثنين 2011/4/11
27	35	217	279	10-9	
19	33	309	361	11-10	
26	25	342	393	12-11	
32	34	421	487	1-12	
31	45	407	483	2-1	
49	37	283	369	3-2	
29	31	276	336	9-8	الثلاثاء 2011/4/12
18	21	213	252	10-9	
19	26	217	262	11-10	
21	25	154	200	12-11	
38	43	281	362	1-12	
42	38	321	401	2-1	
51	49	362	462	3-2	
22	28	318	368	9-8	الأربعـــــاء 2011/4/13
25	27	279	331	10-9	
21	19	193	233	11-10	
33	31	208	272	12-11	
30	35	334	399	1-12	
43	49	362	454	2-1	
56	55	381	492	3-2	

الخمـــــيس 2011/4/14	9-8	244	197	19	28
	10-9	321	273	17	31
	11-10	280	241	21	18
	12-11	241	194	25	22
	1-12	267	202	31	34
	2-1	287	219	30	38
	3-2	442	341	53	48
الجمعـــة 2011/4/15	9-8	61	41	12	8
	10-9	68	39	18	11
	11-10	106	78	15	13
	12-11	414	347	**38**	29
	2-12	582	481	49	52

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 مقطع من الشارع :-

جدول(4-2) :- متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	سيارة صغيرة	سيارة متوسطة	باص (أو شحن)
الجمعة	164	22	19
السبت	220	33	23
الأحد	290	48	32
الاثنين	318	34	25
الثلاثاء	260	33	31
الأربعاء	259	35	32
الخميس	237	28	30

إن 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 السيارات المتوسطة	2.5 ×
عدد الشاحنات	3 ×

أي أن عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × 1 + عدد السيارات المتوسطة × 2.5 + عدد الشاحنات ×3)

متوسط السيارات الصغيرة في الساعة = (164+221+290+318+260+259+238)*1/7

= 249.714 سيارة صغيرة في الساعة .

متوسط السيارات المتوسطة في الساعة = (22+33+48+34+33+35+28)*7/2.5

= 83.214 سيارة متوسطة في الساعة .

الباصات (الشاحنات) = (19+23+32+25+31+32+30) *7/3 = 11.755 شاحنة متوسطة في الساعة .

متوسط عدد السيارات الحالي= 249.714+83.214+11.755

= 344 سيارة

معدل المرور اليومي ADT = 344*24

= 8256 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 = 8256 * 2.5

= 20640 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:

K= 1/n.....(3-4)

حيث :-

n= عدد ساعات الذروة وتم اعتمادها 6 ساعات

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

= 20640 ×0.16

=3302 سيارة / ساعة

وبما انه تم حساب عدد المركبات في الساعة التصميمية بناءا على المركبات التي تمر من خلال الطريق , فانه تم مراقبه المركبات المتجهة من هذه الطرق وتم تسجيل المركبات التي يمكن أن تتخذ من خلال طريقنا مسلكا بديلا من الطرق المتبعة حاليا ووجد أنها تكون بنسبة 60 % من عدد المركبات الكلي.
لذلك تكون المحصلة النهائية من عدد المركبات في الساعة التصميمية هي

.60*3302 =
= 1981 سيارة/ ساعة

بما إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 850 سيارة / ساعة , حيث أن 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 العشرين سنة القادمة = D.H.V / السعة التصميمية
=1981/ 850
= 2 مسرب في كل اتجاه

وكما كان التصميم المقترح من بلدية مدينة الخليل بعرض (18) متر , لكن بسبب وجود النقاط الحاكمة والتي كان اهمها المنازل تم تعديل تصميم الطريق الى(12) متر .

الفصل الخامس

5

التصميم الهندسي للطريق

1-5 مقدمة
2-5 اسس عملية التصميم
3-5 التخطيط الافقي للطريق
4-5 القوة الطاردة المركزية
5-5 التعلية
6-5 التخطيط الرأسي للطريق
7-5 المياه السطحية ومياه الامطار
8-5 شبكة الانارة
9-5 اشارات المرور
10-5 علامات المرور

الفصل الخامس

التصميم الهندسي للطريق

1-5 مقدمة :-

تعتبر مرحلة التصميم الهندسي من أهم المراحل في تصميم الطرق ، بحيث أنها تسير جنبا إلى جنب مع عمليات العمل الميداني , حيث يجب اخذ مجموعة من الأمور بعين الاعتبار ومنها :-

1- أن يتجنب التصميم جميع التغيرات المفاجأة على المنحنيات أو الانحدارات .
2- أن يأخذ التصميم حجم المرور المتوقع للمتوسط اليومي ولساعة الذروة مع نوع المركبات وسرعتها بعين الاعتبار .
3- أن يكون التصميم اقتصاديا قدر الإمكان .
4- أن يكون التصميم شاملا لجميع الوسائل الضرورية من علامات الإرشاد والتخطيط والإضاءة .

وتقتصر عملية التصميم الهندسي في ثلاثة مراحل رئيسية وهي كالتالي :-

1. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment).
2. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment)
3. التصميم العرضي للطريق .

2-5 أسس عملية التصميم :-

تتوقف أسس التصميم على عوامل عديدة وهي :-

1- قطاع الطريق .
2- تركيب المرور (Character of Traffic) .

3- حجم المرور Traffic volume .
4- السرعة التصميمية (Design speed) .
5- الأرصفة (Sidewalks) .
6- عرض الحارة (lane width) .
7- الميول الطولية .
8- الميول العرضية .

وسيتم شرح هذه الأمور بالتفصيل فيما يلي :-

5-2-1 قطاع الطريق :-

يتم الاستفادة من أجزاء الطريق من خلال تصميم الأجزاء المختلفة في قطاع الطريق , بحيث يتم تصميم الطريق التي تحوي عدد كبير من المركبات وذات السرعات العالية بحيث يتم زيادة عدد المسارب المرورية وعمل منحنيات ذات أنصاف أقطار كبيرة نسبيا وتصميم المنحدرات الطولية بانحدار صغير , وكما يجب الاهتمام بأكتاف الطريق المتسعة والأرصفة وتخصيص حارات خاصة عند مناطق الدوران وعمل الجزر للفصل بين اتجاهات المرورية .

تركيب المرور (Character of Traffic) :-

حيث يتطلب تحديد التركيب المروري تحديد نسبة المركبات والحافلات بالنسبة للحجم المروري الساعي التصميمي للطريق .

5-2-2 حجم المرور (Traffic volume) :-

ويعرف الحجم المروري بأنه عدد المركبات التي تمر من نقطه معينه خلال فتره زمنيه محدده و يعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار على أن يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع , حيث يعتبر الحجم المروري من أهم الأمور التي يجب أخذها في الاعتبار عند التصميم الهندسي للطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والحجم المروري المستقبلي للطريق .

السرعة التصميمية (Design speed) :-

وتعرف السرعة التصميمية بأنها أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق بالسرعة التي يتم تصميم الطريق على أساسها ، بالإضافة إلى التركيب المروري والحجم المروري الساعي . والجدول (5-1) يوضح السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

جدول (5-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية

تصنيف الطريق	السرعة الدنيا	السرعة المرغوبة
طريق محلي(LOCAL)	30	50
طريق تجميعي(COLLECTOR)	50	60
شرياني – عام	80	100
-أقل اضطراب	70	90
-اضطراب ملموس	50	60
طـــريق سريع(Expressway)	90	120

وتم اختيار السرعة التصميمية (50) كم/الساعة للطريق .

5-2-3 الأرصفة (Sidewalks) :-

يعد رصيف المشاة جزءاً مهما من أجزاء التصميم في الطريق حيث يجب عمل الأرصفة في الطرق التي يتوقع أن تكون فيها الحركة المرورية للمشاة عالية , وفي المناطق التي قد تمثل خطرا للمشاة مثلما يحدث بالقرب من المدن والقرى والمصانع وغير ذلك , وينبغي ألا يقل عرض رصيف المشاة عن 1.5 متر , وقد تم وضعها في المشروع بعرض 2 متر , حيث يصمم الرصيف بحيث يراعي أمور السلامة للمشاة على الرصيف .

ويتوقف ذلك على عدة أمور :-

- وجود المساحة الكافية على جوانب الطريق .
- توفر الأشجار على الارصفه .

حيث تفصل الارصفه حركة المرور عن حركة المشاة وكما يستخدم كوسيلة لوضع الإشارات الضوئية والإشارات المرورية لتنظيم عملية المرور , حيث تم اعتماد رصيف المشاة بعرض 2 متر .

5-2-4عرض الحارة (lane width):-

يمثل عرض المسارب في كل طريق دورا مهما في تسهيل عملية القيادة وزيادة الأمان على الطريق بحيث أن لا يقل عرض المسرب الواحد عن ثلاثة أمتار ويفضل أن يؤخذ ما بين (3.5) أو (3.6) مترا أما في الطرق السريعة فيفضل أن يكون عرض المسرب الواحد (3.75) مترا وذلك بسبب السرعة التصميمية العالية ولتسهيل مرور مركبات النقل في الطريق , وقد تم اختيار عرض المسرب لتصميم هذا الطريق 3.75 متر لكل مسرب .

5-2-5 الميول الطولية :-

يتحكم الميل في نظام صرف الأمطار السطحية بالمناسيب في المناطق المستوية ، أما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه بنفس المستوى للأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصيف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي (0.5 م) على الأقل ، أما في المناطق الصخرية يصمم المنسوب بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـ (0.3م) على الأقل ، مما يعمل على تقليل مستوى الحفر الصخري ، حيث يعتبر (0.25%) هو اقل ميل تصميمي لصرف المياه السطحية في الاتجاه الطولي للطريق , وقد نتجت ميول طولية تصل الى 9 % نتيجة وجود فرق في الارتفاع على طول الطريق ولم يستطيع فريق العمل على تقليلها بسبب وجود النقاط الحاكمة .

5-2-6 الميول العرضية:-

تصمم الطريق بميول عرضية بحيث تساعد على تصريف المياه السطحية الموجودة على سطح الطريق ، حيث يجب عمل الميول العرضية بنفس مسار محور الطريق ، و عند وجود الجزر الوسطية فإن كل اتجاه من الاتجاهات له ميل كما لو كان من حارتين منفصلتين حيث تم اعتماد قيمة للميل العرضي 2% , أما على المنحنيات الأفقية فان الميول الجانبية تتغير مع التعلية .

نوع الرصف	الميول العرضية المفضلة
طريق ترابي	20:1إلى25:1
طريق مكدرا	36:1إلى48:1
رصف إسفلتي	48:1إلى60:1
رصف خرساني	60:1إلى72:1

جدول (5-2) الميول العرضية حسب نوع الرصفة

5-3 التخطيط الأفقي للطريق :-

ويتم من خلاله تصميم المنحنيات الأفقية وتحديد بداياتها ونهاياتها وأطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها ، بالإضافة لذلك سيتم بيان عرض الطريق والحواجز الجانبية ونقاط المضلع وكذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة لاتجاه للشمال .

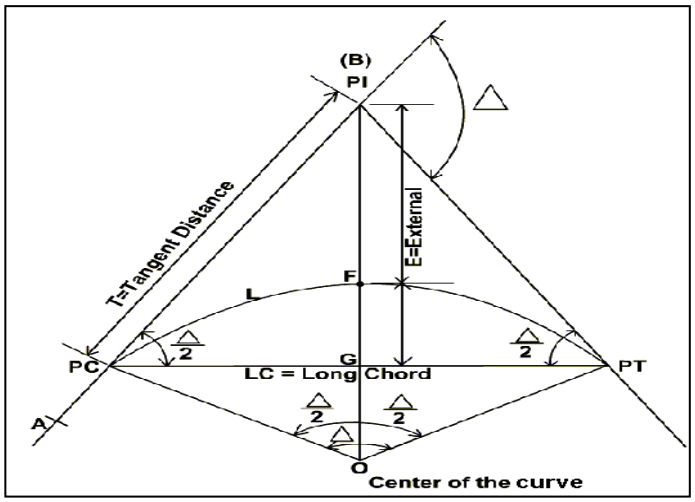
5-3-1 المنحنيات الأفقية :-

تستخدم المنحنيات الأفقية لتفادي التغيرات في الاتجاه الأفقي ووصل الأجزاء المستقيمة ببعضها البعض بشكل تدريجي ، بحيث توجد المنحنيات على أشكال متعددة والتي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة وسيتم استخدام المنحنيات الأفقية اللازمة في المشروع .

5-3-1-1 المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves) :-

5-3-1-1-1عناصر المنحنى الدائري البسيط :-

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط :-



الشكل (5-1) عناصر المنحنى الدائري البسيط

- زاوية الانحراف (Δ) Deflection Angle :-

وتساوي الزاوية المركزية للمنحنى الدائري .

- نقطة تقاطع المماسين (PI) .
- المماسين (T) The Two Tangent :-

حيث يسمى المماس على الجانب الأيسر بالمماس الخلفي , والمماس على الجانب الأيمن بالمماس الأمامي .

- نقطة بداية المنحنى (PC) Point of Curvature .
- نقطة نهاية المنحنى (PT) Point of Tangency .
- نصف القطر (R) Radius .
- الوتر الطويل (LC) :- وهو الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس .
- طول المنحنى (L) Length of curve .
- المسافة الخارجية (E) External Distance :- وهي عبارة عن المسافة بين (PI) وبين منتصف المنحنى الدائري .

- سهم القوس(M) Middle Ordinate :- و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له بالرمز (O) .

5-3-1-1-2 معادلات المنحنى الدائري البسيط :-

1- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad .....(1\text{-}5)$$

2- المسافة الخارجية (E)

$$E = R(\sec(\Delta/2)-1) \quad .....(2\text{-}5)$$

3- سهم القوس (M)

$$M = R(1-\cos(\Delta/2)) \quad ……..……(3\text{-}5)$$

4- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad ....……(4\text{-}5)$$

5- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad .....(5\text{-}5)$$

فمثلا عند حساب المعلومات لمنحنى رقم (5) نجد أن المعلومات التي تم التي تم حسابها من خلال برنامج civil 3d هي كما يلي :-

R= 100 m

T= 20.73

Δ= 23’25’22’

L= 40.88

LC= 40.60

ومن خلال حساباتنا باستخدام القوانين الهندسية الخاصة بالمنحنيات الأفقية كما يلي :-

R = 100 m

$$T = 100 * \tan\frac{23'25'22'}{2} = 20.729$$

E = 100*(sec(23'25'22/2)-1)= 2.126 m

M = 100*(1-cos(23’25’22/2))= 2.081m

$$LC = 2 * 100 * \sin\frac{23'25'22}{2} = 40.596m$$

$$L = \frac{\pi * 100 * 23'25'22}{180} = 40.88m$$

ونجد أنها متساوية مع القيم التي تم العمل بها على البرنامج .

يبين الجدول التالي أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق

POSITION	R-NORMAL	R-MIN
Garage Entrance	6.0	**5.0**
Local Streets	6.0	**6.0**
Collecting Roads	8.0	**6.0**
Major Roads (Urban)	10.0	**8.00**
Major Roads(Rural)	20.0	**10.0**

جدول (5-3) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق

ويبين الجدول التالي الحد الأدنى لنصف قطر المنحنى

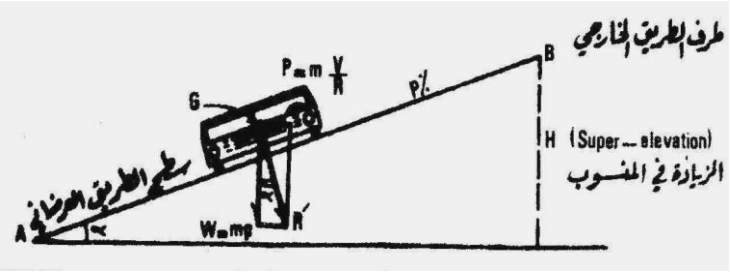
سرعة الدوران (كم / ساعة)	25	32	40	48	55	65
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	**0.17**
ميلان سطح الطريق	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	**0.09**
نصف القطر المستعمل(متر)	**15**	**30**	**50**	**75**	**100**	**140**

الجدول (5-4) الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى

ومن خلال دراسة موقع وطبيعة الطريق تم اعتماد سرعة الدوران (48 كم/س) على التقاطع وبالتالي فإن نصف القطر المستعمل هو (75 م) , ويحتوي الطريق (14) منحنى دائري بسيط وقد كانت بعض انصاف اقطار المنحنيات اكبر من ذلك بسبب وجود النقاط الحاكمة .

5-4 القوة الطاردة المركزية :-

وهي تعرف بالقوة التي تساعد المركبة للخروج من مسارها في حالة دخول المركبة للمسار المنحني حيت تكون قيمتها تساوي الصفر عندما تكون قيمة نصف قطر المنحنى تقترب من اللانهاية أي عندما يكون مسار الطريق مستقيما ، انظر العلاقة (5-6) ، وحتى نمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عالية بشكل مفاجئ إلى استخدام المنحنيات المتدرجة والتي تشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والجزء منحني من الطريق ، وبالتالي نعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي ومنع خروج المركبة عن مسربها .



الشكل(5-2) القوى المؤثرة على المركبة

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

وربط العناصر السابقة يتم من خلال العلاقة الرياضية التالية :-

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....(6-5)}$$

يمكن إعادة كتابة العلاقات الرياضية كما يلي :-

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\ \frac{mv^2}{r}\ \right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....(7-5)}$$

بحيث أن :-

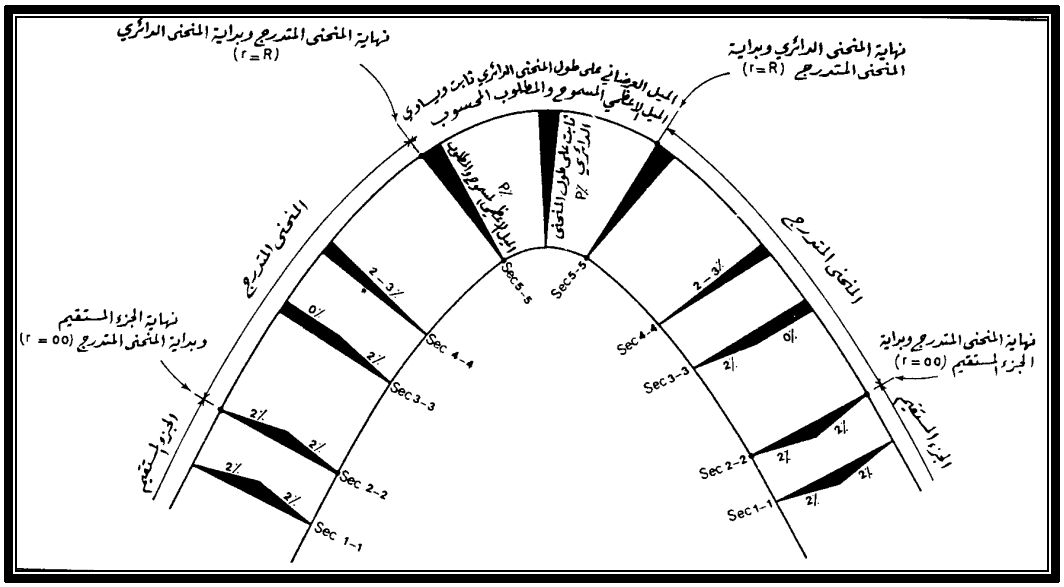
α : الزاوية الراسية

P_1 : الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه

5-5 التعلية :-

التعلية وهي عبارة عن عملية رفع مستوى الحافة الخارجية للطريق عن الحافة الداخلية , وذلك لمنع تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات والتي تتسبب في انحراف مسار المركبات وخروجها عن مسارها . وتكون قيمة هذا الميل تتراوح ما بين (4% - 7%) وقد تصل إلى (9%) حسب الدولة المستخدمة .



شكل (5-3) التعلية على الطريق

وتحسب قيمة التعلية وفقا للمعادلة التالية :-

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \quad \text{.....(8-5)}$$

حيث أن :-

e :- أقصى معدل رفع جانبي بالمتر (ارتفاع الطرف الخارجي للمنحنى).

f :- وتعرف بأنها معامل الاحتكاك الجانبي ، وأقصى قيمة له يمكن قبولها هي (0.16) ، فإذا كانت قيمة (f) أكبر من قيمة (f max) ، فإننا نقوم بتثبيت قيم (e , f) عند القيم القصوى ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها للمنحنى وتكون ملزمة لنا ، ويتم حساب السرعة حسب القانون التالي:-

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....(9-5)}$$

V:- هي سرعة المركبة ووحدتها (كم/ ساعة) .

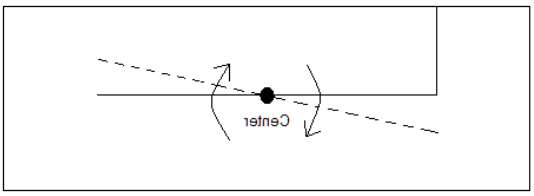
R :- وهو نصف القطر الدائري بالمتر .

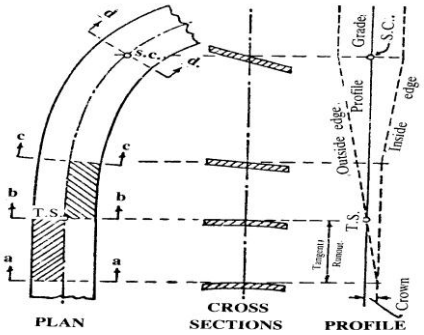
ويجب الإشارة هنا إلى أن ضرب السرعة بالمعامل (0.75) بسبب تعدد أنواع المركبات في الطريق (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

5-5-1 الطرق تنفيذ التعلية :-

5-5-1-1الطريقة الأولى :-

حيث نثبت محور الطريق ، وبسبب وجود ميل مختلف لكل مسرب من المسارب ويبدأ الجانب الخارجي للطريق بالارتفاع والدوران حول محور الطريق وبنفس الوقت يبقى الجانب الداخلي للطريق ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة ، ومن ثم يبدأ الجانب الداخلي بالانخفاض والجانب الخارجي بالارتفاع معا ويبقى سطح الطريق على نفس الاستقامة 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 2% لكل مسرب .

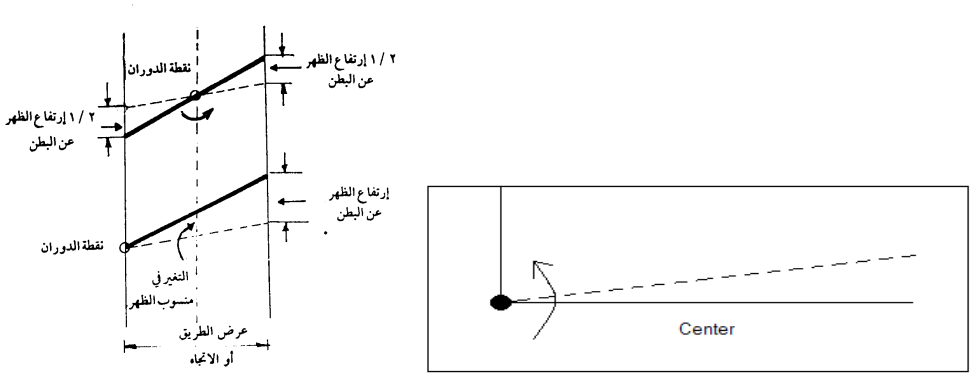




شكل (5-4) الطريقة الأولى

2-1-5-5 الطريقة الثانية:-

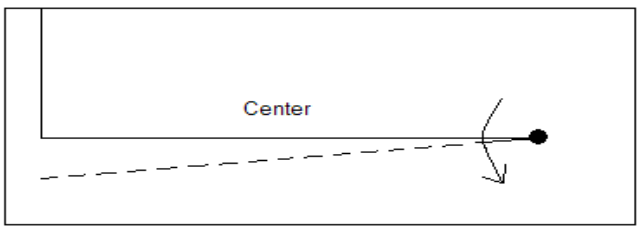
وذلك بارتفاع الجانب الخارجي للطريق ، ويبقى الجانب الداخلي ثابتا حتى يصبح سطح الطريق كاملا على نفس الاستقامة بميل 2% ، وبعد ذلك يدور سطح الطريق كاملا حول حافة الداخلية الطريق ، بحيث أن كامل سطح الطريق يرتفع حتى يصل السطح إلى الميلان المطلوب .



شكل (5-5) الطريقة الثانية

3-1-5-5 الطريقة الثالثة:-

يبدأ محور سطح الطريق بالانخفاض حتى يصبح السطح على نفس الاستقامة ويبدأ الانخفاض والدوران حول الطرف الخارجي للطريق للوصول إلى الميلان المطلوب .



شكل (5-6) الطريقة الثالثة

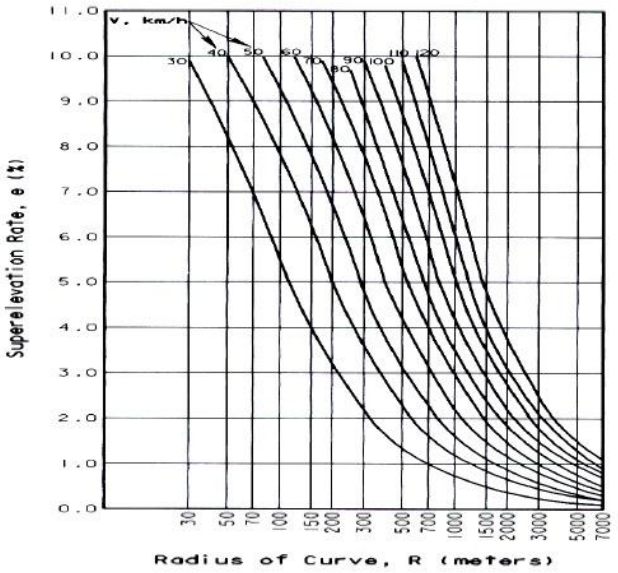
درجة الطريق	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق مرغوبة (متر/ متر)	أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (متر / متر)
طريق سريع	0.08	**0.09**
طريق شرياني	0.08	**0.09**
طريق تجميعي	0.08	**0.10**
طريق محلي	**0.10**	**0.10**

جدول (5-5) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة

السرعة التصميمية كم / ساعة	الاحتكاك الجانبي	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق				
		0.04	0.06	0.08	0.10	0.12
40	0.17	60	55	50	45	45
50	0.16	100	90	85	75	70
60	0.15	150	135	125	115	105
70	0.14	215	195	175	160	150
80	0.14	280	250	230	210	195
90	0.13	375	335	305	275	255
100	0.12	490	440	395	360	330
110	0.11	635	560	500	455	415
120	0.09	870	755	655	595	540

والجدول (5-6) يبين أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي

والشكل التالي يبين العلاقة بين نصف قطر المنحنى ومعدل ارتفاع ظهر المنحنى بالاعتماد على المواصفات الموصى بها من قبل الاشتو:-



الشكل (5-7)العلاقة بين نصف القطر والتعلية

فمثلا عند اخذ المنحنى رقم (5) وكانت القيم كما يلي :-

R= 100 m

V =50 km/h

F= 0.16 من جدول رقم .....(6-5)

من خلال القانون (5-8) نجد أن قيمة e = 0.0367

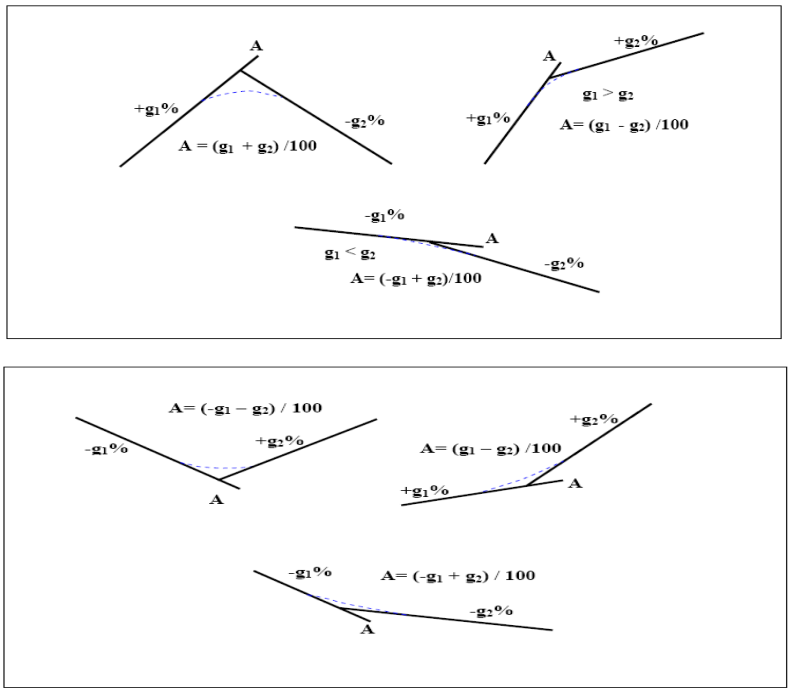
6-5 التخطيط الراسي للطريق (Vertical Alignment) :-

وتتم عملية التخطيط الراسي من خلال تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والانحدار الجديد للطريق ، حيث يتم تحديد مسار الطريق بالمستوى الرأسي وبيان مناطق الارتفاع والانخفاض وتحديد مناطق التي تحوي الحفر أو الردم وتصميم المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية , حيث تسهل عملية التخطيط الراسي عملية الانتقال من اتجاه لآخر في المستوى نفسه ، ولذلك يجب توفر مجموعة من المواصفات في هذه المنحنيات وهي :-

1. أن تكون عملية الانتقال بين المنحنيات تدريجيا وسهلا .
2. توفر مسافة رؤية كافية لتسهيل رؤية الحواجز أمام السائق .

1-6-5 أنواع المنحنيات الرأسية:-

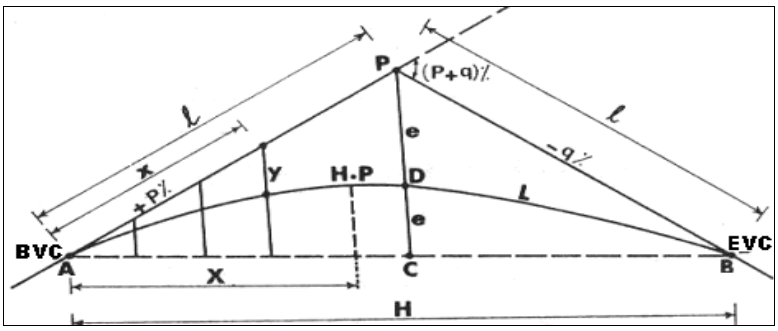
يتخلل مسار الطريق مجموعة مسارات مستقيمة ومتقاطعة بشكل الرأسي حيث يتم ربط المسارات بمنحنيات راسية ، وتكون هذه المنحنيات على شكل منحنيات استدارة علوية (منحنيات رأسية محدبة) ، أو منحنيات استدارة سفلية (منحنيات رأسية مقعرة) وهي موضحة بالأشكال التالية .



الشكل (5-8) أنواع المنحنيات الراسية .

2-6-5 عناصر المنحنى الرأسي :-

الشكل التالي يوضح عناصر المنحنى الراسي :-



الشكل (5-9) عناصر المنحنى الراسي

ومن الشكل السابق تتضح عناصر المنحنى الراسي وهي كما يلي :-

- نسبة الميل = p & q .
- طول القطع المكافئ (متر) = H .
- المسافة الخارجية المتوسطة (متر) = e .
- الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي = X .
- منسوب نقطة تقاطع الميلين الرأسيين (Elevation of the PI) .
- بداية المنحنى الرأسي = BVC .
- نهاية المنحنى الرأسي = EVC .
- محطة نقطة التقاطع (Stationing of PI) .

كما ويحتوي الطريق على (13) منحنى في المستوى الراسي .

5-6-2-1 الميول الرأسية العظمى :-

هنالك مجموعة من العوامل التي تتحكم في تحديد الميول الرأسية ويمكن تلخيصها فيما يلي :-

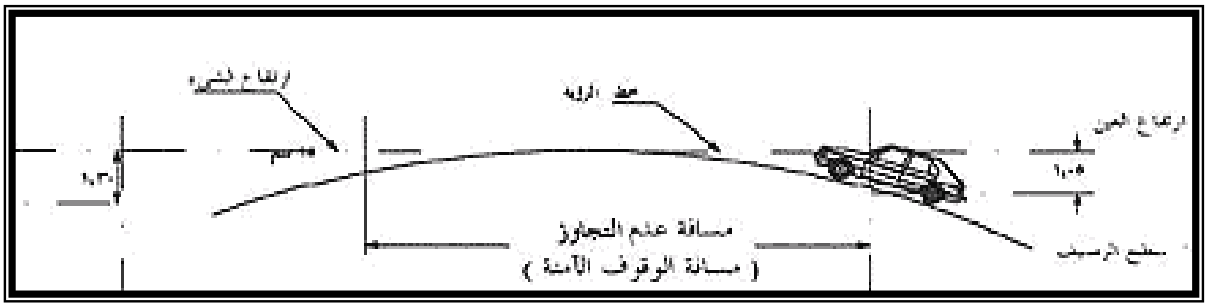
1- طبيعة وطبوغرافية الأرض (Type Of Topography) .
2- طول الجزئي من الطريق الخاضع للميل الرأسي .
3- السرعة التصميمية (Design Speed) .

5-6-3 مسافة الرؤية (Sight Distance) :-

وتعرف مسافة الرؤية بالمسافة التي يراها السائق أمامه على طول مسار الطريق دون وجود العوائق , وكما يجب مراعاة توفير مسافة رؤية كافية في التصميم وذلك لتوفير مسافة الرؤية الكافية للوقوف على طول الطريق .

تعتمد مسافة الرؤية على عدة عوامل منها السرعة، تخطيط الطريق أفقيا ورأسيا ، وجود الأبنية والأشجار ونوعية السيارات التي ستستعمل الطريق ، وحالة الطقس والإضاءة ، وارتفاع عين السائق عن سطح الطريق (أي علو السيارة)، وارتفاع العوائق التي يراها السائق على الطريق .

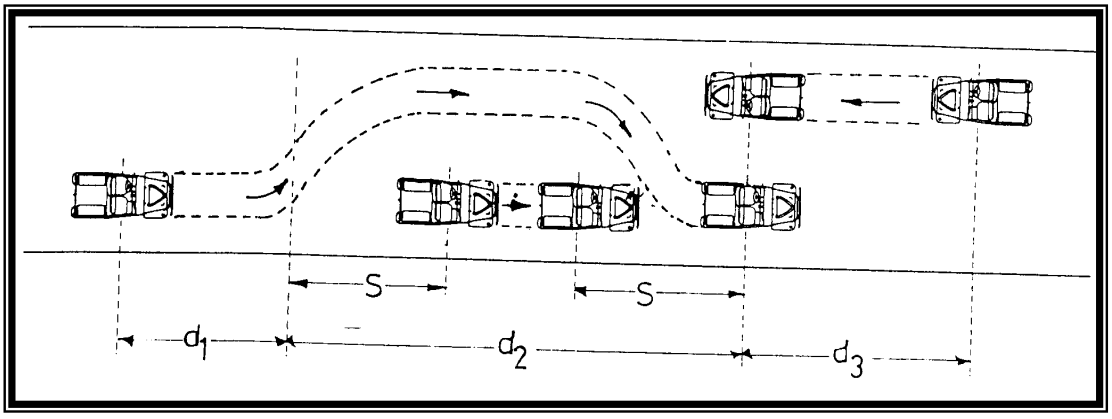
كما وتعرف مسافة الرؤية للتوقف الآمن (Stopping Sight Distance) بأنه الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير بسرعة تقترب من السرعة التصميمية دون حدوث أي تصادم بعوائق أو مركبات أخرى تعترض خط سيرها .



الشكل (5-10)يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن

4-6-5 مسافة التجاوز (Passing Sight Distance) :-

عند وجود حارتين في الطريق فلا بد من تامين تجاوز السيارات , فيجب تسهيل رؤية السائق أمامه بحيث يتمكن من التجاوز دون الاحتكاك بالسيارة التي يتخطاها ودون أن تعترضه أي مركبة يحتمل ظهورها بعد أن يبدأ التجاوز و يعود إلى المسرب اليمين بسهولة بعد عملية التجاوز .



الشكل (5-11) عناصر مسافة التجاوز

وتستخدم المعادلات التالية لإيجاد مسافة التجاوز الآمن (بالمتر).

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad .....5-10$$

$$OSD = 0.28Vb.t + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad .....5-11$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad .....5-12$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad .....5-13$$

حيث:-

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

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 2 ثانية) .

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

V: سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة) .

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

A: تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة^2) .

وعند عدم معرفة سرعة السيارة المتجاوز عنها يمكن إيجادها من العلاقة التالية:-

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....5-14}$$

حيث :-.

v :- السرعة التصميمية (كم / ساعة).

وفي حالة وجود الميول الراسية في الطريق فهي تؤثر في مسافة التجاوز سواء كانت صعودا أو نزولا؛ فهي تزيد مسافة التجاوز الآمن .

فتصبح المعادلة

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....5-15}$$

حيث :-

N :- هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي .

حيث تم استخدام هذه المعادلة لتحديد أطوال المنحنيات الرأسية المحدبة حسب مسافة الرؤية للتوقف .

فمثلا عندما تكون السرعة التصميمية 50 كم/الساعة , يمكننا من خلال المعادلات السابقة إيجاد سرعة السيارة المتجاوز عنها Vb= 36 كم/الساعة وقيمة المسافة S = 29.8 وقيمة T =2.071521 وقيمة مسافة الرؤية للتجاوز الآمن OSD =127 متر .

5-7 المياه السطحية ومياه الأمطار :-

وتعرف عملية صرف المياه السطحية بأنها عملية التخلص من المياه الموجودة والتي تجري على سطح الطريق والتحكم في مسارها داخل حرم الطريق ، فعند وجود المياه السطحية على الطريق فان جزء من هذه المياه ينتقل إلى طبقات التربة حتى يصل إلى المياه الجوفية أما الجزء الآخر من المياه فيجري على سطح الطريق , ومما سبق لا بد من عمل مصارف للتخلص من المياه السطحية عند إعادة تصميم الطريق وتسمى عملية التخلص من المياه السطحية بالصرف السطحي Surface Drainage .

1-7-5 أهمية تصريف المياه :-

تشكل المياه السطحية الماء خطرا كبيرا على سطح الطريق فوجودها على سطح الطريق يؤدي إلى انزلاق المركبات كما ويدمر سطح الطريق و يضعفه سواء كان السطح حصويا أو إسفلتيا ، فتغلغل الماء وتسربه إلى الإسفلت يؤدي إلى تدمير الطبقة الاسفلتيه ، وعند سير المركبات على سطح الطريق يصبح خروج الحصمة أكثر سهولة من سطح الطريق ، ومع تكرار هذه العملية تؤدي إلى عمل حفر في الإسفلت وتجمع مياه الأمطار بها وتدمير الطريق بشكل كلي , كما وان تخلل المياه إلى الطبقات السفلية يؤدي إلى عمل فراغات فيها , مما يؤدي إلى هبوط الإسفلت بسبب وزن المركبات لأنه من المعروف أن التربة تكون اضعف كلما زادت نسبة الرطوبة فيها .

طريقة تصريف المياه في المشروع :-

من خلال دراسة موقع الطريق وطبوغرافية المشروع فانه سيتم تصريف المياه السطحية من خلال تصريفها الى شبكات الصرف الصحي من خلال فتحات التصريف على جانبي الطريق , وكما سيتم تصريف المياه السطحية من خلال عمل العبارات في الطريق وذلك لان المياه السطحية لا تتجمع على سطح الطريق ومستوى سطح الطريق أعلى من المناطق المحيطة والتي تتشكل غالبا من أراضي زراعية فيمكن تصريف المياه السطحية إلى جانبي الطريق .

5-8 شبكة الإنارة:-

تقلل الإنارة من نسبة الحوادث على الطرق وتزيد من الأمان على مسار الطريق وتساعد المشاة في تجنب خطر الحوادث , كما وتساعد من تقليل وقت الرحلة إذ أنها تساعد السائق على القيادة بأقصى سرعة تصميمية ممكنة , حيث يشكل التوفير في الوقت وتقليل الحوادث مردود اقتصادي عالي .

5-8-1 أعمدة الإنارة:-

حتى يتم الاستفادة من الإنارة المستخدمة لتعطي اكبر قدر ممكن من الضوء على الطريق لا بد من وضعها على أعمدة إنارة , ويجب مراعاتها من حيث مكانها وطريقة توزيعها وأبعادها وألوانها للحصول على اكبر قدر من الأمان .

5-8-2 ارتفاع أعمدة الإنارة :-

يصمم طول عمود الإنارة اعتمادا على مجموعة من الأمور ألا وهي عرض الطريق ونوعية المصابيح المستخدمة وسطح الطريق والمنطقة المحيطة بالأعمدة , وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة (7.26, 10.69, 12.19 ...الخ متر) والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) (1.82, 2.29, 2.59 ...الخ متر) على التوالي .

5-8-3 عوامل توزيع أعمدة الإنارة على الطريق :-

يعتمد توزيع أعمدة الإنارة على مسار الطريق على مجموعة من العوامل وأهمها :-

- طبيعة مسار الطريق (الاستقامة، المنعطف...الخ) .
- عرض الطريق .
- وضوح الرؤية على الطريق .
- حركة المشاة.

- حركة مرور السيارات.
- النقاط الحاكمة في الطريق (جسر , مفرق , دوار ... الخ) .

4-8-5 طرق توزيع الإنارة على مسار الطريق :-

يتم توزيع الإضاءة على الشوارع بعدة طرق وهي :-

1- توزيع الأعمدة في المنتصف الطريق (في جزيرة) (central arrangement) :-

حيث تستخدم هذه الطريقة إذا كان عرض الشارع (L) اقل من طول العمود بمرة ونصف .

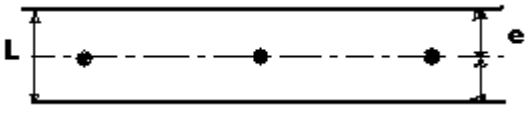
2- التوزيع في جهة واحدة (single side) :-

و تستخدم هذه الطريقة إذا كان ارتفاع عمود الإنارة (H) اكبر من المسافة بين موضع العمود وطرف الشارع (E) .

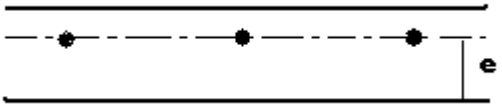
3- طريقة (zigzag) :-

حيث يتم في هذه الطريقة توزيع أعمدة الإنارة على جانبي الطريق , بحيث تبلغ المسافة ما بين عمودي الإنارة ضعف المسافة التصميمية للأعمدة ويوضع عمود إنارة في نصف المسافة على الجهة الأخرى للطريق, وهي الطريقة التي تم استخدامها في التصميم .

وتوضح طرق توزيع الأعمدة بالأشكال التالية :-



الشكل (5-12) توزيع الإنارة في المنتصف (L < 1.5h)



الشكل (5-13) توزيع الأعمدة في جهة واحدة (h > e)

5-8-5 المسافة بين أعمدة الإنارة :-

تعرف المسافة بين الأعمدة هي بالمسافة المحصورة ما بين عمودين متتاليين ومقاسه حسب محور الطريق , وهذه المسافة مرتبطة بارتفاع عمود الإنارة , وتحدد نسبة التباعد إلى الارتفاع عامل الانتظام وتوزيع أعمدة الإنارة على طول الطريق ، وكلما كانت هذه النسبة صغيرة كانت التكلفة اكبر وكانت نسبة الرؤية أكثر وضوحا .وتتراوح هذه النسبة ما بين(4,5_2,5) . ويمكن توضيح العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود من خلال الجدول التالي :-

Group	*Mounting Height H m*	*Effective Width, W m*										*Max Over hang A m*
		7.62	9.14	10.69	12.19	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	
		Maximum spacing , S m										
A1	7.26	30.5	25.3	21.3	18.3	16.8						**1.82**
	9.14	36.6	6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				**2.29**
	10.69	42.7	36.6	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		**2.59**
	12.19	48.8	42.7	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	**2.90**
			48.8									
A2	7.62	33.5	30.5	25.9	22.9	19.8						**1.82**
	9.14	39.6	39.6	38.1	33.5	29.0	25.9	24.4				**2.29**
	10.69	47.2	47.2	47.2	45.7	39.6	36.6	33.5	30.5	27.4		**2.59**
	12.19	53.3	53.3	53.3	53.3	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5	**2.90**
A3	**7.62**	**36.6**	**36.6**	**32.0**	**27.4**	**24.4**						**1.82**
	9.14	**44.2**	**44.2**	**44.2**	**39.6**	**35.1**	**32.0**	**29.0**				**2.29**
	10.69	**51.8**	**51.8**	**51.8**	**51.8**	**47.2**	**42.7**	**39.6**	**36.6**	**33.5**		**2.59**
	12.19	**57.9**	**57.9**	**57.9**	**57.9**	**57.9**	**56.4**	**51.8**	**47.2**	**42.7**	**39.6**	**2.90**

الجدول (5-7) العلاقة بين عرض الطريق وارتفاع العمود والمسافة بين الأعمدة

حيث أن:-

A1:- الطرق ذات الكثافة المرورية العالية (Heavy traffic) .

A2:- الطرق ذات الكثافة المرورية الطبيعية (Normal traffic) .

A3:- الطرق ذات الكثافة المرورية المتوسطة .

وقد تم اختيار طريقة التوزيع الأعمدة (zigzag) بسبب عدم وجود جزيرة , وفيها (L < 1.5 h) بحيث أن :-

الطريق يقع ضمن المجموعة A2 عرض الطريق 12 مترا , كما أن عرض الشارع (L) اصغر من 1.5 h .

وبالاعتماد على الجدول (5-7) فسيكون توزيع الأعمدة على النحو التالي، وهناك جدول بالملاحق يوضح إحداثيات كل عمود بالطريق .

ارتفاع العمود	10.69متر
المسافة بين الأعمدة	45متر

5-8 إشارات المرور:

الهدف من استعمال الإشارات المرورية هو توصيل المعلومات للسائق أو المشاة ، وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا، بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق.

5-8-1 أنواع الإشارات:-

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

1. إشارات التحذير :- كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر وتكون هذه الإشارة مثلثة الشكل.
2. إشارات الأوامر :- حيث إن هذه الإشارة تعطي الأوامر إلى السائق مثل أمر قف، تمهل، وغيرها من الأوامر وهذه الإشارة تكون دائرية الشكل.

3. إشارات المنع :- مثل ممنوع المرور، ممنوع التجاوز، وهي مستديرة الشكل.
4. إشارات التعليمات (التوجيه) :- وهي تعطي التعليمات إلى السائق مثل استراحة، مكان وقوف، وهذه تكون مربعة أو مستطيلة الشكل.

5-8-2 مواصفات الإشارات :-

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها، ومن هذه المواصفات :-

1- يجب أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة .

2- 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 يتحقق ذلك فانه لا بد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة وهي :-

1. أبعاد الإشارة :- كلما كبرت الإشارة ضمن حدود معقولة كلما تحسنت رؤية السائق لها .
2. تباين الألوان في الإشارة :- إن التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الإشارة بالنسبة للمنطقة وظهور الكتابة بالنسبة للإشارة نفسها، وهذا التباين يتحقق باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعان مختلفة .
3. الشكل :- يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من اجله .
4. الكتابة :- تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل هي نوع الكتابة ، حجم الأحرف ، وسماكة الخط ، والمسافات بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش .

5-8-3 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 ، وان 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 (45متر) من الموقع المراد والجداول التالية توضح بعض إشكال الإشارات.

.

إشارات التحذير	مدلول الإشارة
	طريق ملتوية
	مفترق تقاطع طرق.
	مفترق تفرع طرق إلى اليسار.
	مفترق تفرع طرق إلى اليمين.
	مفترقات تفرع نحو اليسار ومن ثم نحو اليمين.
	سرعة خاصة : ممنوع السير بسرعة تزيد عن عدد الكم/ساعة المسجل في الشاخصة
	انعطاف حاد نحو اليمين.
	انعطاف حاد نحو اليسار.
	أمامك ممر عبور للمشاة.
	أولاد بالقرب من المكان.
	منحدر خطر (مع ذكر نسبة الانحدار أو بدونها)

جدول(5-8) إشارات التحذير ومدلولاتها

إشارات الإرشاد	مدلول الإشارة
	ممنوع الانعطاف نحو اليسار.
	ممنوع الانعطاف نحو اليمين.
	ممنوع الانعطاف نحو اليمين بقصد السفر نحو الجهة المضادة.
	ممنوع الانعطاف نحو اليسار بقصد السفر نحو الجهة المضادة.
	قف! أعطي حق الأولوية لحركة السير على الطريق المقابلة.
	قف! (إشارة طرق متنقلة).

جدول(5-9) إشارات الإرشاد ومدلولاتها

5-9 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking) :-

5-9-1 أهداف علامات المرور:-

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة مفردة أو مزدوجة، بيضاء أو سوداء أو صفراء، كما أنها قد تكون أسهما أو كتابة (كلمات).أما أهداف علامات المرور فهي :-

1. تحديد المسارب وتقسيمها.
2. تحديد أماكن عبور المشاة.
3. تحديد جانبي الطريق.
4. منع التجاوز.
5. تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
6. فصل السير الذاهب عن القادم.
7. منع الوقوف أو التوقف.
8. تحديد مواقف السيارات.
9. إعطاء تعليمات ومعلومات إلى السائق مثل اتجه إلى اليمين ، توقف ، وغير ذلك .
10. تعيين الاتجاهات باسهم (يمينا، يسارا) لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.

5-9-2 الشروط الواجب توفرها في علامات المرور:-

إن هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والماشي وتنقل التعليمات لهم ، هذا ويراعى في هذه العلامات الأمور التالية :

1. أن تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار وواضحة في كافة الأوقات والظروف .
2. أن تتوافق فيها الألوان.
3. أن تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
4. أن تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

5-9-3 أنواع علامات المرور :-

1-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.

2-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.

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

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

5-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 السادس

6

التصميم الهندسي للطريق

1-6 مقدمة
2-6 العناصر الانشائية للرصفة
3-6 الفحوصات المخبرية
4-6 حساب الاوزان المحورية
5-6 حساب سمك الطبقات
6-6 الخلاصة

التصميم الإنشائي للطريق (Structural Design)

1-6 مقدمة

تعرف عملية التصميم الإنشائي للطريق بعملية إيجاد سماكات طبقات الرصف و مكوناتها و مواصفاتها حتى تتمكن من تحمل أوزان المركبات التي تسير على الطرق ، وهناك نوعان من الرصفة , الأول وهو الرصفة الصلبة وهو عبارة عن بلاطات خرسا نية مسلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أو طبقة تحت الأساس , والنوع الثاني وهو الأكثر شيوعاً وهو الرصفة المرنة , حيث يتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصفة الإسفلتية .

وسنستعرض طريقة تصميم الرصفة المرنة .

حيث يعرف نوعان رئيسيان للرصفة وهما :-

اولا :- الرصفة القاسية (Rigid Pavement) :-

وتعرف بانها عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (15 – 30) سم ، حيث يتم فرد طبقة من الحصى على الطريق وصب الطبقة الخرساني فوقها ، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة ، وقد يتم صبها بشكل كامل او جزئي على شكل قطع بحيث يكون طول كل قطعة ما بين (20 – 50) م للخرسانة العادية ، وقد يصل طول القطعة إلى 300 م للخرسانة المسلحة حسب طبيعة الطريق .

ثانيا :- الرصفة المرنة (Flexible Pavement) :-

وهي الطبقة الخرسانية التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي ، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات ، ويوجد نوعين منها :-

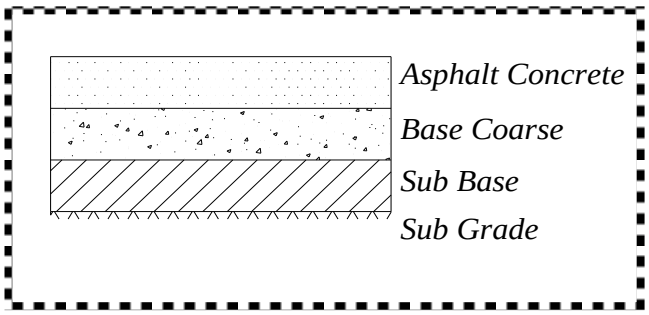
1. رصفة تلفورد

- وذلك بحيث يحدد الرصيف و يبنى له اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك .
- يتم عمل رصف للطريق بحجارة سمكها 20 سم و تملا الفراغات بحصى صغيرة .
- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الصغيرة (الفولية) لتعبئة الفراغات .
- يرش اسفلت بدرجة غرز 80% و بمعدل 4 كيلو على للمتر المربع .

2. رصفة الفرشيات :-

ويمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن رصفة الحجارة , وذلك من خلال نقل مواد مخلوطة ومتدرجة (صخور بمختلف الاحجام) مثل البسكورس وفردها بالسمك المحدد بحيث لايتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم .

2-6 العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement) :-



الشكل(6-1) طبقات الرصفة المرنة

يبين الشكل (6-1) طبقات الرصفة المرنة ويمكن توضيحها كما يلي :-

1- القاعدة التربية (sub grade) :- وتتكون هذه الطبقة من المواد المكونة لسطح الارض او مواد يتم توريدها من مكان اخر ، ويتم دمك هذه الطبقة للوصول إلى قوة التحمل المطلوبة .
2- طبقة ما تحت الأساس (sub base) :- وهذه الطبقة تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة التربية حيث يتم دمكها جيدا للوصول لقوة التحمل المطلوبة , وفي بعض الاحيان تتشابه خصائص هذه الطبقة مع الطبقة القاعدة التربية وفي هذه الحالة يمكننا الاستغناء عن هذه الطبقة .
3- طبقة الأساس (base course) :- وتتكون هذه الطبقة من الحصى باحجام متدرجة متوسطة الخشونة ,وهي عبارة عن حجارة مكسرة يتم توريدها من الكسارات ، وتعرف هذه الطبقة في بلادنا بطبقة (البسكورس) .
4- الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course) :- وتتشكل من خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

ويوجد هنالك عدة طرق لتصميم الرصفة المرنة ، وهنا سنعتمد طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة .

1-2-6 العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO :-

توجد مجموعة من العوامل تتحكم في تصميم الطيق مثل جحم المرور و نوع المرور وخصائص التربة والمواد المستخدمة في الطبقات وسيتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره 18 kips على المحور المفرد ، وقد اجريت الدراسات وعمل الجداول من أجل ايجاد وتحويل أحمال المرور .

3-6 الفحوصات المخبرية في تصميم الطريق :-

تشمل الفحوصات عدة اختبارات تجرى على مواد طبقات الرصف , ويتم من خلال هذه الاختبارات حساب المحتوى المائي , اختبار الدمك , نسبة تحمل كاليفورنيا California Bearing Ratio (CBR) . وكذلك اجراء تجارب على الاسفلت واختبارات الخلطة الاسفلتية واختبارات تصميم الخلطة الاسفلتية بالطريقة الحديثة .

1-3-6 اختبارات التربة :-

وهي عبارة عن الفحوصات التي يتم بنتيجتها الحصول على دلائل تساعد في تصنيف التربة ومعرفة نوعها ومن هذه الفحوصات :-

1- حساب المحتوى المائي .
2- تدرج الحبيبي للتربة .
3- اختبار تعيين كثافة التربة بطريقة المخروط الرملي .
4- اختبار الدمك (تجربة بروكتور) .
5- الوحدة الوزنية للتربة .
6- الكثافة النسبية .
7- الوزن النوعي للتربة .
8- تحديد نسبة كاليفورنيا (CBR) .

وقد تم التطرق في هذا الفصل الى اهم الفحوصات وهي كما يلي :-

1-1-3-6 اختبار الدمك (تجربة بروكتور) :-

يتم في هذا الاختبار تحديد العلاقة بين الكثافة الجافة للتربة (γ_d) والمحتوى المائي (w) ومن ثم تحديد الكثافة الجافة العظمى Maximum Dry Unit Weigh (γ_{dmax}) والمحتوى الرطوبي الامثل Optimum Moisture Content(OMC) للتربة باستخدام طريقة اختبار بروكتور (اختبار بركتور المعدل) وذلك لان التربة تكون خالية من الهواء وتكون مشبعة تماما بالماء , وذلك من اجل تحديد الكثافة القصوى والرطوبة المثلى التي ستقارن بها الكثافة الحقلية , وكذلك تحديد الطاقة التي تتعرض لها التربة في الدمك في المعمل لتمثيلها على الطبيعة باستخدام ادوات الدمك المختلفة .

6-3-1-1 -1 اختبار بروكتور المعدل :-

ويقوم مبدأ التجربة على اساس دمك التربة باستخدام اسطوانة معدنية (قالب بروكتور) حيث تدمك التربة على خمس طبقات متتالية ومتساوية بعد خلطها بالماء بنسب محسوبة حيث تدمك كل طبقة بمطرقة خاصة تابعة لقالب بروكتور وزنه 4.45 كغم (9.8 باوند) تسقط من ارتفاع طوله قدم واحد (45.8 سم) .

الادوات المستخدمة :-

1- قالب بروكتور المعدل مع الغطاء المتحرك .
2- مطرقة بروكتور المعدلة (10 باوند) .
3- وعاء الخلط مع قارورة ماء ومسطرين .
4- منخل رقم ¾″ و 4″ .
5- جفنات صغيرة وفرن تجفيف .
6- ميزان(دقة2 غم) وسعة (40 كغم) , ميزان (دقة 0.01غم) وسعة (1200 غم) .
7- ادات استخراج العينة .

6-3-1-1-2 طريقة العمل :-

1- يتم تسجيل رقم الجفنات ووزنها فارغة .
2- يتم وزن قالب بروكتور فارغا مع القاعدة .
3- تحضر العينة وتنخل على منخل ¾″ , والكمية المارة من المنخل هي التي تستعمل فقط , والحجوز على رقم ¾″ يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة التي تمر من منخل ¾″ ومحجوزة على منخل 4″ .
4- وبالاعتماد على نسبة الرطوبة المحسوبة توضع كمية من الماء على العينة حيث تصبح رطبة ويتم خلطها ثم تؤخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بالمطرقة بسحبها بكامل طولها وتترك لتسقط نتيجة ثقلها على جميع اجزاء سطح العينة , وتكرر العملية حسب عدد الطبقات .
5- يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح وجه القالب من العنية المرصوصة باستخدام اداة غير حادة ويسوى سطح القالب .
6- يسجل وزن العينة مع القالب , وتزال العنية من القالب باستخدام الازميل , وتؤخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنتين ويتم تسجيل وزنهما ثم توضع بالفرن لمدة 24 ساعة , حتى يتم وزن الجفنتين مع العنية المجففة في اليوم التالي .

7- تعاد العينة الى وعاء الخلط وتحرك جيدا وتزاد كمية الماء في العينة ثم يملأ القالب مرة ثانية وتعاد الخطوات السابقة .
8- تكرر العملية بحيث يتم زيادة نسبة الماء حتى يبدأ وزن الفالب مع العينة بالنقصان .
9- يتم رسم الكثافة الجافة للتربة مع نسبة الرطوبة على شكل رسم بياني والتي ستشكل منحنى ومنه نحدد الكثافة الجافة العظمى للتربة , وهي اعلى نقطة في المنحنى ويمثل المحتوى المائي لهذه النقطة المحتوى الرطوبي الامثل .

6-3-1-1-3 القوانين المستخدمة :-

نسبة الرطوبة = وزن الماء / وزن العنية 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).
الكقافة الجافة = الكثافة الرطبة / (1+ نسبة الرطوبة).
ترسم العلاقة البيانية بين نسبة الماء والكثافة الجافة بناء على النتائج , ومنه تؤخذ الكثافة العظمى ونسبة الماء المثالية .

6-3-1-1-4 الحسابات والنتائج :-

تظهر قيمة الكثافة الرطبة والكثافة الجافة ونسبة الماء المثالية لطبقة الاسفلت (Base Course) في الجداول التالية :-

حيث ان :-

ارتفاع قالب بروكتور المعدل = 116.4 ملم .
قطر القالب = 152.4 ملم .
حجم الفالب = 2124 سم ^{3} وهو ثابت لجميع العينات .
وزن القالب فارغ = 5116 غم .
وزن العينة لل (Base Course) = 7000 غم .

وتم الدمك على خمس طبقات وكل طبقة دمكت ب (55) ضربة بمطرقة بروكتور المعدلة

رقم العينة	وزن العينة بعد الدمك + القالب (غم)	وزن العينة الرطبة (غم)	حجم العينة (سم ³)	الكثافة الرطبة (غم / سم ³)
1	9612	4496	2124	2.12
2	9914	4798	2124	2.26
3	10134	5018	2124	2.36
4	10116	5000	2124	2.35
5	10020	4904	2124	2.31

الجدول (6-1) قيم الكثافة الرطبة لعينات ال (Base Course)

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزنة الجفنة + العينة الرطبة (غم)	وزن الجفنة + العينة جافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن العينة جافة (غم)	نسبة الرطوبة (%)	الكثافة الجافة (غم / سم ³)
1	A2	31.89	307.91	298.6	9.31	266.71	3.9	2.04
2	A7	31.34	304.88	291.94	13.48	259.97	5.2	2.15
3	E17	32.81	276.04	259.92	16.84	226.39	7.4	2.2
4	D4	31.71	300.48	278.60	21.88	246.89	8.8	2.16
5	A11	29.14	239.94	219.30	20.64	190.16	10.8	2.08

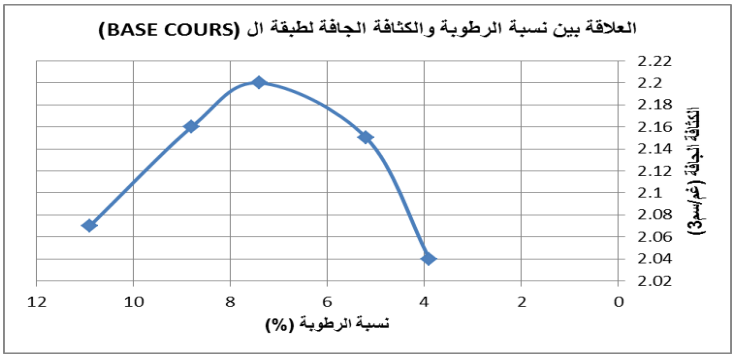
الجدول (6-2) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات ال (Base Course)

من النتائج الموضحة من الجداول :-

الكثافة الرطبة 1= وزن العينة الرطبة 1 / حجم العنية = 4496 / 2124 = 2.12 غم / سم ³

نسبة الرطوبة 1 = وزن الماء 1 / وزن العينة الجافة 1 = 9.31 / 266.71 = 3.9 %

الكثافة الجافة 1 = الكثافة الرطبة 1 / (1+ نسبة الرطوبة) = 2.12 / (1+0.039) = 2.04 غم / سم ³



الشكل (6-2) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة

من الرسم البياني الموضح في الشكل (6-2) نجد ان :-

اقصى كثافة جافة (Maximum Density) = 2.2 غم / سم ^{3}

نسبة الماء المثالية (Optimum Moisture Content) = 7.45%

وفيما يلي نتائج حسابات على عينة تحت الاساس (التربة) حيث كان وزنها 8 كغم :-

رقم العينة	وزن العينة بعد الدمك + القالب (غم)	وزن العينة الرطبة (غم)	حجم العينة (سم ^{3})	الكثافة الرطبة (غم / سم ^{3})
1	9148	4032	2124	1.90
2	9630	4514	2124	2.13
3	9696	4580	2124	2.16
4	9546	4430	2124	2.09
5	9406	4032	2124	2.02

الجدول (6-3) قيم الكثافة الرطبة لعينات طبقة الاساس .

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزنة الجفنة + العينة الرطبة (غم)	وزن الجفنة + العينة جافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن العينة جافة (غم)	نسبة الرطوبة (%)	الكثافة الجافة (غم / سم ³)
1	A14	31.9	245.44	229.7	15.74	197.8	7.96	1.76
2	B6	31.73	244.87	224.4	20.47	192.67	10.62	1.92
3	C13	30.55	245.81	219.4	26.41	188.85	13.98	1.89
4	A3	30.53	214.28	185.5	28.87	154.79	18.57	1.76
5	8	29.02	319.21	187.3	51.9	238.28	21.78	1.66

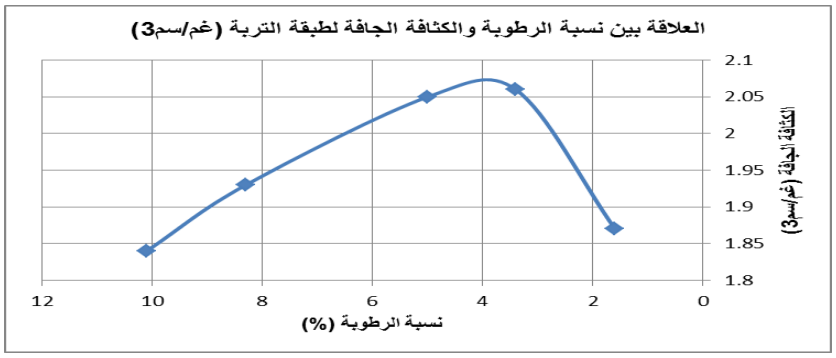
الجدول (6-4) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة .

النتائج الموضحة في الجدول (6-3) , (6-4)

الكثافة الرطبة 1= وزن العينة الرطبة 1 / حجم العنية = 4032 / 2124 = 1.90 غم / سم ³

نسبة الرطوبة 1 = وزن الماء 1 / وزن العينة الجافة 1 = 3.2 / 197.8 = 1.62 %

الكثافة الجافة 1 = الكثافة الرطبة 1 / (1+ نسبة الرطوبة) = 1.9 / (1+0.0162) = 1.87 غم / سم ³



الشكل (6-3) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة

ومن الرسم البياني الموضح بالشكل (6-3) نجد ان :-

اقصى كثافة جافة (Maximum Density) = 2.2 غم / سم ^{3}

نسبة الماء المثالية 7.45%

6-3-1-2 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) :-

6-3-1-2-1 مقدمة :-

وتعرف بقياس الحمل اللازم بغرز ابرة ذات قطر معين وسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة , وحساب نسبة هذا الحمل (الضغط) الى الحمل القياسي عند غرز الابرة بمقدار 2.5 ملم و 5 ملم ويعطي الاختبار معلومات عند مدى انتفاخ التربة والقوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء , كما ويعطي الاختبار تصورا عن مواد الاساس تحت تحت الاسفلت , ويمكن عمل الاختبار في الحقل او المختبر , ويوضح الجدول التالي القيم لنسبة التحمل :-

نسبة التحمل CBR	تصنيف المواد	مجال الاستخدام	نظام الموحد USC	نظام AASHTO
0-3	ضعيفة جدا	القاعدة الترابية	OH , CH , MH , OL	
3-7	ضعيفة	القاعدة الترابية	OH , CH , MH , OL	
1-20	مقبولة	تحت الاساس	OH , CH , MH , OL	
20-50	جيدة	اساس وتحت الاساس	GM , GC , SW , SM , SP , GP	
اكبر من 50	ممتازة	اساس	GW , GM	

الجدول (6-5) بعض قيم نسبة التحمل (CBR).

وتستخدم القيم القياسية الموضحة في الجدول التالي لحساب نسبة التحمل :

وحدة الوزن القياسية (ميغا باسكال)	مقدار الاختراق (ملم)
6.9	2.5
10.3	5
13	7.5
16	10
18	12.7

الجدول (6-6) حساب نسبة التحمل (CBR) .

6-3-1-2-2 الهدف :-

إيجاد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) لطبقات الرصفة .

الادوات المستخدمة :-

1- منخل قياس (¾") .
2- 3 قوالب معدنية اسطوانية ذات ابعاد معينة مع قاعدة وحلقة اضافية لكل منها توضع في حالة نعبئة القالب اثناء الرص .
3- مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963 ملم² وطول 250 ملم .
4- جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم .
5- جهاز قياس القوة وجهاز اخر لقفياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة .
6- مطرقة بروكتور المعدلة بوزن 4.54 كغم .
7- ميزان يزن لغاية 25 كغم .
8- فرن تجفيف.

6-3-1-2-3 طريقة العمل :-

1- تجهيز 18 كغم تقريبا من التربة المارة من منخل رقم (4) وخلطها بكمية الماء المناسبة تبعا للمحتوى المائي المطلوب .
2- اخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي للتربة .
3- حساب وزن القالب الاسطواني بدون القاعدة والحلقة .
4- دمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة .
5- ازالة الحلقة المعدنية وازالة التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب واضافة التربة في حالة وجود الفجوات .
6- فصل القاعدة والاسطوانة ثم حساب وزن القالب الاسطواني مع التربة ومنه تحديد وزن وكثافة التربة .
7- وضع العينة في الة قياس الضغط ثم وضع اوزان لا تزيد عن 4.5 كغم وتصفير مؤشر الضغط ومؤشر الاختراق .
8- زيادة قيمة الضغط والاختراق وتسجيل القيم المطلوبة .

بعد الانتهاء من الاختبار يتم اخذ عينات من الثلث الاول والوسط والثلث الاخير بتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة , ورسم منحنى الضغط (كيلو باسكال) مع الاختراق (ملم) ثم تسجيل مقدار الضغط عند الاختراق عند 2.5 , 5 (ملم) ومنها يتم تحديد قيمة التحمل بالمعادلة التالية :-

نسبة تحمل كاليفورنيا ((CBR) = (مقدار الضغط في الاختبار / مقدار الضغط القياسي) * 100 % , كما ويجب الملاحظة انه عندما تكون نسبة التحمل عند الاختراق 5 ملم اكبر من نسبة التحمل عند 2.5 ملم يجي اعادة الاختبار مرة اخرى .

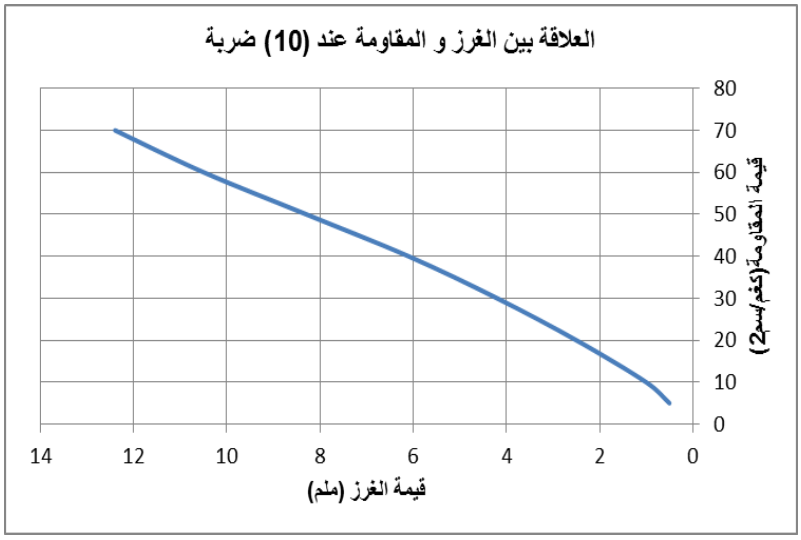
6-3-1-2-4 النتائج والحسابات :-

يتم رسم المنحنى بين القوة على المكبس وقسيمة الغرس المماثلة , ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب للاختراق عند 2.5 ملم في العينة عند التجربة ويكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرس وقوة الحمل المناظر لذلك اغرس متحدبا من الاعلى , وفي لعض الحالات في بداية التجربة مقعرا الى الاعلى ثم ينعكس , وفي هذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة اعلى ميل ويستمر حتى يقطع

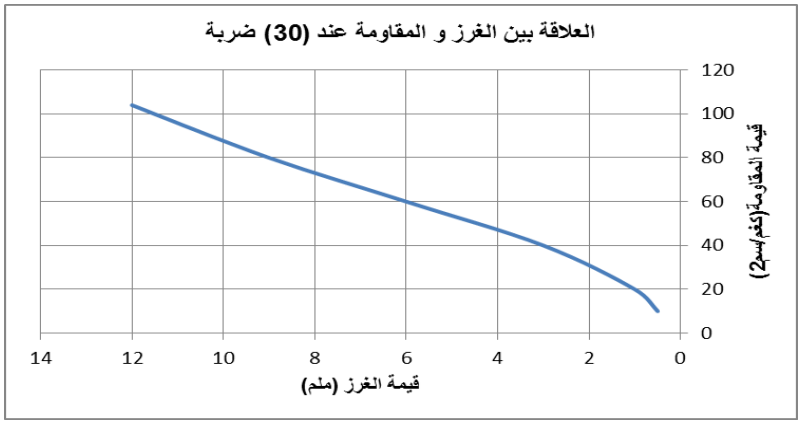
المحور الافقي (محور الغرس) ثم يزاح المنحنى الى اليسار , حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الاصل و وهذا يعطي المنحنى الذي يمكن اخذ قيمة ال CBR منه .

الغرز (ملم)	الحمل DIV			المقاومة (كغم / سم^2)			المقاومة بعد تعديل المنحنى		
10,30,65	65	30	10	65	30	10	65	30	10
0.5	181	96	43	23.385	12.403	5.556			
1	206	154	70	26.615	19.897	9.044			
1.5	283	177	99	36.563	22.868	12.791			
2	314	242	127	40.569	31.266	16.408			
2.5	338	265	154	43.670	34.237	19.897	0.6245	0.4950	0.2830
3	379	297	180	48.966	38.372	23.256			
3.5	408	320	205	52.713	41.343	26.486			
4	444	358	225	57.364	46.253	29.070			
4.5	474	379	245	61.240	48.966	31.654			
5	516	432	265	66.667	55.813	34.238	0.6645	0.5370	0.3245
5.5	543	449	285	70.155	58.010	36.821			
6	583	374	304	75.323	61.111	39.277			
7	683	525	336	88.242	67.829	43.411			
8	790	569	374	102.067	73.514	48.320			
9	899	621	411	116.149	80.232	53.101			
10	1000	675	444	129.199	87.20	57.364			
11	1105	728	479	124.764	94.056	61.886			
12	1209	779	513	156.201	10.646	66.280			

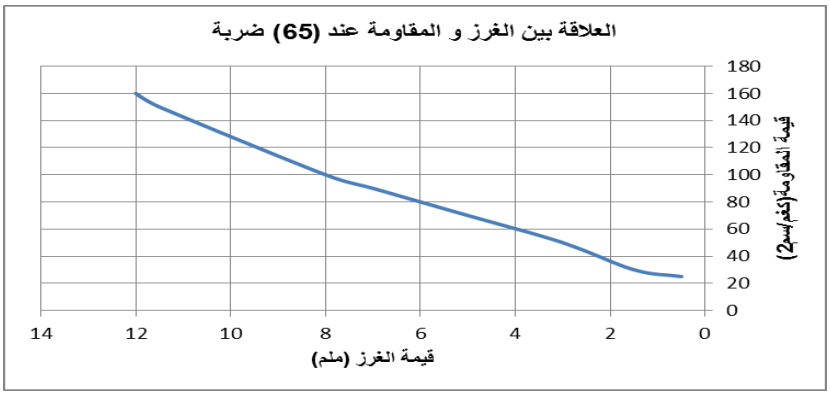
الجدول (6-7) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10 , 30 , 65 ضربة.



الشكل (6-4) العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 10ضربات



الشكل (6-5) العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 30ضربة



الشكل (6-6) العلاقة بين الغرز والمقاومة عند 65 ضربة

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) = (الحمل المسبب للاختراق 0.1" للعينة عند التجربة / الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية) * 100 %

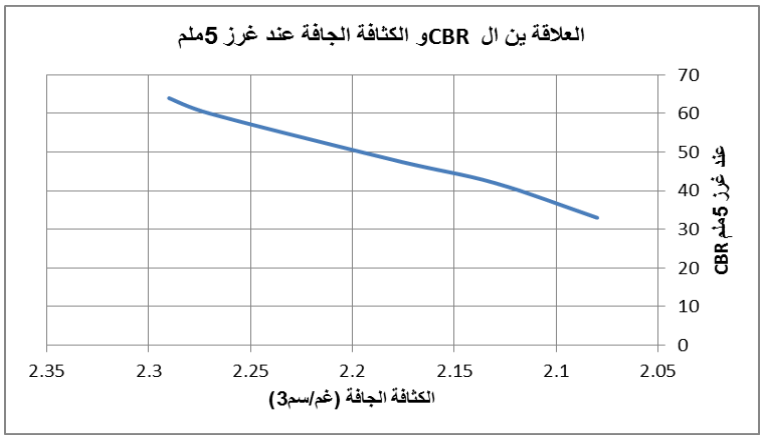
نجد ان قيمة ال (CBR)عند الغرز (2.5 , 5 ملم) كما يلي :-

CBR1 (2.5) = 19 /70.3 = 28.31 %

CBR1 (5) = 34.24/105.5 = 32.45 %

عدد الضربات / الكثافة الجافة (غم/سم^3)	CBR at 5 (mm)	CBR at 2.5(mm)
10	2.020	0.3245	**0.2831**
30	2.105	0.5370	**0.4950**
65	2.157	0.6654	**0.6245**

الجدول (6-8) الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم ال CBR لها



الشكل (6-7) العلاقة بين CBR والكثافة الجافة

من الشكل السابق يتم حساب قيمة ال CBR عند كثافة 95 % من اعلى قيمة للكثافة الجافة وذلك حسب المواصفات المتبعة في فلسطين وتساوي 97.02 % .

يبين الجدول(6-9) نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :-

الطبقة	CBR(Kentuky)	المادة المستخدمة
Asphalt	32.45	Plant Mix.
Base Coarse	46	Crushed Stone
Sub Grade	22.8	Clay soil

جدول (6-9) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

4-6 حساب الأوزان المحورية القياسية :-

يظهر من الشكل (6-1) ان تصميم الطريق يتكون من الطبقات التالية :-

- طبقة الأسفلت .
- طبقة الاساس (base course) (طبقة البسكورس) .
- طبقة ما تحت الاساس (sub base) .
- طبقة سطح الارض (sub grade) .

و ستتم عملية التصميم الإنشائي للطريق وإيجاد سمك الطبقات حسب نظام (AASHTO) :-

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

حيث ان :-

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

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.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

ونجد قيمة f_d من جدول (6-10) :-

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

جدول (6-10) نسبة المركبات في المسرب الواحد *Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane*

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين في الاتجاهين (أي مسرب واحد في كل اتجاه) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم 2 من الجدول (6-10) فتكون (f_d = 50%) .

وقيمة growth factor (G_f) فيتم ايجادها من جدول (6-11) :-

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	17.2	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77

		9						
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

جدول (6-11) معامل النمو (Growth factor)

وعند تصميم طريق فتؤخذ مدة تصميم الطريق بعين الاعتبار وعادة تؤخذ 20 سنة مستقبلا ، ويتوقع نسبة الزيادة السنوية (2%) فتكون قيمة growth factor (G_f =24.30%) .

أما قيمة (AADT) فهي كما يلي :-

متوسط عدد السيارات الصغيرة لليوم الواحد = 250 مركبة .

متوسط عدد السيارات المتوسطة لليوم الواحد = 33 مركبة .

متوسط عدد الشاحنات لليوم الواحد = 27 مركبة .

وناخذ نسب السيارات والباصات والشاحنات التي تمر في الطريق من جدول (4-2) من الفصل الرابع (هندسة النقل والمرور) وكانت النسب كما يلي :-

Passenger cars (10 kN / axle) = 80%

2-axle single-unit mid car (100 kN / axle) = 11 %

3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) = 9 %

ومن ثم تم تحويل أوزان المركبات إلى الأحمال القياسية من خلال الجدول (6-12) :-

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	46,00	37.24	3.55

					0		
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	60,00		9.59

					0		
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	74,00		21.32

					0		
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

جدول (6-12) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)

وكانت الأحمال القياسية للمركبات كما يلي :-

load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) = 0.0003135 (single axle)
load equivalency factor for a mid. vih ($f_{E(m.v)}$) = 0.198089 (tandem axle)
load equivalency factor for a trucks ($f_{E(truck\ and\ bus)}$) = 0.29419 (tandem axle)

وبعد جمع المعلومات يتم حساب قيمة (ESAL) لكل أنواع المركبات حسب المعادلة ( ) ومن ثم يتم جمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :-

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

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 24.30 \times 250 \times 0.80 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 556.12$$

$$ESAL_{mid.vih} = 0.5 \times 24.30 \times 33 \times 0.11 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 6377.73$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 24.30 \times 27 \times 0.09 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 6340.64$$

$$ESAL_{total} = 13274.49$$

5-6 حساب سماكة الطبقات :-

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي :-

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1-6)$$

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.

وكما يجب الاخذ بعين الاعتبار حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة -:

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2-6)$$

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 :-

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

جدول (6-13) قيمة المعامل المناخي (Regional Factor) حسب المناخ

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

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

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :-

1. بمعرفة (CBR) لكل طبقة من الجدول ( ) ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة ل(CBR) لكل طبقة على حده من الشكل (2-11) , فتكون قيم (S-soil support value) كما يلي :-

(S1-soil support value) for Asphalt = 8.2

(S1-soil support value) for Base Coarse = 8.8

(S-soil support value) for Sub Grade = 7.5

2. ثم تعين قيم (S-soil support value) على الشكل (3-11) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج (ESAL = 13274.49) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :-

(SN1-structural Number) = 3.07 .

(SN2-structural Number) = 2.9 .

(SN3-structural Number) = 3.3 .

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 :-

SN_1 = 3.07 (from enter CBR for Asphalt in chart)

SN_2 = 3.9 (from enter CBR for sub base course in chart)

SN3 = 2.5 (from enter CBR sub grade in chart)

ويتم الحصول على قيم (a_1 , a_2 , a_3) من الجداول (6-14) ، (6-15) ، (6-16) :-

Case of Pavement	a_1 suggested
Road mix (low stability)	0.20
Plant mix (high stability)	0.44
Sand Asphalt	0.40

جدول(6-14) معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت

Case of base course	a_2 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

جدول (6-15) معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس

Case of base course	a_3 suggested
Sandy gravel	0.11
Sandy clay	0.05-0.10

جدول(6-16) معامل الطبقة (layer coefficient)ل Sub base

ومن الجداول السابقة نجد أن :-

$a_1 = 0.75$, $a_2 = 0.14$, $a_3 = 0.11$

حساب سمك الطبقات :-

- سمك الطبقة الأولى (Asphalt) : -

SN1 = a1 D1 → 3.07= 0.75*D1 → D1 = 4.09in = 4.09*2.54 = 10.39 cm.

Take (D1 = 10cm) .

- ثم تحول قيمة SN1 إلى (in)كما يلي :- SN1 = *0.75 = 2.95 in (10/2.54)

- سمك الطبقة الثانية (Base Course) :-

SN2 = SN1 + a1 D1 → 3.9 = 3.07 + 0.14*D2

→ D2 = 5.93 in = 5.93*2.54 = 15.05 cm .

Take (D2 = 15 cm).

❖ ثم تحول قيمة SN2 إلى (in) كما يلي :-

$$SN2 = \frac{15}{2.54} \times 0.14 + 2.95 = 3.77 \ in$$

➢ سمك الطبقة الثالثة (Sub Grade) :-

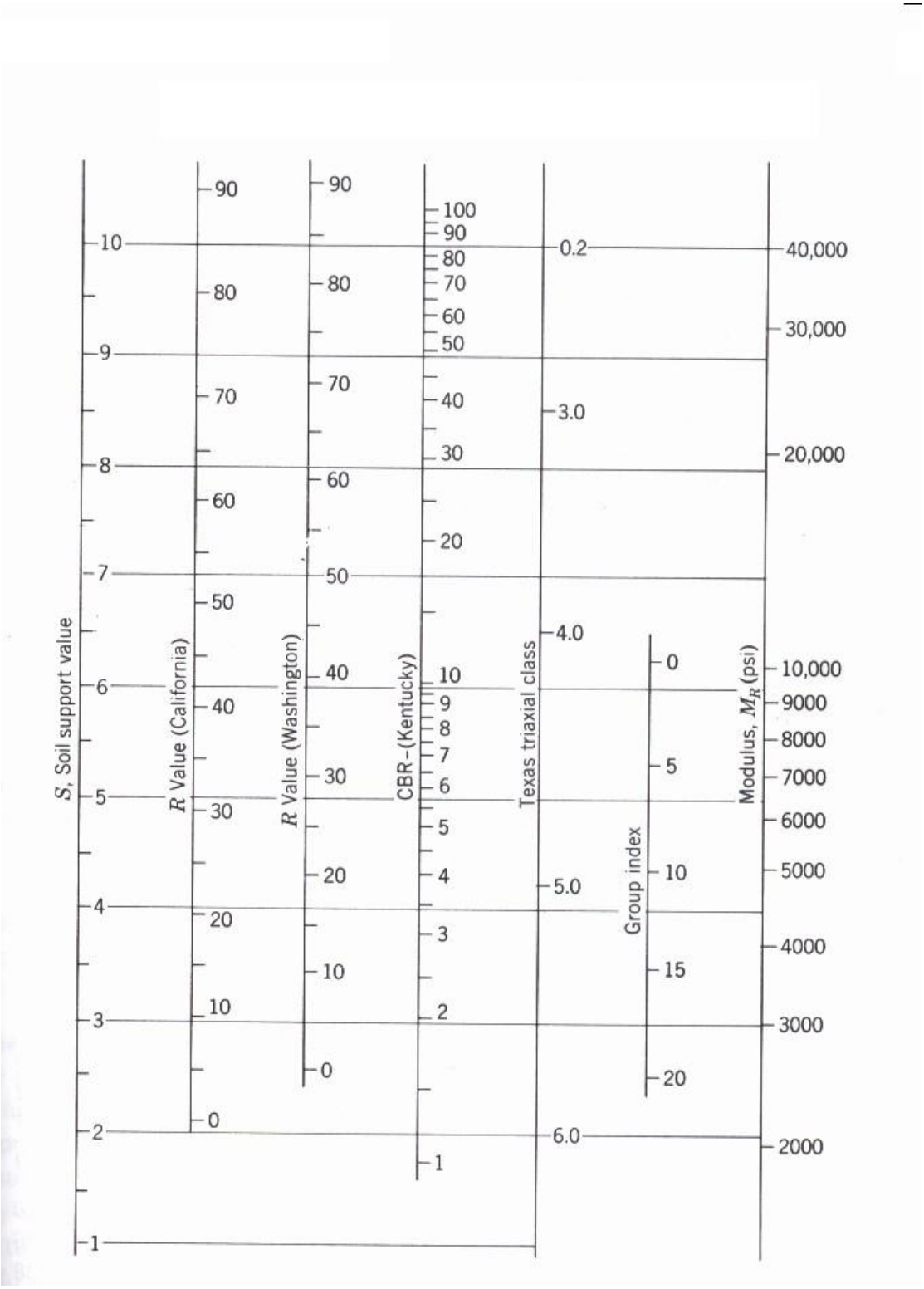
$SN3 = SN2 + a3\ D3 \rightarrow 2.5 = 3.9 + 0.11*D3$

$\rightarrow D3 = 12.73$ in $= 15.45*2.54 = 32.33$cm .

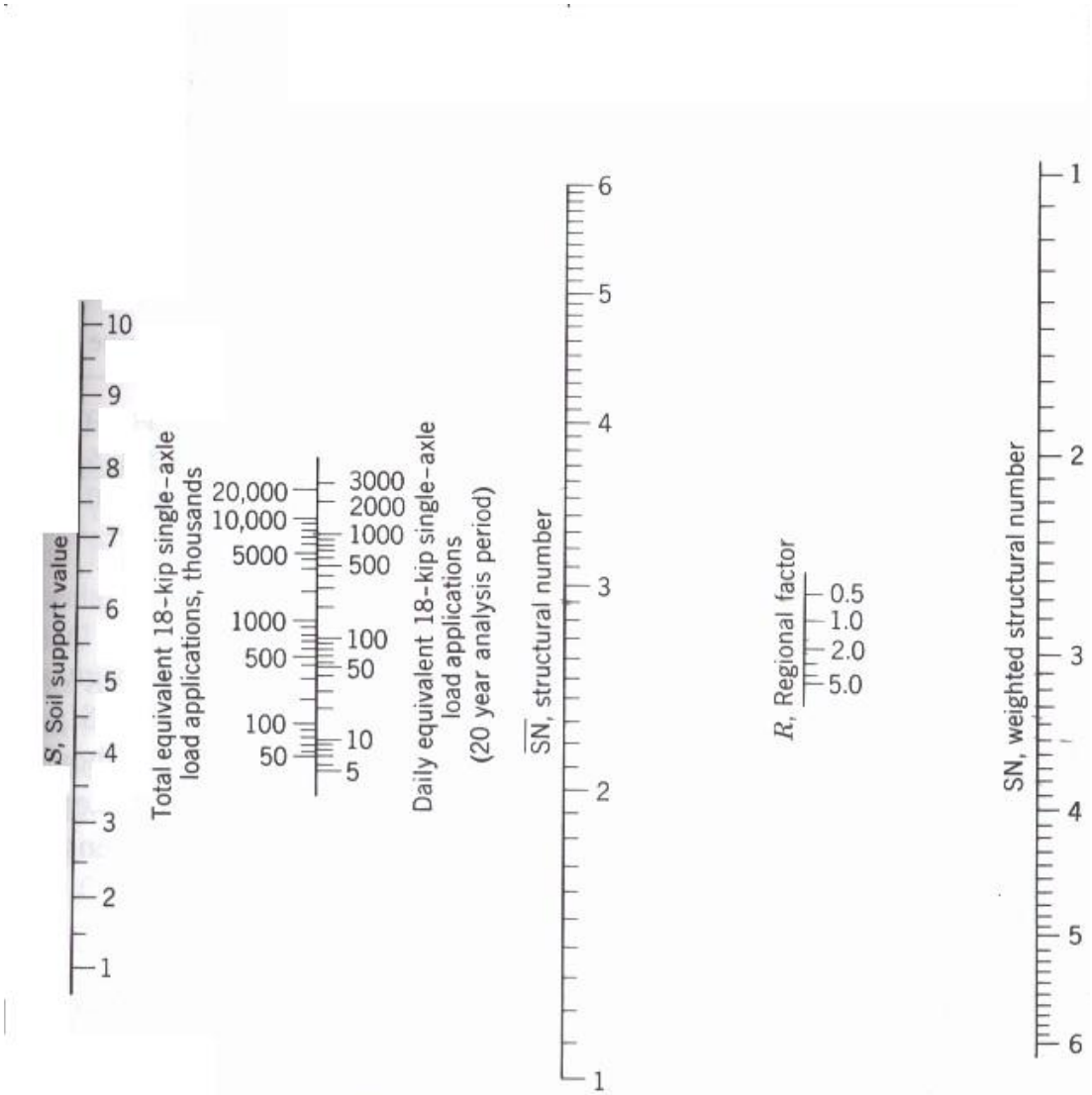
Take (D3 = 30 cm).

❖ ثم تحول قيمة SN3 إلى (in) كما يلي :-

$$SN3 = \frac{30}{2.54} \times 0.11 + 3.9 = 5.2 \ in$$



شكل(6-8) ايجاد (S-soil support value)



Design chart for flexible pavements, $p_t = 2.5$

شكل (6-9) (AASHTO flexible-pavement design)

6-6 الخلاصة :-

بعد اتباع طريقة (AASHTO) في تصميم الطريق حيث تم النظر في كافة العوامل التي تؤثر في تصميم الرصفة المرنة ودراستها واجراء كافة الحسابات لجميع القراءات اللازمة ومقارنتها بالقراءات الموجودة في الجداول القياسية تم التوصل للنتائج التالية :-

الطبقة	السمك (سم)
Asphalt	10
Base corse	15
Sub Grade	30

جدول (6-17) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة

الفصل السابع

7

حساب المساحات والحجوم

1-7 المساحات.
2-7 حساب الحجوم والكميات.

7-1 المساحات :-

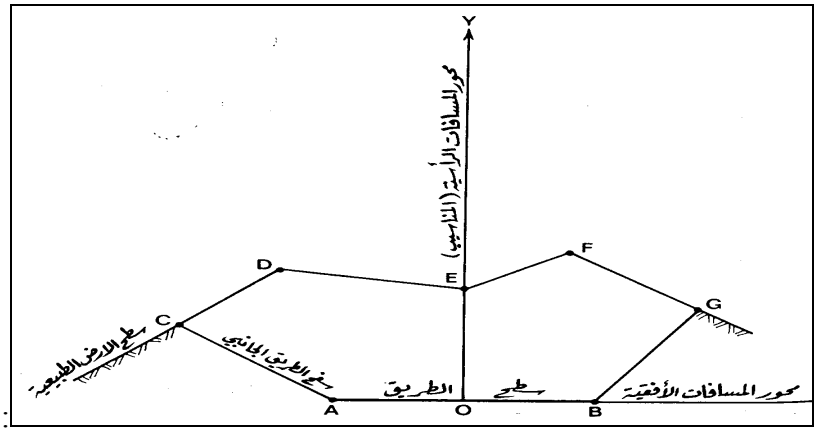
تعتبر المساحات سواء كانت الأفقية أو الراسية من أهم الأعمال في هندسة الطرق, حيث تأخذ أهميتها في حساب الكميات .

وتكمن أهميتها في المشروع بحساب كميات الحفر والردم في المقاطع العرضية , ويتم ذلك بعدة طرق ومنها :-

1- **طريقة الإحداثيات.**
2- **طريقة تقسيم المقطع إلى أشكال هندسية منتظمة.**

7-1-1 طريقة الإحداثيات :-

تعتبر هذه الطريقة الأكثر شيوعا في الأجهزة الالكترونية الحديثة ، حيث تقوم هذه الطريقة على اعتبار مساحات المقاطع العرضية شكلا مغلقة.



الشكل (7-1) مقطع عرضي

وللقيام بحساب مساحة المقطع المبين في الشكل السابق يتم اختيار نظام إحداثيات معين مركزه النقطة O نقطة التقاطع الاحداثي السيني والاحداثي الصادي , و بمعرفة المسافات الأفقية ومناسيب النقاط C,D,E,F,G و بمعرفة عرض الطريق AB يمكننا تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع العرضي .

ومن ثم يتم ترتيب إحداثيات النقاط على شكل بسط يمثل الاحداثي الصادي و مقام يمثل الاحداثي السيني و نرتبها في جدول كما في الشكل التالي :-

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	$-x_A$

شكل (7-2) :- حساب المساحة بطريقة الإحداثيات

حيث يجب الملاحظة بان قيمة ألإحداثي السيني تكون موجبة لكل نقطة واقعة على يمين محور الصادات وسالبة لكل نقطة واقعة على يسار محور الصادات .

وبعد ذلك يتم ضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل خط قطري ، وتجمع النتائج وبفرض أن مجموع هذا الضرب يساوي $\sum 1$ ، وكذلك نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل سهم ونجمع النواتج وبفرض أن مجموع هذا الضرب يساوي $\sum 2$.

لحساب المساحة نطبق العلاقة التالية :-

$$Area = \frac{\left|\sum 1 - \sum 2\right|}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.1$$

2-7 حساب الحجوم والكميات:-

وبعد تصميم الشكل النهائي للطريق في المسارين النهائيين (الأفقي والرأسي) , ينتج من ذلك كميات حفر وردم للوصول إلى منسوب التصميم الجديد (وهو هنا منسوب سطح الطريق المخصص للمركبات) .

و يمكننا حساب كميات الردم والحفر بعدة طرق ولكن على درجات مختلفة من الدقة , وسنستعرض فيما يلي الطريقة التي سيتم استخدامها في حساب الحجوم والكميات وهي طريقة المقطع الوسطي .

1-2-7 حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي

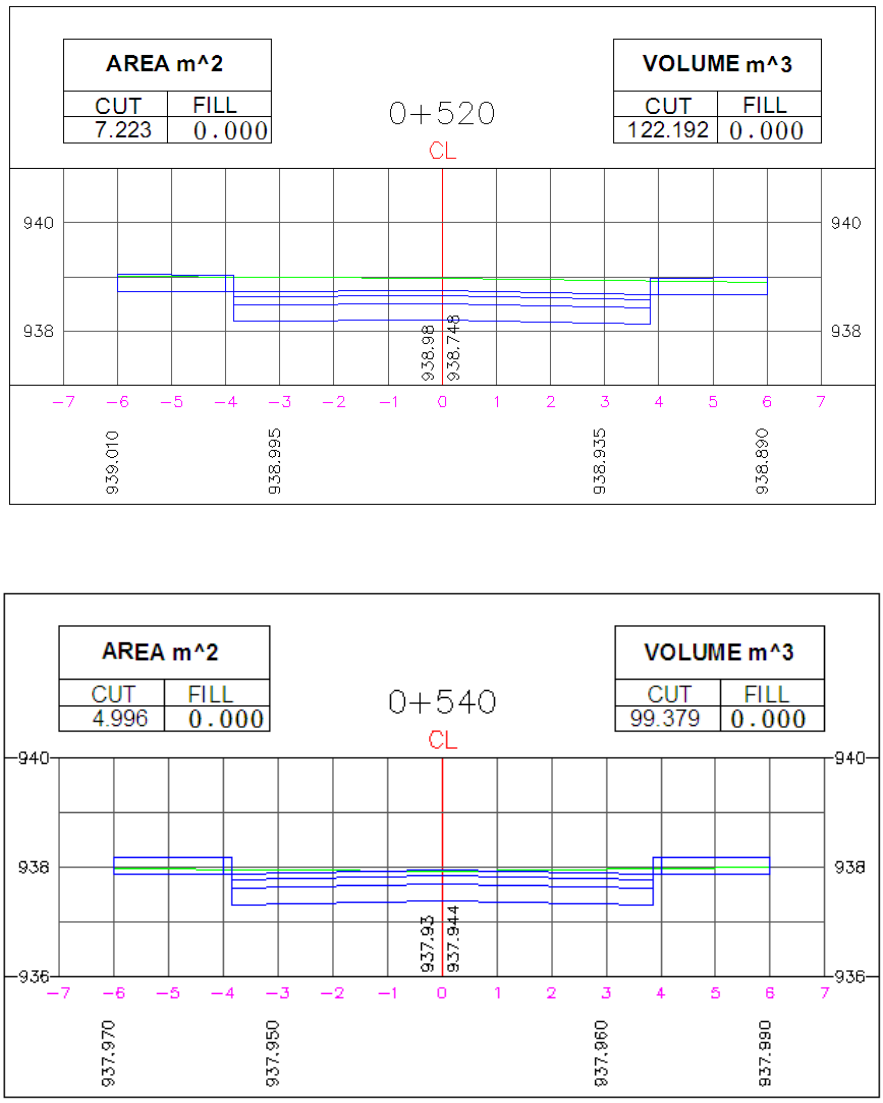
وتعتمد هذه الطريقة على التغير المنتظم في سطح الأرض بين كل مقطعين متتاليين، ولذلك تم الرصد عند كل تغير أفقي وراسي في الطريق ، في هذه الطريقة يتم اخذ المعدل ما بين المساحتين للمقطعين المتتاليين وتضرب في المسافة بينهما .

حالات المقاطع العرضية المتتالية :-

1-1-2-7 المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل :-

بحيث يتم تطبيق القوانين على المقطعين اللذين يقعان في منطقة حفر كامل كما وينطبق على المقاطع التي تكون تحوي ردم كامل ، في هذه الحالة تطبق العلاقة التالية :-

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2-7$$



الشكل (7-3) :- المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل

حيث يتم احتساب الحجم كما يلي :-

- المسافة بين المقطعين = 20 م
- مساحة الحفر في المقطع الأول (Station 0+520) (A1)=7.223 m^2
- مساحة الحفر في المقطع الثاني (Station 0+540) (A2)= 4.996 m^2

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \quad \text{.....} \quad V = 20\left(\frac{7.223 + 4.996}{2}\right) \quad \text{……..}$$

$$V = 20 * 6.1095$$

$$V = 122.19\ m^3$$

2-1-2-7 المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس):-

يتم حساب الكميات كما يلي :-

❖ الردم حسب العلاقة التالية :-

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(F_{i+1}) \times (D) \text{.....} 3-7$$

❖ الحفر حسب العلاقة التالية :-

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \text{.....} 4-7$$

حيث :-

(V_{fill})ترمز إلى حجم الردم في المقطع .

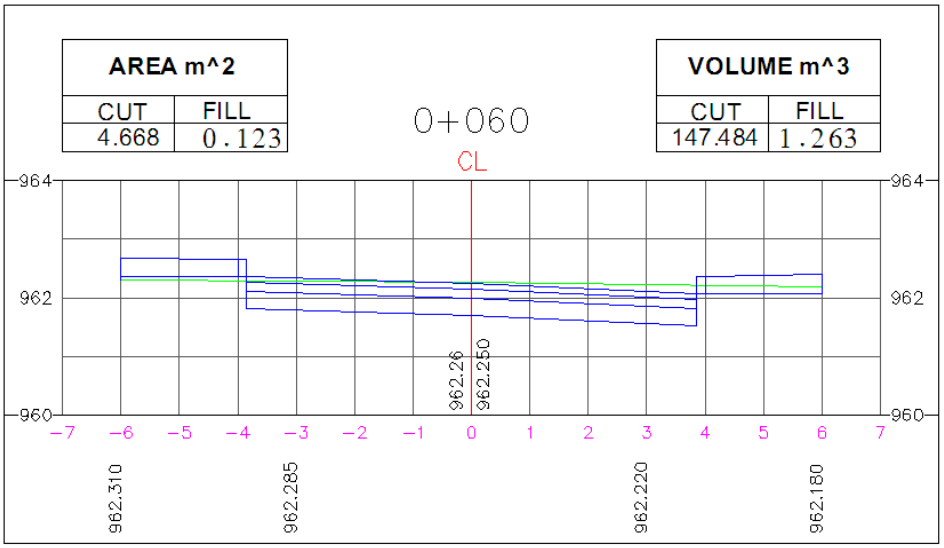
(V_{cutl})ترمز إلى حجم الحفر في المقطع .

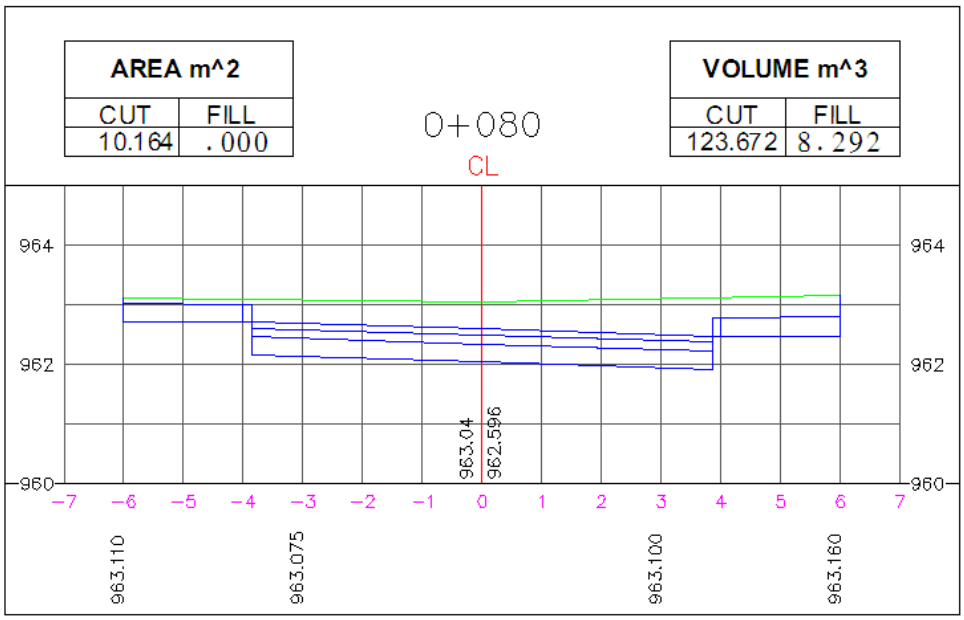
(F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.

(C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في مقطع الحفر الكليٍ.

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

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.





الشكل (7-4) :- المقطع الأول مختلط والآخر حفر

- مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 0+060) (Fi+1) = 0.123 m2 .
- مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 0+060) (C_{i+1}) = 4.668 m^2
- مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي (Station 0+080) (C_i) = 10.164 m^2
- المسافة بين المقطعين (D) = 20 m

ويتم الحساب كما يلي :-

❖ حجم الردم :-

$$V_{fill} = 1.263m^3$$

❖ حجم الحفر:-

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(4.668 + 10.164) \times (20)$$

$$V_{cutl} = 148.32m^3$$

3-1-2-7 المقطعان مختلطان :-

حيث يتم حساب الكميات كما يلي :-

❖ الحفر حسب العلاقة التالية :-

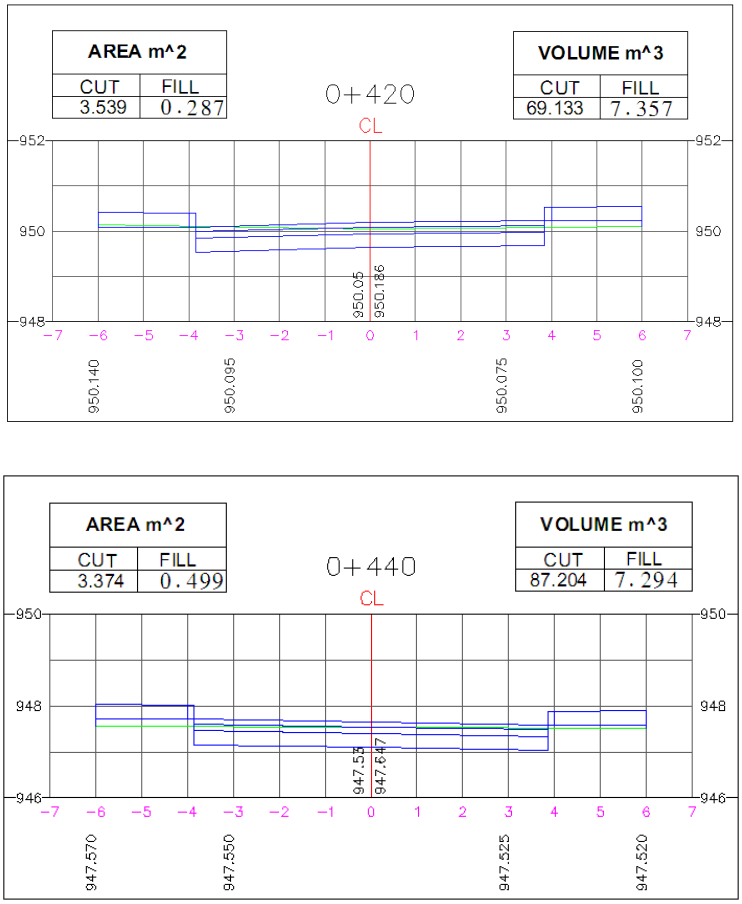
$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 5-7$$

❖ الردم حسب العلاقة التالية :-

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6-7$$

حيث :-

- (V_{cut}) ترمز إلى حجم الحفر في المقطع المختلط .
- (V_{fill}) ترمز إلى حجم الردم في المقطع المختلط .
- (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.



الشكل (7-5): المقطعان مختلطان

- مساحة الردم في المقطع المختلط الأول (Station 0+420) (Fi) = 0.287 m2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول (Station 0+420) (C_i) = 3.539 m^2
- مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني (Station 0+440) (F_{i+1}) = 0.499 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني (Station 0+440) (C_{i+1}) = 3.374 m^2
- ترمز إلى المسافة بين المقطعين (D) = 20 m

حيث يتم حساب الكميات كما يلي :-

- حجم الحفر :-

$$V_{cut} = \frac{1}{2}((3.539)+(3.374))\times(20) = 69.130m^3$$

- حجم الردم :-

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(0.287+0.499)\times(20) = 7.86m^3$$

وبنفس الطريقة تم إيجاد باقي المساحات والحجوم .

ومن خلال برنامج (AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009) تم حساب كميات الحفر والردم الممثلة في الجدول التالي :-

ونلاحظ بعد حساب كميات الحفر والردم الممثلة في الجدول السابق أن كميات الحفر اكبر من كميات الردم ويعدو ذلك إلى طبيعة وجغرافية المنطقة , والتي تتصف بأنها جبلية وصخرية .

الفصل الثامن

8

النتائج والتوصيات

1-1 النتائج
2-1 التوصيات

الفصل الثامن

النتائج والتوصيات

7-1 النتائج:-

1- تـم تصـميم الطريـق حسـب القـوانين المتبعـة وتجهيـز كافـة المعلومـات الخاصـة بالتصـميم وعمـل المخططات اللازمة .
2- قام فريق العمل برسم جميع المقاطع الطولية والراسية .
3- تم تصريف مياه الامطار والمياه السطحية من خلال شبكة التصريف الصحي والعبارات .
4- تم حساب سمك طبقات الرصفة اللازمة للطريق .
5- تم حساب المساحات والكميات (الحفر والردم ورسم مخططات المقاطع العرضية .
6- وضع الإشارات والعلامات المرورية وأعمدة الانارة بناء على المواصفات القياسية .

7-2 التوصيات:

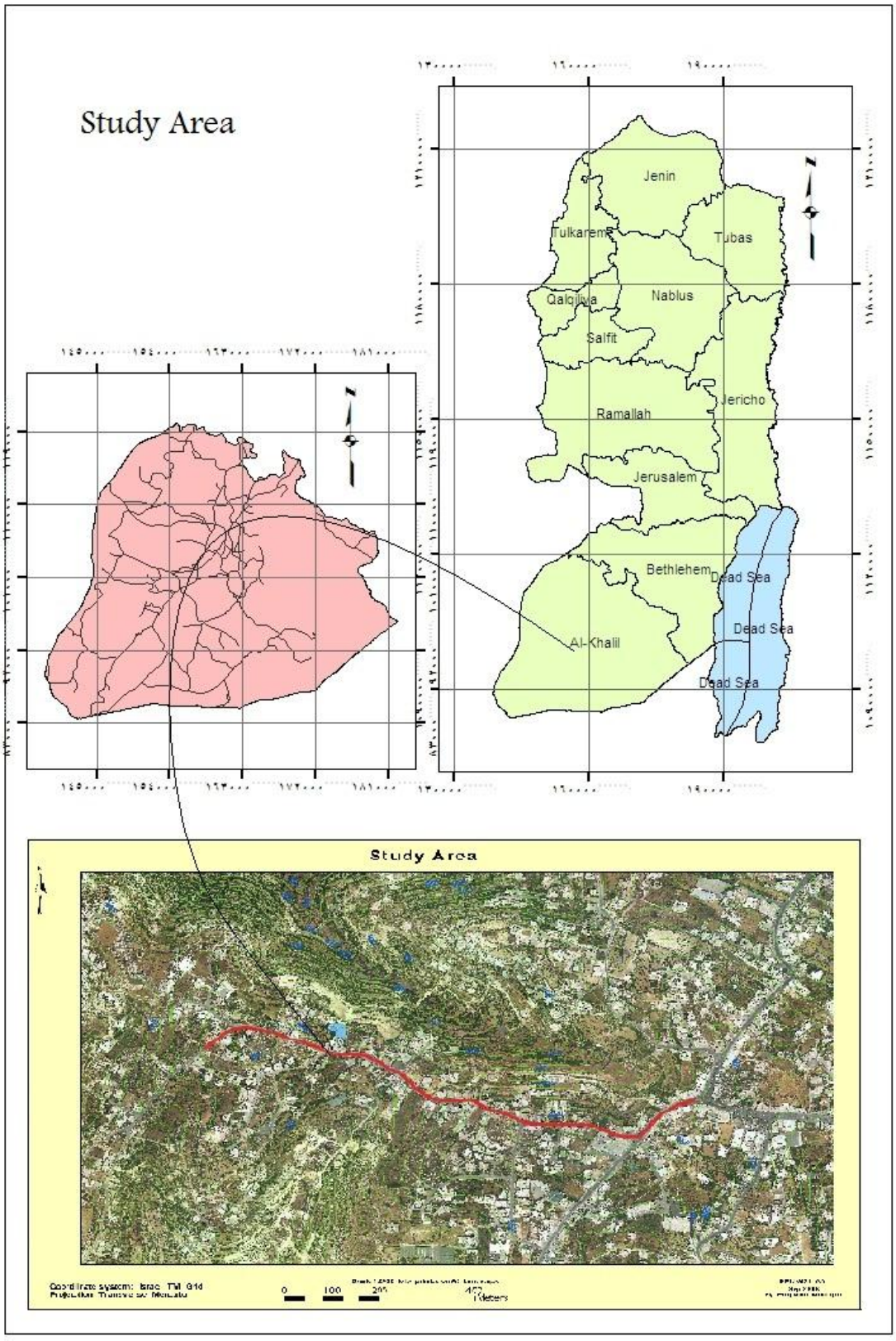
1. يجب العمل على إتباع المواصفات الخاصة بالطرق في الأراضي الفلسطينية.
2. ضرورة تكامل العمل بين التخصصات بحيث تكون مشاريع التخرج ذات التطبيق العملي .
3. طرح مساقات جامعية وتدريب الطلبة على التطبيقات والبرامج الحديثة وخصوصا برنامج Civil 3D و Adjustغيرهما من التطبيقات في التخصصات المختلفة .
4. العمل على التواصل بين مؤسسات المجتمع وجامعة بوليتكنك فلسطين .
5. العمل على دعم المشاريع وتطويرها وتطبيقها .

الملاحق

ملحق 1

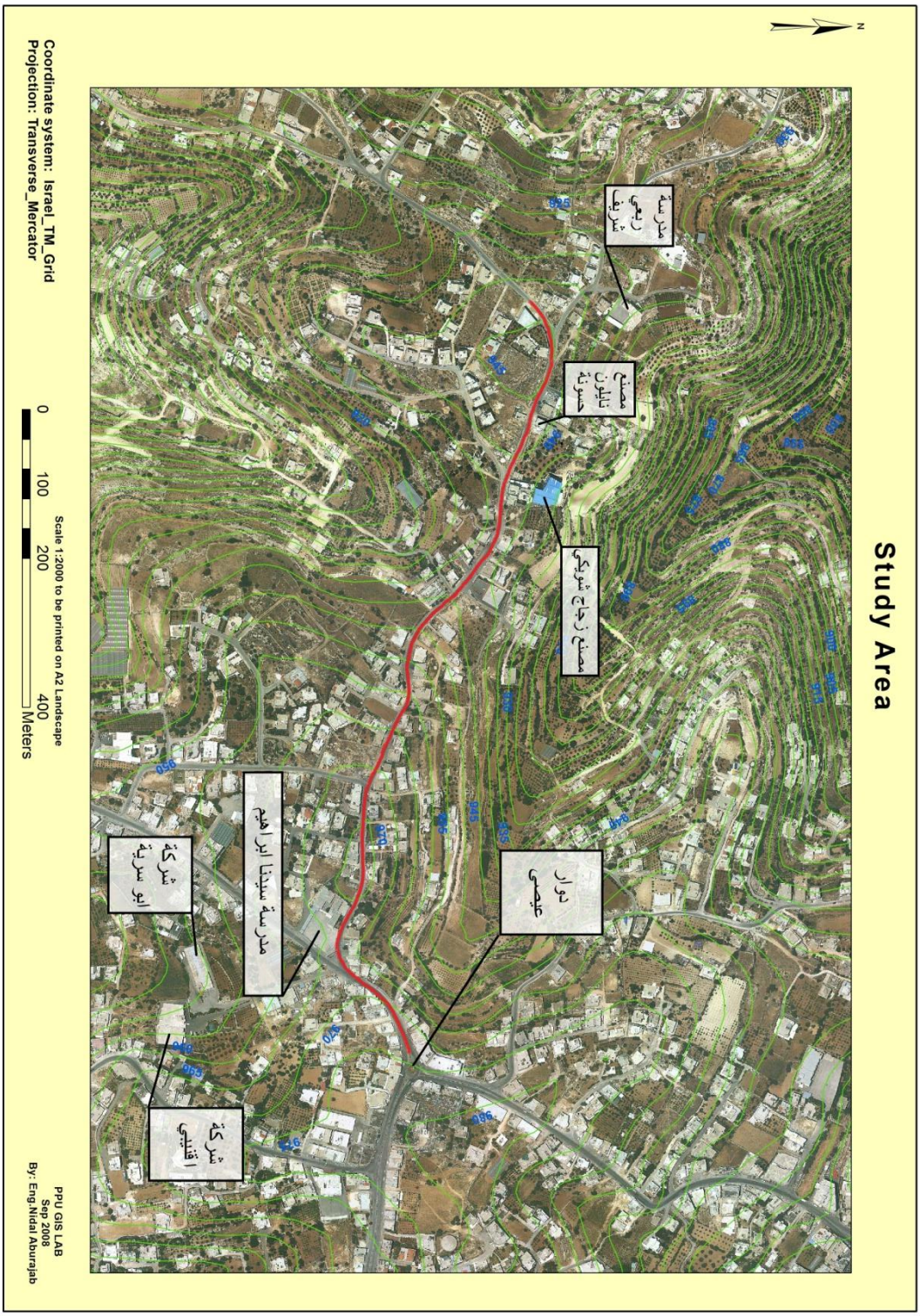
منطقة الدراسة

منطقة الدراسة



projected coordinates : palestine _ 1923 _ palestine Grid

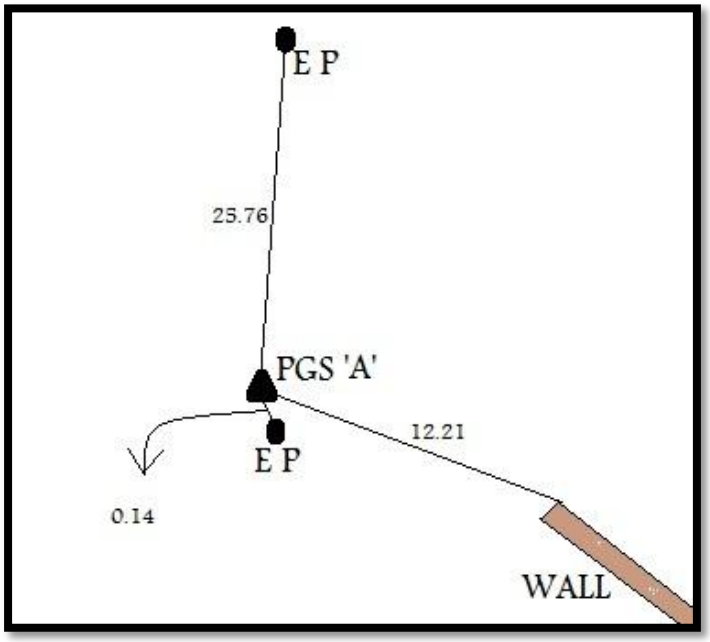
موقع الطريق

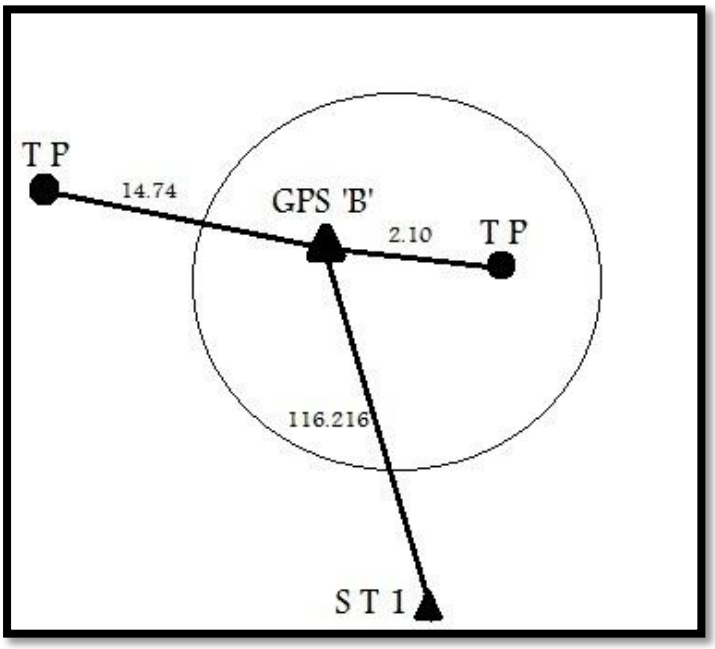

Study Area
N
محارسة ريعي شارف
مصنع تايلون حسونة
مصنع زجاج شريكي
نوار عيصي
مدرسة سيدنا ابراهيم
شركة ابو سرية
شركة اقنيبي
0
100
200
400
Meters
Scale 1:2000 to be printed on A2 Landscape
Coordinate system: Israel_TM_Grid
Projection: Transverse_Mercator
PPU GIS LAB
Sep 2008
By: Eng.Nidal Aburajab

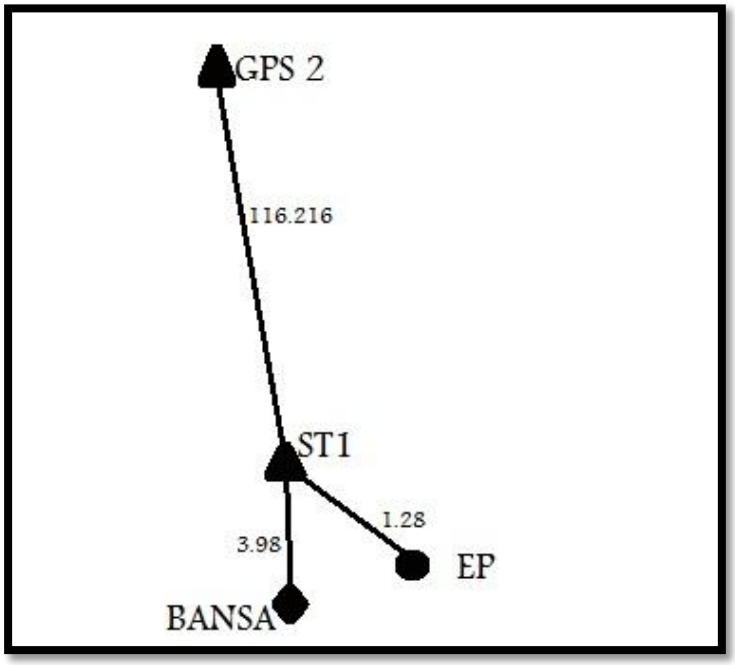
الشكل العام للطريق

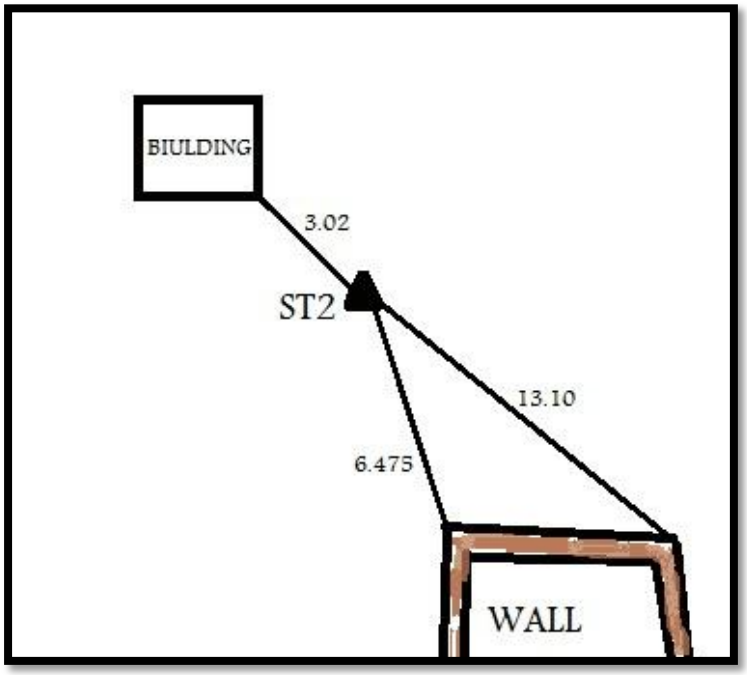
ملحق 2

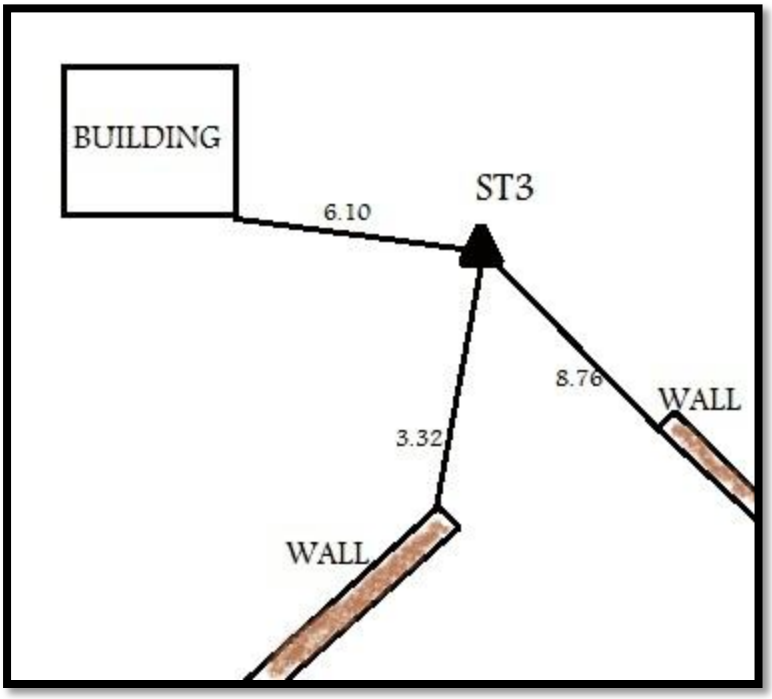
تربيط النقاط

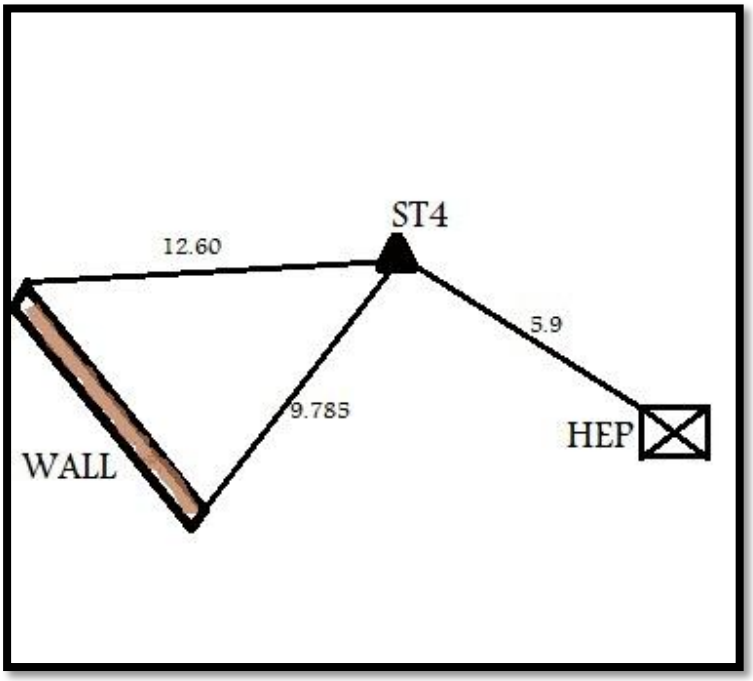

E P
25.76
PGS 'A'
E P
12.21
0.14
WALL

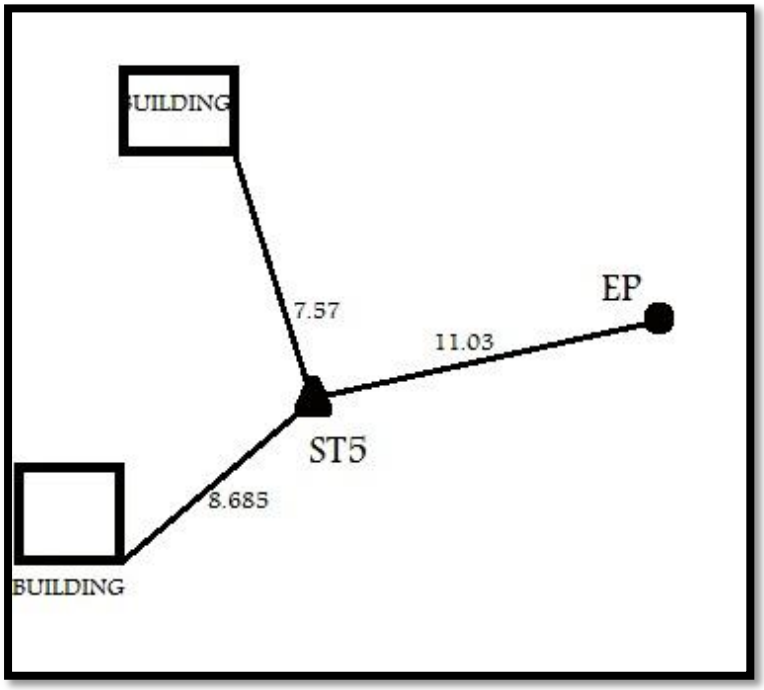

T P
14.74
GPS 'B'
2.10
T P
116.216
S T 1

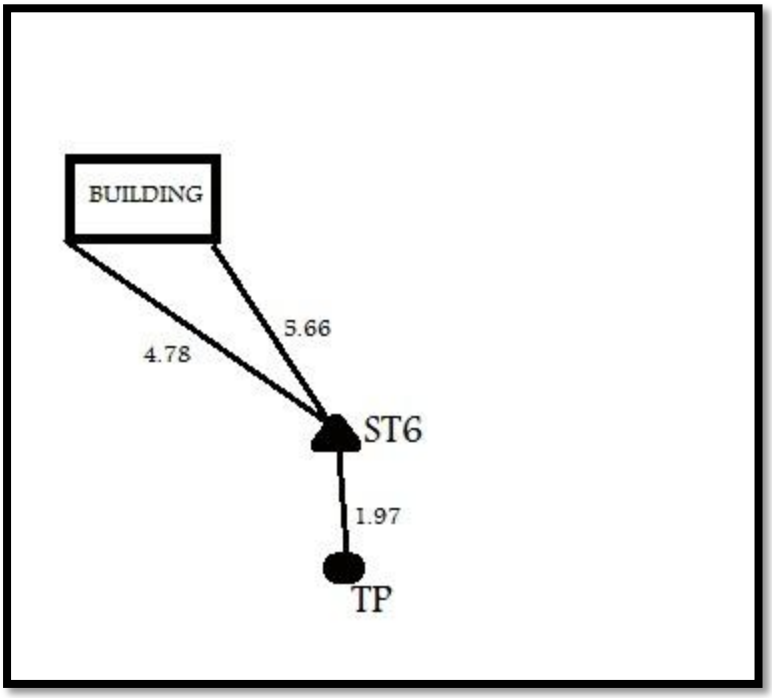

GPS 2
116.216
ST1
1.28
3.98
EP
BANSA

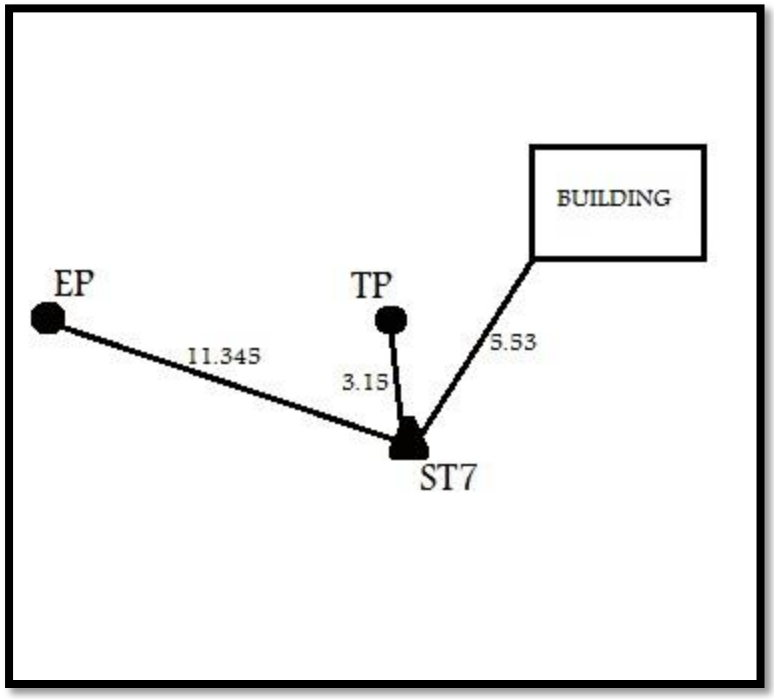

BIULDING
3.02
ST2
13.10
6.475
WALL

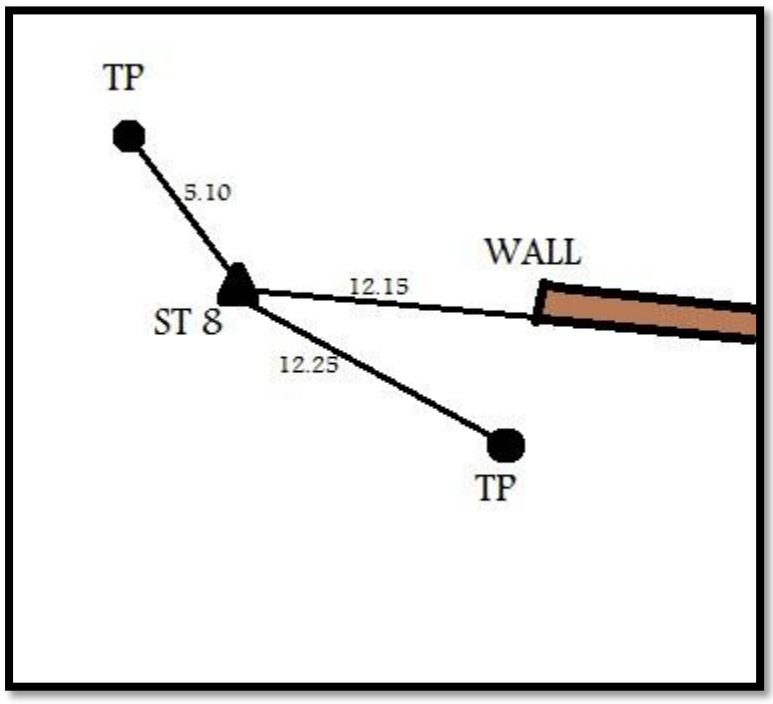

BUILDING
6.10
ST3
8.76
WALL
3.32
WALL

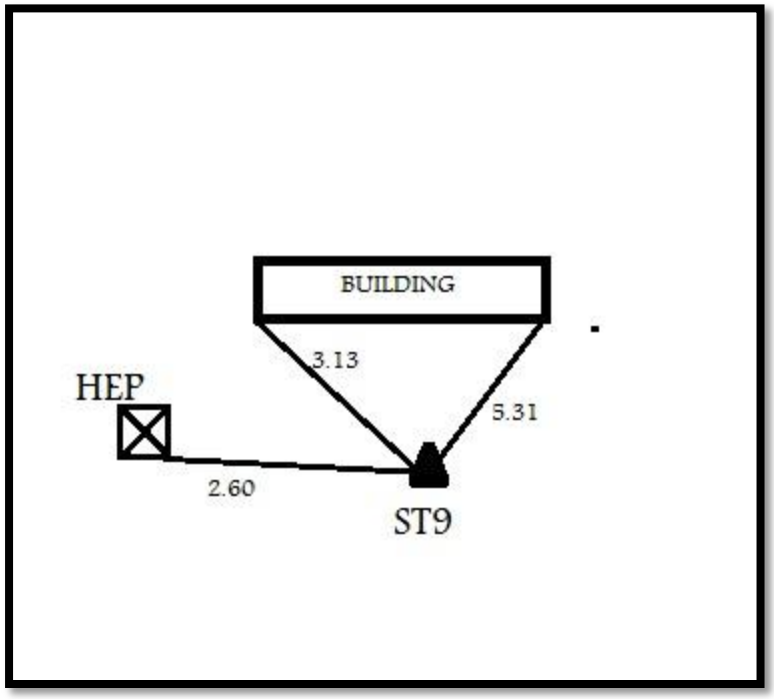

ST4
12.60
5.9
9.785
HEP
WALL

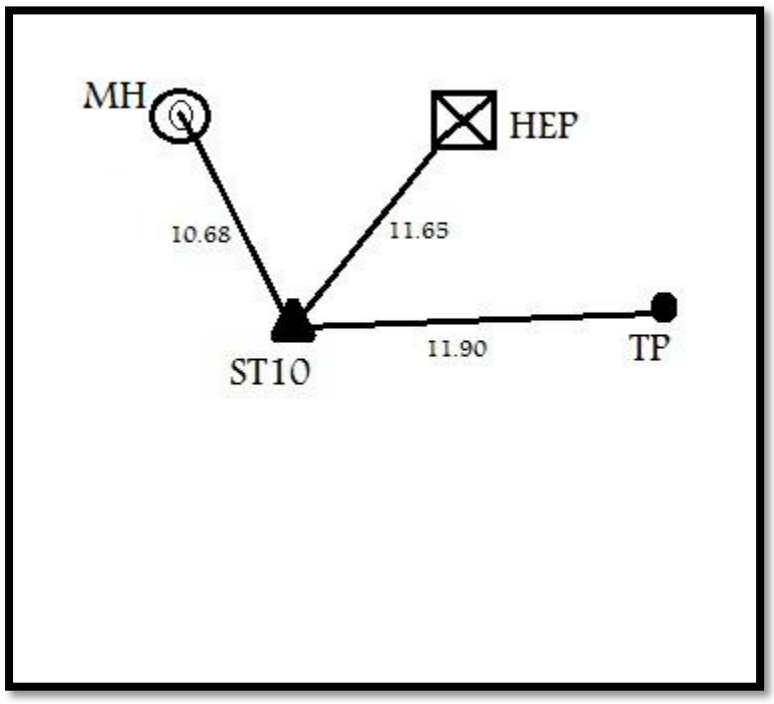

UILDING
7.57
EP
11.03
ST5
8.685
BUILDING

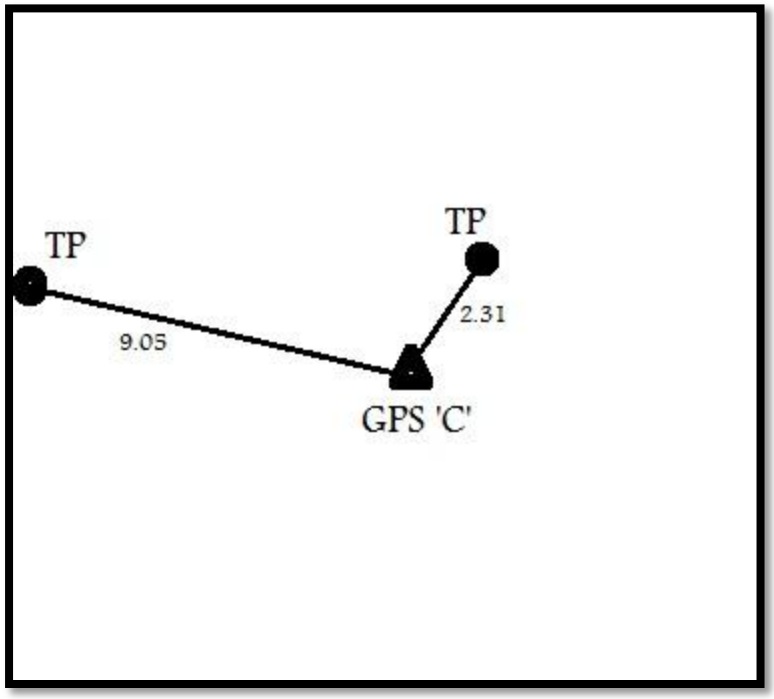

BUILDING
5.66
4.78
ST6
1.97
TP

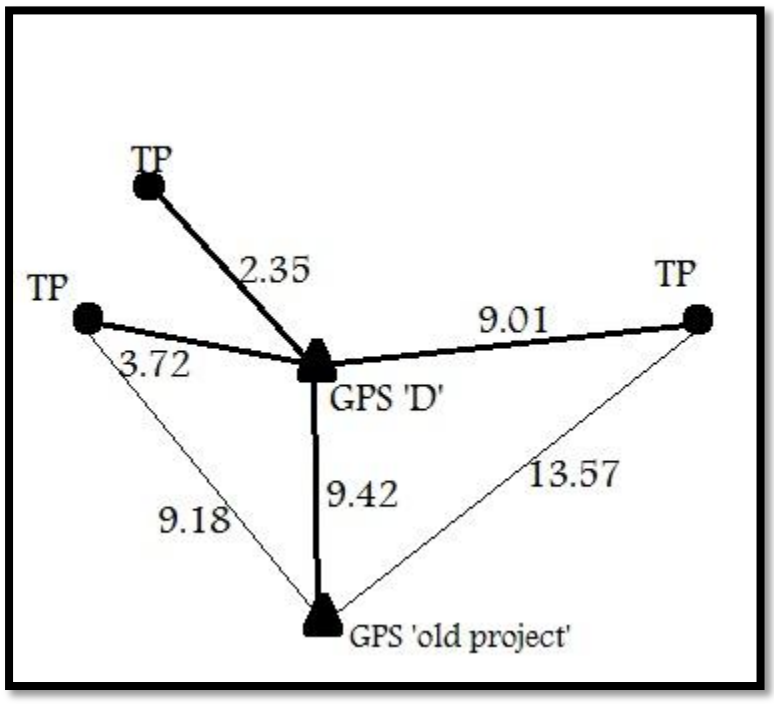

BUILDING
EP
TP
11.345
3.15
5.53
ST7


TP
5.10
WALL
12.15
ST 8
12.25
TP


BUILDING
3.13
5.31
HEP
2.60
ST9


MH
HEP
10.68
11.65
11.90
TP
ST10


TP
TP
9.05
2.31
GPS 'C'


TP
2.35
TP
TP
9.01
3.72
GPS 'D'
9.42
13.57
9.18
GPS 'old project'

ملحق 3

شكل المضلع

ملحق 4

نقاط الرفع

1 157284.4530 104090.8690

2 104354.7630 156685.3440

3 104090.8690 157284.4530

4 104147.5090 157109.7900

5 104354.7630 156685.3440

6 104057.4200 157463.4600

7 104326.8400 156669.5500

8 104306.7900 156793.0600

9 104090.8690 157284.4530

10 104147.5090 157109.7900

11 104172.7518 157613.8944

12 104126.0231 157623.6621

13 104158.3448 157722.6825

14 104113.7927 157680.4924

15 104130.1872 157712.2244

16 104160.9243 157627.3031

17 104122.5127 157646.8992

18 104170.8681 157613.6761

19 104112.7853 157645.0627

20 104160.0568 157622.0917

21 104158.6100 157725.6165

22 104212.7666 157676.3628

23 104142.3848 157727.1808

24 104189.2949 157647.5062

25 104125.7865 157696.3281

26 104194.2842 157699.6159

27 104189.5950 157656.5785

28 104177.5412 157651.4164

29 104134.6004 157675.0048

30 104155.7046 157696.0846

31 104166.7853 157695.5859

32 104154.8656 157695.0256

33 104141.6621 157677.1654

34 104167.4942 157662.7218

35 104182.7635 157664.9517

36 104153.4005 157711.5512

37 104156.2933 157641.0727

38 104179.6944 157646.2861

39 104176.7667 157651.1396

40 104158.0831 157646.7045

41 104145.3214 157658.9964

42 104157.3519 157695.4546

43 104142.7525 157676.5187

44 104173.0174 157660.8478

45 104145.8348 157661.3145

46 104155.6715 157655.5646

47 104180.8939 157685.4740

48 104155.2203 157656.0006

49 104152.2360 157659.8741

50 104145.2220 157689.0460

51 104185.1901 157675.7466

52 104181.0067 157659.6613

53 104146.6931 157701.9698

54 104149.5211 157686.7185

55 104177.1568 157677.1220

56 104164.2357 157658.9853

57 104174.0143 157661.3274

58 104189.5507 157680.4846

59 104133.5694 157685.7218

60 104189.1161 157669.9115

61 104192.4056 157642.2476

62 104129.6819 157642.1110

63 104160.5308 157629.6670

64 104229.2670 157651.0523

65 104219.0989 157718.0306

66 104231.4175 157690.6964

67 104143.6193 157609.2402

68 104200.2640 157619.4752

69 104212.4430 157671.7230

70 104127.6557 157634.7933

71 104118.9572 157682.1460

72 104174.5561 157635.2750

73 104182.0484 157691.1361

74 104125.9097 157694.7124

75 104166.3257 157642.3221

76 104160.0674 157633.1520

77 104167.1354 157696.9336

78 104156.3033 157693.4855

79 104168.4802 157681.8159

80 104115.5311 157649.3374

81 104194.5080 157635.3119

82 104119.0759 157682.7247

83 104136.8133 157639.7372

84 104156.8776 157623.0973

85 104179.1241 157619.6861

86 104172.7518 157613.8944

87 104126.0231 157623.6621

88 104158.3448 157722.6825

89 104113.7927 157680.4924

90 104130.1872 157712.2244

91 104160.9243 157627.3031

92 104122.5127 157646.8992

93 104170.8681 157613.6761

94 104112.7853 157645.0627

95 104160.0568 157622.0917

96 104158.6100 157725.6165

97 104212.7666 157676.3628

98 104142.3848 157727.1808

99 104189.2949 157647.5062

100 104125.7865 157696.3281

101 104194.2842 157699.6159

102 104189.5950 157656.5785

103 104177.5412 157651.4164

104 104134.6004 157675.0048

105 104155.7046 157696.0846

106 104166.7853 157695.5859

107 104154.8656 157695.0256

108 104141.6621 157677.1654

109 104167.4942 157662.7218

110 104182.7635 157664.9517

111 104153.4005 157711.5512

112 104156.2933 157641.0727

113 104179.6944 157646.2861

114 104176.7667 157651.1396

115 104158.0831 157646.7045

116 104145.3214 157658.9964

117 104157.3519 157695.4546

118 104142.7525 157676.5187

119 104173.0174 157660.8478

120 104145.8348 157661.3145

121 104155.6715 157655.5646

122 104180.8939 157685.4740

123 104155.2203 157656.0006

124 104152.2360 157659.8741

125 104145.2220 157689.0460

126 104185.1901 157675.7466

127 104181.0067 157659.6613

128 104146.6931 157701.9698

129 104149.5211 157686.7185

130 104177.1568 157677.1220

131 104164.2357 157658.9853

132 104174.0143 157661.3274

133 104189.5507 157680.4846

134 104133.5694 157685.7218

135 104189.1161 157669.9115

136 104192.4056 157642.2476

137 104129.6819 157642.1110

138 104160.5308 157629.6670

139 104229.2670 157651.0523

140 104219.0989 157718.0306

141 104231.4175 157690.6964

142 104143.6193 157609.2402

143 104200.2640 157619.4752

144 104212.4430 157671.7230

145 104127.6557 157634.7933

146 104118.9572 157682.1460

147 104174.5561 157635.2750

148 104182.0484 157691.1361

149 104125.9097 157694.7124

150 104166.3257 157642.3221

151 104160.0674 157633.1520

152 104167.1354 157696.9336

153 104156.3033 157693.4855

154 104168.4802 157681.8159

155 104115.5311 157649.3374

156 104194.5080 157635.3119

157 104119.0759 157682.7247

158 104136.8133 157639.7372

159 104156.8776 157623.0973

160 104179.1241 157619.6861

170 104172.7518 157613.8944

171 104126.0231 157623.6621

172 104158.3448 157722.6825

173 104113.7927 157680.4924

174 104130.1872 157712.2244

175 104160.9243 157627.3031

176 104122.5127 157646.8992

177 104170.8681 157613.6761

178 104112.7853 157645.0627

179 104160.0568 157622.0917

180 104158.6100 157725.6165

181 104212.7666 157676.3628

182 104142.3848 157727.1808

183 104189.2949 157647.5062

184 104125.7865 157696.3281

185 104194.2842 157699.6159

186 104189.5950 157656.5785

187 104177.5412 157651.4164

188 104134.6004 157675.0048

189 104155.7046 157696.0846

190 104166.7853 157695.5859

191 104154.8656 157695.0256

192 104141.6621 157677.1654

193 104167.4942 157662.7218

194 104182.7635 157664.9517

195 104153.4005 157711.5512

196 104156.2933 157641.0727

197 104179.6944 157646.2861

198 104176.7667 157651.1396

ملحق 5

ملحق القراءات

OUTPUT

Matrices

ملحق 6

معلومات المنحنيات الافقية

Horizontal Alignment PI Station Report.

Alignment: CENTER LINE

Desc:

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
0+000	104085.391	157554.999		
			34.123	S 40-08-17 W
0+034.123	104059.304	157533.002		
			31.657	N 83-56-37 W
0+061.498	104062.644	157501.522		
			17.121	N 85-00-05 W
0+078.620	104064.136	157484.466		
			17.121	N 60-50-29 W
0+095.232	104072.478	157469.514		
			20.807	N 57-40-24 W
0+116.039	104083.605	157451.932		
			29.510	N 75-21-15 W
0+145.327	104091.066	157423.381		
			8.407	S 88-41-39 W
0+153.625	104090.875	157414.976		
			85.087	S 88-23-12 W
0+238.712	104088.479	157329.923		
			20.730	S 88-55-33 W

0+259.442 104088.090 157309.197

20.730 N 67-39-05 W

0+279.592 104095.972 157290.024

40.935 N 66-26-49 W

0+320.527 104112.330 157252.500

13.868 N 65-26-03 W

0+334.395 104118.095 157239.887

13.868 N 73-22-02 W

0+348.218 104122.065 157226.600

29.443 N 74-14-37 W

0+377.661 104130.060 157198.263

10.584 N 59-10-15 W

0+388.123 104135.484 157189.174

19.423 N 61-17-44 W

0+407.546 104144.812 157172.139

42.542 S 86-42-43 W

0+449.339 104142.372 157129.667

19.005 S 86-45-42 W

0+468.344 104141.299 157110.692

19.005 N 62-51-31 W

0+486.455 104149.969 157093.779

1.994 N 62-51-31 W

0+488.449 104150.879 157092.005

9.084 N 56-35-21 W

0+497.533	104155.881	157084.422	
		32.669	N 49-09-10 W
0+530.203	104177.248	157059.709	
		42.276	N 46-33-51 W
0+572.479	104206.314	157029.010	
		21.119	N 46-18-19 W
0+593.597	104220.904	157013.741	
		30.581	N 50-48-12 W
0+624.179	104240.230	156990.041	
		39.523	N 48-58-04 W
0+663.702	104266.177	156960.227	
		48.811	N 83-15-03 W
0+710.847	104271.913	156911.754	
		30.341	N 78-58-31 W
0+741.188	104277.715	156881.972	
		44.169	N 58-25-43 W
0+784.968	104300.840	156844.341	
		39.630	N 65-24-30 W
0+824.575	104317.332	156808.306	
		34.083	N 65-46-44 W
0+858.658	104331.315	156777.223	
		42.819	N 68-20-06 W

0+901.477 104347.123 156737.429

4.103 N 65-48-59 W

0+905.580 104348.804 156733.686

31.811 N 65-48-01 W

0+937.391 104361.844 156704.670

31.811 S 58-20-09 W

0+964.081 104345.145 156677.594

17.127 S 58-20-08 W

0+981.207 104336.154 156663.017

26.755 S 54-52-51 W

1+007.963 104320.762 156641.132

67.353 S 43-58-31 W

1+075.200 104272.292 156594.366

Horizontal Incremental Stationing Report.

Alignment: CENTER LINE

Desc:

Station	Northing	Easting	Tangential Direction
0+000	104085.391	157554.999	S 40-08-17 W
0+010	104077.784	157548.509	S 42-54-27 W
0+020	104071.187	157541.016	S 54-22-00 W
0+030	104066.210	157532.362	S 65-49-33 W
0+040	104063.051	157522.891	S 77-17-06 W
0+050	104061.837	157512.982	S 88-44-39 W
0+060	104062.486	157503.012	N 83-56-37 W
0+070	104063.833	157493.108	N 78-54-45 W
0+080	104066.364	157483.440	N 71-45-02 W
0+090	104070.080	157474.163	N 64-35-19 W
0+100	104075.028	157465.485	N 57-40-24 W
0+110	104080.072	157456.856	N 62-44-24 W
0+120	104084.150	157447.731	N 69-06-22 W
0+130	104087.191	157438.210	N 75-21-15 W
0+140	104089.642	157428.516	N 78-17-42 W
0+150	104090.848	157418.600	N 87-50-40 W
0+160	104090.695	157408.604	S 88-23-12 W
0+170	104090.413	157398.608	S 88-23-12 W
0+180	104090.132	157388.611	S 88-23-12 W

0+190	104089.850	157378.615	S 88-23-12 W
0+200	104089.569	157368.619	S 88-23-12 W
0+210	104089.287	157358.623	S 88-23-12 W
0+220	104089.006	157348.627	S 88-23-12 W
0+230	104088.724	157338.631	S 88-23-12 W
0+240	104088.463	157328.635	S 89-39-49 W
0+250	104088.904	157318.649	N 84-36-24 W
0+260	104090.340	157308.757	N 78-52-38 W
0+270	104092.756	157299.057	N 73-08-51 W
0+280	104096.135	157289.650	N 66-26-49 W
0+290	104100.131	157280.483	N 66-26-49 W
0+300	104104.127	157271.317	N 66-26-49 W
0+310	104108.123	157262.150	N 66-26-49 W
0+320	104112.119	157252.983	N 66-26-49 W
0+330	104116.063	157243.794	N 68-08-53 W
0+340	104119.551	157234.423	N 71-00-46 W
0+350	104122.548	157224.885	N 74-14-37 W
0+360	104125.264	157215.261	N 74-14-37 W
0+370	104128.031	157205.651	N 72-09-02 W
0+380	104131.682	157196.349	N 64-59-19 W
0+390	104136.385	157187.528	N 61-17-44 W
0+400	104140.775	157178.554	N 69-04-26 W
0+410	104143.392	157168.920	N 80-31-59 W
0+420	104144.042	157158.958	S 88-00-28 W

0+430	104143.482	157148.974	S 86-42-43 W
0+440	104142.908	157138.990	S 86-42-43 W
0+450	104142.338	157129.007	S 87-18-10 W
0+460	104142.581	157119.018	N 84-30-44 W
0+470	104144.244	157109.166	N 76-19-37 W
0+480	104147.293	157099.651	N 68-08-31 W
0+490	104151.733	157090.710	N 56-35-21 W
0+500	104157.494	157082.556	N 49-09-10 W
0+510	104164.034	157074.991	N 49-09-10 W
0+520	104170.575	157067.427	N 49-09-10 W
0+530	104177.115	157059.862	N 49-09-10 W
0+540	104183.984	157052.594	N 46-33-51 W
0+550	104190.859	157045.333	N 46-33-51 W
0+560	104197.735	157038.071	N 46-33-51 W
0+570	104204.610	157030.810	N 46-33-51 W
0+580	104211.510	157023.572	N 46-18-19 W
0+590	104218.418	157016.342	N 46-18-19 W
0+600	104224.950	157008.779	N 50-48-12 W
0+610	104231.270	157001.029	N 50-48-12 W
0+620	104237.590	156993.279	N 50-48-12 W
0+630	104244.052	156985.649	N 48-58-04 W
0+640	104250.547	156978.047	N 51-33-03 W
0+650	104256.318	156969.886	N 57-55-01 W
0+660	104261.148	156961.136	N 64-17-00 W

0+670	104264.978	156951.904	N 70-38-58 W
0+680	104267.761	156942.305	N 77-00-56 W
0+690	104269.463	156932.456	N 83-15-03 W
0+700	104270.638	156922.525	N 83-15-03 W
0+710	104271.814	156912.595	N 83-15-03 W
0+720	104273.663	156902.769	N 78-58-31 W
0+730	104275.811	156893.005	N 75-00-03 W
0+740	104278.877	156883.491	N 69-16-16 W
0+750	104282.878	156874.331	N 63-32-30 W
0+760	104287.768	156865.613	N 58-25-43 W
0+770	104293.004	156857.093	N 58-25-43 W
0+780	104298.190	156848.543	N 60-01-31 W
0+790	104302.893	156839.721	N 63-50-42 W
0+800	104307.105	156830.651	N 65-24-30 W
0+810	104311.267	156821.558	N 65-24-30 W
0+820	104315.428	156812.465	N 65-24-30 W
0+830	104319.558	156803.358	N 65-46-44 W
0+840	104323.660	156794.238	N 65-46-44 W
0+850	104327.763	156785.119	N 65-46-44 W
0+860	104331.810	156775.976	N 68-20-06 W
0+870	104335.502	156766.682	N 68-20-06 W
0+880	104339.194	156757.388	N 68-20-06 W
0+890	104342.886	156748.095	N 68-20-06 W
0+900	104346.578	156738.801	N 68-20-06 W

0+910	104350.465	156729.591	N 70-01-16 W
0+920	104353.085	156719.952	N 79-34-13 W
0+930	104354.069	156710.012	N 89-07-11 W
0+940	104353.391	156700.047	S 81-19-52 W
0+950	104351.069	156690.332	S 71-46-54 W
0+960	104347.167	156681.137	S 62-13-57 W
0+970	104342.037	156672.556	S 58-20-08 W
0+980	104336.788	156664.045	S 58-20-08 W
0+990	104331.093	156655.827	S 54-33-27 W
1+000	104325.093	156647.828	S 51-41-33 W
1+010	104318.701	156640.139	S 48-49-40 W
1+020	104311.932	156632.780	S 45-57-47 W
1+030	104304.820	156625.751	S 43-58-31 W
1+040	104297.624	156618.807	S 43-58-31 W
1+050	104290.428	156611.864	S 43-58-31 W
1+060	104283.231	156604.920	S 43-58-31 W
1+070	104276.035	156597.977	S 43-58-31 W

Horizontal Alignment Curve Report.

Alignment: CENTER LINE

Desc:

Spiral/Curve Data

Tangent Data

Length: 7.583 Course: S 40-08-17 W

Circular Curve Data

Delta: 55-55-06 Type: RIGHT

Radius: 50.000 DOC: 114-35-30

Length: 48.798 Tangent: 26.540

Mid-Ord: 5.836 External: 6.607

Chord: 46.884 Course: S 68-05-50 W

Es: 6.607

Tangent Data

Length: 5.117 Course: N 83-56-37 W

Circular Curve Data

Delta: 24-09-36 Type: RIGHT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 33.734 Tangent: 17.121

Mid-Ord: 1.771 External: 1.812

Chord: 33.484 Course: N 72-55-17 W

Es: 1.812

Tangent Data

Length: 6.809 Course: N 57-40-24 W

Circular Curve Data

Delta: 17-40-51 Type: LEFT

Radius: 90.000 DOC: 63-39-43

Length: 27.773 Tangent: 13.998

Mid-Ord: 1.069 External: 1.082

Chord: 27.663 Course: N 66-30-50 W

Es: 1.082

Tangent Data

Length: 7.106 Course: N 75-21-15 W

Circular Curve Data

Delta: 15-57-06 Type: LEFT

Radius: 60.000 DOC: 95-29-35

Length: 16.704 Tangent: 8.407

Mid-Ord: 0.580 External: 0.586

Chord: 16.651 Course: N 83-19-48 W

Es: 0.586

Tangent Data

Length: 85.087 Course: S 88-23-12 W

Circular Curve Data

Delta: 23-25-22 Type: RIGHT

Radius: 100.000 DOC: 57-17-45

Length: 40.880 Tangent: 20.730

Mid-Ord: 2.082 External: 2.126

Chord: 40.596 Course: N 79-21-46 W

Es: 2.126

Tangent Data

Length: 40.935 Course: N 66-26-49 W

Circular Curve Data

Delta: 07-55-58 Type: LEFT

Radius: 200.000 DOC: 28-38-52

Length: 27.691 Tangent: 13.868

Mid-Ord: 0.479 External: 0.480

Chord: 27.669 Course: N 69-24-03 W

Es: 0.480

Tangent Data

Length: 18.860 Course: N 74-14-37 W

Circular Curve Data

Delta: 15-04-22 Type: RIGHT

Radius: 80.000 DOC: 71-37-11

Length: 21.045 Tangent: 10.584

Mid-Ord: 0.691 External: 0.697

Chord: 20.985 Course: N 66-42-26 W

Es: 0.697

Tangent Data

Length: 5.089 Course: N 61-17-44 W

Circular Curve Data

Delta: 31-59-32 Type: LEFT

Radius: 50.000 DOC: 114-35-30

Length: 27.919 Tangent: 14.334

Mid-Ord: 1.936 External: 2.014

Chord: 27.557 Course: N 77-17-31 W

Es: 2.014

Tangent Data

Length: 28.208 Course: S 86-42-43 W

Circular Curve Data

Delta: 30-22-47 Type: RIGHT

Radius: 70.000 DOC: 81-51-02

Length: 37.116 Tangent: 19.005

Mid-Ord: 2.446 External: 2.534

Chord: 36.683 Course: N 78-02-55 W

Es: 2.534

Tangent Data

Length: 1.994 Course: N 62-51-31 W

Tangent Data

Length: 9.084 Course: N 56-35-21 W

Tangent Data

Length: 32.669 Course: N 49-09-10 W

Tangent Data

Length: 42.276 Course: N 46-33-51 W

Tangent Data

Length: 21.119 Course: N 46-18-19 W

Tangent Data

Length: 30.581 Course: N 50-48-12 W

Tangent Data

Length: 11.764 Course: N 48-58-04 W

Circular Curve Data

Delta: 34-16-59 Type: LEFT

Radius: 90.000 DOC: 63-39-43

Length: 53.852 Tangent: 27.759

Mid-Ord: 3.998 External: 4.184

Chord: 53.052 Course: N 66-06-34 W

Es: 4.184

Tangent Data

Length: 21.052 Course: N 83-15-03 W

Tangent Data

Length: 12.216 Course: N 78-58-31 W

Circular Curve Data

Delta: 20-32-48 Type: RIGHT

Radius: 100.000 DOC: 57-17-45

Length: 35.861 Tangent: 18.125

Mid-Ord: 1.603 External: 1.629

Chord: 35.669 Course: N 68-42-07 W

Es: 1.629

Tangent Data

Length: 16.896 Course: N 58-25-43 W

Circular Curve Data

Delta: 06-58-47 Type: LEFT

Radius: 150.000 DOC: 38-11-50

Length: 18.273 Tangent: 9.148

Mid-Ord: 0.278 External: 0.279

Chord: 18.262 Course: N 61-55-07 W

Es: 0.279

Tangent Data

Length: 30.482 Course: N 65-24-30 W

Tangent Data

Length: 34.083 Course: N 65-46-44 W

Tangent Data

Length: 42.819 Course: N 68-20-06 W

Tangent Data

Length: 4.103 Course: N 65-48-59 W

Circular Curve Data

Delta: 55-51-50 Type: LEFT

Radius: 60.000 DOC: 95-29-35

Length: 58.500 Tangent: 31.811

Mid-Ord: 6.990 External: 7.911

Chord: 56.211 Course: S 86-16-04 W

Es: 7.911

Tangent Data

Length: 17.127 Course: S 58-20-08 W

Tangent Data

Length: 7.664 Course: S 54-52-51 W

Circular Curve Data

Delta: 10-54-20 Type: LEFT

Radius: 200.000 DOC: 28-38-52

Length: 38.068 Tangent: 19.091

Mid-Ord: 0.905 External: 0.909

Chord: 38.010 Course: S 49-25-41 W

Es: 0.909

Tangent Data

Length: 48.261 Course: S 43-58-31 W

ملحق 7

احداثات اعمدة الانارة

#	NORTH	EAST
1	157551.237	104087.91
2	157538.267	101041.792
3	157513.542	104004.847
4	157514.519	104029.618
5	157523.708	104049.827
6	157535.936	104062.529
7	157512.547	104066.33
8	157469.104	104078.063
9	157427.201	104094.47
10	157382.202	104094.663
11	157337.212	104093.686
12	157280.671	104095.195
13	157293.772	104089.754
14	157280.101	104056.961
15	157315.813	104084.359
16	157360.785	104084.847
17	157405.78	104086.128
18	157450.097	104078.316
19	157490.248	104057.997
20	157251.102	104117.882
21	157226.943	104117.355
22	157208.313	104131.905
23	157184.434	104132.956
24	157166.424	104148.271
25	157139.807	104138.763
26	157121.445	104146.9
27	157095.158	104144.345
28	157080.387	104165.318
29	157059.355	104171.606
30	157046.995	104195.483
31	157026.566	104202.426
32	157014.22	104226.319
33	156992.801	104232.174
34	156979.588	104255.052
35	156956.266	104258.445
36	156938.386	104273.146
37	156912.144	104267.29

38	156881.074	104275.038
39	156867.775	104281.313
40	156853.706	104300.364
41	156829.767	104302.175
42	156813.23	104320.027
43	156789.943	104321.107
44	156772.065	104338.206
45	156747.369	104338.33
46	156730.733	104356
47	156697.588	104357.492
48	156683.405	104353.187
49	156653.106	104323.281
50	156631.463	104316.827
51	156620.199	104292.587
52	156600.015	104284.628

ملحق 8

حساب كميات الحفر والردم

حساب كميات الحفر والردم

ملحق 9

ملحق المصادر والمراجع

المصادر والمراجع

1. روحي الشريف, البسيط في تصميم وإنشاء الطرق, الجزء الأول, عمان, الأردن, 1981.
2. يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات, عمان, الأردن, 1978.
3. محمد توفيق سالم , هندسة الطرق والمطارات , دار الراتب الجامعية , لبنان .
4. يوسف صيام وآخرون, تغطية مساحية للطرق, دار مجدلاوي للنشر- عمان 1999م

5. CHARLES GHILANI and PAUL R.WOLF, ADJUSTMENT COMPUTATIONS , SPATIAL DATA ANAYSIS , FORTH EDITION
6. DR. Najeh Tamimi , 'ENGINEERINS SURVEYING'.
7. http://sereencenter.com/files/material/34.ppt
8. http://www.mhd.state.ma.us/downloads/designGuide/CH_6_a.pdf

9.http://www2.dft.gov.uk/pgr/roads/tpm/ltnotes/esignofpedestriancrossin4034.pdf

ملحق 10

الجدول الزمني للاعمال المساحية

الجدول الزمني:-

الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الفعالية	عدد الأسابيع	الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
التنسيق مع الدائرة ومدرس مادة المقدمة	2																	
اختيار المشروع وجمع المعلومات	2																	
الجولات الاستطلاعية	3																	
العمل الميداني (الرصد و الرفع)	4																	
العمل المكتبي (التصحيح و البرامج)	6																	
تجهيز نسخه اولية للمقدمة	2																	
النسخه النهائية للمقدمة	2																	

فعاليات المشروع المتوقعة للفصل القادم

الفعالية	عدد الأسابيع	الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
جمع المعلومات	2																	
العمل الميداني	3																	
الرسم بالكمبيوتر	3																	
التصميم ألا فقي + التقاطعات	4																	
التصميم الراسي + إشارات مرور	3																	
حساب الكميات + الإنارة	3																	
طباعة وتنسيق البيانات واللوحات																		