بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة

مشروع تخرج بعنوان

تصميم الشارع الرابط بين حلحول وبيت اولى

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس

فريق العمل

حسين مرعب　　عدي الجرادات　　محمد ابو سليم

إشراف

م. فيضي شبانة.

جامعة بوليتكنك فلسطين
الخليل – فلسطين

٢٠١٧-٢٠١٨ م

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

مشروع تخرج بعنوان

تأهيل و تصميم شارع حلحول – بيت اولا

فريق العمل

حسين مرعب عدي الجرادات محمد ابوسليم

المشرف:

م. فيضي شبانة.

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع الى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء الجزئي بمتطلبات الحصول على درجة البكالوريوس.

توقيع مشرف المشروع ..... توقيع رئيس الدائرة .....

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

٢٠١٧-٢٠١٨ م.

عنوان المشروع

تصميم وتأهيل طريق حلحول

(حلحول – بيت اولا)

مجموعة العمل : حسين مرعب عدي الجرادات **محمد ابو سليم**

المشرف :-

م.فيضي شبانه

الملخص :-

يهدف هذا المشروع الي اعدة تصميم الطريق الواصل بين مدينة حلحول وقرية بيت اولى و ذلك لجعل الحركة اسهل وأسرع .

سيتم في هذا المشروع عمل جميع التطبيقات المساحية اللازمة لمشاريع الطرق بالإضافة الى تصميم الطريق هندسيا وإنشائيا ، من ناحية وجود جدران استنادية وما الى ذلك ، وإيجاد حلول لمشاكل مياه الامطار ، مع مراعاة قواعد الامن والسلامة لمستخدمي الطريق من مشاة ومركبات .

Abstract

Project name

Redesign of halhol Road
(halhol_ - bait oula)

By : hussen mareb oday aljaradat **mohammed abu salem**

Supervisor:-

ENG. Faydi shabaneh

Abstract:

The purpose of this project is redesigning the road, which connects halhol city with the bait oula village. The advantage of this road is making the travelling to halhol city (western lines) faster and the travelling to the village it self .

in this project we will do the all surveying application, in addition to design the road ,geometric and structural design ,and to solve the problems of storm water, and regard safety regulations for Pedestrian and drivers and cars .

الإهداء

إلى اول معلم و اول حبيب سيدنا محمـــــــــد صلى الله عليه وسلم

إلى أمهاتنا وآبـــائنا الذين لاتكفيهم الكلمات لتعبر لهم عن مدى الحب والشكر

إلى إخـــوتنـــا وأخـــــواتنا الى اصدقائنا وأحبابنا

إلى امهاتنا وآبائنا أساتذتنا الذين لم يبخلوا بإعطائنا كل مـا لديهم

الى كـــل مـــــن ســـــــاعدنـــــــــا ولـــــو بجملة أو حـــــتـــــــــى كلـمـــــــــة

إلى كـــــل مـــــحـــــب للعـــلـــم ومـــــــــــــتـيـــــــــــــــم بـــــــــــــه

إلى أولئك الذين حـــرموا حـــريتهم خـــلـــف القضبـــــان لأجـــــل هـــــذا الـــوطن الغالي

إلى أولئك الـذين فقدوا حيـــاتهم لـــكي نـــبقى نـــحن على هذا الوطن ولا نفرط بحبة تراب منـــــه

نـــهـدي هـــــــذا العمـــــــــل المتواضع راجيـــن مـن المـــولى عـــز وجـــل القبول والنجاح

الشكر والتقدير

تكـــاد شمـــــوع الشكـــر تحـترق خجلاً لتـضئ كلمـات عـجز اللسـان والقـلم عنهـا

تحـــية إجـــلال نـقدمهـــا إلى كـــل مـــن لـه حـق علـينا في مسيرتنا التعليمية

إلي كل من أضاء بعلمه عقل غيره أو هدى بالجواب الصحيح حيرة سائليه فأظهر بسماحته تواضع العلماء وبرحابته سماحة العارفين

إلى أســـــتـاذنـــا الفاضل فيضي شبانـــة الـــذي لـــم يبخـل علينـا بأي معلومة أو مساعدة

إلى بلـديـــة حلحول ممثـلـــة بـــرئيسهـــا وأعضائهـــا مـن مهندسين وعاملين

وإلى جـــامعتنـــا الـــتـــي أعـــطتنـا الفرصـــة لـنكون مـــــن روادها

لـــــهم جـــميعـــــــأ نـــــقدم جـزيـــل الشكـــــــر والامتنان

فهرس المحتويات

الصفحات التمهيدية

الغلاف..... I

شهادة تقييم مقدمة المشروع II

الإهداء III

الشكر والتقدير..... IV

الملخص باللغه الانجليزية V

الملخص..... VI

فهرس المحتويات VII

فهرس الأشكال XII

فهرس الجداول XIV

فهرس الملاحق XV

الفصل الأول : المقدمة.

1_1 نظرة عامة..... 2

2_1 لمحة عن مدينة حلحول..... 3

2_2_1 السكان والمناخ..... 4

3_1 فكرة المشروع..... 4

4_1 منطقة المشروع..... 5

5_1 هيكلية المشروع..... 5

6_1 اهداف وأهمية المشروع..... 5

7_1 طريقة البحث..... 6

8_1 الاجهزة المساحيه والبرامج المستخدمة..... 6

9_1 الجدول الزمني..... 7

الفصل الثاني : الأعمال المساحية.

1_2 المقدمه..... 10

2_2 دراسة المخططات..... 11

3_2 الاعمال الاستطلاعيه..... 11

4_2 مرحلة الرفع التفصيلي 12

5_2 نظام تحديد المواقع بالأقمار الصناعيه (GPS)..... 12

1_6 طرق الرصد..... 13

الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق.

1_3	مقدمة	18
2_3	أسس التصميم الهندسي للطريق	18
3_3	المنحنيات	25
1_3_3	المنحنيات الافقيه	25
2_3_3	المنحنيات الراسيه	29
4_3	القوه الطارده المركزيه	33
5_3	التعلية (Super Elevation)	35
1_5_3	الطرق المتبعه في الرفع الجانبي للطريق (التعلية)	36
6_3	تصريف مياه سطح الطريق	38
8_3	طبقات الشارع (الرصفات).....	38
1_8_3	أنواع الرصفات.....	39
1_1_8_3	الاسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements)	39
2_1_8_3	الخرسانيه او الصلده (Rigid Pavements).....	39
3_1_8_3	المركبه او المختلطه (Composite Pavements).....	40
2_8_3	عوامل التصميم (Design Factors).....	40

الفصل الرابع : المشاكل والعوائق في الطريق

1_3 مقدمة 44

2_3 تعريف المشاكل والعوائق 44

3-2-1 عرض الطريق غير مناسب 44

3-2-2 عدم وجود تصريف جيد للامطار 45

3-2-3 عدم وجود ارصفة 45

3-2-4 عدم وجود محطات للحافلات وسيارات الاجره 46

3-2-5 وجود حفر بكثرة بالطريق 46

الفصل الخامس : الفحوصات المخبرية

5-1 مقدمة 48

5-2 عينات التربة 48

5-3 تجارب المخبرية 50

الفصل السادس : خدمات الطريق

6-1 مقدمة 58

6-2 علامات المرور على الطريق 58

6-2-1 اهداف علامات المرور 58

6-2-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات 59
6-3 الانارة على الشوارع والطرق 65
6-4 المواقف 68

الفصل السابع : التصميم الإنشائي للطريق

7-1 مقدمة 71
7-2 العناصر الانشائية للرصف المرنة 72
7-3 العوامل المؤثرة على التصميم 73
7-4 خطوات تصميم الرصفة بتباع طريقة الاشتو 73

فهرس الأشكال

1_2 عملية الرصد الثابت..... 14
2_2 نظام المحطة الافتراضيه..... 15
3_2 طريقة الرصد باللاسلكي..... 16
1_3 مقطع عرضي لطريق من حارتين..... 21
2_3 الرصيف بجانب منشأه عامه..... 22
3_3 الجزيرة الفاصله..... 22
4_3 .جدران استناديه..... 23
5_3 اكتاف الطريق..... 24
6_3 الأطاريف..... 24
7_3 عناصر المنحنى الدائري البسيط..... 26
8_3 .المنحنى الانتقالي..... 28
9_3 المنحنى الرأسي المحدب..... 29
10_3 المنحنى الرأسي المقعر..... 29

11_3 .عناصر المنحنى الرأسي..... 30
12_3 ..تأثير القوة الطارده المركزيه على المركبات..... 33
13_3 ..تطبيق التعلية على المنحنيات..... 36
14_3 .الدوران حول المحور..... 36
15_3 الدوران حول الحافة الداخلية..... 37
5-1 العلاقة بين محتوى الماء والعلاقة الجافة..... 53
5-2 **CBRجهاز فحص..... .... 55**
5-3 منحنى العلاقة بين الحم والغرز 56
6-1 انواع الخطوط في علامات المرور 59
6-2 مفهوم اشارات المرور 62
6-3 موقف موازي على الشارع..... 70
7-1 طبقات الرصف المرن..... 72
7-2 تقرير قيمة التربة..... 78
7-3 قيمة المعامل SN..... 79

فهرس الجداول

3-1 السرعة التصميمية 19
3-2 انصاف اقطار الدوران..... 27
3_3 الحد الادنى لانصاف الاقطار على المنحنى..... 27
3-4 قيمة الثابت للمنحنيات الراسية..... 32
5-1 قراءات تجربة الكثافة (تحديد الكثافة)..... 51
5-2 قراءات تجربة الكثافة العظمى(تحديد الرطوبة) 52
5_3 المحتوى الرطوبي 52

5-4	قيم تحمل كالفورنيا.....	54
5-5	المواصفات المطلوبة	54
6-5	قراءات تجربة CBR.....	56
5-7	توزيع حجم الحبيبات	57
6-1	العلاقة بين سرعة السيارة والمسافة بين الاشارة والتقاطع).....	61
6-2	اشارات المشروع.....	63
6-3	الخطوط المستخدمة في المشروع.....	65
6-4	توزيع الاعمدة حسب عناصر الطريق.....	67
7-1	نسبة المركبات في المسرب الواحد	74
٧-٢	معامل النمو	76
7-3	قيمة cbr لكل طبقة	77
7-4	قيمة المعامل المناخي	78
7-5	قيمة المعامل a1.....	80
7-6	قيمة المعامل a2.....	81
7-7	سماكة الطبقات.....	82

الفصل الاول

١-١ نظرة عامة.

١-٢ لمحه عن مدينة حلحول .

١-٢-١ تاريخ المدينه .

١-٢-٢ السكان والمناخ.

١-٣ فكرة المشروع.

١-٤ منطقة المشروع.

١-٥ هيكلية المشروع.

١-٦ أهداف وأهمية المشروع.

١-٧ طريقة البحث.

١-٨ الدارسات السابقه.

١-٩ الاجهزة المساحية والبرامج المستخدمة.

١-١٠ الجدول الزمني.

١-١ نظرة عامة :

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المراد إنشاء الطريق فيها ، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا ، و إعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها سواء أكانت هذه الطرق تصل بين المدن أو بين الأقطار المجاورة ، او بين المدن والقرى أو بين القرى نفسها ، أو كانت توصل إلى المناطق السياحية والزراعية وغيرها للوصول إلى التصميم الهندسي المناسب للطريق ، حيث يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية وعرض المسارب والانحدارات.

تبدأ عملية إنشاء أي طريق بعمل دراسة الجدوى التي تعني مدى الفائدة التي يقدهما الطريق المقترح مقارنة بالتكلفة . ، حيث يتم حساب قيم خاصة مبنية على اوزان المركبات المتوقعة وعددها بحيث نحصل على قيمة تسمى وزن المحور المكافئ الذي يعتبر ذو قيمة كبيرة في مرحلة التصميم الانشائي للطريق. بعد معرفة عدد مستخدمي الطريق وتكلفة إنشاءه ، يمكن عمل دراسة الجدوى "بناءً على نسبة التكلفة لعدد المستخدمين" التي بها يتخذ المسئولون قرار إنشاء الطريق من عدمه.

بعد التأكد من جدوى إنشاء الطريق ، واكتمال إنشائه تبدأ المرحلة التشغيلية للطريق والتي تحتاج لمراقبة دائمة وتمثل هذه العملية المرحلة الأهم في الدول المتقدمة ، حيث ان كل التحديات الصعبة المتمثلة في الحاجة الدائمة للحفاظ على مستوى الخدمة المقبول خصوصا من ناحية زمن الرحلة الذي يزداد على الدوام بسبب زيادة حجم المرور وبالتالي يزداد التأخير عند التقاطعات. تسعى الجهات المسئولة عن المرور على ضمان انسياب المرور بشكل مقبول ، ولتحقيق ذلك تقوم بمراقبة حركة المرور بشكل مستمر وتحديد نقاط الازدحام والتأخير وذلك بقياس عدة قيم اهما :

١- زمن الرحلة بين مكانين : وذلك لمقارنة زمن الرحلة الحالي مع القيم التي تم قياسها في المواسم أو الاعوام السابقة ، حيث ان زيادة زمن الرحلة يعني وجود مشكلة في نقطة ما على طول المسار.

٢- طول صفوف العربات عن التقاطعات : بمقارنة طول الصفوف بالقيم التي تم قياسها سابقا ، حيث ان زيادة طول الصفوف يعني وجود مشكلة في هذه النقطة بالتحديد.

٣- السرعة : يتم قياس سرعة المركبات عند نقاط بعيدة عن التقاطعات لمعرفة ما إذا كان هنالك تأخير على طول الطريق مقارنة بالقيم التي تم قياسها سابقا.

٤- حجم التشبع : هو العدد الأقصى من المركبات التي يمكن ان يمر خلال نقطة معينة في وقت محدد ، وتتم مقارنة القيمة المقاسة من الطريق بـ ١٨٠٠ مركبةاساعة حيث يتوقع ان نقصان عدد المركبات عن ١٨٠٠ في الساعة "للحارة الواحدة" يعني حدوث ازدحام وتأخير.

١- ٢ لمحة عن مدينة حلحول:

حلحول مدينة فلسطينية تقع في جنوب الضفة الغربية وهي إحدى بلدات محافظة الخليل ، وتقع إلى الشمال من مدينة الخليل ، وعلى بعد ٥ كم منها. يحدها من الشرق بلدة سعير ، من الشمال بلدة بيت امر وبلدة العروب ، من الغرب بلدة نوبا وخاراس وبيت اولا ومن الجنوب مدينة الخليل وبلدة بيت كاحل .

تقع بلدة حلحول بين خطي طول ٣٥.١٠٢ شرقي غرينتش وبين دائرتي عرضْ ٣١.٥٨٠ شمال خط الاستواء وترتفع بلدة حلحول حوالي ١٠٢٧ م عن سطح البحر .

١-٢-١ تاريخ المدينة :

يقال أن في زمن سيدنا يونس بعد أن ابتلعه الحوت وقذفه على شاطئ البحر و من تلك الحادثة، ظل يسير حتى وجد المكان الذي يسمى بخربة أصحى غربي حلحول فعلى جبال حلحول مكث سيدنا يونس حولاً كاملاً او سنة كاملة حتى شفي تماماً ثم سافر إلى بلده ،فقيل البلد التي حل فيها نبي الله حولا كاملا والحول هو السنه (حَلَّ حَوْل) ثم جمعت الكلمتان بما يتناسب مع النطق فصارت حلحول ،وهذا يعتبر السبب الرئيسي لأنه سبب سماوي تشبث به الكثير من سكان البلدة .

السبب الثاني: كلمه حلحول بمعنى الرجل العملاق (ذو الحول والقوة) ،حيث كان يسكنها العماليق وأولي البأس و اولي الشدة والشجعان والرجال أي أن حلحول بلد العماليق و بلد الجبارين.

السبب الثالث: وحلحول تعني أيضاً في اللغات الكنعانية القديمة ،وهي البلد التي تكثر فيها المزروعات والخضرة أي الربيع.

السبب الرابع: وهناك تسميه اخرى لحلحول هي من حلحول وجلجول بالكنعانية (بلد الارتجاف) و هذه التسمية من جلجل وحلحل و ذلك ان حلحول كانت تتعرض لهزات أرضية و زحزحات.

هذه أسباب تسمية حلحول ولكن أهل حلحول تتشبث بالسبب الأول لأنه سبب سماوي مرتبط بنبي الله يونس عليه السلام .

المرجع: كتاب حلحول بين الماضي والحاضر

١-٢-٢ السكان والمناخ :

بلغ عدد سكانها في عام ١٩٢٢ حوالي ١٩٢٧ نسمة، وارتفع هذا العدد إلى ٢٥٣٣ نسمة عام ١٩٣١ ويشمل هذا الإحصاء سكان "خربة حسكة" و"خربة النقطة" و"خربة بقار" و"خربة الزرقاء" و"خربة بيت خيران". وفي عام ١٩٤٢ م ارتفع عدد السكان إلى ٣٣٨٠ نسمة

أما الآن يبلغ عدد سكان مدينة حلحول حسب دائرة الإحصاء المركزية لعام ٢٠١٣ م ٢١ ألف نسمة موزعين على حلحول القديمة وحلحول الجديدة.

مناخها فهو معتدل حيث تبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية ٢٨ درجة، كما يبلغ متوسط كمية الأمطار فيها٥٩٥.٩ ملم.

١-٣ فكرة المشروع :

تشتمل فكرة المشروع على تصميم الطريق الرابط بين(حلحول- بيت اولا) والذي يربط هذه المدينة مع قرية بيت اولا ، وذلك لإعادة ترميمه من ناحية الإسفلت والتصريف وخدمات الطريق، حيث يسهّل على السكان عملية الدخول والخروج من القرية ، حيث أن هذا الشارع سيربط بين منطقة ظهر اخلال التي تربط مدينة حلحول مع بيت اولا ، وعدد المسارب الموجودة حاليا مسار واحد في الاتجاهين بعرض شارع ٦ متر وهو طريق ترابي ومقترح للطريق بعد التأهيل أن يتم توسعته الى ١٢ متر .

يهدف المشروع إلى وضع إعادة تصميم نموذجي آمن للطريق ، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع أسس التصميم الهندسي ، إضافة الى مراعاة الميول الجانبيه اللازمه لعمل قنوات تصريف مياه الامطار ، ثم تصميم المقاطع العرضية والأكتاف ونظام الإنارة على الطريق ونظام تصريف المياه والجدران الاستنادية ان وجدت .

١-٤ منطقة المشروع :

يقع هذا الطريق في منطقة ارنبا والذي يتصل بشارع منطقة بيت اولا ، ويبلغ طول الطريق حوالي ٢٠٠٠ متر .

١-٥ هيكلية المشروع :

يشتمل بحث المشروع على عدة فصول يتم العمل عليها وهي :

١. الفصل الاول : يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث ، الأهمية ، الأهداف ، طريقة البحث ، الأجهزة المستخدمة والجدول الزمني للمشروع.
٢. الفصل الثاني : الأعمال المساحية.
٣. الفصل الثالث : التصميم الهندسي للطريق .

١-٦ أهداف وأهمية المشروع :

- خدمة المنطقة المار بها الطريق لجعل المنطقه اكثر حيوية ، وإعطاء طابع السلاسه في الحركة .
- معالجة مشكلة مياه الامطار ، وذلك بتصميم الميول الجانبيه للطريق وعمل قنوات التصريف على اسس هندسيه .
- مراعاة سبل الامان ، بتوفير الارصفه وممرات المشاة والانارة والاشارات المروريه في حال الحاجة اليها .

١-٧ طريقة البحث :

- القيام بتحديد موضوع البحث (إعادة تصميم شارع حلحول) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية حلحول.
- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة إستطلاعية للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم والتنفيذ من أجل الحصول على أفضل وأدق النتائج.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني باستخدام جهاز ال GPS للطريق وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .
- القيام بزيارة لبلدية حلحول من اجل التعرف على القوانين المتبعة قي التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والإرتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بكتابة مقدمة المشروع مع مراعاة الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة و مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.
- بعد الإنتهاء من المقدمة وإنتهاء الفصل الدراسي الاول يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة والتعليمات المتبعة لمشاريع التخرج في كلية الهندسة .

١-٨ الاجهزة المساحية والبرامج المستخدمه :

١. جهاز (GPS).

٢. برنامج (ArcGIS) .

٣. برنامج (Civil 3D) .

٤. برنامج (AutoCAD) .

٥. برنامج (Sewer cad)

١-٩ الجدول الزمني :-

جدول (١-١) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الأسبوع / النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
اختيار المشروع و جمع المعلومات															
المساحة الاستطلاعية															
العمل الميداني															
العمل المكتبي															

الرسم باستخدام الكمبيوتر														
تجهيز التقرير الأولي لمقدمة المشروع														
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع														

الفصل الثاني

الأعمال المساحية

٢-١ المقدمة.

٢-٢ دراسة المخططات.

٢-٣ الأعمال الاستطلاعية.

٢-٤ مرحلة الرفع التفصيلي.

٢-٥ نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GNSS) .

٢-٥-١ طرق الرصد.

٢-١ المقدمة:

عند إعادة تصميم الطريق لابد من مراعاة الأهداف الأساسية التي من أجلها تمت هذه العملية ، والتي من أهمها حركة السيارات من دون أي مشاكل ، تقليل الحوادث وربط المناطق وذلك عن طريق تنظيم الحركة على الطريق سواء للسيارات أو للإنسان.وهذا لا يتم إلا عن طريق الإلمام بعدة أمور مثل السرعة التصميمية والانعطافات والتقاطعات والإشارات المرورية والمسارب ، فبدون هذه الأمور لن تُحقق الأمور الأساسية المرجوة من هذا الطريق وبالتالي هي لديها نفس أهمية الطريق ، ولابد من أن يتم الأخذ بعين الاعتبار النواحي الاقتصادية والاجتماعية والتي ستعود بعوائد جيدة على المجتمع ككل ، ولذلك يتم عمل ما يسمى بالجدوى الاقتصادية والأهمية التي ستتم من خلال هذا العمل.

من المهم جدا الأخذ بعين الاعتبار عند إعادة تصميم الطريق :

- أن يكون ذو جدوى اقتصادية.
- الاستفادة بقدر الإمكان منه.

ومن الممكن تلخيص أهم الأعمال المساحية والتي يجب عملها لرفع الطريق:

١- دراسة المخططات السابقة للمنطقة.

٢- أعمال الاستكشاف.

٣- الأعمال المساحية (الأولية ،التثبيتية ، الإنشائية).

وبالتالي من السابق نعلم أن التصميم الهندسي مهم جدا وذلك لأنه من خلاله سيتم توفير وقت وجهد وأمان كبير لمستخدمي الطريق.

٢-٢ دراسة المخططات:

في أي مشروع يجب عمل دراسة ابتدائية لمخططات سابقة لهذا المشروع .ويتم الحصول على هذه المخططات من جهات رسمية مثل بلديات أو مكاتب معتمدة ، وقد تم الحصول عليها هنا في هذا المشرع من قسم المساحة في بلدية حلحول.

٢-٣ الأعمال الاستطلاعية:

الهدف الأساسي من هذه المرحلة هو تحديد الوضع الحالي للطريق والحجم والنوع المروري على هذا الطريق، ويقوم بذلك أفراد المجموعة ، ويتم أخذ الخرائط والصور الجوية المتوفرة للمنطقة للاستفادة منها لتحديد الطريق.

وعند القيام بهذه المرحلة تراعى الجدوى الاقتصادية والخدمات التي سيتم توفيرها من هذا الطريق وميول الطريق بشكل تقريبي وطبوغرافية الأرض.

أما بالنسبة للأمور التي يجب مراعاتها عند اقتراح هيكل إعادة التصميم للطريق فهي:

١- ارتباط الطريق بالطرق الأخرى.

٢- تخفيض التكلفة مع عدم تقليل الأمان.

٣- تأثير هذا المسار على المجتمع.

٤- الأخذ بعين الاعتبار خطوط الكنتور لهذه المنطقة وتجنب الإضرار بالبشر والبيئة.

٥- الأخذ بعين الاعتبار النواحي الجيولوجية.

٦- مراعاة نواحي الأمان لكل مستخدمي الطريق.

٢-٤ مرحلة الرفع التفصيلي:

يتم الوصول إلى هذه المرحلة بعد عمل مجموعة خطوات:

١) المسح الابتدائي : في هذه المرحلة يقوم فريق العمل بتحديد نقاط الضبط والتي من أهم مواصفاتها أنها تكشف أكبر قدر ممكن من الطريق المراد عمله ، وبعد عملية اختيار أماكن هذه النقاط يتم قراءة إحداثياتها بأدق ما يمكن (وقد تم أخذ إحداثيات هذه النقاط في هذا المشروع عن طريق جهاز التوقيع الكوني بطريقة Fast static) وذلك لربط كل نقاط المشروع مع نظام الإحداثيات للدولة لتسهيل التعامل معها ويتم بعد ذلك تربيط وتوثيق هذه النقاط بالصور.بعد ذلك يتم دراسة المخططات الطبوغرافية التي رسمت في الموقع للوصول إلى أفضل مسار ممكن.

وبعد ذلك يتم رفع الطريق بكل تفاصيلها وأخذ مقاطع عرضية بمسافة مناسبة لاختيار الميول الناسب.

٢) عمل ميزانية طولية على طول المحور ويتم أخذ مناسيب على مقاطع عرضية.ومن ثم يتم عمل حساب كميات للطريق.

٣) الأعمال المساحية النهائية : بعد أن قام فريق العمل بعمل جميع المخططات الأولية يقوم بهذه المرحلة بدراسة هذه المخططات لاختيار أفضل وأنسب مخطط لإعادة تأهيل الطريق ، وبالتالي فإن هذه المرحلة تتضمن رسم مقاطع طولية للطريق وحساب كميات تقديرية للحفر والردم ولقد تم عمل الرفع التفصيلي.

٢-٥ نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GNSS)

تعتبر الإشارات المرسلة من الأقمار الصناعية في منظومة GNSS من الإشارات المعقدة للغاية، حيث أنها تستخدم تقنيات عديدة لتشكيل هذه الإشارات وإرسالها للمستقبلات الأرضية .

إن سبب التعقيدات في بنية إشارات أقمار GNSS هو أن هذه الإشارات يجب إرسالها من ارتفاع حوالي ٢٠٢٠٠ كم إلى سطح الأرض وبالتالي فإذا تم إرسال هذه الإشارات بالشكل المعتاد للمنظومات الأرضية فإنها ستصل إلى الأرض بموجات

منخفضة مقارنة مع منابع الضجيج الموجودة حول أجهزة الاستقبال وبالتالي لن تستطيع هذه الأجهزة استقبال المعلومات المفيدة من الأقمار ولن نستطيع تحديد إحداثياتها المطلوبة.

تستخدم هذه المستقبلات في أعمال المساحة العسكرية بكثرة حيث يتم مسح مناطق الأعمال المساحية القتالية وتحديد أهم نقاط العالم وإحداثياتها،وكذالك في المساحة المدنية من اجل مسح المدن والأراضي والطرق المختلفة.

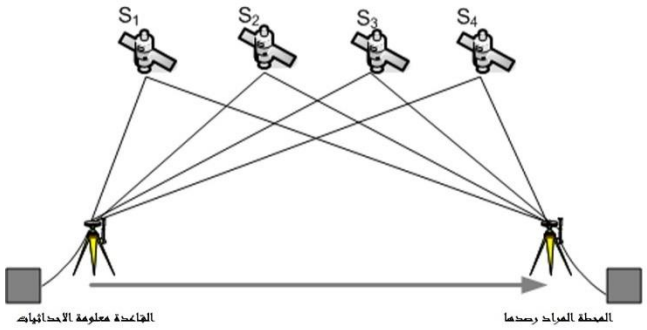
إن هذه العملية ضرورية جدا لبناء نظام جغرافي جديد يسمى نظام المعلومات الجغرافية الذي أصبح ضروريا جدا في مختلف الدول المتطورة .

أما في مجال قيادة الطائرات الحربية و المدنية فهي تستخدم في نطاق واسع خاصة أن هذه المستقبلات ذات حجم صغير الأمر المرغوب كثيرا على الطائرات حيث أن تقليل حجم الأجهزة المحمولة من أهم المتطلبات على الطائرة كما انه يؤمن دقة عالية في المعلومات الملاحية التي يعطيها للطائرة و خاصة في مرحلة الهبوط والتي تتطلب دقة عالية للإحداثيات .

٢-٥-١ طرق الرصد :

١- الرصد الثابت (Static Observations):

حيث يتم تثبيت المستقبل على النقطة المراد رصدها لفترة زمنية معينة حسب الدقة المطلوبة ،وطول خط القاعدة ما بين المستقبل والقاعدة المثبتة على نقطة معلومة الإحداثيات ،وكلما زاد طول الخط قلت الدقة وذلك لأن التصحيحات على القراءات التي ستؤخذ من القاعدة والتي تشمل (تصحيحات طبقات الغلاف الجوي –Ionosphere & Troposphere– وفرق الإحداثيات والتوقيت) تختلف من مكان لآخر وما زالت تعتبر هذه الطريقة أدق طرق الرصد وتستخدم في تحديد نقاط مرجعية جديدة للشبكات الجيوديسية وأنظمة الإحداثيات ، وكذلك في المشاريع التي تحتاج لدقة كبيرة ، ويتم معالجة البيانات واستخراج الإحداثيات في المكتب(Post Processing). كما في الشكل (٢-١).



الشكل(٢-١) عملية الرصد الثابت.

٢- الرصد الثابت السريع (Fast Static) :

تستخدم هذه الطريقة في حال كان طول خط القاعدة(Base line) أقل من ٨ كم وهذا يعتمد على طبيعة المنطقة والتغيرات في طبقات الغلاف الجوي ، وتتم مثل عملية الرصد الثابت التي تم ذكرها سابقا وفي أغلب الأوقات يكفي الرصد لمدة ٢٠ دقيقة ، وقد تم استخدام هذه الطريقة في الرصد لتحديد محطات المضلع الرابط للطريق.

٣- الرصد في الوقت الحقيقي (Real Time Kinematic-RTK):

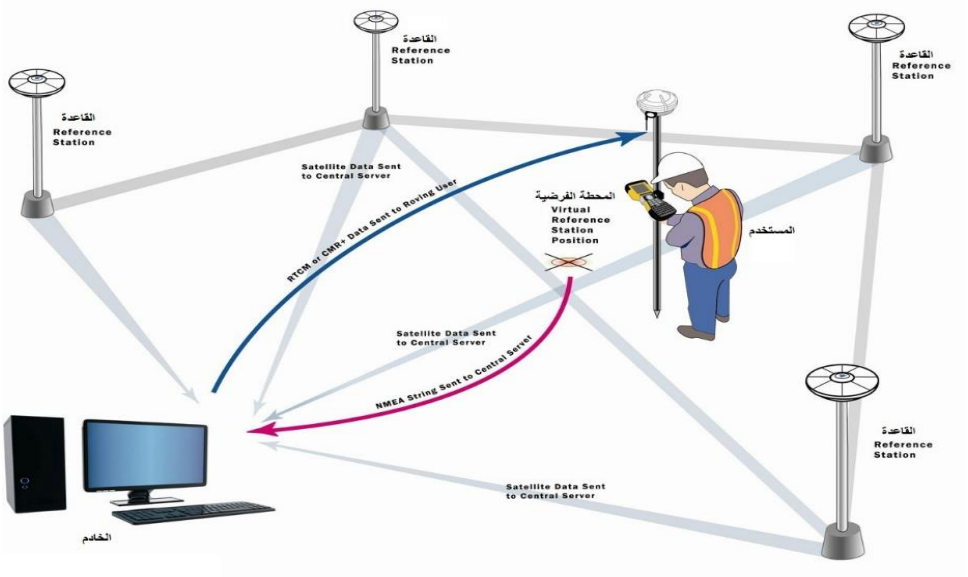
تمتاز هذه الطريقة بأنه يمكن الحصول على الإحداثيات في الموقع على شاشة معالج البيانات ، وتستخدم في المشاريع التي لا تحتاج دقة كبيرة (ضمن مدى ٣ سم) ، وتستخدم عدة طرق لمعالجة البيانات لحظيا ومنها :

- معاملات التصحيح بالاعتماد على المساحة المغطاة((Area Correction Parameter (ACP):

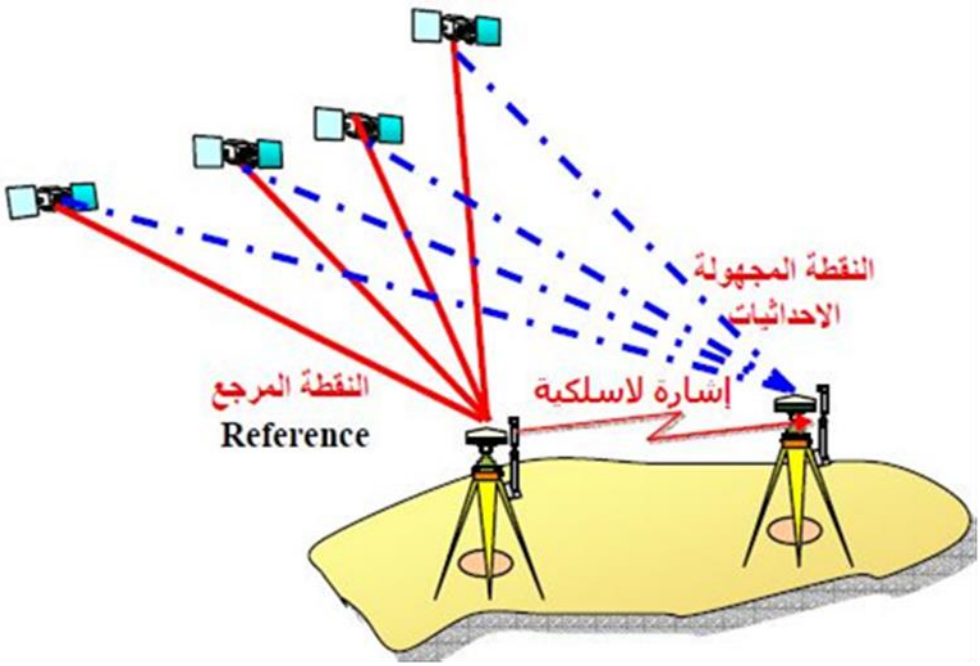
يتم في هذه الطريقة توزيع مجموعة من القواعد على نقاط معلومة الإحداثيات ،بحيث تغطي كل واحدة مساحة محددة ، وفي حال تواجد الراصد في المساحة التي تغطيها القاعدة يتم إرسال التصحيحات له من أقرب قاعدة ،ويكون طول خط القاعدة أقل من ٣٠ كم.

- المحطة الافتراضية ((Virtual Reference Station (VRS):

يستخدم هذا النظام مجموعة من القواعد الموزعة على شبكة تغطي المنطقة التي تخدمها ،حيث ترتبط جميعها بخادم واحد ترسل له التصحيحات في الوقت الحقيقي ،وعند بدأ المستخدم بالرصد يتم إرسال الموقع الأولي بدقة تصل إلى ١٠ م ،ثم يتم استخدام معلومات التصحيحات من القواعد وبعمل مقاربة رياضية نسبية يتم تصحيح الموقع واعتباره المحطة الفرضية التي يبدأ النظام باعتمادها وقياس طول خط القاعدة منها و إرسال التصحيحات للمستخدم بناء عليها ،وتكمن فائدة هذا النظام في أنه يقلل طول خط القاعدة مما يقلل من الخطأ الناتج عن التغيرات في الغلاف الجوي. كما في الشكل (٢– ٢).



الشكل رقم (٢–٢) نظام المحطة الافتراضية



الشكل رقم (٢- ٣): يوضح طريقة الرصد باللاسلكي

الفصل الثالث

التصميم الهندسي للطريق

٣-١ المقدمة.

٣-٢ أسس التصميم الهندسي للطريق.

٣-٣ المنحنيات.

٣-٣-١ المنحنيات الأفقية .

٣-٣-٢ المنحنيات الرأسية.

٣-٤ القوة الطاردة المركزية .

٣-٥ التعلية (Super Elevation) .

٣-٥-١ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) .

٣-٦ تصريف مياه سطح الطريق.

٣-٧ طبقات الشارع (الرصفات) .

٣-٧-١انواع الرصفات.

٣-٧-١-١ الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements).

٣-٧-١-٢ الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements).

٣-٧-١-٣ المركبة أو المختلطة (Composite Pavements).

٣-٨ عوامل التصميم (Design Factors).

٣-١ المقدمة:

عندما نتكلم عن التصميم الهندسي نتكلم عن الأمور الظاهرة في الطريق سوء أكان للأمور الرأسية أم الأفقية ، التقاطعات أم المنحنيات ، ومسافات الرؤية والتجاوز والتوقف.وكما أسلفنا سابقاُ أن حفظ السلامة على الطريق من أهم أهداف تصميمه وهذا هو الهدف الأساسي للتصميم الهندسي للطريق.

عند التصميم الهندسي يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

١- التصميم بأقل التكاليف وأفضل ما يمكن (الجدوى الاقتصادية).

٢- حفظ السلامة والأمن على الطريق لكل مستخدميه.

٣- تجنب التغييرات المفاجئة على الطريق.

٤- أن يكون شامل للوسائل الضرورية من تخطيط وإشارات وأمور أخرى.

وبذلك يمكن أن نقول أن التصميم الهندسي المتكامل يجب أن يشمل كل من:

١- التصميم الأفقي للطريق.

٢- التصميم الرأسي للطريق.

٣- التصميم العرضي للطريق.

٣-٢ أسس التصميم الهندسي للطريق:

عند التصميم الهندسي للطريق يجب مراعاة مجموعة أمور من أهمها:

١) حجم المرور : يعتبر الحجم المروري من أهم الأسس التي يجب مراعاتها عند التصميم الهندسي للطريق ، حيث يتم عمل دراسات لتقدير الحجم المروري للطرق بعد الأخذ بعين الاعتبار الطرق التي سيربطها هذا الطريق ، ويتم الأخذ بعين الاعتبار الحجم المروري الموجود في حالت إعادة التأهيل.حيث قام بكل السابق فريق العمل.

٢) التركيب المروري : هذا البند يعتمد على البند السابق ، حيث يتم عمل تحديد نسب كل العربات التي يتوقع أن تستخدم هذا الطريق (عربات خاصة ، عربات عمومي ، عربات تجارية ، عربات ثقيلة).

٣) السرعة التصميمية للطريق : هي أعلى سرعة ممكن أن تسير بها المركبة بشكل مستمر في الأوضاع الطبيعية للطريق (كثافة مرورية منخفضة وأحوال طقس عادية) ، وتعتبر السرعة التصميمية من أهم الأمور التى تدل على الخدمة التي يوفرها هذا الطريق.ويتمإختيار هذه السرعة بناءا على عدة امور من أهمها:

- الجدوى الاقتصادية.
- الطبيعة للمنطقة.
- درجة الطريق.
- حجم المرور.

أما بالنسبة للسرعة التقديرية للسرعة التصميمية فهي كالتالي:

جدول(٣-١) السرعة التصميمية[1]

نوع الطريق	السرعة الدنيا (Km/h)	السرعة المرغوبة (Km/h)
محلي	٣٠	٥٠
تجميعي	٥٠	٦٠
اضطراب كبير	٥٠	٦٠
اضطراب قليل	٧٠	٩٠
عام	٨٠	١٠٠
سريع	٩٠	١٢٠

[1] Highway engineering.

وهذا البند كما أسلفنا من قبل هو مهم جداً وذلك لأنه من خلاله يتم تحديد التقاطعات والمنحنيات وأقطارها وميل الطريق ومسافة الوقوف وعدد المسارب وعرض المسرب في الاتجاه الواحد وسعة الطريق وأمور أخرى.

٤) عرض الحارة : عرض الحارة من أهم الأمور التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في هذا الجزء من العمل ، حيث يعتمد عرض المسرب الواحد في الطريق على عدة أمور من أهمها:

- العرض الكلي للطريق.
- نوع الطريق (فرعي ، رئيسي ، سريع)
- السرعة التصميمية للطريق ، حيث كلما زادة السرعة من الأفضل أن يزيد عرض الحارة الواحدة.

ومن المتعارف أن عرض الحارة الواحدة يجب أن لا يقل عن ٣ أمتار في الأوضاع العادية وعن ٣.٧٥ متر في حالة الطريق السريع وذلك بسبب مرور مركبات كبيرة ومركبات سريعة.

ويلعب عرض الحارة دوراً هاماً في تحديد درجة الأمان على الطريق وسهولة القيادة.

أما بالنسبة لأنواع المسارب في بالإضافة إلى المسرب الرئيسي تنقسم إلى:

١- مسرب التسارع : وهو المسرب الذي تقوم فيه المركبات بزيادة سرعتها قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي حتى تصل سرعتها إلى سرعة المركبات الموجودة في الطريق.

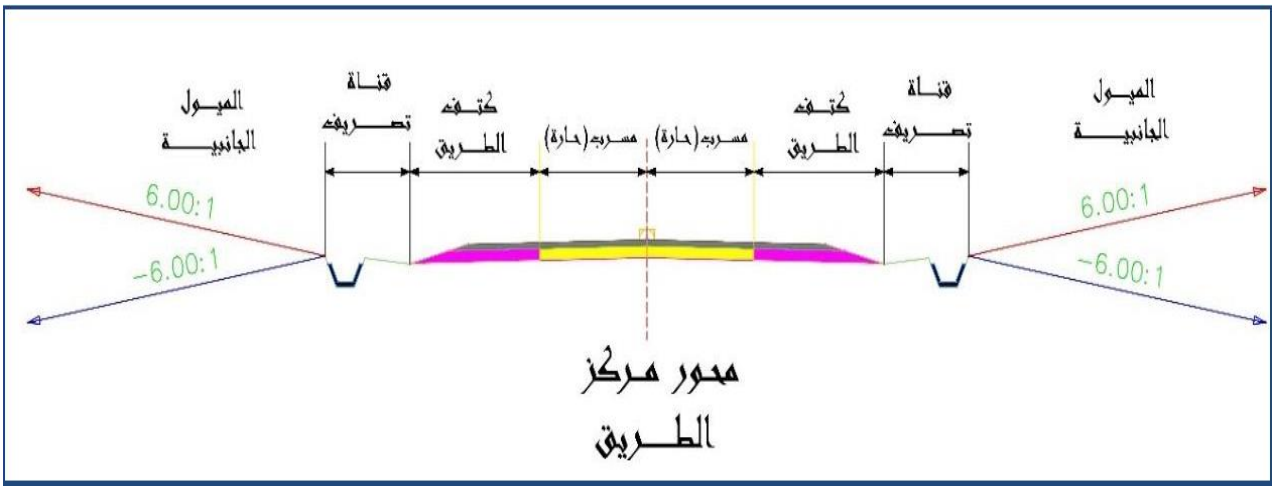
٢- مسرب التباطؤ:وهو المسرب الذي تقوم فيه المركبات بتخفيض السرعة قبل مغادرتها الطريق الرئيسي دون عرقلة سير المركبات فيه.

٣- مسرب الصعود:وهو ذلك المسرب الذي يوضع للمركبات البطيئة أثناء الصعود لإعطاء المركبات السريعة الحرية بالتجاوز.

٤- مسرب الوقوف:وهو ذلك المسرب الذي يوضع بجانب المسرب الرئيسي لتتمكن فيه المركبات من الانعطاف إلى اليسار وأحيانا يستخدم للتجاوز.

٥- مسرب النقل العام:وهو المسرب المخصص لمركبات النقل العام وذلك حتى يتم تقليل الأزمات وتسهيل النقل.

٥) قطاع الطريق : قطع الطريق بند مهم لأنه من خلاله يتم تحديد الاستفادة من الطريق ، فالطريق الذي يمر عليه عدد كبير من المركبات وبسرعة عالية يتطلب عدد أكبر من المسارات وانحدارات طويلة خفيفة ، وأنصاف أقطار أكبر عند المنحنيات ، أما بالنسبة للشكل العام فيكون:



الشكل(٣-١)مقطع عرضي لطريق من حارتين[١]

٦) الميول العرضية : تكمن أهمية هذا البند في تصريف المياه عن سطح الطريق ، حيث يتم عمل ميول من منتصف الطريق بشكل منتظم أو غير منتظم ، وإذا كان يوجد جزيرة وسطية من الممكن عمل كل اتجاه بميل مختلف حسب الحاجة.

٧) الميول الطولية : في المناطق المستوية يتم التحكم في المناسيب عن طريق نظام صرف الأمطار ، أما في المناطق التي يكون فيها مستوى المياه مع مستوى الأرض الطبيعية فإن سطح الرصيف السفلي يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه على الأقل ب (٠.٥)متر ، أما المناطق الصخرية فيقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية للأكتاف أعلى من منسوب الصخر ب (٠.٣)متر

[١] http://www.arab-eng.org

على الأقل وذلك لتجنب الحفر الصخري غير الضروري ويعتبر (٠.٢٥%) هو أقل ميل لصرف الأمطار بالاتجاه الطولي.

٨) الأرصفة : تكمن أهمية هذا البند في المدن وفي بعض المناطق التي تكون فيها الإضاءة الخافتة وسرعة المركبات قد تتسبب بأذى للمشاة.

وتنبع أهمية الأرصفة في توفير الأمان لأحد مستخدمي الطريق (المشاة) ، حيث تزداد الحاجة لها بالقرب من المدارس والمستشفيات والأسواق والأماكن العامة ، ومن المعروف أنها لا تقل عن (١)متر.

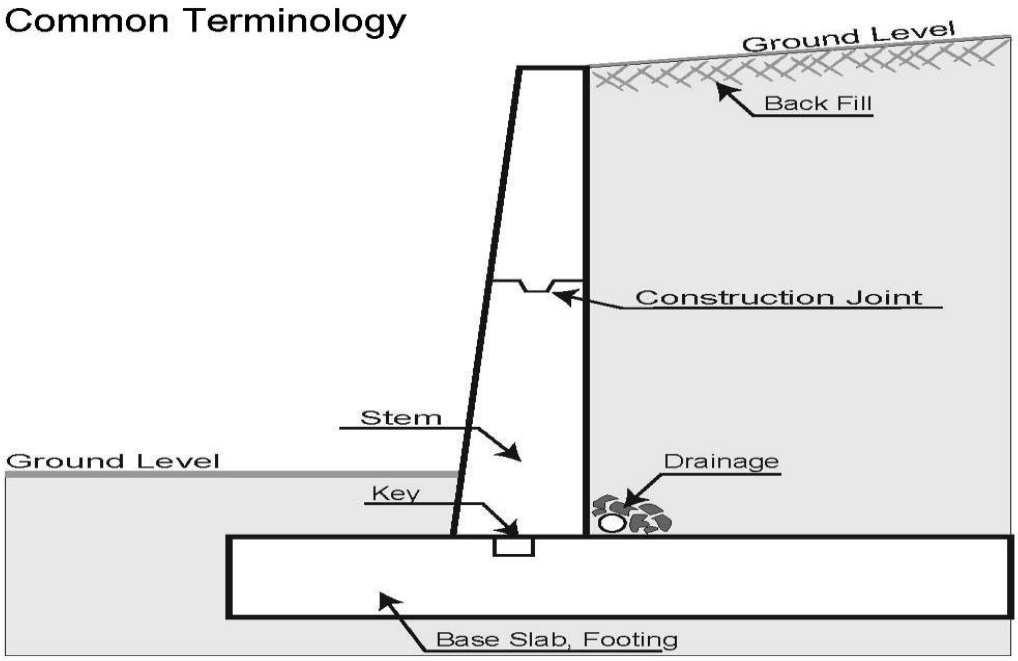
الشكل(٣-٢) الرصيف بجانب منشأة عامة[١]

٩) الجزر الفاصلة : يتم عمل الجزر الفاصلة لفصل الحركة بالاتجاه المعاكس وذلك لتقليل الأخطار وإمكانية حصول الحوادث ، وتقليل تأثير الضوء المنبعث من الاتجاه الآخر ليلاً. ومن الواضح أن معظم الطرق في أيامنا هذه تحتوي على جزر فاصلة ، ويكون عرضها متر فما أكثر.

الشكل(٣-٣) الجزيرة الفاصلة[٢]

[١] http://www.arab-eng.org
[٢] http://www.arab-eng.org

١٠) الجدران الاستنادية : يتم عمل هذا البند بناء على ميول التربة المجاورة للطريق وذلك لمنع انهيارها على الطريق في حالة كون عرض الطريق ضيق ولا يمكن الابتعاد عن الجوانب وخاصة في المدن.يتم عمل الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة تكون مقاومة للحركة (بزيادة الاحتكاك) ومقاومة العزم(بزيادة طول القاعدة).



الشكل(٣-٤) الجدران الاستنادية[١]

١١) أكتاف الطريق : يتم عملها في الطرق الخارجية وذلك لتوقف المركبات في حال حصل أمر طارئ ، ويكون عرضه (٠.٦)متر في الطرق الداخلية لحماية الحواف و(٣)متر في حالة الطرق السريعة ، ويجب أن تزود بميول جانبية لتصريف المياه عن الطريق بمقدار لا يؤدي إلى الخطر على المركبات التي ستتوقف عليه.ومن الممكن أن يكون من الإسفلت أو الخرسانة أو التراب.

أما بالنسبة لفوائد الأكتاف فهي تتلخص بـ:

- توقف المركبات لأمر طارئ.
- تصريف مياه الطريق.
- توسيع الطريق في المستقبل.

- منع انهيار جسم الطريق.
- حماية السيارات عند خروجها عن مسارها.

الشكل(٣-٥) أكتاف الطريق (وتظهر على يمين الخط المتصل)[٢]

١٢) الأطاريف : مهمة في زيادة الأمان على الطريق وتصريف المياه ومنع السيارات من الخروج عن الطريق في الأماكن الخطرة ، ويكون لونها له معنى خاص ، وهي تحدد حافة الرصيف وتعطي الطريق الشكل النهائي.وتستخدم داخل التجمعات السكنية لتحدد الرصف الخاص بالمشاة.

الشكل(٣-٦)الأطاريف[٣]

أما أنواعها فهي:

١- الأطاريف الحاجزة :هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبيا وهي مصممة لمنع المركبات من الخروج عن الرصف ، ويكون ارتفاعها (١٥-٢٣)سم ، وتستخدم في الطرق التي تكون سرعة

[١] http://www.arab-eng.org
[٢] http://www.arab-eng.org
[٣] http://www.arab-eng.org

المركبات فيها قليلة لحماية المشاة ومنع اصطدام المركبات بالمنشآت المجاورة للشارع في حال خروجها عن مسارها.

٢- الأطاريف الغاطسة:وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات تجاوزها دون ارتجاج أو إخلال بالقيادة ، ويكون ارتفاعها (١٠-١٥)سم وميل الوجه ١:١ أو ١:٢ ، وتستخدم في الغالب في الجزر الوسطية وفي التقسيم القنواتي في التقاطعات.

٣-٣ المنحنيات:

في الوضع الطبيعي يجب أن تكون الطريق مستقيمة قدر الإمكان والابتعاد عن المنحنيات ، لكن هذا الأمر واقعيا غير موجود ، فمن غير الممكن الحصول على طريق مستقيم تماما وخالي من المنحنيات ، وذلك بسبب طبيعة المكان حيث كما ذكرنا سابقا إلى أننا نهدف إلى الوصول إلى القدر الأعلى من الأمان بأقل تكلفة اقتصادية ، ومن هنا جاءت الحاجة الملحة إلى وجود هذه المنحنيات.

من الممكن أن تكون المنحنيات منقسمة إلى:

١- منحنيات في الاتجاه الأفقي.

٢- منحنيات في الاتجاه الرأسي.

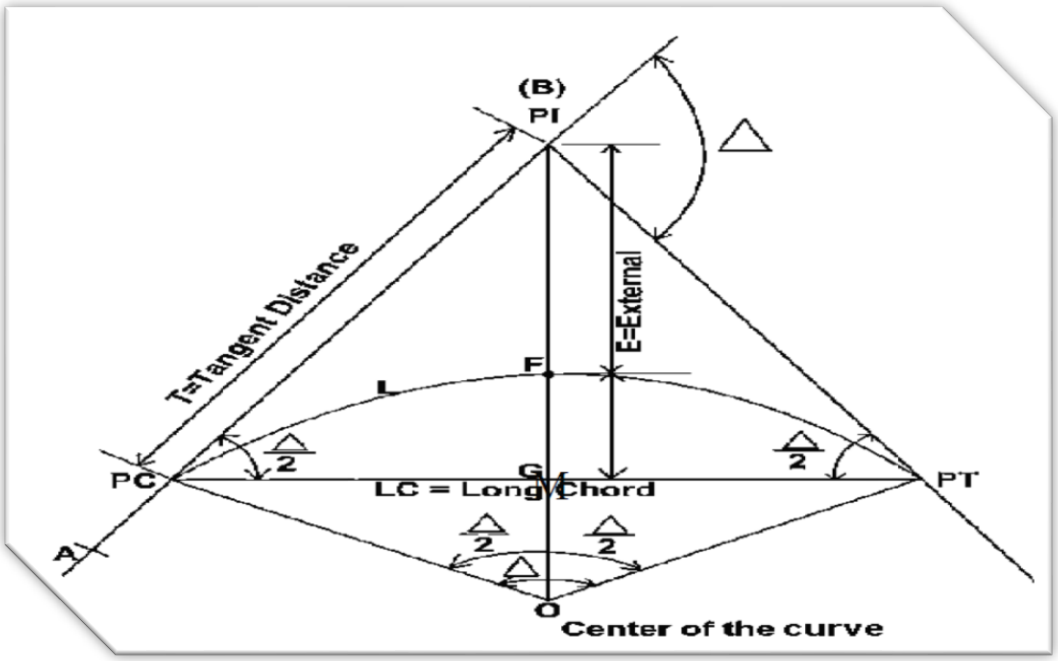
حيث يكون لكل نوع منهما حاجة وظروف لاستخدامه.

٣-٣-١المنحنيات الأفقية:

هي تلك المنحنيات التيتقوم بربط ووصل الأجزاء المستقيمة مع بعضها البعض بشكل تدريجي لتفادي التغيرات المفاجئة والتي تتسبب بمشاكل على الطريق ، ويجب تحديد بدايتها ونهايتها وأطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها ، أما بالنسبة لأنواع المنحنيات الأفقية فهي :

١) المنحنى الدائري البسيط:

يوضح الشكل التالي عناصر المنحنى الدائري البسيط



شكل(٣-٧) عناصر المنحنى الدائري البسيط[١]

- نقطة تقاطع المماسين : PI.
- زاوية الانحراف : Δ ، وتساوي الزاوية المركزية.
- المماسين : T .
- نقطة بداية المنحنى : PC.
- نقطة نهاية المنحنى : PT.
- الخط الواصل بين نقطتي التماس ويطلق عليه الوتر الطويل :LC .
- نصف القطر : R.
- طول المنحنى : L.
- مسافة المنتصف للمنحنى الدائري ونقطة تقاطع المماسين : E.
- المسافة بين نقطة منتصف المنحنى ومنتصف الوتر الطويل و تسمى سهم القوس : M.
- مركز المنحنى : O.

[١] المساحة وتخطيط المنحنيات.

أما بالنسبة لمعادلات المنحنى الدائري البسيط فهي:

1- $T = R\tan\frac{\Delta}{2}$.....3.1

2- $E = R(\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1)$.....3.2

3- $M = R(1-\cos\frac{\Delta}{2})$.....3.3

4- $LC = 2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$.....3.4

5- $L = \frac{\pi R\Delta}{180}$.....3.5

أما تصميم المنحنيات على التقاطعات حسب (AASHTO 2004):

جدول(٣-٢) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق[١]

POSITION	R-NORMAL	R-MIN
Garage entrance	6.0	**5.0**
Local roads	6.0	**5.0**
Collecting roads	8.0	**6.0**
Major roads (urban)	10.0	**8.0**
Major roads (rural)	20.0	**10.0**

أما الحد الأدنى لأنصاف الأقطار فهي:

جدول(٣-٣)الحد الأدنى لأنصاف الأقطار على المنحنى[٢]

السرعة(كم/الساعة)	٢٥	٣٢	٤٠	٤٨	٥٥	٦٥

[١] AASHTO (2004).
[٢] AASHTO (2004).

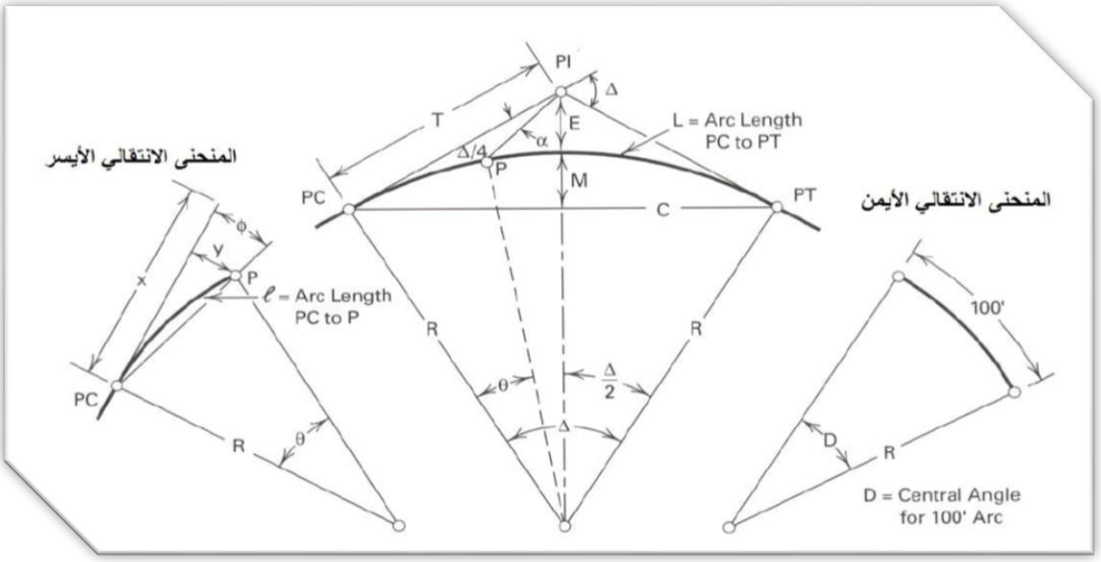
معامل الاحتكاك	٠.٣٢	٠.٢٧	٠.٢٣	٠.٢٠	٠.١٨	٠.١٧
ميلان السطح	٠.٠١	٠.٠٢	٠.٠٤	٠.٠٦	٠.٠٨	٠.٠٩
الحد الادنى لنصف القطر (م)	١٥	٣٠	٥٠	٧٥	١٠٠	١٤٠

٢) المنحنى الانتقالي:

يستخدم هذا النوع من المنحنيات في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهميته من اللولبية بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من الطريق المستقيم إلى المنحني والعكس أيضاً ، وتتناسب درجته مع طوله وتزداد من الصفر وحتى درجة المنحنى الدائري عند النهاية.وبناء على السابق فإن المنحنى الانتقالي مهم لأنه ينقل السائق بشكل سلس من والى المنحنى دون مشاكل ، ولأنه يعطي المهندس المصمم المجال في الرفع التدريجي للحواف حتى الوصول إلى الارتفاع المطلوب.

أما طوله فيحسب:

$$L=(\frac{V^3}{a*R})\text{.....3.6}$$



الشكل(٣-٨) المنحنى الانتقالي[١]

[١] المساحة وتخطيط المنحنيات.

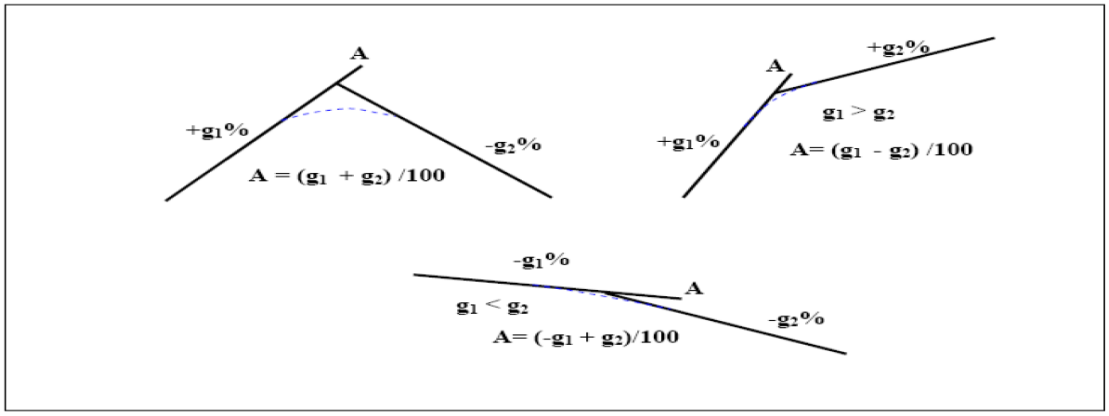
٣-٣-٢ المنحنيات الرأسية:

هو ذلك المنحنى الذي من خلاله يتم الانتقال من منسوب الى منسوب آخر ، حيث يتم تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية والميل الجديد المطلوب إنشاءه ، وعند عمل وإنشاء المنحنى الرأسي يجب مراعاة تحقيق هذه الشروط:

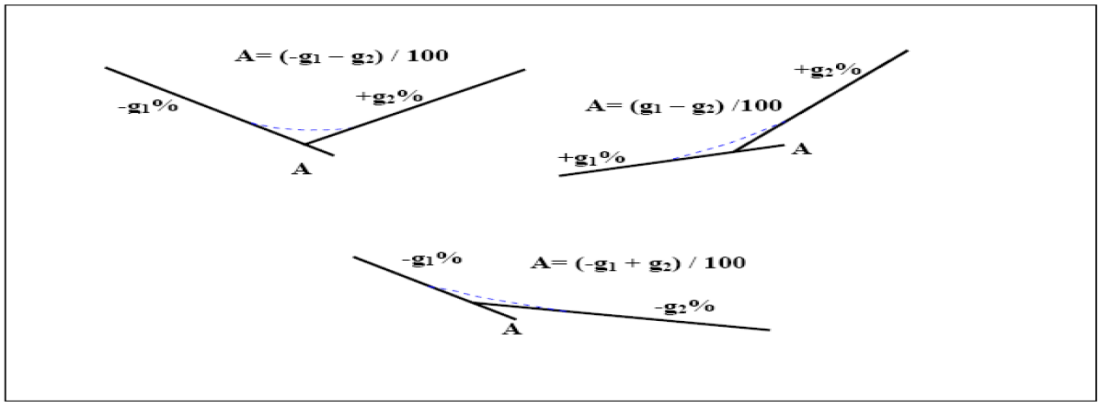
١- تحقيق شرط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية السيارات أو العوائق التي أمامه.

٢- أن يكون تدريجياً وسهلاً.

المنحنى الرأسي إما أن يكون منحنى على شكل استدارة علوية (محدب) أو منحنى على شكل استدارة سفلية (مقعر):



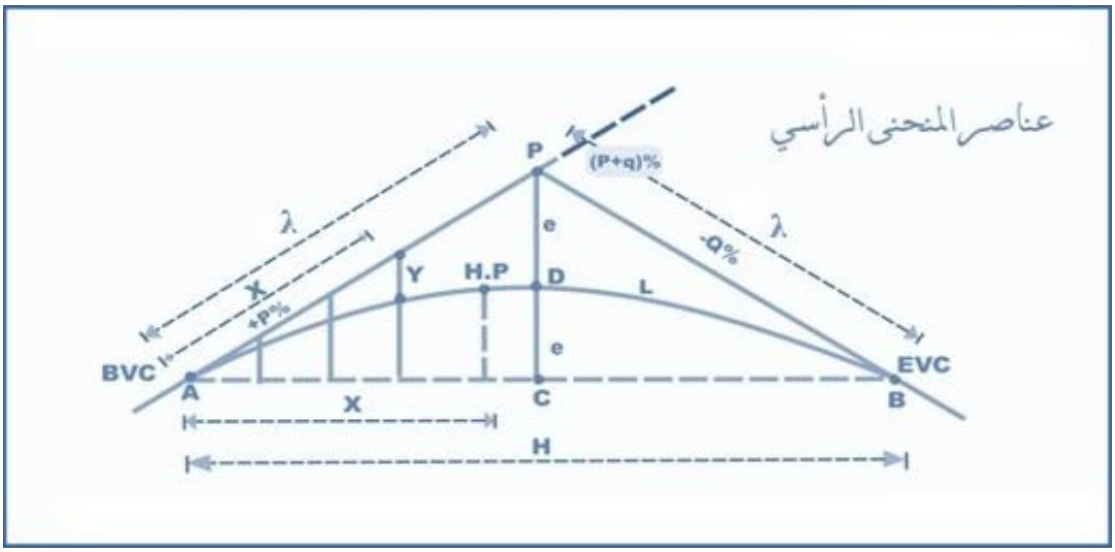
الشكل(٣-٩) المنحنى الرأسي المحدب[١]



الشكل(٣-١٠) المنحنى الرأسي المقعر[٢]

[١] المساحة وتخطيط المنحنيات.
[٢] المساحة وتخطيط المنحنيات.

أما بالنسبة لأجزاء وعناصر المنحنى الرأسي:



الشكل(٣-١١) عناصر المنحنى الرأسي[١]

- بداية المنحنى الرأسي : BVC.
- نسبة الميل : p ، q .
- نقطة تقاطع المنسوبين : PI.
- نهاية المنحنى الرأسي : EVC.
- المسافة الخارجية المتوسطة : e.
- طول القطع المكافئ : H.
- الطول الأفقي إلى النقطة الأفقية على المنحنى الرأسي : X.

معادلات القطع المكافئ:

١- طول المنحنى الرأسي L يساوي مجموع طولي المماسين الخاصين بهذا المنحنى ، حيث يكون طول المماس الخلفي يساوي l_1 وطول المماس الامامي يساوي l_2

$$L=l_1+ l_2 \ldots\ldots\ldots\ldots 3.7$$

٢- الخط الرأسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف الوتر AB ويكون PD ، بحيث أن PD = e = DC ، حيث C نقطة منتصف الوتر وD نقطة تقاطع الخط الرأسي من المنحنى وهذه النقطة أعلى أو أخفض نقطة في المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

٣- وتر المنحنى AB يساوي مسقطه الأفقي H ، ويساوي مجموع المماسين:

AB = H = 2*l = L.....3.8

٤- أطوال الأعمدة المأخوذة على المماس تتناسب مع مربعات المسافات المأخوذة على المماس المقاس من A (بالنسبة للمماس الخلفي) أو من B (بالنسبة للمماس الأمامي):

$y = ax^2$.....3.

عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين:

$a = \frac{p+q}{400\,l}x^2$.....3.10

عندما يكون المماسان في اتجاه واحد:

$a = \frac{p-q}{400\,l}x^2$.....3.11

أما بدلالة e :

عندما يكون المماس في اتجاهين مختلفين:

$e = \frac{p+q}{400}\,l$.....3.12

عندما يكون المماس في اتجاه واحد:

$e = \frac{p-q}{400}l$.....3.13

$y = e\left(\frac{x}{y}\right)^2$.....3.14

[١] المساحة وتخطيط المنحنيات.

جدول(٣-٤)قيمة الثابت *k* في المنحنيات الرأسية[١]

Speed	*AASHTTO2004*	
kph	*K(crest)*	***K(sag)***
20	*1*	***3***
30	*2*	***6***
40	*4*	***9***
50	*7*	***13***
60	*11*	***18***
70	*17*	***23***
80	*26*	***30***
90	*39*	***38***
100	*52*	***45***
110	*74*	***55***
120	*95*	***63***
130	*124*	***73***

$$K = {length}/{|p - q|} \cdots\cdots\cdots 3.15$$

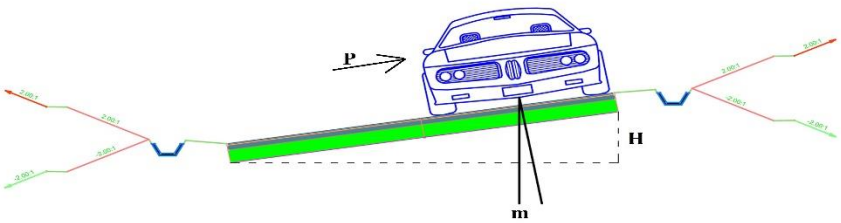
[١] AASHTO (2004).

وهذه النسبة تقريبية ولكن عمليا يؤخذ بها في تصميم الطرق السريعة والحضرية ، وهي تعبر عن مدى انحناء المنحني الرأسي ،فكلما زادت قيمة K يصبح المنحنى الرأسي اقرب الى الانبساطبمعرفة قيمة الانحناء الامامي او الميل الامامي والخلفي يتم حساب طول المنحنى الرأسي من العلاقه (٣.١٥) .

٣-٤ القوة الطاردة المركزية :

هي قوة فيزيائية تظهر خلال حركة الأجسام بشكل دائري أو منحني بسبب ميلان الأجسام للبقاء في حالة اتزان . وقد تكون من أهم القوى الكونية وذلك لتدخلها في اغلب المكونات المادية له ، فتظهر هذه القوة جلية في الذرات من خلال حفاظها على الالكترونات في مداراتها حول النواة ، والنتوء الاستوائي للأرض لها دور كبير فيه ، كما تحافظ على القمر في مداره حول الأرض وتحول دون سقوطه فيها بسبب الجاذبية ، كما أنها تساعد في الحفاظ على مكونات المجرة من نجوم ومنظومات منتشرة بشكل ثابت دون أن تتجمع في قلبها ، والكثير الكثير من الظواهر الفيزيائية التي تلعب فيها دورا أساسيا .

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر، انظر الى العلاقة (٣.١٦)، ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي.



الشكل(٣-١٢) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات[١]

حيث أن :

[١] http://www.arab-eng.org

- 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: تسارع الجاذبية الأرضية.

والعلاقة الرياضية التي تربط العناصر السابقة مع بعضها البعض هي :

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....٣.١٦}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r} \right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....٣.١٧}$$

حيث أن:

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

P_1 : الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج.

α : الزاوية الراسية.

٣-٥ التعلية (Super Elevation) :

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من أجل تفادي القوة الطاردة المركزية التي تتسبب في انزلاق المركبة وقد تؤدي إلى انقلابها،وقيمة هذا الميل الجانبي للطريق تتراوح من ٤% – ٨% وقد تصل إلى ١٢% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله .

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات :

$$e + f = \frac{V^2}{gR} = \quad \text{.....٣.١٨}$$

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R}$$

حيث أن:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

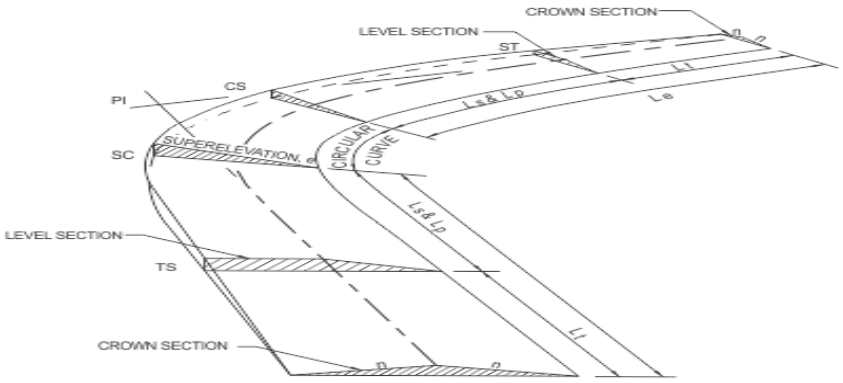
v : هي سرعة المركبة بالـ كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

e: أقصى معدل رفع جانبي بالمتر (ارتفاع ظهر المنحنى).

f: هي معامل الاحتكاك الجانبي، وأقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16، فإذا كانت قيمة fأكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم e ، f عند قيمهم القصوى، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، ويتم تحديد السرعه على اساس قيمة f التي يتم حسابها من :

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....٣.١٩}$$

والشكل التالي يظهر تطبيق التعلية على المنحنيات:

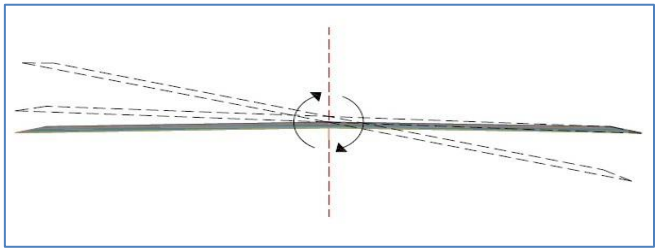


الشكل(٣-١٣) تطبيق التعلية على المنحنيات[١].

٣-٥-١ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :

- **الطريقة الأولى :**

في هذه الطريقة بيقى محور الطريق ثابت لايتغير ويبقى الجانب الاخر من الطريق ثابت ونبدا في رفع جانب الطريق حتى يتساوى جانبي الطريق وبعد ذالك يستمر جانب الطريق بالارتفاع و بيدأ الجانب الثابت بالانخفاض بنفس النسبه حتى يتحقق الميلان المطلوب ، وبعد الانتهاء من المنحنى تعود العملية عكسية حتى يعود الشارع الى وضعه الطبيعي و هو بميول ٢% تقريبا لتصريف مياه سطح الطريق ، وهذه الطريقه التي سيتم استخدامها في المشروع .

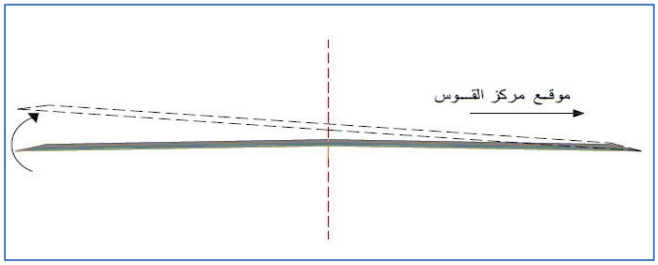


شكل (٣-١٤) الدوران حول المحور.[٢]

[١] http://www.arab-eng.org
[٢] http://www.arab-eng.org

- **الطريقة الثانية :**

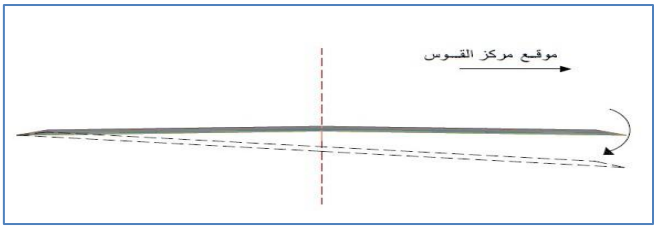
في هذه الطريقه يبقى احد جانبي الطريق ثابتا وليس المحور ، حيث يتم تثبيت احد جانبي الطريق ونعمل على رفع الجانب الاخر من الطريق حتى يساوي ارتفاع الجانب الاول من الطريق وبعد ذالك نستمر في رفع جانبي الطريق للوصول الى الميلان المطلوب .



شكل (٣-١٥) الدوران حول الحافة الداخلية[١]

- **الطريقة الثالثة :**

في هذه الطريق نعمل على انخفاض كامل سطح الطريق والدوران حول الحافة الخارجية حتى يصبح سطح الطرق على استقامة واحدة وبعد ذالك نستمر في الانخفاض للوصول الى الميلان المطلوب .



شكل (٣-١٦) الدوران حول الحافة الخارجية[١]

- **التخطيط الرأسي للطريق :**

إن عملية الانتقال من منسوب إلى منسوب آخر في المستوى الرأسي تتم من خلال عمل منحنيات رأسية تسهل هذه العملية، وهو يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدار الجديد للطريق، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي ونشاهد كيف ترتفع وتهبط ونحدد مناطق الحفر والردم، وكذلك من التصميم الرأسي

[١] http://www.arab-eng.org

للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية حيث أنه يجب أن تتوافر المواصفات التالية في هذه المنحنيات:

١. أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا.
٢. تحقيق شروط الرؤية ، بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه أو مركبة متحركة باتجاهه من مسافة كافية.

٣-٦ تصريف مياه سطح الطريق :

هي عباره عن تصريف المياه الناتجة من سطح الطريق (المياه السطحية) بالاضافه إلى المياه الناتجة من السيول ، حيث نعمل على التخلص من هذه المياه و تحديد مسارها وذلك للاستفادة منها فيما بعد.

- **أهمية تصريف المياه :**

إن بقاء الماء فوق سطح الطريق يسبب خطرا كبيرا سواء على حياة الناس (حيث يؤدي الى حوادث بسبب عدم السيطرة على السيارات) أو على بنية الطرق (حيث ان بقاء الماء على سطح الطريق سيؤدي الى تفكك جزيئات الاسفلت وتصبح سهلة الاقتلاع و مع مرور المركبات فوق هذا السطح سيؤدي ذالك الى اقتلاع الاسفلت ، وتعمل التربة على امتصاص الماء الامر الذي يؤدي الى اضعاف التربه وهي التي تشكل طبقة الأساس للإسفلت حيث أن التربة تكون قوية جدا وهي جافة وضعيفة وهي رطبة الامر الذي يؤدي الى دمار طبقة الاساس وبالتالي انهيار الشارع والذي يصبح غير صالح لاستخدام) .

وبذالك تظهر اهمية تصريف المياه في المحافظة على حياة الناس و بنية الطريق واستمراريته لمدة اطول .

٣-٧ طبقات الشارع (الرصفات) :

تعتبر الرصفات من الأمور المهمة في الطريق ، حيث ان المحافظة على هذه الرصفات يساعد على بقاء الطريق لمده اطول .

[١] http://www.arab-eng.org

٣-٧-١انواع الرصفات :

٣-٧-١-١ الإسفلتية أو المرنة (Flexible Pavements).

يوجد ثلاثة أساليب لإنشاء هذا النوع من الرصفات:

١. الرصفات الإسفلتية التقليدية (Conventional Flexible Pavement).

وتتكون من ثلاث طبقات وهي الطبقة السطحيه والتي تتكون من افضل نوعية للمواد من حيث القدرة على التحمل ، وطبقة الاساس وطبقة ما تحت الاساس حيث تستقبل الحمولات المرورية من الطبقة السطحية .

٢. الرصفات الإسفلتية (Full-Depth Asphalt Pavement).

وتتكون من طبقة او اكثر من الخلطات الاسفلتية الساخنة ويتم إنشاؤها مباشرة فوق التربة الطبيعية أو المحسنة وتعد من افضل الطبقات قدرة على تحمل الشاحنات الثقيلة ولا تحتوي على طبقات تحتجز المياه لمده طويلة ولا تتأثر بالرطوبة .

٣. الرصفات الإسفلتية الحاضنة (Contained Rock Asphalt Mats-CRAM).

وتتكون من أربع طبقات العليا والسفلى من الخلطات الإسفلتية الساخنة والثانية والثالثة من مواد حصوية، هذا الأسلوب الإنشائي ميزته أن الطبقة الإسفلتية السفلى تساهم بشكل ملحوظ في تقليل تأثير الإجهاد الرأسي على التربة والذي يسبب هبوط التربة.

ومن مميزاتها :

- التحكم بتصريف مياه الأمطار بوجود الطبقة الحصوية العالية النفاذية.
- منع تلوث الحصمة بالأتربة القادمة من طبقة التربة الطبيعية.
- تقلل من حدوث التشققات من خلال استخدام إسفلت قليل اللزوجة.

٣-٧-١-٢الخرسانية أو الصلدة (Rigid Pavements).

يتكون هذا النوع من بلاطة خرسانية يتم إنشاؤها مباشرة على التربة الطبيعية أو يوضع تحتها طبقة أساس حصوية والعامل المهم في التصميم هي قدرة الأرض الطبيعية على التحمل ، ينتشر هذا النوع من الرصفات في

المناطق الباردة(أوروبا وروسيا وأمريكا الشمالية) حيث تقاوم الفواصل الموجودة بين بلاطات الرصفة التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء أو بين الليل والنهار.

قد تكون هذه الرصفات مسلحة أو غير مسلحة وذلك حسب الحجوم المرورية ونسبة الشاحنات الثقيلة.

٣-٧-١-٣ المركبة أو المختلطة (Composite Pavements).

يحتوي هذا النوع من الرصفات على طبقات إسفلتية وخرسانية وتكون الطبقة الإسفلتية فوق البلاطة الخرسانية كطبقة إكساء (Overlay) بغية إعادة تأهيل أو إصلاح الرصفة، تستخدم الرصفات المركبة عند إعادة الإنشاء لمقاومة الحمولات المرورية العالية في الطرق الإستراتيجية.

٣-٨ عوامل التصميم (Design Factors):

أ- الحجوم والحمولات المرورية (Traffic and Loading).

- تقدير الحمولات المحورية يتم باستخدام الحمل المحوري القياسي المساوي وهذا يستلزم معرفة أنواع وعدد المركبات المتوقع مرورها على الطريق خلال العمر التصميمي .
- عند تصميم رصفة الطريق يلزم معرفة مساحة منطقة التماس بين عجلات المركبة وسطح الرصفة .
- يقل تأثير حمولة المركبات على رصفة الطريق بازدياد السرعة ولذلك تزيد سماكة الرصفة في مواقف الشاحنات والتقاطعات.

ب- البيئة المحيطة (Environment).

أهم العوامل البيئية التي تؤثر على تصميم الرصفات:

- تغير درجات الحرارة الذي يسبب حصول التشققات.
- زيادة معدل هطول المطر وتراكم الثلوج ترفع نسبة الرطوبة في طبقات الرصفة السفلية وتعمل على ارتفاع مستوى المياه الجوفية التي يجب أن تبقى على عمق ٩٠سم على الأقل من سطح الرصفة.

ت- مواد الرصفة (Pavement Materials).

يجب توفر الخصائص التالية في المواد المكونة لطبقات الرصفة المرنة:

- يجب أن تتحمل الخلطات الإسفلتية التغير في درجات الحرارة.
- تناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلاً تكون مقاومة للتشققات أو تكون الطبقات السفلية للرصفة تقاوم التشوه الثابت الناتج عن زيادة الحمولات المحورية.
- دراسة إمكانية تحسين خصائص التربة الطبيعية عن طريق معالجتها بالإسمنت أو الجير أو أية مثبتات

الفصل الرابع

المشاكل والعوائق في الطريق

٣-١ مقدمة

٣-٢ تعريف بالمشاكل والعوائق

٣-٢-١ عرض الطريق غير مناسب

٣-٢-٢ عدم وجود تصريف جيد لمياه الامطار

٣-٢-٣ عدم وجود ارصفة

٣-٢-٤ عدم وجود محطات للحافلات وسيارات الاجرة

٣-٢-٥ وجود حفر بكثرة بالطريق

٣-٢-٦حدوث انهيارت في الطريق

٣-١ مقدمة :-

يعاني شارع حلحول – بيت اولا من بعض المشاكل والعوائق التي تعيق عملية اعادة التصميم للطريق وتنعكس على التخطيط الهيكلي والتنظيمي للطريق ، لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل والعوائق في الشارع والعمل جاهدين على إيجاد الحلول لها ، حيث تمثل عملية دراسة وإيجاد الحلول لعوائق اعادة التصميم أولى الخطوات لوضع التصميم السليم للطريق من جميع النواحي الفنية والإنشائية والمرورية وضمان خدمة المنطقة لأطول فترة زمنية ممكنة ، فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سوف نعرض هذه العوائق والمشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحلها .

٣-٢ تعريف بالمشاكل والعوائق :-

١. عرض الطريق غير مناسب.
٢. لا يوجد تصريف جيد لمياه الامطار.
٣. عدم وجود ارصفة.
٤. عدم وجود محطات للحافلات و سيارات الاجرة.
٥. وجود الحفر الكثيرة.
٦. الطريق ترابي (غير مزفت)
٧. عدم وجود اشارات مرورية وخطوط مشاة.

٣-٢-١ عرض الطريق غير مناسب :-

توضيح المشكلة :-

المشكلة الاولى في طريق حلحول –بيت اولا هي ان عرض الطريق غير كافي حيث يبلغ عرض الطريق من (٤-٦) متر وهو غير كافي لمرور المركبات بأمان وايضا يعتبر طريق غير آمن حيث لا يترك مساحة للمشاة ولا يوجد رصيف وهذه تعتبر مشكلة كبيرة حيث ان الطريق يخدم الكثير من قطع الاراضي بالاخص ان المنطقة بدا التوسع العمراني فيها بكثرة ,و في السنوات القادمة سوف تكون منطقة مكتظة بالسكان .

الحلول المقترحة :-

لحل هذه المشكلة تم زيادة عرض الطريق الى ١٢متر حسب المخطط الهيكلي لبلدية حلحول و سوف يتم التزفيت بعرض ٦.٥٠ متر على الاقل وعمل مساحات للمشاة .

٣-٢-٢ عدم وجود تصريف جيد لمياه الامطار :-

توضيح المشكلة :-

حلحول منطقة جبلية وتستقبل الكثير من الامطار سنويا والشارع الموجود غير مهيأ لاستقبال الامطار وتصريفها بشكل صحيح وهندسي بسبب ان الشارع ما زال ترابي و لايوجد مصارف للمياه في المناطق المنخفضة التي يتشكل فيها سيول في الشتاء التي قد تؤدي لانجراف التربة والطريق وايضا قد تؤدي الى نزول المواد الترابية والاحجار المجانبة للشارع الى الطريق وتشكيل خطر على المركبات والمشاة.

الحلول المقترحة :-

يجب عمل احتياطات في التصميم لتصريف مياه الامطار وذلك عن طريق عمل ميلان في الطريق وعمل قنوات جانبية وقنوات عرضية في المناطق المنخفضة لتصريف المياه وايضا عمل حماية للطريق من الارض المحاذية ذات المستوى الاعلى من الطريق لمنع انجراف التربة الى الطريق.

٣-٢-٣ عدم وجود ارصفة :-

توضيح المشكلة :-

الطريق لا يوجد فيه رصيف ولا مساحة مخصصة للمشاة وهي مشكلة كبيرة كما ذكرنا لان الشارع في المستقبل سوف تكون منطقة مكتظة بالسكان

الحلول المقترحة :-

تصميم رصيف مناسب من الجهتين للمشاة وبعرض وباستعمال مواد مناسبة كالاحجار او الباطون وحمايته من المياه والانجرافات.

٣-٢-٤ عدم وجود محطات للحافلات وسيارات الاجرة :-

توضيح المشكلة :-

بما ان المنطقة شمن الاراضي المسموح فيها بالبناء و انها منطقة ذات طبيعة خلابة و ميول الناس لها وذلك بسبب الاطلالة الرائعة و بداية تحول المنطقة من زراعية الى سكنية يجب حل مشكلة و جود محطات للحافلات و سيارات الاجرة لان هذه من احد المشاكل التي تواجهنا في الشوارع في بلادنا وذلك حتى لا يتم تعطيل السير نتيجة ذلك.

الحلول المقترحة :-

عمل محطات للحافلات باماكن مناسبة و ملائمة لوضع الشارع مما يساعد في حل هذه المشكلة المرورية و الحفاظ على سلامة السكان .

٣-٢-٥ وجود حفر بكثرة بالطريق :-

توضيح المشكلة :-

الشارع مليئ بالحفر الموجودة كونه طريق ترابي و بسبب هذه الحفر تسير السيارات بشكل بطيئ مما يؤدي لخلق الازمة بالطريق و ايضا بالشتاء تمتليئ هذه الحفر بالماء و نتيجة ذلك لا يعرف السائق عمق الحفرة فتتعطل سيارته بسببها و يمكن ان يفقد السائق التحكم نتيجة محاولة الابتعاد عن الحفرة و يعرض نفسه للخطر الكبير و حدوث الحوادث.

الحلول المقترحة :-

اعادة تصميم الطريق و تعبيدها بوضع طبقات من البيس كورس والاسفلت بسماكات مناسبة لضمان طريق مناسبة ويخدم مدة طويلة السكان الموجودين .

الفصل الخامس : الفحوصات المخبرية

٥-١مقدمة

٥-٢ عينات التربة

٥-٢-١ اماكن استخراج العينات

٥-٢-٢ أخذ العينات

٥-٢-٣ تعبئة العينات

٥-٢-٤ نقل وتخزين العينات

٥-٣ التجار بالمخبرية

٥-٣-١ تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test)

٥-3-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR)

٥-١مقدمة:

تشمل الفحوصات عدة اختبارات تجري على مواد طبقات الرصف ، ويتم من خلال هذه الاختبارات حساب المحتوى المائي ،اختبار الدمك ،نسبة تحمل كليفورنيا (CBR) وكذلك اجراء تجارب على الاسفلت واختبارات الخلطة الاسفلتيه واختبارات التصميم للخلطة الخرسانية .

٥-٢ عينات التربة :

٥-٢-١ اماكن استخراج العينات:

تستخرج العينة الأولى من سطح الأرض مباشرة ، وتستخرج العينات التالية بمعدل عينة كل متر على الأقل ، وكذلك عند تغير الطبقات ، ويجب أخذ الحيطة والحذر حتى لا يحصل إغفال اكتشاف طبقات من التربة ذات سماكات صغيرة ، كما يجب أن تكون كمية العينات كافية لإجراء الاختبارات المطلوبة.

٥-٢-٢أخذ العينات:

يعتبر أخذ العينات من أهم مراحل الأعمال الجيوتقنية ، ولا تقل أهميته عن الاختبارات التي ستجري عليها ، لذا فإنه من الضروري تحري الدقة والحيطة عند أخذ العينات وطريقة تعبئتها لتكون عينات ممثلة لطبيعة التربة الأصلية ، ويتم أخذ عينات في التربة المفككة والمتماسكة إما المقلقلة أو غير المقلقلة ومن أماكن تخزين التربة Stockpiles على النحو التالي:

١-عينات التربة المفككة : Cohesionless Soil Sampling

من الصعب الحصول على عينات غير مقلقلة في التربة المفككة كالتربة الرملية أو التربة التي بها نسبة كبيرة من الركام ، وتؤخذ عينات بحد أدنى من القلقلة بواسطة أنابيب أخذ العينات الرقيقة الحواف ، وفي بعض الأحيان يتم أخذ العينات عن طريق تجميد المنطقة المحيطة بالعينة ، ولصعوبة الحصول على عينات جيدة فإنه يجري عادة عمل بعض الاختبارات الحقلية في الموقع ، ويتم أخذ العينات المقلقلة إما يدوياً باستخدام أدوات الحفر اليدوية مثل الكريك والبريمة Auger أو آلياً باستخدام معدات الحفر الآلية بالأعماق التي يحددها المهندس المشرف ، وذلك لعمل اختبارات الوحدة الوزنية والوزن النوعي للتربة وتصنيف التربة والتحليل الميكانيكي وتحديد نسبة تحمل كاليفورنيا والاختبارات الكيميائية وغيرها في المعمل.

٢-العينات المقلقلةDisturbed Sampling

وهي العينات التي يكون فيها بنية التربة متفككة وخواصها الميكانيكية قد تغيرت أثناء أخذ العينة ، ويمكن أخذها بالطريقة اليدوية . أما في التربة المتماسكة فيمكن أخذها أثناء الحفر بالمثقاب أو بالمثقاب وماسورة التغليف . أما في الصخر فإنه يمكن أخذ العينات أثناء الحفر بطريقة الاجتراف أو الطرق أو الحفر الدوراني

3-العينات الغير مقلقلة Undisturbed Sampling

وتكون عينات التربة هذه محتفظة ببنيتها وخواصها الأصلية ، ويمكن الحصول عليها من التربة المتماسكة بطريقة القطع باليد للحصول عليها كتلة واحدة عن طريق أنبوب استخراج العينات ذو الحافة القاطعة . أما في التربة الصخرية فيتم الحصول عليها بطريقة الحفر الدوراني حيث يتم الحصول على عينة مستمرة على عمق الحفر بواسطة الجهاز نفسه.

٤-عينات التربة من الأكوام وأماكن التخزين Stockpiles Sampling

في حالة وجود التربة على شكل أكوام في أماكن التخزين أو حول أماكن الحفر يجب تحري الدقة والحذر في أن تكون العينات ممثلة حيث إن طريقة وضعها على شكل أكوام يساعد على تفرقة حبيبات التربة وتدحرج المواد الخشنة(Coarse Aggregates)إلى أسفل الكوم ، لذلك لابد من أخذ العينات من عدة أماكن متفرقة في الكوم مع ضرورة إزالة الطبقة العلوية من الكوم والتي تعرضت للعوامل الجوية وتفرقة في الجزيئات ، أما في حالة أخذ العينات من الحفر والخنادق Trenches فيتم أخذ العينات من جانبي الحفرة ومن أسفلها من أماكن متفرقة . وعند ملاحظة وجود طبقات مختلفة للتربة فإنه يلزم أخذ عينات ممثلة لكل طبقة على حدة بنفس الطريقة السابقة مع أهمية تسجيل البيانات أولاً بأول.

٥- عينات الصخور Rock Sampling

عند استخراج عينات الصخور يتم استخدام الأجهزة الخاصة باستخراج عينات التربة بعد استبدال أجهزة الحفر بالصخور ، ويستحسن استشارة من له خبرة ومعرفة في جيولوجيا المنطقة وأنواع الصخور الموجودة لتحديد مدى قوة وتحمل الصخر ومدى الحاجة لأخذ عينات منه . وفي الصخور المتماسكة يتم أخذ عينات اسطوانية لإجراء تجارب الضغط عليها ، أما في حالة الصخر اللين والهش فيمكن استخراج العينات بعد حقنها بالأسمنت لربط أجزاء الصخر مع بعضها ، ويمكن من خلال وضع الأسمنت في الحفر المتجاورة معرفة اتجاه وترتيب التشققات في الطبقات الصخرية.

٥-٢-٣ تعبئة العينات :

يتم تعبئة العينات فور الحصول عليها بأوعية يحكم إغلاقها مثل الأوعية البلاستيكية أو في أكياس من البلاستيك ، ومن ثم توضع داخل أكياس من النسيج مع أخذ الحيطة والحذر بعدم دكها عند إدخالها بالكيس ، ويجب أن تملأ العينة الوعاء ما أمكن ، وفي حالة كون العينة من العينات المستمرة كعينات الصخور فيتم حفظها في علب ذات تقسيمات بأقطار مناسبة بحيث تمسك بالعينات دون ضغطها ، أما في حالة استخراج العينات الغير مقلقلة فيجب حماية هذه العينات بطرق مناسبة من الجفاف أو من تغير حجمها أو إنزلاقها في الوعاء ، وبالنسبة للعينات المأخوذة من التربة المتماسكة والمقطوعة على هيئة مكعبات فإنه يمكن أن تغطى العينات جيداً بطبقة أو أكثر من الشمع ، وتوضع كل عينة على حدة في غلاف خارجي له نفس أبعادها من الخشب أو ما شابهه لحمايتها أثناء النقل.

٥-٢-٤ نقل وتخزين العينات:

في جميع الأحوال يجب تسجيل البيانات التالية عند أخذ العينات:

- الموقع العام مع إيضاحه على رسم كروكي.
- المعلومات العامة عن المشروع.
- رقم الحفرة وأبعادها
- .عدد العينات وأماكن استخراجها.
- تاريخ أخذ العينة وحالة الطقس.
- طريقة أخذ العينات.
- المساحة أو الكمية التقريبية.
- منسوب المياه الجوفية في حالة اكتشافه.
- وصف عام للتربة.
- اي معلومات أو ملاحظات أخرى يراها من يقوم على أخذ العينات.

وتوضع الأنابيب في أرفف خشبية مخصصة لهذا الغرض ، وذلك للتأكد من وضعها في موضع رأسي وعدم تحركها أثناء النقل ، وتبقى على هذا الوضع حتى يتم استلامها من قبل فنيي المعمل ، ويجب أيضاً حماية العينات من أشعة الشمس والحرارة العالية ، وكذلك من التجمد وحمايتها أثناء النقل من الاهتزازات ومن تحطم حاويات العينات ، ويفضل إرسال العينات الغير مقلقلة إلى المعمل فور استخراجها وتخزينها في أماكن معتدلة الحرارة.

٥-٣ التجارب المخبرية :

٥-٣-١ تجربة الكثافة العظمى (Proctor compaction test):

تهدف التجربة الى تحديد مقدار الكثافة العظمى للتربة ومقدار محتوى الماء المثالي، من أجل فحص نسبة تحمل كاليفورنيا وكذلك الدمك في الموقع في حالة العينات للمواد التي ستستخدم في طبقات مشاريع الطرق.

خطوات العمل

١- بعد احضار العينة تم تنخليها على منخل ٤/٣ للتخلص من الحصى الكبير .
٢- تم توزين ٥ كغم من العينة .
٣- تم اضافة ٥ % من وزن العينة ماء .
٤- تم خلط الماء في العينة بشكل جيد .
٥- تم تحضير القالب وتجهيزه .

٦- تم وضع الطبقات من العينة واحدة تلو الاخرى وضربها بمطرقة قياسية ٢٥ ضربة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح واستخراج العينة ووزنها داخل جفنة معلومة الوزن في كل محاولة.
٧- بعد تحضير الجفنات وملؤها في كل محاولة تم وضعها في الفرن الحراري لمدة ٢٤ ساعة .
٨- تم اخذ القراءات اللازمة وحساب المحتوى الرطوبي وكثافة التربة .
٩- تم رسم العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة وتمثل قمة المنحنى القيمة العظمى للكثافة ونسبة الماء المثالية.

الحسابات والنتائج

تم استخدام القوانين التالية في عملية الحسابات:

نسبة الرطوبة = وزن الماء/وزن العينة جافة.

وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة (رطبة) – وزن الجفنة مع العينة(جافة).

وزن العينة جافة= وزن الجفنة مع العينة(جافة) – وزن الجفنة.

الكثافة الرطبة =وزن العينة رطبة / حجم العينة .(حجم العينة = حجم قالب بروكتور)

الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة/(١+ نسبة الرطوبة).

المحاولات	١	٢	٣	٤
نسبة الماء	%٧	%١٥	%١٥	%١٥
وزن القالب فارغ W1(غم)	٩٧٤٤	٩٩١٠	١٠٠٧٦	١٠٠٥٢
وزن القالب مملوء بالتربة الرطبة (غم)W2	٥٠٨٨	٥٠٨٨	٥٠٨٨	٥٠٨٨
وزن التربة الرطبة (W2-W1) (غم)	٤٦٥٦	٤٨١٦	٤٩٨٨	٤٩٦٤
كثافة التربة الرطبة(غم /سم ^{٣})	٢.١٩٢	٢.٢٧٠	٢.٣٤٨	٢.٣٣٧

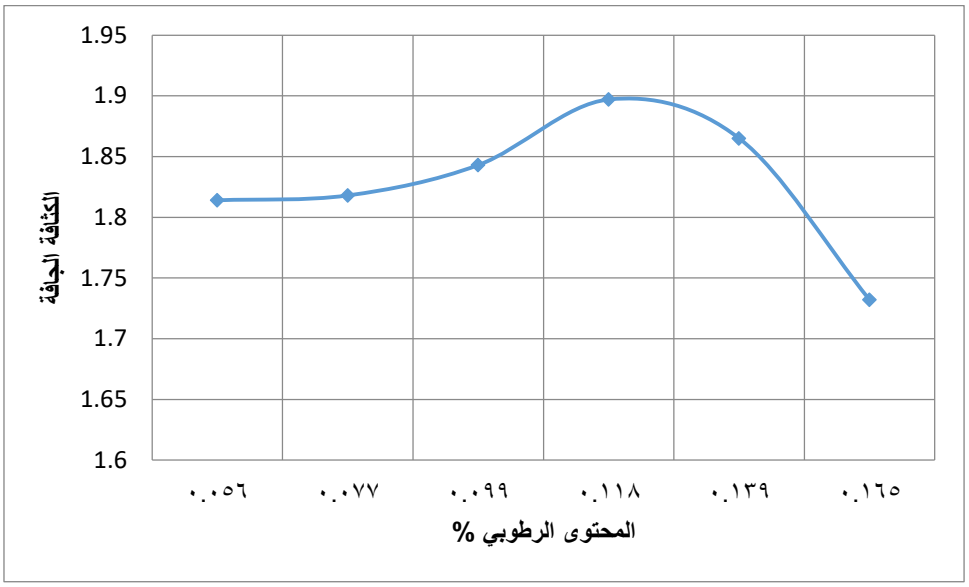
جدول (٥-١) :قراءات تجربة الكثافة العظمى (تحديد الكثافة)

رقم الجفنة	A15	C٥	A١	B١٣	E٧	E١٦	C٩	C١
وزن الجفنة وعينة التربة الرطبة W4(غم)	٢٥١.٨	٢٧٥.٣	٢٤٧.٤	٢٤٨.٦	٢٤٥.٣	٢١٦.٣	٢٤٩.٢	٢٥٦.٤
وزن الجفنة وعينة التربة الجافة W5 (غم)	٢٤٠	٢٦٣.٢	٢٣٣.٧	٢٣٥.٣	٢٣٠.١	٢٠٣.٢	٢٣١.٥	٢٣٩.٢
وزن الجفنة فارغ W3 (غم)	٣١.٨	٤٢.٣	٣٠.٤	٤١.٦	٣١	٣١.٧	٣٢.٣	٤٢.٢
وزن الماء (غم)	١١.٨	١٢.١	١٣.٧	١٣.٣	١٥.٢	١٣.١	١٧.٧	١٧.٢
وزن التربة الجافة (غم)	٢٠٨.٤	٢٢٠.٩	٢٠٣.٣	١٩٣.٧	١٩٩.١	١٧١.٥	١٩٩.٢	١٩٧
المحتوى الرطوبي %	٥.٦٦	٥.٤٧	٦.٧٤	٦.٨٧	٧.٦٣	٧.٦٤	٨.٨٩	٨.٧٣
متوسط المحتوى الرطوبي %	٥.٥٦		٦.٨١		٧.٦٤		٨.٨١	
كثافة التربة الجافة (غم /سم ٣)	٢.٠٧٧		٢.١٢٥		٢.١٨١		٢.١٤٧	

جدول (٥-٢) :قراءات تجربة الكثافة العظمى(تحديد الرطوبة)

رقم الاختبار	١	٢	٣	٤
المحتوى الرطوبي %	٥.٥٦	٦.٨١	٧.٦٤	٨.٨١
كثافة التربة الرطبة (غم /سم ٣)	٢.١٩٢	٢.٢٧	٢.٣٤٨	٢.٣٣٧
كثافة التربة الجافة (غم /سم ٣)	٢.٠٧٧	٢.١٢٥	٢.١٨١	٢.١٤٧

جدول (٥-٣) :المحتوى الرطوبي



الشكل (٥-١): العلاقة بين محتوى الماء والكثافة الجافة .

نسبة الماء المثالية = ١٢%

الكثافة الجافة = 1.91

٥-3-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR):

يعتبر فحص نسبة تحمل كاليفورنيا واحدا من الفحوصات الهامة التي تجري للتربة في هندسة الطرق. ويمكن تلخيص مبدأ الفحص كما يلي:

يتم غرز أداة قياسية اسطوانية الشكل (مكبس) في العينة وبسرعة محددة ، ومن خلال لعلاقة بين قوة الغرز وقيمة الغرز (المسافة) (load penetration relationship) يمكن إيجاد قيمة نسبة تحمل كاليفورنياCBR).

وتعرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا CBR-value)) بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الاسطواني(مساحته ٣ أنش مربع) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين ، وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس نفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة (crushed stone) أي ان:

نسبة تحمل كاليفورنيا =(الحمل اللازم لإحداث قيمة الغرز/ الحمل القياسي لاحداث هذا الغرس في عينة من مادة قياسية)*١٠٠%.

ويوضح الجدول التالي بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد (USCونظام الاشتو (AASTHO) :

نسبة التحمل (CBR)	التقدير	الاستعمال	حسب النظام الموحد (USC)	حسب نظام (AASTHO)
3-0	ضعيف جدا	طبقة التأسيس (Subgrade)	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
7-3	ضعيف إلى معتدل	طبقة التأسيس	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6.A7
20-7	معتدل	أساس مساعد (Sub-base)	OH,CL,ML,SC,SM,SP,GP	A2,A4,A6.A7
50-20	جيد	أساس (Base course)	GM,GC,SW,SM,SP,GP	A-1-B,A-2-5,A3, A-2-6
50<	ممتاز	أساس	GW,GM	A-1-a,A-2-4,A4

جدول (٥-٤) : قيم تحمل كاليفورنيا حسب النظام الموحد ونظام الاشتو

والجدول التالي يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن[1] :

الطبقة	نسبة كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس (Subgrade)	8 حد أدنى
أساس مساعد (Sub-base course)	40 حد أدنى
أساس (Base course)	80 حد أدنى

جدول (٥-٥) :المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن

تهدف التجربة الى معرفة مقدار تحمل عينة من التربة للضغط الناتج من مكبس قياسي بالنسبة لعينة تربة قياسية.

[1] https://issuu.com/20786/docs/californiabearingratiocbrtest

خطوات العمل :

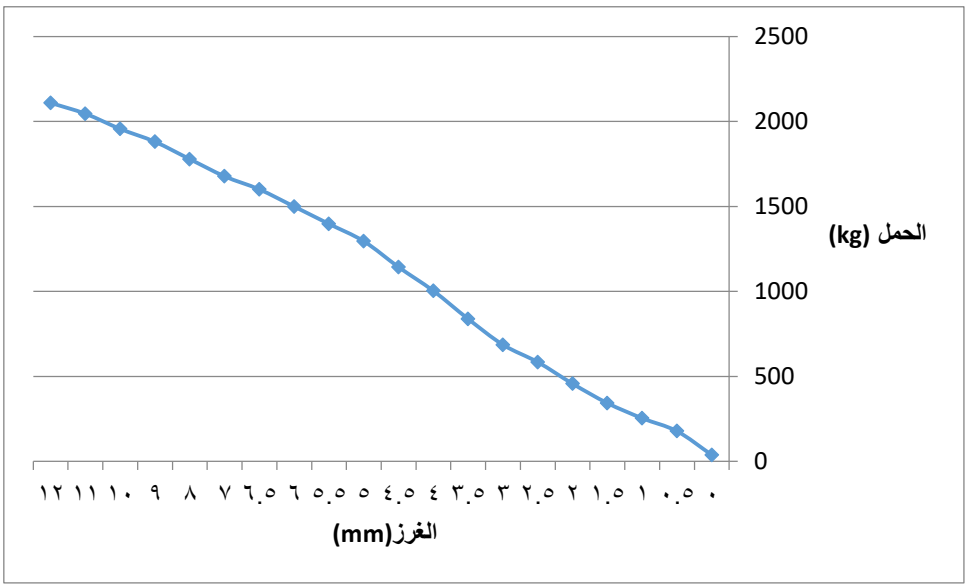
١- تم اضافة المحتوى الرطوبي من الماء والذي تم الحصول عليه من التجربة السابقة الى العينة والذي يساوي ١١.٨ % من وزن العينة.
٢- تم خلط الماء بالعينة ومن ثم تجهيز القالب لوضع الطبقات داخله .
٣- تم اضافة الطبقات من العينة مع الضرب ب ٥٦ضربة بالمطرقة المعدلة لكل طبقة ومن ثم تسوية السطح .
٤- ثم وضع القالب تحت الجهاز وتصفير القرءات ومن ثم تشغيل الجهاز والبدء بملاحظة وتسجيل القراءات وتسجيلها في الجدول وهذا الجدول يوضح القراءات التي تم الحصول عليها وايضا نسبة تحمل كليفورنيا عندما تكون نسبة الغرز ٢.٥ ملم وايضا ٥ ملم .

الشكل (٥-٢) جهاز فحص CBR .

ويتم تشغيل الجهاز وقراءة مقدار القوة عند مجموعة من قيم الغرز ، ثم يتم تقسيم القوة عند الغرز ٢.٥ ملم و٥ ملم على القيمة القياسية فتنتج قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا.

الغرز	الحمل(div)	الحمل (كغ)	CBR
0.0	0		
0.5	45		
1	100		
1.5	182		
2	293		
2.5	390	50.39	٣٩.٨٧%
3.0	510		
4.0	620		
5.0	780	100.77	٦٠.٧٦%
6.0	900		
7.0	985		
8.0	1080		
9.0	1210		
10.0	1320		

جدول (٥-٦): قراءات تجربة (CBR)



الشكل (٥-٣)منحنى العلاقة بين الحمل و الغرز

فتحة المنخل		٢	١ ١/٥	١	٤/٣	٢/١	٨/٣	٤#	١٠#	٤٠#	٢٠٠#
حجم المنخل		٥٠.٤	٣٧.٥	٢٥	١٩	١٢.٥	٩.٥	٤.٧٥	٢	٠.٤٢	٠.٠٧٥
نسبة المار %		١٠٠	٩٨	٧٩	٦٩	٥٥	٤١	٣٠	٢٢	٩	٥
حدود التصنيف	تصنيف أ	_	١٠٠	١٠٠-٧٥	٩٠-٦٠	٨٠-٤٥	٧٠-٤٠	٦٥-٣٠	٤٠-٢٠	٢٠-٨	١٠-٥
	تصنيف ب	١٠٠	١٠٠-٧٠	٨٥-٥٥	٨٠-٥٠	_____	٧٠-٤٠	٦٠-٣٠	٥٠-٢٠	٣٠-١٠	١٢-٥

جدول (٥-٧): توزيع حجم الحبيبات حسب المناخل.

الفصل السادس : خدمات الطريق

٦-١ مقدمة

٦-٢ علامات المرور على الطريق (Traffic Marking)

٦-٢-١ أهداف علامات المرور

٦-٢-٢ الشروط الواجب توافرها في العلامات

٦-٢-٣ أنواع علامات المرور

٦-٣ الإنارة على الشوارع والطرق

٦-٣-١ فوائد الانارة

٦-٣-٢ مواصفات الإنارة

٦-٤ المواقف

٦-٤-١ أهمية المواقف

٦-٤-2 انواع المواقف

٦-٤-3 تطوير المواقف

٦-١ مقدمة

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور. وعند تصميم وانشاء الطريق وفتحها للسيارات لا بد من وجود امور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لنضمن حسن الاداء ولنمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي انشئت من اجله الطريق.

ان علم المرور يتطرق الى امور عدة كالاتجاهات والمسارب والانعطاف الى اليمين او اليسار والمسافات والتقاطعات والوقوف وغير ذلك ، وهذه الامور لا تقل اهمية عن الطريق نفسه ولذلك يجب تصميمها جنبا الى جنب اثناء تصميم الطريق ، كما يجب تنفيذها عند تنفيذ الطريق حتى تكون هذه الامور جزءا لا يتجزأ من هذا الطريق.

ان الاشارات والخطوط والتقاطعات واشارات الضوء والمواقف العامة واماكن التوقف وغير ذلك من الامور التي نراها على الطرق وضعت من اجل تنظيم حركة السير على الطرق . وسيتم التعرض لها بشيء من التفصيل في الفقرات التالية.

٦-٢ علامات المرور على الطريق (Traffic Marking):

٦-٢-١ أهداف علامات المرور :

ان علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة او متقطعة ،مفردة او مزدوجة ،بيضاء او سوداء او صفراء ،كما انها قد تكون اسهما او كتابة (كلمات) . اما اهداف هذه العلامات هي :

١- تحديد المسارب وتقسيمها.
٢- فصل السير في الاتجاهيين.
٣- منع التجاوز .
٤- منع الوقوف او التوقف.
٥- تحديد اماكن عبور المشاة.
٦- تحديد اولوية المرور على التقاطعات.
٧- تحديد مواقف السيارات .
٨- تعيين الاتجاهات بالاسهم (يمينا، يسارا ،الى الامام) لتحديد الاماكن التي يتجه اليها السائق.
٩- تحديد جانبي الطريق .
١٠-اعطاء تعليمات ومعلومات الى السائق بكلمات مثل : اتجه الى اليمين ، توقف ، اعط اولوية وغير. ذلك .

٦-٢-٢ الشروط الواجب توافرها في العلامات :

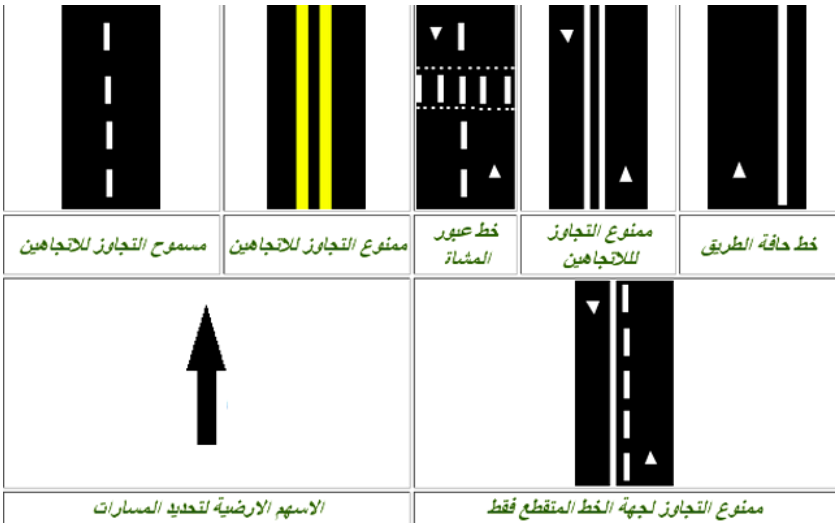
١- ان هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والمشاة وتنقل التعليمات لهم ، هذا ويراعى في هذه العلامات ما يلي :
٢- ان تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار،وواضحة في كافة الاوقات والظروف.
٣- ان تتوافق فيها الالوان .
٤- ان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
٥- ان تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

٦-٢-٣ أنواع علامات المرور :

٦-٢-٣-١ الخطوط:

تكون الخطوط بعرض ١٠ سم وهي اما متصلة امو متقطعة ، اما المتقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب وفصل السير في الاتجاهين ، اما المتصلة فتستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في ان واحد . فاذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب والمتقطع من جهة السير القادم .واذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب والقادم معا يصبح الخطان متصلان. ويستعمل الخط المتصل كذلك عند التقاطع لكي يبين حدود المنطقة التي يحظر الدخول اليها قبل التاكد من خلوها من السيارات .

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة كما توضع خطوط صفراء متقاطعة في المناطق التي يحظر على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر ، كما تحدد الخطوط مواقف السيارات .



الشكل (٦-١): انواع الخطوط في علامات المرور[1]

[1] http://allmobilephoneprices.blogspot.com/2012/03/blog-post_9948.html

٦-٢-٣-٢ الكلمات :

تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف او اتجه يمينا ، اتجه يسارا ، اعط اولوية ، وغير ذلك. ويجب ان تكون الكلمات كبيرة لكي يتسنى قراءتها ، والا تزيد عن كلمة او كلمتين ، كما يجب ان تكون الاحرف مناسبة لموقع عين السائق.

٦-٢-٣-٣ الاسهم :

تستعمل الاسهم اما بدلا من الكلمات لتحديد الاتجاهات او مع الكلمات كسهم يتجه الى اليمين مع كلمة الى اليمين .

٦-٢-٣-٤ اللون :

يستعمل اللون الابيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الاصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات الا انه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع ارضية الطريق .

٦-٢-٣-٥ المواد العاكسة :

تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في ايام الضباب حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة .ويمكن الاستفادة من بعض انواع الحصمة وخاصة على الاكتاف لتأمين لون مخالف للون مسرب الطريق ، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود المسرب . ان استعمال ادوات عاكسة كعيون القطط وغيرها عملية مفيدة جدا وتعكس الضوء من مسافات طويلة .

٦-٢-٣-٥ الاشارات :

٦-٢-٣-٥-١ الهدف من الاشارات :

تستعمل الاشارة لتوصيل المعلومات للسائق او الماشي ، وتتالف من لوحات رسم عليها اسهم او كلمات او الاثنان معا ، بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق .

٦-٢-٣-٥-٢ أنواع الاشارات :

تقسم الاشارات الى اربعة انواع رئيسية ولكل نوع من هذه الانواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل تفهمه من قبل السائق . وهذه الانواع هي:

١- اشارات التحذير : كاشارة انحدار او منعطف خطر وتكون هذه الاشارات مثلثلة الشكل .

٢- اشارات الاوامر : كاشارة قف وتكون مستديرة .

٣- اشارات المنع : كاشارة ممنوع المرور وتكون مستديرة.

٤- اشارات التوجيه (التعليمات): كاشارات اماكن الوقوف والاستراحة وتكون مربعة الشكل او مستطيلة.

٦-٢-٣-٥-٣ مواصفات الاشارات :

يجب ان يكون للاشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها ، فالاشارة يجب انو تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة ، كما يجب ان تكون الكتابة على الاشارة واضحة ومفهومة للسائق من مسافة طويلة كافية لكي يتصرف طبقا للاشارة بدون ان ينصرف انتباهه عن الطريق . وحتى يتحقق ذلك فانه لا بد من الانتباه الى الامور الرئيسية التالية في الاشارة وهي :

١- أبعاد الاشارة : كلما كبرت الاشارة ضمن حدود المواصفات كلما تحسنت رؤية السائق لها .

٢- تباين الالوان في الاشارة : ان التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الاشارة بالنسبة للمنطقة وظهور الكتابة بالنسبة للاشارة نفسها ،وهذا التباين يتحقق باستعمال الوان مختلفة ذات لمعانات مختلفة ، كان تكون الكتابة من لون فاتح واللوحة من لون داكن وان تكون اللوحة من لون يتباين مع لون الطبيعة المحيطة .

فاذا كانت الاشارة كبيرة فيجب ان تكون الكتابة باللون الفاتح (أبيض) على ارضية زرقاء او خضراء او صفراء . اما اذا كانت الاشارة صغيرة فيجب ان تكون الكتابة بالالوان الداكنة على ارضية فاتحة.

٣- الشكل : يجب ان تكون الاشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من اجله .

٤- الكتابة : تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل هي نوع الكتابة ، حجم الاحرف ، وسماكة الخط ، والفسحات بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش . ويجب ان يتم اختيار الكتابة التي تناسب ذلك .

٥ - الصيانة :يجب صيانة الاشارة وتنظيفها واعادة دهنها باستمرار حتى تبقى واضحة للسائق على مدار السنة .

٦ - الموقع :

يجب ان تكون الاشارة في موقع وارتفاع مناسبين لتسهيل رؤيتها وقراءتها من قبل السائق من مسافة كافية دون ان تضطره الى صرف انتباهه عن الطريق كما يجب ان توضع الإشارة قبل مسافة كافية -يحددها القانون- من المكان الذي تشير اليه ، وان تتناسب هذه المسافة مع سرعة السيارة . فإذا كانت الإشارة تدل على وجود مفرق طريق مثلا فانه يتوجب وضع الاشارة قبل المسافة القانونية من المفرق لكي تمكن السائق من تخفيف سرعته تمهيدا للدخول الى الطريق الفرعية . والجدول التالي يعطي فكرة عن المسافة اللازمة للسائق ليرى الإشارة ويتصرف حسب تعليماتها .

سرعة السيارة كم/ساعة	٥٠	٦٥	٨٠	٩٥	١٢٠
المسافة بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة (م)	٤٥	٩٠	١٥٠	٢٢٠	٣٠٠

جدول (٦-١) العلاقة ما بين سرعة السيارة و المسافة بين الاشارة والتقاطع التي تدل عليه الاشارة[١]

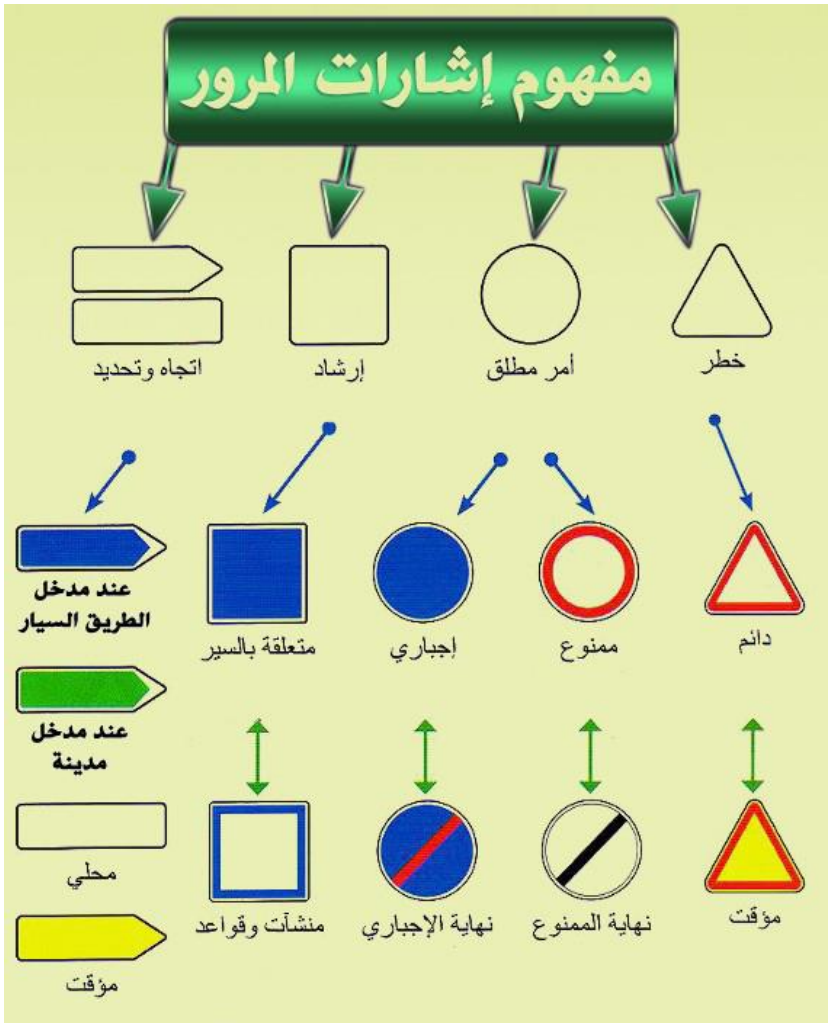
[١] حسب القانون الفلسطيني ولائحته التنفيذية

٧ – الرؤية في الليل :

حيث ان الاشارة مهمة للسائق في الليل والنهار فانه لا بد من تأمين الاضاءة لها او جعلها عاكسة للاضواء بحيث يراها السائق ليلا نهارا.

٨- اشارات الطوارىء :

توضع اشارات مؤقتة عند وقوع حوادث او تعطيل سيارات او وجود ضباب وهذه الاشارات تكون متنقلة ويؤمن لها اضاءة كافية من بطاريات خاصة .



الشكل (٦-٢) مفهوم إشارات المرور[١]

[١] http://allmobilephoneprices.blogspot.com/2012/03/blog-post_9948.html

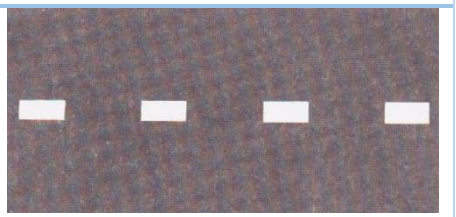
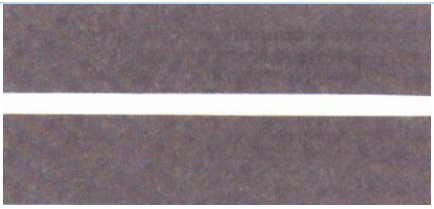
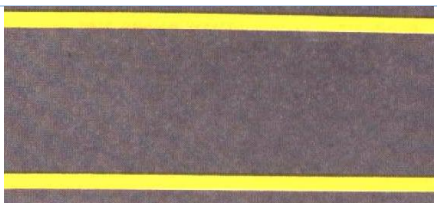
أما بالنسبة لبعض الإشارات التي سيتم استخدامها في شارع حلحول بيت اولا حسب قانون المرور الفلسطيني ولائحته التنفيذية فهي كالتالي :

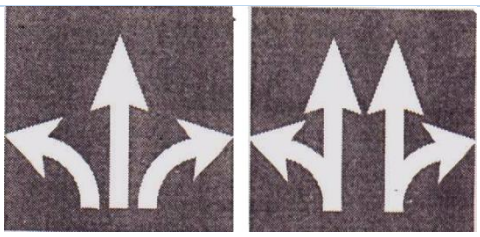
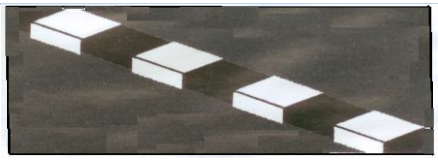
الإشارة	المدلول
	أولاد بالقرب من المكان
	انعطاف حاد نحو اليسار
	مفترق تقاطع طرق
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	مفترق تقاطع طرق لليسار
	أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك
	ممنوع التجاوز
	ممنوع التجاوز بالنسبة للشاحنات التي تزيد عن ٤ طن
	يوجد ممر مشاة بالقرب من المكان

	ممر مشاة

جدول (٦-٢) إشارات المشروع

أما بالنسبة لبعض الخطوط التي سيتم استخدامها في شارع حلحول بيت اولا فهي كالتالي :

الإشارة	المدلول
	خط متقطع : خط محور الشارع أو خط مسلك ، على من يسوق مركبة أو حيوان أن يسوق مركبته أو الحيوان في المسلك الأيمن الأقصى ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه إلا من اجل التجاوز أو من اجل تنفيذ أمرٍ قانوني
	خط فاصل متواصل : إذا وُسم الشارع بخط فاصل متواصل فعلى السائق أن يسوق مركبته أو يقود الحيوان على الجانب الأيمن للخط ولا يجوز له عبور الخط بجسم المركبة أو بقسمٍ منه
	خط حدود : يشير الخط إلى حافة الشارع في المكان التي لا توجد فيه أحجار حافة . على سائق المركبة الميكانيكية أن يسوق مركبته على الجانب الأيسر للخط ولا يجوز له العبور إلى يمين الخط إلا من اجل منع وقوع حادث أو منع عرقلة لحركة السير

	أسهم للسير في المفترق يجوز عبور المفترق من المسلك الموسوم بالسهم فقط باتجاه السهم.
	أحجار الحافة مدهونة باللون الأسود والأبيض لإظهار وإبراز الحافات أو الفواصل أو الجزر المبنية

جدول (٦-٣) الخطوط المستخدمة في المشروع

٦-٣ الإنارة على الشوارع والطرق :

٦-٣-١ فوائد الانارة :

إن إضاءة الشوارع تخفض من حوادث الطرق كما تساعد الاضاءة السائق على قيادة سيارته في الليلة بنفس السرعة التي يقود بها نهارا ، مما يقلل من وقت الرحلة . والاضاءة مفيدة للمشاة حيث تجنبهم الاخطاء وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالاضافة الى انها ضرورية من النواحي الامنية .

تكلف الإضاءة أموالا كثيرة ثمنا للأعمدة والكوابل والتمديدات وثمنا للمصابيح الكهربائية وخلافها ، بالاضافة الى نفقات التشغيل اليومية ونفقات التنظيف والصيانة وغيرها . ولا بد من عمل دراسات الجدوى الاقتصادية قبل المباشرة في اضاءة الطريق بحيث يكون المردود الاقتصادي الناتج عن الإضاءة(كالتوفير في الوقت وتخفيض الحوادث وحفظ الامان للمشاة) يعادل أو يفوق تكاليف الإضاءة والتشغيل .

٦-٣-٢ مواصفات الإنارة :

ان انارة الطريق عمل يتطلب دراسة وافية ومواصفات محددة مبنية على تجارب وابحاث سابقة . ولذلك يجب مراعاة ما يلي :

١- الاهتمام بمكان اعمدة الانارة من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق او على الارصفة فقط او على الارصفة والجزيرة معا .

٢- الاهتمام بابعاد الاعمدة كارتفاعها واطوال اذرعها والمسافات بينها ودراسة هذه الامور دراسة وافية .

٣- الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة ، حيث ان لكل نوع مزاياه ونواقصه ، فبعض المصابيح يتأثر بالامطار والرياح والضباب وبعضها يحتاج الى صيانة مستمرة .

٤- دراسة نوع سطح الطريق ومدى قدرته على عكس الاضاءة حيث ان نوع المصابيح وتوزيع الاعمدة وغير ذلك من الامور التي تتاثر بنوع سطح الطريق ومقدرته على عكس الضوء .

٥- الاهتمام بتوزيع الانارة حيث انها يجب ان توزع بانتظام لان ذلك يقرر توزيع الاعمدة وابعادها وقوة المصابيح وغير ذلك .

والخلاصة انه لا بد من دراسة كافة هذه الامور عند المباشرة في ايصال التيار الكهربائي للطريق بالاضافة الى دراسة الجدوى الاقتصادية حتى تحقق النتائج المطلوبة والفوائد المرجوة .

٦-٣-٢-١ ارتفاع أعمدة الإنارة:

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حسب عرض الطريق، ونوعية المصابيح المستخدمة،و حسب سطح الطريق، والمنطقة المحيطة بالأعمدة، وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة ٧.٦٢، ١٠.٦٩،١٢.١٩ متر والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) ١.٥، ٢، ٢.٥ متر على الترتيب.

٦-٣-٢-٢ المسافة بين أعمدة الإنارة:

حيث تختلف المسافة بين الأعمدة حسب العناصر التي تم ذكرها سابقا، وتستخدم نصف المسافة المستخدمة في الطريق على التقاطعات لتوفير الأمان والرؤية الكافية للجزر والاشارات.

ويوضح الجدول التالي العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطريق وارتفاع العمود.

GROUP	MOUNTING HEIGHT H M	EFFECTIVE WIDTH, W(M)										MAX OVERHANG (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	25.36	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6	36.6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				2.29
	10.69	42.7	42.7	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		2.59
	12.19	48.8	48.8	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
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	٣٩.٦	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

جدول (٦-٤) توزيع الأعمدة حسب عناصر الطريق.[١]

حيث:

A1 : الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الكثيف (Heavy traffic).

A2: الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الطبيعي (Normal traffic) والتي يمر بها عربات كبيرة.

A3: الإنارة للشوارع ذات المرور المتوسط مثل الطرق الريفية الرئيسية (main rural roads) .

.

[١] كتاب الانارة العامة انارة الشوارع – رافت حلمي .

٦-٤ المواقف:

٦-٤-١ أهمية المواقف:

عندما تصل السيارة إلى وجهتها فإنها تتوقف إما للعمل ،أو للنزهة، أو للتحميل أو التنزيل أو لأخذ ركاب وبالتالي فإنها تحتاج إلى مواقف. إن عدم توفير الموقف للسيارات يؤدي إلى ازدحام وخيبة أمل وخطر على حياة المواطنين.

ان مشكلة ايجاد مواقف للسيارات خاصة داخل المدن مشكلة معقدة وتزداد تعقيدا يوما بعد يوم خاصة وان عدد السيارات اخد بالازدياد .

وحتى يتم حل هذه المشكلة فانه لا بد من جمع معلومات وإجراء مسوحات للمنطقة التي تتواجد فيها هذه المشكلة لمعرفة مساحة المواقف المطلوبة ،ومساحة الأماكن المتوفرة كمواقف ، من ثم توزيع المواقف المتوفرة وتنظيمها بالإضافة إلى بناء وتهيئة ما يلزم من مواقف إضافية لسد النقص .

٦-٤-2 انواع المواقف:

٦-٤-2-١ مواقف على الشارع:

وهو الاكثر شيوعا واكثرها قبولا عند الناس الا ان مثل هذا النوع من المواقف له مساوئه وهي :

أ- تعطيل السير وتاخيره وتخفيض سرعته اذا كان هناك صفا طويلا من السيارات الواقفة على جانبي الطريق .

ب – خفض سعة الشارع من حيث استيعابه لعدد السيارات التي ستمر فيه .

ج – تزداد حوادث الطرق بوجود السيارات الواقفة على جانب الطريق.

ان للوقوف على جانبي الشارع مزايا منها انه يسهل على المواطنين حركتهم وقضاء مصالحهم ولا يتسبب ذلك في اضرار اذا توفرت الشروط التالية :

١- اذا كان الشارع عريض.
٢- اذا كان عدد السيارات الذي تستعمله قليل.
٣- اذا كان السير باتجاه واحد.
٤- اذا كان الوقوف على جانب واحد من الطريق فقط وهو الجانب الاقل كثافة من حيث حركة السير .
٥- اذا كانت حركة المشاة على الطريق قليلة .
٦- اذا سمح بالوقوف في اوقات وايام محددة تكون فيها حركة السير قليلة .

٦-٤-2-٢ المواقف خارج الشارع :

اصبح الوقوف على جانب الشارع امرا صعبا خاصة في المدن ولذلك فقد اوجدت مواقف اخرى غير الشارع وهي :

١- الساحات
٢- الموقف المتعدد الطوابق
٣- المواقف تحت الأرض
٤- المواقف على الأسطح
٥- الكراجات الميكانيكية

٦-٤-3 تطوير المواقف:

عند تصميم وتخطيط مواقف للسيارات يجب اخذ ظروف المنطقة التي ينشا الموقف لها بعين الاعتبار . وهناك عدة امور لابد من القيام بها وهي :

١- موقع الموقف: يجب ان يكون الموقف في مركز المنطقة التي تم انشاؤه فيها الا انه يجب ان لا يقع الموقف في منطقة حركة السيارات حتى لا يعيق حركتها وحركة المشاة ويشكل خطرا عليها .

٢- المدخل والمخرج : يجب الانتباه الى المدخل والمخرج بحيث يكونا من مناطق الشوارع ذات الاتجاه الواحد حتى تسهل حركة السير كمان يجب ان يتم توفير مدخل امن للمشاة .

٣- التحميل والتنزيل: تسبب الشاحنات إعاقة للسير وتعرض السيارات للخطر اثناء التحميل والتنزيل امام المخازن حيث لم يهيأ لها المكان المناسب ، وعليه فان التحميل والتنزيل يجب ان يكون خارج الشارع وفي اماكن خاصة للمخازن خاصة الشاحنات الكبيرة والتي تكون حركتها صعبة .

اما بالنسبة للمواقف التي سيتم عملها في المشروع هي من النوع الذي يكون على جانب الطريق بعرض يبلغ ٢م على كل جانب.

اما في المشروع فتم استخدام مواقف موازية على الشارع كما في الشكل، حيث ان عرض الشارع وحركة السير تسمح بذلك .

الشكل (٦-٣) موقف موازي على الشارع [١]

[١] الموقع الالكتروني : http://www.chandigarhtrafficpolice.org

الفصل السابع : التصميم الانشائي للطريق

٧-١مقدمة

٧-٢ العناصرالإنشائية للرصفة المرنة

٧-٣ العوامل المؤثرة على التصميم

٧-٤ خطوات تصميم الارصفة باتباع طريقة الاشتو

٧-١مقدمة :

التصميم الانشائي للطريق عبارة عن ايجاد سماكات طبقات الرصفات ومواصفاتها ومكوناتها لتتمكن من تحمل الاحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والانواع الرئيسية للرصف نوعان ، الاول هو الرصف الصلب ، وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مسلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية او طبقة تحت الاساس .

والنوع الثاني الاكثر شيوعا هو الرصف المرن ، ويتكون من عدة طبقات ، هي تحت الاساس ، والاساس الحجري او الحصوي ، ثم طبقات الرصف الاسفلتية و سوف نستعرض طريقة تصميم الرصف المرن .

هناك نوعان رئيسيان للرصفة :

١- الرصفة المرنة (Flexible Pavement):

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

أ- رصفة تلفورد :

وذلك بحيث تحدد الرصفة وتبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة ٢٠ سم وتعبأ الفراغات بحصى صغيرة ترش طبقة صغيرة من الحصمى الفولية لتعبئة الفراغات يرش اسفلت بدرجة غرز ٨٠ % بمعدل ٤ كيلو على المتر المربع.

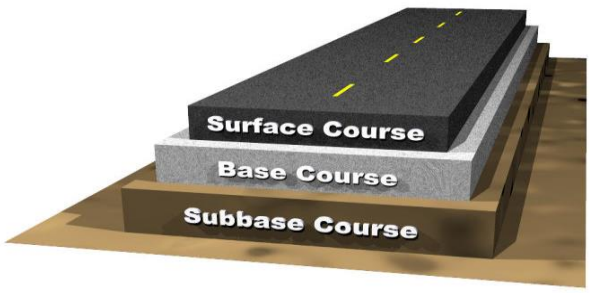
ب- رصفة الفرشيات :

وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصف بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البيسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقة بحيث لا تتجاوز كل طبقة ٢٠ سم .

٢- الرصفة القاسية :

و هي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (30 – 15) سم ، بحيث يتم صبها على الطريق أو على أساس حصوي الذي يتم فرده قبل ذلك ، وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة ، وتصب بشكل كامل او على شكل قطع بحيث يبلغ طول كل قطعة ما بين (50 – 20) م للخرسانة العادية ، وقد يصل طول القطعة إلى 300 م للخرسانة المسلحة .

٧-٢ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة :



شكل (٧-١) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(٧-١) من العناصر التالية :

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

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

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

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

هناك عدة طرق لتصميم الرصفة المرنة ، وهنا سنستخدم طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة.

٧-٣ العوامل المؤثرة على التصميم:

عند التصميم الإنشائي للطريق يتم أخذ بعين الإعتبار مجموعة عوامل منها :

١- نوع المرور والمركبات التي ستستخدم هذا الطريق بشكل عام.

٢- خصائص التربة وفحوصاتها.

٣- العوامل البيئية لمنطقة الطريق والدراسات العامة التي تحدد هذه السماكات.

وفي المشروع سيتم الاعتماد على هذه العوامل جميعها في التصميم.

٧-٤ خطوات تصميم الرصفة باتباع طريقة الاشتو :

فيما يلي خطوات التصميم الانشائي وايجاد سمك الطبقات حسب نظام AASHTO(٢٠٠٤) :

١. حساب ESAL(Equivalent Accumulated 18,000 lb Single Axle Load)

$$ESAL = f_d * G_f * AADT * 365 * N_i * f_E \quad \text{.....٩.1}$$

حيث أن :

- ESAL: Equivalent Accumulated 18000 lb Single 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.

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول:

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

جدول (٧-١) نسبة المركبات في المسرب الواحد (Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane)

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على مسربين (أي مسرب واحد في كل اتجاه وكل مسرب بعرض 3.25متر) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم ٢ من الجدول وهي ٥٠%.

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من الجدول (٩-٢) :

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95

17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	**29.78**	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

جدول (٧-٢) معامل النمو (Growth factor)

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركباتالمختلفة كما يلي:

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

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

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

وبالتالي فإن قيمة ال(ESAL):

ESAL(car) = 0. 5 * 29.78 * 365 * 3700 * 0.94 * 2 * 0.0003135 =11852

ESAL(buss) = 0. 5 * 29.78 * 365 * 3700 * 0.02 * 2 *0.198089 = 195334

ESAL(truck) = 0. 5 * 29.78 * 365 * 3700 * 0.04 * 2 * 0.29419 =473268

TOTAL ESAL = 680454

ولحساب سماكة كل طبقة يتم الاعتماد على نتائج فحص كاليفورنيا حيث يجب ان لا تقل نسبة تحمل فحص كاليفورنيا لكل طبقة عن التالي :

الطبقة	CBR	المادة المستخدمة
Base Coarse	90	Crushed Stone
Sub Grade	35	Clay and Stone Soil

جدول (٧-٣)[١]: قيمة ال CBR لكل طبقة

ولحساب المعامل المناخي نستخدم المعادلات التالية :

$$R = \frac{N_d}{12} * R_d + \frac{N_s}{12} * R_s \quad \text{.....٩.2}$$

حيث أن :

- R : Regional Factor
- N_d: Number of dry months in a year
- R_d : Regional Factor for soils dry
- N_s: Number of saturated months in a year
- R_s : Regional Factor for soils saturated

[١] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

ولإيجاد قيمة ال (R_d) و(R_s) يتم إستخدام الجدول :

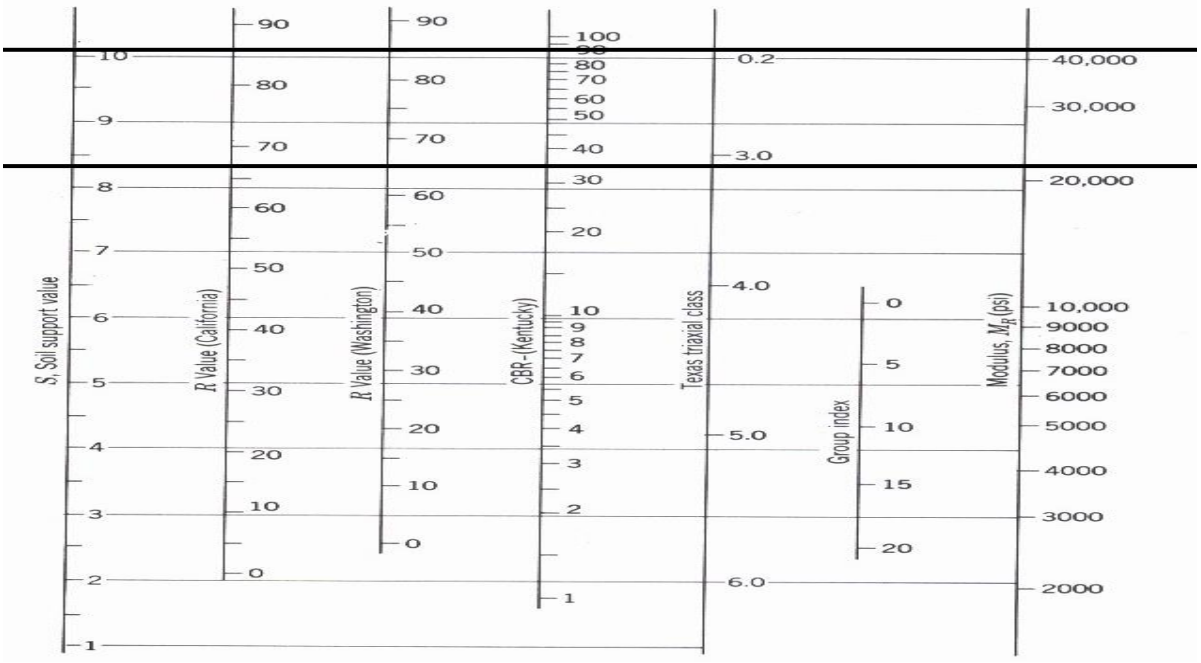
case	Suggested Regional Factor
Roadbed soil frozen 5in or more	$0.2 - 1.0$
Roadbed soils dry	$0.3 - 1.5$
Roadbed soils saturated	$4.0 - 5.0$

جدول (٧-٤)[١] :قيمة المعامل المناخي

وبأخذ بعين الإعتبار أن منطقة الخليل يكون فيها ٤ أشهر رطبة و ٨ أشهر جافة (بشكل تقريبي حسب الدراسات):

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

بعد ذلك يتم ايجاد قيمة ال S-soil support value من خلال الشكل:



شكل (٧-٢):S-soil support value

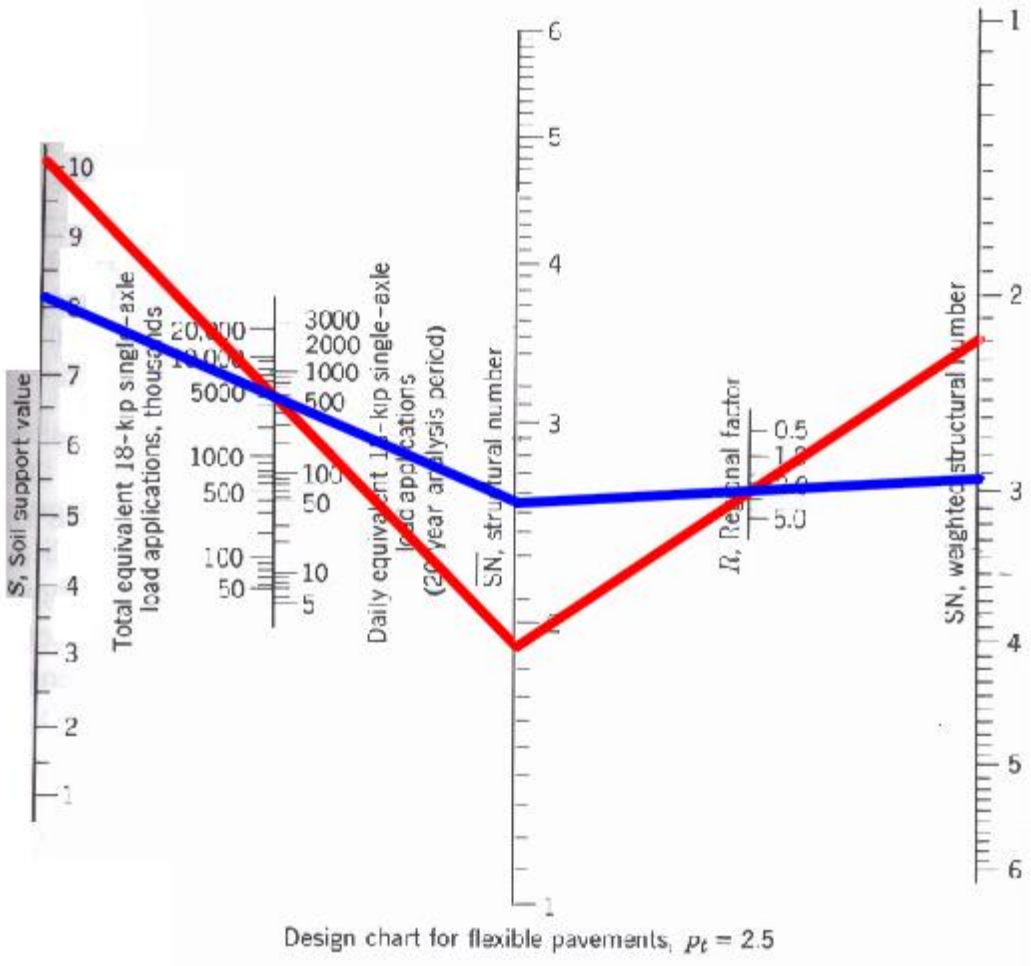
[١] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

وبالتالي فإن :

(S1–soil support value) = 10.1

(S2–soil support value) = 8.3

بعد ذلك سيتم حساب قيمة ال SN وذلك حسب الشكل:



شكل (٧–٣) :قيمة المعامل SN

SN(Asphalt) = 2.2SN (Base Course)= 2.93

بعد ذلك يتم حساب سمك كل طبقة وذلك حسب المعادلة :

SN = a1 * D1 + a2 * D2 * mi.....٩.3

حيث أن:

- SN: Structural Number.
- a_1، a2: layer coefficients representative of surface, base course respectively.
- D_1, D2: actual thickness, of surface, base course respectively.
- Mi:drainage coefficient for layer i.

حيث يتم حساب قيمة ال (a1, a2 ,a3) من الجداول :

١) قيمة المعامل a1

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

جدول(٧-٥)[١] :قيمة المعامل (a1)

[١] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

*وبناء على ما سبق فإن قيمة a1=٠.٤٤

٢) قيمة المعامل a2

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

جدول(٧-٦)[1]: قيمة المعامل (a2)

*وكما تم الاسلاف فإن قيمة a2=٠.١٤

أما بالنسبة لمعامل التصريف عند حد الإشباع (5-25%) ، وبتصريف ضعيف فإن قيمته تساوي ٠.٧ .

وبالتالي فإن سمك الطبقات :

1- D1 = $\frac{2.20}{0.44}$ = 5.0 in = 5.0 *2.54 = 12.7 cm Select 13 cm

2- D2 = $\frac{2.93-2.20}{0.7*0.14}$ = 7.4 in = 7.4 *2.54 = 18.8 cm Select 20 cm

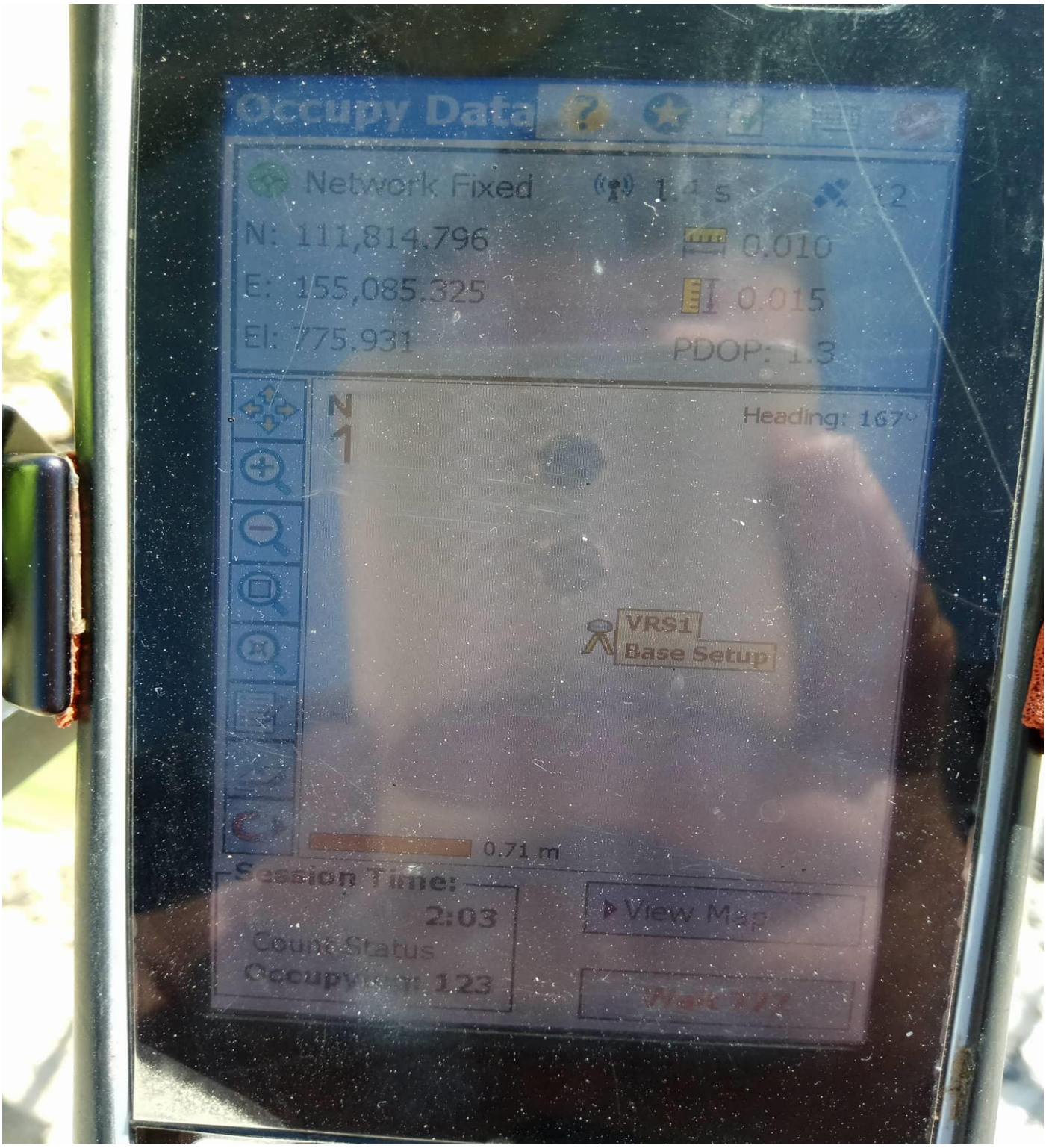
وبالتالي فإن سماكة الطبقات تكون كالتالي :

الرصفة	السمك (سم)
أسفلت (Wearing Course)	6
اسفلت (BinderCourse)	7
الاساس (Base Cource)	20

جدول (٧-٧)[1]: سماكة الطبقات

بالنسبة لطبقة الأسفلت(Binder Course) تكون بحجم حبيبي ١ انش وطبقة الاسفلت (Wearing Course) بحجم حبيبي ٤\٣ انش .

وبالنسبة لمواد الردم فيجب استخدام مواد مختارة قريبة من تكوين طبقة الاساس عبارة عن مزيج من الصخور خالية من التربة العضوية (الحمراء) ولا تقل نسبة تحمل كاليفورنيا لها عن ٣٥.



الشكل (ب-١) :- تربيط النقطة رقم ١.

هذه الصور تبين طريقة الرصد

TRIG هذه الصورة تبين احد نقاط التحكم و هي عبارة نقطة مرجعية اردنية

هذه الصور تبين أماكن التربيط و شكل الطريق

٣ - تربيط النقطة رقم (٣) :-

هذه الصور توضح موقع الشارع

ملحق
ب

الاعمال المساحية

A-١ احداثيات نقاط التحكم

A-٢ احداثيات نقاد الرصد و دقتها

١- البسيط في تصميم وإنشاء الطرق/ روحي الشريف و الموقع الالكتروني :
http://ar.wikipedia.org/wiki/هندسة_المرور

٢- معهد الأبحاث التطبيقية – القدس . دليل مدينة الخليل ، ٢٠٠٩.

٣- الدباغ، مصطفى مراد. بلادنا فلسطين. جـ١، قسم ٥، ص ١٢، (٢٢-٢٣).

٨- أنواع الرصد بالGPS .الموقع الالكتروني :

http://www.sirent.inlis.gov.sg/body/technology.php

٩- التصميم الانشائي للطرق . الموقع الالكتروني :

https://survey-home.blogspot.com/2015/01/Structural-design-of-roads.html